UDK 621.31

ENJAAC 49 (1) – (2000) – 1-78

ISSN 0013-7448

ČASOPIS
HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE

energija

IZDAVAČI – PUBLISHER

Hrvatska elektroprivreda

POMOĆ U IZDAVANJU

Ministarstvo znanosti, tehnologije i informatike

Godište 49 (2000) Zagreb 2000 Br. 1

SADRŽAJ

Tomšić A.: Pristup rješavanju problema izgradnje distributivnih mreža u središtima gradova s naglaskom na stare gradske jezgre (Stručni članak) 3

Jelavić B. – Majstrović M.: Mjesto i uloga energetske efikasnosti i obnovljivih izvora energije u energetskoj opskrbi Splitsko-dalmatinske županije (Pregledni članak) 9

Hebel Z. – Baranović M. – Zakošek S. – Mesić M. – Jaman N. – Gašparini E. – Radovanović J. – Esih V.: Primjena računala u planiranju i praćenju održavanja elektroenergetskih objekata prijenosne mreže (Stručni članak) 19

Hercegovac E.: Stalni nadzor - monitoring i dijagnostika elektrostrojarske opreme hidroelektrana (Stručni članak) . . . 29

Mesić M. – Gongola Ž.: Uloga održavanja u postizanju pouzdanosti elemenata prijenosne mreže u EES-u (Pregledni članak) 37

Šander M.: Tehničke karakteristike IPP elektrane KTE 240 MW Jertovec (Pregledni članak) 43

Vijesti iz elektroprivrede 55

Iz strane stručne literature 67

IZDAVAČKI SAVJET – THE PUBLISHING COUNCIL

Mr. sc. Branko *Grgić,* dipl. ing. (predsjednik), HEP Split – Adrijano *Fišer,* dipl. ing., HEP Rijeka – Marijan *Kalea,* dipl. ing., HEP Osijek – Damir *Karavidović,* dipl. ing., HEP Osijek – Mr. sc. Mladen *Mandić,* dipl. oec., HEP Zagreb – dr. sc. Vladimir *Mikuličić,* dipl. ing., FER Zagreb – dr. sc. Niko *Malbaša,* dipl. ing., Ekonerg, Zagreb

UREDNIČKI ODBOR - EDITORIAL BOARD

Glavni urednik – Editor-in-chief: dr. sc. Zorko *Cvetković,* dipl. inž.

Urednik - Editor: Zdenka *Jelić,* prof.

Urednici rubrika – Contributing Editors: "Energetski sistemi", dr. sc. Goran *Granić,* dipl. ing. – "Hidroelektrane", Vladimir *Prizl,* dipl. ing. – "Termoelektrane i toplane", Ivan *Vučetić,* dipl. ing. – "Prijenos električne energije", mr. sc. Zdenko *Tonković,* dipl. ing. – "Razvoj, distribucija i potrošnja električne energije", Mladen *Ježić,* dipl. ing. i Dasenko *Baldasari,* dipl. ing. – "Ekonomsko poslovanje i tarifna politika", dr. sc. Jure *Šimović,* dipl. ecc., mr. sc. Mladen *Mandić,* dipl. ecc. i Marijan *Magdić,* dipl. ecc. – "Ekologija", dr. sc. Niko *Malbaša,* dipl. ing. – "Informatika", Nikola *Lastrić,* dipl. ing. – Tehnički urednik – Technical Editor: Branko *Mališ – Lektor – Lingvistic Adviser: Šimun Čagalj,* prof. – Metrološka recenzija – Metrologic review: mr. sc. Mladen *Zeljko,* dipl. ing.

Redakcija završena 2000 - 02 - 01

Časopis je ubilježen u Ministarstvu kulture i prosvjete – Sektor informiranja pod brojem 161 od 12. 11. 1992.

Uredništvo i uprava:

Zagreb, Ulica grada Vukovara 37

Telefoni 6125-641 i 6125-111/641, telefax 6170-438

Godišnje izlazi 6 brojeva. Godišnja pretplata za pojedince iznosi 300,00 kn, a za poduzeća i ustanove 480,00 kn (za studente 70,00 kn).

Cijena pojedinog broja u prodaji 50,00 kn.

Za inozemstvo $ 95 godišnje.

Žiro računi kod ZAP, Zagreb - Hrvatska elektroprivreda (za "Energiju") broj 30101-604-495

Tisak: TIVA – Tiskara Varaždin

Naklada 1000 primjeraka

Upute autorima

U "Energiji" smo već tiskali upute o pisanju stručnih i znanstvenih članaka, pa "stari" autori znaju sve o tome kako treba prirediti članak koji će se u njoj objaviti. Cilj je ovog priloga da pomognemo onim autorima koji još nisu objavljivali i da podsjetimo "zaboravljive".

1. Da bi članak bio zanimljiv, mora biti jasan. Rečenice kratke, a izrazi poznati. Pismo: latinica. Pisati valja u trećem licu ne upotrebljavajući pasivne oblike.
2. Članak mora biti neobjavljen. Kad se preda "Energiji", više se ne smije ponuditi nekom drugom uredništvu.
3. Idealno je kad članak nema više od 20 strana. Autori često tvrde da je teško neku problematiku iznijeti na tako malo stranica. U tom slučaju obično "presude" recenzenti.
4. Valja se pridržavati zakonskih standarda i INDOK-propisa. Pri upotrebi jedinica i simbola valja poštivati zakonske mjerne jedinice Međunarodnog sustava jedinica - SI.
   Matematički znakovi, grčka slova i indeksi moraju biti jasni i definirani. Fizikalne veličine i faktori pišu se kosim velikim i malim slovima latinicom ili grčkim slovima. Mjerne jedinice i ostali opisi pišu se uspravnim slovima.
5. Članak mora biti napisan na formatu A4 u dva primjerka. Napisan mora biti strojem s razmakom između redaka. Na lijevoj strani mora biti 4 cm širok rub za unošenje pogrešaka, uredničkih oznaka i dopuna. Mora imati **naslov** i jasno označene **podnaslove.** Ispod naslova valja napisati prezime, ime i mjesto stanovanja autora, a na kraju članka valja navesti podatke o autoru: znanstvenu titulu, prezime i ime, stručni naziv, naziv ustanove u kojoj radi i punu adresu.
6. Svaki članak mora imati:
   - **kratak sažetak.** U njemu se čitatelju daje dovoljno informacija o sadržaju članka. Autor treba navesti nova otkrića i spomenuti temeljna načela na kojima je izveo eksperimente što ih je opisao u članku. Ne smije imati više od 200 riječi.
   - **ključne riječi** (key words). To su izrazi koji čitatelju u najkraćem obliku kažu što je sadržaj članka. One pomažu da čitatelj sazna da li mu je članak zanimljiv ili nije.
   - **kategorizaciju.** Autor ima pravo predložiti u koju se kategoriju članka po kvaliteti ubraja njegov, u: originalni znanstveni članak, prethodno priopćenje, pregledni članak, stručni ili su to izvještaji sa savjetovanja, vijesti iz svijeta itd.
   - **literaturu.** Navodi se na kraju članka onim redom kojim je spomenuta u članku. Kad se u tekstu poziva na literaturu, piše se u uglatoj zagradi samo broj pod kojim je navedena. Podaci moraju biti točni i istiniti.

   Naslov članka, kategorizacija, sažetak i ključne riječi moraju biti na jednom papiru. Sažeci se u "Energiji" prevode na engleski i njemački. To čine naši prevodioci.
7. Likovni prikazi (fotografije, crteži, dijagrami) moraju se nalaziti na posebnom listu - svaka slika na svom listu. Moraju biti nacrtane po pravilima tehničkog crtanja i obično 3 puta veće nego što će biti u časopisu. Pritom valja paziti da 3 puta smanjena najmanja brojka ili slovo bude veliko 3 mm - 1,5 mm.

Tako pripremljen rukopis Uredništvo pregleda, daje ga recenzentima na ocjenu i ako je povoljno ocijenjen, tehnički se obradi (lektorira, grafičko-likovno uredi) i pošalje u tiskaru. O tome da li je članak primljen ili odbijen, Uredništvo izvještava autora.

Da bi autori lakše odredili u koju kategoriju prema kvaliteti valja uvrstiti neki članak, dajemo osnovne upute o kategorizaciji članka:

IZVORNI ZNANSTVENI ČLANAK (originalan znanstveni rad, originalno znanstveno delo, originaljnaja naučnaja rabota, original scientific paper, originalna naučna rabota, Wissenschaftlicher Originalbeitrag) opisuje nove rezultate istraživanja tehnike ili aparata (npr. doktorska disertacija). Ovoj kategoriji pripada i dosad neobjavljeni rad koji pridonosi znanstvenoj spoznaji ili nekom svhvaćanju, a napisan je tako da bilo koji kvalificirani znanstvenik na temelju danih informacija može:

- ponoviti eksperiment i postići opisane rezultate s jednakom točnošću ili unutar granice eksperimentalne pogreške, kako to navodi autor.
- ponoviti autorova zapažanja, proračune ili teorijske izvode i donijeti slična mjerenja.

PRETHODNO PRIOPĆENJE (prethodno sporočilo, prethodno saopštenje, preliminary communication, Vorlaufige Mitteliung) sadrži znanstvene spoznaje ili rezultate čiji karakter zahtijeva objavljivanje. Rad obvezatno sadrži jedan podatak novih znanstvenih informacija ili više, ali bez dovoljno pojedinosti koje bi omogućile čitatelju provjeru iznesene informacije na način kako je to prethodno opisano.

PREGLEDNI ČLANAK (pregledno delo, pregledna rabota, review, obzornja rabota, Übersichtarbeit) jest izvješće o nekom posebnom pitanju o kojem je već objavljena informacija, samo je to ovdje skupljeno i raspravljeno. Autor preglednoga članka dužan je dati podatke o svim objavljenim radovima kojima se koristio u svom radu (treba navesti literaturu i svrstati je redom kojim se pojavljuje u tekstu), a po mogućnosti u literaturi navesti radove koji bi pridonijeli razvoju razmatrane problematike.

STRUČNI ČLANAK (strokovno delo, stručna rabota, professional paper, profesionaljnaja rabota, Fachlicher Beitrag) daje korisne priloge iz područja čija problematika nije vezana za izvorna istraživanja. To znači da rad mora biti novost u određenom području djelatnosti. To se npr. odnosi na naknadno ponavljanje poznatih istraživanja koje predstavlja koristan rad u vezi sa širenjem znanja i prilagođavanja izvornih istraživanja potrebama društva i znanosti.

energija

ČASOPIS
HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE

glasilo je energetičara, elektroinženjera i elektrotehničara. Izdaje ga Hrvatska elektroprivreda uz pomoć Ministarstva znanosti, tehnologije i informatike.

Njime se koriste mnogi znanstvenici i stručnjaci u našoj zemlji, a poznat je i važnijim referalnim centrima u inozemstvu, kao što su:

Engineering Index Inc., New York; Engineering Information Inc. Bibliographic Services Dept, New Jersey; Current Tehnology Index, London; Viniti, Moscow; Revue Générale de l'électricité, Paris; Current Bibliography on Science and Tehnology, Japan Information Centre, Tokyo; itd.

U Energiji se tiskaju izvorni znanstveni članci kao i članci iz prakse, vijesti iz elektroprivrede, zanimljivosti iz svijeta, priopćenja i članci graditelja elektroenergetskih objekata, proizvođača strojeva i materijala. Oglasi su sastavni dio časopisa, a priopćenja su komercijalne naravi.

UREDNIŠTVO

PRISTUP RJEŠAVANJU PROBLEMA IZGRADNJE DISTRIBUTIVNIH MREŽA U SREDIŠTIMA GRADOVA S NAGLASKOM NA STARE GRADSKE JEZGRE

Antun T o m š i ć, Osijek

UDK 621.316.1:351
STRUČNI ČLANAK

Obrađuje se pristup rješavanju problema pred kojima se nađu investitori, projektanti i izvođači radova kada se ukaže potreba da se učini remont na postojećoj dotrajaloj distributivnoj mreži ili se izgradi nova distributivna mreža u urbanom gradskom središtu ili staroj gradskoj jezgri. U referatu su ponuđena neka moguća rješenja i razmišljanja kojima je cilj da pomognu u danom trenutku kod donošenja odluke za najoptimalniju varijantu s obzirom na moguće tehničko, urbanističko i ekonomsko rješenje.

Ključne riječi: distributivna mreža, središta gradova, stara gradska jezgra.

1. UVOD

Nova izgradnja, te zamjene i rekonstrukcije postojećih elektroenergetskih objekata u središtima gradova pričinjavaju dosta velike poteškoće s obzirom na ograničene mogućnosti u prostoru, a koje su uvjetovane velikom izgrađenošću te velikom gustoćom infrastrukturnih objekata. Nadalje, često velike poteškoće pričinjavaju visoki zahtjevi koje postavlja Zakon o zaštiti prirode s posebnim naglaskom na građevine i prostore parkova koji su često spomenici visoke kategorije.

Stanje elektroenergetskog postrojenja u gradskim sredinama, a posebno u starim gradskim jezgrama veoma je različito između pojedinih distribucijskih područja.To je rezultat različitih pristupa u rješavanju planiranog razvitka koja su imala distributivna područja prije 1990. godine. Danas se nakon provedene tipizacije u HEP–u pokušava uvesti jedinstvena strategija planiranja i razvitka, no još uvijek ima pristupa koji odstupaju od propisanih i dogovorenih pravila iz različitih razloga koje ćemo pokušati objasniti u ovom referatu.

2. STANJE DISTRIBUTIVNE MREŽE U STARIM GRADSKIM JEZGRAMA

U gradskim sredinama i starim gradskim jezgrama susrećemo mreže elektroenergetskog razvoda koje su uglavnom izgrađene šezdesetih, a i ranijih godina. To su danas uglavnom vrlo dotrajale mreže sa malim presjecima, vodičima vrlo stare tehnologije i ukratko mreže na kojima je potrebno izvršiti nekakav zahvat da bi se osigurala kvalitetna opskrba potrošača električnom energijom.

Isto tako i pripadajuće trafostanice više ne mogu odgovoriti postojećim potrebama za sigurnom i kvalitetnom električnom energijom, građevinski dio je uglavnom dotrajao i često se postavlja i pitanje svrsishodnosti daljnjeg ulaganja u održavanju građevine, a oprema elektroenergetskog postrojenja je zastarjela, tehnološki na tržištu više neprepoznatljiva a i poradi sigurnog napajanja vrlo nepouzdana.

Što se tiče tipova elektroenergetskih razvoda i tipova trafostanica vrlo je velika raznolikost, tako se još uvijek u nekim dijelovima urbanih naselja mogu susresti srednjonaponski vodovi s golim vodičima na stupovima, kabelske mreže srednjeg napona izvedene kabelima s papirnom izolacijom malih presjeka, plastični kabeli koji često ne mogu izdržati ispitne napone.

Trafostanice uglavnom zauzimaju prostor na najatraktivnijim dijelovima ulica i trgova gdje sa svojim lošim izgledom narušavaju izgled okoline. To su najčešće zidane trafostanice tipa PTTS, TTS, KTS, limene tipa BKTS sa vanjskim posluživanjem, zatim stupne trafostanice različitih tipova.

Kod mreža niskog napona još je najveća šarolikost. Tu se mogu naći još uvijek niskonaponske mreže izvedene s golim bakrenim vodičima od 6 do 35 mm^2, AlČe vodičima od 16 do 50 mm^2 , mreže izgrađene sa ATG-om, različiti samonosivi kabeli pa čak i kabeli vezani za sajle. Za uporišta koriste se krovni stalci, bočne konzole na pročeljima zgrada, te drveni, betonski i željeznorešetkasti stupovi. Kabelske mreže su uglavnom izvedene bakrenim kabelima s papirnom ili plastičnom izolacijom malog presjeka od 16 do 50 mm^2, najčešće izvedene kao tip "ulaz – izlaz", ili tip sa "T" spojnicama dok se rjeđe može susresti i "zrakasti" tip mreže.

3. TEHNIČKA DOKUMENTACIJA

Posjedovanje kvalitetne tehničke dokumentacije osnovni je preduvjet za održavanje, upravljanje i bilo kakve zahvate na elektroenergetskom postrojenju. No, to nije slučaj u svim distributivnim jedinicama, stoga je važno ustrojiti kvalitetnu tehničku dokumentaciju.

Tako je za trafostanice važno napraviti temeljnice sa svom pripadajućom opremom, s tipom, nazivom proizvođača, godinom proizvodnje. Ucrtati u podloge točan smještaj opreme, sva vodna polja s opisom svih veličina bitnih za njih, zatim možebitna rezervna vodna polja i opremu. Uz tu dokumentaciju potrebno je posjedovati i sva mjerenja i ispitivanja koja su rađena na revizijama i pregledima.

Svi elektroenergetski vodovi nadzemni i podzemni trebaju biti točno ucrtani u karte, sa svim važnijim križanjima i paralelnim vođenjima. Moraju se upisat presjeci, tipovi i godina proizvodnje kablova, nadzemnih vodiča, uporišta i ostale opreme.

Sve kvarove koji se dešavaju na elektroenergetskom postrojenju potrebito je pratiti kroz Knjigu pogonskih događaja iz koje je onda moguće ustvrditi koja vrsta opreme zadovoljava svojom kakvoćom i pouzdanošću koji podatak će nam biti potrebit kod izbora opreme za novu izgradnju.

Isto tako je potrebito snimiti veličinu konzuma što se tiče tereta, odrediti vršna opterećenja po tipovima potrošača, snimiti naponske okolnosti kod potrošača, snimiti koje režime koriste pojedini potrošači s obzirom na opteretivost pojedinih faza.

Nakon tako složene tehničke dokumentacije potrebno je prići procjeni budućeg konzuma s obzirom na predvidivi porast potrošnje, sagledavajući budući mogući razvoj kroz prostorni plan koji točno određuje koji dio grada će se razvijati u kojem smjeru, zatim kroz porast standarda i uvažavajući još neke moguće procjene u dogovoru sa Zavodom za prostorno planiranje.

4. UTVRĐIVANJE KRITERIJA ZA ZAHVAT NA ELEKTROENERGETSKOM POSTROJENJU

Kada imamo jasnu sliku stanja na terenu, tj. jasno iskazan problem, pristup njegovom rješavanju je dosta kompleksan. U obzir treba uzeti sve parametre koji će odrediti vrstu i način zahvata na postrojenju, te koji će biti najoptimalniji u rješavanju problema.

Na osnovu potpunog saznanja o postojećem konzumu i dobre procjene buduće potrošnje koja se može dobiti uz pomoć razrađenih urbanističkih planova, zatim kroz kontakt s gradskim upravama koje mogu dati specifične planove razvoja, te kontaktirajući industrijske i ostale veće potrošače električne energije o njihovim planovima razvoja i potreba u pogledu energije, potrebno je isplanirati osnovne elemente elektroenergetskog postrojenja koji će omogućiti budući razvoj za trajanje najmanje tridesetak godina, koliko je otprilike i životni vijek najvećeg dijela osnovne opreme u elektroenergetskim postrojenjima. Iz svega ovoga proizići će i podatak što je činiti sa postojećim elektroenergetskim postrojenjem glede njegove zamjene, rekonstrukcije, revitalizacije ili možebitne potrebe za izgradnjom nekog novog elektroenergetskog objekta kao potrebe za sanacijom lošeg stanja.

Kada smo definirali potreban zahvat na elektroenergetskom postrojenju ili odredili potrebu za novom izgradnjom potrebno je pronaći mogućnost postavljanja elektroenergetskog postrojenja u prostor, uvažavajući postojeći Plan o prostornom uređenju, zatim određena ograničenja koja uvjetuje Zakon o zaštiti prirode, a glede spomenika kulture, zaštićenih parkova i perivoja i sl., te uvažavajući postojeću infrastrukturu preko ishodovanih posebnih uvjeta za građenje.

Na osnovi spoznaje o definiranoj veličini i kapacitetu elektroenergetskog postrojenja i opreme potrebno je prići izboru opreme uvažavajući tipizaciju HEP-a te vodeći brigu da oprema bude što više unificirana, tj. da se ustraje na nabavci opreme od kvalitetnih i provjerenih proizvođača s kojima je poželjno ići na ostvarenje zajedničkih razvojnih programa čime će se pojednostaviti i podići kvaliteta održavanja a time sigurnost i kvaliteta isporuke električne energije. Loša strana velike šarolikosti ugrađene opreme, koja je bila prije donošenja odluke o tipizaciji, došla je do izražaja naročito za vrijeme trajanja domovinskog rata kada je bio veliki broj havarija i kvarova uzrokovanih ratnim razaranjima, te kada je bio veliki problem izvršiti popravke i zamjene oštećene opreme te se često pribjegavalo improvizacijama koja su još i danas prisutna te su uzrok čestih zastoja u isporuci električne energije.

S jasno definiranim i odabranim zahvatom u prostoru glede nove izgradnje ili zamjene i rekonstrukcije potrebito je upoznati sve čimbenike koji sudjeluju sa svojom infrastrukturom u prostoru o nakani planiranih radova a s ciljem iznalaženja možebitnog zajedničkog zahvata u prostoru s čime bi se smanjili troškovi po jedinici dužine, te ponovna iskopavanja zastoji u prometu i drugi problemi koji se pojavljuju kod takvih radova. Takav pristup morale bi podržati i gradske strukture koje bi se i napose trebale zalagati preko nadležnih organa da se takva praksa i uvede kao obvezna.

5. NOVA IZGRADNJA, ZAMJENE, REKONSTRUKCIJE I REVITALIZACIJA

5.1. Trafostanice

Prilikom izrade Plana prostornog uređenja grada s određivanjem potrebite elektroenergetske infrastrukture potrebno je odmah odrediti i buduće lokacije u gradu koje će biti za velike elektroenergetske objekte i koridore za elektroenergetske kabele i kabele elektroveza daljinskog vođenja te dojave stanja na elektroenergetskim postrojenjima.

Pritom posebnu pozornost treba usmjeriti, kada su u pitanju lokacije za velike trafostanice 110 /X i 35/(20)10, na vrstu tla (geološki sastav) na kojemu će se graditi budući objekat, postojeće prometnice i infrastrukturu na koju će se priključiti buduća građevina. Nadalje, kako spomenute trafostanice u gradskim središtima i starim gradskim jezgrama mogu biti samo zatvorenog tipa, posebnu pozornost treba usmjeriti na to da se građevina uklopi u arhitektonsko okruženje pogotovo ako je ono u staroj gradskoj jezgri. Kod projektiranja objekata, a i izvođenja naročitu pozornost treba posvetiti zaštiti okoline od buke, vibracija, nepoželjnih mirisa i drugih elemenata koji mogu negativno djelovati na okolinu.

Za trafostanice zatvorenog tipa elektroenergetsko postrojenje mora biti ugradbene izvedbe s izabranim elementima koji su gabaritima minimizirani (SF6-postrojenje) te daljinski upravljivi, s mogućim sklapanjem i ugradnjom kroz etaže.

Trafokomore odnosno transformatore i transformatorske jame treba predvidjeti u ukopanom dijelu građevine s mogučnošću izvlačenja transformatora uz pomoć šina ili na neki drugi način.

Nova izgradnja trafostanica 10(20)/0,4 kV treba zadovoljiti većinu kriterija koje zadovoljavaju i velike trafostanice, a to se odnosi na određivanje i zauzimanje mjesta u Planu prostornog uređenja grada, ispunjavanje kriterija o zaštiti okoline, kada je riječ o starim gradskim jezgrama uklapanje u postojeću arhitekturu, kvalitetno riješiti pristupni put radi održavanja.

Oprema koja se ugrađuje u nove trafostanice mora odgovarati za naponski nivo 20 kV, isto tako i transformatori moraju biti podesivi 10- 20 kV. Sklopni blokovi moraju biti daljinski upravljivi u SF6 izvedbi sa mogučnošću praćenja stanja. Kod izbora opreme naročitu pozornost je potrebno posvetiti tipizaciji i izboru opreme od provjerenih i kvalitetnih proizvođača.

Na taj način će se povećati pouzdanost koja se odražava kroz manji broj kvarova i kraće vrijeme trajanja kvara, povećava se sigurnost elektromontera pri rukovanju, smanjuju se troškovi rada i održavanja te se na kraju povećava kvaliteta napajanja.

Kada su u pitanju zamjene, rekonstrukcije i revitalizacija u postojećim trafostanicama, mora se voditi računa da se uvodi najbolja tehnologija i tehnika trenutno raspoloživa s daljinski upravljivim sklopnim blokovima i s mogučnošću nadzora nad postrojenjem.

Što se tiče građevinskog dijela trafostanica 10/0,4 kV potrebno je dobro ustvrditi je li postojeću građevinu isplativo uređivati ili je isplativije gledano kroz vrijeme izvršiti zamjenu novom. Ukoliko se odluči za izgradnju nove građevine naročito je važno odrediti da li se postojeća uklapala u prostor, a ako ne potrebito je pronaći novu prihvatljiviju lokaciju.

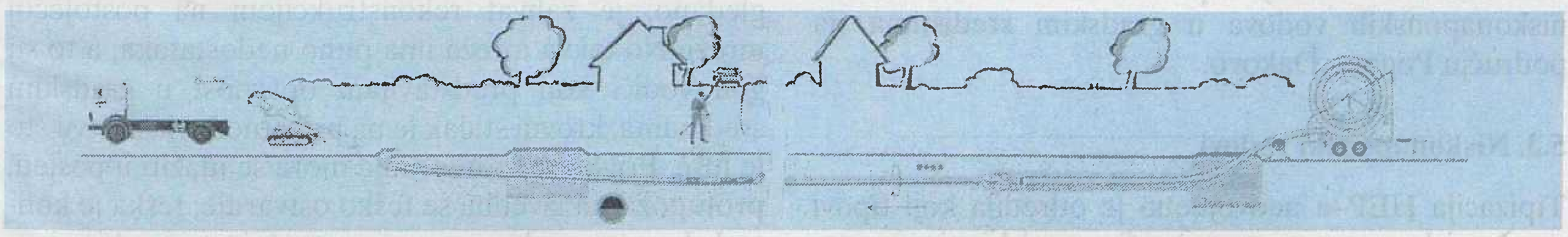
5.2. Srednjonaponski vodovi

Naša saznaja nam govore da još uvijek u nekim gradskim sredinama postoje zračni srednjonaponski vodovi. Prvo što bi trebalo učiniti je to da se izvrši kabliranje takvih veza između pojedinih trafostanica. Slijedeće što bi trebalo učiniti je da se zamijene loši kabeli koji su dotrajali i svojim kvarovima čine često zastoje u isporuci električne energije, a da stvar bude još gora nakon popravka ne mogu izdržati ispitne napone.

Kada se iz gore spomenutih razloga odlučimo na novu izgradnju ili je ona rezultat izrade novih priključnih veza za nove trafostanice ili potreba upetljavanja postojećih trafostanica s naslova sigurnije opskrbe potrošača električnom energijom, tada prvo moramo pogledati što znači nova izgradnja u skladu sa budućim potrebama, gledano kroz potrebe konzuma, tj. uvažavajući isplaniranu potrebu za elektroenergetskom infrastrukturom u Planu prostornog uređenja.

Kada smo odredili tipove elektroenergetskih kabela i njihove presjeke, slijedeće što moramo uraditi je to da se odredi koridor odnosno mjesto u javnoj površini gdje se može polagati kabel. Za to određivanje od presudne je važnosti snimiti postojeće instalacije u javnoj površini te na osnovi toga uvažavajući dozvoljene razmake za paralelno vođenje i križanje odrediti našu novu trasu. Sagledavajući cjelovito ovaj problem bilo bi potrebno zajedno s nadležnim gradskim strukturama i komunalnim poduzećima dogovorno uvesti red i osigurati koridore po redoslijedu za svaku vrstu podzemne instalacije. Tako na primjer da što bliže građevinskom pravcu a u javnoj površini budu prvo smješteni elektroenergetski kabeli niskog napona, zatim kabeli srednjeg napona pa po potrebi i visokonaponski kablovi. Iza njih na propisanom razmaku došle bi plinske instalacije, iza njih instalacije vodovoda pa instalacije telekomunikacija, toplovodi i na kraju kanalizacija.

No najčešće stanje na terenu je potpuno drugačije, instalacije se postavljaju na način kako to u danom trenutku kome odgovara, ne uvažavajući nikakav red i konzultacije s drugim budućim korisnicima tog prostora te iz tog razloga dođemo do toga da više nemamo rješenja za pronalaženje slobodnog koridora.



Slika 1.

Za takve slučajeve i slučajeve kad je prostor gdje trebamo proći vrlo prometan i kad bi raskopavanje i ponovno uređenje prostora bilo vrlo skupo, postoji rješenje u provlačenju kablova uz pomoć FlowTex tehnike.

FlowTex tehnika je inovativan postupak kojega je tehnologija da se umjesto kopanja buši tlo na način da ga ispire mlazom vode i betonita. Od početne jame bušača glava buši kroz podzemlje u određenom smjeru sve do ciljane jame točno u točku vidi sliku 1. Nakon toga se priključuje odgovarajuća glava proširenja, a neposredno iza nje pričvršćuju se cijevi ili vodovi koji se žele povući. Ovo se dešava blago i bez oštećenja, jer bušačka suspenzija koja sadrži bentonit djeluje kao klizno sredstvo koje smanjuje trenje.

Trodimenzionalnim određivanjem mjesta bušeće glave mogu se zaobići prepreke. Utvrđivanje mjesta temelji se na elektromagnetskim valovima, koje zrače iz odašiljača koji se nalazi u bušećoj lanceti. Prijamnik mjeri takve elektromagnetske valove. Na osnovi takvih podataka se određuje položaj bušače glave. Ovom tehnikom bušenja mogu se uvlačiti kabeli i cijevi, ovisno o veličini bušača, na udaljenosti od 50 m do 2000 m i na dubinama od 1 m do 100 m.



Slika 2.

Na ovaj način zaštićuje se okolina, nema otvorenih jama, nema uništavanja zelenila, nema razbijanja pločnika i cesta, nema buke i zastoja u prometu i na kraju nema velikih troškova u saniranju oštećenih površina vidi sliku 2. Na ovaj način izgrađeno je do sada oko 5 km srednjonaposkih vodova i oko 1,8 km niskonaponskih vodova u gradskim središtima na području Pogona Đakovo.

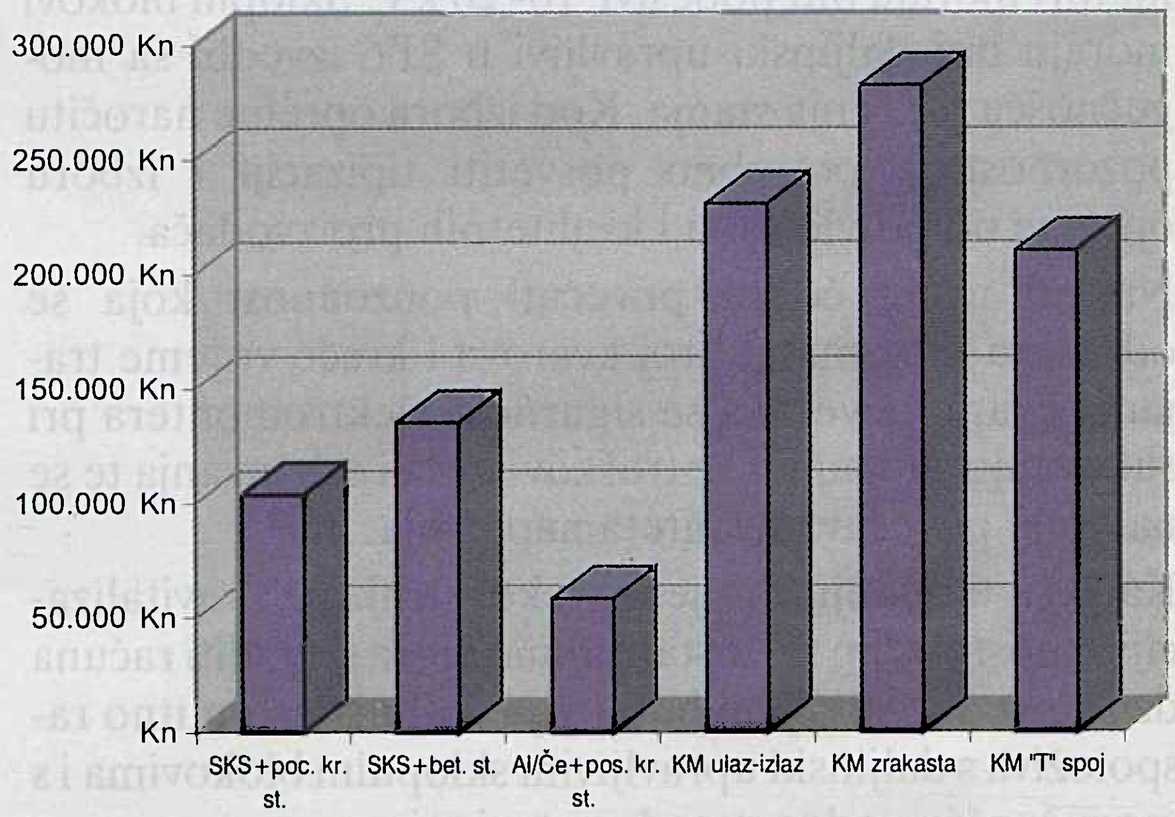
5.3. Niskonaponski vodovi

Tipizacija HEP–a nedvojbeno je odredila koji tipovi mreža niskog napona su mogući u gradskim jezgrama, a koji u predgrađima i ruralnim sredinama, no često puta se nailazi na poteškoće u provođenju zadanih kriterija. Razlog tome su naslijeđena rješenja niskonaponskih mreža koja su bila prisutna u distribucijama prije 1990. godine kada je organizacija elektroprivrede bila takva da je svako organizacijsko područje bilo samostalno i nije bilo jedinstvene koncepcije.

Najviše problema pojavljuje se u Slavoniji gdje su niskonaponske mreže najvećim dijelom na krovnim stalcima (oko 70 – 100%). Takav tip mreže teško je napustiti jer su ulaganja u kabelsku mrežu vrlo velika, a ponekad se nailazi i na probleme nedostatka koridora u zemlji ili se ne dobije dozvola za raskopavanje uređenih površina, (trgovi, korza i sl) kao što je to bio slučaj u Đakovu, Ulica Hrvatskih Velikana (korzo). Na primjeru potrebnog zahvata na toj niskonaponskoj mreži pokazat ćemo pregled više tipova mreže sa troškovnog stajališta. U tablici 1 prikazani su mogući tipovi mreža s troškovima za materijal, rad i ostale troškove, te ukupna vrijednost pojedine investicije.

Tablica 1.

Mreža tip	Materijal	Rad	Ostali troškovi	Ukupno
SKS+poc. kr. st.	71,816.00	25,125.00	6,840.00	103,781 Kn
SKS+bet. st.	89,828.00	19,790.00	25,840.00	135,458 Kn
Al/Če+pos. kr. st.	39,957.00	13,497.00	4,940.00	58,394 Kn
KM ulaz-izlaz	101,102.00	33,242.00	96,520.00	230,865 Kn
KM zrakasta	137,666.00	36,936.00	107,920.00	282,522 Kn
KM "T" spoj	84,709.00	34,336.00	91,200.00	210,245 Kn



Slika 3. Dijagram troškova izgradnje mreže

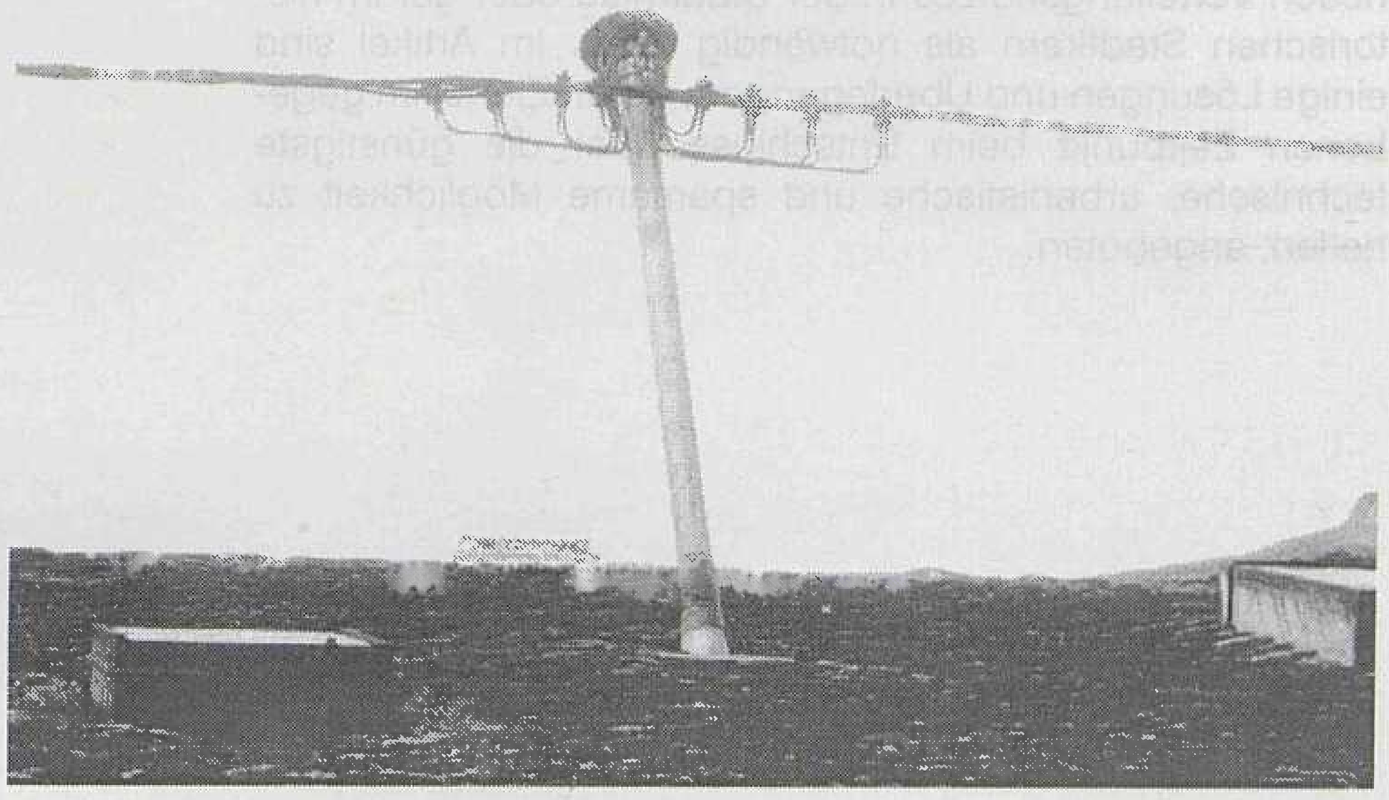
Kako je vidljivo iz tablice najpovoljniji, ekonomski gledano, je zahvat rekonstrukcijom na postojećoj mreži. No takva mreža ima puno nedostataka, a to su goli vodiči koji predstavljaju opasnost u gradskim sredinama, krovni stalak je na privatnom vlasništvu što je loše. Prigodom održavanja mora se ulaziti u posjed, protupožarna izvedba se teško ostvaruje, teška je kontrola koretnog odnosa spram potrošnje, tavanski osigurač često nije plombiran.

Nešto bolje rješenje je samonosivi kabelski snop na krovnim stalcima čije je rješenje danas često prisutno u Slavoniji, vidi sliku 4 i sliku 5. Ovo rješenje ima slične karakteristike kao prethodno, jedino što je sigurnije jer su vodiči izolirani.

Mreža sa samonosivim kabelom na betonskim stupovima ne primjenjuje se u gradskim središtima i starim gradskim jezgrama prvenstveno jer se ne uklapa u postojeću arhitekturu, ali može se reći da je ono gotovo idelno za predgrađa i ruralne sredine, ima veliku sigurnost opskrbe, lako je ostvariti dobru protupožarnu izvedbu, sigurno je i korektno glede potrošnje, lako za održavanje i ima dosta prihvatljivu cijenu izgradnje.

Kabelska mreža ostvarena kabelom sistem ulaz–izlaz, najpovoljnija je gledano kroz održavanje, dosta je skupa pogotovo kad se gradi u starim gradskim jezgrama gdje se traže vrlo visoki kriteriji glede Zakona o zaštiti prirode, nepovoljna je i glede dužine trase koja se gotovo udvostručuje što zahtjeva povećanje presjeka zbog padova napona i graničnih dužina štićenja.

Zrakasti tip mreže pogodan je za novija naselja gdje nisu izgrađeni svi objekti koji se mogu naknadno priključivati, primjer je nova izgradnja u gradu Vukovaru. Ovaj tip mreže je najskuplji, ali zato bi se moglo reći i najkvalitetniji ukupno gledano.



Slika 5.

Što se tiče kabelske mreže koja se izvodi sa "T" spojnicama možemo reći da se taj tip mreže jako rijetko susreće jer je pokazao da ima dosta bitnih manjkavosti, a najveća je ta što se teško određuje mjesto kvara i teško se ostvaruju naknadni priključci.



Slika 4.

6. ZAKLJUČAK

Kako je vidljivo iz referata bilo kakav zahvat u gradskim središtima ,a posebno u starim gradskim jezgrama vrlo je zahtjevan i mora ga se obraditi sa svih aspekata. Isto tako ne može se reći da postoji jedinstvena koncepcija koja bi se mogla generalno prihvatiti kao rješenje, no to nije razlog da se ne teži tipizaciji HEP–a i zaobilaženju mogućih rješenja koja mogu biti tehnički, ekonomski i sa strane Zakona o prostornom planiranju prihvatljiva.

POSSIBLE WAYS OF APPROACHING THE PROBLEM OF DISTRIBUTION NETWORK CONSTRUCTION IN TOWN CENTRES WITH SPECIAL EMPHASIS ON OLD HISTORICAL PARTS

The paper presents possible ways of approaching the problem of investors, designers and constructors when reconstructing the existing but worn-out distribution network or when constructing a new distribution network within urban centres with historically important parts. The paper offers some possible solutions and considerations further to decision making for an optimum solution regarding technical, space-planning and economic aspects.

EINLEITUNG ZUR PROBLEMLÖSUNG DER ERRICHTUNG VON VERTEILUNGSNETZEN IN STADTMITTEN, MIT NACHDRUCK AUF HISTORISCHE KERNE

Bearbeitet wird die Lösung der Probleme beim Entwerfen und bei der Ausführung denen sich die Betreiber und die Bauherren jeweils gegenübergestellt finden wenn sich die Überholung des verkommenen oder die Errichtung eines neuen Verteilungsnetzes in der Stadtmitte oder gar im historischen Stadtkern als notwendig zeigt. Im Artikel sind einige Lösungen und Überlegungen, deren Ziel ist im gegebenen Zeitpunkt beim Entschluss über die günstigste technische, urbanistische und sparsame Möglichkeit zu helfen, angeboten.

Naslov pisca:

Antun Tomšić, dipl. ing.
HEP-DP "Elektroslavonija" Osijek
Ul. K. Šefera 1,
31000 Osijek, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2000-01-12.



Slika 4.

MJESTO I ULOGA ENERGETSKE EFIKASNOSTI I OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U ENERGETSKOJ OPSKRBI SPLITSKO-DALMATINSKE ŽUPANIJE

Dr. sc. Branka J e l a v i ć – dr. sc. Matislav M a j s t r o v i ć, Zagreb

UDK 620.9:621.311.1
PREGLEDNI ČLANAK

Opisano je mjesto i uloga energetske efikasnosti i obnovljivih izvora energije u energetskoj opskrbi Splitsko-dalmatinske županije. Prikazan je energetski potencijal malih hidroelektrana, sunčeve energije, energije vjetra i biomase, energetske efikasnosti i kogeneracije, te energetske efikasnosti u zgradarstvu. Također su opisana područja primjene, provedena ekonomska evaluacija, te navedene potrebne mjere i organizacija provedbe programa.

Ključne riječi: energetski potencijal obnovljivih izvora, mjere za povećanje učinkovitosti korištenja energije.

1. UVOD

U ožujku 1997. godine odlukom Vlade Republike Hrvatske pokrenuto je deset Nacionalnih energetskih programa (NEP), koji se odnose na plinifikaciju, povećanje energetske efikasnosti, obnovljive izvore energije i zaštitu okoliša [1]. Ideja o pokretanju tih programa inicirana je već u prvim rezultatima znanstveno-istraživačkog programa PROHES - Razvoj i organizacija hrvatskog energetskog sektora, 1995. godine, kada je jasno pokazano da su Nacionalni energetski programi važan preduvjet izrade nove energetske strategije. Radi se o sljedećih deset Nacionalnih energetskih programa:

1. PLINCRO - program plinifikacije Hrvatske
2. KOGEN - program kogeneracije
3. MIEE - mreža industrijske energetske efikasnosti
4. MAHE - program izgradnje malih hidroelektrana
5. SUNEN - program korištenja energije sunca
6. BIOEN - program korištenja energije biomase i otpada
7. ENWIND - program korištenja energije vjetra
8. GEOEN - program korištenja geotermalne energije
9. KUENzgrada - program energetske efikasnosti u zgradarstvu
10. KUENcts- program energetske efikasnosti centraliziranih toplinskih sustava.

Rezultati prve faze rada na Nacionalnim energetskim programima prezentirani su javnosti u svibnju 1998. godine. Tiskano je ukupno 11 knjiga, od čega po jedna za svaki NEP i jedanaesta Uvodna knjiga.

Za svaki Nacionalni energetski program, u zasebnoj knjizi, razrađeno je sljedeće:

- osnovne karakteristike programa i iskustva drugih
- analiza energetskog potencijala programa za Hrvatsku
- tehničke i tehnološke karakteristike programa
- ekološke karakteristike i doprinos zaštiti okoliša
- ekonomske i financijske karakteristike
- zakonodavno okruženje i potrebne izmjene i dopune
- mjere za provedbu programa
- organizacija provedbe programa
- pilot programi
- marketing i obrazovanje.

Rezultati Nacionalnih energetskih programa, zajedno sa svim studijama, koje su napravljene u okviru PROHES projekta, omogućili su izradu nacrta Strategije energetskog razvitka Republike Hrvatske za potrebe Ministarstva gospodarstva [2], koji je dovršen u srpnju 1998. godine.

Nacrt Strategije donosi kompletnu reformu energetskog sektora, a time ujedno započinje i proces tranzicije. Mjere, koje su potrebne da se Strategija realizira su:

- **konceptualne**, što znači prihvaćanje Strategije od strane Vlade Republike Hrvatske i Hrvatskog državnog sabora
- **zakonodavne**, što znači izradu novih zakona (predlaže se izrada Zakona o energiji, Zakona o tržištu plina, Zakona o tržištu nafte i naftnih derivata, Zakona o tržištu električne energije, Zakona o regulaciji javnih usluga, te izmjena i dopuna postojećeg zakonodavstva)
- **restrukturiranje i privatizacija** (predlaže se zadržati javno (državno) vlasništvo za prijenosnu (transportnu) i distribucijsku mrežu, pri čemu se tržište otvara korak po korak na strani potrošnje i na strani proizvodnje)
- **ekonomske** (predlaže se izrada novih tarifnih sustava za prodaju energije u umreženim sustavima: plin, električna i toplinska energija, osnivanje posebnog fonda: NEP_{fonda} za financiranje programa i sl.)

- **organizacijske i institucionalne** (predlaže se izrada Programa provedbe Strategije, osnivanje Nacionalnog energetskog vijeća, energetskih centara po županijama i velikim energetskim tvrtkama itd.)
- **edukativne, informativne i promotivne.**

Bitno je istaknuti da su Nacionalni energetski programi sastavni dio nacrta nove energetske strategije, koja predlaže niz mjera za uklanjanje prepreka razvitku plinifikacije, energetske efikasnosti i obnovljivih izvora energije u Republici Hrvatskoj. Prijedlog nove strategije energetskog razvitka Republike Hrvatske je u saborskoj proceduri i teško je reći kada će biti prihvaćen. No, bez obzira na samu proceduru, koja će zasigurno imati svoj vremenski tijek, niz postojećih dokumenata Europske unije (EU), koji se bave problematikom energetske efikasnosti i obnovljivih izvora energije ukazuju na njihovu važnost i značaj u određivanju strateških i ekoloških ciljeva razvijenih europskih zemalja. Jasno je da ukoliko želimo biti dio Europe, Hrvatska mora postati kompatibilna u svakom, pa i u ovom energetskom smislu.

Važno je napomenuti da je Europska komisija nakon dokumenta pod nazivom "*White paper*" (u prijevodu "Bijeli članak") iz 1997. godine [1], koji je po prvi put postavio čvrsti kvantificirani cilj da se do 2010. godine na razini Europske unije 12 posto ukupnih energetskih potreba pokrije iz obnovljivih izvora (što je dvostruko u odnosu na današnje stanje), izradila dokument pod nazivom "*Campaigne for Take-off*" (u slobodnom prijevodu "Inicijalna kampanja"), čiji je glavni zadatak podizanje interesa za obnovljive izvore energije u industriji, u javnosti i među investitorima. Naime, u "*White paper-u*" posebno su izdvojena tri sektora koji su tehnološki zreli (ili blizu tome) i koji trebaju postati temelj provedbe sveukupne strategije korištenja obnovljivih izvora, ali koji trebaju inicijalni stimulans i potporu za njihov ubrzani prodor na tržište. To su sunce, vjetar i biomasa, a ovim novim dokumentom unutar svakog sektora postavljeni su indikativni ciljevi za pojedine aplikacije ili tehnološke segmente u razdoblju od 1999. do 2003. godine. Također, definirani su mehanizmi stimulacije i opseg financiranja u prvoj fazi do 2003. godine. Konačani cilj ovih mjera je pobuđivanje privatnog ulagačkog interesa koji bi u realizaciji ciljeva kampanje trebao sudjelovati sa 75 - 80 posto financijskog učešća, dok će ostalo doći iz javnih fondova. Ciljevi kampanje su:

- 1 000 000 fotonaponskih (PV) sustava
- 15 milijuna m^2 solarnih kolektora
- 10 000 MW instaliranih u vjetro generatorima
- 10 000 MW kogeneracije na biomasu
- 1 000 000 stanova grijanih na biomasu
- 1 000 MW instaliranih na bioplin
- 5 milijuna tona tekućeg biogoriva,

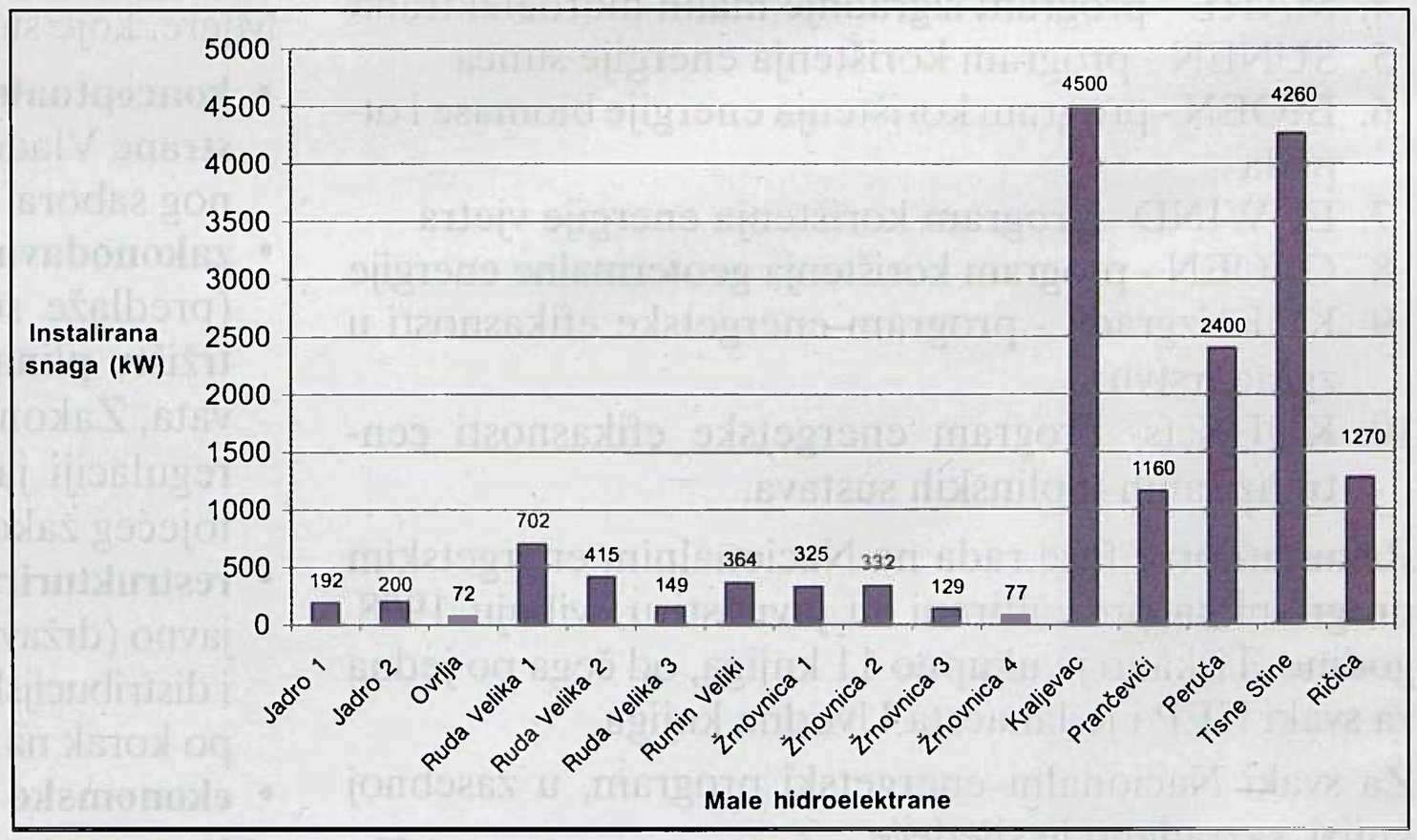
za što je potrebno oko 228 bilijuna kuna. U provedbi ove kampanje bitna je suradnja na nacionalnoj razini, ali isto tako i na razini regija, što znači da će lokalna vlast igrati važnu ulogu u budućoj energetskoj strategiji Europe. Na tragu takovih opredjeljenja je i dugogodišnja suradnja Splitsko-dalmatinske županije i Energetskog instituta "Hrvoje Požar", koja je rezultirala nizom projekata, pri čemu je posljednji upravo na temu mogućnosti energetske efikasnosti i obnovljivih izvora u Županiji [7]. Znakovito je da je Splitsko-dalmatinska županija prva hrvatska županija, koja je dala izraditi ovakovu studiju, a slijedit će je i ostale. U ovoj Županiji istraženi su potencijali, područja primjene, ekonomska isplativost kao i organizacija provedbe programa energetske efikasnosti i obnovljivih izvora energije.

2. POTENCIJALI

Da bi se mogla istražiti uloga obnovljivih izvora i energetske efikasnosti na razvoj energetskog sektora bilo koje društvene zajednice, pa tako i Županije, potrebno je prvo istražiti njihove potencijale. U skladu s tim u Splitsko-dalmatinskoj županiji istraživan je energetski potencijal: malih hidroelektrana, sunčeve energije, energije vjetra, energija biomase, te energetske efikasnosti i kogeneracije.

2.1. Energetski potencijal malih hidroelektrana

Istraživanja energetskog potencijala malih hidroelektrana počela su još u ranim osamdesetim. Pri tom se pod pojmom malih hidroelektrana podrazumijevaju hidroelektrane čija je instalirana radna snaga manja od 5 MW. U "Katastru malih vodnih snaga u Hrvatskoj" [5] obrađeno je devet vodotoka u Splistko-dalmatinskoj županiji. Najnovijim istraživanjima u sklopu Projekta MAHE otišlo se korak dalje u smjeru sagledavanja tehnički iskoristivog potencijala (slika 1).



Slika 1. Ukupni tehnički iskoristivi potencijal u Splitsko-dalmatinskoj županiji

Osim do sada analiziranih prije spomenutih vodotokova u ovoj Županiji postoje još neki, kao npr.: Karakašica, Vrlika, Vrba, Sija, Matica itd. Razvoj novih turbina omogućit će iskorištavanje i ovih potencijala. U slijedećoj tablici prikazana je moguća godišnja proizvodnja malih hidroelektrana na osnovi do sada istraženih protoka. Za preostale vodotoke potrebno je izvršiti daljnja istraživanja protoka, a potom i moguće proizvodnje.

Tablica 1. Moguća proizvodnja malih hidroelektrana

Objekt	Stupanj iskorištenja kapaciteta (%)	Broj sati rada godišnje (h)	Moguća godišnja proizvodnja elektr. energije (MWh)
Jadro 2	59.1	5179	1035.7
Ovrlja 1	66.3	5809	418.3
Ruda Velika 1	71.7	6281	16080.0
Rumin Veliki 1	38.1	3333	1700.0
Rumin Veliki 2	41.9	3667	11000.0

2.2. Potencijal sunčeve energije

Dosadašnja istraživanja pokazuju da je ukupno godišnje globalno zračenje sunca u Splitsko-dalmatinskoj županiji 1550 kWh/m^2 god. Županija ima u prosjeku 2500 sunčanih sati godišnje, dok je za otoke Hvar i Vis prosjek 2700 sunčanih sati godišnje. Ukupna površina Županije uključujući otoke je 4572 km^2. Tehnički iskoristivi potencijal koji je raspoloživ za pretvorbu u druge korisne oblike energije (toplinska i električna) ovisi o veličini apsorpcijske površine.

2.3. Energetski potencijal vjetra

Za procjenu prirodnog energetskog potencijala vjetra potrebno je poznavati prostornu razdiobu srednje godišnje brzine vjetra. Ova brzina ne može poslužiti kao direktni pokazatelj mogućnosti proizvodnje električne energije, ali kvalitetno može poslužiti kao indikator prisutnosti vjetra i pomoći prigodom odabira područja koja bi trebalo detaljnije istraživati. U skladu s tim, potencijalne lokacije za konverziju energije vjetra u električnu na osnovi mezoskalnog modela su prikazane u tablici 2. Analiza iskoristivog potencijala istražena je za spomenute mikrolokacije. Pri tom je napravljena simulacija rada i moguće proizvodnje električne energije na osnovi srednjih brzina vjetra i komercijalno dostupnih vjetroturbina (VT). Na kraju je dana procjena broja jedinica i ukupne instalirane snage vjetroturbina te moguće godišnje proizvodnje. Procijenjena moguća proizvodnja na osnovi srednje godišnje brzine vjetra može znatno odstupati od stvarnosti i može poslužiti samo kao indikator, a ne veličina na osnovi koje bi se donosile poslovne odluke. Da bi se dobio uvid u moguću proizvodnju potrebno je na svakoj potencijalnoj lokaciji izvršiti odgovarajuća mjerenja brzine vjetra kroz duže vremensko razdoblje. Ova mjerenja su do danas instalirana samo na lokaciji Stupišće i nedovoljnog su opsega da bi se imao kompletan uvid u promjene brzina vjetra. Zbog toga su potrebna daljna detaljna istraživanja brzine vjetra na spomenutoj lokaciji, ali i na ostalim lokacijama.

Tablica 2. Potencijalne mikrolokacije vjetroelektrana

Lokacija	Lokalni naziv	P_{VTI} = 600 kW			P_{VTI} = 750 kW		
		broj VT	MW	GWh	broj VT	MW	MWh
Vis 3	Široko brdo	7	4.2	11.7	6	4.5	11.8
Vis 4	Hum	6	3.6	10.9	5	3.7	10.7
Stupišće	Stupišće	9	5.4	12.3	8	6.0	13.0
Zagora 3	Botići	7	4.2	8.9	7	5.3	10.6
Kaštela 1	Kaštela	42	25.2	60.6	39	29.3	66.8
Mosor 2	Kostanje	13	7.8	23.6	12	9.0	25.5
Dovanj 1	Dovanj	23	13.8	36.4	22	16.5	41.2
Ukupno		107	64.2	164.4	99	74.3	179.6

2.4. Energetski potencijal biomase

Pod pojmom biomase u Županiji podrazumijeva se: ogrjevno drvo i drvena masa iz održavanja šuma, ostaci s opožarenih površina, ostaci i otpad iz vinograda i ostaci i otpad iz uzgoja i prerade maslina. Iskoristivi potencijal biomase u energetskom smislu prikazan je u slijedećoj tablici.

Tablica 3. Iskoristivi energetski potencijal biomase

Vrsta biomase	Energetski potencijal (PJ)
Ostaci i otpad iz poljoprivrede	1.75
Ogrjevno drvo	2.40
Šumski otpad	1.41
Oštećena i nagorena drvna masa	0.49
Ukupno	6.05

2.5. Energetska efikasnost i kogeneracija

Mogućnosti poboljšanja energetske efikasnosti istraživana je u industriji, sektoru usluga te posebno u zgradarstvu. Sektor industrije čine skupine velikih potrošača električne energije (preko 10 000 MWh godišnje) kao što su: proizvodnja i obrada metala, proizvodnja nemetalnih i mineralnih proizvoda i materijala za građevinarstvo, gradnja i popravak brodova i čamaca, skupljanje, pročišćavanje i distribucija vode, proizvodnja kemikalija, kemijskih i farmaceutskih proizvoda, proizvodnja hrane i pića te proizvodnja tekstila. Na osnovi provedenih istraživanja može se zaključiti da

je kod velikih potrošača toplinske energije u industriji moguće postići uštede toplinske energije od 20 - 30 posto. Podizanjem energetske efikasnosti u industriji na području Županije moguće je smanjenje potrošnje električne energije reda veličine 30 do 50 GWh godišnje, i toplinske energije za 15 000 do 25 000 GJ. U uslužnom sektoru moguća su također poboljšanja. Na primjer kod zdravstvenih ustanova moguće je energetsku potrošnju smanjiti za 10 posto, u određenim slučajevima potrošnju topline i preko 20 posto, a da se razina usluge ne smanji. U skladu s tim, u zdravstvenim ustanovama na području Županije moguće je godišnju potrošnju električne energije smanjiti za 800 do 1000 MWh , a potrošnju toplinske energije za 1200 do 1500 GJ. Kod turističkih objekata bitan faktor za određivanje razine energetske efikasnosti je popunjenost kapaciteta. Uz prosječnu popunjenost od 36 posto i uz iskustvene karakteristike, analiza energetske potrošnje u hotelskim objektima Splitsko-dalmatinske županije pokazuje da su hoteli najznačajniji potrošači topline u uslužnom sektoru Županije. U skladu s navedenim, uz primjenu sveobuhvatnih mjera energetske efikasnosti, kod hotelskih objekata na području Splitsko-dalmatinske županije ocijenjeno je da je potencijal mogućih ušteda reda veličine 4500 MWh godišnje za električnu energiju, odnosno 50 000 GJ godišnje za toplinsku energiju.

Kogeneracija može biti primijenjena u industriji i u uslužnom sektoru. Nakon provedenih istraživanja, primjena kogeneracije u cijeloj Županiji je moguća u 9 poduzeća (od ukupno 113 analiziranih) s ukupno procijenjenom vrijednosti od 9,6 MW_e . U sektoru usluga identificirano je 30 od 103 analiziranih lokacija u hotelima. Okvirni potencijal za kogeneraciju u hotelima je 28,8 MW_e , dok se kod većih bolničkih objekata procjenjuje oko 3 MW_e .Ukupna procjena energetskog potencijala za kogeneraciju bi bila: visoka projekcija - 60 MW_e , srednja projekcija - 40 MW_e , niska projekcija - 20 MW_e.

Znatna potrošnja energije u Županiji otpada na kućanstva, od čega se veliki dio koristi za grijanje. Sadašnja potrošnja korisne energije za grijanje kućanstava, prema provedenim istarživanjima, sudjeluje s 56 posto u ukupnoj toplinskoj potrošnji (grijanje, priprema tople vode i kuhanje), odnosno s 38 posto u ukupnoj potrošnji energije. Prognoza budućih potreba korisne energije za grijanje kućanstava zasniva se na slijedećim pretpostavkama [6] : broj "starih" kućanstava se u odnosu na baznu godinu (1996.) smanjuje, broj "novih" kućanstava s boljim termičkim karakteristikama se povećava uz pretpostavljenu (promjenjivu) godišnju stopu rasta, mijenja se struktura kućanstava prema tipovima kućanstava (stanovi u zgradi, obiteljske kuće) i načinu grijanja (centralno, sobno), prosječna grijana površina se povećava s porastom standarda. Ukupna ušteda za grijanje postojećih kućanstava s aspekta povećanja eneregetske učinkovitosti je prikazana u slijedećoj tablici.

Tablica 4. Ušteda korisne energije u Županiji

God.	Obiteljske kuće s centralnim grijanjem (TJ)	Stanovi u zgradama s centralnim grijanjem (TJ)	Obiteljske kuće sa sobnim grijanjem (TJ)	Stanovi u zgradi sa sobnim grijanjem (TJ)	Ukupno (TJ)
2000.	3.4	1.4	7.6	2.1	14.4
2020.	128.7	31.4	103.8	26.0	289.9

3. PODRUČJE PRIMJENE

Područja primjene obnovljivih izvora energije, eneregetske efikasnosti i kogenereacije analizirana su u skladu s tehničkim mogućnostima i tehnološkim dostignućima.

3.1. Male hidroelektrane

Male hidroelektrane mogu u osnovi biti građene kao samostalni objekti za proizvodnju električne energije ili višenamjenski objekti. Proizvodnja električne energije može biti za vlastite potrebe, za prodaju trećim licima ili jedno i drugo. Kao višenamjenski objekti, pored proizvodnje električne energije, mogu biti: zaštitni vodoprivredni objekti, vodocrpilišta, ribogojilišta, mostovi, rekreacijsko-turistički objekti, stari mlinovi i vodenice kao povijesni spomenici itd. U većini slučajeva pogodne lokacije za izgradnju malih hidroelektrana su udaljene od urbanih zona i nalaze se relativno daleko od mjesta priključka na elektroenergetski sustav što u nekim slučajevima može ograničiti mogućnost isporuke električne energije. Općenito se smatra da je u ekonomskom smislu ova udaljenost prihvatljiva ako je manja od 1000 m. Važno je napomenuti da na ovu udaljenost značajno utječe veličina hidroelektrane i njena moguća godišnja proizvodnja. U Splitsko-dalmatinskoj županiji predviđa se da će većina malih hidroelektrana imati priključak na 10 kV naponskoj razini, osim za elektrane vrlo malih snaga (manjih od 100 kW) koje se mogu priključiti na 0.4 kV mrežu. Približne udaljenosti potencijalnih lokacija malih hidroelektrana od mjesta priključka u postojećoj elektrodistributivnoj mreži dane su u tablici 5.

Tablica 5. Približne udaljenosti potencijalnih lokacija od mjesta priključka

Lokacija	Instalirana snaga (kW)	Udaljenost lokacije od distributivne mreže (m)	
		Naponska razina 10 (kV)	Naponska razina 0.4 (kV)
Jadro 2	200	200	-
Ovrlja 1	72	100	100
Ruda Velika 1	2650	800	-
Rumin Veliki 1	510	1200	-
Rumin Veliki 2	1500-4800	200	-

3.2. Sunčeva energija

Sunčeva energija se može koristiti u termičkim i fotonaponskim sustavima. Termički sustavi se mogu podijeliti u dvije osnovne grupe s temepraturnog aspekta i to niskotemperaturni (40-80°C) i visokotemperaturni (80-350°C). Niskotemperaturni sustavi se koriste: za pripremu tople vode (PTV) za kućanstva, hotele, pansione, kampove i ugostiteljske objekte, za grijanje staklenika, za grijanje zgrada, za sušenje poljoprivrednih proizvoda itd. Ovi sustavi mogu imati široku primjenu u Splitsko-dalmatinskoj županiji. Njihove veličine i mjesta korištenja su predmet daljnjih istraživanja. Visokotemperaturni sustavi se mogu koristiti : za pripremu vrele vode i pare za daljinsko grijanje (do 110°C), za pripremu procesne topline za apsorpcione rashladne sustave (do 120°C), pripremu vrele vode i pare za industriju (do 280°C), pripremu procesne topline za proizvodnju električne energije (do 350°C). Oni s današnjeg aspekta nemaju značajniju primjenu u Županiji.

Značajno područje primjene sunčeve energije s toplinskog aspekta je tzv. pasivna primjena. To znači da novogradnje u Županiji treba graditi kao štedljive solarne zgrade. One imaju značajno manje konvekcijske i ventilacijske gubitke i pored toga pasivno koriste sunčevu energiju. Takve zgrade u Županiji mogu rutinski smanjiti potrošnju topline za grijanje do razine 40-60 kWh/m^{2}god. Nova naselja treba planirati i projektirati tako da se vodi računa o obliku i orijentaciji svake zgrade, međusobnim prostornim odnosima među objektima i zelenim površinama, građevinskim materijalima koji pored svoje osnovne uloge imaju utjecaj i na energetsku potrošnju, itd. Za takve zgrade energetska potrošnja za grijanje pala bi na vrijednosti od oko 30 kWh/m^{2}god., što je značajno, jer je sadašnja prosječna potrošnja topline za grijanje u Županiji na razini od 80-120 kWh/m^{2}god. S aspekta hlađenja (klimatizacije) one trebaju 15-20 kWh/m^{2}god., dok do sada izgrađene zgrade trebaju 40-60 kWh/m^{2}god.

Fotonaponski sustavi s energetskog aspekta nemaju u ovom trenutku značajniju primjenu.

3.3. Energija vjetra

Komercijalno prisutna tehnologija omogućava da se izgrade vjetroelektrane koje mogu biti integrirane: u elektroenergetski sustav, u sustav vodoopskrbe za desalinaciju morske vode na otocima, u hibridne sustave i u individalne sustve. Ubuduće bi se mogle graditi i offshore vjetroelektrane za proizvodnju električne energije. Energija vjetra, kao i sunčeva energija, ima stohastički karakter. Korelacijska veza njihove raspoloživosti i zahtjeva potrošača u Županiji je slaba, pa se priključkom vjetroelektrana na elektroenergetski sustav Hrvatske rješava ovaj problem. Udaljenosti vjetroparka na spomenutim lokacijama od točke mogućeg priključka na elektroenergetski sustav (TS 35/10 kV ili TS 10/0.4 kV) dane su u slijedećoj tablici.

Tablica 6. Infrastruktura na lokacijama vjetroelektrana

Lokacija	Udaljenost (km)	Ostala infrastruktura na lokaciji
Vis 3	6	nema
Vis 4	4	neprikladno
Stupišće	3	ima
Zagora 3	6	neprikladno
Kaštela 1	5	nema
Mosor 2	2	nema
Dovanj 1	2	nema

3.4. Energija biomase

Moguća područja energetskog iskorištavanja biomase u Splitsko-dalmatinskoj županiji su: iskorištavanje ostataka i otpada iz uljara u kogeneracijskim postrojenjima (kao dodatno gorivo mogu poslužiti i sve ostale vrste biomase), iskorištavanje gradskog otpada u većim gradovima, iskorištavanje drvne mase s opožarenih površina i od čišćenja šuma na otocima u malim sustavima područnog grijanja, te male kogeneracije na drvo i poljoprivrednu biomasu s mogućnošću suizgaranja otpada na otocima i u unutrašnjosti.

3.5. Mjere energetske efikasnosti

Analiza energetske efikasnosti provodi se po pojedinim sektorima i po pojedinim oblicima energetske potrošnje u Županiji. Povećanje djelotvornosti potrošnje energije je skup mjera koji rezultira prvenstveno smanjenjem financijskih izdataka. Uslužni sektor je jedan od sektora gdje su potencijalne uštede najveće. U slijedećoj tablici prikazane su mjere za racionalizaciju potrošnje energije s potencijalnim uštedama u ugostiteljskom sektoru. Analogno je napravljeno i za ostale sektore.

Tablica 7. Mjere energetske efikasnosti u uslužnom sektoru

Vrsta objekta	Moguće uštede	Zahvat
Električna energija		
Hoteli općenito	20%	Upravljanje rasvjetom Upravljanje klimom Solarni kolektori
Restorani i kuhinje	20%	Regulacija rasvjete Solarni kolektori
Gorivo za grijanje		
Veći objekti s kotlovnicama	30%	Analiza potrošnje Regulacija Revitalizacija kotlova Solarni kolektori
Voda		
Veći hoteli (višekatnice)	30%	Analiza gubitaka Redukcija tlaka po katovima Štedne armature
Manji objekti	20%	Štedne armature

Imajući u vidu rezultate analize energetskog sektora Splitsko-dalmatinske županije može se konstatirati da će se na ovom području u budućnosti najvjerojatnije koristiti kogeneracija na bazi motora s unutrašnjim sagorijevanjem.

4. EVALUACIJA EKONOMSKE ISPLATIVOSTI

Na osnovi prije prezentiranih istraživanja procjenjuje se ekonomska isplativost primjene obnovljivih izvora energije.

4.1. Male hidrolektrane

U skladu s Nacionalnim pogramom MAHE detaljnije je razmatrano pet potencijalnih lokacija poteza korištenja, i to: Jadro 2, Ovrlja 1, Ruda Velika 1, Rumin Veliki 1 i Rumin Veliki 2, za koje će u nastavku biti predstavljeni rezultati okvirne financijsko-ekonomske analize. Potrebno je naglasiti da su ulazni energetsko-ekonomski parametri rezultat grubih procjena vrijednosti i strukture investicija. Spomenute vrijednosti i struktura investicija prikazani su u tablici 8.

Tablica 8. Procjena investicija u materijalnu imovinu

Struktura investicija	Iznos u 1000 kuna				
	Vodotok				
	Jadro 2	Ovrlja 1	Ruda Velika 1	Rumin Veliki 1	Rumin Veliki 2
Instalirana snaga (kW)	200	72	2 560	510	3 000
Građevinski radovi	1 869	821	10 498	2 624	13 123
Oprema	1 869	821	10 498	2 625	13 123
hidromehanička oprema	83	36	466	117	583
elektrostrojarska oprema	1 578	693	8 863	2 216	11 080
veza s mrežom	208	92	1 169	292	1 460
Ostala ulaganja	415	182	2 333	583	2 916
Ukupno	4 153	1 824	23 329	5 832	29 162

Razina cijena 5.7.1999. god. (Srednji tečaj HNB na dan 5.7.1999. godine za 1 DEM = 3,8882 Kn, za 1 EUR = 7,5893 Kn)

Jedna od metoda za ekonomsko vrednovanje projekta je Metoda razdoblja povrata investicije. Njome se utvrđuje vrijeme potrebno da bi projekt povratio uložena sredstva, odnosno to je vrijeme tijekom kojeg je potrebno pribirati neto pozitivne novčane tijekove u razdoblju poslovanja da bi se zbroj negativnih neto novčanih tijekova iz razdoblja izvedbe sveo na nulu. Kao kriterij za ocjenu po ovoj metodi definiran je vijek projekta od 10 godina kao najduže prihvatljivo razdoblje povrata investicije, a rezultati dobiveni ovom metodom prikazani su u slijedećoj tablici.

Tablica 9. Rezultati analize metodom razdoblja povrata investicije

Projekt	Razdoblje povrata investicije (godina)	Prihvatljivost projekta s obzirom na zadani kriterij
Jadro 2	20	Neprihvatljiv
Ovrlja1	znatno veće od 20	Neprihvatljiv
Ruda Velika 1	7	Prihvatljiv
Rumin Veliki 1	20	Neprihvatljiv
Rumin Veliki 2	12	Neprihvatljiv

4.2. Sunčeva energija

Isplativost termalnih solarnih tehnologija u usporedbi s konvencionalnim tehnologijama utvrđuje se na osnovi vremena povratka (dodatne) investicije u solarnu opremu. Dodatna investicija u solarnu opremu štedi konvencionalno gorivo, čime se vraćaju uložena sredstva. Na osnovi analize novčanih tijekova u razdoblju 15 godišnje proizvodnje topline iz konvencionalnih i solarnih postrojenja, te na bazi iste prodajne cijene toplinske energije, utvrđeno je da se dodatna solarna investicija vraća u razdoblju od 7-9 godina. Isplativost fotonaponskih solarnih tehnologija u usporedbi s konvencionalnim tehnologijama utvrđuje se jednako kao i za termoopremu, tj. na osnovi vremena povratka (dodatne) investicije u solarnu opremu. Na osnovi provedene analize novčanih tijekova u razdoblju 15-godišnje proizvodnje električne energije iz konvencionalnih i solarnih postrojenja, te na osnovu iste prodajne cijene električne energije, utvrđeno je da se dodatna solarna investicija vraća u razdoblju od 9-18 godina.

4.3. Energija vjetra

U tablici 10 sumarno su prikazani glavni rezultati analize ekonomske isplativosti projekta vjetroelektrana za proizvodnju električne energije. Uz pretpostavljene komercijalne uvjete poslovanja (kamata na kredit 8 posto, vrijeme otplate 5 godina), diskontnu stopu 12 posto te kriterije prihvata projekta s internom stopom povrata (IRR) od 12 posto, svi analizirani projekti pokazali su se nerentabilnim, ali u blizini zadanih kriterija nalaze se projekti na mikrolokacijama Vis 4 i Mosor 2.

Tablica 10. Glavni ekonomski pokazatelji za ocjenu projekata

	Vis 3	Vis 4	Stupišće	Zagora 3	Kaštela 1	Mosor 2	Dovinj 1
Tražena interna stopa povrata, IRR (%)	9.52	10.87	7.24	6.28	7.51	10.75	9.35
Indeks profitabilnosti prema zadanoj IRR 12%	0.86	0.93	0.73	0.68	0.75	0.93	0.85
Razdoblje povrata investicije (god.)	9.3	8.5	10.9	11.7	10.7	8.6	9.4

Niska otkupna cijena električne energije, nepovoljni uvjeti financiranja, te nepostojanje direktnih ili indirektnih poticajnih mehanizama glavni su razlozi nerentabilnosti projekata prema definiranim kriterijima, unatoč prirodnim uvjetima i potencijalu vjetra na odabranim mikrolokacijama kakav se u većini europskih zemalja danas pretvara u profitabilne projekte.

4.4. Energija biomase

U Splitsko-dalmatinskoj županiji do sada nisu podizani značajniji objekti za korištenje energije biomase. Iskustva iz ostalih dijelova Hrvatske, a pogotovo iz razvijenih mediteranskih zemalja pokazuju da u pojedinim slučajevima energetsko iskorištavanje biomase može biti isplativo. Tako na primjer, vrednujući planiranu godišnju proizvodnju energije iz malog kogeneracijskog postrojenja na biomasu snage 5 MW, toplinsku energiju prema prosječnoj cijeni od 24,36 kn/GJ te prodaju električne energije u mrežu prema cijeni od 0,34 kn/kWh, projekt ostvaruje povrat početnog novčanog ulaganja za pet godina, likvidan je u svim godinama vijeka trajanja, pa prema tome i prihvatljiv za izvedbu.

5. ULOGA OBNOVLJIVIH IZVORA S ASPEKTA ENERGETSKE SUPSTITUCIJE I ZAPOŠLJAVANJA

Da bi se sagledala uloga obnovljivih izvora energije u elektroenergetskom sektoru istražen je njihov udio u pokrivanju ukupne potrošnje energije. Ukupna energetska potrošnja u Splitsko-dalmatinskoj županiji je prema [6]:

Tablica 11. Ukupna energetska potrošnja Županije

Potrošnja		
God.	2000.	2020.
Ukupna toplinska energetska potrošnja (TJ)	6288.1	10001.9
Ukupna netoplinska energetska potrošnja (TJ)	3149.5	6927.2
Ukupno (TJ)	9437.6	16929.1

U skladu s prije izloženim energetski doprinos obnovljivih izvora energije u pokrivanju ukupne potrošnje u fizikalnim jedinicama te u postotcima prikazan je tablici 12. Pri tom su postotne vrijednosti računate na osnovi ukupne energetske potrošnje iz prethodne tablice.

Teško je procijeniti mogućnosti otvaranja novih radnih mjesta u sektoru obnovljivih izvora energije [4]. Tek kada pojedini sektor dosegne određeni stupanj razvitka moguće je dati neku realniju viziju za budućnost.

Tablica 12. Udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj energetskoj potrošnji

Obnovljivi izvori					
Godina		2000.		2020.	
		TJ	%	TJ	%
Male hidroelektrane		360	3.8	360	2.1
Sunčeva energija	kućanstva	4	0.04	148	0.8
	uslužni sektor	21	0.22	126	0.7
	poljoprivreda	0	0.0	50	0.3
	ukupno	25	0.26	274	1.8
Energija vjetra		612	6.5	612	3.6
Biomasa		1524	16.1	2300	13.6
Ukupno		2546	26.9	3870	22.9

Osim toga svaka tehnologija obnovljivih izvora ima svoje karakteristike, koje bitno utječu na mogućnost zapošljavanja. Biomasa može pridonjeti otvaranju značajnog broja novih radnih mjesta na strani proizvodnje sirovine, dok fotonaponski sustavi stvaraju nova radna mjesta na strani održavanja. Što se tiče malih hidroelektrana ne očekuje se stvaranje dodatnih radnih mjesta u Europi.

Detaljne procjene dodatnih radnih mjesta napravljene su na razini Europske unije (EU) u TERES II studiji, koja je koristila program SAFIRE za određivanje budućeg prodora obnovljivih izvora na tržište. Prema tom modelu u 2010. godini razvitak obnovljivih izvora energije mogao bi ostvariti 500 000 novih radnih mjesta izravno u pripadnoj industriji i neizravno u ostalim sektorima. U ovoj brojci uključen je i mogući gubitak radnih mjesta u drugim energetskim sektorima. Treba napomenuti da sektorske studije za pojedine obnovljive izvore daju značajno veće brojke (za vjetar 190 000 do 320 000 novih radnih mjesta, za fotonaponske sustave 100 000, za kolektorske sustave 250 000, a za biomasu čak 1 000 000 novih radnih mjesta). Bez obzira na gornja neslaganja treba napomenuti da je mogućnost kreiranja novih radnih mjesta značajna i stoga pridonosi razvitku lokalne zajednice.

Promatrano za Splitsko-dalmatinsku županiju može se procijeniti da bi 1 TJ/god. supstituirane niskotemperaturne topline otvorio jedno novo radno mjesto, dok bi svaki MW instalirane fotonaponske opreme otvorio u prosjeku 20-30 novih radnih mjesta. Kod vjetroelektrane treba računati sa 2-3 čovjeka/MW, a za biomasu s otprilike 130 ljudi/PJ. Treba napomenuti da se radi o procjenama načinjenim prema dostupnim podacima iz literature. Realnije brojke dat će tek vlastito iskustvo u ovom području, uz primjenu za to razvijenih programskih paketa. U slijedećoj tablici prikazan je procijenjeni broj novih radnih mjesta do 2020. god.

Tablica 13. Nova radna mjesta

Procjena novih radnih mjesta			
	Specifično zapošljavanje	do 2000. god.	do 2020. god.
Male hidroelektrane	2 radna mjesta/MW	0	32
Sunčeva energija	1 radno mjesto/(TJ/god)	25	274
Energija vjetra	2 radna mjesta/MW	12	150
Biomasa	130 radnih mjesta/PJ	195	299
Ukupno		232	755

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu obrađeni su obnovljivi izvori i mogućnosti povećanja energetske efikasnosti na području Splitsko-dalmatinske županije.

Uloga obnovljivih izvora s aspekta energetske supstitucije

Procjena tehnički iskoristivog potencijala malih hidroelektrana u Županiji je oko 100 GWh. Treba istaknuti da se radi o još nepotpuno definiranim tehničkim rješenjima te o iznosu koji u sebi ne uključuje ograničenja uslijed biološkog minimuma. Iz tog razloga za očekivati je da će uslijed usvajanja zahtjeva i uvjeta zaštite prirode i okoliša te kulturne baštine ovaj iznos biti znatno smanjen, a o veličini tog smanjenja moći će se reći nešto više tek nakon završetka izrade noveliranih tehničkih rješenja za promatrane lokacije. Energetski potencijal solarne energije u Županiji procijenjen je kao supstitucijski potencijal za PTV u kućanstvima (od 4 do 148 TJ u 2020. god.) i uslužnom sektoru (od 21 do 126 TJ u 2020. god.), te za sektor poljoprivrede (od 0 do 50 TJ u 2020. god.). Radi se o konzervativnoj procjeni na osnovi sadašnje tehnologije i cijena. Energetski potencijal energije vjetra procijenjen je na 170 GWh prema studiji ENWIND [3], na osnovi današnje tehnologije i komercijalnih uvjeta. Procjena budućeg potencijala vrlo je složena zbog nepoznavanja važnih ulaznih parametara (preciznih mjerenja, proračuna potencijala, razvitka tehnologija, konkurentnosti tehnologija itd.). Procijenjeno je da će energetski potencijal biomase od sadašnjih 6 PJ narasti do 9 PJ u 2020. god. Sadašnja potrošnja energije biomase u Županiji je na razini 1 500 TJ, a procijenjeno je da bi ta potrošnja mogla narasti do 2 300 TJ u 2020. god. Treba naglasiti da će ukupni budući doprinos obnovljivih izvora biti u funkciji cijene drugih energenata, ali i cijelog okružja u smislu poticajnih mjera na nacionalnoj i županijskoj razini.

Za pojedine programe budući zadaci su sljedeći:

- **MAHE - program izgradnje malih hidroelektrana**

S ciljem dobivanja potpune informacije o ukupnom energetskom potencijalu malih hidroelektrana na području Splitsko – dalmatinske županije potrebno je izvršiti projektantske obrade i za preostale vodotoke koji prema suvremenim trendovima mogu biti iskorišteni u energetske svrhe. U tom smislu preporuka je izrada studije na razini osnovnog tehničkog rješenja za sve ostale vodotoke koji nisu dovedeni do tog stupnja obrade, čime bi konačno bio jednoznačno definiran ukupni realno ostvariv potencijal u Splitsko – dalmatinskoj županiji.

- **SUNEN - program korištenja energije sunca**

Dosadašnja razmatranja, posebno ekonomsko-financijske analize, pokazale su da pretvorba sunčeve energije na maloj skali, posebice u korisnu niskotemperaturnu i visokotemperaturnu toplinu, u današnjem društvenom i ekonomskom okruženju nije konkurentna konvencionalnim (fosilnim) tehnologijama, primjerice u kućanstvima i obiteljskim kućama, u malim ugostiteljskim objektima, odnosno u malim smještajnim objektima. Vrijeme povratka investicije u takvim slučajevima često je duže od 10 godina, pa takve solarne aplikacije zasad teško nalaze krajnjeg korisnika i kupca. Stvaranje povoljnog okružja na nacionalnoj i županijskoj razini nužan je uvjet razvitka ovog programa.

- **ENWIND - program korištenja energije vjetra**

Energija vjetra ekološki je čist resurs po čemu se uklapa u održive razvojne planove, ali i suvremene europske trendove. Ubrzavanje njegovog korištenja zahtijeva i aktivniju ulogu lokalnih zajednica, a obzirom na trenutno stanje najizrazitija je potreba za preciznijim meteorološkim podlogama vjetra. Obavljanje mjerenja su svrhom analize makrolokacija do razine mikrolokacija, bilo putem najma ili kupovine mjerne opreme, donijelo bi pozitivne pomake i stvorilo bazu podataka temeljem koje bi bilo moguće i detaljnije planiranje u prostornim planovima Splitsko-dalmatinske županije.

- **BIOEN - program korištenja energije biomase i otpada**

Uvođenje suvremenih tehnologija korištenja biomase za proizvodnju energije uz istodobnu zaštitu okoliša predstavlja najvažniji zadatak u budućem korištenju energije biomase na ovom području. Dodatno treba naglasiti znatne turističko-promidžbene, ali i socijalno-ekonomske učinke korištenja energije biomase.

Kao najizgledniji tipovi biomase, čijem bi korištenju u budućnosti trebalo posvetiti najveću pozornost, smatraju se:

- ogrjevno drvo i drvna masa iz održavanja šuma,
- ostaci s opožarenih površina,
- ostaci i otpad iz vinogradarstva te
- ostaci i otpad iz proizvodnje i prerade maslina.

- **MIEE - mreža industrijske energetske efikasnosti**

Važno je napomenuti da stvarni podaci o potrošnji snažno ovise o trenutnoj privrednoj situaciji, jer mnogi

industrijski subjekti uslijed raznih poteškoća imaju pad proizvodnje pa tako i energetske potrošnje. Stoga ovdje navedeno ne treba strogo promatrati kao prikaz postojeće potrošnje, već kao okvir sadašnjeg mogućeg dosega unutar kojeg su analizirani potencijali mogućih ušteda.

- **KOGEN - program kogeneracije**

Sve navedeno je tehnički potencijal koji se mora potvrditi provođenjem preciznijih studija za pojedine objekte. Također je realno očekivati da će se budućim gospodarskim razvojem ukazati i značajnije mogućnosti za izgradnju kogeneracijskih postrojenja, posebno za korištenje energije biomase te izvedbu hibridnih sustava.

- **KUENzgrada - program energetske efikasnosti u zgradarstvu**

U okviru aktivnosti predlaže se:

- Analiza građevinske legislative na području Županije i prijedlog prilagodbi koje bi olakšale provođenje mjera energetske efikasnosti.
- Koncipiranje sustava labeliranja zgrada i kategorizacija zgrada po naseljima.
- Edukacija za projektiranje i gradnju energetski efikasnih zgrada s uključenim aktivnim i pasivnim sustavima u okviru Županijskog energetskog centra.
- Izrada preporuka i pravilnika za sanaciju, rekonstrukciju i gradnju javnog fonda zgrada (istovjetna je akcija u pripremi na državnoj razini).

Uloga obnovljivih izvora s aspekta zapošljavanja

Na osnovi provedenih analiza procjenjuje se da bi do 2020 god. u Splitsko-dalmatinskoj županiji bilo otvorno oko 755 novih radnih mjesta s aspekta korištenja obnovljivih izvora energije. Treba napomenuti da se radi o procjenama načinjenim prema dostupnim podacima iz literature. Realnije brojke dat će tek vlastito iskustvo u ovom području, uz primjenu za to razvijenih programskih paketa.

LITERATURA

[1] GRANIĆ, G., JELAVIĆ, B. i autori: "Nacionalni energetski programi", Uvodna knjiga, Zagreb: Energetski institut "Hrvoje Požar", 1998.

[2] GRANIĆ, G., JELAVIĆ, B. i autori: "Strategija energetskog razvitka Republike Hrvatske", Nacrt Zagreb: Energetski institut "Hrvoje Požar", 1998.

[3] L. HORVÁTH i drugi autori: "ENWIND – Program korištenja energije vjetra, preliminarni rezultati i buduće aktivnosti", Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb, 1998.

[4] Commission of the European Communities – Energy for the Future: "Renewable Sources of Energy", White Paper for a Community Strategy and Action Plan, Brussels, 1997.

[5] Elektroprojekt: "Katastar malih vodnih snaga", Zagreb, 1985. god.

[6] BOŠNJAK, R., VUK, B., PEŠUT, D., MAJSTROVIĆ, M., GOIĆ, R., SUTLOVIĆ, E., MUDNIĆ, E., VUJČIĆ, R.: "Energetski razvitak Županije splitsko-dalmatinske, Energetska bilanca i predviđanje energetskih potreba do 2020. godine", Zagreb, srpanj 1998.

[7] GRANIĆ, G., JELAVIĆ, B., MAJSTROVIĆ, M. i autori: "Mjesto i uloga energetske efikasnosti i obnovljivih izvora energije na području Splitsko-dalmatinske županije", Zagreb, listopad 1999.

POSITION AND ROLE OF ENERGY EFFICIENCY AND RENEWABLE ENERGY RESOURCES IN ENERGY SUPPLY OF SPLIT-DALMATIA COUNTY

The paper describes the position and role of energy efficiency and renewable energy resources in energy supply of Split-Dalmatia County. Included are energy potentials of small hydro power plants, solar, wind and biomass energy as well as energy efficiency, co-generation and building energy efficiency. Possible application fields, economic evaluation, as well as measures and organisation of the programme implementation are also referred to.

ENERGIEVERSORGUNG DER GESPANNSCHAFT FÜR SPLIT UND DALMATIEN: STELLUNG UND ROLLE DER WIRKUNGSVOLLEN NUTZUNG DER ENERGIE UND DER ERNEUBAREN ENERGIEQUELLEN

Im Artkel ist Stellung und Rolle der wirkungsvollen Nutzung der Energie und der erneubaren Energiequellen in der Energieversorgung der Gespannschaft für Split und Dalmatien beschrieben worden. Dargestellt sind: energetische Reserven der kleinen Wasserkraftwerke, der Sonnenenergie, der Energie des Windes und der Biomasse, weiters die wirkungsvolle Energienutzung im Wohnbau und mittels der Erzeugung in Wärmekraftwerken. Dazu sind Anwendungsgebiete beschrieben, wirtschaftiche Bewertung durchgeführt und notwendige Maßnahmen sowie Durchführungsorganisation angegeben.

Naslov pisaca:

Dr. sc. Branka Jelavić, dipl. ing.
dr. sc. Matislav Majstrović, dipl. ing.
Energetski institut "Hrvoje Požar"
Ulica grada Vukovara 37,
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2000-01-28.

HRVATSKO ENERGETSKO DRUŠTVO
ZAKLADA "HRVOJE POŽAR"

Glavni odbor Zaklade "Hrvoje Požar", na temelju Poslovnika o dodjeli godišnje nagrade "Hrvoje Požar", te Poslovnika o stipendiranju mladih energetičara, objavljuje

N A T J E Č A J

I. Znanstvenim i stručnim djelatnicima dodjeljuje se godišnja nagrada "Hrvoje Požar", u obliku plakete i povelje:

- za stručni i znanstveni doprinos razvitku energetike;
- za inovacije u području energetike;
- za realizirani projekt racionalnog gospodarenja energijom;
- za unapređenje kvalitete okoliša, vezano uz energetske objekte;
- za popularizaciju energetike.

Nagrade se mogu dodijeliti pojedincu, grupi stručnjaka koji su zajedno izvršili nagrađeno djelo, ili organizaciji - nositelju nagrađenog projekta.

Prijedlog za dodjelu godišnje nagrade, s pismenim obrazloženjem i s priloženom dokumentacijom, mogu podnijeti znanstvene i znanstveno-nastavne organizacije, znanstvena i stručna društva, pojedini znanstveni i javni radnici, te ostale ustanove i trgovačka društva.

II. Studentima energetskog usmjerenja, završnih godina studija i diplomantima, dodjeljuje se 5 godišnjih nagrada "Hrvoje Požar", u obliku povelje i u novčanom iznosu:

- za izvrstan uspjeh u studiju, i/ili za posebno zapažen diplomski rad iz područja energetike.

Prijedlog za dodjelu godišnje nagrade najboljim studentima energetskog usmjerenja mogu podnijeti znanstveno-nastavne organizacije, sveučilišni nastavnici, ili sami studenti.

Prijedlozi se podnose pismeno, s obrazloženjem.

III. Studentima energetskog usmjerenja dodjeljuje se 5 stipendija za stručni dio studija.

Prijedlog za dodjelu stipendija mogu podnijeti sveučilišni nastavnici, ili sami studenti.

Kandidati koji se žele natjecati za stipendiju dužni su popuniti upitnik koji mogu dobiti u tajništvu Hrvatskog energetskog društva.

IV. Natječaj je otvoren od 15. ožujka do 15. travnja 2000. godine.

Prijedlozi se podnose tajništvu Hrvatskog energetskog društva, Zagreb, Ulica grada Vukovara 37, p.p. 141. Prijava mora sadržavati ime/naziv i adresu predloženika s brojem telefona.

Za pojedinu kategoriju nagradu je moguće dobiti samo jednom.

Kandidati, kojima budu dodijeljene stipendije ne mogu istovremeno primati druge stipendije.

Sve obavijesti mogu se dobiti na tel. 01/ 61 14 744.

Odluka Glavnog odbora o dodjeli nagrada objavit će se u dnevnim listovima i stručnim publikacijama.

PRIMJENA RAČUNALA U PLANIRANJU I PRAĆENJU ODRŽAVANJA ELEKTROENERGETSKIH OBJEKATA PRIJENOSNE MREŽE

Prof. dr. sc. Zdravko H e b e l – doc. dr. sc. Mirta B a r a n o v i ć – mr. sc. Slaven Z a k o š e k – Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb – Miroslav M e s i ć – Nikola J a m a n – Enco G a š p a r i n i – Jadranko R a d o v a n o v i ć – Vanja E s i h – Hrvatska elektroprivreda, Zagreb

UDK 681.3:621.31
STRUČNI ČLANAK

Planiranje i praćenje održavanja elektroenergetskih objekata prijenosne mreže obavljaju se prema Pravilniku o održavanju Direkcije za upravljanje i prijenos Hrvatske elektroprivrede (HEP). Zbog velikog broja podataka i procedura klasični sustav planiranja i praćenja održavanja bio je spor, nepouzdan, ograničen i neučinkovit.

Interaktivnim pristupom projektanta odnosno izvođača informacijskog sustava (Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb) i korisnika (HEP – Direkcija za upravljanje i prijenos) uspostavljen je ISOHEP – Informacijski sustav održavanja Hrvatske elektroprivrede, koji se u procesu održavanja elektroenergetskih objekata prijenosne mreže primjenjuje već nekoliko godina. Primjena ISOHEP-a bitno je povećala ukupnu kvalitetu i racionalnost planiranja i praćenja održavanja u prijenosnoj mreži elektroenergetskog sustava Republike Hrvatske.

Ključne riječi: **informacijski sustav, održavanje, prijenosna mreža.**

1. UVOD

Prijenosna mreža predstavlja jednu od temeljnih sastavnica elektroenergetskog sustava. Sigurnost i pouzdanost rada prijenosne mreže ovise o ispravnosti i raspoloživosti osnovnih elemenata – dalekovoda i transformatorskih stanica. Njihovu ispravnost putem sustava planiranja, pripreme rada, radova i izvješćivanja o radovima omogućuje proces održavanja.

Osnovni principi održavanja polaze od pretpostavke da je tehničku ispravnost aparata i uređaja u rasklopnim postrojenjima moguće postići redovitim periodičkim održavanjem, dok se slučajevi kvarova, smetnji i nedostataka moraju rješavati odmah ili s većom, odnosno manjom odgodom.

Zbog različitosti aparata i uređaja, njihovog velikog broja i zahtjeva suvremenog tehnološkog i poslovnog procesa, uobičajeni, klasični način planiranja i praćenja održavanja postao je spor, neučinkovit i neracionalan. Do takvog se zaključka došlo i krajem osamdesetih godina kada se bilježi prvi pristup informatizaciji održavanja.

Donošenje zajedničkog Pravilnika o održavanju elektroenergetskih objekata prijenosne mreže na razini Direkcije za upravljanje i prijenos nakon formiranja Hrvatske elektroprivrede 1991. godine predstavlja prvi sustavni pristup prijenosnoj djelatnosti nakon više desetljeća odvojenih organizacijskih oblika djelovanja.

Nužnost informatizacije procesa održavanja koja je prepoznata krajem osamdesetih godina, razvojem tehnologije i informatičke opreme, početkom devedesetih godina postala je uvod u cjelovitu i ozbiljnu informatizaciju održavanja.

Nakon utvrđivanja opsega i razine primjene računala u održavanju, interaktivnim postupkom između korisnika i projektanta, u više iteracija, trebalo je definirati temeljna načela budućeg informacijskog sustava.

Za implementaciju ISOHEP-a u procesu održavanja nužno je taj proces kao i Pravilnik o održavanju prilagoditi strogim informatičkim zahtjevima, te osigurati pravodobnu edukaciju djelatnika i opremljenost odgovarajućim računalima i terminalima.

Osnovicu ISOHEP-a čini tehnička baza podataka koja sadrži sve relevantne podatke o uređajima i rasklopnim postrojenjima kao objektima održavanja. Sustav omogućuje praćenje održavanja, evidenciju i praćenje kvarova, smetnji i nedostataka i njihovog otklanjanja, te praćenje i analizu radnih zadataka i rezultata rada.

Podsustav za upravljanje isključenjima dijelova postrojenja i dalekovoda omogućuje smanjenje vremena isključenja, a aktivan podsustav za upravljanje porukama omogućuje kvalitetnu i pravodobnu razmjenu informacija o važnim događajima i stanjima u ISOHEP-u.

Prigodom formiranja, uspostavljanja i korištenja ISOHEP-a, korisnici i projektant stekli su vrijedna

iskustva, a rezultati djelomične primjene sustava u procesu održavanja pokazuju očekivane poslovne i stručne učinke.

Primjenom ISOHEP-a proces održavanja podignut je na znatno višu razinu, a ISOHEP je postao jedna od osnovnih sastavnica uspješnog, učinkovitog i racionalnog održavanja, te osnovica budućeg integriranog sustava raznorodnih programskih aplikacija u okruženju rasklopnih postrojenja.

2. OSNOVNE ZNAČAJKE ODRŽAVANJA ELEKTROENERGETSKIH OBJEKATA PRIJENOSNE MREŽE

2.1. Uloga održavanja u prijenosnoj djelatnosti

Glavna uloga i zadaća održavanja u prijenosnoj djelatnosti je osiguranje tehničke ispravnosti i raspoloživosti prijenosne mreže. Putem organiziranog sustava planiranja, pripreme radova, obavljanja radova i izvješćivanja, određenim radnim procedurama i primjenom određenih načela može se osigurati kontrolirana i nadzirana tehnička ispravnost elemenata prijenosne mreže – dalekovoda i rasklopnih postrojenja.

Redovito periodično održavanje koje proizlazi iz Pravilnika o održavanju, izvodi se iz rokova održavanja i obveznih radova održavanja, a obuhvaćeno je godišnjim sustavom planiranja i tjednim ciklusom izvođenja radova.

Kvarovi, smetnje i nedostaci (KSN) predstavljaju glavne oblike neplaniranog održavanja, a njihovo otklanjanje, sa ili bez odgode, također direktno utječe na raspoloživost dijelova postrojenja.

Za uspješno izvršenje obveza održavanja nužne su temeljne pretpostavke: raspolaganje kvalitetnim i stručnim djelatnicima, alati i uređaji za održavanje, vozila i mehanizacija, pričuvni dijelovi, rezervna oprema, odgovarajuća financijska sredstva i sl.

2.2. Osnovni principi održavanja

Glavni objekt održavanja visokonaponske i ostale opreme u transformatorskim stanicama je aparat ili uređaj smješten u određenom dijelu (polju, ormaru, poziciji) postrojenja. Učestalost održavanja i vrste radova (pregled, revizija, remont), te radnje odžavanja definira Pravilnik o održavanju, a većina radova obavlja se u isključnom stanju odnosnog dijela postrojenja.

Sve obveze održavanja koje proizlaze iz evidencija, krajem tekuće godine, sistematiziraju se u planu radova za slijedeću godinu po vrstama radova i po objektima – rasklopnim postrojenjima.

Ispunjenjem temeljnih pretpostavki pristupa se tjednim ciklusima izvršenja godišnjeg plana radova, a putem izvješćivanja se prati njegova realizacija.

Održavanje mogu izvoditi kvalificirani i stručni djelatnici prema pravilima i mjerama sigurnosti i zaštite pri radu i uz visoku razinu primjene specijalne mehanizacije i vozila.

Zbog istodobnog izvođenja radova na više mjesta postupak planiranja i praćenja radova treba biti precizan i odgovoran.

2.3. Teškoće u planiranju i praćenju održavanja

Veliki broj aparata i uređaja visokonaponske i ostale opreme, različita starost postrojenja, zastupljenost različitih tehnologija opreme, nesređeni, nekompletni i dislocirani tehnički i ostali podaci predstavljaju glavne teškoće koje se javljaju prigodom praćenja i planiranja održavanja. Kada se tome dodaju izostanak pričuvnih dijelova za starije generacije opreme, ograničena financijska sredstva i nemogućnost isključenja, nije jednostavno ispuniti osnovne zahtjeve održavanja.

Veliki broj nesređenih i dislociranih podataka o aparatima i uređajima u rasklopnim postrojenjima, njihov evidentni godišnji prirast i relativno veliki broj nepoznanica u održavanju, proces planiranja i praćenja pokazatelja održavanja, činili su neučinkovitim, neracionalnim i prilično sporim.

Svaki sumarni pregled ili komparacija podataka po bilo kojem kriteriju (vrsta, starost ili karakteristike uređaja) predstavljali su zadaću za koju je trebalo puno vremena, djelatnika i truda, uz rezultate problematične točnosti.

Zaključak o zastarjelosti klasičnog sustava održavanja i naglašena uloga održavanja u osiguranju sigurnosti, pouzdanosti i raspoloživosti postrojenja ili njegovih dijelova u prijenosnoj mreži, izveden je već polovinom osamdesetih godina, pa prvi pokušaji uvođenja informatike u prijenosnu djelatnost na regionalnoj osnovi datiraju iz razdoblja 1986.–1988. godine.

2.4. Prvi pristup informatizaciji održavanja

Nakon zaključka o nužnosti informatizacije procesa održavanja javio se problem koji često prati slične projekte: koje aparate i uređaje obuhvatiti informacijskim sustavom, koliko podataka o nekom aparatu optimalno opisuje taj aparat, kakve izlazne liste odgovaraju potrebama održavanja, kakav je zapravo konačni cilj ?

Pojednostavljeni pristup ponudio je brzo uspostavljanje "malog" informacijskog sustava s osnovnim podacima o uređaju, mjestu ugradnje i rokovima održavanja.

Složeniji pristup koncentrirao se na dugoročno rješenje s dugotrajnim definiranjem optimalnog broja podataka za uređaje koji će zadovoljiti potrebe šireg kruga korisnika. U velikom broju iteracija opsega podataka nakon duljeg vremena ipak je definiran svima prihvatljiv opseg podataka koji je u usporedbi sa spomenutim "malim" informacijskim sustavom bio višestruko veći.

Zbog različitih razloga prvi pokušaj primjene elektroničkih računala u procesu održavanja nije završen, ali se ne može smatrati neuspjelim s obzirom na sva iskustva i rezultate koji su dobiveni.

2.5. Pravilnik o održavanju elektroenergetskih objekata prijenosne mreže

Pravilnik o održavanju elektroenergetskih objekata prijenosne mreže predstavlja temeljni dokument održavanja. Sadrži definicije osnovnih pojmova, popis radova i njihovu učestalost za sve vrste opreme i uređaja u rasklopnim postrojenjima u obliku tablica.

Iz povijesti Pravilnika može se uočiti kako je nastao u "Elektroprijenosu" Zagreb i u nešto proširenom obliku postao Pravilnik o održavanju bivše države.

Nakon osamostaljenja Republike Hrvatske i osnivanja Hrvatske elektroprivrede izrađen je Pravilnik o održavanju Direkcije za upravljanje i prijenos (1991.g.) koji predstavlja jedan od prvih oblika suvremenog pristupa prijenosnoj djelatnosti. Pravilnik je utvrdio zajedničke osnove i prihvatio zatečene razlike u pogledu različitosti opreme i regionalnih posebnosti. Visoki stupanj suglasnosti potvrdio je činjenicu da se radi o tehnički korektnom i odmjerenom dokumentu kojim je Direkcija za upravljanje i prijenos postavila osnove održavanja u prijenosnoj djelatnosti.

3. ODREĐIVANJE OPSEGA PRIMJENE RAČUNALA U PROCESU ODRŽAVANJA

3.1. Nužnost informatizacije održavanja

Zastarjelost postojećeg načina planiranja i praćenja održavanja i dalje povećanje broja aparata i uređaja, sve veći zahtjevi za točnost podataka i brzo izvođenje sumarnih pokazatelja o održavanju u poslovnom procesu, rezultirali su početkom devedesetih godina slijedećim korakom uvođenja računala u proces održavanja, ali ovoga puta na razini prijenosne mreže Direkcije za upravljanje i prijenos.

Naravno da su iskustva i rezultati iz prvog pokušaja uvođenja računala u proces održavanja predstavljali početnu točku novog projekta.

3.2. Interaktivni postupak definiranja temeljnih načela ISOHEP-a

Nakon odluke o početku realizacije Informacijskog sustava održavanja u Hrvatskoj elektroprivredi (ISOHEP), slijedi postupak definiranja temeljnih načela, a time i počinje interaktivni postupak razmjene informacija korisnika (HEP - Direkcija za upravljanje i prijenos) i projektanta (Fakultet elektrotehnike i računarstva – Zavod za visoki napon i energetiku i Zavod za primijenjenu matematiku). Ocjena mogućnosti i oblika preslikavanja procesa održavanja u informatičko područje, definiranje pojmova i radnih procedura, pregled dokumenata iz radnog procesa, uvid u standardne oblike planiranja i praćenja održavanja i tehnička podjela rasklopnog postrojenja na logičke funkcionalne cjeline, samo su osnovne naznake pripremne faze u definiranju temeljnih načela budućeg informacijskog sustava.

Utvrđivanje aparata ili uređaja kao temeljnog objekta održavanja, njegove lokacije i uloge u postrojenju i skupine podataka koji ga opisuju, te pridruživanje radova održavanja i njihove učestalosti iz Pravilnika o održavanju za promatrani uređaj, predstavljaju osnovu za određivanje temeljnih načela ISOHEP-a s ciljem planiranja i praćenja održavanja. Poznata pravila održavanja s jedne strane i velike mogućnosti informacijskog sustava s druge, nisu dovoljni za brzu realizaciju projekta. Slijedi interaktivan, dugotrajan i precizan postupak obveznih prilagodbi dijela procesa procesa održavanja i Pravilnika o održavanju strogim i egzaktnim informatičkim zahtjevima, naravno bez narušavanja osnovnog tehnološkog i poslovnog procesa.

3.3. Prilagodba procesa održavanja informatičkim zahtjevima

Standardni sustav održavanja utemeljen je na određenim radnim procedurama koje se obavljaju određenim redoslijedom i koje prati određena dokumentacija u skladu s organizacijskom strukturom. Uredan informacijski sustav zahtijeva precizne nove procedure i nove prateće dokumente kojima se osigurava njegova ispravna funkcija. Stoga su nužne određene prilagodbe procesa održavanja novim zahtjevima, posebice prigodom izdavanja radnih zadataka, prijavljivanja kvarova, smetnji i nedostataka, te izvješćivanja o obavljenim radovima. U organizacijskom smislu najveće prilagodbe treba obaviti na razini pripreme rada koja dobiva novo okruženje djelovanja glede ISOHEP-a.

Gotovo najvažnije prilagodbe procesa održavanja informatičkim zahtjevima predstavlja pravodobna i postupna edukacija kadrova i izgrađivanje svijesti djelatnika o ciljevima i pomoći ISOHEP-a u obnašanju osnovne zadaće održavanja u prijenosnoj djelatnosti.

Ne manje važan segment prilagodbe procesa održavanja je i postupak velikih promjena Pravilnika o održavanju u odnosu na zahtjeve ISOHEP-a uz uvjet nepromjenjivosti njegovog osnovnog sadržaja i rokova održavanja, što je moguće obaviti jedino dugotrajnim iterativnim postupkom na razini Direkcije.

3.4. Uvjeti za implementaciju ISOHEP-a

Postupna implementacija jasno definiranog i izgrađenog informacijskog sustava predstavlja također dugotrajnu i ozbiljnu zadaću za što su nužni brojni uvjeti. Raspolaganje dovoljnim brojem djelatnika za skupljanje i sređivanje temeljnih podataka o uređajima, pravodobna edukacija djelatnika za uvođenje

ISOHEP-a u radni proces, opremljenost dovoljnim brojem računala i kolektivna svijest o nužnosti i opravdanosti ISOHEP-a predstavljaju osnovne uvjete za implementaciju ISOHEP-a u okruženju redovnog radnog procesa koji se zbog toga ne smije bitno narušavati niti usporavati.

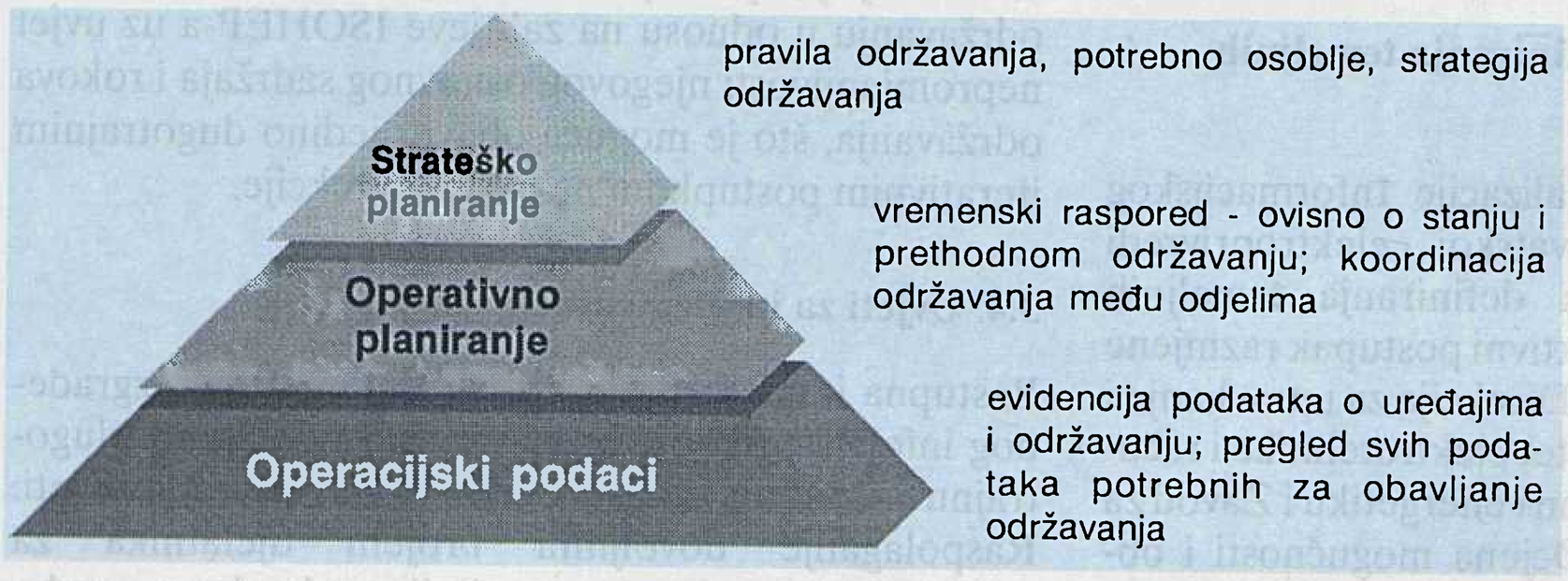
4. ISOHEP – INFORMACIJSKI SUSTAV ODRŽAVANJA U HRVATSKOJ ELEKTROPRIVREDI

4.1. Glavne zadaće ISOHEP-a

ISOHEP je informacijski sustav održavanja opreme u Hrvatskoj elektroprivredi koji se primjenjuje u Direkciji za upravljanje i prijenos. Održavanje opreme obavlja se u četiri prijenosna područja (PrP): Opatija, Osijek, Split, Zagreb. Svaki PrP obavlja održavanje unutar svojeg područja. U svakom PrP-u u domeni rasklopnih postrojenja postoje specijalistički odjeli za održavanje različitih vrsta uređaja kao što su visokonaponska oprema i pomoćni pogoni, oprema relejne zaštite, oprema mjerenja, oprema telekomunikacija i oprema daljinaskog vođenja. Na pojedinim vrstama opreme, kao što je na primjer mjerni transformator, poslove održavanja obavljaju djelatnici različitih specijalističkih odjela, što zahtijeva dobru koordinaciju aktivnosti.

Zadatak ISOHEP-a je potpora osnovnih ciljeva u održavanju, kao što su: ispravnost, sigurnost, pouzdanost i raspoloživost u prijenosnoj mreži, učinkovito i racionalno održavanje,sustavno planiranje i praćenje održavanja, te optimizacija potrebitih isključenja dijelova rasklopnih postrojenja.

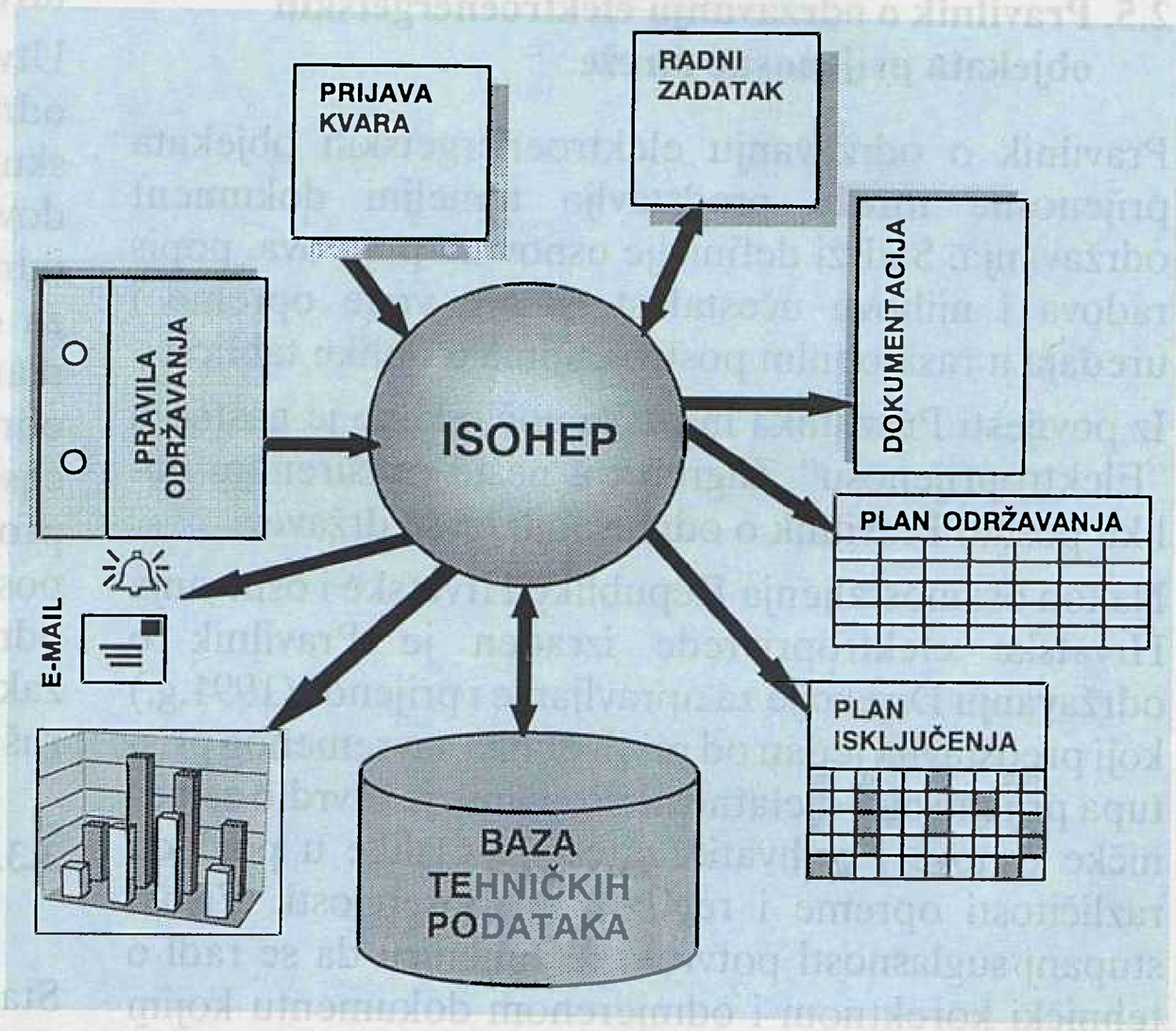
ISOHEP je zamišljen kao sustav koji će u domeni održavanja pokrivati sve tri razine informacijske piramide: operativnu razinu, razinu operativnog planiranja, te razinu strateškog planiranja. Na slici 1. prikazana je informacijska piramida uz prikaz aktivnosti na pojedinim razinama. Svaka viša razina u informacijskoj piramidi predstavlja fino prerađene informacije iz niže razine čime se i količina informacija smanjuje.



Slika 1. Informacijske razine ISOHEP-a

4.2.Osnovna struktura ISOHEP-a

Na slici 2. prikazana je osnovna struktura ISOHEP-a. Osnovicu ISOHEP-a čini baza tehničkih podataka koja sadrži podatke u uređajima, dijelovima postrojenja i postrojenjima.



Slika 2. Osnovna struktura ISOHEP-a

Pravilima održavanja, koja su definirana Pravilnikom o održavanju, određen je tehnološki proces održavanja. Sustav omogućuje planiranje i praćenje održavanja, evidenciju i praćenje kvarova, smetnji i nedostataka (KSN: K-kvar, S-smetnja, N-nedostatak), evidenciju popravaka KSN te izdavanje i praćenje radnih zadataka i rezultata rada.

Evidencija, praćenje i upravljanje zahtjevima za isključenje dijelova postrojenja omogućuje optimizaciju broja i trajanja potrebnih isključenja. Aktivan sustav za upravljanje porukama olakšava korisnicima rad i pravodobno ih izvješćuje o svim za njih važnim događajima i stanjima.

Baza tehničkih podataka sadrži podatke o uređajima, pri čemu se pod pojmom uređaj smatra bilo koja jedinica opreme koju je potrebno održavati. Za svaki uređaj u bazi tehničkih podataka evidentiraju se svi podaci relevantni za održavanje. Podaci o uređajima klasificirani su u nekoliko kategorija prikazanih na slici 3.

Kategorija osnovnih podataka zajednička je za sve uređaje, bez obzira na vrstu. To su podaci o proizvođaču, godini proizvodnje, tvorničkom broju, inventarskoj oznaci, vrsti i izvedbi uređaja, itd.



Slika 3. Kategorije podataka o uređajima

Ovisno o vrsti uređaja, evidentirat će se različite vrste podataka. Tako se, naprimjer, najsloženiji uređaj - transformator- opisuje kroz desetak ekrana, dok se za neke jednostavne uređaje evidentira samo nekoliko podataka. Za svaki uređaj, ovisno o vrsti, evidentiraju se podaci o funkciji koju trenutno obavlja. Smještaj pojedinog uređaja prati se kroz povijest. Smještaj se opisuje pomoću lokacije (transformatorska stanica) i pozicije unutar lokacije. Podaci o preventivnom održavanju, kvarovima, smetnjama i nedostacima, te popravcima također se prate kroz povijest. Sve ostale informacije o uređajima koje se ne mogu opisati kroz navedene strukturirane kategorije, opisuju se u obliku napomena uz uređaj. Podaci o smještaju, održavanju, kvarovima, popravcima i napomene prate se kroz povijest te je time omogućena sveobuhvatna analiza ponašanja i stanja pojedinog uređaja.

4.3. Oblici održavanja

U ISOHEP-u razlikuju se dvije osnovne vrste održavanja: preventivno održavanje (Pravilnik o održavanju) i korektivno održavanje (otklanjanje KSN). S obzirom na način poticanja održavanja uređaja definirane su dvije osnovne kategorije: periodično održavanje (točno određeni vremenski razmaci) ili održavanje na poticaj.

Za svaku vrstu uređaja postoji odgovarajući skup pravila održavanja. Pavilom je opisan posao koji se obavlja zajedno s pripadajućom periodom obavljanja. Međutim, pojedini poslovi se mogu obavljati s različitim učestalostima, ovisno o karakteristikama uređaja, smještaju uređaja ili funkcijom koju uređaj obavlja. Zbog toga je omogućeno da se za svaki posao definiraju različiti uvjeti, te periode obavljanja za uređaje koji zadovoljavaju dani uvjet.

Pravila održavanja mogu se opisati na sljedeći način:

Neka postoji nt različitih vrsta uređaja.

Za svaki uređaj zadane vrste $k, k \in (1, \text{nt})$ evidentira se m_k različitih vrsta podataka (atributa), $\{A_{i,1}, \ldots, A_{i,mk}\}$ čije su domene $\{V_{i,1}, \ldots, V_{i,mk}\}$. Neka skup $\{A_{i,1}, \ldots, A_{i,mk}\}$ uključuje i atribute kojima je opisan smještaju uređaja, te karakteristike lokacije i pozicije na kojima se uređaj nalazi.

Za svaku vrstu uređaja definira se nw_i poslova periodičkog održavanja:

$w_{i,j}$, gdje je $j=1,\ldots,nw_i$, $i=1,..,nt$

Pojedini posao $w_{i,j}$ opisan je kao:

$w_{i,j} = (d_{i,j}, s_{i,j}, g_{i,j})$; i = 1,.., nt; j = 1,.., nw_i

gdje $d_{i,j}$ označava opis posla, $s_{i,j}$ potrebu za isključenjem, a $g_{i,j}$ oznaku odjela koji obavlja predmetni posao.

Za svaki posao $w_{i,j}$ definira se $nc_{i,j}$ uvjeta obavljanja, $c_{i,j,k}$, $k=1, ..nc_{i,j}$, gdje je $nc_{i,j} \geq 1$:

$c_{i,j,k} = (f_{i,j,k}, p_{i,j,k}), k = 1, ..nc_{i,j}$

Pri tome je $f_{i,j,k}$ formula koju mora zadovoljavati uređaj vrste "i" da bi se na njemu obavljao posao $w_{i,j}$ s periodom $p_{i,j,k}$

Formula $f_{i,j,k}$, (i = 1,.., nt; j = 1,.., nw_i ; $k = 1, ..nc_i$) može biti:

- T (tautologija); tada se posao $w_{i,j}$ se obavlja za sve uređaje vrste "i",
- definirana na sljedeći način:
  - $A_{i,m}$ RelOp c i c RelOp $A_{i,m}$ su formule, pri čemu je RelOp relacijski operator iz skupa $\{=, \neq, >, \geq, <, \leq\}$, a c je konstanta iz skupa $V_{i,m}$
  - Ako su G i H formule, tada su $G \wedge H$, $G \vee H$, $\neg G$, $\neg H$ također formule
  - Ništa drugo nije formula.

Pri tome mora biti zadovoljeno pravilo isključivanja, koje se definira sljedećim izrazima.

Neka je D_i skup uređaja vrste i, i neka su:

$$D_{i,j,k} = \{d \mid d \in D_i \wedge f_{i,j,k}(d)\}, k \in (1, nc_{i,j})$$
$$D_{i,j,p} = \{d \mid d \in D_i \wedge f_{i,j,k}(d)\}, p \in (1, nc_{i,j})$$

Tada mora vrijediti:

$$D_{i,j,k} \cap D_{i,j,p} = \varnothing, \forall k, k \in (1, nc_{i,j}), \forall p, p \in (1, nc_{i,j}), k \neq p$$

To drugim riječima znači da ne mogu postojati dvije različite periode za obavljanje istog posla na jednom uređaju.

4.4. Planiranje održavanja

Osnovu za izradu plana redovitog održavanja čine datumi posljednjeg obavljanja nekog posla na određenom uređaju i pripadajuće periode. Na temelju tog podatka u plan održavanja automatski se upisuju izračunati datumi sljedećeg održavanja koji predstavljaju osnovu za izradu plana.

Planovi redovitog održavanja izrađuju se zasebno za svaki odjel. Osoba zadužena za planiranje, na temelju izračunatih datuma i plana isključenja, dogovora s drugim sudionicima te planova drugih odjela određuje planirane datume održavanja.

Zbog velikog broja uređaja i poslova koje treba obaviti za svaki uređaj, plan održavanja sadrži mnogo pozicija, koje je stoga nužno obrađivati u srodnim grupama.

Programska podrška zato omogućuje pregled plana prema različitim kriterijima i različite oblike grupiranja poslova,čime je pojednostavljeno izdvajanje poslova i pozicija plana.

Korisnika je vrlo važno pravodobno upozoriti na raskorak između planiranih i izračunatih datuma, kao i na stupanj hitnosti obavljanja pojedinih poslova. U slučaju da postoji uočljivo odstupanje između izračunatog datuma i planiranog datuma, to će biti na ekranu prikazano drugačijom bojom.

Uočljivo odstupanje za neki posao čija je perioda obavljanja jednaka T dana definirano je kao:

$U_T = \min(T/2, 365)$

Poslovi koji kasne definirani na sljedeći način:

- kao osnova za određivanje poslova koji kasne, poslova koji jako kasne i propuštenih poslova uzima se izračunati datum obavljanja i "današnji datum" (TODAY).
- pretpostavimo da je O neki posao na određenom uređaju koji se obavlja s periodom T. U promatranom periodu posao O se treba obaviti n puta, tj. u promatranom periodu na treba obaviti poslove o_k, $k=1,..n$.

  Zbog lakšeg uočavanje poslova različite razine hitnosti definiraju se sljedeći termini:

- posao o_k s izračunatim datumom obavljanja i_k kasni ako vrijedi:
  i_k TODAY
- posao o_k s izračunatim datumom obavljanja i_k jako kasni ako je:
  $i_k + U_T$ TODAY (ili $i_k + \min(T/2, 365) <$ TODAY)
- posao o_k s izračunatim datumom obavljanja i_k je propušten ako je:
  $i_k + T <=$ TODAY.

U tom je slučaju sljedeći posao, o_{k+1}, tj. posao s izračunatim datumom $i_{k+1} = i_k + T$ hitan.

Zakašnjeli poslovi različitog stupnja hitnosti na ekranu se prikazuju crveno, reverzno crveno, odnosno reverzno treperavo crveno, kako bi bili što uočljiviji. Također postoji mogućnost dohvata i analize poslova iz plana prema stupnjevima hitnosti.

Za obavljanje poslova održavanja prema stanju potreban je odgovarajući poticaj. Temeljem poticaj iz sustava daljinskog vođenja - SDV, (primjerice, dostignut broj oprecija nakon kojeg slijedi održavanje) kao izračunati datum upisuje se datum rečenog događaja. Posao dobiva posebnu oznaku u planu, a zaduženoj osobi automatski se generira poruka za planiranje.

Poticaj za održavanje prema stanju može proizići kao rezultat redovitog pregleda, a razine hitnosti su: odmah - hitna intervencija, u nekom zadanom periodu, u okviru sljedećeg redovitog održavanja.

U slučaju da je potrebna hitna intervencija, zaduženom djelatniku generira se odgovarajuća poruka nakon koje se izdaje radni zadatak za obavljanje hitne intervencije. U ostala dva slučaja poslu će se u planu pridružiti odgovarajući datum obavljanja, kao izračunati i planirani datum obavljanja. Osoba zadužena za plan moći će promijeniti planirani datum obavljanja, u skladu s postojećim planom redovitog održavanja za taj uređaj.

U slučaju prijave KSN-a postupa se na način analogan postupku planiranja korektivnog održavanja. Pri tome kao poticaj služi odgovarajuća prijava iz SDV-a ili dojava koja se direktno upisuje u ISOHEP.

4.5. Radni zadaci

Radni zadatak sadrži osnovne podatke o planiranom poslu i ispis konkretnih vrsta poslova za određeni uređaj. Da bi se minimizirali troškovi održavanja, na jedan radni zadatak mogu se istodobno zadati različiti oblici poslova (redovito održavanje, popravci KSN, demontaža i instalacija uređaja). Radni zadatak izdaje se za: jednu lokaciju (s više različitih pozicija), jednu poziciju unutar lokacije (obično je povezano s isključenjem), jedan dalekovod, dionicu dalekovoda. Nakon obavljenog posla upisuju se rezultati rada. Za obavljene poslove u ISOHEP se upisuju novi datumi obavljanja posla, a poslovi koji nisu obavljeni se oslobađaju kako bi mogli biti zadani ne neki drugi radni zadatak. Odgođeni popravci koji zbog različitih razloga nisu obavljeni također čekaju novi radni zadatak. U izvješću o obavljenim radovima evidentiraju se djelatnici, njihovi utrošeni radni sati i prijeđeni kilometri. Za upotrijebljene pričuvne dijelove evidentiraju se brojevi dokumenata pomoću kojih su isti podignuti sa skladišta.

4.6. Planiranje isključenja

Prilikom obavljanja poslova održavanja na visokonaponskoj opremi vrlo je često potrebno isključiti odnosni dio postrojenja. Održavanje se treba organizirati tako da broj i učestalost isključenja bude što je moguće manji. Zbog toga je posebna pažnja u ISOHEP-u posvećena planiranju i obradi zahtjeva za isključenje. Obrada zahtjeva za isključenje sastoji se od nekoliko koraka: postavljanje zahtjeva za isključenje na razini odjela, objedinjavanje zahtjeva za isključenje i prosljeđivanje dispečerskoj službi, te prosljeđivanje odobrenja dobivenog od dispečera odnosnim odjelima.

Korisnici mogu u svakom trenutku vidjeti sve postavljene zahtjeve za isključenje i odobrenja. Na kalendaru koji se pojavljuje u svakom trenutku kada je potrebno upisati neki datum, posebno su označeni datumi za koje postoje zahtjevi ili planirano isključenje za pojedinu lokaciju i poziciju. Djelatnik koji planira radove u drugom odjelu može vidjeti sve potrebne informacije, te svoje radove planirati upravo u to vrijeme.

4.7. Obavješćivanje korisnika

Sustav obavješćivanja korisnika omogućuje pojedinom korisniku ili grupi korisnika da dobije pravodobnu obavijest o nekom važnom događaju u okruženju ISOHEP-a.

Definiraju se vrste događaja ili stanja, tekst poruke, korisnici ili grupe korisnika koji trebaju biti obaviješteni, te mehanizmi djelovanja poticaja do slanja obavijesti na točne adrese.

Sustav za obavješćivanje korisnika može poslužiti i za međusobnu komunikaciju korisnika, a svaku poruku prati zvučno i vizualno upozorenje. Postoji mogućnost da korisnici koji su priključeni na Internet/Intranet dobivaju ISOHEP poštu na isti način kao i sve ostale e-mail poruke.

5. ISKUSTVA U PRIMJENI ISOHEP-a U DIREKCIJI ZA UPRAVLJANJE I PRIJENOS

5.1. Iskustva u primjeni ISOHEP-a

ISOHEP omogućuje osobama zaduženim za održavanje u Direkciji za upravljanje i prijenos obavljanje poslova pomoću računala. Svaki korisnik u svakom trenutku može dobiti sve potrebne informacije za donošenje odluka o održavanju. Sve unesene informacije mogu se ispisati u obliku odgovarajućeg dokumenta.

Korisnici ISOHEP-a (sada ih ima oko 200) prošli su osnovnu obuku u trajanju 2 do 5 dana. Upoznavanje svih funkcija omogućeno je preko sustava novosti, integriranog u ISOHEP, a na raspolaganju korisnicima je i paralelan sustav za trening. Sustav za trening omogućuje korisnicima da isprobaju funkcije sustava bez bojazni da će uništiti postojeće podatke.

Za sada ISOHEP pokriva operativnu domenu, te domenu operativnog planiranja, a u budućnosti se planira integracija sustava u distribuiranu bazu podataka, planiranje na višim razinama i povezivanje sa srodnim sustavima u HEP-u.

Uspostavljanje ISOHEP-a u postojećem standardnom radnom procesu bio je složen, dugotrajan i vrlo opsežan posao koji je uspješno obavljen interaktivnom suradnjom korisnika i obrađivača. Široki krug korisnika i njihova neujednačenost, ograničen broj djelatnika i vremena potrebnog za urednu postupnu imlementaciju elemenata ISOHEP-a, ograničena financijska sredstva, vrlo veliki broj uređaja i podataka dislociranih u Prijenosnim područjima i transformatorskim stanicama te kontinuirana izgradnja svijesti o potrebi i budućim efektima, samo su neki od problema koji su pratili tijek uspostavljanja ISOHEP-a.

Sređivanje svih podataka prema strogim zahtjevima ISOHEP-a, prilagodba Pravilnika o održavanju potrebama ISOHEP-a s brojnim poboljšanjima, kvalitetno unaprjeđenje procesa održavanja, brzo i točno raspolaganje podacima o opremi i uređajima prigodom redovitog održavanja i hitnih intervencija, te ukupno pozitivno okruženje ISOHEP-a, samo su glavne naznake dostignutih ciljeva ISOHEP-a koji će se već u bliskoj budućnosti sve više širiti i povećavati.

5.2. Rekapitulacija pokazatelja o primjeni ISOHEP-a za veljaču 1999.

Pregled unesenih uređaja u ISOHEP – zbirno prema vrsti po PrP-ovima Direkcije za upravljanje i prijenos prikazan je u slijedećoj tablici.

ISOHEP IZVJEŠĆE
1999. g. - mjesec VELJAČA
ODJEL ZA ODRŽAVANJE - ODSJEK ZA ODRŽAVANJE TRAFOSTANICA

Pregled unesenih uređaja zbirno prema vrstama

Vrsta uređaja	*PrP OP*	*PrP OS*	*PrP ST*	*PrP ZG*	*DUP*
1. Energetski transformator	48	39	73	68	228
2. Prigušnica	0	0	0	0	0
3. Regulacijska sklopka	45	33	55	48	181
4. Naponski mjerni transformator	464	227	715	808	2214
5. Strujni mjerni transformator	649	363	1111	1214	3337
6. Prekidač	194	103	348	360	1005
7. Rastavljač	572	369	1454	1381	3776
8. Sabirnice	53	35	76	100	264
9. Odvodnik prenapona	525	182	807	546	2060
10. Visokonaponski osigurač	6	0	279	166	451
11. Uzemljenje	39	17	41	5	102
12. Kondenzatorska baterija	0	0	13	12	25

Vrsta uredaja	*PrP OP*	*PrP OS*	*PrP ST*	*PrP ZG*	*DUP*
13. Omski otpornik za uzemljenje zvjezdišta	19	15	19	24	77
14. Posuda pod tlakom	10	35	161	120	326
15. Metalom oklop.postr.izolirano plinom SF6	0	0	4	4	8
16. Kompresor	31	23	26	44	124
17. Sušionik zraka	3	2	3	8	16
18. Razvod komprimiranog zraka	12	21	0	18	51
19. Komandna ploča	109	15	17	20	161
20. Komandni ormar	175	92	182	323	772
21. Ormar KSO	68	3	47	22	140
22. Ormar odvodnih releja	11	16	62	41	130
23. Kabelska mreža 6-35 kV	0	0	0	1	1
24. Akumulatorska baterija	75	48	72	121	316
25. Ispravljač	75	51	67	128	321
26. Pretvarač napona	0	3	4	0	7
27. Statički prekidač - prebacivač	1	1	0	0	2
28. Preklopna automatika	0	1	0	0	1
29. Razvod istosmjernog napona	26	16	56	102	200
30. Razvod izmjeničnog napona	20	18	33	14	85
31. Diesel agregat	4	3	3	1	11
Ukupno	***3234***	***1731***	***5728***	***5699***	***16392***
%	*19.73*	*10.56*	*34.94*	*34.77*	*100.00*

5.3. ISOHEP – sastavnica modernog održavanja

ISOHEP danas predstavlja jednu od glavnih sastavnica modernog održavanja i bitno je pripomogao podizanju kvalitete održavanja na visoku razinu. Brzi dohvat podataka o uređajima u svakom trenutku, neprocjenjiva potpora u analizi pogonskih događaja, praćenje povijesti uređaja, komparativne mogućnosti na razinama uređaja ili čak sklopova uređaja, indirektni utjecaj na tehničku i radnu disciplinu, brzi transfer informacija među korisnicima, točnost i urednost svih podataka nužnih za planiranje i pogonske odluke, skraćivanje radnih procedura, predstavljaju sumarno bitnu sastavnicu modernog održavanja uz izražene efekte racionalnosti u svim segmentima procesa održavanja.

5.4. ISOHEP – osnova budućeg integriranog informacijskog sustava

U okruženju održavanja Direkcije za upravljanje i prijenos danas postoje pojedinačne programske aplikacije u različitim dijelovima poslovnog i tehnološkog procesa, kao što su: sustav daljinskog vođenja (SDV), financijsko-ekonomsko poslovanje, kadrovska evidencija, evidencija prijeđenih kilometara i utroška goriva vozila, statistika pogonskih događaja, analiza karakteristika elektroenergetskog konzuma, podsustav za mjerenja, podsustav za relejnu zaštitu, itd.

S obzirom na veličinu, značenje i ulogu, ISOHEP je sigurno osnova budućeg integriranog informacijskog sustava koji bi trebao osigurati velike mogućnosti razmjene informacija među podsustavima i informatički oblikovati ukupno okruženje procesa održavanja elektroenergetskih objekata prijenosne mreže.

COMPUTER-AIDED MAINTENANCE PLANNING OF ELECTRIC POWER TRANSMISSION NETWORK PLANTS

Maintenance planning and monitoring of electric power transmission network plants is governed by Maintenance Rules issued by the Control and Transmission Division of the Croatian National Electricity (HEP). Due to a large amount of data and procedures, the traditional maintenance planning and monitoring system was very slow, unreliable, limited and inefficient.

An interactive approach of the consultant (Faculty of Electrical Engineering and Computing, Zagreb) and the user

(HEP) led to the establishment of ISOHEP - Maintenance Information System of Croatian National Electricity, which has been used for several years in the maintenance process of transmission network plants. The application of ISOHEP has significantly improved the overall quality and efficiency of maintenance planning and monitoring in Croatia's electric power transmission network.

DIE ANWENDUNG DER RECHNER BEIM PLANEN UND DAUERÜBERWACHEN DER WARTUNG ELEKTROENERGETISCHER ANLAGEN IN ÜBERTRAGUNGSNETZEN

Entwerfen und Dauerüberwachen der Wartung elektroenergetischer Anlagen in Übertragungsnetzen wird laut den Instandhaltungsregeln der Verwaltung für Betriebssteuerung und Energieübertragung der Kroatischen Verbundgesellschaft durchgeführt. Wegen der großen Daten- und Verfahrenanzahl war das herkömmliche System des Planens und Dauerüberwachens zu träge, unzuverlässig, begrenzt und leistungsunfähig.

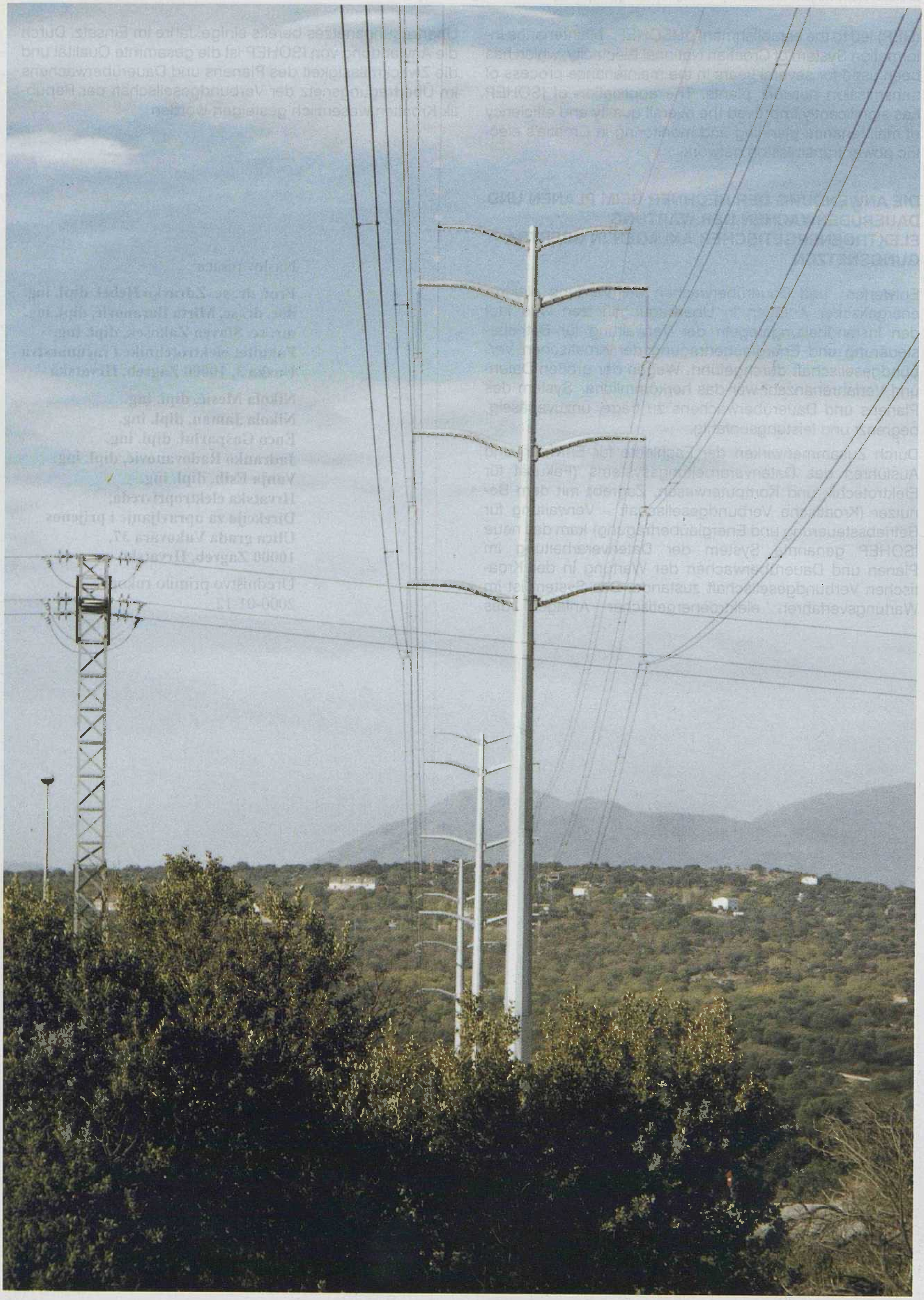
Durch Zusammenwirken der Fachleute für Entwrfen und Ausführen des Datenverarbeitungssystems (Fakultät für Elektrotechik und Komputerwesen, Zagreb) mit dem Benutzer (Kroatische Verbundgesellschaft – Verwaltung für Betriebssteuerung und Energieübertragung) kam das neue ISOHEP genannte System der Datenverarbeitung im Planen und Dauerüberwachen der Wartung in der Kroatischen Verbundgesellschaft zustande. Das System ist im Wartungsverfahren elektroenergetischer Anlagen des Übertragungsnetzes bereits einige Jahre im Einsatz. Durch die Anwendung von ISOHEP ist die gesammte Qualität und die Zweckmässigkeit des Planens und Dauerüberwachens im Übertragungsnetz der Verbundgesellschaft der Republik Kroatien wesentlich gesteigert worden.

Naslov pisaca:

Prof. dr. sc. Zdravko Hebel, dipl. ing.
doc. dr. sc. Mirta Baranović, dipl. ing.
mr. sc. Slaven Zakošek, dipl. ing.
Fakultet elektrotehnike i računarstva
Unska 3, 10000 Zagreb, Hrvatska

Nikola Mesić, dipl. ing.
Nikola Jaman, dipl. ing.
Enco Gašparini, dipl. ing.
Jadranko Radovanović, dipl. ing.
Vanja Esih, dipl. ing.
Hrvatska elektroprivreda,
Direkcija za upravljanje i prijenos
Ulica grada Vukovara 37,
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2000-01-12.



STALNI NADZOR - MONITORING I DIJAGNOSTIKA ELEKTROSTROJARSKE OPREME HIDROELEKTRANA

Enes H e r c e g o v a c, Dubrovnik

UDK 621.311.21.005:658.516
STRUČNI ČLANAK

Ukratko se iznosi historijat koji se odnosi na predmetnu temu, daje se opis najnovijeg stanja odgovarajuće tehnike, odnosno uređaja, tendencije razvoja, dok se težište usmjerava na postojeća iskustva u pogonu te konačno daju odgovarajuće preporuke.

Radi stalne liberalizcije tržišta električne energije i s tim vezanog pritiska na troškove i cijene, proizvodni pogoni nastoje snižavati troškove i / ili povećati proizvodnju energije. Snižavanje troškova pak u prvom redu znači smanjenje pogonskih troškova, odnosno troškova za pogonsko osoblje i za održavanje. Povećanje proizvodnje energije praktički znači povećanje raspoloživosti, koje uz produžene intervale održavanja i / ili uz istodobno smanjenje broja pogonskog osoblja nije moguće bez dodatnih mjera, među koje se ubraja i ugradnja suvremenog monitoring i dijagnostičkog sustava.

Ključne riječi: monitoring, dijagnostika, ekspertni sustav, generator, vratilo, dielektrična analiza, rosište, osnovni modul.

1. UVOD

Od prvih početaka proizvodnje električne energije pogonsko osoblje je bilo usmjereno na tada osnovni cilj - održati postrojenje što duže u punoj pogonskoj kondiciji, nastojeći postići što veću i trajniju pouzdanost i raspoloživost. S tom svrhom nadzor je bio usmjeren na neprekidno praćenje ponašanja proizvodnih strojeva, a posebice u izvanrednim pogonskim uvjetima. Praćenje je obavljano tada raspoloživim sredstvima, očitavanjima instrumenata u definiranim vremenskim intervalima, upisivanjem prorada signalizacija, zaštita kao i subjektivnim zapažanjima putem osjetila (opipom - temperature, nemiran rad - vibracije; sluhom - promjena zvuka strojeva u izvanrednim slučajevima nesimetričnog opterećenja, naglih promjena opterećenja, udara zbog kratkih spojeva, strukturalnih promjena, kavitacije, nestabilne vrtložne jezgre i sl., mirisom - specifičan miris oštećene izolacije, pregrijavanja, požara itd.). S vremenom je osoblje u pogonu, trajnim življenjem s pogonskim strojevima i ostalim uređajima i postrojenjima, sve više postajalo stvarnim sastavnim i neizostavnim dijelom energetskih postrojenja, čineći zajedno s njima funkcionalnu cjelinu.

Međutim, povećavanjem broja energetskih postrojenja kao i broja proizvodnih jedinica u pojedinim od njih, osoblje je dolazilo u sve teži položaj - zadaci su se analogno tom povećavali - valjalo je upisivati sve više podataka i biti u stanju i osjetilima, u danim uvjetima, zapažati nenormalne pojave i eventualno intervenirati. Često je osoblje u tim uvjetima tražilo izlaz u nedozvoljenim radnjama (npr. odoka je upisivalo stanja brojila, s tim da je korektura obavljana tek istekom smjene, često su nepotrebno pozivali u pogon nadređene stručne ljude pri svakoj iznimnoj pojavi - zvuka, udaru i sl. umjesto da nastoje sami analizirati uzroke i intervenirati, itd. S vremenom su zapisivanja i zapažanja postala preopsežna i tako sama sebi svrha.

Na osnovi tih i sličnih zapažanja pokušavalo se zajedno s pogonskim osobljem analizirati sve bitnije pojave, ispade i kvarove. Dolazilo se do dragocjenih saznanja, zaključaka i iskustava, koja su mnogo koristila u daljnjem vođenju pogona i pomagala u otklanjanju kvarova, odnosno u odgovarajućem ponašanju ubuduće.

Da bi ovaj opsežan i odgovoran posao mogao biti sigurnije i kvalitetnije obavljen, primjenjuju se razni uređaji, tako npr. oni za registriranje manevara i grešaka. Među prvim su bili oni koji su bilježili pojave - sklapanja, bitne signalizacije, prorade zaštita i dr. na metaliziranom papiru i slično (npr. jedan aparat za 60 podataka). To je mnogo pomagalo izradi odgovarajuće analize na osnovi objektivnih podataka i stjecanju sve boljih pogonskih iskustava. S vremenom je takve i slične uređaje zamijenila elektronika s kvalitetnom i sigurnom registracijom omogućavajući još bolji uvid u događaje, naravno i sustavno arhivirajući bitne podatke za kasnije analize, odnosno potrebe.

Problem održavanja, posebno preventivnog održavanja te praćenje vrste, učestalosti i kategorije kvarova, njihovih materijalnih efekata i gubitaka proizvodnje bili su i još su uvijek važno područje rada po-

gonskih službi proizvodnje električne energije. Pojedine elektroprivrede (EdF, ENEL i druge) sredile su pogonske podatke, trajno prate i analiziraju kvarove (vidi Prilog 1), da bi konačno u UNIPEDE-u kroz odgovarajuću anketu došli do sređenih pregleda o nadziranju i održavanju hidroenergetskih postrojenja na nivou Europe (dokument Hydrolife, koji je veoma opsežan i napravljen na osnovi višegodišnjeg pogonskog iskustva). Ti i takvi podaci, odnosno iskustva, pomažu da kroz sustavne planske preglede svih bitnih komponenata strojeva, pomoćnih uređaja, hidromehaničke opreme, itd., sagledamo moguće kvarove i oštećenja, sredstva i kriterije nadziranja, učestalost pregleda i iz toga neraspoloživosti, odnosno štete. Na taj način se došlo do zaključaka što je bitno pratiti, da bi se moglo preventivno i na vrijeme djelovati.

2. UREĐAJI ZA DIJAGNOSTIKU I MONITORING

Navedeni i drugi statistički dobiveni pregledi iz postojećih elektroenergetskih postrojenja ukazuju na ono najbitnije na što valja obratiti pozornost i trajno pratiti.

Najnoviji trendovi, osim pogonske sigurnosti i pouzdanosti, sve više iziskuju da se u najvećoj mogućoj mjeri vodi računa o konkurentnosti energetskih i ostalih pripadajućih objekata u uvjetima opće globalizacije, deregulacije i cijena formiranih na zajedničkom liberaliziranom sve većem tržištu. Investicijski kao i pogonski troškovi te troškovi održavanja moraju jamčiti konkurentnost na gore spomenutom slobodnom tržištu električne energije.

Da bi se to postiglo, nastoji se, uz ostalo, pronaći i instalirati takve uređaje koji pouzdano obavljaju kontinurian nadzor te kroz dijagnostiku ukazuju na eventualnu pojavu i razvijanje smetnje, dajući u takvim slučajevima korisne savjete što bi valjalo poduzeti - isključiti proizvodnu jedinicu, smanjiti opterećenje, prijeći u drugo pogonsko stanje i slično.

Nadalje, u skladu s postavljenim zadatkom, suvremeni uređaji za monitoring i dijagnostiku, omogućavaju da se od sustava planskog održavanja prijeđe na održavanje u skladu sa stvarnim stanjem pogonskih proizvodnih strojeva, da se eventualno potrebni veći zahvati, revizije i popravci mogu odgađati do perioda kada će biti minimalni gubici proizvodnje. Na taj način od vremenski planiranog načina intervencija (često nepotrebnih godišnjih zastoja, demontaže pojedinih dijelova strojeva i sl.) prelazi se na unaprijed određeno interveniranje u skladu s potrebama elektrane, odnosno energetskog sustava. Uz to se smanjuju zastoji u proizvodnji i povećava efikasnost postrojenja, uz snižavanje troškova, dajući najveće moguće gospodarske efekte.

Kao daljnji bitan korak jest vođenje pogona tako da se strojevi koriste u optimalnom području korisnog pada, protoka, kao i stupnja korisnosti. Kao osnova za to služe školjkasti dijagram turbine, odnosno odgovarajući kružni dijagram (pogonska karta) sinkronog stroja pojedinačno kao i u grupnoj regulaciji elektrane te raspoloživih akumulacija. Za obavljanje ovih zadataka, među ostalim, brinu se odgovarajući uređaji turbine, odnosno generatora. Logično je da se pritom vodi računa da turbine, odnosno generatori ne dospiju u pogonski ugroženo područje (kavitacija, preopterećenje, nestabilnost i sl.). Takvim se vođenjem pogona dobije maksimalno moguća proizvodnja, a u danim uvjetima može se postići i trajno ili povremeno moguća snaga iznad nominalne, bez štetnih posljedica po životno ili preostalo životno doba proizvodnih jedinica, što može biti od posebnog interesa za strojeve kojima npr. predstoji obnavljanje, eventualno s povećanjem protoka, odnosno snage.

Čitav niz godina proizvođači opreme diljem svijeta bave se razvojem odgovarajućih sustava za monitoring, dijagnostiku i racionalno vođenje pogona. Proizvođači su, poslije niza pokušaja, došli do logičnog zaključka da ove uređaje mogu uspješno koncipirati i razviti usko surađujući s isporučiteljima opreme, odnosno strojeva, proizvođačima odgovarajućih kvalitetnih i pouzdanih davača - senzora, proizvođačima računala i periferijske opreme i konačno korisnicima - stručnjacima iz pogona postrojenja, elektroprivrede.

Razvijeno je više temeljnih konceptualnih zamisli uređaja. Neke od izvedbi su koristile mnoštvo senzora - davača, a te su izvedbe ipak komplicirane i skupe, ali ne i do kraja zadovoljavajuće.

Jedna od privlačnih ideja je da se s minimalnim brojem ulaznih podataka postignu maksimalno pouzdani efekti. Pritom se umjesto ljudskih osjetila, ranije često korištenih u pogonima, koriste uređaji koji nadomještaju osjetila opipa i mirisa za otkrivanje povišenih temperatura strojeva, odnosno generacije električne greške; za otkrivanje nedozvoljenih vibracija, kavitacije i slično; osjetilo sluha koje spoznaje nenormalne zvukove, npr. zbog olabavljenih dijelova konstrukcije, zaklinjenja, učvršćenja namota, itd. S ovakvim rješenjem koje će biti ukratko opisano u daljnjem izlaganju, već postoje pogonska iskustva, o čemu je potpisani imao prigodu dobiti informacije na licu mjesta, tj. u pogonu.

Poželjno je da konfiguracija bude modularnog tipa, prikladna za kompatibilnu primjenu odgovarajućih uređaja raznih proizvođača, s mogućnošću postupnog proširivanja prema potrebama, zahtjevima i stečenim iskustvima. Međutim, to još nije do kraja realizirano.

Proizvođači su, da bi došli do potrebnih iskustava i daljnjeg usavršavanja uređaja, instalirali uređaje u pojedinim pogonima na svoj račun - prate njihov rad daljinski, obilaženjem objekata, usavršavajući ih tako zajedno s korisnikom, dolazeći na taj način do kvalitetnog napretka uređaja, odnosno sustava.

Potpisanom je uspjelo kontaktiranjem s korisnikom bečkog Donaukrafta, odnosno njihovim osobljem u dunavskim hidroelektranama Ybbs-Persenbeug (gdje

je proizvođač na svoj teret montirao uređaje za dijagnostiku i monitoring radi usavršavanja istih) i Freudenau vidjeti ove uređaje u pogonu. U tim elektranama su montirani suvremeni uređaji za dijagnostiku i monitoring firme VATECH - ELIN pa će niže biti ukratko opisana jedna takva općenita instalacija kao karakterističan primjer.

2.1. Osnovna filozofija sustava

Osnovna filozofija sustava za dijagnostiku i monitoring MDM je da se sveobuhvatna ocjena stanja cijele elektrane ostvaruje pomoću nekoliko specijalnih modula u kombinaciji sa sustavima više proizvođača (kao što su sustavi dijagnoze za parcijalna izbijanja, vibracije turbina, monitoring zračnog raspora, transformatora, visokonaponskih oklopljenih postrojenja, uređaja za ekonomsko i pouzdano vođenje pogona turbina, generatora itd.). Ovaj sustav je, za razliku od ranijih, izuzetno kompleksnih sustava za monitoring i dijagnozu, koncipiran kao vrlo ekonomična alternativa koja se uspješno može upotrijebiti za većinu proizvodnih jedinica, odnosno postrojenja.

Dijagnoza stanja pogonskih jedinica može se, na osnovi fizičkih karakteristika i efekata, koji su pod nadzorom, podijeliti u tri podgrupe:

- termička dijagnoza
- dielektrična dijagnoza
- mehanička dijagnoza.

Prema statistikama i iskustvu to su efekti koji najčešće uzrokuju teže kvarove.

3. ANALIZA RASHLADNOG ZRAKA (CAA)

3.1. Dielektrička ocjena stanja generatora (modul O3)

Dielektrička ocjena stanja generatora danas se vrši uglavnom pomoću raznih metoda mjerenja električnih veličina. Da bi se provela takva mjerenja, potrebno je u generator ugraditi specijalne kondenzatore i induktivne svitke. Njihova uloga najčešće zahtijeva opsežne montažne radove na samom generatoru. Osim toga, te su metode vrlo kompleksne i preskupe da bi bile korištene u svakodnevnoj praksi pogona elektrana.

Sustav MDM (Machine Diagnostic and Monitoring System) omogućava analizu ozona koji se uzima iz generatora za detekciju promjene površinskog stanja dijelova visokonaponskih namota generatora. Električna izbijanja (površinska parcijalna izbijanja, električni lukovi) u dodiru s kisikom proizvode ozon, što ima za posljedicu rast koncentracije ozona u rashladnom zraku. Koncentracija ozona se mjeri ultraljubičastom apsorpcijskom metodom, a ocjena stanja stroja vrši se na isti način kao i kod ocjene termičkog stanja stroja. Time se omogućava dijagnoza promjene površine namota zbog prljanja ili erozije izolacijskog materijala.

Ovom se metodom mogu uočiti i lomovi kao i kidanje lemljenih veza štapova prigušnog namota, ako ti kvarovi imaju za posljedicu pojavu električnog luka. Svaka pojava električnog luka znatno pridonosi rastu koncentracije ozona.

3.2. Termička analiza

Nedostatak je dosadašnje metode uporabe termoelemenata za mjerenje temperature da se promjene temperature mogu mjeriti samo lokalno, u najneposrednijoj blizini termoelemenata. Broj i raspored termoelemenata, sam po sebi, ne jamči da će vruća točka biti otkrivena. Daljnji je nedostatak konvencionalnih metoda što nisu u stanju obuhvatiti sve dijelove visokonaponskog namota ili lemljene veze namota, koje kod generatora starije izvedbe vrlo često predstavljaju kritična mjesta.

Primjena senzora sa svjetlosnim vodičem isto tako omogućava samo punktualno mjerenje temperature dijelova generatora putem izoliranog načina mjerenja.

Sustav MDM mjeri promjene temperature na jedan potpuno nov način, kojim se ostvaruje dijagnoza promjene temperature cijelog generatora. Daljnja je prednost ta što je skupljanje podataka za dijagnozu, za razliku od kompliciranih konvencionalnih sustava, znatno pojednostavljeno.

Precizna dijagnoza mjesta promjene temperature sustavom MDM nije moguća, ali nam ta informacija i nije nužna, jer je pregled generatora neizbježan. Precizno utvrđivanje mjesta nastanka promjene temperature moguće je ustanoviti npr. korištenjem termokamere (infracrvenom tehnikom) i slično.

3.3. Detekcija vrućih točaka (modul HS)

Da bi otkrili termičko preopterećenje ili termičko preopterećenje u nastajanju, uzimaju se i analiziraju uzroci rashladnog zraka generatora. Metoda se temelji na činjenici da izolacijski materijali na višim temperaturama, ovisno o termičkom opterećenju, stvaraju plinske proizvode kao posljediçu kemijskih reakcija, koji postaju sastavnim dijelom rashladnog zraka. Bitno je da se analiziraju plinovi, a ne čestice sagorijevanja. Naime, u trenutku kada se dijagnosticiraju čestice sagorijevanja, kvar se već desio.

Uzroci rashladnog zraka koji se uzimaju iz rashladnog kruga generatora dovode se u analizator plina savitljivim cijevima putem pneumatskog multipleksera. U analizatoru plina prvo se određuje koncentracija plinova (tehnikom foto-akustičke infracrvene spektroskopije), a zatim se ta vrijednost uspoređuje s koncentracijom plinova u okolnom zraku (koja predstavlja referentnu vrijednost). Sustav MDM pravodobno upozorava osoblje elektrane ako su dostignute granične koncentracije plinova ili ukoliko se uoči značajan trend promjene vrijednosti koncentracije plinova. Istodobno se na monitorima MDM-a pojave upute koje pognoskom osoblju pomažu donijeti ispravne odluke.

Pojava vrućih točaka ovisi o opterećenju generatora. Prema tome za daljnji pogon je poznavanje stanja u kome se nalazi izolacijski materijal bitno za određivanje "dozvoljenog" opterećenja generatora. Korištenjem sustava za monitoring i dijagnozu (MDM) kontinuirano se dobivaju podaci o termičkom stanju generatora. Na osnovi tih podataka moguće je nastaviti pogon generatora sa smanjenim opterećenjem do slijedećeg servisa, kada će kvar biti otklonjen.

Praksa i pokusi pokazuju da je analiza rashladnog zraka vrlo osjetljiva, pa ukazuje npr. na samo jednu defektnu vezu između dva štapa namota statora kod obavljenog pokusa na namotu hidrogeneratora sa 598 spojeva.

Defektne lemljene veze obično ne uzrokuju kritična stanja generatora, tako da se rijetko mogu ustanoviti klasičnim metodama, kao npr. mjerenjem vibracija. Posljedica toga može biti neprimjetni daljnji prekid lemne veze.

Kako je MDM sustav vrlo osjetljiv, moguće je uočiti termičke promjene u vrlo ranom stupnju nastajanja. U idealnom slučaju moguće je uočavanje trenda promjene dovoljno rano, tako da se planovi održavanja i prateća logistika mogu pravodobno pripremiti. Na taj se način osigurava da rezervni dijelovi i alati potrebni za otklanjanje kvara budu raspoloživi pri sljedećem servisu generatora.

Analizom rashladnog zraka moguće je nadgledati sljedeće dijelove generatora:

- namot statora
- veze namota (lemljene veze)
- namot rotora.

3.4. Podmodul DP "Rosište"

Ovim se podmodulom konstatira vlažnost. Podmodul prosuđuje moguće orošavanje komponenata generatora (npr. visokonaponskog namota, kapa rotora itd.) ili pak mjerenjem vlažnosti zraka u rashladnom krugu i utvrđivanjem rosišta, pravodobno ukazuje na curenje u rashladnom krugu generatora. Rosište se dobiva iz Molierova dijagrama koristeći mjerenje vlažnosti zraka i aktualne temperature zraka. Ovaj podmodul kontrolira također vlažnost za vrijeme pogona.

3.5. Strukturni zvuk (SBS - modul)

Olabavljeni dijelovi stroja proizvode karakteristične vibracije s frekvencijama u zvučnom području. Te vibracije, odnosno zvuk, prenose se preko međusobno čvrsto spojenih mehaničkih dijelova. Specijalni senzori postavljeni na stezne prste paketa statora u stanju su registrirati taj strukturni zvuk. Sirovi signali se filtriraju i obrađuju brzom Fourierovom analizom (FFT) i uspoređuju s arhiviranim i tipičnim podacima dobivenim iz dugotrajnog iskustva. Korištenjem ove tehnike moguće je vršiti visokospecijalizirane analize vibracija i na komponentama proizvodne jedinice, na kojim nije pričvršćen niti jedan senzor, omogućavajući dijagnosticiranje s minimumom mjernih točaka.

Primjeri problema koji se mogu otkriti ovom metodom:

- labavljenje (magnetskih) klinova utora
- labavljenje steznih vijaka i ploča paketa
- labavljenje statorskih štapova / namota statora u utoru, itd.

Prilog 2 prikazuje gore opisani MDM - Sustav za dijagnozu i monitoring strojeva - MDM - Principijelni razmještaj mjerenja.

Prilog 3 prikazuje MDM - Dijagnostički i monitoring sustav, modularnu izvedbu. U njemu nisu prikazani i ostali mogući moduli koji mogu biti istim obuhvaćeni, kao što je to modul za transformatore, s kojim, npr. tvrtka Siemens već ima određeno pogonsko iskustvo - prate se i obrađuju temperature određujući moguće granice opterećivanja, analizira ulje, analiziraju plinovi, prati vlažnost u ulju, radi se na nadzoru rashladnih uređaja. Navedeni će nadzorni uređaji sniziti troškove održavanja i njege te omogućiti veće opterećivanje transformatora točnijim uvidom u njegovo realno stanje.

Sljedeći je modul onaj za praćenje i nadzor vibracija. Obrada vibracijskih signala predstavlja posebno značajne uvjete za hard i software zbog velikog opsega podataka i zbog potrebe da se signali brzo i temeljito obrađuju. Obrade se vrše pomoću FFT analiza i predaju na dijagnozu. Bitno je da se analize ne obavljaju samo za normalne pogonske uvjete već i za slučajeve kada se komponente nalaze u fazi pokretanja, odnosno zaustavljanja, čak i u slučajevima ispada. U tim pogonskim uvjetima prolazi se kroz posebne karakteristike vibracija (rezonancija) ili se one simuliraju, što omogućava otkrivanje promjena u sustavu u vrlo ranoj fazi. Praćenje vibracija nije ograničeno na sustav vratila i ležaja, već se također primjenjuje na sve važnije dijelove postrojenja. Kao senzori koriste se uobičajeni davači vibracija s dodatkom odgovarajućih pretvaračkih uređaja. Obrada se obavlja softwareski. Osim navedenog ovi uređaji mogu obuhvatiti i:

- neuravnoteženost, pomak masa
- poravnanje ležaja
- zazore u ležajima
- poravnanje vratila
- vibracije oslonaca ležaja
- vibracije (oplitanje) vratila
- labavljenja, slijeganja, itd.

Tako npr.:

- Modul za analizu trenda

Omogućava korisniku dobivanje analize trenda bitnih mjernih veličina, kao npr. tabelarni prikaz kada određeni signal dosegne prag za upozorenje, odnosno alarm i sl.

- Modul za kavitaciju

Ovaj modul, odnosno sustav za otkrivanje, nadzor i dijagnozu pojava kavitacije, može koristiti pri određivanju radnog pogonskog područja te posebno omogućiti korištenje hidrauličkog stroja u područjima većih opterećenja, što utječe na godišnju proizvodnju.

Ova je dva modula npr. razradio i koristi ih Sulzer Hydro pod nazivom "smartTREND", odnosno "smartCAVIT". Postoje i druge mogućnosti.

Dakle, kao što se vidi, mogućnosti su velike te je u igledu daljnji značajan razvoj.

3.6. Arhitektura računala MDM - sustava

MDM je modularni softwareski sustav. Za pojedinu informaciju (tj. za više proizvodnih jedinica potreban je jedan osnovni modul). Osnovni modul obuhvaća standardnu bazu podataka, management podataka, transfer informacija kao i informativni tekst.

Mogu biti odabrani razni dijagnostički moduli i podmoduli, u skladu sa zahtjevima i specifičnim željama korisnika. Modularnost omogućava maksimalnu raspoloživost i fleksibilnost. Modularnost omogućava i zahtjeve integriranja modula za dijagnozu drugih isporučilaca, kao što je monitoring zračnog raspora, transformatora, itd., što je već prije spomenuto.

Ovi aplikacijski moduli obavljaju prikupljanje podataka i njihov prikaz, nadzor granica greške i procjenu uvjeta materijala pomoću specifičnih dijagnostičkih funkcija. Integriranje više sustava ima prednost jer svi podaci mogu biti simultano vremenski kodirani s aktualnim datumom i vremenom mjerenja, a zatim arhivirani u zajedničku bazu podataka. Dijagnostički modul zatim izvodi unakrsne korelacijske programe radi evaluacije arhiviranih podataka. Standardna baza podataka omogućava odlaganje podataka za kasnije off - line statističke i uvjetno - osnovane razrade.

Integriranje signala kontrolog sustava također je predviđeno. To je potrebno radi lakog pristupa svim "sporim podacima" (npr. temperature) koji su raspoloživi u sustavu nadziranja. Korištenjem ove otvorene arhitekture moguće je stvoriti globalni dijagnostički sustav ocjene stanja za pouzdan pogon termo i hidroelektrana.

Da bismo imali donekle jasniji uvid u mogućnosti MDM sustava ukazujemo i na Prilog 4 - MDM - Dijagnostički i monitoring sustav strojeva, Tehnički problemi - vrsta dijagnoze. Daljnjim razvijanjem ove će mogućnosti biti sve veće, detaljnije i sveobuhvatnije, tako da će konačno biti dosegnut postavljeni zadatak, da se obuhvati cjelokupno postrojenje, odnosno da se realizira zamišljena ideja ostvarenja konačnog cilja: "From water to wire".

4. DODATNE INFORMACIJE

Uređaji monitoriga i dijagnostike sve više pobuđuju pozornost i zanimanje korisnika iz proizvodnih elektroprivrednih poduzeća. Da bi se uređaji još dodatno usavršili i dostigli gore navedeni konačni cilj "From water to wire" udružili su svoje stručne snage firma VATECH ELIN s pet velikih elektroprivrednih organizacija iz SAD i Kanade radeći zajedno na razvoju uređaja. Ta bi suradnja trebala prerasti u zajedničku prodaju, odnosno Joint Venture. To su vrlo zanimljivi i logični pothvati. Nismo li i mi u mogućnosti da zajedničkim silama realiziramo suvremeni razvoj i plasman na inozemna tržišta? Mislim da jesmo, ali uz odgovarajuću inicijativu i interese. Područje je široko, a stručni ljudi u pogonima s vremenom se osjećaju suvišnim, što ni u kom slučaju ne odgovara stvarnosti.

Kroz razgovor s korisnicima ovih uređaja u elektroprivredi došao sam do zaključka, da se, uostalom kao i kod svih ulaganja, traži da ulaganje bude ekonomski opravdano. S jedne strane valja voditi računa o što manjim ulaganjima, dok s druge strane treba sagledati koristi, koje bi se ukratko mogle izraziti povećanjem proizvodnje, uštedama u utrošenom radu i materijalu, smanjenjem broja zaposlenog osoblja te većom pouzdanošću i sigurnošću postrojenja.

Korisnici s kojima sam kontaktirao su, da bi donijeli konačnu odluku o nabavi i ugradnji uređaja, i po nekoliko puta mijenjali (uglavnom smanjivali) zahtjeve, odnosno specifikacije. Naime, modularna izvedba omogućava naknadno proširenje sustava, što predstavlja veliku prednost.

Proizvođač MDM sustava omogućava ugovaranje uređaja i uključivo održavanje sustava, čak i trajnog praćenja na daljinu, što je od interesa za velika, značajna, postrojenja.

Proizvođač navedenih uređaja ima čak interes postaviti uređaje u određeno postrojenje besplatno na godinu dana. U tom slučaju korisnik snosi samo troškove transporta i montaže. Nakon godinu dana može odlučiti da zadrži uređaje, a omogućuje se plaćanje u više obroka, ili da ih vrati proizvođaču.

O cijenama ne bih trošio mnogo prostora. Uglavnom, cijene su znatno niže od onih koje smo mi do sada imali.

5. ZAKLJUČAK

Znamo da su mnogi naši proizvodni pogoni imali interes za navedene uređaje, posebno oni koji se spremaju za obnavljanja. Navedene su mnoge mogućnosti i varijante te bi konačno bilo vrijeme da i na tom polju krenemo u stjecanje odgovarajućih iskustava. Mislim, što prije to bolje, naravno u skladu s našim mogućnostima, imajući u vidu da nikada nismo, pogotovo u području hidroelektrana, bili na začelju.

LITERATURA

[1] P. SALZER, F. MÜLLER, I. AKŠAMIJA: "Dijagnoza i monitoring proizvodnih jedinica - MDM (jedna nova generacija)", ELIN EV, Weiz

[2] Dipl. ing. F. MÜLLER: "Hydro Power Electronics, Expert systems for adavnced hydro plants control", International Power Generation

[3] L. J. MÜLLER & P. SALZER: "Monitoring and Diagnosis, an overal Concept for Power Stations", Integrated Hydroelectric Machine Condition, Monitoring Consortium, Chattanooga, Tennesy & ELIN EEV Vienna

[4] Advanced Conditioning Monitoring System, Functional Description. MCM Enterprise LTD, Bellevue, Washington, USA, August 9, 1995

[5] F. MÜLLER: "Hotspots Detection in Electrical Machines", ELIN EV, Weiz

[6] F. MÜLLER and H. EICKHOF: "Monitoring & Diagnosis System for Hydro Power Plants", Conference Lausanne, July 1996

[7] Siemens Monitoring System Effiecient Condition Recording and Diagnosis for Power Transformers - Power to the Point.

[8] Das Monitoring entwickelt sich...Siemens EV Report 2/98

[9] UNIPEDE Hydrolife 1985, Anketa - upitnik. Nadziranje i održavanje hidroenergetskih postrojenja, Elektrostrojarski dio.

[10] Digitaler Turbinenregler DTL 595.

[11] Neue Softwareversion, neue Monitoring - Tranding - und Diagnosenmöglichkeiten, Ludwig Huser (Sulzer Hydro, Zurich). Stručno savjetovanje u Grazu 20. 05. 1999.

PERMANENT CONTROL - MONITORING AND DIAGNOSTICS OF HYDRO-POWER PLANTS' ELECTRO-MECHANICAL EQUIPMENT

A short historical review on the related theme is given, describing the most recent state of corresponding devices and development trends, whereby emphasis is directed to the existing experience in operation and the concluding relevant recommendations.

Owing to permanent liberalisation of electric energy market and related pressure considering costs and prices, power plants intend to reduce their costs and/or increase energy production. Cost decrease primarily means operational cost decrease, i.e. decrease of personnel and maintenance costs. Production increase means availability increase, for extended maintenance intervals and/or reduced personnel impossible without additional measures, such as up-to-date monitoring and diagnostic systems.

DAUERÜBERWACHUNG - BEOBACHTUNG UND FEHLERFESTSTELLUNG DER ZUM ELEKTROMASCHINENBAU GEHÖRENDEN AUSRÜSTUNG VON WASSERKRAFTWERKEN

Nach kurzer Beschreibung der Geschichte des in diesem Artikel behandelten Gegenstandes, wird der neueste Stand der dazugehörenden Ausrüstung und Einrichtungen, sowie die Entwicklungstendenzen beschrieben, und schliesslich entsprechende Empfehlungen gegeben, indem der Schwerpunkt auf bestehende Betriebserfahrungen gerichtet war. Wegen der ständigen Liberalisierung des Marktes und des damit verknüpften Druckes auf Kosten und Preise, streben die Erzeugungsbetriebe die Kosten zu senken und / oder die Energieerzeugung zu steigern. Die Kostensenkung bedeutet vor allem Betriebskosten- und Personalkostensenkung für Betrieb und Wartung. Die Erzeugungssteigerung bedeutet praktisch die Erhöhung der Verfügbarkeit, was ohne Zusatzmaßnahmen bei größeren Zeitspannen zwischen der Wartungsperioden und/oder gleichzeitigen Betriebspersonaleinschränkungen nicht möglich ist. Zu solchen Maßnahmen zählt der Einbau eines zeitgerechten Beobachtungs- und Fehlerfeststellungssystems.

Naslov pisca:

Enes Hercegovac, dipl. ing.
Alberta Hallera 13
20000 Dubrovnik, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2000-01-12.

Prilog 1

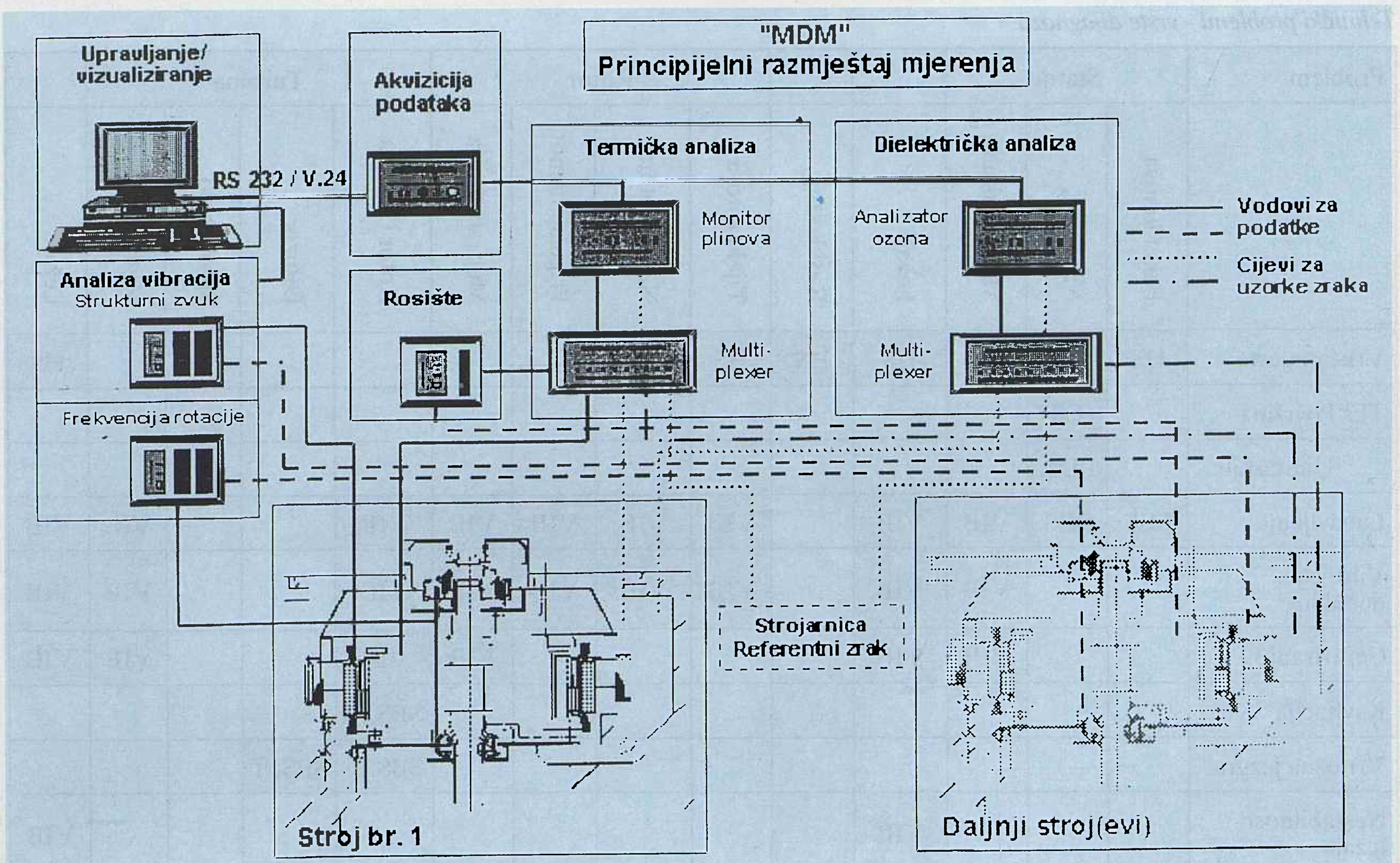
ENEL studija o nastalim kvarovima na 1200 hidrogeneratora u razdoblju većem od 5 godina

Uzrok	Posljedica kvara (učestalost, troškovi)	Obrađuje
Labavljenje u utoru	16,3 %	SBS
Spoj medu zavojima rotora	12,2 %	HS / O3
Pregrijavanje ležaja	12,2 %	TOC
Kvar zbog parcijalnog izbijanja	10,2 %	O3 / PDA
Ležajne struje	9,2 %	Zaštita od lež. struje
Lokalno pregrijavanje	8,2 %	HS
Kvar u krugu ulja za podmazivanje	8,2 %	TOC, TOC+
Kvar izolacije zbog vibriranja paketa	6,1 %	SBS, HS
Prekid spojeva namota	6,1 %	O3
Proboj namota rotora	6,1 %	HS /O3
Labavljenje klinova utora	2,0 %	SBS
Labavljenje paketa limova	2,0 %	SBS
Vibracije glava namota	1,0 %	SBS

Izvor: Hydopower Proceedings, Barcelona 1995.

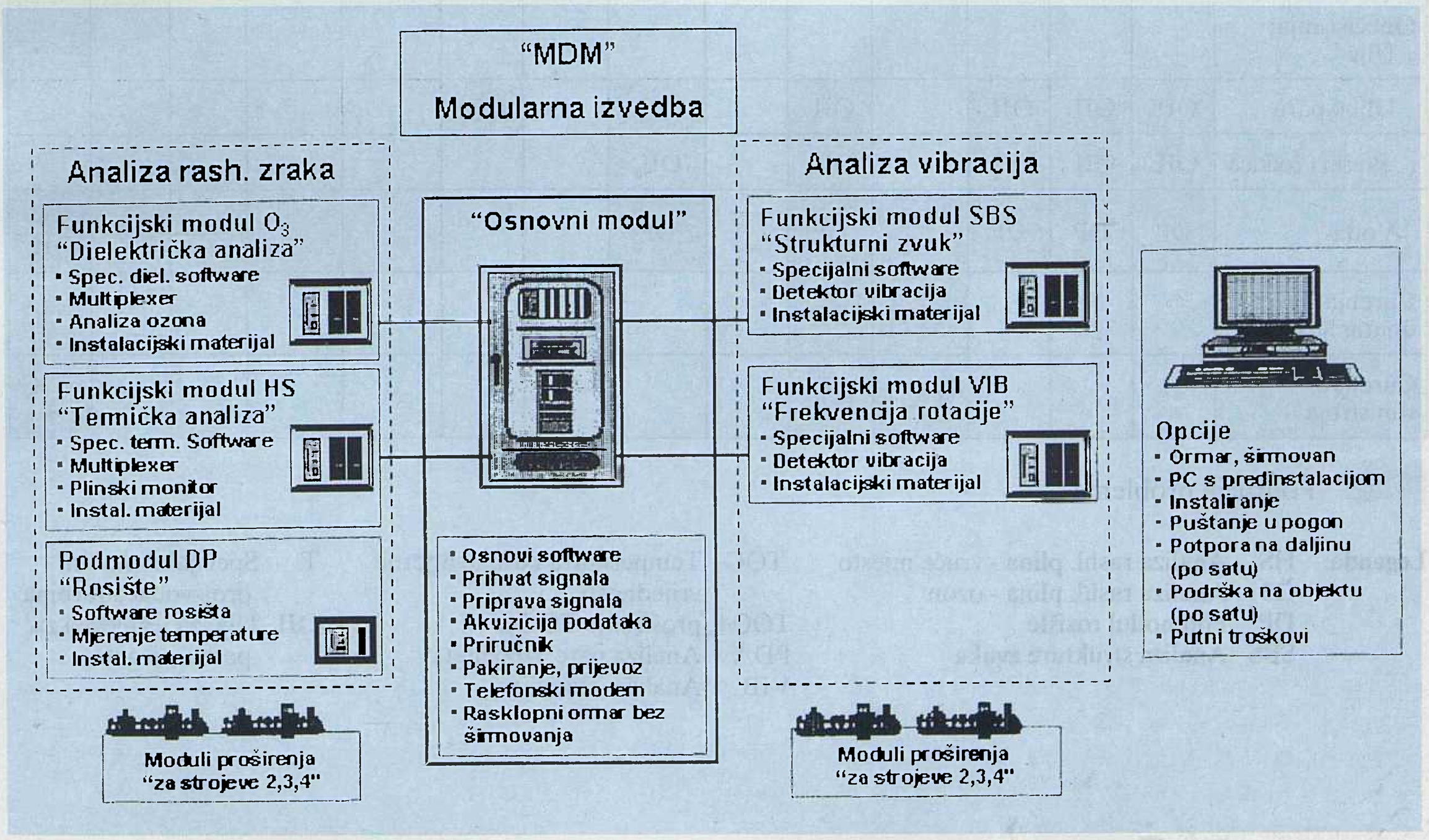
Prilog 2

MDM – sustav za dijagnozu i monitoring strojeva



Prilog 3

MDM – sustav za dijagnozu i monitoring strojeva



Prilog 4

MDM - sustav za dijagnozu i monitoring strojeva

Tehnički problemi - vrste dijagnoza

Problem	Stator					Rotor				Turbina				
	Paket limova	Namot	Meh. struktura	Ležaji	Rashl. krug	Tijelo rotora	Namot rotora	Prigušni namot	Meh. struktura	Rotor Osovina	Difuzor	Sprov. kolo	Meh. struktura	Ležaji
Vruća mjesta	HS	HS		HS	HS	HS	HS							HS
TE: Površina		O3												
Unutarnje		PDA												
Labavljenje	SBS	SBS	VIB	VIB		VIB	VIB	VIB	VIB	VIB			VIB	VIB
Vibracije, debalans			VIB	VIB		VIB	VIB	VIB	VIB	VIB			VIB	VIB
Centriranje			VIB	VIB					VIB	VIB			VIB	VIB
Kavitacija										SBS, T				
Vrtložna jezgra										SBS, T	SBS, T			
Nestabilnost ležaja				VIB										VIB
Promjena protoke										VIB		VIB		
Pukotine			VIB			VIB	VIB	VIB	VIB	VIB			VIB	
Lomovi		HS		VIB			HS O3	O3						
Onečišćenja: Ulje														
Uljne pare	OIL	OIL	OIL		OIL		OIL		OIL					
Prašina četkica	OIL	OIL	OIL		OIL		OIL							
Voda	DP	DP	DP	TOC. OIL	DP		DP							TOC. OIL
Curenja: unutar stroja				TOC	DP									TOC
Curenja: van stroja				TOC+	TOC									TOC +

Područje problema

Legenda:

HS	Analiza rashl. plina - vruće mjesto	TOC	Temperatura i druge mjerne vrijednosti	T	Specijalni modul proizvođača turbina
O3	Analiza rashl. plina - ozon	TOC+	proširenje TOC-a	OIL	Ulje za ležajeve i za podmazivanje
DP	Podmodul rosište	PDA	Analiza parc. izbijanja		
SBS	Analiza strukture zvuka	VIB	Analiza vibracija		

ULOGA ODRŽAVANJA U POSTIZANJU POUZDANOSTI ELEMENATA PRIJENOSNE MREŽE U EES-u

Miroslav M e s i ć - Želimir G o n g o l a, Zagreb

UDK 621.316.1.005:338
PREGLEDNI ČLANAK

U postizanju pouzdanosti elemenata prijenosne mreže održavanje ima odlučujuću ulogu. Povećanje pouzdanosti i optimiranje troškova održavanja predstavljaju zajednički cilj modernih modela održavanja na pragu novog milenija.

Ključne riječi: pouzdanost, održavanje, troškovi.

1. UVOD

Elektroenergetski sustav Republike Hrvatske (EES) čine izvori (elektrane), prijenosna i distributivna mreža, a njegova je temeljna zadaća opskrba potrošača električnom energijom.

Pouzdanost opskrbe ovisi o pouzdanosti glavnih sastavnica EES-a, a izražava se vremenom ispravnog rada.

Prijenosna mreža je sastavljena od elemenata - dalekovoda (DV) i transformatorskih stanica (TS) 400/100x kV na području Republike Hrvatke. Pouzdanost prijenosne mreže ovisi o pouzdanosti elemenata (DV i TS) koji imaju veliki broj različitih komponenata (aparati, uređaji). U postizanju pouzdanosti elemenata prijenosne mreže odlučujuća je uloga održavanja.

Posljednjeg desetljeća u svijetu je na području održavanja došlo do velikih promjena i aplikacija različitih strategija održavanja čiji je zajednički cilj postizanje što veće pouzdanosti uz što manje troškove.

Kako je u Republici Hrvatskoj započelo restrukturiranje javnih poduzeća koje se očituje i u elektroprivrednoj djelatnosti, predstoje ozbiljne zadaće u pripremi za moguće promjene u pristupu održavanju.

2. ODRŽAVANJE ELEMENATA PRIJENOSNE MREŽE EES-a

2.1. Uloga i značenje prijenosne mreže

Prijenosna mreža u EES-u povezuje proizvodne izvore i distributivna područja u Republici Hrvatskoj.

Veličinu prijenosne mreže ilustriraju podaci o ukupnoj instaliranoj transformaciji i duljini dalekovoda u Republici Hrvatskoj:

P_{inst} = 9476 MVA

I_{DV} = 6882,6 km

Navedeni podaci pokazuju da je riječ o bitnom dijelu EES-a kojim se električna energija privodi do razine regija i velikih gradova.

Svaki veći kvar u prijenosnoj mreži može za posljedicu imati veće poremećaje u opskrbi električnom energijom i izazvati velike direktne i indirektne štete. S obzirom na današnji opseg izgrađenosti EES-a i zadovoljavajuću redundantnost elemenata prijenosne mreže kvar jednog elementa ne mora značiti i prekid opskrbe električnom energijom. U tom slučaju drugi-preostali element preuzima ulogu prvoga, ali uz bitno smanjenu raspoloživost i pouzdanost, jer slijedeći kvar može značiti prekid napajanja i velike štete.

Uloga prijenosa mreže u EES-u je dakle vrlo bitna, a uloga EES-a kao temeljne infrastrukturne sastavnice društva je strateška. Normalan i redovit pogon EES-a, pa tako i prijenosne mreže podrazumijevaju se kao uvjet funkcioniranja društva i malo je poznato što sve treba zadovoljiti da bi se osigurao takav, praktično neprekidni pogon.

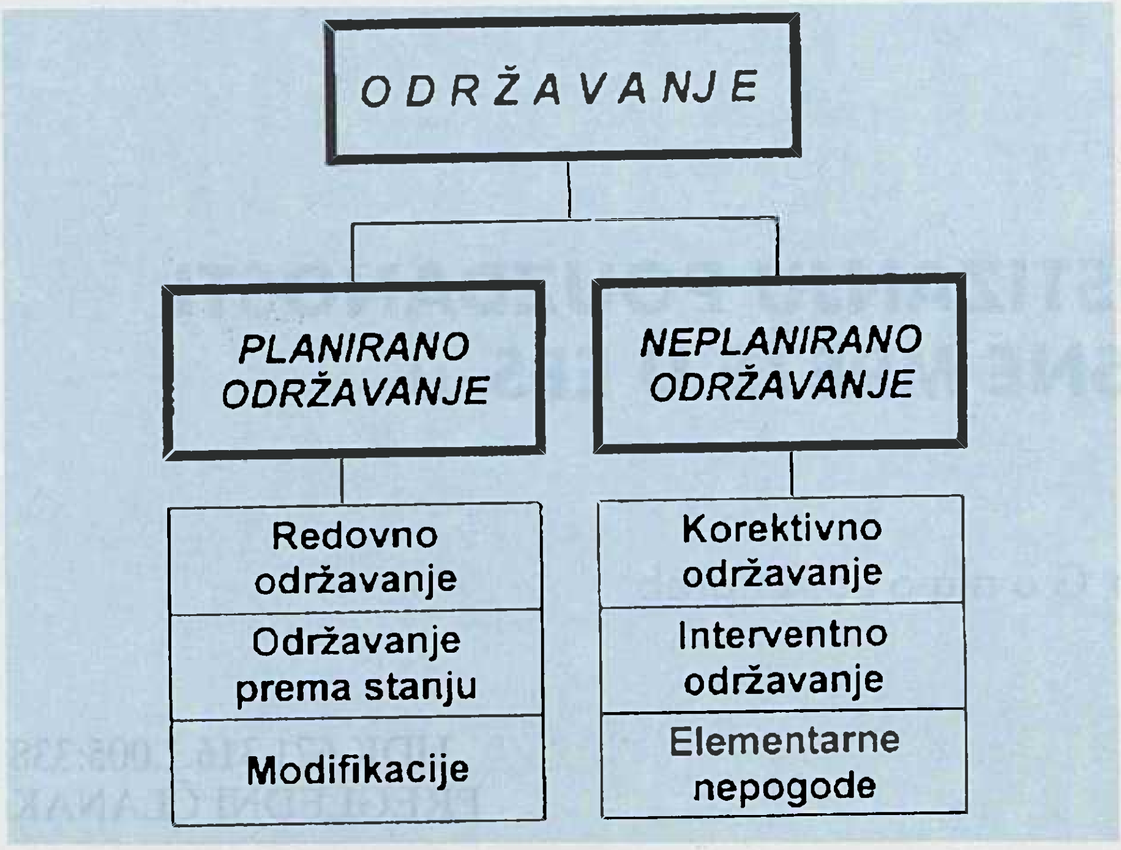
2.2. Održavanje elemenata prijenosne mreže

Aktualna strategija održavanja elemenata prijenosne mreže polazi od racionalnog i planiranog korištenja postojeće redundantnosti elemenata s obzirom da se većina radova održavanja odvija u beznaponskom stanju, dakle isključenjem objekta održavanja iz redovnog pogona.

Održavanje se definira kao skup radnji i postupaka čiji je cilj zadržavanje tehničke ispravnosti opreme i uređaja na tehnički prihvatljivoj razini [1]..

Uobičajena podjela održavanja prikazana je na slici 1.

Planirano redovno održavanje proizlazi iz godišnjeg plana radova koji se izrađuje prema Pravilniku o održavanju elektroenergetskih objekata prijenosne mreže (vrsta radova i učestalost). Održavanje prema



Slika 1. Shematski prikaz osnovne podjele održavanja

stanju predstavlja aktivnosti nakon utvrđivanja smetnje ili nedostatka tijekom preventivnih ispitivanja, pregleda ili opažanja. Modifikacije predstavljaju manje zahvate na opremi i uređajima iz razloga neraspolaganja starijim tipovima sklopova ili komponenata.

Neplanirano održavanje obuhvaća kvarove opreme i uređaja koji podrazumijevaju ispad iz pogona, a interventno održavanje radnje s minimalnom odgodom eliminacije smetnje ili nedostataka.

Ne računajući elementarne nepogode iskustveni odnos troškova planiranog i neplaniranog održavanja u prijenosnoj mreži pojavljuje se približno u odnosu 70 : 30 %.

Na razini prijenosne mreže uobičajeno je godišnje osnovno planiranje radova, te tjedno detaljno planiranje, izvršenje, praćenje i izvješćivanje o obavljenim radovima kao redovni pogonski i poslovni postupak, koji se ciklički ponavlja kroz cijelu godinu.

Tradicionalno održavanje kao osnovni oblik redovnog-preventivnog održavanja obuhvaća sve elemente prijenosne mreže, a vrsta radova i njihova učestalost (periodičnost) definirani su Pravilnikom o održavanju elektroenergetskih objekata prijenosne mreže. Ovo održavanje sadrži preglede, revizije i remonte, te dijagnositčka preventivna ispitivanja koja pokazuju stanje elemenata i komponenata. Svi neispravni dijelovi i sklopovi, a ponekad i kompletni uređaji (primjerice mjerni transformatori) zamjenjuju se novima čime se spriječavaju neugodni i opasni pogonski događaji.

Tradicionalno održavanje temelji se na uhodanim procedurama pripreme, obavljanja radova i izvješćivanja o radovima putem godišnjeg planiranja i tjednog izvođenja radova. Radove obavljaju u najvećem dijelu vlastite specijalističke ekipe uz pomoć specijalne mehanizacije (korpe, dizalice) prilagođene gabaritima i karakteristikama za radove u visokonaponskim postrojenjima. Osnovne značajke tradicionalnog održavanja starijih postrojenja mogu se svesti na velike teškoće s pričuvnim dijelovima za stariju opremu i nemogućnost supstitucije modula novima ili novim istovrsnim uređajima, s obzirom da se takvi uređaji više ne proizvode, te izgrađeni sustav dijagnostičkih ispitivanja visokonaponske opreme kojima je značajno smanjen broj kvarova i štetnih događaja, a time povećana pouzdanost i sigurnost pogona.

2.3. Evidentiranje i praćenje troškova održavanja

Racionaliziranje poslovnog procesa i smanjivanje troškova predstavlja temelj poslovne politike u svim djelatnostima, pa tako i u elektroprivrednoj.

Uspostavljanjem novog sustava evidentiranja i praćenja troškova prije tri godine u HEP-u omogućeno je praćenje troškova prema vrstama održavanja koje su prikazane na slici 1, te prema naponskim razinama 110, 220 i 400 kV i elementima prijenosne mreže DV i TS.

Tako, primjerice, ukupni troškovi održavanja u jednoj godini iznose

$$T_U = T_{PO} + T_{NPO}$$

gdje su:

- T_{PO} - troškovi planiranog održavanja
- T_{NPO} - troškovi neplaniranog održavanja.

Troškovi održavanja dalekovoda mogu se izraziti kao:

$$T_{UDV} = T_{U220} + T_{U400}$$

te svesti na uobičajenu jedinicu mjere - *100 km DV*

$$T'_{UDV} = \frac{T'_{UDV}}{I_U} \times 100$$

gdje je:

- I_u - ukupna duljina dalekovoda izražena u kilometrima.

Troškovi održavanja transformatorskih stanica se po istom načelu mogu prikazati kao

$$T_{UTS} = T_{U110} + T_{U220} + T_{U400}$$

i svesti na uobičajenu jedinicu mjere - *polje 110 kV*

$$T'_{UTS} = \frac{T_{UTS}}{n_p}$$

gdje je:

- n_p - ukupni broj polja sveden na polja 110 kV.

Također vrijedi i relacija

$$T_U = T_{UDV} + T_{UTS}$$

Praćenjem troškova koji se evidentiraju i vode na opisani način pomoću računala, podaci o dinamici utroška po vrsti troška i mjesta troška mogu se dobiti u svakom trenutku za prošlo razdoblje.

Točna lokacija mjesta i vrste troška i njegov iznos predstavljaju precizan put prema ostvarenju temeljnog cilja - smanjivanja troškova, na način da se ne ugrozi osnovna funkcija i zadaća održavanja.

Pridruživanjem podataka o ukupno prenešenoj energiji u jednoj godini, broju zaposlenika i gubicima mogu se dobiti pokazatelji učinkovitosti održavanja mjerodavni za usporedbu s prijenosnim mrežama u drugim zemljama.

2.4. Strategije i modeli održavanja

U prošlom desetljeću održavanje se smatralo sekundarnom i skupom zadaćom, te se počelo značajno reducirati u razdoblju ekonomskih i financijskih teškoća, s obzirom na činjenicu da je smanjivanje troškova postalo glavni faktor ekonomije.

No s vremenom se ipak došlo do spoznaje da održavanje može postati jedan od glavnih oblika racionalnog poslovanja.

Novi pristup utemeljen na uštedi energije, zaštiti okoliša, stupnju automatizacije i informatizacije, kvaliteti i sigurnosti, te razvoj novih tehnologija, odredili su moderan pristup održavanju čiji je glavni cilj optimiranje troškova održavanja primjenom različitih modela i tehnika [3].

Vodeći projekt Europske federacije nacionalnih udruženja održavanja (EFMNS) preporučuje slijedeća strateška područja održavanja:

- struktura i aktivnosti održavanja
- upravljanje troškovima održavanja
- organizacija održavanja
- osoblje
- upravljanje pričuvnim dijelovima
- primjena računala
- standardi i preporuke.

S obzirom na sve veća očekivanja od održavanja i promjene u tehnici primjene održavanja, najmodernije filozofije održavanja na pragu trećeg milenija definiraju različite strategije, koje kao osnovni zajednički cilj imaju optimiranje troškova:

a) RCM-strategija (Reliability Centred Maintenance)
b) Latinska škola (Self Maintenance)
c) TPM-strategija (Total Productive Maintenance)
d) Ruska škola (Uniform Cycle Maintenance).

Zbog primjenljivosti u elektroprivredi (primjerice EDF) nformativno se mogu navesti neke postavke RCM-stratetgije, koja predstavlja kombinaciju managmenta, tehničkih i ekonomskih uvjeta s ciljem određivanja ekonomičnog ciklusa održavanja:

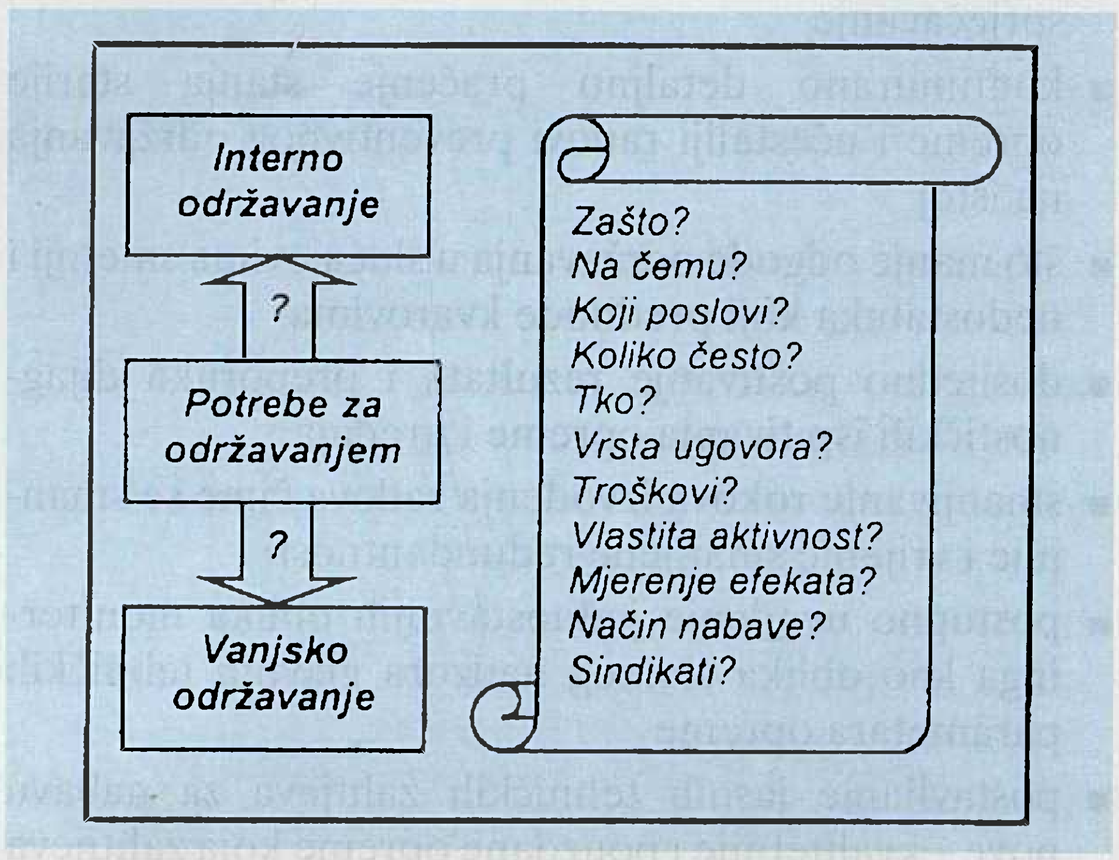
- veća početna ulaganja u kvalitetniju opremu što u budućnosti donosi manje troškove održavanja, veću pouzdanost i manji rizik od ispada iz pogona i šteta
- točno određivanje opreme i uređaja za koje su potrebni kraći periodi između remonta s ciljem povećanja pouzdanosti
- propisivanje detaljnih tehničkih zahtjeva za novu opremu koji osiguravaju traženu pouzdanost
- posljedice ispada iz pogona su mnogo veće nego tehnički karakter kvara
- ekonomska valorizacija očekivanih efekata u primjeni treba prethoditi implementaciji.

Prigodom određivanja poslovne politike - smanjivanja troškova poslovanja, jedan od često primjenjivanih oblika "oslobađanja" temeljne djelatnosti od "sporednih" djelatnosti je tzv. *outsourcing*. Odnos domaćeg - unutarnjeg i vanjskog održavanja je izrazito delikatan i složen, a ispravnoj odluci o opsegu unutarnjeg i vanjskog održavanja trebaju prethoditi precizne tehničko-ekonomske analize i točna financijska valorizacija.

Oslanjanje na vanjske izvoditelje radova održavanja i neselektivna primjena *outsourcinga* u mnogim slučajevima nisu dali očekivane rezultate, a zabilježeni su i slučajevi brzog gubitka desetljećima akumuliranog znanja, iskustva i stručnih zaposlenika.

U neselektivnoj primjeni *outsourcinga* prisutno je i potcjenjivanje mogućnosti vlastitog - internog održavanja, te površno ugovaranje radova održavanja, pa je u pripremi i odgovarajući standard "Vodič za pripremu ugovora o održavanju" Europskog komiteta za normizaciju (CEN) [2].

Neke dileme podjele poslova između vanjskog i unutarnjeg izvoditelja održavanja prikazane su na slici 2.



Slika 2. Velike dileme u podjeli poslova održavanja

3. ULOGA ODRŽAVANJA U POSTIZANJU POUZDANOSTI ELEMENATA PRIJENOSNE MREŽE EES-a

3.1. Status održavanja elemenata prijenosne mreže

Današnji sustav održavanja elemenata prijenosne mreže može se ocijeniti zadovoljavajućim s tehničkog i ekonomskog aspekta, iako su posljednjih godina prisutne tendencije smanjivanja značenja i uloge održavanja i postupnog smanjivanja sredstava.

Organizacija i tehnologija održavanja u prijenosnoj mreži su prošle dugačak razvojni put koji ponajviše korespondira s novim tehnologijama opreme. Tako održavanje danas predstavlja kombinaciju tradicionalnog i modernog odražavanja čiji udio sve više raste, s uravnoteženim odnosom unutarnjeg i vanjskog izvođenja radova. U odnosu na modele i strategije održavanja opisane u točki 2.4. može se konstatirati da

održavanje elemenata prijenosne mreže sadrži kombinaciju značajki nekoliko modela koja je primjerena ukupnom stanju na tržištu u Republici Hrvatskoj.

Najveći zaostatak se pojavljuje u zamjeni najstarije opreme i revitalizaciji objekata starosti 35 - 40 godina, zbog čega je broj kritičnih točaka relativno nepovoljan, a pouzdanost bitno smanjena.

Veliki napredak i racionalizaciju u procesu održavanja donijela je primjena računala i informatizacija logistike održavanja, što je značajno podignulo i razinu kvalitete održavanja.

3.2. Povećanje pouzdanosti elemenata prijenosne mreže

U postojećim uvjetima u elektroprivrednoj djelatnosti i prijenosnoj mreži moguće je povećanje pouzdanosti elemenata prijenosne mreže poduzimanjem određenih aktivnosti i pripadajućim ulaganjima:

- sustavna analiza kvarova iz statisike pogonskih događanja i mjere za njihovo pravodobno sprječavanje
- kontinuirano detaljno praćenje stanja starije opreme i učestaliji radovi preventivnog održavanja na istoj
- što manje odgode održavanja u slučajevima smetnji i nedostataka koji predhode kvarovima
- dosljedno poštivanje rezultata i preporuka dijagnostičkih ispitivanja opreme i uređaja
- smanjivanje rokova izvođenja radova čime se smanjuje i vrijeme smanjene redundantnosti
- postupno uvođenje jednostavnijih oblika monitoringa kao oblika stalnog nadzora glavnih tehničkih parametara opreme
- postavljanje jasnih tehničkih zahtjeva za nabavu nove – kvalitetnije i pouzdane opreme koja zahtijeva minimalno održavanje
- redovito i uredno obavljanje redovnog održavanja s naglaskom stalnog povećavanja kvalitete radova.

Navedene aktivnosti zahtijevaju sustavno i kontinuirano provođenje i praćenje i trebaju biti postavljene kao jedan od glavnih poslovnih ciljeva. Na taj način pouzdanost elemenata prijenosne mreže može se kontinuirano povećavati, a rizik od štetnih događaja može biti značajno manji.

3.3. Optimiranje troškova

Osnovni cilj uspješne poslovne politike je smanjivanje troškova u svim segmentima pa tako i u održavanju, uz što je moguće manju mjeru utjecanja na temeljnu djlatnost. Za održavanje elemenata prijenosne mreže mogu se navesti neki oblici i mogućnosti smanjivanja troškova održavanja:

- obavljanje poslova s manjim brojem izvršitelja i u kraćem vremenu racionalizacijom radnog i tehnološkog procesa
- racionalizacija sustava nabave i korištenja pričuvnih dijelova
- revizija radnih procesa s velikim brojem sudionika iz različitih organizacijskih jedinica
- detaljno i ekonomski povoljno ugovaranje radova s vanjskim izvoditeljima
- ekonomska analiza prihvatljivosti "sporednih" djelatnosti u održavanju
- davanje usluga održavanja drugim organizacijskim jedinicama HEP-a
- redistribucija zadaća održavanja između pogonskog osoblja i osoblja upravljanja postrojenjima
- formiranje integralnog informacijskog sustava od nekoliko danas autonomnih podsustava
- zajedničko i pojedinačno ostvarivanje tzv. "malih ušteda" na svim razinama kao temelj poslovne politike.

Uspostavljanjem novog sustava evidentiranja i praćenja troškova opisanog u točki 2.3. moguće je precizno praćenje i lokacija svih troškova, čime su stvoreni uvjeti i za njihovu kritičku ocjenu, a zatim i smanjivanje.

Smanjivanje troškova pod svaku cijenu i na neselektivan način ne znači i optimiranje troškova, već može značiti i narušavanje elementarnih pogonskih uvjeta.

Mogućnost optimiranja troškova održavanja prikazuje slijedeći primjer.

Primjer

Godišnji troškovi održavanja prijenosne mreže u regiji Zagreb (PrP Zagreb) iznose približno 30 x 10^6 kn za 2300 km DV i 40 TS 400-110/x kV.

Realno smanjenje troškova za 10-15 % na prethodno opisani način može donijeti uštedu od 3,0 - 4,5 x 10^6 kn koja je dostatna za nabavu približno 100 komada mjernih transformatora 123 kV, a to znači direktno povećanje pouzdanosti nakon zamjene starih jedinica kao što je opisano u točki 3. 2.

Optimiranje troškova može također značiti i drukčiju raspodjelu istih sredstava na radove i poslove koji kao direktnu posljedicu imaju povećanje pouzdanosti na račun onih poslova koji imaju manji značaj.

4. ZAKLJUČAK

U postizanju pouzdanosti elemenata prijenosne mreže elektroenergetskog sustava održavanje ima odlučujuću ulogu. Današnja strategija održavanja u prijenosnoj mreži polazi od racionalnog korištenja redundantnosti u prijenosnoj mreži, a temelji se na kombinaciji tradicionalnog održavanja za staru i modernog za noviju opremu.

Evidentiranje i praćenje troškova omogućuje lokaciju i vrstu troškova, te je moguća usporedba pokazatelja uspješnosti sa sličnim sustavima.

Moderne strategije i modeli održavanja u svijetu u prvi plan postavljaju zahtjeve na visoku pouzdanost opreme i uređaja i smanjivanje rizika od štetnih događaja, uz optimiranje troškova kao stalnu i temeljnu zadaću.

Povećanje pouzdanosti u kombiniranom modelu održavanja kakav postoji u prijenosnoj mreži, može se postići sustavnim i kontinuiranim provođenjem mjera i aktivnosti čiji je glavni cilj sprječavanje kvarova prije njihovog nastanka, a time i posljedica kvara.

Optimiranje troškova kao jedan od temeljnih ciljeva uspješnog poslovanja u održavanju elemenata prijenosne mreže može se postići racionalizacijom poslovanja i korištenjem unutarnjih rezervi.

LITERATURA

[1] M. MESIĆ, dipl. ing. el.: "Osnove novog pristupa održavanju rasklopnih postrojenja 400 - 110/x kV", Savjetovanje HK CIGRE/1999.

[2] J. FRANLUND: "Sweden Internal or external maintenance contract", Euromaintenance '98.

[3] A. MONTEIRO LEITE, Portugal: "Modern philosophies of maintenance, at the turn of the new millennium", Euromaintenance '98.

MAINTENANCE ROLE IN ACHIEVING TRANSMISSION NETWORK COMPONENTS' RELIABILITY OF ELECTRIC POWER SYSTEMS

Maintenance has a decisive role when aiming at the reliability of transmission network components. Reliability increase and maintenance cost optimisation present a common goal of current maintenance models on the threshold of a new millennium.

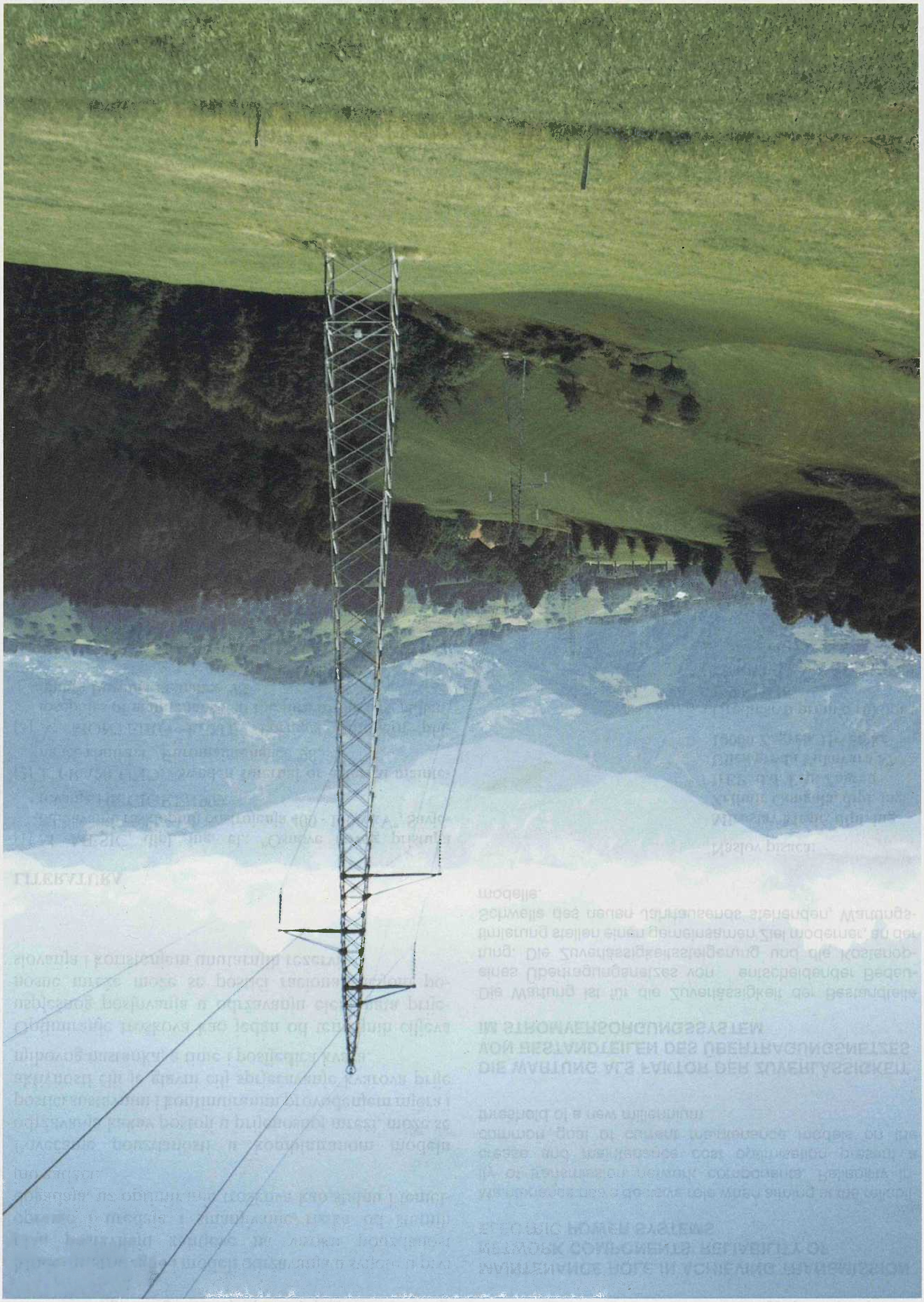
DIE WARTUNG ALS FAKTOR DER ZUVERLÄSSIGKEIT VON BESTANDTEILEN DES ÜBERTRAGUNGSNETZES IM STROMVERSORGUNGSSYSTEM

Die Wartung ist für die Zuverlässigkeit der Bestandteile eines Übertragungsnetzes von entscheidender Bedeutung. Die Zuverlässigkeitssteigerung und die Kostenoptimierung stellen einen gemeinsamen Ziel moderner, an der Schwelle des neuen Jahrtausends stehenden, Wartungsmodelle.

Naslov pisaca:

Miroslav Mesić, dipl. ing.
Želimir Gongola, dipl. ing.
HEP, d.d. Prp. Zagreb
Ulica grada Vukovara 37
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
1999-11-18.



TEHNIČKE KARAKTERISTIKE IPP ELEKTRANE KTE 240 MW JERTOVEC

Mr. sc. Miroslav Š a n d e r, Zagreb

UDK 621.311.22:621.182
PREGLEDNI ČLANAK

U članku je prikazana KTE 240 MW - Elektrana Jertovec d.o.o., prva elektrana u Hrvatskoj koja će se graditi po modelu Neovisnog proizvođača električne energije (Independent Power Producer IPP). Između domaće elektroprivrede HEP-a i američke tvrtke ENRON se sklapa ugovor o zakupu kapaciteta i preradi energenta tzv. CTA (Capacity &Tolling Agreement) u lipnju 1999. g. Ovdje se nećemo baviti modelom IPP, nego čisto tehničkim aspektima nove elektrane i uklapanjem nove elektrane u hrvatsku tehničku regulativu i zakone koji se primjenjuju pri izgradnji ovakvih elektrana. Također se sa čisto tehničkog aspekta promatra uklapanje nove elektrane u postojeću elektranu te međusobno povezivanje postojećih i novih objekata. Posebno je razmotrena zaštita od požara i eksplozija, zaštita od buke te zaštita na radu.

Ključne riječi: KTE (kombi-termoelektrana), plinska turbina, parna turbina, elektropostrojenje, generator, mjere zaštite.

1. UVOD

Na dijelu površine koju zauzima postojeća kombi termoelektrana ukupne električne snage 88 MW, službeno nazvana KTE Jertovec (KTE 88 MW), izgradit će se nova kombi termoelektrana ukupne električne snage 240 MW, službeno nazvana Elektrana Jertovec d.o.o.(u daljnjem se tekstu KTE 240 MW). KTE 240 MW gradit će se po modelu Neovisnog proizvođača električne energije (Independent Power Producer IPP). Elektrana Jertovec d.o.o. je prva termoelektrana u Hrvatskoj po modelu IPP u kojem je HEP-u partner američka tvrtka ENRON. Opći trend liberalizacije i deregulacije energetskih tržišta vodi privatizaciji i globalizaciji elektroenergetike i energetike. Deregulacija i popratna privatizacija je radikalno ukidanje državnih barijera slobodnoj trgovini u energetici pri čemu se kapital slijeva prema energetskom sektoru. Između domaće elektroprivrede i IPP-a se sklapa kupoprodajni ugovor o isporuci električne energije ili PPA (Power Purchase Agreement) koji definira IPP kao samostalnog proizvođača i prodavatelja električne energije kupcu – domaćoj elektroprivredi. Ovdje se nećemo baviti modelom IPP nego tehničkim aspektima nove elektrane i uklapanjem nove elektrane u hrvatsku tehničku regulativu i zakone koji se primjenjuju pri izgradnji elektrane. Također se promatra uklapanje nove elektrane u postojeću elektranu te mđusobno povezivanje postojećih i novih objekata. Posebno je razmotrena zaštita od požara i eksplozija, zaštita od buke te zaštita na radu.

2. POSTOJEĆA POSTROJENJA

KTE Jertovec, odnosno KTE 88 MW (postojeće kombi postrojenje na lokaciji Jertovca) vršna je elektrana, u sastavu HEP-a (Hrvatske elektroprivrede), ukupne električne snage 88 MW, smještena na lokaciji nekadašnje termoelektrane na ugljen iz 1958. godine snage 40 MW, u Jertovcu pokraj Konjščine.

KTE 88 MW ima dvije plinske turbine proizvodnje Westinghouse (USA) W 251B1/1974 snage 2x31,5 MW iz 1976. godine, kotlove na ispušne plinove proizvodnje Cockerill (Belgija) iz 1978. godine, parne turbine (hrvatska proizvodnja - Karlovac) snage 2x12,5 MW, dva rashladna tornja s prirodnim strujanjem zraka, te ostala pomoćna postrojenja i prateće sadržaje [1].

KTE 88 MW kao osnovno gorivo koristi zemni plin, koji se dobavlja iz magistralnog plinovoda INA-Naftaplina promjera 20" (NO 500) preko MRS (mjerno-redukcijske stanice) u Konjščini. Magistralni plinovod prolazi trasom Zlatar Bistrica - Konjščina - Donji Kraljevec i nazivnog je tlaka 50 bar. Visokotlačni distribucijski plinovod MRS Konjščina do KTE promjera je 6" (NO 150) i duljine 2,131 km. Plinovod je ukopan na dubini 1,5 m, izoliran je polykenom i starosti je približno 20 godina.

Rezervno gorivo za KTE 88 MW je ekstralako loživo ulje koje se dobavlja vagoncisternama ili autocisternama. U funkciji je istakalište loživog ulja kapaciteta istakanja približno 200 m3/h (približno 172 t/h), odnosno za 6 vagoncisterni odjednom. Ukupni skladišni

kapacitet ekstra lakog loživog ulja predstavljaju dva samostojeća čelična spremnika, kapaciteta 2x6.500 m3.

Sirova voda za KTE 88 MW dobavlja se sa vodozahvata na rijeci Krapini (brana sa vodozahvatom), koji je dislociran od elektrane i udaljen zračne linije cca 1,2 km. Vodozahvat je građevinski projektiran i izveden za dnevnu potrebu sirove vode od 2480 m^3 (u vremenu 06 - 14 sati približno 130 m3/h i u vremenu 14 - 06 sati približno 90 m3/h, odnosno prosječno 103,3 m^3/h).

Priključak na električnu mrežu KTE 88 MW ostvaruje se posredstvom rasklopnog postrojenja 110 kV smještenog na otvorenom prostoru. Rasklopno postrojenje je klasične izvedbe, opremljeno dvostrukim sabirnicama od Cu užeta 150 mm2 na betonskim portalima, a podijeljeno je na 12 polja širine 9 m, od kojih su četri polja blok transformatora, tri polja vodna, jedno polje distribucijskog transformatora 110/35 kV, jedno spojno polje, jedno mjerno polje, jedno pričuvno polje-opremljeno i jedno pričuvno polje neopremljeno. Rasklopno postrojenje je povezano na elektroenergetski sustav HEP-a preko tri dalekovoda; DV Resnik, DV Zabok/Rakitje i DV Nedeljanec.

Pogon KTE 88 MW ima centralno smješteno postrojenje za čišćenje otpadnih voda. Konačni efluent iz postrojenja otpadnih voda ispušta se u potok Jertovec, pritok rijeke Krapine, koji je svrstan u I kategoriju vodotoka. Uredbom o klasifikaciji voda, u potok Jertovec dopušten je utok samo nezagađene oborinske vode, dok se sve ostale vode mogu ispuštati iza konačnog čišćenja do stupnja proćišćavanja I kategorije.

Pogon KTE 88 MW ima integralno riješen sustav zaštite od požara koji uključuje:

- hidrantsku mrežu s ukupno 30 hidranata razmještenih po krugu elektrane
- sustav stabilne instalacije za hlađenje i gašenje vagonskog istakališta loživog ulja
- sustav stabilne instalacije za hlađenje i gašenje dva spremnika loživog ulja zapremine 2x6.500 m^3 i njihove zaštitne kade.

Distribucija vode za opskrbu 28 hidranata, napajanje stabilnih instalacija za hlađenje kao i za proizvodnju pjene za gašenje, provodi se u protupožarnoj stanici posredstvom tri centrifugalne elektromotorno pogonjene pumpe kapaciteta 2 x 69,5 l/s i 1x70 l/s. Opisane protupožarne instalacije napajaju se, uz iznimku dva hidranta, vodom iz vodozahvata na rijeci Krapini i to neposredno iz vodospreme 500 m^3 (pričuva za slučaj kada iz bilo kojeg razloga izostane dobava iz rijeke Krapine).

KTE 88 MW priključen je u mrežu HPT-a posredstvom kabela TK 59 i optičkog kabela, koji se granaju unutar prostora elektrane na dva kraka; prema upravnoj zgradi i prema zgradi strojarnice parnih turbina. KTE 88 MW je priključena i na HEP-ov interni bežični komunikacijski sustav.

3. GLAVNA POSTROJENJA NOVE ELEKTRANE

KTE 240 MW smjestit će se uz postojeći pogon KTE 88 MW(uz sliku 1), na mjestu gdje se sada nalaze dva spremnika loživog ulja 2x6500 m^3 (koji će se srušiti i koje će zamijeniti dva nova spremnika 2x9.000 m^3, na novoj lokaciji između dva industrijska kolosijeka željezničke pruge). Ukupna predviđena elektična izlazna snaga za ISO uvjete okoliša (15oC i 60% relativne vlage zraka) je 240 MW [2]. Osnovno gorivo je zemni plin, a rezervno ekstralako loživo ulje. U zemnom plinu nema sumpora, a sadržaj sumpora u loživom ulju je prosječno 0,5% (1% maksimalno). Elektrana će biti projektirana u skladu s hrvatskom regulativom zaštite okoliša, propisima i standardima te smjernicama World Bank iz rujna 1996. godine [7, 8].

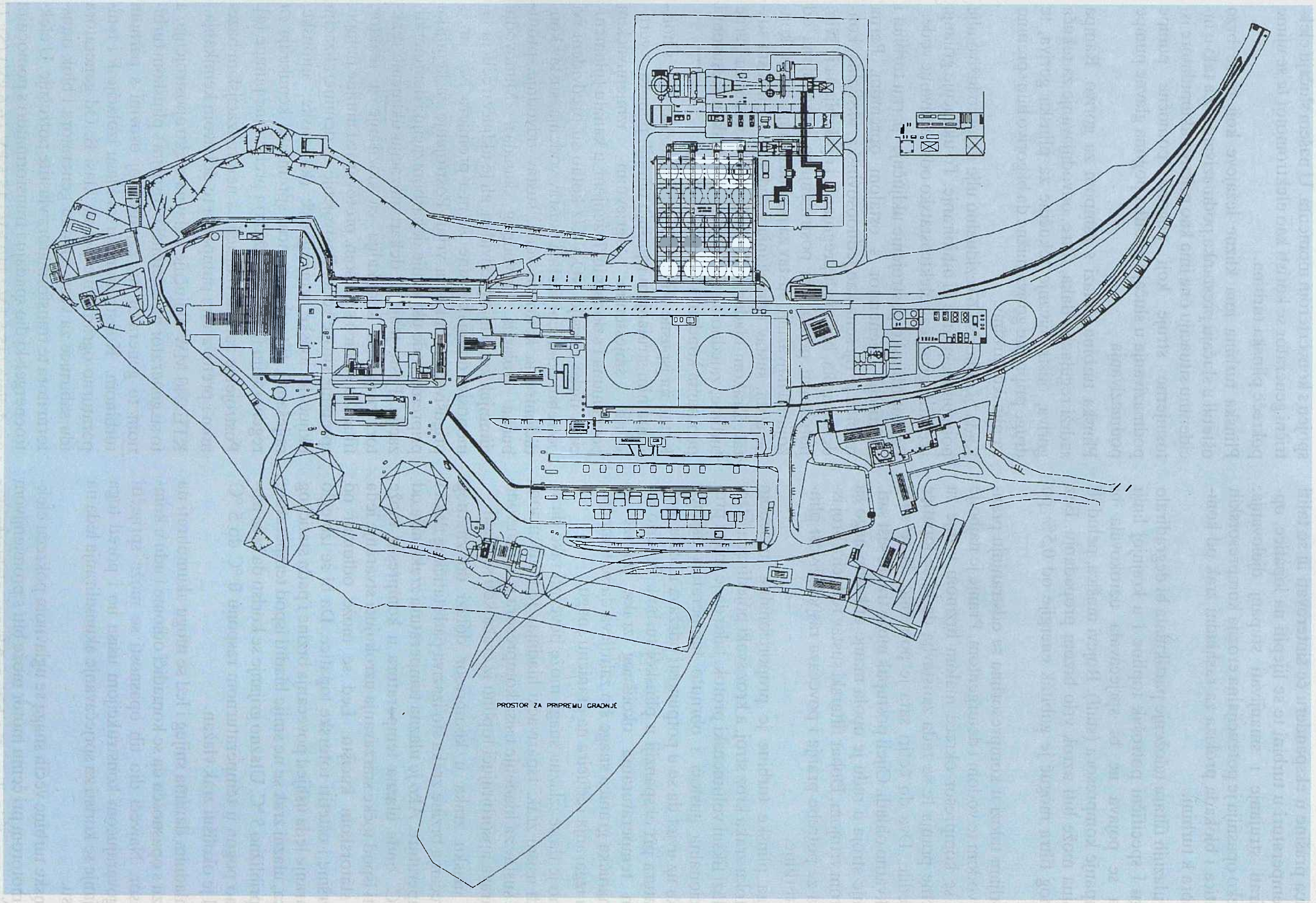
KTE 240 MW je kombi termoelektrana koja se osniva na plinskoj turbini snage 157 MW kojoj je prigrađena parna turbina snage 91 MW tako da je bruto snaga elektrane 248 MW. Uz vlastitu potrošnju od približno 8 MW izlazna ili neto snaga elektrane je 240 MW. Ispušna toplina dimnih plinova na izlazu iz plinske turbine, iskorištava se u kotlu na ispušne plinove, a proizvedena se para uvodi u parnu turbinu.

Zemni plin se dovodi rekonstruiranim VT distribucijskim plinovodom iz MRS Konjšćina. Sirova voda se dovodi iz novog vodozahvata na rijeci Krapini i služi za tehnološke svrhe i protupožarnu zaštitu. Sanitarna voda dovodi se iz Zagorskog vodovoda.

Plinskoturbinsko postrojenje je opremljeno svim potrebnim pomoćnim postrojenjima i uređajima od kojih su najvažnija: postrojenje za loženje zemnim plinom kao osnovnim gorivom, postrojenje za loženje loživim uljem kao pomoćnim gorivom, usis za dobavu zraka s prigušivačem buke, usisni filtar zraka s predhladnjakom isparavanjem, postrojenje za podmazivanje, filtriranje i hlađenje mazivog ulja, ispuh dimnih plinova s kompenzatorom, postrojenje za čišćenje kompresora, elektrohidraulički startni uređaj, sustav vođenja, sustav vatrozaštite, i dr. U komore izgaranja ugrađeni su plamenici tipa DLN (Dry Low NO_x), konstruirani za izgaranje plina i loživog ulja uz nisku emisiju NO_x, s injektiranjem vode kod izgaranja loživog ulja [3].

Razina buke što se širi iz usisa i ispuha plinske turbine premašuje dozvoljenu razinu buke te zahtijeva mjere koje će to spriječiti. Prigušivači se sastoje od izolacijskih kanala i panela napravljenih od materijala što apsorbiraju buku, a montirani su na povećanim presjecima usisa i ispuha. Troškovi i primjena prigušivača se smanjuje korištenjem prednosti nekih drugih mjera. Primjerice kotao na ispušne plinove (KIP) djeluje kao prigušivač s ukrutama i panelima na zidovima koji će sprječavati rezonanciju.

Okolni zrak sadrži čestice prašine. Dio prašine će se taložiti na lopaticama kompresora smanjujući tako stupanj djelovanja, a dio prašine će ući i u ekspander. Dio



Slika 1. Dispozicija elektrane 240 MW

čestica prašine u ekspanderu će sinterovati ili se taliti na temperaturi u turbini te se lijepiti na lopatice, opstruirati strujanje i smanjivati stupanj djelovanja. Daleko opasnija je potencijalna erozija kompresorskih lopatica i blokada prolaza za rashladni zrak od kompresora k turbini.

Bez ulaznih filtara taloženje partikulata bi degradiralo snagu i specifični potrošak topline i u krajnjoj liniji kada se pojava ne bi sprječavala uzrokovala bi pumpanje kompresora (stall). Rojevi mušica, pelud ili prašina može biti uzrok vrlo brzom propadanju. Bez radnog filtra moguć je gubitak energije od 0,5% po satu

Zaprljani talozi u kompresorima se odstranjuju pranjem vodom te vodom i detergentom. Pranje je najbolje kad se kompresor okreće malom brzinom vrtnje za vrijeme pranja te se tada zaustavlja da bi se lopatice iscijedile. Dva do četiri sata je potrebno da se stroj adekvatno ohladi. Cijeli postupak može trajati šest sati. Pranje stroja u radu je upola manje efikasno nego sa sporom vrtnjom. Dobar filtarski sustav reducira broj ispada za potrebe pranja i povećava raspoloživost plinske turbine.

Snaga plinske turbine je proporcionalna masenom protoku zraka kroz stroj, a kroz svaki pojedinačni stroj prolazi fiksni volumenski protok, tako da je snaga proporcionalna gustoći i obrnuto temperaturi usisnog zraka uz uvjet da se u potpunosti održava ulazna temperatura pri ekspanziji u plinskoj turbini. Pri vrlo niskim temperaturama okolišnog zraka postiže se mehanička granica snage što zahtijeva da se temperatura izgaranja reducira na graničnu snagu.

Jasno je da se izlazna snaga može povećati tako da se hladi usisni zrak. Isparivački hladnjak je konvencionalni sustav za hlađenje usisa kompresora u kojem voda isparava apsorbirajući toplinu iz zraka koji se hladi.

Pri ulasku zraka u kompresor dolazi do znatnog povećanja brzine zraka što izaziva pad statičkog tlaka i temperature. Ako je ulazna temperatura zraka niža od 5 oC onda ulazna temperatura u kompresor može pasti ispod točke smrzavanja uzrokujući stvaranje leda na statorskom kućištu. Led se može odlomiti od površine i oštetiti rotorske lopatice. Da bi se izbjeglo stvaranje leda uslijed povećanja brzine i pada statičkog tlaka, ulazni zrak se ne smije hladiti ispod temperature od približno 5 °C. Ulazno grijanje se koristi da bi se izbjegao pogon u temperaturnom rasponu 0 °C do 5 °C kad je okolišni zrak vlažan.

U hladnim danima snijeg i led se mogu akumulirati na ulazu s opasnošću da se komadići odlome i uđu u kompresor. Najveći dio tih opasnosti se može spriječiti odgovarajućom konstrukcijom usisa no i pored toga grijanje se koristi za sprječavanje akumuliranja leda na usisu.

Plinske turbine većih snaga se uglavnom pokreću elektromotorom pri čemu motor može biti s promjenjivom brzinom vrtnje ili može biti asinhroni elektromotor spojen s konverterom momenta. U našem slučaju električni generator se koristi kao elektromotor te se njime pokreće plinska turbina.

Plinska turbina ima klizne ležajeve koji bi se brzo oštetili u slučaju prestanka podmazivanja. Za takvu incidentnu situaciju ona ima kao pričuvu akumulatore istosmjerne struje koji pogone pomoćne pumpe podmazivanja u slučaju gubitka pogona glavne pumpe podmazivanja

Plinska turbina dolazi s rampom za gorivo. Rampa sadrži regulaciju tlaka, filtre, odvodnjavanje za tekuća goriva, odstranjivanje tekućine za plinska goriva, te druge pripreme goriva nužne da bi gorivo bilo spremno za plinsku turbinu.

Kada bi se koristilo rezidualno ulje ili teško loživo ulje potrebno je pranje ili inhibiranje. To uključuje grijanje i centrifugiranje ili elektrostatsko odstranjivanje vode.

Parnoturbinsko postrojenje uključuje parnu turbinu i električni generator s ostalom opremom. Parna turbina je riješena kao jednoosovinska, aksijalna, kondenzacijska, bez međupregrijanja i opskrbljena je svim potrebnim pomoćnim postrojenjima i uređajima od kojih su najvažniji; sustav za podmazivanje, sustav kondenzata, sustav upravljanja i vođenja, sigurnosni sustav. Zrakom hlađen kondenzator je u nastavku parne turbine, zajedno s pripadnim vakuumskim sustavom i pumpama kondenzata.

Kotao na ispušne plinove trotlačne koncepcije, s horizontalnim strujanjem ispušnih dimnih plinova, s vertikalno smještenim ogrjevnim izmjenjivačkim površinama i s dodatnim loženjem u kanalu (plamenicima niske emisije NO_x). Uz kotao su predviđeni svi potrebni pomoćni sustavi (sustav vođenja, sustav kondicioniranja kotlovne vode, sustav odvodnje, protubučna izolacija privodnog kanala). Mimovodni dimmjak kotla nije predviđen, ali je uključen čelični samonosivi dimnjak visine 70 m i promjera N5,2 m, s prigušivačem buke na vrhu. Postrojenje za kemijsku pripremu vode uključuje dekarbonizaciju i demineralizaciju. Postrojenje za dekarbonizaciju uključuje reaktor, pripremu kemikalija za doziranje u reaktor, filtarsku stanicu s prešom, pretovarne i muljne pumpe, spremnik sirove vode. Postrojenje za demineralizaciju uključuje ionske izmjenjivače (kationske, anionske, miješane), filtarsku stanicu, spremnike kemikalija za regeneraciju (kiselina, lužina) i pretovarne pumpe [4]. Postrojenje za neutralizaciju s neutralizacijskim bazenom i pretovarnim pumpama te dobavom kemikalija.

KTE 240 MW uključuje i glavna elektropostrojenja, a to su generator na zajedničkoj osovini s plinskom turbinom te generator na zajedničkoj osovini s parnom turbinom. Konstruirani su za klasu izolacije F i temperaturno ograničenje prema klasi B. Od generatora idu sabirnice za vezu između generatora i blok transformatora te transformatora vlastite potrošnje. U elektroenergetski dio spadaju i transformatori s pomoćnim uređajima (15,5 kV / 110 kV i 15,5 kV / 6,6 kV) (5). U

glavnom projektu bit će točno definirana: pomoćna postrojenja vlastite i opće potrošnje, dizelski agregat s pomoćnom opremom, uređaji istosmjernog napajanja, regulacija, mjerenja, zaštita i nadzor, kabeli i kabelski pribor, oprema opće potrošnje: rasvjeta, grijanje, ventilacija, uzemljenje, komanda postrojenja te telekomunikacijski sustav.

4. KOMBI PROCES - TERMODINAMIKA

Kombi proces je proračunat za zemni plin za ISO uvjete 1.014 bar, 15 °C, s relativnom vlažnošću zraka od 60%. Kombi proces postiže (uz sliku 2) :

Snaga plinske turbine	156 849 kW
Snaga parne turbine	91004 kW
Bruto snaga procesa	247853 kW
Neto snaga procesa	240 055 kW
Vlastita potrošnja	7798 kW
Gorivo u plinsku turbinu dov	1665 GJ/h
Gorivo u kanalni plamenik dov	60 GJ/h
Gorivo ukupno dov	1725 GJ/h
Specifični potrošak topline	7182 KJ/ kWh

Ulazni parametri u plinsku turbinu (zemni plin)

Maseni protok	(kg/s)	9.5
Tlak	(bara)	19
Temperatura	(°C)	120
Entalpija	(kJ/kg)	5718

Usis zraka u plinsku turbinu (prije isparnog hladnjaka)

Maseni protok	(kg/s)	504.2
Tlak	(bara)	1
Temperatura	(°C)	15
Entalpija	(kJ/kg)	49

Ulazni parametri u parnu turbinu (svježa para)

Maseni protok	(kg/s)	72.2
Tlak	(bara)	94
Temperatura	(°C)	504
Entalpija	(kJ/kg)	3390

Ispuh iz parne turbine (svježa para)

Maseni protok	(kg/s)	86.6
Tlak	(bara)	0.069
Temperatura	(°C)	39
Entalpija	(kJ/kg)	2242

Kombi proces je proračunat za ekstralako lož ulje za ISO uvjete 1.014 bar, 15 °C, s relativnom vlažnošću zraka od 60%. Kombi proces postiže (uz sliku 3):

Snaga plinske turbine	164 565 kW
Snaga parne turbine	83610 kW
Bruto snaga procesa	248175 kW
Neto snaga procesa	240 572 kW
Vlastita potrošnja	7603 kW
Gorivo u plinsku turbinu dov	1849 GJ/h
Gorivo u kanalni plamenik dov	0 GJ/h
Gorivo ukupno dov	1849 GJ/h
Specičfini potrošak topline	7686 kJ/ kWh

Ulazni parametri u plinsku turbinu (ekstralako lož ulje)

Maseni protok	(kg/s)	12.1
Tlak	(bara)	3
Temperatura	(°C)	25
Entalpija	(kJ/kg)	0

Usis zraka u plinsku turbinu (prije isparnog hladnjaka)

Maseni protok	(kg/s)	502.5
Tlak	(bara)	1
Temperatura	(°C)	15
Entalpija	(kJ/kg)	49

Ulazni parametri u parnu turbinu (svježa para)

Maseni protok	(kg/s)	67.5
Tlak	(bara)	88
Temperatura	(°C)	504
Entalpija	(kJ/kg)	3397

Ispuh iz parne turbine (svježa para)

Maseni protok	(kg/s)	74.1
Tlak	(bara)	0.057
Temperatura	(°C)	36
Entalpija	(kJ/kg)	2235

Proračuni proizvođača opreme te američkog projektanta pokazuju da u smislu mehaničke otpornosti i stabilnosti strojevi i postrojenja zadovoljavaju kako prije navedene američke standarde i zahtjeve tako i hrvatske što će biti detaljno elaborirano u glavnom projektu.

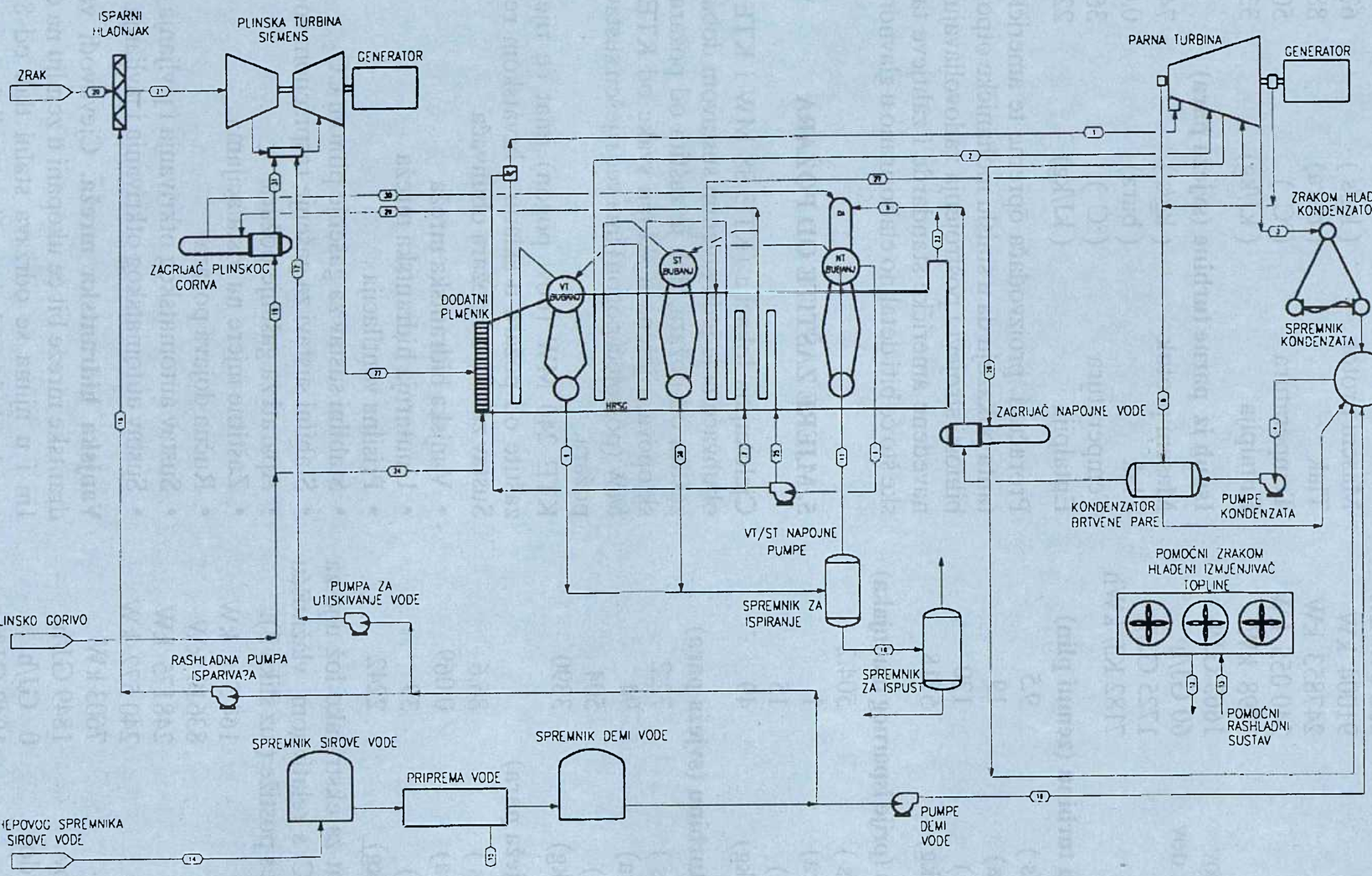
5. MJERE ZAŠTITE OD POŽARA

Cjelokupna lokacija (KTE 88 MW i KTE 240 MW) obuhvaćena je jedinstvenim sustavom dobave vode za zaštitu od požara, dok je zaštita od požara pojedinih sklopova, riješena u sklopu svake od KTE. KTE 88 MW (postojeći pogon) ima već riješen sustav zaštite od požara.

KTE 240 MW (novi pogon) imat će riješen sustav zaštite od požara u skladu s hrvatskom regulativom. Sustav zaštite od požara obuhvaća

- Vanjska hidrantska mreža
- Unutarnja hidrantska mreža
- Prisilna ventilacija
- Stabilni sustav za gašenje plinom CO_2
- Stabilni sustavi za gašenje raspršenom vodom
- Aparati za gašenje požara
- Zaštitne mjere na instalacijama
- Ručna dojava požara
- Sustav automatskog otkrivanja i javljanja požara
- Sustav automatskog otkrivanja i javljanja plina

Vanjska hidrantska mreža. Cjevovodi vanjske hidrantske mreže bit će ukopani u zemlju na dubini oko 1m i u njima se održava stalni tlak od 8 bara. Na vanjskoj hidrantskoj mreži postavljaju se nadzemni hidranti. Udaljenosti između dva hidranta iznosi manje

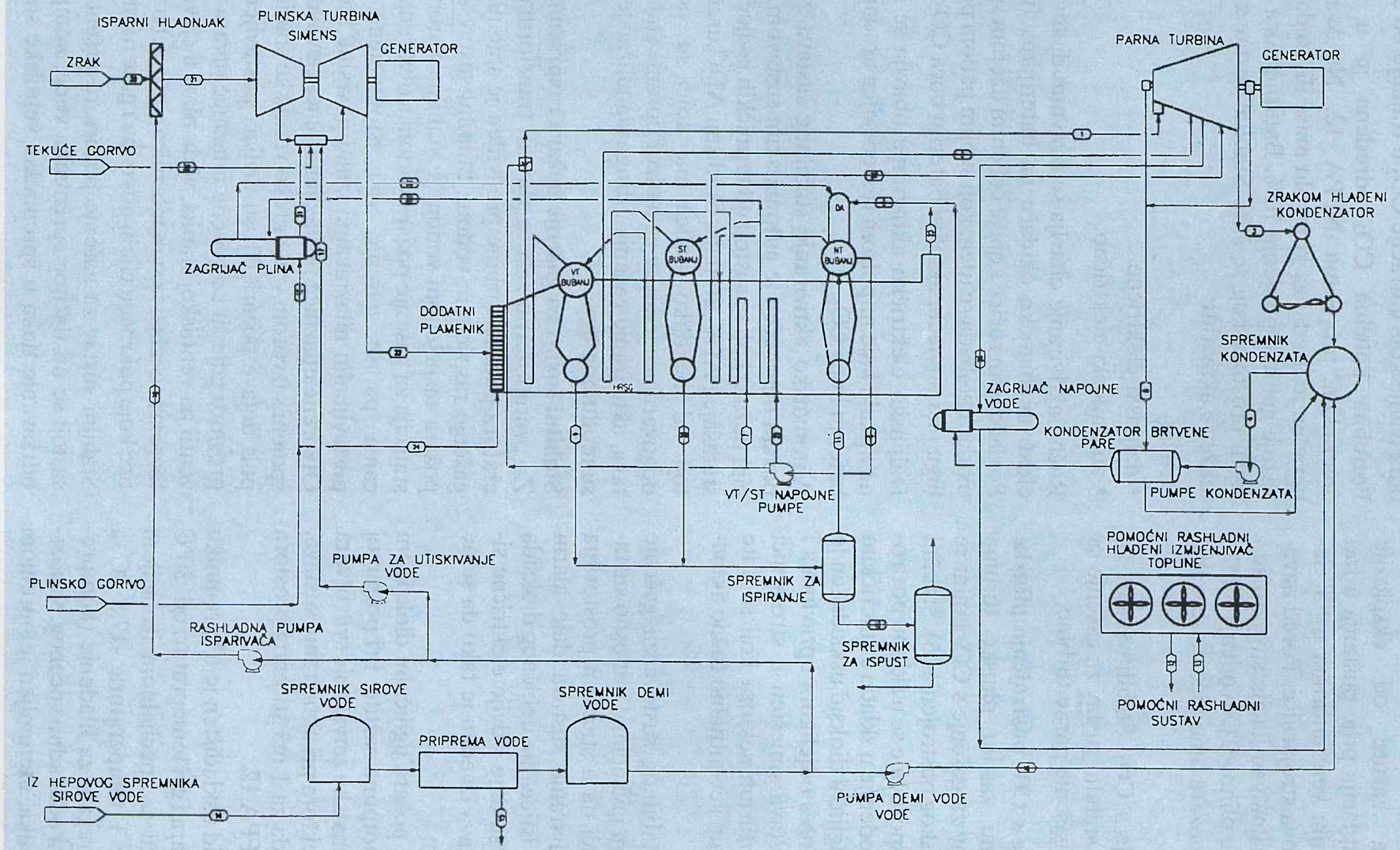


OPĆE NAPOMENE

OKOLIŠNI TLAK	1.014 bara
OKOLIŠNA TEMPERATURA	15°C
RELATIVNA VLAŽNOST	60%
SNAGA PLINSKE TURBINE	156,849 kW
SNAGA PARNE TURBINE	91,004 kW
BRUTO SNAGA	247,853 kW
STANIČNA SNAGA	7,798 kW
NETO SNAGA	240,055 kW
GORIVO U PLINSKU TURBINU DOV	1,665 GJ/hr
GORIVO U KANALNI PLAMENIK DOV	60 GJ/hr
GORIVO UKUPNO DOV	1,724 GJ/hr
SPECIFIČNI POTROŠAK TOPLINE	7,182 kJ/kW-HR

STRUJANJE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
MASENI PROTOK (kg/sec)	72.2	10.5	86.6	87.4	87.4	92.5	72.8	0.2	0.5	0.4	0.2	206.4	206.4	1.2	0.1	0.4	0.0	0.7	9.5	504.2	505.0	514.5	514.8	0.3	19.7	–	4.2	0.1	9.1	9.1	9.5	
TLAK (bara)	94	18	0.069	7	5	4	132	91	100	4	4	3	1	3	1	1	3	3	–	1	1	1	1	3	26	–	3	19	19	19	31	
TEMPERATURA (°C)	504	262	39	39	128	139	142	503	311	139	139	37	43	15	15	15	15	15	25	15	12	549	68	25	140	–	213	211	202	149	120	
ENTALPIJA (kJ/kg)	3390	2939	2242	163	537	586	605	3390	1409	586	2731	156	179	63	63	63	63	63	–	49	49	–	–	–	591	–	2890	900	860	628	5718	

Slika 2. Shema tokova – loženje plinom



OPĆE NAPOMENE

OKOLIŠNI TLAK	1.014 bara
OKOLIŠNA TEMPERATURA	15°C
RELATIVNA VLAŽNOST	60%
SNAGA PLINSKE TURBINE	164,565 kW
SNAGA PARNE TURBINE	83,610 kW
BRUTO SNAGA	248,175 kW
STANIČNA SNAGA	7,798 kW
NETO SNAGA	240,572 kW
GORIVO U PLINSKU TURBINU DOV	1,849 GJ/hr
GORIVO U KANALNI PLAMENIK DOV	0 GJ/hr
GORIVO UKUPNO DOV	1,849 GJ/hr
SPECIFIČNI POTROŠAK TOPLINE	7,686 kJ/kW-HR

STRUJANJE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
MASENI PROTOK (kg/sec)	67.5	12.0	74.1	85.8	85.8	80.1	68.0	0.2	0.5	0.4	0.2	206.4	206.4	14.6	1.3	0.4	12.1	0.7	–	502.5	503.2	527.6	527.6	0.0	12.1	11.1	5.9	0.1	0.0	0.0	–	12.1
TLAK (bara)	88	18	0.057	8	6	5	123	86	94	5	5	3	1	3	1	1	3	3	–	1	1	1	1	3	21	–	3	19	21	21	–	3
TEMPERATURA (°C)	504	258	36	36	153	153	156	503	307	153	153	37	43	15	15	15	15	15	–	15	12	547	137	25	154	132	206	209	154	–	–	25
ENTALPIJA (kJ/kg)	3397	2932	2235	149	646	646	663	3397	1381	646	2749	156	179	63	63	63	63	63	–	49	49	–	–	–	649	–	2879	895	649	–	–	0

Slika 3. Shema tokova – loženje uljem

od 80 m (2). Razmještaj hidranta omogućuje gašenje objekta s najmanje dva hidranta.

Unutarnja hidrantska mreža. Međusobni razmak između dva unutarnja hidranta manji je od 30 m, a raspoređeni su tako da se požar može gasiti s dva hidranta. Na cjevovodima unutarnje hidrantske mreže postavljaju se unutarji hidranti u zidne hidrantske ormariće sa svom potrebnom opremom. Zidni hidrantski ormarići postavljeni su na visini 1,5 m od poda i označeni propisanom oznakom za hidrant U ormariću se postavlja tlačna savitljiva cijev dužine 15 m s mlaznicom promjera 12 mm.

Ventilacija. Kao mjera zaštite od eksplozije predviđena je prisilna ventilacija prije puštanja u rad plinske turbine s ugrađenim ventilatorima u "S" izvedbi i odvodom iznad krova strojarnice. Pored navedenog predviđena je i prisilna ventilacija strojarnice i kotlovnice kotla na ispušne plinove. Odvođenje dima i topline nastalih u slučaju požara omogućit će se ventilacijskim otvorima.

Stabilni sustav za gašenje s CO_2. Stabilni sustav za gašenje s CO_2 se dijeli na stabilni sustav za gašenje sa CO_2 plinske turbine te za gašenje parne turbine.

Stabilni sustav za gašenje s CO_2 postrojenja plinske turbine. Za protupožarnu zaštitu plinske turbine predviđen je stabilni sustav za gašenje s CO_2 kojim se štite moduli plinskoturbinskog postrojenja (6). Stabilni sustav za gašenje sa CO_2 isporučuje se u sklopu postrojenja plinskih turbina i izveden je u skladu s američkim propisima NFPA12 (4). Ugljični dioksid uskladišten je u spremniku koji je zajedno s odjeljkom upravljanja i kontrolnim odjeljkom sustava smješten u strojarnici plinskih turbina izvan požarnih sektora koji se štite tako da je omogućen pristup i eventualno ručno aktiviranje.

Detekcija i aktiviranje stabilnog sustava za gašenje požara vrši se automatskim javljačima, odnosno sustavom dojave požara Budući da u štićenim prostorima mogu boraviti ljudi, aktiviranje sustava daje alarm (zvučni i optički) i odlaže istjecanje ugljičnog dioksida 10 do 30 sekundi. Alarm se daje s dvije električne sirene. Alarm prorade sustava izveden je tako da se ne može nehotice isključiti.

Stabilni sustav za gašenje požara ugljičnim dioksidom predviđen je kao sustav potpune zaštite. Pri potpunoj zaštiti predviđeno je automatsko zatvaranje svih otvora na granicama požarnog sektora pri aktiviranju sustava. Količina ugljičnog dioksida za 1 m3 štićenog prostora određena je u skladu s NFPA 12.

Pothlađeni ugljični dioksid uskladišten je u spremniku pod tlakom od 15 do 25 bara i pri temepraturi od -30°C do -10 °C . U spremniku sa specijalnom izolacijom radni tlak je 20,68 bar i temperatura -17,8 °C a održavaju se pomoću agregata za hlađenje (kompresora). Spremnik je izrađen od hladno vučenog, sitnozrnatog konstrukcijskog čelika. Opremljen je opremom za mjerenje razine punjenja i pražnjenja, alarmiranje, dvostrukim sigurnosnim ventilima, sigurnosnim ueđajima za porast temperature i priključčima za punjenje i pražnjenje.

Startanje stabilnog sustava za gašenje ugljičnim dioksidom predviđeno je dvozonskim sustavom automatskih javljača požara. Pored automatskog startanja sustava predviđeno je i ručno startanje izvan štićenog prostora.

Za protupožarnu zaštitu generatora parne turbine predviđen je stabilni sustav za gašenje s CO_2. Uređaj za gašenje sastoji se od dvije baterije boca CO_2, od kojih jedna služi za početno gašenje požara, a druga za održavanje koncentracije CO_2 u trajanju od 20 min.

Potrebna količina CO_2 određena je u skladu s američkim propisima NFPA 12. Na svakoj boci ugrađen je uređaj za kontrolu mase ili uređaj koji pokazuje gubitak punjenja 10%. Baterije boca nalaze se izvan prostora koji se štiti. Stabilni sustav za gašenje može se aktivirati:

- ručno
- daljinski-električno
- automatski-električno.

Ručno aktiviranje obavlja se izravnim djelovanjem na elektromehaničke okidače na baterijama boca CO_2. Povlačenjem ručice koja je čeličnim užetom spojena na okidač oslobađa se uteg, koji svojim padom povlači polugu i na taj način aktivira bateriju boca CO_2.

Daljinsko električko aktiviranje obavlja se pritiskom na tipkalo koje impulsom iz središnjeg uređaja aktivira bateriju boca CO_2.

Automatsko aktiviranje stabilnog sustava za gašenje požara omogućen je automatskim sustavom za detekciju požara koji se sastoji od termičkih javljača požara i središnjeg ADC uređaja. Središnji ADC uređaj se sastoji od nekoliko polica na koje su postavljene odgovarajuće jedinice za nadzor opreme stabilnog sustava, aktiviranje gašenja i druge signalizacije. Jedinice su modulnog tipa.

Stabilni sustav za gašenje požara raspršenom vodom. Za protupožarnu zaštitu glavnih transformatora generatora plinske turbine predviđen je stablni sustav za gašenje raspšenom vodom. Stabilni sustav za gašenje požara raspršenom vodom je stabilna automatska instalacija za gašenje požara vodom s otvorenim mlaznicama pa se gašenje vrši istovremeno sa svim postavljenim mlaznicama iznad površine koja se štiti. Otvorene mlaznice postavljene su na cjevovode koji su spojeni s izvorom vode preko ventilske stanice. Na impuls dojave požara čiji su javljači postavljeni u istom prostoru gdje su i otvorene mlaznice,otvara se Deluge ventil na ventilskoj stanici, voda ulazi u cjevovode i istovremeno izlazi iz svih mlaznica, raspršena u fine čestice koje pokrivaju cijelu površinu i gase nastali požar .

Stabilni sustav za gašenje požara raspršenom vodom sastoji se od tlačnog spremnika vode, kompresora za održavanje tlaka u spremniku, ventilske stanice, raz-

vodnog cjevovoda, cjevovoda s mlaznicama, javljača požara i vatrodojavne centrale.

Tlačni spremnik je opremljen sigurnosnim ventilom, uređajima za kontrolu razine vode i tlaka i svim potrebnim priključcima. Kompresor održava stalni tlak u spremniku u granicama 9,5 do 10 bar. Tlak vode na najnepovoljnijoj mlaznici iznosi 2 bara.

Količina vode u spremniku određena je u skladu s američkim propisima NFPA 15 te je dostatna za trajanje gašenja od 10 min na glavnom transformatoru. Stabilni sustav za gašenje može se aktivirati:

- ručno
- poluautomatski
- automatski.

Ručno aktiviranje obavlja se izravnim otvaranjem ručnog ventila koji je ugrađen na DELUGE ventilu. Poluautomatsko aktiviranje obavlja se tipkalom ručnog aktiviranja koji je postavljen uz transformator. Automatsko aktiviranje obavlja se pomoću termomaksimalnih javljača požara ugrađenih kod transformatora koji proslijede signal na vatrodojavnu centralu.

Nakon aktiviranja otvara se DELUGE ventil i instalacija dolazi pod tlak vode iz tlačnog spremnika.

Vatrogasni aparati

- postavljaju se u blizini opasnih mjesta na uočljivim i lako pristupačnim mjestima,
- poželjno je da se smjeste u zajednički ormarić koji bi sadržavao hidrantski ormarić (iznad) i dva jedinična aparata (ispod)
- međusobna udaljenost aparata neće biti veća od 20 m

Zaštitne mjere na instalacijama instalacije klimatizacije, ventilacije i grijanja. Svi ventilacijski kanali koji vode iz požarnih sektora koji se štite stabilnim sustavima za gašenje požara ugljičnim dioksidom izvedeni su plinotijesno, iz negorivih materijala s ispustom jedan metar iznad krova zgrade strojarnice. Svi prodori kanala kroz granice požarnog sektora opremljeni su protupožarnim zaklopkama klase T30 koji je aktiviran na dva načina: stabilnim sustavom dojave požara i lokalno pomoću termomaksimalnog okidača. Zaklopke se aktiviraju termičkim okidačem ukoliko temperatura u kanalu bude viša za 27°C od maksimalne temperature. Uz svaku zaklopku osiguran je servisni otvor za njeno resetiranje i održavanje.

Elektroinstalacije. U prostorima koji se štite stabilnim sustavima za gašenje požara ugljičnim dioksidom sve elektroinstalcije opreme dojave požara, rasvjete i nužne rasvjete i ventilacije su u "S" izvedbi. Krovni ventilatori za odvod zraka iz zgrade postrojenja plinskih turbina su u "S" izvedbi. Između faznih vodiča i uzemljenja postavljeni su odvodnici prenapona koji su postavljeni izvan ugroženog prostora (što dalje od plinskih instalacija). Sve električne instalacije koje prolaze kroz granice požarnih sektora zaštićene su protiv požara tako da je njihov prodor nakon polaganja instalcija za brtvljenje smjesom vatrootpornosti u klasi zida kroz kojeg prolaze, a sami kabeli zaštićeni protupožarnom smjesom na dužini od jednog metra s obje strane granice požarnog sektora u klasi vatrootpornosti zida kroz kojeg prolaze. Napajanje električnom energijom izvedeno je tako da za svaki požarni sektor postoji sklopka izvan požarnog sektora kojom se može isključiti napajanje istog električnom energijom kada u njemu dođe do pojave požara. Za svaki požarni sektor predviđen je posebni razvodni ormarić za napajanje električnom energijom. Predviđene su zaštitne mjere na svim električkim instalacijama, metalnim masama (uzemljenje, zaštita od previsokog napona dodira). U visokonaponskim postrojenjima nije dozvoljeno gašenje požara pod naponom, već se prije početka gašenja postrojenja mora isključiti.

Sustav automatskog otkrivanja i javljanja požara (vatrodojavna oprema). U tehnološkim cjelinama su raspoređeni vatrodojavnici u dvije međusobno nezavisne električke petlje. Vatrodojava modula plinskih turbina (moduli agregata i moduli goriva) i stabilni sustav za gašenje s CO_2 navedenih modula su dio paketa koji isporučuje G.E. Vatrodojavni sustav se sastoji od automatskih analognoadresabilnih javljača, automatskih binarnih javljača, prilagodnih naprava, ručnih javljača, dojavnika CO_2 i vatrodojavne centrale. Automatski vatrodojavnici su osjetila prekoračenja zadane temperature ili optičkog tipa, i ne predstavljaju opasnost za posadu.

Sustav automatskog otkrivanja i javljanja plina. Sustav plinodojave osigurava nadzor koncentracije eksplozivnih i zagušljivih plinova u Strojarnica plinskih turbina (CO_2, zemni plin), Kotlovnica (CO_2, zemni plin), Plinska stanica (zemni plin). Plinodojava modula plinskih turbina (moduli agregata i moduli goriva su dio paketa koji isporučuje G.E. Njihovi signali u obliku slobodnih bezpotencijalnih kontakata ulaze u cjelokupni sustav plinodojave. Nadzor koncentracije CO_2 u kotlovnici je istodobno i funkcionalni dio vatrodojavnog sustava. U tehnološkim cjelinama su raspoređeni plinodojavnici, koji, sa mjernim pojačalima koncentracije plina smještenim u centralnoj komandi, generiraju strujni signal proporcionalan koncentraciji zemnog plina odnosno CO_2. Prekoračenjem zadanih vrijednosti koncentracije zemnog plina, aktiviraju se dojavne naprave u centralnoj komandi i nadziranim tehnološkim cjelinama, te se bilježe na kronološkom registratoru događaja KKE .

Prostori, gdje postoji mogućnost pojave zemnog plina, su određeni kao grupa plinova II A, temperaturni razred T1/T2, zone 1 i 2.

Primijenjene vrste protueksplozijske zaštite su :

- samosigurnost
- neprodorni oklop
- povećana sigurnost.

Prostori, gdje postoji mogućnost pojave para tekućeg goriva, su određeni kao

- grupa plinova II A, temperaturni razred T3, zone 1 i 2.

Mjerni krug koncentracije plina se sastoji od davača i središnje jedinice s napravama za prikaz i obradbu mjernih signala. Davači koncentracije zemnog plina su smješteni u masivna kućišta od nehrđajućeg čelika, IP54, vrste " Neprodorni oklop ". Trožičnim kabelom spojeni su na središnji uređaj koji se sastoji od okvira s matičnom pločom, prostora za utične module pojedinačnih mjernih kanala, te modulom potvrde.

Dojavna oprema podržava sustav plinodojave. Dijeli se na dvije skupine; dojava u tehnološkim cjelinama (strojarnica, kotlovnica, plinska stanica - u redovnom radu prostor bez osoblja), i dojava u prostoru centralne komande (jedini prostor sa trajnom posadom).

Dojavne naprave u tehnološkim cjelinama uočljivo, jednoznačno i pouzdano upozoravaju osoblje na opasnosti.

Električko napajanje osigurava normalan rad sustava i 72 sata nakon prekida mrežnog napajanja zgrade centralne komande. Sastoji se od mrežnog ispravljača i akumulatorske baterije. Akumulatori su pogodni za smještaj u relejni prostor, ispuštanje vodika je minimalno, ne generiraju eksplozijski ugroženi prostor. Kod dugotrajnih nestanka mrežnog napajanja, moguće je ručno prebaciti napajanje mrežnog ispravljača na razdjelnik pričuvnog dizelskog generatora.

6. ZAKLJUČNO O MJERAMA ZAŠTITE NA RADU, OKOLIŠU

Postrojenje će biti izvedeno tako da se uzmu u obzir sve zakonske odredbe zaštite na radu u Republici Hrvatskoj. Pri projektiranju postrojena uzet će se u obzir:

- zaštita od atmosferskih utjecaja,
- da su stubišta, penjalice, ograde, galerije, prilazi i prolazi izgrađeni tako da omogućuju normalan rad i da osiguravaju osoblje pri uporabi,
- zaštita od visokog napona i struje (uključujući i uzemljenje),
- zaštita od direktnog i indirektnog dodira,
- gromobranska zaštita (zaštita od atmosferskih pražnjenja),
- zaštita radnika od buke, toplinskih i kemijskih utjecaja.

Pri pogonu postrojenja osigurat će se u skladu s propisima:

- osobna sredstva zaštite radnika,
- organizacija radnih zadataka, tehnologija rada i radno vrijeme,
- sredstva za rad (alati i naprave, uređaji, mehanizacija).

Program praćenja stanja okoliša (7.)(monitoring) uključuje slijedeće elemente:

1	*Program praćenja emisije kroz dimnjak* Kontinuirano praćenje za vrijeme rada postrojenja. Mjeri se: NOx, O_2, temperatura
2	*Program praćenja kakvoće tekućeg goriva* Analizira se triput godišnje, za vrijeme rada postrojenja. Prati se: sumpor
3	*Program praćenja kakvoće okolišnjeg zraka* Provodi se tijekom tri godine (jednu godinu tijekom posljednje godine izgradnje i dvije godine za vrijeme rada postrojenja). Mjeri se: NOx
4	*Program praćenja razine buke pri radu postrojenja* Provodi se kvartalno tijekom prve godine rada postrojenja.
5	*Program praćenja kakvoće otpadnih voda* Provodi se kvartalno za vrijeme rada postrojenja.

Praćenje kakvoće zraka izvan elektrane provest će se na dvije lokacije:

- prva lokacija je u predjelu sela Hrkci

Smještena je sjeveroistočno od elektrane i zračne je udaljenosti približno 1 km. Smještaj joj je nedaleko zadnjih kuća istočnog ogranka sela, na padini okrenutoj ka elektrani, u blizini uočljivog poljskog puta.

- Druga lokacija je u predjelu vikend-naselja Rogari.

Smještena je južno od elektrane, zračne udaljenosti približno 4 km. Smještaj joj je na potezu od kuća uz poljski put, do novih vikend-kuća na padinama okrenutih prema sjeveru (elektrani).

Stručnim tumačenjem mjernih podataka prikupljenih na ovim lokacijama, moguće je zaključivati o razini onečišćnja u zonama potencijalno najvećeg utjecaja elektrane.

7. LITERATURA

[1] ELEKTROPROJEKT Inženjering d.d. "KTE Jertovec i distribucijski plinovod" Elaborat, Z3-C32.00.01.S01.0, Zagreb ožujak 1998.

[2] ELEKTROPROJEKT Inženjering d.d. "KTE Jertovec" Idejni projekt, Z3-C32.00.01.S01.0, Zagreb 1999.

[3] M. A. ELMASRI i R.W. FOSTER-PEGG, "Design of Gas Turbine Combined Cycle and Cogeneration Systems" Firenca 1995.

[4] ELEKTROPROJEKT Inženjering d.d., "KTE Jertovec - dobava sirove vode za KTE Jertovec" Elaborat Y3-C36.00.01.S01.0, Zagreb ožujak 1988.

[5] RAVEL d.o.o "Programska skica za rekonstrukciju 110 kV rasklopnog postrojenja u KTE Jertovec" Elaborat, ožujak 1988. Zagreb

[6] "Pravilnik o teh. normativima za stabilne uređaje za gašenje požara ugljičnim dioksidom" Sl. list 31/89

[7] EKONERG HOLDING d.o.o. "Konačna studija o utjecaju na okoliš KB Jertovec 3" Studija H-040, travanj 1988. godine

[8] "Vrednovanje i održivo korištenje bioloških dobara jezera Bajer i susjednog područja" Studiju je izradio: Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Biološki odsjek, Zoologijski zavod, 1999.

TECHNICAL CHARACTERISTICS OF JERTOVEC 240 MW IPP CCPP

The paper describes the Jertovec 240 MW Combined Cycle Power Plant - CCPP - the first power plant in Croatia to be built as an Independent Power Producer (IPP) model. In June 1999 the Croatian National Electricity - HEP - and the US corporation ENRON concluded an Agreement on Capacity and Tooling. The paper does not discuss the IPP model but the technical aspects of the new plant as well as the introduction of the new plant into the Croatian technical regulations and laws applied to the construction of such a plant. Included is a technical analysis of the incorporation of the new plant into the old one as well as their interconnecting, with special emphasis on the fire and explosion, and noise and health protection.

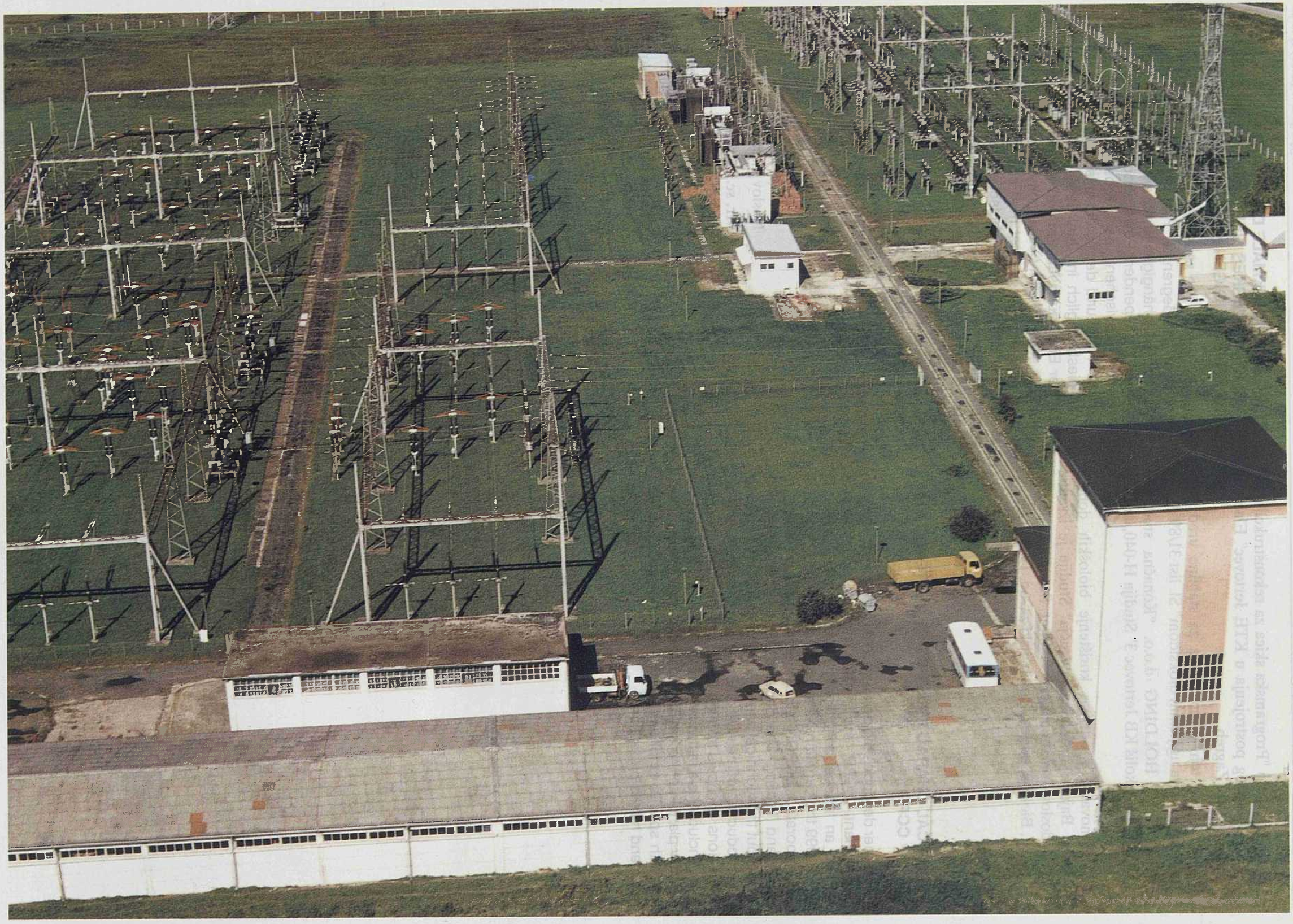
TECHNISCHE MERKMALE DES 240 MW KOMBI-KRAFTWERKES "JERTOVEC" IM EIGENTUM EINES UNABHÄNGIGEN KRAFTWERKBETREIBERS

Im Aufsatz ist das 240 MW Kombi-Kraftwerk "Jertovec" -Unternehmen mit begrenzter Haftung- als erstes nach der Muster des "unabhängigen Kraftwerkbetreibers" (nach dem englischen: "Independent Power Producer"-IPP) in Kroatien beshrieben. Zwischen der Kroatischen Verbundgesellschaft "HEP" und der amerikanischen Firma "ENRON" wurde diesbezüglich im Juni 1999 ein Vertrag über die Pacht der Erzeugungsanlage und Verarbeitung des Energieträgers sogenn. CTA (= Capacity & Tooling Agreement) abgeschlossen. Hier befasst man sich nicht mit dem IPP-Model, sondern mit rein technischem Gesichstpunkt des neuen Kraftwerkes und seiner Übereinstimmung mit kroatischen technishen Regeln und Gesetzen die beim Bau solcher Kraftwerke ihre Anwendung finden. Von demselbenn Gesichtspunkt wird die Eingliederung des neuen Kraftwerkes in die bestehende Anlage und die Koppelung bestehender und neuer Objekte betrachtet. In Betracht wurden besonders der Feuer-, Explosions-, Lärm- und Arbeitsschutz gezogen.

Naslov pisca:

Mr. sc. Miroslav Šander
Elektroprojekt
Alexandera von Humboldta 4
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis
2000-01-25.



ZAKON O DOPUNAMA ZAKONA O ELEKTROPRIVREDI

Dopuna Zakona o elektroprivredi (Narodne novine broj 31/90., 47/90., 26/93. i 78/94.) odnosi se na dopunu u članku 5 i 6.

- U članku 5 dodaje se novi stavak sa slijedećim tekstom: **"Tehničke propise koji se odnose na temeljne zahtjeve u svezi s objektima /postrojenja i vodovi) elektroenergetskog sustava, a kojima se utvrđuju značajke koje bitno utječu na život, sigurnost i zdravlje ljudi, te na zaštitu potrošača električne energije, donosi ministar gospodarstva uz prethodno mišljenje ministra prostornog uređenja, graditeljstva i stanovanja, ministra zdravstva te ravnatelja Državnog zavoda za normizaciju i mjeriteljstvo i Državne uprave za zaštitu prirode i okoliša."**
- Iza članka 6 dodaje se novi član 6a koji glasi: " **Za obavljanje elektroprivredne djelatnosti nije potrebna koncesija, osim ako je za obavljanje elektroprivredne djelatnosti korištenjem prirodnih dobara, za koje je zakonom određeno da su od interesa za Republiku Hrvatsku, posebnim zakonom, propisana obveza stjecanja koncesije."**

SBK

SLUŽBENA ISKAZNICA I ZNAK ELEKTROENERGETSKOG INSPEKTORA

Glavni inspektor Državnog inspektorata donio je **Pravilnik o obrascu službene iskaznice i izgledu znaka gospodarskog inspektora, rudarskog i elektroenergetskog inspektora te inspektora rada i posuda pod tlakom** koji je objavljen u Narodnim novinama broj 105 od 13. listopada 1999. godine.

Pravilnikom se propisuje obrazac službene iskaznice i izgled znaka kojeg nosi osim ostalih i elektroenergetski inspektor u Državnom inspektoratu kao i način njihovog izdavanja i .

Obrazac službene iskaznice kao i znak tiskani su u Pravilniku. Nositelj ove iskaznice ovlašten je u okviru svoje nadležnosti obavljati nadzor nad primjenom i izvršavanjem propisa od strane pravnih i fizičkih osoba, pogledati poslovne prostorije, proizvode, uređaje, opremu i poslovnu dokumentaciju, privremeno oduzeti predmete te utvrditi identitet fizičkih osoba.

Znak je izveden od metala. Podloga je mesingana, a aplikacija sjajno niklana. Veličina znaka je 60 x 55 mm. "Državni inspektor" ispisano je na plavoj pozadini.

Danom stupanja na snagu ovog Pravilnika prestaje vrijediti Pravilnik o iskaznici elektoenergetskog inspektora, objavljen u Narodnim novinama, broj 62/91.

SBK

PRAVILNIK O GRANICAMA IZLAGANJA IONIZIRAJUĆIM ZRAČENJIMA

U listopadu 1999. godine donesen je **Pravilnik o granicama izlaganja ionizirajućim zračenjima te o uvjetima izlaganja u posebnim okolnostima i za provedbe intervencija u izvanrednom događaju.** Pravilnik je objavljen u Narodnim novinama, broj 108 od 20. listopada 1999. godine. Donošenje ovog Pravilnika utvrđeno je Zakonom o zaštiti od ionizirajućeg zračenja (Narodne novine, broj 27/99).

U članku 2 Pravilnika utvrđeni su opći pojmovi koji se koriste u području ionizirajućeg zračenja.

Tako je **radionukleid** definiran kao vrsta atoma koji zbog svoje trajne nestabilnosti teži spontanom prijelazu u stabilno stanje ili u drugu vrstu nukleida uz oslobađanje energije ili čestica tijekom prijelaza.

Slijedi definicija **apsorbirane doze ionizirajućeg zračenja D** kao omjer energije i mase kojoj je prolazom zračenja ta energija pridijeljena. Jedinica apsorbirane doze jest **džul po kilogramu (J kg^{-1})** i zove se **grej** (oznaka **Gy**): **1Gy = 1 J/kg.**

Ekvivalentna doza u tkivu H umnožak je srednje apsorbirane doze u tkivu i težinskog koeficijenta zračenja, čije vrijednosti su prikazane u tablici 1 Pravinika. **Jedinica ekvivalentne doze** je **džul po kilogramu (Jkg^{-1})** i zove se **sivert** (oznaka **Sv**).

Efektivna doza E je zbroj umnožaka ekvivalentne doze u tkivu T i odgovarajućeg težinskog koeficijenta čije su vrijednosti prikazane u tablici 2. **Jedinica efektivne doze** je **sivert (Sv).**

Akcijska razina utvrđena je kao iznos doze ili koncentracije aktivnosti kod koje se mora obvezno početi provedba intervencije.

Aktivnost radioaktivne tvari je broj spontanih prijelaza iz jednog stanja energije u druga energetska stanja u jezgrama atoma te tvari u nekom vremenskom razdoblju. **Jedinica aktivnosti** je **jedan prijelaz u sekundi (S^{-1}) i** zove se **bekerel** (oznaka **Bq**).

U člancima 3 do 9 navedene su doze za djelatnike koji obavljaju djelatnost s ionizirajućim zračenjem. U članku 7 prikazane su vrijednosti ozračenja za osobe koje ne rade s izvorima ionizirajućeg zračenja. Ozračenje ne smije biti više od :

- **efektivna doza** do **1 mSv** u jednoj godini
- u posebnim okolnostima **efektivna doza** do **5 mSv** u jednoj godini s tim da u pet uzastopnih godina prosječna doza ne bude veća od **1mSv** za svaku pojedinu godinu
- **ekvivalentna doza za očne leće** do **15 mSv** u jednoj godini i
- **ekvivalentna doza za kožu** do **50 mSv** u jednoj godini.

U članku 9 prikazan je matematički izraz za određivanje stupnja zračenja osobe.

Članak 10 utvrđuje očekivane doze po jedinici aktivnosti za gutanje i udisanje za pojedine radionukleide čije vrijednosti su navedene u tablicama 3, 4 i 5 Pravilnika.

Člankom 11 utvrđene su efektivne doze u slučaju intervencije za članove intervencijskog tima.

U člancima 12 do 17 utvrđene su **akcijske razine za početak intervencije**. Tako u članku 13 stoji da je **intervencijska razina** za zadržavanje ljudi u kućama ili zatvorenim prostorima poslije izvanrednog događaja efektivna doza u iznosu od **10 mSv** za razdoblje od **dva dana.**

Intervencijska razina za privremenu evakuaciju pučanstva poslije izvanrednog događaja je efektivna doza u iznosu od **50 mSv** u razdoblju do **jednog tjedna.**

Intervencijska razina za provedbu zaštite od posljedica izvanrednog događaja **uzimanjem pripravka stabilnog joda**

(jodna profilaksa) je očekivana apsorbirana doza za **štitnu žlijezdu** u iznosu od **100 mGy** koju mogu uzrokovati radionukleidi joda.

Intervencijska razina za početak privremenog preseljavanja ljudi poslije izvanrednog događaja je efektivna doza u iznosu od **30 mSv** u razdoblju od **jednog mjeseca.** Intervencijska razina za završetak privremenog preseljenja je efektivna doza od **10 mSv** u razdoblju od **jednog mjeseca.** Ako se procijenjena efektivna vrijednost tijekom jednog mjeseca **ne smanji** ispod te razine odredit će **se trajno preseljenje.**

Trajno preseljenje odredit će se ako se procijeni da je **očekivana životna efektivna doza iznad 1 mSv.**

Sve utvrđene vrijednosti prikazane su u tablicama 6 do 10.

Članak 18 utvrđuje srednje godišnje koncentracije aktivnosti radionukleida. Srednje godišnje koncentracije aktivnosti 222_{RN} u zraku u kućama kod kojih je opravdano započeti poduzimanje protumjera su od **200 do 600 Bq/m^3**, zavisno o društvenim i gospodarskim čimbenicima.

Ako je srednja godišnja koncentracija aktivnosti 222_{RN} **u zraku na radnim mjestima iznad 1000 Bq/m^3,** preporučuje se poduzimanje **intervencijskih mjera.**

SBK

OBAVLJANJE STRUČNIH POSLOVA ZAŠTITE OD IONIZIRAJUĆEG ZRAČENJA

Ministar zdravstva donio je **Pravilnik o uvjetima za davanje ovlaštenja pravnim osobama za obavljanje stručnih poslova zaštite od ionizirajućeg zračenja** koji je objavljen u Narodnim novinama, broj 108/99 od 20. listopada 1999. godine. Pravilnikom se propisuju uvjeti kojima mora udovoljavati **pravna osoba** za dobivanje ovlaštenja za obavljanje stručnih poslova zaštite od ionizirajućih zračenja, sukladno Zakonu o zaštiti od ionizirajućeg zračenja (Narodne novine, broj 29/99). U članku 3 utvrđeni su uvjeti koje mora ispunjavati pravna osoba. To su:

- zapošljavati najmanje dva zaposlenika visoke stručne spreme s najmanje pet godina iskustva u struci na poslovima zaštite od ionizirajućeg zračenja, od kojih jedna osoba mora biti diplomirani inženjer fizike
- radni prostor u vlasništvu ili zakupu koji pravnoj osobi omogućuje obavljanje pretežitog dijela postupaka mjerenja, ispitivanja i utvrđivanja rezultata, osim onih koji se obavljaju u otvorenom prostoru ili u prostorijama obveznika provedbe mjere zaštite od ionizirajućeg zračenja
- mjerne uređaje i ostalu opremu kojom se osigurava pouzdanost podataka provedenih mjerenja i ispitivanja.

Za utvrđivanje uvjeta za obavljanje stručnih poslova ministar imenuje **stručno povjerenstvo,** na prijedlog ravnatelja **Hrvatskog zavoda za zaštitu od zračenja**. Zavod vodi evidenciju svih pravnih osoba kojima je dano ovlaštenje. Također osniva i zbirku isprava.

SBK

ZAKON O ZAŠTITI OD NEIONIZIRAJUĆIH ZRAČENJA

Zastupnički dom Hrvatskog državnog sabora donio je **Zakon o zaštiti od neionizirajućih zračenja** u listopadu 1999. godine koji je objavljen u Narodnim novinama, broj 105 od 13. listopada. Zakonom se određuju načela i mjere zaštite te nadzor nad provedbom mjera zaštite od neionizirajućih zračenja sa svrhom smanjivanja opasnosti po zdravlje ljudi.

U članku 1 utvrđena je terminologija iz tog područja.

Utvrđena je definicija **neionizirajućeg zračenja** kao elektromagnetskog polja i elektromagnetskih valova **frekvencije niže od 3 000 000 GHz** ili **ultrazvuk frekvencije niže od 500 MHz** koji u međudjelovanju s tvarima **ne stvaraju ione.**

Nadalje, **optičko zračenje** je definirano kao elektromagnetski val frekvencije od **300 GHz do 3 000 000 GHz**.

Izvor neionizirajućeg zračenja je svaki uređaj koji proizvodi jednu ili više vrsta neionizirajućih zračenja. **Laser** je izvor neionizirajućeg zračenja koji odašilje koherentno elektromagnetsko zračenje u idealnim uvjetima na jednoj frekvenciji, a stvarno u uskom pojasu frekvencija u optičkom području.

U člancima 3 do 6 utvrđena su načela zaštite od neionizirajućih zračenja. Mjere zaštite su utvrđene u člancima 7 do 19. Osim navedenih mjera zaštite od neionizirajućih zračenja utvrđuje se koje provedbene propise treba donijeti ministar zdravstva. To je propis:

- o temeljnim zahtjevima kojima moraju udovoljiti uređaji koji proizvode ultrazvuk
- kojim se utvrđuju granične razine elektromagnetskih polja, postupci njihova provjeravanja i uvjeti za dobivanje ovlasti za obavljanje tih postupaka, kao i posebni zahtjevi za uređaje, postrojenja i građevine
- kojim se utvrđuju temeljni zahtjevi za uređaje koji su izvori ili sadrže izvore koherentnog ili nekoherentnog zračenja (laseri)
- o poslovima s uporabom izvora neionizirajućih zračenja na kojima djelatnik može raditi samo nakon utvrđivanja zdravstvene sposobnosti
- o zaštiti na radu
- kojim se utvrđuju izvori neionizirajućeg zračenja za koje je obvezno odobrenje za njihovo stavljanje u promet i uporabu
- kojim se utvrđuju uvjeti i granice ozračenja te rokovi i način periodičkog ispitivanja radi provjere udovoljavanja propisanim uvjetima
- kojim se utvrđuju osobna zaštitna sredstva te rokovi i način provjere ispravnosti zaštitne opreme
- kojim se utvrđuju periodička ispitivanja izvora neionizirajućih zračenja i procjena njihova utjecaja na djelatnike , ostalo pučanstvo i okoliš
- kojim se utvđuje način vođenja evidencije te dostavljanja izvješća i podataka.

U člancima 20 do 22 utvrđuju se nadležnosti Hrvatskog zavoda za zaštitu od zračenja. Članci 24 i 25 govore o Povjerenstvu za zaštitu od neionizirajućih zračenja, koje je imenovala Vlada Republike Hrvatske radi ocjene stanja zaštite, za zauzimanje stavova i predlaganje mjera u redovitim uvjetima i pri izvanrednim događajima. Povjerenstvo jedanput godišnje izvješćuje Vladu.

Nadzor je utvrđen u člancima 26 i 27 i obavlja ga Ministarstvo zdravstva.

SBK

DOVRŠENA GRADNJA DALEKOVODA DV 400 kV MAĐARSKA GRANICA - ŽERJAVINEC

U studenom 1999. godine pušten je u pogon DV 2 x 400 kV (vodiči A/Č 2x490/65 mm^2 + zaštitno uže s optičkim vlaknima 120/70 mm^2) Heviz (Mađarska) - državna granica - Žerjavinec (Hrvatska). Izgradnja ove konekcije zajednička je

investicija dviju zemalja, a ujedno i prva 400 kV veza između zemalja bivšeg istočnog bloka i zemalja UCPT-a.

Ugovor o zajedničkoj izgradnji potpisan je u Budimpešti 1996. godine. Radi se o izgradnji 400 kV poveznog voda između Heviza u Mađarskoj i Žerjavinca kod Zagreba kao i o odgovarajućoj izgradnji 400 kV rasklopišta na navedenim lokacijama. Prema ugovoru rok za realizaciju i puštanje u pogon 4000 kV dalekovoda Heviz - Žerjavinec bio je početak kolovoza 1999. godine

Ideja o povezivanju elektroenergetskih sustava Mađarske te Slovenije i Hrvatske nastala je prije 10 godina, još 1988. godine. Otada se intenzivno radi na pripremama za tranzit 1500 do 2000 MW iz Ukrajine preko Mađarske, Hrvatske i Slovenije i Austrije do sjeverne Italije.

Izgradnjom ovog dalekovoda povećala se stabilnost hrvatskog elektroenergetskog sustava. Preko njega se povezuju dvije jake europske interkonekcije CENTREL i UCPTE. Kako je to najkraća veza između tih interkonecija, Hrvatska zbog toga dobiva važnu ulogu na europskom elektroenergetskom tržištu.

Dalekovod će privremeno biti uveden u postojeću TS 400/110 kV Tumbri, jer TS Žerjavinec nije dovršena.

Čeličnu konstrukciju dalekovoda isporučila je turska tvrtka Mitas iz Ankare. Elka je isporučila fazne vodiče, a zaštitno uže s optičkim vlaknima njemačka tvrtka Alcatel. Izolatore je isporučila talijanska tvrtka Fidenza iz Milana, a ovjesnu opremu Dalekovod iz Zagreba. Građevinske radove je izvela tvrtka Industrogradnja iz Zagreba, dok je montažne radove obavio Dalekovod.

SBK

TE PLOMIN 2 PUŠTENA U POGON

Krajem rujna 1999. godine 1999. godine sinkronizirana je na mrežu TE Plomin 2, a u prosincu stavljena u komercijalni pogon.

Gradnja je započela još 1985. godine, da bi završila kao zajednički projekt Hrvatske elektroprivrede i njemačke tvrtke RWE Energie s jednakim udjelima u vlasništvu. HEP sudjeluje temeljem ranije izgrađenog dijela do 1991. godine s procijenjenom vrijednošću od oko 250 milijuna njemačkih maraka te RWE Energie temeljem uloženog kapitala i dobivenih kredita njemačkih banaka u jednakom iznosu.

RWE Energie je nadležan za dovršetak elektrane te za njen pogon i vlasnik je u slijedećih 15 godina, nakon čega HEP preuzima elektranu.

Termoelektrana snage 210 MW koristi uvozni ugljen s malim postotkom sumpora. Ugrađeni uređaj za odsumporavanje omogućava joj održavanje strogih ekoloških standarda.

SBK

IZBOR IZ PREGLEDA VAŽEĆIH PROPISA SA STANJEM 31.12.1999.

NN (Narodne novine) SL SFRJ	Naziv propisa
NN 52/99, 75/99	Zakon o gradnji
NN 30/94, 68/98, 35/99	Zakon o prostornom uređenju
NN 53/91	Zakon o jedinstvenoj evidenciji prostornih jedinica
NN 47/98	Zakon o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu
NN 90/95	Uredba o određivanju građevina od važnosti za RH
NN 50/99	Odluka o donošenju programa prostornog uređenja RH
NN 104/98	Pravilnik o uvjetima koje mora ispunjavati županijski odnosno Gradski zavod za prostorno uređenje za obavljanje poslova izrade prostornih planova
NN 47/82	Pravilnik o prostornim standardima, urbanističko-tehničkim uvjetima i normativima za sprječavanje stvaranja arhitektonsko-urbanističkih barijera
NN 47/93	Pravilnik o kontroli projekata
NN 53/93, 101/93	Pravilnik o davanju ovlaštenja za kontrolu projekata
NN 59/93	Pravilnik o uvjetima, načinu i obrascu vođenja građevinskog dnevnika
NN 8/99	Pravilnik o određivanju zahvata u prostoru za koje se ne izdaje lokacijska dozvola
NN 23/89	Pravilnik o programu i načinu polaganja stručnih ispita za obavljanje određenih poslova u izgradnji objekata
NN 14/88, 29/88, 82/95	Pravilnik o uvjetima i načinu polaganja stručnog ispita i ispitnom programu za samostalno obavljanje geoloških istraživanja
NN 1/98	Pravilnik o načinu vođenja očevidnika o obavljenim inspekcijskim pregledima građevinske inspekcije
NN 49/95	Pravilnik o načinu zatvaranja i označavanja zatvorenog gradilišta, odnosno građevine
NN 5/84	Pravilnik o načinu obavljanja sanitarnog nadzora nad izgradnjom objekata
NN 57/94	Pravilnik o službenoj iskaznici urbanističkog inspektora
NN 85/99	Pravilnik o cijenama usluga
NN 31/84, 14/90	Pravilnik o izradi studije utjecaja na okolinu
NN 14/91	Zaključci radi sprječavanja bespravne izgradnje na području RH
NN 56/91, 69/91	Naredba o određivanju osnovnih građevinskih materijala za koje se dostavljaju obavijesti o cijenama radi praćenja
NN 50/98	Popis ovlaštenih revidenata

NN 40/99	Kodeks strukovne etike hrvatskih arhitekata i inženjera u graditeljstvu
NN 11/98	Klasifikacija vrsta građevina - KVG i Metodološke upute za mjesečno i tromjesečno izvješće građevinarstva (GRAĐ-21/M, GRAĐ-21/M/OBRT, GRAĐ-21/3M)
NN 40/99	Statut Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu
NN 98/95	Program posebnog dijela državnog stručnog ispita iz područja prostornog uređenja, graditeljstva, stanovanja i komunalnog gospodarstva
NN 6/93	Kolektivni ugovor za graditeljstvo
NN 98/99	Pravilnik o nostrifikaciji projekata
NN 98/99	Pravilnik o sadržaju izjave projektanta o usklađenosti glavnog, odnosno idejnog projekta s odredbama posebnih zakona i drugih propisa
NN 98/99	Pravilnik o službenoj iskaznici inspektora i nadzornika u građevinskoj inspekciji
NN 107/95	Zakon o vodama
NN 53/90, 9/91, 61791, 26/93, 43/93	Zakon o vodama (bez glave V. Zakona)
NN 107/95, 19/96, 88/98	Zakon o financiranju vodnog gospodarstva
NN 6/98, 110/98	Zakon o hidrografskoj djelatnosti
NN 15/81	Zakon o kategorizaciji vodotoka
NN 77/98	Uredba o klasifikaciji voda
NN 15/93, 19/94, 7/99	Odluka o Hrvatskom komitetu za suradnju s Međunarodnim hidrološkim programom
NN 20/96, 5/99, 98/99	Odluka o utvrđivanju slivnih područja
NN 20/96, 5/99, 98/99	Odluka o utvrđivanju granica vodnih područja
NN 8/97	Odluka o minimalnim stopama i visinama slivne vodne naknade
NN 15/91, 19/92, 79/92, 28/93, 1/94	Odluka o visini naknade za korištenje voda
NN 14/91	Odluka o visini vodoprivrednog doprinosa
NN 20/91	Pravilnik o obračunu i uplati vodoprivrednog doprinosa
NN 33/91, 21/96	Pravilnik o obračunavanju naknade za zaštitu voda
NN 94/98, 108/98	Pravilnik o obračunu i plaćanju naknade za korištenje voda
NN 28/96	Pravilnik o izdavanju vodoprivrednih akata
NN 57/96	Pravilnik o očevidniku zahvaćenih i crpljenih voda
NN 4/98	Pravilnik o tehničkim, gospodarskim i drugim uvjetima za uređenje sustava melioracijske odvodnje, te osnovama za tehničko i gospodarsko održavanje sustava
NN 34/96	Pravilnik o posebnim uvjetima koje moraju ispunjavati pravne osobe koje obavljaju poslove osobito značajne za upravljanje vodama
NN 82/96, 102/97	Pravilnik o posebnim uvjetima za obavljanje vodoopskrbne djelatnosti
NN 17/78	Pravilnik o obliku i načinu vođenja vodnih knjiga i o izvacima iz vodnih knjiga
NN 20/98	Pravilnik o obrascima službene iskaznice vodopravnih inspektora
NN 3/89	Uputstvo o načinu vođenja evidencije o izvršenim inspekcijskim pregledima u vodoprivredi
NN 37/97	Program posebnog dijela državnog stručnog ispita iz područja meteorologije i hidrologije
NN 66/93	Kolektivni ugovor za vodoprivrednu djelatnost
NN 31/90, 47/90, 61/90, 26/93, 78/94	Zakon o elektroprivredi
NN 50/88	Zakon o katastru vodova
NN 50/92, 65/92	Uredba o namjenskim sredstvima za pokriće gubitaka HEP-a
NN 24/95, 28/95, 26/96, 58/97, 132/97, 24/98, 74/98	Odluka o visini naknade za prostore koje koriste objekti za proizvodnju električne energije
NN 32/91	Odluka o cijeni i tarifnim stavovima za prodaju električne energije
NN 2/88	Pravilnik o vrstama kvarova na elektroenergetskim objektima i postrojenjima o kojima su pravne osobe dužne obavijestiti elektroenergetsku inspekciju
NN 53/91, 24/97	Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju nadzemnih elektroenergetskih vodova nazivnog napona od 1 kV do 400 kV
NN 69/98	Pravilnik o tehničkom nadzoru električnih postrojenja, instalacija i uređaja namijenjenih za rad u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom
NN 52/89	Pravilnik o katastru vodova
NN 62/91	Pravilnik o iskaznici elektroenergetskog inspektora
NN 8/91, 61/92, 70/92, 78/93, 81/97	Opći uvjeti isporuke električne energije
NN 8/91, 10/91, 23/92, 33/93, 43/93, 20/94	Tarifni sustav za prodaju električne energije
NN 99/98, 107/98	Popis elektrana, jedinični iznosi naknada, popis gradova i općina na čijem području su elektrane smještene

NN 83/96, 143/98	Zakon o javnom priopćavanju (bez čl. 21)
NN 49/77	Zakon o informatičkoj djelatnosti
NN 16/95	Uredba o osnivanju Hrvatske akademske i istraživačke mreže - CARNet
NN 49/78	Odluka o kriteriju za nabavu informatičke opreme od bitnog značenja za ostvarivanje i funkcioniranje jedinstvenog informacijskog sustava u Hrvatskoj
NN 58/98, 79/99	Odluka o osnivanju Povjerenstva za rješavanje "Problema 2000"
NN 30/95	Pravilnik o označavanju tehničke opreme telekomunikacija, radijskih komunikacija te električne i druge tehničke opreme koja ima potvrdu o elektromagnetskoj kompatibilnosti
NN 59/96, 94/96	Zakon o zaštiti na radu
NN 32/86	Pravilnik o metodologiji po kojoj će radnici utvrditi osobito teške, naporne i po zdravlje štetne poslove, odnosno radne zadatke
NN 5/84	Pravilnik o poslovima s posebnim uvjetima rada
NN 127/98	Pravilnik o stručnoj spremi, radnom iskustvu, programima, sadržajima i načinu polaganja stručnog ispita stručnjaka zaštite na radu
NN 44/96	Pravilnik o poslovima na kojima ne smije raditi žena
NN 48/97	Pravilnik o izradi procjene opasnosti
SL SFRJ 35/69	Pravilnik o sredstvima osobne zaštite na radu i osobnoj zaštitnoj opremi
SL SFRJ 21/71	Pravilnik o opremi i postupku za pružanje prve pomoći i o organiziranju službe spašavanja u slučaju nezgode na radu
SL SFRJ 29/71	Pravilnik o općim mjerama zaštite na radu od buke u radnim prostorijama
SL SFRJ 62/73	Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu od statičkog elektriciteta
SL SFRJ 13/84	Pravilnik o sadržaju i načinu vođenja evidencije i podacima koji mogu sadržavati izvješća inspekcije rada
SL SFRJ 16/47, 18/47, 36/50	Pravilnik o higijenskim i tehničkim mjerama pri radu
NN 45/84	Pravilnik o sadržaju plana uređenja privremenih i zajedničkih privremenih gradilišta
NN 52/84	Pravilnik o evidenciji, ispravama, izvješćima i o knjizi nadzora iz područja zaštite na radu
NN 6/84	Pravilnik o zaštiti na radu za radne i pomoćne prostorije i prostore
SL SFRJ 42/68, 45/68	Pravilnik o zaštiti na radu u građevinarstvu
NN 9/87	Pravilnik o zaštiti na radu pri korištenju električne energije
NN 56/83	Pravilnik o pružanju prve pomoći radnicima na radu
NN 3/84, 55/85	Pravilnik o utvrđivanju opće i posebne zdravstvene sposobnosti radnika i sposobnosti radnika za obavljanje poslova s posebnim uvjetima rada
NN 5/84	Pravilnik o poslovima s posebnim uvjetima rada
NN 89/92	Zakon o koncesijama
NN 11/98, 99/96	Uredba o uvjetima i postupku za dodjelu koncesija na vodama i javnom vodnom dobru
NN 18/95, 62/96, 3 /99	Pravilnik o koncesijama u javnim telekomunikacijama
NN15/95,26/96, 95/97, 6/98, 3/99, 45/99	Pravilnik o visini naknade za koncesiju u javnim telekomunikacijama i načinu plaćanja
NN 51/96, 18/99	Pravilnik o načinu, uvjetima i visini naknada za izdavanje koncesijskih odobrenja
NN 9/99, 76/99	Zakon o autorskom pravu (bez stavka 3. članka 49 Zakona)
NN 78/99	Zakon o patentima
NN 78/99	Zakon o žigu
NN 143/98	Zakon o odgovornosti za nuklearnu štetu
NN 17/90	Zakon o zaštiti od buke
NN 27/99	Zakon o zaštiti od ionizirajućeg zračenja
NN 53/91	Zakon o zaštiti od ionizirajućeg zračenja i o nuklearnoj sigurnosti
NN 18/81	Zakon o mjerama zaštite od ionizirajućih zračenja i za sigurnost nuklearnih objekata i postrojenja
NN 53/91, 26/93, 29/94	Zakon o zaštiti od ionizirajućih zračenja i o posebnim mjerama sigurnosti pri uporabi nuklearne energije
NN 82/94	Zakon o zaštiti okoliša
NN 97/93	Zakon o prijevozu opasnih tvari (bez članka 11)
NN 34/95	Zakon o zaštiti zraka
NN 34/95	Zakon o otpadu
NN 7/99, 20/99	Uredba o tvarima koje oštećuju ozonski omotač
NN 74/99, 79/99	Uredba o informacijskom sustavu zaštite okoliša
NN 5/97	Uredba o osnivanju Hrvatskog zavoda za zaštitu od zračenja

NN 78/98	Uredba o opasnim tvarima u vodama
NN 32/98	Uredba o uvjetima za postupanje s opasnim otpadom
NN 101/96, 2/97	Uredba o preporučenim i graničnim vrijednostima kakvoće zraka
NN 7/97	Uredba o uvjetima za izdavanje suglasnosti za obavljanje stručnih poslova zaštite okoliša
NN 34/97	Uredba o procjeni utjecaja na okoliš
NN 16/95	Odluka o osnivanju Povjerenstva za zaštitu od zračenja i nuklearnu sigurnost
NN 68/98	Odluka o određivanju cesta po kojima smiju motorna vozila prevoziti opasne tvari i o određivanju mjesta za parkiranje motornih vozila s opasnim tvarima
NN 157/98	Odluka o osnivanju Tehničkog potpornog centra kao vodeće tehničke skupine u slučaju nuklearne nesreće
NN 164/98	Odluka o osnivanju Nacionalnog povjerenstva za promjenu klime
NN 54/95	Pravilnik o načinu prijevoza opasnih tvari u cestovnom prometu
NN 79/96	Pravilnik o načinu obavljanja prijevoza opasnih tvari u pomorskom prometu
SL SFRJ 40/86	Pravilnik o stručnoj spremi, zdravstvenim uvjetima i zdravstvenim pregledima osoba koje mogu raditi s izvorima ionizirajućih zračenja
SL SFRJ 86/87	Pravilnik o stručnoj spremi, radnom iskustvu, provjeri znanja i potvrdi o udovoljavanju uvjetima osoba koje rade na određenim poslovima u nuklearnim objektima
NN 97/98	Pravilnik o iskaznici inspektora zaštite okoliša
NN 92/93	Pravilnik o maksimalno dopustivim koncentracijama štetnih tvari u atmosferi radnih prostorija i prostora i biološkim graničnim vrijednostima
NN 108/95	Pravilnik o rukovanju opasnim tvarima, uvjetima i načinu ukrcavanja i iskrcavanja opasnih tvari, rasutog i ostalih tereta u lukama te načinu sprječavanja širenja isteklih ulja u lukama
NN 40/99	Pravilnik o graničnim vrijednostima pokazatelja opasnih i drugih tvari u otpadnim vodama
NN 1/99	Pravilnik o priznanjima i nagradama za dostignuća na području zaštite okoliša
NN 37/90, 15/91	Pravilnik o uvjetima koje moraju ispunjavati organizacije za mjerenje i predviđanje buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave
NN 53/91	Pravilnik o mjestima, metodama i rokovima ispitivanja kontaminacije radioaktivnim tvarima
NN 53/91	Pravilnik o načinu sakupljanja, evidentiranja, obrade, čuvanja, konačnog smještaja i ispuštanja radioaktivnih otpadnih tvari u čovjekovu okolinu
NN 53/91	Pravilnik o maksimalnim granicama radioaktivne kontaminacije čovjekove okoline i obavljanju dekontaminacije
SL SFRJ 51/86	Pravilnik o načinu, opsegu i rokovima sustavnog ispitivanja kontaminacije radioaktivnim tvarima u okolini nuklearnih objekata
SL SFRJ 9/88	Pravilnik o zonama materijalne bilance te o načinu vođenja evidencije o nuklearnim materijalima i dostavi podataka iz te evidencije
SL SFRJ 52/88	Pravilnik o uvjetima za lokaciju, izgradnju, pokusni rad, puštanje u rad i uporabu nuklearnih objekata i postrojenja
SL SFRJ 68/88	Pravilnik o izradi i sadržaju izvješća o sigurnosti i druge dokumentacije potrebne za utvrđivanje sigurnosti nuklearnih objekata
SL SFRJ 40/86	Pravilnik o mjestima, metodama i rokovima ispitivanja kontaminacije radioaktivnim tvarima
SL SFRJ 40/86	Pravilnik o maksimalnim granicama radioaktivne kontaminacije čovjekove okoline i o obavljanju dekontaminacije
SL SFRJ 9/88	Pravilnik o zonama materijalne bilance te o načinu vođenja evidencije o nuklearnim materijalima i dostavi podataka iz te evidencije
NN 2/82, 55/85	Pravilnik o rukovanju opasnim tvarima u lukama i pristaništima
NN 27/96	Pravilnik o vrstama otpada
NN 64/96	Pravilnik o znaku zaštite okoliša
NN 123/97	Pravilnik o uvjetima za postupanje otpadom
NN 36/96	Pravilnik o katastru emisija u okoliš
NN 88/98	Izvješće o stanju okoliša u RH
NN 82/99, 86/99	Plan intervencija u zaštiti okoliša
NN 23/81	Rješenje o određivanju organizacija za obavljanje poslova zaštite od ionizirajućeg zračenja
NN 79/95	Naputak o obrascu, sadržaju i načinu vođenja očevidnika o obavljenim inspekcijskim pregledima inspektora zaštite okoliša
NN 51/96, 93/96	Popis stručnih institucija koje imaju ovlast za izdavanje izvješća o ispitivanju fizikalnih i kemijskih svojstava otpada
NN 68/98	Popis stanica za tehnički pregled vozila ovlaštenih za ispitivanje vozila koja prevoze opasne tvari
NN 37/97	Popis zahvata uz Uredbu o procjeni utjecaja na okoliš

NN 3/99, 15/98	Popis pravnih osoba kojima je izdana suglasnost za obavljanje stručnih poslova zaštite okoliša
NN 58/93	Zakon o zaštiti od požara
NN 11/91, 14/91	Zakon o zaštiti od požara - Ne vrijede odredbe Zakona koje se odnose na organizaciju, rad, status i financiranje vatrogasnih jedinica, društava, zajednica i saveza i gašenja požara
NN 35/94, 55/94	Pravilnik o programu i načinu polaganja stručnog ispita za obavljanje poslova održavanja vatrogasnih aparata
NN 35/94, 55/94	Pravilnik o programu i načinu polaganja stručnog ispita za obavljanje poslova ispitivanja sustava za dojavu i gašenje požara
NN 35/94	Pravilnik o programu i načinu polaganja stručnog ispita za obavljanje poslova održavanja vatrogasnih aparata
NN 61/94	Pravilnik o programu i načinu osposobljavanja pučanstva za provedbu preventivnih mjera zaštite od požara, gašenje požara i spašavanje ljudi i imovine ugroženih požarom
NN 40/94, 55/94	Pravilnik o stručnim ispitima u području zaštite od požara
NN 35/94	Pravilnik o iskaznici ovlaštenih osoba za obavljanje određenih poslova kontrole zaštite od požara
NN 56/94	Pravilnik o upisnicima iz područja zaštite od požara i tehnoloških eksplozija
NN 35/94, 55/94, 103/96	Pravilnik o održavanju i izboru vatrogasnih aparata
NN 44/88	Pravilnik o mjerama zaštite od požara pri izvođenju radova zavarivanja, rezanja, lemljenja i srodnih tehnika rada
NN 35/94, 55/94	Pravilnik o sadržaju plana zaštite od požara i tehnoloških eksplozija
NN 35/94	Pravilnik o izradi procjene ugroženosti od požara i tehnološke eksplozije
NN 35/94, 55/94	Pravilnik o uvjetima za vatrogasne pristupe
NN 35/94	Pravilnik o sadržaju općeg akta iz područja zaštite od požara
NN 35/94	Pravilnik o građevinama za koje nije potrebno ishoditi posebne uvjete građenja glede zaštite od požara
NN 62/94, 32/97	Pravilnik o razvrstavanju građevina, građevinskih dijelova i prostora u kategorije ugroženosti od požara
NN 67/96	Pravilnik o uvjetima za obavljanje ispitivanja stabilnih sustava za dojavu i gašenje požara
NN 56/99	Pravilnik o sustavima za dojavu požara
NN 75/94	Pravilnik o uvjetima za ispitivanje uvezenih uređaja za gašenje požara
NN 41/91	Upute o zaštiti od požara za daljinski vođena i daljinski nadzirana elektroenergetska postrojenja
NN 10/94	Naputak o postupku ispitivanja i o klasama otpornosti prema požaru zaklopki za zaštitu od požara u ventilacijskim i klimatizacijskim kanalima
NN 52/95, 90/95, 112/98	Popis pravnih osoba, radnji i stručnih službi koje imaju ovlast za kontrolu i održavanje vatrogasnih aparata
NN 90/95, 61/96, 112/98	Popis pravnih osoba koje imaju ovlast za ispitivanje stabilnih instalacija za dojavu, gašenje i sprječavanja nastajanja i širenja požara
NN 61/96, 112/98	Popis pravnih osoba koje imaju ovlast za ispitivanje uvezenih uređaja za gašenje požara
NN 7/96	Objava o brisanju iz popisa pravnih osoba koje imaju ovlast za kontrolu vatrogasnih aparata
NN 34/86	Zakon o geološkim istraživanjima
NN 76/97	Uredba o standardima kakvoće tekućih naftnih goriva
NN 54/99	Pravilnik o zapaljivim tekućinama
NN 62/91	Pravilnik o iskaznici inspektora postrojenja pod pritiskom
NN 90/99	Naputak o provedbi postupka javnog natječaja
NN 52/94	Zakon o državnoj statistici
NN 73/93	Uputa o provođenju Programa statističkih istraživanja RH u dijelu koji se odnosi na plaće
NN 113/93	Pravilnik o obrascima za dostavljanje statističkih podataka tijelima državne statistike
NN 82/97	Nomenklatura industrijskih proizvoda i usluga - NIPU 97 za godišnje izvješće industrije (IND-21)
NN 104/97	Metodologija za uvođenje i vođenje jedinstvene evidencije i jedinstvenog registra prostornih jedinica
NN 3/97, 7/97	Odluka o nacionalnoj klasifikaciji djelatnosti
NN 18/97	Metodološke osnove za mjesečno izvješće industrije (IND-I)
NN 24/99	Program statističkih istraživanja RH za 1999. godinu
NN 60/99	Statistički standardi za godišnje izvješće industrije (IND-21)
NN 6/92	Odluka o povjeravanju poslova Hrvatskog centra za međunarodni sustav podataka o serijskim publikacijama
NN 14/99	Stopa rasta proizvođačkih cijena industrijskih proizvoda u siječnju 1999. godine
NN 23/99	Stopa rasta proizvođačkih cijena industrijskih proizvoda u veljači 1999. godine

NN 33/99	Stopa rasta proizvođačkih cijena industrijskih proizvoda u ožujku 1999. godine
NN 43/99	Stopa rasta proizvođačkih cijena industrijskih proizvoda u travnju 1999. godine
NN 57/99	Stopa rasta proizvođačkih cijena industrijskih proizvoda u svibnju 1999. godine
NN 72/99	Stopa rasta proizvođačkih cijena industrijskih proizvoda u lipnju 1999. godine
NN 83/99	Stopa rasta proizvođačkih cijena industrijskih proizvoda u srpnju 1999. godine
NN 90/99	Stopa rasta proizvođačkih cijena industrijskih proizvoda u kolovozu 1999. godine
NN 101/99	Stopa rasta proizvođačkih cijena industrijskih proizvoda u rujnu 1999. godine
NN 117/99	Stopa rasta proizvođačkih cijena industrijskih proizvoda u listopadu 1999. godine
NN 14/99	Indeks cijena na malo u RH u siječnju 1999. godine
NN 23/99	Indeks cijena na malo u RH u veljači 1999. godine
NN 33/99	Indeks cijena na malo u RH u ožujku1999. godine
NN 43/99	Indeks cijena na malo u RH u travnju 1999. godine
NN 57/99	Indeks cijena na malo u RH u svibnju 1999. godine
NN 72/99	Indeks cijena na malo u RH u lipnju 1999. godine
NN 83/99	Indeks cijena na malo u RH u srpnju 1999. godine
NN 90/99	Indeks cijena na malo u RH u kolovozu 1999. godine
NN 101/99	Indeks cijena na malo u RH u rujnu 1999. godine
NN 117/99	Indeks cijena na malo u RH u listopadu1999. godine
NN 11/94, 37/93	Zakon o mjeriteljskoj djelatnosti
NN 58/93	Zakon o mjeriteljskim jedinicama
NN 55/96	Zakon o normizaciji
NN 27/93, 33/96	Zakon o računanju vremena
NN 15/99	Uredba o računanju vremena u 1999. godini
NN 69/97	Pravilnik o uvjetima i načinu priznavanja izvješća o ispitivanju izdanih u inozemstvu i izdavanja potvrda o sukladnosti
NN 22/96	Pravilnik o hrvatskim normama
NN 74/97, 87/97	Pravilnik o izradi, izdavanju i objavi hrvatskih normi
NN93/96	Pravilnik o načinu na koji se provodi tipno ispitivanje mjerila
NN 86/98	Pravilnik o načinu osnivanja i rada tehničkih odbora
NN 108/98	Pravilnik o sadržaju, mjerilima kartografskih prikaza, obveznim prostornim pokazateljima i standardu elaborata prostornih planova
NN 88/98, 165/98, 8/99	Pravilnik o izgledu i uporabi potvrdbenog (certifikacijskog) znaka
NN 2/97	Pravilnik o mjerilima vrednovanja časopisa i publikacija s međunarodnom priznatom recenzijom, kao i s njima po vrsnoći izjednačenih časopisa i publikacija
SL SFRJ 20/71	Pravilnik o izgradnji postrojenja za zapaljive tekućine i o uskladištenju i pretakanju upaljivih tekućina
NN 25/94	Pravilnik o službenoj iskaznici djelatnika ovlaštenih za mjeriteljski nadzor
NN 154/98	Naredba o ovjerenim žigovima i ispravama kojima se potvrđuje ispravnost mjerila
SL SFRJ 24/90, NN 53/91, 47/97	Pravilnik o obveznom atestiranju elemenata tipskih građevinskih konstrukcija na otpornost prema požaru te o uvjetima kojima moraju udovoljavati pravne osobe ovlaštene za atestiranje tih proizvoda
NN 18/96	Pravilnik o obvezatnom atestiranju ormara za čuvanje papirnate dokumentacije na otpornost prema požaru te o uvjetima kojima moraju udovoljiti pravne osobe ovlaštene za atestiranje tih ormara
SL SFRJ 67/89	Pravilnik o obveznom atestiranju zaštitnih opasača i o uvjetima kojima moraju udovoljavati organizacije ovlaštene za atestiranje tih proizvoda
SL SFRJ 67/89	Pravilnik o obveznom atestiranju penjalica za drvene stupove za vodove i o uvjetima kojima moraju udovoljavati organizacije ovlaštene za atestiranje tih proizvoda
SL SFRJ 16/83	Naredba o obveznom atestiranju ručnih i prijevoznih aparata za gašenje požara
SL SFRJ 43/88	Naredba o obveznom atestiranju elektroenergetskih izoliranih vodiča i kabela
SL SFRJ 43/88	Naredba o obveznom atestiranju transformatora za razdvajanje i sigurnosnih transformatora za razdvajanje
SL SFRJ 43/88	Naredna o obveznom atestiranju sklopki za naprave
SL SFRJ 43/88	Naredba o obveznom atestiranju grla za žarulje s navojem
NN 49/92	Odluka o visini i načinu plaćanja naknada za pokriće troškova tipskog ispitivanja mjerila, pregleda etalona, uzoraka referentnih tvari i mjerila
SL SFRJ 5/85, 68/90	Pravilnik o načinu uporabe i klasifikacije etalona

SL SFRJ 5/85	Pravilnik o načinu uporabe i klasifikacije etalona jedinice kuta (ravninskog)
SL SFRJ 5/85	Pravilnik o načinu uporabe i klasifikacije etalona jedinice svjetlosnog toka
SL SFRJ 19/85	Pravilnik o načinu uporabe i klasifikacije etalona jedinice svjetlosne jakosti, osvjetljenja (iluminacije) i svjetljivosti (luminacije)
SL SFRJ 9/85	Pravilnik o načinu uporabe i klasifikacije etalona jedinice mase
SL SFRJ 9/85	Pravilnik o načinu uporabe i klasifikacije etalona jedinice temperature
SL SFRJ 19/85	Pravilnik o načinu uporabe i klasifikacije etalona jedinice električnog otpora
SL SFRJ 20/85	Pravilnik o načinu uporabe i klasifikacije etalona jedinice elektromotorne sile
SL SFRJ 50/85	Pravilnik o načinu uporabe i klasifikacije etalona jedinice obujma plina
SL SFRJ 54/85	Pravilnik o načinu uporabe i klasifikacije etalona jedinie magnetske indukcije
SL SFRJ 54/85	Pravilnik o načinu uporabe i klasifikacije etalona Jedinice magnetskog toka
SL SFRJ 67/86	Pravilnik o načinu uporabe i klasifikacije etalona jedinice jakosti magnetskog polja
SL SFRJ 18/87	Pravilnik o načinu uporabe i klasifikacije etalona jedinice magnetske indukcije u mjernom području od 5 x 10-12 T do 5 x 10-2 T
SL SFRJ 58/85	Pravilnik o načinu uporabe i klasifikacije etalona jedinice vremena i učestalosti
SL SFRJ 50/86	Pravilnik o načinu uporabe i klasifikacije etalona jedinice obujma tekućine
SL SFRJ 44/87	Pravilnik o načinu uporabe i klasifikacije etalona jedinice aktivnosti radioaktivnih izvora
SL SFRJ 56/87	Pravilnik o načinu uporabe i klasifikacije etalona jedinice aktivnosti radioaktivnih izvora beta odašiljača
SL SFRJ 44/87	Pravilnik o načinu uporabe i klasifikacije etalona radioaktivnih izvora - gama odašiljača
SL SFRJ 42/88	Pravilnik o načinu uporabe i klasifikacije etalona jedinice električnog kapaciteta
SL SFRJ 42/88	Pravilnik o načinu uporabe i klasifikacije etalona ekspozicije doze iks zračenja i gama zračenja
SL SFRJ 56/88	Pravilnik o načinu uporabe i klasifikacije etalona električnog kapaciteta
SL SFRJ 32/89	Pravilnik o načinu uporabe i klasifikacije etalona jedinice električne snage
SL SFRJ 9/90	Pravilnik o načinu uporabe i klasifikacije etalona jedinice sile
SL SFRJ 73/90	Pravilnik o načinu uporabe i klasifikacije etalona jedinice električne snage i sredstva mjerenja faktora snage u frekvencijskom području od 45 Hz do 65 Hz
NN 47/98	Pravilnik o državnim etalonima
NN 50/96, 103/96	Naredba o razdobljima za ponovno umjeravanje etalona i ovjerenim razdobljima za ponovno ovjeravanje mjerila
NN 89/93	Podatak o vrijednosti boda za plaćanje naknade za pokriće troškova za ispitivanje mjerila, pregleda etalona, uzoraka referentnih tvari i mjerila
SL SFRJ 18/90	Pravilnik o metrološkim uvjetima za radne etalone i jedinice luminacije
SL SFRJ 72/90	Pravilnik o metrološkim uvjetima za planparalelna granična mjerila
SL SFRJ 73/90	Pravilnik o metrološkim uvjetima za bimetalne termometre
SL SFRJ 74/90	Pravilnik o metrološkim uvjetima za zadavanje sile
SL SFRJ 74/90	Pravilnik o metrološkim uvjetima za dinamometre
SL SFRJ 76/90	Pravilnik o metrološkim uvjetima za automatska mjerila razine tekućina u nepokretnim spremnicima
SL SFRJ 61/91	Pravilnik o metrološkim uvjetima za poluvodičke otporne termometre s negativnim temperaturnim koeficijentom
SL SFRJ 61/91	Pravilnik o metrološkim uvjetima za poluvodičke otporne termometre s pozitivnim temperaturnim koeficijentom
SL SFRJ 56/88, 71/88, 45/90	Pravilnik o metrološkim uvjetima kojima moraju udovoljavati mjerila toplinske energije
SL SFRJ 4/89	Pravilnik o metrološkim uvjetima za mostove za mjerenje električnog kapaciteta
SL SFRJ 4/89	Pravilnik o metrološkim uvjetima za mostove za mjerenje električnog kapaciteta - radne etalone jedinice električnog kapaciteta
SL SFRJ 4/89	Pravilnik o metrološkim uvjetima za mjerenje električnog kapaciteta - radne etalone jedinice električnog kapaciteta
SL SFRJ 4/89	Pravilnik o metrološkim uvjetima za mjere električnog kapaciteta
SL SFRJ 85/87	Pravilnik o metrološkim karakteristikama uzoraka referentnih tvari, referentnih otopina za električnu vodljivost
SL SFRJ 28/89	Pravilnik o metrološkim uvjetima za statička brojila aktivne električne energije razreda točnosti 0,2 S i 0,5 S
SL SFRJ 54/89	Pravilnik o metrološkim uvjetima za radne etalone - uređaje kojima se ispitaju brojila električne energije
SL SFRJ 54/89	Pravilnik o metrološkim uvjetima za indukcijska brojila za električnu energiju
SL SFRJ 56/89	Pravilnik o metrološkim uvjetima za pokazivala maksimuma razreda 1,0

SL SFRJ 64/89	Pravilnik o metrološkim uvjetima za radne etalone električne energije
SL SFRJ 9/90	Pravilnik o metrološkim uvjetima za mjerila debljinetankih slojeva koja rade na principu vrtložnih struja
SL SFRJ 31/87	Pravilnik o metrološkim uvjetima za mjerila magnetske indukcije u mjernom području od 5 x 10-12 do 5 X 10-2 T
SL SFRJ 13/87	Pravilnik o metrološkim uvjetima za sekundarne etalone i radne etalone jedinice jačine magnetskog polja u opsegu od 0,01 MHz do 30 MHz
SL SFRJ 35/86	Pravilnik o metrološkim uvjetima za mjerila magnetskog toka
SL SFRJ 35/86	Pravilnik o metrološkim uvjetima za mjerila magnetske indukcije u području 0,01 T do 2 T
SL SFRJ 11/86	Pravilnik o metrološkim uvjetima za sekundarne etalone i radne etalone jedinice magnetske indukcije u mjernom području od 0.01 T do 2 T
SL SFRJ 11/86	Pravilnik o metrološkim uvjetima za sekundarne etalone i radne jedinice magnetskog toka
SL SFRJ 51/86	Pravilnik o metrološkim uvjetima za strojeve za mjerenje dužine žice i kabela
SL SFRJ 26/87	Pravilnik o metrološkim uvjetima za radne etalone .- mjerila razine tekućine
SL SFRJ 31/87	Pravilnik o metrološkim uvjetima za radne etalone jedinice vremena i učestalosti (frekvencije)
SL SFRJ 35/87	Pravilnik o metrološkim uvjetima za fotometrijske žarulje sa žarnom volframskom niti - mjerila svjetlosne jakosti
SL SFRJ 37/87	Pravilnik o metrološkim uvjetima za sekundarne etalone jedinice obujma plina
SL SFRJ 56/87	Pravilnik o metrološkim uvjetima za otporničke dekade
SL SFRJ 28/85	Pravilnik o metrološkim uvjetima za etalonske potenciometre istosmjerne struje
SL SFRJ 48/85	Pravilnik o metrološkim uvjetima za sprave kojima se mjere tekuća goriva
SL SFRJ 48/85	Pravilnik o metrološkim uvjetima za mjerila zazora
SL SFRJ 58/85	Pravilnik o metrološkim uvjetima za sekundarne etalone jedinice dužine
SL SFRJ 58/85, 32/87	Pravilnik o metrološkim uvjetima za mjerila otpora izolacije
SL SFRJ 19/86	Pravilnik o metrološkim uvjetima za sekundarne etalone električnog napona
SL SFRJ 36/86	Pravilnik o metrološkim uvjetima za mjerila debljine
SL SFRJ 3/85	Pravilnik o metrološkim uvjetima za radne etalonske mostove istosmjerne struje
SL SFRJ 5/85	Pravilnik o metrološkim uvjetima za elektromehaničke mjerne pretvarače za mjerila mase
SL SFRJ 9/85	Pravilnik o metrološkim uvjetima za protočna mjerila količine pare s mjernim zaslonom
SL SFRJ 9/85	Pravilnik o metrološkim uvjetima za protočna mjerila količine plina s mjernim zaslonom
SL SFRJ 9/85	Pravilnik o metrološkim uvjetima za protočna mjerila obujma raznih tekućina postavljena u mjernom sklopu
SL SFRJ 11/85	Pravilnik o metrološkim uvjetima za protočna mjerila obujma raznih tekućina s izravnim mjerenjem obujma
SL SFRJ 25/85	Pravilnik o metrološkim uvjetima za termoparove plantinorodij/platina - sekundarne i radne etalone jedinice temperature
SL SFRJ 25/85	Pravilnik o metrološkim uvjetima za za termoparove
SL SFRJ 25/85	Pravilnik o metrološkim uvjetima za platinske otporne termometre - sekundarne i radne etalone jedinica temperature
SL SFRJ 27/85	Pravilnik o metrološkim uvjetima za protočna mjerila količine tekućine s mjernim zaslonom
SL SFRJ 29/77, 52/78, 31/81	Pravilnik o metrološkim uvjetima za indukcijska brojila za električnu energiju, razreda točnosti 2,5
SL SFRJ 49/80, 35/81	Pravilnik o metrološkim uvjetima za električne pokazne mjerne instrumente
SL SFRJ 30/82	Pravilnik o metrološkim uvjetima za pregled i žigosanje mjerila toplinske energije
SL SFRJ 52/82	Pravilnik o metrološkim uvjetima za instrumente za mjerenje otpornosti uzemljenja
SL SFRJ 2/83, 7/83	Pravilnik o metrološkim uvjetima za digitalne voltmetre
SL SFRJ 13/83	Pravilnik o metrološkim uvjetima za instrumente za mjerenje otpornosti uzemljenja
SL SFRJ 29/83, 31/83	Pravilnik o metrološkim uvjetima za elektroničke sekundomjere
SL SFRJ 66/84	Pravilnik o metrološkim uvjetima za mjerne transformatore za brojila električne energije
SL SFRJ 66/84	Pravilnik o metrološkim uvjetima za radne etalone otpornosti istosmjerne struje
NN 42/95	Pravilnik o mjeriteljskim zahtjevima za uklopne satove za upravljanje tarifom i potrošnjom
NN 42/95	Pravilnik o mjeriteljskim zahtjevima za statička brojila djelatne električne energije razreda točnosti 1 i 2
SL SFRJ 16/86	Pravilnik o tehničkim normativima za dizala na električni pogon za vertikalni prijevoz osoba
SL SFRJ 19/86	Pravilnik o tehničkim normativima za fasadna dizala na električni pogon
SL SFRJ 19/86	Pravilnik o tehničkim normativima za viseće skele na električni pogon
SL SFRJ 49/86	Pravilnik o tehničkim normativima za dizala na električni pogon za kosi prijevoz osoba i tereta
SL SFRJ 11/87	Pravilnik o tehničkim normativima za beton i armirani beton

SL SFRJ 24/87	Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu skladišta od požara i eksplozija
SL SFRJ 55/87	Pravilnik o tehničkim normativima za dizala na električni pogon za vertikalni prijevoz tereta s kabinom u koju nije moguć pristup ljudi
SL SFRJ 6/88	Pravilnik o tehničkim normativima za seizmičko promatranje visokih brana
SL SFRJ 22/88	Pravilnik o tehničkim normativima za djelovanje nosivih građevinskih konstrukcija
SL SFRJ 53/88	Pravilnik o tehničkim normativima za električne instalacije niskog napona
SL SFRJ 14/89	Pravilnik o tehničkim normativima za projektiranje i izvedbu konstrukcija od prefabriciranih elemenata od nearmiranog i armiranog betona
SL SFRJ 15/90	Pravilnik o tehničkim normativima za temeljenje građevinskih objekata
SL SFRJ 15/90	Pravilnik o tehničkim normativima za beton i armirani beton spravljen s prirodnom i umjetnom lakoagregatnom ispunom
SL SFRJ 21/90	Pravilnik o tehničkim normativima za projektiranje i izvođenje završnih radova u građevinarstvu
SL SFRJ 30/91	Pravilnik o tehničkim normativima za hidrantsku mrežu za gašenje požara
SL SFRJ 87/91	Pravilnik o tehničkim normativima za zidane zidove
SL SFRJ 61/86	Pravilnik o tehničkim normativima za nosive čelične konstrukcije
SL SFRJ 29/70	Pravilnik o tehničkim normativima za montažu čeličnih konstrukcija
SL SFRJ 32/70	Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu čeličnih konstrukcija od korozije
SL SFRJ 32/70	Pravilnik o tehničkim normativima za projektiranje i izvođenje betonskih i armiranobetonskih konstrukcija u sredinama izloženim agresivnom djelovanju vode i tla
SL SFRJ 35/70	Pravilnik o tehničkim normativima za prenapregnute konstrukcije
SL SFRJ 51/70	Pravilnik o tehničkim normativima za dizala
SL SFRJ 55/96	Pravilnik o tehničkim normativima za prenapregnuti beton
SL SFRJ 17/74	Pravilnik o tehničkim normativima za projektiranje i izvedbu električnih postrojenja u prostorijama u kojima se radi s eksplozivom
SL SFRJ 35/80	Pravilnik o tehničkim normativima za uređaje za automatsko zatvaranje vrata ili zaklopki otpornih prema požaru
SL SFRJ 31/81, 49/82, 21/88, 52/90	Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima
SL SFRJ 45/83	Pravilnik o tehničkim normativima za za sisteme za odvođenje dima i topline nastalih u požaru
SL SFRJ 55/83	Pravilnik o tehničkim normativima za skloništa
SL SFRJ 7/84	Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu visokih objekata od požara
SL SFRJ 12/85	Pravilnik o tehničkim normativima za postavljanje kotlovnica na otvorenom prostoru
SL SFRJ 41/85, 21/88	Pravilnik o tehničkim normativima za čelične žice, šipke i užad za prednaprezanje konstrukcija
SL SFRJ 52/85	Pravilnik o tehničkim normativima za sanaciju, pojačanje i rekonstrukciju objekata visokogradnje oštećenih potresom te za konstrukciju i revitalizaciju objekata visokogradnje
SL SFRJ 39/64	Pravilnik o Privremenim tehničkim propisima za građenje u seizmičkim područjima
SL SFRJ 41/64	Pravilnik o Tehničkim propisima o kvaliteti zavarenih spojeva za noseće čelične konstrukcije
SL SFRJ 6/65	Pravilnik o Tehničkim propisima za pregled i ispitivanje nosećih čeličnih konstrukcija
SL SFRJ 6/65	Pravilnik o Tehničkim propisima za lake čelične građevine kod nosećih čeličnih konstrukcija
SL SFRJ 6/65	Pravilnik o Tehničkim propisima za jednostavne konstrukcije zgrada kod nosećih čeličnih konstrukcija
SL SFRJ 6/65	Pravilnik o Tehničkim propisima za održavanje čeličnih konstrukcija za vrijeme eksploatacije kod nosećih čeličnih konstrukcija
SL SFRJ 7/66	Pravilnik o tehničkom promatranju visokih brana
SL SFRJ 13/68	Pravilnik o tehničkim propisima o gromobranima
SL SFRJ 2/70	Pravilnik o tehničkim mjerama i uvjetima za izgradnju objekata za obranu od poplava
SL SFRJ 3/70	Pravilnik o tehničkim mjerama i uvjetima za izvođenje istraživačkih radova pri izgradnji velikih objekata
SL SFRJ 28/70	Pravilnik o tehničkim mjerama i uvjetima za toplotnu energiju u zgradama
SL SFRJ 14/67	Pravilnik o tehničkim mjerama za uređaje sa svjetlećim cijevima
SL SFRJ 19/68	Pravilnik o tehničkim propisima o gromobranima, pogon i održavanje elektroenergetskih postrojenja
SL SFRJ 13/69, 19/69	Pravilnik o tehničkim mjerama za izgradnju, pogon i održavanje električnih generatora i sinhronih kompenzatora hlađenih vodikom
SL SFRJ 7/71, 44/76	Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu elektroenergetskih postrojenja od prenapona
SL SFRJ 51/73, 69/73, 11/80	Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju nadzemnih elektroenergetskih vodova (na snazi samo odredbe koje se odnose na niskonaponske elektroenergetske vodove)

SL SFRJ 4/74	Pravilnik o tehničkim normativima za elektroenergetska postrojenja nazivnog napona iznad 1000 V
SL SFRJ 17/74	Pravilnik o tehničkim normativima i uvjetima za projektiranje i izvedbe električnih postrojenja u prostorijama u kojima se radi s eksplozivom
SL SFRJ 13/78	Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu niskonaponskih mreža i pripadnih transformatorskih stanica
SL SFRJ 10/79	Pravilnik o tehničkim normativima za elektroenergetska postrojenja nazivnog napona 10 kV za rad pod naponom
SL SFRJ 53/88	Pravilnik o tehničkim normativima za električne instalacije niskog napona
SL SFRJ 65/88	Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju nadzemnih elektroenergetskih vodova nazivnog napona od 1kV do 400 kV
SL SFRJ 74/90	Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu elektroenergetskih postrojenja i uređaja od požara
SL SFRJ 53/91	Pravilnik o tehničkim uvjetima i normativima za siguran transport tekućih i plinovitih ugljikovodika magistralnim naftovodima i plinovodima te naftovodima i plinovodima za međunarodni transport
SL SFRJ 10/90, 52/90	Pravilnik o tehničkim normativima za projektiranje, gradnju, pogon i održavanje plinskih kotlovnica
SL SFRJ 65/91	Pravilnik o tehničkim normativima za dizalice
SL SFRJ 44/83, 60/86	Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu od požara i eksplozija pri čišćenju posuda za zapaljive tekućine
SL SFRJ 9/86	Pravilnik o tehničkim normativima za stabilne posude pod pritiskom za tekuće atmosferske plinove
SL SFRJ 38/89, NN 53/91, 69/97	Pravilnik o tehničkim normativima za ventilacijske i klimatizacijske sustave
SL SFRJ 16/83	Pravilnik o tehničkim normativima za stabilne tlačne posude
SL SFRJ 44/83, 31/89	Pravilnik o tehničkim normativima za stabilne uređaje za gašenje požara ugljičnim dioksidom
SL SFRJ 39/85, 40/86	Pravilnik o tehničkim normativima za istraživanje, dobivanje i pripremu nuklearnih sirovina
SL SFRJ 5/73, 12/74	Pravilnik o tehničkim normativima za prijevoz transporterima s trakom u rudarstvu
SL FNRJ 7/57, 22/57, 3/58, 56/72, 61/72	Pravilnik o tehničkim propisima za izradu i uporabu parnih i vrelovodnih kotlova, parnih posuda, pregrijača pare i zagrijača vode
NN 146/99	Pravilnik o patentima
NN 146/99	Pravilnik o žigu
NN 146/99	Pravilnik o industrijskom obličju
NN 146/99	Pravilnik o oznakama zemljopisnog podrijetla
NN 146/99	Pravilnik o planovima rasporeda integriranih sklopova
NN 148/99	Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o tehničkom nadzoru električnih postrojenja, instalacija i uređaja namijenjenih za rad u prostorima ugroženih eksplozivnom atmosferom
NN 148/99	Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o temeljnim zahtjevima za opremu, zaštitne sustave i komponente namijenjene eksplozivnoj atmosferi plinova, para, maglica i prašina

SBK

DAN ENERGIJE U HRVATSKOJ

U Zagrebu je 10. prosinca 1999. g. održan 8. Forum: **Dan energije u Hrvatskoj** u organizaciji Hrvatskog energetskog društva. Ovogodišnji Forum je obrađivao slijedeće teme: Energetska tržišta i energetska efikasnost u zemljama tranzicije. Forum je otvorio predsjednik HED-a dr. sc. Goran Granić. On je između ostalog naglasio da je energetska efikasnost zbroj različitih utjecajnih faktora tehničkog, tehnološkog, ekonomskog, financijskog, zakonodavnog, organizacijskog i ukupnog gospodarskog stanja u svakoj tranzicijskoj zemlji posebno, s time da nije moguće pokrenuti procese povećanja energetske efikasnosti bez aktivne politike državnih vlasti i lokalne zajednice, kako u zakonodavnom smislu tako i u mjerama financijske politike. Na Forumu je ukupno prezentiran 31 referat. Referati su podijeljeni u četiri skupine, od čega je šest referata inozemnih autora.

Ukupno je na Forumu sudjelovalo oko 120 sudionika od kojih su mnogi sudjelovali u diskusijama o pojedinim referatima.

Po završetku Foruma sudionici su prisustvovali predstavi Ministrov sin u kazalištu Kerempuh.

Z. C.

INŽENJERSKE NAUKE KOTIRAJU VISOKO

Njemačka elektroinženjerska udruga VDE organizirala je 1998. godine anketu, širom Njemačke o poznavanju i važnosti informatike i telekomunikacija. Pokazalo se da su odgovori na pitanja vrlo različiti u pojedinim dijelovima Njemačke. Osobito su znatne razlike u odgovorima u zapadnom i istočnom dijelu zemlje. U Bugarskoj je 39% upitanih odgovorilo da je nova tehnologija vrlo važna, važna, odnosno među važnima, a samo je 2% ocijenilo da uopće nije važna. Ovakav je odgovor po prilici u prosjeku zemlje. Ni pojmovi iz ovog područja nisu naročito poznati. Pojam "Internet" je poznat u Saveznoj zemlji Nordrhein - Westfalen u 55% slučajeva, a u Bavarskoj u 44% ispitanika. Na posljednjem je mjestu postotak onih koji u Saveznoj zemlji Mecklenburg - Vorpommern poznaju pojmove iz informatike.

Na pitanje koje bi studije preporučili mladom čovjeku, u Bavarskoj je 24% ispitanika preporučilo inženjerske studije. To je najveći postotak koji je dan nekom studiju. U novopriključenim područjima taj je postotak upola manji.

Na koncu treba reći da u 89% slučajeva u Bavarskoj smatraju da studiji elektrotehnike i informatičke tehnike pružaju interesantnu perspektivu u zvanju.

ETZ, god. 120(1999), br. 17

Mrk

10 GODINA ENERGIJE IZ VJETROELEKTRANA U NJEMAČKOJ

Doprinos vjetroelektrana u pokrivanju potroška električne energije u Njemačkoj znatno je porastao u posljednjih 10 godina. Dok je udio tako proizvedene električne energije u ukupnoj proizvodnji zemlje iznosio 1990. godine samo 0,001%, on se povećao u godini 1998. na 0,9%. Prema tome je energija vjetra uz energiju vode drugi po važnosti obnovljivi energetski izvor.

Vjetroelektrane u vlasništvu elektroprivrede i privatnika proizvele su u godini 1990. 43 GWh električne energije, a u godini 1998. okruglo 4489 GWh.

Elektrizitätswirtschaft, god. 97(1998), br. 25

Mrk

EKOPOREZ I SLOBODNO TRŽIŠTE

Udruga vlasnika njemačkih elektrana (VDEW) tvrdi da reforme ekološkog poreza na električnu energiju, koju kani provesti njemačka crvenozelena vlada, u proturječnosti je s ciljem liberalizacije tržišta. Električna bi energija u 2003. godini bila deset do dvanaest puta opterećenija od prirodnog plina i loživog ulja. Time će biti znatno potisnuta primjena električne energije, toplinske crpke i klima - sustavi. Udruga zbog toga predlaže da ekotehnike moraju biti ili oslobođene ekoporeza ili na neki način dotirane. Termoelektrane na fosilna goriva, osobito na ugljen, bit će obezvrijeđene, a poslje-dica takve brze političke odluke trpjet će dobavljači električne energije i njihovi zaposlenici.

Posebno elektroprivreda pozdravlja namjeru zakonodavca da smanji ekoporez komunalnim vlastitim pogonima.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 23

Mrk

DOBAVA OBNOVLJIVE ENERGIJE I SLOBODNO TRŽIŠTE

Prema mišljenju predsjednika njemačke udruge VDEW utakmica na tržištu električne energije za sve sudionike tržišta istraživački je put i borba za preživljavanje. To također vrijedi za proizvođače energije iz vode, vjetra, sunca i biomase. Oni mogu u ovom natjecanju opstati samo ako provedu povećanje učinkovitosti uz nove razvojne mjere usmjerene prema tržištu.

Dobavljači električne energije mogu izaći u susret potrošačima različitim ponudama ekostruje.

Njemačka treba na koncu energetsku i razvojnu politiku koja prihvaća pravila igre tržišta koje sama postavi.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 20

Mrk

NAJVEĆI DOBAVLJAČI ELEKTRIČNE ENERGIJE U EU

Najveći dobavljači električne energije u EU bila je u 1998. godini francuska državna elektroprivreda EdF (Electricité de France) - Paris. Poduzeće je prodalo 452 TWh električne energije. Druga po količini prodaje je talijanska državna elektroprivreda ENEL - Rim. Zatim slijedi najveći europski privatni dobavljač, njemački RWF - Essen sa prodanih 138 TWh. Četvrta po veličini je Preussen Elektra Hanover sa dobavom od 106 TWh. Slijede švedsko poduzeće Vattenfall - Stokcholm sa 84 TWh, ispred poduzeća Electrabel-Bruxelles sa 72 TWh električne energije.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 23

Mrk

LIBERALIZACIJOM TRŽIŠTA PROFITIRAT ĆE I KUĆANSTVA

Predsjednik uprave poduzeća RWE u Essenu utvrdio je da će od liberalizacije tržišta električne energije profitirati svi od velepotrošača do kućanstva. Prema tome, potpuno je promašeno traženje da se u noveliranom energetsko-gospodarskom zakonu uvede zaštita gradskih poduzeća od slobodnog energetskog natjecanja. RWE će od 1. studenog 1999. sniziti, za privatne potrošače, cijenu električne energije za 7,3% (mjesečna osnovna uplata ostaje nepromijenjena).

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 23

Mrk

NATJECANJE NA SLOBODNOM ELEKTROENERGETSKOM TRŽIŠTU U SAD

Uvođenjem natjecanja na tržištu električne energije sve se izmijenilo u SAD. Broj elektroprivrednih poduzeća pada, ali nastaju elektroprivredni giganti, koji traže svoje prednosti putem inovacija, podobnosti i fleksibilnosti. Sudionici na tržištu nalaze se danas pod mnogo većim pritiskom nego do sada. Danas se mnogi zadaci moraju rješavati većom učinkovitošću, s manje troška i u kraće vrijeme. Traži se dobro promišljanje, da se sve to postigne pod većim pritiskom troškova uz povećani rizik. Svoj položaj na tržištu mogu naći samo poduzeća koja prihvate temeljne promjene.

Takva poduzeća u SAD rastu i rade na slobodnom tržištu uz profit.

Pregled pokazuje porast veličine prodaje električne energije sviju sudionika na tržištu u SAD

Godina	MWh
1994	7 500 000
1995	28 000 000
1996	234 000 000
1997	1213 000 000
1998	2 078 000 000

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 23

Mrk

OTVORENOST TRŽIŠTA ELEKTRIČNOM ENERGIJOM U EUROPI

Smjernice EU o unutarnjoj trgovini električnom energijom nazvana "Electricité" na snazi su do veljače 1997. godine. Do veljače 1999. trebala bi ući u zakone 12 od 15 članica EU. Belgija, Grčka i Irska imaju produženje od jedne do dvije godine, a odgoda vrijedi za Francusku i Luxemburg.

Gledamo li primjenu smjernica u pojedinim zemljama, moramo zaključiti da ne možemo govoriti o jedinstvenom tržištu električne energije, već, za sada, o 15 različitih tržišta. Minimalno otvaranje tržišta utvrđuje se prema određenim količinama energije koju troše krajnji potrošači. Smjernice predviđaju postupno otvaranje tržišta. Prema određenim kvotama EU računa postotak otvorenosti. Taj je postotak u pojedinim zemljama EU vrlo različit, kao što se vidi iz danog pregleda.

Zemlja	% otvorenosti
Irska	0
Grčka	0
Francuska	26,0
Portugal	26,0
Austrija	27,0
Italija	30,0
Španjolska	33,0
Nizozemska	33,0
Belgija	35,0
Luxemburg	45,0
EU	62,5
Danska	90,0
V. Britanija	100,0
Finska	100,0
Švedska	100,0
Njemačka	100,0

Pokazalo se da se o trgovini pregovara obično na centralnom mjestu, a elektroburze imaju prednost. Npr. u Njemačkoj su osnovane dvije burze i to EEx u Frankfurtu i LPx u Leipzigu. U daljnjem razvoju burza EEx trebala bi biti burza sviju energenata za Europu. U Amsterdamu radi burza APx (Amst. Power Exchange).Španjolska elektroenergetska burza OMEL (Operado Mercado de Electricidad) djeluje od 1998. godine. Ona je danas u kontinentalnoj Europi burza sa najvećim trgovačkim volumenom.

Poljska također planira osnivanje burze orijentirane na skandinavski sustav.

Bez obzira na liberalizaciju, izmjena električne energije preko državnih granica znatno je povećana posljednjih decenija. Po prilici 10 % proizvedene električne energije u UCTE prekoračilo je granice prije nego je potrošeno.

Prijenosi preko granica stimulirani su različitim cijenama, ali ti prijenosi nisu vršeni radi trgovanja. Smjernice "Electricité" nisu uzele u obzir prekogranično tržište.

Ovakav će se prijenos sigurno i dalje povećavati, osobito time što su 1998. u članstvo UCTE ušle zemlje bivšeg istočnog bloka: Poljska, Češka, Slovačka i Madžarska.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 20

Mrk

ZAŠTITA ELEKTRONIČKIH UREĐAJA

Stručnjaci se boje da će liberalizacijom tržišta i povećanjem broja proizvođača i distributera električne energije pasti njena kvaliteta.

Elektroničke naprave i visoko automatizirani procesi ne mogu trpjeti ispade i loše naponske prilike. Zbog toga se nastoji zaštiti elektroničke i telekomunikacijske sustave od takvih smetnji ugradnjom odgovarajućih uređaja ili napajanjem iz vlastitih elektroenergetskih izvora. Očekuje se da će u budućnosti u decentraliziranim izvorima napajanja imati gorive ćelije veliku primjenu.

Predviđa se da će u korekciji napona napajanja imati veću važnost on line - uređaji. Za razliku prema off line - uređajima oni reguliraju osim naponskih šiljaka i potpunog ispada i druge naponske nepravilnosti.

Kod uređaja, osim tehničkih kvaliteta važna je i ekonomičnost, tj. manji energetski gubici. Konvencionalna zaštita s dvostrukim preusmjerivačima ima ukupnu korisnost oko 80 - 90 %, a zaštita sa tzv. delta preusmjerivačima ima znatno manje energetske gubitke. To dolazi odatle što delta sustav djeluje samo dodatno kod regulacije napona, dakle kroz kratko vrijeme, pa njegova učinkovitost dolazi manje do izražaja.

ETZ, god. 120(1999) br. 20

Mrk

ELEKTROMOTORI NA EUROPSKOM TRŽIŠTU

Ozdravljenje konjukture u Europi povećava potražnju za većim (više od 0,75 kW) elektromotorima. Dok je promet na tom sektoru iznosio 1998. godine 1,96 milijardi US dolara, do 2005. planira se povećanje na 2,24 milijardi. Povećanjem pridonose noviteti u konstrukciji, povoljne cijene i povećanje potražnje u ključnim primjenama.

Iako su standardni motori težište tržišta, pojačana je također potražnja za posebna rješenja. Istosmjerni će motori u

budućnosti gubiti na značenju. Pozitivni impulsi dolaze za upotrebu u vozilima s baterijama, ali je ovdje mjerodavan razvoj baterija, koji je u tijeku.

ETZ, god. 120(1999) br. 20

Mrk

SLOBODNO TRŽIŠTE U NJEMAČKOJ

Od 29. lipnja 1999. godine uvedeno je po prvi put natjecanje na slobodnom tržištu električne energije u Njemačkoj. To je za elektroprivredu povijesni dan. Učinjeno je to bez prijelaznog roka, u jedan mah, do zadnje utičnice. Praktično otvaranje tržišta tražilo je prestrukturiranje u elektroprivredi.

Već nakon jedne godine promjene su trajne i nepovratne. Nešto se slično dogodilo u zrakoplovstvu i telekomunikacijama.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 13

Mrk

PRIJENOSNE GORIVE ĆELIJE

U lipnju 1999. godine održano je u Luzernu (Švicarska) međunarodno zasjedanje o prenosivim gorivim ćelijama "Portable Fuel Cells". Na skupu su u nizu predavanja prikazani različiti tipovi prijenosnih gorivih ćelija od mnogih svjetskih proizvođača. Male gorive ćelije nisu samo nadomjestak baterija, već se one mogu primijeniti svagdje gdje se pokažu poteškoće zbog malog kapaciteta baterija, samopražnjenja, osjetljivosti na temperaturu ili poteškoće u održavanju. Prijenosne gorive ćelije nisu jeftine, ali su u svim slučajevima jeftinije od električne energije kupljene u baterijama.

Kod najmanjih ćelija, koje zamjenjuju baterije, može otpasti ventilator za dovođenje zraka, hlađenje i odvođenje kondenzata, no kod većih ćelija od 50 W to nije moguće, pa su one kompleksnije, teže i skuplje.

Izneseni su primjeri primjene prenosivih gorivih ćelija. Različite su primjene tražile različita rješenja. Korištene su u planinama, za radio postaje u mobilnoj telefoniji, za potrebe hitne pomoći, vojske, itd. Pripremljene su i za ekspediciju na Arktik.

ETZ, god. 120(1999) br. 21

Mrk

INICIJATIVA "EUREKA"

Jednogodišnje predsjedanje europskoj inicijativi "Eureka", osnovanoj 1985. godine, preuzela je Savezna Republika Njemačka u srpnju 1999.

Prema riječima njemačkog saveznog ministra za naobrazbu i istraživanje "Eureka" se, unatoč prolaznih poteškoća, dokazala kao fleksibilan instrumentarij opće europske industrije. U interesu srednjoeuropskih i istočnoeuropskih zemalja podupiru se manja i srednja poduzeća. Upravo mlada poduzeća u porastu, posjeduju veliki potencijal za obnovu europskog gospodarstva.

Cilj je jednogodišnjeg njemačkog predsjedanja dinamiziranje "Eureke". To je potrebno, jer su gospodarske i političke promjene posljednjih godina, osobito otvaranje Europe, dovele do promjene inicijative.

ETZ, god. 120(1999) br. 21

Mrk

PROŠIREN KONCERN ABB

Poznata svjetska elektrotehnička tvrtka ABB dobila je novo lice. Sjedinjenjem s tvrtkom Elsag Bailey i Hartman i Braun, te osnivanjem nove tvrtke "ABB Alstom Power" s tvrtkom Alstom osvaja ABB u budućnosti nova tržišta. Novosti u koncernu imaju naravno odjeka i u drugim raznim zemljama, jer je danas koncern prisutan u 140 zemalja svijeta. Npr. u Njemačkoj će ABB u prvome redu unaprjeđivati trgovinu iz područja tehnike automatizacije.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 13

Mrk

TRANSFORMACIJA ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA

Energetski se sektor već nekoliko godina mijenja od prodavača u kupca - trgovca.

Dok je do sada bilo bitno za elektroprivredno poduzeće da optimizira proizvodnju i ponudu, strategija se promijenila , pa je treba usmjeriti prema potrebi i želji potrošača. Osiguran monopolistički položaj vodi, kod mnogih dobavljača električne energije, do manjka fleksibilnosti prigodom adaptacije na promjene okvirnih uvjeta, do premalih mogućnosti za inovativne suradnike i dugog ustrajanja u otvorenom tržištu. Strategija se elektroprivrednih poduzeća mora temeljito izmijeniti i dobiti djelotvorni uslužni karakter.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 13

Mrk

U POGONU PRVA EUROPSKA REGENERATIVNA DVOSTRUKA ELEKTRANA

Njemačka tvrtka Natur Energie AG u kooperaciji s tvrtkom SAG Solarstrom AG stavila je u pogon solarnu elektranu čije su ćelije montirane na krovu postojeće hidroelektrane Grenzah - Wijhlen (Njemačka).

Ćelije solarne elektrane pokrivaju površinu od 72 m^2, a očekuje se godišnja proizvodnja od 67000 kWh. Tako je stvorena prva dvostruka elektrana u Europi na obnovljivim izvorima, tj. solarna i hidroelektrana, koja nema nikakvih štetnih emisija. Ovaj će obnovljivi izvor rasteretiti atmosferu za oko 40 tona ugljičnog dioksida, ukoliko bi se električna energija proizvedena u ovom postrojenju proizvodila u termoelektrani na ugljen.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 13

Mrk

NJEMAČKE NUKLEARNE ELEKTRANE

Njemačke su nuklearne elektrane proizvele 1998. bruto 162,7 TWh električne energije, od čega otpada 1,2 TWh na jednofaznu struju za potrebe željeznica. Na koncu 1998. godine u pogonu je bilo 19 komercijalnih nuklearnih postrojenja, bruto snage 22209 MW.

Iz tablice karakteristika za svako pojedino postrojenje, zanimljivo je istaknuti neke važne podatke. Od sviju njemačkih nuklearnih elektrana najveća je nominalna instalirana snaga od 1455/1380 MW (bruto/neto) u NE KKI - Isar, u pogonu od 1988., a najmanja KWO Obringheim 357/340 MW iz 1969.

To je ujedno najstarija komercijalna nuklearka još danas u pogonu.

Najveća je proizvodnja u 1998. godini ostavila NE KWG Grohnde (iz 1985.) od 11762,8 GWh.

Raspoloživost njemačkih nuklearki bila je većinom vrlo visoka, iznad 90 %. No dva su postrojenja pokvarila prosjek, pa on za sva postrojenja iznosi 87,41 %.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 13

Mrk

RWE GRADI VELIKE TERMOELEKTRANE NA SMEĐI UGLJEN

Uprava velikog njemačkog poduzeća "RWE Energie" na svom je zasjedanju u svibnju 1999. iznijela svoje planove u svezi izgradnje i gašenja termoelektrana na smeđi ugljen. Ovi planovi negiraju česte tvrdnje da Njemačka odustaje od gradnje takvih termoelektrana. Istaknuto je da će domaći smeđi ugljen i u budućnosti ostati centralno uporište u proizvodnji električne energije i topline.

U kolovozu 1998. počela je gradnja velike termoelektrane na smeđi ugljen (lokacija Niederaussen) snage oko 1000 MW. To je prva termoelektrana gdje će se primijeniti tzv. optimizirana tehnika postrojenja (BoA).

Prema planu bit će spremna za pogon 2002. godine. Termoelektrana jednake snage i tehnike planira se (na lokaciji Neurath)s ulaskom u pogon 2006. godine.

Završetkom navedene nove termoelektrane ugasit će se stari blokovi na smeđi ugljen, ukupne snage 6 x 150 MW, najkasnije 2003. godine. Prigodom gašenja starih blokova vodit će se računa o zbrinjavanju osoblja, koje će se pokazati kao tehnološki višak.

Novogradnjama i obustavom rada starih blokova smanjit će se emisija CO_2 za 4 milijuna tona godišnje.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 14

Mrk

SMANJENJE ZAPOSLENIH U NJEMAČKOJ ELEKTROPRIVREDI

Prema izvješću njemačkih udruga VDEW, zaposlenici njemačke elektroprivrede primili su u 1998. godini kao plaću i naknadu za izrađeni rad 12,2 milijarde DEM, prema 12,7 milijardi u godini 1996. Smanjenje primanja dolazi zbog smanjenja zaposlenih za 6%. To je posljedica racionalizacije i smanjenja troškova za uspješnije natjecanje na slobodnom tržištu električne energije. Od godine 1991. do godine 1998. padali su izdaci za plaće 3% dok je istodobno broj zaposlenih pao za 27%, tj. od 218000 na 160000.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 24

Mrk

PADA U NJEMAČKOJ BROJ PROTIVNIKA NUKLEARNIH ELEKTRANA

Prema anketi, koju je proveo institut za demoskopiju Alensbach, broj protivnika nuklearnih elektrana znatno se smanjio. Dok se godine 1992. izjasnilo 18,6% ispitanika protiv nuklearki, taj je postotak pao godine 1999. na 11,8%.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 24

Mrk

VELIKO POVEĆANJE BROJA VJETROELEKTRANA

Zbog velikog porasta vjetroelektrana u sjevernoj Njemačkoj, elektroprivredno poduzeće Freussen Elektra premašilo je doprinos od 5%, koliko nalaže zakon kojim se regulira napajanje mreže iz obnovljivih energetskih izvora. Zbog toga od 1. siječnja 2000. godine neće proizvodnja iz novih vjetroelektrana biti dotirana.

Elektroprivreda i nadalje smatra da je opravdano unaprjeđivati obnovljive energetske izvore, ali uz pretpostavku da zakonodavac propiše pravedniju raspodjelu troškova.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 24

Mrk

ELEKTRIČNA ENERGIJA IZ OBNOVLJIVIH IZVORA

U Njemačkoj brzo raste broj elektrana na obnovljivim energetskim izvorima, ali udio njihove proizvodnje u ukupnoj proizvodnji električne energije u zemlji još je vrlo mali.

Broj elektrana, elektroprivrednih i privatnih, koje su koristile obnovljivu energiju bio je godine 1998. 21700, prema 18200 u godini 1997. To je porast od 19% (vidi Energija, god. 48(1999), br. 4). Broj postrojenja fotonaponskih elektrana povećan je za 30%, tj. od 7000 u godini 1997. na oko 9100 u 1998. Broj vjetroelektrana također je porastao u istom razdoblju za 18%, tj. od 4900 rotora na 5800 rotora. Mnogo je manje povećanje kod hidroelektrana, samo 4%, od 5460 na 5700 postrojenja. Snaga sviju elektrana na obnovljive izvore porasla je za 10% i to od 7500 MW na 8270 MW. Ta je pak snaga 8% od ukupne snage elektrana u zemlji od 99000 MW.

Od ukupne proizvodnje elektrana, udio od 5,2% dolazi iz obnovljivih izvora. Ako se pak izuzmu hidroelektrane, onda taj udio iznosi samo 1,1%. Ukupno je u Njemačkoj proizvedeno u elektroprivrednim i privatnim postrojenjima u 1998. godini 25,3 TWh, a u prethodnoj godini 21,7 TWh.

Elektroprivreda je proizvela 70% te energije. Vodne snage još nisu potpuno iskorištene, ali novogradnje traže visoke investicijske i dodatne troškove, što se ne uklapa u natjecanje na slobodnom energetskom tržištu. Do godine 2010. predviđa se podvostručenje udjela električne energije iz obnovljivih izvora u ukupnoj proizvodnji zemlje.

Elektroprivreda je najveći korisnik električne energije iz obnovljivih izvora. Tu je energiju u godini 1998., platila oko 2,3 milijarde DEM, što je za 200 milijuna DEM više nego prethodne godine. Za unapređenje, razvoj i gradnju demonstracijskih postrojenja izdano je oko 100 milijuna DEM. Naknade prema zakonu o napajanju mreže iz obnovljivih izvora izdano je oko 1,1 milijardu DEM u godini 1998., a za 1999. se predviđa izdatak od 1,4 milijardi DEM.

Zakon o napajanju nije u skladu s natjecanjem na slobodnom energetskom tržištu, zato se u saveznom ministarstvu radi na njegovoj promjeni.

Političarima u Berlinu i Bruxellesu treba reći da elektroprivreda treba ekološki i ekonomski razumne poticajne mjere za uvođenje i natjecanje na slobodnom energetskom tržištu.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 24

Mrk

MATIČNA VODNA TURBINA

Hidroelektrane na plovnim rijekama moraju izgraditi prijevodnice za prebacivanje brodova preko brane. Rad prijevodnice prigodom prebacivanja broda traži velike količine vode, koje se ne mogu energetski iskoristiti pa predstavljaju nužan gubitak. U prosjeku se može računati da on iznosi do 10 GWh godišnje. Takav , do sada, neizbježan gubitak nastoji se izbjeći, odnosno smanjiti ugradnjom novog tipa vodne turbine nazvane matrična turbina (Matrix turbine). U njoj bi se energetski iskoristila voda prigodom utjecanja i istjecanja iz prijevodnice.

U tijeku gradnje austrijske hidroelektrane Freudenau na Dunavu bila je prilika, da se kao pilot projekt ugradi u prijevodnicu ova nova vrsta turbine.

Matrična turbina je masivan blok u koji je montiran veći broj malih turbina.

Spomenuti pilot projekt ima matričnu turbinu od pet redova po pet turbina, dakle 25 jedinica po 200 kW. Srednja ukupna snaga turbine je 1560 kW. Računa se da će godišnja proizvodnja iznositi 3,7 GWh.

Generatori turbina proizvode energiju uz napon od 650 V, koji se transformira na napon glavnih generatora od 10,5 kV.

Turbine ugrađene u bloku matrične turbine moraju biti tako građene da zadovolje posebne uvjete. Ugradnja matrične turbine ne smije smetati radu prijevodnica, a u slučaju kvara cijeli se blok (bruto mase 120 t) mora izvući unutar vremena od 1 sat.

Turbine moraju normalno raditi pri ulazu i izlazu vode, premda je tijek vode protusmjeran. Također treba uzeti u obzir da se pri punjenju i pražnjenju prijevodnice mijenja pad. Posebno je trebalo razviti nov način priključka na električnu mrežu.

Projekt je potpomognut od EU u okviru Thermie - programa, od savezne vlade i od tvrtke Voest Alpine MCE. Troškovi gradnje postrojenja matrične turbine mogu se procijeniti na oko 500 eura/kW, ali ne računajući troškove razvoja.

Na koncu treba spomenuti da hidroelektrana Freudenau ima 6 agregata po 172 MW, odnosno ukupne snage 1037 MW.

U pogon je stavljena 1998. godine.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 24

Mrk

GEOTERMALNA ENERGIJA U NJEMAČKOJ

Zanimljivu studiju izradio je dr. M. Bruhen-Potsdam o mogućnosti korištenja geotermalne energije u proizvodnji električne energije, prvenstveno za njemačke prilike. Korištenje geotermalne energije, kako bi se uštedjelo gorivo, pokazalo se u nuklearnim postrojenjima neekonomično. Kako u Njemačkoj geotermički izvori daju rijetko vodu iznad 100^0 C, geotermička energija dolazi u obzir jedino kao alternativa skupljoj i neredovitoj fotonaponskoj i eolskoj energiji.

U zemljama gdje postoje mnogo bolji geotermalni uvjeti, u obzir dolaze tzv. geotermalne fosilne hibridne termoelektrane na ugljen, gdje geotermalna energija služi za predgrijanje pojne vode.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 24

Mrk

MEMORANDUM O NUKLEARNIM ELEKTRANAMA

Nova Savezna vlada Njemačke (1998.) u kojoj su u koaliciji i "zeleni", donijela je odluku da se ugase nuklearne elektrane brzo, koliko je to moguće.

Njemački su znanstvenici povodom tog zaključka donijeli "Memorandum" o nuklearnim elektranama. Dokument je potpisalo oko 600 znanstvenika iz različitih disciplina, iz njemačkih visokih škola i sveučilišta.

Oni zahtijevaju od Savezne vlade da preispitaju donesenu odluku, koja se temelji na prilikama iz sedamdesetih i osamdesetih godina. U obzir treba uzeti slijedeće.

1. *Napredak sigurnosne tehnike*
   Uz znatne investicije provedene su mnoga poboljšanja u sigurnosti rada. Danas su sa gledišta sigurnosti i pouzdanosti na svjetskom vrhu.
2. *Problem klime*
   Dok je alternativa nuklearke plin ili ugljen, njihovim gašenjem dolazi do problema emisije CO, a Njemačka se obvezala da će takvu emisiju smanjiti.
3. *Njemačka kao tehnološka nacija*
   U mnogim će se zemljama i nadalje graditi nuklearne elektrane, a njemačka će poduzeća izgubiti svoje izvozne šanse.
4. *Industrijska stajališta Njemačke*
   Obustavljanjem nuklearnih elektrana industrijska će se baza oslabiti, s jedne strane zbog skuplje električne energije, a s druge strane jedna će se industrijska grana prebaciti u inozemstvo.
5. *Europska dimenzija*
   Osnivanje slobodnog europskog energetskog tržišta koje se širi na istok, zbog potrebnog uvoza električne energije u Njemačku, gradit će se nove nuklearke, a Njemačka neće moći nadzirati njihovu sigurnost.
6. *Proizvodni lanac i okoliš*
   Prigodom ispitivanja djelovanja na okoliš treba uzeti u obzir nastajanje cijelog procesa od sirovina do gotovog sustava, a k tome pridodati i ulogu goriva. Takvim promatranjem nuklearni sustav ima velike prednosti.
7. *Šanse obnovljive energije*
   Nakon odustajanja od nuklearki, obnovljiva energija ima šanse samo tada, ako bude ekonomski prihvatljiva. Inače će se rješenja tražiti u konvencionalnim elektranama.
8. *Mogućnost revidiranja odluke*
   Ona je nužna, ali teško ostvariva, jer vlada vuče političku korist upravo iz obećanja da će odustati od nuklearki.
9. *Stručni naraštaj*
   Nuklearna znanja i istraživanja moraju se nastaviti da se dobije dobar stručni podmladak, što nije moguće bez rada nuklearki.
10. *Napuštanje nuklearnih elektrana nije rješenje*
    Napuštanjem nuklearki mijenja se energetska tehnologija, što bi bilo opravdano samo ako se ponudi nešto bolje.
    Znanstvenici nude Saveznom parlamentu dijalog o svim pitanjima. Oni žele svojim znanjem pridonijeti da se u Njemačkoj razvije energetska politika koja zadovoljava ekonomski i ekološki te zadovoljava socijalne zahtjeve.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 24

Mrk

BRITANCI PODUPIRU NUKLEARNU OPCIJU

Prema istraživanjima grupa britanskih znanstvenika i akademika preporučuje

da se nuklearna energija uključi s obnovljivim izvorima kao dio dugoročne energetske politike u borbi protiv globalnog zagrijavanja. Prognozira se da će se globalna energetska potrošnja u razdoblju od 50 godina najmanje dvaput povećati. Istražena su tri temeljna ne-nuklearna pristupa za reduciranje CO_2. Tu je uključeno:

- reduciranje potrošnje kroz poboljšanje efikasnosti i promjene u stilu življenja
- veća uporaba obnovljivih izvora
- uklanjanje CO_2 iz atmosfere redukcijom ugljika.

Zadržavanje energetske potrošnje u sadašnjem stanju moglo bi rezultirati redukcijom energetske potrošnje između 20 i 25 %.

Obnovljivi izvori kao hidroenergija, geotermalna energija, energija vjetra, energija plime i oseke, biogorivo, solarna energija i voltaičke tehnologije mogle bi ostati i postati središnji elementi u energetskoj politici.

Prema najnovijoj procjeni o potrošnji energije iz obnovljivih energetskih izvora, ovi izvori bi trebali činiti 10 % energetskih potreba Velike Britanije do 2010. godine.

No, nije sigurno da će kombinacija efikasnosti, konzerviranja NE i obnovljiva energija biti dovoljni za zadovoljenje potreba zaštite okoliša i još pri osiguranju sigurne opskrbe električnom energijom. I zbog toga je bitno držati nuklearnu opciju otvorenom.

Iako nuklearna energija nije obnovljivi izvor, trenutno ona opskrbljuje oko 27% ukupne potražnje energije u Velikoj Britaniji bez značajnije proizvodnje CO_2. Ako se ništa ne poduzme, nuklearni kapaciteti reducirat će se progresivno kroz slijedećih 20 godina zbog dekomisije starih nuklearnih elektrana. Zato se preporučuje da se ozbiljno preispita širenje industrije nuklearne energetike, te da ona igra punu i dugoročnu ulogu u nacionalnoj energetskoj politici.

Electricity International, 7-8/1999.

SBK

FRANCUSKE NUKLEARNE ELEKTRANE

Nuklearne elektrane s 57 nuklearnih reaktora osiguravaju električnu energiju za 80 % francuskih potreba. Francuska vlada mora odlučiti koje će biti postupno zatvarane, te koje će biti zamijenjene europskim reaktorom pod tlakom (EPR). Reaktori u francuskim nuklearnim elektranama u pogonu su 20 godina.

Najstariji je reaktor u NE Fassenheim koji je stavljen u pogon 1977. godine.

Sadašnji tehnički problemi odnose se na stvaranje pukotina na nekim od zaštitnih zgrada (containment) (NE Flamanville i Belleville). To bi moglo stvarati probleme u nuklearnim elektranama koje nemaju čeličnu sigurnosnu ljusku unutar zaštitne zgrade. Problem je također uočen kod nekih reaktorskih posuda koje ne mogu biti zamijenjene. To je slučaj s NE Tricastin, gdje su pukotine do 10 mm ispod obloge od nehrđajućeg čelika. Ne vjeruje se da bi ovi problemi mogli dovesti u pitanje rad nuklearnih elektrana s 30 godina pogona. Međutim, šanse francuskog EdF-a da produži radni vijek svojih nuklearnih reaktora preko 40 godina rada izgledaju još neznatnije.

Prema procjenama, modernizacija 34 jedinice po 900 MW stajat će oko 300 milijuna francuskih franaka po jedinici.

Nije prihvaćen prijedlog da se osnuje novi komitet za nuklearnu sigurnost, kojem bi predsjedavao predsjednik vlade kao ni da se uključi nekoliko članova parlamenta kao predstavnici u različitim asocijacijama.

Osim Skupštine (Conseil d'Etat) prijedlog nije prihvaćen niti od Državnog vrhovnog administracijskog suda (supreme administrative tribunal).

Skupština koja rutinski provjerava sve zakonske prijedloge za usuglašavanje s osnovnim zakonom – držala je da nezavisno tijelo može donositi ekonomske odluke, ali vlada nije mogla ni prenijeti ni preuzeti na sebe odgovornosti o problemu sigurnosti.

Sugerirano je donošenje obrane protiv radijacije pod istim režimom kao i nuklearna sigurnost, naime DSIN s novim komitetom to bi nadgledao.

Power in Europe, 303/1999.

SBK

NASTAVLJAJU SE PRIPREME ZA ISKLJUČIVANJE NJEMAČKIH NUKLEARKI IZ POGONA

Dispečeri u njemačkim nuklearnim elektranama i federalna vlada načinili su korak bliže postizanju dogovora o postupnom isključivanju nuklearnih elektrana. Konsenzus o ključnim točkama postignut je između vodstva RWE-a, Veba-e, Viag-a i EnBW - najvećih proizvođača i federalnog ministarstva za gospodarstvo na čelu s ministrom Wernerom Muellerom. Ministarstvo je dalo prijedlog rješenja u vidu koncepta izlaza ("exit concept").

Ovaj dokument jamči svakomu od 35 njemačkih reaktora operativni životni vijek od 35 godina. To bi značilo da bi najstariji reaktor, Obrigheim, bio stavljen izvan pogona 2003., a najmlađi, Neckarwestheim, 2024. godine.

Zauzvrat, federalna vlada će dozvoliti neometani rad nuklearnih elektrana.

Međutim, "zeleni" ne prihvaćaju ovaj prijedlog, već i dalje zahtijevaju stavljanje izvan pogona nekoliko reaktora do 2002. godine.

Nuklearna, pak, industrija traži da planiranih 35 godina od stavljanja u pogon bude promijenjeno u 35 godina stvarnog rada. To bi značilo da bi operativni životni vijek bio duži 20 do 30 %.

Kako još nije postignut definitivan dogovor, inicirana je jednogodišnja serija razgovora s političarima, predstavnicima industrije, sindikata i ostalih relevantnih institucija pod nazivom "Energy Dialogue 2000".

Sigurno je, međutim, bez obzira na nezavisne pregovarače, da će se dozvoliti da reaktori ostanu u pogonu do najviše 40 godina.

Njemačka želi sačuvati i poboljšati svoju poziciju proizvođača energije, jer je elektroindustrija osnovni domaći izvor zapošljavanja, a isto tako i investitor.

Obnovljivi izvori energije nalaze svoje tržište, te gledano srednjoročno neće biti potrebna financijska pomoć države. Gledano dugoročno, Njemačka mora postići strukturu energetske opskrbe oslobođenu od novčane pomoći.

FT Energy Economist, 213/1999.

SBK

NIZOZEMSKI PLANOVI S NUKLEARNIM ELEKTRANAMA

Menadžment javnog poduzeća za proizvodnju energije EPZ tražio je od vlade da preispita svoju odluku o zatvaranju nuklearne elektrane u Borseele-u krajem 2003. godine. EPZ tvrdi da su se okolnosti dramatično promijenile od 1994. godine, kada je izglasano zatvaranje ove nuklearne elektrane.

Pod tim se podrazumijeva ovogodišnja liberalizacija energetskog tržišta, vladine obveze prema Kyotou za redukcijom emisije CO_2 sadržane u objavljenom paketu redukcije emisija.

Obnavljanjem nuklearke u Borseeleu moglo bi se smanjiti emisija CO_2 za 1,4 milijuna tona, što iznosi 6 % internog nizozemskog cilja za redukcijom emisija od 25 milijuna tona (ili polovicu od ukupno postavljenog cilja od 50 milijuna tona). Naime, NE Borseele nedavno je podvrgnut ekstenzivnoj obnovi i njezina razina sigurnosti udovoljava zahtjevima koji se postavljaju na nove nuklearne elektrane. Tehničko poboljšanje također omogućava manju proizvodnju radioaktivnog otpada. NE Borseele proizvela je u prošloj godini rekordnih 3,6 TWh električne energije.

Tako obnovljena elektrana mogla bi ostati u pogonu do 2013. godine bez problema. Nepotrebna i prinudna zamjena ove proizvodnje nekom drugom mogla bi smanjiti konkurentsku poziciju Nizozemske. Naime, od uvođenja liberalizacije porastao je uvoz električne energije, koja velikim dijelom dolazi iz stranih nuklearnih elektrana. Osim toga, NE Borseele je pogon u Nizozemskoj s velikim iskustvom u proizvodnji električne energije iz nuklearnog goriva. Njezinim zatvaranjem ukinulo bi se nekih 600 radnih mjesta.

U prilog ETZ-u idu i zahtjevi energetskog sektora da HE Borseele ostane u pogonu do 2007. godine kao jeftinija opcija redukcije emisije CO_2 do 2008. godine u odnosu na vladin prijedlog reduciranja emisije elektrana loženih ugljenom na razinu onih loženih plinom.

Nizozemski energetski sektor neće surađivati s vladinim planovima, koji bi u proizvodnji električne energije uzrokovali gubitak od najmanje 360 milijuna nizozemskih florina. Zato predlaže da se razgovara s vladom o alternativnom načinu za Nizozemsku da se postigne njezinih 25 milijuna tona redukcije emisije CO_2 do 2010. godine u usporedbi s razinom iz 1990. godine.

Power in Europe, 303/1999.

SBK

ŠVEDSKO DOGOVARANJE OKO ODLAGANJA ISKORIŠTENOG GORIVA

Švedska nema u potpunosti usuglašenu regulativu o tome što učiniti s istrošenim nuklearnim gorivom: odložiti ga ili reprocesirati.

Službena politika stoji na stajalištu da sve švedsko istrošeno gorivo treba biti odloženo u podzemno odlagalište koje se gradi. Vlada se protivi reprocesiranju istrošenog goriva i proizvodnji plutonija za oružje.

Prema preporuci, pak, nuklearnog inspektorata reciklirano gorivo treba biti vraćeno kao MOX gorivo za ponovnu uporabu u nuklearnim elektranama, iako je pet do deset puta skuplje od običnog goriva. U Švedsku bi se vratio i otpad iz operacije reprocesiranja.

Ukoliko se postupi po preporuci nuklearnog inspektorata, dvije serije iskorištenog goriva trebaju biti vraćene iz Velike Britanije. Naime, NE Oskarshamn potpisala je ugovor s britanskom kompanijom Nuclear Fuels (BNFL) o reprocesiranju istrošenog goriva. Oko 140 tona istrošenog goriva reprocesirano je i nalazi se u Sellfieldu. Reprocesirano gorivo bi se upotrijebilo u NE Oskarshamnu 2 i 3.

Nuklearni inspektorat također preporučuje da se preradi i vrati kao MOX gorivo istrošeno gorivo iz istraživačkog reaktora koji je zatvoren 1970. godine. To gorivo nije još otpremljeno na reprocesiranje. Oko 4,8 tona urana u obliku šipki nalazi se u podvodnom spremištu u Studsviku, u kapsulama koje su korodirale.

Zeleni smatraju, da bi za odlaganje istrošenog goriva iz istraživačkog centra trebalo izgraditi suho odlagalište.

Švedsko savjetodavno vijeće za nuklearni otpad (KASAM), koje savjetuje vladu u svezi nuklearnog otpada traži od Nuclear Fuel and Waste management Co (SBK) da istraži potencijalne lokacije za odlagališta do 2001. godine. KASAM također traži od vlade da uzme više udjela u izboru lokacija za odlagalište te u monitoringu lokacija nakon zatvaranja nuklearnih elektrana.

Power in Europe, 303/99.

SBK

ŠPANJOLSKE DILEME OKO PRODAJE NUKLEARNE INDUSTRIJE STRANCIMA

Da dileme u Španjolskoj oko prodaje nuklearne industrije stranim vlasnicima nisu još riješene pokazuje i situacija s nuklearnim elektranama i nuklearnom industrijom. Glavna opozicijska grupa Socijalista u Španjolskoj iznijela je prijedlog Kongresu (Donji dom) da spriječi vladin pravni centar da proda kompanije strateške nuklearne industrije stranim kompanijama.

Postupku je prethodila informacija predstavnika vlade da je američka kompanija Westinghouse mogući kupac španjolskih nuklearnih kompanija.

To se odnosi na tri javne kompanije:

- Empresa Nacional de Uranio (Enusa), monopolista, dobavljač je goriva za 9 španjolskih nuklearnih elektrana
- Equipos Nucleares (Ensa) dobavljao je opremu za većinu tih nuklearki
- Initec kao projektant sudjelovao je u njihovom projektiranju.

Osim što se protive prodaji nuklearne industrije strancima, Socijalisti također nastoje spriječiti planirano zatvaranje rudnika urana Enusa blizu Salamanca na zapadu Španjolske.

No, nisu samo dileme oko prodaje nuklearne industrije. Pitanje je i produženja radnog vijeka nuklearnih elektrana.

Tako je Savjet za nuklearnu sigurnost (CSN) odobrio 10-godišnje produženje licence za pogon španjolskoj drugoj po starosti nuklearnoj elektrani Santa Maria de Garona blizu Burgosa, iako se licenca za produženje rada normalno dobivala za ne više nego pet godina. No, ova 466 MW-na elektrana, stavljena u pogon 1971. godine, u odličnom je stanju poslije generalnog remonta s više od 81 milijun MWh. Ekološka grupa Greenpeace smatra odluku CSN-a neodgovornom.

Liberalizacija tržišta električne energije postavlja nove zahtjeve na proizvodnju električne energije, da bi mogli biti

konkurentni. Da bi se smanjili troškovi poslovanja nuklearne se kompanije udružuju. Tako je Iberdrola obznanila dogovor s druga tri proizvođača – Endesa, Union Fenosa i Hidrocantabrico – o spajanju menadžmenta dviju nuklearnih elektrana Trillo i Almaraz.

Power in Europe, 303/1999.

SBK

IZABRAN INVESTITOR ZA IZGRADNJU NOVIH ELEKTRANA U MAĐARSKOJ

Temeljem tendera mađarskog MVM-a (Magyar Villamos Muvek Rt) iz 1997. godine izabrani su investitori za dvije elektrane na javnom natječaju. To su kompanije Tisza Power i Budapest Power. Obadvije kompanije su privatizirane lokalne elektrane. Kompanija Tisza Power ima u vlasništvu tri termoelektrane na ugljen, mazut i plin s preko 1200 MW kapaciteta. Kompanija Budapest Power je vlasnik pet kogeneracijskih termoelektrana s 250 MW za proizvodnju električne energije. Kompanija Tisza Power izgradit će kombiniranu termoelektranu loženu plinom u istočnoj Mađarskoj u Tiszauyvaros, čiji je većinski vlasnik američka kompanija AES Corporation. Elektranu će graditi kompanija AES Phoenix pokraj postojeće elektrane kompanije Tisza Power. Predviđa se da će elektrana ući u pogon 2004. godine. Procjenjuju se troškovi izgradnje oko 100 milijuna američkih dolara. Elektrana će prodavati energiju kompaniji MVM po cijeni od 28 američkih dolara po MWh u razdoblju od 15 do 20 godina. Očekuje se da će ugovor između kompanija AES i MVM biti uskoro potpisan. Termoelektrana će se opskrbljivati gorivom iz obližnjeg plinovoda koji je vlasništvo državne kompanije MOL ili od ruske kompanije Gazprom.

Drugu kogeneracijsku elektranu 110 MW loženu plinom izgradit će kompanija Budapest Power u Ujpestu u Budimpešti, čiji su većinski vlasnici finska kompanija Fortum (bivši IVO) i japanska kompanija Tomen. Termoelektrana treba biti završena do 2004. godine.Troškovi izgradnje procijenjeni su na 80 milijuna američkih dolara. Energiju će kupovati mađarski MVM po cijeni od 30 američkih dolara po MWh u razdoblju od 20 godina.

Generalni direktor MVM-a smatra da je postignuta povoljna cijena. No, zbog pada potrošnje električne energije, efikasnijih privatnih elektrana te neizvjesnosti koje će donijeti liberalizacija tržišta električne energije nije se išlo u gradnju većih kapaciteta od 200 MW. Naime, Mađarska planira djelomičnu liberalizaciju do 2001. godine, a potpunu ulaskom u Europsku uniju.

Bilo je i drugih ponuđača, kao npr. RWE koji je nudio termoelektranu loženu lignitom i ugljenom s većom cijenom i, apriori, većeg kapaciteta.

Kompanija AES je već dobila posao u Mađarskoj na izgradnji termoelektrane 165 MW za Tisza Power u Borsodu, vrijedan 260 milijuna američkih dolara. Tu je naišla na poteškoće, jer je mađarski MVM odbio ratificiranje. Iako je ratifikacija trebala biti formalnost, postala je zamršena zbog politike mađarskog energetskog sektora i kompanije MVM.

Global Private Power, 46/1999.

SBK

ZATVARANJE ČERNOBILA

Ukrajina je pristala na isključenje Černobila u 2000. godini. Europska banka za obnovu i razvoj (EBRD) objavila je da je to prvi ugovor za dekomisiju. Na trodnevnom sastanku u Njemačkoj, predstavnici Zapada izjavili su da je prvi zadatak zatvaranje Černobila. Pri tome su obećali pomoć Ukrajini za iznalaženje alternativnih izvora energije.

Ukrajina je već dobila od međunarodne zajednice financijska sredstva u iznosu od 400 milijuna američkih dolara za proširenje betonskog sarkofaga u koji je zatvorena havarirana elektrana. Osim toga, dobila je 746 milijuna za pronalaženje alternativnih izvora energije te 485 milijuna američkih dolara za povećanje mjera nuklearne sigurnosti.

Također je obećano prikupljanje više novca nakon donatorske konferencije koja će se održati 2000. godine.

Francuski konzorcij, sastavljen od kompanija Framatome, Campenom Bernard-SGE i Bouygue TP, dobio je prvi glavni ugovor za dekomisiju. Ugovor je vrijedan 71,5 milijuna američkih dolara, a odnosi se na izgradnju spremnika za istrošeno gorivo, kapaciteta 3000 tona. U taj spremnik bit će smješteno i istrošeno gorivo iz preostale tri jedinice.

Ugovor se većim dijelom financira iz fonda za nuklearnu sigurnost (Nuclear Safety Account) pri EBRD-u na teret 15 zemalja Europske unije (uključujući i SAD, Veliku Britaniju).

Prema programu, u prvih 30 mjeseci obavit će se pakiranje i 45 mjeseci za pohranu istrošenog goriva u spremišta. Dio poslova na dekomisiji u vrijednosti 40 % ugovora obavljat će domaće kompanije iz Ukrajine.

Electricity International, 8-9/1999.

SBK

CIJENA EKOLOŠKIH ZAHVATA U ŠVICARSKOJ

U Švicarskoj, na rijeci Castro u kantonu Ticino provodi se eksperimentalno istraživanje, da se utvrdi koliki je ostatak tekuće vode izgubljen za proizvodnju električne energije u švicarskim rijekama primjenom novog zakona o vodama u razdoblju do 2007. godine. Eksperimentom je obuhvaćen dio rijeke Castro od mjesta Aquilo do Acquarossa. Okolno tlo je potpuno osušeno, jer se 92 % vode rijeke Brenno koristi za proizvodnju električne energije u hidroelektrani Blenio.

Da bi se uspostavili prijašnji prirodni uvjeti izvođače i dioničare stajat će prilično novca.

Da bi se spasile agrokompanije pokrenut je drugi projekt pod nazivom Ecopower, koji zajedno financiraju Federalna agencija za vode (EAWAG), kanton Ticino i Talijanski univerzitet u Švicarskoj.

To uključuje i pokušaj da se kreira prepoznatljiv i međunarodno priznat eko-znak, koji bi omogućio HE Blenio i drugim izvođačima širom Švicarske, koji su prisiljeni na skupe ekološke zahvate, da prodaju svoju električnu energiju iznad nominalne cijene ekološki usmjerenim potrošačima u Švicarskoj i drugdje. Očekuje se razlika u cijeni oko 0,01 do 0,02 švicarska franka po kWh.

Power in Europe, 303/1999.

SBK

SVJETSKA BANKA POTPOMAŽE REFORME ENERGETSKOG SEKTORA U ARMENIJI

Zbog potrebe reforme energetskog sektora elektroprivredne kompanije Armenije načinile su program reforme. U prvoj fazi obuhvaćene su djelatnosti prijenosa i distribucije. Svrha programa je privući privatne investitore u energetski sektor zemlje.

Svjetska banka financijski potpomaže ovaj program. Tako je odobren kredit od 21 milijun američkih dolara kao pomoć inicijalnoj fazi programa. Kredit će se koristiti za poboljšanje mjerenja električne energije, zatim za poboljšanje novčanih tokova između proizvodnje, prijenosa i distribucije te poboljšanje računovodstva.

U prvoj fazi programa restrukturiranja energetskog sektora obuhvaćene su aktivnosti na reduciranju tehničkih gubitaka u prijenosu, poboljšanje komercijalnih performansi i financijskih uvjeta nacionalne dispečerske kompanije Armenegro, prijenosne kompanije High Voltage Electronic Network te Yerevan Distribution Company.

Svjetska banka planira ponuditi ukupan kredit do 53 milijuna američkih dolara do kraja 2003. godine kao potporu sukcesivnim fazama programa reforme. Rok vraćanja kredita je 35 godina s odgodom vraćanja od 1o godina. Kredit će biti distribuiran preko institucije International Development Association.

Na zahtjeve dužnika, Svjetska banka je 1997. godine lansirala novi investicijski instrument posuđivanja po prilagodljivom programu (Bank's Adoptable Programme Lending – APL). Svrha mu je da podupire dugoročne programe reformi veće fleksibilnosti od tradicionalnih instrumenata.

APL uzima u obzir promjene uvjeta tijekom realizacije programa koji dozvoljavaju brže odobravanje i isplate, kraće projektne cikluse, povoljne prilike za edukaciju i više fleksibilnosti da se učine promjene. Tu su uključene serije zajmova koje Svjetska banka osigurava po fazama.

Inicijalni zajam po programu Adoptable Programme Loan, budući dužnik ostvaruje na način da sa Svjetskom bankom postigne dogovor o dugoročnim ciljevima programa, o faznim i sekvencijalnim investicijskim aktivnostima, politici i institucijalnim promjenama koje će pomoći realizaciju postavljenih ciljeva te specifičnim objektima i kontrolnim točkama.

Svaku fazu podupire zajam koji se priprema i procjenjuje odvojeno.

Dostizanje dogovorenih ciljeva u kontrolnim točkama za vrijeme prvog zajma dozvoljava angažiranje fondova za drugi zajam, i tako redom za svaki sukcesivni zajam. To se nastavlja sve do postizanja ciljeva programa, odnosno dok partneri ne odluče da se parametri programa ne mogu više održati.

Sličan APL inicijalni zajam od 210 milijuna američkih dolara odobren je južno indijskoj državi Andhra Pradesh. To je prvi zajam u seriji zajmova od ukupno 1 milijardu američkih dolara koji je Svjetska banka planirala osigurati u razdoblju do 2006. godine kao pomoć reformi energetskog sektora u državi Andhra Pradesh.

Global Private Power, 47/1999.

SBK

PRI PRIVATIZACIJI ELEKTROPRIVREDNIH KOMPANIJA PRIJENOSNA DJELATNOST OSTAJE U VLASNIŠTVU DRŽAVE

Moldavija kreće u privatizaciju uz potporu Europske banke za obnovu i razvoj (EBRD). Uvjet za dodjelu financijske pomoći je privatizacija energetskih kompanija. Privatizacija ovih vitalnih dijelova nacionalnog gospodarstva obuhvatit će kompanije za proizvodnju električne energije i elektrodistribucijske kompanije, dok će prijenosna djelatnost ostati u vlasništvu države.

Parlament Moldavije odobrio je prodaju kontroliranih dionica triju proizvodnih kompanija i pet regionalnih distribucijskih kompanija. Prodaju se glavne dionice triju proizvodnji te glavne dionice bilo kojih ili svih pet distribucija.

Sve kompanije su patile od kronične nestašice novca, pa će trebati investirati u njih značajna sredstva. Od elektrana, bit će privatizirana najveća od 202 MW u kompleksu Chisinau, ložena je ugljenom s tri jedinice koje su ušle u pogon između 1977. i 1980. godine. Zatim, tu su dvije male hidroelektrane i jedna 24 MW-na jedinica ložena ugljenom u Balti.

Vrijednost pet elektrodistribucijskih kompanija procijenjena je između 10 i 12 milijuna američkih dolara. U njih će trebati investirati između 14 i 75 milijuna američkih dolara.

Global Private Power, 47/1999.

SBK

OTVARANJE TRŽIŠTA ELEKTRIČNE ENERGIJE U EUROPSKOJ UNIJI DOVEST ĆE DO RADIKALNIH PROMJENA NA TRŽIŠTU I VELIKIM KOMPANIJAMA

U 1999. godini europsko tržište električne energije vrijedi 125 milijardi američkih dolara. Usvajanje direktive Europske komisije za električnu energiju u veljači 1997. godine podrazumijeva da će do 1999. godine najmanje 60 % elektroenergetskog tržišta Europske unije biti otvoreno konkurenciji. Liberalizacija tržišta dovest će do pada cijene električne energije. U tablici 1 prikazan je očekivani pad cijene električne energije u pojedinim zemljama Europe u razdoblju od 1998. do 2003. godine.

Tablica 1 – Promjene cijene električne energije od 1998. do 2003. godine

	>40 GWh	20 – 40 GWh	9 – 20 GWh
	%	%	%
Njemačka	- 18	- 18	- 20
Austrija	- 15	- 13	- 13
Nizozemska	- 8	- 8	- 10
Francuska	-10	- 10	- 10
Grčka	- 10	- 7	- 7
Danska	- 3	- 3	-3
Španjolska	3	3	3
Italija	5	3	3

Liberalizacija tržišta dovesti će do najvećeg pada cijene električne energije u Njemačkoj i to 20 % za potrošnju od 9 do 20 GWh, 18 % za potrošnju od 20 do 40 GWh i 18 % za potrošnju preko 40 GWh. Ovo se može pripisati činjenici da je njemaćko tržište s obzirom na veličinu i brzinu širenja otvorenije od ostalih država članica. Osim toga, Njemačka ima neke cijene najviše u Europi. To se posebno odnosi na industriju. Da bi se izjednačila s cijenom ostalih, tj. da bi ostala konkurentna, mora spustiti cijene. To će dovesti njemačku elektroprivredu u gubitak preko 7 milijardi američkih dolara do 2005. godine.

Od zemalja gdje se očekivao rast cijena jedino se to ostvarilo kod Italije i Španjolske. Rast cijena može biti rezultat ukidanja novčane potpore ili povećanjem poreza. Sve to za krajnjeg korisnika rezultira porastom cijena električne energije.

Usmjeravanje prema rastu vlastite konkurentske sposobnosti u liberaliziranom energetskom tržištu tjera energetske kompanije na diverzifikaciju svojeg poslovanja. Tako će većina njih diverzificirati na područje obnovljive energije i telekomunikacija.

Power Industry Development, Spring 1999.

SBK

TALIJANSKA ISKUSTVA S LIBERALIZACIJOM EUROPSKOG ENERGETSKOG TRŽIŠTA

Organizacija energetskog sektora u većini zemalja Europske unije rezultat je razvoja poslije Drugog svjetskog rata temeljenog na socijalnom sporazumu. To je razdoblje u kojem je visoka energetska potrošnja bila kombinirana s nedovoljnom kvalitetom usluge. Zemlje su usvojile različite sustave ekskluzivnog prava, što je omogućilo energetskoj industriji da posluje kao monopolist bez komercijalnog rizika. Energetske kompanije su ulagale golema sredstva u investicije da bi ispunili svoju infrastrukturnu funkciju koju su im politički moćnici nametali. Profit nije bio primarni zadatak. U ovoj stabilnoj situaciji elektroindustrija se optimalno razvijala.

Sadašnji razvoj energetske industrije podvrgnut je deregulaciji koja je u zadnjih 15 godina premodelirala energetski sektor koji je bio direktno pod kontrolom i upravom države (aviotransport, telekomunikacije, opskrba vodom, plinom itd.). Tehnološka revolucija je potvrdila da proizvodnja energije nije prirodni monopol.

Talijanski energetski sektor se sastoji od velike, vertikalno integrirane nacionalne elektroprivrede (ENEL), brojnih gradskih elektroprivrednih kompanija i industrijskih elektrana. ENEL i gradske elektroprivredne kompanije imaju ekskluzivno pravo opskrbe energijom. Industrijske elektrane višak proizvedene energije prodaju ENEL-u. ENEL ima monopol na uvoz-izvoz energije. Odgovoran je za dugoročno planiranje i dispečing cijelog nacionalnog elektroenergetskog sustava.

Ideja o privatizaciji ENEL-a pojavila se 1989. godine, ali tek je 1992. godine prihvaćena. To je postao prioritetni zadatak u narednom razdoblju.

U studenom 1995. godine prihvaćen je novi zakon koji je postao operativan početkom 1997. godine. Krajem 1995. godine Ministarstvo industrije dodijelilo je ENEL-u koncesiju. Početkom 1998. godine Parlament je donio smjernice o budućoj strukturi energetskog sektora prihvativši direktive Europske Unije (EU Directive 96/92).

U budućnosti ENEL mora biti konkurentan, mora cijenom i kvalitetom zadržati potrošače. Mora kratkoročno i dugoročno poboljšati profitabilnost svojih kompanija. Mora reducirati operativne troškove i povećati efikasnost. Imajući u vidu navedene ciljeve, implementira početkom 1997. godine novu organizaciju. U novoj organizaciji razdvojene su djelatnosti proizvodnja, prijenos i distribucija električne energije. Restrukturira se istraživanja i razvoj te inženjering. Isto tako se restrukturiraju informatička i telekomunikacijske aktivnosti.

U deregulaciji elektroenergetskog sektora porasla je uloga nezavisnih proizvođača energije (Independent Power Producers – IPPs). ELIN inicira kompanije tipa joint venture s vodećim svjetskim kompanijama ENI i ENRON. Tako ENEL izdvaja brojne stare proizvodne jedinice. Osniva kompaniju za telekomunikacije joint venture WIND s njemačkim Telecom-om i francuskim Télécom-om.

Promatrajući sektor elektroenergetike u Europi kao i u većini drugih područja, može se zaključiti da je taj sektor podvrgnut dubokim promjenama. Liberalizacija energetskog tržišta, privatizacija, konsolidacija i internacionalizacija mijenjaju tradicionalnu strukturu sektora i traže i pronalaženje novih strategija. Uvođenje konkurencije koristi potrošačima, jer im omogućava veliki izbor dobavljača električne energije, te pritisak na cijene. To prisiljava kompanije energetskog sektora da pronađu i osiguraju ono, što potrošači traže, ne samo po cijeni nego i po kvaliteti usluge.

Konsolidacija nacionalne elektroenergetske industrije i proces internacionalizacije mogu dovesti do stvaranja nekoliko globalnih dispečinga u kontinentalnim razmjerima kao zamjenu za raspadnute nacionalne elektroenergetske kompanije zbog deregulacije.

Stvarne promjene će omogućiti istodobnost različitih elektroenergetskih sustava unutar visoko konektirane mreže rastućeg integriranog tržišta električne energije. Za to će trebati mnogo fleksibilnosti i mašte.

Power Industry Development, Spring 1999.

SBK

SVJETSKI TREND STVARANJA POTPUNIH ENERGETSKIH KOMPANIJA

Prema statističkim podacima organizacije IAE - International Energy Agency za 1996. godinu u proizvodnji električne energije koja je iznosila 13652 TWh sudjeluju primarni izvori, kako je prikazano u tablici 1 te dijagramom na slici 1.

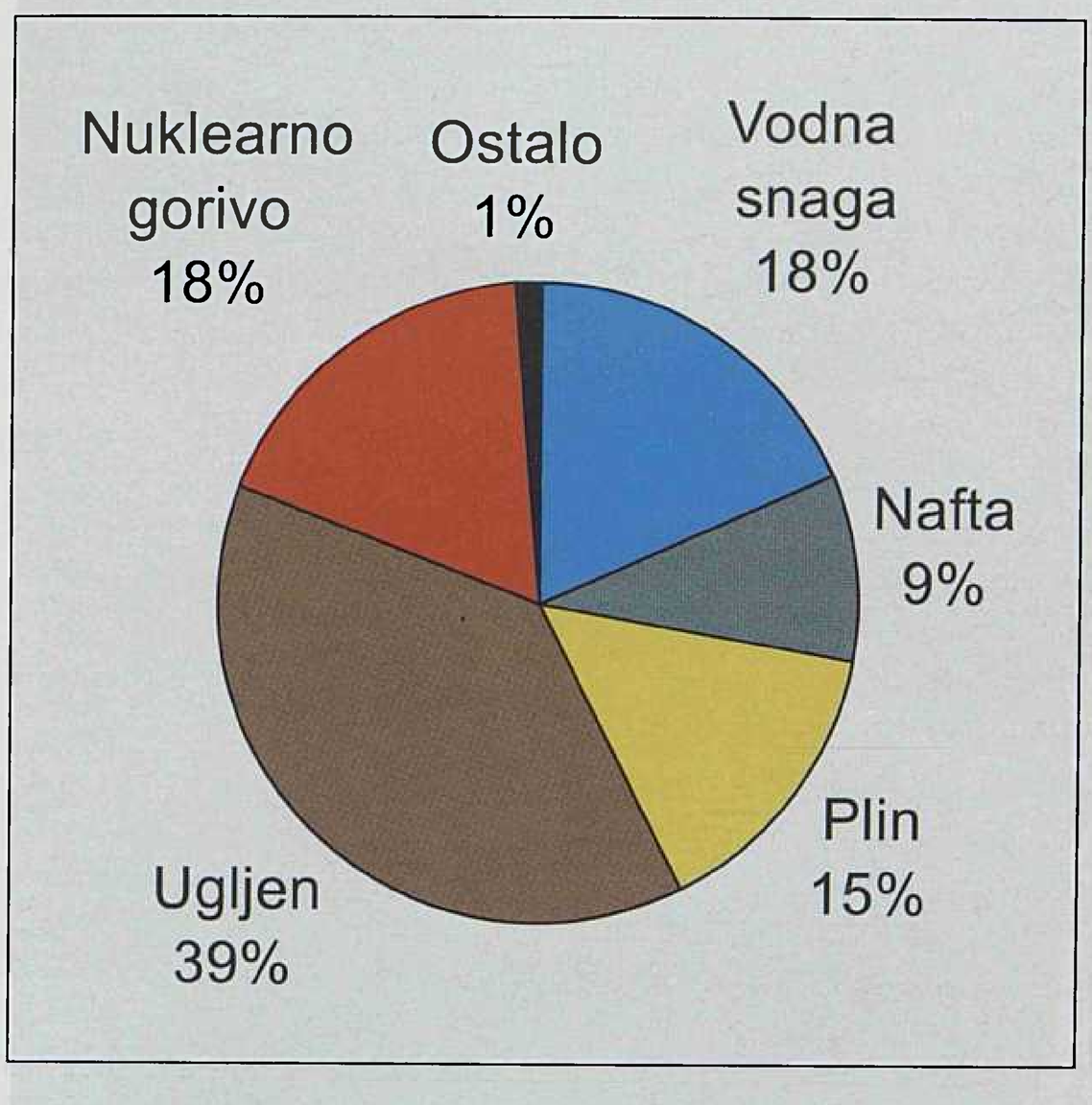
Najveći udio ima ugljen u iznosu od 38 %, zatim slijede vodne snage s 18 %, nuklearno gorivo s 18 %, plin sa 15 % i nafta sa 9 %. Ostali izvori od 1 % obuhvaćaju i obnovljive izvore energije).

Tablica 1 - Udio primarnih izvora u proizvodnji električne energije u svijetu za 1996. **TWh**

Redni broj	Primarni izvori	Godina 1996
1	Vodna snaga	2512.0
2	Nafta	1269.6
3	Plin	2020.5
4	Ugljen	5242.4
5	Nuklearno gorivo	2416.4
6	Ostalo	191.1
7	Ukupno	13652.0

Kompanije za naftu i plin dobavljaju četvrtinu goriva za proizvodnju električne energije te su blisko povezane s elektroprivrednim kompanijama. Zbog porasta deregulacije u tržištu električne energije, recesije u naftnoj industriji i popularizacije plina, kompanije goriva nastoje diverzificirati u sektor elektroenergetike radi budućeg rasta. Da bi održale ili poboljšale svoju konkurentsku sposobnost te osigurale buduću dobavu goriva, elektroprivredne kompanije nastoje diverzificirati u sektor nafte i plina. Ovaj trend dovodi do stvaranja tzv. "potpune energetske" kompanije koja raspolaže vlastitim primarnim izvorima energije te mogu opskrbljivati gorivom vlastitu proizvodnju električne energije.

Naftne kompanije osim osiguranja tržišta u tom modelu vide i cijene električne energije kao manje ranjive od cijene sirove nafte i plina.



Slika 1 - Udio primarnih izvora u proizvodnji električne energije u svijetu za 1996.

Deregulacija tržišta električne energije omogućila je izdvajanje i prodaju dijelova koji se bave proizvodnjom električne energije. Zbog nestašice novca elektroprivredne kompanije rasprodaju proizvodnju uz snižene cijene i pretvaraju ih u tzv. nezavisne proizvođače energije (Independent Power Producers - IPPs).

Jedna od takvih "potpunih energetskih " kompanija je i nama poznata američka kompanija Enron. Smatra se svjetskom vodećom integriranom kompanijom. Kao aktivna trgovačka kompanija za naftu, plin i električnu energiju ima svoja osnovna sredstva širom svijeta. Prisutna je u Latinskoj Americi, a na azijskom kontinentu Indiji. Angažirana je na stvaranju integrirane kompanije u Kini. Kompanija već ima plinska polja 1000 km jugozapadno od Pekinga. Još 1997. godine potpisala je ugovor s kineskom kompanijom China National Oil Company (CNPC) o tridesetogodišnjem istraživanju i razvoju eksploatacije plina i nafte. Inicijalni ugovor uključuje dvogodišnje testiranje i procjenu ekonomske isplativosti povećanja eksploatacije plina iz postojećih plinskih polja. Nakon toga će se podnijeti razvojni planovi za daljnju eksploataciju uključujući i za proizvodnju električne energije u vlastitim elektranama u slijedećih 20 godina.

Electricity International, 6/99.

SBK



Energija

Godište 49 (2000) Br 1

Časopis Hrvatske elektroprivrede

Uredništvo i uprava
Zagreb, Ulica grada Vukovara 37
Godišnja pretplata 480,00 kn

Energija 1320

UDK 621.311.22:621.182
PREGLEDNI ČLANAK

ENERGIJA 49/2000/1, 43-53

TEHNIČKE KARAKTERISTIKE IPP ELEKTRANE KTE 240 MW JERTOVEC

Mr. sc. Miroslav Šander

ELEKTROPROJEKT, Alexandera von Humboldta 4, 10000 Zagreb, Hrvatska

U članku je prikazana KTE 240 MW - Elektrana Jertovec d.o.o. prva elektrana u Hrvatskoj koja će se graditi po modelu Neovisnog proizvođača električne energije (Independent Power Producer IPP). Između domaće elektroprivrede HEP-a i američke tvrtke ENRON se sklapa ugovor o zakupu kapaciteta i preradi energenta tzv. CTA (Capacity & Tooling Agreement) u lipnju 1999. g.
Ovdje se nećemo baviti modelom IPP nego čisto tehničkim aspektima nove elektrane i uklapanjem nove elektrane u hrvatsku tehničku regulativu i zakone koji se primjenjuju pri izgradnji ovakvih elektrana. Također se sa čisto tehničkog aspekta promatra uklapanje nove elektrane u postojeću elektranu te međusobno povezivanje postojećih i novih objekata. Posebno je razmotrena zaštita od požara i eksplozija, zaštita od buke te zaštita na radu.
(Lit. 8, sl. 3 – original na hrvatskom jeziku)

Autor
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/1/43-53/2000.

Energija 1315

UDK 621.316.1.005:338
PREGLEDNI ČLANAK

ENERGIJA 49/2000/1, 37-41

ULOGA ODRŽAVANJA U POSTIZANJU POUZDANOSTI ELEMENATA PRIJENOSNE MREŽE U EES-u

Miroslav Mesić, dipl. ing. - Želimir Gongola, dipl. ing.

HEP, d.d. - PrP Zagreb

U postizanju elemenata prijenosne mreže održavanje ima odlučujuću ulogu. Povećanje pouzdanosti i optimiranje troškova održavanja predstavljaju zajednički cilj modernih modela održavanja na pragu novog milenija.
(Lit. 3, sl. 2 – original na hrvatskom jeziku)

Autori
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/1/37-41/2000.

Energija 1316

UDK 621.316.1:351
STRUČNI ČLANAK

ENERGIJA 49/2000/1, 3-8

PRISTUP RJEŠAVANJU PROBLEMA IZGRADNJE DISTRIBUTIVNIH MREŽA U SREDIŠTIMA GRADOVA S NAGLASKOM NA STARE GRADSKE JEZGRE

Antun Tomšić, dipl. ing.

HEP - DP "Elektroslavonija" Osijek

Članak obrađuje pristup rješavanju problema pred kojima se nađu investitori, projektanti i izvođači radova kada se ukaže potreba da se učini remont na postojećoj dotrajaloj distributivnoj mreži ili se izgradi nova distributivna mreža u urbanom gradskom središtu ili staroj gradskoj jezgri. U članku su ponuđena neka moguća rješenja i razmišljanja kojima je cilj da pomognu u datom trenutku kod donošenja odluke za najoptimalniju varijantu s obzirom na moguće tehničko, urbanističko i ekonomsko rješenje.
(Lit. -, sl. 5 – original na hrvatskom jeziku)

Autor
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/1/3-8/2000.

Energija 1316

UDK 621.316.1:351

1. Pristup rješavanju problema izgradnje distributivnih mreža u središtima gradova s naglaskom na stare gradske jezgre
I. *Tomšić A.*
II. HEP - DP "Elektroslavonija" Osijek

Distributivna mreža
Središta gradova
Stara gradska jezgra

Energija 1315

UDK 621.316.1.005:338

1. Uloga održavanja u postizanju pozdanosti elemenata prijenosne mreže u EES-u
I. *Mesić M. - Gongola Ž.*
II. HEP, d.d. - PrP Zagreb

Pouzdanost
Održavanje
Troškovi

Energija 1320

UDK 621.311.22:621.182

1. Tehničke karakteristike IPP elektrane KTE 240 MW Jertovec
I. *Šander M.*
II. ELEKTROPROJEKT, Alexandera von Humboldta 4, 10000 Zagreb, Hrvatska

KTE (kombi-termoelektrana)
Plinska turbina
Parna turbina
Elektropostrojenje
Generator
Mjere zaštite

E n e r g i j a

Godište 49 (2000) Br. 1

Časopis Hrvatske elektroprivrede

Uredništvo i uprava
Zagreb, Ulica grada Vukovara 37
Godišnja pretplata 480,00 kn

Energija 1317

UDK 621.311.21.005:658.516
STRUČNI ČLANAK

ENERGIJA 49/2000/1, 29-36

STALNI NADZOR - MONITORING I DIJAGNOSTIKA ELEKTROSTROJARSKE OPREME HIDROELEKTRANA

Enes Hercegovac, dipl. ing.
Alberta Hallera 13, 20000 Dubrovnik, Hrvatska

Ukratko se iznosi historijat koji se odnosi na predmetnu temu, daje se opis najnovijeg stanja odgovarajuće tehnike, odnosno uređaja, tendencije razvoja, dok se težište usmjerava na postojeća iskustva u pogonu te konačno daju odgovarajuće preporuke.
Radi stalne liberalizacije tržišta električne energije i s tim vezanog pritiska na troškove i cijene, proizvodni pogoni nastoje snižavati troškove i / ili povećati proizvodnju energije. Snižavanje troškova pak u prvom redu znači smanjenje pogonskih troškova, odnosno troškova za pogonsko osoblje i za održavanje. Povećanje proizvodnje energije praktički znači povećanje raspoloživosti, koje uz produžene intervale održavanja i / ili uz istodobno smanjenje broja pogonskog osoblja nije moguće bez dodatnih mjera, među koje se ubraja i ugradnja suvremenog monitoring i dijagnostičkog sustava.
(Lit. 11, sl. 2 – original na hrvatskom jeziku)

Autor

ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/1/29-36/2000.

Energija 1318

UDK 681.3:621.31
STRUČNI ČLANAK

ENERGIJA 49/2000/1, 19-27

PRIMJENA RAČUNALA U PLANIRANJU I PRAĆENJU ODRŽAVANJA ELEKTROENERGETSKIH OBJEKATA PRIJENOSNE MREŽE

Prof. dr. sc. Zdravko Hebel, dipl. ing. - doc. dr. sc. Mirta Baranović, dipl. ing. - mr. sc. Slaven Zakošek, dipl. ing.
Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb
Miroslav Mesić, dipl. ing. - Nikola Jaman, dipl. ing. - Enco Gašparini, dipl. ing. - Jadranko Radovanović, dipl. ing. - Vanja Esih, dipl. ing.
HEP, Direkcija za upravljanje i prijenos, Zagreb

Planiranje i praćenje održavanja elektroenergetskih objekata prijenosne mreže obavljaju se prema Pravilniku o održavanju Direkcije za upravljanje i prijenos Hrvatske elektroprivrede (HEP). Zbog velikog broja podataka i procedura klasični sustav planiranja i praćenja održavanja bio je spor, nepouzdan, ograničen i neučinkovit.
Interaktivnim pristupom projektanta odnosno izvođača informacijskog sustava (Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb) i korisnika (HEP - Direkcija za upravljanje i prijenos) uspostavljen je ISOHEP - Informacijski sustav održavanja Hrvatske elektroprivrede, koji se u procesu održavanja elektroenergetskih objekata prijenosne mreže primjenjuje već nekoliko godina. Primjena ISOHEP-a bitno je povećala ukupnu kvalitetu i racionalnost planiranja i praćenja održavanja u prijenosnoj mreži elektroenergetskog sustava Republike Hrvatske.
(Lit. -, sl. 3 – original na hrvatskom jeziku)

Autori

ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/1/19-27/2000.

Energija 1319

UDK 620.9:621.311.1
PREGLEDNI ČLANAK

ENERGIJA 49/2000/1, 9-17

MJESTO I ULOGA ENERGETSKE EFIKASNOSTI I OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U ENERGETSKOJ OPSKRBI SPLITSKO-DALMATINSKE ŽUPANIJE

Dr. sc. Branka Jelavić - dr. sc. Matislav Majstrović
Energetski institut "Hrvoje Požar", Hrvatska

U radu je opisano mjesto i uloga energetske efikasnosti i obnovljivih izvora energije u energetskoj opskrbi Splitsko-dalmatinske županije. Prikazan je energetski potencijal malih hidroelektrana, sunčeve energije, energije vjetra i biomase, energetske efikasnosti i kogeneracije, te energetske efikasnosti u zgradarstvu. Također su opisana područja primjene, provedena ekonomska evaluacija, te navedene potrebne mjere i organizacija provedbe programa.
(Lit. 7, sl. 1 – original na hrvatskom jeziku)

Autori

ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/1/9-17/2000.

Energija 1319 UDK 620.9:621.311.1

1. Mjesto i uloga energetske efikasnosti i obnovljivih izvora energije u energetskoj opskrbi Splitsko-dalmatinske županije
I. *Jelavić B. - Majstrović M.*
II. Energetski institut "Hrvoje Požar" Hrvatska

Energetski potencijal obnovljivih izvora
Mjere za povećanje učinkovitosti korištenja energije

Energija 1318 UDK 681.3:621.31

1. Primjena računala u planiranju i praćenju održavanja elektroenergetskih objekata prijenosne mreže
I. *Hebel Z. - Baranović M. - Zakošek S., Mesić M. - Jaman N. - Gašparini E. - Radovanović J. - Esih V.*
II. Fakultet elektrotehnike i računarstva, 10000 Zagreb, Hrvatska - HEP, Direkcija za upravljanje i prijenos, Zagreb

Informacijski sustav
Održavanje
Prijenosna mreža

Energija 1317 UDK 621.311.21.005:658.516

1. Stalni nadzor - monitoring i dijagnostika elektrostrojarske opreme hidroelektrana
I. *Hercegovac E.*
II. Alberta Hallera 13, 20000 Dubrovnik, Hrvatska

Monitoring
Dijagnostika
Ekspertni sustav
Generator
Vratilo
Dielektrična analiza
Rosište
Osnovni modul

Energija

Volume 49 (2000) Nº 1

Review of electricity of Croatia

Editorial and advertisements offices:
Zagreb, Ulica grada Vukovara 37
Subscription rate for 6 numbers p.a. USD 95

ENERGIJA 1320 UDK 621.311.22:621.182
SUBJECT REVIEW

ENERGIJA 49/2000/1, 43-53

TECHNICAL CHARACTERISTICS OF JERTOVEC 240 MW IPP CCPP

Miroslav Šander, M. Sc.
ELEKTROPROJEKT, Alexandera von Humbolta 4, 10000 Zagreb, Croatia

The paper describes the Jertovec 240 MW Combined Cycle Power Plant - CCPP - the first power plant in Croatia to be built as an Independent Power Producer (IPP) model. In June 1999 the Croatian National Electricity - HEP - and the US corporation ENRON concluded an Agreement on Capacity and Tooling. The paper does not discuss the IPP model but the technical aspects of the new plant as well as the introduction of the new plant into the Croatian technical regulations and laws applied to the construction of such a plant. Included is a technical analysis of the incorporation of the new plant into the old one as well as their interconnecting, with special emphasis on the fire and explosion, and noise and health protection.

(No. of References: 8, Fig.: 3 – original in Croatian)

Author
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/1/43-53/2000.

ENERGIJA 1315 UDK 621.316.1.005:338
SUBJECT REVIEW

ENERGIJA 49/2000/1, 37-41

MAINTENANCE ROLE IN ACHIEVING TRANSMISSION NETWORK COMPONENTS' RELIABILITY OF ELECTRIC POWER SYSTEMS

Miroslav Mesić, B. Sc. - Želimir Gongola, B. Sc.
HEP, d.d.- PrP Zagreb

Maintenance has a decisive role when aiming at the reliability of transmission network components. Reliability increase and maintenance cost optimisation present a common goal of current maintenance models on the threshold of a new millennium.

(No. of References: 3, Fig.: 2 – original in Croatian)

Authors
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/1/37-41/2000.

ENERGIJA 1316 UDK 621.316.1:351
PROFESSIONAL PAPER

ENERGIJA 49/2000/1, 3-8

POSSIBLE WAYS OF APPROACHING THE PROBLEM OF DISTRIBUTION NETWORK CONSTRUCTION IN TOWN CENTRES WITH SPECIAL EMPHASIS ON OLD HISTORICAL PARTS

Antun Tomšić, B. Sc.
HEP - DP "Elektroslavonija" Osijek

The paper presents possible ways of approaching the problem of investors, designers and constructors when reconstructing the existing but worn-out distribution network or when constructing a new distribution network within urban centres with historically important parts. The paper offers some possible solutions and considerations further to decision making for an optimum solution regarding technical, space-planning and economic aspects.

(No. of References: -, Fig.: 5 – original in Croatian)

Author
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/1/3-8/2000.

ENERGIJA 1316 UDK 621.316.1:351

1. Possible Ways of Approaching the Problem of Distribution Network Construction in Town Centres with Special Emphasis on Old Historical Parts

I. *Tomšić A.*

II. HEP - DP "Elektroslavonija" Osijek

Distribution Network
Town Centres
Old Historical Part

ENERGIJA 1315 UDK 621.316.1.005:338

1. Maintenance Role in Achieving Transmission Network Components' Reliability of Electric Power Systems

I. *Mesić M. - Gongola Ž.*

II. HEP, d.d.- PrP Zagreb

Reliability
Maintenance
Costs

ENERGIJA 1320 UDK 621.311.22:621.182

1. Technical Characteristics of Jertovec 240MW IPP CCPP

I. *Šander M.*

II. ELEKTROPROJEKT, Alexandera von Humbolta 4, 10000 Zagreb, Croatia

CCPP (Combined Cycle Power Plant)
Gas Turbine
Steam Turbine
Electric Substation
Generator
Protection Measures

Energija

Volume 49 (2000) Nº 1

Review of electricity of Croatia

Editorial and advertisements offices:
Zagreb, Ulica grada Vukovara 37
Subscription rate for 6 numbers p.a. USD 95

ENERGIJA 1317

UDK 621.311.21.005:658.516
PROFFESIONAL PAPER

ENERGIJA 49/2000/1, 29-36

PERMANENT CONTROL - MONITORING AND DIAGNOSTICS OF HYDRO-POWER PLANTS' ELECTRO-MECHANICAL EQUIPMENT

Enes Hercegovac, B. Sc.

Alberta Hallera 13, 20000 Dubrovnik, Croatia

A short historical review on the related theme is given, describing the most recent state of corresponding devices and development trends, whereby emphasis is directed to the existing experience in operation and the concluding relevant recommendations.
Owing to permanent liberalisation of electric energy market and related pressure considering costs and prices, power plants intend to reduce their costs and/or increase energy production. Cost decrease primarily means operational cost decrease, i.e. decrease of personnel and maintenance costs. Production increase means availability increase, for extended maintenance intervals and/or reduced personnel impossible without additional measures, such as up-to-date monitoring and diagnostic systems.

(No. of References: 11, Fig.: 2 – original in Croatian)

Authors
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/1/29-36/2000.

ENERGIJA 1318

UDK 681.3:621.31
PROFESSIONAL PAPER

ENERGIJA 49/2000/1, 19-27

COMPUTER-AIDED MAINTENANCE PLANNING OF ELECTRIC POWER TRANSMISSION NETWORK PLANTS

Zdravko Hebel, Prof. D. Sc. - Mirta Baranović, D. Sc. - Slaven Zakošek, M. Sc.

Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb

Miroslav Mesić, B. Sc. - Nikola Jaman, B. Sc. - Enco Gašparini, B. Sc. - Jadranko Radovanović, B. Sc. -Vanja Esih, B. Sc.

HEP, Direkcija za upravljanje i prijenos, Zagreb

Maintenance planning and monitoring of electric power transmission network plants is governed by Maintenance Rules issued by the Control and Transmission Division of the Croatian National Electricity (HEP). Due to a large amount of data and procedures, the traditional maintenance planning and monitoring system was very slow, unreliable, limited and inefficient.
An interactive approach of the consultant (Faculty of Electrical Engineering and Computing, Zagreb) and the user (HEP) led to the establishment of ISOHEP - Maintenance Information System of Croatian National Electricity, which has been used for several years in the maintenance process of transmission network plants. The application of ISOHEP has significantly improved the overall quality and efficiency of maintenance planning and monitoring in Croatia's electric power transmission network.

(No. of References: -, Fig.: 3 - original in Croatian)

Authors
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/1/19-27/2000.

ENERGIJA 1319

UDK 620.9:621.311.1
SUBJECT REVIEW

ENERGIJA 49/2000/1, 9-7

POSITION AND ROLE OF ENERGY EFFICIENCY AND RENEWABLE ENERGY RESOURCES IN ENERGY SUPPLY OF SPLIT-DALMATIA COUNTY

Branka Jelavić, D. Sc. - Matislav Majstrović, D. Sc.

Energetski institut "Hrvoje Požar",Croatia

The paper describes the position and role of energy efficiency and renewable energy resources in energy supply of Split-Dalmatia County. Included are energy potentials of small hydro power plants, solar, wind and biomass energy as well as energy efficiency, co-generation and building energy efficiency. Possible application fields, economic evaluation, as well as measures and organisation of the programme implementation are also referred to.

(No. of References: 7, Fig.: 1 – original in Croatian)

Authors
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/1/9-17/2000.

ENERGIJA 1319 UDK 620.9:621.311.1

1. Position and Role of Energy Efficiency and Renewable Energy Resources in Energy Supply of Split-Dalmatia County

I. *Jelavić B. - Majstrović M.*

II. Energetski institut "Hrvoje Požar", Croatia

Renewable Resources' Energy Potential
Energy Efficiency Increase Measures

ENERGIJA 1318 UDK 681.3:621.31

1. Computer-Aided Maintenance Planning and Monitoring of Electric Power Transmission Network Plants

I. *Hebel Z. - Baranović M. - Zakošek S. - Mesić M. -Jaman N. - Gašparini E. - Radovanović J. - Esih V.*

II. Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb - HEP, Direkcija za upravljanje i prijenos, Zagreb

Information System
Maintenance
Transmission Network

ENERGIJA 1317 UDK 621.311.21.005:658.516

1. Permanent Control - Monitoring and Diagnostics of Hydro-Power Plants' Electro-Mechanical Equipment

I. *Hercegovac E.*

II. Alberta Hallera 13, 20000 Dubrovnik, Croatia

Monitoring
Diagnostics
Expert System
Generator
Shaft
Dielectric Analysis
Dewpoint
Basic Module

UDK 621.31

ENJAAC 49 (2) – (2000) – 79-146

ISSN 0013-7448

ČASOPIS HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE

energija

IZDAVAČI – PUBLISHER

Hrvatska elektroprivreda

POMOĆ U IZDAVANJU

Ministarstvo znanosti, tehnologije i informatike

Godište 49 (2000) Zagreb 2000 Br. 2

SADRŽAJ

Zeljko M.: Energetska situacija u Japanu, pristup energetskoj učinkovitosti i zaštiti okoliša (Pregledni članak) 81

Fišer A. – Helman P.: Dalekovod i okoliš (Pregledni članak) 91

Filko P. – Stojkov M.: Utjecaj promjene specifičnog otpora tla na veličinu struje jednopolnog kratkog spoja u distributivnoj mreži (Stručni članak) 101

Mihalek E. – Wagmann L.: Ocjena gubitaka električne energije u komponentama mreže na temelju zakona sličnosti dijagrama opterećenja (Izvorni znanstveni članak) 107

Škare J. – Lövei A.: Problemi zaštite od kratkog spoja u istosmjernim razvodima postrojenja za prijenos i distribuciju (Pregledni članak) 113

Jaman N.: Procjena preostalog životnog vijeka energetskih transformatora u mreži Prijenosnog područja Osijek (Stručni članak) 119

Cvetković Z.: Poboljšanje karakteristika elektroenergetskog sistema 125

Vijesti iz elektroprivrede 131

Iz strane stručne literature 138

Fotografija na omotu:

HE VARAŽDIN

IZDAVAČKI SAVJET – THE PUBLISHING COUNCIL

Mr. sc. Branko *Grgić,* dipl. ing. (predsjednik), HEP Split – Adrijano *Fišer,* dipl. ing., HEP Rijeka – Marijan *Kalea,* dipl. ing., HEP Osijek – Damir *Karavidović,* dipl. ing., HEP Osijek – Mr. sc. Mladen *Mandić,* dipl. oec., HEP Zagreb – dr. sc. Vladimir *Mikuličić,* dipl. ing., FER Zagreb – dr. sc. Niko *Malbaša,* dipl. ing., Ekonerg, Zagreb

UREDNIČKI ODBOR - EDITORIAL BOARD

Glavni urednik – Editor-in-chief: dr. sc. Zorko *Cvetković,* dipl. inž.

Urednik - Editor: Zdenka *Jelić,* prof.

Urednici rubrika – Contributing Editors: "Energetski sistemi", dr. sc. Goran *Granić,* dipl. ing. – "Hidroelektrane", Vladimir *Prizl,* dipl. ing. – "Termoelektrane i toplane", Ivan *Vučetić,* dipl. ing. – "Prijenos električne energije", mr. sc. Zdenko *Tonković,* dipl. ing. – "Razvoj, distribucija i potrošnja električne energije", Mladen *Ježić,* dipl. ing. i Dasenko *Baldasari,* dipl. ing. – "Ekonomsko poslovanje i tarifna politika", dr. sc. Jure *Šimović,* dipl. ecc., mr. sc. Mladen *Mandić,* dipl. ecc. i Marijan *Magdić,* dipl. ecc. – "Ekologija", dr. sc. Niko *Malbaša,* dipl. ing. – "Informatika", Nikola *Lastrić,* dipl. ing. – Tehnički urednik – Technical Editor: Branko *Mališ – Lektor – Lingvistic Adviser: Šimun Čagalj,* prof. – Metrološka recenzija – Metrologic review: mr. sc. Mladen *Zeljko,* dipl. ing.

Redakcija završena 2000 - 03 - 03

Časopis je ubilježen u Ministarstvu kulture i prosvjete – Sektor informiranja pod brojem 161 od 12. 11. 1992.

Uredništvo i uprava:

Zagreb, Ulica grada Vukovara 37

Telefoni 6125-641 i 6125-111/641, telefax 6170-438

Godišnje izlazi 6 brojeva. Godišnja pretplata za pojedince iznosi 300,00 kn, a za poduzeća i ustanove 480,00 kn (za studente 70,00 kn).

Cijena pojedinog broja u prodaji 50,00 kn.

Za inozemstvo $ 95 godišnje.

Žiro računi kod ZAP, Zagreb - Hrvatska elektroprivreda (za "Energiju") broj 30101-604-495

Tisak: TIVA – Tiskara Varaždin

Naklada 1000 primjeraka

Upute autorima

U "Energiji" smo već tiskali upute o pisanju stručnih i znanstvenih članaka, pa "stari" autori znaju sve o tome kako treba prirediti članak koji će se u njoj objaviti. Cilj je ovog priloga da pomognemo onim autorima koji još nisu objavljivali i da podsjetimo "zaboravljive".

1. Da bi članak bio zanimljiv, mora biti jasan. Rečenice kratke, a izrazi poznati. Pismo: latinica. Pisati valja u trećem licu ne upotrebljavajući pasivne oblike.
2. Članak mora biti neobjavljen. Kad se preda "Energiji", više se ne smije ponuditi nekom drugom uredništvu.
3. Idealno je kad članak nema više od 20 strana. Autori često tvrde da je teško neku problematiku iznijeti na tako malo stranica. U tom slučaju obično "presude" recenzenti.
4. Valja se pridržavati zakonskih standarda i INDOK-propisa. Pri upotrebi jedinica i simbola valja poštivati zakonske mjerne jedinice Međunarodnog sustava jedinica - SI.
   Matematički znakovi, grčka slova i indeksi moraju biti jasni i definirani. Fizikalne veličine i faktori pišu se kosim velikim i malim slovima latinicom ili grčkim slovima. Mjerne jedinice i ostali opisi pišu se uspravnim slovima.
5. Članak mora biti napisan na formatu A4 u dva primjerka. Napisan mora biti strojem s razmakom između redaka. Na lijevoj strani mora biti 4 cm širok rub za unošenje pogrešaka, uredničkih oznaka i dopuna. Mora imati **naslov** i jasno označene **podnaslove.** Ispod naslova valja napisati prezime, ime i mjesto stanovanja autora, a na kraju članka valja navesti podatke o autoru: znanstvenu titulu, prezime i ime, stručni naziv, naziv ustanove u kojoj radi i punu adresu.
6. Svaki članak mora imati:
   - **kratak sažetak.** U njemu se čitatelju daje dovoljno informacija o sadržaju članka. Autor treba navesti nova otkrića i spomenuti temeljna načela na kojima je izveo eksperimente što ih je opisao u članku. Ne smije imati više od 200 riječi.
   - **ključne riječi** (key words). To su izrazi koji čitatelju u najkraćem obliku kažu što je sadržaj članka. One pomažu da čitatelj sazna da li mu je članak zanimljiv ili nije.
   - **kategorizaciju.** Autor ima pravo predložiti u koju se kategoriju članka po kvaliteti ubraja njegov, u: originalni znanstveni članak, prethodno priopćenje, pregledni članak, stručni ili su to izvještaji sa savjetovanja, vijesti iz svijeta itd.
   - **literaturu.** Navodi se na kraju članka onim redom kojim je spomenuta u članku. Kad se u tekstu poziva na literaturu, piše se u uglatoj zagradi samo broj pod kojim je navedena. Podaci moraju biti točni i istiniti.

   Naslov članka, kategorizacija, sažetak i ključne riječi moraju biti na jednom papiru. Sažeci se u "Energiji" prevode na engleski i njemački. To čine naši prevodioci.
7. Likovni prikazi (fotografije, crteži, dijagrami) moraju se nalaziti na posebnom listu - svaka slika na svom listu. Moraju biti nacrtane po pravilima tehničkog crtanja i obično 3 puta veće nego što će biti u časopisu. Pritom valja paziti da 3 puta smanjena najmanja brojka ili slovo bude veliko 3 mm - 1,5 mm.

Tako pripremljen rukopis Uredništvo pregleda, daje ga recenzentima na ocjenu i ako je povoljno ocijenjen, tehnički se obradi (lektorira, grafičko-likovno uredi) i pošalje u tiskaru. O tome da li je članak primljen ili odbijen, Uredništvo izvještava autora.

Da bi autori lakše odredili u koju kategoriju prema kvaliteti valja uvrstiti neki članak, dajemo osnovne upute o kategorizaciji članka:

IZVORNI ZNANSTVENI ČLANAK (originalan znanstveni rad, originalno znanstveno delo, originaljnaja naučnaja rabota, original scientific paper, originalna naučna rabota, Wissenschaftlicher Originalbeitrag) opisuje nove rezultate istraživanja tehnike ili aparata (npr. doktorska disertacija). Ovoj kategoriji pripada i dosad neobjavljeni rad koji pridonosi znanstvenoj spoznaji ili nekom svhvaćanju, a napisan je tako da bilo koji kvalificirani znanstvenik na temelju danih informacija može:

- ponoviti eksperiment i postići opisane rezultate s jednakom točnošću ili unutar granice eksperimentalne pogreške, kako to navodi autor.
- ponoviti autorova zapažanja, proračune ili teorijske izvode i donijeti slična mjerenja.

PRETHODNO PRIOPĆENJE (prethodno sporočilo, prethodno saopštenje, preliminary communication, Vorlaufige Mitteliung) sadrži znanstvene spoznaje ili rezultate čiji karakter zahtijeva objavljivanje. Rad obvezatno sadrži jedan podatak novih znanstvenih informacija ili više, ali bez dovoljno pojedinosti koje bi omogućile čitatelju provjeru iznesene informacije na način kako je to prethodno opisano.

PREGLEDNI ČLANAK (pregledno delo, pregledna rabota, review, obzornja rabota, Übersichtarbeit) jest izvješće o nekom posebnom pitanju o kojem je već objavljena informacija, samo je to ovdje skupljeno i raspravljeno. Autor preglednoga članka dužan je dati podatke o svim objavljenim radovima kojima se koristio u svom radu (treba navesti literaturu i svrstati je redom kojim se pojavljuje u tekstu), a po mogućnosti u literaturi navesti radove koji bi pridonijeli razvoju razmatrane problematike.

STRUČNI ČLANAK (strokovno delo, stručna rabota, professional paper, profesionaljnaja rabota, Fachlicher Beitrag) daje korisne priloge iz područja čija problematika nije vezana za izvorna istraživanja. To znači da rad mora biti novost u određenom području djelatnosti. To se npr. odnosi na naknadno ponavljanje poznatih istraživanja koje predstavlja koristan rad u vezi sa širenjem znanja i prilagođavanja izvornih istraživanja potrebama društva i znanosti.

energija

ČASOPIS
HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE

glasilo je energetičara, elektroinženjera i elektrotehničara. Izdaje ga Hrvatska elektroprivreda uz pomoć Ministarstva znanosti, tehnologije i informatike.

Njime se koriste mnogi znanstvenici i stručnjaci u našoj zemlji, a poznat je i važnijim referalnim centrima u inozemstvu, kao što su:

Engineering Index Inc., New York; Engineering Information Inc. Bibliographic Services Dept, New Jersey; Current Tehnology Index, London; Viniti, Moscow; Revue Générale de l'électricité, Paris; Current Bibliography on Science and Tehnology, Japan Information Centre, Tokyo; itd.

U Energiji se tiskaju izvorni znanstveni članci kao i članci iz prakse, vijesti iz elektroprivrede, zanimljivosti iz svijeta, priopćenja i članci graditelja elektroenergetskih objekata, proizvođača strojeva i materijala. Oglasi su sastavni dio časopisa, a priopćenja su komercijalne naravi.

UREDNIŠTVO

ENERGETSKA SITUACIJA U JAPANU, PRISTUP ENERGETSKOJ UČINKOVITOSTI I ZAŠTITI OKOLIŠA

Mr. sc. Mladen Z e l j k o, Zagreb

UDK 620.9(520):577.4
PREGLEDNI ČLANAK

U članku se daje jedan kratki prikaz energetske situacije u Japanu, te neke od mjera učinkovitog korištenja energije i mjere za zaštitu okoliša. Da bi se to sve moglo smjestiti u primjeren kontekst, navedeni su i neki detalji institucionalnog okvira koji ima dodira s energetskim sektorom, kao i neka zakonska rješenja koje se odnose na područje učinkovite uporabe i štednje energije te zaštite okoliša.

Ključne riječi : potrošnja energije, učinkovitost, zaštita okoliša, emisija stakleničkih plinova.

1. ENERGETSKA SITUACIJA U JAPANU

Tablica 1. prikazuje neposrednu potrošnju energije za razdoblje od 1973. do 1998. godine. Iz tablice 1. se također vide postoci porasta ili smanjenja potrošnje u odnosu na prethodnu godinu. Fiskalna godina u Japanu počinje 01. travnja, a završava 31. ožujka i svi podaci koji se navode odnose se na fiskalne godine.

Neposredna potrošnja energije u Japanu, nakon dvije naftne krize, imala je promjenljiv trend (lagani porast ili lagani pad u odnosu na prethodnu godinu) do 1986. godine. U tom razdoblju , dakle nakon naftnih kriza u Japanu je pokrenuta snažna kampanja štednje energije i poboljšanja energetske učinkovitosti, poglavito u sektoru industrije, koji kako će se vidjeti, ima najveći udio u potrošnji energije . To je bio razlog zašto je porast potrošnje bio vrlo mali, a u nekim godinama je zabilježen čak i pad potrošnje, iako je GDP bilježio stalni rast.

Nakon 1986. godine pa sve do 1997., zbog ubrzanijeg gospodarstkog rasta i potrošnja energije raste, da bi u 1998. godini potrošnja pala za 1,1 % u odnosu na 1997. godinu. Glavni razlog pada potrošnje energije u 1998. godini je kriza gospodarstva azijskih zemalja.

Tablica 2. prikazuje ukupnu potrošnju energije i njenu strukturu, odnosno udio pojedinih oblika energije u ukupno utrošenoj energiji.

Budući da Japan nema domaćih resursa fosilnih goriva, praktično sve potrebe za naftom, plinom i ugljenom se podmiruju uvozom. Kao što pokazuje tablica 2. udio fosilnih goriva u ukupnoj potrošnji energije u 1998. godini bio je 81,1 posto. To znači da isto toliko potrebne peimarne energije Japan uvozi. To ga svrstava u red zemalja s vrlo visokom energetskom ovisnošću o uvozu.

Za sva tri energenta imaju veći broj destinacija iz kojih se vrši uvoz, tako da je postignut vrlo visok stupanj

Tablica 1.

Fiskalna godina	1973	1974	1979	1980	1986	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Neposredna potrošnja (PJ)	11105	10797	11705	11076	11370	13518	13874	13935	14036	14562	15022	15215	15326	15157
Trend	10.4	-2.8	2.3	-5.4	0.4	3.8	2.6	0.4	0.7	3.7	3.2	1.3	0.7	-1.1
udjeli (%)														
Industrija	62.5	61.5	56.5	55.2	50.2	49.8	49.0	47.7	47.6	47.6	47.3	47.3	47.1	46.5
Kućanstva i usluge	18.1	18.7	20.9	21.4	24.5	24.4	25.0	25.8	25.9	25.8	26.3	26.0	26.0	26.3
Transport	16.4	17.1	19.9	20.8	22.4	23.0	23.5	23.9	23.9	24.2	24.1	24.5	24.7	25.1
Neenergetska potrošnja	3.0	2.7	2.7	2.6	2.9	2.8	2.5	2.6	2.6	2.4	2.3	2.2	2.2	2.1

Tablica 2.

Fiskalna godina	1973	1974	1979	1980	1986	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Ukupna potrošnja energije (PJ)	16133	16106	17210	16630	16840	20357	20552	20963	21213	22353	22768	23118	23389	22811
udjeli (%)														
Sirova nafta	77.4	74.4	71.5	66.1	56.6	58.3	56.7	58.2	56.6	57.4	55.8	55.2	53.6	52.4
Ugljen	15.5	16.6	13.8	17.0	18.2	16.6	16.9	16.1	16.1	16.4	16.5	16.4	16.9	16.4
Prirodni plin	1.5	2.0	5.2	6.1	9.8	10.1	10.6	10.6	10.7	10.8	10.8	11.4	11.6	12.3
Nuklearna energija	0.6	1.2	3.9	4.7	9.4	9.4	9.8	10.0	11.1	11.3	12.0	12.3	12.9	13.7
Vodne snage	4.1	4.9	4.6	5.2	4.6	4.2	4.6	3.8	4.3	2.9	3.5	3.3	3.8	3.9
Novi oblici energije	0.9	0.9	1.0	0.9	1.4	1.4	1.4	1.3	1.2	1.2	1.4	1.4	1.2	1.3

diverzifikacije, što omogućava kvalitetnu i sigurnu opskrbu. Zanimljivo je za prirodni plin da Japan nema niti jedan transportni plinovod koji ga spaja s nekom drugom zemljom, nego se sve količine uvoze kao ukapljeni plin (LNG). U tu svrhu Japan je izgradio svu potrebnu infrastrukturu, od specijalnih tankera za prijevoz ukapljenog plina do LNG terminala od kojih se, nakon ponovnog rasplinjavanja ukapljenog plina, mrežom plinovoda opskrbljuju potrošači u najvećim potrošačkim centrima.

1.1. Elektroenergetski sustav Japana

U Japanu postoji deset kompanija koje, svaka na svom području, proizvode električnu energiju i prodaju je svojim potrošačima. Sve kompanije su u privatnom vlasništvu. Iako je svaka kompanija odgovorna za svoje područje, postoji razmjena energije između pojedinih kompanija, kako bi se osiguralo što racionalnije poslovanje, odnosno kako bi se postigla što veća učinkovitost, a time smanjili troškovi poslovanja.

Ako se zbroji instalirana snaga svih deset kompanija i uz to dodaju autonomni izvori (industrijske elektrane) u Japanu postoji negdje oko 220 GW instalirane snage, a proizvede se nešto preko 1000 TWh električne energije.

Kao jedno od najsnažnijih gospodarstava u svijetu, Japan je veliki potrošač energije. Između različitih oblika energije, u Japanu se sve više promovira električna energija kao siguran, čist i pogodan za korištenje izvor energije.

Potrošnja električne energije u Japanu stalno raste. Primjerice, u razdoblju od 1989. do 1998. godine narasla je ukupno 30 posto. U slijedećoj dekadi se predviđa rast od oko 2 posto godišnje.

Od korištenja opreme vrhunske tehnologije u medicinskim ustanovama do sigurnosnih sustava u uredima i kućama, kompjuterizirana oprema se sve više uvlači u sve pore života u Japanu. Posljedica toga je sve brži porast potrošnje električne energije u neindustrijskom sektoru u odnosu na industrijski. U 1998. godini je potrošnja u kućanstvima i uslužnom sektoru bila 64 posto, a u industriji 36 posto. Predviđanja ukazuju na to da će odnos u budućnosti biti još više u korist kućanstava i uslužnog sektora.

Udjel električne energije u ukupnoj potrošnji energije u 1998. godini je bio 40 posto, a za usporedbu u 1970. godini je bio svega 26 posto.

Klima na japanskom otočju je uglavnom monsunskog tipa i sezonski vjetrovi mogu uzrokovati vrlo vruća i vlažna ljeta. Zato je primjena klima uređaja raširena u gotovo sve stanove i poslovne prostore. Tako neugodna klima tijekom ljeta je glavni razlog da se vršno opterećenje u japanskom EES-u u pravilu pojavljuje ljeti. Najčešći slučaj u Japanu je da se ista oprema koristi i za kondicioniranje zraka tijekom ljetnih mjeseci i za grijanje tijekom zime. Budući da je zima u Japanu prilično blaga, dakle nema niskih temperatura, osim na manjem sjevernom dijelu, potrošnja električne energije za klimatizaciju tijekom ljeta je znatno veća nego potrošnja za grijanje tijekom zime.

Slika 1. prikazuje jedan tipičan dnevni dijagram opterećenja za japanski EES tijekom ljeta 1998. godine. Uočava se prilično nepovoljan oblik dijagrama opterećenja, gdje je maksimalno opterćenje 2,28 puta veće nego minimalno opterećenje. Pored smanjenja učinkovitosti to izaziva i neke druge probleme, kao napr. brzina povećanja snage kod elektrana mora biti vrlo velika da bi se pratio tako strmi gradijent porasta opterećenja od jutarnjih sati do podne.

Osim velikih dnevnih oscilacija opterećenja, postoje i značajne mjesečne, odnosno sezonske oscilacije opterećenja, a razlozi te vrste oscilacija su već objašnjeni.

Ovakav oblik dijagrama opterećenja nameće kao nužnost vrlo pažljivo planiranje razvitka EES-a



Slika 1. Dnevni dijagram opterećenja EES-a Japana na dan 03. kolovoza 1998.

(izgradnja novih elektrana i prijenosnih vodova). Posebna pozornost se mora obratiti na tip elektrana koje će se graditi, kako bi one mogle odgovoriti na probleme brzog porasta opterećenja.

Na strani potrošnje nastoji se provoditi opsežan program upravljanja potrošnjom (DSM), odnosno pomicanjem potrošnje iz vršnog (dnevnog) dijela u bazni (noćni) dio potrošnje. S jedne strane se industrijske potrošače stimulira da što više izravnavaju svoj dijagram opterećenja, tako da im se nude posebni ugovori koji im osiguravaju povoljniju tarifu, uz uvjet da pristanu po potrebi smanjivati svoje opterećenje, osobito tijekom vrućih ljetnih dana. Druga mjera je stimuliranje korištenja godišnjih odmora tijekom ljeta.

S druge strane se kod kućanstava uvode posebne (niže) noćne tarife kako bi se poticalo korištenje sustava za grijanje vode, a i ostale potrošnje gdje je to moguće, u kasnije noćne sate.

Što se tiče proizvodnih kapaciteta, može se reći da je, s obzirom na vrlo visok stupanj ovisnosti o uvozu energenata, Japan vodio računa o balansu između pojedinih energenata. Slika 2. pokazuje udjele pojedinih energenata u instaliranoj snazi elektrana, a slika 3. udjele pojedinih energenata u proizvodnji električne energije (godina 1998).

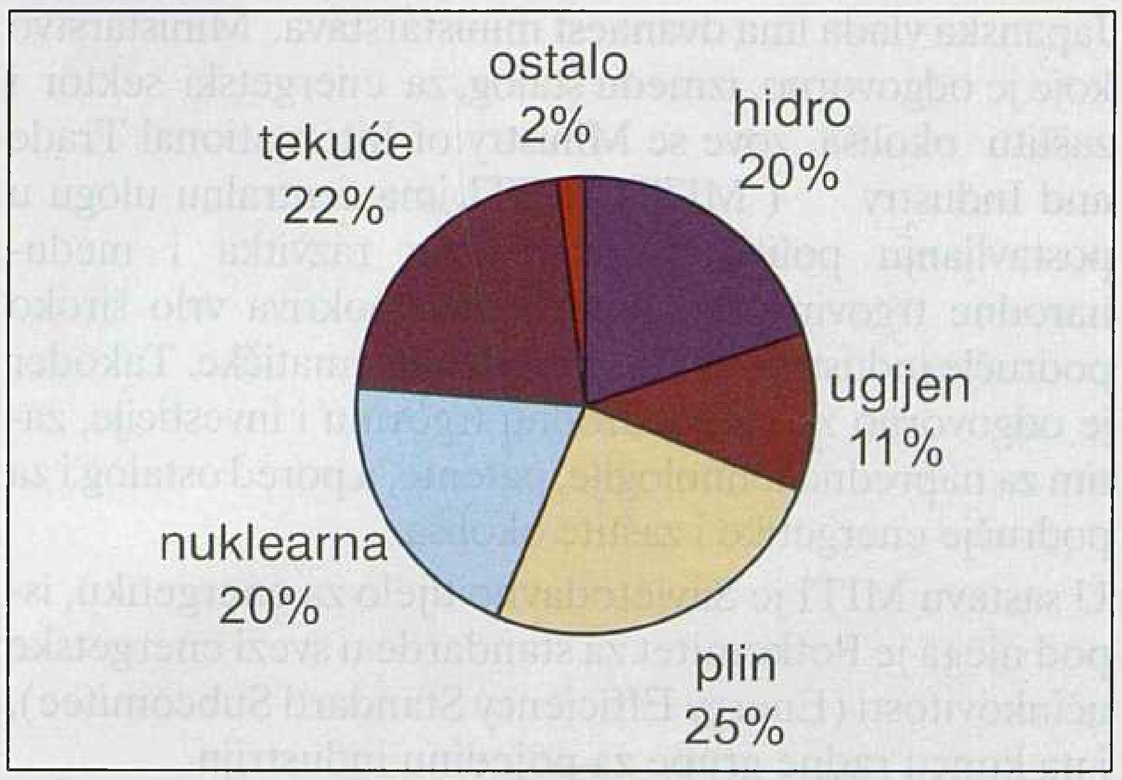
Ovaj balans ili diverzifikacija između više energenata je uvjetovan ne samo visokom energetskom ovisnošću o uvozu, nego i sve većim ekološkim problemima. Udio nuklearnih elektrana je porastao zahvaljujući i nastojanjima za smanjenjem emisije CO_2 .

Zbog siromaštva Japana primarnim energentima ili bolje reći fosilnim gorivima, izgradnja hidroelektrana je dobila poseban tretman, osobito nakon prve naftne krize. Tada je počela još intenzivnija gradnja hidroelektrana. To je dovelo do situacije da je danas Japan izgradio gotovo sve moguće hidroelektrane veće snage. U budućnosti će biti moguće graditi samo hidroelektrane manje snage.

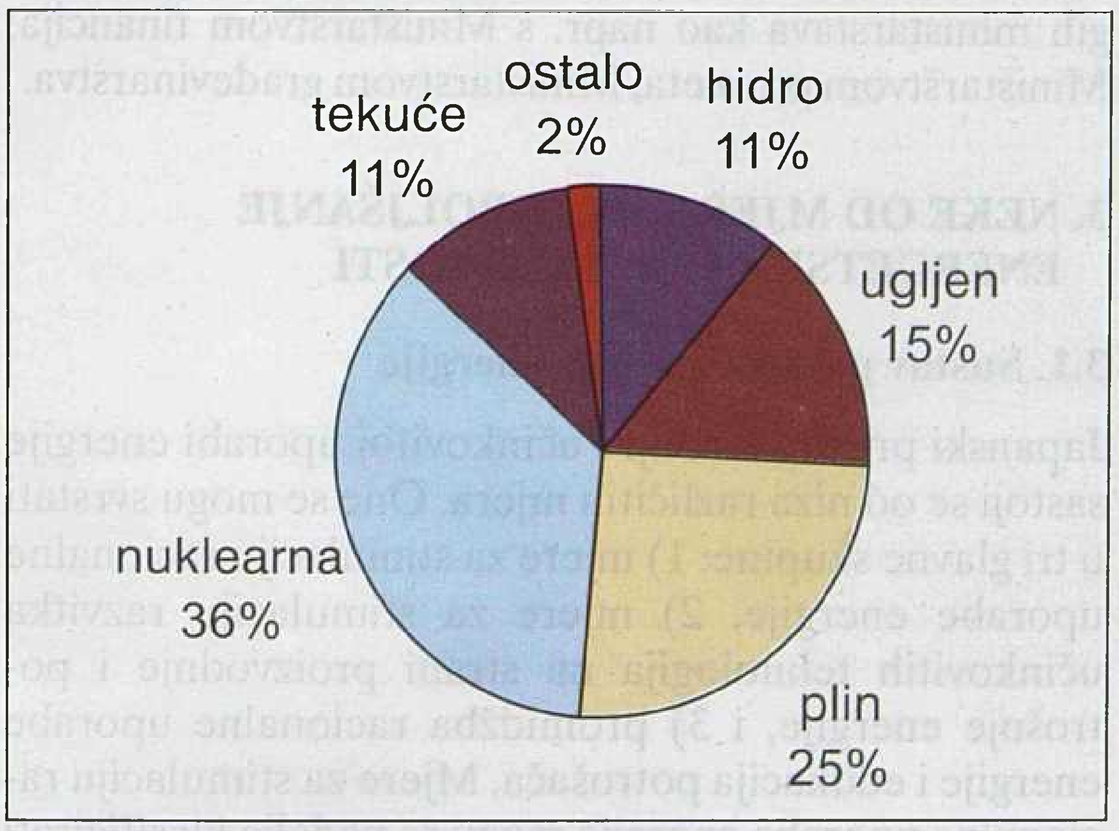
Ono što je još bitno za hidroelektrane je velik udio crpnih hidroelektrana. Izgradnja tog tipa hidroelektrana, koje su u biti potrošači električne energije (ako nemaju dotok u gornji bazen ili je taj dotok relativno malen), potencirana je oblikom dijagrama opterećenja i postojanjem relativno velikih kapaciteta temeljnog tipa. Prema planovima razvitka EES-a udio termoelektrana i nuklearnih elektrana će rasti, pa se očekuje i izgradnja nekih novih crpnih elektrana koje bi djelomično rješavale ili ublažavale problem vršnog opterećenja.

Kada se govori o termoeektranama, udio fosilnih goriva u proizvodnji električne energije je 51 posto uz relativno dobru raspodjelu između plina, ugljena i nafte.

Prva nuklearna elektrana u Japanu ušla je u pogon 1966. godine. Danas (podaci se odnose na početak 1999. godine) je u pogonu 51 reaktor ukupne instalirane snage 44 917 MW. Nuklearna energija je prihvaćena kao vrlo važan izvor energije zbog stabil-



Slika 2. Udjeli energenata u instaliranoj snazi elektrana



Slika 3. Udjeli energenata u proizvodnji električne energije

nosti opskrbe (Japan ima vlastitu proizvodnju nuklearnog goriva) i zbog mogućnosti ublažavanja problema globalnog zatopljenja i kiselih kiša. Očekuje se da će se i u budućnosti graditi nuklearne elektrane i da će one igrati ključnu ulogu u proizvodnji električne energije u Japanu.

Kao što je već istaknuto, očekuje se rast potrošnje električne energije do 2010. godine po stopi od oko 2 posto godišnje. Da bi se osigurala stabilna opskrba potrošača, uz takav porast potrošnje, a dijelom i radi supstitucije postojećih elektrana kojima će završiti životni vijek, bit će potrebno izgraditi oko 61 000 MW novih kapaciteta, od čega će najveći dio biti u nuklearnim elektranama.

Novi oblici proizvodnje električne energije (vjetroelektrane, solarne, gorive ćelije) zajedno s malim hidroelektranama još uvijek imaju relativno mali udjel u ukupnoj proizvodnji električne energije, ali sve se više grade takvi tipovi elektrana. Kompanije koje se bave prodajom električne energije otkupljuju energiju iz ovih novih izvora po prosječnoj prodajnoj cijeni koju oni naplaćuju potrošačima. Time se želi snažnije potaknuti izgradnja takvih izvora.

2. ULOGA DRŽAVNE ADMINISTRACIJE

Japanska vlada ima dvanaest ministarstava. Ministarstvo koje je odgovorno, između stalog, za energetski sektor i zaštitu okoliša zove se Ministry of International Trade and Industry (MITI). MITI ima centralnu ulogu u postavljanju politike industrijskog razvitka i međunarodne trgovine. To ministarstvo pokriva vrlo široko područje industrije, od bazične do informatičke. Također je odgovorno za međunarodnu trgovinu i investicije, zatim za napredne tehnologije, patente, a pored ostalog i za područje energetike i zaštite okoliša.

U sastavu MITI je Savjetodavno tijelo za energetiku, ispod njega je Potkomitet za standarde u svezi energetske učinkovitosti (Energy Efficiency Standard Subcomitee), i na koncu radne grupe za pojedinu industriju.

Kada se radi o postavljanju standarda u svezi energetske učinkovitosti MITI vrlo tijesno surađuje s nekoliko drugih ministarstava kao napr. s Ministarstvom financija, Ministarstvom prometa, Ministarstvom građevinarstva.

3. NEKE OD MJERA ZA POBOLJŠANJE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

3.1. Sustav politike štednje energije

Japanski pristup štednji i učinkovitoj uporabi energije sastoji se od niza različitih mjera. One se mogu svrstati u tri glavne skupine: 1) mjere za stimulaciju racionalne uporabe energije, 2) mjere za stimulaciju razvitka učinkovitih tehnologija na strani proizvodnje i potrošnje energije, i 3) promidžba racionalne uporabe energije i edukacija potrošača. Mjere za stimulaciju racionalne uporabe energije mogu se nadalje klasificirati u (i) politiku zasnovanu na zakonu koji se odnosi na racionalizaciju pri uporabi energije (dalje u tekstu : zakon o štednji energije) te (ii) politici za pomoć pri financiranju i oporezivanju investicija u opremu koja pridonosi štednji energije.

Iako su racionalizacija pri uporabi energije i štednja energije slični koncepti, oni ne znače isto. Prvo je uključeno u drugo i ujedno najosnovniji i bitan dio istoga. Pododbor za štednju energije koji pripada Savjetodavnom komitetu za energiju, izradio je 1977. godine preporuke. U preporukama, prethodno spomenuti koncepti su međusobno povezani i razjašnjene su mjere koje se trebaju poduzeti. Zakon o štednji energije se izradio u skladu s ovim preporukama. Zakon je bio namijenjen ustrojstvu najosnovnijeg pravnog sustava za aktivno poduzimanje mjera štednju energije u Japanu. Prema preporukama i svrsi članka zakona koji se odnosi na preporuke, cilj štednje energije je smanjenje potreba za energijom onoliko koliko je to moguće, uz uvjet da se istovremeno zadovoljavaju socijalni zahtjevi kao što je porast društvenog standarda, održanja zaposlenosti i ispunjenja dužnosti i obaveza Japana prema međunarodnoj zajednici.

Iako je prva verzija Zakona o štednji energije bila zasnovana na navedenom koncepatu, kasnije se pokazalo da su nužne promjene Zakona o štednji energije, u svijetlu drastičnih promjena u ekonomskom i socijalnom okruženju koje u posljednjim godinama okružuje energetiku, unutar i izvan Japana, poput naglog porasta potrošnje energije i rastuće zabrinutosti zbog utjecaja potrošnje energije na okoliš. Uzimajući u obzir spomenute probleme, zakon je bio parcijalno revidiran 1993. godine, s ciljem da se ustanovi stabilna i adekvatna pravna infrastruktura sposobna da odgovori na prije spomenute promjene u gospodarskom i socijalnom okruženju, odnosno koja bi podržala proširenje mjera racionalizacije potrošnje energije.

Nakon održavanja Treće konferencije stranaka okvirne konvencije o klimatskim promjenama Ujedinjenih naroda u prosincu 1997. godine u Kyotu, definiran je cilj u pogledu smanjenja emisije stakleničkih plinova za prevenciju globalnog zatopljenja. Što se tiče CO_2, glavnog stakleničkog plina, a s obzirom da oko 90% emisije tog plina u Japanu potječe iz energetskog sektora, Japanci su uvidjeli nužnost temeljitog racionaliziranja uporabe energije.

Za promidžbu temeljite racionalizacije uporabe energije, uz odgovor na aktualnu situaciju potrošnje energije u svakom sektoru, 1998. se prišlo reviziji Zakona o štednji energije i konačna verzija je prihvaćena u travnju 1999.

3.2. Zakon o štednji energije

3.2.1. *Svrha zakona*

Svrha Zakona o štednji energije je "implementacija mjera neophodnih za unaprjeđenje racionalizacije korištenja energije, uključujući one koje su potrebne za

racionalno korištenje energije u tvornicama, zgradama i strojevima, u razumljivom opsegu tako da omogućava efektivno iskorištenje izvora energije u odnosu na ekonomsko i socijalno okruženje koje unutar i izvan Japana okružuje energetiku, a pri tom pridonosi jasnom razvoju nacionalnog gospodarstva", pri čemu se uzima u obzir problematika globalnog zatopljenja.

3.2.2. *Energija na koju se primjenjuje zakon*

Oblici energije na koje se odnosi Zakon o štednji energije jesu fosilna goriva (nafta, prirodni plin i ugljen) te toplinska i električna energija.

3.2.3. *Osnovna politika*

Definirano je da Ministarstvo međunarodne trgovine i industrije (MITI) treba utvrditi osnovnu politiku u pogledu promoviranja racionalizacije korištenja energije u različitim područjima u razumljivom opsegu te ju predstaviti javnosti, dok bi korisnici energije trebali učiniti maksimalne napore kako bi racionalizirali vlastitu potrošnju.

3.2.4. *Industrija*

Mjere specifične za ciljanu grupu potrošača

Ciljana grupa potrošača u ovom kontekst se zovu potrošači (uglavnom tvornice) čija godišnja potrošnja fosilnih goriva ili električne energije prelazi određene (zakonski definirane iznose). Potrošnja fosilnih goriva se izražava u ekvivalentnoj nafti.

Mjere štednje energije odnosno, učinkovitost uporabe energije u industriji :

- podjela potrošača prema potrošnji energije

a) za naftu:

prva kategorija iznad 3000 tona godišnje mora imati "energy managera" s certifikatom, odnosno s položenim ispitom. Energy manager je stručna osoba sa zadaćom da vodi brigu o racionalizaciji potrošnje energije, radi razna izvješća o tome i planira mjere koje će pridonijeti racionalnoj potrošnji energije. Certifikat izdaje MITI ali pripremu za ispit i provodjenje ispita organizira ECCJ. Broj energy managera ovisi o potrošnji. Napr za potrošnju izmedju 3000 i 20000 tona treba 1 energy menager s certifikatom, a za potrošnju preko 100000 tona treba 4 energy managera. Izmedju su jos dvije kategorije, sa 2 i sa 3 energy managera s certifikatom.

druga kategorija obuhvaća potrošače koji godišnje troše između 1500 i 3000 tona. Za ove potrošače je također potreban barem 1 energy manager ali ne mora imati certifikat.

b) električna energija

prva kategorija iznad 12 GWh godisnje. Izmedju 12 i 200 GWh godišnje treba imati jednog energy managera s certifikatom. Izmedju 200 i 500 GWh godišnje treba imati 2 energy managera s certifikatom, a preko 500 GWh godišnje treba imati barem 3 energy menagera s certifikatom.

druga kategorija obuhvaća potrošače izmedju 6 i 12 GWh. Oni takodjer moraju imati jednog energy managera koji ne mora imati certifikat.

Certifikati za potrošače iz kategorije nafte su različiti od onih za kategoriju električne energije.

U prvoj kategoriji (nafta + električna energija) se nalazi oko 3 500 subjekata, a u drugoj oko 9 000 subjekata.

Prema zakonu o štednji energije ove kompanije moraju raditi periodična izvješća (najmanje jednom godišnje), a isto tako planove za 3 do 5 godina unaprijed o mjerama i rezultatima koje postižu u programu štednje energije.

Vlasnici tvornica,odnosno odgovarajuće službe u tim poduzećima, su u obvezi točno provoditi slijedeće mjere racionalne uporabe energije:

a) racionalizacija izgaranja goriva,
b) racionalizacija grijanja, hlađenja i prijenosa topline,
c) prevencija toplinskih gubitaka zbog zračenja, provođenja i ostalog,
d) rekuperacija i iskorištavanje otpadne topline,
e) racionalizacija pretvorbe toplinske energije u energiju gibanja,
f) prevencija električnih gubitaka zbog otpora,
g) racionalizacija pretvorbe električne energije u energiju gibanja ili toplinu.

Ministar međunarodne trgovine i industrije ustanovljava i publicira vodič, odnosno uputstva povezana s naprijed navedenim mjerama, čime se olakšava postavljanje ciljeva racionalizacije u uporabi energije, a istodobno stvaraju preduvjeti za korektno i djelotvorno provođenje tih mjera.

Ministarstvo međunarodne trgovine i industrije identificira sve potrošače koji spadaju u kategoriju većih industrijskih potrošača (ciljana skupina potrošača), ovisno o potrošnji energije. Vlasnik poduzeća iz te skupine potrošača, dakle mora imenovati jednog ili više energy managera, ovisno o obvezi koja je definirana visinom potrošnje. Poduzeće mora izvještavati o detaljima energetske potrošnje u njihovim pogonima. Izvješće treba sadržavati podatke o tzv. odnosu energetske potrošnje (količina potrošene energije po jedinici proizvodnje) za svaku proizvodnu lokaciju kao "mjere u svezi učinkovite potrošnje goriva ili električne energije". Kada se uoči da se racionalizacija uporabe energije u nekom pogonu (tvornici) ne provodi na primjeren način, MITI može uputiti zahtjev vlasniku da napravi i preda plan racionalizacije, a ako on tome ne udovolji, MITI može javno objaviti slučaj ili (pod određenim uvjetima) izdati naredbu za plaćanje novčane kazne.

Poduzeća čija je potrošnja energije u prvoj kategoriji su obvezna dostaviti Ministarstvu međunarodne trgovine i industrije budući plan vezan uz racionalizaciju ko-

rištenja energije. Poduzeća iz druge kategorije (uključujući komercijalne zgrade) provode racionalizaciju energetske potrošnje u skladu s uvjetima specificiranim Zakonom o štednji energije, obvezuju se imenovati energy managera i voditi statistiku o potrošnji energije. Energy manageri u ovim poduzećima trebaju povremeno slušati predavanja o štednji energije.

Broj energy managera u poduzećima prve kategorije sredinom 1998 godine bio je 56648. Zakon o štednji energije propisuje da uprava pogona mora uvažavati mišljenje energy managera u svezi racionalizaciji potrošnje energije, te zaposlenici tvornice moraju slijediti uputstva energy managera.

U velikom broju tvornica postoje instalirani uređaji koji praktično u svakom trenutku prate potrošnju energije svakog stroja. Na zidovima su naljepljeni dijagrami potrošnje tijekom svakog dana i postoji svojevrsni natjecateljski duh između različitih dijelova poduzeća, gdje je cilj za planiranu proizvodnju proizvoda zadovoljavajuće kakvoće potrošiti što manje energije.

Mjere za zgrade

3.2.4.1. Subjekt koji gradi zgradu (graditelj) se obavezuje na poduzimanje odgovarajućih mjera za prevenciju gubitaka topline zgrade kroz vanjske zidove i prozore, odnosno za učinkovitu uporabu energije u sustavima kondicioniranja zraka, sustavima pripreme tople vode i sl. Kako bi se postigli što bolji rezultati, MITI u suradnji s Ministarstvom graditeljstva izrađuje i publicira priručnik za graditelje s tehničkim uputstvima za sprječavanje gubitaka topline.Pored draditelja, ovakvim mjerama i programima su obuhvaćene i firme koje se bave proizvodnjom građevinskih materijala.

3.3. "Top runner" program

Radi se o propisu koji opet propisuje MITI (za razlicita podrucja njegovi razliciti odjeli) u kome se postavljaju standardi prema najboljem proizvodu koji se trenutačno nalazi na tržištu. Svim firmama u toj branši se stavlja u obvezu da u odredjenom razdoblju (nekoliko godina), koje ovisi od slučaja do slučaja, moraju postići energetsku učinkovitost kao taj najbolji. Kod auta je to broj pređenih kilometara po potrošenom litru goriva, kod napr. televizora potrosnja elektricne energije.

Ukoliko se dogodi da neka firma to ne ostvari, prva mjera je javno objavljivanje imena te firme u smislu da nije ispunila zadaću, što negativno utječe na ugled firme.

Ukoliko ni nakon toga nije ispunjen cilj, slijedi zahtjev iz MITI da se to napravi u određenom dodatnom roku koji. Ako ni nakon toga nije dostignut cilj slijedi novcana kazna. Međutim, ovaj slučaj novčane kazne se praktično i ne događa. Ako se uzme u obzir japanska kultura, tradicija,odnos prema poslu, odnos prema državi i naciji, onda je to razumljivo.

3.4. Kućanstva i sektor usluga

Tu se isto tako uvodi "top runner" program za aparate koji se koriste u kućanstvu ili u uredima.

Što se tiče zgrada postoje standardi o kvaliteti izolacije, odnosno koeficijentu toplinskih gubitaka.

3.5. Promet

Također postoji "top runner" program za razna transportna sredstva.

Bitno za strojeve i uređaje koji su obuhvaćeni "top runner" programom da je njihov broj u Japanu vrlo velik, da svaki od njih troši značajnu količinu energije, da je posebno važno poboljšati njihove karakteristike u smislu manje potrošnje energije. Za sadasu ovim programom obuhvaćene navedene vrste uređaja, strojeva i vozila: uređaji za kondicioniranje zraka, fluorescentne svjetiljke, TV prijemnici, kopirni strojevi, putnička vozila s benzinskim i diesel motorima, računala, magnetski diskovi, video rekorderi, benzinski i diesel kamioni. Standarde za vozila MITI propisuje u suradnji s Ministarstvom prometa.

Kada se pripremaju standardi koji određuju razinu potrošnje energije za pojedini uređaj, razmatraju se postojeći komercijalizirani proizvod s najboljim karakteristikama (najnapredniji) te mogućnosti budućeg tehničkog unaprijeđenja.

Standardi štednje energije specificiraju ciljanu razinu energetske intenzivnosti, fiskalnu godina kada se cilj treba doseći, kao i jednoznačnu metodu mjerenja odnosno provjere ostvarenja ciljeva.

3.6. Financijske i poreske mjere

Posebne mjere financijske i poreske politike donose se radi stimuliranja ulaganja u povećanje učinkovitrosti uporabe energije. Time se, između svih investicija koje određena kompanija planira, stvaraju najpovoljniji uvjeti baš za investicije čiji je rezultat povećanje energetske učinkovitosti. Sustavi posebnih financijskih i poreskih mjera ustanovljeni su nekoliko godina nakon prve naftne krize.

3.6.1. *Financijske mjere*

Gdje god je to moguće, financijske aktivnosti se upravljaju mehanizmima tržišta. Međutim, u određenim uvjetima, odnosno u nekim djelatnostima koje su od javnog interesa, samo tržište ne može osigurati optimalnu alokaciju financijskih resursa. Kako bi se kompenzirale takve nesavršenosti tržišta, u nekim slučajevima je potrebna intervencija Vlade. Slično mjerama smanjena poreza ili subvencijama, financiranje upravljano politikom (policy based finance) je jedna od metoda indirektne intervencije zasnovane na poticanju aktivnosti privatnog sektora u željenom smjeru. Ipak financiranje upravljano politikom, o čemu se ovdje govori, se razlikuje od intervencija kao što su smanjenje poreza ili subvencije. Ovakav tip fi-

nanciranja ima nekih prednosti u odnosu na subvencije, a jedna od njih je da onaj tko uzima kredit zadržava slobodu u odlučivanju što mu ostavlja prostor za kreativnost i najučinkovitije iskorištenje sredstava.

Kad poduzeće instalira strojeve ili opremu manje energetske intenzivnosti, može uzeti zajam pod povoljnim uvjetima od neke bankarske institucije (postoji ih nekoliko Oprema koja se financira preko ovih institucija razlikuje se od jedne institucije do druge. Udio financiranja malih i srednjih poduzeća je relativno velik, zbog visokog prioriteta mjera štednje energije u tim poduzećima. Japanska banka za razvitak (Japan Development Bank) financira relativno velika poduzeća, a Smaller Business Finance Corporation (Korporacija za financiranje manjih poduzeća) financira mala i srednja poduzeća općenito, dok People's Finance Corporation (Narodna financijska korporacija) radi s kategorijom vrlo malih poduzeća. Izvori zajmovnih fondova u ovim bankarskim institucijama su štedni ulozi u nekim bankama, mirovinski fondovi, fondovi osiguravajućih društava.

Kamate na zajmove koje dodjeljuje neka od navedenih financijskih institucija, a koji se koriste za poboljšanje energetske učinkovitosti ili kupnju nove opreme koja troši manje energije su između 1,3 i 1,8 posto.

3.6.2. *Poreske mjere*

Kada korporacija ili pojedinačno poduzeće kupuju opremu koja smanjuje potrošnju energije mogu tražiti primjenu neke od posebnih mjera koje navodimo.

Posebne mjere za poticanje ulaganja u opremu visoke energetske učinkovitosti

Kada neko poduzeće kupuje opremu kojom se postiže bolja energetska učinkovitost i koristi je u proizvodnji ili poslovanju godinu dana od trenutka kupnje, poduzeće može tražiti primjenu jedne od sljedeće dvije olakšice, koja mu je povoljnija: a)smanjenje poreza na prihod za 7% od nabavne cijene opreme (ovo smanjenje može ići do razine od 20% ukupnog poreza na prihod koji se plaća u istoj fiskalnoj godini, ili (b) porezna osnovica u prvoj fiskalnoj godini se smanjuje za 30% od nabavne cijene opreme koja je kupljena.

4. PRISTUP PROBLEMU ZAŠTITE OKOLIŠA

Životni uvjeti (relativno malen životni prostor, odnosno vrlo velika gustoća naseljenosti) su već odavno natjerali Japance da vrlo ozbiljno i vrlo pažljivo pristupaju planiranju korištenja prostora a i da brinu o očuvanju kvalitetnih uvjeta za život na tom prostoru. Naime, Japan je jedna od najgušće naseljenih zemalja na svijetu. Japan je otočna zemlja s više od 6800 otoka od kojih je samo 340 veće od 1 četvornog kilometra. Četiri najveća otoka čine oko 98 posto kopna. Dakle na ukupnom prostoru japanskog kopna od 378000 km^2 živi oko 126 milijuna ljudi. Oko 68 posto zemljišta je planinskog, dakle nepogodnog za naseljavanje.

U ovih nekoliko činjenica je sadržana sva težina problema prostora s kojim se Japanci suočavaju svaki dan. Taj problem, za sada prilično uspješno, ublažavaju tako da u svijest ljudi, već od malih nogu, praktično iz predškolskog doba, nastoje duboko usaditi prijateljski odnos prema okolišu u kojem žive. Rezultat toga je da japanski ljudi pri svakoj svojoj aktivnosti razmišljaju o tome kakve učinke će ta aktivnost imati na okoliš.

Osim edukativnog procesa koji dugoročno daje rezultate Japan ima i neka vrlo zanimljiva zakonska rješenja kojima se propisuju određene obveze oplemenjivanja okoliša ukoliko se provode određene aktivnosti koje devastiraju okoliš.

Izravno pod kontrolom kabineta premijera japanske vlade, između nekoliko drugih, nalazi se i Agencija za okoliš. Zadaća joj je planiranje i briga o provođenje politike i mjera za zaštitu okoliša, te koordinacija ostalih vladinih agencija koje imaju doticaja s problemima okoliša.

Japan je izgradio vrlo snažnu pravnu regulativu koja se odnosi na zaštitu okoliša. Pored osnovnog zakona o okolišu postoji i čitav niz zakona koji reguliraju pojedine segmente zaštite okoliša: kontrola onečišćenja zraka, zaštita ozonskog omotača, buka i vibracije, onečišćenje voda, onečišćenje zemljišta, kemijsko onečišćenje poljoprivrednog zemljišta, kemijske supstance, štete po zdravlje ljudi, kruti otpad, recikliranje, zaštita mora, zaštita prirode, zaštita divljih životinja i ptica, globalno zatopljenje. U nekim od ovih područja postoji više specifičnih zakona.

Zakonom koji regulira lociranje tvornica ili elektrana propisano je da najmanje 20 posto zauzetog zemljišta mora biti zelena površina (travnjak, drveće, botanički vrt i sl). Najzastupljeniji koncept je da te umjetno stvorene zelene površine koje su u sklopu zemljišta koje pripada tvornici ili elektrani budu jednake ili što sličnije prirodnom okolišu. Te površine su nastanjene i životinjama kao i u prirodnom okolišu.

4.1. Kontrola onečišćenja zraka

Prvi problemi vezani za onečišćenje zraka u Japanu su se uočili već početkom 20. stoljeća, a to je bila vrlo visoka koncentracija sumpor dioksida oko talionica bakra. Tako je napr. oko Ashio Copper Mine sva vegetacija zamrla zbog sumpor dioksida i kisele prašine. Za saniranje posljedica trebalo je oko deset godina. Drugi, vrlo drastičan primjer je bilo vrlo veliko onečišćenje zraka u Yokkaichi City. Koncentracija sumpor dioksida koji je uzrokovao petrokemijski kompleks, u razdoblju od 1959 do 1963, imala je prosječnu godišnju razinu od 0,15 ppm. Vrlo često u tom razdoblju koncentracija je dosezala satne vrijednosti i preko 0,5 ppm. To je izazvalo vrlo ozbiljne zdravstvene probleme u oko 1200 stanovnika i taj sindrom je u Japanu nazvan "Yokkaichi astma". Nakon toga je počela stvarna briga o problemu onečišćenja zraka, gdje je veliki posao s jedne strane obavila japanska vlada svojim zakonima,

kontrolama i mjerama, a s druge strane japanska industrija razvitkom boljih tehnologija i opreme za automatsku kontrolu emisija. Kao rezultat toga je politika koja ima jednu od najstrožijih kontrola, odnosno standarda onečišćenja zraka.

4.1.1. SO_x

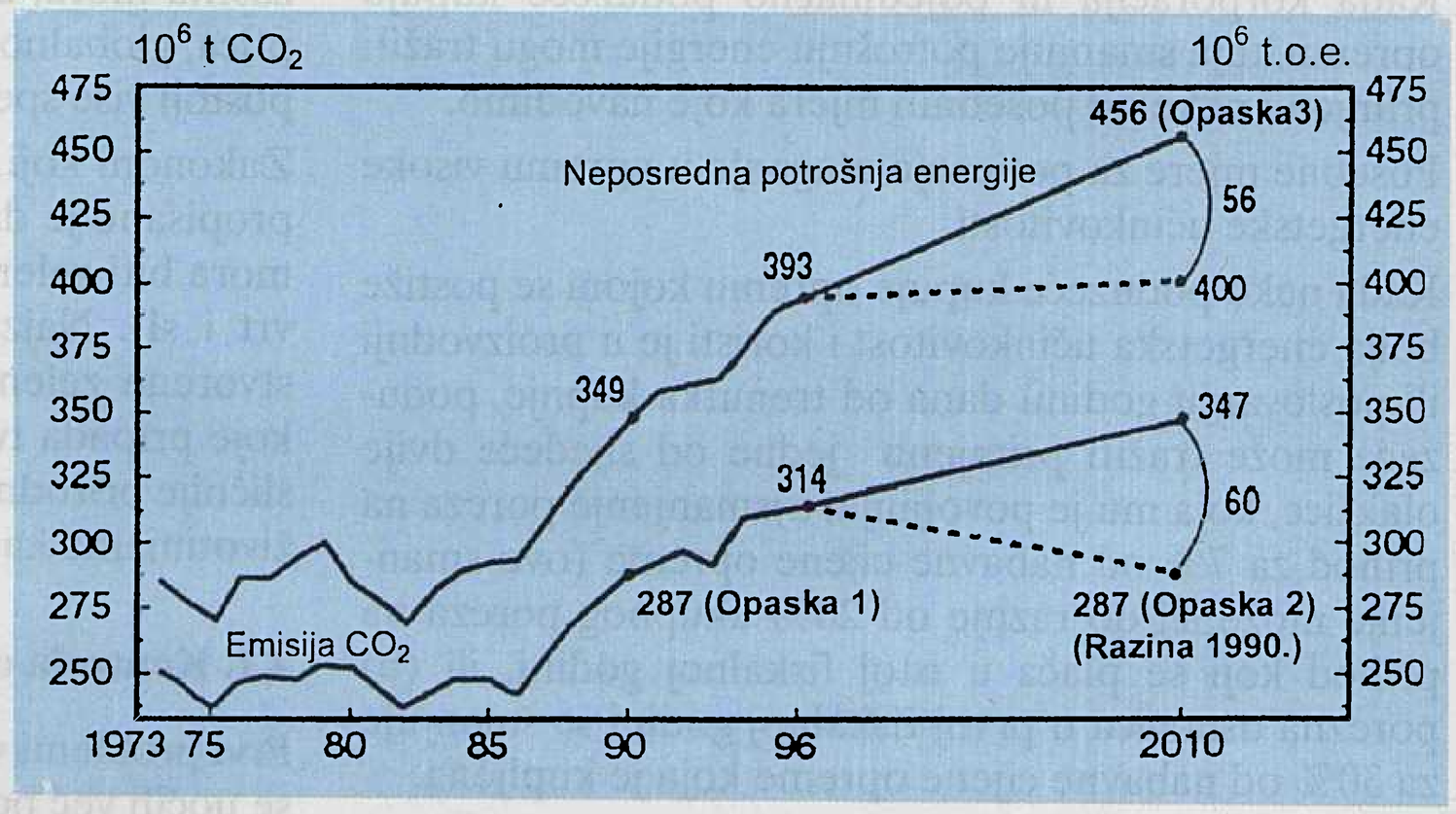
Obveza vlasnika poduzeća ili postrojenja koja emitiraju SO_x je uvođenje potrebnih mjera kako bi te emisije doveli ispod granice koja je određena standardom, odnosno zakonom. S postupnim pooštravanjem standarda i kompanije su počele voditi brigu o mjerama kojima bi mogle pratiti te standardei postupno reducirati emisiju. Ta redukcija se ostvarivala najvećim dijelom kroz tri slijedeće mjere: prijelaz na čistija goriva (manji sadržaj sumpora), racionalizacija u korištenju energije i ugradnja uređaja za pročišćavanje dimnih plinova. Što se tiče sadržaja sumpora, prosječni sadržaj u nafti koja se koristi u japanu je do 1 posto.

4.1.2. NO_x

Od vremena uočavanja problema emisije NO_x do današnjih dana poduzimane zu različite mjere za redukciju emisije u različitim sektorima, odnosno specifične mjere za pojedini tip izvora emisija. Kada se radi o ložištima jedna od mjera je prelazak na čistija goriva (od ugljena k nafti ili prirodnom plinu). Zatim poboljšanje uvjeta izgaranja i poboljšanje
tehnika izgaranja. I konačno procesiranje plinova izgaranja.
Što se tiče prometa postoji poseban zakon koji propisuje mjere za redukciju emisije NO_x u posebnim područjima (prefekturama – slično našim županijama). Za ta područja postoje specijalni standardi za pojedine tipove vozila, posebice za autobuse i kamione.
Za osobne automobile često koriste stimulaciju kao što je manja cestarina ili u nekim slučajevima i besplatan prolaz autoputom ako su u automobilu tri ili više osoba.
U velikim urbanim centrima vrlo velika pozornost se poklanja organiziranju distribucijskih centara za razne vrste robe. Radi se optimiranje ruta kamiona koji razvoze robu do manjih trgovačkih centara.
U priobalnom području se stimulira korištenje brodskog prijevoza . Javni prijevoz putnika se stimulira povećanjem kapaciteta i poboljšanjem kvalitete usluge kod željeznica i kod autobusa.

4.1.3. *Problem globalnog zatopljenja*

Osim brige za lokalni okoliš, Japanci vrlo ozbiljno shvaćaju i brigu za širi okoliš, odnosno imaju vrlo ozbiljan pristup globalnim problemima okoliša, a u prvom redu problemu globalnog zagrijavanja koji uzrokuje emisija stakleničkih plinova. Činjenica da je COP3 (treća konferencija UNFCCC) održana u Kyotu, za Japance je dodatni motiv da ispune svoje preuzete obveze redukcije emisije stakleničkih plinova. Obveza Japana je smanjenje emisije za 6 posto u odnosu na 1990. godinu. Najvažnije mjere i akcije koje je inicirala japanska vlada, a s ciljem smanjenja emisije stakleničkih plinova su mjere štednje i racionalne uporabe energije. Nadalje, provodi se tzv. fuel switching, odnosno prelazak na goriva čijim izgaranjem se emitira manje CO_2, kao najvažnijeg stakleničkog plina(uglavnom se radi zamjena ugljena s plinom, čime se ne samo spaljuje čistije gorivo, nego su to i tehnologije s većom učinkovitosti). U elektroenergetskom sektoru se, dijelom i zbog smanjenja emisije CO_2 , najveći dio proizvodnih kapaciteta planira graditi kao nuklearne elektrane. Slijedeća mjera koja se odnosi na energetske pretvorbe, a koja također rezultira smanjenjem emisije CO_2 je razvitak novih tehnologija u sferi tzv. novih obnovljivih izvora, kao solarna energija, energija vjetra, gorive ćelije, biomasa i male hidroelektrane.
Slika 4 pokazuje scenarij neposredne potrošnje energije i emisije CO_2 u Japanu do 2010. godine, za slučaj bez mjera štednje energije i redukcije emisije CO_2 koje su naprijed navedene (puna crta) i s navedenim mjerama (isprekidana crta).



Slika 4. Neposredna potrošnja energije i emisija CO_2 u Japanu – plan do 2010. godine: 1) proizvodnja iz nuklearnih elektrana 202 TWh; novi obnovljivi izvori 6,79 GWh; 2) proizvodnja iz nuklearnih elektrana 480 TWh, novi obnovljivi izvori 19,1 GWh; 3) proračun napravljen uz pretpostavku godišnje stope gospodarskog rasta 2 %

5. ZAKLJUČAK

Japan je dakle, s obzirom na vrlo snažno gospodarstvo, veliki potrošač energije. Budući da je preko 80 posto energetski ovisan o uvozu, svaki postotak smanjenja potrošnje energije postignut mjerama racionalizacije i štednje za Japan puno znači. To je i jedan od glavnih razloga zašto se u Japanu toliko ulaže u mjere racionalne uporabe i štednje energije. Osim mjera za koje su

potrebna vrlo velika financijska sredstva, značajni rezultati se postižu i sustavnim odnosom i konzistentnom politikom koji tretiraju taj problem.Ključni dio uspjeha počiva na japanskoj kulturi, tradiciji i iznad svega obrazovanju. U Japanu se ljudi upoznaju s problemima energije i potrebom štednje već u predškolskoj dobi. Postoji veliki broj tehničkih muzeja i raznih izložbi koje na vrlo zanimljiv i prihvatljiv način upoznaju posjetitelje s različitim područjima energetike, kako proizvodnje energije tako i svakodnevne uporabe energije. Vrlo velika pozornost se pridaje promotivnim djelatnostima kroz razne medije. Često se za te promotivne aktivnosti angažiraju popularne osobe iz javnog života, kao napr. vrhunski sportaši ili glumci. Kako bi se podigla razina edukacije stručnjaka iz raznih područja, organiziraju se seminari, energetske radionice, konferencije i trening tečajevi.

Jasno je da za ovakve programe treba imati i snažno gospodarstvo koje će osigurati financiranje tih aktivnosti. Međutim, postoje određeni dijelovi iz japanskog koncepta, koji ne traže tako velika financijska sredstva, nego su više plod sustavnog pristupa i promišljanja energetike. To se prije svega odnosi na edukaciju i promotivne aktivnosti. To je osnov svega, na što se onda nadograđuje ostalo.

LITERATURA

[1] MITI Handbook 1999

[2] Electricity Review Japan 1999, The Federation of Electric Power Companies

[3] An Outline of Japanese Taxes 1997

[4] Environmental Action Report 1999, Tokyo Electric Power Company

[5] Handbuk of Energy & Economic Statistics in Japan, The Energy Conservation Centar Japan, 1999

[6] The Japan Development Bank, Annual Report 1998

[7] Organization of the Government of Japan, 1999

ENERGY SITUATION IN JAPAN, ATTITUDE TOWARDS ENERGY EFFICIENCY AND ENVIRONMENTAL PROTECTION

The paper gives a short review on the energy situation in Japan as well as some energy efficiency and environmental protection measures. In order to create a certain framework some details of the institutional framework close to the energy sector are given as well as some legislative solutions related to energy efficiency, energy savings and environmental protection.

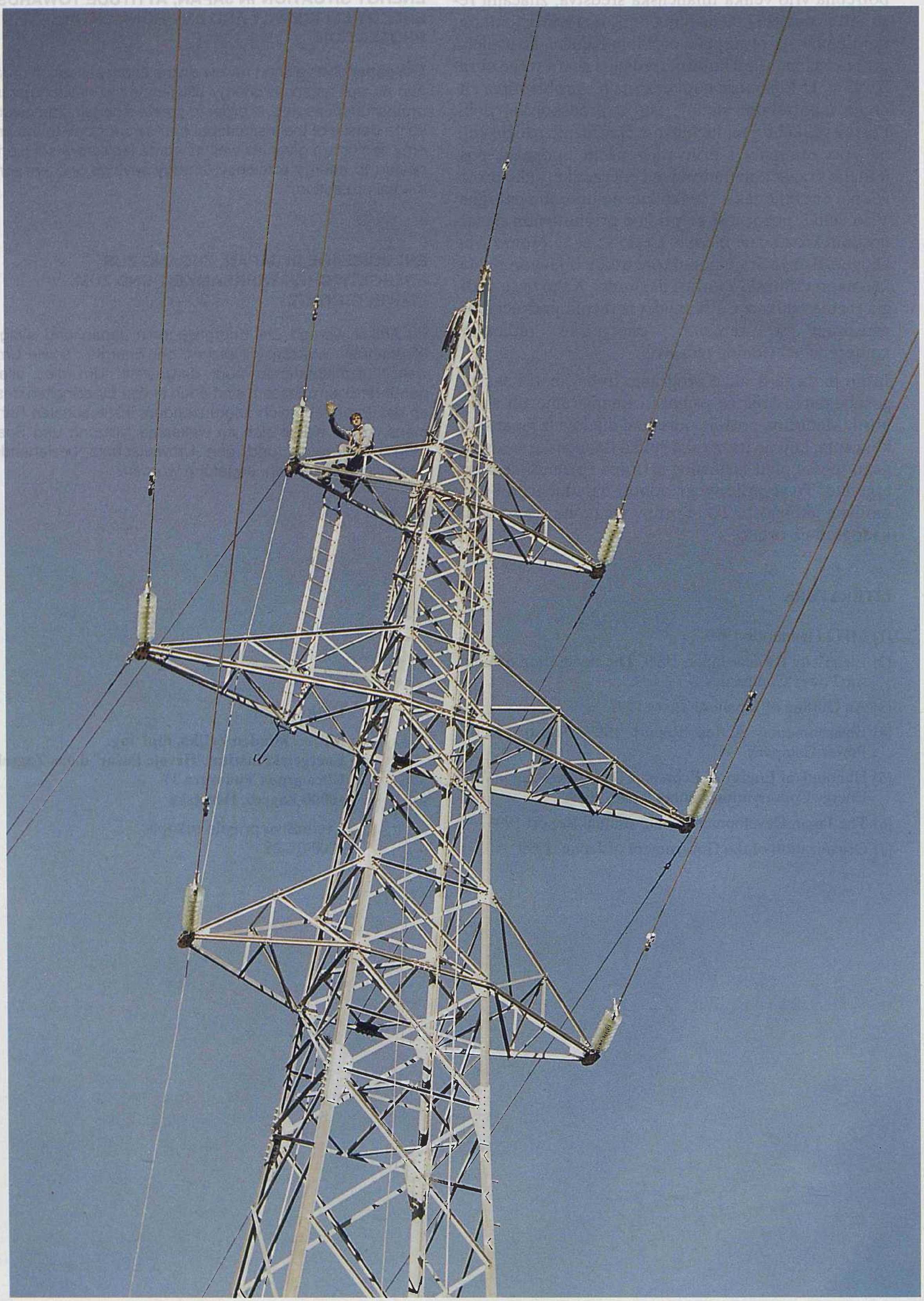
ENERGIELAGE IN JAPAN, ZUGANG ZUR ENERGETISCHEN WIRKSAMKEIT UND ZUM UMWELTSCHUTZ

Im Artikel werden die Energielage in Japan und einige Maßnahmen wirksamer Nutzung der Energie , sowie Umweltschutzmaßnahmen kurz dargestellt. Um dies alles gebührend einzufassen, sind auch einige Einzelheiten des, an das Energiebereich angrenzenden, institutionalen Rahmens, sowie einige sich an wirksame Nutzung und Sparung der Energie und den Umweltschutz beziehende gesetzliche Lösungen, angeführt worden.

Naslov pisca:

Mr. sc. Mladen Zeljko, dipl. ing.
Energetski institut "Hrvoje Požar" d.o.o. Zagreb
Ulica grada Vukovara 37
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2000-01-25.



DALEKOVOD I OKOLIŠ

Antun F i š e r - Predrag H e l m a n, Zagreb

UDK 621.315.1:577.5
PREGLEDNI ČLANAK

Na višem ekonomskom i urbanizacijskom stupnju življenja društvena zajednica zahtijeva u urbaniziranim područjima, uz obale mora i jezera, u parkovima prirode, kroz šume i polja kao i u svim drugim prostorima, da dalekovodi budu položeni i izgrađeni u suglasju s okolišem.

U referatu se autori osvrću na kriterije uklapanja u okoliš, našu prateću zakonsku regulativu, te na odabir trasa, projektiranje i izgradnju dalekovoda.

Ključne riječi: dalekovod, okoliš, utjecaj.

1. UVOD

Naglašeni problemi izbora trasa i osiguranja potrebnih suglasnosti za građenje dalekovoda rezultirali su, u posljednjih dvadesetak godina posebnim interesom za kompleksnije rješavanje pitanja utjecaja dalekovoda na okoliš.

Ovisno o važnosti dalekovoda, specifičnim prilikama okoliša, delikatnosti pojedinih problema i problematike približavanja ili prijelaza postojećim i planiranim objektima, pod pojmom uklapanja dalekovoda u okoliš u principu se podrazumijeva rješavanje problematike optimalne trase dalekovoda u smislu usuglašavanja iste s postojećim i planiranim objektima kao i ostalim prije svega proizvodnim vrijednostima prostora.

Uklapanje dalekovoda u okoliš u pravilu se svodi na rješavanje slijedećih problema:

- prostorni
- vizualni
- električki
- izgradnja i održavanje.

2. ZAUZIMANJE PROSTORA

2.1. Problematika osiguranja koridora

Prostorno planiranje jedinstveni je sustav društvenog planiranja kojim se usmjerava razmještaj građevina i osigurava usklađivanje svih funkcija u prostoru, radi ostvarivanja ciljeva i interesa društveno-ekonomskog razvoja određenog područja. U sklopu izrada prostornih planova promatranog područja sagledava se i problematika elektroenergetskih potreba, a time i konkretno potreba odgovarajućih koridora za dalekovode.

Sama problematika planiranja i osiguranja dalekovodnih koridora, u komplesku rješavanja konkretnog plana, često je neobično kompliciranа, zahtijeva usklađenje s nizom drugih objekata, pa se realno u praksi može dogoditi da se dalekovode često stavlja u drugi plan, katkada računajući na mogućnost fleksibilnijeg rješenja trasa dalekovoda nego npr. željeznica, cesta, vodoprivrednih objekata i sl. Nepravodobno i nestručno sagledavanje niza elemenata, vezanih uz izbor trasa dalekovoda, odnosno koridora dalekovoda, može imati nesagledive posljedice kod kasnijih radova na projektiranju i realizaciji izgradnje dalekovoda.

Problematika vezana uz potrebu osiguranja koridora u praksi se u osnovi javlja u slijedećim slučajevima:

- Ukazala se potreba projektiranja i izgradnje dalekovoda, za koji urbanističkim planom nije predviđen odgovarajući energetski koridor.
- Elektroprivredna organizacija planira izgradnju objekata te sagledavajući pròbleme osiguranja trasa utvrđuje koridore i lokacije za postrojenja i iste osigurava kod nadležnog urbanističkog organa. Ovakav slučaj često je javlja prilikom projektiranja i izgradnje jednog dalekovoda uz čiju se trasu u narednom periodu planira izgraditi i druge dalekovode i postrojenja.
- Razrađuje se generalni ili provedbeni urbanistički plan određenog područja ili regije te se u sklopu njega rješava i pitanje postojećih i budućih koridora za elektroenergetske vodove i postrojenja.

U svakom od navedenih slučajeva osnovna svrha je osigurati odgovarajući koridor unutar kojeg se može izgraditi dalekovod i postrojenje, odnosno da se postojeći i planirani objekti uz koridor i u koridoru nalaze na propisanim udaljenostima ili se na propisani način mogu prijeći.

U osnovi izbor i osiguranje koridora svodi se na izbor optimalne trase uz koju sa svake strane treba postojati pojas odgovarajuće širine u kojem se u pravilu ne smiju graditi drugi objekti, odnosno može se dozvoliti izgradnja pojedinih objekata, pod određenim uvjetima koji ovise o vrsti, tipu, obliku i lokaciji objekta za što se mora ishoditi odgovarajuća suglasnost od nadležne elektroprivredne organizacije.

2.1.1. *Širina koridora*

Širina koridora dalekovoda ovisi o širini dalekovoda (udaljenost između vanjskih vodiča) te o objektima kojima se približuje, prelazi ih ili je s njima paralelan.

Uobičajena udaljenost između vanjskih vodiča kod 110 kV dalekovoda iznosi od približno 6,0 m na stupovima oblika "jela" (za jedan sustav vodiča) do oko 10 m na stupovima oblika "bačva" (predviđenim za montažu dvaju sustava vodiča).

Budući da je relativno mala razlika između stupova za jednu ili dvije trojke, u praksi se prilikom planiranja koridora za buduće 110 kV dalekovode u osnovi ne vodi računa o vrsti stupa i voda, već se ocjenjuje da je ukupna širina koridora od približno 50 m sasvim dovoljna da bi se moglo položiti trasu dalekovoda. Ovakova širina koridora najčešće je sasvim dovoljna da se zadovolje propisima određeni nepovoljni uvjeti i u slučaju rušenja stabala prema dalekovodu.

Dakako, da se navedena širina koridora od 50 m predviđa za polaganje jednog voda, dok se kod potrebe polaganja dvaju ili više vodova u zajedničkom koridoru ukupna širina koridora, ovisno o vrstama planiranih vodova, po vodu može smanjiti.

Navedene širine koridora u stvari predstavljaju plansko osiguranje koridora unutar kojeg će se kasnije moći nesmetano projektirati i izgraditi dalekovod, odnosno da se ostavi mogućnost manjih pomaka trase unutar koridora radi postizanja optimalne izvedbe trase dalekovoda.

U svezi osiguranja koridora za dvostruke vodove, pa i jednostruke ako su u istom koridoru s vodom višeg ili nižeg naponskog nivoa, treba ukazati na neracionalnost iskorištenja koridora u takvim slučajevima.

Uobičajeno je u stručnoj literaturi da se efikasnost iskorištenja koridora definira kao:

$$\text{iskoristivost koridora} = \frac{\text{snaga prijenosa}}{\text{širina koridora}} \ [\text{MVA/m}].$$

Indeks iskoristivosti koridora jednostrukog 110 kV voda je nizak i iznosi u boljem slučaju 1-2 MVA/m. Samo radi usporedbe 400 kV vodovi imaju 15 do 20 puta veću iskoristivost koridora.

Iskoristivost koridora dvaju paralelnih 110 kV vodova ostat će gotovo na istoj razini, dok bi se rješenjem s jednim dvosustavnim vodom indeks praktično mogao udvostručiti.

Iz ovog pojednostavnjenog prikaza moglo bi se ukazati da bi se praksa građenja paralelnih dalekovoda u istom koridoru, ukoliko za to ne postoje posebni razlozi, trebala napustiti i prijeći na koncepciju građenja višesustavnih vodova. Time se dobije efikasno iskorištenje dragocjenog prostora u koridoru trase voda. Međutim, to zahtijeva znatno organiziraniji pristup planiranju i razradi prijenosne i distributivne mreže, te usklađivanje samo naizgled suprotnih interesa pojedinih prijenosnih i distribucijskih organizacija.

Gradnja višesustavnih vodova s trojkama istog ili različitog naponskog nivoa odavno ne predstavlja nikakav problem u građenju, a niti u održavanju.

Često puta dalekovod mora proći kroz područje gdje je zbog terenskih prilika potrebno suziti koridor na najmanju moguću mjeru i pri tom zadovoljiti propise. Najčešće je to slučaj s prolazima kroz naseljena područja gdje iz određenih razloga postoji slobodan prolaz između kuća. U takvim slučajevima jasno je da se ne ide za osiguranjem koridora navedenih širina, već se traži zadovoljenje minimalnih propisanih razmaka i udaljenosti, pa čak uvažavajući pozitivna svjetska iskustva i uz suglasnost nadležnih ustanova, poduzeća i inspektorata, uz odgovarajuće ekonomske i tehničke analize, treba prihvatiti atipična rješenja, koja su rezultat realnosti mogućih prijelaza i približavanja.

2.1.2. *Osiguranje koridora*

Da bi se moglo izvršiti osiguranje koridora za dalekovod potrebno je istog uskladiti s ostalim susjednim postojećim i poznatim planiranim objektima, te ukoliko se ne radi o rješavanju generalnog ili provedbenog urbanističkog plana, potrebno je da za isti investitor zatraži i dobije lokacijsku dozvolu.

Izdavanje lokacijske dozvole određeno je Zakonom o prostornom uređenju. Lokacijska dozvola uz navedene tehničke podatke o građevini - dalekovodu (oblik, veličina, smještaj u prostoru) određuje i način sprječavanja nepovoljnog utjecaja građevine na okoliš.

Zakon o zaštiti okoliša predviđa za obavljanje stručnih poslova zaštite okoliša i izradu studije utjecaja na okoliš. Prema "popisu zahvata" osnovom ovog Zakona, procjena utjecaja na okoliš - studija potrebna je za energetske građevine, dalekovode napona 110 kV ako su dio prijenosnog sustava, te za dalekovode napona 220 kV i više. Studija je u tim slučajevima uvjet za izdavanje lokacijske dozvole.

Pri realizaciji projekta dalekovoda uz navedene Zakone, Zakon o građenju određuje da glavni projekt dalekovoda uz lokacijsku dozvolu, posebne uvjete i ostale priloge sadrži i projekt uređenja okoliša. Navedena regulativa u najkraćem obliku ukazuje na svu kompleksnost osiguranja koridora za dalekovode kao specifične građevine u prostoru.

2.2. Utjecaj približavanja i prelaženja preko drugih objekata

Važeći propisi za dimenzioniranje dalekovoda ne određuju u potpunosti sve moguće varijante i pojave odnosa "dalekovod-neki drugi objekt", što je i za očeki-

vati, pa najčešće treba direktnom suradnjom projektanta i investitora s vlasnikom ili korisnikom objekta doći do zadovoljavajućih rješenja. Ta rješenja ili uvjeti, različiti za specifične objekte, proizlaze iz internih pravilnika ili propisa vlasnika objekta, nužne prakse ili posebnih uvjeta i želja.

Ovom prigodom ne bi ulazili u razjašnjavanja pojedinih karakterističnih slučajeva prijelaza i približavanja, nego navodimo samo neke od mjera.

Pri prijelazu nadzemnog voda preko različitih objekata Pravilnik za izgradnju nadzemnih vodova traži određene mjere koje treba poduzeti radi povećanja sigurnosti bilo objekta koji se prelazi, bilo voda. Opseg tih mjera propisan je u skladu s važnošću objekta te vjerojatnosti i veličini opasnosti.

Detaljni podaci o uvjetima prijelaza u čl. 96-224. Pravilnika za dimenzioniranja dalekovoda (preuzeti od Sl. list br. 65/88), pri čemu se sigurnosne mjere koje se prema propisima moraju primijeniti u različitim slučajevima, u pravilu odnose na:

- potpunu zabranu prijelaza
- održavanje određenih sigurnosnih visina i sigurnosnih udaljenosti u normalnim prilikama
- održavanje minimalnih sigurnosnih visina i u slučaju nejednakog otpadanja leda
- pojačana električna sigurnost izolacije i zaštita izolatora od preskoka
- pojačana mehanička sigurnost izolacije
- smanjenje naprezanja vodiča i zaštitnog užeta
- računanje izuzetnoga dopuštenog naprezanja u ovjesištu pod pretpostavkom povećanoga izuzetnog dodatnog tereta vodiča i zaštitnog užeta
- ograničenje minimalnih presjeka vodiča i zabrana primjene žica
- ograničenje kuta prijelaza
- zabrana nastavljanja vodiča i zaštitne užadi
- zabrana primjene iskočnih stezaljki
- ograničenje broja nosivih stupova u prijelaznom polju
- ograničenje u upotrebi drvenih stupova, povećana sigurnost zateznih stupova prijelaznog polja.

2.3. Utjecaj na korištenje zemljišta

Jedan od najizraženijih oblika negativnog utjecaja dalekovoda na okoliš jest utjecaj na korištenje zemljišta, a ogleda se u fizičkom zauzimanju određenog prostora za stupna mjesta te pasivizaciji prostora ispod voda u smislu mogućnosti njegovog korištenja.

Da bi se jednoznačno identificirao oblik i namjena na korištenje zemljišta, u pravilu postoje slijedeće kategorije:

- šume
- poljoprivredne površine
- pašnjaci
- industrija, trgovina (skladišta)
- transport (komunikacije, cjevovodi, kanali i sl.)
- urbanizirani prostori
- zaštićena područja
- teren za sport i rekreaciju
- nenaseljena područja
- ostali tereni.

2.3.1. *Šume*

Kriterij izgradnje dalekovoda kroz šumske površine različit je u pojedinim zemljama. Dok je u nekim zemljama potpuno zabranjena izgradnja dalekovoda kroz šumu, u nekim zemljama se izgradnja dozvoljava, ali vodiči moraju biti na dovoljnoj sigurnosnoj visini izad krajnje granice rasta drveća, tj. uvjetuje se izgradnja bez sječe šume. To, naravno, zahtijeva dodatne troškove zbog viših (težih) stupova i specifičnih uvjeta montaže vodiča i zaštitnog užeta.

Kod nas je gradnja dalekovoda kroz šume uglavnom vezana uz izradu šumskih prosjeka. Širina prosjeka zavisi i od visine stabala, jer prema Pravilniku za izgradnju nadzemnih elektroenergetskih vodova sigurnosna udaljenost 3 m mora za dalekovode nazivnog napona 110 kV i više biti održana i u slučaju rušenja stabala, mjereno od neotklonjenih vodiča.

Razdvajanje šumske cjeline relativno širim ogoljelim zonama uglavnom je nepovoljno za život flore i faune na tom području. Šumska gospodarstva mogu ove ogoljele površine zasaditi odgovarajućim nižim raslinjem (božićne jelke, rasadnici ukrasnog drveća, voćaka i sl.), koje uz ostalo može dati i pozitivne financijske rezultate.

S druge strane pozitivan efekt izgradnje prosjeke postiže se ukoliko su koridori potrebni za dalekovode usklađeni s prosjekama koje služe za transport drveta, sprječavanje širenja požara ili za neku drugu gospodarsku namjenu.

2.3.2. *Poljoprivredne površine*

Stup dalekovoda izgrađen na poljoprivrednoj površini u svakom slučaju predstavlja smetnju pri obradi zemljišta pomoću mehanizacije (priprema zemljišta, zaštita uroda i prihranjivanje, žetva ili iskop plodova i sl.), te osim toga predstavlja plodno mjesto koje može generirati nametnike i korov.

Osim iznesenog, tijekom projektiranja vodova u zoni poljoprivrednog zemljišta potrebno je voditi računa o činjenici da se poljoprivredne površine obrađuju uz pomoć nove suvremene mehanizacije koja svojim gabaritima bitno nadmašuju veličine uobičajenih cestovnih transportnih vozila.

O navedenom treba voditi računa prilikom razmještaja stupova i određivanja sigurnosne visine vodiča iznad tla. Isto tako vodiči mogu biti smetnja i prilikom zaprašivanja, odnosno tretiranja poljoprivrednih površina, bilo iz zraka ili sa zemlje.

Također je potrebno istaknuti kako se na karakterističnim metalnim objektima kao što su žičane ograde voćnjaka, žičani vinogradi, hmeljišta i sl., prostorno

smještenim u trase dalekovoda viših naponskih nivoa (220, 400 kV i sl.), uslijed djelovanja promjenjivog elektromagnetskog polja mogu inducirati naponi. Isti u pravilu mogu negativno utjecati na ljude i njihovu imovinu, međutim primjenom odgovarajućih zaštitnih mjera uzemljenja ovaj se problem, u praksi, jednostavno rješava.

2.3.3. *Pašnjaci*

Kao što je navedeno za vegetaciju, tako nisu primijećeni štetni utjecaji elektromagnetskog polja dalekovoda niti na stoku. U biti nema loših posljedica za korištenje pašnjaka nakon izgradnje dalekovoda. Ipak, potrebno je voditi računa o mogućnosti da neke površine pašnjaka u budućnosti mogu postati obradive površine i to valja uvažavati pri lokaciji trase, a naročito pri mikrolokaciji stupnog mjesta.

2.3.4. *Gospodarski objekti, trgovine (skladišta)*

Izgradnja industrijskih objekata u pravilu mijenja i često devastira prirodni okoliš, što uglavnom ovisi o karakteru objekta i proizvodnom ciklusu. Izgradnja dalekovoda u tom sklopu u pravilu ne predstavlja bitno zadiranje u prostor.

Pri projektiranju dalekovoda iznad industrijskih prostora treba uvažavati specifične tehničke zahtjeve prijelaza ili približavanja svakom pojedinom objektu u proizvodnom procesu, a imajući na umu mogućnost ugrožavanja objekta dalekovodom (požar, eksplozija itd.) ili mogućnost da objekt ugrožava dalekovod (aerozagađenja, cementna prašina, rušenje objekta, ugrožavanje temelja stupa itd.).

Prilikom izbora trase i lokacije stupnih mjesta treba voditi računa o predviđenim koridorima za ceste, o putovima transporta sirovine i ostalog materijala (kranovi, dizalice, pomične trake), o proizvodnim halama, skladištima, parkiralištima itd.

Izgrađeni dalekovod ne smije ometati daljnji razvoj industrijske zone (izgradnju novih objekata, proširenje nalazišta materijala itd.).

2.3.5. *Transport*

Predviđene ili realizirane koridore za transport moguće je iskoristiti i za izgradnju dalekovoda. U svijetu postoje rješenja zajedničkog koridora za cestu, željeznicu i dalekovod, pa bi poradi racionalnijeg korištenja prostora trebalo općenito elastičnije rješavati te odnose.

Uspredbom vjerojatnosti rušenja stupova dalekovoda u visini temelja i njihova padanja na cestu ili željezničku prugu, s vjerojatnosti havarija sličnih instalacija uz ceste ili željezničke pruge (stupovi javne rasvjete uz rub ceste, stupovi nosači kontaktne mreže uz željezničke pruge i sl.), moglo bi se doći do realnih udaljenosti stupova dalekovoda od tih prometnica, koje su sigurno manje od zahtijevanih današnjom praksom.

2.3.6. *Urbanizirani prostori*

Trase dalekovoda preko urbaniziranih prostora, u suradnji s urbanistima, treba uskladiti s generalnim i provedbenim urbanističkim planovima. Na taj način izgrađeni dalekovod neće biti smetnja za normalno odvijanje aktivnosti na tom području, niti za razvoj područja u budućnosti.

Kriterij prijelaza dalekovoda preko urbaniziranih područja, konkretnije preko stambenih ili poslovnih prostora, parkirališta, parkova, rekreacijskih terena, prometnica i sl. različit je u pojedinim zemljama.

Posebna pozornost poklanja se prijelazima dalekovoda preko stambenih zgrada, a pojedine zemlje takav prijelaz potpuno zabranjuju.

Prema preuzetom Pravilniku u pravilu treba izbjegavati fizički prijelaz dalekovoda preko stambenih zgrada, a realizaciji se pribjegava samo u izvanrednim slučajevima, ako to diktiraju sve ostale okolnosti. Prilikom projektiranja posebno se vodi računa o dovoljnim sigurnosnim visinama i udaljenostima vodiča od takvih objekata.

2.3.7. *Zaštićena područja*

Pod zaštićenim područjima podrazumijevaju se područja obuhvaćena nacionalnim parkovima i parkovima prirode kao i krajevima s posebnim prirodnim ljepotama.

Osim iznesenog pod navedena područja uključeni su i povijesni lokaliteti. Objekte, odnosno prolaz dalekovoda blizinom ili zonom koje isti obuhvaćaju treba izbjegavati u cijelosti, te o tome voditi računa već kod izbora i odabira najpovoljnije trase.

Ako je nužno realizirati trasu na takvom području, treba poduzeti sve mjere kojima se može umanjiti eventualni nepovoljni dojam.

2.3.8. *Tereni za sport i rekreaciju*

Prilikom lokacije trase dalekovoda treba nastojati izbjeći sportske i rekreacijske terene i objekte. Bez obzira na dovoljne sigurnosne visine i udaljenosti vodiča ili stupova od tih terena ili izgrađenih objekata i na to da nema smetnji od dalekovoda za odvijanje sportskih aktivnosti, ostaje prisutan nepovoljan vizualni dojam ako se dalekovod izgradi pokraj izgrađenog sportskog objekta. Međutim, veoma često su u svijetu, upravo radi racionalnijeg korištenja prostora i kupnje jeftinijeg prostora za lokaciju sportskog terena, prostor uz i ispod dalekovoda koristi za izgradnju sportskih terena, (npr. golf i sl.).

Evidentno je da treba nastojati koridore dalekovoda kroz izvedene šumske prosjeke ili urbanizirane zone opremiti i urediti za sport i rekreaciju, što u tom slučaju ostavlja povoljan dojam.

2.3.9. *Nenaseljena područja*

Na nenaseljenim područjima nema neposrednih štetnih posljedica prilikom izgradnje ili u pogonu daleko-

voda. Ipak, potrebno je voditi računa o prirodnim potencijalima i perspektivi razvoja tog područja, kako ne bi došlo do kasnije potrebe premještanja trase dalekovoda.

2.3.10. *Ostali tereni*

Uz navedene kategorije prostora, dalekovodi prelaze i "ostale terene". Njihovo nabrajanje u ovom tekstu ne bi imalo smisla jer su različiti po sadržaju, namjeni, uvjetima rada, specifičnim zahtjevima itd. Ovamo npr. spadaju rudnici, zone u blizini aerodroma, vojnih objekata, nacionalnih instituta, raznih poligona i sl.

U svakom slučaju pri projektiranju i izgradnji dalekovoda potrebno je uvažiti zahtjeve korisnika prostora. Sve dosada navedeno upućuje na zaključak da efekti promjene namjene zemljišta radi izgradnje dalekovoda ne moraju obvezno biti negativni, barem ne u onoj mjeri u kojoj se to najčešće pokušava prikazati.

Postoje primjeri vrlo efikasnog korištenja zemljišta u koridoru dalekovoda za druge svrhe, što je u osnovi povezano s manje krutim odnosom prema mogućim opasnostima od elektromagnetskog polja ili havarija dalekovoda. To su primjeri korištenja koridora dalekovoda za:

- pješačke i biciklističke staze
- ceste, parkirališta, garaže
- zajedničke, paralelne trase cesta, željeznica, kanala, cjevovoda (naročito na nenaseljenim terenima)
- izletničke objekte
- terene za sport i rekreaciju
- dječja igrališta i sl.

Ima primjera u svijetu da stručne službe elektroprivrede izdaju popularne upute i objašnjenja za život i rad u blizini elektroprivrednih objekata, gdje jednostavnim razumljivim tekstom i prikladnim skicama upućuju stanovništvo na određeno ponašanje pri aktivnostima u blizini visokonaponskih vodova.

3. VIZUALNI UTJECAJI

Dalekovodi zauzimaju poljoprivredne površine, ograničavaju suvremenu obradu zemljišta, rastavljaju šumske cjeline i zauzimaju slobodne koridore na urbaniziranim područjima.

U tom pogledu problem je identičan s problemima vezanim uz izgradnju svih ostalih objekata potrebnih za razvoj suvremenog društva.

Međutim, potrebno je naglasiti da u pogonu, za razliku od većine ostalih objekata, dalekovodi ne zagađuju zemlju, vodu i zrak, već se kao problem javlja određeni vizualni učinak na stanovništvo.

Kompletno rješenje vizualnog učinka nije moguće, osim primjenom podzemnih kabela, što se na višim naponima zbog neekonomičnosti koristi samo u iznimnim slučajevima.

Uz odgovarajuće uvjete mogu se odrediti odgovarajuće mjere radi smanjenja vizualnih problema, a da se pritom cijena izgradnje dalekovoda mnogo ne poveća. Za svaki konkretni slučaj treba dakle istražiti optimalno rješenje, tj. postići najmanji vizualni učinak u skladu s interesima ostalih korisnika zemljišta, a uz minimalne troškove izgradnje.

O toj problematici, u svijetu i u nas, u zadnjih dvadesetak godina vođeno je dosta računa. Postoje brojna praktična rješenja vizualnog poboljšanja uklapanja dalekovoda u okoliš. Sva rješenja jednostavno teže cilju izgradnje što je moguće neupadljivijeg dalekovoda.

Na osnovi dosadašnjih iskustava vizualni učinak dalekovoda, uvažavajući ostale probleme i zahtjeve na trasi, može se rješavati:

- izborom trase, tj. postavljanjem trase s najboljim uklapanjem u okoliš
- prirodnim zaklanjanjem i rehabilitacijom terena
- kamuflažom
- izborom stupova i opreme.

3.1. Izbor trase

Pri izboru trase dalekovoda treba izbjegavati područja izrazitih prirodnih ljepota te arhitektonske i povijesne vrijednosti. To pretpostavlja skretanje trase s ciljem da se dalekovod što bolje vizualno uklopi u postojeći okoliš.

Skretanje trase znači produljenje voda zamišljenog između početne i krajnje točke i povećanje materijalnih troškova izgradnje, što je zapravo cijena očuvanja okoliša.

Trasu treba položiti na osnovi očevida na terenu, s temeljitim postupkom ocjenjivanja vizualnog učinka dalekovoda na promatrača na pojedinim vidikovcima, tj. dionicama i točkama uz trasu dalekovoda kao što su ceste, stambena, turistička, rekreacijska ili povijesno-spomenička područja.

Pri ocjenjivanju vizualnog učinka treba uzeti u obzir činjenicu da se taj učinak s blizinom dalekovoda povećava pa na posebno vrijednim vidikovcima trasu, ako je ikako moguće, treba udaljiti.

Ako je najpogodnija trasa teško pristupačna, pa sami pristupni putovi pojedinim udaljenim stupnim mjestima mogu stvarati loš vizualni dojam, valja razmotriti mogućnost primjene odgovarajuće druge tehnologije za gradnju i održavanje voda (helikopteri).

Sva navedena rješenja primjenljiva su u odnosu na stvarne okolnosti i situaciju na terenu. U pojedinim slučajevima rješenja mogu biti potpuno suprotna ovima, kao naprimjer u gusto naseljenim mjestima gdje je jedini izbor trase upravo uz ceste ili druge prometnice i postojeće koridore.

Predviđene korekcije i znatnija skretanja trase radi povoljnog uklapanja u okoliš u pravilu zahtijevaju primjenu zateznih stupova koji su uočljiviji i vizualno nepogodniji nego nosivi stupovi u pravcu voda.

3.2. Prirodno zaklanjanje i rehabilitacija terena

Već je spomenuto da se vizualni učinak dalekovoda može ublažiti prirodnim zaklanjanjem i rehabilitacijom terena.

Dakle, postoje praktična rješenja potvrđena u svijetu i u nas, koja treba imati na umu pri projektiranju i izgradnji voda.

Osnovno je u tom slučaju da se prosjeka kroz šumovite predjele ne izvodi i ne oblikuje bez mogućnosti zaklanjanja.

Treba nastojati da relativno duža prosjeka kroz šumu ne bude u pravcu. Potrebno je predvidjeti skretanje trase kroz eventualno lošije šumske površine, a prema mogućnostima koje pruža reljef pod šumskom površinom.

Šumska prosjeka, ili trasa dalekovoda niz padinu ne smije se postaviti okomito na prometnice ili osjetljivo područje promatranja, već pod nekim kutem prema rubu prometnica (područja promatranja), kako bi se postigao prirodni zaklon prosjeka i dalekovoda.

Na mjestu križanja šumske prosjeke i prometnice u načelu treba predvidjeti kraći raspon, kako bi se dobio što niži stup. Kod toga treba paziti da stup ostane u zaklonu šume okružen netaknutim raslinjem na mjestu prijelaza, naravno uz poštivanje minimalnih sigurnosnih udaljenosti od drveća i raslinja.

Uopće, sve se više zastupa mišljenje i sugerira da drveće i raslinje koje okružuje stupno mjesto ostane netaknuto što je moguće dalje od stupa, kako bi se načinio prirodni zaklon na mjestima gdje su vodiči na svojoj najvećoj visini.

U nastavku takvog razmišljanja nameće se kao obveza potpuno očuvanje šumskih površina u rasponima prijelaza udolina i kanjona kada postoji dovoljna sigurnosna visina između vodiča dalekovoda i krajnje linije raslinja.

Valja napomenuti da navedene mjere predstavljaju otežavanje gradnje, a naročito razvlačenja užadi, što međutim ne bi smjelo biti razlogom jednostavnog prelaženja preko problema uklapanja dalekovoda u okoliš, odnosno očuvanja okoliša.

Nakon što je vod izgrađen i pušten u pogon, bez obzira na poduzete mjere prirodnog zaklona prosjeke, ostaje problem ogoljelog zemljišta ispod i u blizini voda, što stvara vrlo nepovoljni vizualni dojam. Stoga treba nastojati da se te površine što prije zasade odgovarajućim raslinjem. U okviru uređenja terena ispod voda svakako treba s trase odstraniti višak grubog iskopa ili betona, što onemogućuje rast trave i ostale vegetacije.

Pošumljivanjem određenog većeg ili manjeg područja može se umjetno ukloniti vizualni učinak dalekovoda na posebno osjetljivim terenima i vidikovcima.

3.3. Prikrivanje (kamuflaža)

Prigušenje refleksije od svijetle metalne površine vodiča, izolatora i stupa umanjuje vizualni učinak dalekovoda na promatrača. Ovo prigušenje postiže se prikrivanjem elemenata dalekovoda.

Prikrivanje nije moguće za stup koji se ocrtava na horizontu, ali daje rezultat u odnosu na uočavanje pojedinih elemenata.

Prihvatljivo rješenje za metalne rešetkaste stupove je prikrivanje bojenjem. Cilj je smanjenje efekta odsjaja i kontrasta, naročito ako upotrijebljeni profili nisu okrugli. Situacija će se mijenjati prema poziciji sunca, pa iako će unutrašnjost ili dio profila biti u sjeni, cijeli stup treba obojiti istom bojom. U normalnim prilikama prihvatljiva je odgovarajuća nijansa zelene boje ili tamnozelena boja, ali i crna boja može biti vrlo efektna kada je pozadina crnogorično drveće ili sivosmeđa stijena. Premaz ne smije biti refleksan, mora biti otporan na atmosferske utjecaje i postojanih boja.

Odsjaj površine vodiča ili zaštitnog užeta ovisi o vremenskim prilikama i mjestu promatranja. U određenim situacijama to može biti vizualno nepogodno. Stoga se prikrivanje može uspješno riješiti primjenom obojenih užadi. U tom slučaju u pravilu se primjenjuje zelena ili crna boja užadi.

Treba napomenuti da svi metalni dijelovi opreme voda moraju biti prikriveni poradi prigušenja refleksije. Neprikriveni dijelovi još jače dolaze do izražaja na vodovima na kojima su drugi važni detalji već prikriveni.

Porculanski izolatori mogu se obojiti različitim bojama radi uklapanja u pozadinu, dok su stakleni izolatori mnogo efektniji kada nema pozadine (nebo). Uspješan razvoj izolatora od plastičnih ili silikonskih masa, sa značajno reduciranim dimenzijama mogu također pridonijeti smanjenju vizualnog učinka voda, a izbor prikladne boje još više umanjiti uočavanje.

3.4. Izbor stupova i opreme

Izbor stupova prisutan je pri rješavanju uklapanja dalekovoda u okoliš i tom je problemu do sada posvećena puna pažnja. Postoje praktična iskustva koja upućuju na izbor najpovoljnijeg rješenja, ili pak na odbijanje nepovoljnog rješenja u određenoj kategoriji.

Čest je zahtjev za izgradnju novog dalekovoda duž trase već postojećega, i to uglavnom na minimalnom međusobnom odstojanju. U tom slučaju najpovoljnije je rješenje ako se predvide stupovi istog oblika i veličine kao na postojećem vodu.

Kao nastavak ovog problema treba spomenuti elektroenergetske koridore u kojima ima više vodova s jednosustavnim ili dvosustavnim konstrukcijama različitih napona, oblika, veličina i rješenja. U tim slučajevima, a naročito na dionicama ispred transformatorskih stanica sveukupni vizualni dojam bio bi bolji da su stupovi istog oblika i veličine, locirani uredno na ujednačenim rasponima i sa sličnim provjesima užadi.

Uz iste parametre projektiranja dvosustavni stupovi su viši i uočljiviji nego npr. jednosustavni s horizontalnim rasporedom. Odabiranje nižih stupova znači kraće raspone, a to istodobno povećava ukupni broj stupova. Sve se svodi na zahtjev postizanja neuočljivosti stupa u danim okolnostima.

Dosadašnja iskustva pokazuju da projekt stupa koji teži neuočljivosti na ravnoj otvorenoj trasi može biti jednako prihvatljiv za ravne šumske terene gdje se ostvaruje dodatna prednost zaklanjanjem, tako da je nemoguće dati ispravan i jedinstven zaključak za svaki slučaj posebno, već pravilna odluka ovisi o okolnostima.

Postoje brojni oblici stupova (jednosustavi, dvosustavni, s vertikalnim ili horizontalnim rasporedom vodiča, slobodno stojeći ili sa sidrom, od čeličnih profila ili čeličnih cijevi) koji prema ispitivanju ili praktičnim iskustvima zadovoljavaju zahtjevu "neuočljivosti" na određenim specifičnim terenima.

S tim u svezi već dulje vrijeme govori se i o pojmu "estetike stupova" kao elementu uklapanja dalekovoda u okoliš.

Stup estetskog izgleda ovim je tekstom malo teže opisati u odnosu na sve elemente koji ga takvim čine. Činjenica je da se u praksi mogu vidjeti stupovi koji ostavljaju povoljan dojam svojom siluetom, proporcijama duljina konzola i širine trupa, gustoćom ispune i veličinom dijelova ispune, bojom u odnosu na okolne objekte itd., te stupovi koji izgledaju robusni, predimenzionirani, neskladni u svojim elementima koji upućuju na nedostatak dobre volje projektanta da tehničkom proizvodu da i lijepu formu.

Prema općem mišljenju na estetski izgled stupova utječe njihova ukupna visina, odnosno širina i visina pojedinih elemenata, prozirnost i oblici ispune. Ne može se dati jedinstvena uputa kako uskladiti sve navedeno, jer to ovisi o ostalim okolnostima, a svaki zahvat uzrokuje dodatne efekte.

Tko je, na primjer, visoki stup uočljiv u prostoru, no veća visina stupa znači i manji broj stupova u vidnom polju. Postoji empirijski odnos kolika, na primjer, mora biti duljina konzola za određenu širinu trupa, što opet zavisi od tipa stupa, opterećenja konstrukcije, broja sistema vodiča itd. Na prozirnost konstrukcije utječe potrebna ispuna i konstruktivna rješenja u odnosu na upotrijebljeni materijal.

Uz navedeno, na estetiku stupa utječe i simetričnost i boja konstrukcije. Veoma povoljni rezultati dobivaju se bojenjem stupova zelenom bojom, na prolazima kroz parkove, šume i turistička područja.

Izolatorski lanci na stupu mogu pridonijeti ukupnoj estetici stupa. Tako npr. stakleni izolatorski članci u određenim okolnostima djeluju na stupu povoljnije nego porculanski, dok silikonski ili kompozitivni, kao što je već navedeno svojim dimenzijama i bojom smanjuju uočavanje.

Promjena oblika i materijala stupova, u odnosu na dosada primjenjivane za visokonaponske vodove, na koje su ljudi navikli, dobila je pozitivne ocjene javnog mišljenja. Tako je dobro prihvaćena uporaba cijevnih stupova na prolazu dalekovoda kroz urbanizirane zone i naselja.

U usporedbi s čeličnorešetkastim stupovima, čelični cijevni poligonalni stupovi zauzimaju manju tlocrtnu površinu tla, uz nešto veće mase. Takve stupove primijenjene s manjim rasponima, a koji "prate" raspoloživi koridor, cestu ili želj. prugu, s primjenom odgovarajuće oblikovanosti konzola, ili čak izolacijskih konzola sa silikonskim izolatorima, svakako je uputno predložiti za izgradnju u ili uz naselja odnosno pri ulazu u gradove. Ovi stupovi su relativno niski pa se dobro uklapaju u visinske nivoe ostalih objekata u naselju. Bojenjem površine cijevi u skladu s okolnim objektima može se izbjeći napadna uočljivost stupova. Kod nas su sve češći zahtjevi investitora za primjenu takvih stupova u navedenim okolnostima, pa je u tom smislu proširen asortiman proizvodnje.

Upotrebljavaju se i stupovi kojima su konzole od izolacijskog materijala. U tom je slučaju stezaljka za učvršćivanje vodiča na vrhu konzole i nije potrebna montaža izolatorskih lanaca, što ostavlja dojam jednostavnog rješenja i nenametljivosti u prostoru.

"Dalekovod" Zagreb je prije više od 30 godina započeo projektirati, proizvoditi i graditi cijevne stupove za rasvjetu, reflektorske stupove, stupove za cestovnu signalizaciju i tramvajsku mrežu, te stupove za niskonaponsku mrežu i visokonaponske vodove. Prvi katalog rasvjetnih stupova (KORS) "Dalekovod" Zagreb izdao je 1973. godine. Rasvjetni, reflektorski, signalizacijski, tramvajski i niskonaponski stupovi, koji se pretežito koriste u urbanim sredinama i uz prometnice, traže se i kontinuirano se proizvode. Cijevni stupovi za visokonaponske vodove, zbog još uvijek manje potražnje proizvode se povremeno i po posebnim zahtjevima. Svi cijevni čelični stupovi zaštićuju se od korozije vrućim cinčanjem, a po potrebi se i dodatno liče zaštitnim premazima. Izbor boje ovisi o lokaciji za montažu i želju investitora.

"Dalekovod" je do sada projektirao i izradio cijevne, limene, usadno-nasadne stupove za vodove 10(20) kV (Ploče-Gradac), 66 kV (Lagos, Nigerija) i 220 kV (Bin Qasim, Pakistan).

Tijekom proteklih godinu dana povećan je broj zahtjeva za davanjem ponuda za projektiranjem i izradom poligonalnih cijevnih stupova za dalekovode napona 2x132 kV odnosno 2x150 kV.

Na kraju, potrebno je naglasiti da sve navedeno o vizualnom utjecaju dalekovoda na okoliš treba shvatiti kao preporuke kojih se treba držati u onoj mjeri koliko je to u danoj situaciji realno moguće.

4. ELEKTRIČKI EFEKTI

Električki efekti visokonaponskih nadzemnih vodova mogu se grupirati u dvije osnovne kategorije:

- utjecaj uslijed prisustva električkog polja i
- utjecaj uslijed magnetskog polja.

O ovim efektima postoji odgovarajuća zakonska regulativa ili preporuke koje treba primijeniti pri projektiranju, pa se uobičajeno elaborira utjecaj dalekovoda

na vodove elektroveza, plinovoda, naftovoda ili druge instalacije na kojima može doći do nepoželjnih induciranih napona, odnosno smetnji ili opasnosti u pogonu.

U konkretnom slučaju ovi utjecaji se u svom negativnom obliku javljaju i kao korona, radiosmetnje ili buka. Smanjenje ovih utjecaja samo svojom posrednošću može utjecati na vizualni dojam (potreba viših stupova, primjena opreme kojom se smanjuju efekti korone i radio smetnje). Primijećeno je davno kroz brojna laboratorijska ispitivanja da vrlo jako elektromagnetsko polje uzrokuje određene efekte na biološke sustave općenito.

Mada više od 70 godina razvoja prijenosnih sustava u svijetu nije dalo neposredne osnove za zaključak da elektromagnetsko polje vodova i visokonaponskih postrojenja može negativno utjecati na zdravlje čovjeka, ovo je i nadalje jedno od najkontroverznijih pitanja utjecaja dalekovoda na okoliš.

Izvršena su mnoga ispitivanja, kako u laboratoriju, tako i u prirodi pod neposrednim utjecajem polja dalekovoda vrlo visokog napona:

- što se tiče dugoročnih epidemioloških studija u svezi s izlaganjem električnim poljima, promatranje osoblja na visokonaponskim postrojenjima i dalekovodima nije dalo nikakav nepovoljniji efekt,
- nije poznat nikakav mehanizam djelovanja putem kojeg bi polja industrijske frekvencije mogla izazvati direktne efekte na žive organizme,
- do sada nije otkriven nikakav specifičan simptom na ljudskim bićima kao posljedica izlaganja ovim poljima,
- električna i magnetska polja koja izazivaju dalekovodi, do napona 420 kV ne predstavljaju opasnost za ljudsko zdravlje,
- na osnovi postojećeg iskustva može se predvidjeti da će isto biti za dalekovode 800 kV, pa i više.

Novija istraživanja, budući da se u većini zemalja došlo do čvrstog zaključka da nema štetnog utjecaja na zdravlje čovjeka, okrenula su se studiranju mogućeg štetnog utjecaja na životinje i poljoprivredne kulture u trasi voda.

Nisu primijećeni nikakvi značajniji štetni efekti iako je bilo više primjera farmi u koridorima trasa vodova do napona reda veličine 750 kV.

Ovaj zaključak navodimo zbog toga što se i u našoj praksi privremeno javljaju dosta kategorične tvrdnje o "dokazanom" štetnom utjecaju elektromagnetskog polja dalekovoda, što onda u praksi stvara dosta problema.

5. UTJECAJ GRAĐENJA I ODRŽAVANJA

Specifičnost organizacije građenja dalekovoda je u činjenici da se radi o objektu redovno velike duljine, pa se svi nužni zahvati pri građenju odvijaju na relativno velikom prostoru. Zbog toga eventualan nemaran odnos prema okolišu može bitno umanjiti sve napore koji se u tom smislu ulažu prilikom planiranja i projektiranja voda. Izrada pristupnih putova, organizacija građenja na svakom pojedinom stupnom mjestu, smještaj mehanizacije, alata i opreme, razvlačenje užadi itd., su u direktnoj funkciji temeljitosti i pažljivosti razrade priprema i vođenja građenja. Praktično, u onoj mjeri u kojoj su solidno izvršene pripreme za sve faze na gradilištu, u toj će mjeri i efekti zaštite od nepotrebnog uništavanja okoliša biti pozitivni.

Postoje pri tom razne specifične okolnosti ovisno o tome da li se radi o dalekovodu na gusto naseljenom ili nenaseljenom području, u urbaniziranoj zoni, na poljoprivrednoj površini, na prijelazu preko komunikacija itd.

Razrada detaljnog plana rada zadatak je stručnog osoblja koje vodi izgradnju, a njegov sadržaj toliko ovisi o specifičnim lokalnim prilikama da bi bilo suvišno ulaziti u detalje.

U novije se vrijeme u praksi pojedinih zemalja sve više afirmiraju tehnike građenja kojim se, između ostaloga, bitno smanjuju štetni zahvati na okolnom terenu prilikom građenja dalekovoda. Takvi primjeri su: uporaba helikoptera, specijalnih vozila za polaganje, metalne mreže za zaštitu površinskog sloja zemljišta, privremene stabilizacije terena, pokretne skele za montažu vodova na prijelazima preko cesta i sl.

U normalnim okolnostima mogući štetni efekti za okolni teren prilikom održavanja dalekovoda su zanemarivi, posebno i zbog toga što se za redovne preglede sve više koriste metode vizualnog pregleda i termovizijskog snimanja iz helikoptera.

U slučaju većih zahvata pri održavanju, pristup organizaciji posla u osnovi bi morao biti isti kao i pri građenju.

6. ZAKLJUČAK

Najuočljiviji element dalekovoda je stup pa bi, neovisno o trenutku promatranja i o promatranom položaju, trebalo razmotriti:

- što se bolje uklapa u okoliš, jednostavna ili složena konstrukcija?
- da li su dosadašnji primijenjeni oblici konstrukcije dovoljni ili treba potražiti nove?
- koliko bi promjena postojećih oblika konstrukcija povećala investicije?
- koliko smo spremni podnijeti ekonomski teret novih oblika?
- da li uporabiti visoke ili niske stupove?
- da li skrivati konstrukcije ili ih izložiti oku promatrača?
- koja je objektivna udaljenost promatrača od građevine?
- koje kriterije moraju zadovoljiti postojeći oblici, visine i boje konstrukcija?

- tko i kako će odrediti opće kriterije uklapanja u netaknuti okoliš i u urbanizirane dijelove (naselja, ceste i druge građevine)?
- uklapanje u mikro okoliš neovisno o uklapanju cijele trase u makro okoliš
- kojem obliku konstrukcije prednost?
- da li su cijevni stupovi "ljepši" od rešetkastih stupova?
- da li će ekonomičnost investicije prevagnuti nad oblikovanjem?

Na postavljena pitanja i dvojbe ne očekuju se ni potpuni, niti jednoznačni odgovori. U interesu oblikovanja objektivnih kriterija zadane ekonomičnosti i postavljenih estetskih kriterija za primijenjene elemente građenja u određenoj sredini, trebat će pomiriti različite prosudbe, želje i težnje. Pitamo se da li ovom problemu treba pridavati veće značenje?

Polazna namjera autora bila je da se uklapanje u okoliš razmotri s tehničkog aspekta. Obrađujući ovu temu uočeno je da postoje mnoga pitanja općeg karaktera na koje nema pravih odgovora. To je iniciralo postavljanje pitanja i iznošenje dvojbi.

LITERATURA

[1] Studija, projekt tipizacije 110 kV visokonaponskih nadzemnih vodova, Dalekovod, Zagreb, 1985. g.

TRANSMISSION LINES AND ENVIRONMENT

On a higher level of economic and urban standard, the community requires that transmission lines be positioned and constructed as to be in harmony with the environment in urban areas, alongside seas and lakes, in nature parks, woods and fields as well as with all other areas.

In the papers, authors discuss the environmentally friendly criteria, the accompanying legal framework, route choice, and the design and construction of transmission lines.

FERNLEITUNGEN UND UMWELT

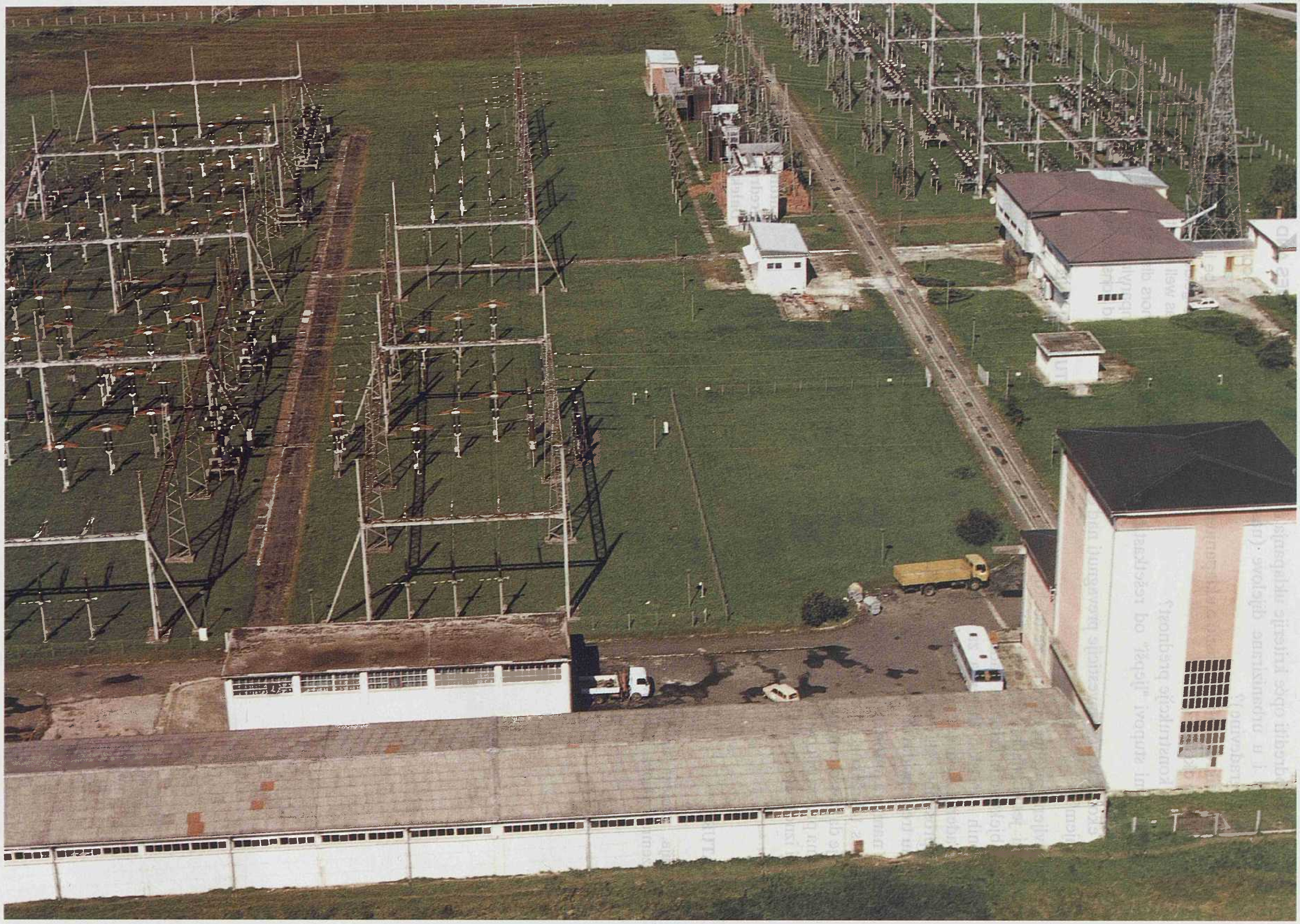
Bei witschaftlich und städtebaumäßig höherer Lebensstufe verlangt die Sozialgemeinschaft in städtebaulich erschlossenen Gebieten an Meer- und Seeufern, in Naturschutzgebieten, beim Durchqueren der Wälder und Wiesen, sowie eigentlich überall, die Verlegung und die Errichtung die Fernleitungen im Einklang mit der Umwelt.

Im Bericht schauen die Autoren bei der Einverleibung in die Umwelt, auf entscheidende Merkmale, auf hiesige begleitende Gesetzgebung, auf Trassenauswahl, und auf Projektierung sowie Errichtung der Fernleitung zurück.

Naslov pisaca:

Antun Fišer, dipl. ing.
Predrag Helman, dipl. ing.
Dalekovod Zagreb
Ulica grada Vukovara 37
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2000-02-10.



UTJECAJ PROMJENE SPECIFIČNOG OTPORA TLA NA VELIČINU STRUJE JEDNOPOLNOG KRATKOG SPOJA U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI

Pavle F i l k o, Osijek - mr. sc. Marinko S t o j k o v, Slavonski Brod

UDK 621.316.1:621.3.012.5
STRUČNI ČLANAK

Rad analizira utjecaj promjene specifičnog otpora tla na veličinu struje jednopolnog kratkog spoja. Polazna pretpostavka je da su svi elementi strujnog kruga konstantni pa na vrijednost struje kratkog spoja djeluje promjena vrijednosti otpora rasprostiranja uzemljivača. Proračuni su izvedeni pomoću programa TOKSwin na stvarnoj mreži 35 kV grada Osijeka.

Ključne riječi: 35 kV mreža, specifični otpor tla, utjecaj promjene, struja jednopolnog kratkog spoja.

1. UVOD

Struja jednopolnog kratkog spoja je značajna električka veličina elektroenergetskog sustava, kako u cjelini tako i još važnija za pojedine njegove dijelove. Stoga se veličini i promjeni te struje posvećuje osobita pozornost.

U strujnom krugu jednopolnog kratkog spoja, kao dio elektroenergetskog postrojenja, sudjeluje i uzemljivač postrojenja. Uzemljivač općenito jest vodič koji je cijelom površinom vodljivo povezan s materijalom tla. Osnovna karakteristika uzemljivača je otpor rasprostiranja, napon dodira i napon koraka. Otpor rasprostiranja, kao što je poznato jest otpor što ga tlo u kojem se nalazi uzemljivač (zemlja) pruža prolazu struje.

Ako su, u promatranom vremenu, svi elementi strujnog kruga konstantni dakle nepromijenjenih vrijednosti, na vrijednost struja jednopolnih kratkih spojeva jedino djeluje promjena vrijednosti otpora rasprostiranja uzemljivača. Osnovna karakteristika te električke veličine, osim svakako geometrijskih i konstrukcijskih veličina, jest specifični otpor tla. Kako su ostale karakteristične veličine konstantne to je u vremenu promjenjiv samo specifični otpor tla. Stoga možemo reći da je otpor rasprostiranja uzemljivača u potpunosti izražen izrazom:

$$R_{uz} = K \cdot \rho$$

gdje je R_{uz} – otpor rasprostiranja uzemljivača,

K – konstanta koja ovisi o geometrijskim i konstrukcijskim karakteristikama uzemljivača

ρ - specifični otpor tla.

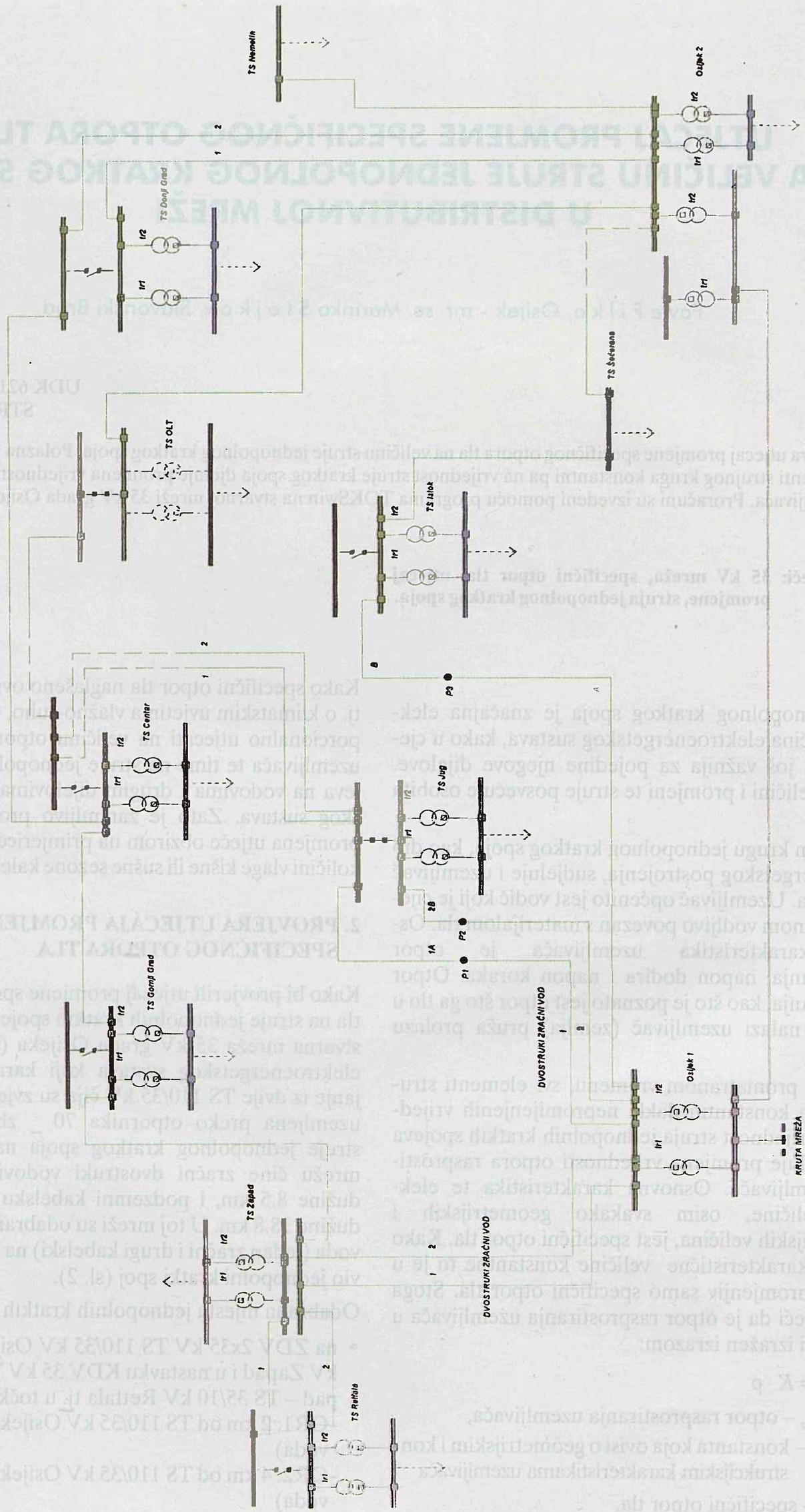
Kako specifični otpor tla naglašeno ovisi o vlažnosti tla tj. o klimatskim uvjetima vlažno-suho, to bi morao proporcionalno utjecati na veličinu otpora rasprostiranja uzemljivača te time na struje jednopolnih kratkih spojeva na vodovima i drugim dijelovima elektroenergetskog sustava. Zato je zanimljivo promotriti kako ta promjena utječe obzirom na primjerice veliku razliku u količini vlage kišne ili sušne sezone kalendarske godine.

2. PROVJERA UTJECAJA PROMJENE SPECIFIČNOG OTPORA TLA

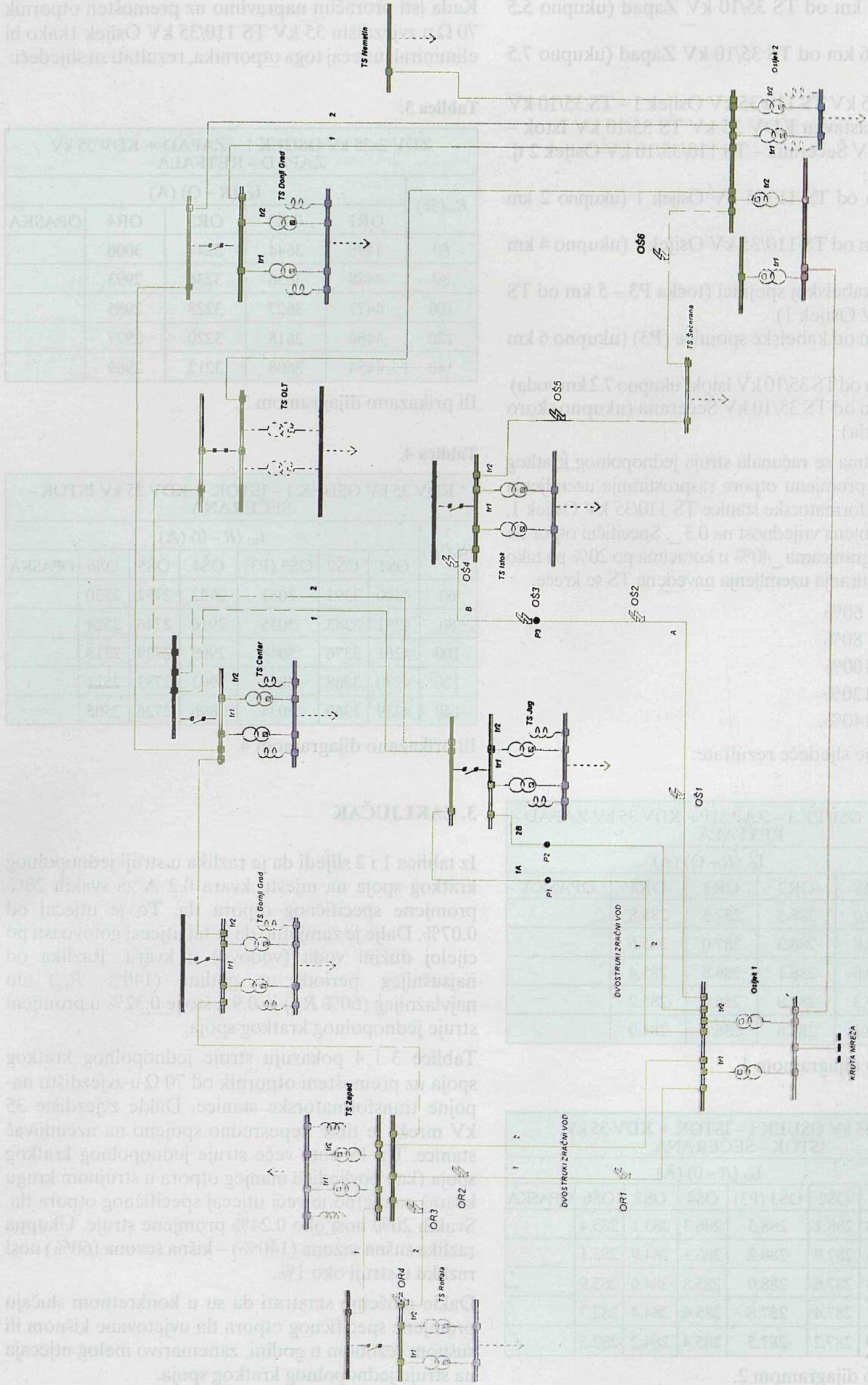
Kako bi provjerili utjecaj promjene specifičnog otpora tla na struje jednopolnih kratkih spojeva iskorištena je stvarna mreža 35 kV grada Osijeka (sl. 1). To je dio elektroenergetskog sustava koji karakterizira napajanje iz dvije TS 110/35 kV čija su zvjezdišta na 35 kV uzemljena preko otpornika 70 _ zbog ograničenja struje jednopolnog kratkog spoja na 300 A. Samu mrežu čine zračni dvostruki vodovi (dva) ukupne dužine 8.5 km, i podzemni kabelsku vodovi ukupne dužine 38.8 km. U toj mreži su odabrana mjesta na dva voda (jedan zračni i drugi kabelski) na kojima se postavio jednopolni kratki spoj (sl. 2).

Odabrana mjesta jednopolnih kratkih spojeva su:

- na ZDV 2x35 kV TS 110/35 kV Osijek 1 – TS 35/10 kV Zapad i u nastavku KDV 35 kV TS 35/10 kV Zapad – TS 35/10 kV Retfala tj. u točkama:
  - OR1: 2 km od TS 110/35 kV Osijek 1 (ukupno 2 km voda)
  - OR2: 4 km od TS 110/35 kV Osijek 1 (ukupno 4 km voda)



Slika 1. Osnovna shema mreže



Slika 2. Promatrani kratki spojevi u mreži

- OR3: 0.6 km od TS 35/10 kV Zapad (ukupno 5.5 km voda)
- OR4: 2.16 km od TS 35/10 kV Zapad (ukupno 7.5 km voda)

• na KDV 35 kV TS 110/35 kV Osijek 1 – TS 35/10 kV Istok i u nastavku KDV 35 kV TS 35/10 kV Istok – TS 35/10 kV Šećerana – TS 110/35/10 kV Osijek 2 tj. u točkama:
- OŠ1: 2km od TS 110/35 kV Osijek 1 (ukupno 2 km voda)
- OŠ2: 4 km od TS 110/35 kV Osijek 1 (ukupno 4 km voda)
- OŠ3: na kabelskoj spojnici (točka P3 – 5 km od TS 110/35 kV Osijek 1)
- OŠ4: 1 km od kabelske spojnice (P3) (ukupno 6 km voda)
- OŠ5: 1 km od TS 35/10 kV Istok (ukupno 7.2 km voda)
- OŠ6: 1 km od TS 35/10 kV Šećerana (ukupno skoro 10 km voda)

Na tim mjestima se računala struja jednopolnog kratkog spoja i to uz promjenu otpora rasprostiranja uzemljenja napojne transformatorske stanice TS 110/35 kV Osijek 1, čija je procijenjena vrijednost na 0.3 _. Specifični otpor tla mijenjamo u granicama _40% u koracima po 20% pa tako otpor rasprostiranja uzemljenja navedene TS se kreće:

od 0.18 Ω - 60%
0.24 Ω - 80%
0.3 Ω - 100%
0.36 Ω - 120%
do 0.42 Ω - 140%.

Proračun daje sljedeće rezultate:

Tablica 1.

ZDV 2x35 kV OSIJEK 1 – ZAPAD + KDV 35 kV ZAPAD – RETFALA					
R_{uz}(%)	I_{K1} (R – O) (A)				
	OR1	OR2	OR3	OR4	OPASKA
60	290.0	288.5	287.3	285.8	
80	289.8	288.3	287.0	285.6	
100	289.6	288.1	286.8	285.4	
120	289.3	287.8	286.6	285.2	
140	289.1	287.6	286.4	284.9	

Ili prikazano dijagramom 1.

Tablica 2.

KDV 35 kV OSIJEK 1 – ISTOK + KDV 35 kV ISTOK – ŠEĆERANA							
R_{uz}(%)	I_{K1} (R – 0) (A)						
	OŠ1	OŠ2	OŠ3 (P3)	OŠ4	OŠ5	OŠ6	OPASKA
60	289.8	288.1	288.5	286.3	285.1	283.4	
80	289.6	287.9	288.2	286.1	284.9	283.1	
100	289.3	287.6	288.0	285.8	284.6	282.9	
120	289.1	287.4	287.8	285.6	284.4	282.7	
140	288.9	287.2	287.5	285.4	284.2	282.5	

Ili prikazano dijagramom 2.

Kada isti proračun napravimo uz premošten otpornik 70 Ω u zvjezdištu 35 kV TS 110/35 kV Osijek 1kako bi eliminirali utjecaj toga otpornika, rezultati su slijedeći:

Tablica 3.

ZDV 2x35 kV OSIJEK 1 – ZAPAD + KDV 35 kV ZAPAD – RETFALA					
R_{uz}(%)	I_{K1} (R – O) (A)				
	OR1	OR2	OR3	OR4	OPASKA
60	4498	3644	3244	3000	
80	4488	3636	3236	2993	
100	4477	3627	3228	2985	
120	4466	3618	3220	2977	
140	4454	3608	3212	2969	

Ili prikazano dijagramom 3.

Tablica 4.

KDV 35 kV OSIJEK 1 – ISTOK + KDV 35 kV ISTOK – ŠEĆERANA							
R_{uz}(%)	I_{K1} (R – 0) (A)						
	OŠ1	OŠ2	OŠ3 (P3)	OŠ4	OŠ5	OŠ6	OPASKA
60	4300	3391	3061	2923	2752	2530	
80	4291	3383	3055	2916	2746	2524	
100	4281	3376	3048	2909	2739	2518	
120	4270	3368	3041	2903	2733	2511	
140	4259	3360	3034	2896	2726	2505	

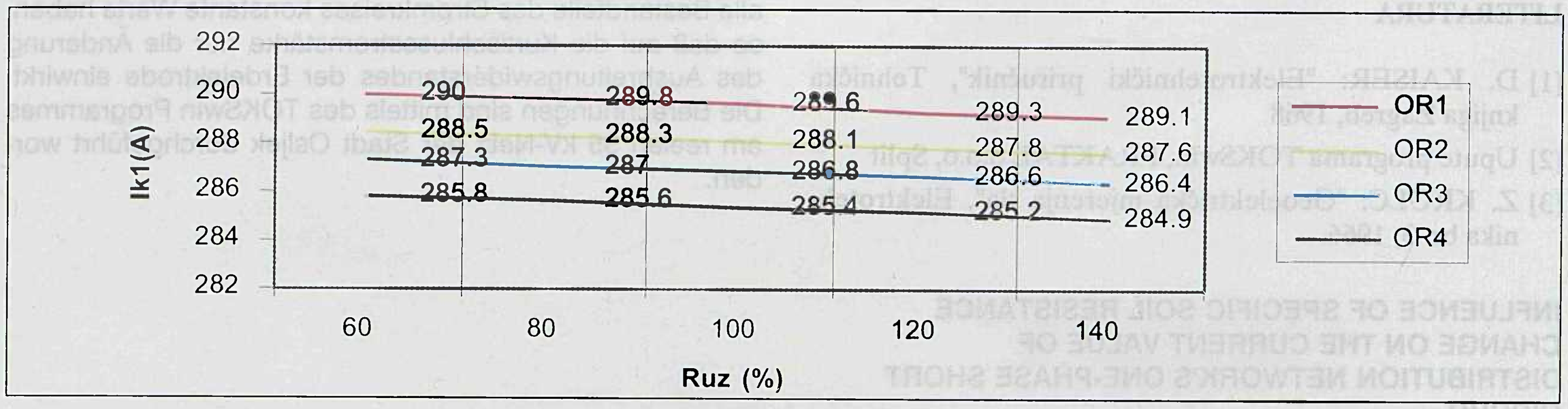
Ili prikazano dijagramom 4.

3. ZAKLJUČAK

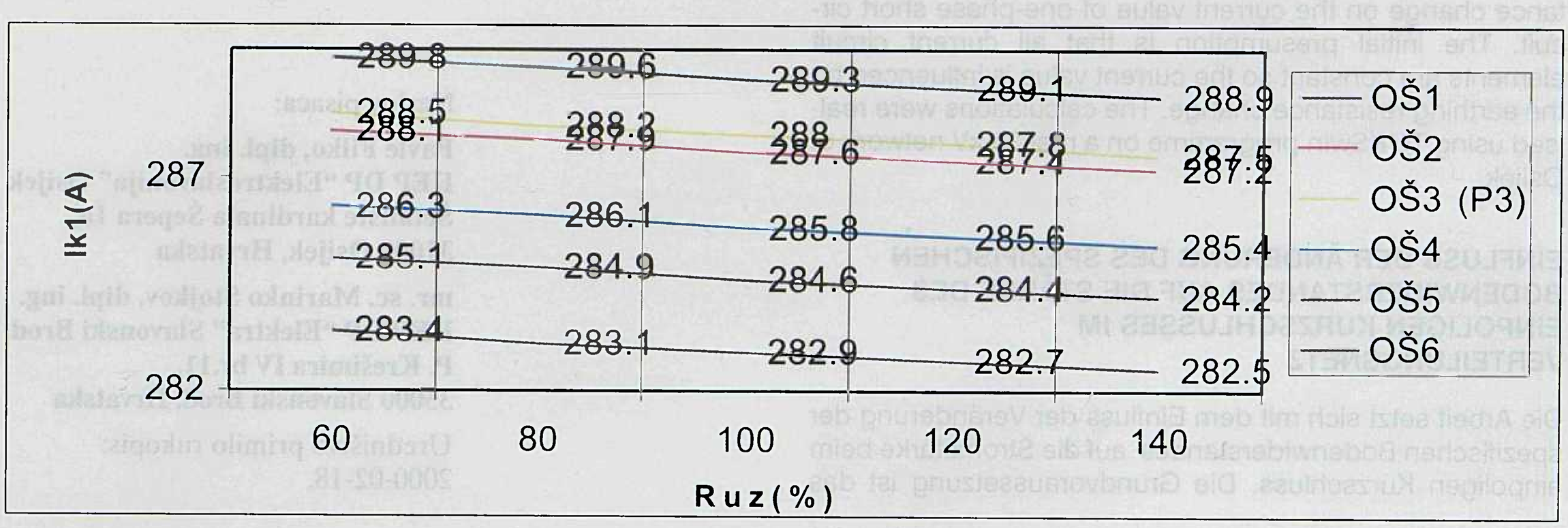
Iz tablica 1 i 2 slijedi da je razlika u struji jednopolnog kratkog spoja na mjestu kvara 0.2 A za svakih 20% promjene specifičnog otpora tla. To je utjecaj od 0.07%. Dalje je zamjetno da je taj utjecaj gotovo isti po cijeloj dužini voda (vodova) u kvaru. Razlika od najsušnijeg perioda u godini (140% R_{uz}) do najvlažnijeg (60% R_{uz}) je 0.9A što je 0.32% u promjeni struje jednopolnog kratkog spoja.

Tablice 3 i 4 pokazuju struje jednopolnog kratkog spoja uz premošteni otpornik od 70 Ω u zvjezdištu napojne transformatorske stanice. Dakle zvjezdište 35 kV mreže je time neposredno spojeno na uzemljivač stanice. Uz 15 puta veće struje jednopolnog kratkog spoja (kao posljedice manjeg otpora u strujnom krugu kvara) zamjetno je veći utjecaj specifičnog otpora tla. Svakih 20% nosi oko 0.24% promjene struje. Ukupna razlika sušna sezona (140%) – kišna sezona (60%) nosi razliku u struji oko 1%.

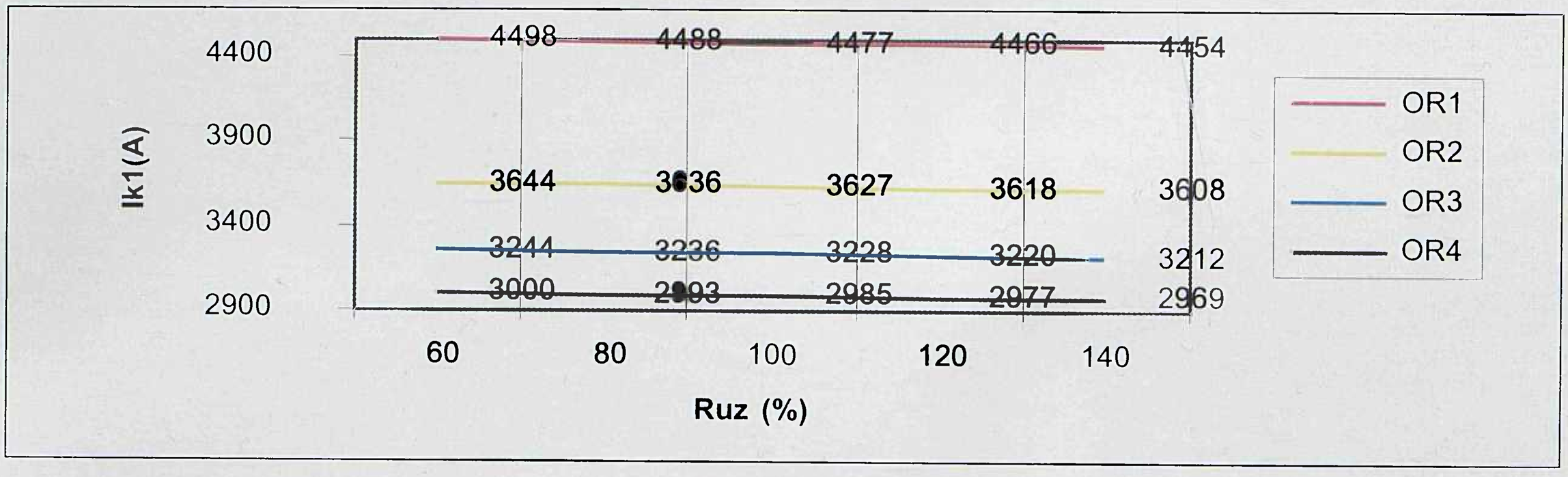
Dakle možemo smatrati da su u konkretnom slučaju promjene specifičnog otpora tla uvjetovane kišnom ili sušnom sezonom u godini, zanemarivo malog utjecaja na struje jednopolnog kratkog spoja.



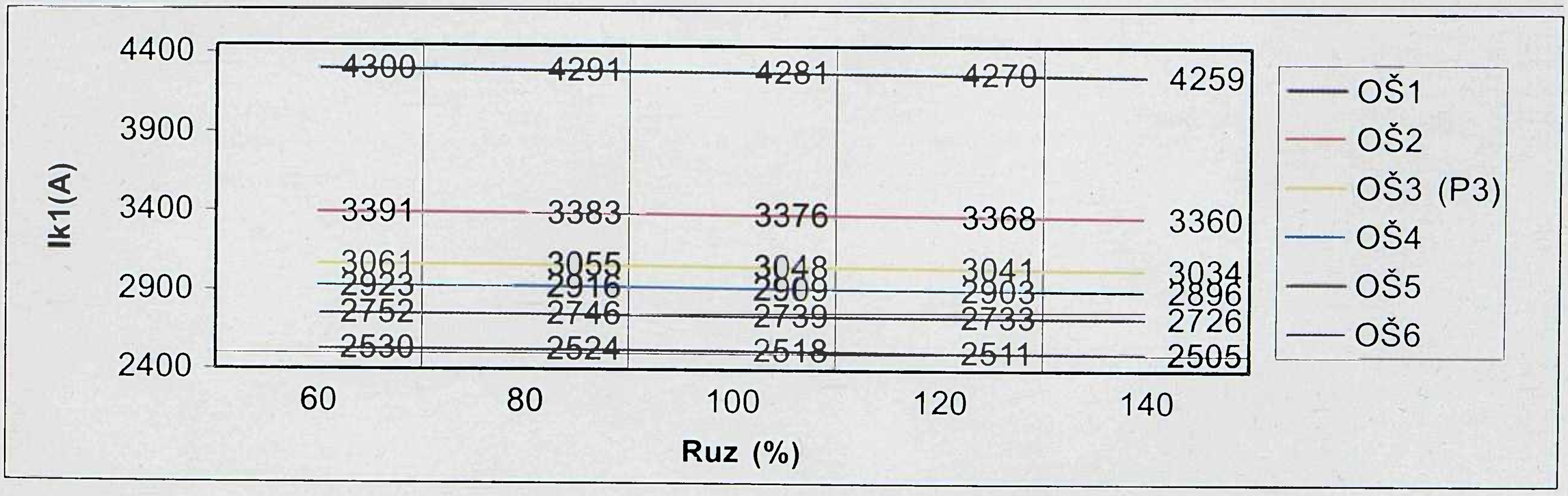
Dijagram 1.



Dijagram 2.



Dijagram 3.



Dijagram 4.

LITERATURA

[1] D. KAISER: "Elektrotehnički priručnik", Tehnička knjiga Zagreb, 1968

[2] Upute programa TOKSwin, FRAKTAL d.o.o, Split

[3] Z. KRULC: "Geoelektrička mjerenja tla", Elektrotehnika br. 3, 1966.

INFLUENCE OF SPECIFIC SOIL RESISTANCE CHANGE ON THE CURRENT VALUE OF DISTRIBUTION NETWORK'S ONE-PHASE SHORT CIRCUIT

This work analyses the influence of the specific soil resistance change on the current value of one-phase short circuit. The initial presumption is that all current circuit elements are constant so the current value is influenced by the earthing resistance change. The calculations were realised using TOKSwin programme on a real 35 kV network of Osijek.

EINFLUSS DER ÄNDERUNG DES SPEZIFISCHEN BODENWIDERSTANDES AUF DIE STÄRKE DES EINPOLIGEN KURZSCHLUSSES IM VERTEILUNGSNETZ

Die Arbeit setzt sich mit dem Einfluss der Veränderung der spezifischen Bodenwiderstandes auf die Stromstärke beim einpoligen Kurzschluss. Die Grundvoraussetzung ist das alle Bestandteile des Stromkreises konstante Werte haben, so daß auf die Kurzschlussstromstärke nur die Änderung des Ausbreitungswiderstandes der Erdelektrode einwirkt. Die Berechnungen sind mittels des TOKSwin Programmes am reelen 35 kV-Netz der Stadt Osijek durchgeführt worden.

Naslov pisaca:

Pavle Filko, dipl. ing.
HEP DP "Elektroslavonija" Osijek
Šetalište kardinala Šepera 1a,
31000 Osijek, Hrvatska

mr. sc. Marinko Stojkov, dipl. ing.
HEP DP "Elektra" Slavonski Brod
P. Krešimira IV br.11,
35000 Slavonski Brod, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2000-02-18.

OCJENA GUBITAKA ELEKTRIČNE ENERGIJE U KOMPONENTAMA MREŽE NA TEMELJU ZAKONA SLIČNOSTI DIJAGRAMA OPTEREĆENJA

Mr. sc. Ernest M i h a l e k - mr. sc. Lahorko W a g m a n n, Zagreb

UDK 621.316.11:621.3.016
IZVORNI ZNANSTVENI ČLANAK

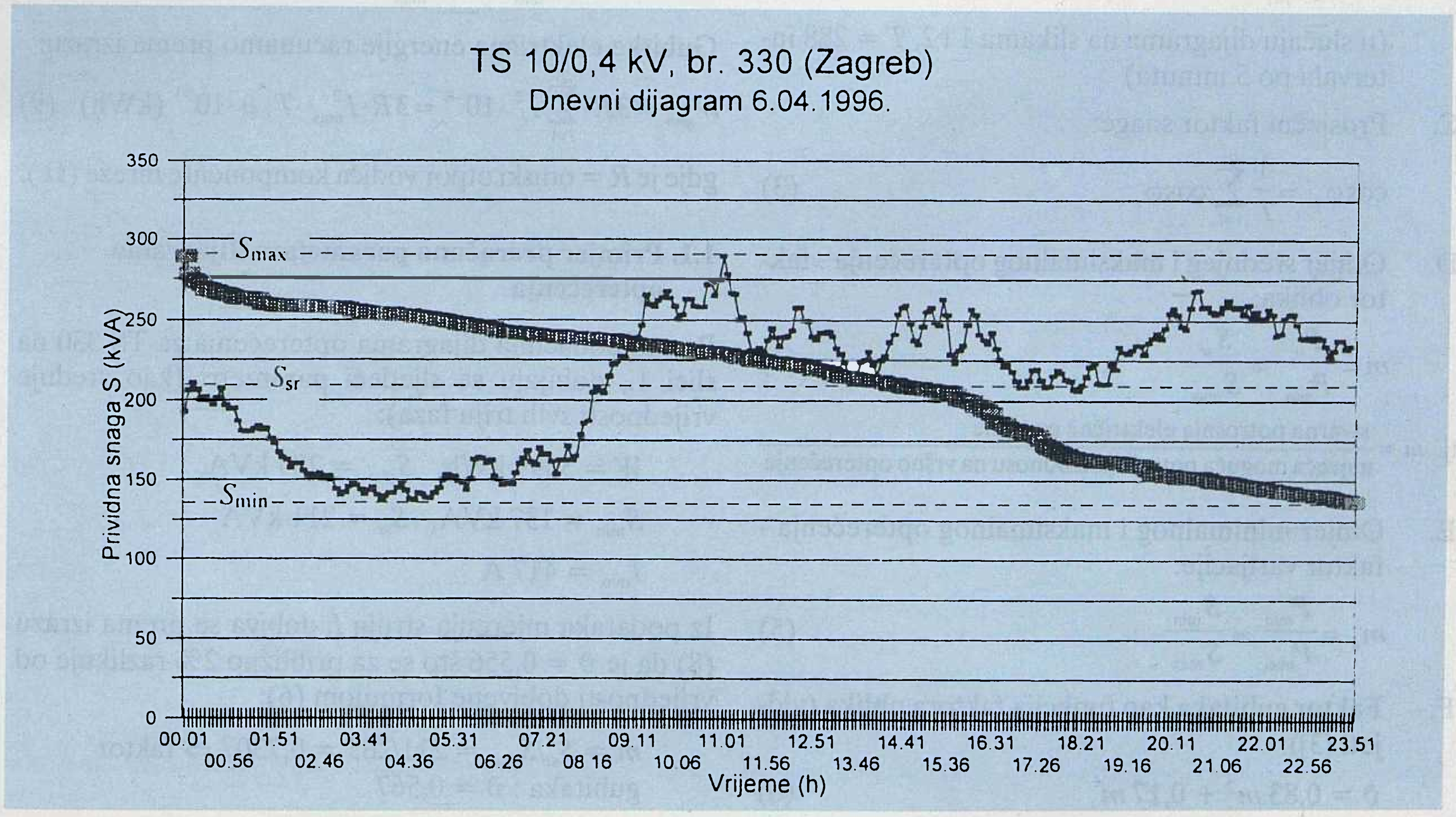
Prikazana je metoda ocjene gubitaka električne energije na temelju poznavanja zakona sličnosti dijagrama opterećenja. Ako ne postoje bitne razlike u parametrima promatrane mreže na kojoj su uspoređeni dijagrami opterećenja snimljeni, razlika u veličini gubitaka električne energije ovisna je samo o odnosu parametara tih dijagrama opterećenja, dakle njihove sličnosti. Svrha rada nije "otkrivanje" novih zakona u elektroenergetici, nego namjera autora da se elektroenergetičarima pruži dodatni alat za procjenu i provjeru proračuna gubitaka električne energije u elementima distribucijskih mreža.

Ključne riječi: dijagram opterećenja, gubici električne energije.

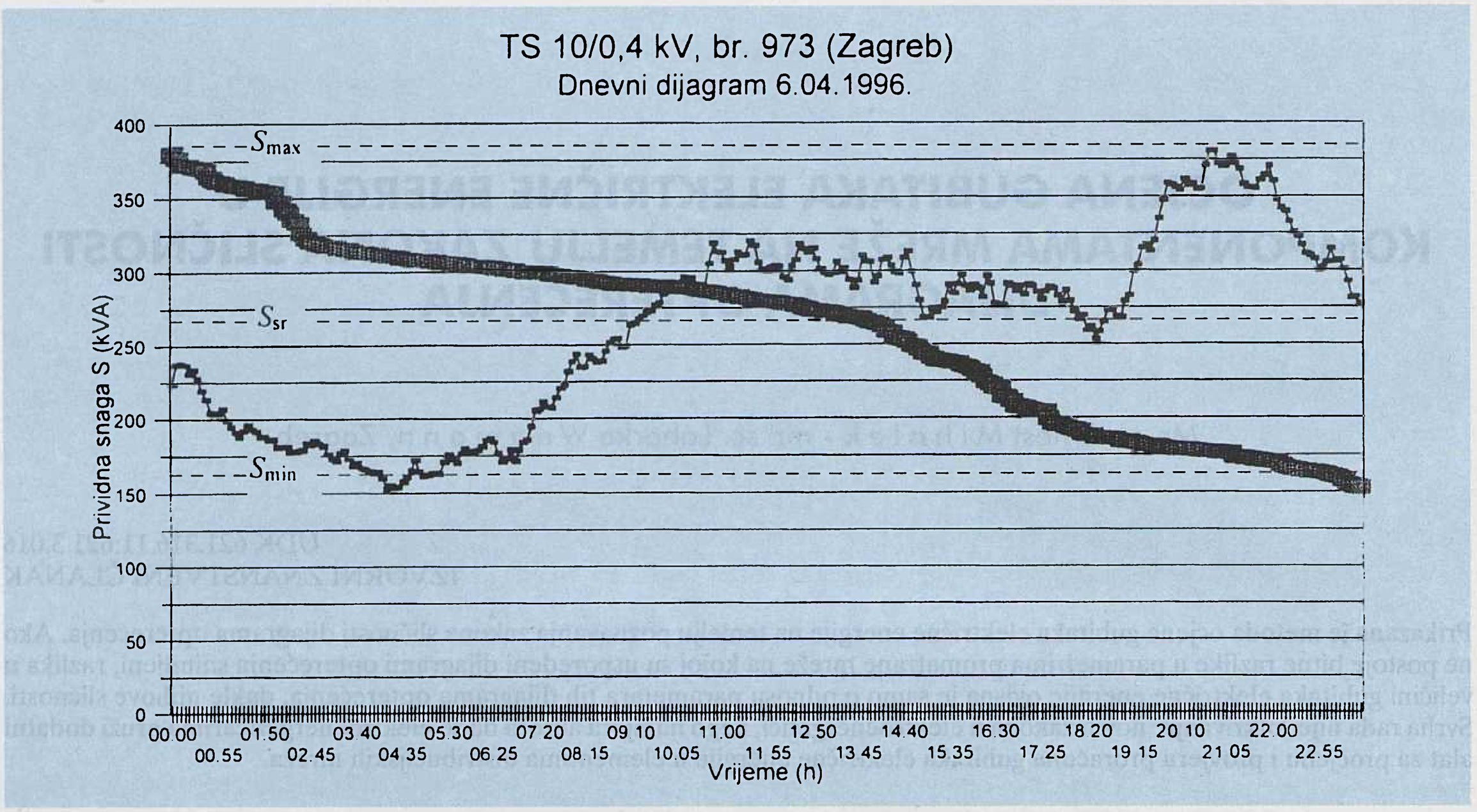
1. PARAMETRI DIJAGRAMA OPTEREĆENJA

Dijagram opterećenja neke komponente mreže je vremenski slijed veličina koje karakteriziraju opterećenje komponente ili sustava komponenata u određenom vremenskom razdoblju kao što su jakost struje te djelatna i prividna snaga. Vremensko razdoblje u kojem se obično snimaju dijagrami ili histogrami opterećenja neke komponente mreže su dan, tjedan, mjesec ili godina. Intervali unutar dijagrama opterećenja također nisu čvrsto određeni. Ovisno o mogućnostima, ovi intervali sežu obično od 5-minutnih intervala kod dnevnih dijagrama, do 24-satnih intervala kod mjesečnih i godišnjih dijagrama opterećenja.

Neki dijagram opterećenja (kao npr. na slici 1) ima općenito sljedeće parametre:



Slika 1. Dnevni dijagram opterećenja i krivulja trajanja za TS 10/0,4 kV br. 330, Zagreb, 06. 04. 1996.



Slika 2. Dnevni dijagram opterećenja i krivulja trajanja za TS 10/0,4 kV br. 973, Zagreb, 06. 04. 1996.

A. Maksimalna i minimalna prividna snaga dijagrama opterećenja:

$$S_{max} = \text{MAX}\,(S_i),\ S_{min} = \text{MIN}\,(S_i), \qquad (1)$$
$$S_i = \sqrt{(P_i^2 + Q_i^2)}$$

B. Srednja prividna snaga dijagrama opterećenja:

$$S_{sr} = \frac{1}{T}\sum_{i=1}^{T} S_i \qquad (2)$$

(u slučaju dijagrama na slikama 1 i 2, $T = 288$ intervala po 5 minuta)

C. Prosječni faktor snage:

$$\cos\varphi_{sr} = \frac{1}{T}\sum_{i=1}^{T}\cos\varphi_i \qquad (3)$$

D. Omjer srednjeg i maksimalnog opterećenja - faktor oblika:

$$m = \frac{P_{sr}}{P_{max}} \approx \frac{S_{sr}}{S_{max}} \qquad (4)$$

tj. $m = \dfrac{\text{stvarna potrošnja električne energije}}{\text{najveća moguća potrošnja u odnosu na vršno opterećenje}}$

E. Omjer minimalnog i maksimalnog opterećenja - faktor varijacije:

$$m_o = \frac{P_{min}}{P_{max}} \approx \frac{S_{min}}{S_{max}} \qquad (5)$$

F. Faktor gubitaka kao funkcija faktora oblika (vidjeti [3]):

$$\vartheta = 0{,}83\,m^2 + 0{,}17\,m \qquad (6)$$

te i faktor gubitaka prema Jungu $\vartheta = m^{1{,}8}$ (7)

Postoje li podaci, može se faktor gubitaka izračunati izravno iz dijagrama opterećenja (za očitanja jakosti struje I_i u nekom određenom intervalu vremena - ovdje 5 minuta) i to prema emprijskoj formuli do koje se dolazi na sljedeći način:

$$\vartheta = \frac{R\cdot\int_0^T I_i^2\,dt}{R\cdot I_{max}^2\cdot T} = \frac{\sum_{i=0}^{T} I_i^2}{I_{max}^2\cdot T} \qquad (8)$$

Gubitke električne energije računamo prema izrazu:

$$W_{gub} = 3R\cdot\sum_{i=1}^{T} I_i^2\cdot 10^{-3} = 3R\cdot I_{max}^2\cdot T\cdot\vartheta\cdot 10^{-3}\ \text{(kWh)} \qquad (9)$$

gdje je R = omski otpor vodiča komponente mreže (Ω).

1.1. Primjer proračuna parametara dijagrama opterećenja

Prema podacima dijagrama opterećenja za TS 330 na slici 1., dobijaju se sljedeći parametri (kao srednje vrijednosti svih triju faza):

$W = 5099$ kWh, $S_{max} = 285$ kVA,

$S_{min} = 137$ kVA, $S_{sr} = 211$ kVA

$I_{max} = 417$ A

Iz podataka mjerenja struja I_i dobiva se prema izrazu (8) da je $\vartheta = 0{,}556$ što se za približno 2% razlikuje od vrijednosti dobivene formulom (6):

$m = S_{sr}/S_{max} = 211/285 = 0{,}7307 \Rightarrow$ faktor gubitaka : $\vartheta = 0{,}567$

$m_0 = S_{min}/S_{max} = 137/285 = 0{,}481$

Analogno za TS 973 na slici 2 dobivaju se sljedeći podaci:

$W = 6293$ kWh, $S_{max} = 381$ kVA,
$S_{min} = 153$ kVA, $S_{sr} = 261$ kVA
$I_{max} = 549$ A

Iz podataka mjerenja struja I_i dobiva se prema izrazu (8) da je $\vartheta = 0{,}498$ što se za približno 2% razlikuje od vrijednosti dobivene formulom (6):

$m = S_{sr}/S_{max} = 261/381 = 0{,}685 \Rightarrow$ faktor gubitaka : $\vartheta = 0{,}5067$

$m_0 = S_{min}/S_{max} = 153/381 = 0{,}402$

2. UTJECAJ RELATIVNE I APSOLUTNE VELIČINE PARAMETARA DIJAGRAMA OPTEREĆENJA NA VELIČINU GUBITAKA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Utjecaj pojedinih parametara dijagrama opterećenja na gubitke električne energije ispitat ćemo usporedbom dvaju dijagrama za koje se dotični parametar razlikuje, dok su ostali jednaki ili gotovo jednaki. Na temelju karakterističnih omjera izvest će se nekoliko zanimljivijih zakona sličnosti dijagrama opterećenja.

Zakoni sličnosti dijagrama opterećenja imaju tu vrijednost da njihovu poznavatelju omoguće ocjenu veličine gubitaka električne energije na nekom poznatom elementu mreže (komponenti) opterećenom dijagramom opterećenja[1] čije su samo neke značajke poznate. Osim ovdje istraženih zakona, moguće je na temelju izloženog gradiva postaviti i neke daljnje zakone sličnosti, ovisno o broju podataka na raspolaganju i potrebama.

Odredimo najprije omjere pojedinih parametara dvaju uspoređenih dijagrama kako slijedi:

1. Omjer vršnih opterećenja dvaju uspoređenih dijagrama:

$$k_s = \frac{S_{1\,max}}{S_{2\,max}} \tag{10}$$

2. Omjer prenešene energije: $k_w = \frac{W_{1\ ukup}}{W_{2\ ukup}}$ (11)

3. Omjer gubitaka električne energije:

$$k_g = \frac{W_{gub\,1}}{W_{gub\,2}} \ i \ k_{g\%} = \frac{W_{gub\,1\%}}{W_{gub\,2\%}} \tag{12}$$

4. Omjer faktora oblika: $k_m = \frac{m_1}{m_2}$ (13)

5. Omjer faktora gubitaka: $k_\vartheta = \frac{\vartheta_1}{\vartheta_2} = \frac{m_1^{1,8}}{m_2^{1,8}} = k_m^{1,8}$ (14)

6. Omjer faktora snage: $k_{\cos\varphi} = \frac{\cos\varphi_{1sr}}{\cos\varphi_{2sr}}$ (15)

[1] Kad se kaže da je komponenta mreže "opterećena nekim dijagramom opterećenja" ne misli se, naravno, na trenutačno opterećenje, nego na niz vrijednosti opterećenja (struje, snage) te iste komponente mreže u vremenskom razdoblju za koje je dijagram na neki način određen ili snimljen i sl.

7. Omjer omskih otpora komponenti mreže:

$$k_R = \frac{R_1}{R_2} \tag{16}$$

8. Omjer pogonskog napona komponenti mreže:

$$k_U = \frac{U_1}{U_2} \tag{17}$$

Uspoređujemo li gubitke električne energije na određenom elementu mreže (vodu, transformatoru i sl.) koji su jednom opterećeni jednim slijedom opterećenja (jednim dijagramom opterećenja), a drugi put drugim slijedom (drugim dijagramom), djelatni se gubici energije općenito odnose, uzevši u obzir izraz (9), kao:

$$k_g = \frac{W_{gub1}}{W_{gub2}} = \frac{3R_1 \cdot I_{max\,1}^2 \cdot T_1 \cdot \vartheta_1 \cdot 10^{-3}}{3R_2 \cdot I_{max\,2}^2 \cdot T_2 \cdot \vartheta_2 \cdot 10^{-3}} =$$

$$= \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{\left(\frac{P_{max\,1}}{\sqrt{3} \cdot U_1 \cdot \cos\varphi_1}\right)^2}{\left(\frac{P_{max\,2}}{\sqrt{3} \cdot U_2 \cdot \cos\varphi_2}\right)^2} \cdot \frac{T_1}{T_2} \cdot \frac{\vartheta_1}{\vartheta_2} = \tag{18}$$

$$= \frac{R_1}{R_2} \cdot \left(\frac{U_2}{U_1}\right)^2 \left(\frac{P_{max\,1}}{P_{max\,2}}\right)^2 \cdot \left(\frac{\cos\varphi_2}{\cos\varphi_1}\right)^2 \cdot \frac{\vartheta_1}{\vartheta_2} =$$

$$= k_R \cdot \frac{1}{k_U^2} \cdot k_S^2 \cdot k_{\cos\varphi}^{-2} \cdot k_\vartheta$$

Izdvojimo li iz gornjeg izraza samo pročišćeni dio izraza, dobivamo opći "zakon sličnosti dijagrama opterećenja":

$$k_g = k_R \cdot \frac{1}{k_U^2} \cdot k_S^2 \cdot k_{\cos\varphi}^{-2} \cdot k_\vartheta \tag{19}$$

Obično se usporedba radi na jednakim ili istim komponentama mreže ($R_1 = R_2$) i s jednakim naponima ($U_1 = U_2$) kao i jednakim vremenima pogona ($T_1 = T_2$). U tom su slučaju faktori k_R i $\frac{1}{k_u^2}$ jednaki jedinici pa se mogu ispustiti, ali se općenito ne smiju zaboraviti.

2.1. Provjera zakona sličnosti na mjerenim dijagramima opterećenja u distribucijskoj mreži

Za potrebe studija električnih distribucijskih mreža pred više su godina snimljeni dnevni dijagrami opterećenja u transformatorskim poljima 10 kV u TS 35/10 kV i adekvatno na sabirnicama 0,4 kV u TS 10/0,4 kV u Splitu i Zagrebu [2]. Snimanje je izvedeno registrirajućim instrumentima, a mjerenja su obuhvatila snimanje djelatne i jalove snage te napona.

Snimljeni dijagrami odnose se uglavnom na vremensko razdoblje u prijelaznoj sezoni. Sveukupno je snimljeno:

- 80 dnevnih dijagrama opterećenja u TS 35(30)/10 kV
- 44 dnevna dijagrama opterećenja u TS 10/0,4 kV tj. ukupno 124 dnevna dijagrama.

Polovica ovih dijagrama odnosi se na radni, a druga polovica na neradni dan. Da bi se predložene dijagrame moglo usporediti, provedena je analiza, tj. određeni su parametri koji ih karakteriziraju kao i omjeri parametara koji su prije definirani u tekstu. U ovom radu iskorišten je samo onaj dio dijagrama opterećenja koji su pokazali sličnost promatranih parametara.

2.1.1. *Prvo ispitivanje: utjecaj vršnog opterećenja na promjenu gubitaka električne energije*

Pri proračunu parametara pojedinih dijagrama opterećenja zamijećeno je da postoje dijagrami čiji su parametri gotovo identični, pa se postavilo pitanje ne bi li se daljnjom analizom moglo ustanoviti kako razlike tih dijagrama opterećenja utječu na gubitke električne energije u komponentama mreže na kojima su snimljeni. Stoga su, za verifikaciju metode, iz cijelog skupa dijagrama izdvojeni oni parovi koji se po određenim parametrima poklapaju, dok su im ostali parametri različiti (vidjeti [1], pogl. 4., s naznakom metode).

Na tablici 1 navedeni su omjeri parametara uspoređenih dijagrama opterećenja. Početna oznaka snimljenog dijagrama "3" u prvom stupcu - odnosi se na dijagrame opterećenja transformatora u TS 35/10 kV, a početna oznaka "1" na dijagrame opterećenja transformatora u TS 10/0,4 kV. Ostali dio oznake pojedinih dijagrama opterećenja su brojevi kojima su autori razvrstali snimljeni materijal (vidjeti lit. [2]).

Tablica 1. Omjeri parametara za parove dijagrama opterećenja na istoj naponskoj razini koji imaju približno jednak faktor snage $\cos\varphi_{sr}$ i faktor oblika *m*

Par dijagrama za usporedbu (šifre dijagrama)	k_s	k_w	k_g	$kg_{\%}$
(3108, 3102) Split	1,464	1,476	2,167	1,497
(3225, 3113) Split	0,413	0,425	0,179	0,425
(3204, 3113) Split	2,370	2,396	5,795	2,421
(1107, 1202) Split	1,839	1,801	3,684	2,093
(1105, 1209) Split	2,342	2,303	6,007	2,612
(1206, 1205) Split	0,339	0,329	0,108	0,337
(1207, 1205) Split	8,026	7,419	55,881	7,480

Vidi se da je $k_g \approx k_w^2$, a s obzirom da je $m_1 \approx m_2$, vrijedi i odnos da je:

$$k_g \approx k_s^2 \qquad (20)$$

1. zakon sličnosti dijagrama opterećenja

($m_1 \approx m_2$ i $\cos\varphi_1 \approx \cos\varphi_2$)

Gubici električne energije na jednakim komponentama mreže koje su u pogonu opterećene različitim dijagramima opterećenja sa sličnim faktorima oblika i sličnim faktorima snage, približno su proporcionalni kvadratu omjera maksimalnih opterećenja dvaju dijagrama opterećenja.

2.1.2. *Drugo ispitivanje: utjecaj prosječnog faktora snage cos φ na promjenu gubitaka električne energije*

Analogno prethodnoj točki uspoređeni su parovi dijagrama koji imaju približno jednako vršno opterećenje i faktor oblika *m,* a rezultati su prikazani na sljedećoj tablici 2.

S obzirom da su faktori snage različiti, gubici električne energije se odnose kako slijedi:

$$\frac{W_{gub1}}{W_{gub2}} = \frac{\sum_{i=1}^{T} I_{1i}^2}{\sum_{i=1}^{T} I_{2i}^2} = \frac{\sum_{i=1}^{T} P_{1i}^2}{\sum_{i=1}^{T} P_{2i}^2} \cdot \frac{\sum_{i=1}^{T} \cos\varphi_{1i}^2}{\sum_{i=1}^{T} \cos\varphi_{2i}^2} \qquad (21)$$

Tablica 2. Omjeri parametara za parove dijagrama opterećenja na istoj naponskoj razini koji imaju približno jednako vršno opterećenje i približno jednak faktor oblika *m*

Par dijagrama za usporedbu (šifre dijagrama)	k_s	k_w	$k_{\cos\varphi}$	k_g	$k_{g\%}$	k_ϑ
(3115, 3219) Split	0,939	0,782	0,840	0,839	1,070	0,994
(3206, 3119) Split	0,949	0,831	0,870	0,868	1,050	0,986
(3202, 3225) Split	0,991	1,086	1,114	0,965	0,893	0,991
(1207, 1213) Split	0,982	0,873	0,830	1,018	1,164	1,090
(1113, 1107) Split	0,997	1,131	1,193	0,938	0,836	0,926

odnosno, budući da je $m_1 = m_2$, onda je omjer:

$$\frac{\sum_{i=1}^{T} P_{1i}^2}{\sum_{i=1}^{T} P_{2i}^2} = \left(\frac{W_{1uk}}{W_{2uk}}\right)^2 = k_w^2 \qquad (22)$$

pa nadalje imamo:

$$k_g \approx k_w^2 \cdot \frac{\cos\varphi_2^2}{\cos\varphi_1^2} \approx \left(\frac{k_w}{k_{\cos\varphi}}\right)^2 \qquad (23)$$

a upravo to se dobiva iz provedene usporedbe, jer primjerice iz usporedbe dijagrama s oznakama 3115 i 3219 proizlazi da je

$$\left(\frac{k_w}{k_{\cos\varphi}}\right)^2 = \left(\frac{0.782}{0.840}\right)^2 = 0{,}866$$

Prava je vrijednost $k_g = 0{,}839$, što je pogreška od svega 3%, otprilike.

Svaka ovakvia usporedba malo odstupa jer se podaci osnivaju na srednjim vrijednostima. Svejedno se i ovim putem može približno ocijeniti veličina gubitaka električne energije za neki nepoznati iznos faktora gubitaka. Ako bi npr. odnos bio $k_{\cos\varphi} = 0{,}56$, $\cos\varphi_{1sr} = 0{,}5$, a cosj2sr = 0,9, onda bi odnos gubitaka za iste dijagrame bio:

$$k_g = \left(\frac{0.782}{0.56}\right)^2 = 1{,}95$$

tj. komponenta opterećena prvim dijagramom imala bi 95% veće gubitke nego da je opterećena drugim dijagramom opterećenja.

2. zakon sličnosti dijagrama opterećenja

($m_1 = m_2$ i $S_{max1} = S_{max2}$)

Gubici električne energije na jednakim komponentama mreže koje su u pogonu opterećene različitim dijagramima opterećenja s jednakim faktorima oblika i jednakom prenešenom energijom (MWh), odnose se općenito kao kvadrat omjera prenešene energije i omjera faktora snage.

2.1.3. *Treće ispitivanje: utjecaj faktora gubitaka i faktora oblika na promjenu gubitaka električne energije*

Tablica 3. Omjeri parametara za parove dijagrama opterećenja na istoj naponskoj razini kod kojih su vršno opterećenje i srednji faktor snage približno jednaki

Par dijagrama za usporedbu (šifre dijagrama)	k_s	k_w	k_m	k_ϑ	k_g	$k_{g\%}$
(3104, 3204) Split	0,977	0,752	0,769	0,6244	0,587	0,782
(3233, 3212) Split	0,914	1,242	1,.324	1,6356	1,397	1,430
(3122, 3102) Split	0,956	0,776	0,804	0,6754	0,640	0,830
(1103, 1109) Split	0,989	0,577	0,583	0,3920	0,3897	0,672
(1207, 1103) Split	0,916	1,293	1,415	1,818	1,550	1,209
(1107, 1205) Split	0,876	0,684	0,794	0,667	0,562	0,821

Uspoređeni dijagrami međusobno se razlikuju po obliku, a s obzirom da su vršna opterećenja približno jednaka, onda se energije odnose kao faktori m, tj. $k_w \approx k_m$. Odavde slijedi da se i gubici električne energije odnose kao faktori gubitaka, tj.:

$$k_g \approx k_\vartheta \approx k_m^{1,8} \approx k_w^{1,8}$$

jer po Junge-u vrijedi (za manje vrijednosti m): $\vartheta = m^{1,8}$

3. zakon sličnosti dijagrama opterećenja

($S_{max1} \approx S_{max2}$ i $\cos_{\vartheta 1} \approx \cos_{\vartheta 2}$)

Gubici se električne energije na jednakim komponentama mreže koje su u pogonu opterećene dijagramima opterećenja s jednakim vršnim opterećenjima i jednakim faktorima snage, odnose kao faktori gubitaka ili približno s potencijom 1,8 faktora oblika ili omjera prenešene energije.

Metodu ocjene gubitaka električne energije verificirat ćemo na primjeru dijagrama opterećenja razdjelnih transformatorskih stanica TS 10/0,4 kV, br. 330 i br. 973 u Zagrebu. S obzirom da ova dva dijagrama nemaju slične parametre, mora se izraz (19) primijeniti u cijelosti, dakle uzeti opći zakon sličnosti dijagrama opterećenja.

Odredimo najprije omjere parametara ovih dvaju dijagrama opterećenja:

$$k_s = S_{max1}/S_{max2} = 285/381 = 0{,}748$$

$$k_w = W_1/W_2 = 5099/6293 = 0{,}81$$

$$k_m = m_1/m_2 = 1{,}52$$

$$k_\vartheta = \vartheta_1/\vartheta_2 = 0{,}556/0{,}498 = 1{,}116$$

S obzirom da su transformatori u obje promatrane razdjelne stanice jednaki, a jednaki su i pogonski naponi, gubici se odnose kako slijedi (pretpostavlja se da su i faktori snage približno jednaki):

$$k_g = k_R \cdot \frac{1}{k_U^2} \cdot k_S^2 \cdot k_\vartheta = 1 \cdot 1 \cdot 0{,}758^2 \cdot 1{,}116 = 0{,}64$$

Prvi transformator ima promjenljive gubitke električne energije (gubitke zbog opterećenja ili tzv. "gubitke u bakru") 36% manje od drugog transformatora. Jasno je da su pri tom gubici električne energije u praznom hodu (tzv. "gubici u željezu") u oba slučaja jednaki.

3. ZAKLJUČNO RAZMATRANJE

U radu je najprije izveden opći zakon sličnosti, a potom na temelju omjera pojedinih parametara dijagrama opterećenja i pojedini "zakoni sličnosti". Uvjet za provedbu ovakvih razmatranja jest da postoje ili se na određeni način pretpostave odgovarajući dijagrami opterećenja primjereni razlikama u vremenskom slijedu opterećenja i ostalim svojstvenim parametrima. Pokazuje se da je moguće, na temelju poznavanja parametara dvaju dijagrama opterećenja izmjerenih na jednakim ili sličnim komponentama mreže ili strujnim krugovima, dovoljno točno ocijeniti promjenu veličine gubitaka električne energije u tim komponentama ili strujnim krugovima. Metoda procjene gubitaka električne energije na temelju zakona sličnosti dijagrama opterećenja može se pokazati povoljnom naročito kod procjene gubitaka u strujnim krugovima koji imaju više ogranaka. U doba široke uporabe računala za proračune tokova snaga u javnim razdjelnim mrežama, proračun gubitaka električne energije ne bi, općenito, trebao biti upitan, ali se još uvijek može postaviti pitanje nadzora nad proračunom i ocjene točnosti dobivenih rezultata. To se odnosi naročito na sve radove kod planiranja mreža kao i kod svih razmatranja promjene odnosa na mreži, npr. opterećenja i njihovog vremenskog slijeda ili s druge strane promjene parametara mreže. Rezultati proračuna izravno utječu na troškove, dakle i usporedbu vrijednosti razmatranih varijanti planirane mreže.

LITERATURA

[1] E. MIHALEK, L. WAGMANN, Ž. RAJIĆ: "Racionalno korištenje električne energije - Tehnički gubici i mjere za smanjenje", studija, Institut za elektroprivredu - Zagreb, 1988.

[2] BALDASARI, RAJIĆ i dr.: "Kompenzacija jalove snage i utjecaj viših harmonika u elektrodistribucijskoj mreži grada Zagreba", knjiga 1., studija, Institut za elektroprivredu - Zagreb, 1988.

[3] Netzverluste, Eine Richtlinie für ihre Bewertung und ihre Verminderung, VDEW, Frankfurt (M), 1978.

ESTIMATION OF ELECTRIC ENERGY LOSSES IN NETWORK COMPONENTS BASED ON LOAD DIAGRAM SIMILARITY LOW

The paper presents a method of electric energy loss estimation based on load diagram similarity low. If there are no significant differences among network parameters where compared diagrams are taken, the difference among electric energy losses depends solely on the parameters' relation of the load diagrams, that is their similarity. The scope of the work is not a new low discovery in electric power sector but the intention of the authors to give an additional tool to electric energy engineers to evaluate and check electric energy losses in the distribution network elements.

VERLUSTEBEURTEILUNG DER ELEKTRISCHEN ENERGIE IN NETZBESTANDTEILEN ANHAND DES ÄHNLICHKEITSGESETZES DER BELASTUNGSDIAGRAMME

Anhand des Ähnlichkeitsgesetzes der Belastungsdiagramme wurde die Verlustabschätzungsmethode elektrischer Energie dargestellt. Wenn es zwischen den Parametern des beobachteten Netzes und jenen der Netze für welche die Belastungsdiagrame aufgenommen wurden, keine wesentlichen Unteschiede gibt, der Unterschied in Energieverlusten hängt nur von den Beziehungen der Parameter dieser Belastungsdiagramme, also von ihrer Ähnlichkeit ab. Der Zweck dieser Arbeit ist nicht die "Entdeckung" neuer Gesetzmässigkeiten in der Elektroenergetik, sondern die Absicht der Verfasser den Elektroenergetikern ein zusätzliches Werkzeug zur Bewertung und Nachprüfung der Energieverluste in Teilen der Verteilungsnetze darzubieten.

Naslov pisaca:

Mr. sc. Ernest Mihalek, dipl. ing.
mr. sc. Lahorko Wagmann, dipl. ing.
Energetski institut "Hrvoje Požar" d.o.o., Zagreb
Ulica grada Vukovara 37
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2000-02-15.

PROBLEMI ZAŠTITE OD KRATKOG SPOJA U ISTOSMJERNIM RAZVODIMA POSTROJENJA ZA PRIJENOS I DISTRIBUCIJU

Javor Škare - Attila Lövei, Zagreb

UDK 621.316.12:621.3.024
PREGLEDNI ČLANAK

Objavljivanje norme IEC 61660-1 predstavlja značajan doprinos određivanju pravog pristupa proračunu kratkog spoja u sustavima za napajanje istosmjernim naponom elektroenergetskog postrojenja. Zbog toga će zahtjevi koje ona postavlja biti posebno razmotreni i komentirani u ovom članku.

Principi postizanja selektivnosti i određivanje zaštitnih elemenata u razvodima sustava za napajanje istosmjernim naponom također će biti predmet ovog članka.

Ključne riječi: rasklopna postrojenja, pomoćni istosmjerni razvod, kratski spoj, selektivnost i pouzdanost.

1. UVOD

Osiguranje efikasne i selektivne zaštite u svim razinama temeljni je zadatak pri projektiranju sustava za napajanje istosmjernim naponom. Projektiranje sustava za napajanje istosmjernim naponom, uz pokušaj njegovog optimiranja glede pouzdanosti, vrlo često može predstavljati ozbiljnu poteškoću. Proračunom kratkog spoja se dobiju ulazni podaci za izbor odgovarajućih zaštitnih elemenata. Zbog toga mu je nužno posvetiti primjerenu pozornost.

2. PRORAČUN KRATKOG SPOJA

2.1. Značenje objavljivanja norme IEC 61660-1 (1997-06)

Proračun kratkog spoja u razvodima istosmjernog napona je nužno provesti u svim strujnim krugovima.

Prekidna moće električnih zaštitnih uređaja treba biti viša od struje kratkog spoja na mjestu njihove ugradnje. Pri tom je potrebno obratiti pozornost i na vremensku konstantu istosmjernog kruga.

Provjerom vremena prorade električnih zaštitnih uređaja pri maksimalnoj i minimalnoj struji kratkog spoja, može se provjeriti selektivnost i pouzdanost isklopa električnih zaštitnih uređaja ugrađenih u razne razine zaštite.

Prije objavljivanja norme IEC 61660-1, nije postojao mjerodavan međunarodni standard koji se bavio problemom proračuna struja kratkog spoja u sustavima istosmjernog napona elektroenergetskih postrojenja. To je uzrokovalo korištenjem raznih postupaka proračuna koji u većini slučajeva nisu uzimali u obzir sve čimbenike koji utječu na visinu i oblik struje kratkog spoja.

Osnovno značenje IEC-a je u tome što promatra i obrađuje sustav napajanja istosmjernim naponom kao integralnu cjelinu, uzimajući u obzir sve pasivne i aktivne elemente kruga i sve strujne krugove.

IEC 61660-1 je značajan i zbog analize utjecaja i načina uključenja u proračun nekih bitnih elemenata, kao što su:

- tiristorskog ispravljača
- akumulatorske baterije
- kondenzatora
- DC motora.

U rasklopnim postrojenjima utjecaj DC motora na struju kratkog spoja je zanemariv. Kondenzator na izlazu iz ispravljača znatno doprinosi vrijednosti udarne struje kratkog spoja u blizini ispravljača. Međutim, kod kratkog spoja u blizini ispravljača, vremenska konstanta pražnjenja kondenzatora je mala, reda veličine 30-40 μs, pa zbog toga pražnjenje kondenzatora nema značajnijeg utjecaja na izbor prekidne moći prekidača, budući da u tako kratkom vremenu prekidači ne počinju prekidati struju kratkog spoja. Kod "dalekih" kratkih spojeva vremenska konstanta pražnjenja naraste i do 10 μs, ali tad su i ukupne vrijednosti struja kratkog spoja male, a na njih najviše utječu otpori napojnih kabela. Osim toga, kod "dalekih" kratkih spojeva kritičnije su minimalne struje kratkog spoja pa je opravdano zanemariti utjecaj kondenzatora. To su razlozi zbog kojih nećemo posebno komentirati dio IEC norme koji obrađuje utjecaj DC motora i kondenzatora na ukupnu struju kratkog spoja u razvodima pomoćnog istosmjernog napona.

IEC norma nalaže potrebu istovremenog proračuna maksimalne i minimalne struje kratkog spoja. Prilikom proračuna maksimalne struje kratkog spoja treba uzeti u obzir sljedeće pretpostavke:

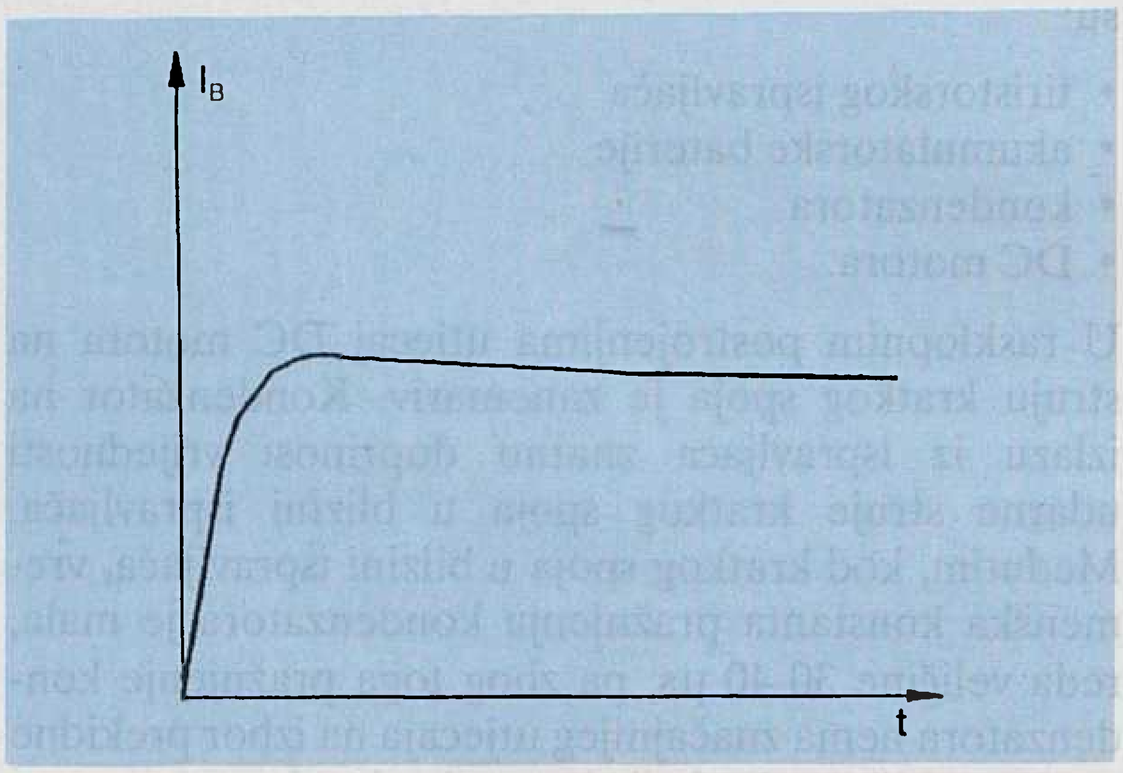
- otpor kabela i vodiča se uzima uz temperaturu 20°C
- otpori spojeva između baterijskih blokova i sabirnica su zanemarivi
- limitacija ispravljača nije u funkciji
- otpori dioda su zanemarivi
- akumulatorska baterija treba biti napunjena do nazivnog kapaciteta
- limitacija struje koju vrše električni zaštitni uređaji treba se uzeti u obzir.

Prilikom proračuna minimalne struje kratkog spoja nalaže se potreba uzimanja u obzir sljedećih pretpostavki:

- otpori kabela i vodiča se uzimaju uz maksimalnu radnu temperaturu
- otpori spojeva između baterijskih blokova i sabirnice se uzimaju u obzir
- utjecaj ispravljača je njegova nazivna struja kratkog spoja
- akumulatorska baterija je prazna
- otpori dioda se trebaju uzeti u obzir
- limitacija struje koju vrše električni zaštitni uređaji treba se uzeti u obzir.

2.2. Utjecaj akumulatorske baterije na struju kratkog spoja

Na slici 1 je prikazan vremenski odzivi akumulatorske baterije na kratki spoj.



Slika 1. Akumulatorska baterija

Kao što se vidi iz slike 1, kratki spoj iza akumulatorske baterije je definiran dvjema vrijednostima struje kratkog spoja. Prva je vršna vrijednost struje kratkog spoja koja nastupa nekoliko ms nakon što se kratki spoj pojavio u razvodu, a druga je trajna struja kratkog spoja koja nastupa otprilike 1 s nakon pojave kratko spoja. Vršna vrijednost kratkog spoja iznosi:

$$i_{pB} = \frac{E_B}{R_{BBR}}$$

Trajna struja kratkog spoja iznosi:

$$i_{kB} = \frac{0.95 \cdot E_B}{R_{BBR} + 0.1 \cdot R_B}$$

$$R_{BBR} = 0.9\ R_B + R_{BL} + R_Y$$

gdje je:

R_B - je unutrašnji otpor baterije definiran za punu i praznu akumulatorsku bateriju od strane proizvođača.

E_B - napon otvorenog članka za punu i praznu bateriju.

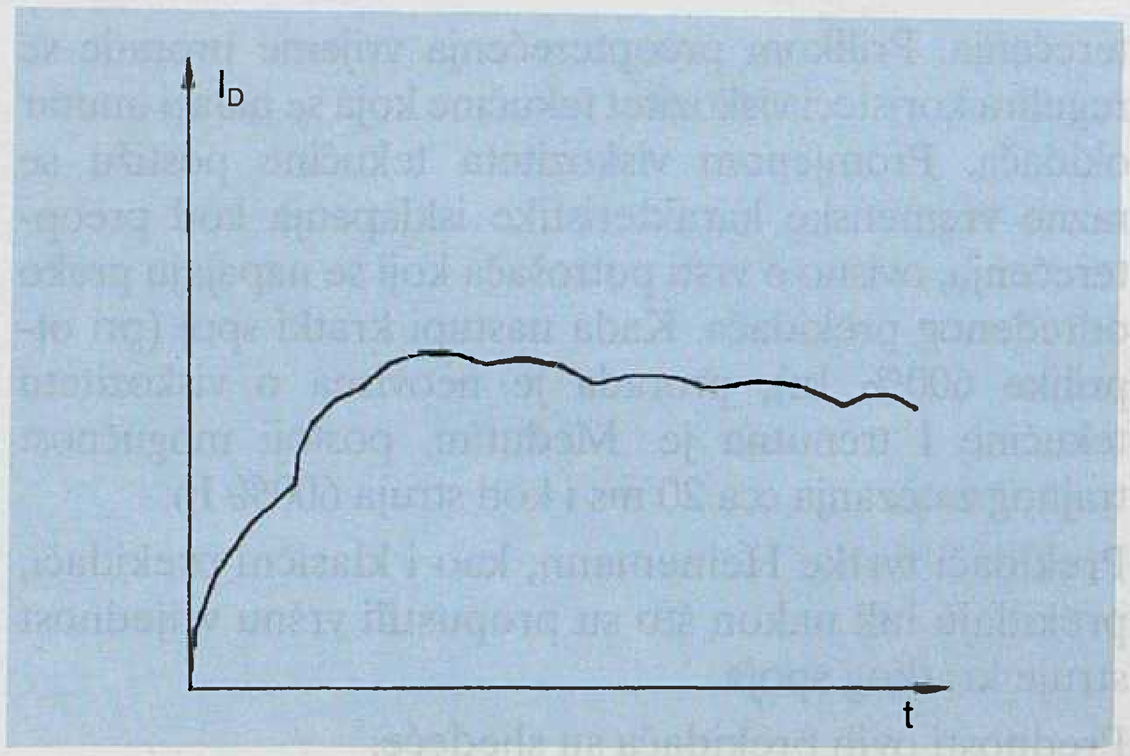
R_{BBR} - otpor koji uključuje i otpor baterije i otpor vodova.

Vidljivo je da se rezultati proračuna kratkog spoja prema novoj IEC normi bitno razlikuju od rezultata dobivenih dosad uobičajenim proračunima. Dosad se obično računala samo trajna vrijednost struje kratkog spoja. Nakon pojave drafta IEC 1660-1 (1996-11), a prije objavljivanja novog IEC 61160 (1997-06), izvršena je usporedba rezultata dobivenih proračunom i ispitivanjem putem dinamičke simulacije, prethodno definiranog razvoda. Rezultati ispitivanja su pokazali da su vrijednosti struja kratkog spoja koje se dobiju koristeći gore navedene formule značajno više od vrijednosti dobivenih putem dinamičke simulacije. Zaključak je bio da su rezultati proračuna zadovoljavajući jer osiguravaju i određenu razinu sigurnosti. Prilikom proračuna minimalne struje kratkog spoja, nova IEC norma ne uzima u obzir smanjenje otpora uslijed starenja baterije i niskih temperatura okoline. Zbog toga su vrijednosti minimalnih struja kratkog spoja, koje se dobiju proračunom prema novoj IEC normi, znatno više od vrijednosti dobivenih do sad uobičajenim postupkom. Postavlja se ipak pitanje opravdanosti zanemarenja povećanja unutrašnjeg otpora baterije uslijed starenja baterije i niskih temperatura okoline.

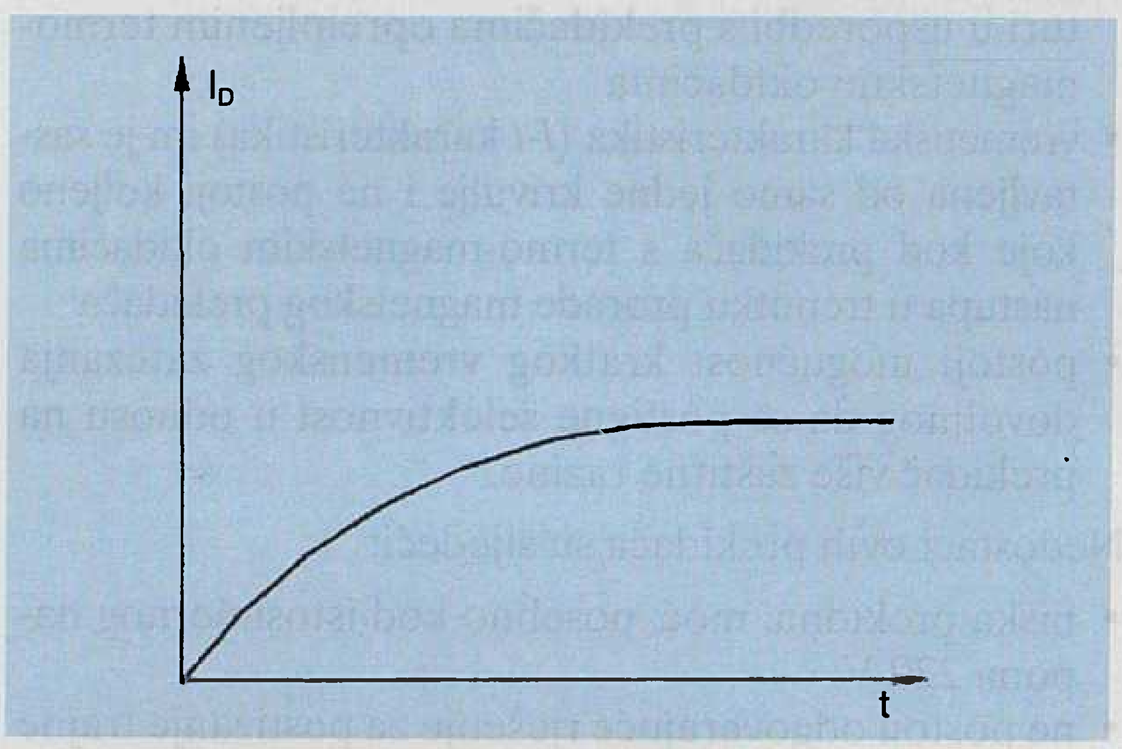
2.3. Utjecaj ispravljača na struju kratkog spoja

Na slikama 2a i 2b su prikazani vremenski odzivi ispravljača na kratki spoj.

Tiristorski ispravljač je preko pripadajućeg transformatora povezan na izmjeničnu mrežu pa ona napaja i mjesto kvara na istosmjernoj strani. Na slikama 2a i 2b su prikazana dva moguća odziva tiristorskog ispravljača na kratki spoj. Slika 2a karakteristična je za ispravljače bez ili sa slabim filtrom. Slika 2b odgovara ispravljačima s jakim filtrom. Noviji ispravljači, namjenjeni popunjenju hermetičkih akumulatorskih baterija, opremljeni su jakim filtrima, pa njihov odziv na kratki spoj odgovara krivulji 2b. Iako tiristorski ispravljači limitiraju struju kratskog spoja na 110% I_n, nova IEC norma zahtijeva da se pri proračunu maksimalne struje kratkog spoja ne uzima u obzir limitacija struje.



Slika 2a. Ispravljač bez filtriranja



Slika 2b. Ispravljač s filtriranjem

Nedostatak nove IEC norme je taj što ne obrađuje VF ispravljače već samo tiristorske, iako se VF ispravljači sve više koriste u istosmjernim razvodima. Zbog znatne razlike u principu rada tiristorskih i VF ispravljača postupak proračuna naveden u IEC normi nije prihvatljiv za VF ispravljače. Potrebno je obratiti pozornost i na to da je prilikom proračuna minimalne struje kratkog spoja potrebno struji baterije pridodati i struju kratkog spoja ispravljača, uzimajući u obzir limitaciju struje. Postavlja se ipak pitanje opravdanosti takovog pristupa, budući da kratki spoj može nastupiti i bez prisustva mreže.

3. KRITERIJI ZA POSTIZANJE SELEKTIVNOSTI ZAŠTITNIH UREĐAJA

3.1. Granice selektivnosti električnih zaštitnih uređaja

Razvodi istosmjernog pomoćnog napona koji se ugrađuju u elektroenergetska postrojenja HEP-a obično sadrže više zaštitnih uređaja, prekidača ili osigurača, spojenih u seriju između izvora istosmjernog napona i krajnjih istosmjernih potrošača. U novijim postrojenjima uobičajena su rješenja s maksimalno tri zaštitne razine, dok se u starijim postrojenjima susreću i razvodi s više razina zaštite. Zahtjev za selektivnošću isklopa jedan je od ključnih uvjeta koji utječe na odabir nazivnih vrijednosti zaštitnih uređaja koji se ugrađuju u pojedine razine zaštite istosmjernih razvoda.

Pod pojmom selektivnosti isklopa zaštitnih uređaja podrazumijeva se zahtjev da u slučaju napajanja struje kvara preko više serijskih spojenih zaštitnih uređaja, tu struju treba dovoljno brzo isklopiti samo najbliži zaštitni uređaj gledajući od mjesta greške prema izvoru. Na taj način se postiže da se zbog kvara u jednom strujnom krugu ne isključe potrošači napajani iz ostalih strujnih krugova, tj. da se mjesto kvara odvoji od ostalog razvoda.

Gledajući sa stanovišta pouzdanosti sustava, sustav je pouzdaniji što je manji broj potrošača isključen iz mreže u slučaju greške u odvodima. To znači da se pouzdaniji sustav može postići s povećanjem broja strujnih krugova i razine zaštite, uz obvezno postizanje selektivnosti isklopa zaštitnih uređaja smještenih u raznim razinama zaštite. Pri tom treba obratiti pozornost da je selektivnost zadovoljena samo ako zaštitni uređaji selektivno isklapaju od najmanje do najviše struje greške (od struje preopterećenja prekidača niže razine do maksimalne struje kratkog spoja neposredno iza stezaljki prekidača više razine).

3.2. Električni zaštitni uređaji koji se koriste u istosmjernim razvodima HEP-e

3.2.1. *Osigurač*

U starijim postrojenjima često su za zaštitu istosmjernih strujnih krugova korišteni osigurači, i to:

- visokoučinski osigurači namijenjeni za industrijsku primjenu
- osigurači za domaćinstvo (D-ulošci, tromi ili brzi)

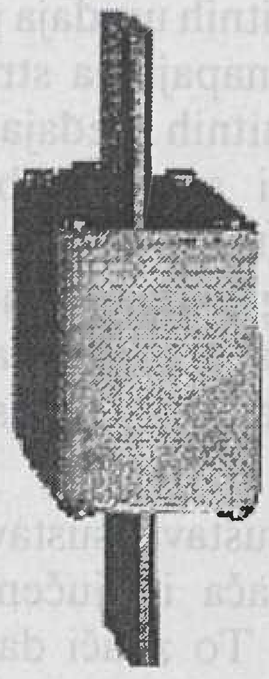
Osigurači općenito sadrže rastalni element koji se rastopi uslijed zagrijavanja prouzročenog strujom kvara. Promjenom veličine i oblika rastalnog elementa moguće je izraditi osigurače u širokom rasponu nazivnih vrijednosti. Osigurač je relativno jeftin, ali ima brojne nedostatke, dio kojih ćemo i navesti:

- točka prekidanja se mijenja u ovisnosti o temperaturi okoline, a tolerancija isklopa može biti i preko 50%
- potrebno je zamijeniti uložak svaki put nakon pregaranja
- daljinska signalizacija pregaranja osigurača je prilično komplicirana, te se obično standardno izvodi samo na skupim ultrabrzim uloščima za zaštitu elektroničke opreme
- prekidna moć prekidača za domaćinstvo je svega 8 kA, 250 V-.

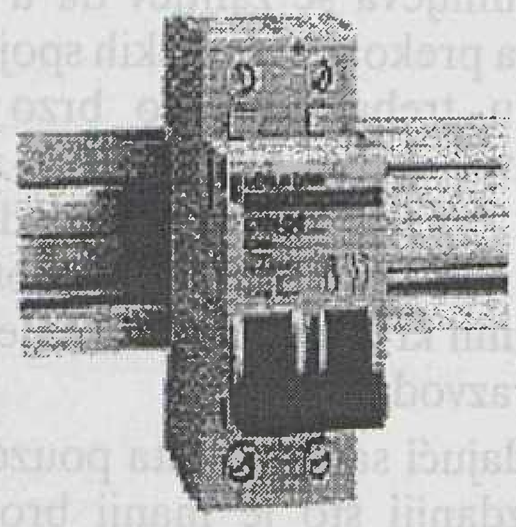
Navedeni nedostaci su utjecali da se u novijim istosmjernim razvodima osigurači kao zaštitni elementi rijetko koriste.

3.2.2. *Prekidači klasične izvedbe*

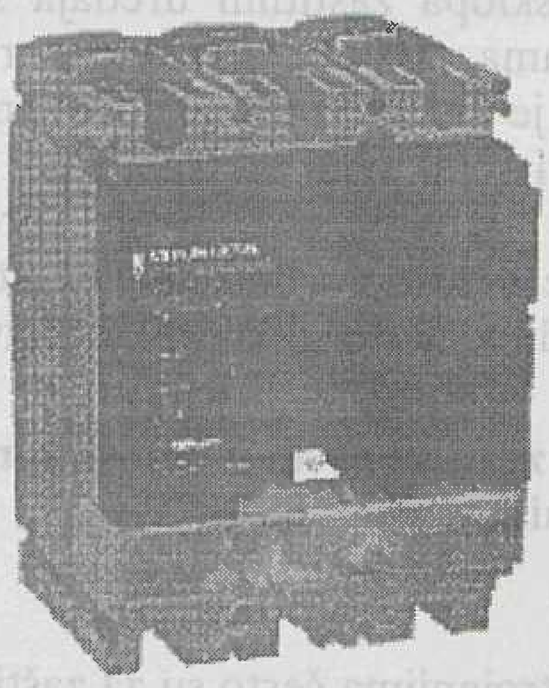
U starijim postrojenjima uz osigurače često su korišteni prekidači klasične izvedbe (najčešće se radi o prekidačima tipa AS-"Končar Zagreb").



Slika 3a. Osigurač



Slika 3b. Minijaturni prekidač



Slika 3c. MCCB

Prekidači klasične izvedbe su najčešće opremljeni termo-magnetskim okidačima koji služe za isklapanje prekidača pri preopterećenju i kod kratkog spoja. Odlika im je ta da u kratkom spoju gašenje luka nastupa nakon što prekidač propusti vršnu vrijednost struje kratkog spoja. U izmjeničnim mrežama se koristi trenutak prolaska struje sinusnog oblika kroz nulu pa se za njih koristi i engleski naziv "current zero cut off breaker". Nedostaci prekidača klasične izvedbe su sljedeći:

- niska prekidna moć, što je posebno izraženo kod prekidanja istosmjerne struje zbog znatno kompliciranijeg principa gašenja luka
- otežano postizanje selektivnosti s nekoliko prekidača klasične izvedbe u seriji.

Navedeni nedostaci, te pojava modernijih izvedbi prekidača, su utjecali da se u novijim istosmjernim razvodima prekidači klasične izvedbe kao zaštitni uređaji rijetko koriste.

3.2.3. *Hidrauličko-magnetski prekidači*

U zadnje vrijeme se u istosmjernim razvodima 48V često koriste prekidači tvrtke "Heinemann" koji su umjesto termo-magnetskim okidačima, opremljeni hidrauličko-magnetskim okidačima.

Kod ove vrste prekidača se magnetska sila koja se javlja uslijed protjecanja struje kvara ne koristi samo za isklapanje struje kratkog spoja već i za isklapanje od preopterećenja. Prilikom preopterećenja vrijeme prorade se regulira koristeći viskozitet tekućine koja se nalazi unutar okidača. Promjenom viskoziteta tekućine postižu se razne vremenske karakteristike isklapanja kod preopterećenja, ovisno o vrsti potrošača koji se napajaju preko određenog prekidača. Kada nastupi kratki spoj (pri otprilike 600% In), prorada je neovisna o viskozitetu tekućine i trenutna je. Međutim, postoji mogućnost trajnog zatezanja cca 20 ms i kod struja 600% In.

Prekidači tvrtke Heinemann, kao i klasični prekidači, prekidaju luk nakon što su propustili vršnu vrijednost struje kratkog spoja.

Prednosti ovih prekidača su sljedeće:

- karakteristika isklopa im je manje ovisna o temperaturi u usporedbi s prekidačima opremljenim termo-magnetskim okidačima
- vremenska karakteristika (*I-t* karakteristika) im je sastavljena od samo jedne krivulje i ne postoji koljeno koje kod prekidača s termo-magnetskim okidačima nastupa u trenutku prorade magnetskog prekidača
- postoji mogućnost kratkog vremenskog zatezanja dovoljnog da se postigne selektivnost u odnosu na prekidač više zaštitne razine.

Nedostaci ovih prekidača su sljedeći:

- niska prekidna, moć, posebno kod istosmjernog napona 220 V.
- ne postoji odgovarajuće rješenje za postizanje trajne selektivnosti pri korištenju ove vrste prekidača u sve tri razine. Kad bi u trećoj razini koristili prekidače s termo-magnetskim okidačem koji limitiraju struju kratkog spoja, uvijek bi kritično bilo koljeno koje kod prekidača s termo-magnetskim okidačima nastupa u trenutku prorade magnetskog okidača
- relativno sporo isklapanje i propuštanje vršne vrijednosti struje kratkog spoja stvara značajne podnapone i sklopne prenapone prilikom isklapanja jednog od prekidača u sustavu, što se kod sustava 48V - rješava dodavanjem otpornika u odvode.

Navedeni nedostaci su razlog zbog kojih se ovi prekidači za sada koriste uglavnom u razvodima 48V - za potrebe telekomunikacija gdje obično imamo samo dvije razine zaštite.

3.2.4. *Prekidači koji limitiraju struju kratkog spoja*

U ovu skupinu spadaju prekidači koji prekidaju struju kratkog spoja prije nego što ona postigne vršnu vrijednost. Limitiranjem struje se skraćuje i samo trajanje kratkog spoja, te je ono znatno kraće nego kod prekidača klasične izvedbe.

Prednosti proizišle iz limitacije su sljedeće:

- znatno manje dimenzije prekidača i veća prekidna moć
- princip prekidanja struje kratkog spoja je sličan za istosmjernu i izmjeničnu struju
- limitacijom se smanjuju elektromagnetski i termički utjecaji koji se javljaju prilikom kratkog spoja na opremi koja se štiti ili se nalazi u blizini

- zbog limitacije struje kratkog spoja smanjuju se i mehaničke sile koje se javljaju na štićenim uređajima.

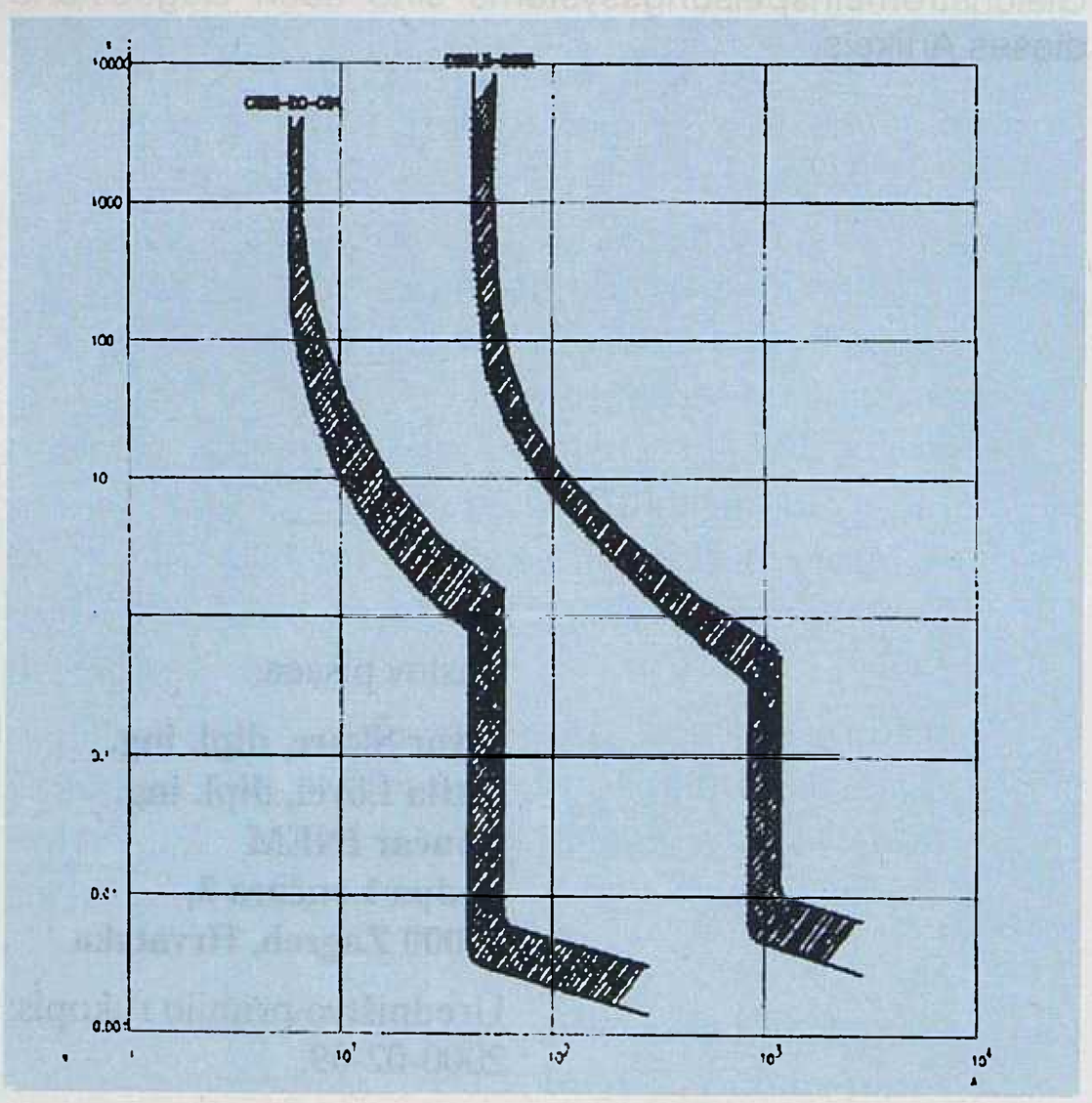
Navedene prednosti su utjecale da se u novijim sustavima za napajanje istosmjernim naponom uglavnom odabire ova vrsta prekidača. Oni se izvode, ovisno o namjeni, tako da koriste različite principe limitiranja. U istosmjernim razvodima susrećemo:

- MCCB (Moulded case circuit breaker), prikazan na slici 3c. Naziv im dolazi od plastičnog kućišta koji onemogućuje direktan dodir dijelova pod naponom. Značajka im je da imaju uklopnu ručicu s tri položaja (uklopljeno-isklopljeno zbog prorade zaštite-isklopljen). Opremljeni su klasičnim TM-okidačima, a limitacija struje počinje kod velikih struja kratkog spoja, cca 25 x *I*n. Ova vrsta prekidača se koristi za zaštitu baterija, te ponekad za zaštitu u drugoj razini.
- Minijaturni ili automatski prekidači su prekidači malih dimenzija s TM-okidačima ugrađenim u prekidaču (okidači nisu odvojivi od prekidača). Za brzo okidanje struje kratkog spoja koristi se zavojnica kroz koju prolazi struja. Javlja se jaka magnetska sila koja privlači magnetnu jezgru i uzrokuje isklapanje prekidača. Luk se gasi odmah nakon razdvajanja kontakata u posebnom dijelu prekidača gdje se on dijeli na mnogo malih lukova, kako bi se iskoristila nelinearna karakteristika luka. Minijaturni prekidači se koriste na svim razinama zaštite, a najčešće u drugoj i trećoj razini.

3.3. Selektivnost isklopa zaštitnih uređaja

3.3.1. *Vremenska selektivnost*

Koristi se u području od najmanjih struja kvara do struje kod koje započinje limitacija struje kratkog spoja prekidača niže razine. U tom području se uspoređuju pripadajuće krivulje iskopa, a prekidač više razine, uzimajući u obzir i propisima definirana moguća odstupanja krivulja, u cijelom opsegu struja od 0 - *I*ks, mora brže isklopiti od prekidača niže razine.



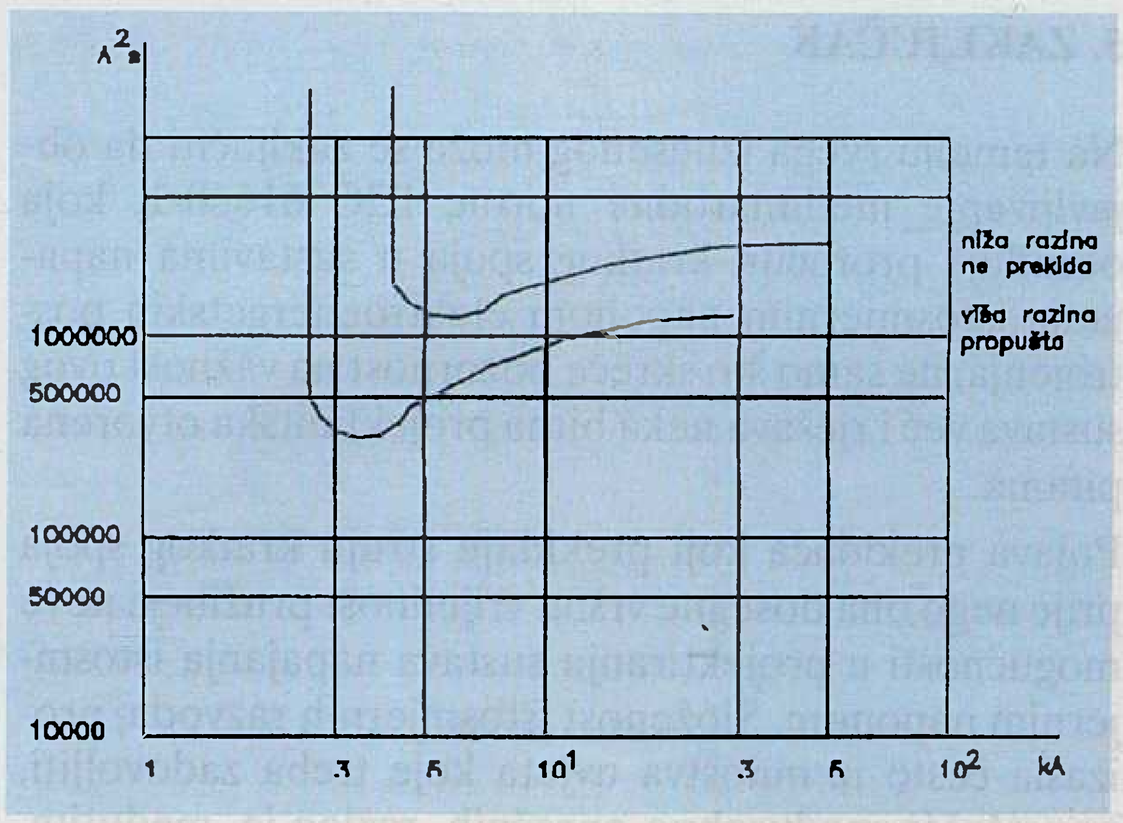
Slika 4. Provjera selektivnosti koristeći vremenske krivulje isklopa

3.3.2. *Energetska selektivnost*

Koristi se kod velikih struja kratkog spoja, a bazirana je na svojstvu nekih prekidača (npr. tip NS - Merlin Gerin) da ako prekidač više razine tijekom prekidanja struje kratkog spoja ne propusti dovoljnu energiju $I^2 t$, potrebnu za aktiviranje prekidača niže razine, taj prekidač se neće isključiti. Potrebno je napomenuti da je energija potrebna za aktiviranje prekidača uvijek niža od $I^2 t$, koju taj prekidač tijekom prekidanja struje kratkog spoja propusti.

3.3.3. *Selektivnost na temelju limitiranja struje struje k.s. prekidača niže razine*

Općenito je pravilo da se u svim strujnim krugovima u kojima prekidač više razine prekida struju kratkog spoja tako da limitira njezin maksimalni iznos, može postići selektivnost kod velikih struja kratkog spoja, ako je maksimalan iznos struje kratkog spoja koju prekidač propusti prije prekidanja manji od Im (struje prorade magnetske zaštite) prekidača niže razine. Pri tom treba obratiti pozornost na vremensku konstantu i nazivni napon mreže koji znatno utječe na razinu limitacije struje.



Slika 5. Provjera selektivnosti koristeći krivulje propuštene energije

4. BRZINA ISKLOPA MINIMALNE STRUJE KRATKOG SPOJA

Proizvođači akumulatorskih baterija najčešće postavljaju zahtjev da se struja kratkog spoja koja nastane u blizini baterije isključi u vremenu od 10 s. Međutim, za nazivne napone više od 80 V - potrebno je poštovati zahtjev proizašao iz važećih HRN normi da se za napojne strujne krugove, u sustavu zaštite IT, struja kvara uslijed dvostrukog zemljospoja treba isklo-

piti za $t \leq 5$ s. Prekidači koji za isklop koriste TM okidače imaju koljeno u vremenskoj krivulji prekidanja struje kvara. Dok magnetski okidač isklapa struju kvara ovisno o njenoj visini u vremenu od nekoliko ms do 25 ms, termički okidači isklapaju struju greške u vremenu od nekoliko sekunda do nekoliko desetina minuta. Zbog toga je potrebno struju kvara uslijed kratkog spoja isklopiti uz pomoć magnetskog okidača. To nije uvijek lako postići, s tim više što se na taj način često otežava postizanje selektivnosti isklopa zaštitnih uređaja. Zahtjev za što bržim isklopom kratkog spoja u skladu je s potrebom da se smanji vremenski period pada napona u cijelom razvodu zbog isklapanja struje kratkog spoja jednog prekidača.

Često je najveći problem postići zadovoljavajuće vrijeme isklopa baterijskog prekidača, u razvodima izvedenim s tri razine zaštite, ako je akumulatorska baterija malog kapaciteta. Za baterijski prekidač se tada najčešće koristi MCCB kojemu termički okidač isklapa struju greške u vremenu od 30 s na više. Zbog toga baterijski prekidač treba obvezno isklopiti minimalnu struju kratkog spoja pomoću magnetskog okidača. Kako bi se postigla selektivnost, nazivna struja baterijskog prekidača treba biti prilično visoka, a s tim i struja prorade magnetskog okidača. Stoga je praktički nemoguće postići dovoljno brzo isklapanje baterijskog prekidača uz istovremeno postizanje selektivnosti u tri razine, u istosmjernom razvodu s baterijom izuzetno niskog kapaciteta.

5. ZAKLJUČAK

Na temelju svega iznesenog može se zaključiti da objavljivanje međunarodne norme IEC 61660-1, koja obrađuje proračun kratkog spoja u sustavima napajanja istosmjernim naponom elektroenergetskih postrojenja, ne samo što skreće pozornost na važnost ovog sustava već i rješava neka bitna projektantska otvorena pitanja.

Pojava prekidača koji prekidaju struju kratkog spoja prije nego ona dosegne vršnu vrijednost pružila je nove mogućnosti u projektiranju sustava napajanja istosmjernim naponom. Složenost istosmjernih razvoda, proizašla često iz mnoštva uvjeta koje treba zadovoljiti, ponajčešće međusobno oprečnih, razlog je, međutim, za povećan oprez prilikom njihovog projektiranja.

LITERATURA

[1] IEC 61660-1 (1997-06) Short-circuit current in d.c. auxiliary installations in power plants and substations.

[2] A. BERIZZI, A. SILVESTRI, D. ZANINELLI i S. MASSUCCO: "Evaluation of IEC Draft Standard Through Dynamic Simulation of Short-Circuit Currents in DC Systems.

[3] P. SCHULLER: "LV breaking by current limitation"

[4] HEINEMANN: "Hydraulic Magnetic Circuit Breakers"

[5] C. REMOND: "LV electrical distribution system: Fundamental circuit breaker characteristics"

[6] C. REMOND: "From current discrimination to energy discrimination"

[7] M. SERPINET, R. MORE: "Energy-based discrimination for low-voltage protective device"

[8] SCHURTER: "General information high performance CBEsAS168"

PROBLEM OF SHORT-CIRCUIT CURRENT PROTECTION IN DISTRIBUTION AND TRANSMISSION SUBSTATIONS

The publishing of the IEC 61660-1 Regulation represents a significant contribution in determining the right approach to calculate short-circuit current in substation's DC auxiliary installation. Requirements of the new regulation will be separately analysed and commented in this paper.

In this paper, principles of discrimination and determination of protection devices in substation's DC auxiliary installation are also discussed.

FRAGEN DES KURZSCHLUSSSCHUTZES IN GLEICHSTROMVERTEILUNGEN DER TRANSPORT- UND VERTEILUNGSANLAGEN

Die Veröffentlichung der Norm IEC 61660-1 stellt einen bedeutenden Beitrag zur Bestimmung des richtigen Beitritts der Kurzschlußrechnung in Gleichstromeinspeisungsystemen der Stromverteilungsanlagen dar. Verlangen dieser Norm sind deshalb in diesem Artikel betont betrachtet und erläutert worden.

Die Grundsätze der Erreichung der Trennschärfe und die Bestimmung der Schutzglieder in den Verteilungen des Gleichstromeinspeisungssystems sind auch Gegenstand dieses Artikels.

Naslov pisaca:

Javor Škare, dipl. ing.
Attila Lövei, dipl. ing.
Končar INEM
Josipa Lončara 3,
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2000-02-09.

PROCJENA PREOSTALOG ŽIVOTNOG VIJEKA ENERGETSKIH TRANSFORMATORA U MREŽI PRIJENOSNOG PODRUČJA OSIJEK

Nikola J a m a n, Osijek

UDK 621.314.21.005:620.169.3
STRUČNI ČLANAK

Svaki korisnik energetskih transformatora srednjih i velikih snaga treba imati informacije o preostalom životnom vijeku svojih jedinica, kako bi tijekom eksploatacije donosio valjane i optimalne odluke.

Na većini energetskih transformatora u mreži Prijenosnog područja Osijek izvršena su ispitivanja stupnja polimerizacije papira (DP) s ciljem procjene preostalog životnog vijeka, što dugoročno određuje i potrebe nabavke novih jedinica.

Izvršena su i ispitivanja sadržaja furana, ali nije utvrđena povezanost između furana i stupnja polimerizacije papira.

Ključne riječi: energetski transformator, preostali životni vijek, stupanj polimerizacije papira (DP), furani.

1. UVOD

Za korisnika visokonaponskih postrojenja važno je saznanje koliki je životni vijek pojedinih elemenata postrojenja. Posebno je to važno za energetski transformator, koji je najskuplji, najosjetljiviji i funkcionalno najvažniji dio postrojenja.

Životni vijek transformatora ovisan je o životnom vijeku njegove izolacije, koja se sastoji od tekućih i krutih spojeva organskog podrijetla: od transformatorskog ulja i izolacijskog papira. Obje izolacije su podložne fizikalno-kemijskim procesima koji uzrokuju gubljenje početnih svojstava, pa kažemo da izolacija stari.

Uzimanje uzoraka i ispitivanje svojstava transformatorskog ulja je relativno jednostavno, a nakon gubljenja svojstava, na terenu je moguće izvršiti relativno jednostavan tehnološki postupak s ciljem poboljšanja karakteristika (sušenje, regeneracija ili zamjena ulja). Cijena tih postupaka može iznositi do 15% vrijednosti transformatora, i prihvatljiva je korisniku.

Naprotiv, papirna izolacija, koja se sastoji od natron i krep papira, ima potpuno drugačije karakteristike.

Uzimanje uzoraka papira na transformatoru nije jednostavno, zahtijeva više radova, vremena i znanja, a reprezentativnost uzorka nije jednoznačna kao kod ulja.

Zamjena papirne izolacije je teoretski moguća, no cijena tog postupka može se procijeniti da iznosi 60 do 80% cijene novog transformatora. U tom slučaju korisniku su upitni gubici u transformatoru, stanje opreme, brtvenog sustava i sl., tako da kratka računica pokazuje da je tada opravdano izvršiti rashod i nabaviti novu zamjensku jedinicu.

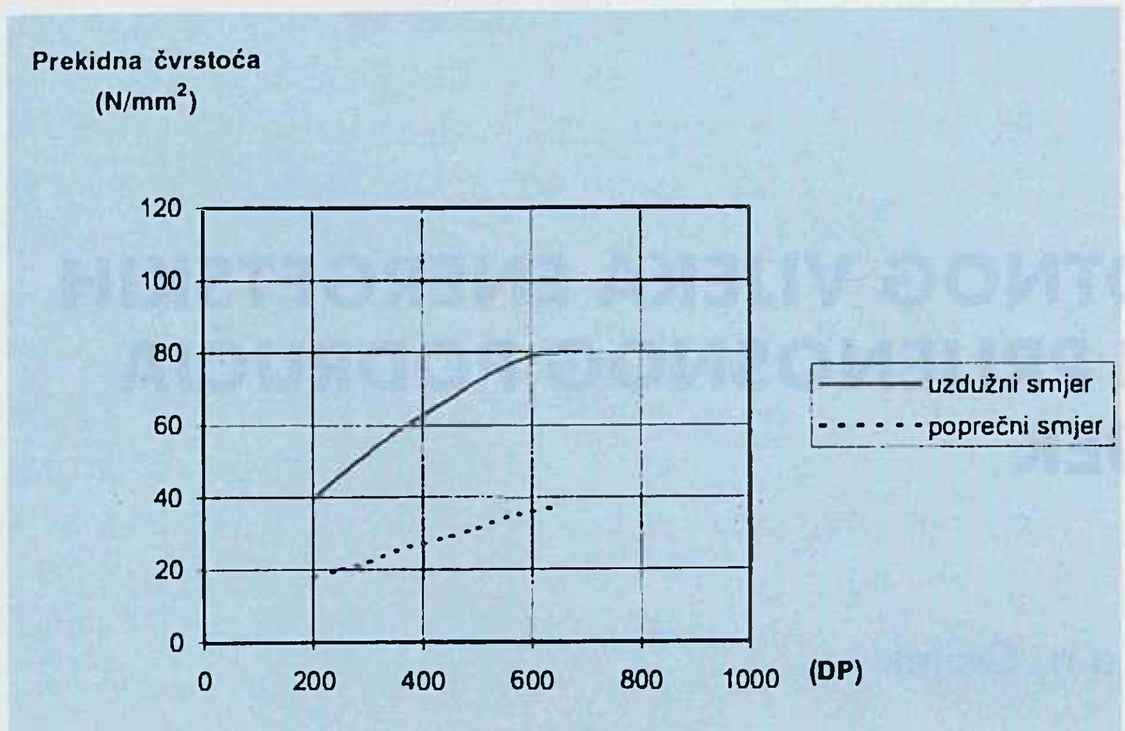
Životni vijek transformatora određuje dakle u izolacijskom sustavu ulje-papir stanje papira, i za procjenu preostalog životnog vijeka transformatora nužno je utvrditi stanje papirne izolacije.

2. STARENJE PAPIRNE IZOLACIJE

Elektrotehnički papir na bazi čiste celuloze je prirodni ugljikovodik, čije su visokopolimerne molekule povezane međusobno u lance. Mehanička svojstva papira proizlaze iz prosječne duljine molekulskog lanca u strukturi papira, a broj jedinica glukoze u lančanim molekulama može iznositi do 2000. Starenje papira u pogonskim uvjetima pod utjecajem temperature, vlage i kisika uzrokuje oksidaciju i hidrolizu, uz posljedicu pucanja lančanih molekula, te razvijanje plinova CO i CO_2 i više spojeva furana.

Skraćenjem lančanih molekula pogoršavaju se mehanička svojstva papira, posebno prekidne čvrstoće, što je prema [2] prikazano na slici 1.

Starenje papira nije linearni proces. U nestarenoj celulozi nalaze se vrlo dugi, ali zbog toga i temperaturno nestabilni molekulski lanci, koji u početnoj "životnoj" fazi lako pucaju. To uzrokuje brzi pad stupnja polimerizacije, a nakon određene stabilizacije daljnji tijek pucanja lanaca je u većem skladu s normalnim gradijentom starenja.



Slika 1. Ovisnost prekidne čvrstoće i stupnja polimerizacije (DP)

U pogonskim uvjetima namoti transformatora su izloženi mehaničkim naprezanjima zbog kratkih spojeva u mreži ili iznenadnih preopterećenja, a prisutna je i pojava vibracija uslijed magnetostrikcije. U takvim uvjetima krti papir se lomi, puca i nestaje, a otpornost namota na sile kratkog spoja znatno se smanjuje, što dovodi pogon transformatora u rizično područje.

3. UZIMANJE UZORAKA PAPIRA

Uzimanje uzoraka papira na terenu je osjetljiv, nekada i kompliciran posao, a pokazalo se da je to na nekim konstrukcijskim rješenjima i nemoguće izvesti (u tablici 1. na objektu br. 20 nismo mogli uzeti uzorak na terenu, nego tek u tvornici gdje je transformator rashodovan).

Tablica 1. Rezultati ispitivanja i pocjena preostalog životnog vijeka

Red. br.	LOKACIJA	Transf. br.	Snaga (MVA)	God. proiz.	Godina u pogonu	Izmjereni DP	Furan 2 FAL (ppm)	Procjena preostalog životnog vijeka n_r (%)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	TS ĐAKOVO	1	150	1965.	32	373*	0,0	39
2.	TS ĐAKOVO	2	150	1965.	30	193	0,005	KRITIČNO OSTARJELO
3.	TS 1505/2		150	69/86.	9	692	0,0	78
4.	TS OSIJEK 1	1	31,5	1965.	30	670*	0,0	75
5.	TS OSIJEK 1	2	31,5	1977.	19	916	0,0	NEDEGRADIRANO
6.	TS OSIJEK 2	1	40	1970.	26	813	0,0	NEDEGRADIRANO
7.	TS OSIJEK 2	2	40	1971.	25	854	0,0	NEDEGRADIRANO
8.	TS 505		22	1970.	26	775*	0,0	NEDEGRADIRANO
9.	TS OSIJEK 3	2	40	1986.	11	872*	0,0	NEDEGRADIRANO
10.	TS ĐAKOVO 2	1	20	1973.	23	675*	0,0	76
11.	TS ĐAKOVO 2	2	22	1970.	26	739*	0,0	NEDEGRADIRANO
12.	TS NAŠICE	1	20	1959.	36	181	0,0	KRITIČNO OSTARJELO
13.	TS NAŠICE	2	20	1960.	33	304*	0,0	KRITIČNO OSTARJELO
14.	TS VINKOVCI	1	30	1953.	40	495	0,0	57
15.	TS VINKOVCI	2	40	1979.	14	519*	0,0	60
16.	TS SLATINA	1	20	1962.	34	303*	0,0	KRITIČNO OSTARJELO
17.	TS SLATINA	2	20	1967.	29	593*	0,0	68
18.	TS POŽEGA	1	40	1981.	14	640*	0,0	73
19.	TS POŽEGA	2	40	1981.	15	745*	0,0	NEDEGRADIRANO
20.	TS VALPOVO	1	30	1954.	44	128	0,0	KRITIČNO OSTARJELO
21.	TS VALPOVO	2	22	1970.	26	704*	0,0	79
22.	TS SL. BROD 1	1	40	1977.	19	923	0,0	NEDEGRADIRANO
23.	TS SL. BROD 1	2	40	1977.	19	665	0,0	75
24.	TS SL. BROD 2		40	1989.	7	808*	0,0	NEDEGRADIRANO
25.	TS ŽUPANJA	1	20	1963.	32	518*	0,0	60
26.	TS ŽUPANJA	2	20	1966.	29	333*	0,0	32

Ako se ukaže potreba radova većih zahvata na transformatoru s ispuštanjem ulja i ulaskom u transformator, to je izuzetna prilika za uzimanje uzorka papira i ne smije ju se propustiti.

U većini slučajeva, uzorci papira su uzeti prilikom godišnjih radova na transformatoru (godišnje revizije), postupkom koji je opisan u nastavku.

Gornji dio transformatora potrebno je osloboditi od ulja, što se postiže zatvaranjem ventila na cjevovodu konzervator - kotao i prepumpavanjem ulja iz transformatora u konzervator. Demontira se jedan ili dva fazna SN izolatora, a ako papir na izvodu namota nikako nije dostupan, demontira se VN izolator. Kroz otvor demontiranog izolatora rukom se treba doći do papirne izolacije, jer je u većini slučajeva gornji dio izvoda izvana zaštićen keperom. Potrebno je noktom zakinuti traku natrona ili krep-papira, otkinuti traku oko 3-4 cm dužine, a ako se ostatak trake odmota jednostavno ju treba zavezati u čvor oko izvoda. Demontirani izolator se ponovo postavi i pusti ulje iz konzervatora, te je tako postupak uzorkovanja završen.

Ako na poklopcu postoje otvori za montažu izolatora, što je uobičajeno na većim jedinicama, tada nije potrebna demontaža izolatora nego se uzorak uzima kroz te otvore.

Ne preporučuje se uzimanje uzoraka papira u terenskim uvjetima direktno sa namota, čak i kada je moguć ulazak u transformator. Najbolje je uzeti uzorak s mjesta gdje postoji višeslojna papirna zaštita, a to su izvodi namota, unutrašnje međuveze, odcjepi regulacijskih izvoda i sl.

Ako je moguće, poželjno je uzeti uzorke s dva mjesta (npr. s dva fazna izvoda), kako bi se izbjegla vjerojatnost da se uzme papir s izvoda na kojem se tijekom eksploatacije vršio popravak i stavio novi papir.

Velika je prednost što je za ispitivanje potreban vrlo mali uzorak, mase 0,03 do 0,1 gram. Uzorak se stavi u plastičnu vrećicu i naznače osnovne karakteristike transformatora, te mjesto s kojega je uzorak uzet.

Nije potrebna nikakva posebna pažnja u dostavi uzorka do laboratorija.

Reprezentativnost tako uzetih uzoraka može biti upitna, ali u terenskim uvjetima nemamo mogućnost izbora. Prema dosadašnjem iskustvu, uzorci papira s izvoda su upotrebljivi za približnu procjenu preostalog životnog vijeka transformatora.

Za potrebe ovih ispitivanja, uzimanje uzoraka papira na svih 26 jedinica izvršila je ekipa za transformatore Prijenosnog područja Osijek.

4. METODA MJERENJA STUPNJA POLIMERIZACIJE PAPIRA (DP)

Mjerenje prosječnog stupnja polimerizacije papira izvodi se prema IEC publikaciji 450 [1].

Nauljeni uzorak papira se odmašćuje pranjem u otapalu ili ekstrakcijom ulja iz papira u aparatu za ekstrakciju. Odmašćeni papir se mehanički usitnjava u što je moguće homogeniju masu, i zatim otapa u specijalnom otapalu (bakarnom etilen diaminu). Iz razlika izmjerenih viskoznih otapala i otopine papira izračunava se prema IEC 450 stupanj polimerizacije papira (DP).

5. IZRAČUNAVANJE I PROCJENA PEOSTALOG ŽIVOTNOG VIJEKA TRANSFORMATORA

Prema [2], preostali životni vijek transformatora računa se prema jednadžbi:

$$n_{r\%} = \frac{\ln DP - \ln DP_K}{\ln DP_O - \ln DP_K} 100(\%)$$

gdje je: $n_{r\%}$ - preostali životni vijek u %

DP_O - odabrana početna vrijednost stupnja polimerizacije

DP_K - odabrana kritična vrijednost stupnja polimerizacije

DP - izmjerena vrijednost stupnja polimerizacije.

Iz jednadžbe je vidljivo da na rezultat znatno utječu veličine početne (DP_O) i kritične vrijednosti (DP_K) stupnja polimerizacije.

Mjerenja stupnja polimerizacije provode se u zadnjih desetak godina, tako da za gotovo sve promatrane transformatore nemamo izmjerene vrijednosti DP_O nego ih treba procijeniti.

Uobičajene vrijednosti DP_O za nove transformatore iznose od 1200 do 800, a za proračun je odabrana srednja vrijednost koja iznosi 1000.

Također, niti kritična vrijednost DP_K nije u literaturi uvijek ista. Uobičajeno se korištene vrijednosti kreću od 150 do 250, a za ovaj proračun odobrena je srednja vrijednost 200.

U literaturi [2] su prikazane ovisnosti izračunatog životnog vijeka o odabranim početnim i kritičnim vrijednostima stupnja polimerizacije, a razlike mogu biti značajne. Međutim, proračun će svakako dobro poslužiti za dugoročniju procjenu stanja promatrane populacije transformatora.

U tablici 1. pregledno su prikazani rezultati ispitivanja.

Podaci o 26 ispitivanih transformatora prikazani su u kolonama 2, 3, 4 i 5 (lokacija, pozicija, snaga, godina proizvodnje).

U koloni 6 označeno je koliko godina je pojedini transformator bio u pogonu prije uzimanja uzoraka papira.

Kolona 7 prikazuje rezultate izmjerenog stupnja polimerizacije uzoraka papira. Zvijezdicom su označeni prosječni stupnjevi polimerizacije, u slučajevima gdje se iz transformatora uzimalo dva ili više uzoraka.

Kolona 8 prikazuje izmjerene koncentracije furana 2 FAL, što će se analizirati kasnije.

U koloni 9 nalazi se procjena preostalog životnog vijeka svakog transformatora, koja se izvršila na temelju rezultata ispitivanja stupnja polimerizacije jednog ili više uzoraka.

Zbog karakteristične degradacije celuloze, prema [2] nema smisla proračunavati preostali životni vijek za *DP* veće od 700 i manje od 300, već takve sustave treba ocijeniti kao nedegradirane (početno stanje), odnosno kao kritično ostarjele.

Od 26 promatranih jedinica, na devet jedinica (34,6%) je procijenjeno da je izolacijski sustav **nedegradiran,** tj. da odgovara početnom stanju. Te su jedinice u pogonu u prosjeku 19,3 godine, u rasponu od 7 do 26 godina.

Na 12 transformatora (46%) izmjereni *DP* papira je između 700 i 300, što je pogodno za izračunavanje preostalog životnog vijeka. Prosječno izračunati preostali životni vijek tih jedinica iznosi 64,3%, u pogonu su od 9 do 40 godina, prosječno u pogonu 24,8 godina.

Za pet jedinica (19,4%) je procijenjeno da je izolacijski sustav **kritično ostario.** Ti transformatori su u pogonu od 30 do 44 godine, prosječno 35,4 godine.

Transformator br. 20 je već rashodovan, budući da su mu u međuvremenu i karakteristike ulja bile ispod dozvoljenih vrijednosti, pa se procijenilo da je cijeli izolacijski sustav takav da nije isplativa njegova obnova. Prilikom rastavljanja namota u tvornici papirna izolacija je bila krta i raspadala se u rukama, te je i bez ispitivanja bilo očito da je životni vijek te jedinice u potpunosti bio potrošen.

Rezultati ispitivanja papira i furana za transformator br. 2 ukazuju na prisutnost degradacije izolacije. Prema stupnju polimerizacije papira (*DP*=193) ocijenjeno je, da je izolacija kritično ostarjela, dok je to istovremeno jedina jedinica na kojoj su utvrđene manje koncentracije furana (2FAL=0,005 ppm). Budući da po svim karakteristikama i uvjetima pogona navedena jedinica odgovara transformatoru br. 1, kojemu procijenjeni preostali životni vijek iznosi 39%, za konačnu ocjenu uzet će se još nekoliko uzoraka papira prvom prigodom.

Za transformatore pod br. 12, 13 i 16 smatra se da je procjena stanja izolacijskog sustava ispravna, pa je u slijedećim godinama potrebno planirati njihov rashod i nabavku novih zamjenskih jedinica.

6. REZULTATI ANALIZE FURANA

Posljedica razgradnje celuloze je niz međuprodukata, među kojima se zadnjih nekoliko godina posebno intenzivno promatraju furani.

Prema IEC 1198 [3] korištenjem visokoučinske tekućinske kromatografije (HPLC) normizirano je za analizu pet karakterističnih spojeva furana, na temelju kojih se procjenjuje veličina termičke degradacije papirne izolacije.

Ova metoda je posebno zanimljiva, budući da su furani otopljeni u lako dostupnom uzorku transformatorskog ulja, a uzorak se uzima u šprice kao i za kromatografsku analizu.

Od pet spojeva furana, posebno je zanimljiv sadržaj 2-furfurala (2 FAL), i trenutno radna grupa CIGRÉ/IEC razrađuje korelaciju između tog spoja i stupnja polimerizacije papira.

Na svih 26 promatranih transformatora izvršene su i analize furana, a izmjerene koncentracije spoja 2FAL prikazane su u Tablici 1, kolona 8.

Gotovo na svim promatranim jedinicama nije izmjerena prisutnost 2FAL-a, što vrijedi i za pet transformatora na kojima je utvrđeno da je papirna izolacija kritično ostarjela.

Iz gornjega se čini da analiza furana neće moći u budućnosti zamijeniti ispitivanje stupnja polimerizacije papira, nego će biti metode koje se nadopunjuju, posebno u procesu starenja papira koji je slabog intenziteta i vremenski dugog razdoblja.

7. ZAKLJUČAK

Na većini energetskih transformatora u mreži Prijenosnog područja Osijek izvršena je procjena preostalog životnog vijeka.

Procjene preostalog životnog vijeka izvršene su na temelju ispitivanja stupnja polimerizacije papira *(DP)*.

Za devet jedinica (34,6%) prosječne starosti 19,3 godine je procijenjeno da je izolacijski sustav **nedegradiran.**

Za dvanaest jedinica (46%) prosječne starosti 24,8 godina je izračunat preostali životni vijek, koji u prosjeku iznosi 64,3%.

Za pet jedinica (19,4%) prosječne starosti 35,4 godine je procijenjeno da je životni vijek potrošen, tj. da je izolacijski sustav **kritično ostario.** Jedan od tih transformatora je već rashodovan, a za jednu jedinicu postoji sumnja da uzorak papira nije bio reprezentativan, te će se ispitivanje ponoviti. Preostale tri jedinice potrebno je u dogledno vrijeme rashodovati i planirati nabavku zamjenskih novih jedinica.

Ispitivanjem spojeva furana, koja su također izvršena na svim jedinicama, nije se utvrdila prisutnost tih spojeva niti na jedinicama na kojima je životni vijek potrošen.

LITERATURA

[1] IEC Publication 450: Measurement of the Average Degree of Polymerization of New and Aged Electrical Papers (1974).

[2] V. FIRINGER, S. ČABRAJAC: "Ovisnost procjene preostalog vijeka trajanja transformatora o početnim i konačnim vrijednostima stupnja polimerizacije papira", Treće savjetovanje HK CIGRÉ, Cavtat, 26.-30. 10. 1997., R 15-03

[3] IEC Publication 1198: Furanic compound analysis in mineral insulating oils, 1993.

[4] A. HADŽI-SKERLEV, S. ČABRAJAC: "Određivanje degradacije celuloze analizom furana", Treće savjetovanje HK CIGRÉ, Cavtat, 26.-30. 10. 1997., R15-02

ESTIMATION OF THE REMAINING LIFETIME OF THE OSIJEK NETWORK POWER TRANSFORMERS

Each user of medium or great power transformers should be informed about the remaining life time of the units, in order to make good and optimal decisions during their operation.

Most power transformers in the Osijek network have been tested on paper polymerisation degree (DP) so as to estimate the remaining lifetime, which determines the long-term need for new units.

Furanics have been tested too, but no connection was determined between the furanic and the paper polymerisation degree.

DIE BEURTEILUNG DER RESTLEBENSDAUER VON UMSPANNERN IM NETZ DES ÜBERTRAGUNGSGEBIETES DER STADT OSIJEK

Ein jeder Benutzer der Umspanner mittlerer und großer Leistungen soll bezüglich der Restlebensdauer seiner Einheiten in Kentniss sein, um im Laufe des Betriebes zuverlässig beste Lösungen zu erbringen.

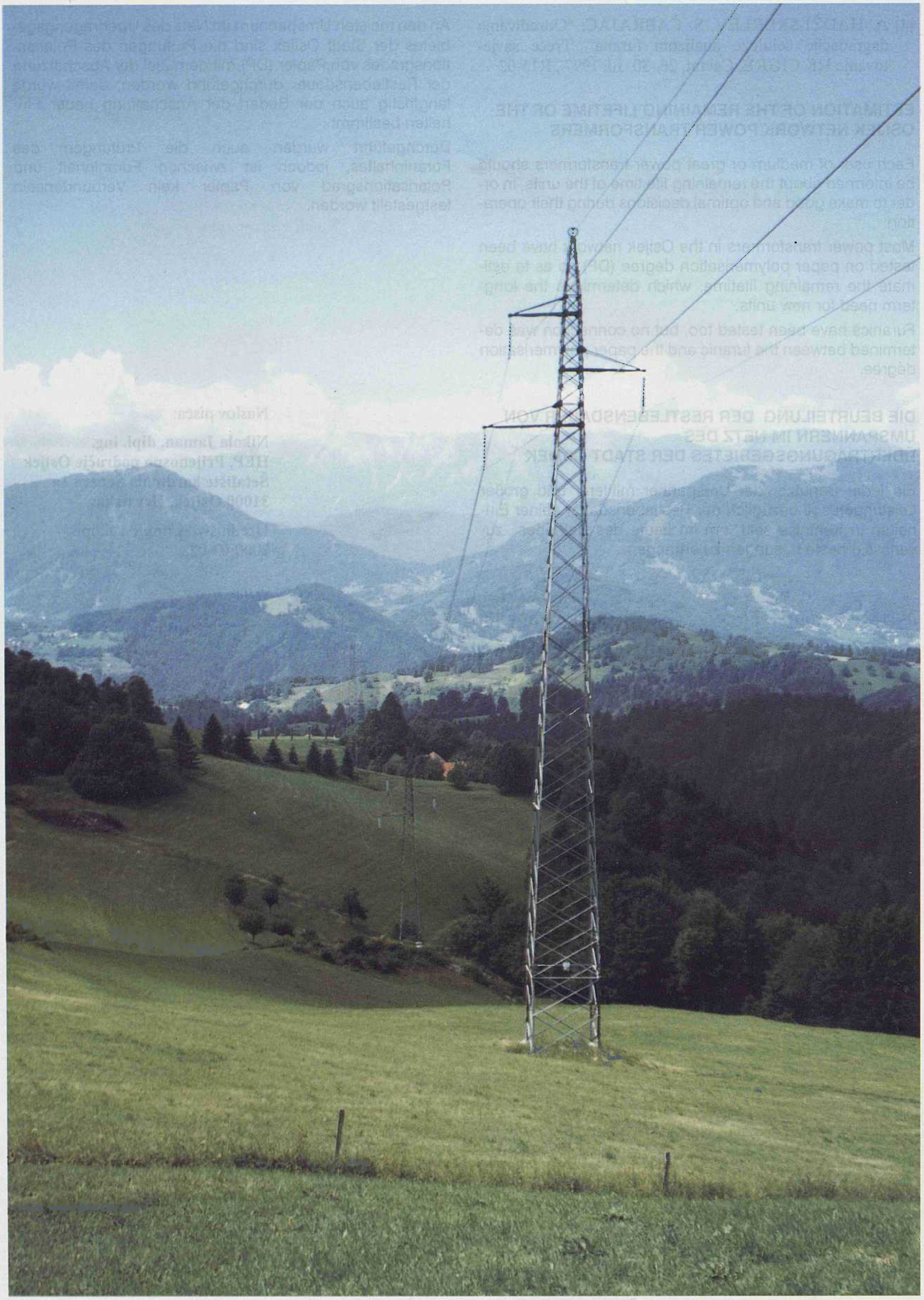
An den meisten Umspannern im Netz des Übertragungsgebietes der Stadt Osijek sind die Prüfungen des Polarisationsgrades von Papier (DP) mit dem Ziel der Abschätzung der Restlebensdauer durchgeführt worden; damit wurde langfristig auch der Bedarf der Anschaffung neuer Einheiten bestimmt .

Durchgeführt wurden auch die Prüfungen des Furaninhaltes, jedoch ist zwischen Furaninhalt und Polarisationsgrad von Papier kein Verbundensein festgestellt worden.

Naslov pisca:

Nikola Jaman, dipl. ing.
HEP, Prijenosno područje Osijek
Šetalište kardinala Šepera 1a
31000 Osijek, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2000-03-02.



POBOLJŠANJE KARAKTERISTIKA ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA

Kako unaprijediti upravljanje i karakteristike postrojenja i sisteme

(Uvodno predavanje s osvrtom na prilike u Republici Hrvatskoj)

Dr. sc. Zorko Cvetković, Zagreb

U Londonu je u lipnju 1999. godine održan simpozij pod gornjim naslovom u organizaciji CIGRE. U ovom članku prikazano je uvodno predavanje koje je održao g. David JEFFERIES predsjednik National Grid Company na temu **Prijenos danas – lekcije proistekle iz decenije promjena**. U članku se navode desetogodišnja iskustva u Velikoj Britaniji, uloga prijenosne mreže, nastajanje novih struktura i poduzeća, kulturne promjene u korist potrošača i dioničara i mogući utjecaj nadolazećih tehnologija na buduće promjene paradigme. Na kraju je dan osvrt na naše prilike s naglaskom na potrebu bržeg djelovanja.

1. UVOD

Vrlo sam počašćen s pozivom da održim uvodno predavanje pred tako eminentnim skupom. Sličnu sam priliku imao još u 1992. godini.Tada se govorilo o restrukturiranju i privatizaciji elektroenergetskog sektora u svijetu i ako nije bilo konkretnih iskustava. U Velikoj Britanij smo imali stanovitu prednost, jer smo prije privatizacije našu elektroprivredu restrukturirali tijekom 1990.godine. Tada sam u diskusiji rekao kako napredujemo i što se nadamo postići. Sedam godina kasnije i deset godina iza početka tog britanskog "eksperimenta" svjetska elektroprivreda se je duboko promijenila. Deregulacija i privatno vlasništvo su postali svakodnevnica. Pravo je vrijeme da napravimo bilancu - da vidimo što smo naučili kako bi usmjerili zemlje koje su se odlučile na taj put odnosno da informiramo one koje su odmakle u tom procesu.

Čimbenici koje vode promjene u elektroprivredi će se znatno oslanjati na iskustva Velike Britanije. To tržište je dobar primjer svim onima koji danas teže transformaciji u tom sektoru.

Bruce Humprey iz Cambridge Energy Research Associates na Svjetskoj Energetskoj Konferenciji 1998. godine ovako je sumirao te procese i ciljeve transformacije:

- liberalizacija
- restrukturiranje usmjereno konkurenciji
- globalizacija
- zaštita okoliša
- tehničke inovacije.

Liberalizacija: smanjenje uloge države i omogućavanje poduzetnicima i tržištu da oblikuju sektor, često u smjeru privatizacije.

Restrukturiranje usmjereno konkurenciji: to je slijedeća etapa u kojoj je pod ekonomskim pritiskom preoblikovan sektor.

Zaštita okoliša: ima veliku težinu kod donašanja odluka u javnom i privatnom sektoru.

I naravno peti poticajni čimbenik i cilj, **Tehničke inovacije** koje neprestano omogućavaju poboljšanje korisnosti i nove komercijalne mogućnosti.

Ipak navedeni faktori imaju različiti utjecaj u pojedinim zemljama. U stvari jedna od glavnih poruka, koje danas želim iznijeti je da svaka zemlja ima svoje specifičnosti i da se elektroprivrede u njim razvijaju na njima svojstven način. Međutim, zajednički faktori koje ću vam napomenuti su na ovaj ili onaj način uvijek prisutni i samo njihovo razumijevanje može dovesti do efikasnijih promjena u pojedinoj elektroprivredi.

Govorit ću vam danas, dakle, o iskustvima Velike Britanije. Prvenstveno ću opisati naša ostvarenja uspoređujući ih s našim početnim ciljevima. Drugo, potanko ću prikazati ulogu National Grid Company (NGC) - prijenosnog poduzeća u omogućavanju konkurencije i stvaranju novih tržišta.Treće, govorit ću o novo nastalim strukturama, bilo u poduzećima kako ona granaju poslovanje unutar sektora ili preko granica, bilo na nivou tržišta uslijed pojačane interakcije između elektrike, plina pa i telekomunikacija. Četvrto, osvrnut ću se na kulturne promjene tj. na način kako se poduzeća prilagođuju da bi odgovorila na osnovne zahtjeve klijenata i dioničara. Konačno, osvrnut ću se na budućnost pitajući se da li nove tehničke inovacije dovode u pitanje upravo te nove strukture koje stvaramo. Možda nas iza ugla čeka nova paradigma?

2. OSTVARENJA U VELIKOJ BRITANIJI

Pogledajmo prvo što se je desilo. Neki će se sjetiti mog izlaganja 1992. godine u kojem sam naveo neke ključne principe za restrukturiranje elektroprivrednog sektora, koje je usvojila Vlada:

a) konkurencija i slobodan izbor su najbolja garancija interesa potrošača;
b) u područijima gdje postoji prirodni monopol, te interese mora štiti regulacija;
c) sigurnost i pouzdanost napajanja mora biti održana;
d) zaposlenicima elektroprivrede treba ponuditi direktni udio u njihovoj budućnosti;
e) elektroprivreda mora nadalje izvršavati svoje obaveze u zaštiti okoliša.

Konkurencija je dovela do značajnih promjena u proizvodnji. Kad je započelo restrukturiranje, u proizvodnji su dominirale tri glavne kompanije koje su kontrolirale 90% tržišta. Iako je postojalo tržište, ono nije bilo uzorno, a cijene su bile visoke.

Također, kad su se novi generatori pojavili na tržištu, imali su tendenciju da proizvode baznu energiju ili pokrivaju bazna opterećenja. Tako je cijena električne energije ostala vezana za manji broj poduzeća koja su radila na granici ekonomičnosti. Tržišni udio tri velika prvobitna proizvađača pao je danas na 60% i dalje će se smanjivati u skladu s novim ustupanjima koja provodi Regulator Interesantno je međutim, da se je tržišni udio nuklearnih elektrana povisio, jer se uslijed liberalizacije povećala raspoloživost postrojenja.

Efekt liberalizacije u proizvodnji i isporuci vidljiv je iz broja sudionika na tržištu.

Tako je u 1990. godini bilo 10 proizvađača i 16 distributera električne energije. Danas postoji 31 proizvađač, 25 distributera i 11 poduzeća koja uključuju obje djelatnosti.

Udio energije proizvedene iz ugljena pao je sa 70% nakon privatizacije na ispod 40%.

Povećana efikasnost plinskih elektrana i veća proizvodnja nuklearnih elektrana u Velikoj Britaniji omogućili su da značajno smanji emisiju ugljičnog dioksida i drugih plinova koji utječu na efekat staklenika. Međutim, Vlada je zabrinuta socijalnim učinkom zatvaranja ugljenokopa, te razmatra promjene u proceduri dozvola izgradnje plinskih elektrana.

Osim konkurencije među proizvođačima, svi potrošači mogu slobodno izabrati isporučitelja, već prema progresivnom otvorenju tržišta. Kao rezultat veće tehničke i komercijalne efikasnosti cijene su značajno pale. Distributeri koji raspolažu s većim rasponom konkurencije često pronalaze nove tržišne strategije. Cijene su značajno pale, gotovo 23% za domaćinstva i oko 22% za industriju od 1990. godine.

Strukture Pool-a rade dobro, ali mi razmatramo uvođenje novih tržišnih mehanizama sličnih onima na tržištu potrošne robe.

Radi se o sistemu na tri razine: buduće tržište, kratkoročno bilateralno tržište i tržište za uravnoteženje (kompenzacija debalansa).

U tom kontekstu promjena bez presedana sigurnost i pouzdanost isporuke se poboljšava. Poduzeća ozbiljno rade na poboljšanju raspoloživosti svojih postrojenja, na pridržavanju normi zaštite okoliša i na poboljšanju usluge potrošačima. Zaposlenici su također vezani za rezultate i to kroz udjele u akcijama i druge prednosti.

Jasno je da je restrukturiranje donijelo niže cijene bez smanjenja sigurnosti napajanja i uz poštovanje uvjeta zaštite okoliša. Nova struktura je dovoljno fleksibilna da prihvati nove promjene.

3. PRIJENOSNA MREŽA OLAKŠAVA KONKURENCIJU I STVARA NOVA TRŽIŠTA

Tržište je razvilo konkurenciju u oba segmenta, proizvodnji i distribuciji. Između njih mreža olakšava promet uz regulaciju kao zamjenu za konkurenciju.

Mreža je igrala vitalnu ulogu u restrukturiranju elektroprivrede, a NGC je razvio domišljati sistem za povezivanje i korištenje mreže utemeljen na troškovima.. To je dovelo do ranije spomenutog, smanjenja cijena, jer su troškovi prijenosa od 1990. godini smanjeni za 30%.

Gdje slobodno tržište ne može biti provedeno uslijed ograničenja u mreži, NGC mora voditi mrežu i programirati proizvodnju na način minimiziranja troškova. NGC ima financijski stimulans, kroz Transmission Services Sheme, da smanjuje te troškove, a postigao je to strategijom investiranja na dvije razine u samu mrežu i inteligentnu tehnologiju vođenja mreže. Te su dvije aktivnosti komplementarne, na primjer u izboru između konfiguracije dalekovoda ili proračuna u realnom vremenu njegovog režima rada. Kako je NGC i vlasnik i operator mreže, on je u mogućnosti da na najekonomičniji način nađe ravnotežu između investiranja u postrojenja (hardware) i investiranja u sofisticirani način vođenja (software). Druga ilustracija takvog djelovanja je slučaj kad NGC može odlučiti između pojačanja neke točke isporuke i dogovora s potrošačem da smanji potrošnju kad se za to pokaže potreba.

NGC je značajno investirao u prijenosnu mrežu da bi proširio tržište i pri tome je naročito koristio uređaje koji dozvoljvaju veći prijenos na postojećim vodovima. Na ključnim točkama sistema ugrađuju se poprečni transformatori koji omogućuju kontrolu tokova energije na paralelnim vezama. Statički Var kompenzatori (SVC) i mehanički upravljani kondenzatori koji dozvoljavaju povećanje prijenosa bez naponskih problema, koji se u takvim prilikama često pojavljuju. Veliki broj tih uređaja ugrađen je u sistem. Uvedene su i neke inovacije, kao na pr. prenosivi SVC i u zadnje vrijeme korištenje razvijenih uređaja energetske elektronike koji odgovaraju upravo temi ovog simpozija

"Poboljšanje karakteristika elektroenergetskog sistema". U mrežu od 1990. godine uloženo ukupno 2,3 milijarde funta.

Prijenos je u stvari monopol i zato mora biti reguliran. S druge strane, ostvarivanje pomoćnih usluga, kao regulacije napona ili stalne rezerve je sada otvoreno konkurenciji i NGC je stvorio tržište za te usluge.

Učešće u regulaciji frekvencije i hladan start čine područje bileteralnih ugovora. Od naročitog je interesa područje regulacije frekvencije. Kod prvog restrukturiranja pumpno-akumulaciona postrojenja Dinorwig i Flestiniog su smatrani toliko važnim za regulaciju frekvencije da su postali dio NGC-a. Vremenom je međutim postalo jasno da se njihove usluge mogu ugovarati kao i ostale, pa su ti izvori odvojeni od NGC-a i prodani 1995. godine.

NGC aktivno ohrabruje industrijske potrošače da sudjeluju u osiguranju rezerve i regulaciji frekvencije, smanjujući svoju potrošnju kod pada frekvencije (primarna regulacija) ili po uputi NGC-a (stalna rezerva).

Kontrola napona i isporuka jalove energije je tehnički kompleksno područje. Međutim, i tu je NGC uspio formirati tržište. To tržište omogućuje korištenje najekonomičnijih izvora jalove snage, bilo da su oni kompenzacijski uređaji bilo elektrane. Izvori su bili pozvani da daju svoje ponude za hladni start, što se svodi na sposobnost postrojenja da starta bez vanjskog napajanja u slučaju raspada sisteme. NGC surađuje s uspješnim partnerima na planovima uspostave pogona.

Današnji ugovori za prijenos s proizvođačima i distributerima počivaju na principu stalnog pristupa (praktički zakupa), a ukoliko je realizacija planiranog prijenosa ugrožena zbog situacije u mreži stanoviti iznos se naplaćuje u ime odštete. U stvari, prijenosni kapacitet varira tijekom dana ovisno o vremenskim uvijetima i tokovima u mreži pa se povremeno javljaju viškovi prijenosnog kapaciteta. Shodno uvođenju novih međusobnih ugovora, predviđeno je preispivanje pristupa prijenosu i cijene prijenosa.

Očito je da mreža omogućuje tržišnu konkurenciju vršeći monopolnu aktivnost na takav način da proizvađači i distributeri mogu sprovoditi svoje djelatnosti na ravnopravnoj osnovi.

4. NASTAJANJE NOVIH STRUKTURA PODUZEĆA I TRŽIŠTA

Neizbježivo je sagledavanje novog tipa poslovanja u elektroprivredi. Poduzeća stvorena 1990. godine g. mogla su slijediti i slijede dvije strategije integriranja:

- Vertikalnu strategiju, koja vodi ka isključivo energetskom poduzeću fuzijom proizvodnje i distribucije ili međusobnom kupoprodajom. Ta energetska poduzeća imaju bolju kontrolu lanca isporuke.
- Horizontalnu strategiju, koja vodi do stvaranja miješanih poduzeća na pr. elekteroprivredna poduzeća koja proširuju svoju djelatnost na sektor plina, vode ili telekomunikacija. To omogućuje poduzećima da svoje ljudske i infrastrukturne resurse maksimalno koriste i da isporučuju, odnosno nude bilo energiju, bilo usluge, bilo mrežu.

Poduzeća koja sprovedu te promjene mogu postići uštede na nivou fakturiranja, kontakta s potrošačima i terenskog osoblja. Ona također poboljšavaju svoj javni imidž.

Slijedeći navedenu strategiju od 1990. godine došlo je do značajnih promjena u vlasništvu i u strukturi sektora. Mnoga javna elektroprivredna poduzeća nisu više nezavisna, a mnoga su i u vlasništvu stranih akcionara.

Osim ovih promjena u zemlji, mnoge su se firme proširile i investirale u inozemstvu. Početna proizvodna poduzeća National Power i Powergen su na tom polju otišla najdalje, ali su i neka manja regionalna poduzeća aktivna u inozemstvu. S povećanim međunarodnim značajem energije i telekomunikacija, neki teže ka globalnim dimenzijama. Biti prisutan na različitim tržištima nudi povećane mogućnosti i ublažuje rizike.

Što se tiče mog poduzeća, njegovo je vlasništvo u početku bilo u rukama Public Electricity Suplliers – regionalnih distribucija.

U godinama koje su slijedile postalo je jasno da će NGC svoju zadaću moći vršiti mnogo aktivnije kao nezavisno poduzeće, pa je 1996. godine dan na burzu. Privatizacijom mi smo se lišili pumpno akumulacionih elektrana i istovremeno ostvarili interese u prijenosu u Argentini, Zambiji i nedavno u Sjevernoj Americi.

Mi smo također poduzeli uspješnu akciju investiranja kroz Energis u telekomunikacije Brazila..

U 1993. godini prhvatili smo mogućnost liberalizacije britanskog telekom tržišta i u otprilike 18 mjeseci izgradili Synchronus Digital Hierarchy (SDH), tj. telekom mrežu ugrađivanjem optičkih kabela u i oko dozemnih užeta dalekovoda odnosno pod zemljom.

U siječnju 1999. godine, u partnerstvu s firmama Sprint International i France Telecom, dobili smo licencu za međugradske i međunarodne veze (prijenos glasa i podataka) u Brazilu. Taj konzorcij bit će drugi najveći operator u Brazilu. Jasno je da nije bilo jedinstvenog modela za razvoj elektroprivrednih poduzeća. Konkurencija i tržište će i nadalje tražiti promjene i prilagodbe u toj gospodarskoj grani.

Važan fenomen proizašao kao posljedica privatizacije je međudjelovanje pojedinih tržišta. Najočitiji primjer su plin i elektrika, gdje se ta interakcija događa putem arbitraže. Proizvađači zainteresirani za prodaju plina mogu ga prodati direktno na tržištu ili nakon pretvorbe u elektrani na tržištu električne enrgije. Isporučitelji plina mogu raditi isto plativši elektrani da joj plin pretvori u električnu energiju. Poduzetnici u tim sektorima imaju dakle mogućnost izvući korist iz razlike cijena i ugovorenih uvijeta između dvaju tržišta To se povre-

meno i dešava. Ipak, tijekom vremena oba tržišta i njihovi regulatori se sve više homogeniziraju.

Ugovori koji dozvoljavaju prekid opskrbe plinom omogućuju drugi način međuakcije dvaju tržišta. Oni dozvoljavaju prekid opskrbe elektrana u vrijeme velike potražnje plina, koja se u pravilu podudara s velikom potražnjom električne energije. Zbog toga plinske elektrane s tako sklopljenim ugovorima raspolažu s rezervama na licu mjesta. Kako dva sistema postaju sve više vezani, postoje argumenti za usaglašavanje njihovih standarda za planiranje i za pogonsku sigurnost.

Na razini mreže postoji slaba ali ipak mjerljiva interakcija između telekomunikacija i prijenosa električne energije. Kad se koristi ista fizička infrastruktura za obje mreže održavanje i zamjena jedne može utjecati na raspoloživost druge.

Pritisak regulatornog tijela i potreba isporuke dobiti dioničarima će i nadalje tražiti promjene u poduzećima u cilju vlastitog poboljšanja efikasnosti, smanjenja troškova i/ili povećanja svog udjela na tržištu. Iskustva stečena na jednom tržištu će se reflektirati na ostala tržišta što će dovoditi do novih promjena.

5. PROMJENE KULTURE U KORIST POTROŠAČA I DIONIČARA

Do sada sam obrađivao velike promjene koje su se desile u energetskom sektoru gdje su se javna poduzeća s tvrdom strukturom pretvorila u dinamičke svjetske sudionike. Menadžerska kultura tih poduzeća je trebala proći slične promjene.

Liberalizacija je potrošača stavila u položaj na način kojeg prije nismo sagledavali. Svaki potrošač može izabrati svog isporučitelja pa poduzeća moraju nastojati zadržati svoje potrošače i pridobiti nove. Kako je riječ o proizvodima koji se ne razlikuju isporučitelji se moraju razlikovati međusobno prvenstveno u cijeni, ali i u imidžu. To je područje gdje horizontalna integracija može dati dobre rezultate bilo da se radi o poduzećima čisto energetske namjene bilo više-mrežne namjene. Poduzeća su također shvatila izvanrednu važnost baza podataka i sustava fakturiranja troškova potrošača kao potporu nereguliranim poslovima.

Istovremeno sa zahtjevom za optimalnuom cijenom potrošači vrše pritisak na svog distributera za poboljšanje kvalitete i pouzdanosti isporuke. Kao odgovor, distributeri unapređuju tehnologiju svojih mreža i koriste tarifne sustave prilagođene tržištu, a uveli su i garantirani standard usluga za svoje potrošače.

Pola-satno mjerenje je obvezatno samo za potrošače snage preko 100 kW. Većina domaćinstava koristi tradicionalno mjerenje uz pretpostavljani dnevni profil potražnje. Kako se tehnologija mjerenja razvija "isporučitelj" stvori mogućnosti da pridobije dio tržišta nudeći pol-satno mjerenje potrošačima niže razine potražnje dozvolivši im tako da potpuno sudjeluju na tržištu. To može dovesti do toga da upravljanje potrošnjom postane ekonomično i za manje potrošače.

Najdublja promjena za većinu elektroprivrednih poduzeća desila se prihvaćanjem komercijalnog vođenje s jasnim naporom utvrđivanja i kontrole troškova. Ona moraju realizirati dobit svojim dioničarima u skladu s tržišnim očekivanjima. Kao što njihovi zaposlenici nemaju garantirani doživotni posao tako se i poduzeća moraju dokazivati. Ona su zato prihvatila novi pristup riziku.

Protivljenje povećanju rizika u starim poduzećima morala se je zamijeniti s profesionalnim pristupom procijeni rizika. To se naročito odnosi na inozemne investicije gdje politički i novčani rizici mogu često biti viši i gdje je nužno stvoriti uravnoteženi portfelj. Maksimizirati dostignuća poduzeća znači dobiti ono najbolje od zaposlenika. Kontinuirano školovanje je bitno za poduzeće koje djeluje na sve širem tržištu podložnom stalnim promjenama. Zaposlenici shvaćaju kako preživljavanje njihove firme ovisi o prihvaćanju stalnih promjena. Internet i intranet mogu otvoriti nove putove podjele informaacija. Timski rad je također bio područje posebnog interesa u NGC-u rušeći međunarodne barijere i nudeći koopoeraciju umjesto konkurencije. Ciljevi koje postavlja direkcija se protežu kaskadno do baze putem sistema koji prati dostignuća pojedinca (performance management system). Stare navike i prakse naslijeđene iz doba nacionaliziranih poduzeća zamjenjene su s trajnim školovanjem menadžera. Bolja komunikacija (u oba smjera) je ohrabrena sistemom sastanaka i povratnih informacija među ekipama na razini poduzeća a uvedena je i horizontalna struktura da bi se skratili putovi komunikacije i omogućila veća odgovornost zaposlenika. Između ostaloga u tijeku je realizacija nacionalnog projekta investiranja u ljudske resurse (Investing in People).

Usporedo s razvojem naše unutarnje kulture u poduzeću mi smo mijenjali način rada s isporučiteljima. Mi smo surađivali mnogo više u razvoju novih tehnologija; nalazeći prikladnu ravnotežu u istraživanju i razvoju između nas i isporučitelja. Osim toga odgovornost isporučitelja se povećava, jer se od sada ona odnosi na svaku konceptualnu grešku na njihovoj opremi.

Rad mnogih elektroprivreda znakovito se razlikuje od onog od prije deset godina.

Ona danas odgovaraju potrošačima i dioničarima i taj novi imperativ prouzrokuje ili utječe na aktivnosti.

6. NADOLAZEĆE TEHNOLOGIJE: VODE LI NAS ONE U NOVU PROMJENU PARADIGME?

Podsjetimo se ukratko što se je promIjenilo. Samo deset godina ranije potrošači nisu imali izbora kod kupnje električne energije. Danas svaki potrošač može po svojoj volji birati između više isporučitelja.

Samo pred deset godina u Engleskoj i Walesu nova proizvodnja je skoro isključivo bila bazirana na velikim nuklearnim elektranama ili elektranama na ugljen.

Danas su plinske elektrane preuzele veliki dio tržišta od ugljena i nema planova za nove nuklearne elektrane. Potiče se proizvodnja koja više uvažava zaštitu okoliša.

Restrukturiranje sektora zajedno s promjenama u zaštiti okoliša i pejzaža totalno je promijenilo budućnost potrošača, distributera i proizvođača. Međutim nije došlo vrijeme za skrstiti ruke i opustiti se. Tehnologija se ne prestaje razvijati. Ona nam pruža mogućnosti za nove prodore. Zato moramo gledati spram novim razvojima koji će opet promijeniti paradigmu.

Jedna takva promjena može ležati u tehnologiji proizvodnje s malim generatorima. Kombi turbine i toplane (CHP) također su znatno promijenile proizvodnju i ustupile od trenda sve većih jedinica. No na pomolu su nove tehnologije koje mogu promijeniti ta pravila. Jedna takva tehnologija su gorive ćelije koje pretvaraju plin u električnu energiju bez sagorjevanja.

Druga varijanta su mikro CHP npr. plinski generator snage 1 kW s mogućnosti grijanja vode. Ni jedna od tih tehnologija nije danas praktički upotrebljiva za širu primjenu, ali ako se troškovi spuste na zadovoljavajuću razinu, one bi mogle početi smanjivati ulogu velikog prijenosa, a uloga mreže bi se vratila svojoj prvobitnoj namjeni tj. sigurnosti opskrbe i držanju rezerve za slučaj kvarova.

Iz pogleda vlasnika prijenosa neke od tih tehnologija bi mogle činiti ekonomsku alternativu pojačanju sistema ili bi mogle pomoći u kvaliteti napajanja. Možda bi trebalo promijeniti licencu NGC-a kako bi on mogao koristiti takav pristup koji dovodi do smanjenja tržišnih troškova.

Oni među nama koji se bave s prijenosom trebaju razmotriti odgovore na takve promjene. Moramo stvoriti viziju baziranu na maksimalnom korištenju naših resursa uključujući i naše ljude. Umjesto isporučitelja električne energije moramo se redefinirati kao isporučitelji energije. Moramo se usredotočiti na dodatnu vrijednost integrirane mreže nasuprot podijeljene proizvodnje i postaviti se kao operatori mreža bez obzira prenosile one elektriku, plin telekomunikacije ili participirale u regulaciji zračnog prometa.

Naravno tradicionalne podjele polako nestaju. Sa sve više integrirane (umetnute) proizvodnje (uključujući obnovljivu) i većom primjenom SCADA tehnologije na niskom naponu distribucijski sistemi postaju dinamičke mreže, zbog čega energetski sustav treba promatrati kao jedinstvenu energetsku cjelinu.

Poput tehnologije komunikacija i informacija električna je energija također promijenila našu svakidašnjicu. Današnje tržište električne energije na veliko ne bi moglo biti ostvareno bez IT infrastrukture i sada ta tehnologija stvara veće mogućnosti potrošačima da sudjeluju na tržištu. Navedena infrastruktura omogućava sofisticiraniji sustav mjerenja koji dobavlja informacije isporučitelju i da šalje informacije i kontrolne signale (kao daljinsko upravljanje aparatima) potrošaču.

Kao i u mnogim sektorima barijere se ruše. Prijenos električne energije prestaje biti točno limitirani posao i pretvara se u funkciju unutar jednog okvira koji je znatno širi i više integriran. Ova promjena možda ne predstoji neposredno, ali dogodit će se brzo pa će poduzeća, koja prva prepoznaju mogućnost, biti poduzeća koja će uspjeti u budućnosti.

7. ZAKLJUČCI

Dozvolite mi da sumiram:

- UK je bila na čelu svjetskih gibanja prema liberalizaciji energetskih tržišta
- Liberalizacija elektroprivrede je dala moć u ruke potrošača
- Uspješne kompanije su okrenute svojem osnovnom poslu i maksimalnom korištenju svojih resursa da bi poboljšale efikasnost
- Da bi preživjeli i uspjeli u promjenjivom okruženju, moramo slijediti promjene i odgajati naše ekipe da budu fleksibilne komercijalno i inovativno.
- Moramo biti ponosni da radimo u jednom ključnom i dinamičkom sektoru gdje tržište, globalizacija, briga za čuvanje okoliša i tehnički progres postavljaju bez kraja nove izazove.

Mi živimo u uzbudljivim vremenima koja će biti još i uzbudljivija. U deset godina prešli smo veliki put.

Teško mi je zamisliti gdje ćemo biti nakon slijedećih deset godina.

OSVRT NA PRILIKE U REPUBLICI HRVATSKOJ

Činjenica da je uvodno predavanje održao baš predsjednik NGC-a – prijenosnog poduzeća ne treba čuditi, jer se ionako cijela aktivnost oko liberalizacije tržišta, restrukturiranja elektroprivrede i njene privatizacije u nekim zemljama naziva **transmission bussines** s obzirom na ulogu prijenosa u tim aktivnostima.

Predavač je naglasio da svaka zemlja ima svoje specifičnosti, ali i da postoje zajednički faktori koji se na ovaj ili onaj način nameću i samo njihovo razumIjevanje može dovesti do efikasnih promjena u pojedinoj elektroprivredi.

Vidljivo je da su se u Velikoj Britaniji u proteklih deset godina dogodile vrlo značajne promjene, koje su iz temelja promIjenile sliku elektroprivrede. Naša je situacija naravno bitno , različita ali neki tonovi koji su se mogli čuti na Okruglom stolu HK CIGRE u Cavtatu 1999. godine o tome da pripremama treba započeti odmah, ali da za izbor modela pretvorbe i rokove imamo vremena koliko hoćemo, čini se ne stoje. Ovo tim više, budući da trenutak ulaska Hrvatske u EU danas bliži nego u vrijeme održavanja Okruglog stola u Cavtatu, a aktivnosti koje nas čekaju mogu doduše biti manjeg

opsega od onih u Velikoj Britaniji, no još su uvijek velike i traže mnogo vremena i angažiranja velikog broja stručnjaka.

Uloga koju je odigrala prijenosna mreža odnosno NGC je naročito interesantna. Vidljivo je tako da su funkcije prijenosa, bez obzira bilo one posebno poduzeće ili posebna ekonomska jedinica, u jedinstvenoj elektroprivredi teško sprovedive ukoliko Transmission System Operator tj. dispečer i sektor telekomunikacija nisu uključeni u prijenos. Tamo naime treba donositi odluke o nužnim zahvatima u mreži kako bi ona zadovoljila svim zahtjevima tržišta. Tamo treba izvršiti optimalni izbor između investiranja u hardware ili u software. Tamo se ugrađuju svjetlovodni kabeli na dalekovodima koji omogućuju ulazak u telekomunikacije. Mi smo upravo sada te djelatnosti izdvojili iz prijenosa. Zašto?

Slijedeća vrlo važna činjenica je niz aktivnosti koje je sproveo NGC investiranjem u poprečne transformatore, statičke Var kompenzatore (SVC) i kondenzatore s namjerom da se omogući veći prijenos, veća stabilnost i bolje naponske prilike. Mi smo imali, imamo i imat ćemo u buduće još više tih problema s prijenosnom stabilnosti i naponskim prilikama u mreži 400 kV. Ne zaboravimo da su nam i sjeverna i južna prijenosna magistrala vrlo dugačke bez potpornih točaka (osim HE Velebit), a porast našeg konzuma, a naročito tranzita donosi sa sobom nove probleme. Trebalo bi danas pristupiti analizi te problematike, pronalaženju odgovarajućih rješenja i izradi dokumentacije kako bi se u danom momentu moglo brzo djelovati. Treba izabrati uređaje, treba ih locirati i treba riješiti način njihovog priključka. Dovoljno je samo zamisliti kakve je prednosti NGC-u donijelo rješenje s prenosivimg SVC-om.

Kad je riječ o nastajanju novih struktura i poduzeća teško se je uspoređivati s NGC-om, no zar ne bi mogli razmišljati o ulasku u domaće telekomunikacije ili investiranju u neke nam bliske zemlje. Pa i u Cavtatu se pojavila ideja o Zagrebu kao centru srednje-evropskog Poola, što također spada u tu kategoriju.

Predavač u zadnjem pasusu govori o novim tehnologijama i mogućim promjenama paradigme. Da li nam tempo kojim se krećemo omogućuje približavanje NGC-u ili se sve više udaljujemo?

U Cavtatu je rečeno da se HEP po pitanjima restrukturiranja i liberalizacije nalazi negdje u sredini europskih kretanja. Da li je to baš tako?

Stječe se dojam da bi se svakako trebalo aktivnije uključiti u realizaciju koraka koje je u svom referatu u Cavtatu dosta detaljno predložio Energetski institut "Hrvoje Požar".

U svakom slučaju može se puno toga naučiti iz iskustva NGC-a.

Naslov pisca:
Dr. sc. Zorko Cvetković
HK CIGRE
Berislavićeva 6
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2000-02-27

PRAVILNIK O KONTROLI PROJEKATA

Na temelju Zakona o gradnji (NN 52/99 i 75/99) donesen je Pravilnik o kontroli projekata. Pravilnik je objavljen u Narodnim novinama broj 7 od 20. siječnja 2000. godine. Stupanjem na snagu ovog Pravilnika prestaje vrijediti Pravilnik o kontroli projekata iz 1993. godine (NN broj 47/93).

Ovim Pravilnikom određuju se građevine za koje je obvezna kontrola glavnog projekta te se određuju sadržaj i propisuje način obavljanja kontrole, ovjere projekata i naknada za obavljenu kontrolu.

U članku 2 određuje se koja se kontrola mora obaviti. Ovisno o vrsti građevine kontrola se mora obaviti s obzirom na: mehaničku otpornost i stabilnost, zaštitu od buke te uštedu energije i toplinsku zaštitu.

U člancima 3 do 6 navodi se za koje građevine je obvezna kontrola, tj. za koje se treba obaviti kontrola na mehaničku otpornost i stabilnost. To su: zgrade, prometne, energetske, vodne i podzemne građevine te ukopane građevine i posebna temeljenja i sanacija zemljišta.

Članci 4 i 5 daju pregled kontrole s obzirom na zaštitu od buke te uštedu energije i toplinsku zaštitu. Kontrola zaštite od buke obavlja se za zgrade, državnu cestu, željezničku prugu i zračnu luku. Kontrola glavnog projekta glede energije i toplinske zaštite obvezna je za zgradu bruto površine 800 m^2, koja se grije na 12 °C i više te koja se hladi na najmanje od 0°C.

U člancima 6 do 9 utvrđuje se detaljan sadržaj kontrole, dok se u člancima 10 do 16 propisuje način obavljanja kontrole glavnog projekta. Kao dokaz o kontroli projekta revident izdaje izvješća čiji je sadržaj utvrđen ovim Pravilnikom:

- izvješće o kontroli glavnog projekta
- izvješće o kontroli izvedbenog projekta
- izvješće o obavljenom pregledu radova te
- godišnje izvješće o obavljenim kontrolama projekata.

Revident ovjerava projekt štambiljom, čiji oblik i sadržaj su propisani ovim Pravilnikom.

U člancima 17 do 24 utvrđene su naknade za obavljenu kontrolu.

SBK

PRAVILNIK O UVJETIMA VOĐENJA GRAĐEVNOG DNEVNIKA

Na temelju Zakona o gradnji (NN broj 52/99 i 75/99) donesen je Pravilnik o uvjetima vođenja građevnog dnevnika. Objavljen je u Narodnim novinama broj 6 od 19. siječnja 2000. godine. Danom stupanja na snagu ovog Pravilnika prestaje vrijediti Pravilnik o uvjetima, načinu i obrascu vođenja građevinskog dnevnika iz 1993. godine (NN broj 59/93).

Pravilnikom je utvrđuju uvjeti, način vođenja i obrazac građevnog dnevnika kao dijela dokumentacije koju izvođač mora imati na gradilištu.

Zakon definira građevni dnevnik kao dokument o tijeku gradnje kojim se dokazuje usklađenost uvjeta i načina gradnje, odnosno izvođenja pojedinih radova s pretpostavkama i zahtjevima iz glavnog projekta, izvedbenog projekta, propisa i normi.

U člancima 3 do 9 propisuje se tko i kako vodi dnevnik, što se upisuje u dnevnik, tko potpisuje i kada dnevnik tijekom cijele izgradnje od početka radova na gradilištu do završetka izgradnje. Nakon izgradnje glavni nadzorni inženjer daje investitoru dnevnik na trajno čuvanje.

SBK

PRAVILNIK O NAČINU OBAVLJANJA INSPEKCIJSKOG NADZORA GRAĐEVNE INSPEKCIJE

Temeljem Zakona o izgradnji (NN broj 52/99 i 75/99) donesen je Pravilnik o načinu obavljanja inspekcijskog nadzora građevne inspekcije. Pravilnik je objevljen u Narodnim novinama broj 9 od 25 siječnja 2000. godine.

Ovim Pravilnikom propisuje se način obavljanja inspekcijskog nadzora građevne inspekcije.

U člancima 2 do 5 propisuje se način izrade plana i programa rada građevinske inspekcije te način provođenja inspekcijskog pregleda. O ispekcijskom pregledu sastavlja se zapisnik kao dokaz o tijeku i sadržaju pregleda te utvrđenju stanja i poduzetim ili naređenim mjerama. Sadržaj zapisnika utvrđen je posebnim propisima.

Inspektor i nadzornik dužni su voditi očevidnik o obavljenim inspekcijskim pregledima prema posbnom propisu.

Inspekcijski nadzor obavlja se na gradnji građevine, uklanjanju građevine te održavanju građevine.

Inspekcijski nadzor gradnje propisan je u člancima 6 do 18. Inspekcijski nadzor uklanjanja građevine propisan je u člancima 19 do 21, a o održavanju građevine u člancima 22 do 28. detaljno je utvrđen način rada kod objekata koji imaju građevnu dozvolu kao i kod objekata za koje nije potrebna građevna dozvola.

SBK

IZ IZVJEŠĆA DRŽAVNOG ZAVODA ZA STATISTIKU

Od prvog siječnja 1997. godine primjenjuje se pri izradi statističkih izvješća nova Nacionalna klasifikacija djelatnosti NKD, utemeljena na europskoj klasifikaciji NACE, Rev 1 koja je obvezna za države članice Europske unije. Upisom u Registar svakom se poslovnom subjektu dodjeljuje sedmeroznamenkasti matični broj, a dijelu poslovnog subjekta određuje se četveroznamenkasti redni broj uz matični broj. Svim poslovnim subjektima i njihovim dijelovima dodjeljuje se i šifra djelatnosti prema NKD-u. Područje E obuhvaća:

- ❑ Odjeljak 40 – Opskrba električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom
- ❑ Odjeljak 41 – Skupljanje, pročišćavanje i distribucija vode

➢ Na dan 31. prosinca 1999. godine pravne osobe prema područjima NKD – Područje E čine:

- Ukupno 169 pravnih osoba, odnosno 150 aktivnih pravnih osoba

- 128 registriranih trgovačkih društava, odnosno 125 aktivnih trgovačkih društava.

➢Trgovačka društva prema aktivnosti za Područje E:

- Ukupno 128 registrirana trgovačka društva, odnosno ukupno 125 aktivnih trgovačkih društava. Od toga:
  - 7 registriranih dioničkih društava, odnosno 7 aktivnih dioničkih društava
  - 120 registriranih društava s ograničenom odgovornošću, odnosno 117 aktivnih društava s ograničenom odgovornošću
  - 1 registrirano komanditno društvo, odnosno 1 aktivno komanditno društvo.

Statističke jedinice za mjesečna i godišnja izvješća jesu trgovačka društva razvrstana u područja C, D i E u Registru poslovnih subjekata. Pri određivanju statističkih jedinica poštivan je i teritorijani princip na razini županija, tj. jedna statistička jedinica obuhvaća samo jednu županiju, pa je Hrvatska elektroprivreda dužna ispuniti toliko izvješća koliko ima županija, iako je jedan poslovni subjekt.

Između statističkih podataka objavljenih u mjesečnim i godišnjim izvješćima Državnog zavoda za statistiku izabrani su najinteresantniji podaci za Područje E – odjeljak 40: Opskrba električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom

Obuhvaćeni su:

- podaci o proizvodnji električne energije s indeksima fizičkog obujma proizvodnje
- podaci o neto i bruto plaći te broju zaposlenih djelatnika
- indeksi cijena industrijskih proizvoda.

Promatra se 4-godišnje razdoblje od 1996 . do 1999 . godine, za koje su iskazani godišnji i mjesečni podaci.

Proizvodnja električne energije

Karakteristike proizvodnje električne energije iskazane s indeksom fizičkog obujma industrijske proizvodnje, te apsolutnim vrijednostima proizvodnje električne energije za 4-godišnje razdoblje. Radi lakšeg sagledavanja trendova prikazani su podaci o godišnjim i mjesečnim vrijednostima za 1996., 1997. i 1998. te za1999. godinu.

Indeksi fizičkog obujma industrijske proizvodnje za odjeljke izračunati su po Laspeyresovoj formuli. Temelj za izračunavanje indeksa su podaci o proizvodnji u naturalnom izrazu prema nomenklaturi industrijskih proizvoda i pondera za te proizvode koji predstavljaju dodanu vrijednost za jediničnu proizvodnju u kojoj se proizvod iskazuje.

Indeksi fizičkog obujma proizvodnje za ukupno izračunati su na temelju indeksa odjeljaka i stopa kojom odjeljci sudjeluju u ukupnoj dodanoj vrijednosti u području industrije. Znak "∅" ispred brojčane vrijednosti označava godišnji prosjek.

U tablici 1 i dijagramom na slici 1 prikazani su mjesečni indeksi fizičkog obujma proizvodnje za 1996., 1997. i 1998. godinu te za 1999. godinu. Godina 1995. uzeta je s indeksom 100.

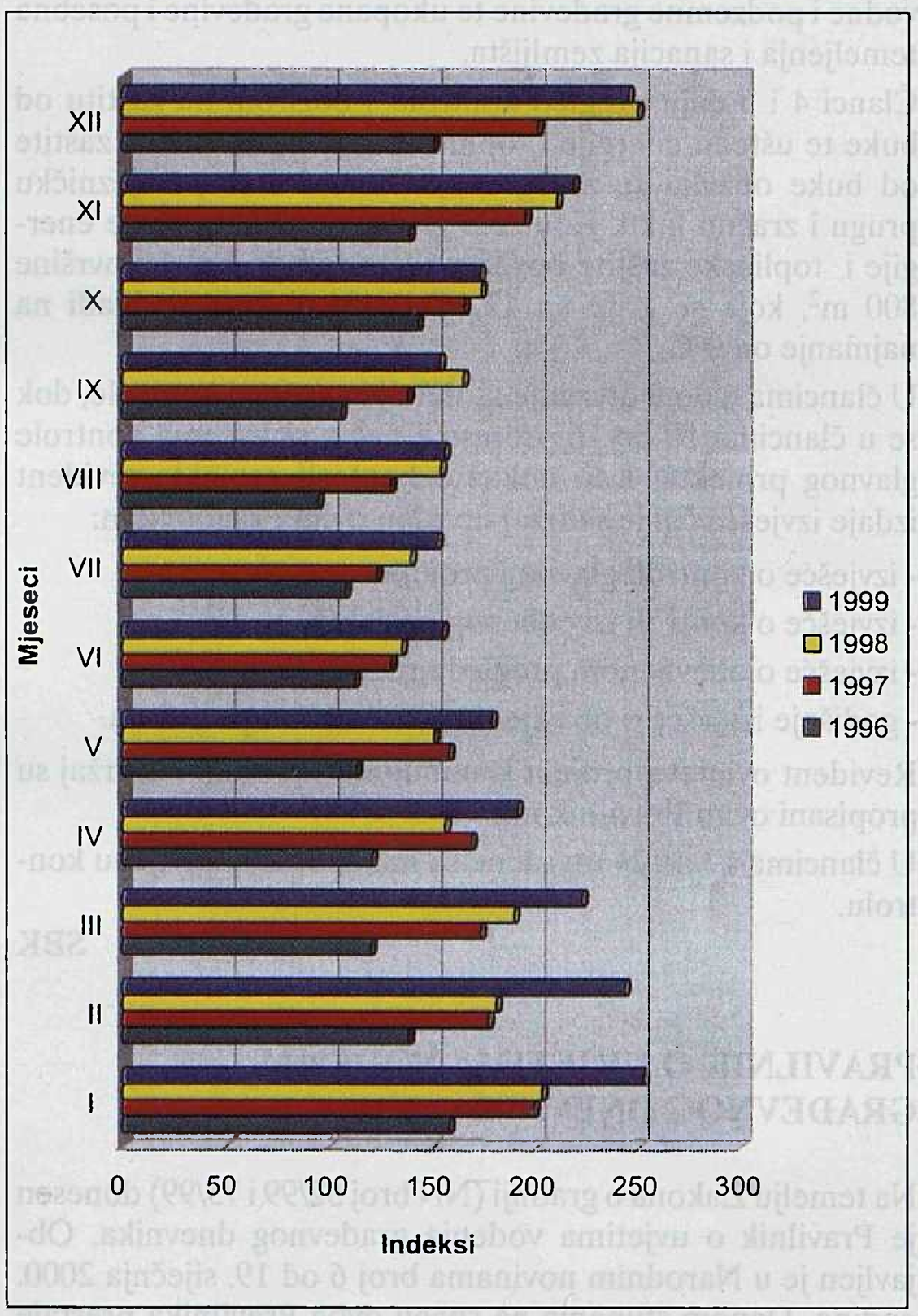
Treba napomenuti da se indeksi odnose prema novoj klasifikaciji na opskrbu električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom (E 40).

Ako se promatra razdoblje od četiri godine, najviši indeksi ostvareni su u 1999. godini. Ako se promatraju mjeseci pojedinačno, viši indeksi ostvaruju se u zimskom razdoblju kroz sve godine, a najniži u ljetnom, tj. padaju prema kraju drugog tromjesečja.

Tablica 1 - Indeksi fizičkog obujma proizvodnje (1995. = 100)

(Izvor: Mjesečna statistička izvješća za 1996., 1997., 1998. i 1999. godinu)

Godina/ Mjesec	1996	1997	1998	1999
I	158 .1	199.3	203.1	252.3
II	138.4	177.3	180.9	243.3
III	120.2	173.6	189.5	222.5
IV	120.6	169.0	156.2	191.2
V	113.4	158.1	151.0	178.8
VI	112.6	130.2	135.1	155.1
VII	108.0	123.3	139.4	152.4
VIII	94.7	130.0	154.1	155.9
IX	105.9	138.2	164.7	153.7
X	142.9	165.5	173.7	173.1
XI	138.8	195.2	210.0	218.3
XII	150.7	201.1	249.2	244.8



Slika 1 - Indeksi fizičkog obujma proizvodnje (1995. = 100 %)

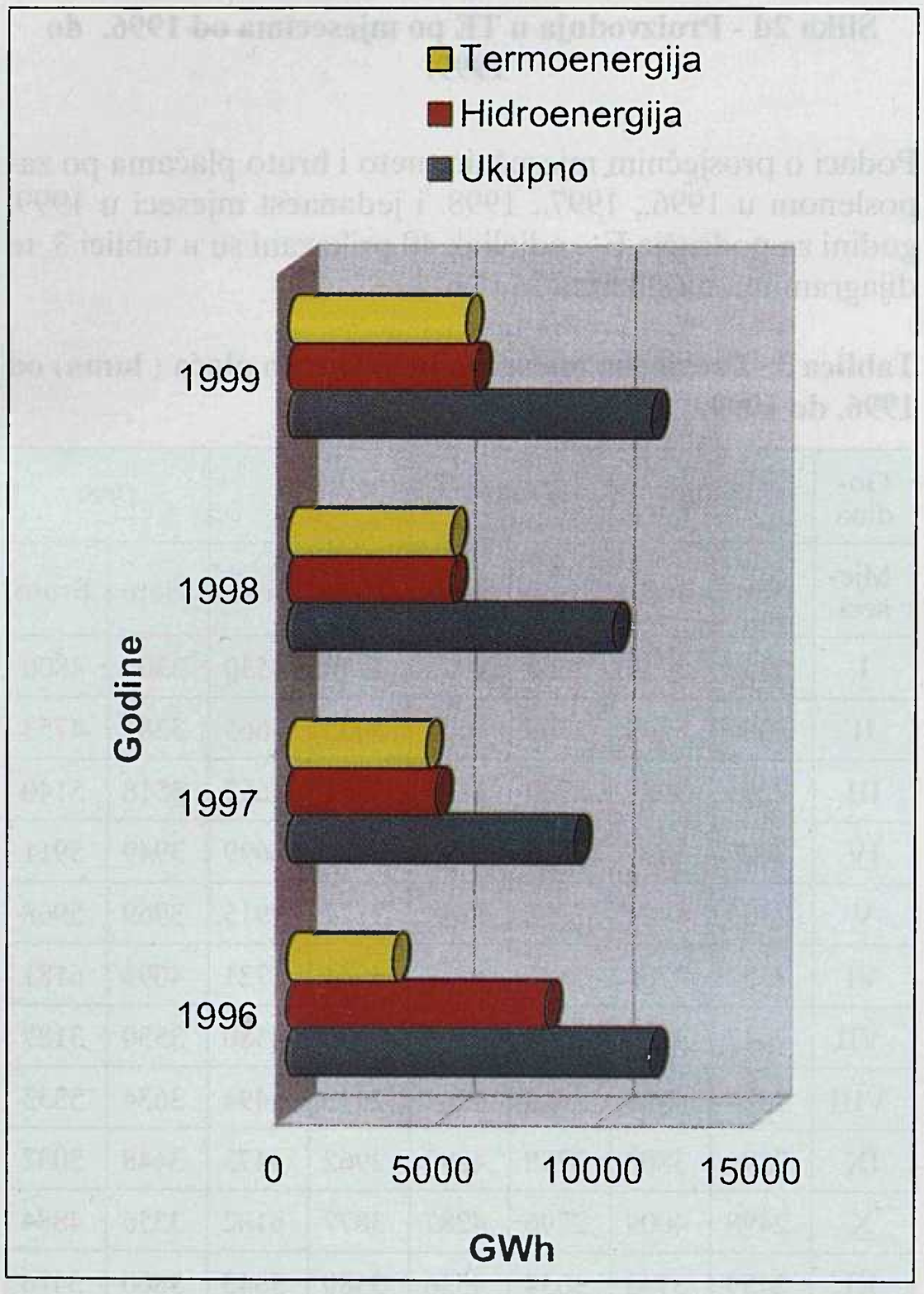
Apsolutni iznosi proizvedene električne energije prikazani su u tablici 2 te dijagramim a na slikama 2a, 2b, 2c i 2d. Prikazana je mjesečna i ukupna godišnja proizvodnja električne energije. Uz ukupnu proizvodnju prikazana je i proizvodnja u hidroelektranama i termoelektranama.

Tablica 2 - Struktura proizvodnje električne energije (MWh) po mjesecima u 1996., 1997. , 1998. i 1999. godini

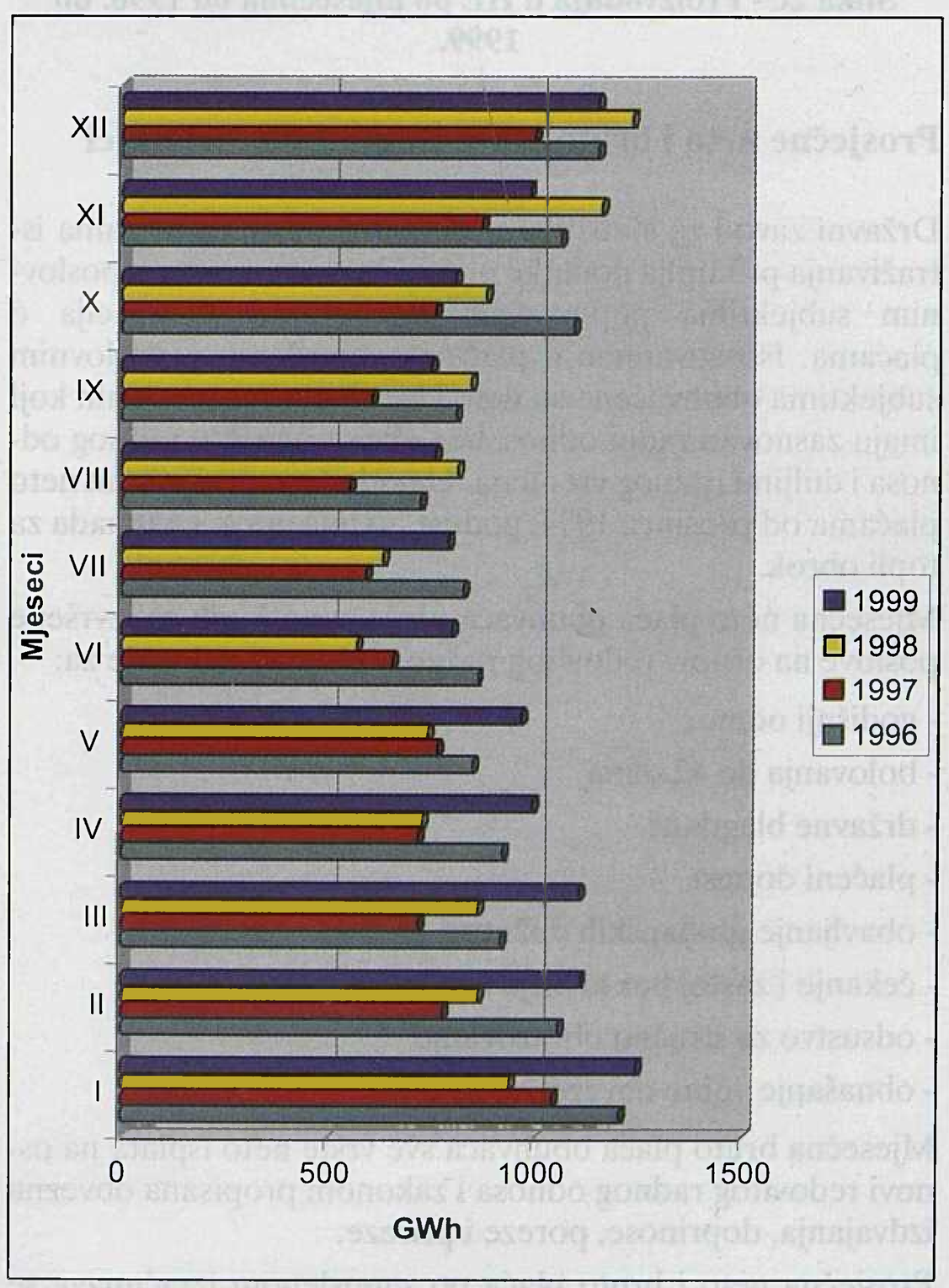
Godina	1996			1997			1998			1999		
Mjeseci	Ukupno	HE	TE	Ukupno	HE	TE	Ukupno	HE	TE	Ukupno	HE	TE
I	1204636	928578	276049	1042000	730650	311350	935636	575153	360483	1245272	516697	728575
II	1054494	727272	327222	776169	516192	259977	861484	377914	483570	1106040	513392	592648
III	915902	600623	315279	718006	373923	344083	858792	301152	557640	1102058	581814	520244
IV	919351	694125	225226	714235	343692	370543	726690	368485	358205	9922735	629143	363592
V	846461	627322	237139	759619	431702	327917	738153	699617	38536	963792	635768	328024
VI	858342	571162	287180	651068	347073	303995	567286	311057	256229	796364	421917	374447
VII	823025	560168	262857	591852	265140	326712	631404	309164	322240	788436	359645	428791
VIII	721779	473939	247840	548288	209870	338418	812894	294167	518727	756026	321727	434299
IX	806929	478664	328265	605494	188493	417001	844185	317474	526711	746519	316839	429680
X	1089414	770883	318531	755209	186356	568853	880065	584179	295886	805267	393887	411380
XI	1058012	807280	250732	868306	460800	407506	1156526	554981	601545	984461	434258	550203
XII	1148171	897889	250282	997316	620568	376748	1230894	437516	793378	1148091	723513	424578
Ukupno	11446516	8137905	3326602	9027562	4674459	4353103	10244009	5130859	5113150	11435061	5848600	5586461

Na slici 2a prikazana je struktura proizvodnje električne energije (ukupno, hidro, termo) po godinama za razdoblje od 1996. do 1999. godine. U razdoblju od 1996. do 1999. godine, proizvedena je približno ista količina električne energije u hidro i termoelektranama, osim u 1996. godini, kada je proizvedeno znatno više električne energije u hidroelektranama.

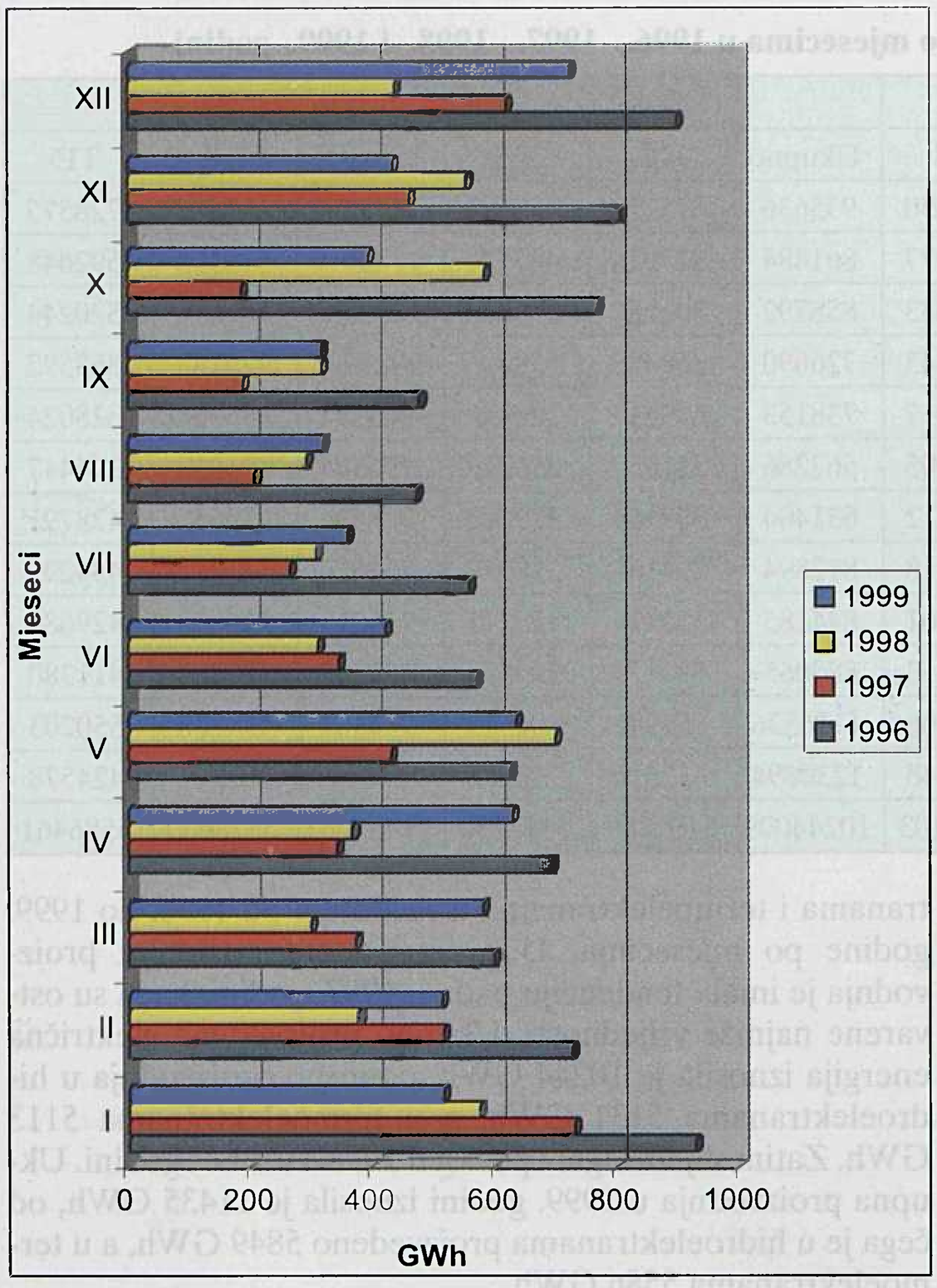
Slika 2b prikazuje ukupnu proizvodnju električne energije u razdoblju od 1996. do 1999. godine po mjesecima, a slike 2c i 2d prikazuju proizvodnju električne energije u hidroelektranama i termoelektranama u razdoblju od 1996. do 1999. godine po mjesecima. U promatranom razdoblju proizvodnja je imala tendenciju pada u 1997. godini, kada su ostvarene najniže vrijednosti. Ukupno proizvedena električna energija iznosila je 10244 GWh, odnosno proizvodnja u hidroelektranama 5131 GWh, a u termoelektranama 5113 GWh. Zatim slijedi lagani porast u 1998. i u 1999. godini. Ukupna proizvodnja u 1999. godini iznosila je 11435 GWh, od čega je u hidroelektranama proizvedeno 5849 GWh, a u termoelektranama 5586 GWh.



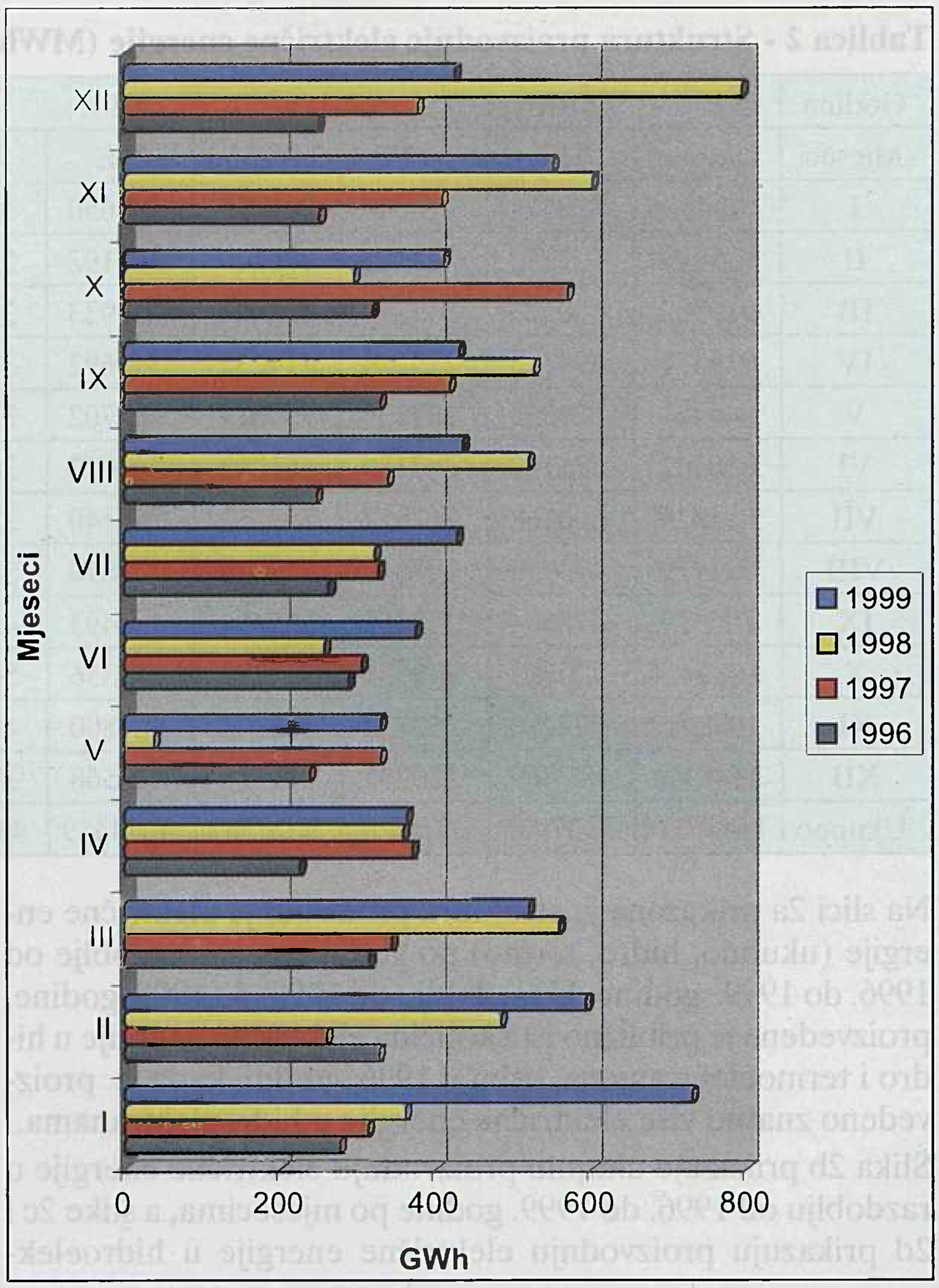
Slika 2a - Struktura proizvodnje električne energije od 1996. do 1999.



Slika 2b - Ukupna proizvodnja električne energije po mjesecima od 1996. do 1999.



Slika 2c - Proizvodnja u HE po mjesecima od 1996. do 1999.



Slika 2d - Proizvodnja u TE po mjesecima od 1996. do 1999.

Prosječne neto i bruto plaće i zaposleni djelatnici

Državni zavod za statistiku u okviru godišnjih programa istraživanja prikuplja podatke putem izvješća, koji se u poslovnim subjektima popunjavaju na temelju evidencija o plaćama. Istraživanjem o plaćama zaposlenih u poslovnim subjektima obuhvaćene su neto i bruto plaće zaposlenih koji imaju zasnovan radni odnos, bez obzira na vrstu radnog odnosa i duljinu radnog vremena. U podatke o prosječnim neto plaćama od prosinca 1994. godine uključena je i naknada za topli obrok.

Mjesečna neto plaća obuhvaća plaće zaposlenih za izvršene poslove na osnovi redovitog radnog odnosa i naknade za:

- godišnji odmor
- bolovanja do 42 dana
- državne blagdane
- plaćeni dopust
- obavljanje građanskih dužnosti
- čekanje i zastoj bez krivnje zaposlenog
- odsustvo za stručno obrazovanje
- obnašanje vojne obveze.

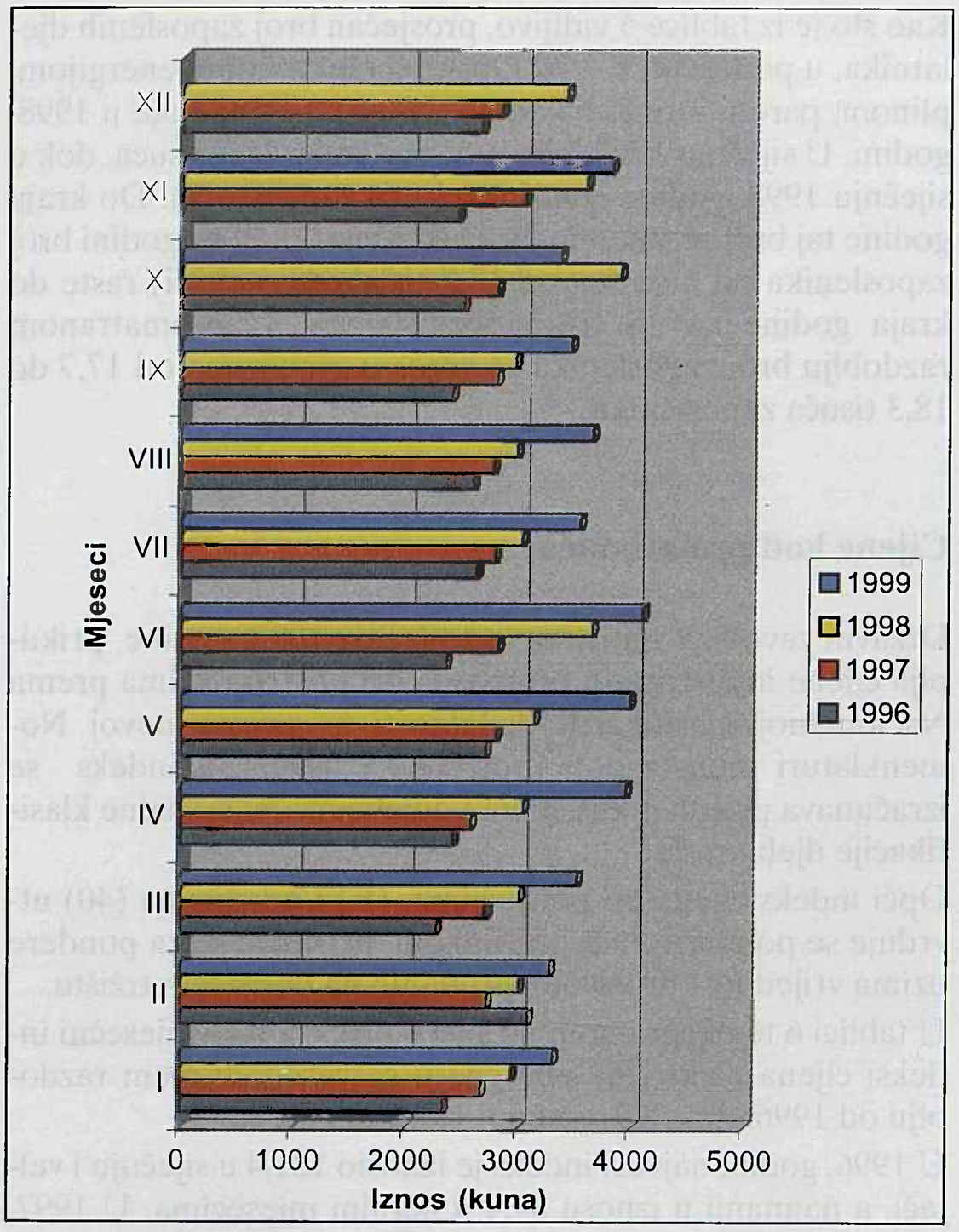
Mjesečna bruto plaća obuhvaća sve vrste neto isplata na osnovi redovitog radnog odnosa i zakonom propisana obvezna izdvajanja, doprinose, poreze i prireze.

Prosječna neto i bruto plaća po zaposlenom izračunava se dijeljenjem ukupnih isplata s brojem zaposlenih koji su primili isplate.

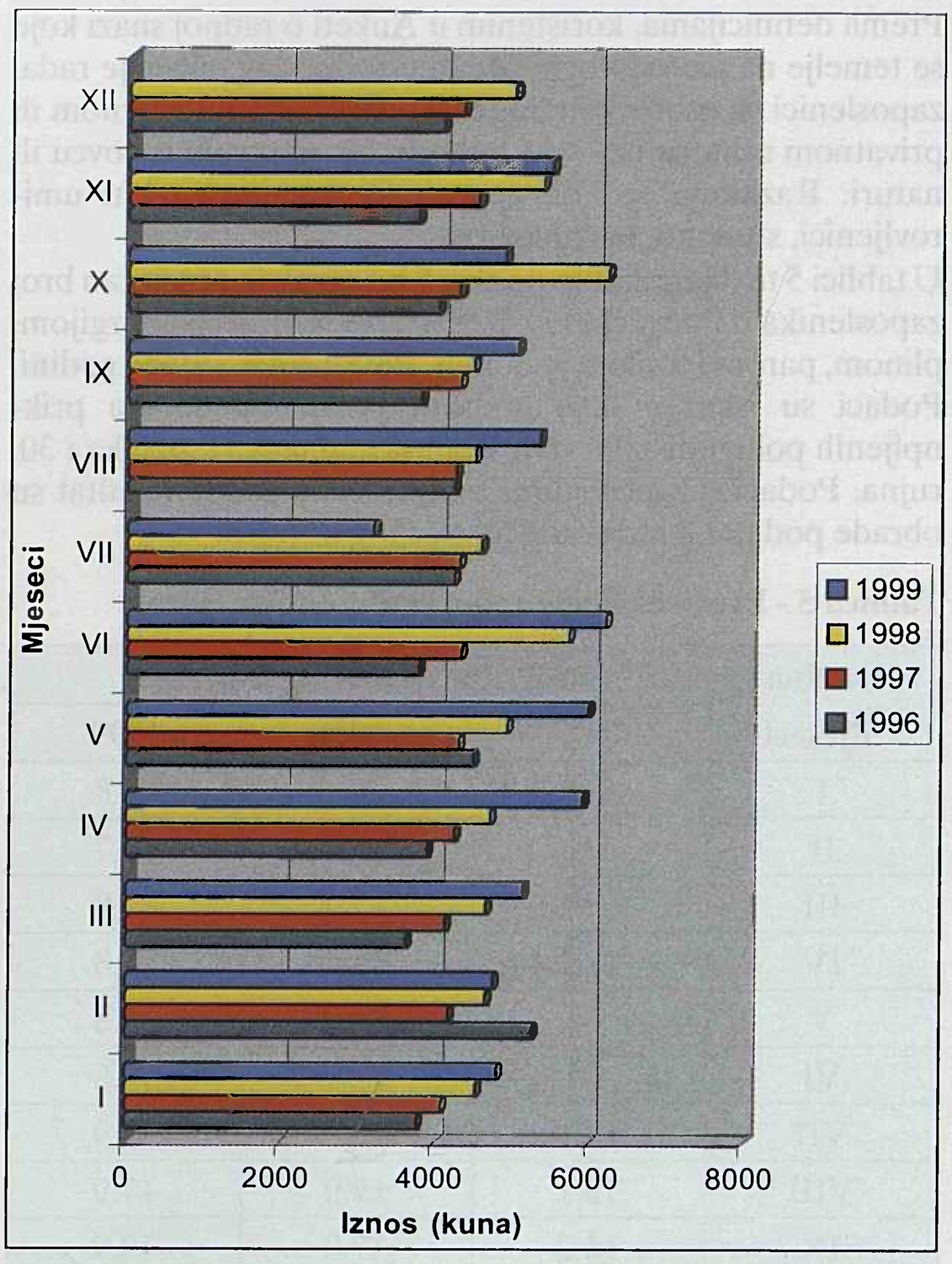
Podaci o prosječnim mjesečnim neto i bruto plaćama po zaposlenom u 1996., 1997., 1998. i jedanaest mjeseci u 1999. godini za područje E – odjeljak 40 prikazani su u tablici 3 te dijagramima na slikama 3a i 3b.

Tablica 3 - Prosječna mjesečna neto i bruto plaća (kuna) od 1996. do 1999.

Godina	1996		1997		1998		1999	
Mjeseci	Neto	Bruto	Neto	Bruto	Neto	Bruto	Neto	Bruto
I	2336	3775	2663	4073	2935	4530	3304	4800
II	3086	5248	2709	4178	3005	4665	3281	4753
III	2265	3624	2707	4135	3001	4652	3518	5140
IV	2409	3898	2567	4256	3028	4699	3949	5911
V	2705	4485	2792	4294	3127	4915	3969	5968
VI	2352	3780	2805	4322	3644	5721	4093	6181
VII	2617	4222	2784	4288	3022	4580	3530	3187
VIII	2588	4228	2769	4245	2973	4494	3634	5333
IX	2396	3800	2788	4297	2962	4473	3448	5032
X	2498	4009	2796	4287	3877	6182	3356	4884
XI	2439	3742	3034	4526	3580	5343	3800	5476
XII	2658	4053	2824	4334	3407	4981		



Slika 3a - Prosječne neto plaće u razdoblju od 1996. do 1999. godine po mjesecima



Slika 3b – Prosječne bruto plaće u razdoblju od 1996. do 1999. godine po mjesecima

Najveća prosječna mjesečna neto plaća zaposlenih u djelatnosti opskrbe električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom (E 40) ostvarena je u lipnju u 1999. godini u iznosu od 4093 kune, dok je najmanja iznosila 2265 kuna u ožujku 1996. godine.

Istodobno je najviša bruto plaća iznosila 6181 kunu, a najmanja 3624 kune.

U prva dva mjeseca u 1999. godini neto i bruto plaće pokazuju tendenciju pada. U siječnju 1999. godine prosječna neto plaća za ovu grupu djelatnosti iznosila je 3304 kune (bruto 4800 kuna), a u veljači 3281 kunu (bruto 4753 kune). U ožujku se nastavlja porast sve do srpnja kada neto plaća, kao i u ostalim mjesecima do kraja godine, oscilira, ali ne dostiže vrijednost iz lipnja 1999. godine.

Prosječna godišnja neto i bruto plaća po zaposlenom u 1996., 1997., 1998. i za jedanaest mjeseci u 1999. godini za područje E – odjeljak 40 prikazana je u tablici 4 te dijagramom na slici 4.

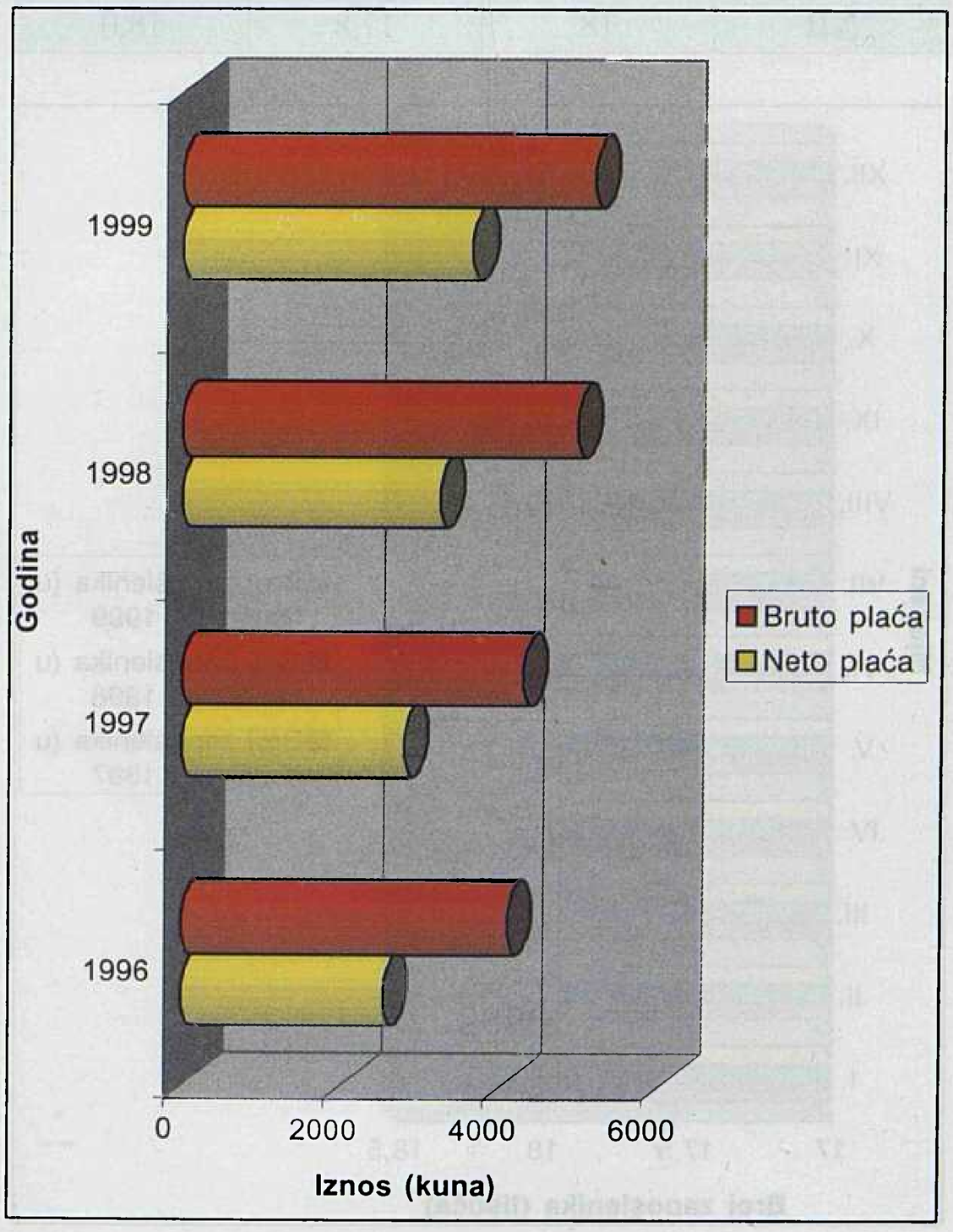
U Razdoblju od 1996. do 1999. godine prosječne mjesečne neto plaće pokazuju tendenciju porasta. Tako je prosječna neto plaća u 1996. godini iznosila 2529 kuna, dok je u 1999. bila 3626 kuna.

Ako se 1996. godina uzme s indeksom 100, onda prosječna mjesečna neto plaća u 1999. godini iznosi 143 %.

Tablica 4 - Prosječne godišnje neto i bruto plaće po godinama od 1996. do 1999.

	Prosjek (kuna)			
	1996.	1997.	1998.	1999.
Neto plaća	2529	2770	3213	3626*
Bruto plaća	4072	4270	4935	5151*

* za jedanaest mjeseci



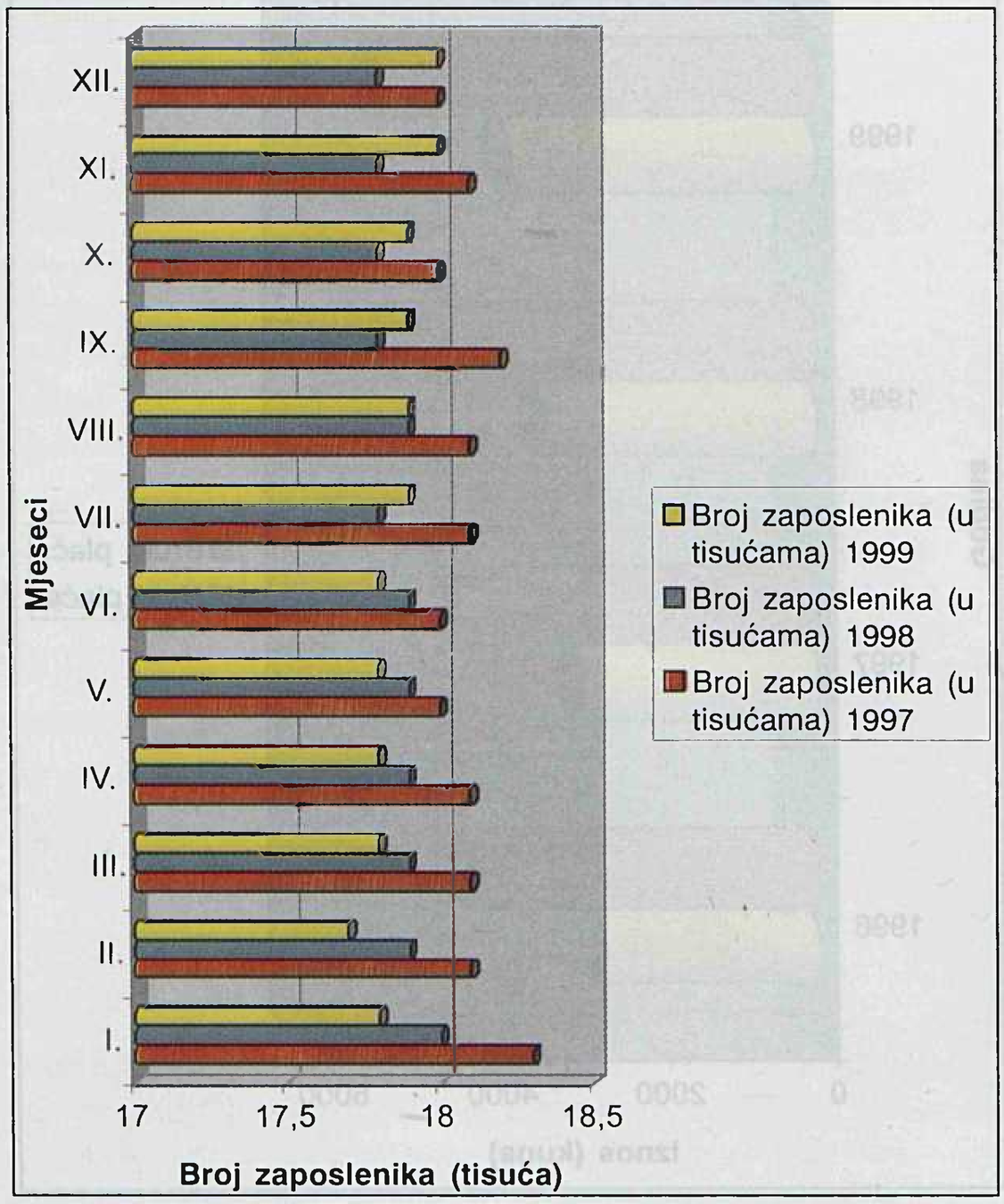
Slika 4 – Prosječne godišnje neto i bruto plaće od 1996. do 1999.

Prema definicijama, korištenim u Anketi o radnoj snazi koje se temelje na metodologiji Međunarodne organizacije rada, zaposlenici su osobe koje rade za poslodavca u državnom ili privatnom sektoru i za svoj rad primaju naknadu u novcu ili naturi. Razlikuju se od zaposlenih koji mogu biti umirovljenici, studenti, kućanice i sl.

U tablici 5 te dijagramom na slici 5 prikazan je prosječan broj zaposlenika u Području E – Opskrba električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom u 1997. i 1998. i 1999. godini. Podaci su iskazani kao godišnji prosjek podataka prikupljenih polugodišnjim izvješćem sa stanjem 31. ožujka i 30. rujna. Podaci o zaposlenima za mjesečno stanje rezultat su obrade podataka redovnog mjesečnog izvješća.

Tablica 5 - Prosječan broj zaposlenika (u tisućama)

Godina / Mjeseci	Broj zaposlenika (u tisućama)		
	1997	1998	1999
I	18.3	18	17.8
II	18.1	17.9	17.7
III	18.1	17.9	17.8
IV	18.1	17.9	17.8
V	18	17.9	17.8
VI	18	17.9	17.8
VII	18.1	17.8	17.9
VIII	18.1	17.9	17.9
IX	18.2	17.8	17.9
X	18	17.8	17.9
XI	18.1	17.8	18.0
XII	18	17.8	18.0



Slika 5 – Prosječan broj zaposlenika (u tisućama) po mjesecima u 1997. do 1999.

Kao što je iz tablice 5 vidljivo, prosječan broj zaposlenih djelatnika, u području E – 40 Opskrba električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom (E 40), se smanjuje u 1998. godini. U siječnju 1997. bilo je zaposlenika 18,3 tisuća, dok u siječnju 1998. godine iznosi 18 tisuća zaposlenika. Do kraja godine taj broj se smanjio na 17,8 tisuća. U 1999. godini broj zaposlenika od najnižeg od 17,7 tisuća (u veljači) raste do kraja godine na 18 tisuća zaposlenika. U promatranom razdoblju broj zaposlenika se kreće u granicama od 17,7 do 18,3 tisuća zaposlenika.

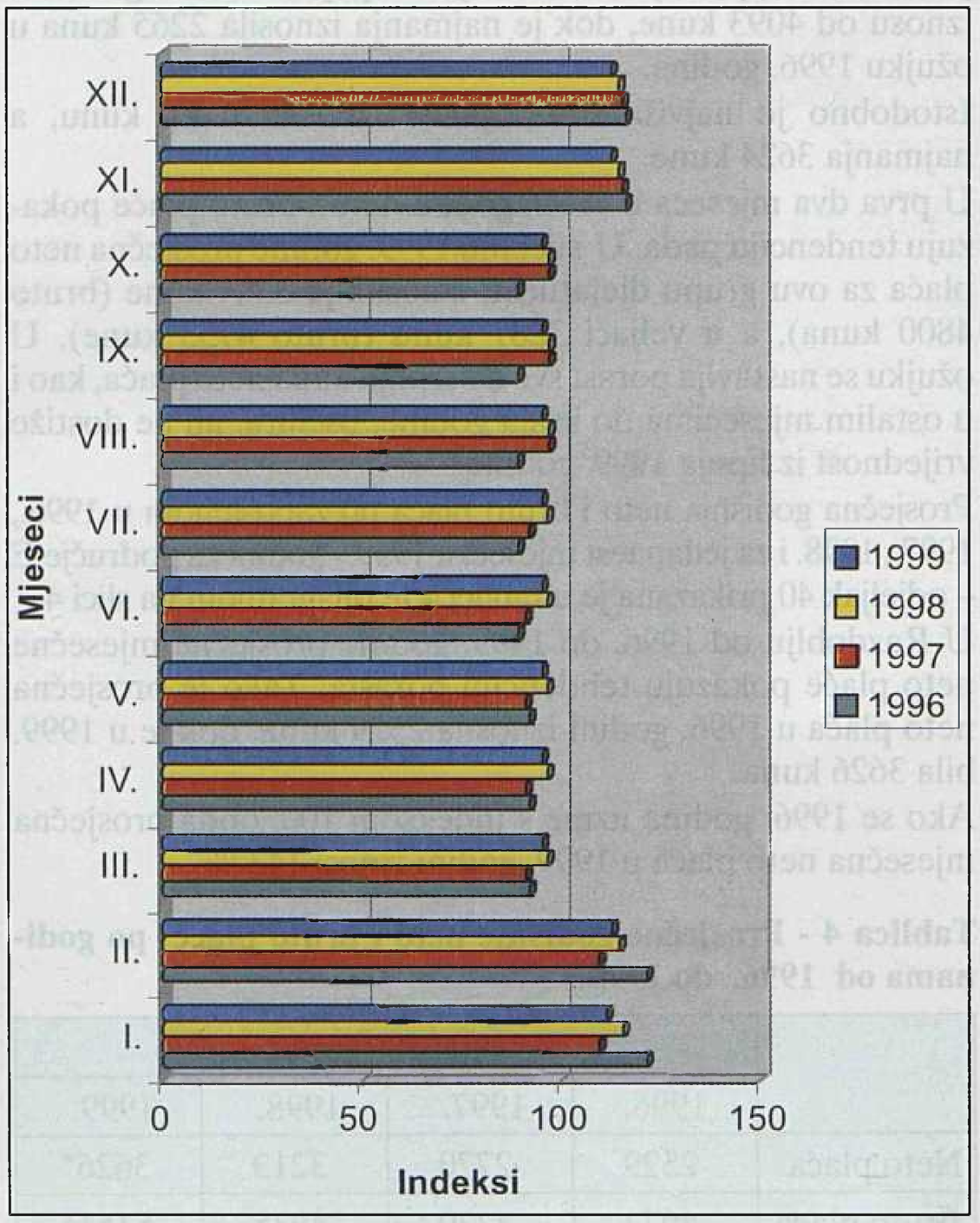
Cijene kod proizvođača

Državni zavod za statistiku od siječnja 1998. godine prikuplja cijene industrijskih proizvoda pri proizvođačima prema Nacionalnoj klasifikaciji djelatnosti i prema novoj Nomenklaturi industrijskih proizvoda i usluga, a indeks se izračunava prema područjima i odjeljcima Nacionalne klasifikacije djelatnosti.

Opći indeks cijena po područjima (E) i odjeljcima (40) utvrđuje se ponderiranim postupkom, pri čemu se za pondere uzima vrijednost proizvoda prodanih na domaćem tržištu.

U tablici 6 te dijagramom na slici 6 prikazani su mjesečni indeksi cijena električne energije u četverogodišnjem razdoblju od 1996. do 1999. godine.

U 1996. godini najveći indeks je iznosio 121,4 u siječnju i veljači, a najmanji u iznosu 89,4 u ljetnim mjesecima. U 1997. godini najveći indeks u iznosu 115,6 ostvaren je u studenom i prosincu, a najniži od 91,4 u razdoblju od ožujka do lipnja. U 1998. godini najveći indeks u iznosu 115,6 je ostvaren u siječnju, a najmanji od 96,7 u razdoblju od ožujka do srpnja.



Slika 6 – Mjesečni indeksi cijena električne energije

Tablica 6 - Mjesečni indeksi cijena (pri proizvođaču)

Godina / Mjesec	1996 (Ø1995=100)	1997 (Ø1996=100)	1998 (Ø1997=100)	1999 (Ø1998 =100)
I	121.4	109.8	115.6	111.7
II	121.4	109.8	114.9	113.0
III	92.4	91.4	96.7	95.3
IV	92.4	91.4	96.7	95.3
V	92.4	91.4	96.7	95.3
VI	89.4	91.4	96.7	95.3
VII	89.4	92.1	967	95.3
VIII	89.4	97.2	97.2	95.3
IX	89.4	97.2	97.2	95.3
X	89.4	97.2	97.2	95.3
XI	116.5	115.6	1149	112.7
XII	116.5	115.6	114.9	112.7

U 1999. godini najveći indeks cijena ostvaren je u studenom i prosincu u iznosu od 112,7, a najmanji u razdoblju od ožujka do listopada u iznosu od 95,3.

Uzevši u obzir četverogodišnje razdoblje od 1996. do 1999. godine najveći indeks cijena ostvaren je u siječnju u 1996. godini u iznosu od 121,4, a najmanji u 1997. godini, u iznosu od 91,4, u razdoblju od ožujka do listopada.

SBK

PROGRAM "SOLARNA ENERGIJA 100000 KROVOVA"

Na cijelom se svijetu nastoji povećati dobava električne energije iz obnovljivih izvora. Za sada, međutim, ne izgleda da će fotonaponska električna energija, najskuplja od sviju obnovljivih energija, moći napredovati bez pomoći. Stoga je njemačka savezna vlada objavila najveći svjetski program o korištenju sunca za proizvodnju električne energije, nazvan program "Solarna energija 100000 krovova". Program potpomaže kreditni Zavod za obnovu (KfW) i Savezno ministarstvo za gospodarstvo i tehnologiju. Omogućeni su vrlo povoljni krediti. Uzmu li se u račun sve pogodnosti, proizlazi da je subvencionirano 37% troškova izgradnje solarne elektrane.

Do sredine rujna 1999. stiglo je 3200 traženja pa bi sa 2800 postojećih uređaja nazivna snaga fotonaponskih elektrana iznosila 6,8 MW.

Samo godine 1998. instalirano je u Njemačkoj ukupno 3700 fotonaponskih postrojenja.

Prema planu trebalo bi od godine 1998. do 2004. porasti broj godišnje novoinstaliranih uređaja od 3700 na 32000.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 24

Mrk

ISKORIŠTENJE VODNIH SNAGA U ZEMLJAMA EU

Prema bijeloj knjizi EU udio električne energije iz obnovljivih izvora iznosi 6%. Od tog iznosa glavni se dio odnosi na hidroenergiju. Njen je udio u obnovljivoj energiji 91,1%. EU planira da će se udio obnovljive energije do 2010. godine podvostručiti, tj. iznosit će 12%. Glavni će udio imati i nadalje vodne snage. Iz slijedeće se tablice vidi koliki su udjeli pojedinih obnovljivih energenata u ukupnoj obnovljivoj energiji zemalja EU u godini 1995.

Obnovljivi izvor	proizvodnja / TWh	Udio / %
voda	307	91,1
vjetar	4	1,2
sunce	0,03	0,0
biomasa	22,5	6,7
geotermija	3,5	1,0
Ukupno		100

U Europi komercijalno se mogu iskoristiti samo male snage, do nekih 10 MW. U Njemačkoj iznosi mogućnost izgradnje u malim hidroelektranama ukupno oko 2000 MW, s padovima ispod 5 m, i snage postrojenja ispod 2 MW.

Osim tehničkih uvjeta pri izgradnji treba voditi računa o zaštiti okoliša, raspoloživosti i pogodnom servisiranju. U svezi s navedenim zahtjevima razvila je tvrtka Woith Hydro cijevnu turbinu direktno vezanu na generator. Primjenom inovativne tehnologije razvijen je koncept postrojenja potpuno bez ulja. Budući da je i šum rada postrojenja minimalan, javljaju se dobre perspektive uporabe u zaštitnim i stambenim područjima.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 24

Mrk

NOVO AUSTRIJSKO PRIJENOSNO PODUZEĆE APG

Prema novom austrijskom elektroprivrednom zakonu moraju se proizvodnja, prijenos i distribucija električne energije financijski rastaviti.

Austrijska savezna elektroprivreda "Verbund" najveći je austrijski proizvođač električne energije i vlasnik superponirane visokonaponske električne mreže. Ona je odvojila čitavu svoju prijenosnu djelatnost i osnovala kćer - poduzeće "Verbund Austrian Power Grid GmbH" (APG) sa sjedištem u Beču. Novo je poduzeće preuzelo 6800 km jednosistemskih električnih mreža, 32 transformatorske stanice i nekretnina ukupne površine oko 2,3 milijuna m^2.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 24

Mrk

NOVA SOLARNA ELEKTRANA U ŠVICARSKOJ

Švicarsko poduzeće SAG Solarstrom A G stavilo je u pogon drugu etapu svoje najveće solarne elektrane, koja sad ima vršnu snagu od 150 kW. Ćelije su smještene na krovu poslovne zgrade u mjestu Clur (istočna Švicarska) na površini od 2100 m^2. Površina modula elektrane iznosi 1332 m^2, a procjenjuje se da će godišnja proizvodnja iznositi 140000 MWh električne energije.

U postrojenje je investirano oko 2 milijuna SFR.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 24

Mrk

VISOKONAPONSKA ISTOSMJERNA VEZA SJ. IRSKA - ŠKOTSKA

Sigurnost elektroenergetskog sustava kao i slobodan postotak energije zbog otvorenog energetskog tržišta, traže što bolje međusobno povezivanje. Zbog tih se razloga planira između Sjeverne Irske i Škotske visokonaponska istosmjerna veza.

Usmjerivačke će stanice biti u Sj. Irski u pokrajini Antrim, kod mjesta Ballycronan, a u Škotskoj kod mjesta Auchencrosh.

Ukupne će investicije iznositi 234 milijuna eura, od čega će 35% dati europski fond za razvoj.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 24

Mrk

AUTOMATIZACIJA U SLIJEDEĆEM STOLJEĆU

Vizionar automatizacije Wolfgang Blome predviđa da će u slijedećem stoljeću automatizacija sve više napredovati primjenom u svim specifičnim djelatnostima. Najveći potencijal uštede predstavlja područje projektiranja. Trend prema umreženim centraliziranim jedinicama revolucionirat će projektiranje. Time će se moći usredočiti na primjene u specifičnim djelatnostima i razvijati known-how.

Elektronika je direktno vezana s električnim uređajima, npr. elektromotorima i predstavlja jedinstvenu cjelinu.

Tehnološki uvjetovano djelovanje bit će racionalizirano. Strojevi i postrojenja bit će automatizirani, no to ne znači da neće biti potrebni informatičari i inženjeri za automatiku. Upravo njihov je zadatak ovo omogućiti.

ETZ, god. 120(1999), br. 23/24

Mrk

TEZE ZA AKTUALNI RAZVOJ U ENERGETSKOJ TEHNICI

Unutar njemačke udruge elektrotehničara VDE osnovano je prije 25 godina posebno tehničko znanstveno društvo (ETG) sa zadatkom da razviju na području energetske tehnike tehničko - znanstvenu aktivnost. Dosadašnje 25-godišnje djelovanje upućuje na daljnji uspješan rad u uvjetima liberalizacije tržišta električne energije. Glavne smjernice budućeg rada sažete su u 10 teza, kako slijedi.

1. Opskrba električnom energijom mora biti sigurna i dostatna, uz povoljnu cijenu, računajući buduće potrebe izazvane porastom pučanstva. Posebnu pozornost treba obratiti, osim da opskrba električnom energijom bude sigurna, na to da mora biti ekonomična i u skladu sa zaštitom okliša.
2. Opskrba električnom energijom mora biti ekonomična i kvalitetna. To će se postići slobodnim tržištem i suradnjom proizvođača, distributera i trgovaca. I nadalje treba raditi na što boljoj kvaliteti električne energije.
3. Optimalnu dobavu električne energije treba shvatiti kao svjetski zadatak, omogućavanjem natjecanja na tržištu. Ukloniti današnje različitosti u pojedinim elektroprivredama. Norme više ne mogu biti samo nacionalne, već moraju biti svjetske (IEC, CENELEC)
4. Budući da opskrba mora biti optimalna, centralizirana ili decentralizirana, proizvodnja nisu alternativa, već ih treba razumno kombinirati.
5. Odvajanjem proizvodnje od prijenosa treba postići tehnički i gospodarski razumna rješenja.
6. Unaprjeđivati elektroniku kao sastavni dio uređaja u elektroprivredi, čime se povećava energetska učinkovitost i pogonska pouzdanost.
7. I nadalje treba razvijati tehnologiju novih materijala i njihovu primjenu. Kao npr. materijale za visoke temperature, potrebne u gradnji plinski i parnih turbina, visokotemperaturne supravodiče i izolacione materijale.
8. Rastavljanjem prijenosne mreže od proizvodnje, prodaje i trgovine nastaju nove prilike, pa će im se ETG prilagoditi i poraditi na učinkovitosti informatičkih i menedžerskih sustava.
9. Poticati treba interdisciplinarnu suradnju proizvođača, vlasnika mreže, trgovaca i potrošača da se postigne optimalna pouzdanost i cijena električne energije.
10. Briga za inženjerski podmladak osobito s obzirom na smanjenje studenata na elektrotehničkom studiju. Svršenim inženjerima omogućiti produbljenje znanja tijekom rada.

ETZ, god. 120(1999), br. 23/24

Mrk

DODATNA ZNANJA MLADIH INŽENJERA

Prema studiji učinjenoj na temelju oglasa u Njemačkoj za potražnju mladih inženjera, pored uspješnog završetka studija u najviše slučajeva tražena su još i neka dodatna znanja i sposobnosti.

U 70% oglasa traži se znanje nekog stranog jezika, prvenstveno engleskog. U 66,7% potražnji za inženjere traži se informatičko znanje, a u 51,3% angažman. Mogućnost prilagodbe timskom radu traži se u 50% slučajeva. Fleksibilnost i kreativnost tražena je samo u 20% oglasa.

ETZ, god. 120(1999), br. 23/24

Mrk

POSLOVNA USPJEŠNOST EUROPSKIH PODUZEĆA

Najnovije analize pokazuju da je u prvom polugodištu 1999., u 13 europskih zemalja, 3,6% manje sloma poduzeća, nego u istom razdoblju prethodne godine. Prema godini 1997. ta je brojka pala čak za 10,6%.

Samo Belgija (+10,7%) i V. Britanija (+10,7%) pokazuju znatno povećanje insolventnih poduzeća. Najveći pad, u usporednom polugodištu godine 1999. i 1998., pokazuje Nizozemska (-22,7%), Švedska (-20%) i Irska (-13,8%).

ETZ, god. 120(1999), br. 23/24

Mrk

ZBRINJAVANJE STARIH KUĆANSKIH APARATA

Problem zbrinjavanja starih kućanskih elektroaparata izgleda da je u Njemačkoj pred rješenjem. Osjeća se spremnost takve industrije i industrije zabavne elektronike da preuzmu brigu o zbrinjavanju starih uređaja. O općoj obvezi industrije, da preuzmu stare aparate treba još promisliti. Za sada, prema dobrovoljnoj obvezi industrije, predvideno je da svaki proizvođač dotične vrste aparata preuzme toliko starih uređaja koliko novih proda te godine. Centralni savez elektrotehničke i elektroničke industrije brinut će se da ovaj dogovor uspije i da ga prihvate sva slična poduzeća.

ETZ, god. 120(1999), br. 23/24

Mrk

PRIJENOS ELEKTRIČNE ENERGIJE I KRATKI SPOJ

Kratki spojevi na vodovima izazivaju naponske prekide i time znatno smanjuju kvalitetu dobavljene električne energije. Za napajanje osjetljivih potrošača to se može izbjeći novom koncepcijom prijenosnog sustava.

Obično su generatorski transformatori vezani dvostrukim vodovima za mrežne transformatore. Takva se konvencionalna veza može izvesti, bilo pomoću jednog (sl. a), bilo pomoću dva (sl. b) transformatora na početku i kraju prijenosa. Dođe li do kratkog spoja na jednome od vodova, mora doći do prekida dobave električne energije, makar i na najkraće vrijeme. Prema novom konceptu spoja transformatora u seriju (sl. c), u slučaju kratkog spoja na jednom od paralelnih vodova, ne dolazi do prekida dobave. Napon na zdravom vodu naraste na dvostruku vrijednost i tako prenosi cijelo op-

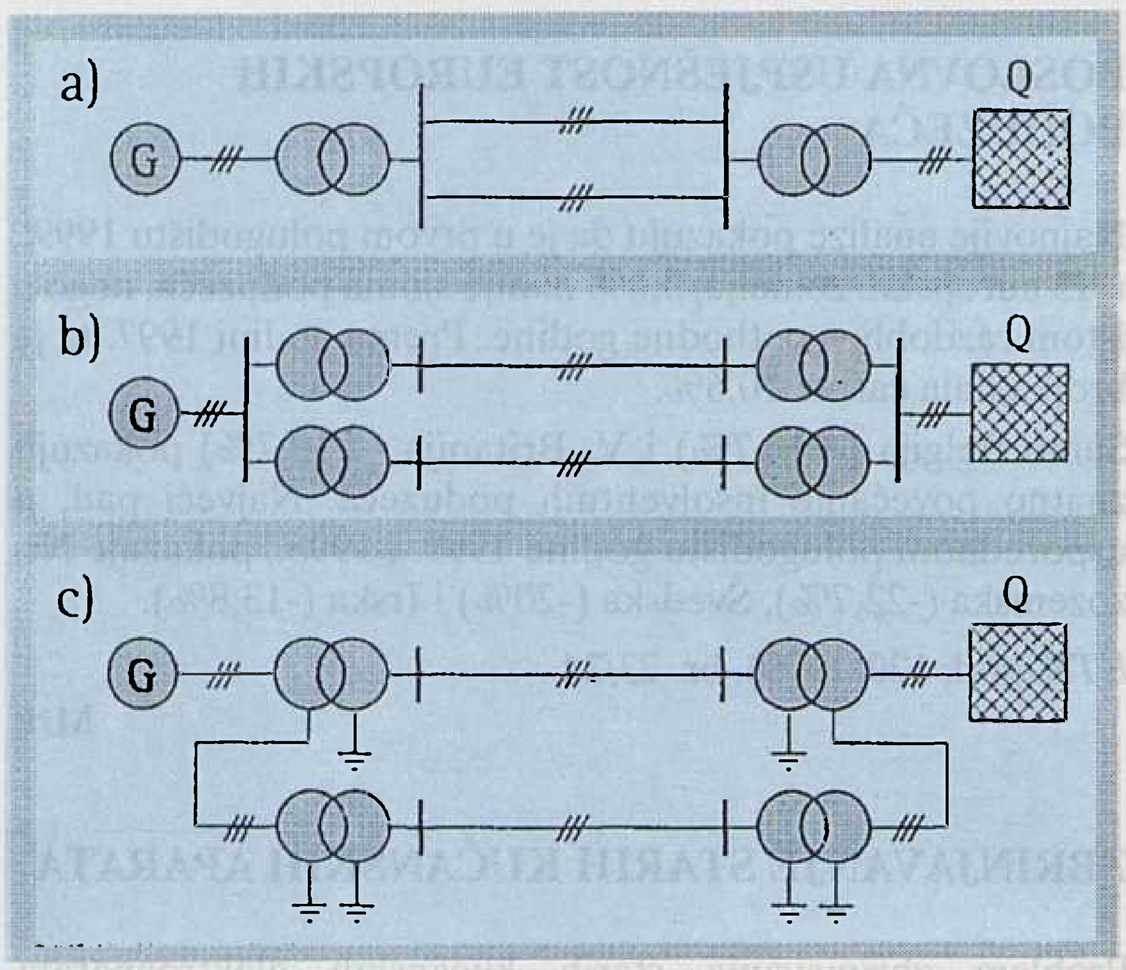
terećenje. Treba, međutim, istaknuti da takva koncepcija povećava sigurnost dobave, ali traži i povećane investicije.

Prema tome, izneseni novi koncept prijenosnog sustava dolazi u obzir tamo gdje je potrošač naročito osjetljiv na prekide.

Nova koncepcija prijenosa iskušana je na modelu, a prijelazne su pojave oscilografski snimljene. One nisu bile utjecajne na prijenos energije.

U prošlosti su dani različiti prijedlozi za smanjenje utjecaja kratkog spoja, a danas su još mnogi u tijeku razvoja.

Novi koncept upotrebljava konvencionalne elemente i pri tome ne treba nikakve regulacije. Ovakve osobine omogućuju realizaciju bez velikih razvojnih radova.



Prijenosni sustav: *a* i *b* konvencionalne alternative, *c* novi koncept prijenosa

ETZ, god. 120(1999), br. 22

Mrk

10 GODINA OZONSKIH ISTRAŽIVANJA

Na završetku kolokvija o programu istraživanja u svezi s ozonom, upoznao je državni tajnik njemačkog saveznog ministarstva za obrazovanje i istraživanje o radovima i nastojanjima koji su pridonijeli, u posljednjih 10 godina, značajnom znanju o uzrocima i mehanizmu nastajanja ozona u stratosferi te o potrebnim mjerama zaštite.

Tijekom posljednjih dviju godina usporeno je smanjenje ozona nad Arktikom, no znanstvenici tvrde da to još nije znak poboljšanja, već to treba svesti na povoljne klimatske prilike. Razilaze se mišljenja znanstvenika o vremenu potrebnom da se obnovi ozonski sloj. Neki misle da će to biti do god. 2020., a neki čak do godine 2050. To prvenstveno ovisi o promjeni klime. Njemački ozonski program počeo je 1989. U desetgodišnjem razdoblju Savezno je ministarstvo utrošilo oko 100 milijuna DEM za projekte (ukupno 127) proučavanja stratosferskog ozona. Ukazano je na posebnu odgovornost visokoindustrijaliziranih zemalja, koje moraju prednjačiti u zaštiti okoliša i prihvatiti znanstveno-tehnički izvor.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 26

Mrk

PROŠIRENJE SLOBODNOG TRŽIŠTA

Senat grada Hamburga je zaključio da će dio svog udjela od 25,1% u hamburškom elektroprivrednom poduzeću HEW prodati švedskom energetskom koncernu Vattenfall AB.

Ostali dio udjela od 25,1% grad ostavlja kao ulog za daljnju suradnju s elektroprivredom.

Liberalizacija njemačkog slobodnog tržišta električnom energijom ima mnogo sličnosti s liberalizacijom u nordijskim zemljama.

Ova kupnja predstavlja važan korak na njemačko energetsko tržište.

Zajedništvo elektroprivrednih poduzeća HEW i Vatterfall igrat će značajnu ulogu na slobodnom europskom energetskom tržištu.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 26

Mrk

ISPITIVANJE BERLINSKE KABELSKE DIJAGONALE 400 kV

Između dvaju tržišta opterećenja u Berlinu položen je kabel 400 kV izoliran ureženim polietilenom, duljine 6,3 km (vidi Energija, god. 46 (1997) br. 3 "Berlinska kabelska dijagonala").

Svi elementi čitavog kabelskog sustava tvornički su ispitivani, ali su još posebna ispitivanja provedena nakon montaže, prije stavljanja u pogon. Tom je prigodom za ispitivanja na terenu prvi put korišten mjerni sustav rezonantnog mjerenja s varijabilnom frekvencijom. Pokazalo se da sustav traži laku montažu, jednostavno posluživanje i visoku pouzdanost. On je primjenljiv do napona 500 kV i snage do 40 MVA.

Kombinacijom terenskog ispitivanja izmjeničnim naponom i mjerenjem visoke osjetljivosti djelomičnih izbijanja na garniturama može se rizik kvara u montaži sniziti koliko je moguće.

Sva su ispitivanja pokazala vrlo visoku kvalitetu čitavog 400 kV sustava.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(1999), br. 26

Mrk

NJEMAČKA KUĆANSTVA NE BI MIJENJALA DOSADAŠNJEG DOBAVLJAČA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Udruga njemačkih elektrana VDEW provela je reprezentativnu anketu među kućanskim potrošačima o tome, da li bi u tijeku slobodnog tržišta mijenjali svog dosadašnjeg dobavljača električne energije.

Anketa je pokazala da 25% potrošača ne želi mijenjati svog dosadašnjeg dobavljača, 27% sa sadašnjeg gledišta, vjerojatno neće, a 34% možda će ostati pri dosadašnjoj opskrbi električnom energijom. Samo 9% potrošača se izjasnilo da će eventualno, a 3% da će svakako mijenjati dobavljača.

Anketa dakle pokazuje da su njemačka kućanstva, možemo reći, potpuno zadovoljna uslugom elektroprivrednih poduzeća. Kod onih koji su za promjenu, razlog je u prvome redu cijena.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 1-2

Mrk

FRANCUSKA SPRJEČAVA SLOBODNO TRŽIŠTE

Ponovno pomicanje otvaranja francuskog slobodnog energetskog tržišta, dovodi do narušavanja natjecanja u energetici. To naročito smeta Njemačku, pa traži da Europska komisija mora pojačati pritisak na Francusku, kako bi prema zaključku EU i ona otvorila odmah slobodno tržište.

Predsjednik njemačke udruge VDEW kritizirao je u Bruxellesu politiku njemačke savezne vlade o korištenju nuklearne energije. Nemoguće je ispuniti njemačko obećanje da će do godine 2012. smanjiti emisiju CO_2 za 75% bez nuklearnih elektrana.

Planovi crveno-zelene koalicije o gašenju nuklearki protivi se ciljevima EU u pogledu zaštite klime.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 1-2

Mrk

STAKLENA ELEKTRANA

Liberalizacija tržišta električne energije izazvala je jaku konkurenciju, što traži od proizvođača što nižu cijenu, a to mogu postići samo sniženjem troškova proizvodnje. Nastala je bitna promjena. Od tehnički vođenog poduzeća prešlo se na ekonomsko vođenje uz punu sigurnost dobave. Kao prvi uvjet da se to postigne je potpuna informiranost. Potrebna je takva tehnika upravljanja, koja povezuje sva važna područja proizvodnje, pogona i ekonomije u jedinstveno razmatranje. Treba uzeti u obzir procesno-tehničko stanje kao i mjere za održavanje i remont, uz troškove goriva i pogona. Svi relevantni podaci moraju biti na raspolaganju pritiskom na dugme. Elektrana koja bi imala takav informacijski sustav da podaci budu potpuno transparentni dobila je naziv "Staklena elektrana".

Danas se još uvijek, u većini slučajeva, tehničko upravljanje vrši konvencionalno "papirom i olovkom". Za jedinstveno promatranje skupljenih podataka treba veliki administrativni aparat i određeno vrijeme.

Jedinstveni informacijski sustav za elektrane razvila je, sa suradnicima, tvrtka Siemens-KWU pod imenom Teleperm XP. Sustav je još u tijeku razvoja kako bi u punom smislu riječi učinio elektranu staklenom.

Treba još spomenuti sustav BTS, također razvijen kod tvrtke Siemens, pomoću kojega je proveden remont nuklearne elektrane Bruns-büttel. Tom prigodom trebalo je uposliti 340 vlastitih suradnika i do 900 vanjske radne snage iz stotinjak različitih poduzeća. Njih je trebalo ne samo koordinirati već i dokumentirati. Uz pomoć spomenutog informacijskog sustava uštađeno je 40% administracije, a remont je završen za 18 dana.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 1-2

Mrk

PROCJENA PREOPTERETIVOSTI TRANSFORMATORA

U elektroenergetskom sustavu važno je utvrditi mogućnost preopterećenja svakog elementa, pogotovo transformatora. Za uspješnu procjenu preopteretivosti transformatora razvijen je upravljački sustav (on line Monitoring -System) MS2000. Softwer sustava izračunava maksimalno moguće trajno opterećenje pri stvarnim prilikama okoline, odnosno, moguće vrijeme preopterećenja računajući s prethodnim pogonskim ugrijavanjem. Sustav MS2000 može se, na jedinstven način, prilagoditi potrebama nadzora transformatora i željama pogonskog osoblja. U neposredni nadzor mogu biti uključene mnoge mjerne veličine, ali kod senzora treba uzeti u obzir specifičnosti pojedinog transformatora, kao npr. starost, stanje i važnost. Spajanja se mogu izvesti tako da se jednim upravljačkim PC-om može nadzirati više jedinica.

Upravljački sustav MO-2000 ugrađen je kao prototip na transformator ALSTOM - 250 MVA. Primijenjeni softwer pokazao je punu pouzdanost i dovoljnu točnost u predskazivanju mogućeg preopterećenja.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 1-2

Mrk

POVEĆANJE BROJA BLOKTOPLANA U NJEMAČKOJ

Elektroprivreda, komune i privatnici koristili su godine 1998. oko 3060 (godine 1996. 2200) bloktoplana na fosilna goriva za proizvodnju topline i električne energije. Prema tome, u razdoblju od dvije godine, broj takvih postrojenja povećan je za 40%. Njihova je ukupna snaga godine 1998. iznosila ukupno 1436 MW (1260 MW u 1996.), a u usporedbi sa godinom 1996. porasla za 14%.

Treba primijetiti da je ukupna snaga elektrana u Njemačkoj u 1998. godini iznosila oko 114000 MW.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 1-2

Mrk

MALE GORIVE ĆELIJE

U Fraunhoferovom institutu za solarne energosustave u Freiburgu (Njemačka) razvijena je goriva ćelija (Brennstoffzelle in Streifenmembran-Bauweise) u plosnatoj izvedbi, pa se može smjestiti u prenosivu računalu. Vodik, gorivo za ćeliju, pohranjen je u metalno-hibridnim spremniku. Vodika dostaje za 10 sati rada.

Konstrukcija dopušta jednostavnu serijsku proizvodnju iz jeftinih materijala. Vjeruje se da bi prve takve gorive ćelije mogle biti na tržištu za godinu - dvije i zamijeniti baterije u elektroničkim uređajima.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 1-2

Mrk

INVESTIRANJE U ISTRAŽIVANJA I RAZVOJ

Da bi ostale na vodećem mjestu na tržištu kompanije se moraju usmjeriri na područje istraživanja i razvoja (R&D). Ključni strateški problemi mogu se promatrati kao dio inovacijskog procesa i poslovne strategije. Britanski sektor trgovine i industrije analizirao je porast investicija u R&D u 30 međunarodnih komapnija te načinio pregled za 1998./99. godinu. Ovaj pregled bi trebao predstavljati izvor informacija koji će pomoći kompanijama da donesu prave odluke o visini ulaganja u R&D kao i dioničarima da ocijene jesu li dobro plasirali svoja sredstva.

U tablici 1 dan je pregled visine ulaganja u R&D za neke vodeće svjetske kompanije.

Tablica 1 – Pregled inesticija u R&D za 1998./99. godinu

Naziv kompanija	Investicije u R&D (US $ milijuni)	Promjena (%)
Elektroprivreda		
• Electricité de France - Francuska	244,4	-12
• Enel - Italija	93,4	0
• British Nuclear Fuels – Velika Britanija	25,6	-18
Inženjering i strojogradnja		
• Mitsubishi Heavy - Japan	441,7	+10
• Caterpillar - SAD	241,5	+22
• Deere - SAD	166,9	+8
• MAN - Njemačka	151,6	+15
• Komatsu - Japan	146,7	+8
Elektronička i elektroindustrija		
• Siemens - Njemačka	2050	+12
• Matsushita Electric - Japan	1600	+11
• ABB – Švicarska/Švedska	925,2	-7
• Philips - Nizozemska	903,4	+11
• Canon - Japan	589,4	+4
Naftne i kompanije plina		
• Elf - Francuska	440,7	+3
• Shell – Velika Britanija	300,1	+19
• Schlumberger - SAD	213,5	+17
• Exxon - SAD	206,2	+4
• BP Amoco – Velika Britanija	154,8	+76

Iako se nastojalo da ovaj pregled bude obuhvatan, koliko je moguće, on to nije. Npr. on prikazuje i kompanije koje ulažu u R&D, ali ne navode visinu ulaganja.

Prema riječima britanskog ministra za energetiku i industriju samo jedna kompanija može biti najjeftijina – druge moraju koristiti inovacije i investirati u R&D. One moraju otkriti nove proizvode i usluge za budućnost. Efektivnost procesa R&D isto je tako važna kao i visina ulaganja. No, najefektivniji proces R&D neće moći kompenzirati nedovoljno ulaganje.

Ovaj pregled može korisno poslužiti ne samo multinacionalnim kompanijama, već i onim manjim. Konkurencija je sve surovija jer se danas snažni alati istraživanja mogu upotrijebiti u svim kompanijama, malim ili velikim, smještenim bilo gdje. Elektroničko komuniciranje omogućilo je brz pristup informacijama. Inovacije u tehnologiji, proizvodnim idejama i poslovnim procesima pojavljuju se vrlo brzo. Sposobnost malih da ih iskoriste omogućuje im da prežive u globalnom svjetskom tržište.

Electricity International, 9/99.

SBK

SVJETSKA KOMISIJA ZA BRANE i PROBLEMI GRADNJE

Zbog problema financiranja i zaštite okoliša izgradnja dviju velikih brana Ilisu u Turskoj i Maheshwar u Indiji dolazi u pitanje. U zadnje vrijeme tim problemima bavi se i Svjetska komisija za brane (World Commission of Dams - WCD).

HE Maheshwar je pribranska elektrana kapaciteta 400 MW. Haheshwar brana će biti jedna od 30 brana u nizu na duljini od 990 km na rijeci Narmada u indijskoj državi Madhya Pradesh. Kad bude završena bit će jedna od prvih brana u Indiji financiranih privatnim novcem. Iako su načinjene tri studije o zaštiti okoliša koje pokazuju da će utjecaj brane na okoliš biti mali, zaštitari okoliša u Indiji, a i u svijetu, dovode u pitanje opravdanost izgradnje ove brane. Pitaju se, od čega je više koristi: od proizvedene električne energije ili od poljoprivredne proizvodnje na tom plavljenom poljoprivrednom zemljištu. Tu je i problem raseljavanja i ponovnog naseljavanja stanovništva u promijenjeni okoliš, gdje će nestati deseci tisuća sela.

Što se , pak, tiče financijskih problema Siemens-a kao izvođača radova, indijska banka The State Bank of India produžila je garancije. Međutim, njemačka vlada mora donijeti odluku hoće li produžiti garancije Siemensu za taj projekt u vrijednosti 147,2 milijuna američkih dolara ili ne. To ne bi bio prvi projekt koji je napušten zbog nepoštivanja zaštite okoliša.

Druga brana Ilisu u Turskoj ima slične probleme. Ilisu projekt je golem zahvat na rijeci Tigris u turskoj jugoistočnoj pograničnoj regiji Kurdistan. Sirija, Irak i Jordan opskrbljuju se vodom s tog područja te strahuju da će izgradnjom ove brane opskrba biti ugrožena. Ovaj projekt, čiji je izvođač radova britanska kompanija, vrijedan 1,6 milijardi američkih dolara na udaru je kritike članova britanskog parlamenta. I ovdje se pojavljuju socijalni i ekonomski problemi, problemi raseljavanja i ponovnog naseljavanja, utjecaj na okoliš te prava susjednih zemalja na sigurnu opskrbu vodom. O odluci britanske vlade ovisi hoće li se izgradnja nastaviti. Naime, sektor zadužen za izdavanje garancije The UK Export Credits Guarantee Department – ECGD naručio je nezavisnu procjenu utjecaja izgradnje ovog objekta na kurdsku populaciju. Temeljem te studije ministarstvo će pripremiti svoj prijedlog.

Svjetska komisija za brane WCD okupila je prije dvije godine obje strane: izvođače i one koji se protive, da rasprave probleme izgradnje i korištenja brana.

Na posljednjem sastanku WCD u Londonu raspravljalo se o vodi, razvoju i okolišu te ljudskim pravima vezanim uz izgradnju brana.

Predstavnik World Wildlife International-a izjavio je, da se na temelju oskudnih podataka o postojećim i branama u izgradnji može pretpostaviti da ima oko 300 velikih te oko dva milijuna srednjih i malih brana širom svijeta kao i da rezervoari 25 % više utječu na globalno zagrijavanje od termoelektrana loženih ugljenom.

S obzirom na teško donošenje ispravnih odluka zbog nedostatka podataka o branama, WCD podupire izradu nezavisnih studija za izabranu grupu značajnih brana u vezi s nacionalnim i transnacionalnim riječnim bazenima. Od prikupljenih informacija formirat će se baza podataka koju će koristiti članovi komisije pri izradi prijedloga kriterija i smjernica za donošenje odluka u svezi s vodnim resursima. Studijama (case studies) obuhvaćene su slijedeće brane:

- Aslantas
- brana na bazenu rijeke Glomma-Lågen
- Grand Coulee
- Kariba
- Pak Mun
- Tarbela
- Tucurui.

Aslantas

To je 78 m visoka zemljana brana na rijeci Ceyhan u Turskoj. Brana je bila zamišljena kao dio razvojnog plana riječnog bazena predloženog sredinom 1960-tih godina. Plan je bio usmjeren na promociju navodnjavanja 97 hektara zemlje, reguliranje plavljenja i proizvodnju električne energije u hidroelektrani od 138 MW.

Bazen rijeke Glomma-Lågen u Norveškoj

Istraživanja su usmjerena na cjelovito ponašanje brane, rezervoara te razvoja vodnih tokova u bazenu kao i posljedica na regiju. Norveško iskustvo će pripomoći određivanju okvira za regulativu, institucije i donošenje odluka u svezi s razvojem hidroenergije u razvijenim zemljama.

Grand Coulee

Ova betonska brana na rijeci Columbia u SAD visoka je oko 165 m i dugačka oko 1890 m. Debljina na dnu bazena iznosi oko 165 m. Izgrađena hidroeletrana ima kapacitet od 6480 MW. Najveći je pojedinačni proizvođač električne energije u SAD.

Kariba

Izgrađena je na rijeci Zambezi izmedu Zambia-e i Zimbabwe-a. Visoka je 128 m. Dovršena 1959 godine stvara najveće jezero na svijetu načinjeno ljuskom rukom. Kapacitet dviju hidroelektrana iznosi 1300 MW. Bazen rijeke Zambezi okružen je s osam zemalja. U studiji se istražuju problemi u svezi s ponovnim naseljavanjem, ribolovom, rekreacijom, biološkom raznolikošću te problemi u svezi sa zdravljem.

Pak Mun

Ova brana na rijeci Mun u Tajlandu visoka je 17 m. U pogonu je od 1994. godine. Brana stvara akumulaciju površine 60 km^2 s mogućnošću navodnjavanja 25000 hektara. Izgrađena hidroelektrana ima kapacitet od 136 MW. Studija istražuje utjecaje brane na ribolov i prihod od ribolova, riblju raznolikost i mriještenje te prevodnice koje omogućuju ribama prelazak preko brane.

Tarbela

Ova 143 m visoka zemljana brana na rijeci Indus u Pakistanu dio je najvećeg svjetskog sustava navodnjavanja. Stavljena je u uporabu 1976. godine. Čini akumulaciju površine 243 km^2, bruto volumena 13,9 milijardi m^3 . Proizvodni kapacitet iznosi 3478 MW. Za ovaj projekt otkupljeno je 33000 hektara zemljišta i raseljeno 96000 ljudi. Predmet istraživanja je ponovno naseljavanje i zamuljivanje rezervoara.

Tucurui

Godine 1984. izgrađena je 86 m visoka betonska brana u bazenu rijeke Amazonke Tocantins u Brazilu. Hidroelektrana kapaciteta 4200 MW opskrbljuje električnom energijom rudnik i industriju. To je prva velika brana izgrađena na području tropske kišne šume. Akumulacija obuhvaća 2875 km^2. Studija istražuje institucijalnu odgovornost za socijalne i ekonomske posljedice izgradnje velike brane, ocjenu truljenja biomase iz poplavljenih šuma te potencijalne mogućnosti oslobađanja metana.

Detalji o napredovanju ovih studija mogu se naći na internetu na WEB stranici www.dams.org

Electricity International, September 1999. – Hydro Rreview Worldwide, No. 6/99.

SBK

INOVACIJE U PROIZVODNJI HIDROENERGIJE

U posljednjih 20 godina, malim, ali mnogobrojnim tehnološkim inovacijama, značajno je poboljšana iskoristivost hidropostrojenja za proizvodnju električne energije, smanjeni su troškovi održavanja kao i povećana sigurnost pogona. Evo nekoliko primjera primjene koji su ispitani u više elektrana širom svijeta, a koji to potvrđuju.

- **Osiguranje stabilnosti mreže s prilagođavanjem broja okretaja generatora** – razvijeno je kod nove generacije generatora – motora kao zamjena za klasične pogone korištene kod prepumpnih elektrana. Nova generacija ima svojstvo prilagođavanja brzini/broju okretaja osiguravajući sposobnost bitne promjene snage. To se posebno koristi kad su nužne varijacije pogona turbina – pumpa. Prilagođavanje brzine također osigurava radnu kontrolu u varijanti pumpanja vode. Ove mogućnosti vrijedan su alat za osiguranje stabilnosti i pouzdanosti u prijenosu i distribuciji električne energije. Ovakva izvedba stroja poznata je pod imenom Varspeed. Stator stroja direktno je povezan na električnu mrežu. Rotor je napajan trofaznom sinusoidalnom strujom promjenljive frekvencije iz ciklokonvertora odnosno GTO konvertora (gate - turn – off thyristor). Ovakva izvedba dozvoljava promjenu brzine ±10 % od sinhrone izvedbe što odgovara promjeni snage od ±30 %.
- **Efikasniji način odvajanja mulja i sedimenata iz vode** – U Indiji je razvijen i često primijenjen novi način izdvajanja sedimenata i mulja iz vode u dovodnom toku vode prema turbini. Sustav je razvijen kod podhimalajskih elektrana čije su vode bogate velikim količinama mulja i sedimenata. Ovaj novi način izdvajanja sedimenata iz vode nazvan je VSB (Vortex Settling Basin). Bazen za separaciju samo je pet puta većeg promjera od dovodnog kanala. Voda iz kanala ulazi tangencijalno u bazen. Sedimenti se kreću prema centru bazena i bivaju uklonjeni kroz ispusni cjevodod na dnu, dok se očišćena voda preko preljeva vraća u tok provodnog kanala. Gubitak u proizvodnji električne energije je voda koja odlazi kroz ispusni cjevovod sa sedimentima, ali je abrazivno djelovanje krutih čestica na rotor turbine minimalno (za bazen promjera 17 m promjer ispusnog cjevovoda je 0,6 m). Ovakav način izdvajanja sedimenata višestruko je efikasniji od prethodnih klasičnih bazena: promjer je višestruko manji, brzina vode znatno je povećana s 0,1-0,5 m/s na 1-1,5 m/s, vrijeme izdvajanja je vrlo kratko – do 2 min za čestice sedimenata 0.067-18 mm.
- **Novi pristup procesu izrade rotora Pelton turbine** – Rotor Pelton turbine tradicionalno se izrađuje kao odljev u jednom komadu iz materijala GX5CrNi 13.4. Obrada ovako odlivenog dijela traje vrlo dugo i u sebi uvijek sadrži i rizik lokalnih nehomogenosti i nekoherentnosti materijala. Kompanija Va Tech razvila je novi pristup proizvodnji kola

Peltonove turbine tzv. "Hiweld Process". Pristup je slijdeći: centralni disk je otkovan od istog materijala, tj. 13.4. Nakon obrade u njega se duboko usade i slažu lopatice koje se zavarivanjem povežu s diskom. Na taj način je vrijeme isporuke višestruko smanjeno, a otkivci jamče bolja radna svojstva kola rotora (veća otpornost na udarce, itd.). Zavarena mjesta ispituju se s UT (ultra test) , a isto tako se obavlja i njihova toplinska obrada da se otklone napetosti. Ključni proces u cijelom postupku je verifikacija postupka i kontrola zavarivanja, što je uspješno riješeno u suradnji s Tehničkim sveučilištem u Beču. Prva, na ovaj način proizvedena Pelton turbina, puštena je u pogon krajem 1998. godine i do listopada 1999. radila je 5000 sati.

- **Električni motori za kontrolu i upravljanje hidrostrojevima –** Klasično upravljanje hidrostrojevima obavljalo se uz pomoć hidrauličkog servomotora. Kompanija Toshiba je početkom 1980. godine počela razvijati i primjenjivati upravljanje hidrostrojeva s električnim servomotorima, prvo na Francisovim turbinama, a zatim i na turbinama tipa Pelton i Kaplan. Primjena električnih servomotora znatno je pojednostavila cijeli sustav upravljanja. Nema više spremnika s uljem, ukinuta je mogućnost požara te prolijevanje ulja kod naprsnuća cjevovoda, a samo održavanje električnih servomotora jednostavno je i čisto. Početkom 1980. godine snaga jednog servomotora iznosila je 5-7 kW, što je bilo dovoljno za upravljanje hidrostrojeva velikih snaga. Danas se već koriste električni servomotori snage 55 kW s kojima se vrijeme zatvaranja 40 MW Francis turbine postiže za 5 sekundi. Studije su napravljene i za jedinice većih snaga primjenom paralelnih pogona. Problem kod primjene električnog servomotora je u potrebi adekvatne akumulatorske baterije. Također, kod turbina tipa Kaplan, primjenjuje se upravljanje servomotorima kod jedinica do 20 MW, ovisno o sustavu zakretanja lopatica. Za jedinice veće snage, tip Kaplan, pokrenuto je istraživanje pojednostavljenja pretvorbe mehaničkog gibanja rotacije u linearno gibanje.

Hydro Review Worldwide, December 1999.

SBK

KREIRANJE NOVE ELEKTROPRIVREDNE KOMPANIJE - ODGOVOR NJEMAČKE NA KONKURENCIJU

Spajanjem kompanija Veba i Viag stvorit će se treća najveća elektroenergetska kompanija u Europi poslije ENEL-a u Italiji i EdF-a u Francuskoj.

Osnovna djelatnost će biti energetika i kemijska industrija. Ovo spajanje je odgovor na liberalizaciju njemačkog i europskog tržišta električnom energijom i indikativ pritisaka na smanjenje troškova u elektroprivrednoj djelatnosti. Ovim spajanjem kompanije Veba i Viag svrstavaju se na vodeću poziciju na tržištu na kojem vlada jaka konurencija.

Uprave obaju poduzeća odobrile su ovaj postupak i on će biti ispitan od strane federalnog ureda Federal Cartel Office (BKA) i Europske komisije (EC). Ovim spajanjem omogućit će se konsolidacija Veba-ove podružnice PreussenElektra i Viag-ove podružnice Bayernwerk.

Nova kompanija kontrolirat će Viag-ov posao s električnom energijom (proizvodnja, prijenos i distribucija) u južnoj Njemačkoj i Veba-ov na sjeveru Njemačke.

Kroz spajanje stvorit će se mogućnosti smanjenja troškova u proizvodnji, prijenosu i distribuciji električne energije što će omogućiti da budu konkurentni na nacionalnoj razini.

Smanjenje troškova energetskog sektora kretat će se oko 744 milijuna američkih dolara (700 milijuna eura) na godinu do 2002. godine. Jedna trećina smanjenja troškova dobit će se smanjenjem broja zaposlenih na oko 2500 radnih mjesta.

Također se nova kompanija želi proširiti i u ostali dio Europe, a i u prekomorske zemlje. Naime, nova kompanija želi postati globalna multi kompanija. Ovo spajanje je samo prvi korak u postizanju tog cilja. Tu su još dvije zapreke, BKA i EC, koje nije lako preskočiti.

Power Engineering International, October 1999.

SBK

DOBAR POSAO ZA PROZVOĐAČE OPREME ZA VJETROELEKTRANE

Prema navodima Američkog udruženja za energiju vjetra (AWEA), 1999. godina bila je druga rekordna godina u proizvodnji opreme za vjetroelektrane u cijelom svijetu. AWEA procjenjuje da je u 1999. godini stavljeno u pogon više od 3600 MW vjetrokapaciteta, što je ukupnu snagu vjetroelektrana povećalo na oko 13400 MW. To predstavlja povećanje za više od 36 % od u 1998. godini ukupno instaliranih 9751 MW. Od 1995. do 1998. godine bilo je instalirano 4893 MW, što je bilo povećanje od 27,75 %. Do 1990. godine bilo je instalirano ukupno 2000 MW. Prema sadašnjih 13400 MW to znači povećanje snage vjetroizvora 6 puta u tijeku ove decenije.

Povećanje vjetrokapaciteta koncentrirano je uglavnom na 4 zemlje: Njemačku, SAD, Španjolsku i Dansku. Za njih to znači povećanje snage turbina od 2882 MW, odnosno povećanje u 1999. godini od 80 %. Ove zemlje imaju instalirano 10000 MW u vjetroelektranama, odnosno 75 % svjetskog kapaciteta. Njemačka je također bila prva koja je prešla barijeru od jednog GW sa instaliranih 1200 MW.

U SAD-u, uz podršku federalnih kredita, postignut je dobar rezultat s 732 MW novih kapaciteta. Ukupno je instalirano 905 MW u novih turbina, no 173 MW su bile zamjene starih turbina novim, lakšim i bolje iskoristivosti.

Španjolska je povećanjem kapaciteta došla na treće mjesto preskočivši Dansku koja bilježi stagnaciju vjerojatno zbog veće kontrole tržišta od strane zelenih.

Perspektiva za 2000. godinu ovisi o politici razvoja vjetroenergije. Na vodećem tržištu Njemačke, u tijeku je reforma REFIT tarifa koja je imala snažnu podršku pred Bundestagom. U reviziji postojećeg uređenja moguće su promjene. No, u svakom slučaju jak politički lobi za vjetar u Njemačkoj ne bio trebao biti prijetnja industriji – čini se da je porast osiguran.

U Španjolskoj postoje indikacije da će se porast nastaviti uz podršku vlade regije Castilaa i Leon, gdje je smještena većina kapaciteta .

U SAD-u, nakon 30-mjesečnog usporavanja proizvodnje zbog poreza na kredite, moguće je osigurati tržište za vjetrokapacitete.

Najmanji porast gradnje vjetroelektrana predviđa se u Danskoj zbog vrlo strogih ograničenja od strane zelenih.

Na drugoj strani svijeta, tržište vjetroenergije Indije doživljava značajan porast. Kina ne predviđa porast gradnje narednih godina, dok će za Veliku Britaniju 2000. godina biti početak renesanse u gradnji vjetroelektrana.

Http://www.uk.ftenergy.com , February 2000.

SBK

POVEĆANJE EFIKASNOSTI PLINSKIH TURBINA

General Electric (GE) unaprijedio je plinske H-turbine koje koriste prirodni plin kao energent. U gradnji je elektrana u mjestu Scriba u državi New York u SAD-u, snage 800 MW s novom H-tehnologijom. Koeficijent iskoristivosti plinske turbine je 60 %. Završetak gradnje predviđa se 2002. godine.

Pover Engineerig International, October 1999.

SBK

SOLARNA TEHNOLOGIJA ZA VELIKE SNAGE

Ministarstvo energetike SAD-a i privatni konzorcij Southern California Edison (SCE) razvili su novi način korištenja solarne energije, primjenom kojeg je moguće izgraditi jedinice velike snage. Razvijen je jedinstven sustav "skladištenja energije" koji ima kapacitet isporuke energije 153 sata, a električne prema zahtjevu 24 sata.

Uređaj je snage 10 MW i cijena mu je 55 milijuna američkih dolara. Uređaj se sastoji od 200 tračnih ogledala koja reflektiraju sunčevu svjetlost u prijamnik oblika tornja visokog 91 metar. Prijamnik je sastavljen od stotine vertikalnih cijevi kroz koje cirkulira otopljena sol. Koncentracija sunčeve svjetlosti stvara u cijevima temperaturu od 565 °C. Tekuća sol struji u skladišni spremnik na dnu tornja, koji se može koristiti kao "skladište energije" ili se koristi za zagrijavanje vode obližnje elektrane, tj. parne turbine.

Power Engineering International, October 1999.

SBK

PRIPREME ZA UVOĐENJE NORME ISO 9000:2000

Uobičajeno je da se ISO norme svakih pet godina pregledavaju i obnavljaju. U 1990. godini ISO/TC 176 prihvatio je da se postupak izmjena provodi u dvije faze. Prva faza predstavlja ograničene izmjene normi iz 1994. godine. U drugoj fazi, u 2000. godini, načinit će se temeljite promjene normi iz ovog područja. Osnova za promjene ovih normi su značajno promijenjene potrebe korisnika i kupaca.

Međunarodni komitet za ISO norme napravio je reviziju dosadašnjeg niza normi ISO 9000:1994, koji se sastoji od 27 normi. Ovaj niz normi bit će zamijenjen s 4 nove norme i to:

- ISO 9000 : Sustav upravljanja kvalitetom i rječnik
- ISO 9001 : Zahtjevi na sustav upravljanja kvalitetom
- ISO 9004 : Smjernice za poboljšanja sustava
- ISO 19011 : Smjernice za prosudbu sustava upravljanja kvalitetom i zaštita okoliša.

Nove norme temelje se na slijedećim načelima:

- usmjerenje prema kupcu
- vođenje sustava
- angažman zaposlenih
- procesni pristup
- sustavni pristup upravljanju
- trajno poboljšanje sustava
- odlučivanje na temelju činjenica
- obostrano koristan odnos s dobavljačem.

Norma ISO 9000:2000 bit će u primjeni od mjeseca prosinca 2000. godine i postaje obvezna za sve sudionike: državne zavode za normizaciju, društva za certifikaciju te za sve proizvođače/davatelje usluga. Obveza je svih subjekata koji već imaju neki od certifikata niza ISO 9000:1994, da do kraja 2003. godine svoj sustav upravljanja kvalitetom usklade s obnovljenom normom ISO 9000:2000.

ISO/DIS 9000(E), ISO /DIS 9001(E), ISO/DIS 9004(E)

SBK

ELEKTRIČNA ENERGIJA IZ OCEANA

Nacionalni institut za oceansku tehnologiju iz Madrasa, Indija, projektirao je i dovršava pokusnu elektranu od 1 MW koja energiju dobiva iz razlike temperature površinske i dubinske vode u oceanu, na principu OCEC (Ocean Termal Energy Conversion).

Razlika temperature vode na površini i na dubini od 1000 metara iznosi oko 20 °C. Ta razlika temperature koristi se kao potrebna energija za isparavanje /ukapljivanje amonijaka, preko izmjenjivača topline iz titana. Strujanje amonijaka pokreće aksijalnu turbinu koja je priključena na generator. S oko 2 t/h morske vode osigurava se 31,6 kg para amonijaka, koliko je potrebno za proizvodnju 1 MWh električne energije. Cjevovodi, zapravo kesoni, smješteni su jedan uz drugi. Elektrana će biti stavljena u pogon u listopadu 2000. godine.

Power Industry Development, Autumn 1999.

SBK

KOMERCIJALNA UPORABA JEDINICA GORIVIH ĆELIJA (FCPP) U NJEMAČKOJ I JAPANU

Kompanija IFC/ONSI razvila je i tehnološki dotjerala na visoki nivo blok jedinicu za proizvodnju električne i toplinske energije snage 200 kW, tipske oznake PC25. Kao energent može poslužiti metanol s gradskih deponija smeća, prirodni plin, čisti vodik itd. Izvedba je kontejnerskog tipa s dva modula:

- modul za proizvodnju električne energije, težine 18,2 t
- rashladni modul, težine 0,7 t.

Upravljanje je automatsko, sa ili bez povezivanja na električnu mrežu, izlaz prema želji 50 ili 60 kHz, kao i struja istosmjerna ili izmjenična.

U Japanu kompanija Toshiba počela je s izradom i postavljanjem ovakvih blok jedinica, s parametrima po želji i potrebi kupaca.

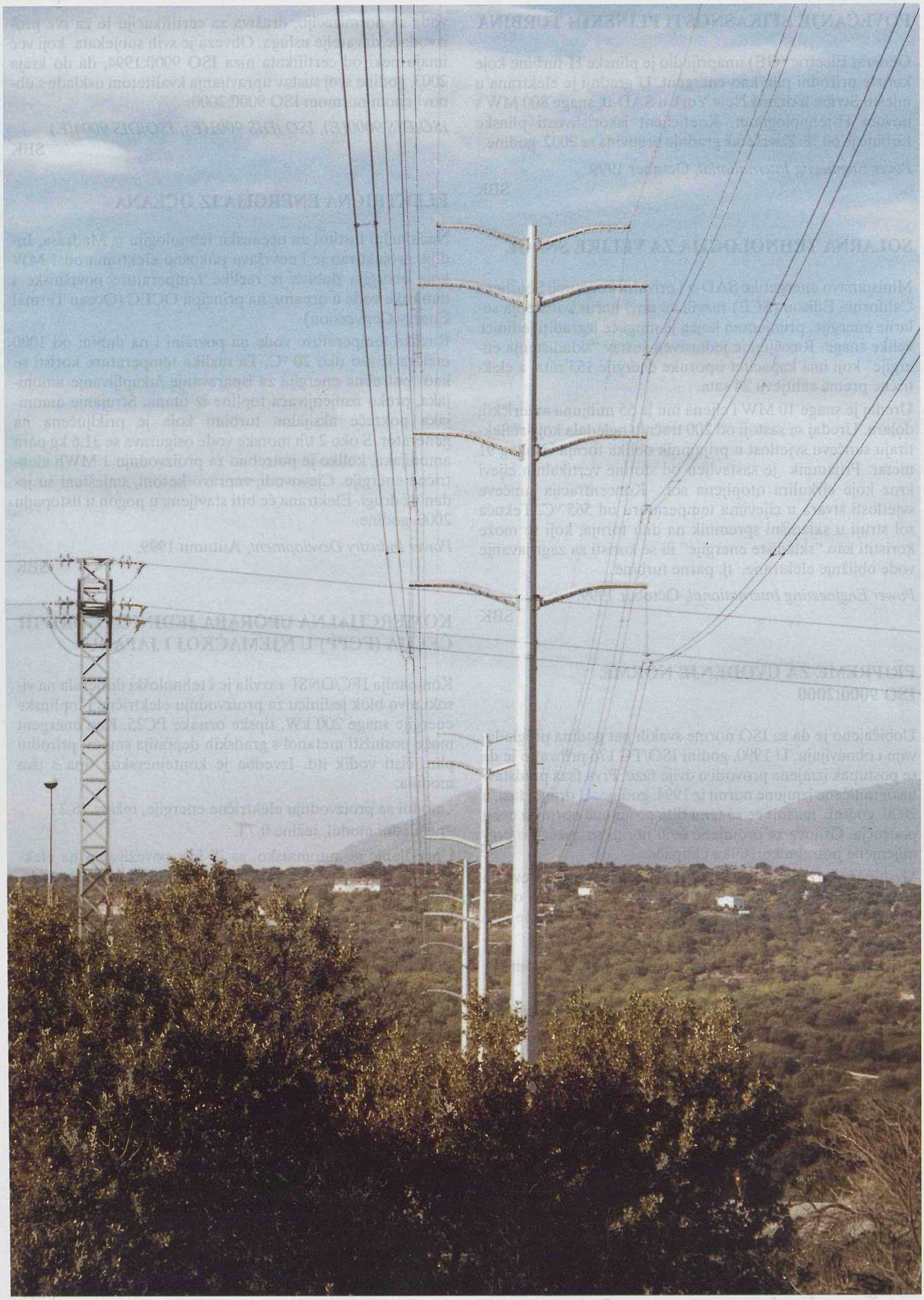
U Njemačkoj je kompanija GEW Koln, AG, preuzela isti posao.

Prednosti gorivih ćelija pred klasičnom termoelektranom je u tome, što se energija dobiva kemijskim procesom, a ne izgaranjem. Na ovaj način je emisija stakleničkih plinova smanjena na minimum. Svaka jedinica sačuva okoliš od onečišćenja smanjenom emisijom CO_2 za 1100 t tijekom jedne godine u pogonu.

Blok PC25 proizvede 200 kWh električne energije , što je dovoljno za 150 kućanstava i topline u iznosu 700000 Btu/h (1 Btu = 1.0551×10^3 J). Ova toplina se dijelom koristi za proces dobivanja metana, ako je izvor smetlište ili se u cijelosti koristi za potrebe industrije ili kućanstava.

Power Engineering International, October 1999 – Utility Autonation International, Winter 1999.

SBK



Energija

Godište 49 (2000) Br. 2

Časopis Hrvatske elektroprivrede

Uredništvo i uprava
Zagreb, Ulica grada Vukovara 37
Godišnja pretplata 480,00 kn

Energija 1321

UDK 621.316.12:621.3.024
PREGLEDNI ČLANAK

ENERGIJA 49/2000/2, 113-118

PROBLEMI ZAŠTITE OD KRATKOG SPOJA U ISTOSMJERNIM RAZVODIMA POSTROJENJA ZA PRIJENOS I DISTRIBUCIJU

Javor Škare, dipl. ing. - Attila Lövei, dipl. ing.

Končar INEM - Josipa Lončara 3, 10090 Zagreb, Hrvatska

Objavljivanje norme IEC 61660-1 predstavlja značajan doprinos određivanju pravog pristupa proračunu kratkog spoja u sustavima za napajanje istosmjernim naponom elektroenergetskih postrojenja. Zbog toga će zahtjevi koje ona postavlja biti posebno razmotreni i komentirani u ovom članku.
Principi postizanja selektivnosti i određivanje zaštitnih elemenata u razvodima sustava za napajanje istosmjernim naponom također će biti predmet ovog članka.
(Lit. 8, sl. 5 – original na hrvatskom jeziku)

Autori
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/2/113-118/2000.

Energija 1322

UDK 621.315.1:577.5
PREGLEDNI ČLANAK

ENERGIJA 49/2000/2, 91-99

DALEKOVOD I OKOLIŠ

Antun Fišer, dipl. ing. - Predrag Helman, dipl. ing.

DALEKOVOD d. d., Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska

Na višem ekonomskom i urbanizacijskom stupnju življenja društvena zajednica zahtijeva u urbaniziranim područjima, uz obale mora i jezera, u parkovima prirode, kroz šume i polja kao i u svim drugim prostorima, da dalekovodi budu položeni i izgrađeni u suglasju s okolišem.
U referatu se autori osvrću na kriterije uklapanja u okoliš, našu prateću zakonsku regulativu, te ne odabir trasa, projektiranje i izgradnju dalekovoda.
(Lit. 1, sl. - – original na hrvatskom jeziku)

Autori
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/2/91-99/2000.

Energija 1323

UDK 621.314.21.005:620.169.3
STRUČNI ČLANAK

ENERGIJA 49/2000/2, 119-123

PROCJENA PREOSTALOG ŽIVOTNOG VIJEKA ENERGETSKIH TRANSFORMATORA U MREŽI PRIJENOSNOG PODRUČJA OSIJEK

Nikola Jaman, dipl. ing.

HEP - Prijenosno područje Osijek, Šetalište kardinala F. Šepera 1a, 31000 Osijek, Hrvatska

Svaki korisnik energetskih transformatora srednji i velikih snaga treba imati informacije o preostalom životnom vijeku svojih jedinica, kako bi tijekom eksploatacije donosio valjane i optimalne odluke.
Na većini energetskih transformatora u mreži Prijenosnog područja Osijek izvršena su ispitivanja stupnja polimerizacije papira (DP) s ciljem procjene preostalog životnog vijeka, što dugoročno određuje i potrebe nabavke novih jedinica.
Izvršena su i ispitivanja sadržaja furana, ali nije utvrđena povezanost između furana i stupnja polimerizacije papira.
(Lit. 4, sl. 1 – original na hrvatskom jeziku)

Autor
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/2/119-123/2000.

Energija 1323

UDK 621.314.21.005:620.169.3

1. Procjena preostalog životnog vijeka energetskih transformatora u mreži Prijenosnog područja Osijek

I. *Jaman N.*

II. HEP - Prijenosno područje Osijek, Šetalište kardinala F. Šepera 1a, 31000 Osijek, Hrvatska

Energetski transformator
Preostali životni vijek
Stupanj polimerizacije papira (DP)
Furani

Energija 1322

UDK 621.315.1:577.5

1. Dalekovod i okoliš

I. *Fišer A. - Helman P.*

II. DALEKOVOD d. d., Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska

Dalekovod
Okoliš
Utjecaj

Energija 1321

UDK 621.316.12:621.3.024

1. Problemi zaštite od kratkog spoja u istosmjernim razvodima postrojenja za prijenos i distribuciju

I. *Škare J. - Lövei A.*

II. Končar INEM - Josipa Lončara 3, 10090 Zagreb, Hrvatska

Rasklopna postrojenja
Pomoćni istosmjerni razvod
Kratki spoj
Selektivnost i pouzdanost

Energija

Godište 49 (2000) Br. 2

Časopis Hrvatske elektroprivrede

Uredništvo i uprava
Zagreb, Ulica grada Vukovara 37
Godišnja pretplata 480,00 kn

Energija 1324

UDK 620.9(520):577.4
PREGLEDNI ČLANAK

ENERGIJA 49/2000/2, 81-89

ENERGETSKA SITUACIJA U JAPANU, PRISTUP ENERGETSKOJ UČINKOVITOSTI I ZAŠTITI OKOLIŠA

Mr. sc. Mladen Zeljko

Energetski institut "Hrvoje Požar", Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska

U članku se daje jedan kratki prikaz energetske situacije u Japanu, te neke od mjera učinkovitog korištenja energije i mjere za zaštitu okoliša. Da bi se to sve moglo smjestiti u primjeren kontekst, navedeni su i neki detalji institucionalnog okvira koji ima dodira s energetskim sektorom, kao i neka zakonska rješenja koja se odnose na područje učinkovite uporabe i štednje energije te zaštite okoliša.

(Lit. 7, sl. 4 – original na hrvatskom jeziku)

Autor

ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/2/81-89/2000.

Energija 1325

UDK 621.316.11:621.3.016
IZVORNI ZNANSTVENI ČLANAK

ENERGIJA 49/2000/2, 107-112

OCJENA GUBITAKA ELEKTRIČNE ENERGIJE U KOMPONENTAMA MREŽE NA TEMELJU ZAKONA SLIČNOSTI DIJAGRAMA OPTEREĆENJA

Mr. sc. Ernest Mihalek - mr. sc. Lahorko Wagmann

Energetski institut "Hrvoje Požar", Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska

Prikazana je metoda ocjene gubitaka električne energije na temelju poznavanja zakona sličnosti dijagrama opterećenja. Ako ne postoje bitne razlike u parametrima promatrane mreže na kojima su uspoređeni dijagrami opterećenja snimljeni, razlika u veličini gubitaka električne energije ovisna je samo o odnosu parametara tih dijagrama opterećenja, dakle njihove sličnosti. Svrha rada nije "otkrivanje" novih zakona u elektroenergetici, nego namjera autora da se elektroenergetičarima pruži dodatni alat za procjenu i provjeru gubitaka električne energije u elementima distribucijskih mreža.

(Lit. 3, sl. 2 – original na hrvatskom jeziku)

Autori

ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/2/107-112/2000.

Energija 1326

UDK 621.316.1:621.3.012.5
STRUČNI ČLANAK

ENERGIJA 49/2000/2, 101-106

UTJECAJ PROMJENE SPECIFIČNOG OTPORA TLA NA VELIČINU STRUJE JEDNOPOLNOG KRATKOG SPOJA U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI

Pavle Filko - mr. sc. Marinko Stojkov

HEP - Distribucijsko područje Osijek, Zeleno polje bb, 31000 Osijek, Hrvatska - HEP Distribucijsko područje Elektra, Petra Krešimira IV br. 11, 35000 Slavonski Brod, Hrvatska

Rad analizira utjecaj promjene specifičnog otpora tla na veličinu struje jednopolnog kratkog spoja. Polazna pretpostavka je da su svi elementi strujnog kruga konstantni pa na vrijednost struje kratkog spoja djeluje promjena vrijednosti otpora rasprostiranja uzemljivača. Proračuni su izvedeni pomoću programa TOKSwin na stvarnoj mreži 35 kV grada Osijeka.

(Lit. 3, sl. 2 – original na hrvatskom jeziku)

Autori

ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/2/101-106/2000.

Energija 1326

UDK 621.316.1:621.3.012.5

1. Utjecaj promjene specifičnog otpora tla na veličinu struje jednopolnog kratkog spoja u distributivnoj mreži
I. *Filko P. - Stojkov M.*
II. HEP - Distribucijsko područje Osijek, Zeleno polje bb, 31000 Osijek, Hrvatska - HEP Distribucijsko područje Elektra, Petra Krešimira IV br. 11, 35000 Slavonski Brod, Hrvatska

35 kV mreža
Specifični otpor tla
Utjecaj promjene
Struja jednopolnog kratkog spoja

Energija 1325

UDK 621.316.11:621.3.016

1. Ocjena gubitaka električne energije u komponentama mreže na temelju zakona sličnosti dijagrama opterećenja
I. *Mihalek E. - Wagmann L.*
II. Energetski institut "Hrvoje Požar", Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska

Dijagram opterećenja
Gubici električne energije

Energija 1324

UDK 620.9(520):577.4

1. Energetska situacija u Japanu, pristup energetskoj učinkovitosti i zaštiti okoliša
I. *Zeljko M.*
II. Energetski institut "Hrvoje Požar", Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska

Potrošnja energije
Učinkovitost
Zaštita okoliša
Emisija stakleničkih plinova

Energija

Volume 49 (2000) Nº 2

Review of electricity of Croatia

Editorial and advertisements offices:
Zagreb, Ulica grada Vukovara 37
Subscription rate for 6 numbers p.a. USD 95

ENERGIJA 1321

UDK 621.316.12:621.3.024
SUBJECT REVIEW

ENERGIJA 49/2000/2, 113-118

PROBLEM OF SHORT-CIRCUIT CURRENT PROTECTION IN DISTRIBUTION AND TRANSMISSION SUBSTATIONS

Javor Škare, B. Sc. – Attila Lövei, B. Sc.

Končar INEM – Josipa Lončara 3, 10090 Zagreb, Croatia

The publishing of the IEC 61660-1 Regulation represents a significant contribution in determining the right approach to calculate short-circuit current in substation's DC auxiliary installation. Requirements of the new regulation will be separately analysed and commented in this paper.
In this paper, principles of discrimination and determination of protection devices in substation's DC auxiliary installation are also discussed.
(No. of References: 8, Fig.: 5 – original in Croatian)

Authors
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/2/113-118/2000.

ENERGIJA 1322

UDK 621.315.1:577.5
SUBJECT REVIEW

ENERGIJA 49/2000/2, 91-99

TRANSMISSION LINES AND ENVIRONMENT

Antun Fišer, B. Sc. – Predrag Helman, B. Sc.

DALEKOVOD d. d., Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Croatia

On a higher level of economic and urban standard, the community requires that transmission lines be positioned and constructed as to be in harmony with the environment in urban areas, alongside seas and lakes, in nature parks, woods and fields as well as with all other areas.
In the papers, authors discuss the environmentally friendly criteria, the accompanying legal framework, route choice, and the design and construction of transmission lines.
(No. of References: 1, Fig.: - – original in Croatian)

Authors
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/2/91-99/2000.

ENERGIJA 1323

UDK 621.314.21.005:620.169.3
PROFESSIONAL PAPER

ENERGIJA 49/2000/2, 119-123

ESTIMATION OF THE REMAINING LIFETIME OF THE OSIJEK NETWORK POWER TRANSFORMERS

Nikola Jaman, B. Sc.

HEP – Prijenosno područje Osijek, Šetalište kardinala F. Šepera 1a, 31000 Osijek, Croatia

Each user of medium or great power transformers should be informed about the remaining life time of the units, in order to make good and optimal decisions during their operation.
Most power transformers in the Osijek network have been tested on paper polymerisation degree (DP) so as to estimate the remaining lifetime, which determines the long-term need for new units.
Furanics have been tested too, but no connection was determined between the furanic and the paper polymerisation degree.
(No. of References: 4, Fig.: 1 – original in Croatian)

Author
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/2/119-123/2000.

ENERGIJA 1323

UDK 621.314.21.005:620.169.3

1. Estimation of the Remaining Lifetime of the Osijek Network Power Transformers
I. *Jaman N.*
II. HEP – Prijenosno područje Osijek, Šetalište kardinala F. Šepera 1a, 31000 Osijek, Croatia

Power Transformer
Remaining Lifetime
Paper Polymerisation Degree (DP)
Furanics

ENERGIJA 1322

UDK 621.315.1:577.5

1. Transmission Lines and Environment
I. *Fišer A. – Helman P.*
II. DALEKOVOD d. d., Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Croatia

Transmission Line
Environment
Influence

ENERGIJA 1321

UDK 621.316.12:621.3.024

1. Problem of Short-circuit Current Protection in Distribution and Transmission Substations
I. *Škare J. – Lövei A.*
II. Končar INEM – Josipa Lončara 3, 10090 Zagreb, Croatia

Substation
DC Auxiliary Installations
Short Circuit
Discrimination and Reliability

Energija

Volume 49 (2000) Nº 2

Review of electricity of Croatia

Editorial and advertisements offices:
Zagreb, Ulica grada Vukovara 37
Subscription rate for 6 numbers p.a. USD 95

ENERGIJA 1324

UDK 620.9(520):577.4
SUBJECT REVIEW

ENERGIJA 49/2000/2, 81-89

ENERGY SITUATION IN JAPAN, ATTITUDE TOWARDS ENERGY EFFICIENCY AND ENVIRONMENTAL PROTECTION

Mladen Zeljko, M. Sc.

Energetski institut "Hrvoje Požar", Ulica grada Vukovara 37,10000 Zagreb, Croatia

The paper gives a short review on the energy situation in Japan as well as some energy efficiency and environmental protection measures. In order to create a certain framework some details of the institutional framework close to the energy sector are given as well as some legislative solutions related to energy efficiency, energy savings and environmental protection.

(No. of References: 7, Fig.: 4 – original in Croatian)

Author
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/2/81-89/2000.

ENERGIJA 1325

UDK 621.316.11:621.3.016
ORIGINAL SCIENTIFIC PAPER

ENERGIJA 49/2000/2, 107-112

ESTIMATION OF ELECTRIC ENERGY LOSSES IN NETWORK COMPONENTS BASED ON LOAD DIAGRAM SIMILARITY LOW

Ernest Mihalek, M. Sc. - Lahorko Wagmann, M. Sc.

Energetski institut "Hrvoje Požar", Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb,Croatia

The paper presents a method of electric energy loss estimation based on load diagram similarity low. If there are no significant differences among network parameters where compared diagrams are taken, the difference among electric energy losses depends solely on the parameters' relation of the load diagrams, that is their similarity. The scope of the work is not a new low discovery in electric power sector but the intention of the authors to give an additional tool to electric energy engineers to evaluate and check electric energy losses in the distribution network elements.

(No. of References: 3, Fig.: 2 – original in Croatian)

Authors
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/2/107-112/2000.

ENERGIJA 1326

UDK 621.316.1:621.3.012.5
PROFESSIONAL PAPER

ENERGIJA 49/2000/2 101-106

INFLUENCE OF SPECIFIC SOIL RESISTANCE CHANGE ON THE CURRENT VALUE OF DISTRIBUTION NETWORK'S ONE-PHASE SHORT CIRCUIT

Pavle Filko – Marinko Stojkov, M. Sc.

HEP – Distribucijsko područje Osijek, Zeleno polje bb, 31000 Osijek, Croatia - HEP – Distribucijsko područje Elektra, Petra Krešimira IV br.11, 35000 Slavonski Brod, Croatia

This work analyses the influence of the specific soil resistance change on the current value of one-phase short circuit. The initial presumption is that all current circuit elements are constant so the current value is influenced by the earthing resistance change. The calculations were realised using TOKSwin programme on a real 35 kV network of Osijek.

(No. of References: 3, Fig.: 2 – original in Croatian)

Authors
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/2/101-106/2000.

ENERGIJA 1326

UDK 621.316.1:621.3.012.5

1. Influence of Specific Soil Resistance Change on the Current Value of Distribution Network's One-Phase Short Circuit

I. *Filko P. – Stojkov M.*

II. HEP – Distribucijsko područje Osijek, Zeleno polje bb, 31000 Osijek, Croatia - HEP – Distribucijsko područje Elektra, Petra Krešimira IV br.11, 35000 Slavonski Brod, Croatia

35 kV Network
Specific Soil Resistance
Change Influence
One-phase Short Circuit Current

ENERGIJA 1325

UDK 621.316.11:621.3.016

1. Estimation of Electric Energy Losses in Network Components Based on Load Diagram Similarity Low

I. *Mihalek E. – Wagmann L.*

II. Energetski institut "Hrvoje Požar", Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb,Croatia

Load Diagram
Electric Energy Losses

ENERGIJA 1324

UDK 620.9(520):577.4

1. Energy Situation in Japan, Attitude Towards Energy Efficiency and Environmental Protection

I. *Zeljko M.*

II. Energetski institut "Hrvoje Požar", Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Croatia

Energy Consumption
Efficiency
Environmental Protection
Greenhouse Gas Emissions

UDK 621.31

ENJAAC 49 (3) – (2000) – 147-216

ISSN 0013-7448

ČASOPIS
HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE

energija

Godište 49 (2000) Zagreb 2000 Br. 3

IZDAVAČI – PUBLISHER

Hrvatska elektroprivreda

POMOĆ U IZDAVANJU

Ministarstvo znanosti, tehnologije i informatike

IZDAVAČKI SAVJET – THE PUBLISHING COUNCIL

Mr. sc. Branko *Grgić,* dipl. ing. (predsjednik), HEP Split – Adrijano *Fišer,* dipl. ing., HEP Rijeka – Marijan *Kalea,* dipl. ing., HEP Osijek – Damir *Karavidović,* dipl. ing., HEP Osijek – Mr. sc. Mladen *Mandić,* dipl. oec., HEP Zagreb – dr. sc. Vladimir *Mikuličić,* dipl. ing., FER Zagreb – dr. sc. Niko *Malbaša,* dipl. ing., Ekonerg, Zagreb

UREDNIČKI ODBOR - EDITORIAL BOARD

Glavni urednik – Editor-in-chief: dr. sc. Zorko *Cvetković,* dipl. inž.
Urednik - Editor: Zdenka *Jelić,* prof.

Urednici rubrika – Contributing Editors: "Energetski sistemi", dr. sc. Goran *Granić,* dipl. ing. – "Hidroelektrane", Vladimir *Prizl,* dipl. ing. – "Termoelektrane i toplane", Ivan *Vučetić,* dipl. ing. – "Prijenos električne energije", mr. sc. Zdenko *Tonković,* dipl. ing. – "Razvoj, distribucija i potrošnja električne energije", Mladen *Ježić,* dipl. ing. i Dasenko *Baldasari,* dipl. ing. – "Ekonomsko poslovanje i tarifna politika", dr. sc. Jure *Šimović,* dipl. ecc., mr. sc. Mladen *Mandić,* dipl. ecc. i Marijan *Magdić,* dipl. ecc. – "Ekologija", dr. sc. Niko *Malbaša,* dipl. ing. – "Informatika", Nikola *Lastrić,* dipl. ing. – Tehnički urednik – Technical Editor: Branko *Mališ – Lektor – Lingvistic Adviser: Šimun Čagalj,* prof. – Metrološka recenzija – Metrologic review: mr. sc. Mladen *Zeljko,* dipl. ing.

Redakcija završena 2000 - 05 - 05

SADRŽAJ

Staničić L. – Domac J.: Ekonomsko-financijska analiza projekta malih kogeneracijskih postrojenja na biomasu (Pregledni članak) 151

Kalea M.: Osnove obnove i dogradnje TS 400/110 kV Ernestinovo (Stručni članak) 163

Lovrić M. – Goić R.: Problemi i mogući načini rješavanja naponskih prilika u prijenosnoj mreži Dalmacije (Stručni članak) 171

Majstrović M. – Bajs D. – Majstrović G.: Kompenzacija reaktivne snage u prijenosnoj mreži na području Dalmacije (Stručni članak) 177

Musulin B.: Ekološki aspekti korištenja i odlaganja transformatorskih ulja (Pregledni članak) 183

Franković B. – Kovaček P. – Cigrovski D. – Zelić M. – Jurić V.: 25. godišnjica hidroelektrane "Varaždin" (Pregledni članak) 189

Šimleša K.: Uz prigodu stote obljetnice mrežnog tonfrekventnog upravljanja. 201

Vijesti iz elektroprivrede 205

Iz strane stručne literature 213

Fotografija na omotu:

BRANA PRANČEVIĆI

Časopis je ubilježen u Ministarstvu kulture i prosvjete – Sektor informiranja pod brojem 161 od 12. 11. 1992.

Uredništvo i uprava:

Zagreb, Ulica grada Vukovara 37

Telefoni 6125-641 i 6125-111/641, telefax 6170-438

Godišnje izlazi 6 brojeva. Godišnja pretplata za pojedince iznosi 300,00 kn, a za poduzeća i ustanove 480,00 kn (za studente 70,00 kn).

Cijena pojedinog broja u prodaji 50,00 kn.

Za inozemstvo $ 95 godišnje.

Žiro računi kod ZAP, Zagreb - Hrvatska elektroprivreda (za "Energiju") broj 30101-604-495

Tisak: TIVA – Tiskara Varaždin

Naklada 1000 primjeraka

Upute autorima

U "Energiji" smo već tiskali upute o pisanju stručnih i znanstvenih članaka, pa "stari" autori znaju sve o tome kako treba prirediti članak koji će se u njoj objaviti. Cilj je ovog priloga da pomognemo onim autorima koji još nisu objavljivali i da podsjetimo "zaboravljive".

1. Da bi članak bio zanimljiv, mora biti jasan. Rečenice kratke, a izrazi poznati. Pismo: latinica. Pisati valja u trećem licu ne upotrebljavajući pasivne oblike.
2. Članak mora biti neobjavljen. Kad se preda "Energiji", više se ne smije ponuditi nekom drugom uredništvu.
3. Idealno je kad članak nema više od 20 strana. Autori često tvrde da je teško neku problematiku iznijeti na tako malo stranica. U tom slučaju obično "presude" recenzenti.
4. Valja se pridržavati zakonskih standarda i INDOK-propisa. Pri upotrebi jedinica i simbola valja poštivati zakonske mjerne jedinice Međunarodnog sustava jedinica - SI.
   Matematički znakovi, grčka slova i indeksi moraju biti jasni i definirani. Fizikalne veličine i faktori pišu se kosim velikim i malim slovima latinicom ili grčkim slovima. Mjerne jedinice i ostali opisi pišu se uspravnim slovima.
5. Članak mora biti napisan na formatu A4 u dva primjerka. Napisan mora biti strojem s razmakom između redaka. Na lijevoj strani mora biti 4 cm širok rub za unošenje pogrešaka, uredničkih oznaka i dopuna. Mora imati **naslov** i jasno označene **podnaslove.** Ispod naslova valja napisati prezime, ime i mjesto stanovanja autora, a na kraju članka valja navesti podatke o autoru: znanstvenu titulu, prezime i ime, stručni naziv, naziv ustanove u kojoj radi i punu adresu.
6. Svaki članak mora imati:
   - **kratak sažetak.** U njemu se čitatelju daje dovoljno informacija o sadržaju članka. Autor treba navesti nova otkrića i spomenuti temeljna načela na kojima je izveo eksperimente što ih je opisao u članku. Ne smije imati više od 200 riječi.
   - **ključne riječi** (key words). To su izrazi koji čitatelju u najkraćem obliku kažu što je sadržaj članka. One pomažu da čitatelj sazna da li mu je članak zanimljiv ili nije.
   - **kategorizaciju.** Autor ima pravo predložiti u koju se kategoriju članka po kvaliteti ubraja njegov, u: originalni znanstveni članak, prethodno priopćenje, pregledni članak, stručni ili su to izvještaji sa savjetovanja, vijesti iz svijeta itd.
   - **literaturu.** Navodi se na kraju članka onim redom kojim je spomenuta u članku. Kad se u tekstu poziva na literaturu, piše se u uglatoj zagradi samo broj pod kojim je navedena. Podaci moraju biti točni i istiniti.

   Naslov članka, kategorizacija, sažetak i ključne riječi moraju biti na jednom papiru. Sažeci se u "Energiji" prevode na engleski i njemački. To čine naši prevodioci.
7. Likovni prikazi (fotografije, crteži, dijagrami) moraju se nalaziti na posebnom listu - svaka slika na svom listu. Moraju biti nacrtane po pravilima tehničkog crtanja i obično 3 puta veće nego što će biti u časopisu. Pritom valja paziti da 3 puta smanjena najmanja brojka ili slovo bude veliko 3 mm - 1,5 mm.

Tako pripremljen rukopis Uredništvo pregleda, daje ga recenzentima na ocjenu i ako je povoljno ocijenjen, tehnički se obradi (lektorira, grafičko-likovno uredi) i pošalje u tiskaru. O tome da li je članak primljen ili odbijen, Uredništvo izvještava autora.

Da bi autori lakše odredili u koju kategoriju prema kvaliteti valja uvrstiti neki članak, dajemo osnovne upute o kategorizaciji članka:

IZVORNI ZNANSTVENI ČLANAK (originalan znanstveni rad, originalno znanstveno delo, originaljnaja naučnaja rabota, original scientific paper, originalna naučna rabota, Wissenschaftlicher Originalbeitrag) opisuje nove rezultate istraživanja tehnike ili aparata (npr. doktorska disertacija). Ovoj kategoriji pripada i dosad neobjavljeni rad koji pridonosi znanstvenoj spoznaji ili nekom svhvaćanju, a napisan je tako da bilo koji kvalificirani znanstvenik na temelju danih informacija može:

- ponoviti eksperiment i postići opisane rezultate s jednakom točnošću ili unutar granice eksperimentalne pogreške, kako to navodi autor.
- ponoviti autorova zapažanja, proračune ili teorijske izvode i donijeti slična mjerenja.

PRETHODNO PRIOPĆENJE (prethodno sporočilo, prethodno saopštenje, preliminary communication, Vorlaufige Mitteliung) sadrži znanstvene spoznaje ili rezultate čiji karakter zahtijeva objavljivanje. Rad obvezatno sadrži jedan podatak novih znanstvenih informacija ili više, ali bez dovoljno pojedinosti koje bi omogućile čitatelju provjeru iznesene informacije na način kako je to prethodno opisano.

PREGLEDNI ČLANAK (pregledno delo, pregledna rabota, review, obzornja rabota, Übersichtarbeit) jest izvješće o nekom posebnom pitanju o kojem je već objavljena informacija, samo je to ovdje skupljeno i raspravljeno. Autor preglednoga članka dužan je dati podatke o svim objavljenim radovima kojima se koristio u svom radu (treba navesti literaturu i svrstati je redom kojim se pojavljuje u tekstu), a po mogućnosti u literaturi navesti radove koji bi pridonijeli razvoju razmatrane problematike.

STRUČNI ČLANAK (strokovno delo, stručna rabota, professional paper, profesionaljnaja rabota, Fachlicher Beitrag) daje korisne priloge iz područja čija problematika nije vezana za izvorna istraživanja. To znači da rad mora biti novost u određenom području djelatnosti. To se npr. odnosi na naknadno ponavljanje poznatih istraživanja koje predstavlja koristan rad u vezi sa širenjem znanja i prilagođavanja izvornih istraživanja potrebama društva i znanosti.

energija

ČASOPIS
HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE

glasilo je energetičara, elektroinženjera i elektrotehničara. Izdaje ga Hrvatska elektroprivreda uz pomoć Ministarstva znanosti, tehnologije i informatike.

Njime se koriste mnogi znanstvenici i stručnjaci u našoj zemlji, a poznat je i važnijim referalnim centrima u inozemstvu, kao što su:

Engineering Index Inc., New York; Engineering Information Inc. Bibliographic Services Dept, New Jersey; Current Tehnology Index, London; Viniti, Moscow; Revue Générale de l'électricité, Paris; Current Bibliography on Science and Tehnology, Japan Information Centre, Tokyo; itd.

U Energiji se tiskaju izvorni znanstveni članci kao i članci iz prakse, vijesti iz elektroprivrede, zanimljivosti iz svijeta, priopćenja i članci graditelja elektroenergetskih objekata, proizvođača strojeva i materijala. Oglasi su sastavni dio časopisa, a priopćenja su komercijalne naravi.

UREDNIŠTVO

RIJEČ GLAVNOG UREDNIKA

U ovom broju pojavljuju se dva članka koji raspravljaju istu problematiku tj. naponske prilike u Dalmaciji. To je u ostalom problem koji se je pojavio puštanjem u pogon južne magistrale 400 kV mreže i praktički se odnosi na previsoke napone u toj mreži. U navedenim člancima daju se i prijedlozi rješenja te problematike. Takvi i slični prijedlozi rješenja također se ponavljaju no do sada se nije pristupilo realizaciji bilo kakvog rješenja. U međuvremenu izolacija 400 kV naponskog nivoa učinskih i mjernih transformatora ubrzano stari ili se smanjuje pogonska sigurnost sistema isključivanjem iz pogona pojedinih dalekovoda 400 kV.

Osvrnimo se malo na prošlost koja će se ponoviti i u budućnosti. Tako je dana 15. 08. 1988. g. ukupni prijenos sjeverne i južne magistrale iznosio 770 MW. (Ernestinovo-Tumbri 463 MW i Konjsko-Melina 309 MW). Oba su dalekovoda bila opterećena ispod prirodne snage i prema tome su bili izvor jalove energije. Ispadom iz pogona jednog voda drugi bi automatski postao značajni potrošač jalove energije, a napon na zapadu zemlje bi odgovarajuće pao bez aktiviranja izvora jalove energije. Ovom opaskom želim samo reći da uz problematiku previsokih napona ne treba zanemariti ni problematiku naponskog sloma i da treba misliti na kompleksna rješenja. Kao dobar primjer može poslužiti praksa Velike Britanije navedena u članku "Poboljšanje karakteristika EES-a". Vidi ENERGIJA br. 2/2000.

I Studijski komitet 14 HK CIGRE "Istosmjerni prijenos i energetska elektronika u izmjeničnim mrežama" daje sugestiju HEP-u Direkciji za upravljanje i prijenos da započne s ozbiljnim razmatranjima primjene FACTS uređaja u prijenosu električne energije.

Svrha je ovog osvrta da se da podrška bržem rješavanju naponske problematike u Dalmaciji u skladu s prijedlozima navedenih članaka, ali i da se animiraju autori da novim prilozima unesu i nove ideje u rješavanju problematike naponskih prilika i stabilnosti EES-a.

HED – HRVATSKO ENERGETSKO DRUŠTVO

9. Forum: Dan energije u Hrvatskoj

Restrukturiranje, privatizacija i promjene tržišta umreženih energetskih sustava

Zagreb, 8. prosinca 2000.

Poziv autorima referata

Poštovani,

restrukturiranje, privatizacija i promjene tržišta umreženih energetskih sustava procesi su koji karakteriziraju energetski sektor današnjice, a dostignuta razina promjena vrlo je različita kako u svijetu, tako i u Europi. Okolnosti u kojima se odvijaju ovi procesi značajno se razlikuju od države do države i ne postoji idealni model, već je nužna izmjena iskustava i svekolika suradnja u ovom području.

Restrukturiranje znači promjenu organizacije i ekonomskih odnosa radi povećanja efikasnosti i smanjenja troškova poslovanja uz uvažavanje tržišnih trendova, dok je privatizacija proces koji treba omogućiti stvaranje tržišta i konkurencije. Za određivanje koncepta privatizacije potrebno je prije svega projektirati tržište, odrediti poziciju pojedinih funkcija u stvaranju tržišta, a tek onda odrediti sam postupak privatizacije.

Poznato je da se promjene u energetskom sektoru ne događaju same od sebe već je potreban veliki napor da se izgradi organizirani sustav gospodarenja energijom. Iskustva razvijenih zemalja govore da je potrebno pronaći pravu ravnotežu između tržišta i intervencije države, te između tehnološko-tehničkih, ekonomskih i društvenih aspekata korištenja energije.

Kod provođenja restrukturiranja, privatizacije kao i promjena tržišta treba voditi računa o specifičnostima postojećih tržišta, ali i trendu razvitka tržišta u svijetu. Za Hrvatsku su posebno zanimljiva događanja u Europskoj uniji, ali i u zemljama u tranziciji. Proces restrukturiranja u Hrvatskoj trebalo bi započeti čim prije jer je nužno povećati efikasnost poslovanja na razini državnog vlasništva. Privatizaciju u hrvatskom energetskom sektoru trebalo bi provoditi tako da se proces demonopolizacije postupno otvara i to u skladu s energetskim, tehničkim, ekonomskim i organizacijskim mogućnostima.

Teme 9. Foruma

- Ciljevi i koncepti
- Iskustva razvijenih i tranzicijskih zemalja
- Prateće zakonodavstvo
- Odraz na financiranje
- Odraz na cijenu energije
- Odraz na sigurnost opskrbe
- Odraz na energetsku efikasnost i obnovljive izvore
- Međunarodna suradnja.

Program 9. Foruma

Predviđeno je da će 9. Forum trajati jedan dan – od 9 do 18 sati i to u četiri bloka, sa stankama između blokova i s odmorom za ručak.

Na 9. Forumu očekuje se sudjelovanje autora iz razvijenih zemalja, zemalja istočne i središnje Europe, te predstavnika međunarodnih organizacija koji će predstaviti svoje referate.

Vrijeme prezentacije referata bit će ograničeno i ovisit će o broju pozvanih i pristiglih referata.

Tijekom održavanja 9. Foruma bit će dopuštena prezentacija proizvoda, prema dogovoru zainteresiranih tvrtki i HED-a kao organizatora 9. Foruma.

Terminski plan

Prijava referata do **15. srpnja 2000. godine.**

Pri prijavi treba naznačiti naziv referata, ime autora, adresu i telefonski broj, te priložiti sažetak referata.

Autori će biti obaviješteni o primitku referata do 31. srpnja 2000. godine.

Gotove referate treba poslati do 30. listopada 2000. godine u sjedište HED-a.

Referat može imati do osam stranica teksta s prilozima.

Napominjemo da naslov i sažetak referata trebaju biti prevedeni na engleski jezik. Referate treba dostaviti u jednom primjerku i na disketi. Detaljne upute autorima u svezi s pisanjem referata bit će dostavljene do 31. srpnja 2000. godine. Nakon održavanja Foruma, disketa se vraća autorima.

Za sve informacije možete se obratiti na:

tel: 01 6114 744
fax: 01 6114 266

Organizator

HRVATSKO ENERGETSKO DRUŠTVO
Ulica grada Vukovara 37
10000 ZAGREB

Predsjednik: dr. sc. Goran Granić

Tajnica: dr. sc. Branka Jelavić

Članovi Upravnog odbora:

Akademik Božo Udovičić
Prof. dr. sc. Vladimir Mikuličić
Prof. dr. sc. Matislav Majstrović
Prof. dr. sc. Bernard Franković
Prof. dr. sc. Miljenko Šunić
Dr. sc. Stevo Kolundžić
Marijan Kalea, dipl. ing.
Mr. sc. Vladimir Jelavić

EKONOMSKO-FINANCIJSKA ANALIZA PROJEKTA MALIH KOGENERACIJSKIH POSTROJENJA NA BIOMASU

Mr. sc. Luka S t a n i č i ć - mr. sc. Julije D o m a c, Zagreb

UDK 620.95:697.34
PREGLEDNI ČLANAK

U Hrvatskoj trenutno u pogonu nije ni jedno kogeneracijsko postrojenje na biomasu, no u prošlosti je u sklopu pogona drvne industrije uspješno radilo nekoliko takvih postrojenja. Ipak, s obzirom na trendove u razvijenim zemljama te na očite prednosti takvih postrojenja (znatno veća energetska učinkovitost, manje zagađenje po jedinici proizvedene energije i sl.), od kogeneracijskih se postrojenja očekuje najveći doprinos pri budućoj proizvodnji energije iz biomase u Hrvatskoj. Cilj ekonomsko-financijske analize je da se preko financijske ocjene projekata te ocjeni rentabilnosti projekata sagleda opravdanost i prihvatljivost ulaganja u obnovljive izvore energije, tj. u kogeneracijska postrojenja na biomasu. Ovdje se promatraju tri različita kogeneracijska postrojenja električne snage 1 MWe, 5 MWe i 10 MWe od kojih se postrojenje snage 5 MWe uzima kao referentno i promatra nešto detaljnije od ostalih.

Ključne riječi: biomasa, ekonomsko-financijska analiza, kogeneracija.

1. UVOD

U Hrvatskoj iskorištavanje energije biomase (uglavnom ogrjevnog drva i drvnog ostatka) ima dugu tradiciju, pa se tako još 1960. godine iz biomase zadovoljavalo gotovo četvrtinu ukupnih potreba za energijom. Danas Hrvatska u prvom redu zbog tzv. netehničkih prepreka, nerazvijenosti tržišta za energiju iz biomase te nedostatka svijesti o prednostima proizvodnje energije iz biomase, korištenjem biomase pokriva samo mali dio svojih potreba za energijom, ostavljajući tako neiskorišten znatan prirodni potencijal koji posjeduje.

Postoje razne procjene potencijala i buduće uloge biomase u globalnoj energetskoj politici, no u svim se scenarijima predviđa značajan porast i bitno značajnija uloga (tablica 1.). Za usporedbu može poslužiti podatak da je u 1990. godini potrošnja energije u svijetu iznosila 376,8 EJ, dok se u 2050. prema raznim scenarijima očekuje potrošnja energije od 586 do 837 EJ [1].

Tablica 1. Uloga biomase u globalnoj energetskoj politici prema raznim scenarijima u EJ [2]

Scenario	2025. godina	2050. godina
Shell (1996)	85	220
IPCC (1996)	72	280
Greenpeace (1993)	114	181
Johansson et al. (1993)	145	206
WEC (1993)	59	157
Dessus et al.	135	-
Lashof i Tirpak (1991)	130	215

U 1995. godini u zemljama EU-a iz biomase je proizvedeno više od 1.700 PJ, odnosno 59,5 posto od svih obnovljivih izvora. Procjenjuje se da će se do 2010. godine proizvodnje energije iz biomase povećati za još oko 3.700 PJ, odnosno ukupno porasti na oko 5.500 PJ čime bi udio biomase u odnosu na ostale obnovljive izvore iznosio 73 posto [3].

Pri budućoj odluci o korištenju biomase u Hrvatskoj trebat će u obzir uzeti sve izravne osobitosti takvog dobivanja energije, ali i uvažiti brojne neizravne posljedice kao što su otvaranje novih radnih mjesta u ruralnim područjima, poticanje lokalne i regionalne ekonomske aktivnosti i sl. U svakom slučaju, ekonomsko-financijska analiza mogućih projekata korištenja energije biomase u hrvatskim uvjetima, jedan je od važnijih koraka u tom smjeru.

2. TRŽIŠTE ENERGIJE I CIJENA BIOMASE U HRVATSKOJ

Pri utvrđivanju cijene energije iz malih kogeneracija na biomasu i ocjeni takvih projekata u Hrvatskoj, potrebno je također razmotriti i moguće tržište za tako proizvedenu energiju. Glavni nosioci aktivnosti pri podizanju kogeneracijskih postrojenja na biomasu, odnosno potrošači proizvedene energije mogu biti drvno-prerađivačke tvrtke ili lokalne zajednice (manji gradovi i sela). Drvno-prerađivačke tvrtke pri redovitom poslovanju proizvode znatne količine biomase te istodobno troše znatne količine energije dok lokalne zajednice (manji gradovi i sela) iskorištavajući lokalni potencijal biomase proizvode toplinsku energiju za

vlastite potrebe uz ostvarivanje brojnih pozitivnih socijalno-ekonomskih učinaka na vlastitom području.

Jedan od kriterija za prihvaćanje ovih projekata od strane ovdje identificiranih nosilaca aktivnosti je i cijena toplinske energije koju bi plaćali pri alternativnom načinu opskrbe. Cijena električne energije se ovdje posebno ne razmatra jer se pretpostavlja da se ona prodaje u mrežu, odnosno kupuje po utvrđenim uvjetima pa predstavlja prihod kojim se pridonosi rentabilnosti kogeneracijskog postrojenja.

Gotovo svaka drvno-prerađivačka tvrtka troši znatne količine toplinske energije i većinom posjeduje vlastitu kotlovnicu. Druga mogućnost opskrbe je preuzimanje toplinske energije iz javnih toplana gdje one postoje. Cijena toplinske energije iz industrijskih kotlovnica se znatno razlikuje od slučaja do slučaja i ovisi o izvedbi, izboru goriva te brojnim drugim čimbenicima. Samo kao primjer, ovdje se navodi cijena toplinske energije iz industrijske kotlovnice (dva vodocijevna kotla na plin toplinske snage 22 i 11 MW) u sastavu poduzeća Varteks d.d. iz Varaždina koja iznosi oko 63,84 kn/GJ [4]. U ovaj iznos nisu uključeni troškovi amortizacije opreme, te je stoga realna cijena viša. Cijena toplinske energije koja se u Hrvatskoj kupuje od javnih toplana ovisi o tipu korisnika te podliježe odredbama tarifnog sustava. Sadašnja se cijena za poslovne subjekte, dakle eventualno i za drvno-prerađivačke tvrtke, kreće između 55,5 i 66,6 kn/GJ, dok bi cijena prema prijedlogu budućeg tarifnog sustava mogla iznositi između 64,7 i 68,9 kn/GJ [5, 6].

Opskrba kućanstava toplinskom energijom može se provoditi iz više raznih izvora, no za potrebe ovog rada razmatrat će se samo cijena energije iz javnih toplana. Prema postojećem tarifnom sustavu, cijena za kućanstva u Zagrebu iznosi 36,9 kn/GJ, dok cijena za kućanstva u Osijeku iznosi 40,3 kn/GJ, što je i predloženo u prijedlogu budućeg tarifnog sustava [5, 6].

Pri analizi promatranih projekata u nastavku ovog rada toplinska se energija vrednuje po cijeni od 31,33 kn/GJ, što je za korisnike vrlo povoljna cijena, čime se oni potiču na preuzimanje energije iz malih kogeneracija na biomasu, odnosno ukupna ocjena o rentabilnosti dobiva dodatni "faktor sigurnosti".

Troškovi proizvodnje, odnosno dobivanja biomase za energiju u Hrvatskoj su, s obzirom da biomasa nastaje uglavnom kao sporedni proizvod, relativno niski i kreću se između 10 i 35 kn/toni za drvni ostatak [7]. Međutim, za uspješnu uspostavu tržišta energijom iz biomase u Hrvatskoj, cijena biomase trebat će biti nešto viša kako bi omogućila prihod od njezine prodaje i tako potaknula aktivnosti na tom području. U ovom se radu pretpostavlja cijena biomase od 80 kn/toni drvnog ostatka.

U slučaju da se u Hrvatskoj u budućnosti energija proizvodi iz drugih tipova biomase (šumski otpad, poljoprivredni ostaci) te da se razvije tržište za energiju iz biomase, kao što je to slučaj u brojnim europskim zemljama, cijena biomase bi mogla iznositi i do 300 kn/toni. Ovdje je u analizi osjetljivosti s obzirom na nabavnu cijenu goriva promatrana čak i viša cijena goriva, no pokazano je da taj čimbenik ima mali utjecaj na konačnu cijenu energije, pa je stoga kao osnovna cijena zadržana vrijednost od 80 kuna/toni. Računajući međutim, s mogućom budućom tržišnom cijenom od oko 300 kn/toni, proizlazi da bi se uz energetski potencijal biomase u Hrvatskoj za koju bi bilo potrebno organizirati aktivnosti na zbrinjavanju od 22,74 PJ godišnje [8], omogućio godišnji prihod od prodaje biomase od čak 670 milijuna kuna [9]. Od ovako ostvarenog prihoda, u daljnjim se analizama predviđa naknada za korištenje granjevine u šumarstvu i voćarstvu od 5 posto, naknada vlasnicima-malim poljoprivrednim gospodarstvima od 40 posto, odnosno velikim poljoprivrednim gospodarstvima od 60 posto prodajne cijene biomase. Preostala sredstva od prodaje biomase koristila bi se za podmirivanje troškova poduzetnika koji bi organizirali i provodili zbrinjavanje biomase, koji bi ovim modelom mogli pokriti troškove poslovanja, vratiti uložena sredstva u prihvatljivom roku te ostvariti umjerenu zaradu.

Prema iskustvima razvijenih zemalja, ovakva uspostava modela plaćanja i osiguravanje aktivnih subjekata na tržištu za biomasu jedna je od najvažnijih preduvjeta uspješnog korištenja energije biomase. Tako se, na primjer, u Finskoj korištenje biomase za proizvodnju energije potiče i aktivnostima nacionalnog proizvođača i operatera biomasom Biowatti Oy. Najvažnija djelatnost tvrtke je otkup, obrada, transport te distribucija i prodaja biomase krajnjem korisniku. Tvrtka je utemeljena početkom 1994. godine kao dioničko društvo, a svojim aktivnostima pokriva cijelu zemlju. Poslovanje se temelji na potpunoj usluzi i godišnjim ugovorima prema utvrđenom programu isporuke, a stalno se bilježi porast potrošača [10].

3. POČETNE PRETPOSTAVKE

U Hrvatskoj trenutno u pogonu nije ni jedno kogeneracijsko postrojenje na biomasu, no u prošlosti je u sklopu pogona drvne industrije uspješno radilo nekoliko takvih postrojenja (DIP Đurđenovac, Čakovec). Ipak, s obzirom na trendove u razvijenim zemljama te na očite prednosti takvih postrojenja (znatno veća energetska učinkovitost, manje zagađenje po jedinici proizvedene energije i sl.), od kogeneracijskih se postrojenja očekuje najveći doprinos pri budućoj proizvodnji energije iz biomase u Hrvatskoj [7]. Zbog navedenih osobitosti ove tehnologije posebno je zanimljivo razmatrati i cijenu energije, odnosno gospodarsku opravdanost podizanja takvih postrojenja.

Cilj ovdje pokazane ekonomsko-financijske analize je da se sagleda opravdanost i prihvatljivost ulaganja u obnovljive izvore energije, odnosno kogeneracijska

postrojenja na biomasu. Ovdje se promatraju tri različita kogeneracijska postrojenja električne snage 1 MWe, 5 MWe i 10 MWe od kojih se postrojenje snage 5 MWe uzima kao referentno i promatra nešto detaljnije od ostalih.

Osnovne pretpostavke na kojima se temelji financijska i ekonomska analiza su:

- odnos valuta na dan 1. prosinca 1999. godine: 1 DEM = 3,916 kn te 1 USD = 7,571 kn,
- analiza je provedena na konstantnoj vrijednosti kune od 1. prosinca 1999. godine za cijeli kalkulativni period (životni vijek projekta 20 godina),
- sve se navedene cijene odnose na razinu od 1. prosinca 1999. godine,
- nabavna cijena goriva (šumska biomasa i biomasa iz drvne industrije) je 80 kn/tona,
- specifični bruto godišnji troškovi rada su 94.000 kn/djelatnik,
- ostali troškovi pogona i održavanja su 12 posto ukupnih rashoda [11],
- investicijski projekt se financira 100-postotnim zaduženjem,
- kreditni rok je 5 godina,
- kamatna stopa je 8 posto,
- otplata počinje nakon razdoblja početka od 1 godine,
- prema odluci Upravnog odbora HEP-a, otkupna cijena električne energije koja se predaje EES-u kalkulirana je na razini 70 posto prosječne prodajne cijene električne energije za potrošače priključene na napon 10 kV, odnosno po cijeni od 0,34 kn/kWh [12],
- prodajna cijena toplinske energije uzeta je na razini od 31,33 kn/GJ,
- kao granična stopa akumulativnosti projekta uzeta je stopa od 12 posto.

Ostale pretpostavke na kojima se temelji financijska i ekonomska analiza navedene su u tablici 2.

Tablica 2. Neke pretpostavke provedene financijske i ekonomske analize

Elementi	Snaga postrojenja		
	1 MWe	5 MWe	10 MWe
Proizvodnja električne energije u MWh	2.800	16.800	34.000
Proizvodnja toplinske energije u GJ	72.000	360.000	720.000
Broj zaposlenih djelatnika	3	8	18
Godišnja potrošnja drvenog otpada u tonama	5.000	25.000	50.000

4. INVESTICIJE ZA MALE KOGENERACIJE NA BIOMASU

Temeljna struktura ekonomsko-financijske analize investicijskih projekata, u pripremi izgradnje i opremanja kogeneracijskih postrojenja na biomasu, podrazumijeva izradu informacijske osnove koju među ostalim čine investicije u materijalnu imovinu. Time se određuje ukupni iznos efektivne imovine tvrtke koja se bavi kogeneracijskom proizvodnjom energije, struktura te imovine, narav poslovnog rizika, njezina likvidnost i profiti od poslovanja. U nastavku (tablica 3.) se daje pregled ukupnih ulaganja i strukture ulaganja u tri mala kogeneracijska postrojenja.

Tablica 3. Investicije u izgradnju i opremanje kogeneracijskih postrojenja s parnom turbinom i kotlom za korištenje biomase (Razina cijena, 1. prosinac 1999. god.) [13, 14]

Struktura ulaganja u kunama	Snaga postrojenja		
	1 MWe	5 MWe	10 MWe
1. Građevinski radovi - temeljni	1.921.660	2.687.080	4.133.060
2. Infrastruktura	437.340	638.280	791.940
3. Zgrada	1.776.940	4.432.500	6.808.320
4. Kotao s pratećom strojnom opremom	5.301.300	18.733.900	37.620.340
5. Strojarska oprema kotlovnice	2.060.620	4.424.620	7.430.840
6. Parno-turbinsko postrojenje	4.672.840	10.720.740	18.629.540
7. Generator s pripadajućom el. opremom	2.304.900	5.480.540	10.047.000
8. Mjerenje, regulacija i elektro instalacije	2.009.400	4.574.340	7.422.960
Ukupno	20.485.000	51.692.000	92.884.000

Investicije uključuju opremu, materijal, instalacije, tehničke usluge, carinska davanja, transport, montažu te probni pogon, a za navedena kogeneracijska postrojenja vrijede sljedeće napomene:

- raspoloživa električna snaga za opisane protutlačne turboagregate (ulaz - 40 bara, 420°C, ispuh - 0,5 bara, 115°C) za prodaju ili korištenje u vlastitim proizvodnim pogonima iznosi:
  1 MWe - 700 kWe + 5 MWt (90/70°C)
  5 MWe - 4200 kWe + 25 MWt (90/70°C)
  10 MWe - 8500 kWe + 50 Mwt (90/70°C);
- za korištenje turboagregata s reguliranim oduzimanjem niskotlačne pare za potrebe tehnologije u kombinaciji s kondenzacijom je potrebno načiniti analizu za svaki pojedini slučaj. Navedena je koncepcija predviđena za korištenje topline iz kondenzatora za potrebe grijanja u toplovodonom režimu, koji zadovoljava u 90 posto slučajeva u drvnoj industriji za

tehnološke potrebe rada sušara, s obzirom da većina pogona koristi toplovodne kotlove 90/70°C. Manje potrebe za parom viših parametara se mogu lako riješiti uzimanjem dijela pare s razdjelnika u kotlovnici.

5. OCJENA PROJEKATA

5.1. Financijska ocjena projekata

Učinkovitost investicijskog projekta zavisi o učincima projekta koji se pojavljuju na tržištu, a koji osim na ekonomski utječu i na financijski potencijal projekta. Financijski potencijal je nužan preduvjet učinkovitog investiranja i kasnijeg poslovanja, pa ga je stoga potrebno analizirati. Financijski potencijal u osnovi predstavlja sva raspoloživa sredstva plaćanja u vijeku trajanja projekta. Dakle, ocjena financijskog potencijala projekta podrazumijeva ocjenu likvidnosti i financijsku uspješnost projekta, a izvor informacija za tu ocjenu su poslovni događaji što utječu na kretanje financijskog potencijala projekta (raspoloživa sredstva plaćanja u vijeku trajanja projekta).

Suština ocjene likvidnosti (financijska ocjena za investitora) je u procjeni sposobnosti investicijskog projekta da u svakom trenutku podmiri svoje dospjele obveze, kada se uzme u obzir cijeli vijek projekta. Procijenjenim tijekovima novca dobivene su relevantne informacije koje su potrebne za donošenje suda o prihvatljivosti pojedinog projekta izgradnje i opremanja kogeneracijskog postrojenja na biomasu.

Uz investiciju od 51,69 milijuna kuna u izgradnju i opremanje kogeneracijskog postrojenja na biomasu snage **5 MWe,** financiranje investicija zaduženjem kod kreditnih institucija, predviđeni obujam proizvodnje električne energije od 16.800 MWh te proizvodnje toplinske energije od 360.000 GJ, prosječnu prodajnu cijenu električne energije od 0,34 kn/kWh, prosječnu prodajnu cijenu toplinske energije od 31,33 kn/GJ, te vijek trajanja projekta od 20 godina, projekt je nelikvidan u drugoj, trećoj, četvrtoj, petoj i šestoj godini, dakle u razdoblju predviđenog roka vraćanja kredita. Od svih čimbenika koji utječu na likvidnost projekta, naročito u prvim godinama pogona, izbor izvora financiranja, cijena izvora i rok vraćanja označavaju kritične parametre. Treba naglasiti da projekt zadovoljava postavljeni minimalni kriterij likvidnosti ili uz produženje roka vraćanja kredita s 5 na 6 godina, ili uz neznatno povećanje vrijednosti realiziranih outputa projekta (3,4 posto), ili uz neznatno veći stupanj iskorištenja kapaciteta, odnosno neznatno manja ulaganja (5 posto) nego što su iskazana u projetku. Na taj način, apsolutni iznos pozitivnog tijeka novca samo u prvoj godini vijeka trajanja je dovoljan za postizanje likvidnosti i u razdoblju nelikvidnosti, tako da se može govoriti o pozitivnim neto tijekovima novca u financijskom tijeku kao dijelovima čiste novčane akumulacije.

Uz investiciju od 20,49 milijuna kuna u izgradnju i opremanje kogeneracijskog postrojenja na biomasu snage **1 MWe,** financiranje investicija zaduženjem kod kreditnih institucija, predviđeni obujam proizvodnje električne energije od 2.800 MWh te proizvodnje toplinske energije od 72.000 GJ, prosječnu prodajnu cijenu električne energije od 0,34 kn/kWh, prosječnu prodajnu cijenu toplinske energije od 31,33 kn/GJ, te vijek trajanja projekta od 20 godina, projekt je nelikvidan u drugoj, trećoj, četvrtoj, petoj i šestoj godini za ukupno 15 milijuna kuna. Projekt ne zadovoljava postavljeni minimalni kriterij likvidnosti niti uz znatno produženje roka vraćanja kredita (20 godine). Minimalni kriterij likvidnosti ostvaruje se tek uz dvostruko povećanju vrijednosti realiziranih outputa projekta, znatno veći stupanj iskorištenja kapaciteta, odnosno znatno manja ulaganja (2,3 puta) nego što su iskazana u projektu. Dakle, temeljenje sposobnosti podmirivanja dospjelih obveza projekata na ovim pretpostavkama je nerealno iz čega proizlazi i ocjena da je ovaj projekt nelikvidan, odnosno da s aspekta likvidnosti projekt neće biti prihvaćen.

Uz investiciju od 92,88 milijuna kuna u izgradnju i opremanje kogeneracijskog postrojenja na biomasu snage **10 MWe,** financiranje investicija zaduženjem kod kreditnih institucija, predviđeni obujam proizvodnje električne energije od 34.000 MWh te proizvodnje toplinske energije od 720.000 GJ, prosječnu prodajnu cijenu električne energije od 0,34 kn/kWh, prosječnu prodajnu cijenu toplinske energije od 31,33 kn/GJ, te vijek trajanja projekta od 20 godina, projekt je nelikvidan u drugoj, trećoj, četvrtoj i petoj. Iako projekt iskazuje nedostatak sredstava za pokriće dospjelih obveza u spomenutom razdoblju za ukupno 11,5 milijuna kuna, apsolutni iznos pozitivnog tijeka novca (19,8 milijuna kuna) samo u prvoj godini trajanja je dovoljan za postizanje likvidnosti i u tom razdoblju, tako da se može govoriti o pozitivnim neto tijekovima novca u financijskom tijeku kao dijelovima čiste novčane akumulacije.

5.2. Ocjena rentabilnosti

Ocjenu rentabilnosti na razini projekta daje doprinos projekta stvaranju akumulacije, odnosno učinak projekta na materijalnu osnovicu gospodarskog subjekta. Izvor informacija za ocjenu rentabilnosti projekta je ekonomski tijek projekta, tj. poslovni događaji što utječu na kretanje ekonomskog potencijala projekta.

Suština ocjene (ekonomska ocjena za investitora) je u procjeni da li se materijalna osnova projekta povećava ili smanjuje, kada se uzme u obzir cijeli vijek projekta. U dinamičkom pristupu ocjeni ekonomskog doprinosa ovih projekata korištene su sljedeće metode:

- metoda razdoblja povrata investicija te
- metode diskontiranih tijekova novca i to nakon oporezivanja (interna stopa povrata i neto sadašnja vrijednost).

Metodom **razdoblja povrata investicije** utvrđuje se vrijeme što je potrebno da bi projekt povratio uložena

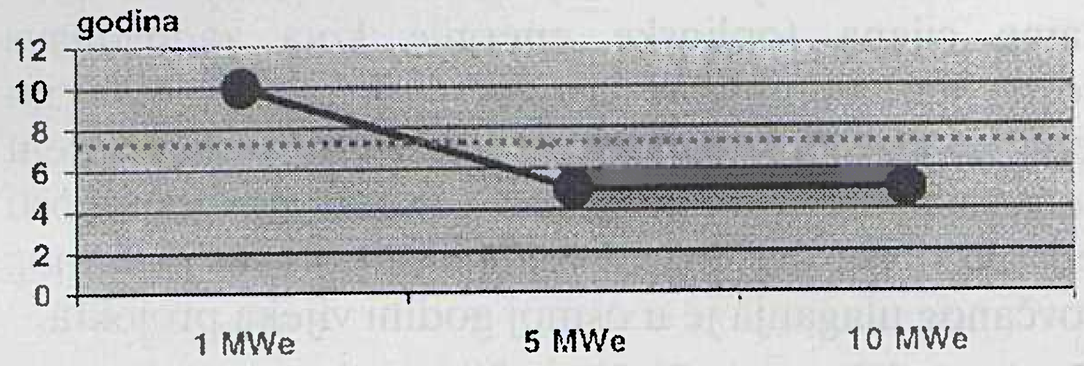
sredstva, odnosno to je vrijeme tijekom kojeg je potrebno pribirati neto pozitivne novčane tijekove u razdoblju poslovanja da bi se zbroj negativnih neto novčanih tijekova iz razdoblja izvedbe sveo na nulu.

Razdoblje povrata početnog novčanog ulaganja u projekt izgradnje i opremanja kogeneracijskog postrojenja na biomasu snage **1 MWe** je u desetoj godini vijeka projekta, što se ocjenjuje kao visoki stupanj neizvjesnosti glede povrata uloženog novca.

Razdoblje povrata početnog novčanog ulaganja u projekt izgradnje i opremanja kogeneracijskog postrojenja na biomasu snage **5 MWe** je u petoj godini vijeka projekta. Tijek novca pokazuje da projekt otklanja neizvjesnost glede povrata uloženog novca. Ako postavimo kriterij za ocjenu po ovoj metodi, najduže prihvatljivo razdoblje povrata investicija vijek projekta (7 godina), onda je projekt prihvatljiv jer je vrijeme povrata uloženih sredstava kraće od vijeka projekta za dvije godine.

Razdoblje povrata početnog novčanog ulaganja u projekt izgradnje i opremanja kogeneracijskog postrojenja na biomasu snage **10 MWe** je u petoj godini vijeka projekta, a tijek novca nedvojbeno pokazuje da projekt otklanja neizvjesnost glede povrata uloženog novca.

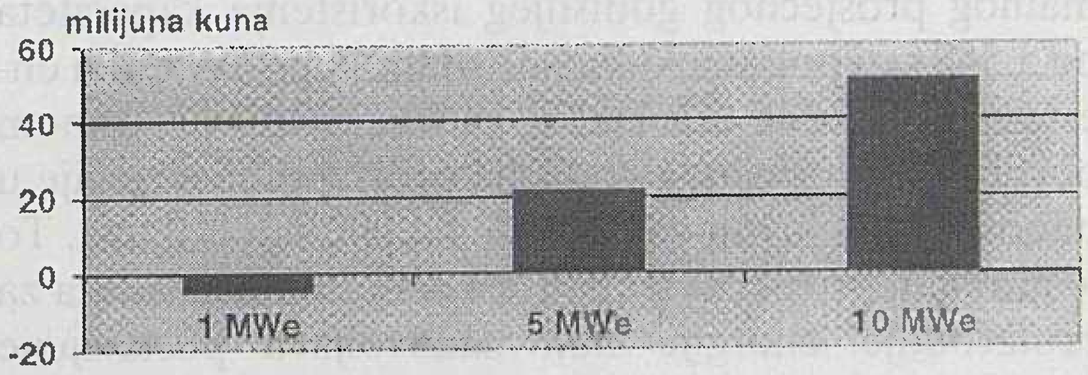
Metoda **neto sadašnje vrijednosti** projekta ocjenjuje gospodarsku prihvatljivost investicijskog projekta prema veličini sadašnje vrijednosti u početnoj godini vijeka projekta. Metoda neto sadašnje vrijednosti je apsolutna mjera učinkovitosti, koja daje informaciju o apsolutnom iznosu akumultivnosti projekta. Metodom sadašnje vrijednosti sve tijekove novca diskontiramo na sadašnju vrijednost, koristeći traženu stopu povrata.



Slika 1. Razdoblje povrata novčanog ulaganja za promatrane projekte

Ako je zadana stopa povrata 12 posto i ako taj postupak uzmemo za diskontnu stopu, za promatrane se projekte dobiva sljedeće:

- neto sadašnja vrijednost (NPV) za kogeneracijsko postrojenje na biomasu snage **1 MWe** je manja od nule te prema postavljenom kriteriju prihvata, projekt nije prihvatljiv jer je sadašnja vrijednost novčanih primitaka manja od sadašnje vrijednosti novčanih izdataka za 5 milijun kuna,
- neto sadašnja vrijednost za kogeneracijsko postrojenje na biomasu snage **5 MWe** je veća od nule, pa je projekt prihvatljiv jer je sadašnja vrijednost novčanih primitaka veća od sadašnje vrijednosti novčanih izdataka za 22 milijuna kuna,
- neto sadašnja vrijednost za kogeneracijsko postrojenje na biomasu snage **10 MWe** je veća od nule, pa je projekt prihvatljiv jer je sadašnja vrijednost novčanih primitaka veća od sadašnje vrijednosti novčanih izdataka za 51 milijun kuna.



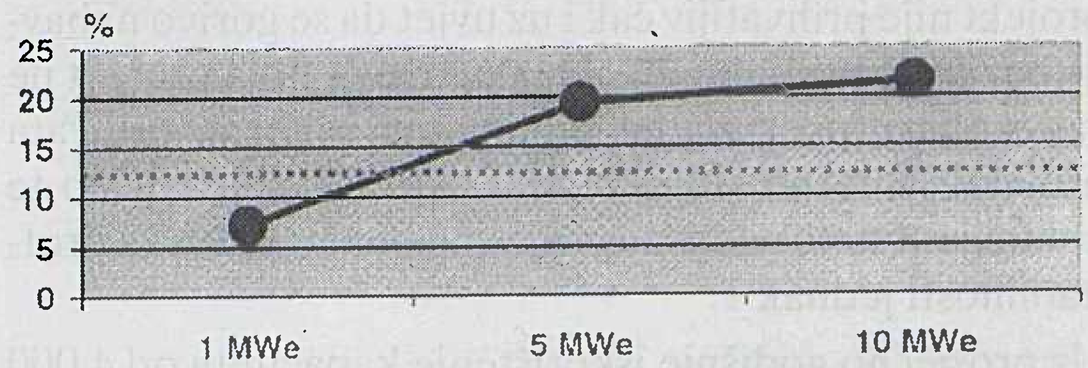
Slika 2. Sadašnja vrijednost novčanih primitaka promatranih projekata u odnosu na sadašnju vrijednost novčanih izdataka

Interna stopa povrata definira se kao diskontna stopa koja izjednačava sadašnju vrijednost očekivanih izdataka projekta sa sadašnjom vrijednošću očekivanih primitaka projekta, dakle svodi na nulu. Interna stopa povrata je relativna mjera učinkovitosti projekta, koja daje informaciju samo o prosječnoj godišnjoj stopi akumulativnosti.

Interna stopa povrata (IRR) za projekt izgradnje i opremanja kogeneracijskog postrojenja na biomasu snage **1 MW** iznosi 7,18 posto, pa budući da je manja od granične stope povrata (12 posto), projekt će, prema postavljenom kriteriju prihvata, biti odbačen.

Interna stopa povrata (IRR) za kogeneracijsko postrojenje na biomasu snage **5 MWe** iznosi 19,39 posto, odnosno veća je od granične stope povrata te će projekt biti prihvaćen.

Interna stopa povrata (IRR) za kogeneracijsko postrojenje na biomasu snage **10 MWe** iznosi 21,51 posto. Budući da je kao relativna mjera učinkovitosti stopa povrata veća od granične stope povrata (12 posto), projekt će biti prihvaćen.



Slika 3. Interna stopa povrata za promatrane projekte

5.3. Ocjena i analiza osjetljivosti projekata

5.3.1. *Kogeneracijsko postrojenje snage 1 MWe*

Proračun rentabilnosti izveden je za veći broj varijanti, koje se međusobno razlikuju u stupnju iskorištenja kapaciteta, prosječnoj prodajnoj cijeni toplinske energije, nabavnoj cijeni drvnog otpada te visini investicija.

Uz investiciju od 20,49 milijuna kuna, nabavnu cijenu drvnog otpada od 80 kn/tona, prosječnu prodajnu cijenu električne energije od 0,34 kn/kWh, prosječnu prodajnu cijenu toplinske energije od 31,33 kn/GJ te vijek trajanja projekta od 20 godina, projekt postrojenja na biomasu snage **1 MWe** je prihvatljiv do minimalnog prosječnog godišnjeg iskorištenja kapaciteta od 5.548 sati pogona, odnosno ukupnu proizvodnju energije od 113.845 GJ. Dakle, radi se o 38,7 postotnom povećanju prosječnog godišnje proizvodnje energije u odnosu na osnovnu varijantu od 4.000 sati pogona. To je granični prosječni stupanj iskorištenja kapaciteta za proizvodnje energije koji zadovoljava postavljene minimalne kriterije prihvata projetka, internu stopu povrata (IRR) od 12 posto te koeficijent neto sadašnje vrijednosti kao i indeks profitabilnosti jednak 1. Uz ove uvjete razdoblje povrata početnog novčanog ulaganja je u osmoj godini vijeka projekta.

Uz prosječno godišnje iskorištenje kapaciteta od 4.000 sati pogona, odnosno ukupnu proizvodnju energije od 82.080 GJ, nabavnu cijenu drvnog otpada od 80 kn/tona, prosječnu prodajnu cijenu električne energije od 0,34 kn/kWh, investiciju od 20,49 milijuna kuna, te vijek trajanja projekta od 20 godina, projekt je prihvatljiv do minimalne prosječne prodajne cijene toplinske energije od 46,24 kn/GJ. Dakle, radi se o 47,6 posto većoj prosječnoj prodajnoj cijeni toplinske energije u odnosu na referentnu cijenu. To je granična prosječna prodajna cijena toplinske energije koja zadovoljava postavljene minimalne kriterije prihvata projekta, internu stopu povrata (IRR) od 12 posto te koeficijent neto sadašnje vrijednosti kao i indeks profitabilnosti jednak 1. Uz ove uvjete razdoblje povrata početnog novčanog ulaganja je u osmoj godini vijeka projekta.

Uz investiciju od 20,49 milijuna kuna, prosječno godišnje iskorištenje kapaciteta od 4.000 sati pogona, odnosno ukupnu proizvodnju energije od 82.080 GJ, prosječnu prodajnu cijenu električne energije od 0,34 kn/kWh, prosječnu prodajnu cijenu toplinske energije od 31,33 kn/GJ te vijek trajanja projekta od 20 godina, projekt nije prihvatljiv čak i uz uvjet da se gorivo nabavlja bez novčane naknade. U takvim uvjetima projekt ne zadovoljava postavljene minimalne kriterije prihvata projekta, internu stopu povrata (IRR) od 12 posto te koeficijent neto sadašnje vrijednosti kao i indeks profitabilnosti jednak 1.

Uz prosječno godišnje iskorištenje kapaciteta od 4.000 sati pogona, odnosno ukupnu proizvodnju energije od 82.080 GJ, nabavnu dijenu drvnog otpada od 80 kn/tona, prosječnu prodajnu cijenu električne energije od 0,34 kn/kWh, prosječnu prodajnu cijenu toplinske energije od 31,33 kn/GJ, te vijek trajanja projekta od 20 godina, projekt je prihvatljiv do maksimalne investicije od 14,3 milijuna kuna, dakle za 30,2 posto manju investiciju nego što je iskazana u osnovnoj varijanti, što se ne smatra ostvarivim, osim u slučaju subvencioniranja ovakvih investicija. To je granična razina investicija koja zadovoljava postavljene minimalne kriterije prihvata projekta, uz čije bi uvjete razdoblje povrata početnog novčanog ulaganja je u osmoj godini vijeka projekta (tablica 4.).

5.3.2. *Kogeneracijsko postrojenje snage 5 MWe*

Uz investiciju od 51,69 milijuna kuna, nabavnu cijenu drvnog otpada od 80 kn/tona, prosječnu prodajnu cijenu električne energije od 0,34 kn/kWh, prosječnu prodajnu cijenu toplinske energije od 31,33 kn/GJ te vijek trajanja projekta postrojenja na biomasu snage **5 MWe** od 20 godina, projekt je prihvatljiv do minimalnog prosječnog godišnjeg iskorištenja kapaciteta od 2.632 sati pogona, odnosno proizvodnju od 276.676 GJ. Dakle, radi se o 34,2 posto manjoj prosječnoj godišnjoj proizvodnji ukupne energije u odnosu na osnovnu vrijednost od 4.000 sati pogona. To je granični prosječni stupanj iskorištenja kapaciteta za proizvodnje energije koji zadovoljava postavljene minimalne kriterije prihvata projekta, internu stopu povrata (IRR) od 12 posto te koeficijent neto sadašnje vrijednosti kao i indeks profitabilnosti jednak 1. Uz ove uvjete razdoblje povrata početnog novčanog ulaganja je u osmoj godini vijeka projekta.

Uz prosječno godišnje iskorištenje kapaciteta od 4.000 sati, odnosno ukupnu proizvodnju energije od 420.480 GJ, nabavnu cijenu drvnog otpada od 80 kn/tona, prosječnu prodajnu cijenu električne energije od 0,34 kn/kWh, investiciju od 51,69 milijuna kuna, te vijek trajanja projekta od 20 godina, projekt je prihvatljiv do minimalne prosječne prodajne cijene toplinske energije od 17,25 kn/GJ. Dakle, radi se o 45 posto manjoj prosječnoj prodajnoj cijeni toplinske energije u odnosu na referentnu cijenu. To je granična prosječna prodajna cijena toplinske energije koja zadovoljava postavljene minimalne kriterije prihvata projekta, internu stopu povrata (IRR) od 12 posto te koeficijent neto sadašnje vrijednosti kao i indeks profitabilnosti jednak 1. Uz ove uvjete razdoblje povrata početnog novčanog ulaganja je u osmoj godini vijeka projekta.

Uz investiciju od 51,69 milijuna kuna, prosječno godišnje iskorištenje kapaciteta od 4.000 sati pogona, odnosno ukupnu proizvodnju energije od 420.480 GJ, prosječnu prodajnu cijenu električne energije od 0,34 kn/kWh, prosječnu prodajnu cijenu toplinske energije od 31,33 kn/GJ te vijek trajanja projekta od 20 godina, projekt je prihvatljiv do minimalne prosječne nabavne cijene drvnog otpada od 262 kn/tona. Dakle, radi se o 3,3 puta većoj prosječnoj nabavnoj cijeni drvnog otpada u odnosu na osnovnu varijantu. To je graničpna prosječna nabavna cijena drvnog otpada koja zadovoljava postavljene minimalne kriterije prihvata projekta, internu stopu povrata (IRR) od 12 posto te koeficijent neto sadašnje vrijednosti kao i indeks profitabilnosti jednak 1. Uz ove uvjete razdoblje povrata početnog nočanog ulaganja je u osmoj godini vijeka projekta.

Uz prosječno godišnje iskorištenje od 4.000 sati pogona, odnosno ukupnu proizvodnju energije od

Tablica 4. Ocjena osjetljivosti projekta za kogeneracijsko postrojenje na biomasu snage 1 MWe

Elementi ocjene		Troš. proiz. ukupne energije (kn/GJ)	NPV uz diskontnu stopu od 12% (000 kn)	IRR (%)	Razdoblje povrata investicije (godina)
Stalne veličine	Promjenjiva veličina				
Cijena drvnog otpada (kn/GJ) **7,83 (80 kn/toni)**	Ukupn sati rada				
Prodajna cijena toplinske energije (kn/GJ) **31,33**	**4000**	**35,77**	**-4.978**	**7,18**	**10**
Prodajna cijena električne energije EES-u (kn/kWh) **0,340**	5548	27,29	0	12,00	8
Investicija (000 kn) **20485**	6296	24,69	2.239	14,00	7
	7072	22,57	4.565	16,00	6
	7876	20,82	6.674	18,00	6
Cijena drvnog otpada (kn/GJ) **7,83 (80 kn/toni)**	Cijena toplinske energije **(kn/GJ)**				
Ukupna proizvodnja energije (GJ) **82080 (4000 sati rada)**	**31,33**	**35,77**	**-4.978**	**7,18**	**10**
Prodajna cijena električne energije EES-u (kn/kWh) **0,340**	46,24	35,81	0	12,00	8
Investicija (000 kn) **20485**	53,45	35,84	2.239	14,00	7
	60,93	35,86	4.565	16,00	6
	68,67	35,88	6.974	18,00	6
Cijena drvnog otpada (kn/GJ) **7,83 (80 kn/toni)**	Cijena drvnog otpada **(kn/GJ)**				
Ukupna proizvodnja energije (GJ) **82080 (4000 sati rada)**	**7,83**	**35,77**	**-4.978**	**7,18**	**10**
Prodajna cijena toplinske energije (kn/GJ) **31,33**	0,00	30,52	-2.894	9,27	9
Prodajna cijena električne energije EES-u (kn/kWh) **0,340**					
Investicija (000 kn) **20485**					
Cijena drvnog otpada (kn/GJ) **7,83 (80 kn/toni)**	Investicije **(000 kn)**				
Ukupna proizvodnja energije (GJ) **82080 (4000 sati rada)**	**20.485**	**35,77**	**-4.978**	**7,18**	**10**
Prodajna cijena toplinske energije (kn/GJ) **31,33**	14.298	27,66	0	12,00	8
Prodajna cijena električne energije EES-u (kn/kWh) **0,34**	12.481	25,28	1.363	14,00	7
	11.021	23,37	2.459	16,00	6
	9.833	21,81	3.351	18,00	6

420.480 GJ, nabavnu cijenu drvnog otpada od 80 kn/tona, prosječnu prodajnu cijenu električne energije od 0,34 kn/kWh, prosječnu prodajnu cijenu toplinske energije od 31,33 kn/GJ, te vijek trajanja projekta od 20 godina, projekt je prihvatljiv do maksimalne investicije od 80,89 milijuna kuna, dakle za 56,5 posto veću investiciju nego što je iskazana u osnovnoj varijanti. To je granična razina investicija koja zadovoljava postavljene minimalne kriterije prihvata projekta, internu stopu povrata (IRR) od 12 posto te koeficijent neto sadašnje vrijednosti kao i indeks profitabilnosti jednak 1. Uz ove uvjete razdoblje povrata početnog novčanog ulaganja je u osmoj godini vijeka projekta (tablica 5.).

Tablica 5. Ocjena osjetljivosti projekta za kogeneracijsko postrojenje na biomasu snage 5 MWe

Elementi ocjene		Troš. proiz. ukupne energije (kn/GJ)	NPV uz diskontnu stopu od 12% (000 kn)	IRR (%)	Razdoblje povrata investicije (godina)
Stalne veličine	Promjenjiva veličina				
Cijena drvnog otpada (kn/GJ)	Ukupno sati rada				
7,83 (80 kn/toni)	2632	28,16	0	12,00	8
Prodajna cijena toplinske energije (kn/GJ)	2984	25,46	5.637	14,00	7
31,33	3352	23,24	11.530	16,00	6
Prodajna cijena električne energije EES-u (kn/kWh)	**4000**	**20,33**	**21.906**	**19,39**	**5**
0,340	4400	18,96	29.311	21,41	5
Investicija (000 kn)	4800	17,82	34.717	23,40	5
51692					
Cijena drvenog otpada (kn/GJ)	Cijena toplinske energije (kn/GJ)				
7,83 (80 kn/toni)	17,25	20,29	0	12,00	8
Ukupna proizvodnja energije (GJ)	20,88	20,30	5.663	14,00	7
420480 (4000 sati rada)	24,66	20,31	11.529	16,00	6
Prodajna cijena električne energije EES-u (kn/kWh)	**31,33**	**20,33**	**21.906**	**19,39**	**5**
0,340	37,59	20,35	31.650	22,45	5
Investicija (000 kn)	46,99	20,38	46.266	26,93	4
51692					
Ukupna proizvodnja energije (GJ)	Cijena drvnog otpada (kn/GJ)				
420480 (4000 sati rada)	26,21	32,35	0	12,00	8
Prodajna cijena toplinske energije (kn/GJ)	21,46	29,24	5.660	14,00	7
31,33	16,53	26,02	11.543	16,00	6
Prodajna cijena električne energije EES-u (kn/kWh)	**7,83**	**20,33**	**21.906**	**19,39**	**5**
0,340	3,92	17,77	26.575	20,87	5
Investicija (000 kn)	0,00	15,21	31.243	22,33	5
51692					
Cijena drvenog otpada (kn/GJ)	Investicije (000 kn)				
7,83	80.887	27,80	0	12,00	8
Ukupna proizvodnja energije (GJ)	70.611	25,17	7.710	14,00	7
420480 (4000 sati rada)	62.340	23,05	13.916	16,00	6
Prodajna cijena toplinske energije (kn/GJ)	**51.692**	**20,33**	**21.906**	**19,39**	**5**
31,33	46.523	19,01	25.785	21,52	5
Prodajna cijena električne energije EES-u (kn/kWh)	41.353	17,68	29.664	24,13	4
0,340					

5.3.3. *Kogeneracijsko postrojenje snage 10 MWe*

Uz investiciju od 92,88 milijuna kuna, nabavnu cijenu drvnog otpada od 80 kn/tona, prosječnu prodajnu cijenu električne energije od 0,34 kn/kWh, prosječnu prodajnu cijenu toplinske energije od 31,33 kn/GJ te vijek trajanja projekta postrojenja na biomasu snage **10 MWe** od 20 godina, projekt je prihvatljiv do minimalnog prosječnog godišnjeg iskorištenja kapaciteta od 2.400 sati pogona, odnosno proizvodnju od 505.693 GJ. Dakle, radi se o 40 posto manjoj prosječnoj godišnjoj proizvodnji ukupne energije u odnosu na os-

novnu varijantu od 4.000 sati pogona. To je granični prosječni stupanj iskorištenja kapaciteta za proizvodnju energije koji zadovoljava postavljene minimalne kriterije prihvata projetka, internu stopu povrata (IRR) od 12 posto te koeficijent neto sadašnje vrijednosti kao i indeks profitabilnosti jednak 1. Uz ove uvjete razdoblje povrata početnog novčanog ulaganja je u osmoj godini vijeka projekta.

Uz prosječno godišnje iskorištenje kapaciteta od 4000 sati pogona, odnosno ukupnu proizvodnju energije od 842.400 GJ, nabavnu cijenu drvnog otpada od 80 kn/tona, prosječnu prodajnu cijenu električne energije od 0,34 kn/kWh, investiciju od 92,88 milijuna kuna, te vijek trajanja projekta od 20 godina, projekt je prihvatljiv do minimalne prosječne prodajne cijene toplinske energije od 14,79 kn/GJ. Dakle, radi se o 52,8 posto manjoj prosječnoj prodajnoj cijeni toplinske energije u odnosu na referentnu cijenu. To je granična prosječna prodajna cijena toplinske energije koja zadovoljava postavljene minimalne kriterije prihvata projekta, internu stupu povrata (IRR) od 12 posto te koeficijent neto sadašnje vrijednosti kao i indeks profitabilnosti jednak 1. Uz ove uvjete razdoblje povrata početnog novčanog ulaganja je u osmoj godini vijeka pogona.

Uz investiciju od 92,88 milijuna kuna, prosječno godišnje iskorištenje kapaciteta od 4.000 sati pogona, odnosno ukupnu proizvodnju energije od 842.400 GJ, prosječnu prodajnu cijenu električne energije od 0,34 kn/kWh, prosječnu prodajnu cijenu toplinske energije od 31,33 kn/GJ te vijek trajanja projekta od 20 godina, projekt je prihvatljiv do minimalne prosječne nabavne cijene drvnog otpada od 294 kn/tona. Dakle, radi se o 3,7 puta većoj prosječnoj nabavnoj cijeni drvnog otpada u odnosu na osnovnu varijantu. To je granična prosječna nabavna cijena drvnog otpada koja zadovoljava postavljene minimalne kriterije prihvata projekta, internu stopu povrata (IRR) od 12 posto, te koeficijent neto sadašnje vrijednosti kao i indeks profitabilnosti jednak 1. Uz ove uvjete razdoblje povrata početnog novčanog ulaganja je u osmoj godini vijeka projekta.

Uz prosječno godišnje iskorištenje kapaciteta od 4.000 sati pogona, odnosno ukupnu proizvodnju energije od 842.400 GJ, nabavnu cijenu drvnog otpada od 80 kn/tona, prosječnu prodajnu cijenu električne energije od 0,34 kn/kWh, prosječnu prodajnu cijenu toplinske energije od 31,33 kn/GJ, te vijek trajanja projekta od 20 godina, projekt je prihvatljiv do maksimalne investicije od 161,4 milijuna kuna, dakle za 73,8 posto veću investiciju nego što je iskazana u osnovnoj varijanti. To je granična razina investicija koja zadovoljava postavljene minimalne kriterije prihvata projekta, internu stopu povrata (IRR) od 12 posto te koeficijent neto sadašnje vrijednosti kao i indeks profitabilnosti jednak 1. Uz ove uvjete razdoblje povrata početnog novčanog ulaganja je u osmoj godini vijeka projekta (tablica 6.).

6. ZAKLJUČAK

Vrednujući planiranu proizvodnju energije iz promatranog projekta kogeneracijskog postrojenja na biomasu snage **5 MWe** prema referentnim otkupnim cijenama: električne energije od 0,34 kn/kWh, toplinske energije od 31,33 kn/GJ i postavljenim kriterijima prihvata, može se zaključiti sljedeće:

- projekt je dovoljno je rentabilno ulaganje s indeksom profitabilnosti većim od 1,
- uz diskontnu stopu od 12 posto, projekt je akumulativan jer je sadašnja vrijednost novčanih primitaka veća od sadašnje vrijednosti novčanih izdataka za 22 milijuna kuna,
- interna stopa povrata (IRR) iznosi 19,39 posto i veća je od ovdje određene ekonomski prihvatljive stope povrata (12 posto) te će, prema postavljenom kriteriju prihvata, projekt biti prihvaćen,
- razdoblje povrata početnog novčanog ulaganja je u petoj godini vijeka projekta,
- na temelju kretanja neto tijeka novca, projekt je nelikvidan u drugoj, trećoj, četvrtoj, petoj i šestoj godini, dakle u razdoblju predivđenog roka vraćanja kredita. Iako projekt iskazuje nedostatak sredstava za pokriće dospjelih obveza u spomenutom razdoblju, apsolutni iznos pozitivnog tijeka novca samo u prvoj godini vijeka trajanja projekta je dovoljan za postizanje likvidnosti i u tom razdoblju, tako da se može govoriti o pozitivnim neto tijekovima novca u financijskom tijeku kao dijelovima čiste novčane akumulacije.

Rezultati analize za kogeneracijsko postrojenje na biomasu snage **10 MWe** prema definiranim uvjetima i postvljenim kriterijima pokazuju sljedeće:

- projekt je dovoljno je rentabilno ulaganje s indeksom profitabilnosti većim od 1,
- uz diskontnu stopu od 12 posto, projekt je akumulativan jer je sadašnja vrijednost novčanih primitaka veća od sadašnje vrijednosti novčanih izdataka za 51 milijuna kuna,
- interna stopa povrata (IRR) iznosi 21,51 posto i veća je od ovdje određene ekonomski prihvatljive stope povrata (12 posto) te će, prema postavljenom kriteriju prihvata, projekt biti prihvaćen,
- razdoblje povrata početnog novčanog ulaganja je u petoj godini vijeka trajanja projekta,
- na temelju kretanja neto tijeka novca, projekt je nelikvidan u drugoj, trećoj, četvrtoj, petoj i šestoj godini, dakle u razdoblju predviđenog roka vraćanja kredita. Iako projekt iskazuje nedostatak sredstava za pokriće dospjelih obveza u spomenutom razdoblju, apsolutni iznos pozitivnog tijeka novca samo u prvoj godini trajanja projekta je dovoljan za postizanje likvidnosti i u tom razdoblju, tako da se može govoriti o pozitivnim neto tijekovima novca u financijskom tijeku kao dijelovima čiste novčane akumulacije.

Tablica 6. Ocjena osjetljivosti projekta za kogeneracijsko postrojenje na biomasu snage 10 MWe

Elementi ocjene		Troš. proiz. ukupne energije (kn/GJ)	NPV uz diskontnu stopu od 12% (000 kn)	IRR (%)	Razdoblje povrata investicije (godina)
Stalne veličine	Promjenjiva veličina				
	Ukupno sati rada				
Cijena drvenog otpada (kn/GJ)					
7,83 (80 kn/toni)	2400	28,46	0	12,00	8
Prodajna cijena toplinske energije (kn/GJ)	2716	25,77	10.132	14,00	7
31,33	3045	23,55	20.736	16,00	6
Prodajna cijena električne energije EES-u (kn/kWh)	**4000**	**19,18**	**51.438**	**21,51**	**5**
0,340	4400	17,92	64.310	23,73	5
Investicija (000 kn)	4800	16,86	77.179	25,92	4
92884					
	Cijena toplinske energije				
	(kn/GJ)				
Cijena drvenog otpada (kn/GJ)					
7,83 (80 kn/toni)	14,79	19,13	0	12,00	8
Ukupna proizvodnja energije (GJ)	18,06	19,14	10.176	14,00	7
842400 (4000 sati rada)	21,44	19,15	20.699	16,00	6
Prodajna cijena električne energije EES-u (kn/kWh)	**31,33**	**19,18**	**51.438**	**21,51**	**5**
0,340	34,46	19,19	61.185	23,20	5
Investicija (000 kn)	37,59	19,20	70.929	24,86	4
92884					
	Cijena drvnog otpada				
	(kn/GJ)				
Ukupna proizvodnja energije (GJ)					
842400 (4000 sati rada)	29,41	33,27	0	12,00	8
Prodajna cijena toplinske energije (kn/GJ)	25,14	30,49	10.173	14,00	7
31,33	20,72	27,60	20.723	16,00	6
Prodajna cijena električne energije EES-u (kn/kWh)	**7,83**	**19,18**	**51.438**	**21,51**	**5**
0,340	3,92	16,63	60.778	23,13	5
Investicija (000 kn)	0,00	14,07	70.114	24,72	4
92884					
	Investicije **(000 kn)**				
Cijena drvenog otpada (kn/GJ)					
7,83 (80 kn/toni)	161.436	27,94	0	12,00	8
Ukupna proizvodnja energije (GJ)	140.900	25,32	15.410	14,00	7
842400 (4000 sati rada)	124.460	23,22	27.746	16,00	6
Prodajna cijena toplinske energije (kn/GJ)	**92.884**	**19,18**	**51.438**	**21,51**	**5**
31,33	83.593	18,00	58.410	23,84	5
Prodajna cijena električne energije EES-u (kn/kWh)	78.949	17,41	61.895	25,18	4
0,340					

Na temelju provedene analize za kogeneracijsko postrojenje na biomasu snage **1 MWe** prema definiranim uvjetima i postavljenim kriterijima može se zaključiti:

- projekt nije dovoljno rentabilno ulaganje s indeksom profitabilnosti manjim od 1,
- uz diskontnu stopu od 12 posto, projekt nije akumulativan jer je sadašnja vrijednost novčanih primitaka manja od sadašnje vrijednosti novčanih izdataka za 5 milijuna kuna,
- interna stopa povrata (IRR) iznosi 7,18 posto i znatno je manja od minimalne (granične) ekomonski prihvatljive stope povrata (12 posto). Prema postavljenom kriteriju prihvata, projekt neće biti prihvaćen,

- razdoblje povrata početnog novčanog ulaganja je u desetoj godini vijeka projekta i znatno je iznad postavljenog kriterija najdužeg prihvatljivog razdoblja povrata.

Rezultati provedene ekonomsko-financijske analize projekata malih kogeneracijskih postrojenja na biomasu pokazuju da je većina projekata prihvatljiva čak i u posve realnom ekonomskom okruženju bez ikakvih poticajnih mjera (subvencije, porezi). Rentabilnost projekata raste s njihovim kapacitetom, odnsono godišnjom proizvodnjom energije. Nažalost, za veće je projekte najčešće teško osigurati potrošače toplinske energije, a i opskrba gorivom postaje skuplja i složenija jer se biomasa mora sakupljati i dovoziti s velikog područja. Iako postoje brojna postrojenja većih snaga (čak i do 50 MWe), glavnina se ovakvih projekta odnosi na postrojenja snage do 5 MWe, koja se najčešće u početnoj fazi, ili čak tijekom cijelog životnog vijeka, pomažu subvencijama ili drugim poticajnim financijskim mehanizmima od strane države ili zainteresirane lokalne zajednice.

Smisao projekta korištenja energije biomase je nešto širi od same ekonomske dobiti jer se njima ostvaruju brojni pozitivni učinci kao što su zbrinjavanje otpada, otvaranje novih i zadržavanje postojećih radnih mjesta te povećanje konkurentnosti šumarstva i drvne industrije. Upravo utjecaj na zapošljavanje te ostali socijalno-ekonomski aspekti (regionalna i lokalna ekonomska aktivnost, kruženje i zadržavanje novca u državi, odnosno lokalnoj zajednici, investicije, zarade i porezi) predstavljaju najveću prednost korištenja biomase, kao i ostalih obnovljivih izvora energije. Razvijene države Europske unije i svijeta svjesne su ovih pozitivnih aspekata i u znatnoj mjeri pomažu projekte korištenja energije biomase.

LITERATURA

[1] A. GRÜBLER et al., 1998.: Global energy perspecitve, IIASA, WEC, Cambridge University Press. Cambridge: 299 pp.

[2] J. SPITZER, 1998.: The role of biomass in greenhouse gas mitigation. IEA Bioenergy Position Paper. IEA Bioenergy Task 25 International Workshop "Between COP3 and COP4: The Role of Bioenergy in Achieving the Targets Stipulated in the Kyoto Protocol". Nokia: 117-122.

[3] EC 1997. White Paper for a Community Strategy and Action Plan. Energy for the Future: Renewable Sources of Energy. Document (95)682. http://europa.eu.int/en/comm/dg17/whitepap.htm

[4] H. PETRIĆ et al. 1999.: Uvođenje mjera energetske efikasnosti u tvornicu Varteks d.d. - Varaždin. Energetski institut "Hrvoje Požar" i Institut Catal_ d'Energia. Zagreb: 90 pp.

[5] M. KLEPO et al. 1998.: Program energetske efikasnosti centraliziranih toplinskih sustava ($KUEN_{cts}$) - Prethodni rezultati i buduće aktivnosti. Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb: 161 pp.

[6] HEP 1999. District heating Operation Plan in the Republic of Croatia from 2000 to 2025. First Draft Report. Energetski institut "Hrvoje Požar", MVV-Energie-AG, Ekonerg holding. Zagreb: 176 pp.

[7] J. DOMAC et al. 1998.: Program korištenja energije biomase (BIOEN) - Prethodni rezultati i buduće aktivnosti. Eneregetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb: 179 pp.

[8] M. BERONJA, 2000.: Studija mogućnosti - Utjecaj energetskog korištenja biomase na dinamiku zapošljavanja i gospodarski razvitak Hrvatske u razdoblju od 2001. do 2015. godine. U tisku.

[9] M. BERONJA, J. DOMAC: Neobjavljeni podaci

[10] J. DOMAC, 1999.: Proizvodnja energije iz biomase u Finskoj. Šumarski list 1-2: 37-43.

[11] T. STEER, S. SCHUSTER, D. HEIN, 1998.: Biomass Coogeneration Plant Schongau-Alten Stadt - The Way From Idea To Realisation 10th European Conference on Biomass for Energy and Industry. Würzburg: 303-306.

[12] H. PETRIĆ et al., 1998.: Program kogeneracije (KOGEN) - Prethodni rezultati i buduće aktivnosti. Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb: 165 pp.

[13] ABB - izravna korespodencija

[14] Babcock AE "Đuro Đaković" TEP - izravna korespodencija

ECONOMIC AND FINANCIAL ANALYSIS OF SMALL BIOMASS COGENERATION PLANTS

At the moment there are no biomass cogeneration plants in Croatia, but in the past a few such plants were operating successfully within wood industry. Considering current trends in developed countries and obvious benefits of such plants (much greater energy efficiency, lower emissions per energy unit produced etc.) the biggest contribution in the future biomass energy production in Croatia is expected from cogeneration plants. The aim of the economic and financial analysis is to review the justifiability and acceptability of financing and investments into renewable energy, i.e. biomass cogeneration plants, by means of financial project evaluation and project profitability. Here, three different cogeneration plants have been analysed: 1 MWe, 5 MWe and 10 MWe, whereby the 5 MWe plant is the reference one and analysed more in detail.

WIRTSCHAFTLICH-GELDLICHE ERÖRTERUNG DER ENTWÜRFE KLEINER MITERZEUGUNGSANLAGEN MIT BIOMASSE ALS BETRIEBSMITTEL

In Kroatien ist derzeit keine Miterzeugungsanlage mit Biomasse als Betriebsmittel in Betrieb, doch gab es seinerzeit in den Holzindustriebetrieben einige solche Anlagen im erfolgreichen Einsatz. Jedoch, die Entwicklungsneigungen in den entwickelten Ländern und offenbare Vorteile solcher Anlagen (wesentlich größere energetische Leistungsfänigkeit, kleinere Umweltverschmutzung je Einheit erzeugter Energie) berücksichtigend, erwartet man in Kroatien den größten Beitrag in der künftigen Energieerzeugung aus Biomasse eben von Miterzeugungsanlagen. Der Zweck wirtschaftlich-geldlicher Erörterung ist auf Grund geldlicher

Energija, god. 49 (2000) 3, 151-162

Beurteilung und der Abschätzung der Einträglichkeit die Berechtigung und die Annehmbarkeit der Kapitalanlagen in erneubare Energiequellen dh. in Miterzeugungsanlagen mit Biomasse als Betriebsmittel wahrzunehmen. Hier sind drei verschiedene Miterzeugungsanlagen der Leistungen von 1 MWe, 5 MWe und 10 MWe betrachtet worden, wobei die 5 MWe Anlage als Bezugsbetrieb genommen und etwas ausführlicher als die anderen betrachtet wurde.

Naslov pisca:

Mr. sc. Luka Staničić, dipl. ing.
mr. sc. Julije Domac, dipl. ing.
Energetski institut "Hrvoje Požar"
Ulica grada Vukovara 37
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2000-01-28

OSNOVE OBNOVE I DOGRADNJE TS 400/110 kV ERNESTINOVO

Marijan K a l e a, Osijek

UDK 621.311.42:621.314.2
STRUČNI ČLANAK

Prikazano je stanje TS 400/110 kV Ernestinovo prije rata 1991./92. godine, ratna razorenost i pljačka u razdoblju od 1991.-1997. godine, te osnovno rješenje njezine obnove i dogradnje radi ponovnog korištenja u prijenosnoj mreži Hrvatske elektroprivrede.

Ključne riječi: prijenosna mreža, transformatorske stanice visokog napona.

1. PRIJENOSNA MREŽA U SLAVONIJI I BARANJI DO RATA 1991./92. GODINE

Prije ratnih razaranja 1991./92. godine, prijenosna mreža u Slavoniji i Baranji bila je povezana s elektroenergetskim sustavom Hrvatske vodom 400 kV Ernestinovo-Tumbri i s jedinom javnom elektranom na tom području - TE-TO+PTE Osijek, instalirane snage 95 MW. Također, postojale su veze na razini 400 kV prema Srbiji (Mladost) i prema Bosni i Hercegovini (Ugljevik). Na razini 220 kV, TS 220/110 kV Đakovo bila je povezana s dva voda 220 kV, prema Tuzli i prema Gradačcu. TS 220/110 kV Đakovo u pogonu je od 1967. godine, a TS 400/110 kV Ernestinovo od 1977. godine.

Na razini 110 kV postojali su vodovi prema središnjoj Hrvatskoj: Virovitica-Slatina i Nova Gradiška-Požega, prema Bosni vodovi: Slavonski Brod 2-Bosanski Brod i Županja-Brčko, te vod Nijemci-Šid, prema Srbiji.

Karakteristično za mrežu 110 kV bilo je to da su sve transformatorske stanice 110/35 kV bile priključene s barem dva voda 110 kV, da je ukupna instalirana snaga transformatora 110/35 kV bila oko dva puta veća od vršne potražnje, te da je ukupna snaga dobave u mrežu 110 kV (iz mreže 400 i 220 kV, vodovima 110 kV i iz elektrane u Osijeku) bila oko tri puta veća od vršne potražnje. Vršna potražnja bila je oko 350 MW, a godišnji konzum područja oko 2 TWh (1990). Tranzit preko mreže 400 kV premašivao je konzum područja gotovo dva puta. Najveće ostvareno opterećenje voda 400 kV Mladost-Ernestinovo bilo je oko 1,25 GW.

2. TS 400/110 kV ERNESTINOVO DO RATA 1991./92. GODINE

Transformatorska stanica 400/110 kV Ernestinovo (dalje: TS Ernestinovo) sadržavala je postrojenja 400 i 110 kV u vanjskoj izvedbi, te postrojenja 30 i 35 kV u unutrašnjoj izvedbi. Upravljanje TS Ernestinovo bilo je ostvareno iz CDU-Osijek, ili - uz lokalni izbor - lokalno. Pred rat, godine 1990., opremljenost TS Ernestinovo, iskazana glavnim pokazateljima, prikazana je tablicom 1.

Tablica 1. Glavni pokazatelji opremljenosti TS Ernestinovo 1990. godine

Dio postrojenja	400 kV	110 kV	35 kV	30 kV
Sabirnice	2G+P	3G/3G	2G	2G
Vodna polja	3	12	3	-
Trafo-polja	2	2	2	4
Spojna polja	2	1	1	1
Kompenzacijska polja	-	-	-	2
Mjerna polja	-	-	1	1
Ukupno opremljena polja	7	15	7	8
Ukupno mogući broj polja	13	22	7	10
Transformatori (MVA)	2x300	-	2x1	2x0.8
Prigušnice (Mvar)	-	-	-	2x50
Dizelski agregati	2x240 kVA, 0.4 kV s rezervoarima 2x400+2000 litara			
Akumulatorske baterije	2x(220 V=,240Ah) + 2x(48V=,240Ah)			
Kompresor. postrojenje	4 kompresora 200 bara			
Telekomunikacije	14 VF-veza, jedna usmj. radio-veza, jedna VF-veza u zašt. užetu			

Dispozicija TS Ernestinovo riješena je na korisnom tlocrtu 317x261 metara. Pored zgrade komande, zgrade pomoćnih pogona, zgrade postrojenja 30 i 35 kV, postojale su zgrada automatske protupožarne zaštite, zgrada vodoopskrbe, te 12 relejnih kućica. U zgradi komande bili su i uredski, garderobni i sanitarni prostori tadašnjeg osječkog dijela Elektroprijenosa-Osijek, a u zgradi pomoćnih pogona bilo je njihovo skladište i priručna radionica. Južno od zgrade pomoćnih pogona bilo je otvoreno skladište, a sjeverno od zgrade komande garaža za četiri pogonska vozila i obrambeno sklonište. Uz TS Ernestinovo, na sjevero-zapadnoj strani, nalazile su se dvije stambene zgrade s po dva stana za pogonsko osoblje s pomoćnim objektima. Odvodnja oborinskih voda bila je riješena ispuštanjem oborinske kanalizacije u kanal Seleš, koji je sjeverno od sela Ernestinovo povezan na Bobotski kanal prema Vuki i dalje Dunavu.

Osnovni izvoditelji izgradnje TS Ernestinovo bili su: glavni projekt izradio je "Elektroprojekt"-Zagreb, izvedbene projekte sekundarnih postrojenja izradila je "Elektroslavonijaprojekt"-Osijek, građevinske radove izvelo je poduzeće "Gradnja"-Osijek, elektromontažne radove "Elektroslavonija"-Osijek i "Elos"-Osijek, a portale i rasplet vodova izveo je "Dalekovod"-Zagreb. Primarnu opremu isporučio je gotovo u potpunosti "Končar"-Zagreb. Građevinski radovi počeli su u studenom 1974. godine, a početna etapa izgradnje puštena je u pogon u srpnju 1977. godine. Građenje i montaža trajali su nešto više od 2,5 godine uz izdašno financiranje - osobito u početno vrijeme izgradnje - sredstvima zajma IBRD i iz domaćih izvora.

Korištenje TS Ernestinovo, u razdoblju od 1977. do 1991. godine, proteklo je uz dvije velike havarije: požar transformatora 400/100 kV u 1980. godini i unutrašnji proboj transformatora 400/110 kV u 1984. godini. Zahtjevi prema obnovi i dogradnji TS Ernestinovo temelje se i na poukama iz tih havarija, [2].

3. RATNA RAZARANJA I PLJAČKA TS ERNESTINOVO, POLAZNO STANJE

U ratu 1991./92. godine sustavno su razarani - pored svih drugih - i objekti prijenosne mreže u Slavoniji i Baranji. Više od polovine svih vodova prijenosne mreže bilo je oštećivano, a veća razaranja pretrpjele su sljedeće transformatorske stanice 110/35 kV: Vukovar, Vinkovci, Osijek 1, Osijek 2, Osijek 3 i Županja. Najveća razaranja bila su na TS Ernestinovo, a u TS Vinkovci izgorio je jedan transformator 110/35 kV, 40 MVA. Opskrba je, u takvim ratnim prilikama, ostvarena izgradnjom oko 24 kilometra vodova 110 kV i oko 13 kilometara voda 220 kV na drvenim stupovima, te dvije privremene transformacije (110/35 kV, snage 22 MVA - nazvane "505" i 220/110 kV, snage 150 MVA - nazvane "1505/2").

Razaranja TS 400/110 kV Ernestinovo, otpočela su avionskim, raketnim i mitraljeskim napadom 18. rujna 1991. godine, višekratno nastavljana avionskim, tenkovskim i minobacačkim napadima, da bi dana 21. studenog 1991. godine posada Hrvatske elektroprivrede bila primorana napustiti objekt, od kada se on nalazi na privremeno okupiranom području. Razaranja se nastavljaju, do smirivanja 1992. godine, kada je područje došlo pod zaštitu snaga Ujedinjenih naroda, u UNPA-zoni E. Nakon toga, daljnja devastacija odvija se pljačkom opreme i materijala s objekta. Do 15. siječnja 1998. godine, TS Ernestinovo nalazila se pod upravom Prijelazne administracije UN za istočnu Slavoniju (UNTAES).

Kvalitativni stručni pregled stanja objekta od strane Hrvatske elektroprivrede obavljen je 6. lipnja 1997. godine, te se ove osnove temelje na izvješću o tom pregledu [3] i raspravi koja je tim povodm vođena na Stručnom savjetu za izgradnju prijenosne mreže, 30. lipnja 1997. godine u Zagrebu.

Raščlanjujući ukupnu građevinsku i elektromontažnu strukturu na 70 pojedinačnih elemenata i cijeneći zatečeno stanje svakog od tih elemenata, stupanj ratne razorenosti i poratne pljačke TS Ernestinovo, autor cijeni na najmanje 85%. Potpuno je uništena i/ili opljačkana doslovno sva električna oprema, čelična konstrukcija je devastirana bezbrojnim pogocima raspršenih projektila, temelji aparata i uzemljivačka mreža su uglavnom uščuvani, a zgrade imaju približno 25%-tnu oštećenost osnovne strukture, uz potpunu devastaciju unutrašnjeg uređenja. Niti metar od ukupno oko 100 kilometara signalnih kabela nije ostao u kabelskim kanalima, svi bakreni zemljovodi odrezani su do ulaska u tlo, a u zgradama su čupani dijelovi električnih instalacija iz zidova.

Praktički: uščuvan je tlocrt, uščuvan je prostor raspleta vodova 400 i 110 kV (uz mnoge srušene stupove u tom raspletu), prometnice (osim srušenog glavnog pristupnog mosta preko kanala Seleš) i dijelom ono što je bilo ispod razine tla. Obnova mora biti riješena tako da se u najvećoj mogućoj mjeri iskoristi to što je ostalo uščuvano inače ne bi imala smisla.

4. POLAZNA I SAGLEDIVA BUDUĆA MREŽA PRIKLJUČENA NA TS ERNESTINOVO

Kao polazna mreža za projektiranje obnove TS Ernestinovo pretpostavljena je potpuna sankcija svih vodova 400 kV (Tumbri, Ugljevik, Mladost) i vodova 110 kV (ukupno 11) priključenih na TS Ernestinovo prije ratnih razaranja, te ugradnja dvaju transformatora 400/110 kV, 300 MVA. Kako su u vrijeme sagledavanja obnove TS Ernestinovo bili otpočeli pregovori o povezivanju 400 kV Ernestinovo-Pecs, u početnu mrežu uključen je i dvostruki vod 400 kV prema Mađarskoj.

Kao moguća polazna mreža 220 kV (a ujedno i krajnje sagledIva mreža tog napona), za idejni projekt dogdradnje TS Ernestinovo pretpostavljena su povezi-

vanja na razini 220 kV: Međurić-Đakovo, Međurić-Ernestinovo i Ernestinovo-Đakovo, prema razmatranjima iz [9]. To traži i ugradnju transformacije 440/220 kV u TS Ernestinovo, standardne nazivne snage u hrvatskoj prijenosnoj mreži od 400 MVA.

Buduća mreža superponiranog napona priključena na TS Ernestinovo ima u predstojećem dugoročnijem razdoblju brojne sagledive mogućnosti, na koje treba odgovoriti rješenje obnove i dogradnje TS Ernestinovo.

Ponajprije treba biti omogućen prelazak dvostrukog voda iz pravca Međurić (odnosno Žerjavinec, odnosno Veleševac) na pogon pod naponom 400 kV i preuređenje TS Đakovo za korištenje pod tim naponom. Takvo rješenje mogla bi ubrzati izgradnja snažne termoelektrane u širem području TS Ernestinovo, koja bi se priključila na TS Ernestinovo s dva voda 400 kV. Prema istoku i prema jugu treba predvidjeti po jedan mogući novi vod 400 kV. Prema zapadu također treba predvidjeti moguću izgradnju podravskog dvostrukog voda 400 kV (pravac Koprivnica) u daljoj budućnosti. Vjerojatnije je da bi jedna trojka (a moguće i obje) tog voda završila u spomenutoj termoelektrani velike snage, bez incidencije s TS Ernestinovo.

U sagledivoj budućnosti, ne predviđa se polaganje većeg broja novih vodova 110 kV prema TS Ernestinovo, praktički samo iz Vukovara i Vinkovaca, prema [8].

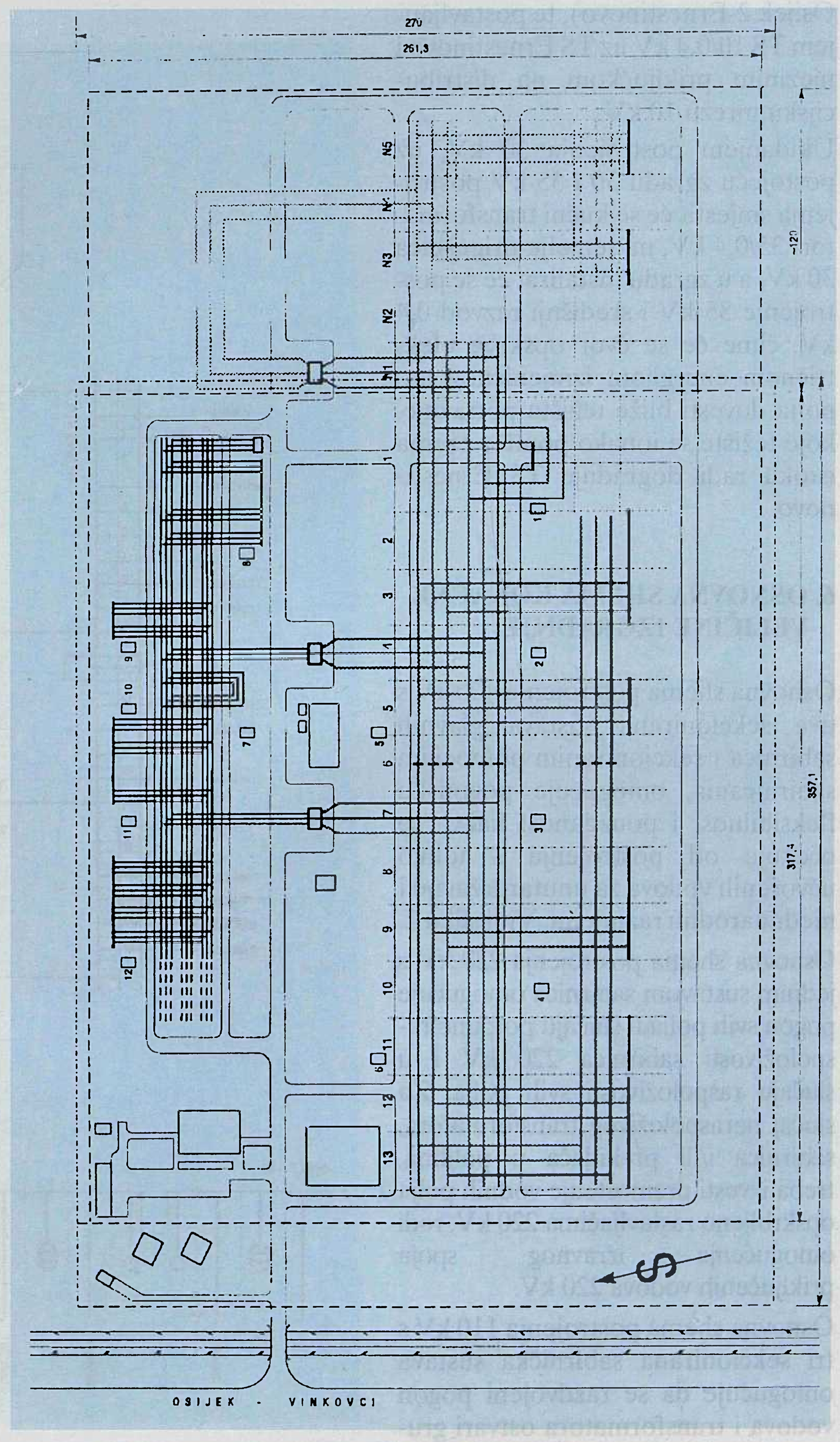
5. OSNOVNO RJEŠENJE OBNOVE I DOGRADNJE TS ERNESTINOVO

Iz takva razmatranja sljede tri bitna stajališta za rješenje obnove i dogranje TS Ernestinovo:

- *prvo,* projektom obnove, sabirnice 400 kV ne smiju se s istočne strane "zaključiti" spojnim poljem GS1-GS2, jer valja omogućiti širenje postrojenja 400 kV na istok
- *drugo,* dograđeno postrojenje treba projektom dogradnje geometrijski konstruirati za napon 400 kV, a u prvo vrijeme koristiti pod naponom 220 kV
- *treće,* postrojenje 400 kV treba opremiti uzdužnim sekcioniranjem sabirnica, kako bi se osiguralo fleksibilnije korištenje, osobito u prilikama brojnih opremanja rezervnih polja u pogonu.

Dakle, priključke spojnog polja GS1-GS2 na oba sabirnička sustava 400 kV treba riješiti u nacrtnom prostoru, a ne tlocrtnom kako je prvobitno bilo izvedeno. Dograđeno postrojenje treba izvesti u doslovnom nastavku uzdužnog rastera postojećeg postrojenja 400 kV prema istoku, ostavljajući time i zaključnu mogućnost: da cjelokupno dograđeno postrojenje prijeđe u korištenje pod naponom 400 kV. Parcelu u kojoj je bilo smješteno spojno polje GS-PS treba iskoristi za smještaj sekcijskih rastavljača, a to spojno polje premjestiti na povoljnu parcelu (moguće i u koje rezervno vodno polje). Vidi sliku 1.

Obnovom TS Ernestinovo treba riješiti i primjenu prigušnice 100 Mvar priključne na napon 110 kV, što



Slika 1. Obnova i dogradnja TS 400/110 kV Ernestinovo - dispozicija

omogućuje izostanak obnove postrojenja 30 kV i izostanak korištenja tercijara transformatora 400/110 kV u TS Ernestinovo. Kako je korištenje tercijarnog postrojenja općenito poznati izvor stanovite nepouzdanosti, a u dosadašnjem pogonu TS Ernestinovo bilo uzrokom velike havarije 1980. godine, to je tavo opredjeljenje razumljivo, a izvedivo danas raspoloživim prekidačima 110 kV s uređajima za sinhrono sklapanje prigušnica.

Izostajanje rezervne opskrbe vlastitih potreba električnom energijom iz tercijara transformatora nadoknadit će se izgradnjom drugog voda 35 kV prema TS Ernestinovo (pored obnove postojećeg DV 35 kV Osijek 2-Ernestinovo), te postavljanjem TS 10/0,4 kV uz TS Ernestinovo i njezinim priključkom na distribucijsku mrežu 10 kV.

Ukidanjem postrojenja 30 kV, uz postojeću zgradu 30 i 35 kV postrojenja smjestit će se kućni transformatori 35/0,4 kV, na temelje prigušnica 30 kV, a u zgradu instalirat će se postrojenje 35 kV i središnji razvod 0,4 kV, čime će se čvor opskrbe električnom energijom izmjeničnog napona dovesti bliže težištu potražnje, koje težište se ionako pomiče prema istoku radi dogradnje TS Ernestinovo.

6. OSNOVNA SHEMA KONAČNE VELIČINE IZGRADNJE

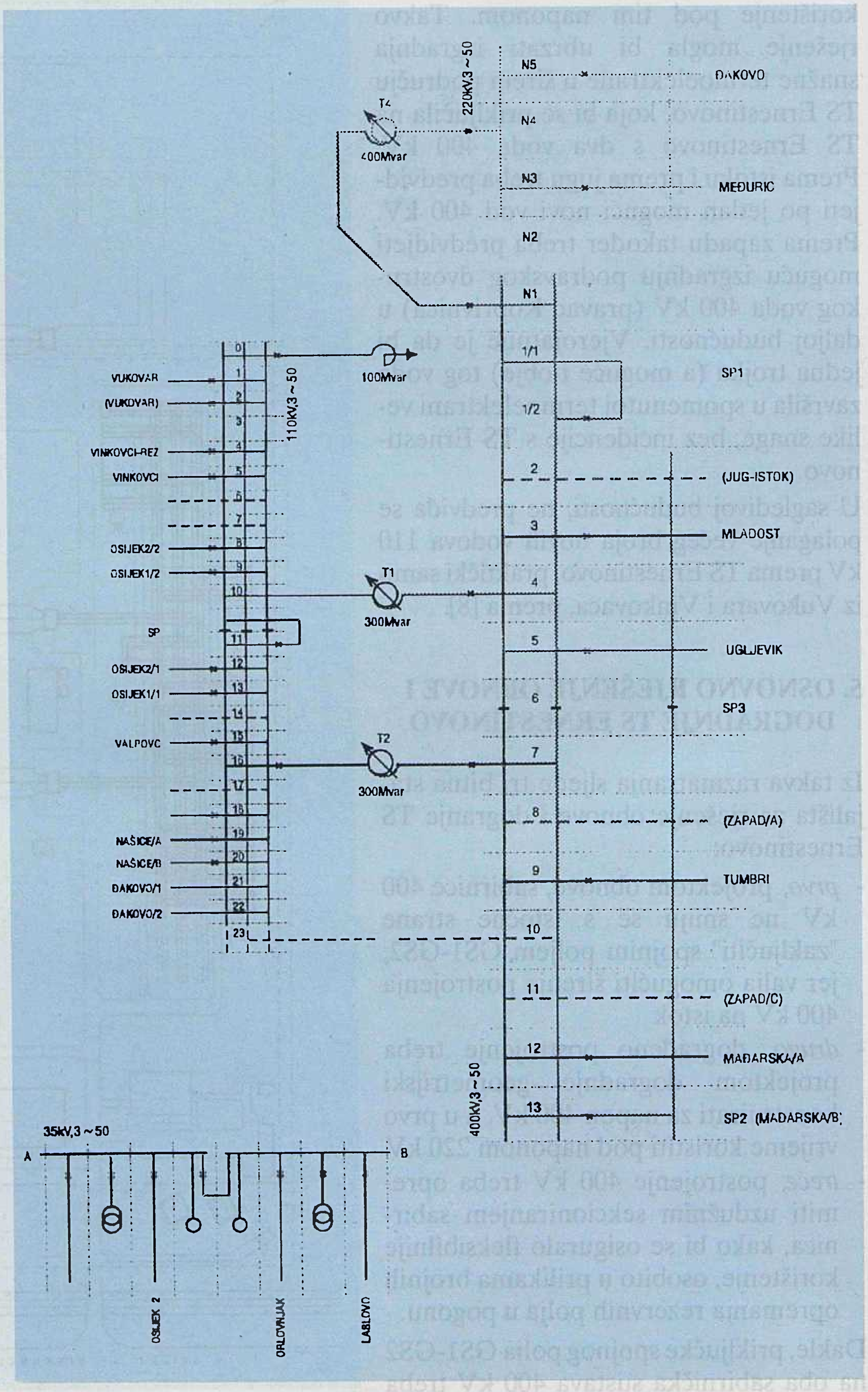
Osnovna shema postrojenja 400 kV s dva sekcionirana sustava glavnih sabirnica i sekcioniranim pomoćnim sabirnicama, omogućuje pogonsku fleksibilnost i pouzdanost kakva se očekuje od postrojenja s toliko učvorenih vodova za unutardržavnu i međunarodnu razmjenu. Vidi sliku 2.

Osnovna shema postrojenja 220 kV s jednim sustavom sabirnica omogućuje pogon svih polja u slučaju potpune raspoloživosti sabirnica 220 kV i u slučaju raspoloživosti svih polja. Za slučaj neraspoloživog transformatora, sabirnica i/ili prekidača u poljima, treba izvesti premoštenje vodnih polja opskrbljeno rastavljačima 220 kV, radi omogućenja izravnog spoja priključenih vodova 220 kV.

Osnovna shema postrojenja 110 kV s tri sekcionirana sabirnička sustava omogućuje da se razdvojeni pogon vodova i transformatora ostvari grupiranjem koje je neovisno od sekcija, a i potpuni pogon uz potpunu neraspoloživost bilo koje sabirničke sekcije.

Osnovna shema postrojenja 35 kV s jednostrukim sekcioniranim sabirnicama omogućuje da se ostvari razdvojeni pogon vodova i kućnih transformatora eventualno potrebnim sekcioniranjem, te pogon jedne sekcije uz neraspoloživost druge sabirničke sekcije.

Cjelokupno električno i građevinsko rješenje obnove i dogradnje, te kapacitiranje pojedinih sekundarnih, općih i pomoćnih podsustava, projektiranjem obnove i dogradnje riješiti će se tako da omogući izgradnju i pogon konačne veličine izgradnje.



Slika 2. Obnova i dogradnja TS 400/110 kV Ernestinovo - osnovna shema

7. OPTEREĆENJA U KRATKOM SPOJU I NORMALNOM POGONU

Strujna opterećenja u kratkom spoju i trajne struje opterećenja, prema kojima treba dimenzionirati obnovljeno i dograđeno postrojenje, svu primarnu opremu, te prekidač, zemljovode i uzemljivač TS Ernestinovo, iznesena su u tablici 2.

Tablica 2. Opterećenja TS Ernestinovo u kratkom spoju i normalnom pogonu

Postrojenje:	400 kV	220 kV*		110 kV	35 kV*
		sabirn.	polja		
Struje kratkog spoja (kA):					
- udarna struja	100	100	62,5	100	40
- početna tropolna struja	40	40	25	40	16
- termička struja/1s	40	40	25	40	16
Struje zemljovodima i uzemljivačem (kA):					
- najveća struja zemljovodom	38*	38	38	37,6*	0,9
- najveća struja uzemljivačem/0.2s			23,8*		
Izabrani prekidač:					
- rasklopna struja (kA)	40		25	40+	16
- nazivna struja (A)	2000		1250	2000	800
Strujna opteretivost (A):					
- sabirnice	4000*	4000		2000	800
- transformator 300 MVA (+20%)	520			1890	
- transformator 400 MVA* (+20%)	693		1260		
- prigušnica 100 Mvar*				525	
- transformator 100 Mvar*					19,8
- vod 2xAI/Č 490/65	1960				
- vod AI/Č 360/57			800		
- vod AI/Č 240/40				645	
- vod AI/Č 120/20					410

* / promjena u odnosu na izvorni projekt TS Ernestinovo
\+ / s mogućnošću sinhronog sklapanja u polju prigušnice 100 Mvar

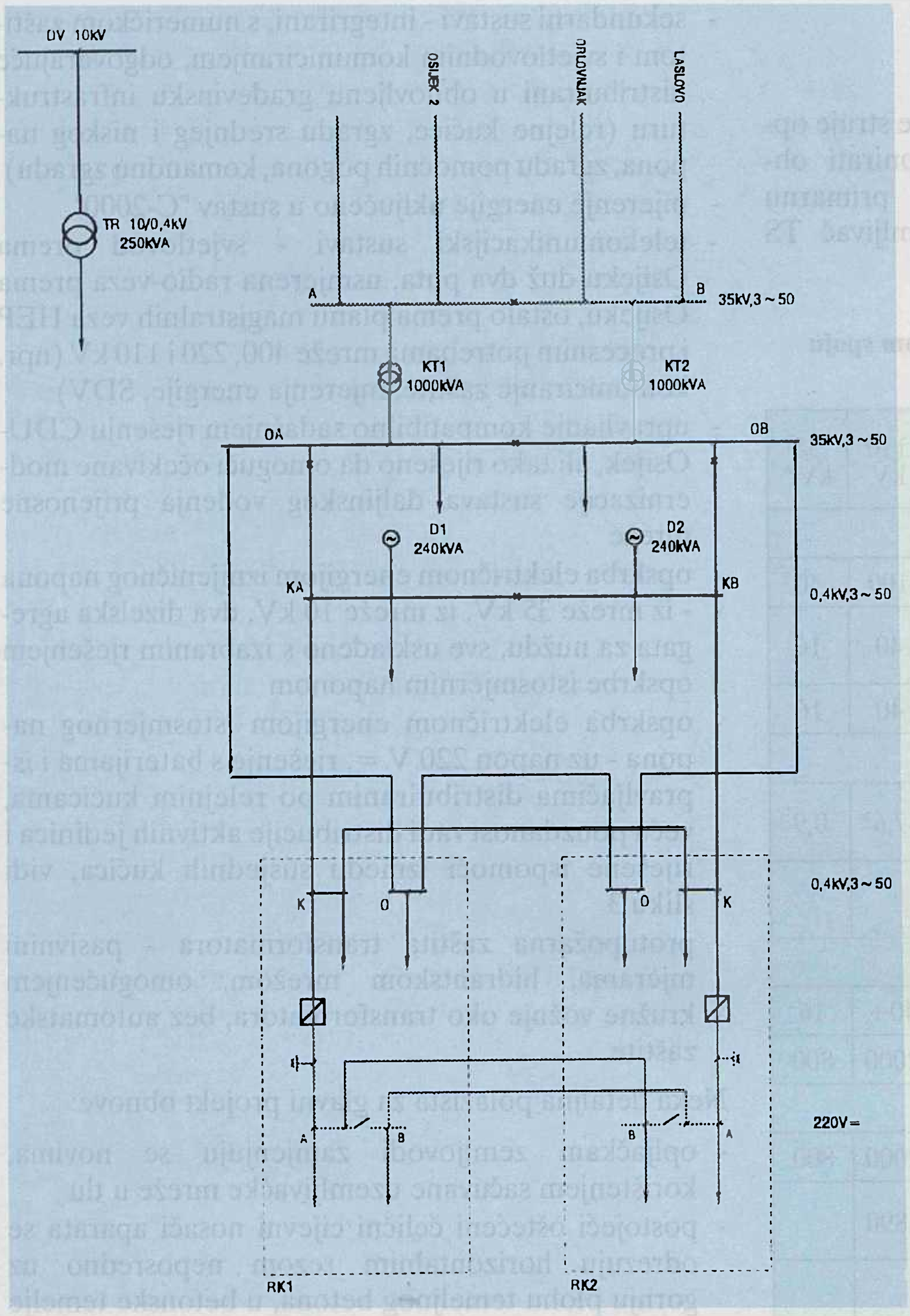
8. POLAZIŠTA ZA OBNOVU I DOGRADNJU TS ERNESTINOVO

Glavna polazišta pri projektiranju obnove utvrđena su kako sljedi:

- osnovna shema, prostorna dispozicijska i elektromontažna rješenja, građevinski i opći dio - prema toč. 5, 6. i 7. ovdje, uz što veće iskorištenje stanja koje je bilo prije rata 1991./92. godine
- sekundarni sustavi - integrirani, s numeričkom zaštitom i svjetlovodnim komuniciranjem, odgovarajuće distribuirani u obnovljenu građevinsku infrastrukturu (relejne kućice, zgradu srednjeg i niskog napona, zgradu pomoćnih pogona, komandnu zgradu)
- mjerenje energije uključeno u sustav "C-2000"
- telekomunikacijski sustavi - svjetlovod prema Osijeku duž dva puta, usmjerena radio-veza prema Osijeku, ostalo prema planu magistralnih veza HEP i procesnim potrebama mreže 400, 220 i 110 kV (npr. komuniciranje zaštite, mjerenja energije, SDV)
- upravljanje kompatibilno sadašnjem rješenju CDU-Osijek, ali tako riješeno da omogući očekivane modernizacije sustava daljinskog vođenja prijenosne mreže
- opskrba električnom energijom izmjeničnog napona - iz mreže 35 kV, iz mreže 10 kV, dva dizelska agregata za nuždu, sve usklađeno s izabranim rješenjem opskrbe istosmjernim naponom
- opskrba električnom energijom istosmjernog napona - uz napon 220 V =, rješenje s baterijama i ispravljačima distribuiranim po relejnim kućicama, veća pouzdanost radi distribucije aktivnih jedinica i riješene ispomoći između susjednih kućica, vidi sliku 3
- protupožarna zaštita transformatora - pasivnim mjerama, hidrantskom mrežom, omogućenjem kružne vožnje oko transformatora, bez automatske zaštite.

Neka detaljna polazišta za glavni projekt obnove:

- opljačkani zemljovodi zamjenjuju se novima, korištenjem sačuvane uzemljivačke mreže u tlu
- postojeći oštećeni čelični cijevni nosači aparata se odrezuju horizontalnim rezom neposredno uz gornju plohu temeljnog betona, u betonske temelje bušenjem i pouzdanim/trajnim vezanjem upuštaju se temeljni vijci prema rasporedu za temeljne ploče novih cijevnih pocinčanih nosača aparata
- novi nosači aparata smještaju se na sjecištima tlocrtnih simetrala postojećih temelja, a u nacrtnom prostoru oblikuju se tako da omoguće potrebno nošenje izabrane nove opreme
- glavne sabirničke vodiče u vanjskim postrojenjima izvesti cijevno, izborom dimenzija i konstrukcije tako kako je proizašlo nakon iskustva pri rekonstrukciji sabirnica u TS 400/110 kV Tumbri
- zaštita čelične konstrukcije od korozije: u najvećoj mjeri pocinčavanjem
- spojni vodiči u poljima:
  a) užadni - svi kratki, po uzdužnoj simetrali oblikovani i na prekidače i rastavljače priključeni vodiči
  b) cijevni - dugi i isključivo po uzdužnoj simetrali ravni vodiči (cijevi se moraju montirati tako da pouzdano ne traže nikakvo uzdužno oblikovanje, već samo rezanje na potrebnu ravnu duljinu)
- prekidači - sumporheksafluoridni



Slika 3. Obnova i dogradnja TS 400/110 kV Ernestinovo – principna shema opskrbe električnom energijom

- rastavljači - s elektromotornim pogonom uz izmjenični napon
- unutrašnje postrojenje 35 kV riješiti s izvlačnim vakuumskim prekidačima u pretfabriciranim ćelijama.

Za izvedbeni projekt raskrčivanja i zbrinjavanja otpada podloge će se utvrditi tek nakon osiguranja slobodnog i sigurnog operativnog pristupa TS Ernestinovo, razminiranja, te detaljnim uvidom i potrebnim ekspertnim ispitivanjima utvrđenog stvarno zatečenog stanja pojedinih građevinskih i konstrukcijskih objekata i elemenata. Projekt treba biti sukladan s rješenjima u projektu obnove i dogradnje.

Osnovna polazišta projektu dogradnje TS Ernestinovo:

- adekvatna primjena svih osnovnih i detaljnih polazišta iznesenih za projekt obnove
- dispozicijski produljiti četiri uzdužne prometnice prema istoku i osi sabirnica
- geometrijski raspored glavnih i pomoćnih sabirnica dimenzionirati za nazivni napon 400 kV
- korak polja prema istoku nastaviti u stepenicama od 21 metar, počevši od preuređenog SP 400 kV GS-GS, tako da je na svakom uzdužnom - pa i početno nekorištenom - mjestu moguća ugradnja polja 400 kV
- u postrojenje 220 kV ugraditi sabirničke potporne izolatore i sabirničke rastavljače nazivnog napona 400 kV, a ostala oprema tog postrojenja je nazivnog napona 220 kV.

9. STUDIJE I VEZANI PROJEKTI

Istodobno s projektiranjem obnove i dogradnje TS Ernestinovo potrebno je načiniti tehničku dokumentaciju koja će omogućiti ukupno sagledavanje obnove i dogradnje TS Ernestinovo, i tvoriti podlogu za izbor konačnih-izvedbenih rješenja:

1. Studija predvidivog razvoja prijenosne mreže na području istočne Hrvatske:
   - polazna mreža 400 i 220 kV i sagledivo mogući razvoj
   - prihvatljivost konačne veličine izgradnje TS Ernestinovo
   - prihvatljivost regulacijskih transformatora u TS Ernestinovo
   - prihvatljivost prigušnice 100 Mvar, 110 kV.
2. Projekt raspleta vodova oko TS Ernestinovo, u interakciji s projektiranjem obnove i dogradnje TS Ernestinovo, jer može imati reperkusija i na konačno dispozicijsko rješenje obnove i dogradnje.
3. Studija uzemljivača TS Ernestinovo.
4. Studija prenaponske zaštite TS Ernestinovo, radi kontrole prenaponske sigurnosti projektiranih rješenja i izabranih parametara opreme.
5. Geodetski i geomehanički snimak lokacije predviđene za dogradnju TS Ernestinovo.

10. ZAKLJUČAK

Nakon ratnih razaranja i pljačke TS Ernestinovo u razdoblju od 1991./92. godine, praktički je ostao uščuvan tlocrt, elementi objekta na i u tlu, dosta oštećene građevine s posve devastiranom unutrašnjošću i rasplet vodova 400, 110 i 35 kV opet s velikim brojem oštećenih ili posve uništenih stupova. Obnovu i dogradnju TS Ernestinovo valjalo je zasnovati tako da se u najvećoj mogućoj mjeri iskoristi to što je uščuvano (cijeni se 15% vrijednosti novog objekta).

Četvrt stoljeća poslije početne izgradnje, praktički je sva primarna oprema izmijenjena u pogledu fizikalnih i geometrijskih parametara, a u sekundarnoj opremi došlo je do potpune tehnološke preobrazbe (integrirani sustavi uz komunikaciju svjetlovodima). Time je rješavanje obnove i dogradnje TS Ernestinovo podvrgavano trima ciljevima: poštovanje zatečenog, uvažavanje pouka iz dosadašnjeg korištenja, primjena recentnih tehničkih rješenja.

LITERATURA

[1] Glavni projekt TS 400/110 kV Ernestinovo, električni i građevinski dio. Elektroprojekt-Zagreb, 1974-1980.

[2] M. KALEA: "Pogonsko iskustvo u korištenju TS 400/110 kV Ernestinovo". Osijek, 1993.

[3] Izvješće Stručne grupe o izvršenom pregledu TS 400/110 kV Ernestinovo od 06. 06. 1997. godine s prilogom M. Kalea od 12. 06. 1997. godine

[4] Idejno rješenje TS 220/110 kV Krndija, električni i građevinski dio. Elektroprojekt-Zagreb, 1996.

[5] Studije kratkog spoja prijenosne mreže HEP za godine 1995. i 2000. IZEE-Zagreb, 1992.

[6] Rasplet vodova oko TS 380/110 kV Ernestinovo - koridori na području općine Osijek, Dalekovod-Zagreb, 1976.

[7] TS 400/110 kV Ernestinovo - rekonstrukcija postrojenja 30 kV. Elektroprojekt-Zagreb, 1983.

[8] Studija o mogućim scenarijima razvoja HEP-a do 2010. godine. IZE-Zagreb, 1991.

[9] Predstudija o dugoročnom razvoju veleprijenosne 400 i 220 kV mreže. IZEE-Zagreb, 1996.

BASIC REFURBISHMENT AND ANNEXE OF TS 400/110 kV ERNESTINOVO

The paper presents the state of the 400/110 kV Ernestinovo TS before the war, i.e. in 1991/1992, the war destruction and devastation in the period from 1991 to 1997, as well as the basic concept of its refurbishment and annexe so that it could be used again within the Croatian electricity supply company's transmission network.

GRUNDMASSNAHMEN BEI DER ERNEUERUNG UND BEIM ANBAU DES 400/110 kV UMSPANNWERKES "ERNESTINOVO"

Dargestellt wurde der Zustand des Umspannwerkes "Ernestinovo" vor dem Kriege in Jahren 1991/92 und nach der Zerstörung und Plünderung in der Zeitspanne 1991-97 sowie die Gründe der Lösung ihres Aus- und Anbaus, zwecks neuer Inbetriebnahme innerhalb des Übertragungsnetzes der Kroatischen Elektrizitätswirtschaft.

Naslov pisca:

Marijan Kalea, dipl. ing.
HEP-Prijenosno poduzeće, Osijek
Setalište kardinala Sepera 1a
31000 Osijek, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2000-03-23.

HRVATSKO ENERGETSKO DRUŠTVO
ZAKLADA "HRVOJE POŽAR"

Glavni odbor Zaklade "Hrvoje Požar" objavljuje odluke o dobitnicima nagrade "Hrvoje Požar" za 2000. godinu

Temeljem objavljenog natječaja i postupka propisanog Poslovnikom o dodjeli godišnje nagrade "Hrvoje Požar", te Poslovnika o stipendiranju mladih energetičara, Glavni odbor je odlučio da su dobitnici:

A) za stručni i znanstveni doprinos razvitku energetike:
Prof. dr. sc. Bernard Franković
Tehnički fakultet Rijeka

B) za inovacije na području energetike
VESKI d.o.o., Zagreb

C) za realizirani projekt racionalnog gospodarenja energijom
Mirko Lukić, dipl. ing.
INA-Naftaplin, pogon Molve, Đurđevac

D) za unapređenje kvalitete okoliša, vezano uz energetske objekte:
Dr. sc. Stipe Lulić
Institut "Ruđer Bošković", Zagreb

E) za popularizaciju energetike:
Josip Moser, dipl. ing.
Hrvatska elektroprivreda, Zagreb

F) za izvrstan uspjeh u studiju energetskog usmjerenja:
1) **Daria Karasalihović,** Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb
2) **Jelena Štajduhar,** Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb
3) **Kristijan Horvat,** Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb

G) za posebno zapažen diplomski rad iz područja energetike:
1) **Boris Sučić, dipl. ing.,** Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb
2) **Helena Otmačić, dipl. ing.,** Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zagreb
3) **Zoran i Branko Imper, dipl. ing.,** Tehnički fakultet Rijeka

H) stipendije za stručni dio studija:
1) **Vesna Bukarica,** Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb
2) **Tihomir Žilić,** Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb

Nagrade se dodjeljuju u petak 30. lipnja 2000. g. u Hrvatskoj akademiji znanosti i umjetnosti, Zagreb.

PROBLEMI I MOGUĆI NAČINI RJEŠAVANJA NAPONSKIH PRILIKA U PRIJENOSNOJ MREŽI DALMACIJE

Marko L o v r i ć – mr. sc. Ranko G o i ć, Split

UDK 621.315.05:621.3.027
STRUČNI ČLANAK

Među najbitnijim faktorima koji utječu na kvalitetu opskrbe električne energije i uredan rad elektroenergetskog sustava je održavanje napona u dozvoljenim granicama. Ključnu ulogu u prijenosnoj mreži za održavanje naponskih prilika ima 400 kV-tna i 220 kV-tna mreža. U ovom radu prikazano je trenutno stanje i mogući načini rješavanja navedenog problema u EES-u Hrvatske, s posebnim osvrtom na dio sadašnje prijenosne mreže Hrvatske elektroprivrede (tzv. "južni krak"). Također je dan i okvirni prikaz stanja koji se može očekivati u prijenosnoj mreži HEP-a s obzirom na predstojeće promjene koje će se dešavati u mreži i EES-u u cjelini.

Ključne riječi: regulacija napona, tokovi snaga, jalove snage, prijenosna mreža.

UVOD

Problem regulacije tokova jalovih snaga i napona u 400 i 220 kV-tnoj mreži HEP-a neopravdano čeka na rješavanje već dugi niz godina. Problemi se uvjetno mogu razdvojiti na one koji se odnose na prijenosnu mrežu zagrebačkog područja, te probleme na tzv. "južnom kraku". U mreži zagrebačkog prijenosnog područja, uslijed vrlo skromnih mogućnosti regulacije napona transformatorima x/110 kV i elektranama, javljaju se problemi s naponskim prilikama u superponiranoj mreži za vrijeme manjih opterećenja EES-a, dok za vrijeme većih opterećenja u sustavu dolazi do preopterećenja nekih vodova u 110 kV-tnoj mreži. Također se može istaknuti i problem neželjnih i neplaniranih tranzita radne snage kroz EES Hrvatske, koji je dodatno aktualiziran izgradnjom DV Tumbri-Heviz. Problemi u južnom kraku, tj. na 400 kV-tnim vodovima Konjsko – Obrovac – Meline i 220 kV-tnim vodovima Zakučac – Konjsko – Brinje – Senj/Mraclin odnose se prvenstveno na pojavu previsokih napona uzrokovanih generiranjem kapacitivne jalove snage navedenih vodova uslijed njihova podopterećenja znatno ispod odgovarajuće prirodne snage prijenosa, za vrijeme malih opterećenja u sustavu. Pri sadašnjem stanju mreže i potrošnje, te mogućnostima regulacije, teoretski i praktički je nemoguće održavati napone u tehnički dozvoljenim granicama. Dakle, stanje je takvo da elektrane vrlo često moraju raditi u kapacitivnom području (posebno RHE Velebit), što uzrokuje ekonomske gubitke, skraćuje se životna dob elektrane, a osnovni problem još uvijek nije riješen, budući da uveliko ovisi o raspoloživosti elektrana, te o mogućnosti njihova angažiranja s obzirom na odgovarajuće tehničke karakteristike i hidrološke okolnosti. Rješavanje problema regulacije napona nije moguće kvalitetno izvesti s trenutno raspoloživim sredstvima u mreži (elektrane, regulacijski transformatori, isključivanje slabo opterećenih vodova i sl.), već je uz kvalitetniju primjenu raspoloživih mogućnosti potrebno osigurati i dodatne načine, prvenstveno ugradnjom kompenzacijskih uređaja na 400 kV-tnom (eventualno 220 kV-tnom) naponskom nivou.

D KOEFICIJENT KAO POKAZATELJ EFIKASNOSTI REGULACIJE NAPONA

Radna snaga (P), jalova snaga (Q), iznos napona (V) i kut napona (Θ) čvorišta u elektroenergetskoj mreži međusobno su zavisne veličine povezane nelinearnim jednadžbama tokova snaga

$$F(P, Q, V, \Theta) = 0 \qquad (1)$$

Navedene jednadžbe mogu se iskazati na način da prikazuju funkcionalnu ovisnost promjene kuta i napona čvorišta o promjeni radne i jalove snage čvorišta:

$$\begin{bmatrix} \Delta\Theta \\ \Delta V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} \qquad (2)$$

gdje se matrica

$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix}$$

računa inverzijom tzv. "Jakobijeve matrice" koja je sastavljena od podmatrica parcijalnih derivacija izraza za radnu, odnosno jalovu snagu po naponima i kutevima čvorišta:

$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial P}{\partial \Theta} & \frac{\partial P}{\partial V} \\ \frac{\partial Q}{\partial \Theta} & \frac{\partial Q}{\partial V} \end{bmatrix}^{-1} \quad (3)$$

Iz matrične jednadžbe (2) slijedi da se promjena iznosa napona čvorišta može prikazati u funkciji promjene radne i jalove snage čvorišta.

$$\Delta V = C \cdot \Delta P + D \cdot \Delta Q \quad (4)$$

Radna snaga čvorišta određena je potrošnjom i ona se ne može mijenjati da bi se ostvarila određena promjena napona. Međutim, promjena napona može se postići promjenom iznosa jalove snage koja se injektira u čvor. Osim toga, može se pokazati da je podmatrica

$$\frac{\partial Q}{\partial V}$$

iz Jakobijeve matrice najutjecajnija podmatrica koja definira matricu D u jednadžbi (2) i (4), tj. u najvećoj mjeri određuje mogućnost promjene napona u mreži. Drugim riječima, na osnovi odgovarajućih iznosa dijagonalnih elemenata navedene podmatrice ($\_Q_{ii}/\_U_{ii}$) za pojedino čvorište u mreži može se zaključiti o efektima regulacije napona promjenom jalove snage u promatranom čvorištu. Isto tako, odgovarajući vandijagonalni elementi daju osnovnu indikaciju mogućnosti promjene napona u jednom čvoru mreže ukoliko se regulacija jalovom snagom vrši u nekom drugom čvoru.

Simulirajući promjenu jalove snage u određenim čvorištima mreže (uključenjem i isključenjem fiktivnih prigušnica) za uklopno stanje prijenosne mreže u studenom 1998. godine i određena karakteristična pogonska stanja, određeni su D koeficijenti za neka čvorišta koja su locirana na južnom kraku 400 kV-tne mreže. Proračuni su izvršeni pomoću programskog paketa TOKSwin, a izračunate vrijednosti D koeficijenata za 400 kV-tna čvorišta južnog kraka dani su sljedećoj tablici:

Tablica 1. *D* koeficijenti za čvorišta južnog kraka

Ime čvorišta	Nazivni napon (kV)	D (kV/MVAr)
TS Konjsko	400	1/14.7
RHE Velebit	400	1/12.5
TS Meline	400	1/22.7

Koeficijenti se mogu interpretirati na slijedeći način: Npr. promjenom jalove snage +/- 12.5 MVAr u 400 kV čvorištu RHE Velebit može se na njemu promijeniti napon za +/- 1 kV . Na taj način ovaj koeficijent daje mjeru korisnosti koju predstavlja regulacija napona promjenom jalove snage u čvorištu RHE Velebit. Također se može primijetiti da je ovaj dio prijenosne mreže veoma male "čvrstoće", što se reflektira sa velikim varijacijama napona.

NAPONSKE PRILIKE I MOGUĆNOSTI REGULACIJE NA JUŽNOM KRAKU

Osnovni princip pri regulaciji napona i jalove snage sastoji se u tome da se ova regulacija u velikim elektroenergetskim sustavima vrši decentralizirano, tj. posebno po pojedinim područjima EES-a. Temeljni zadatak regulacije napona i jalovih snaga u normalnom (stacionarnom) pogonu je održavanje napona u svim čvorištima elektroenergetskog sustava kroz održavanje jednakosti između proizvodnje i potrošnje jalove snage (energije), uključujući i gubitke. Radni gubici snage (energije) ovisni su o struji, te je u tom smislu svaki prijenos jalove snage nepovoljan. Radi toga se djelatni gubici u prijenosu mogu smanjiti preraspodjelom tokova jalovih snaga, a što doprinosi ekonomičnosti i raspoloživosti rada elektroenergetskog sustava. Kod vođenja EES-a cilj je da se napon u bilo kojem čvorištu bez obzira na njegovu razinu, održava u granicama bliskim njegovoj nazivnoj vrijednosti. Dakle, regulacija napona je u biti usmjerena na proizvodnju, odnosno potrošnju i tokove jalove snage. Regulaciju napona nije nužno obaviti u svakom čvorištu, već se za grupu čvorišta može izabrati jedno kontrolno čvorište u kome se vrši regulacija. Kao kontrolna čvorišta na području Dalmacije mogu se uzeti HE Zakučac, RHE Velebit i TS Konjsko.Osnovni parametri 400 kV-tnih vodova "južnog kraka" i njima incidentnih vodova, dani su u sljedećoj tablici:

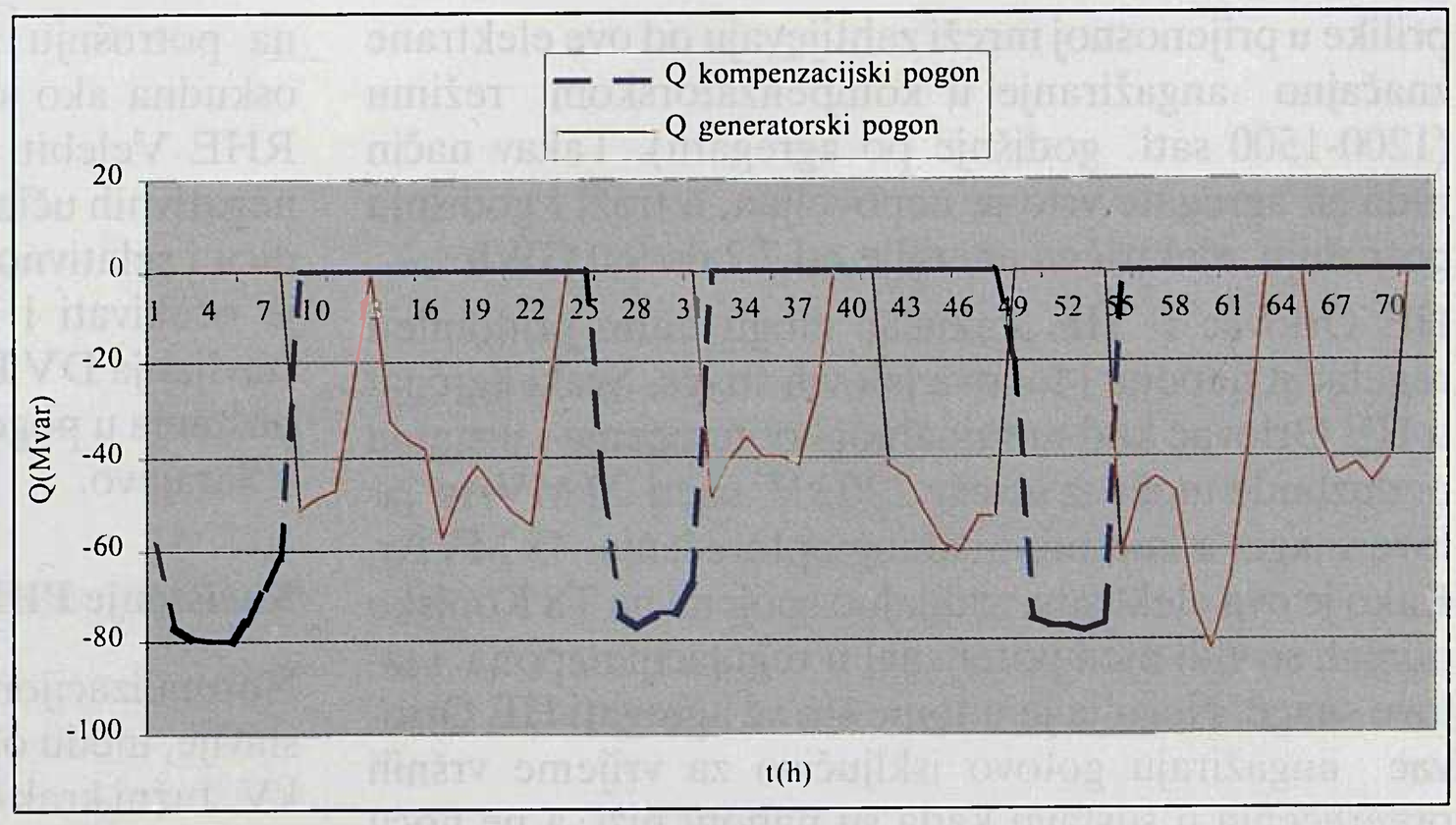
Tablica 2. Osnovni parametri 400 kV-tnih vodova na potezu Meline - Mostar

Vod	Un (kV)	l (km)	R1 (Ω /km)	X1 (Ω /km)	B1 (μS/km)
Meline-Obrovac	400	180.6	0.0316	0.3263	3.521
Meline-Tumbri		127.0			
Obrovac-Konjsko		101.0			
Konjsko-Mostar *		110.6			
Mostar-Gacko **		69.3			
Mostar-Sarajevo **		96.4			

* trenutno pod naponom 220 kV
** izvan pogona

Za pogon elektroenergetskog sustava od velikog je značenja proizvodnja i potrošnja jalove snage voda. U praznom hodu 400 kV-tni proizvodi na 100 km dužine i kod nazivnog napona jalovu snagu Qc= 57.6 MVAr. Za vrijeme velikog opterećenja voda proizvodnja jalove snage kompenzira jalove gubitke u dalekovodu i u određenim slučajevima podmiruje jedan dio potreba jalove snage potrošača. Prirodna impendacija ovog voda je Zp=305 Ω iz čega proizlazi prirodna snaga voda Pp=524 MW kod napona 400 kV. Vod se pri op-

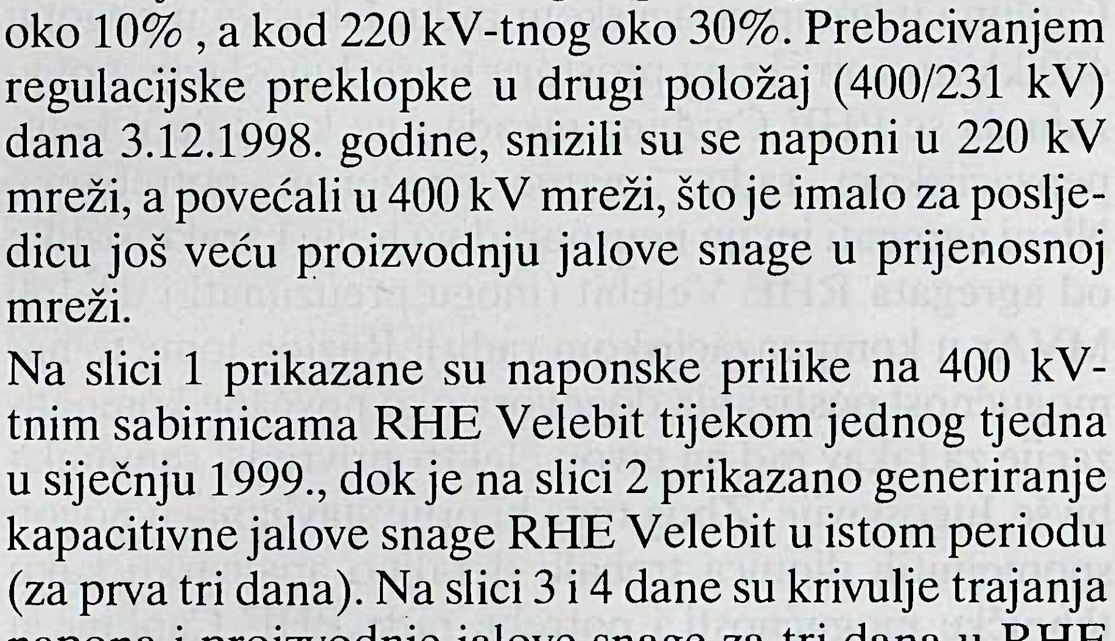
terećenju radnom snagom ispod prirodne snage ponaša kao izvor jalove snage, a iznad toga opterećenja kao potrošač jalove snage. Budući da je 400 kV-tna mreža najčešće opterećena s daleko manjom snagom od prirodne, navedeni 400 kV-tni vodovi veći dio godine generiraju značajne količine jalove snage. Također i vodovi 220 kV i 110 kV u prijenosnoj mreži su većinom opterećeni ispod prirodne snage (123 MW odnosno 32 MW), tako da i oni proizvode određenu jalovu snagu koja podiže napone u mreži.



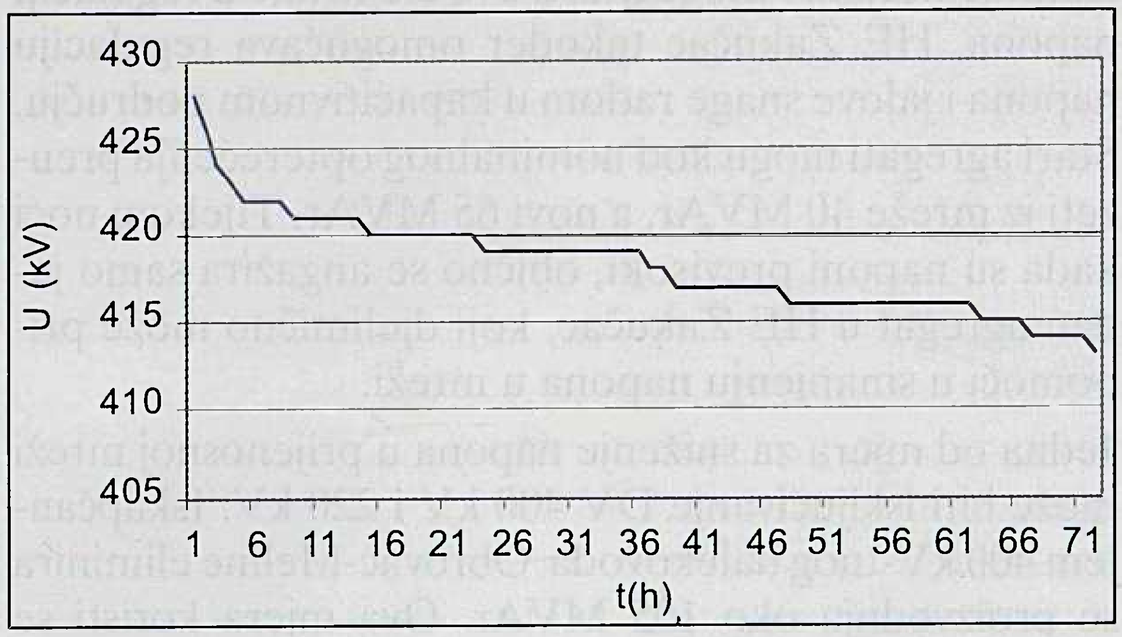
Slika 2. Proizvodnja jalove snage RHE Velebit 18., 19. i 20. siječnja 1999.

Čvorišta RHE Velebit, Konjsko i Mostar imaju većim dijelom godine povišene napone (400-420 kV i 231-244 kV). Ponekad se u noćnim satima i za vrijeme neradnih dana (nedjelja, blagdan) javljaju ekstremno visoke vrijednosti (420-440 kV i 244-260 kV). Napon u visokonaponskoj mreži ovisi pored ostalog i o položaju regulacijske preklopke na transformatorima. Položaji regulacijske preklopke na transformatorima u TS Konjsko u razdoblju od uključenja 400 kV-tnog dalekovoda Konjsko-Velebit-Meline 21.12.1995. godine do 3.12.1998. godine bili su na poziciji br.3 (380/231 kV), te su naponi u gornjoj ekstremnoj zoni bili više izraženi u 220 kV-tnoj mreži. Vrijeme trajanja ekstremno visokih napona tijekom godine, za koje se obično kaže da su privremena, je kod 400 kV-tnog naponskog nivoa iznosilo oko 10% , a kod 220 kV-tnog oko 30%. Prebacivanjem regulacijske preklopke u drugi položaj (400/231 kV) dana 3.12.1998. godine, snizili su se naponi u 220 kV mreži, a povećali u 400 kV mreži, što je imalo za posljedicu još veću proizvodnju jalove snage u prijenosnoj mreži.

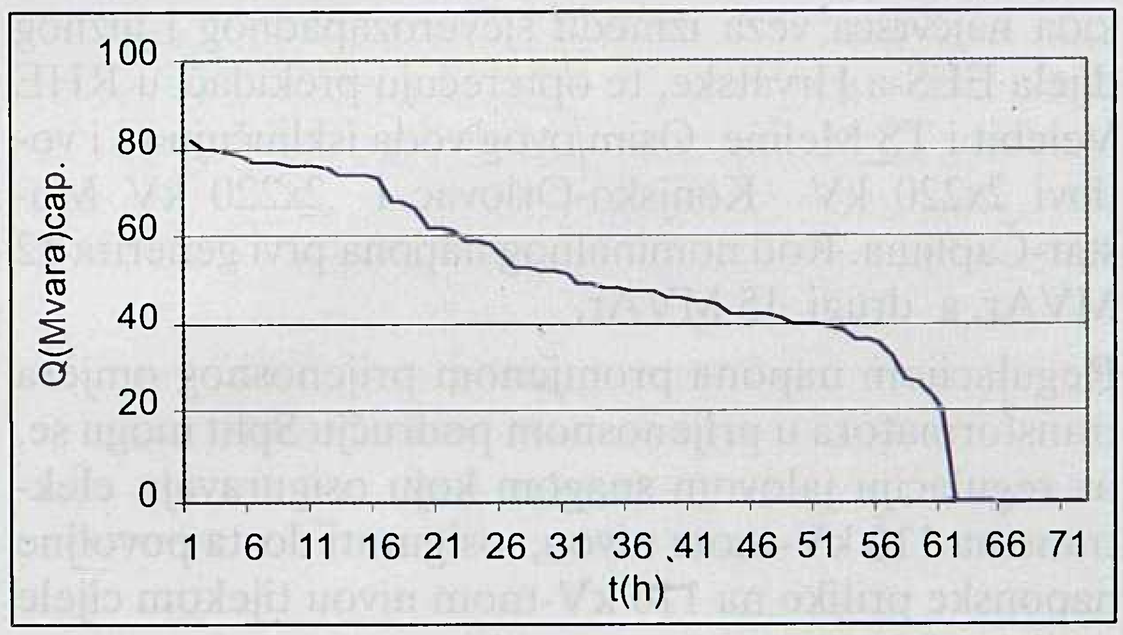
Na slici 1 prikazane su naponske prilike na 400 kV-tnim sabirnicama RHE Velebit tijekom jednog tjedna u siječnju 1999., dok je na slici 2 prikazano generiranje kapacitivne jalove snage RHE Velebit u istom periodu (za prva tri dana). Na slici 3 i 4 dane su krivulje trajanja napona i proizvodnje jalove snage za tri dana u RHE Velebit.



Slika 1. Naponi na 400 kV-tnim sabirnicama RHE Velebit u periodu od 18. siječnja – 24. siječnja 1999.



Slika 3. Krivulja trajanja napona na sabirnicama RHE Velebit za period 18-20 siječnja 1999.



Slika 4. Krivulja trajanja proizvodnje jalove snage RHE Velebit za period 18-20 siječnja 1999.

Posebnu ulogu u regulaciji napona na južnom kraku ima RHE Velebit sa svoja tri načina rada (turbinski, kompenzatorski i pumpni), pogotovu u kompenzatorskom režimu kad omogućava preuzimanje viškova jalove snage iz prijenosne mreže. U turbinskom režimu RHE Obrovac radi uglavnom tijekom dana, kada su naponi niži, dok se kompenzacijski režim koristi uglavnom noću kada su naponi previsoki. Tehničke karakteristike agregata omogućuju preuzimanje do 80 MVAr jalove snage po agregatu, tako da se jednim agregatom u pogonu može smanjiti napon za otprilike 6.5 kV u čvorištu RHE Velebit. Sadašnje naponske

prilike u prijenosnoj mreži zahtijevaju od ove elektrane značajno angažiranje u kompenzatorskom režimu (1200-1500 sati godišnje po agregatu). Takav način rada za agregate vrlo je nepovoljan, a traži i godišnju potrošnju električne energije od 7.2 do 9.0 GWh.

HE Orlovac i HE Zakučac mogu bitno pridonijeti regulaciji napona i tokova jalovih snaga. Svaki agregat u HE Orlovac kod nominalnog opterećenja i u stanju poduzbude može iz mreže 220 kV uzeti 20 MVAr jalove snage, a kod minimalnog opterećenja 45 MVAr. Kako je ova elektrana radijalno spojena na TS Konjsko odmah se vidi njen potencijal u regulaciji napona i jalove snage. Nevolja je u tome što se agregati HE Orlovac angažiraju gotovo isključivo za vrijeme vršnih opterećenja u sustavu kada su naponi niži, a ne noću kada su naponi previsoki. Zbog toga se do sada nisu znatnije koristile mogućnosti ove elektrane u regulaciji napona. HE Zakučac također omogućava regulaciju napona i jalove snage radom u kapacitivnom području. Stari agregati mogu kod nominalnog opterećenja preuzeti iz mreže 40 MVAr, a novi 65 MVAr. Tijekom noći kada su naponi previsoki, obično se angažira samo jedan agregat u HE Zakučac, koji djelimično može pripomoći u smanjenju napona u mreži.

Jedna od mjera za sniženje napona u prijenosnoj mreži može biti isključivanje DV 400 kV i 220 kV. Iskapčanjem 400 kV-tnog dalekovoda Obrovac-Meline eliminira se proizvodnja oko 105 MVAr. Ova mjera koristi se samo u slučaju kada naponi poprime ekstremno visoke vrijednosti. Negativne posljedice ovog zahvata su smanjenje sigurnosti rada elektroenergetskog sustava, jer se kida najčvršća veza između sjeverozapadnog i južnog dijela EES-a Hrvatske, te opterećuju prekidači u RHE Velebit i TS Meline. Osim ovog voda isključuju se i vodovi 2x220 kV Konjsko-Orlovac i 2x220 kV Mostar-Čapljina. Kod nominalnog napona prvi generira 12 MVAr, a drugi 15 MVAr.

Regulacijom napona promjenom prijenosnog omjera transformatora u prijenosnom području Split mogu se, uz regulaciju jalovom snagom koju osiguravaju elektrane na 110 kV-tnom nivou, osigurati dosta povoljne naponske prilike na 110 kV-tnom nivou tijekom cijele godine, dok se promjenom prijenosnog omjera transformatora 400/220 kV može djelomično utjecati na promjenu naponskih prilika u 220 i 400 kV-tnoj mreži, ali ne u cjelini. Naime, promjenom prijenosnih omjera dolazi do prelijevanja jalove snage iz jednog naponskog nivoa u drugi, pa se poboljšavaju naponske prilike u jednom naponskom nivou, ali pogoršavaju u drugom.

PREDSTOJEĆE PROMJENE U MREŽI I DODATNE MOGUĆNOSTI REGULACIJE

Iz iznesenog u prethodnom poglavlju, jasno je vidljivo zašto je situacija s regulacijom napona u Prijenosnom području Split loša, prvenstveno u pogledu previsokih napona. Mogućnosti regulacije jalove snage, s obzirom na potrošnju i izgrađenost mreže je trenutno vrlo oskudna ako se izuzme mogućnost regulacije radom RHE Velebit u kompenzatorskom režimu koji osim negativnih učinaka na opremu elektrane ima za posljedicu i relativno veliku potrošnju radne snage. Moguće je očekivati i lošiju situaciju, prvenstveno u slučaju stavljanja DV Konjsko – Mostar pod napon 400 kV, te puštanja u pogon DV 400 kV Mostar – Gacko i Mostar – Sarajevo.

Korištenje PHE Čapljina u kompenzacijskom radu

Normalizacijom odnosa na prostorima bivše Jugoslavije, među ostalim, doći će i do uspostave mreže 400 kV. Južni krak 400 kV mreže HEP-a bit će tada dio ove mreže. To podrazumjeva povratak DV 400 kV Konjsko-Mostar pod napon 400 kV, te uključenje 400 kV-tnih DV Mostar – Sarajevo – Tuzla – Ugljevik - Ernestinovo i Mostar – Gacko - Trebinje. Uključivanjem ovih dionica 400 kV-tne mreže problem održavanja iznosa napona u prihvatljivim granicama bit će još teži, jer one generiraju velike količine jalove snage koja se neće moći apsorbirati od strane potrošača niti od strane mreže, budući da se ne očekuje da će njima teći veliki iznosi radnih snaga. Analiza tokova snaga i napona u prijenosnoj mreži za sadašnji nivo opterećenja pokazuje da bi trenutno bilo teško provedivo uključenje gore navedenih dionica jer bi naponi u prijenosnoj mreži bili još viši i skoro stalno u ekstremno visokim zonama. Da bi se ovaj problem djelomično ublažio, bilo bi potrebno angažiranje PHE Čapljina u kompenzacijskom radu. Iskustva u pogonu 400 kV-tne mreže na prostoru bivše Jugoslavije pokazuju da se PHE Čapljina nikada nije koristila u kompenzacijskom radu, unatoč izraženim potrebama. Njeni agregati imaju neusporedivo bolje karakteristike od agregata RHE Velebit (mogu preuzimati i do 160 MVAr u kompenzacijskom radu). Razlog tome je nemogućnost postizanja dogovora oko novčane kompenzacije za takav rad na nivou elektroprivreda republika bivše Jugoslavije. Zbog toga bi prije stavljanja u pogon spomenutih dionica trebalo detaljno analizirati kako tehničke mogućnosti i potrebe rada PHE Čapljine u kompenzacijskom režimu, tako i mogućih varijanti valorizacije takvog rada na osnovi čega bi se trebao napraviti i sporazum o međusobnim obvezama zainteresiranih elektroprivreda.

Ugradnja prigušnice na 400 kV-tnom naponskom nivou

Primjena paralelno priključenih prigušnica već dugi niz godina aktualna je u svim elektroenergetskim sustavima koji imaju slabo opterećene duge vodove visokog napona. Za EES Hrvatske, prema svojoj topologiji, izgrađenosti, opterećenosti i mogućnostima regulacije nužna je ugradnja odgovarajućih kompenzacijskih uređaja koji će poslužiti za kvalitetniju regulaciju tokova jalovih snaga i naponskih prilika.

Ugradnjom prigušnice direktno na 400 kV-tne sabirnice TS Konjsko ili RHE Velebit preko vlastitog polja i uključivanjem u EES u trenucima niskih opterećenja smanjio bi se iznos napona na prihvatljive vrijednosti, a regulacija iznosa napona i jalovih snaga bila bi mnogo efikasnija u odnosu na do sada korištene mjere. Time bi se eliminirale sve negativne posljedice koje proizilaze iz rada agregata RHE Velebit u kompenzacijskom pogonu, HE Zakučac u poduzbuđenom stanju, te isključivanja dalekovoda Obrovac-Meline. Problematika izbora najpovoljnije lokacije za ugradnju prigušnice, odabir snage i tipa prigušnice obrađena je prošle godine odgovarajućim studijama koje su pokazale da bi najpovoljnije tehno-ekonomsko rješenje bilo ugradnja prigušnice snage 100-150 MVAr na 400 kV-tne sabirnice RHE Velebit ili TS Konjsko. Iako bi takvo rješenje dobrim dijelom (ali ne i potpuno) riješilo problem regulacije napona na južnom kraku, za kvalitetno i sustavno rješavanje problema regulacije napona u EES-u Hrvatske bile bi potrebno izvršiti sveobuhvatnije analize koje bi rezultirale odabirom lokacija, potrebnih snaga i tipa kompenzacijskih uređaja u superponiranoj mreži HEP-a, kao i dinamike izgradnje, tj. prioriteta pojednih lokacija. Posebno je potrebno istaknuti značenje kvalitetnog rješenja regulacije napona u 400 kV-tnoj mreži, odnosno postrojenja koje povezuju EES Hrvatske sa zapadom, tj. u TS Tumbri, TS Melina i TS Žerjavinec.

Uloga izgradnje nove TE na regulaciju napona

Razne varijante izgradnje proizvodnih objekata Hrvatske elektroprivrede obuhvaćaju i izgradnju jedne termoelektrane (na plin ili ugljen) u Dalmaciji koja bi se priključila na 400 kV-tnu mrežu. Mreža bi bila pojačana u najmanju ruku jednim novim dvostrukim 400 kV-tnim vodom koji bi povezivao rasklopište termoelektrane sa trafostanicama na području Zagreba. Kratka analiza naponskih prilika i tokova snaga u prijenosnoj mreži, uz pretpostavku da će nova termoelektrana biti locirana na području Obrovca, pokazuje da bi generatori trebali imati cos $\varphi = 0.9$ tako da kod nominalnog opterećenja mogu preuzimati iz mreže u poduzbuđenom stanju i do 150 MVAr kako bi se naponi u prijenosnoj mreži mogli održavati unutar dozvoljenih granica. Budući da bi takva termoelektrana, bez obzira na lokaciju i gorivo, bila temeljna elektrana, s predviđenim brojem sati svakog agregata u trajanju preko 6000 sati godišnje, nameće se zaključak da bi se izgradnjom i pogonom te nove termoelektrane mogao dobrim dijelom riješiti problem visokih napona i regulacije jalove snage u prijenosnoj mreži, a time i omogućiti uredan rad EES-a Hrvatske. Međutim, s obzirom na trenutno nedefiniranu strategiju razvoja EES-a Hrvatske u pogledu izgradnje novih termoelektrana, vrlo je upitna vjerojatnost izgradnje termoelektrane na području Dalmacije u slijedećih 10 godina, tako da oslanjanje na regulaciju naponskih prilika novom termoelektranom u ovom momentu ipak nije realno. Osim toga, sustavno rješavanje problema regulacije napona i tokova jalovih snaga u mreži EES-a Hrvatske trebalo bi se temeljiti na svjetskim iskustvima i praksi, na način da se primarna regulacija vrši kompenzacijskim uređajima u mreži, a ne elektranama. Vođenje postojećih elektrana, te planiranje rada i karakteristika budućih elektrana bi trebalo biti takvo da se forsira njihov rad sa što većim faktorom snage, odnosno da sudjeluju u regulaciji napona samo u najnužnijem opsegu, kao fina potpora mrežnim kompenzacijskim uređajima.

ZAKLJUČAK

U ovom radu dan je kratki pregled problema s visokim naponima u dijelu sadašnje prijenosne mreže Hrvatske elektroprivrede (južni krak), kao i mogućnosti i varijante rješavanja istog. Ovaj problem povezan je i s drugim problemima vezanim za eksploataciju EES-a (gubici električne energije, sigurnost rada sustava, vrednovanje proizvodnje jalove energije, utjecaj naponskih prilika na visokonaponsku opremu itd.). Također, pri vođenju elektroenergetskog sustava, održavanje napona u dozvoljenim granicama predstavlja sve veći problem u dispečerskoj službi, koji dispečeri s trenutnim regulacijskim mogućnostima u mreži nisu u mogućnosti rješavati. Zbog toga treba pokrenuti proces sustavnog rješavanja problema regulacije naponskih prilika na osnovi iskustava i prakse u svijetu i to prvenstveno na nivou mreže, čime bi se omogućilo optimiranje naponskih prilika u mreži, smanjenje gubitaka u prijenosnoj mreži, povećanje kapaciteta postojeće prijenosne mreže, poboljšala sigurnost rada sustava, produljio životni vijek opreme, racionalnije iskoristili proizvodni kapaciteti, poboljšala dinamička stabilnost EES-a, te omogućilo efikasnije operativno vođenje EES-a. Za provedbu ovih ideja, nužno je formiranje i zajednički rad skupa stručnjaka-eksperata iz elektroprivrede, znanstvenih ustanova i instituta koji bi trebali usuglasiti potrebne mjere i dinamiku rada na iznesenoj problematici kako bi se problem regulacije napona i jalovih snaga počeo kvalitetno i sustavno rješavati.

LITERATURA

[1] M. OŽEGOVIć, K. OŽEGOVIć: "Električne mreže I,II,III", skripta, FESB Split, 1988.

[2] M. LOVRIĆ, R. GOIĆ: "Problematika previsokih napona u prijenosnoj mreži Dalmacije", IV savjetovanje HK Cigre, Cavtat, listopad 1999.

[3] Analiza i načini rješavanja kompenzacije reaktivne snage na lokaciji RHE "Velebit", studija, EI "Hrvoje Požar", siječanj 1999.

[4] Programski paket TOKSwin, FRACTAL d.o.o. Split

[5] Pogonski podaci CDU Vrboran, DC Split

PROBLEMS AND POSSIBLE SOLUTIONS OF VOLTAGE SITUATION IN THE DALMATIAN TRANSMISSION NETWORK

Among the most relevant factors that influence the electric energy supply quality and regular electric energy system's operation is keeping the voltage within the allowed boundaries. The 400 and 220 kV networks have the key role in the transmission network when keeping the voltage within the allowed boundaries. In this work, current situation is given and possible solutions of the problem in the Croatian electricity system, with a special emphasis on the current transmission network of the Croatian electricity company (so called "south branch"). The framework of the situation that could be expected in the transmission network of the Croatian electricity company within future changes of the network and of the entire system is also given.

FRAGEN UND MÖGLICHE LÖSUNGSARTEN DER SPANNUNGSVERHÄLTNISSE IM ÜBERTRAGUNGSNETZ DALMATIENS

Zu den wesentlichsten Einflussumständen auf die Qualität der Stromversorgung und den ordentlichen Betrieb des Verbundes zählt die Erhaltung der Spannung in zugelassenen Grenzen. In der Spannungserhaltung des Übertragungsnetzes obliegt die Schlüsselrolle den Netzen von 220 kV und 400 kV. Dargestellt in dieser Arbeit ist der augenblickliche Zustand und die Lösungsmöglichkeiten dieses Problems im Stromversorgungssystem Kroatiens, mit besonderem Rückblick auf einen seiner Teile (den sogenannten "südlichen Schenkel"). Ebenso gegeben ist eine Rahmendarstellung des zu erwartenden Zustandes im Übertragungsnetz des kroatischen Stromversorgungssystems im Bezug auf bevorstehende Änderungen welche im Netz und im ganzen System vorgenommen werden.

Naslov pisca:

Marko Lovrić, dipl. ing.
Hrvatska elektroprivreda d.d.,
Dispečerski centar Split
Gundulićeva 42
21000 Split, Hrvatska

Mr. sc. Ranko Goić, dipl. ing.
Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje Split
R. Boškovića b.b.
21000 Split, Hrvatska
rgoic@fesb.hr

Uredništvo primilo rukopis:
2000-03-27.

KOMPENZACIJA REAKTIVNE SNAGE U PRIJENOSNOJ MREŽI NA PODRUČJU DALMACIJE

Dr. sc. Matislav Majstrović - Davor Bajs - Goran Majstrović, Zagreb

UDK 621.316.7611.2
STRUČNI ČLANAK

Razmatra se problem pojave previsokih napona u 400 kV i 220 kV mreži na području Dalmacije u određenim pogonskim stanjima, te se određuje najpovoljnije čvorište za priključak, te nazivna snaga kompenzacijskog uređaja koji bi kompenzirao viškove reaktivne snage u prijenosnoj mreži. Analize su provedene na modelu elektroenegertskog sustava po petogodišnjim razdobljima do 2010., odnosno po desetogodišnjim razdobljima od 2010. do 2030. godine, za karakteristična stanja sustava ovisno o opterećenju EES Hrvatske i angažmanu dalmatinskih i hercegovačkih hidroelektrana.

Ključne riječi: previsoki naponi, 400 kV i 220 kV mreža Dalmacije, kompenzacijski uređaj.

1. UVOD

Velike varijacije u potrošnji (omjer između maksimalnog i minimalnog dnevnog opterećenja u EES Hrvatske je oko 1:0.5, dok je omjer između vršnog i minimalnog godišnjeg opterećenja oko 1:0.35-0.4), te promjenljiva proizvodnja hidroelektrana u Dalmaciji ovisno o hidrološkim prilikama uzrokuje različita opterećenja prijenosne mreže, odn. 400 i 220 kV vodova kojima je područje Dalmacije povezano s ostatkom sustava (DV 400 kV Konjsko-Obrovac, DV 400 kV Obrovac-Melina, DV 220 kV Konjsko-Brinje). U vrijeme povoljne ili vrlo povoljne hidrologije (jesen, zima) većina proizvodnje tamošnjih i viškova hercegovačkih hidroelektrana se prenosi prema sjeverozapadnom dijelu sustava što uzrokuje visoka opterećenja superponiranih vodova i povećava opasnost od raspada sustava u slučaju ispada jednog 400 kV voda. U slučaju prosječnih ili loših hidroloških okolnosti, te niskog opterećenja u sustavu, slabo opterećeni visokonaponski vodovi generiraju jalovu snagu i uzrokuju značajno povišenje napona u 400 kV i 220 kV mreži. Zbog viškova jalove snage koji uzrokuju povišenje napona u superponiranoj mreži generatori RHE Obrovac ponekad moraju raditi u kompenzacijskom režimu rada što dovodi do povećanih troškova rada, dodatnih opterećenja generatora, te se smanjuje njihov životni vijek. Bez kompenzacijskog režima rada RHE Obrovac naponi u mreži dosežu vrijednosti veće od 440 kV u 400 kV mreži, odnosno 260 kV u 220 kV mreži. Gornje granice napona koje se mogu tolerirati u mrežama tih naponskih razina iznose 420 kV i 245 kV.

Obnovom 400 kV mreže na području Bosne i Hercegovine i podizanjem pogonskog napona DV 400 kV Konjsko-Mostar (danas radi pod 220 kV), te budućom izgradnjom novih 400 kV vodova kojima će se područje Dalmacije bolje povezati sa sjeverozapadnim dijelom EES-a (predviđa se izgradnja novih DV 400 kV Konjsko-Obrovac, Obrovac-Tumbri, Obrovac-Velešević) očekuje se da će se problem previsokih napona u superponiranoj mreži još više potencirati.

2. POČETNE PRETPOSTAVKE PRORAČUNA

Analizirana je potreba ugradnje kompenzacijskog uređaja (prigušnice ili statičkog VAR kompenzatora) na području Dalmacije s ciljem održavanja povoljnih naponskih okolnosti i otklanjanja potrebe rada RHE Obrovac u kompenzacijskom režimu rada, te je određeno najpogodnije čvorište za priključak, te potrebna snaga kompenzacijskog uređaja. Proračuni su izvršeni za vremensko razdoblje do 2030. godine po petogodišnjim vremenskim presjecima za razdoblje od 2010. godine, te desetogodišnjim do 2030. Predviđene konfiguracije prijenosne mreže određene su ispitivanjima provedenim u [2].

Ukupna potrošnja i maksimalno opterećenje EES-a razmatranih godina određena su prema analizama provedenim u Energetskom Institutu "Hrvoje Požar". Planiranje razvoja prijenosne mreže je izvršeno na osnovi jednog od scenarija izgradnje elektrana u EES Hrvatske u razdoblju od 2000. do 2030. godine, s pretpostavljenom izgradnjom TE na ugljen 2x350 MW do 2010. godine. U promatranom razdoblju u pogon će ući šest plinskih elektrana (snage 300 MW), četiri bloka u termoelektranama na ugljen (snaga 350 i 500 MW), te osam hidroelektrana, ne računajući proizvodna postrojenja predviđena za izgradnju do 2000.

godine (TE Plomin 2, TE-TO Zagreb - novi blokovi). Većini novih elektrana lokacije nisu jasno definirane (posebice plinskim elektranama imajući u vidu nedovoljnu razvijenost plinske mreže), pa su proračuni razvoja prijenosne mreže izvršeni na osnovi različitih pretpostavki objašnjenih u [2].

Sustav je ispitivan programima za izračunavanje izmjeničnih tokova snaga TOKSwin. Nakon izvršenog proračuna program daje grafički prikaz izračunatih napona po sabirnicama i prekoračenja zadanih ograničenja u mreži, te izvještaje o tokovima snaga i naponima za sve elemente u mreži. Za različita uklopna stanja i konfiguraciju mreže izračunati su tokovi snaga i gubici radne snage, kao i naponi na pojedinim sabirnicama, a zatim su analizirane naponske prilike u različitim pogonskim uvjetima, ovisno o priključnom čvorištu i snazi novog kompenzacijskog uređaja.

Ispitivane su različite varijante ovisno o opterećenju u sustavu: niska (minimalna) opterećenja, visoka (vršna) opterećenja; hidrologiji: prosječna hidrologija, vrlo povoljna i nepovoljna hidrologija; angažmanu RHE Obrovac: angažirana prema potrebama sustava, angažirana u kompenzacijskom radu (-3 MW/-80 Mvar), angažirana u kompenzacijskom radu (-6 MW/-160 Mvar); anagžiranu RHE Čapljina: angažirana prema potrebama sustava BiH, angažirana u kompenzacijskom radu (-4 MW/-160 Mvar); mogućim snagama kompenzacijskog uređaja: 50 Mvar, 100 Mvar; 150 Mvar; te priključnim čvorištima u mreži: 400 kV sabirnice RHE Obrovac, 400 kV sabirnice TS Konjsko, 400 kV sabirnice TS Melina, 220 kV sabirnice TS Konjsko, tercijar transformatora 400/110/35 kV u RHE Obrovac, tercijar transformatora 400/220/31.5 kV u TS Konjsko, tercijar transfomatora 220/110/10.5 kV u TS Konjsko, tercijar transformatora 400/220/31.5 kV u TS Melina i tercijar transformatora 220/110/10.5 kV u TS Melina.

3. REZULTATI PRORAČUNA

3.1. Očekivane vrijednosti napona bez postavljenog kompenzacijskog uređaja u mreži

Problem pojave previsokih napona u superponiranoj mreži na području Dalmacije u određenim pogonskim stanjima karakterističnim po smanjenom opterećenju u elektroenergetskom sustavu i prosječnim, ili ispod prosječnim angažmanom tamošnjih hidroelektrana, uzrokovan je slabo opterećenim, dugačkim 400 kV vodovima kojima je to područje spojeno s ostatkom EES-a i malim brojem elektrana priključenim na mreže viših naponskih razina, prvenstveno 400 kV mrežu. U opisanim uvjetima naponi u 400 i 220 kV mrežama prelaze dozvoljene gornje granice napona od 420 kV i 245 kV (slika 1 i 2).

Na osnovi simulacija rada EES-a provedenih na modelu možemo zaključiti da će se problem pojave previsokih napona u superponiranoj mreži na području Dalmacije povećati u bližoj budućnosti, a zatim će se očekivane vrijednosti maksimalnih napona postupno smanjivati do krajnjeg vremenskog presjeka promatranja u 2030. godini. Faktori koji će uzrokovati povećanje napona (prvenstveno u 400 kV mreži) su:

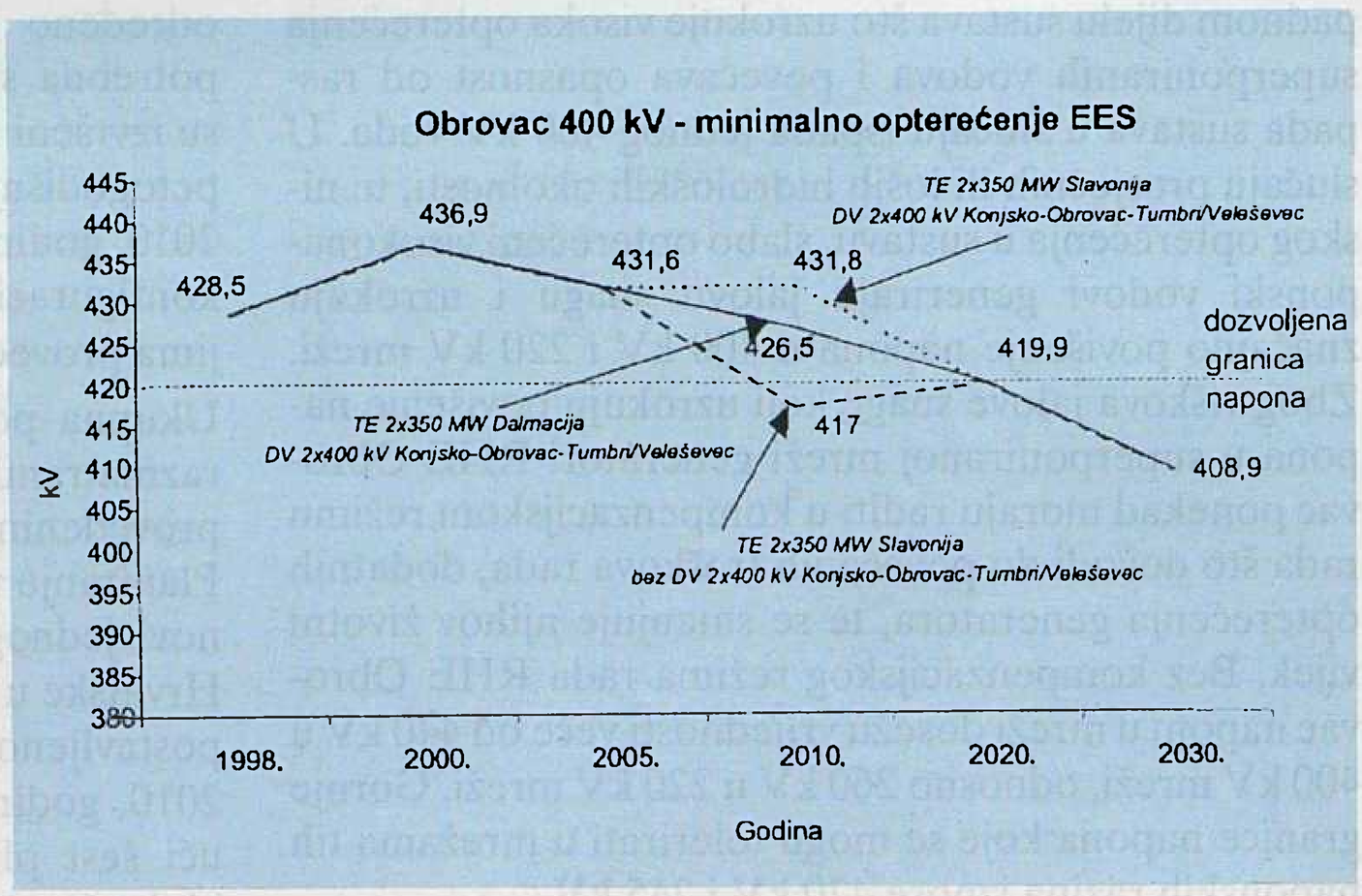
1. Obnova 400 kV mreže BiH, te podizanje pogonskog napona DV 400 kV Konjsko-Mostar na nazivnu vrijednost nakon obnove TS 400/220/110 kV Mostar
2. Izgradnja novih 400 kV dalekovoda u EES Hrvatske (predviđeni DV 2x400 kV Konjsko-Obrovac, DV 2x400 kV Obrovac-Tumbri/Veleševec)
3. Eventualna izgradnja TE "Kongora" u BiH i DV 2x400 kV Konjsko-Kongora i DV 2x400 kV Kongora-Mostar
4. Eventualna izgradnja novih interkonekcija s BiH (npr. DV 400 kV Obrovac-Bihać)

Faktori koji će povoljno utjecati na problem pojave previsokih napona u superponiranoj mreži na području Dalmacije su:

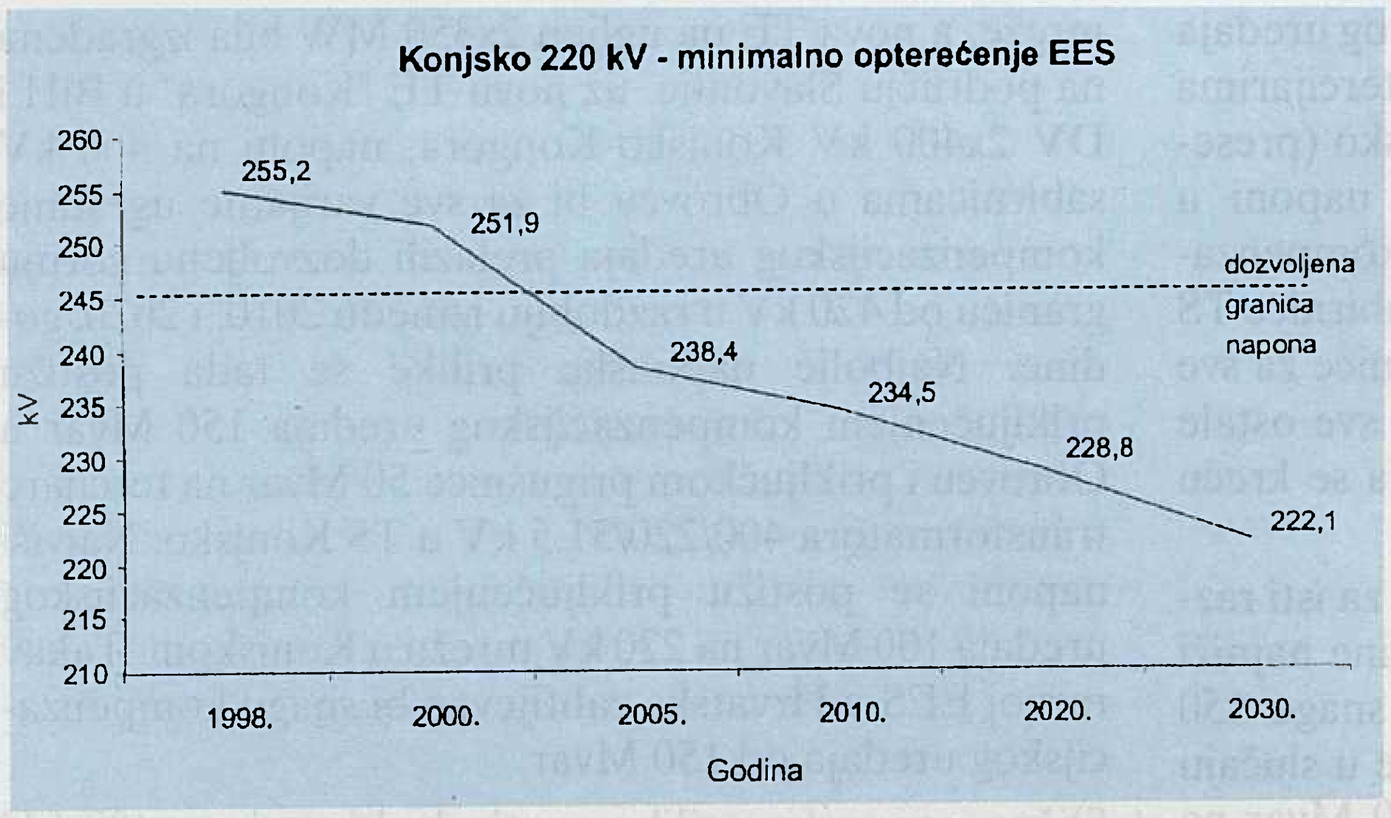
1. Izgradnja novih proizvodnih postrojenja velikih jediničnih snaga blokova priključenih na 400 kV mrežu na području Dalmacije (moguća izgradnja TE 2x350 MW na ugljen u Dalmaciji)
2. Porast opterećenja na nivou EES-a, a time i snage prenesene 400 kV vodovima.

Na osnovi sagledivog razvoja EES-a, prvenstveno s obzirom na izgradnju novih proizvodnih postrojenja i objekata prijenosne mreže, možemo očekivati pojave maksimalnih vrijednosti napona u 400 kV mreže na području Dalmacije u slijedećim iznosima:

437 - 441 kV	oko 2000. godine
432 - 435 kV	oko 2005. godine
431 - 439 kV	oko 2010. godine
420 - 428 kV	oko 2020. godine
406 - 419 kV	oko 2030. godine.



Slika 1. Prikaz očekivanih vrijednosti napona na 400 kV sabirnicama RHE Obrovac u razdoblju od 1998.-2030. pri minimalnom opterećenju u EES-u bez postavljenog kompenzacijskog uređaja u mreži



Slika 2. Prikaz očekivanih vrijednosti napona na 220 kV sabirnicama TS Konjsko u razdoblju od 1998.-2030. pri minimalnom opterećenju u EES-u bez postavljenog kompenzacijskog uređaja u mreži

Nakon podizanja pogonskog napona DV 400 kV Konjsko-Mostar na nazivnu vrijednost (danas u pogonu pod 220 kV) angažmanom hidroelektrana priključen na 220 kV mrežu u dozvoljenom području pogonskog dijagrama (HE Zakučac, HE Orlovac, HE Dubrovnik) i ispravnim podešenjem preklopke regulacijskih transformatora 400/220 kV u TS Konjsko, napone u 220 kV mreži će biti moguće održavati unutar dozvoljenih granica.

3.2. Očekivane vrijednosti napona s postavljenim kompenzacijskim uređajem u mreži

Od više ispitivanih varijanti kompenzacije jalove snage u superponiranoj mreži i postavljanja kompenzacijskih uređaja različitih nazivnih induktivnih snaga u razna čvorišta mreže proračuni na modelu pokazuju da se povoljni naponski profil postiže u sljedećim slučajevima:

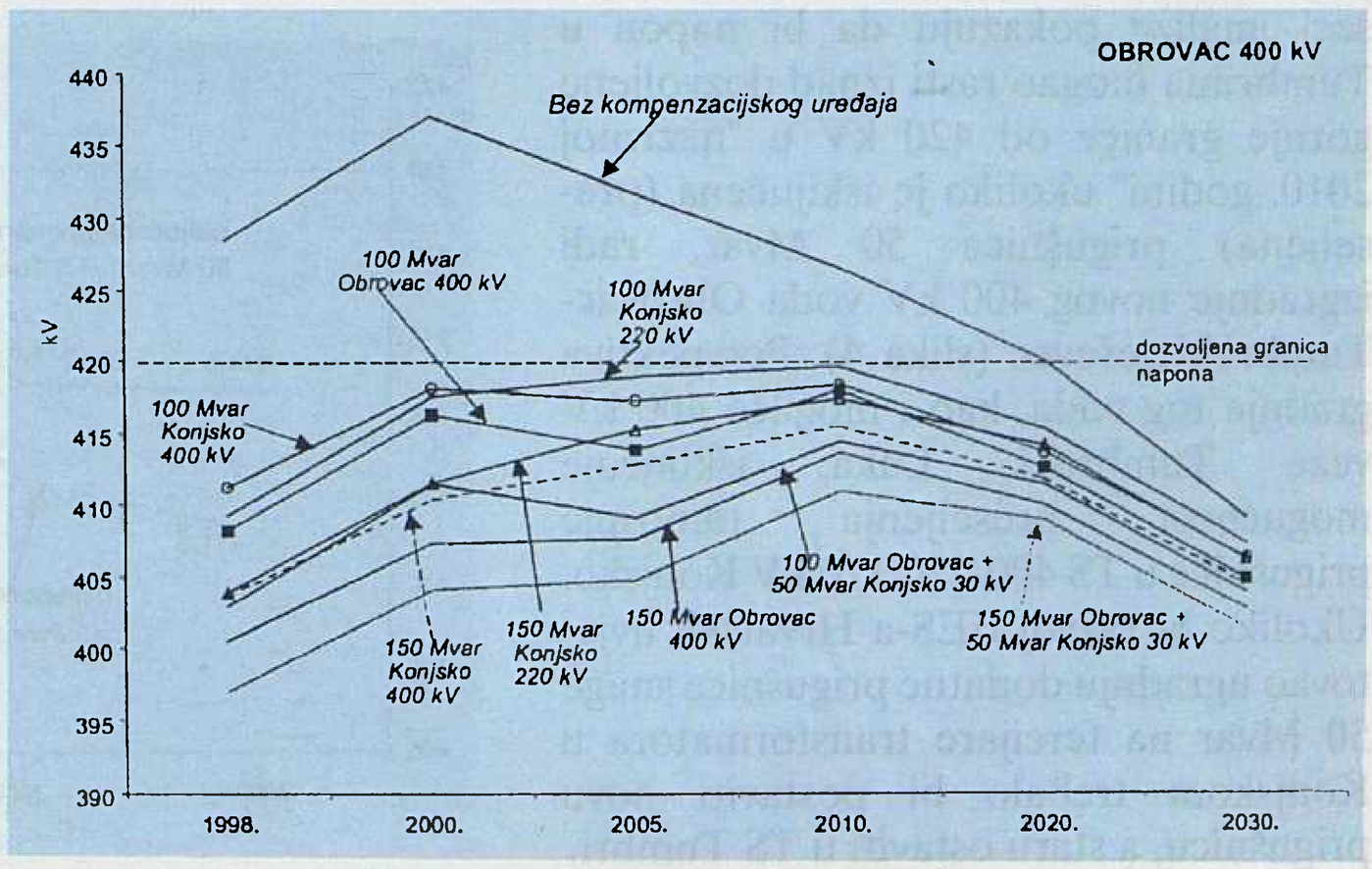
- priključak kompenzacijskog uređaja snage 100 Mvar na 400 kV sabirnice RHE Obrovac
- priključak kompenzacijskog uređaja snage 150 Mvar na 400 kV sabirnice RHE Obrovac
- priključak kompenzacijskog uređaja snage 100 Mvar na 400 kV sabirnice TS 400/220/110 kV Konjsko
- priključak kompenzacijskog uređaja snage 150 Mvar na 400 kV sabirnice TS 400/220/110 kV Konjsko
- priključak kompenzacijskog uređaja snage 100 Mvar na 220 kV sabirnice TS 400/220/110 kV Konjsko
- priključak kompenzacijskog uređaja snage 150 Mvar na 220 kV sabirnice TS 400/220/110 kV Konjsko
- priključak kompenzacijskog uređaja snage 100 Mvar na 400 kV sabirnice RHE Obrovac, preseljenje prigušnice 50 Mvar iz TS Tumbri i priključak na tercijare transformatora 400/220/31.5 kV u TS Konjsko
- priključak kompenzacijskog uređaja snage 150 Mvar na 400 kV sabirnice RHE Obrovac, preseljenje prigušnice 50 Mvar iz TS Tumbri i priključak na tercijare transformatora 400/220/31.5 kV u TS Konjsko.

Proračuni pokazuju da se priključkom kompenzacijskog uređaja snage 50 Mvar ne bi mogao ostvariti povoljan naponski profil u EES-u Hrvatske tijekom čitavog razmatranog razdoblja do 2030. godine, a da priključak kompenzacijskog uređaja snage 100 Mvar ili više na tercijare mrežnih transformatora u Obrovcu, Konjskom ili Melini dovodi iste do mogućih preoptrećenja.

Priključkom kompenzacijskog uređaja snage 100 (ili 150 Mvar) na 400 kV sabirnice TS Konjsko i kompenzacijskog uređaja najmanje snage 50 Mvar na 400 kV sabirnice u TS Melina također se ostvaruje povoljni naponski profil, ali je isti učinak moguće postići jednostavnije i jeftinije pa se ove varijante kompenzacije jalove snage ocjenjuju nepotrebnim.

Slika 3 grafički prikazuje utjecaj postavljanja kompenzacijskog uređaja na makismalne iznose napona na 400 kV sabirnicama RHE Obrovac prema gore nabrojenim varijantama. Iznosi napona su izračunati na modelu uz pretpostavku automatskog određivanja angažmana jalove snage generatora u dozvoljenom području pogonskih dijagrama s ciljem održavanja nazivnog napona u priključnom čvorištu, te automatskog postavljanja preklopke regulacionih mrežnih transformatora radi održavanja nazivnog napona sekundarne strane.

Kod minimalnog opterećenja u EES Hrvatske tijekom razmatranog vremenskog razdoblja, najniže vrijednosti napona na 400 kV sabirnicama RHE Obrovac se



Slika 3. Prikaz napona na 400 kV sabirnicama RHE Obrovac pri minimalnom opterećenju EES-a različite varijante priključka kompenzacijskog uređaja

postižu u slučaju angažiranja kompenzacijskog uređaja snage 150 Mvar u Obrovcu i 50 Mvar na tercijarima transformatora 400/220/31.5 kV u TS Konjsko (preseljenje prigušnice iz TS Tumbri). Najviši naponi u Obrovcu se postižu u varijanti angažiranja kompenzacijskog uređaja snage 100 Mvar na 220 kV sabirnice TS Konjsko, ali su ispod dozvoljene gornje granice za sve godine promatranja. Naponi u Obrovcu za sve ostale varijante ugradnje kompenzacijskog uređaja se kreću između ova dva krajnja slučaja.

Naponi na 400 kV sabirnicama TS Konjsko, za isti razmatrani slučaj, su u razdoblju do 2005. godine najniži kod priključaka kompenzacijskog uređaja snage 150 Mvar na iste, a u razdoblju iza 2005. godine u slučaju priključivanja kompenzacijskog uređaja 150 Mvar na 400 kV mrežu u Obrovcu i preseljenja prigušnice 50 Mvar iz TS Tumbri u TS Konjsko. Najviše vrijednosti napona na 400 kV sabirnicama u Konjskom se postižu u slučaju priključivanja kompenzacijskog uređaja 100 Mvar u Obrovcu, tako da u "nazivnoj" 2000. godini maksimalna vrijednost napona na 400 kV sabirnicama u TS Konjsko (420,5 kV) blago prelazi dozvoljenu gornju granicu.

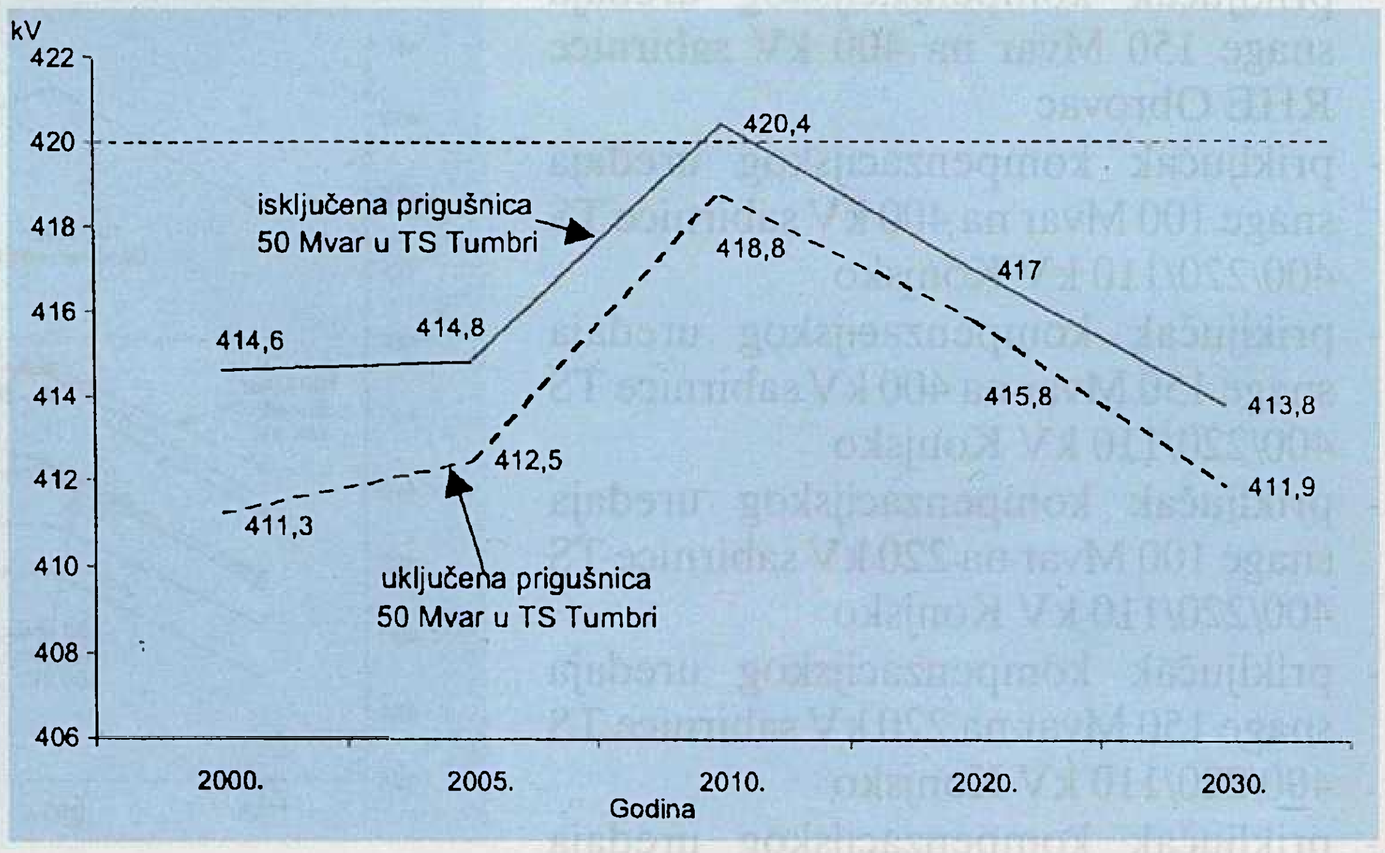
Najpovoljnije naponske prilike na 220 kV sabirnicama u TS Konjsko se postižu priključkom kompenzacijskog uređaja 150 Mvar na 400 kV sabirnice u Obrovcu i prigušnice 50 Mvar na tercijarima transformatora 400/220/31.5 kV u Konjskom u početnim godinama promatranja, te priključenjem kompenzacijskog uređaja 150 Mvar na 220 kV sabirnice u Konjskom za ostale godine promatranja. Najviši naponi na 220 kV sabirnicama u Konjskom se postižu kod priključivanja kompenzacijskog uređaja 100 Mvar u Obrovcu, ali su ispod dozvoljene gornje granice od 245 kV. Isti zaključak vrijedi za naponske prilike na 220 kV sabirnicama HE Zakučac.

Maksimalni očekivani iznosi napona na 400 kV sabirnicama TS 400/110 kV Tumbri značajno ovise o angažmanu NE Krško. Ukoliko je NE Krško izvan pogona (remont, kvar) tijekom ljetnih mjeseci analize pokazuju da bi napon u Tumbrima mogao rasti iznad dozvoljene gornje granice od 420 kV u "nazivnoj 2010. godini" ukoliko je isključena (preseljena) prigušnica 50 Mvar, radi izgradnje novog 400 kV voda Obrovac-Tumbri/Veleševec (slika 4). Perspektiva gradnje tog voda, kao i moguće 400 kV veze Tumbri-B. Luka, isključuje mogućnost preseljenja tamošnje prigušnice u TS 400/220/110 kV Konjsko. Ukoliko bi razvoj EES-a Hrvatske uvjetovao ugradnju dodatne prigušnice snage 50 Mvar na tercijare transformatora u Konjskom trebalo bi postaviti novu prigušnicu, a staru ostaviti u TS Tumbri.

Ukoliko bi razvoj EES-a Hrvatske bio usmjeren u pravcu pojačavanja 400 kV mreže, a nova TE na ugljen 2x350 MW bila izgrađena na području Slavonije, uz novu TE "Kongora" u BiH i DV 2x400 kV Konjsko-Kongora, naponi na 400 kV sabirnicama u Obrovcu bi za sve varijante ugradnje kompenzacijskog uređaja prelazili dozvoljenu gornju granicu od 420 kV u razdoblju između 2010. i 2020. godine. Najbolje naponske prilike se tada postižu priključenjem kompenzacijskog uređaja 150 Mvar u Obrovcu i priključkom prigušnice 50 Mvar na tercijare transformatora 400/220/31.5 kV u TS Konjsko. Najviši naponi se postižu priključenjem kompenzacijskog uređaja 100 Mvar na 220 kV mrežu u Konjskom. Takav razvoj EES-a Hrvatske zahtijevao bi snagu kompenzacijskog uređaja od 150 Mvar.

Slične naponske prilike postizale bi se i na 400 kV sabirnicama TS Konjsko, s tom razlikom da bi u razdoblju iza 2020. godine bilo povoljnije imati priključen kompenzacijski uređaj snage 150 Mvar na 400 kV mrežu u Konjskom. Najviše vrijednosti napona postižu se priključenjem kompenzacijskog uređaja 100 Mvar na 400 kV sabirnice u Konjskom u razdoblju do 2000. godine (ali ispod dozvoljene gornje granice napona u 400 kV mreži), priključenjem kompenzacijskog uređaja 100 Mvar na 220 kV sabirnice u Konjskom za 2005. godinu, odnosno priključenjem kompenzacijskog uređaja snage 100 Mvar na 400 kV sabirnice u Obrovcu za razdoblje iza 2005. godine, pri čemu naponi dostižu vrijednost od 430 kV u "nazivnoj" 2010. godini.

Naponske prilike na 220 kV sabirnicama u TS Konjsko i HE Zakučac su najpovoljnije u varijanti priključka kompenzacijskog uređaja snage 150 Mvar u Obrovcu i preseljenja prigušnice 50 Mvar iz TS Tumbri u TS Konjsko u razdoblju do "nazivne" 2000. godine, te u varijanti priključka 150 Mvar na 220 kV mrežu u Konjskom za sve ostale godine promatranja. Najviši naponi u 220 kV mreži se postižu u slučaju priključka kompenzacijskog uređaja 100 Mvar u Obrovcu, ali su ispod dozvoljene granice od 245 kV.



Slika 4. Naponi na 400 kV sabirnicama TS Tumbri pri minimalnom opterećenju EES-a i NE Krško izvan pogona

Kod vršnog opterećenja u EES Hrvatske tijekom razmatranog vremenskog razdoblja, najniže vrijednosti napona na 400 kV sabirnicama RHE Obrovac se postižu u slučaju priključenja kompenzacijskog uređaja snage 150 Mvar u Obrovcu i 50 Mvar na tercijarima transformatora 400/220/31.5 kV u TS Konjsko (preseljenje prigušnice iz TS Tumbri) u razdoblju do 2020. godine nakon koje se na tim sabirnicama može održavati nazivni napon i za sve ostale varijante priključka kompenzacijskog uređaja. Najviši naponi u Obrovcu se postižu u varijanti priključka kompenzacijskog uređaja snage 100 Mvar na 220 kV sabirnice TS Konjsko.

Isti zaključak vrijedi i za napone na 400 kV sabirnicama TS Konjsko pri vršnom opterećenju u EES-u, s razlikom da se najniže vrijednosti postižu priljučkom kompenzacijskog uređaja 150 Mvar na iste.

Naponske prilike na 220 kV sabirnicama u Konjskom i Zakučcu pri vršnom opterećenju EES-a Hrvatske se kreću oko nazivnih vrijednosti za sve razmatrane varijante ugradnje kompenzacijskog uređaja, a razlike u naponima za "najbolju" varijantu (priključak 150 Mvar na 220 kV sabirnice TS Konjsko) i "najgoru" (priključak 100 Mvar u Obrovcu) su zanemarive.

Naponske prilike na 400 kV sabirnicama u Obrovcu i Konjskom, te u 220 kV mreži u Konjskom i HE Zakučac, u slučaju visokog angažmana dalmatinskih i hercegovačkih hidroelektrana su povoljne i bez priključenja kompenzacijskog uređaja u superponiranoj mreži. Priključak kompenzacijskog uređaja snage 100 Mvar ili više u 400 kV ili 220 kV mreži, bez mogućnosti regulacije angažmana jalove snage, dovodi do nestabilnih naponskih prilika pri sadašnjoj konfiguraciji EES-a (s prekinutim vezama preko BiH).

4. ZAKLJUČAK

Na temelju izvršenih ispitivanja na modelu EES-a Hrvatske i susjednih zemalja u razdoblju od 1998. - 2030. godine možemo zaključiti slijedeće:

- Obnovom 400 kV mreže BiH, te podizanjem pogonskog napona DV 400 kV Konjsko-Mostar na nazivnu vrijednost (sada u pogonu pod 220 kV), očekuje se dalnje povišenje napona u EES-u na području Dalmacije, prvenstveno u 400 kV mreži.
- Nakon podizanja pogonskog napona dalekovoda Konjsko-Mostar na nazivnu vrijednost, ispravnim postavljanjem preklopki regulacionih transformatora 400/220 kV u TS Konjsko i angažmanom HE priključenih na superponiranu mrežu u dozvoljenom području pogonskih dijagrama, bit će moguće održavati napone u 220 kV mreži unutar dozvoljenih granica.
- Faktori koji će zaoštravati problem pojave visokih napona u EES-u na području Dalmacije su: obnova 400 kV mreže BiH te podizanje pogonskog napona DV 400 kV Konjsko-Mostar na nazivnu vrijednost nakon obnove TS 400/220/110 kV Mostar, izgradnja novih 400 kV dalekovoda u EES-u Hrvatske (predviđeni DV 2x400 kV Konjsko-Obrovac, DV 2x400 kV Obrovac-Tumbri/Veleševec), eventualna izgradnja TE "Kongora" u BiH i DV 2x400 kV Konjsko-Kongora i DV 2x400 kV Kongora-Mostar, eventualna izgradnja novih interkonekcija s BiH (npr. DV 400 kV Obrovac-Bihać).
- Faktori koji će povoljno utjecati na problem pojave previsokih napona u superponiranoj mreži na području Dalmacije su: izgradnja novih proizvodnih postrojenja velikih jediničnih snaga blokova priključenih na 400 kV mrežu na području Dalmacije (predviđena izgradnja TE 2x350 MW u Dalmaciji), te porast opterećenja na nivou EES-a, time i snage prenesene 400 kV vodovima.
- S obzirom da su najveći proizvođači jalove snage koji uzrokuju pojavu previsokih napona slabo opterećeni, dugački 400 kV vodovi, ocjenjuje se da je najpovoljnije kompenzacijski uređaj spojiti na 400 kV mrežu.
- Provedene analize pokazuju da su Obrovac i Konjsko kao lokacija za postavljanje kompenzacijskog uređaja jednako vrijedne.
- Priključak kompenzacijskog uređaja snage 100 Mvar ind. na 400 kV mrežu u Obrovcu ili Konjskom zadovoljava s obzirom na očekivani naponski profil u srednjoročnom razdoblju.
- U slučaju predviđenog pojačavanja 400 kV mreže na području Hrvatske s ciljem njenog prilagođavanja obliku državnog teritorija, izgradnje novih proizvodnih postrojenja izvan područja Dalmacije, i uvođenja u pogon novih interkonekcija prema BiH u slučaju izgradnje TE "Kongora" (DV 2x400 kV Konjsko-Kongora), visina napona pri niskom opterećenju u EES-u i slabom angažmanu dalmatinskih i hercegovačkih hidroelektrana uvjetuje snagu kompenzacijskog uređaja od 150 Mvar ind. i eventualnu ugradnju kompenzacijskog uređaja 50 Mvar ind. na tercijare transformatora 400/220/31.5 kV u TS Konjsko, pri čemu bi postojeću prigušnicu 50 Mvar trebalo ostaviti u TS 400/110 kV Tumbri.
- Konačni odabir varijante ugradnje kompenzacijskog uređaja odredit će ekonomska analiza.
- Radi potpunijih saznanja o utjecajima ugradnje kompenzacijskog uređaja na 400 kV mrežu na području Dalmacije potrebno je analizirati prijelazne pojave kod sklopnih operacija s kompenzacijskim uređajem, te je poželjno analizirati i prijelaznu stabilnost EES-a Hrvatske u vremenskom razdoblju do 2030. godine.

LITERATURA

[1] Dr. sc. M. MAJSTROVIĆ, D. BAJS, G. MAJSTROVIĆ: "Analiza i načini rješavanja kompenzacije reaktivne snage na lokaciji RHE 'Velebit' - Analiza naponskih prilika u RHE 'Velebit' s prijedlogom idejnog rješenja kompenzacije". Energetski Institut "Hrvoje Požar", 1998.

[2] D. BAJS: "Razvitak elektroenergetskog sustava Hrvatske do 2030. godine - prijenosna mreža" (Knjiga 3), Energetski Institut "Hrvoje Požar", 1998.

[3] Mr. D. NEVEČEREL, G. JERBIĆ: "Croatia power investment master plan - podaci za prijenosnu mrežu HEP-a za 1995., 2000. i 2005. godinu", Institut za elektroprivredu i energetiku, 1995.

[4] Mr. Z. TONKOVIĆ: "Razvoj prijenosne mreže na području elektroprivrede Hrvatske u razdoblju 1988 / 89 - 2010. godine", Institut za elektroprivredu i energetiku, 1995.

[5] B. RADMILOVIĆ, Ž. KOŠČAK: "Mreža za prijenos električne energije na području Hrvatske" (Podloge za izradu Studije dugoročnog razvoja mreže), HEP - Sektor za razvoj, Zagreb, 1997.

[6] Okrugli stol - Budući razvoj Hrvatske veleprijenosne mreže. Treće savjetovanje hrvatskog komiteta CIGRE, Cavtat, 1997.

[7] Zbornici radova, Treće savjetovanje hrvatskog komiteta CIGRE, Cavtat, 1997.

REACTIVE POWER COMPENSATION IN THE TRANSMISSION NETWORK OF DALMATIA

This work describes the problem of high voltages in the 400 and 220 kV transmission network in the region of Dalmatia and derives the most suitable node for connection and necessary compensation device installed power. Analyses have been made on the electric power system model for the period from 2000 to 2030 for the most typical electric power system conditions depending on the consumption and hydropower production.

DIE BLINDLEISTUNGSKOMPENSATION IM ÜBERTRAGUNGSNETZ DALMATIENS

Die Frage der bei gewissen Betriebszuständen auftretenden zu hohen Spannungen im 400 kV und 220 kV Netz in Dalmatien wird während des laufenden Betriebes erörtert, und dabei der günstigste Knoten für die Koppelung einer Kompensationsanlage sowie die Auslegung dieser Anlage zum Zweck der Kompensierung überschüssiger Blindleistung im Netz bestimmt. Eine Erörterung für 5-jährige Zeitspannen bis zum Jahre 2010, bzw. für 10-jährige Zeitspannen vom Jahr 2010 bis zum Jahr 2030 ist am Modell des Elektroenergetischen Systems durchgeführt worden. In Betrachtung wurden karakteristische Zustände des Systems als Folge der Belastung des ganzen Verbundnetzes Kroatiens und des Einsatzes der dalmatinischen und der herzegowinischen Wasserkraftwerke gezogen.

Naslov pisaca:

Dr. sc. Matislav Majstrović, dipl. ing.
Davor Bajs, dipl. ing.
Goran Majstrović, dipl. ing.
Energetski institut "Hrvoje Požar"
Ulica grada Vukovara 37
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2000-03-28.

EKOLOŠKI ASPEKTI KORIŠTENJA I ODLAGANJA TRANSFORMATORSKIH ULJA

Božena M u s u l i n, Zagreb

UDK 621.311.1:621.316.1
PREGLEDNI ČLANAK

Visoka razina onečišćenja okoliša u svjetskim razmjerima zahtijeva hitne aktivnosti na svim područjima ljudskih djelatnosti.
Važno je poznavati različita svojstva tekućih dielektrika, kako bi se odabrale prave mjere za sigurno rukovanje, transport, skladištenje i odlaganje otpadnih ulja.
U članku su obrađeni opći ekološki aspekti korištenja i odlaganja transformatorskih ulja.

Ključne riječi: okoliš, izolacijska ulja, tekući dielektrici, uljni transformatori.

1. UVOD

Tekući dielektrici ili izolacijske tekućine dio su grupe elektroizolacijskih materijala, koji se koriste u električnim uređajima za proizvodnju, prijenos, distribuciju i industrijsku primjenu električne energije. Praktična primjena tekućih dielektrika proizlazi iz njihovih fizikalno-kemijskih i dielektričnih svojstava, koja uključuju dobru sposobnost tečenja u širokom temperaturnom području, dobro odvođenje topline, elektroizolacijska svojstva i kompatibilnost s drugim materijalima i okolinom.

Dobro poznavanje različitih svojstava materijala važno je za primjenu, kako bi se osiguralo pouzdano rukovanje, korištenje, skladištenje, te bezopasno odlaganje i uništavanje otpadnih izolacijskih tekućina. Od proizvođača se očekuje da pruži dovoljno podataka, koji upućuju korisnike o načinu primjene, održavanju, kontroli i mogućim rizicima.

Do kraja šezdesetih godina izolacijske tekućine nisu izazivale posebnu pažnju zaštitara. Međutim, otkrićem onečišćenja okoliša svjetskih razmjera polikloriranim bifenilima (PCB-om), izolacijske tekućine došle su pod povećalo javnosti. Otkako je prije dvadeset godina zabranjena uporaba askarela (PCB-a) za punjenje transformatora i drugih elektrouređaja, veliki napori se ulažu za osiguravanje pogona postojećih uređaja punjenih askarelima, njihovu sanaciju i zamjenu ovog ekološki neprihvatljivog dielektrika drugom, neopasnom tekućinom.

Posljednjih godina, zahvaljujući novim spoznajama o djelovanju štetnih tvari na čovjeka i okoliš, intenzivno se radi na uvođenju sustava upravljanja okolišem prema ISO 14000, koji je usmjeren na sprječavanje onečišćenja, efikasnije korištenje materijala i energetskih izvora, te uklanjanje i ublažavanje nastale štete. Aktivnosti se provode na više razina: kod potrošača, uljnih kompanija, pokreta zelenih, vlada, nacionalnih i međunarodnih komiteta. Postavljaju se zahtjevi za čistom proizvodnjom, tj. proizvodima neškodljivim za okolinu, niske toksičnosti, lake razgradljivosti i dobrih tehničkih karakteristika.

Viši stupanj svijesti stanovništva o okolini razvio je socijalno-političku odgovornost spram okoline, pa je očuvanje i zaštita okoliša regulirano nacionalnim zakonima.

U članku je dan pregled najčešće korištenih izolacijskih tekućina, prvenstveno transformatorskih ulja, ne samo sa stajališta tehničke primjenjivosti, nego i s obzirom na toksikološke i ekotoksikološke kriterije. Naznačene su pojedine faze korištenja ulja, mogućnosti onečišćenja i zaštite, te zakonska regulativa.

2. VRSTE I SVOJSTVA IZOLACIJSKIH TEKUĆINA

Izolacijske tekućine prema podrijetlu dijelimo na prirodne i sintetske tekućine.

Od ukupne količine korištenih dielektričnih tekućina približno 90% odnosi se na transformatorska ulja mineralnog podrijetla. Ostalo su sintetske tekućine u specijalnim transformatorima, prekidačima, provodnicima, kondenzatorima, kabelima, elektroničkim uređajima. Za lakše snalaženje o vrsti, svojstvima i primjeni materijala važna je klasifikacija kojom se materijali svrstavaju u odgovarajuće grupe sa zajedničkim svojstvima [1].

2.1. Mineralno izolacijsko ulje

Mineralno ulje koristi se u električnoj opremi od gotovo samog početka njegove industrijske proizvodnje. Glavna zadaća mu je električna izolacija i prijenos topline. Razvoj i poboljšavanje tehnoloških procesa proizvodnje rezultirali su proizvodnjom kvalitetnijih ulja, poboljšanih tehničkih svojstava, što dozvoljava veća termička naprezanja i osigurava dulji vijek trajanja. Mineralna izolacijska ulja proizvode se iz sirove nafte u nekoliko proizvodnih faza. Iz nafte se destilacijom razdvajaju uljne frakcije prema vrelištu, zatim se odgovarajućoj frakciji deparafinacijom uklanja dio nepoželjnih parafina, a ekstrakcijom otapalima i hidrogenacijom pročišćava ulje od kemijski i termički nestabilnih spojeva. Tako proizvedeno izolacijsko ulje sadrži uravnoteženi odnos parafinskih, naftenskih i aromatskih ugljikovodika. Njihov sadržaj može se odrediti metodom infracrvene spektrofotometrije [2] [3]. Sadržaj parafinskih i naftenskih ugljikovodika određuje fizikalna svojstva ulja, kao: gustoću, viskoznost, ponašanje na niskim temperaturama (stinište, točka zamućenja). Aromatski spojevi utječu na otpornost prema oksidaciji, plinsku čvrstoću (gassing) i probojnu čvrstoću.

Mali udio kemijski reaktivnih spojeva koji mogu zaostati u ulju nakon rafinacije predstavljaju nepoželjna onečišćenja, koja narušavaju kako funkcionalna tako i toksikoekološka svojstva ulja. Istraživanja su pokazala da su posebno opasni spojevi na bazi policikličkih aromata (PAH), koji sadrže heteroatome sumpora, dušika ili kisika. Spadaju među zagađivače okoline, a neki od njih izazivaju rak. Nađeni su kod nekih mineralnih ulja koja nisu bila podvrgnuta tako visokom stupnju rafinacije kao transformatorska. Kancerogenost mineralnih ulja karakterizirana je na temelju sadržaja PAH.

Tehnički zahtjevi na karakteristike ulja ovise o opremi za koju su namijenjeni i normirani su za ulja u transformatorima i prekidačima [4] i za kabele s uljnim kanalima [5].

2.2. Sintetske izolacijske tekućine

Sintetske izolacijske tekućine se koriste kad se zahtijevaju nezapaljivost, termička stabilnost i visoka dielektrička svojstva. Dijele se na nekoliko kategorija:

- nezapaljive i teško zapaljive tekućine (halogenirani ugljikovodici, silikonska ulja, sintetski organski esteri ili ugljkovodici), većinom za distributivne transformatore;
- aromatski ugljikovodici (alkilbenzeni), većinom se koriste u kondenzatorima;
- polibuteni za kabele i neke tipove kondenzatora;
- ostale tekućine za kondenzatore (ftalati).

2.2.1. *Halogenirani ugljikovodici*

Prvi su se koristili poliklorirani bifenili (PCB) ili askareli za transformatore i kondenzatore koji su morali biti izvedeni kao nezapaljivi. Tehničke karakteristike specificirane su u normi [6].

Na temelju dokazanog biološki štetnog djelovanja na ljude i okolinu (teško biorazgradivi, ugrađuju se u hranidbeni lanac), njihova proizvodnja je zabranjena (1972. god. u Japanu, 1976. god. u USA, 1985. god. u Europi). Uređaji punjeni askarelima, koji su u pogonu, podliježu posebnim propisima održavanja, a nakon uporabe spadaju u kategoriju posebnog otpada.

2.2.2. *Silikonsko ulje*

Silikonsko ulje bilo je dopušteno kao zamjena za askarele zbog svoje slabe zapaljivosti, bolje otpornosti na oksidaciju i termičku stabilnost u odnosu na mineralno ulje, što dozvoljava neprekidni rad na temperaturama do 160°C. Sa stanovišta zaštite okoliša, njegova dobra stabilnost je zapravo veliki nedostatak, jer je teško biorazgradiv. Termički se teško razgrađuje tako da pirolizom u pećima za spaljivanje nastaju sagorjevni plinovi obogaćeni finim prahom silicija koji zagađuje atmosferu. Svojstva silikonskog ulja specificirana su u normi [7].

2.2.3. *Sintetski organski esteri*

Proizvodnja i primjena sintetskih estera je novijeg datuma. Esteri su organski spojevi, koji se sastoje od ugljika, vodika i kisika, a nastaju kao produkt reakcije osapunjenja između viših alkohola i masnih kiselina. Prednosti estera su niski tlak para, visoke temperature plamišta, gorišta i samozapaljenja, što ih svrstava u kategoriju teško zapaljivih rashladnih i izolacijskih medija.

Ester za transformatore je uljasta tekućina, bez mirisa, nešto gušća i viskoznija od mineralnog ulja, ali slabije oksidacijske stabilnosti. Estere karakterizira dobra biološka razgradnja, pa je ekološki prihvatljiv. Rukovanje esterima nije opasno po zdravlje. U normi [8] su propisane tehničke, karakteristike novih sintetskih organskih estera.

2.2.4. *Aromatski ugljikovodici*

Alkilbenzen i drugi aromatski ugljikovodici proizvedeni su početkom 60-tih godina kao nusprodukt kod proizvodnje detergenata. Po svojstvima su vrlo slični mineralnim uljima, ali im se kemijski sastav i čistoća mogu dobro kontrolirati, pa imaju prednost za punjenje uljnih kabela i kondenzatora radi stabilnih dielektričkih svojstava i sposobnosti apsorpcije plinova.

2.2.5. *Polibuteni*

Te sintetske tekućine se koriste za punjenje nekih vrsta kabela i u kondenzatora. Po kemijskom sastavu to su poliolefini s jednom dvostrukom vezom na kraju lanca. Proizvode se u širokom rasponu viskoziteta, što ovisi o stupnju polimerizacije. Imaju vrlo niski faktor gubitaka kod visoke frekvencije i dobru apsorpciju plina nastalog električnom ionizacijom.

2.2.6. *Ftalati*

U početku su se koristili za impregniranje visokonaponskih kondenzatora. Dobivaju se osapunjenjem anhidrida ftalne kiseline. Radi sličnosti s esterima njihova svojstva specificirana su u istoj normi [8].

2.2.7. *Vegetabilna ulja*

Vegetabilna ulja su smjese triglicerida, koji nastaju osapunjenjem zasićenih i nezasićenih masnih kiselina. Karakterizirana su sadržajem slobodnih masnih kiselina, odnosno stupnjem nezasićenosti ulja, što se iskazuje preko broja osapunjenja i jodnog broja. Najpoznatije je ricinusovo ulje, koje se jedino koristi u proizvodnji električnih uređaja i to za impregnaciju kondenzatora.

3. KLASIFIKACIJA TEKUĆIH DIELEKTRIKA PREMA PONAŠANJU U POŽARU

Kriteriji na osnovi kojih se procjenjuje ponašanje tekućih dielektrika u požaru jesu:

- zapaljivost (plamište, temperatura zapaljenja i samozapaljenja)
- oslobađanje topline
- efektivna toplina izgaranja
- sposobnost širenja plamena
- razvijanja dima.

U pogonskim uvjetima moguće su neočekivane, iznenadne pojave koje uvjetuju povećana isparavanja i razvijanje zapaljivih produkata koji sa zrakom mogu stvoriti eksplozivnu smjesu. Tako je npr. moguća eksplozija kotla nakon električnog luka. Na sreću rijetke, ovakve okolnosti mogu izazvati katastrofalne posljedice kao što su razvijanje dima i otrovnih para, zagađenje tla, sekundarne posljedice i ugrožavanje ljudskih života.

Norma [9] propisuje klasifikaciju izolacijskih tekućina prema dvije karakteristike: temperaturi zapaljenja i efektivnoj toplini izgaranja (neto kalorična vrijednost).

Prema temperaturi zapaljenja podjela je u tri klase:

- klasa O (temp. zapaljenja niža ili jednaka 300°C)
- klasa X (temp. zapaljenja iznad 300°C)
- klasa L (temp. zapaljenja iznad mjernog područja).

Prema efektivnoj toplini izgaranja podjela je također u tri klase:

- klasa 1 (toplina izgaranja veća ili jednaka 42 MJ/kg);
- klasa 2 (toplina izgaranja manja od 42 MJ/kg i veća ili jednaka 32 MJ/kg);
- klasa 3 (toplina izgaranja manja od 32 MJ/kg).

Primjer: Transformatorsko ulje mineralnog porijekla označava se: O 1.

Zahtjev na otpornost prema zapaljenju mora se definirati prije proizvodnje svakog električnog uređaja.

4. KLASIFIKACIJA PREMA TOKSIKOLOŠKIM I EKOLOŠKIM KRITERIJIMA

Toksikološko-ekološke karakteristike trebaju se posebno zahtijevati uz svaki materijal, dužan ih je dostaviti proizvođač, odnosno dobavljač i one su osnova za provođenje higijensko-tehničkih mjera zaštite.

Osnovna svojstva za procjenu toksikološkog djelovanja su: utjecaj na organizam prilikom gutanja, aspircije, udisanja para, kontakta s kožom i očima, izazivanje alergija, kancerogenost i mutagenost.

Za radni prostor važan podatak je maksimalna dopuštena koncentracija u atmosferi radnog prostora (MDK). Podatak za otrovnost na temelju kojeg se materijal kvalificira kao jako toksičan, toksičan, škodljiv i netoksičan je LD_{50} vrijednost, a označava smrtnu dozu (mg tvari/kg tjelesne težine) utvrđenu za 50% ispitanih životinja.

Djelovanje na okoliš vezano je uz primarna svojstva materijala i produkte njegove degradacije u normalnom pogonu, kod povišenih temperatura ili drugih mogućih utjecaja iz okolnog prostora. Karakteristike preko kojih se ocjenjuje djelovanje materijala na okoliš su: tlak para u ovisnosti o temperaturi, površinska napetost, topivost u vodi, biorazgradivost, bioakumulativnost, ekotoksičnost.

Mjera za ekotoksičnost je LD_{50}, a označava smrtnu dozu (mg tvari/l) za 50% ispitanih vodenih organizama. Za tekućine koje imaju vrlo nisku topivost u vodi, kao što su tekući dielektrici, toksičnost se određuje kod granice topivosti.

Testom biorazgradivosti određuje se mogućnost razgradnje materijala pomoću mikroorganizama. Tekući dielektrici spadaju u kategoriju teško razgradivih materijala. Na temelju proširenih testiranja mogu se svrstati u "djelimično razgradive" ili "nerazgradive".

Kriterijem bioakumulativnosti procjenjuje se mogućnost nagomilavanja tvari u hranidbeni lanac. Bioakumulacijski potencijal definiran je koeficijentom raspodjele (log Pow) koji pokazuje razliku između topivosti materijala u masti i vodi. Za biopovećanje odlučujuća je brzina izlučivanja tvari iz organizma, koja je definirana biokoncentracijskim faktorom BCF (potencijalnu akumulaciju imaju tvari s BCF > 100).

Tablica 1. sadrži toksikološke podatke za najčešće korištene tekuće dielektrike [10].

5. KORIŠTENJE I ODLAGANJE TRANSFORMATORSKIH ULJA

Tijekom proizvodnje i korištenja uljnih transformatora često se rukuje izolacijskim uljima, što uključuje transport, skladištenje, preradu, punjenje transformatora, postupke s uljem tijekom korištenja transformatora i postupke s rabljenim uljem. U svakoj fazi korištenja postoji potencijalna opasnost od onečišćenja okoliša i/ili opasnost za ljude, naročito u izvanrednim slučaje-

Tablica 1. Osnovna toksikološka svojstva izolacijskih tekućina

Toksikološko svojstvo	Visokorafinirana mineralna ulja	Silikonska ulja	Esteri
Unošenje gutanjem	LD_{50} > 2 g/kg nije štetno	LD_{50} > 5 g/kg nije štetno	LD_{50} > 5 g/kg nije štetno
Kontakt s kožom	nije klasificirano kao štetno	LD_{50} > 2 g/kg nije štetno	LD_{50} > 2 g/kg nije štetno
Udisanje para	niska toksičnost	opasno za testirane životinje nakon 15-20 min.	nema podataka
Nadraživanje kože	nije klasificirano kao štetno	ne nadražuje	testirane životinje ne nadražuje
Nadraživanje očiju	nije klasificirano kao štetno	moguća prolazna upala sluznice	testirane životinje ne nadražuje
Kancerogenost	ovisi o sadržaju PAH	nema podataka	nema podataka
Mutagenost	nije klasificirano kao štetno	nisu nađene smrtonosne mutacije kod životinje	nisu nađene mutacije

vima kad dolazi do povećanog izlijevanja, isparavanja i razvijanja zapaljivih produkata. Radi sprječavanja, odnosno ublažavanja nepoželjnih posljedica takvih pojava potrebna je pravodobna kontrola, provođenje svih potrebnih mjera zaštite i odgovarajućih sanacija.

Transformatorsko ulje se isporučuje u željezničkim i autocisternama, bačvama ili metalnim kontejnerima, uz obveznu kontrolu brtvljenja i čistoće, da bi se osigurala kvaliteta za vrijeme transporta i spriječilo nekontrolirano izlijevanje i onečišćavanje. Sve transportne posude moraju biti vidljivo označene oznakom koja sadrži naziv ulja, i ime proizvođača, oznaku prema standardu, broj šarže, datum isporuke. Svaka isporuka mora biti popraćena dokumentima, koji se odnose na identifikaciju i kvalitetu sadržaja.

U međunarodnom prometu roba, na temelju kemijskog sastava, materijalima se dodjeljuju oznake tzv. CAS brojevi (uvela ih je institucija "Chemical Abstract Service"). To je broj koji dobivaju kemijske tvari poznatog sastava i svojstava. Dosad je dodijeljeno oko 14 mil. brojeva. Smjese spojeva u pravilu nemaju svoje CAS brojeve, ali ih mogu dobiti ako su proizvedene definiranim procesom proizvodnje. Mineralna ulja vode se pod više CAS brojeva.

Prema klasifikaciji Europske Unije, kemijske tvari su definirane brojevima EINECS i ELINCS, koji se dodjeljuju po istim kriterijima kao CAS brojevi (čistoća, proizvodni proces i složenost smjese). Mineralna ulja mogu se voditi pod "tvarima" ili "pripravcima", ovisno o proizvodnom procesu.

Skladišni prostori moraju biti u skladu s propisima koji vrijede za odgovarajuće naftne proizvode, tj. moraju se osigurati dobro ventilirani i hladniji prostori, u kojima temperatura okoline nije više od 50°C, i u kojima nema potencijalnih izvora požara. Bačve se uskladištavaju u zatvorenom ili natkrivenom prostoru da nisu izložene kontaminaciji i koroziji, a polažu se na drvene palete (čep pod uljem).

Za vrijeme pretakanja ulja iz cisterne u skladišni prostor, tijekom prerade ulja i prilikom punjenja transformatora, treba voditi računa o čistoći kontejnera i postrojenja za preradu ulja da se izbjegne onečišćavanje ulja. Moraju se poduzeti mjere zaštite tla protiv nekontroliranog izlijevanja transformatorskog ulja u radnom prostoru, da kroz pukotine ne dospije u kanalizaciju i podzemne vode. Potencijalna mjesta onečišćenja uljem iz transformatora u normalnom pogonu predstavljaju brtve ventila, poklopaca, provodnih izolatora i ostale pomoćne opreme. Pogonski nadzor predviđa kontrolu nivoa ulja na uljokazima i pravodobno otklanjanje mjesta curenja.

Manja izlijevanja moguća su također kod uzimanja uzoraka ulja za redovnu kontrolu, kod zahvata redovnog održavanja ili sanacija postrojenja manjeg opsega (dolijevanje ili djelomično izlijevanje ulja). Ulje sakupljeno curenjem, prilikom ispuštanja kod uzimanja uzoraka ili prilikom prelijevanja spada u kategoriju otpadnog (rabljenog) ulja. Takvo ulje treba spremati u posebno označeni kontejner, što je u skladu s načinom postupanja s pojedinim vrstama otpada prema Pravilniku o vrstama otpada. Nauljeni predmeti, krpe, papir odlažu se u posebni kontejner. Kod popravaka ili manjih zahvata, koje uključuje istakanje ulja, potrebno je osigurati spremnike potrebne veličine i čistoće. Različite vrste ne smiju se miješati, odnosno ulijevati u isti spremnik.

Zaštita okoliša provodi se osiguravanjem tla od prodora izlivenog ulja u podzemne slojeve i vodene tokove, ugradnjom separatora u tokove otpadnih voda, izgradnjom sabirnih (uljnih) jama ispod transformatora i zaštitom tla nepropusnim materijalima.

Mnogo opasnija za ljude i okoliš su izvanredna, neočekivana događanja u pogonu, koja nastaju zbog kvara ili havarije, a posljedice mogu biti požar ili eksplozija. Požar treba gasiti suhim prahom ili CO_2, nikako vodom. Prilikom gašenja nastaje dim i razvijaju se plinovi ugljični monoksid i ugljični dioksid, pa osoblje treba zaštititi od udisanja tih plinova. Ako dođe do izlijevanja ulja treba ga mehanički ukloniti materijalima koji dobro upijaju (piljevina, krpe, pijesak), a njih posebno odložiti. Ako ulje dospije u vodu, treba zatražiti pomoć odgovarajućih službi.

6. ZAKONSKA REGULATIVA

Svako postrojenje, odnosno fizička ili pravna osoba odgovorna je za onečišćavanje okoliša ("načelo podjele odgovornosti") i obvezni su postupati s otpadom i proizvodima koji će na kraju postati otpad na način kako bi se izbjegla opasnost za ljude i okoliš. Zaštita okoliša i postupanje s otpadom u Republici Hrvatskoj je zakonom regulirano.

6.1. Zakon o zaštiti okoliša

Zakon o zaštiti okoliša (N. N. 82/94) uređuje pitanje zaštite okoliša radi očuvanja okoliša, smanjivanja rizika za život i zdravlje ljudi, očuvanje prirodnih zajednica i racionalno korištenje prirodnih izvora i energije.

6.2. Zakon o otpadu

Zakon o otpadu (N. N.34/95) određuje prava, obveze i odgovornost pravnih i fizičkih osoba u postupanju s otpadom koji je odbačen ili odložen, koji se namjerava ili mora odložiti. Otpad se razvrstava ovisno o svojstvima i mjestu nastanka.

6.3. Pravilnik o vrstama otpada

Na osnovi Zakona o otpadu donesen je Pravilnik o vrstama otpada (N. N. 27/96) kojim se definiraju vrste otpada, ovisno o svojstvima i mjestu nastanka, način postupanja s pojedinim vrstama otpada, ispitivanje fizikalno-kemijskih svojstava opasnog otpada, uzrokovanje otpada, sadržaj i izgled obrazaca pratećih i prijavnih listova, sadržaj i izgled obrazaca izvješća o ispitivanju fizikalno-kemijskih svojstava otpada. Sastavni dio Pravilnika je Katalog otpada.

Otpadna ulja su definirana kao tekući ili polutekući proizvodi koji potječu iz različitih primjena, a koji su tijekom korištenja, skladištenja ili prijevoza postali neprikladni za uporabu prema prvobitnoj namjeni. Za određivanje kategorije otpada važno je odrediti sadržaj polikloriranih bifenila (PCB-a), što je osnovni pokazatelj da li ulje spada u kategoriju posebnog otpada, koji je u nadležnosti Agencije za posebni otpad.

7. ZAKLJUČAK

Najbolji način očuvanja i zaštite okoliša je izbjegavanje ili ograničavanje aktivnosti koje bi mogle onečistiti i ugroziti opstanak života na zemlji. Preduvjet je što bolje poznavanje svojstava materijala koji se u okolišu nalaze i koji sudjeluju u proizvodnim procesima, kako bi se za svaki materijal moglo osigurati odgovarajuće sigurno rukovanje, korištenje, skladištenje, odlaganje i uništavanje otpada Toksiko-ekološke karakteristike materijala treba zatražiti od proizvođača odnosno dobavljača i one su osnova za provođenje higijensko-tehničkih mjera zaštite. Potencijalna mjesta onečišćenja tijekom normalnog pogona moraju biti definirana i redovno kontrolirana. Stanje ulja treba nadgledavati tijekom "životnog" vijeka. Transformatorska ulja se svrstavaju u otpadna na temelju oslabljenih funkcijskih svojstava, odnosno visokog stupnja degradacije. Na bazi provjere čistoće otpadnog ulja određuje mu se kategorija u skladu s Pravilnikom o vrstama otpada. S ciljem povećanja koeficijenta obrtaja materijala, otpadna ulja bez opasnih onečišćenja treba regenerirati i koristiti za loženje. Samo ulja onečišćena PCB-om (askarel, poliklorirani bifenil) spadaju u posebni otpad.

Svaki pogon, odnosno postrojenje, trebao bi imati snimku gospodarenja potrošnim materijalima, definicije vrste materijala s kojima radi, definirane postupke za rukovanje, kontrolu i sanaciju u slučaju izvanrednih situacija.

LITERATURA

[1] S. ČABRAJAC: "Klasifikacija tekućih dielektrika", Sloko CIGRE, Prva konferencija, Ljubljana, 1993.

[2] IEC 590 (1977) Determination of the aromatic hydrocarbon content of new mineral insulating oil

[3] IEC 666 (1979) Detection and determination of specified antioxidant addittives in insulating oils

[4] IEC 296 (1982) Specifikation for unused mineral insulating oils for transformers and switchgear

[5] IEC 465 (1988) Specifikation for unused insulting mineral oils for cables with oil ducts

[6] IEC 588 (1977) Askarels for transformers and capacitors

[7] IEC 836 (1988) Specifikation for silicone liquids for elektrical purposes

[8] IEC 1099 (1992) Specifikations for unused syntetic organic esters for elektrical purposes

[9] IEC 1100 (1992) Classification of insulating liquids according to fire-point and net calorific value

[10] Radna grupa 02 SC 15 : Review on insulating liquids, Elektra No. 171, april 1997.

[11] IEC 1039 (1990) General classification of insulating liquids

[12] HRN ISO 11014-1 (1997) Sigurnosno-tehnički list za kemijske proizvode

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF TRANSFORMER OILS' USAGE AND DISPOSAL

It is necessary to apply urgent measures in all fields of human activities regarding the high level of pollution in the world. It is important to know different characteristics of liquid dielectrics so that the most convenient could be chosen for secure management, transport, stock and disposal of waste oils.

In the paper general environmental aspects of transformer oils' usage and disposal are evaluated.

UMWELTSCHUTZTECHISCHE GESICHTSPUNKTE DER NUTZUNG UND DER ABLAGERUNG DER TRANSFORMATORENÖLE

Die in weltlichen Verhältnissen starke Umweltverschmutzung verlangt dringend sofortige Tätigkeiten in allen Gebieten menschlicher Wirkungsbereiche.

Damit richtige Maßnahmen im Bezug auf sichere Handhabung, Transport, Lagerung des Vorrats und Ablagerung des verbrauchten Materials getroffen werden, ist es wichtig verschiedene Eigenschaften flüssiger Dielektrika zu kennen.

Im Artikel werden allgemeine umweltschutztechnische Nutzungs- und Ablagerungssichten behandelt.

Naslov pisca:

Božena Musulin, dipl. ing.
Končar-Institut za elektrotehniku
Baštijanova b.b.
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2000-03-23.

25. GODIŠNJICA HIDROELEKTRANE VARAŽDIN

Borislav F r a n k o v i ć, Zagreb - Petar K o v a č e k - Dragutin C i g r o v s k i, Varaždin - Marijan Z e l i ć - Vedran J u r i ć, Zagreb

UDK 621.311.21
PREGLEDNI ČLANAK

25 godina rada hidroelektrane "Varaždin" prigoda je davanja osvrta na njen pogon, tehnička promatranja, održavanje, rekonstrukciju i obnovu. Razmotren je i njen utjecaj na okoliš, jer je zamjetan i općenito nedovoljno poznat. Budući da je hidroelektrana višenamjenska raznovrsne su i njene mnogobrojne izravne koristi koje uzrokuju mnoge neizravne koristi. Na kraju se skreće pozornost na činjenicu da elektrana spada u sustave za uređenje i korištenje vode i zemljišta, koji su bitni za održivi razvoj Hrvatske, unaprjeđenje gospodarstva, povećanje zaposlenosti, razvoj na stručnom i znanstvenom polju, što sve povoljno utječe na demografska kretanja, te povećava blagostanje i opće zadovoljstvo stanovništva.

Ključne riječi: višenamjenske hidroelektrane, pogon, tehnička promatranja, obnova, zaštita okoliša, održivi razvoj.

1. UVOD

Povod za članak je 25. godišnjica puštanja u pogon hidroelektrane (HE) Varaždin (1975.), prve u nizu elektrana na hrvatskom dijelu Drave. Glavna svrha članka je poopćavanje iskustava stečenih u 25 godišnjem pogonu, tehničkom promatranju i održavanju elektrane.

Nakon kratkog opisa elektrane dan je osvrt na pogon elektrane, u najvećem dijelu načina rada elektrane, te njeno daljinsko upravljanje.

U posebnim poglavljima obrađena su tehnička promatranja i održavanje, koji su bitni za sigurnost elektrane i njenog okoliša, pouzdanost i djelotvornost njenog pogona, te njenu dugovječnost.

Budući da korištenje vodnih snaga ima i protivnika, dijelom zbog promjena u prostoru koje ono uzrokuje, u posebnom poglavlju se razmatra utjecaj elektrane na okoliš.

Na izvanredno važno pitanje, koje i kolike su koristi te hidroelektrane u proteklih 25 godina pokušalo se odgovoriti u posebnom poglavlju.

Naše hidroelektrane na Dravi su najvažniji dijelovi sustava za uređenje i korištenje voda i zemljišta na obuhvatnom prostoru, a općenito su najprobitačnije tvornice[1] u Hrvatskoj, čija probitačnost s vremenom raste ako se njima stručno upravlja. Zbog toga se nameću pitanja o budućnosti HE Varaždin, kao npr. pitanje njenog poboljšavanja i njenog vijeka.

Na kraju se daju zaključci za koje se smatra da mogu koristiti prilikom zamišljanja daljnjeg uređenja i korištenja voda i zemljišta u Hrvatskoj i svijetu, s korištenjem vodnih snaga kao jednom od važnih namjena.

[1] To su tvornice za proizvodnju električne energije a osnovna sirovina je sunčeva energija koja se pretvara u vodnu snagu.

2. KRATAK OPIS ELEKTRANE

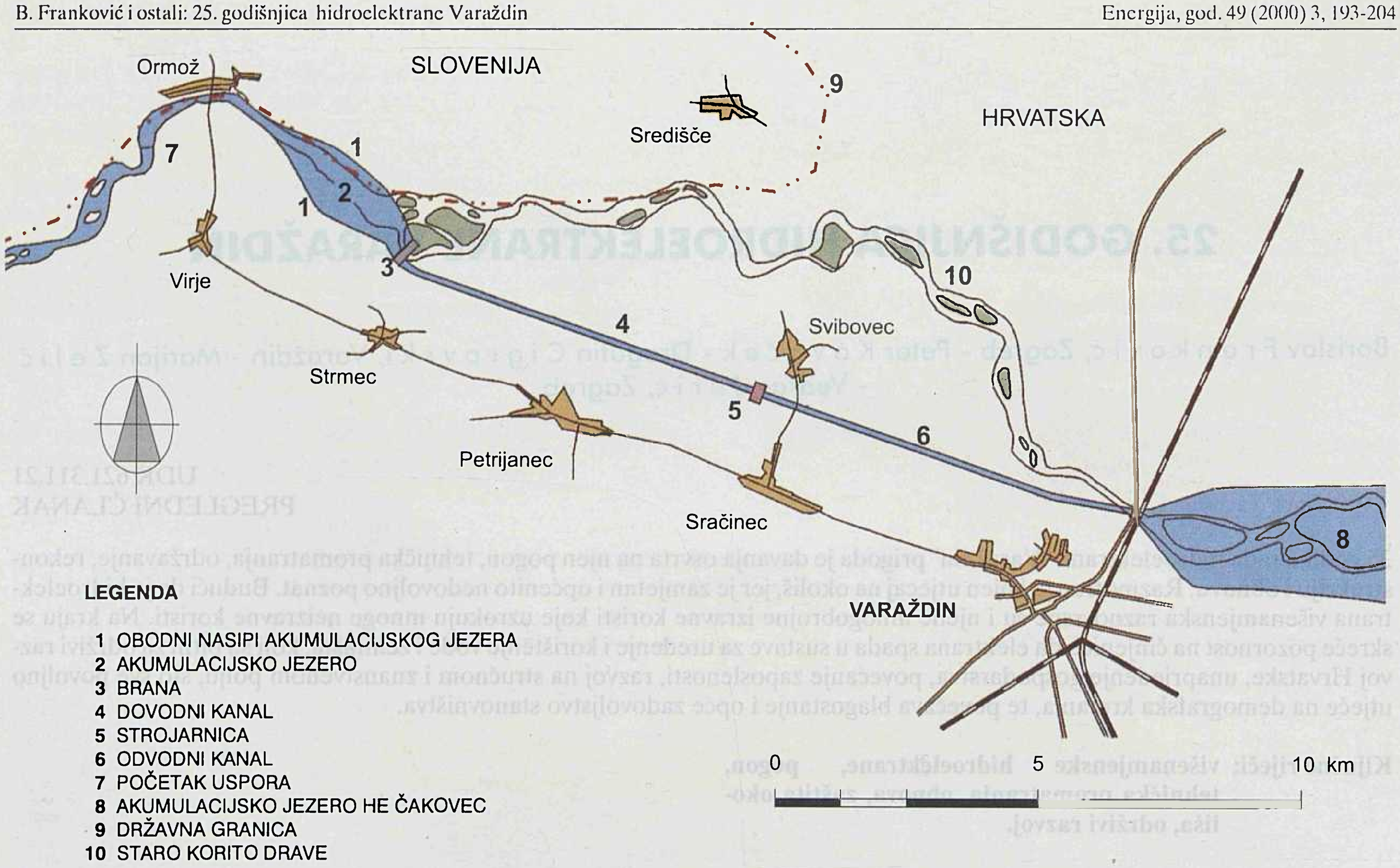
Višenamjenska derivacijska hidroelektrana "Varaždin" koristi vodne snage rijeke Drave na dionici dugoj 28,5 km, brani zemljište i naselja od poplava i erozivnog djelovanja rijeke, opskrbljuje vodom (šećeranu "Ormož" u Sloveniji), odvodnjuje prekomjerno vlažno zemljište, stvara uvjete za gravitacijsku odvodnju doline i gravitacijsko natapanje zemljišta, te uvjete za razvoj razonode, izletništva i športa.

Hidroelektrana je građena relativno kratko (4,5 godina), gotovo isključivo domaćim snagama, a stavljena je u pogon 1975. g. Sastoji se iz slijedećih glavnih dijelova: obodnih nasipa, pokretnog i nasutog dijela brane, dovodnog kanala s ulaznom građevinom, strojarnice i odvodnog kanala. U lijevom upornjaku pokretne brane je mala hidroelektrana, koja služi za ispuštanje propisanih vodnih količina u korito rijeke između brane i restitucije.

Prema službenoj definiciji velikih brana u sustavu hidroelektrane je sedam velikih brana: (1) i (2) lijevi i desni obodni nasip, (3) dio brane sa zapornicama, (4) nasuti dio brane, (5) i (6) lijevi i desni nasip dovodnog kanala i (7) strojarnica.

Na dionici korištenja postoji velika prirodna okuka koja je iskorištena tako da se bruto pad dionice od 23 m koristi na jednoj derivacijskoj elektrani umjesto dvije pribranske. Za mjerodavno hidrološko razdoblje srednji protok Drave na zahvatu je 315 m^3/s iz čega je prema ondašnjim shvaćanjima proizašao instalirani protok elektrane od 450 m^3/s.

Usprkos tome što su se hidroelektrane na Dravi u Hrvatskoj počele zamišljati ranih 70-ih godina dalekovidno se zaključilo da se umjesto protočnih hidroelek-



LEGENDA

1 OBODNI NASIPI AKUMULACIJSKOG JEZERA
2 AKUMULACIJSKO JEZERO
3 BRANA
4 DOVODNI KANAL
5 STROJARNICA
6 ODVODNI KANAL
7 POČETAK USPORA
8 AKUMULACIJSKO JEZERO HE ČAKOVEC
9 DRŽAVNA GRANICA
10 STARO KORITO DRAVE

Slika 1. Položaj elektrane

trana sagrade elektrane s mogućnošću dnevnog i djelomično tjednog uređenja dotoka. Uz zahtjev za korištenjem do 1 m prostora u akumulaciji i određenog mjesta pokretne i nasute brane proizašao je oblik akumulacije. Zbog niskih obala za njeno ostvarenje potrebni su nasipi, koji su prvo zamišljeni iz šljunka i s brtvenom glinenom jezgrom, a kasnije su zamijenjeni (zbog štednje i veće brzine građenja) nasipima obloženih asfaltbetonom. To je bila prva uporaba takve vrste obloge na velikim branama u bivšoj državi.

Pokretna brana sagrađena je u jednoj građevnoj jami. Brana ima 6 polja koja se zatvaraju sa segmentnim zapornicama na koje su stavljene zaklopke. Za rad s tako velikim zapornicama prvi put je u bivšoj državi upotrijebljen hidraulički pogon. Nakon završene gradnje pokretne brane korito Drave je u 23 sata pregrađeno nasutim dijelom brane.

U desnom upornjaku pokretne brane je mala hidoelekrana koja koristi vodu koja se u nizvodno 22,5 km dugo korito propušta u danas propisanoj količini od 8 m^3/s. Na brani je još riblja staza koju najviše koristi podust, koji se masovno mrijesti uzvodno od brane.

Uz branu je zahvat vode koji se sastoji samo iz betonskog praga. Derivacijski kanal dužine 14,7 km strojarnicom je podijeljen na dva podjednaka dijela. Dovodni kanal je u nasipima obloženim također asfaltbetonom, a odvodni je u dubokom usjeku i, osim uz strojarnicu, neobložen.

U strojarnici su smještene dvije proizvodne jedinice između kojih su regulatori protoka. Regulatori sprječavaju valove u derivaciji pri naglom zaustavljanju turbina. Turbine su vrste "Kaplan" s uspravnom osovinom na koju se nadovezuju generatori.

OSNOVNI PODACI

Opći

Dionica Drave Ormož-Varaždin
Višenamjenska derivacijska hidroelektrana s potpunim dnevnim uređenjem dotoka
Početak pogona 1975. g.

Hidrološki

Oborinsko područje, km^2	15379
Srednji godišnji protok, m^3/s	315
Jednogodišnja velika voda, m^3/s	1.300
Velika voda povratnog razdoblja 1.000 g., m^3/s	3.700

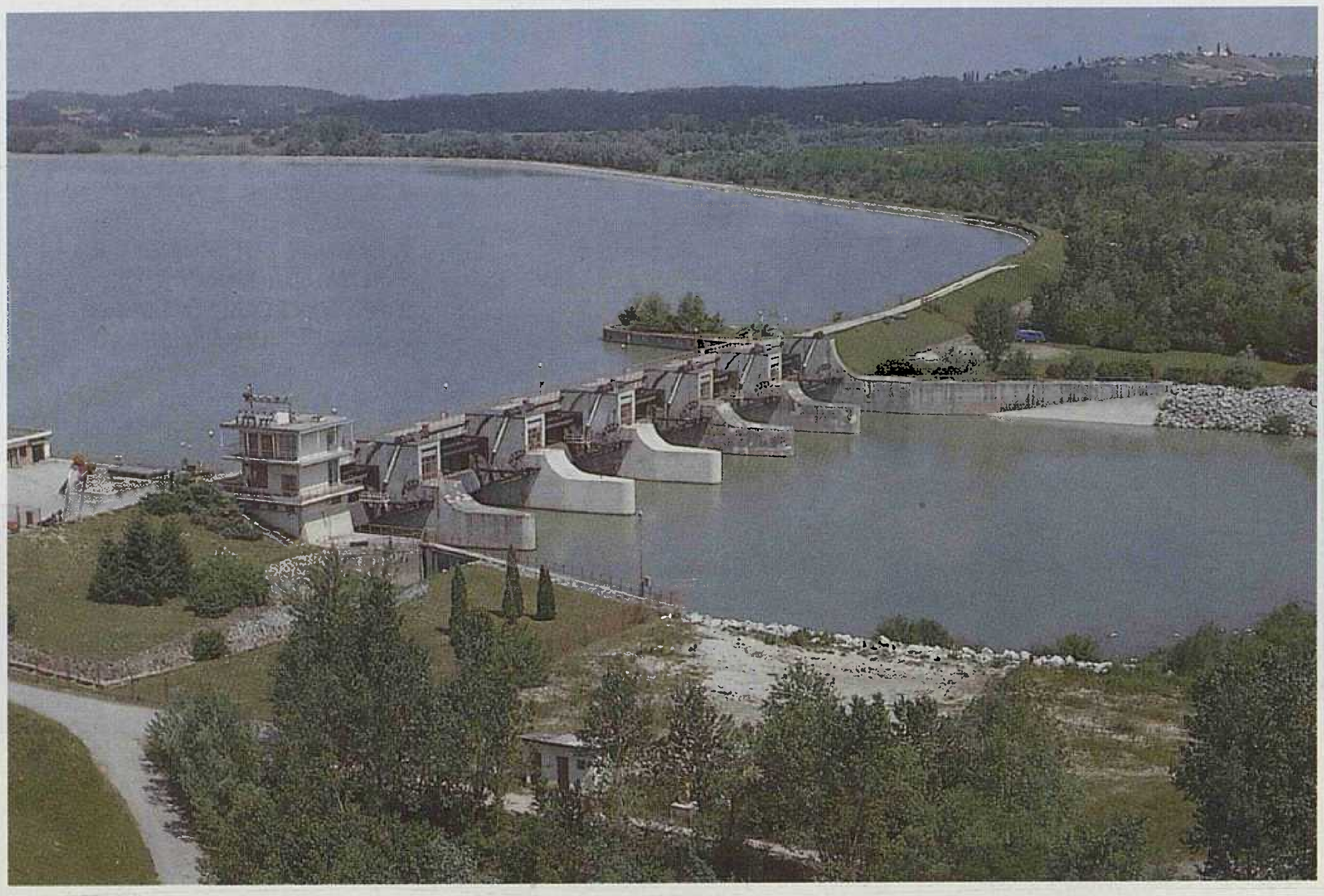
Jezero

Površina, km^2	3,0
Ukupna zapremina pri srednjem protoku, hm^3	8

Građevine

Velike brane

	Najveća visina	Dužina u kruni	Zapremina
	m	m	m^3
Obodni nasipi	10	6.600	330.000
Nasuti dio brane	10	326	100.000
Pokretna brana	19,7	133	54.000
Nasipi dovodnog kanala	14	15.000	2,900.000
Strojarnica	45	64	70.000



Slika 2. Pogled na branu sa zapornicama

Ostale građevine

Dovodni kanal, dužine, km	7,5
Odvodni kanal, dužine, km	7,2
Mostovi preko derivacijskog kanala, broj	5

Energetski podaci

Normalni uspor, m n.m.	191,00
Instalirani protok, Q_i, m^3/s	450*
Bruto pad na strojarnici za Q_i, , m	21,82
Instalirana snaga na stezaljkama generatora, MW	86*
Moguća prosječna godišnja proizvodnja, GWh	476

Podaci o opremi

Pokretna brana

Šest segmentnih zapornica dužine 17,00 m visine 6,0 m sa zaklopkama visine 1,5 m, mase 597 t. Mala proizvodna jedinica s cijevnom vodoravnom turbinom snage 650 kW, instaliranog protoka 10 m^3/s.

Strojarnica

Dvije proizvodne jedinice s uspravnom osovinom.

Turbine

Kaplan, nazivni protok 225 m^3/s, konstruktivni pad 21,9 m, 125 o/min, snaga 2x45 MW, promjer okretnog kola 5620 mm, masa turbine 585 t.

Generatori

Snaga 1x53,5 MVA, 10,5 kV±7%, 1x50MVA,10,5 kV±5%, masa generatora 325 t.

Transformatori

Snage 1x53,5 MVA, 10,5/115 kV, smješteni između ulazne građevine i dvorane za strojeve.

Regulator protoka

Dva segmentna zatvarača 4,20x3,30 m, protočnosti 2x225=450 m^3/s, pri nagloj obustavi pogona automatski se otvaraju za 6 sek.

Rasklopište

110 kV+35 kV+10,5 kV+0,4 kV. Smješteno između ulazne građevine i dvorane za strojeve. Generator i transformator spojeni su izravno u bloku s dalekovodom 110 kV bez sabirnica. Svaki odvod opremljen je učinskom sklopkom 3500 MVA, 800 A.

Količine glavnih građevinskih radova

Iskopi, 10^3 m^3	6.196
Nasipi, 10^3 m^3	3.530
Asfaltbetonska obloga, 10^3 m^2	615
Beton, 10^3 m^2	100
Betonsko željezo, t	3.700
Uspravni podzemni zidovi, 10^3 m^2	11,5

3. POGON

3.1. Općenito

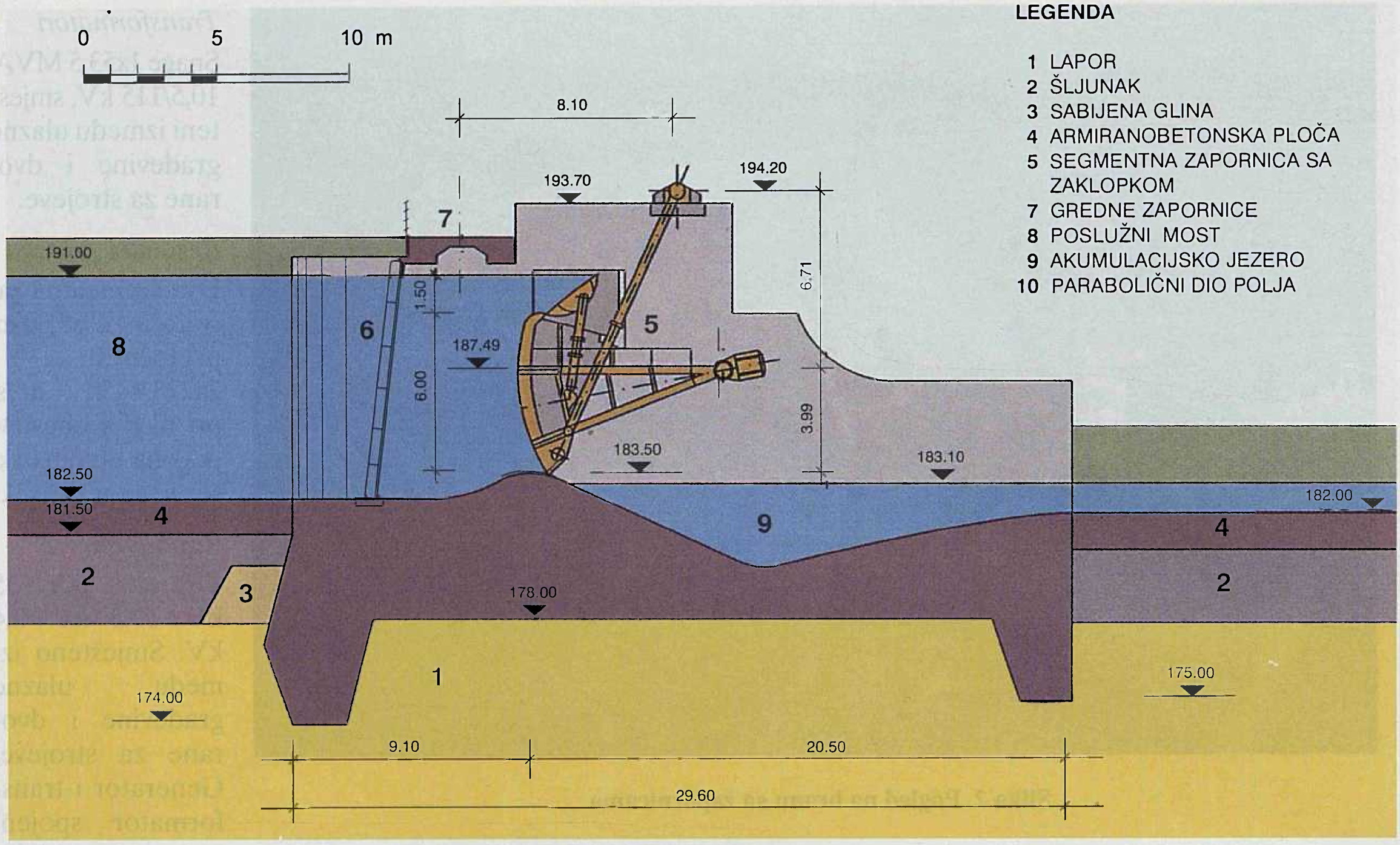
Općenito pogon elektrane zavisi o dotoku Drave, mogućnosti uređenja tog dotoka, instaliranoj protoci elektrane, njenoj pogonskoj spremnosti, te načinu upravljanja.

U slijevu postoje vrlo skromne mogućnosti sezonskog uređenja dotoka[2], ali Drava ima svejedno relativno povoljan raspored protoka tijekom godine zahvaljujući velikoj akumulaciji vode u snijegu, te prilično uravnotežene godišnje dotoke zahvaljujući ledenjacima.

U Hrvatsku ulazi već promijenjeni protok Drave kroz hidroelektranu Formin, što je povoljno jer smanjuje potrebnu veličinu akumulacije za dnevno uređenje dotoka (vidi sl. 8). Zbog toga je korisni prostor u gornjih

* Koristi se protok do 500 m^3/s i snaga do 94 MW.

[2] U Hrvatskoj takve mogućnosti ne postoje, te je na dravskim elektranama moguće samo dnevno i djelomično tjedno uređenje dotoka.



LEGENDA

1 LAPOR
2 ŠLJUNAK
3 SABIJENA GLINA
4 ARMIRANOBETONSKA PLOČA
5 SEGMENTNA ZAPORNICA SA ZAKLOPKOM
7 GREDNE ZAPORNICE
8 POSLUŽNI MOST
9 AKUMULACIJSKO JEZERO
10 PARABOLIČNI DIO POLJA

Slika 3. Presjek kroz protočno polje brane

1 m akumulacije Varaždin posve dovoljan za dnevno uređenje dotoka i u najnepovoljnijim danima (kada je dnevni dotok približno jednak polovici instaliranog).

Instalirani protok HE Varaždin je 450 m^3/s, a uzvodne elektrane 500 m^3/s, pa je zatražena i dobivena suglasnost projektanata turbina i elektrane za rad turbina HE Varaždin na veći instalirani protok po turbini od 250 m^3/s, što povećava snagu turbina na 48 MW, a instaliranu snagu elektrane na 94 MW.

Pogonska spremnost elektrane bila je na visokom stupnju. U cijelom razdoblju od 1983.-1993. bila je na najvišem stupnju jer nije zabilježen ni jedan kvar na njenim postrojenjima. U prosjeku je elektrana bila neraspoloživa 80 sati godišnje, na što su bitan utjecaj (90%) imala 2 proboja blok transformatora na prvoj proizvodnoj liniji koja su se dogodila 1981. i 1994. g. kao posljedica atmosferskih pražnjenja.

U 1999. g. proradilo je središte za daljinski nadzor i upravljanje lancem od tri hidroelektrane do sada izgrađene na Dravi u Hrvatskoj. Svrha tog središta je:

- maksimizacija proizvodnje električne energije;
- povećanje pogonske spremnosti i pouzdanosti elektrana, te
- povećanje sigurnosti i pouzdanosti sprovođenja velikih vodnih valova kroz sustav hidroelektrana.

U vrlo kratkom vremenu pokazala se opravdanost središnjeg nadzora i upravljanja, između ostalog i povećanjem proizvodnje energije.

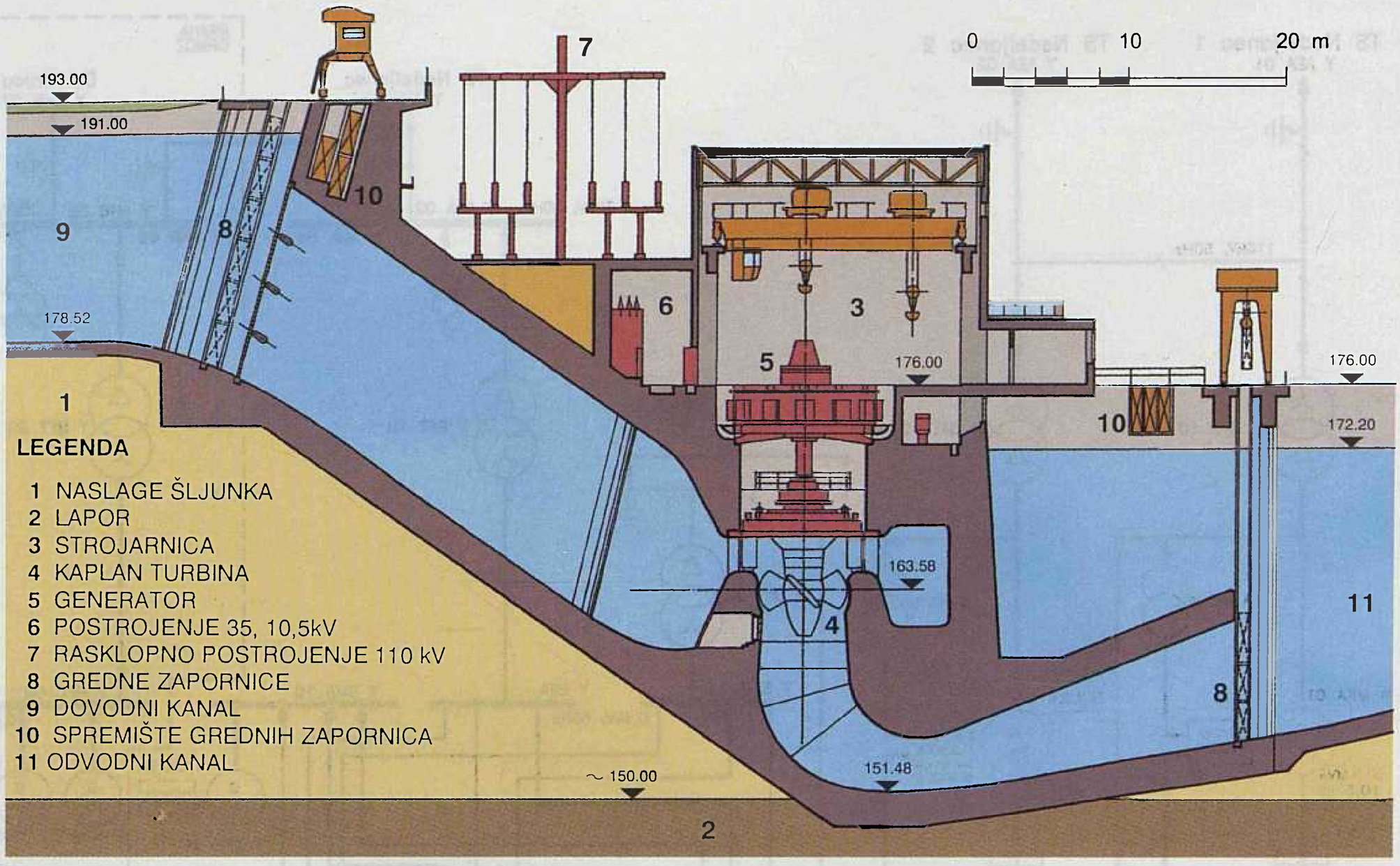


Slika 4. Pogled na strojarnicu s dovodnim i odvodnim kanalom

3.2. Način pogona

Za HE Varaždin je svojstveno da tijekom dana radi promjenljivo, kada je dotok manji od instaliranog, što je prosječno više od 10 mjeseci godišnje, te da se dio energije prebacuje iz dana u dan. Za ilustraciju se daje dijagram dotoka, promjene snage i gornje vode brane za 2/9/96 kada je dotok bio 225 m^3/s (50% od instaliranog). Iz dijagrama je vidljivo da je elektrana po noći stajala, a najvećom snagom je radila u jutarnjim i večernjim satima. Slično je radila i uzvodna HE Formin, za koju se daje dijagram radne vode za isti dan.

Iz dijagrama promjene gornje vode brane HE Varaždin je vidljivo da je razlika između gornje vode brane na početku i na kraju dana 0,25 m, tj. 25% ko-



Slika 5. Poprečni presjek strojarnice

risne zapremine akumulacije u gornjih 1 m. Također je vidljivo da je srednja dnevna gornja voda brane niska. Oboje je redovita pojava za vrijeme dotoka manjih od instaliranog i obje jedinice u pogonu.

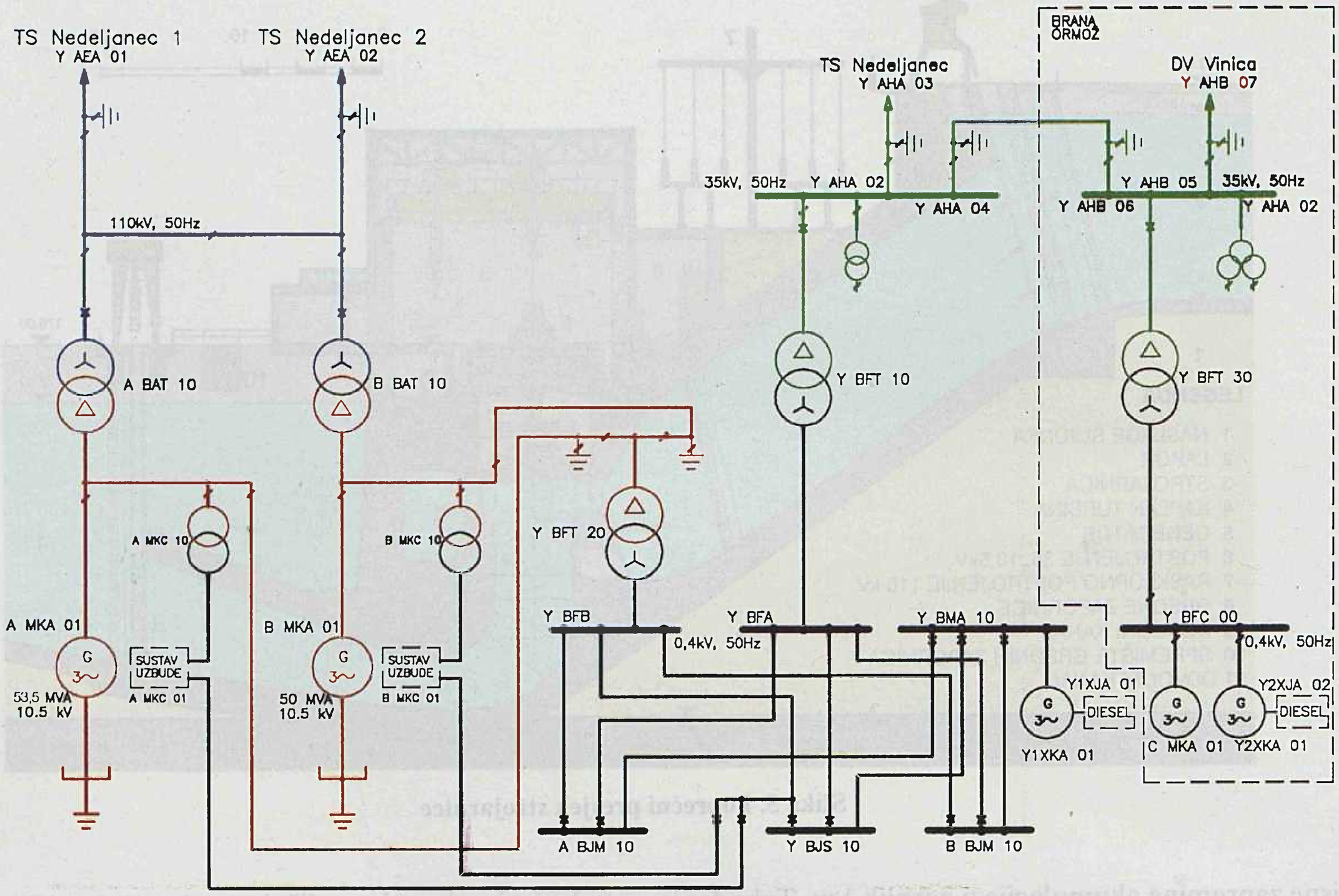
Iz načina pogona jasno proizlazi potreba Hrvatske za promjenljivom energijom, te da elektrana proizvodi veliki dio više vrijedne promjenljive energije.

3.3. Proizvodnja električne energije

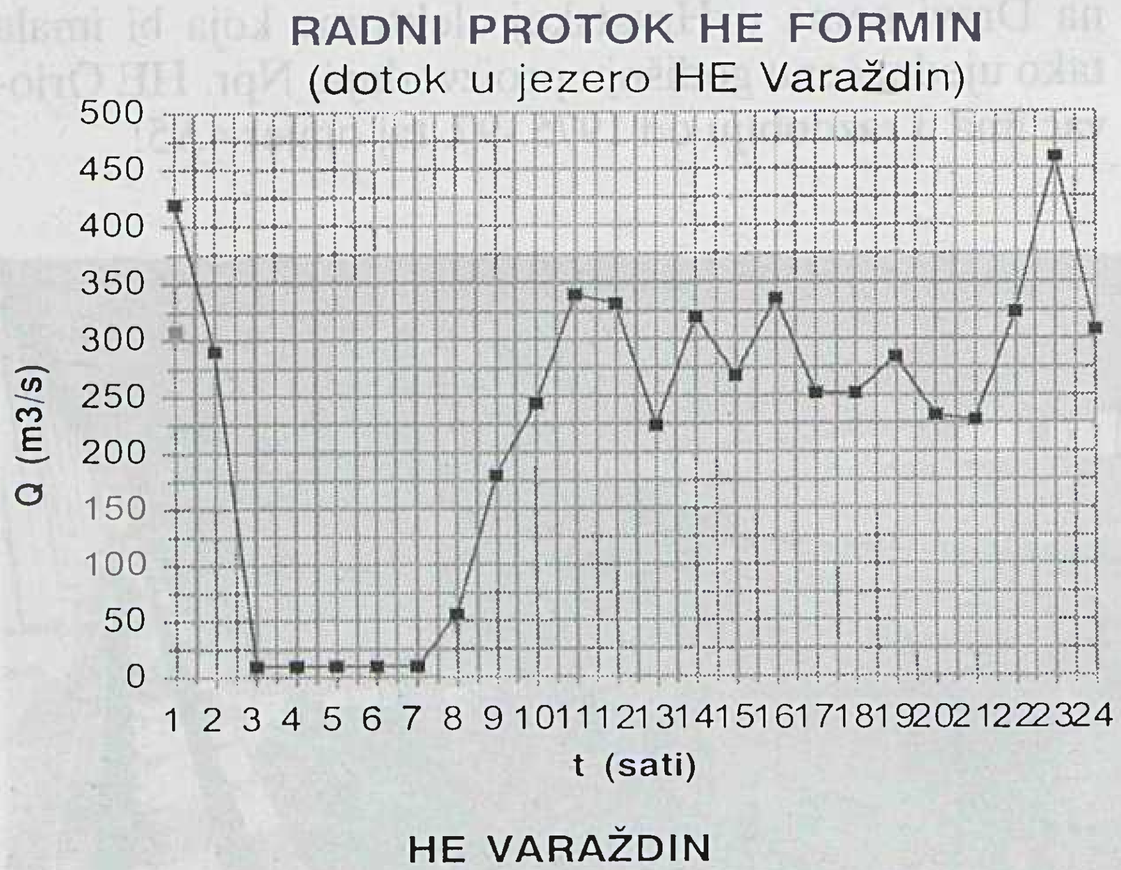
Svojstva Drave odražavaju se i na proizvodnju te je najmanja proizvodnja u zimskim mjesecima, a najveća u kasno proljetnim i ljetnim mjesecima, od svibnja do kolovoza (vidi dijagram). Omjer između najveće i najmanje mjesečne proizvodnje je 2,3. Povoljna hidrološka svojstva Drave pokazuju se u maloj razlici između godišnjih proizvodnji. U razdoblju od 1976.-1999. kretala se godišnja proizvodnja u rasponu od 395,98 do 547,76 GWh, a srednja je bila 452,46 GWh. Omjer između najveće i najmanje godišnje proizvodnje bio je samo 1,38 što je izvanredno povoljno. Osim hidroelektrana na Dravi nema u Hrvatskoj elektrane koja bi imala tako ujednačenu godišnju proizvodnju. Npr. HE Orlovac ima u razdoblju od 1975.-97. taj omjer 4,95!



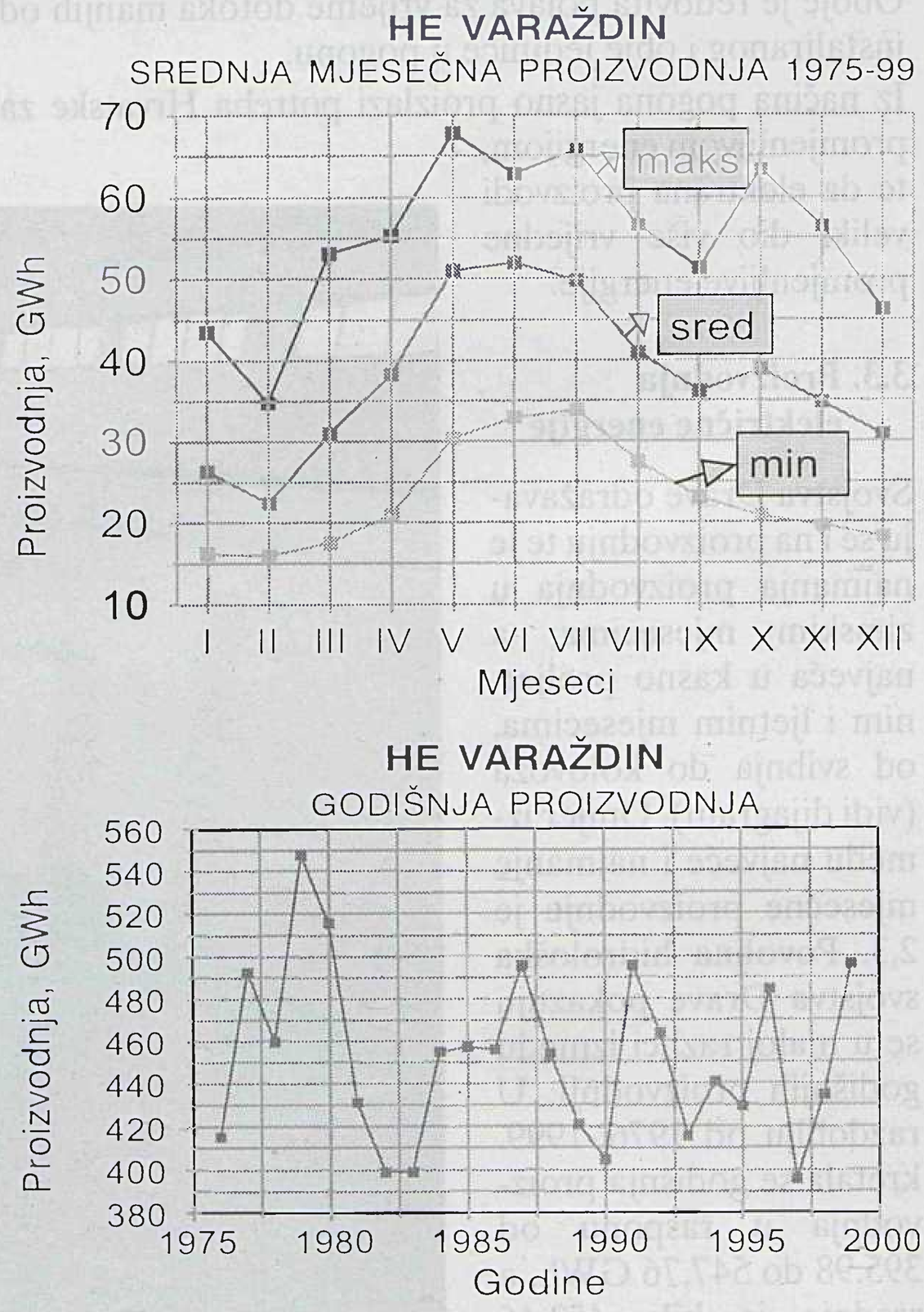
Slika 6. Strojarnica



Slika 7. Jednopolna shema elektrane



Slika 8. Dijagrami dotoka, snage i gornje vode brane HE Varaždin dne 2/9/96.



Slika 9. Mjesečna i godišnja proizvodnja električne energije u razdoblju 1975.-99.

Na kraju je važno spomenuti da je HE Varaždin od početka pogona u travnju 1975. do kraja 1999. g. proizvela 11„018,535.000 kWh električne energije, od čega je više od polovice promjenljiva energija, a ostalo je temeljna.

4. TEHNIČKA PROMATRANJA

4.1. Općenito o tehničkim promatranjima

Pravilnikom o tehničkom promatranju velikih brana definirano je da su tehnička promatranja skup aktivnosti mjerenja, promatranja i ispitivanja s ciljem utvrđivanja stanja velike brane u cjelini i u pojedinim dijelovima, kao i u tlu uz branu i u prostoru akumulacije. Stanje se utvrđuje glede stabilnosti, vodopropusnosti i djelovanja kemijskih i drugih činitelja na koroziju i mehaničku otpornost materijala.

Kako je velika brana u pravilu dio cjelovitog energetskog sustava, za sigurnost i pouzdanost sustava značajna je i stabilnost ostalih hidrotehničkih građevina, posebno u slučajevima kada se po svojim značajkama svrstavaju u velike brane. Dodatni razlozi za sustavno provođenje tehničkih promatranja na cjelovitom hidroenergetskom postrojenju su racionalno održavanje građevina, te prikupljanje potrebnih iskustava za unaprjeđenje projektiranja i građenja novih objekata.

Prema tome tehnička promatranja bitna su za sigurnost i pouzdanost velikih brana i hidroenergetskih sustava u cjelini, a zamišljena su tako da na vrijeme osiguraju pokazatelje koji upućuju na slijedeće:

- izvanredno ponašanje brane i drugih hidrotehničkih građevina
- novonastale vanjske opasnosti
- potrebu na radovima održavanja
- potrebu izmjena i dopuna sustava za tehničko promatranje
- potrebu povećanja sigurnosti brane i njenih pratećih dijelova

Kako bi se odgovorilo na postavljene zadaće tehničkog promatranja, potrebno je osigurati sustavan pristup praćenja promjena, a što je moguće samo uz dobro poznavanje značajki brane i pridruženih građevina, pravilno osmišljen program praćenja, te stručan i transparentan pristup u rasčlambi i interpretaciji prikupljenih informacija.

4.2. Tehničko promatranje HE Varaždin

U pripremi i provedbi tehničkog promatranja HE Varaždin zastupljena su sva temeljna načela koja se očekuju od sustavnog praćenja velike brane. To je vidljivo već iz glavnog projekta tehničkih promatranja koji sadrži sve aktivnosti koje je bilo potrebno provesti tijekom građenja, pokusnog i redovnog pogona. Ugrađena je potrebna oprema, propisana su mjerenja i snimanja koja je potrebno provoditi i dane su smjernice kako na pouzdan način prikupiti relevantne mjerne veličine, te interpretirati podatke.

Tehnička promatranja HE Varaždin započela su već kod prvog punjena akumulacijskog jezera, kada su pažljivo bilježeni vodostaji, protoci, položaji geodetskih točaka ugrađenih u nasipe jezera, nasutu branu, armiranobetonsku branu, nasipe dovodnog kanala, strojarnicu, te su bilježene promjene u zaobalju glede promjene razine podzemne vode i mogućih propuštanja izgrađenih objekata. Svim zabilježenim veličinama pridružena je vremenska komponenta, što je omogućilo potpunu interpretaciju i tumačenje ponašanja pojedinih elemenata sustava HE Varaždin.

Sustavno tehničko promatranje s ciljem praćenja ponašanja brane i drugih građevina HE Varaždin nastavljeno je tijekom cijelog razdoblja korištenja ovog postrojenja od 1975. godine do danas. Kao što je predviđeno tehničkom dokumentacijom i propisano važećim Pravilnikom, izvještavanje o utvrđenom stanju građevina i okoliša odvija se u jednogodišnjim intervalima, kroz koja se prikupljaju podaci mjerenja i promatranja, te pristupa obradi i interpretaciji podataka. Prikaz prikupljenih podataka u numeričkom i grafičkom obliku, njihova obrada i interpretacija, te zaključno mišljenja o ponašanju brane i ostalih građevina kao i smjernice o potrebi redovnog ili pojačanog održavanja, sadržani su u cjelovitim godišnjim izvješćima.

Danas nakon 25 godina korištenja elektrane i redovnih tehničkih promatranja, može se potvrditi da je sustav praćenja optimalno dimenzioniran, što znači da su odabrana oprema i propisana mjerenja, te obrade i interpretacije bili dostatni za uspješnu kontrolu rada ovakvog postrojenja. U prilog tome ukazuje relativno dobro stanje građevina, te mali broj izvanrednih većih intervencija koje je trebalo provesti radi sigurnosti sustava kroz proteklo razdoblje korištenja. Tako su tijekom provedbe tehničkih promatranja registrirane promjene u dnu slapišta brane, te su pravodobno poduzimane odgovarajuće mjere zaštite, pa sigurnost brane i okoliša nisu dovedeni u pitanje. Ovdje treba naglasiti i redovno praćenje i kontrolu razvoja pukotina koje nisu neočekivane na ovakvim zahtjevnim građevinama. Registrirane pukotine, s obzirom na njihov položaj i značaj, obrađuju se i prate, kako svojom prisutnošću i povećanjem ne bi bitno utjecale na predviđeni radni vijek promatrane građevine. Posebna pozornost je posvećena pojavi pukotina u armiranobetonskoj konstrukciji protočnog sustava strojarnice, pa je u radi toga ostvaren redovan program praćenja koji obuhvaća i povremene popravne mjere, a sve u cilju da se spriječe veće štete i ne ugrozi predviđeni radni vijek građevine.

Prema tome optimalno definiran opseg i program tehničkih promatranja, te sustavno provođenje takvog programa na HE Varaždin, može poslužiti za primjer savjesnog održavanja razine sigurnosti ovakvih građevina.

5. ODRŽAVANJE

5.1. Građevinski dio

Održavanje građevina obuhvaća njihovo praćenje i očuvanje namjene, poduzimanje popravnih mjera nužnih za sigurnost, mehaničku otpornost i stabilnost, te za život i zdravlje ljudi. U skladu s tim očuvanje i dugoročna pouzdanost energetskih objekata bitno ovisi o pažnji i njezi koja im se posvećuje.

Održavanje građevina HE Varaždin temelji se na njihovom sustavnom praćenju kroz različite oblike kontrolnih aktivnosti. Ovdje se naglašava važna uloga tehničkih promatranja koja omogućavaju spoznaju o neželjenim pojavama i događajima na građevinama već u samom početku njihovog nastajanja. Osim toga, za pravilno održavanje nezaobilazni su svakodnevni kontrolni obilasci elektrane tijekom kojih djelatnicima ne mogu promaći ni najsitnije promjene na građevinama i okolišu.

Održavanje građevina može se globalno svrstati u redovito i izvanredno. Prvo ne zahtijeva analizu uzroka nastajanja, pripremu i izradu tehničke dokumentacije za izvedbu, niti izravno utječe na redoviti rad elektrane. Izvanredno održavanje, koje u pravilu obuhvaća složenije zahvate od redovitog, traži analizu uzroka potrebe takvih održavanja, često razna ispitivanja, projektnu dokumentaciju s uvjetima kakvoće radova, a nerijetko i poseban način pogona za vrijeme provedbe, pa ponekad čak i obustavu pogona.

U prvu skupinu spadaju košnja trave, uklanjanje raslinja, održavanje pokosa kanala, zaštita građevina od korozije, održavanje mjernih naprava za tehnička promatranja, popravci pristupnih putova i dr.

U izvanredna održavanja spadaju u prvom redu popravci građevina važnih za izravnu funkcionalnost, sigurnost i pouzdanost elektrane.

Tu spadaju, npr. radovi na velikim branama - armiranobetonskim, asfaltbetonskim i nasutim dijelovima, te zamjena dotrajalih mjernih naprava za tehnička promatranja.

Na HE Varaždin su dosadašnja održavanja građevina elektrane bila u okviru očekivanih i normalnih pojava na hidroelektranama. Tijekom čitavog razdoblja korištenja elektrane nije bilo havarija koje bi ugrozile sigurnost kako građevina i postrojenja, tako niti živote i zdravlje ljudi. Ovakvo je stanje sasvim sigurno odraz sustavnog i redovnog održavanja građevina. Danas nakon dugogodišnjeg korištenja ovih građevina nužno je preispitati ostatni životni vijek i sukladno nalazima predložiti i provesti zahvate za poboljšanja i moderanizacije postrojenja.

5.2. Održavanje postrojenja

HE Varaždin ima samo akumulaciju za dnevno uređenje dotoka, pa svaki kvar, koji izaziva obustavu pogona pri najvišoj razini gornje vode, ima za posljedicu preljev preko brane, odnosno neiskorištavanje vodnog potencijala.

Iz tog razloga se osobita briga posvećuje održavanju svih postrojenja i uređaja, kako ne bi dolazilo do kvarova, jer je najveći gubitak prekid proizvodnje praktički besplatnih vodnih snaga.

Najvažnije je redovito tekuće održavanje u zimskom razdoblju od siječnja do ožujka, strogo usklađeno s redovitim održavanjem uzvodnih elektrana u Sloveniji.

Postrojenja HE Varaždin održava stručno osposobljeno osoblje pogona uz pomoć zaposlenika Tehničke službe u Proizvodnom području HE Sjever. Po potrebi koriste se usluge dobavljača opreme, stručnjaka raznih specijaliziranih organizacija, kao i eksperata nekih domaćih instituta.

Sredstva za održavanje i nabavu rezervnih dijelova osigurana su godišnjim planom troškova odobrenim za te namjene.

S obzirom na istrošenost pojedine opreme postrojenja su u visokoj fazi rizika. Nabava rezervnih dijelova i sklopova je znatno otežana, budući da je riječ o zamjeni opreme ugrađene prije više od 25 godina kakva se danas više ne proizvodi.

Osoblje elektrane stoga je tijekom eksploatacije poduzimalo niz aktivnosti na poboljšanju tehničkih svojstava postrojenja i održavanju njihovog sigurnog rada.

U 25 godišnjem radu HE Varaždin nisu se dogodile havarije na postrojenjima, nije bilo eksplozija ni požara, niti težih povreda na radu.

Međutim, samo dobra volja i znanje nisu garancija za siguran rad postrojenja čija je životna dob na isteku, već su nužno potrebni bitni zahvati na njihovoj obnovi, uključujući i cjelovitu zamjenu gdje se to pokaže potrebno (više o tome je u slijedećem poglavlju).

6. REKONSTRUKCIJE, ZAMJENE I OBNOVA

S ciljem osiguranja raspoloživosti elektrane i pogonske spremnosti na najvišoj razini, ali i korištenja veće snage i povećanja proizvodnje, bilo je potrebito, zbog neadekvatnih projektnih rješenja ili nedostataka na ugrađenoj opremi, učiniti niz značajnijih zahvata u postrojenjima brane i strojarnice.

Od značajnijih zahvata ističu se:

6.1. Proizvodne jedinice

- obnova jednog hidrogeneratora sa zamjenom statorskog namota i paketa, preizoliranjem namota polova uz dodatak jednog zavoja, čime je ujedno primjenom novih tehnoloških rješenja povećana snaga za 15% i smanjeni gubici do 200 kW (1996.).
- dobava i instaliranje novog blok-transformatora, moderne konstrukcije, s niskim gubicima i povećane snage, dok je stari transformator u pričuvi (1995.).

- instaliranje sustava za stalni nadzor mehaničkih veličina agregata (pomak vratila, aksijalnog ležaja, vibracije) paketa statora generatora (1996.).
- rekonstrukcija aksijalnih ležaja s uvođenjem inicijalnog podmazivanja u fazi pokretanja agregata (1998.)
- rekonstrukcija u sustavu turbinske regulacije sa zamjenom nepouzdanih elektromotornih pogona glavnih ventila hidromehaničkim pogonima i uklanjanje hidrauličkog kompresora koji je pregrijavao turbinsko ulje (1992.).
- rekonstrukcija sustava za kočenje agregata s ugradnjom zasebnog kompresora umjesto zraka iz kotlova regulacijskog sustava turbine.

6.2. Električka postrojenja

- rekonstrukcija upravljanja prekidačima 110 kV i 35 kV (1975.-1995.)
- ugradnja zaštite od otkaza prekidača 110 kV s iskapčanjem dalekovoda u TS Nedeljanec (1992.)
- rekonstrukcija ploče vlastite potrošnje, instaliranje zasebnih razvodnih ploča za svaki agregat (1984.)
- zamjena odvodnika prenapona funkcionalnijim i pouzdanijim metaloksidnima (1999.)
- zamjena ispravljača i AKU baterija 220V i 48V novim dvostrukog kapaciteta, u normalnom pogonu obje proizvodne jedinice su odvojene (1998.).

6.3. Upravljanje, automatika, mjerenja, zaštita

- uvođenje daljinskog upravljanja branom iz strojarnice (1978.)
- uvođenje procesnog sustava PROMASTER za automatsko upravljanje proizvodnim jedinicama i postrojenjima (1998.)
- prilagodba opreme i uređaja za daljinsko upravljanje i nadziranje iz Komande lanca Varaždin (1999.)
- zamjena uređaja za mjerenje razine voda na početku kompenzacijskog bazena, na brani i strojarnici (1996.)
- ugradnja sigurnosne automatike za nadzor gornje vode brane (1999.)
- ispravljanje grešaka na uređajima za manipulaciju segmentnim zatvaračima brane (zakošenje), te uvođenje koračnog upravljanja.

6.4. Ostala postrojenja

- novo tehničko rješenje na zahvatu rashladne vode iz dovodnog kanala kojim je spriječeno ulaženje naplavina u cjevovode i rashladne sustave proizvodnih jedinica što je zbog smanjenog protoka utjecalo i na manju proizvodnju električne energije
- izgradnja rezervnog postrojenja za dobavu rashladne vode (bunarske) koje je u funkciji kada nema dovoljno vode iz kanala zbog sniženja razine vode u dovodnom kanalu u razdoblju najvećih dotoka.

Obavljene su pripreme za slijedeće investicije, odnosno radove kojima će se otkloniti daljnji tehnički nedostaci i osigurati pouzdan rad električkih postrojenja:

- izrađen je Glavni projekt za premještanje, odnosno izgradnju novog rasklopnog postrojenja 35/0,4 kV na objektu brane, budući da staro postrojenje ima niz tehničkih nedostataka, neodgovarajući smještaj, a i oprema je istrošena. Dobivena je i lokacijska dozvola.
- izrađeno je Idejno rješenje premještanja i izgradnje postrojenja 110 kV i 35 kV na drugoj prikladnoj lokaciji. Dobivena je i lokacijska dozvola za postrojenje zatvorene izvedbe.
  Sadašnje postrojenje vrlo je loše locirano, a cjelokupnu opremu zbog dotrajalosti nije moguće zamijeniti bez dužeg obustavljanja pogona niti nadopuniti neophodnom opremom za siguran rad elektrane (prekidači u dalekovodnim poljima, spojno polje s dva rastavljača i dr.).

Na temelju Projektnog zadatka za zamjenu, odnosno obnovu druge vitalne opreme elektrane s ciljem produženja životnog vijeka, sigurnog pogona i povećanja snage i proizvodnje električne energije u završnoj je fazi izrada odgovarajućeg projekta obnove HE VARAŽDIN.

Najznačajniji i nužni radovi pored izgradnje novih rasklopnih postrojenja odnose se na:

- zamjenu zaštite generatora i vodova (natječaj je u postupku)
- zamjenu radnih kola turbina
- obnovu i drugog hidrogeneratora
- zamjenu turbinske regulacije.

S obzirom na preko 25 godina eksploatacije s oko 6.600 sati pogona godišnje, ali vrlo nepovoljnog režima rada s blizu 300 pokretanja agregata godišnje, smatra se da je ovoj opremi životna dob na izmaku, te da ju je nužno čim prije zamijeniti novom, s mogućnošću povećanja snage za najmanje 15%.

Nakon predviđene obnove za očekivati je da će HE VARAŽDIN imati instaliranu snagu turbina 2x56 MW (na stezaljkama generatora 2x55 MW), prosječnu godišnju proizvodnju 475 GWh i biti još pouzdanija potpora elektroenergetskom sustavu Republike Hrvatske.

7. UTJECAJ HIDROELEKTRANE NA OKOLIŠ

Hidroelektrana "Varaždin" je višenamjenska, što znači da je dio sustava za uređenje i korištenje voda i zemljišta, koje je najvažniji dio uređenja i korištenja životnog prostora svake zemlje. Takvi su sustavi od presudne važnosti za ljude jer se njima:

- poboljšava vodoopskrba pučanstva i industrije,
- stvaraju mogućnosti za povećanje zdrave hrane navodnjavanjem i odvodnjom, te ribogojstvom,
- smanjuje izjedanje plodnog zemljišta,

- povećava osobna sigurnost i sigurnost za imovinu obranom od poplava i branjenjem zemljišta od izjedanja,
- stvaraju uvjeti za smanjenje zagađenosti voda i zemljišta povećanjem poljoprivrednih prinosa natapanjem i odvodnjom, a ne umjetnim gnojivima i otrovnim zaštitnim sredstvima,
- stvaraju mogućnosti poboljšavanja zdravstvenih prilika zahvaljujući pouzdanoj obrani od poplava, osiguranju zdrave vode za piće, povećanoj proizvodnji zdrave hrane, te smanjenju zagađenosti voda i zemljišta,
- povećava zaposlenost, izravno putem građenja i opremanja, pogona, nadzora i održavanja, a neizravno povećanje proizvodnje energije i poljoprivredne proizvodnje povećava mogućnost: razvoja prerađivačkih pogona, poboljšanja prometnih prilika, te razvoja izletništva, razonode, športa i turizma,
- povećava društvena sigurnost stanovništva zbog boljih uvjeta privređivanja,
- smanjuje potreba za iseljavanjem stanovništva i povećava prirast zbog poboljšanja zdravstvenih, gospodarskih i društvenih prilika,
- poboljšava zaštita i oživljavanje spomenika kulture te podstiču arheološka istraživanja i
- povećava opće zadovoljstvo ljudi iz navedenih razloga.

Postoje i nepovoljni utjecaji, no oni se ili otklanjaju ili popravnim mjerama smanjuju na najmanju moguću i unaprijed dogovorenu mjeru, pri čemu je vrlo velika važnost u praćenju utjecaja hidroelektrane na okoliš.

Na osnovi svega toga dolazi se do zaključka da višenamjenski sustavi, dakle i HE Varaždin, stvaraju opće uvjete za djelotvorniju zaštitu okoliša.

8. KORISTI OD HIDROELEKTRANE

Budući da je hidroelektrana "Varaždin" višenamjenska moguće su koristi od svake namjene.

Obrana od voda

Obrana od voda je dvostruka; (1) obrana od poplava i (2) obrana od izjedanja zemljišta.

Od poplava se brani visoko urbanizirano desnoobalno zemljište, južno od jezera i derivacijskog kanala, od granice sa Slovenijom pa do uključivo grada Varaždina. Ta je obrana vrlo pouzdana, a najslabija karika u lancu obrane je tzv. vodoprivredni nasip uzvodno od jezera. Na lijevoobalnom zemljištu i zemljištu između Drave i derivacijskoga kanala smanjena je opasnost od poplava i pojeftinjena gradnja obrambenih nasipa.

Duž jezera i na dionici Drave između pokretne brane i restitucije troškovi zaštite zemljišta mnogostruko su smanjeni.



Slika 10. Pogled na desni nasip akumulacije HE Varaždin

Opskrba vodom

Iz jezera koristi vodu šećerana Ormož.

Odvodnja

Izgradnjom elektrane nastali su izvanredno povoljni uvjeti za gravitacijsku odvodnju zahvaljujući sniženim vodostajima duž 22,5 km duge dionice Drave između brane i restitucije i dubokom odvodnom kanalu.



Slika 11. Drava između brane i restitucije HE Varaždin

Natapanje poljoprivrednog zemljišta iz jezera i dovodnog kanala za sada ostaje još uvijek neiskorištena mogućnost.

Razonoda, izletništvo i šport u stalnom su usponu.

Korištenje vodnih snaga donosi najviše koristi. Uz cijenu temeljne energije od 0,113 $[3]/kWh i kamatnjak 8% vrijednost proizvodnje do 31/12/1999. i na taj dan iznosi preko 3,55 miljarde $. Budući da elektrana proizvodi pretežno promjenljivu energiju, pod nepovo-

[3] Ta je cijena preuzeta iz Studije opravdanosti obnove HE Zakučac, Elektroprojekt, Zagreb, 1996. Ona se odnosi na cijenu temeljne energije proizvedene u termoelektrani na ugljen s odsumporavanjem. Budući da se ona odnosi na 1/1/1992. treba ju, prvenstveno zbog inflacije, smatrati donjom granicom.

ljnom pretpostavkom da je samo polovica proizvedene energije promjenljiva i da je njena cijena 50% veća od cijene temeljne energije, bila bi njena vrijednost preko 4,44 miljardi $.

Neizravne koristi

Prikazane velike izravne koristi uzrokuju i velike neizravne koristi koje su izravne koristi za razvoj hrvatskog gospodarstva, inženjerstva i znanosti.

Zaključno se može ustvrditi da su samo izravne koristi od obrane od voda, opskrbe vodom, odvodnje, razonode, izletništva i športa, te korištenja vodnih snaga višestruko premašile ulaganja u tu elektranu. Tim izravnim koristima treba dodati i neizravne koristi, no već su izravne dovoljne za dokaz da izgradnja te višenamjenske hidroelektrane ne samo da nije bila neprobitačna (ako su to neki smatrali) nego da je i bila najbolje ulaganje u održivi razvitak Hrvatske.

9. BUDUĆNOST ELEKTRANE

Iz dosadašnjih poglavlja proizlazi važnost ove višenamjenske hidroelektrane u sustavnom uređenju i korištenju voda i zemljišta u Hrvatskoj, velikim koristima od nje, te njenoj ulozi u zaštiti okoliša. Vrijednost i uloga te hidroelektrane, kao i općenito hidroelektrana, može s vremenom samo porasti, te je neupitno da joj ova generacija mora osigurati budućnost.

U tom smislu je bitno zadržati ili povećati sigurnost i pouzdanost velikih brana i ostalih dijelova hidroelektrane, te u najvećoj mogućoj mjeri produžiti vijek njenih ključnih dijelova-brane sa zapornicama i strojarnice. To se postiže: ispravnim vođenjem i upravljanjem hidroelektrane u pogledu njenog pogona, tehničkog promatranja, održavanja i obnavljanja, u što uvijek mora biti uključeno opće nastojanje poboljšavanja.

U 1999. g. učinjeno je bitno poboljšanje uspostavom nadzora i upravljanja dravskim hidroelektranama iz jednog središta.

Dosadašnje održavanje hidroelektrane, s kojim su usko povezana i tehnička promatranja, pokazalo se je vrlo uspješno, no uvijek postoji mogućnost poboljšavanja.

Na kraju se ukazuje na važnost pravodobne obnove koju treba iskoristiti za možebitno povećanje instalirane snage elektrane koje je zasigurno opravdano.

LITERATURA

[1] BERAKOVIĆ, B., FRANKOVIĆ, B., "Planning of multiple purpose river development projects", XII European regional conference of I.C.I.D., Dubrovnik, 1979.

[2] BERAKOVIĆ, B., FRANKOVIĆ, B., "Hidrotehnička postrojenja na Dravi i Muri i njihov utjecaj na okolinu", Međimurje, 5/1984.

[3] BERAKOVIĆ, B., FRANKOVIĆ, B., "Hidrotehnička postrojenja na Dravi. Promjene u prostoru i poticaj razvoja", Savjetovanje Energija i ekologija, Bgd, 1986.

[4] ČALOGOVIĆ, M., FRANKOVIĆ, B., Müller, B., "Tehničko promatranje objekata", HE Varaždin,

[5] FRANKOVIĆ, B., "Hidroelektrana Varaždin", Građevinar, 8/1974

[6] FRANKOVIĆ, B., GUŠTIN, A., ŽUGAJ, R., "Utjecaj hidroelektrane "Varaždin" na okolinu", Savjetovanje o utjecaju akumulacija na okolinu, Trebinje, 1978.

[7] FRANKOVIĆ, B., "Design criteria , operation rules and monitoring for Drava river gated dams", ICOLD kongres, Rio, 1982.

[8] FRANKOVIĆ, B., PLETIKAPIĆ Z., "Examples of environmental impact of hydroelectric power plants constructed in large alluvial planes", Polish-Yugoslav symposium , Gdanjsk, 1984.

[9] FRANKOVIĆ, B., "Multipurpose hydroelectric power plants and environmental protection", Savjetovanje Energija i zaštita okoliša, Opatija, 1986.

[10] FRANKOVIĆ, B., "Environmental impact of hydroelectric power plants on the Drava river", ICOLD kongres, Beč, 1991.

[11] FRANKOVIĆ, B., "Impact of the Drava river reservoirs on grounidwater", ICOLD kongres, Durban, 1994.

[12] FRANKOVIĆ, B., MARUŠIĆ, J., MIŠETIĆ, S., Tedeschi, S., "Višenamjenska akumulacijska jezera i okoliš", I konferencija hrvatskih društava o vodama, Dubrovnik, 1995

[13] KOVAČEK, P., "Hidroelektrana "Varaždin", EGE, 3/99

[14] KUČA, D., Brezovac, M., BUŽIĆ, G., MAGIĆ, D., "Daljinski nadzor nad hidroelektranama na rijeci Dravi i upravljanje", EGE, 3/99

[15] ZELIĆ, M., MARTINOVIĆ, M., "HE Varaždin - Izvještaj o tehničkom promatranju 1979. ", ...1993.

[16] ZELIĆ, M., HRŠAK, S., "Izvješće o tehničkom promatranju HE Varaždin 1994, ..." 1999.

[17] ZELIĆ, M., HRŠAK, S., MIKUŠ, M., CIGROVSKI, D., JELAVIĆ, V., KUĆA D., "HE Varaždin, Dosje velike brane", 1996.

[18] ZELIĆ, M., HRŠAK, S., "HE Varaždin - Dnevnik velike brane 1975", ... 1998.

[19] ZELIĆ, M., "Praćenje rada hidroenergetskih objekata, Tridesetpet godina Instituta za elektroprivredu", Zagreb,1988.

[20] ZELIĆ, M., HRŠAK, S., "Kontrola i održavanje građevina u funkciji pouzdanosti i očuvanja eksploatacijskog vijeka", ENERGIJA, 5/1993.

25TH ANNIVERSARY OF THE VARAŽDIN HYDRO POWER PLANT

The 25th anniversary of the Varaždin Hydro Power Plant's operation is the occasion to review its operation, technical observation, maintenance, reconstruction and refurbishment. Its influence on the environment is analysed too, since it is noticeable and, generally, not known enough. Owing to the hydro power plant's multiple usage, there are

different numerous direct benefits causing numerous indirect ones. In the end, attention is directed to the fact that the plant also presents a system for the arrangement and usage of water and land. This is important for Croatia's sustainable development, economic improvement, employment increase, professional and scientific development, which all bears favourable influence on the demographic processes and increases the well being and general contentment of the citizens.

25. JUBILÄUM DES WASSERKRAFTWERKES "VARAŽDIN"

Das 25.jährige Jubiläum gibt Anlass für einen Rückblick auf Betriebsweise, Beobachtung technischer Umstände, Instandsetzung, Umbau und Aufrüstung des Wasserkraftwerkes "Varaždin". In Betracht gezogen ist der Einfluss dieses Kraftwerks auf die Umwelt, welcher sich bemerkbar macht ist aber im allgemeinen wenig bekannt. Das Kraftwerk gehört zu den Systemen der Wasserregulierung und Bodennutzung. Tatsache ist, daß das Kraftwerk dadurch dem erhaltbaren Wachstum Kroatiens, der Förderung seiner Wirtschaft, der Erhöhung des Beschäftigtenanteiles, der günstigen Beeinflussung der Entwicklung auf fachlichem und wissenschaftlichem Gebiet, der Förderung des Bevölkerungswesens und des Wohlstands sowie der allgemeinen Zufriedenheit der Bevölkerung, wesentlich beiträgt.

Auf diese Tatsache ist am Ende des Artikels besonders hingewiesen.

Naslov pisaca:

Borislav Franković, dipl. ing.
Elektroprojekt
A. von Humboldta 4,
10000 Zagreb, Hrvatska

Petar Kovaček, dipl. ing.
Dragutin Cigrovski, dipl. ing.
HEP - Pogon HE Varaždin
Međimurska 26c,
42000 Varaždin, Hrvatska

Marijan Zelić, dipl. ing.
Vedran Jurić, dipl. ing.
Ekonerg, Ul. grada Vukovara 37,
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2000-03-23.

UZ PRIGODU STOTE OBLJETNICE MREŽNOG TONFREKVENTNOG UPRAVLJANJA

Krešimir Šimleša, Rijeka

31.12.1899. Cesar Rene Loubery patentirao je sustav telekomande. Za prijenos komandi korišteni su postojeći vodovi električne energije kojima se istodobno neometano isporučuje električna energija. Danas se za to koriste nazivi: Rundsteuerung, Ripple control i kod nas mrežno tonfrekventno upravljanje (MTU).

Od tada do danas izgrađeni su brojni MTU sustavi. Za sve njih zajedničko je da se sastoje od tri funkcionalne cjeline:

- Centrala MTU koja se obično nalazi u centru vođenja distributivnog poduzeća.
- Odašiljači MTU koji su smješteni u ključnim energetskim objektima.
- Prijamnici MTU smješteni kod krajnjih potrošača el. energije.

Ove tri cjeline čine harmonizirani lanac upravljanja kojim se distributer služi u svrhu masovnog upravljanja tarifama funkcijom opće potrošnje, javnom rasvjetom komunalnom funkcijom i dirigiranom termičkom potrošnjom kao funkcijom namjenskog tarifiranja potrošnje el.energije.

Stogodišnja uporaba mrežnog tonfrekventnog upravljanja u distribuciji el. energije obilovala je brojnim migracijama MTU tehnologije ali je temeljna "ideja masovnog upravljanja u jednome smjeru" sačuvala svoj prvotni oblik (slično ideji radija i slično ideji televizije).

Danas razlikujemo pet generacija centrala mrežnog tonfrekventnog upravljanja:

Prva generacija centrala za upravljanje MTU sustavom je prepoznatljiva po tome što je jedan "centralni" upravljački uređaj podržavao rad samo jednoga odašiljačkog postrojenja. Ovakvu organizaciju upravljanja MTU sustavom iznudila je tehnološka razina koja je dominirala u elektroenergetici u to doba, a temeljila se na elektromehanici i odašiljaču motor-generatoru. Udaljenosti na kojima je to sigurno funkcioniralo bile su vrlo male, tehnika je zahtijevala poslužioca pa je čovjek manualno određivao vrijeme emisije i sadržaj telegrama. Istodobno u elektroenergetskome sustavu se upotrebljavala primarna relejna zaštita, direktno mjerenje struje. Radna okolina telemehanika i telemjerenje ono što danas podrazumijevamo pod sustavom daljinskog vođenja tada nije postojalo. Ovako profiliran sustav koristio se za upravljanje javnom rasvjetom i tarifom. Razinom sigurnosti i složenosti ove tehnike nije bilo moguće realizirati zahtjevniju funkciju upravljanja termičkom potrošnjom. Danas za ovu fazu razvoja MTU možemo reći da je eksperimentalna, i obilježena nepostojanjem bilo kakvih standarda. Prvu generaciju centrala danas možemo vidjeti samo u muzeju.

Druga generacija centrala za upravljanje MTU sustavom prepoznatljiva je po tome što jedan "centralni" upravljački uređaj podržava rad više odašiljača koji su sada ne samo rotirajući nego i statički. Centrala je elektromehaničke izvedbe sa astronomskim satom. Sinkroinizam centrala-predajnik-prijamnik ostvaren je uz pomoć mrežne frekvencije 50 Hz. Udaljeni odašiljači su sada povezani telekomunikacijskim vodovima analognom vrstom prijenosa s centrom vođenja. Početni razvoj telemehanike i telemjerenja omogućava gradnju većih sustava koji su vremenski i fazno sinkronizirani. Daljinska dijagnostika ispravnosti odašiljača nije postojala. Mada uz brojne manjkavosti, ovom tehnikom je napravljen prvi korak u realizaciji upravljanja teretom u elektroenergetici. Razvoj telemehanike i telemjerenja omogućuje daljinsko upravljanje u okviru objekta transformatorske stanice, a tek potom na veće udaljenosti. Radna okolina relejna zaštita i mjerna tehnika se standardizira u elektroenergetici kao sekundarna zaštita i sekundarno mjerenje utemeljeni na elektromehanici. Nastaju prvi standardi pretežno hardwerske strukture. Dominantni proizvođači MTU tehnologije su: Landis & Gyr, Siemens, Zellweger, AEG. Centrale druge generacije više se komercijalno ne koriste.

Treća generacija centrala za upravljanje MTU sustava je prepoznatljiva po tome što je jedan "centralni" upravljački uređaj podržavao rad više odašiljača koji su sada isključivo statički, tiristorski, s lokalnom automatikom koja omogućuje finiju unutrašnju i daljinsku dijagnostiku odašiljača te lokalnu vremensku bazu

kontroliranu kvarcom. Analogna telekomunikacija prema odašiljačima u osnovnom frekventnom opsegu sa zaštitom je hardverskog tipa. U slučaju prekida telekomunikacijske veze s centralom odašiljač je mogao nastaviti rad uz dogradnju prijenosne pomoćne centrale tipčan centralizirani koncept funkcija. Radna okolina, relejna zaštita je bazirana na elektromehanici i elektrostatičkim, elektroničkim analognim relejima što na jednoj strani podiže kvalitete elektrodistributivne mreže a na drugoj strani pogoduje pouzdanosti MTU sustava. Modularna konstrukcija MTU centrale i svih ostalih razina sustava ima za posljedicu smanjenje vremena zastoja zbog otklanjanja kvarova. Srednji su zahtjevi na broj radnika, dežurstva i mobilnost te obučenost na razini modula. Budući da telemehanika i telemetrija ulaze u masovnu uporabu kroz gradnju velikih energatskih telemetrijskih SCADA sustava, to značenje i zadaci koje svakodnevna praksa postavlja pred MTU sustav postaju sve složeniji i zahtjevniji. Elektroničko računalo ulazi u uporabu za obavljanje složenijih operacija u MTU. Hardverski standardi uzimaju definitivnu formu, a nastaju komunikacijski standardi na strani centrala-odašiljač. MTU telegram dobiva konačnu formu naglašenoga standarda. Dominantni proizvođači MTU tehnologije su: Landis & Gyr, BBC, Zellweger, Siemens i više domaćih. Većina MTU centala u Hrvatskoj je treće generacije.

Četvrta generacija centrala za upravljanje MTU sustavom bila je prepoznatljiva po tome što je jedan "centralni" upravljački uređaj podržavao rad više odašiljača koji su sada isključivo statički, tiristorski, s lokalnom automatikom koja omogućuje vrlo finu unutrašnju i daljinsku dijagnostiku odašiljača, razvijenu kontrolu ostalih kvaliteta MTU sustava te lokalnu vremensku bazu kontroliranu kvarcom. Primjena mikroprocesora na svim razinama MTU sustava omogućuje da centrala bude utemeljena na PC računalu s funkcijom upravljanja termičkom potrošnjom na razini cjelovitog EE sustava. Komunikacija centrale ka odašiljačima je modemskog tipa, a u slučaju prekida komunikacijskog kanala prema jednoj od odašiljačkih stanica lokalna automatika nastavlja interpretaciju memoriranih vremenskih funkcija po dnevnom i mjesečnome planu. Distribuirane funkcije centrale ka odašiljačima prvi je korak u realizaciji distribuiranog MTU sustva u današnjem smislu. U ovoj situaciji odašiljač obično ne radi u lokalnome režimu regulacije tereta, nego samo u vremenskome režimu, gubi vremenski i fazni sinkronizam s ostatkom MTU sustava. Pouzdanost prijenosa informacija telekomunikacijskim vodom je vrlo dobra, zasnovana na modemskom digitalnom prijenosu i zaštićenom protokolu. Funkcija LMS realizirana je na razini MTU centrale bez informacijske povezanosti sa SCADA sustavom. Tehnologija počiva na digitalnome mikroprocesoru i elektroničkim komponentama HVLSI razine pakovanja. Modularna izvedba na svim razinama MTU sustava i samodijagnostika logičkih cjelina ima za posljedicu smanjenje vremena zastoja zbog otklanjanja kvarova uz manji angažman radnika i manju mobilnost i dežurstva uz obučenost na razini modula.

Radna okolina telemehanika i telemetrija su vrlo razvijeni, većina energetskih objekata je bez posade u režimu daljinskog upravljanja s rezervnom funkcijom lokalnog upravljanja, relejna zaštita je zaseban sustav u objektu, zaštitni releji su elektrostatski i numerički koordinirani ali još uvjek bez obilježja integracijskog procesa. Upravljanje opterećenjem je masovno i definirano kao LMS. Pojavljuju se komunikacijski protokoli okrenuti unutar MTU-a. Dominantni proizvođači MTU tehnologije su: ABB, Landis & Gyr, Zellweger, Siemens i više domaćih. U Hrvatskoj postoji više ovakvih centrala.

Peta generacija centrala MTU prepoznatljiva je po vrlo visokoj automatiziranosti vođenja procesa, vrlo visokoj pouzdanosti sustava te visokoj fleksibilnosti sustava prilikom prekida komunikacija. Pouzdanost prijenosa informacija telekomunikacijskim vodom je vrlo dobra, zasnovana na modemskom digitalnom prijenosu (FSK) i zaštićenom protokolu, cikličkim redundantnim kodom (CRC). Pored toga peta generacija MTU sustava odlikuje se uporabom



Slika 1. Odašiljač RTS 500

komunikacijskog protokola, umjesto klasičnog MTU telegrama, koji je razumljiv petoj generaciji prijamnika, a koji također sadrži ciklički redundantni kod (CRC). Odašiljači su tranzistorski, rjeđe tiristorski vrlo visokog stupnja daljinske samodijagnostike te osiguranim sinkronizmom, vremenskim i faznim, u svim uvjetima rada. Funkcije centrale su distribuirane na bazi standarda, dijelom u odašiljače i dijelom u prijamnike, tako da se u slučaju prekida telekomunikacijske veze odašiljača s centralom nastavljaju sve funkcije pa i one složene poput regulacije i LMS. Cjelovit sinkronizam ostvaruje se kroz GPS/DCF77. Centrala i odašiljači predstavljaju funkcionalnu cjelinu s radnom okolinom numeričkom relejnom zaštitom, daljinskim upravljanjem. Klasičan MTU s LMS funkcijom, povezan je integrcijskim procesom u elektroenergetici i informatici tako da se dodatni elementi pouzdanosti mogu ostvariti posredstvom koordinacije relejne zaštite, APU i svih razina MTU.

Tehnologija počiva na signal-procesoru, digitalnome mikroprocesoru i elektroničkim komponentama HVLSI razine pakiranja. Modularna izvedba, SMD elementi, distribuirani koncept zasnovan na standarom harmoniziranih elemenata cijeloga MTU sustava te funkcija kao i redundantnost veoma smanjuje vrijeme zastoja kod potrošača zbog otklanjanja kvarova unutar sustava. Radna okolina telemehanika i telemetrija veoma je razvijena, lokalno i daljinsko upravljanje obavlja se uz pomoć staničnog računala, relejna zaštita je numerička, masovno se upravlja teretom, integracija funkcija i uređaja upravljanja, relejne zaštite, mjerenja i MTU je prisutna na svim razinama.

Naglašena pojava standarda komunikacijskih protokola orijentiranih ka MTU ovoj prijateljskoj okolini, SCADA i relejna zaštita, u okviru je integracijskog procesa. Dominantni proizvođači MTU tehnologije su: ABB, Zellweger-Enermet, Siemens i Landis & Gyr. U Hrvatskoj su centrale ove generacije u Rijeci, Splitu i Zagrebu.

Danas su kod nas centrale treće, četvrte i pete generacije, a funkcije u uporabi:

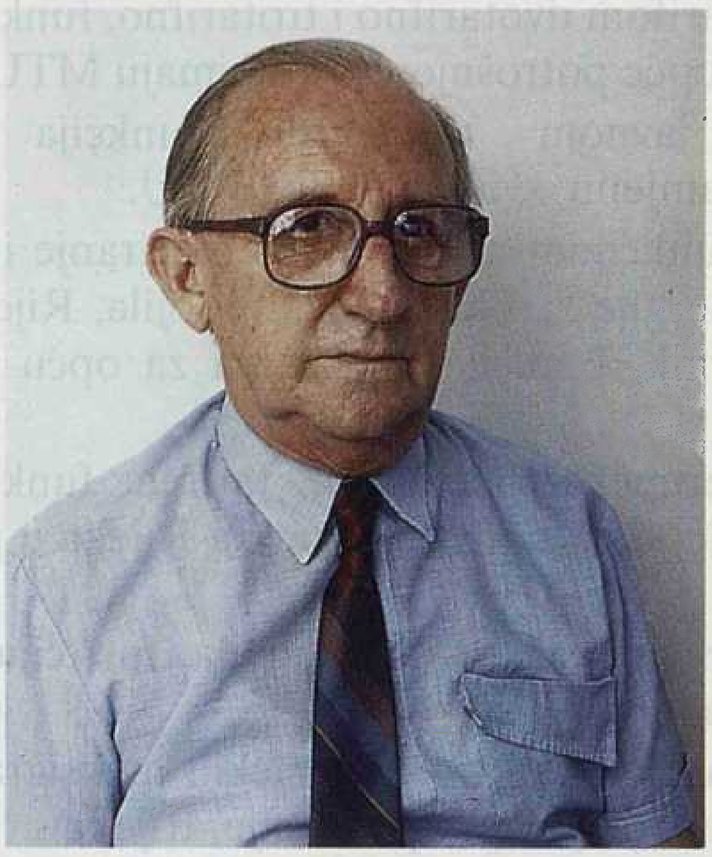
- Upravljanje tarifom dvotarifno i trotarifno, funkcija za tarifiranje opće potrošnje, svi koji imaju MTU.
- Upravljanje javnom rasvjetom, funkcija za komunalnu namjenu, svi koji imaju MTU.
- Upravljanje funkcijom mjesečno memoriranje i reset snage i energije za elektronička brojila, Rijeka, Pula, Dubrovnik, funkcija tarifiranja za opću potrošnju.
- Dirigirana termička potrošnja, tarifna funkcija posebne namjene, Pula i Dubrovnik a Rijeka u pripremi.
- Automatska regulacija rasvjete tunela, funkcija za komunalnu namjenu, Rijeka.
- Sinkronizacija rada elektromehaničkih maksigrafa, funkcija za tarifiranje opće potrošnje, Rijeka.
- Upravljanje srednjonaponskim rastavljačima snage na otcjepima vodova Rijeka.
- Uporaba klasičnog 50 bitnog telegrama iz nasljeđa, svi koji imaju MTU.
- Upotreba novog 180 bitnog telegrama prema standardu DIN 43861-3, Rijeka.
- Sinkronizacija MTU sustava uz pomoć DCF77 Rijeka, GPS Zagreb.
- Distribuirani koncept funkcija MTU sustava, Rijeka u cijelosti, a Zagreb i Pula djelomice.
- Funkcionalna povezanost MTU sustava sa SCADA sustavom ostvarena u Rijeci i Zagrebu.

U funkcionalnome smislu centrale MTU-a u Hrvatskoj ne zaostaju bitno za onima u Europi. Bitni zaostatak se očituje u starosti opreme i održavanju, onome što zahtijeva kontinuitet financiranja.

Krešimir Šimleša, dipl. ing.

Elektroprimorje Rijeka

IN MEMORIAM



KRUNOSLAV BEGOVIĆ

U četvrtak 30. ožujka ove godine, umro je cijenjeni stručnjak, gospodin Krunoslav Begović, diplomirani inženjer elektrostrojarstva, bivši direktor *Elektro biroa iz Eelektroprojekta - Zagreb.*

Gospodin Krunoslav Begović je rođen 22. travnja 1922. u Sarajevu. Gimnaziju je završio u Novoj Gradiški, studirao je *na Tehničkom fakultetu* u Zagrebu na Elektrostrojarskom odjelu, a diplomirao je 1946. godine.

Bogata i briljantna je bila djelatnost gosp. Begovića.

Od 1947. do 1949. godine radio je u distribuciji, na pogonu, održavanju i izgradnji mreže grada Zagreba u poduzeću *Elektra - Zagreb.*

Od 1949. godine do 1953. godine stalni je asistent u Zavodu za visoki napon *Tehničkog fakulteta - Zagreb* za predmet *Mreže i instalacije,* a od 1953. do 1966. godine honorarni je asistent na istoj katedri.

Od 1950. do 1955. godine honorarni je nastavnik za predmet *Enciklopedija proizvodnje, prenosa i razdiobe električne energije.* Od 1979. do 1985. godine je honorarni nastavnik u Zavodu za energetska postrojenja *Fakulteta strojarstva i brodogradnje* u Zagrebu za predmet *Hidroenergetska postrojenja.*

U *Elektroprojektu - Zagreb* zapošljava se godine 1953., najprije u odjelu za hidroobjekte, a zatim vrlo brzo postaje šefom grupe projektanata za transformatorske stanice i rasklopna postrojenja. Nakon kompletne reorganizacije Elektroprojekta, početkom šezdesetih godina (1962.) postaje direktor *Elektrobiroa,* čija djelatnost obuhvaća elektrostrojarsko projektiranje, consulting i inženjering za energetske i industrijske objekte svih vrsta. Svoju odanost projektiranju i *Elektroprojektu - Zagreb* dokazuje neprekidnim radom do odlaska u zasluženu mirovinu 1988. godine.

Povezivanje znanstvenog rada s praksom, radeći paralelno na *ETF-u* ili na *FSiB-e* i u *Elektroprojektu - Zagreb,* okrunio je brojnim znanstvenim i stručnim radovima. Svoj prvi znanstveni rad *Izbor turbina za hidroelektranu Senj* objavio je 1956. godine u časopisu *Elektroprivreda* br. 9.

Knjiga *Hidroenergetska postrojenja,* koja je objavljena u Sisku 1986. godine, je nezaobilazna za svakog projektanta iz područja hidroenergetike, kojom se rješavaju problemi izbora opreme hidroenergetskih postrojenja.

Radeći u *Elektroprojektu - Zagreb* punih 35 godina, velike zasluge gosp. Begovića su posebno istaknute u dva pravca. Na prvom mjestu su brojne hidroelektrane, crpne stanice, te transformatorske stanice, koje su izgrađene i danas su u pogonu, a za koje je dao svoja originalna projektantska rješenja, ili konzultantske usluge. Posebno je bio ponosan na svoj doprinos rješenjima, samoj izgradnji i puštanju u pogon *HE ZAKUČAC,* za koju je dobio visoko državno odličje. Isto tako, bio je ponosan na upornoj borbi na državnom tzv. saveznom nivou i izborenom odobrenju i početku gradnje *HE SENJ.* Ne manje od navedenih hidroelektrana, bio je također posebno ponosan na svoj udio u poslovno vrlo uspješnoj primopredaji niza irigacionih crpnih stanica u Egiptu, koje su projektirali, izvodili i ispitivali stručnjaci iz *Elektroprojekta - Zagreb.* Neosporne su zasluge gosp. Begovića za primjenu cijevnih turbina u hidroelektranama na rijeci Dravi, a isto tako i za primjenu cijevi od aluminijske legure, za sabirničke sustave u transformatorskim stanicama visokih napona od 110 do 400 kV, umjesto do tada uobičajenih užadi.

Za svoj uspješan rad na polju projektiranja primio je više priznanja i odlikovanja.

Nije suvišno naglasiti da je gospodin Begović jedan od osnivača državnog komiteta međunarodne konferencije za velike električne sisteme, *CIGRE,* danas *HK CIGRE,* kojeg je vrlo aktivni član ostao sve do kraja svog dugotrajnog radnog vijeka.

Čitatelji časopisa Energija pamtit će ga kao člana uredničkog odbora.

Gospodina Begovića zadržat ćemo u trajnom sjećanju.

Davor Pavlović, dipl. ing. el.

MJERITELJSKI ZAHTJEVI ZA MJERILA TOPLINSKE ENERGIJE

Temeljem Zakona o mjeriteljskoj djelatnosti (NN 11/94) donesen je **Pravilnik o mjeriteljskim zahtjevima za mjerila toplinske energije.** Pravilnik je objavljen u Narodnim novinama broj 25 od 29. veljače ove godine.

Primjenom ovog Pravilnika prestaje vrijediti Pravilnik o metrološkim uvjetima kojima moraju udovoljavati mjerila toplinske energije, objavljenom u Narodnim novinama broj 53/91.

Pravilnikom se određuju mjeriteljski zahtjevi koje moraju zadovoljavati mjerila toplinske energije, tipsko ispitivanje i ovjeravanje mjerila toplinske energije.

Općim uvjetima u člancima 1 do 5 definiraju se fizikalni uvjeti i elementi mjerila toplinske energije. Pri tome se primjenjuju norme HRN EN 1434-1:1998, HRN 60751 te IEC 751:1983.

Članci 6 do 10 utvrđuju mjerno tehničke zahtjeve: mjerno područje, razrede točnosti te najveće dopuštene pogreške.

Konstrukcijski zahtjevi utvrđeni su člancima 11 do 17. Pri tome se primjenjuje norma HRN 1434-1:1998.

Natpisi i oznake određeni su u člancima 18 do 20. Tako je utvrđeno da natpisi i oznake moraju biti napisani na hrvatskom jeziku, moraju biti jasni i dobro vidljivi. Clankom 19 utvrđuje se da cjelovito mjerilo toplinske energije mora imati ove natpise i oznake:

- tvrtka, odnosno ime i znak proizvođača
- tvornička oznaka - tip mjerila toplinske energije
- godina proizvodnje
- tvornički broj
- službena oznaka tipa mjerila
- gornja i donja granica temperaturnog opsega
- gornja i donja granica temperaturne razlike
- granice protoka
- najveći dopušteni radni tlak
- vrsta tekućeg nositelja topline
- klasa radnog okruženja
- nazivni napon napajanja
- razred točnosti
- mjesto ugradnje mjerila protoka
- oznaka smjera protoka
- gornja granica temperaturnog područja primjene mjerila protoka
- položaj mjerila protoka pri ugradnji.

Za tipsko ispitivanje mjerila primjenjuju se i norme HRN EN 1434-4:1998, EN 1434-4:1997.

U člancima 22 i 23 utvrđuje se prvo i ponovno ovjeravanje.

Za mjerila toplinske energije koja su već u uporabi vrijedi da se mogu podnositi na ovjeravanje do 31. prosinca 2005. godine ako zadovoljavaju mjeriteljskim zahtjevima iz Pravilnika objavljenog u Narodnim novinama broj 53/91.

SBK

NORMIRANI NAPONI ZA NISKONAPONSKE ELEKTRIČNE MREŽE

Donesen je **Pravilnik o normiranim naponima za distribucijske niskonaponske električne mreže i opremu**. Pravilnik je objavljen u Narodnim novinama broj 28 od 10. ožujka ove godine.

Pravilnikom se propisuju veličine normiranih napona za distribucijske niskonaponske električne mreže i električnu opremu spojenu na te mreže te prijelazna razdoblja za njihovo uvođenje. Pravilnik se primjenjuje za normirane napone sastavnica ili dijelova korištenih unutar električne opreme.

U članku 2 dane su definicije Što je to:

- distribucijska niskonaponska električna mreža isporučitelja električne energije
- nazivni napon
- opskrbne stezaljke
- opskrbni napon i
- opseg opskrbnog napona.

Člankom 3 utvrđene su normirane veličine nazivnog napona mreža, koje iznose:

- 230 V između faznog i neutralnog vodiča
- 400 V izmedu faznih vodiča za četverožilne trofazne mreže nazivne frekvencije 50 Hz.

Dozvoljava se, da se u normalnim uvjetima mreže opskrbni napon na stezaljkama razlikuje od nazivnog napona najviše ±10%.

Nadalje, u članku 4 se utvrđuje prijelazno razdoblje za prelazak s 220/380 V na 230/400 V, koje ne smije trajati duže od 10 godina od dana donošenja ovog pravilnika.

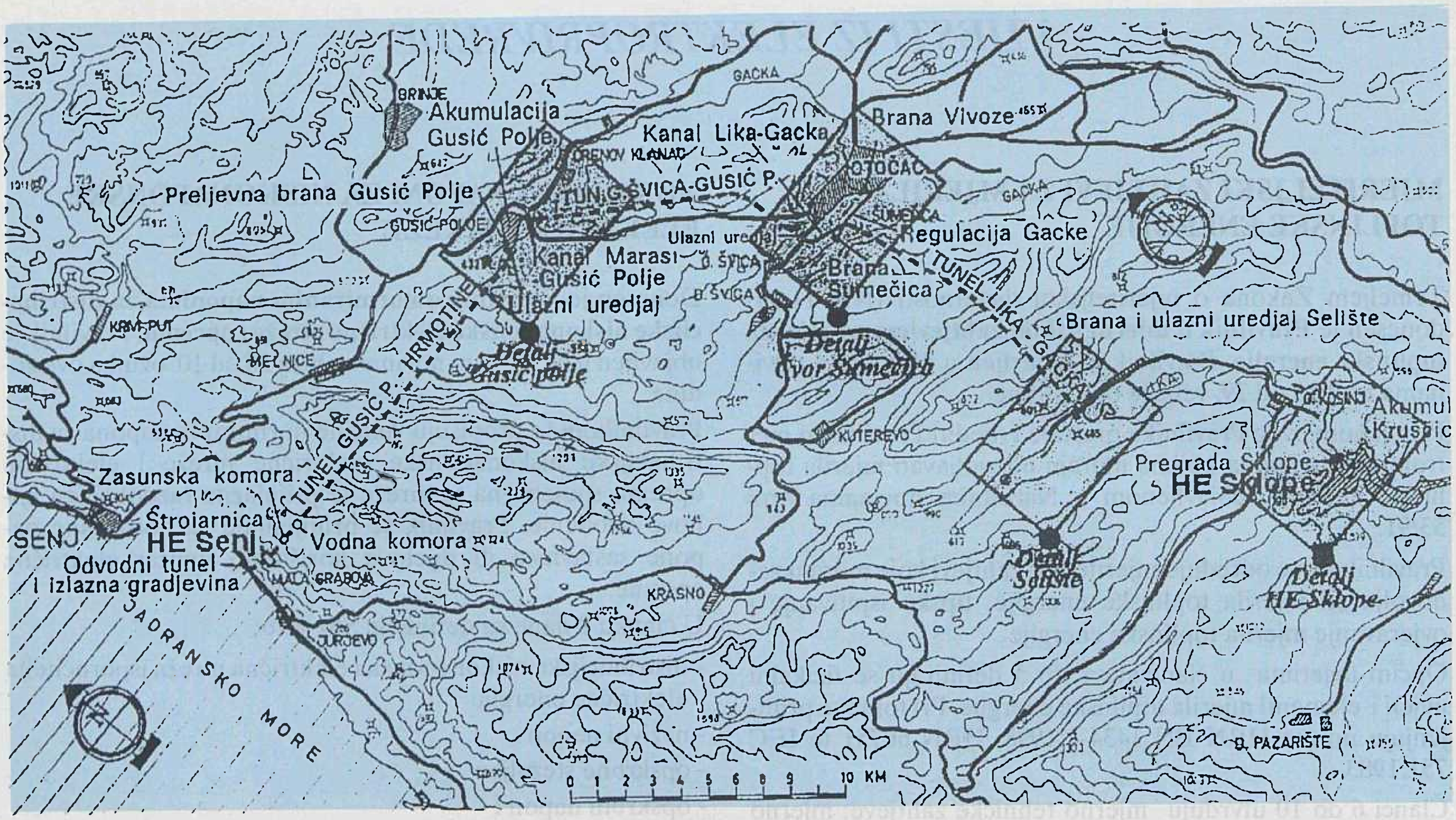
U članku 5 utvrđuje se obveza pravnih i fizičkih osoba za proizvodnju, prijenos i/ili distribuciju električne energije i upravljanje elektroenergetskim sustavom da u tijeku jedne godine od dana stupanja na snagu Pravilnika donesu odgovarajuće vlastite programe za prijelazno razdoblje.

SBK

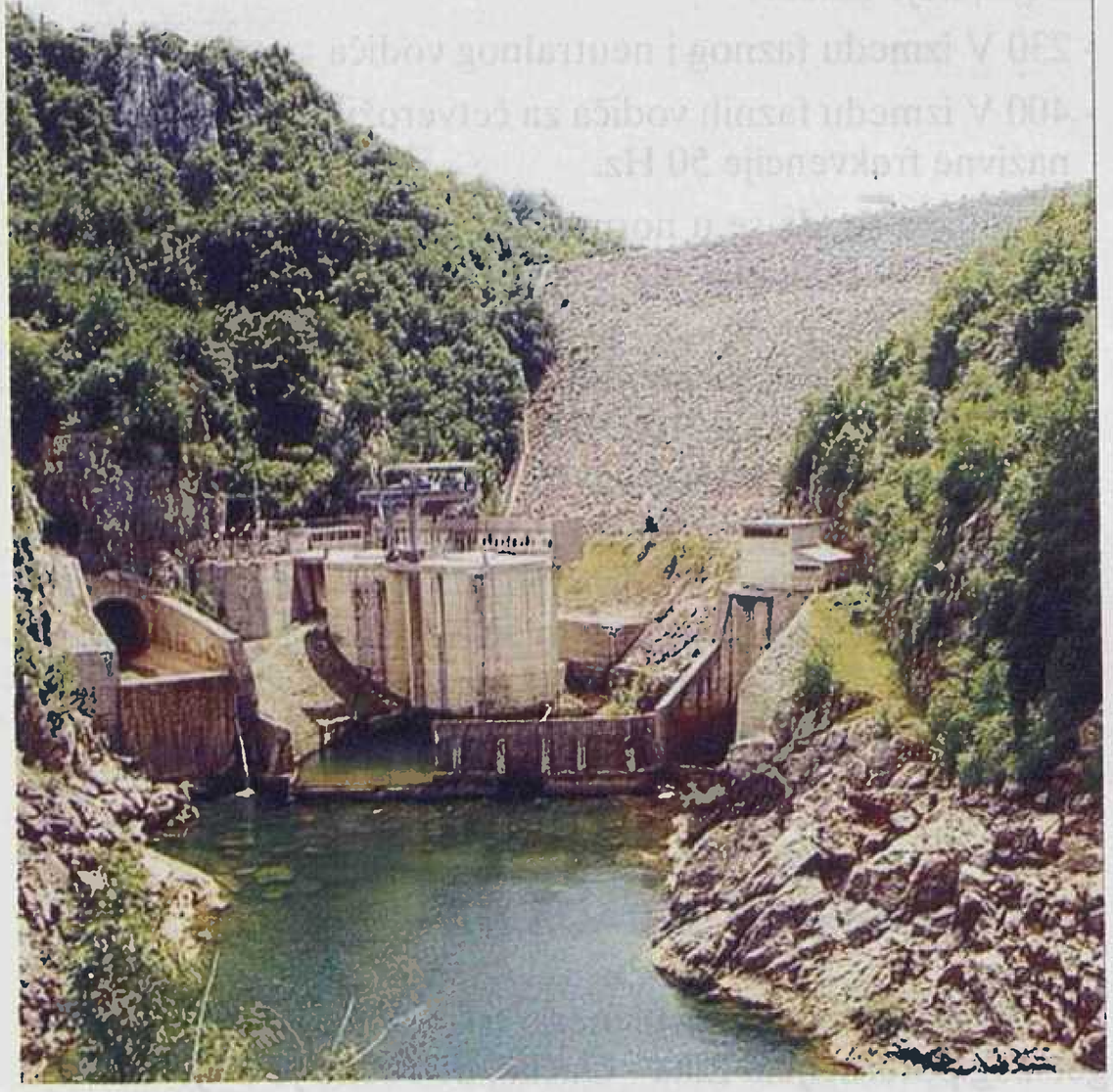
UZ 30-GODIŠNJICU RADA HE SKLOPE

Istraživanjem mogućnosti energetskog korištenja hidroenergetskog poterncijala Lika - Gacka, utvrđeno je da je nužno u tom sustavu izgraditi akumulaciju. S obzirom na karakteristike i konfiguraciju terena takvu akumulacju bilo je moguće izgraditi kao daljinsku, u odnosu na glavno postrojenje HE Senj s padom većim od 400 m, pregradom doline gornjeg toka Like. HE Sklope su postrojenje koje se u cjelokupnom energetskom korištenju Like - Gacke nameće kao logično i nužno zbog toga što je izgrađena brana i akumulacija Kruščica za HE Senj i time dobiven koncentrirani pad od blizu 70 m. Koristeći te mogućnosti mnogo ranije je predviđena izgradnja pribranske hidroelektarne Sklope. HE Sklope je izgrađena i stavljena u pogon u siječnju 1970. godine.

Situacija sustava prikazana je na slici 1, dok je na slici 2 prikazana strojarnica i brana HE Sklope.



Slika 1 - HE Sklope - situacija sustava



Slika 2 - HE Sklope - strojarnica i brana

Zbog konstruktivno-statičkih razloga, a i radi osiguranja od povremeno visokih voda bila je najpovoljnija izvedba strojarnice u obliku okruglog bunara promjera 14 m i visine 23 m. Za montažu i remont uz nju izgrađen je bunar istog promjera i visine. Brana sklope izgrađena je kao nasuta brana s glinenom jezgrom.

Osnovni podaci elektrane prikazani su u tablici 1.

U strojarnicu je ugrađen jedan agregat vertikalne izvedbe. Glavnu opremu čine generator 25 MVA i faktora snage =,9 s automatskim regulatorom napona te spiralna Francis turbina snage 23,5 MW. Ugrađeni blok-transformator snage je 25 MVA i prijenosnog omjera 10.,5/121 kV. Rasklopno postrojenje sastoji se od generatorskog, dalekovodnog i transformatorskog poljaSlika 2 - HE Sklope - Strojarnica i brana, odakle se napaja i vlastita potrošnja.

Tablica 1 - HE Sklope - osnovni podaci

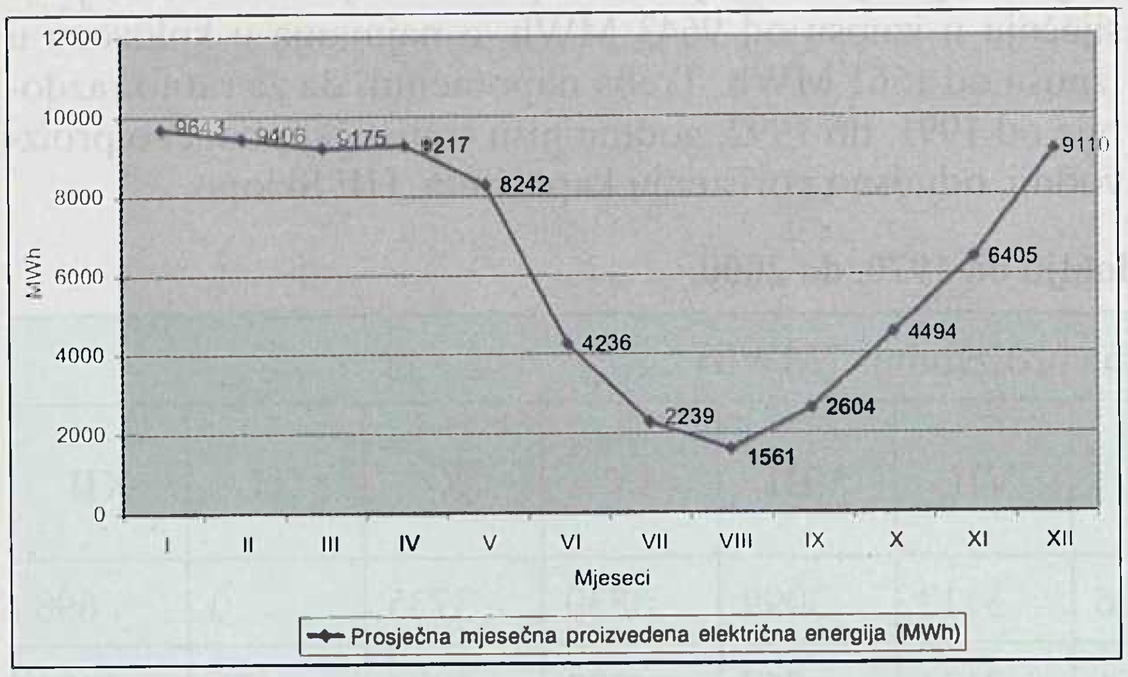
Akumulacija Kruščica	
Uspor	
- maksimalni radni (m n. m.)	554,0
- minimalni radni (m n. m.)	516,0
Volumen	
- maksimalnog uspora (hm^3)	142,0
- minimalnog uspora (hm^3)	3,0
- korisni (hm^3)	139,0
Energetska vrijednost korisnog volumena akumulacije (GWh) u odnosu na HE Sklope:	15,3
Hidroelektrana	
Bruto padovi (m)	69,5
Konstruktivni pad turbine (m)	60,0
Srednje energetski ekvivalent (kWh/m^3)	0,11
Broj agregata	1
Snaga turbina (MW)	23,5
Snaga generatora (MVA)	25
Faktor snage (cos ö)	0,90
Instalirana snaga elektrane (MW)	22,5
Instalirani protok (m^3/s)	45
Brzina vrtnje agergata (min^{-1})	250
Energija	
Maksimalna godišnja (GWh)	124
Minimalna godišnja (GWh)	30
Prosječna godišnja (GWh)	77

Prema zabilježenim statističkim podacima načinjena je tablica 2 u kojoj je prikazana mjesečna proizvodnja električne energije od 1970. do 2000. godine. Na slici 3 dijagramom je prikazana prosječna mjesečna proizvodnja za 30-godišnje razdoblje.

Najveća prosječna mjesečna proizvodnja ostvarena je u siječnju u iznosu od 9643 MWh, a najmanja u kolovozu u iznosu od 1561 MWh. Treba napomenuti da za ratno razdoblje od 1991. do 1992. godine nisu statistički podaci o proizvodnji, odnosno korištenju kapaciteta. HE Sklope.

Tablica 2 - HE Sklope - prosječna mjesečna proizvodnja u razdoblju od 1970. do 2000.

Mjesec / Godina	Prosječna mjesečna proizvodnja (MWh)											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1970	4272	10789	8370	10388	5300	2906	3112	3099	3830	3735	0	698
1971	0	9454	8839	5990	8641	1661	2124	757	4732	2985	478	5121
1972	2923	7534	13434	7962	10473	5353	1843	1952	6714	6246	7027	14510
1973	8770	4919	9421	1617	3510	1061	1558	2350	3778	3931	6656	1955
1974	15809	12568	10805	7996	2018	5196	1780	709	4158	16472	14455	14956
1975	9197	2301	741	11236	4062	4394	1110	1068	4195	4153	8154	12343
1976	9537	5083	6589	14536	13100	4091	1153	931	803	8445	10905	13102
1977	15695	14575	13274	13139	9049	5379	2556	13	1632	496	3006	6126
1978	7432	13440	17207	13734	12082	8801	7529	5658	1513	3758	255	1788
1979	15067	14494	13283	15356	14959	1226	35	988	448	1696	8095	16437
1980	15342	14958	12862	10707	15460	12168	2099	9	3835	5626	13767	17194
1981	15445	10008	12893	13644	5168	2317	73	644	5199	9352	6074	11338
1982	14572	9747	3451	10578	10330	1093	2241	525	461	9227	6235	9698
1983	15107	12415	10246	14137	3965	3837	366	551	4330	684	0	809
1984	5769	10657	13424	13661	14924	9124	2576	1839	5046	12498	10319	8417
1985	7962	12546	15167	12772	10182	2927	1376	297	3647	3936	2558	5151
1986	8629	11397	6067	2000	10783	3051	1304	4877	3758	4174	1361	4844
1987	4043	7916	16285	15506	11477	5783	3608	6110	0	0	973	9846
1988	4421	11379	13342	14792	7672	2475	2762	2655	2077	2111	2847	4857
1989	0	492	7855	3451	2981	1095	3660	913	9761	?	4548	5086
1990	1401	1868	374	2819	6080	2240	1316	721	0	`141	9865	16640
1991	16633	10252	5852	3724	12256	11800	3719	749	1549	0	0	0
1992	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2694	13471	13953
1993	9537	2888	1665	5195	4971	1704	557	1	186	3966	15581	15937
1994	14215	11816	8701	9772	5105	4072	1321	264	3284	1724	6449	2671
1995	10628	12517	15308	11035	7995	7311	6850	3132	1982	3454	3233	8374
1996	15502	13665	7773	6361	5243	5413	3418	3297	869	8778	12791	14955
1997	15705	9684	2840	6061	10224	3251	1946	0	1	7	6027	16627
1998	15892	9984	4442	5136	7667	4165	2443	2735	70	11292	11959	6676
1999	9770	12836	14749	13194	11568	3175	2743	0	265	3225	5052	13184
Prosjek	9643	9406	9175	9217	8242	4236	2239	1561	2604	4494	6405	9110



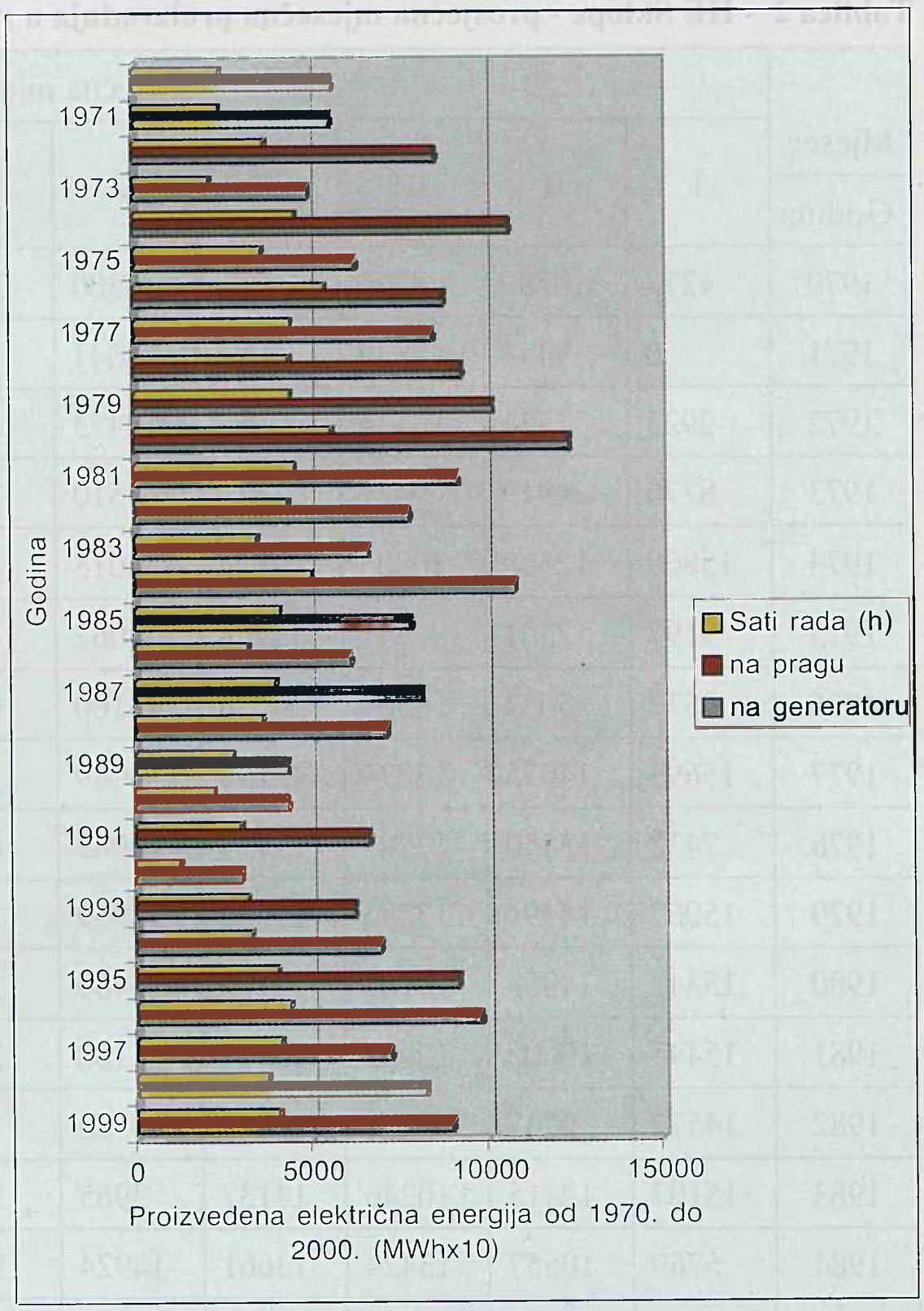
Slika 3 - HE Sklope - prosječna mjesečna proizvedena električna energija od 1970. do 2000.

Korištenje kapaciteta prema zabilježenim statističkim podacima prikazano je u tablici 3 te dijagramima na slikama 4, 5, 6 i 7. Prikazana je proizvodnja električne energije na generatoru i pragu elektrane, te sati rada, trajanja kvara i sati remonta s njegom.

Tablica 3 - HE Sklope - korištenje kapaciteta u razdoblju od 1970. do 2000.

Godina	Proizvodnja električne energije na:		Sati rada	Kvar	Remont i njega
	generatoru (MWh)	na pragu (MWh)	(h)	(h)	(h)
1999	89761	89628	4047	25	4688
1998	82461	82275	3737	10	1055
1997	72373	72198	4088	144	763
1996	98065	97880	4358	14	386
1995	91819	91676	4023	8	829
1994	69394	69269	3287	1	441
1993	62188	62051	3181	1	684
1992	30118	30049	1276	5	3
1991	66534	66280	3001	5	2
1990	43465	43371	2237	0	1605
1989	43418	43194	2766	1143	0
1988	71563	71325	3612	316	0
1987	81596	81342	4001	6	8
1986	61304	61049	3204	1224	0
1985	78571	78284	4112	8	808
1984	108254	107993	5014	127	1051
1983	66447	66215	3476	0	585
1982	78158	77919	4362	0	541
1981	92154	91624	4549	170	1412
1980	124048	123739	5625	6	1229
1979	102084	101822	4434	1	782
1978	93216	92946	4418	19	546
1977	84925	84672	4422	3	872
1976	88275	88019	5429	2	445
1975	62954	62637	3634	0	0
1974	106978	106735	4585	0	0
1973	49526	49302	2153	0	0
1972	85971	85746	3738	0	0
1971	56142	55912	2441	0	0
1970	56871	56499	2472	0	0
Ukupno	2298633	2291651	111682	3238	18735
Godišnji prosjek	76621	76388	3723	108	625

Na slici 3 dijagramom je prikazana proizvodnja električne energije HE Sklope na generatoru i pragu elektrana te broj radnih sati.



Slika 4 - HE Sklope - proizvodnja električne energije od 1970. do 2000.

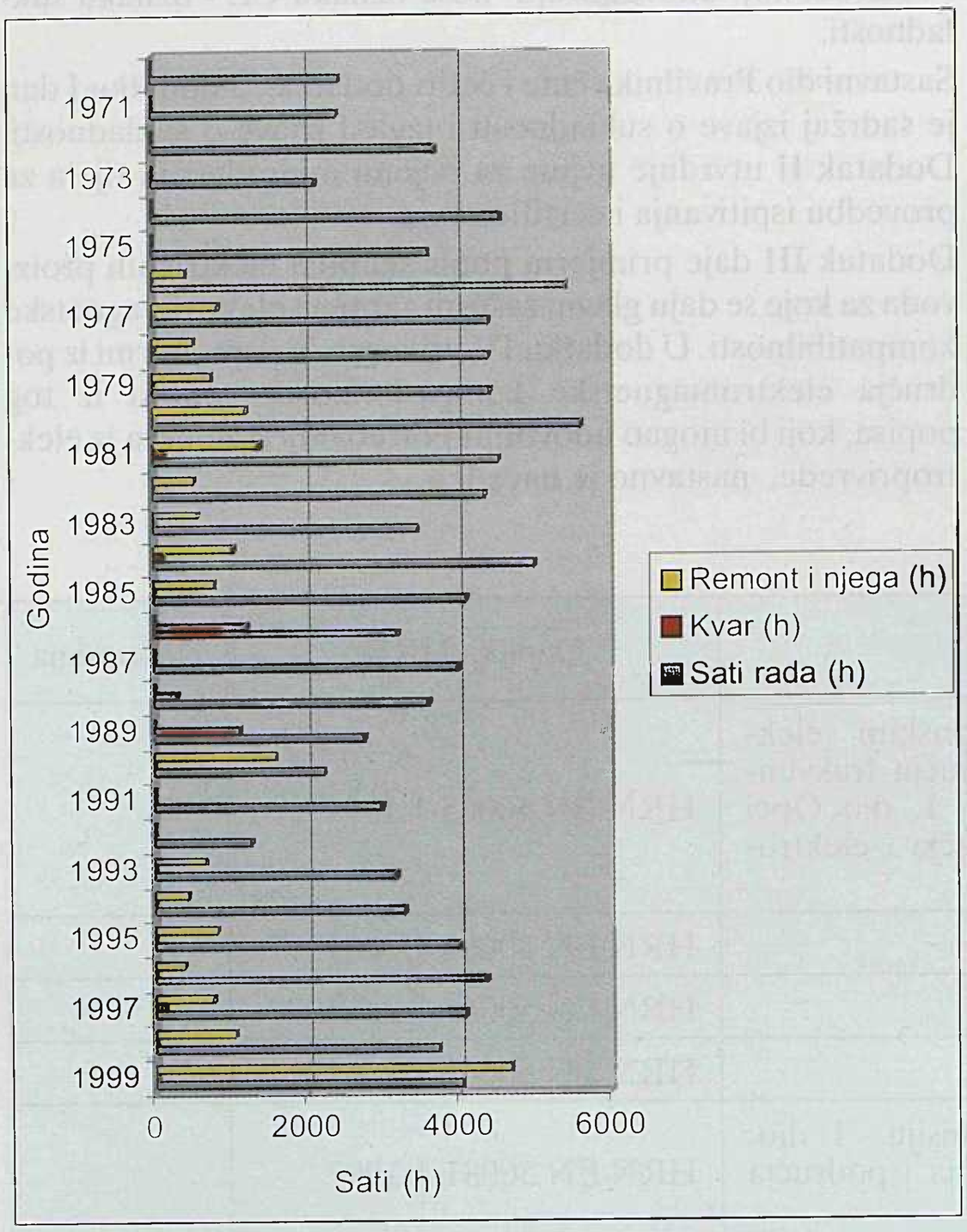
Najveća proizvodnja električne energije ostvarena je u 1980. godini u iznosu od 124 GWh za 5625 sati rada. Najniža proizvodnja ostvarena je u 1992. godini u iznosu od 30 GWh za 1276 radnih sati.

Prosječna godišnja proizvodnja električne energije HE Sklope iznosi 7,7 GWh uz prosječni broj radnih sati od 3723 sata.

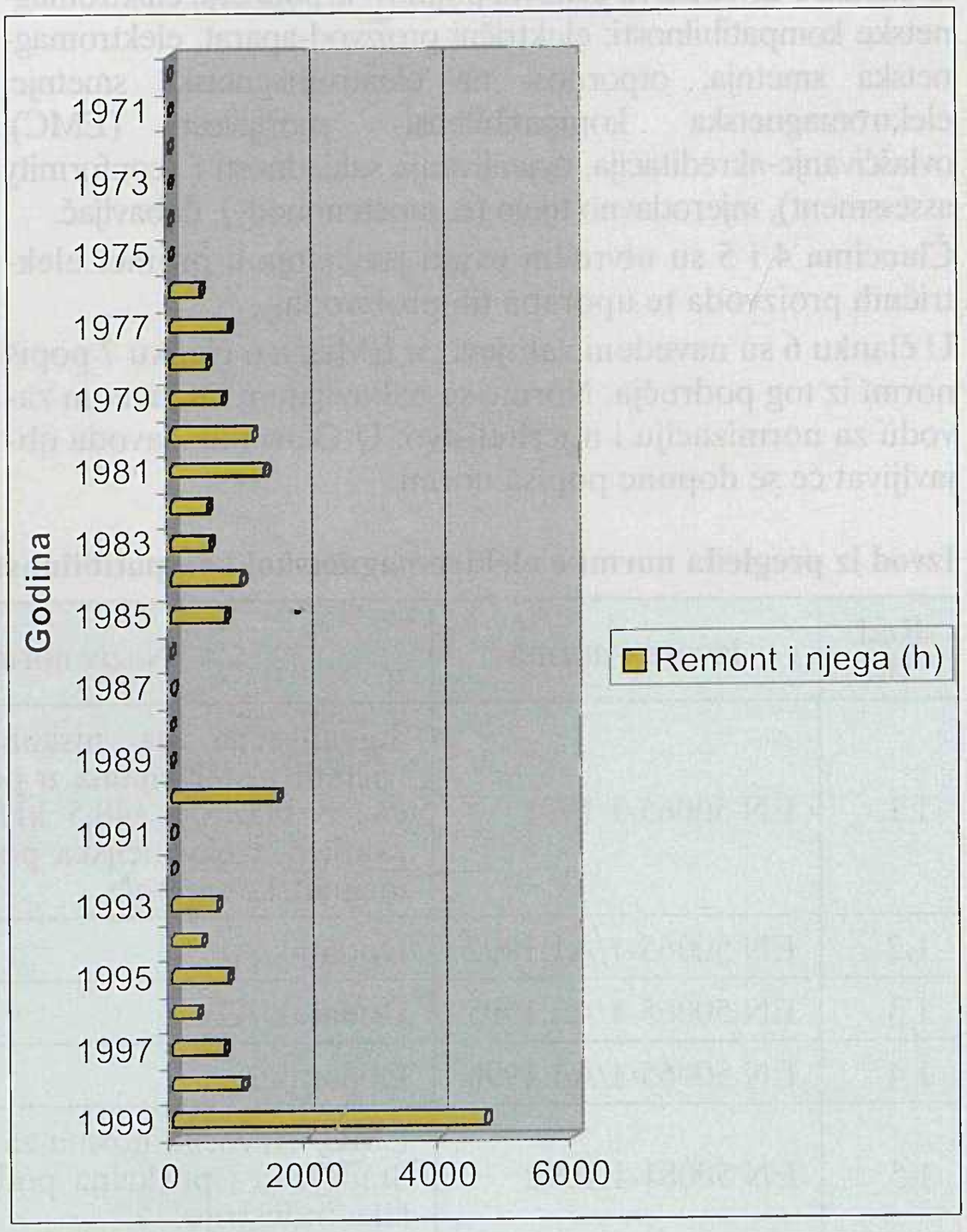
Na slici 5 dijagramom je prikazano vremensko korištenje kapaciteta od 1970. do 2000. godine. Prikazani su radni sati te utrošeni sati na kvar, remont i njegu, dok je na slici 6 prikazano trajanje dužine kvara u 30-godišnjem razdoblju. Slika 7 prikazuje vrijeme utrošeno na remont i njegu.

U 30-godišnjem razdoblju najdulje stajanje zbog kvara bilo je 1998. godine u iznosu od 1224 sata te 1989. u trajanju od 1143 sata.

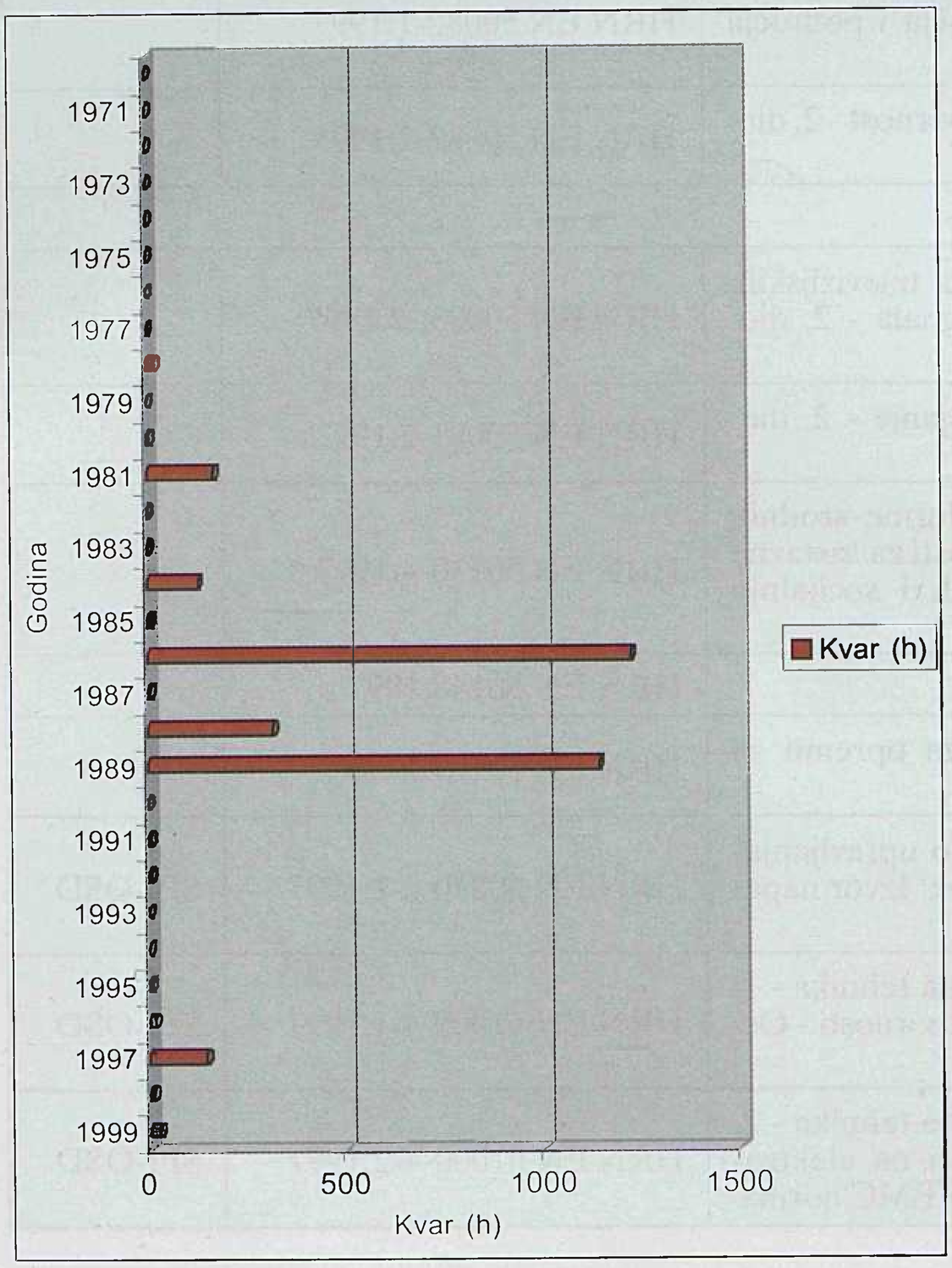
Na remont i njegu najviše je vremena utrošeno u 1998. godini.



Slika 5 - HE Sklope - vremensko korištenje kapaciteta od 1970. do 2000.



Slika 7 - HE Sklope - utrošeno vrijeme za remont i njegu



Slika 6 - HE Sklope - dužina trajanja kvara od 1970. do 2000.

PRAVILNIK O ELEKTROMAGNETSKOJ KOMPATIBILNOSTI

Temeljem Zakona o telekomunikacijama (NN 76/99 i 128/99) donesen je **Pravilnik o elektromagnetskoj kompatibilnosti.** Pravilnik je objavljen u Narodnim novinama broj 34 od 29. ožujka 2000. godine. Nadzor nad provedbom ovog Pravilnika obavlja Državni zavod za telekomunikacije.

Ovim Pravilnikom određuju se uvjeti i upućuje se na norme i zahtjeve koje mora ispunjavati električna i druga tehnička oprema, koja se proizvodi, uvozi i stavlja u promet u Republici Hrvatskoj, tako da ta oprema nesmetano funkcionira, a kod toga ne proizvodi elektromagnetske smetnje iznad dopuštene razine, što omogućuje da telekomunikacijska i radijska oprema i drugi aparati rade u skladu s njihovom namjenom.

Osim navedenog propisuje se i sustav za ocjenu sukladnosti električnih proizvoda sa zahtjevima elektromagnetske kompatibilnosti, postupak ocjenjivanja i uvjeti za tijela odgovorna za provedbu sustava ocjenjivanja sukladnosti..

Zatim se utvrđuju i uvjeti stavljanja u promet električnih proizvoda i označavanje tih proizvoda.

Pravilnik je usklađen s europskom smjernicom 897336/EEC o približavanju zakonskih propisa koji se tiču elektromagnetske kompatibilnosti u državama članicama EU.

Pravilnik se ne primjenjuje na:

- električne mreže za prijenos i distribuciju električne energije
- sastavne dijelove električnih proizvoda koji sami, izvan tih proizvoda, ne omogućuju uporabno djelovanje.

U članku 3 utvrđeni su osnovni pojmovi iz područja elektromagnetske kompatibilnosti: električni proizvod-aparat, elektromagnetska smetnja, otpornost na elektromagnetske smetnje, elektromagnetska kompatibilnost- snošljivost (EMC), ovlašćivanje-akreditacija, ocjenjivanje sukladnosti ((conformity assessment), mjerodavno tijelo (competent body), dobavljač.

Člancima 4 i 5 su utvrđeni uvjeti stavljanja u promet električnih proizvoda te uporaba tih proizvoda.

U članku 6 su navedeni zahtjevi za EMC, a u članku 7 popis normi iz tog područja. Norme se nabavljaju u Državnom zavodu za normizaciju i mjeriteljstvo. U Glasniku Zavoda objavljivat će se dopune popisa normi.

Proizvodi koji udovoljavaju nose oznaku CE - oznaku sukladnosti.

Sastavni dio Pravilnika čine i četiri dodatka. U dodatku I dan je sadržaj izjave o sukladnosti i izgled izjave o sukladnosti. Dodatak II utvrđuje uvjete za ocjenu mjerodavnih tijela za provedbu ispitivanja i certificiranja.

Dodatak III daje primjerni popis skupina električnih proizvoda za koje se daju glavni zaštitni zahtjevi elektromagnetske kompatibilnosti. U dodatku IV prikazan je popis normi iz područja elektromagnetske kompatibilnosti. Izvod iz tog popisa, koji bi mogao udovoljiti potrebama inženjera iz elektroprivrede, nastavno je naveden.

Izvod iz pregleda normi o elektromagnetskoj kompatibilnosti

Red. br.	Izvorna norma	Naziv norme	Oznaka HRN	Napomena
1.1.	EN 50065-1:1991	Signalizacija na niskonaponskim električnim instalacijama u području frekvencija 3 kHz do 148,5 kHz - 1. dio Opći zahtjevi, frekvencijska područja i elektromagnetske smetnje	HRN EN 50065-1:1997	
1.2	EN 50065-1/A1:1992	Dodatak A1	HRN EN 50065-1/A1:1997	
1.3	EN 50065-1/A2:1995	Dodatak A2	HRN EN 50065-1/A2:1997	
1.4	EN 50065-1/A3:1996	Dodatak 3	HRN EN 50065-1/A1:1997	
1.5	EN 50081-1:1992	EMC - Izvorna norma za emisiju - 1. dio: Stambena i poslovna područja i područja lake industrije	HRN EN 50081-1:1997	
1.6	EN 50081-2:1993	EMC - Izvorna norma za emisiju - 2. dio: Industrijsko okruženje	HRN EN 50081-2:1997	
1.7	EN 50082-1:1997	EMC - Izvorna norma za otpornost - 1. dio: Stambena i poslovna područja i područja lake industrije	HRN EN 50082-1:1997	
1.8	EN 50082-2:1995	EMC - Izvorna norma za otpornost - 2. dio: Industrijsko okruženje	HRN EN 50082-2:1995	
2.	Norme za određene proizvode			
2.1	EN 50083.-2:1995	Sustavi kabelske raspodjele televizijskih, zvučnih i multimedijskih signala - 2. dio: EMC za opremu	HRN EN 50083.-2:1997	
2.2	EN 50091-2:1995	Sustavi za neprekidno napajanje - 2. dio: Zahtjevi za EMC	HRN EN 50091-2:1997	
2.3	EN 50130-4:1995	Alarmni sustavi - 4. dio: Norme srodnih proizvoda - Zahtjevi otpornosti za sastavne dijelove požarnih, provalnih i socijalnih alarmnih sustava	HRN EN 50130-4:1997	
2.4	EN 50148:1995	Elektronički taksimetri	HRN EN 50148:1997	
2.5	EN 50199:1995	EMC - Norma proizvoda za opremu za lučno zavarivanje	HRN EN 50199:1995	
2.8	IEC 870-2-1:1995 EN 60870-2-1:1996	Oprema i sustavi za daljinsko upravljanje- 2. dio: Radni uvjeti - 1. odsjek: Izvor napajanja i EMC	HRN EN 60870-2-1:1997	SPI-OSD*
2.9	IEC 1000-4-1:1992 EN 61000-4-1:1994	EMC - 4. dio: Ispitna i mjerna tehnika - 1. odsjek: Pregled ispitivanja otpornosti - Osnovna EMC norma	HRN EN 61000-4-1:1997	SPI-OSD
2.10	IEC 1000-4-2:1995 EN 61000-4-2:1995	EMC - 4. dio: Ispitna i mjerna tehnika - 2. odsjek: Ispitivanje otpornosti na elektrostatsko pražnjenje - Osnovna EMC norma	HRN EN 61000-4-2:1997	SPI-OSD

* IEC norma se nalazi u normateci HEP-a u Sektoru za poslovnu informatiku u Odjelu za statistiku i dokumentaciju, tel. 01-63-22-641 ili 01-63-22-670

Red. br.	Izvorna norma	Naziv norme	Oznaka HRN	Napomena
2.11	EN 61000-4-3:1996	EMC - 4. dio: Ispitna i mjerna tehnika - 3. odsjek: Ispitivanje otpornosti na zračeno RF elektromagnetsko polje - Osnovna EMC norma	HRN EN 61000-4-3:1997	
2.12	IEC 1000-4-4:1995 EN 61000-4-4:1995	EMC - 4. dio: Ispitna i mjerna tehnika - 4. odsjek: Ispitivanje otpornosti na brze prijelazne/burst ojave - Osnovna EMC norma	HRN EN 61000-4-4:1997	SPI-OSD
2.13	IEC 1000-4-5:1995 EN 61000-4-5:1995	EMC - 4. dio: Ispitna i mjerna tehnika - 5. odsjek: Ispitivanje otpornosti na prenapone - Osnovna EMC norma	HRN EN 61000-4-5:1997	SPI-OSD
2.14	IEC 1000-4-6:1996 EN 61000-4-6:1996	EMC - 4. dio: Ispitna i mjerna tehnika - 6. odsjek: Otpornost na konduktivne smetnje inducirane RF poljima	HRN EN 61000-4-6:1997	SPI-OSD
2.15	IEC 1000-4-8:1993 EN 61000-4-8:1993	EMC - 4. dio: Ispitna i mjerna tehnika - 8. odsjek: Ispitivanje otpornosti na magnetska polja energetskih frekvencija - Osnovna EMC norma	HRN EN 61000-4-8:1997	SPI-OSD
2.16	IEC 1000-4-9:1993 EN 61000-4-9:1993	EMC - 4. dio: Ispitna i mjerna tehnika - 9 odsjek: Ispitivanje otpornosti na impulsno magnetsko polje - Osnovna EMC norma	HRN EN 61000-4-9:1997	SPI-OSD
2.17	IEC 1000-4-10:1993 EN 61000-4-10:1993	EMC - 4. dio: Ispitna i mjerna tehnika - 10. odsjek: Ispitivanje otpornosti na prigušeno titrajuće magnetsko polje - Osnovna EMC norma	HRN EN 61000-4-10:1997	SPI-OSD
2.18	IEC 1000-4-11:1994 EN 61000-4-11:1994	EMC - 4. dio: Ispitna i mjerna tehnika - 11. odsjek: Ispitivanje otpornosti na naponske propade, kratkotrajne prekide i naponska kolebanja	HRN EN 61000-4-11:1997	SPI-OSD
2.19	IEC 1000-4-12:1995 EN 61000-4-12:1995	EMC - 4. dio: Ispitna i mjerna tehnika - 12. odsjek: Ispitivanje otpornosti na prigušena titranja - Osnovna EMC norma	HRN EN 61000-4-12:1997	SPI-OSD
2.20	EN 55011:1991	Granice i metode mjerenja značajki smetnji od industrijske, znanstvene i medicinske (ISM) radiofrekvencijske opreme	HRN EN 55011:1997	
2.21	EN 55011/A1:1991	Dodatak A1 uz EN 55011	HRN EN 55011/A1:1997	
2.22	EN 55011/A2:1996	Dodatak A2 uz EN 55011	HRN EN 55011/A2:1997	
2.23	EN 55013:1990	Granice metode mjerenja značajki radijskih smetnji radio i televizijskih prijemnika i pripadajuće opreme	HRN EN 55013:1997	
2.24	EN 55013/A12:1994	Dodatak A12 uz EN 55013	HRN EN 55013/A12:1997	
2.25	EN 55013/A13:1996	Dodatak A13 uz EN 55013	HRN EN 55013/A13:1997	
2.26	CISPR 14-1:1993 EN 55014-1:1993	EMC - Zahtjevi za kućanske uređaje, električne alate i slične uređaje - 1. dio: Emisija - Norma srodnih uređaja	HRN EN 55014-1:1997	
2.27	CISPR 14-2:1993 EN 55014-2:1993	EMC zahtjevi za kućanske uređaje, električne alate i slične uređaje 2. dio: Otpornost - Norma srodnih uređaja	HRN EN 55014-2:1997	
2.28	CISPR 15:1996 EN 55015:1996	Granice i metode mjerenja značajki radijskih smetnji električne rasvjetne i slične opreme	HRN EN 55015:1997	
2.29	EN 55020:1994	Elektromagnetska otpornost radio i televizijskih prijemnika i pripadajuće opreme	HRN EN 55020:1997	
2.30	EN 55020/A11:1996	Dodatak A11 uz EN 55020	HRN EN 55020/A11:1997	
2.31	CISPR 22:1993 EN 55022:1994	Granice i metode mjerenja značajki radijskih smetnji opreme informacijske tehnologije	HRN EN 55022:1997	

Red. br.	Izvorna norma	Naziv norme	Oznaka HRN	Napomena
2.32	CISPR 22:1995 EN 55022/A1:1995	Dodatak A1 uz EN 55022	HRN EN 55022/A1:1997	
2.33	CISPR 24:1997	Oprema informacijske tehnologije - Značajke otpornosti - granice i metode mjerenja	HRN CISPR 24:1997	
2.37	CISPR 16-1:1997	Specifikacije aparata i metoda mjerenja radijskih smetnji i otpornosti - 1. dio: Aparati za mjerenje radijskih smetnji i otpornosti na smetnje	HRN CISPR 16-1:1997	
2.38	CISPR 16-2:1996	Specifikacije aparata i metoda mjerenja radijskih smetnji i otpornosti - 2. dio: Metode mjerenja radijskih smetnji i otpornosti na smetnje	HRN CISPR 16-2:1997	

SBK

NAREDBA O ODREĐIVANJU TERMINALA I SLIČNIH UREĐAJA IZ TELEKOMUNIKACIJA

Temeljem Zakona o normizaciji ravnatelj Državnog zavoda za normizaciju i mjeriteljstvo donio je **Naredbu o određivanju terminalnih i sličnih uređaja iz područja telekomunikacija te uređaja koji se na njih priključuju koji se mogu stavljati u promet samo ako su opskrbljeni listom i tehničkom uputom te o najmanjemu trajanju jamstvenog roka i roka osiguranog održavanja za te uređaje.** Naredba je objavljena u Narodnim novinama broj 34 od 29. ožujka ove godine.

Danom stupanja na snagu ove Naredbe prestaju vrijediti pojedine točke odredbe donesene 1991. godine i objavljene u Narodnim novinama broj 53/91.

Naredba se odnosi na:

- terminalske uredaje i slične uredaje iz telekomunikacija te uredaje koji se na njih priključuju
- telefonske aparate
- bežične telefonske analogne i digitalne aparate
- telefonske tajničke uređaje
- pretplatničke telefonske centrale
- samostalne prijamnike/pokazivače broja
- samostalne telefonske automatske tajničke uređaje
- teleks adaptere za osobno računalo
- teleks uređaje
- ugradive modeme
- priključne kartice za ISDN
- POS-terminale
- opremu za zvučne poruke
- dojavničke prijamnike
- sučelja za digitalne telekomunikacijske linije
- uređaji za napajanje prethodno navedenih uređaja.

SBK

AmerGen KUPUJE PRVU AMERIČKU NUKLEARNU ELEKTRANU

AmerGen, joint venture kompanija britanske kompanije British Enery i kompanije PECO, završili su svoju prvu kupovinu američke nuklearne elektrane. Radi se o nuklearnoj elektrani Clinton, smještenoj južno od Chicago-a. To je nuklearna elektrana snage 930 MW s reaktorom hlađenim vodom.

Nabavna cijena elektrane je 20 milijuna američkih dolara.Elektrana je kupljena pod uvjetima da AmerGen preuzme punu odgovornost i obvezu dekomisije elektrane.

Prijašnji vlasnik, Illinois Power, prenio je na AmerGen financijska sredstva postojećeg fonda za dekomisiju u iznosu od 98 milijuna američkih dolara. AmerGen će nastaviti uplaćivati i nadalje sredstva za dekomisiju do potrebnog iznosa. Dekomisija je predviđena u 2026. godini, kada elektrana prestaje s radom.

AmerGen namjerava kupiti još pet nuklearnih elektrana.

Electricity International, February 2000.

SBK

VIAG I VEBA KREIRAJU NOVU ELEKTROPRIVREDNU KOMPANIJU[1]

Spajanjem kompanija Veba i Viag stvorit će se treća najveća elektroenergetska kompanija u Europi poslije ENEL-a u Italiji i EdF-a u Francuskoj. Uprave obaju poduzeća odobrile su ovaj postupak i on je trebao biti ispitan od federalnog ureda Federal Cartel Office (FCO) i Europske komisije (EC). No, Europska komisija nije dala pozitivno mišljenje.

FCO je nezadovoljna sa stavom EC upozoravajući da će energetski sektor Njemačke najviše snositi posljedice ovog udruživanja. Slaže se sa stavom EC da će ovo udruživanje imati utjecaja i izvan njemačkih granica.

U obrazloženju se tvrdi da je Europska komisija jako zainteresirana za ovo udruživanje, putem kojeg bi se stvorila jaka pozicija koju bi udruženi Veba i Viag imali u proizvodnji i distribuciji električne energije. Na dijelovima energetskog tržišta udružena kompanija bi dostigla udio od 70 % i time kontrolirala veliki dio distribucije električne energije.

Kako su dioničarstva isprepletena, eksperti Europske unije razmatraju probleme u nekoliko sektora u kojima Veba i Viag imaju dionice.

FT European Energy Markets, i550, 10 February 2000.

SBK

DEREGULACIJA TRŽIŠTA ELEKTRIČNOM ENERGIJOM NA FRANCUSKI NAČIN

Iako je prošlo više od deset mjeseci kako je francuska vlada usvojila direktivu Europske komisije o liberalizaciji tržišta električnom energijom, ne zapažaju se pomaci na francuskom tržištu. Naime, francuska državna kompanija EdF još je uvijek potpuni monopolist na domaćem tržištu. Vlada stalno odgađa početak primjene liberalizacije tržišta električne energije. Danas je to kraj 2000. godine. Cijena domaće električne energije veća je od europske, te su veliki potrošači energije kao USNOR (čelik) te Air Liquid preko svojih pravnih zastupnika počeli vršiti pritisak na vladu uz prijetnju da će svoje proizvodnje premjestiti iz Francuske ukoliko električnu energije neće moći kupovati na domaćem tržištu.

EdF je čvrsto podržao spomenutu direktivu i inzistira na njezinoj primjeni u drugim zemljama Europe, ali se odupire u vlastitoj zemlji. Razlog je vrlo prozaičan: teško se odreći položaja monopolista na bilo kojerm tržištu. Sindrom "ne u mom dvorištu" (NIMBY – not in my back-yard) svugdje ima duboke korijene.

Global Energy Business, January/February 2000.

DK

PROGRAM ZA REDUKCIJU STAKLENIČKOG PLINA

WEC-ov (World Energy Council) prijedlog za smanjenje i pomoć pri smanjenju emisije stakleničkg plina (GHG – Greenhouse Gas) za 1 milijardu tona CO_2 , ili ekvivalent toga, do 2005. godine nedavno je predstavljen. WEC-ov pilot program predstavio je direktor ABB, CEO iz Züricha u prethodnom izvješću u rujnu 1999. godine.

Četiri svjetska tipa razvila su elektroničku bazu podataka za evidenciju, izbor i upravljanja identificiranih GHG projekata. Do sada je identificirano više od 20 takvih projekata iz 73 zemlje, čijom primjenom je moguće smanjiti emisiju CO_2 za više od 880 milijuna tona. Program uzima 2000. godinu kao početnu u kojoj se očekuje emisija CO_2 od 33 milijarde tona. Pilot programa ima cilj smanjenje CO_2 za 1 milijardu tona, odnosno 3 % godišnje.

Preporučuje se primjena onih projekata koji imaju malu emisiju CO_2 ili onih koji imaju vrlo visoki stupanj iskorištenja. Također pitot program previda uspostavljanje tehničke službe za smanjenje GHG u svim energetskim kompanijama bilo gdje na našoj planeti.

Kao važna djelatnost ovih službi trebala bi biti samokontrola vlastitog djelovanja, oslobođena od političkih intervencija i vladinih kontrola. Od njih se očekuju rezultati već slijedećih mjeseci.

Global Energy Business, January/February 2000.

SBK

TEHNOLOGIJA 21. STOLJEĆA PROMOVIRA AGENDU 21. STOLJEĆA

WEC (World Energy Council) je u siječnju ove gdine predstavio svoj Proglas 2000.: Energija za svijet sutrašnjice – Djelujmo odmah (Energy for Tomorrow's World – Acting Now! - ETWAN).

Proglas 2000. ispituje pretpostavke i proglas iz 1993. godine u svjetu mnogih značajnih pronalazaka u proteklih osam godina.

[1] Vidjeti: Energija, god.. 49(2000), br. 1

Studija kao polazište koristi činjenicu da oko 2 milijarde ljudi nema pristup komercijalnoj energiji te da će se do 2020. godine ta brojka vjerojatno povećati za još 2 milijarde. Razvoj energije koji se može podržati do 2020. godine počiva na politici deset aktivnosti koje se mogu sažeti u tri smjera djelovanja:

- pristupačnost
- raspoloživost
- prihvatljivost.

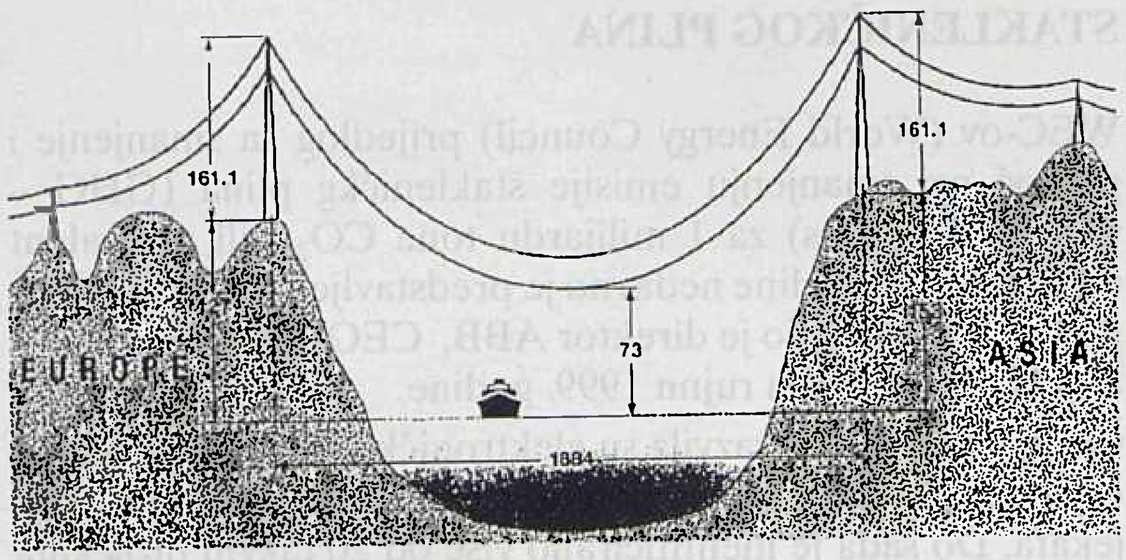
U svibnju ove godine WEC je zajedno sa RMR Design Associates organizirao Internet konferenciju za promoviranje navedenih ciljeva.

Global Energy Business, January/February 2000.

SBK

DALEKOVOD PREKO BOSPORA

Izgradnja dalekovoda predstavlja rutinski posao. Ipak, postavljanje dalekovoda preko Bospora, koji spaja elektroenergetske sustave dvaju kontinenata predstavlja nešto posebno. Tu posebnost predstavlja razdaljina od 1884 m između dva stupa iznad Bospora (slika 1).



Slika 1 - Dalekovod preko Bospora (dimenzije su u metrima)

Ova veza omogućit će Turskoj uvoz energije iz Europe, ali isto tako i opskrbu Europe električnom energijom proizvedenom u golemim hidroelektranama u turskoj regiji Anatilia. To nije prva veza preko Bospora. Turska je 1957. godine izgradila 154 kV-nu vezu između Europe i azijskog dijela Istambula. Godine 1982. Siemens s turskim kompanijama položio je 380 kV-ni dalekovod 20 kilomentara istočno od turske metropole. To nije bilo dovoljno da bi se zadovoljile potrebe za električnom energijom narasle populacije koja je dostigla 12 milijuna.

Kako je iz slike 1 vidljivo, dalekovodni stupovi su 161,1 m visoki, odnosno zavješenje na jednoj strani je oko 288 metara nadmorske visine, a na drugoj oko 314 metara. Temelji se protežu u dubinu od 6 metara. Težina Alče užeta je 6 kg po dužnom metru, odnosno ukupno 250 tona. Najniža točka provjesa je 73 metra iznad površine mora, što omogućava nesmetani prolaz i najvećim ruskim tankerima. Da je gradnja izvedena kvalitetno pokazuje i istinski test na potres. Naime, potres u ljeto 1999. godine, iako je epicentar bio udaljen svega 80 kilometara, nije uzrokovao nikakvo pomicanje stupova.

S 12 800 kV-nih vodiča ovaj dalekovod spada u najveće dalekovode na svijetu kako zbog prijenosne snage tako i zbog razine napona.. Dalekovod može prenijeti snagu od 5600 MW, što je dovoljno za opskrbu električnom energijom 5 milijuna stanovnika. To odgovara električnoj energiji proizvedenoj u 4 nuklearne elektrane ili 8 velikih hidroelektrana.

Projekt je financirala Svjetska banka (WB) s 26 milijuna američkih dolara.

New World, No. 1/2000.

SBK

2001. GODINA – GODINA SUPRAVODLJIVOSTI

Američki državni sektor za energiju DOE organizira i sponzorira niz pilot projekta iz područja primjene supravodljivosti u elektroenergetskom sustavu. Dok DOE promovira supravodljivost, proizvođači vodiča također su se aktivirali. Ustvari, supravodljivi vodiči su ključ uspjeha ili neuspjeha nove tehnologije. Kako su supravodljivi vodiči osnovni elementi kabela, transformatora i niz uređaja, fundamentalna istraživanja se provode upravo na materijalima iz kojih se vodiči izrađuju.

Lomljivost je veliki problem supravodljivih vodiča. Materijal tzv. prve generacije za supravodljive vodiče bio na bazi bakrenog oksida, sličan staklu. Od njega se vrlo teško mogao napraviti vodič za kabel ili namot. Prva generacija, današnji materijal, nazvan BISCO, čine bizmut, stroncij i kalcij. U obliku praha je, pa se smješta u tanke srebrne cijevi koje se hermetički zatvaraju. Cijevi se grupiraju po želji, ovisno o presjeku vodiča. Cijevi su smještene oko jezgre kroz koju prolazi tekući dušik koji služi za hlađenje. Prah osigurava visokotemperaturno supravodljivo svojstvo (HTS), a srebrne cijevi gipkost.

Za daljnje unaprjeđenje ove tehnologije DOE je osigurao fond za fundamentalno istraživanje. U drugoj generaciji načinjen je materijal pod nazivom YBCO. Očekuje se da će vodiči načinjeni od ovog materijala biti jeftiniji, ali fleksibilniji i efikasniji.

Supravodljivost će se najviše koristiti u proizvodnji kabela (HTS kabeli). Ovi kabeli će moći prenositi tri do pet puta jaču struju po jedinici težine od one koju prenosi bakar ili aluminij. Općenito, to bi trebalo značiti da nema otpada niti električnih gubitaka. Kabel se održava pri supravodljivoj temperaturi pomoću tekućeg dušika, koji je u biti neopasan za okoliš, ukoliko dođe do propuštanja. Kabel je predviđen za polaganje u zemlju. Eksperimentalno je takav kabel položen u Detroitu. Radit će pod naponom od 24 kV, provodeći struju od 2400 A. Prostorno zauzima samo trećinu u odnosu na klasičan kabel iste prijenosne snage, a i lakši je. Predviđa se završetak ovog projekta početkom 2001. godine.

Najveći svjetski proizvođači kabela, Pirelli Cables i System Lexington predvode istraživački tim.

Proizvođači transformatora također će imati veliku korist od supravodljivosti. Primjenom supravodljivih namota umjesto bakrenih, dobiju se lakši i jednostavniji te efikasniji transformatori bez ulja i mogućnosti požara, a i pogodniji za okoliš.

Proizvođač transformatora, Waukesha Electric iz SAD, gradi svoj drugi HTS transformator. Prvi transformator od 1 MVA načinjen je i ispitan 1997. godine. Sada se radi transformator snage 5/10 MVA, 26,4 kV s HTS namotima, čija bi gradnja trebala biti završena 2001. godine. Transformator će biti ugrađen u tamošnjoj elektrani.

Slijedećih par godina ispitat će se komercijalna uporaba supravodljive tehnologije. Tijekom slijedećeg desetljeća pokazat će se je li postignut uspjeh ili nije.

Electrical World, March/April 2000.

SBK

PODMORSKI KABEL ITALIJA – GRČKA

ENEL, najveća talijanska elektroprivredna kompanija, objavila je da je počelo polaganje podmorskog kabela, koji će spajati električnu mrežu Italije i Grčke. Novi kabel je 75 %-no vlasništvo ENEL-a, a 25 %-no vlasništvo grčke državne elektroprivredne komapnije PPC.

Ovaj kabel osigurat će direktnu vezu prijenosnog kapaciteta 500 MW. Troškovi polaganja iznosit će oko 340 milijuna američkih dolara. Prema tvrdnji ENEL-a Europska Unija osigurat će 40 % ukupnih troškova.

Planirano da se polaganje kabela završi u kolovozu ove godine.

Electricity International, 3/2000.

SBK

DOPRINOS KOGENERACIJE U REDUKCIJI STAKLENIČKIH PLINOVA

Izvješće IPSEP-a (International Project for Sustainable Energy Paths) iznosi da je doprinos kogeneracije u redukciji stakleničkih plinova mnogo potcijenjen. Rezultati istraživanja, koje je provedeno u okviru ovog projekta pokazuju da bi Europska unija mogla smanjiti emisiju CO_x na polovicu kroz 30 godina. To bi uštedjelo novac koji bi se mogao iskoristiti za otvaranje novih radnih mjesta. Jasno, tome bi trebalo prilagoditi i energetsku politiku.

U izvješću se sugerira da će kogeneracija biti jedna od glavnih solucija u postizanju ciljeva zacrtanih u Kyoto protokolu 1990. godine.

Izvješće potvrđuje da je moguća redukcija emisija CO_x do 350 milijuna tona do 2020. godine.

Procjene IPSEP-ovog izvješća ne podudaraju se s procjenama Europske unije o mogućnostima kogeneracije. Ona smatra da bi se na taj način moglo postići smanjenje emisija stakleničkih plinova do 150 milijuna tona.

Electricity International, 3/2000.

SBK

NAJVEĆA STRANA PRIVATNA INVESTICIJA U BUGARSKOJ

Američka korporacija AES Corporation (AESC) završila je pregovore o izgradnji elektrane 670 MW u bugarskoj. Troškovi izgradnje procjenjuju se na 750 milijuna američkih dolara. To je ujedno najveće direktno strano privatno ulaganje u Bugarskoj.

Evo nekoliko osnovnih podataka o toj korporaciji. AES Corporation osnovana je 1981. godine. Najveća je svjetska kompanija za proizvodnju i distribuciju električne i toplinske energije. Što u vlasništvu, što u vođenju pogona i izgradnji, ima 125 elektrana ukupnog kapaciteta preko 44.000 MW u 16 zemalja. Distribuira električnu energiju u 8 zemalja preko 17 distributivnih kompanija. Rasprostranjenost njezine djelatnosti prikazana je u tablici.

Tablica 1 - Rasprostranjenost korporacije AES Corporation

Zemlja	Instalirana snaga (MW)	Broj elektrana
SAD	5025	9
Kina	817	8
Velika Britanija	1818	5
Madarska	1281	3
Brazil	6456	41
Argentina	885	6
Kazahstan	5384	7
Domin. Rep.	210	1
Kanada	110	1
Pakistan	695	2
Nizozemska	405	1
Australija	288	1
Panama	282	1
Indija	420	1

Korporacija AESC plasirala je 8 milijardi američkih dolara putem komercijalnih banaka, izvoznih kreditnih agencija, multinacionalnih financijskih institucija i otvorenog tržišta. Zapošljava oko 54.000 zaposlenika širom svijeta. Godišnji prihod u 1999. godini iznosio je 3.253 milijuna američkih dolara, dok je neto zarada za isto razdoblje iznosila 377 milijuna američkih dolara. Vrijednost osnovnih sredstava u 1999. godini bila je 21 milijardu američkih dolara.

Prema 15-godišnjem ugovoru s nacionalnom elektroprivrednom kompanijom Nazionalna Elektricheska Kompania EAD (NEK) u vlasništvu države, AES će graditi, biti vlasnik i voditi pogon nove lignitom ložene termoelektrane s 2 jedinice po 335 MW.

Termoelektrana će biti smještena na sjeveroistoku Bugarske, na mjestu postojeće djelomično zatvorene elektrane Moritza East 1. Predstavnik korporacije AESC smatra da će to utrti put za daljnja ulaganja ostalih zainteresiranih stranih ulagača.

Planirano je da se prva jedinica stavi u pogon krajem 2003. godine, a druga 4 mjeseca kasnije.

AESC tvrdi da je ovaj projekt dio pomoći američke vlade i kompanija da se stvore pozitivne promjene na Balkanu, kao što je predsjednik Clinton obećao prigodom svog posjeta Bugarskoj prošle godine. Ovaj AESC-ov projekt demonstrira kontinuirani doprinos ove korporacije regiji i odgovara američkim poslovima u Mađarskoj, pomoći u razvoju Poljske i bilo gdje drugdje.

Electricity International, 3/2000.

SBK



Energija

Godište 49 (2000) Br. 3

Časopis Hrvatske elektroprivrede

Uredništvo i uprava
Zagreb, Ulica grada Vukovara 37
Godišnja pretplata 480,00 kn

ENERGIJA 1327

UDK 621.311.21
PREGLEDNI ČLANAK

ENERGIJA 49/2000/3, 189-200

25. GODIŠNJICA HIDROELEKTRANE VARAŽDIN

Borislav Franković, dipl. ing.
Elektroprojekt, Aleksanda von Humboldta 4, 10000 Zagreb, Hrvatska
Petar Kovaček, dipl. ing. - Dragutin Cigrovski, dipl. ing.
HEP - Pogon HE Varaždin, Međimurska 26c, 42000 Varaždin, Hrvatska
Marijan Zelić, dipl. ing. - Vedran Jurić, dipl. ing.
Ekonerg, Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska

25. godina rada hidroelektrane "Varaždin" prigoda je davanja osvrta na njen pogon, tehnička promatranja, održavanje, rekonstrukciju i obnovu. Razmotren je i njen utjecaj na okoliš, jer je zamjetan i općenito nedovoljno poznat. Budući da je hidroelektrana višenamjenska raznovrsne su i njene mnogobrojne izravne koristi koje uzrokuju mnoge neizravne koristi. Na kraju se skreće pozornost na činjenicu da elektrana spada u sustave za uređenje i korištenje vode i zemljišta, koji su bitni za održivi razvoj Hrvatske, unaprjeđenje gospodarstva, povećanje zaposlenosti, razvoj na stručnom i znanstvenom polju, što sve povoljno utječe na demografska kretanja, te povećava blagostanje i opće zadovoljstvo stanovništva.
(Lit. 20, sl. 11 – original na hrvatskom jeziku)

Autori
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/3/189-200/2000.

ENERGIJA 1328

UDK 620.95:697.34
PREGLEDNI ČLANAK

ENERGIJA 49/2000/3, 151-162

EKONOMSKO-FINANCIJSKA ANALIZA PROJEKTA MALIH KOGENERACIJSKIH POSTROJENJA NA BIOMASU

Mr. sc. Luka Staničić, dipl. ing. - Julije Domac , dipl. ing.
EI Hrvoje Požar, Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska

U Hrvatskoj trenutno u pogonu nije ni jedno kogeneracijsko postrojenje na biomasu, no u prošlosti je u sklopu pogona drvne industrije uspješno radilo nekoliko takvih postrojenja. Ipak s obzirom na trendove u razvijenim zemljama te na očite prednosti takvih postrojenja (znatno veća energetska učinkovitost, manje zagađenje po jedinici proizvedene energije i sl.), od kogeneracijskih se postrojenja očekuje najveći doprinos pri budućoj proizvodnji energije iz biomase u Hrvatskoj. Cilj ekonomske-financijske analize je da se preko financijske procjene projekata te ocjene rentabilnosti projekata sagleda opravdanost i prihvatljivost ulaganja u obnovljive izvore energije tj. u kogeneracijska postrojenja na biomasu. Ovdje se promatraju tri različita kogeneracijska postrojenja električne snage 1 MWe, 5 MWe i 10 MWe od kojih se postrojenje snage 5 MWe uzima kao referentno i promatra nešto detaljnije od ostalih.
(Lit. 14, sl. 3 – original na hrvatskom jeziku)

Autori
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/3/151-162/2000.

ENERGIJA 1329

UDK 621.311.1:621.316.1
PREGLEDNI ČLANAK

ENERGIJA 49/2000/3, 183-188

EKOLOŠKI ASPEKTI KORIŠTENJA I ODLAGANJA TRANSFORMATORSKIH ULJA

Božena Musulin, dipl. ing.
Končar - Institut za elektrotehniku, Baštijanova bb, 10000 Zagreb, Hrvatska

Visoka razina onečišćenja okoliša u svjetskim razmjerima zahtijeva hitne aktivnosti na svim područjima ljudske djelatnosti.
Važno je poznavati različita svojstva tekućih dielektrika, kako bi se odabrale prave mjere za sigurno rukovanje, transport, skladištenje i odlaganje otpadnih ulja.
U članku su obrađeni opći ekološki aspekti korištenja i odlaganja transformatorskih ulja.
(Lit. 12, sl. - – original na hrvatskom jeziku)

Autor
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/3/183-188/2000.

Energija 1329 UDK 621.311.1:621.316.1

1. Ekološki aspekti korištenja i odlaganja transformatorskih ulja
I. Musulin B.
II. Končar - Institut za elektrotehniku, Baštijanova bb, 10000 Zagreb, Hrvatska

Okoliš
Izolacijska ulja
Tekući dielektrici
Uljni transformatori

Energija 1328 UDK 620.95:697.34

1. Ekonomsko-financijska analiza projekta malih kogeneracijskih postrojenja na biomasu
I. Staničić L. - Domac J.
II. EI Hrvoje Požar, Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska

Biomasa
Ekonomsko-financijska analiza
Kogeneracija

Energija 1327 UDK 621.311.21

1. 25. godišnjica hidroelektrane Varaždin
I. Franković B. - Kovaček P. - Cigrovski D. - Zelić M. - Jurić V.
II. Elektroprojekt, Aleksandra von Humboldta 4, 10000 Zagreb, Hrvatska - HEP - Pogon HE Varaždin, Međimurska 26c, 42000 Varaždin, Hrvatska - Ekonerg, Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska

Višenamjenske hidroelektrane
Pogon
Tehnička promatranja
Obnova
Zaštita okoliša
Održivi razvoj

Energija

Godište 49 (2000) Br. 3

Časopis Hrvatske elektroprivrede

Uredništvo i uprava
Zagreb, Ulica grada Vukovara 37
Godišnja pretplata 480,00 kn

ENERGIJA 1330

UDK 621.311.42:621.314.2
STRUČNI ČLANAK

ENERGIJA 49/2000/3, 163-169

OSNOVE OBNOVE I DOGRADNJE TS 400/110 kV ERNESTINOVO

Marijan Kalea, dipl. ing.

HEP-PrP Osijek, Šetalište kardinala F. Šepera 1a, 31000 Osijek, Hrvatska

Prikazano je stanje TS 400/110 kV Ernestinovo prije rata 1991./92. godine, ratna razorenost i pljačka u razdoblju od 1991.-1997. godine, te osnovno rješenje njezine obnove i dogradnje radi ponovnog korištenja u prijenosnoj mreži Hrvatske elektroprivrede.

(Lit. 9, sl. 3 – original na hrvatskom jeziku)

Autor
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/3/163-169/2000.

ENERGIJA 1331

UDK 621.315.05:621.3.027
STRUČNI ČLANAK

ENERGIJA 49/2000/3, 171-176

PROBLEMI I MOGUĆI NAČINI RJEŠAVANJA NAPONSKIH PRILIKA U PRIJENOSNOJ MREŽI DALMACIJE

Marko Lovrić, dipl. ing.

HEP-PrP Split, Gundulićeva 32, 21000 Split, Hrvatska

Mr. sc. Ranko Goić, dipl. ing.

Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje, R. Boškovića bb, 21000 Split, Hrvatska

Među najbitnijim faktorima koji utječu na kvalitetu opskrbe električne energije i uredan rad elektroenergetskog sustava je održavanje napona u dozvoljenim granicama. Ključnu ulogu u prijenosnoj mreži za održavanje naponskih prilika ima 400 kV-tna i 220 kV-tna mreža. U ovom radu prikazano je trenutno stanje i mogući načini rješavanja navedenog problema u EES-u Hrvatske, s posebnim osvrtom na dio sadašnje prijenosne mreže Hrvatske elektroprivrede (tzv. "južni krak"). Također je dan i okvirni prikaz stanja koji se može očekivati u prijenosnoj mreži HEP-a s obzirom na predstojeće promjene koje će se dešavati u mreži i EES-u u cjelini.

(Lit. 5, sl. 4 – original na hrvatskom jeziku)

Autori
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/3/171-176/2000.

ENERGIJA 1332

UDK 621.316.761.2
STRUČNI ČLANAK

ENERGIJA 49/2000/3, 177-182

KOMPENZACIJA REAKTIVNE SNAGE U PRIJENOSNOJ MREŽI NA PODRUČJU DALMACIJE

Dr. sc. Matislav Majstrović, dipl. ing. - Davor Bajs, dipl. ing. - Goran Majstrović, dipl. ing.

Energetski institut "Hrvoje Požar", Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska

U radu se razmatra problem pojave previsokih napona u 400 kV i 220 kV mreži na području Dalmacije u određenim pogonskim stanjima, te se određuje najpovoljnije čvorište za priključak, te potrebna snaga kompenzacijskog uređaja koji bi kompenzirao viškove reaktivne snage u prijenosnoj mreži. Analize su provedene na modelu elektroenergetskog sustava po petogodišnjim razdobljima do 2010., odnosno po desetogodišnjim razdobljima od 2010. do 2030. godine, za karakteristična stanja sustava ovisno o opterećenju EES Hrvatske i angažmanu dalmatinskih i hercegovačkih hidroelektrana.

(Lit. 7, sl. 4 – original na hrvatskom jeziku)

Autori
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/3/177-182/2000.

Energija 1332 UDK 621.316.761.2

1. Kompenzacija reaktivne snage u prijenosnoj mreži na području Dalmacije
I. Majstrović M. - Bajs D. - Majstrović G.
II. Energetski institut "Hrvoje Požar", Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska

Previsoki naponi
400 kV i 220 kV mreža Dalmacije
Kompenzacijski uređaj

Energija 1331 UDK 621.315.05:621.3.027

1. Problemi i mogući načini rješavanja naponskih prilika u prijenosnoj mreži Dalmacije
I. Lovrić M. - Goić R.
II. HEP-PrP Split, Gundulićeva 32, 21000 Split, Hrvatska - Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje, R. Boškovića bb, 21000 Split, Hrvatska

Regulacija napona
Tokovi snaga
Jalove snage
Prijenosna mreža

Energija 1330 UDK 621.311.42:621.314.2

1. Osnove obnove i dogradnje TS 400/110 kV Ernestinovo
I. Kalea M.
II. HEP-PrP Osijek, Šetalište kardinala F. Šepera 1a, 31000 Osijek, Hrvatska

Prijenosna mreža
Transformatorske stanice visokog napona

Energija

Volume 49 (2000) № 3

Review of electricity of Croatia

Editorial and advertisements offices:
Zagreb, Ulica grada Vukovara 37
Subscription rate for 6 numbers p.a. USD 95

ENERGIJA 1327

UDK 621.311.21
SUBJECT REVIEW

ENERGIJA 49/2000/3, 189-200

25TH ANNIVERSARY OF THE VARAŽDIN HYDRO POWER PLANT

Borislav Franković, B. Sc.
Elektroprojekt, Aleksandra von Humboldta 4, 10000 Zagreb, Croatia
Petar Kovaček, B. Sc. – Dragutin Cigrovski, B. Sc.
HEP – Pogon HE Varaždin, Međimurska 26c, 42000 Varaždin, Croatia
Marijan Zelić, B. Sc. – Vedran Jurić, B. Sc.
Ekonerg, Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Croatia

The 25th anniversary of the Varaždin Hydro Power Plant's operation is the occasion to review its operation, technical observation, maintenance, reconstruction and refurbishment. Its influence on the environment is analysed too, since it is noticeable and, generally, not known enough. Owing to the hydro power plant's multiple usage, there are different numerous direct benefits causing numerous indirect ones. In the end, attention is directed to the fact that the plant also presents a system for the arrangement and usage of water and land. This is important for Croatia's sustainable development, economic improvement, employment increase, professional and scientific development, which all bears favourable influence on the demographic processes and increases the well being and general contentment of the citizens.

(No. of References: 20, Fig.: 11 – original in Croatian)

Authors

ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/3/189-200/2000.

ENERGIJA 1328

UDK 620.95:697.34
SUBJECT REVIEW

ENERGIJA 49/2000/3, 151-162

ECONOMIC AND FINANCIAL ANALYSIS OF SMALL BIOMASS COGENERATION PLANTS

Luka Staničić, M. Sc. – Julije Domac, B. Sc.
Energetski institut "Hrvoje Požar",Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Croatia

At the moment there are no biomass cogeneration plants in Croatia, but in the past a few such plants were operating successfully within wood industry. Considering current trends in developed countries and obvious benefits of such plants (much greater energy efficiency, lower emissions per energy unit produced etc.) the biggest contribution in the future biomass energy production in Croatia is expected from cogeneration plants. The aim of the economic and financial analysis is to review the justifiability and acceptability of financing and investments into renewable energy, i.e. biomass cogeneration plants, by means of financial project evaluation and project profitability. Here, three different cogeneration plants have been analysed: 1 MWe, 5 MWe and 10 MWe, whereby the 5 MWe plant is the reference one and analysed more in detail.

(No. of References: 14, Fig.: 3 – original in Croatian)

Authors

ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/3/151-162/2000.

ENERGIJA 1329

UDK 621.311.1:621.316
SUBJECT REVIEW

ENERGIJA 49/2000/3, 183-188

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF TRANSFORMER OILS' USAGE AND DISPOSAL

Božena Musulin, B. Sc.
Končar – Institut za elektrotehniku, Baštijanova bb, 10 000 Zagreb, Croatia

It is necessary to apply urgent measures in all fields of human activities regarding the high level of pollution in the world. It is important to know different characteristics of liquid dielectrics so that the most convenient could be chosen for secure management, transport, stock and disposal of waste oils.

In the paper general environmental aspects of transformer oils' usage and disposal are evaluated.

(No. of References: 12, Fig.: - – original in Croatian)

Author

ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/3/183-188/2000.

ENERGIJA 1329

UDK 621.311.1:621.316.1

1. Environmental Aspects of Transformer Oils' Usage and Disposal

I. *Musulin B.*

II. Končar – Institut za elektrotehniku, Baštijanova bb, 10 000 Zagreb, Croatia

Environment
Insulation Oils
Liquid Dielectrics
Oil Transformers

ENERGIJA 1328

UDK 620.95:697.34

1. Economic and Financial Analysis of Small Biomass Cogeneration Plants

I. *Staničić L. – Domac J.*

II. Energetski institut "Hrvoje Požar",Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Croatia

Biomass
Economic and Financial Analysis
Cogeneration

ENERGIJA 1327

UDK 621.311.21

1. 25th Anniversary of the Varaždin Hydro Power Plant

I. *Franković B. – Kovaček P. – Cigrovski D. – Zelić M. – Jurić V.*

II. Elektroprojekt, Aleksandra von Humboldta 4, 10000 Zagreb, Croatia

HEP – Pogon HE Varaždin, Međimurska 26c, 42000 Varaždin, Croatia

Ekonerg, Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Croatia

Multiple Usage HPP
Operation
Technical Observations
Reconstruction
Environmental Protection
Sustainable Development

Energija

Volume 49 (2000) Nº 3

Review of electricity of Croatia

Editorial and advertisements offices:
Zagreb, Ulica grada Vukovara 37
Subscription rate for 6 numbers p.a. USD 95

ENERGIJA 1330

UDK 621.311.42:621.314.2
PROFESSIONAL PAPER

ENERGIJA 49/2000/3, 163-169

BASIC REFURBISHMENT AND ANNEXE OF TS 400/110 kV ERNESTINOVO

Marijan Kalea, B. Sc.

HEP – PrP Osijek, Šetalište kardinala F. Šepera 1a, 31000 Osijek , Croatia

The paper presents the state of the 400/110 kV Ernestinovo TS before the war, i.e. in 1991/1992, the war destruction and devastation in the period from 1991 to 1997, as well as the basic concept of its refurbishment and annexe so that it could be used again within the Croatian electricity supply company's transmission network.

(No. of References: 9, Fig.: 3 – original in Croatian)

Author
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/3/163-169/2000.

ENERGIJA 1331

UDK 621.315.05:621.3.027
PROFESSIONAL PAPER

ENERGIJA 49/2000/3,171-176

PROBLEMS AND POSSIBLE SOLUTIONS OF VOLTAGE SITUATION IN THE DALMATIAN TRANSMISSION NETWORK

Marko Lovrić, B. Sc.

HEP – PrP Split, Gundulićeva 32, 21000 Split,Croatia

Ranko Goić, M. Sc.

Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje, R. Boškovića bb, 21000 Split, Croatia

Among the most relevant factors that influence the electric energy supply quality and regular electric energy system's operation is keeping the voltage within the allowed boundaries. The 400 and 220 kV networks have the key role in the transmission network when keeping the voltage within the allowed boundaries. In this work, current situation is given and possible solutions of the problem in the Croatian electricity system, with a special emphasis on the current transmission network of the Croatian electricity company (so called "south branch"). The framework of the situation that could be expected in the transmission network of the Croatian electricity company within future changes of the network and of the entire system is also given.

(No. Of References: 5, Fig.: 4 – original in Croatian)

Authors
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/3/171-176/2000.

ENERGIJA 1332

UDK 621.316.761.2
PROFESSIONAL PAPER

ENERGIJA 49/2000/3, 177-182

REACTIVE POWER COMPENSATION IN THE TRANSMISSION NETWORK OF DALMATIA

Matislav Majstrović, D. Sc. – Davor Bajs, B. Sc. – Goran Majstrović, B. Sc.

Energetski institut "Hrvoje Požar", Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Croatia

This work describes the problem of high voltages in the 400 and 220 kV transmission network in the region of Dalmatia and derives the most suitable node for connection and necessary compensation device installed power. Analyses have been made on the electric power system model for the period from 2000 to 2030 for the most typical electric power system conditions depending on the consumption and hydropower production.

(No. of References: 7, Fig.: 4 – original in Croatian)

Authors
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/3/177-182/2000.

ENERGIJA 1332

UDK 621.316.761.2

1. Reactive Power Compensation in the Transmission Network of Dalmatia

I. *Majstrović M. – Bajs D. – Majstrović G.*

II. Energetski institut "Hrvoje Požar", Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Croatia

Too High Voltages
400 and 220 kV Dalmatian Transmission Network
Compensation Device

ENERGIJA 1331

UDK 621.315.05:621.3.027

1. Problems and Possible Solutions of Voltage Situation in the Dalmatian Transmission Network

I. *Lovrić M. – Goić R.*

II. HEP – PrP Split, Gundulićeva 32, 21000 Split, Croatia – Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje, R. Boškovića bb, 21000 Split, Croatia

Voltage Regulation
Power Flows
Reactive Power
Transmission Network

ENERGIJA 1330

UDK 621.311.42:621.314.2

1. Basic Refurbishment and Annexe of TS 400/110 kV Ernestinovo

I. *Kalea M.*

II. HEP – PrP Osijek, Šetalište kardinala F. Šepera 1a, 31000 Osijek, Croatia

Transmission Network
High Voltage Transformer Stations

UDK 621.31

ENJAAC 49 (4) – (2000) – 217-308

ISSN 0013-7448

ČASOPIS
HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE

energija

IZDAVAČI – PUBLISHER

Hrvatska elektroprivreda

POMOĆ U IZDAVANJU

Ministarstvo znanosti, tehnologije i informatike

Godište 49 (2000) Zagreb 2000 Br. 4

IZDAVAČKI SAVJET – THE PUBLISHING COUNCIL

Mr. sc. Branko *Grgić,* dipl. ing. (predsjednik), HEP Split – Adrijano *Fišer,* dipl. ing., HEP Rijeka – Marijan *Kalea,* dipl. ing., HEP Osijek – Damir *Karavidović,* dipl. ing., HEP Osijek – Mr. sc. Mladen *Mandić,* dipl. oec., HEP Zagreb – dr. sc. Vladimir *Mikuličić,* dipl. ing., FER Zagreb – dr. sc. Niko *Malbaša,* dipl. ing., Ekonerg, Zagreb

UREDNIČKI ODBOR - EDITORIAL BOARD

Glavni urednik – Editor-in-chief: dr. sc. Zorko *Cvetković,* dipl. inž.
Urednik - Editor: Zdenka *Jelić,* prof.

Urednici rubrika – Contributing Editors: "Energetski sistemi", dr. sc. Goran *Granić,* dipl. ing. – "Hidroelektrane", Vladimir *Prizl,* dipl. ing. – "Termoelektrane i toplane", Ivan *Vučetić,* dipl. ing. – "Prijenos električne energije", mr. sc. Zdenko *Tonković,* dipl. ing. – "Razvoj, distribucija i potrošnja električne energije", Mladen *Ježić,* dipl. ing. i Dasenko *Baldasari,* dipl. ing. – "Ekonomsko poslovanje i tarifna politika", dr. sc. Jure *Šimović,* dipl. ecc., mr. sc. Mladen *Mandić,* dipl. ecc. i Marijan *Magdić,* dipl. ecc. – "Ekologija", dr. sc. Niko *Malbaša,* dipl. ing. – "Informatika", Nikola *Lastrić,* dipl. ing. – Tehnički urednik – Technical Editor: Branko *Mališ* – Lektor – Lingvistic Adviser: Šimun *Čagalj,* prof. – Metrološka recenzija – Metrologic review: mr. sc. Mladen *Zeljko,* dipl. ing.

Redakcija završena 2000 - 06 - 07

SADRŽAJ

Žutobradić S. – Wagmann L. – Baričević T.: Tehničko-ekonomski pristup za određivanje prioritetnih investicija u distribucijskoj mreži (Pregledni članak) 219

Cvetković Z.: Neka razmišljanja o budućnosti mreže 220 kV (Stručni članak) 225

Rajić F.: Postojeće stanje i budućnost uporabe sustava individualiziranja troškova grijanja i tople vode u zgradarstvu Hrvatske (Stručni članak) 229

Jurić Ž. – Šestić M. – Jelavić V. – Stanić Z.: Emisija stakleničkih plinova u Hrvatskoj s posebnim osvrtom na emisije iz objekata HEP-a (Pregledni članak). 239

Lilija B. – Kupec B. – Pihler J.: Current limiting circuit-breakers for households (Professional paper) 247

Klepo M.: Neke podloge i prijedlozi za rekonstrukciju Tarifnog sustava za prodaju električne energije - I. dio (Stručni članak) 257

Javornik Vončina S.: Pregled IEEE 802.3 / Ethernet norme - I. dio: Kontrola pristupa mediju (Pregledni članak) 273

Markovčić B.: 40-godišnjica početka radova na gradnji dalekovoda 220 kV Split-Zagreb 295

Vijesti iz elektroprivrede 297

Iz strane stručne literature 302

Fotografija na omotu:

HE OZALJ

Časopis je ubilježen u Ministarstvu kulture i prosvjete – Sektor informiranja pod brojem 161 od 12. 11. 1992.

Uredništvo i uprava:

Zagreb, Ulica grada Vukovara 37

Telefoni 6125-641 i 6125-111/641, telefax 6170-438

Godišnje izlazi 6 brojeva. Godišnja pretplata za pojedince iznosi 300,00 kn, a za poduzeća i ustanove 480,00 kn (za studente 70,00 kn).

Cijena pojedinog broja u prodaji 50,00 kn.

Za inozemstvo $ 95 godišnje.

Žiro računi kod ZAP, Zagreb - Hrvatska elektroprivreda (za "Energiju") broj 30101-604-495

Tisak: TIVA – Tiskara Varaždin

Naklada 1000 primjeraka

Upute autorima

U "Energiji" smo već tiskali upute o pisanju stručnih i znanstvenih članaka, pa "stari" autori znaju sve o tome kako treba prirediti članak koji će se u njoj objaviti. Cilj je ovog priloga da pomognemo onim autorima koji još nisu objavljivali i da podsjetimo "zaboravljive".

1. Da bi članak bio zanimljiv, mora biti jasan. Rečenice kratke, a izrazi poznati. Pismo: latinica. Pisati valja u trećem licu ne upotrebljavajući pasivne oblike.
2. Članak mora biti neobjavljen. Kad se preda "Energiji", više se ne smije ponuditi nekom drugom uredništvu.
3. Idealno je kad članak nema više od 20 strana. Autori često tvrde da je teško neku problematiku iznijeti na tako malo stranica. U tom slučaju obično "presude" recenzenti.
4. Valja se pridržavati zakonskih standarda i INDOK-propisa. Pri upotrebi jedinica i simbola valja poštivati zakonske mjerne jedinice Međunarodnog sustava jedinica - SI.
   Matematički znakovi, grčka slova i indeksi moraju biti jasni i definirani. Fizikalne veličine i faktori pišu se kosim velikim i malim slovima latinicom ili grčkim slovima. Mjerne jedinice i ostali opisi pišu se uspravnim slovima.
5. Članak mora biti napisan na formatu A4 u dva primjerka. Napisan mora biti strojem s razmakom između redaka. Na lijevoj strani mora biti 4 cm širok rub za unošenje pogrešaka, uredničkih oznaka i dopuna. Mora imati **naslov** i jasno označene **podnaslove.** Ispod naslova valja napisati prezime, ime i mjesto stanovanja autora, a na kraju članka valja navesti podatke o autoru: znanstvenu titulu, prezime i ime, stručni naziv, naziv ustanove u kojoj radi i punu adresu.
6. Svaki članak mora imati:
   - **kratak sažetak.** U njemu se čitatelju daje dovoljno informacija o sadržaju članka. Autor treba navesti nova otkrića i spomenuti temeljna načela na kojima je izveo eksperimente što ih je opisao u članku. Ne smije imati više od 200 riječi.
   - **ključne riječi** (key words). To su izrazi koji čitatelju u najkraćem obliku kažu što je sadržaj članka. One pomažu da čitatelj sazna da li mu je članak zanimljiv ili nije.
   - **kategorizaciju.** Autor ima pravo predložiti u koju se kategoriju članka po kvaliteti ubraja njegov, u: originalni znanstveni članak, prethodno priopćenje, pregledni članak, stručni ili su to izvještaji sa savjetovanja, vijesti iz svijeta itd.
   - **literaturu.** Navodi se na kraju članka onim redom kojim je spomenuta u članku. Kad se u tekstu poziva na literaturu, piše se u uglatoj zagradi samo broj pod kojim je navedena. Podaci moraju biti točni i istiniti.

   Naslov članka, kategorizacija, sažetak i ključne riječi moraju biti na jednom papiru. Sažeci se u "Energiji" prevode na engleski i njemački. To čine naši prevodioci.
7. Likovni prikazi (fotografije, crteži, dijagrami) moraju se nalaziti na posebnom listu - svaka slika na svom listu. Moraju biti nacrtane po pravilima tehničkog crtanja i obično 3 puta veće nego što će biti u časopisu. Pritom valja paziti da 3 puta smanjena najmanja brojka ili slovo bude veliko 3 mm - 1,5 mm.

Tako pripremljen rukopis Uredništvo pregleda, daje ga recenzentima na ocjenu i ako je povoljno ocijenjen, tehnički se obradi (lektorira, grafičko-likovno uredi) i pošalje u tiskaru. O tome da li je članak primljen ili odbijen, Uredništvo izvještava autora.

Da bi autori lakše odredili u koju kategoriju prema kvaliteti valja uvrstiti neki članak, dajemo osnovne upute o kategorizaciji članka:

IZVORNI ZNANSTVENI ČLANAK (originalan znanstveni rad, originalno znanstveno delo, originaljnaja naučnaja rabota, original scientific paper, originalna naučna rabota, Wissenschaftlicher Originalbeitrag) opisuje nove rezultate istraživanja tehnike ili aparata (npr. doktorska disertacija). Ovoj kategoriji pripada i dosad neobjavljeni rad koji pridonosi znanstvenoj spoznaji ili nekom svhvaćanju, a napisan je tako da bilo koji kvalificirani znanstvenik na temelju danih informacija može:

- ponoviti eksperiment i postići opisane rezultate s jednakom točnošću ili unutar granice eksperimentalne pogreške, kako to navodi autor.
- ponoviti autorova zapažanja, proračune ili teorijske izvode i donijeti slična mjerenja.

PRETHODNO PRIOPĆENJE (prethodno sporočilo, prethodno saopštenje, preliminary communication, Vorlaufige Mitteliung) sadrži znanstvene spoznaje ili rezultate čiji karakter zahtijeva objavljivanje. Rad obvezatno sadrži jedan podatak novih znanstvenih informacija ili više, ali bez dovoljno pojedinosti koje bi omogućile čitatelju provjeru iznesene informacije na način kako je to prethodno opisano.

PREGLEDNI ČLANAK (pregledno delo, pregledna rabota, review, obzornja rabota, Übersichtarbeit) jest izvješće o nekom posebnom pitanju o kojem je već objavljena informacija, samo je to ovdje skupljeno i raspravljeno. Autor preglednoga članka dužan je dati podatke o svim objavljenim radovima kojima se koristio u svom radu (treba navesti literaturu i svrstati je redom kojim se pojavljuje u tekstu), a po mogućnosti u literaturi navesti radove koji bi pridonijeli razvoju razmatrane problematike.

STRUČNI ČLANAK (strokovno delo, stručna rabota, professional paper, profesionaljnaja rabota, Fachlicher Beitrag) daje korisne priloge iz područja čija problematika nije vezana za izvorna istraživanja. To znači da rad mora biti novost u određenom području djelatnosti. To se npr. odnosi na naknadno ponavljanje poznatih istraživanja koje predstavlja koristan rad u vezi sa širenjem znanja i prilagođavanja izvornih istraživanja potrebama društva i znanosti.

energija

ČASOPIS
HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE

glasilo je energetičara, elektroinženjera i elektrotehničara. Izdaje ga Hrvatska elektroprivreda uz pomoć Ministarstva znanosti, tehnologije i informatike.

Njime se koriste mnogi znanstvenici i stručnjaci u našoj zemlji, a poznat je i važnijim referalnim centrima u inozemstvu, kao što su:

Engineering Index Inc., New York; Engineering Information Inc. Bibliographic Services Dept, New Jersey; Current Tehnology Index, London; Viniti, Moscow; Revue Générale de l'électricité, Paris; Current Bibliography on Science and Tehnology, Japan Information Centre, Tokyo; itd.

U Energiji se tiskaju izvorni znanstveni članci kao i članci iz prakse, vijesti iz elektroprivrede, zanimljivosti iz svijeta, priopćenja i članci graditelja elektroenergetskih objekata, proizvođača strojeva i materijala. Oglasi su sastavni dio časopisa, a priopćenja su komercijalne naravi.

UREDNIŠTVO

TEHNIČKO-EKONOMSKI PRISTUP ZA ODREĐIVANJE PRIORITETNIH INVESTICIJA U DISTRIBUCIJSKOJ MREŽI

Dr. sc. Srđan Žutobradić - mr. sc. Lahorko Wagmann - Tomislav Baričević, Zagreb

UDK 621.316.1.003
PREGLEDNI ČLANAK

U referatu su prikazani temelji matematičkog modela za ocjenu tehničke i ekonomske opravdanosti pojedinih investicijskih odluka u distribucijskoj djelatnosit. Dobiveni rezultati služe kao osnova za izradu liste prioriteta. Također su dani primjeri uporabe predložene metodologije.

Ključne riječi: distribucijska mreža, investicije.

1. UVOD

Potrebe za novim investicijama velike su u svim elektroprivrednim tvrtkama u svijetu, pa tako i u HEP-u. S druge strane, obično je prisutan manjak raspoloživih financijskih sredstava. Takva situacija dovodi planere mreže u problematičnu situaciju glede određivanja prioriteta prilikom izrade planova sanacije i razvoja mreže.

Zbog toga će se u ovom referatu predložiti metoda (temeljena na svjetskim iskustvima) za određivanje prioriteta kod donošenja investicijskih odluka. U prvoj fazi razrade obuhvaćene su samo investicije u tzv. **kapitalne objekte** kao što su TS 110/10(20) kV, TS 35/10(20) kV, vodovi 35 kV, te eventualno novi magistralni vodovi 10(20) kV. Dakako, metoda se nakon verifikacije u praksi može poopćiti i na niže naponske razine.

Prilikom uspostave metodološkog pristupa treba uvažiti slijedeće bitne razloge koji uvjetuju značajna investicijska ulaganja u distribucijsku mrežu. To su:

- porast opterećenja elemenata mreže koji može dovesti do termičkog preopterećenja
- ostvarivanje pouzdanog napajanja konzuma
- sanacija loših naponskih okolnosti
- revitalizacija dotrajalih (nepouzdanih) dijelova mreže.

U sljedećim točkama prikazat će se korištena metodologija, te temelji razvijenog programskog paketa.

2. METODOLOŠKI PRISTUP

Uobičajeni pristup koji se koristi kod valorizacije kapitalnih investicija temelji se na određivanju parametra ICB [1, 2]:

$$\mathrm{ICB} = \frac{D}{I} \qquad (1)$$

D - sadašnja vrijednost izbjegnutih troškova koji su rezultat ostvarene investicije

I - sadašnja vrijednost investicije

Temelj razmatrane metode je tzv. "cost - benefit" pristup. Prema navedenim izvorima [1, 2] smatra se da je investicija ekonomski opravdana ako je ispunjen uvjet:

$$\mathrm{ICB} > a \qquad (2)$$

a - diskontna stopa (stopa aktualizacije)

Diskontnom stopom uzima se u obzir poznata činjenica da je stvarna vrijednost kapitala danas veća nego u budućnosti. Veličina diskontne stope približno odgovara veličini kamatnih stopa koje su danas u Hrvatskoj visoke. No, pri tome treba uvažiti da je diskontna stopa ovisna o rizičnosti investicije. Budući da, investicije u elektroenergetsku mrežu ne spadaju u osobito rizičnu kategoriju, koriste se niže vrijednosti. U Hrvatskoj obično se koristi vrijednost a = **8%...10%.**

Izbjegnuti troškovi imaju više komponenti:

- troškovi neisporučene električne energije
- troškovi održavanja mreže
- troškovi gubitaka električne energije.

U većini slučajeva najvažniji su troškovi neisporučene električne energije. Pri tome se ne misli na penale (koji kod nas nisu propisani), nego na veličinu kojom se obuhvaća šteta koju potrošači trpe zbog prekida isporuke električne energije. Prema tome, radi se o šteti sa stanovišta **društva,** odnosno o društvenoj opravdanosti investicijskih ulaganja. Na razini HEP-a još nisu definirani jedinični troškovi neisporučene energije i snage. Zbog toga su u ovom referatu usvojene prosječne vrijednosti iz dostupne svjetske literature:

- troškovi neisporučene snage: 1.25 DEM/kW
- troškovi neisporučene energije: 5 DEM/kWh.

Dakako, u konkretnim analizama poželjno je koristiti različite jedinične troškove, ovisno o vrsti potrošača.

Ako se u budućnosti propišu penali za neisporučenu električnu energiju potrošačima, tada će se proračuni

vršiti s tim veličinama. U tom slučaju moći će se govoriti o šteti sa stanovišta poduzetnika (sadašnji HEP).

Način određivanja izbjegnutih troškova *(D)* uvjetovan je razlozima zbog kojih se želi pristupiti investicijskoj izgradnji. Treba uočiti da često postoji više razloga (npr. želja da se poboljša pouzdanost isporuke električne energije, te da se poprave loše naponske okolnosti u mreži srednjeg napona). Tada se veličina *D* dobiva kao zbroj izbjegnutih troškova.

U sljedećim točkama prikazat će se način proračuna izbjegnutih troškova, za nekoliko karakterističnih situacija.

2.1. Izgradnja novih TS 110/10(20) kV i TS 35/10(20) kV zbog pouzdanosti napajanja

Uobičajeni način planiranja pojnih TS X/10(20) kV temelji se na poštivanju kriterija "n-1". To znači da je moguće održati pogon mreže bez prekida napajanja u slučaju ispada nekog transformatora X/10(20) kV. Rezerva se osigurava kroz druge transformatore, bilo u istoj transformatorskoj stanici, bilo iz susjednih TS (preko povezne mreže). U slučaju da kriterij "n-1" nije ispunjen, nastoji se izgraditi nova pojna TS X/10(20) kV; rezultat će biti izbjegnuti troškovi neisporučene električne energije. Osim toga, u slučaju izgradnje nove TS 110/10(20) kV obično je moguće staviti izvan pogona jednu do dvije stare TS 35/10 kV, čime se izbjegavaju povećani troškovi održavanja dotrajalih postrojenja.

Prilikom procjene neisporučene električne energije treba uvažiti činjenicu da opterećenje konzumnog područja varira ovisno o sezoni te vremenu nastanka kvara. To znači da ispad transformatora X/10(20) kV koji u prosincu dovodi do redukcije konzuma ne mora imati takve posljedice tijekom ljetnih mjeseci.

Ukupni troškovi neisporučene električne energije i snage određuju se pomoću formule:

$$C_{EPND} = \sum_{i=1}^{12} \left(A \cdot \lambda_m \cdot P_{ispi} + B \cdot \lambda_m \cdot \frac{P_{ispi} \cdot T_{vm} \cdot t_k}{720} \right) \quad (3)$$

Ulazni podaci za primjenu gornje formule su sljedeći:

P_c - raspoloživi slobodni kapacitet transformacije i povezne mreže u slučaju ispada jednog transformatora (kW)
P_v - godišnje vršno opterećenje (kW)
P_{vi} - mjesečne vršne snage P_{vi}, u postocima godišnje vršne snage P_v, gdje je i = 1, 2, ... , 12 (kW)
T_v - trajanje vršnog opterećenja (sati)
λ - godišnji broj kvarova po transformatoru i pripadajućoj opremi u trafo poljima
t_k - prosječno trajanje jednog kvara (sat)
A - cijena neisporučene snage (DEM/kW)
B - cijena neisporučene energije (DEM/kWh)

Na temelju izloženih veličina računaju se sljedeći parametri:

λ_m - mjesečni broj kvarova koji je jednak $\lambda/12$
T_{vm} - trajanje mjesečnog vršnog opterećenja koje je jednako $T_v/12$
P_{ispi} - snaga ispada u i-tom mjesecu koja je jednaka $P_{vi} - P_c$. Ukoliko je $P_c \geq P_{vi} \Rightarrow P_{ispi} = 0$
END_i - neisporučena energija u i-tom mjesecu koja se računa na osnovi formule:

$$END_i = \lambda_m \cdot \frac{P_{ispi} \cdot T_{vm} \cdot t_k}{720} \quad (4)$$

Ukoliko se izgradnjom nove TS X/10(20) kV u potpunosti eliminiraju troškovi neisporučene električne energije, tada vrijedi:

$$D = C_{EPND} + \Delta C_0 \quad (5)$$

ΔC_0 - ušteda (eventualna) zbog smanjenih troškova održavanja starih TS 35/10 kV

Veličina investicije (I) za izgradnju nove TS X/10(20) kV određena je troškovima izgradnje same stanice, ali i priključnih vodova gornjeg i donjeg napona.

2.2. Zamjena (dogradnja) transformatora 110/10(20) i 35/10(20) kV zbog pouzdanosti napajanja

Ova investicija je slična prethodnoj, s time što su investicijski troškovi (I) znatno niži. Obično se radi o zamjeni transformatora 110/10(20) kV, snage 20 MVA jedinicama snage 40 MVA. Također je veoma čest slučaj da TS 110/10(20) kV rade u početnoj fazi samo s jednim ugrađenim transformatorom, pa se zbog pouzdanosti napajanja konzuma želi ugraditi i druga jedinica. Slična situacija može se pojaviti i kod TS 35/10(20) kV, s time što su tada investijska sredstva doista relativno malena. Ulazni parametar *D* računa se kao i u prethodnoj točki.

2.3. Temeljita rekonstrukcija rasklopnih postrojenja u TS 110/10(20) i TS 35/10(20) zbog dotrajalosti

Dotrajalost postrojenja predstavlja jedan od najvećih tehničkih problema u distribucijskim mrežama HEP-a. Prisutan je veliki broj TS X/10(20) kV za koje se traži temeljita rekonstrukcija postrojenja srednjeg napona. Navedeni zahtjevi prvenstveno su uvjetovani željom da se poboljša pouzdanost razmatranih postrojenja, te da se smanje troškovi održavanja i otklanjanja posljedica kvarova. Dakako, uvođenje suvremenih tehnoloških rješenja u transformatorske stanice donosi i neka dodatna unaprjeđenja koja je teško financijski trenutačno kvantificirati. To se naročito odnosi na sekundarnu opremu (numerička relejna zaštita), ali i na ugradnju opreme sa stupnjem izolacije 24 kV, čime se stvaraju pretpostavke za zamjenu naponske razine 10 kV s naponom 20 kV.

Ukupni godišnji troškovi neisporučene električne energije računaju se na slijedeći način:

$$C_{END} = \lambda \cdot \frac{T_v}{8760} \cdot t_k \cdot P_v \cdot B \quad (6)$$

a troškovi neisporučene snage određuju se kao:

$$C_{PND} = \lambda \cdot P_v \cdot k \cdot A \quad (7)$$

Ukupni godišnji troškovi održavanja izračunavaju se po formuli:

$$C_{ou} = N \cdot C_o \quad (8)$$

Ukupni godišnji troškovi popravaka izračunavaju se po formuli:

$$C_{pu} = N \cdot \lambda \cdot C_p \quad (9)$$

Ukupni godišnji troškovi u postojećoj transformatorskoj stanici dobivaju se kao:

$$C = C_{END} + C_{PND} + C_o + C_p \quad (10)$$

Značenja pojedinih veličina su sljedeća:

N - broj polja
λ - prosječni broj kvarova po jednom polju, godišnje
C_o - prosječni troškovi održavanja jednog polja (DEM)
C_p - prosječni troškovi popravka jednog polja (DEM)
A - cijena neisporučene snage (DEM/kW)
B - cijena neisporučene energije (DEM/kWh)
P_v - godišnje vršno opterećenje transformatorske stanice (kW)
k - faktor prosječne snage
T_v - trajanje vršnog opterećenja transformatorske stanice (sati)
t_k - prosječno trajanje jednog kvara (sati)

Nakon provedene rekonstrukcije ukupni troškovi (10) će se smanjiti; teoretski gledano na nulu. Dakako, u praksi će uvijek postojati određeni troškovi koji se mogu procijeniti na vrijednost cca 10 - 20 % troškova prije rekonstrukcije. Prema tome, izbjegnuti troškovi nakon temeljite rekonstrukcije rasklopnih postrojenja mogu se odrediti kao:

$$D = k_r \cdot C \quad (11)$$

k_r - koeficijent koji se procjenjuje na vrijednost 0.8-0.9.

2.4. Izgradnja novih vodova 35(20) kV zbog pouzdanosti napajanja

U distribucijskoj mreži HEP-a prisutan je veliki broj pojnih TS 35/10(20) kV koje nemaju dvostrano napajanje. Pouzdanost napajanja takvih transformatorskih stanica može se popraviti na dva načina:

- izgradnjom novih vodova 35 kV koji će osigurati dvostrano napajanje
- izgradnjom novih vodova 10(20) kV velikog presjeka faznih vodiča, koji će povezati razmatranu transformatorsku stanicu sa susjednom TS X/10(20) kV.

Prilikom procjene neisporučene električne energije treba uvažiti činjenicu da opterećenje razmatrane TS X/10(20) kV varira ovisno o sezoni, te vremenu nastanka kvara. Budući da se često raspolaže samo s podatkom o godišnjem vršnom opterećenju voda, izložit će se pojednostavljeni model u kojem se uzima u obzir samo taj podatak. Dakako, model je lako proširiti tako da se uvaže i mjesečna vršna opterećenja (slično kao u toč. 2.1.).

Ukupni troškovi neisporučene električne energije i snage uslijed kvarova na pojnom vodu određuju se pomoću formule:

$$C_{EPND} = A \cdot \frac{\lambda}{100} \cdot L \cdot P_v \cdot k + B \cdot P_v \cdot T_v \cdot \frac{t_k}{8760} \cdot \frac{\lambda}{100} \cdot L \quad (12)$$

Značenje pojedinih veličina su slijedeća:

P_v - godišnje vršno opterećenje (kW)
k - faktor prosječne snage
T_v - godišnje trajanje vršnog opterećenja (sati)
λ - prosječni broj kvarova na 100 km, godišnje
L - duljina voda (km)
t_k - prosječno trajanje jednog kvara (sati)
A - cijena neisporučene snage (DEM/kW)
B - cijena neisporučene energije (DEM/kWh)

Prosječna godišnja neisporučena energija računa se na temelju formule:

$$END = P_v \cdot k \cdot T_v \cdot \frac{t_k}{8760} \cdot \frac{\lambda}{100} \cdot L \quad (13)$$

Ukoliko se izgradnjom novog voda 35(20) kV u potpunosti eliminiraju troškovi neisporučene električne energije tada vrijedi:

$$D = C_{EPND} \quad (14)$$

Veličina investicije (I) za izgradnju novog voda, ali i troškovima opremanja novih vodnih polja.

2.5. Izgradnja novih magistralnih vodova ili TS 35/10(20) kV zbog sanacije loših naponskih okolnosti

Mnogi potrošači priključeni na distribucijsku mrežu HEP-a imaju probleme s lošim naponskim okolnostima. U većini slučajeva ti problemi su uvjetovani lošim značajkama mreža niskog napona. No, u nekim slučajevima problemi nastaju zbog mreže srednjeg napona (mali presjeci, dugački izvodi).

Sanacija loših naponskih okolnosti u mreži srednjeg napona može se provesti na više načina - izgradnjom novih (zamjenskih) vodova većeg presjeka vodiča, interpolacijom novih TS 35/10(20) kV, zamjenom napona 10 kV s naponom 20 kV. Osim toga, u svijetu postoje iskustva s korištenjem posebnih uređaja - regulatora napona koji se ugrađuju na odabrane lokacije magistralnih vodova srednjeg napona gdje su prisutne loše naponske okolnosti.

U mnogim slučajevima sanacija naponskih okolnosti u mreži srednjeg napona dovodi i do poboljšanja pouzdanosti napajanja konzuma. Novi magistralni vodovi u pravilu imaju bolje značajke nego postojeći vodovi. Interpolacijom TS 35/10(20) kV dolazi do skraćenja izvoda 10(20) kV mreže, te do smanjivanja njihovog opterećenja. Time se štete zbog neiporučene električne energije bitno smanjuju. Izbjegnuti troškovi koji rezultiraju zbog poboljšanja pouzdanosti isporuke električne energije obuhvaćaju se u skladu s izloženim načelima. Međutim, izbjegnute štete zbog poboljšanja

naponskih okolnosti u mreži srednjeg napona modeliraju se na bitno drugačiji način. Pri tome se koristi pojam **fiktivne redukcije opterećenja.** To znači da se računskim putem određuje vršno opterećenje izvoda, uz koje će maksimalni padovi napona na izvodu biti manji od dopušenih vrijednosti. S obzirom da te veličine (na srednjem naponu) nisu propisane u tehničkoj regulativi, one se određuju s obzirom na ukupne značajke distribucijske mreže (srednjeg i niskog napona).

Ukoliko bi se provela navedena redukcija opterećenja (s ciljem da se smanje padovi napona), neisporučena električna energija poprimila bi slijedeći iznos:

$$END = \frac{(Pv - P_{dop}) \cdot t_{red}}{2} \qquad (15)$$

Troškovi neisporučene električne energije i snage mogu se odrediti kao:

$$C_{EPND} = A \cdot (P_v - P_{dop}) + B \cdot \frac{(Pv - P_{dop}) \cdot t_{red}}{2} \qquad (16)$$

t_{red} - vrijeme fiktivne redukcije (sati)
P_{dop} - dopušteno opterećenje koje ne rezultira prevelikim padovima napona (kW)
P_v - godišnje vršno opterećenje izvoda (kW)
A - cijena neisporučene snage (DEM/kW)
B - cijena neisporučene energije (DEM/kWh).

Dakako, izbjegnuti troškovi nakon provedene investicije iznose:

$$D = C_{END} \qquad (17)$$

Tumačenje predložene metode prikazano je na sl. 1. Na ordinati su dana opterećenja izvoda, a na apscisi kumulativna trajanja tih opterećenja. Trenutačno je najveći problem kod primjene opisanog postupka nedostatak sustavnih mjerenja i istraživanja dijagrama opterećenja srednjonaponskih izvoda. U nedostatku kvalitetnih podataka nužna je primjena aproksimativnih dijagrama. Osim toga, trebalo bi razmotriti unaprjeđenje metode, tako da se previsoki padovi napona razvrstaju u dvije grupe:

- Umjereno visoki padovi napona (npr. između 8 i 12%); neisporučena električna energija i snaga prilikom fiktivnih redukcija konzuma valorizirala bi se znatno niže nego kod stvarnih prekida napajanja.
- Izrazito visoki padovi napona (npr. iznad 12%); neisporučena električna energija i snaga prilikom fiktivnih redukcija konzuma valorizirala bi se na isti način kao i kod stvarnih prekida napajanja.

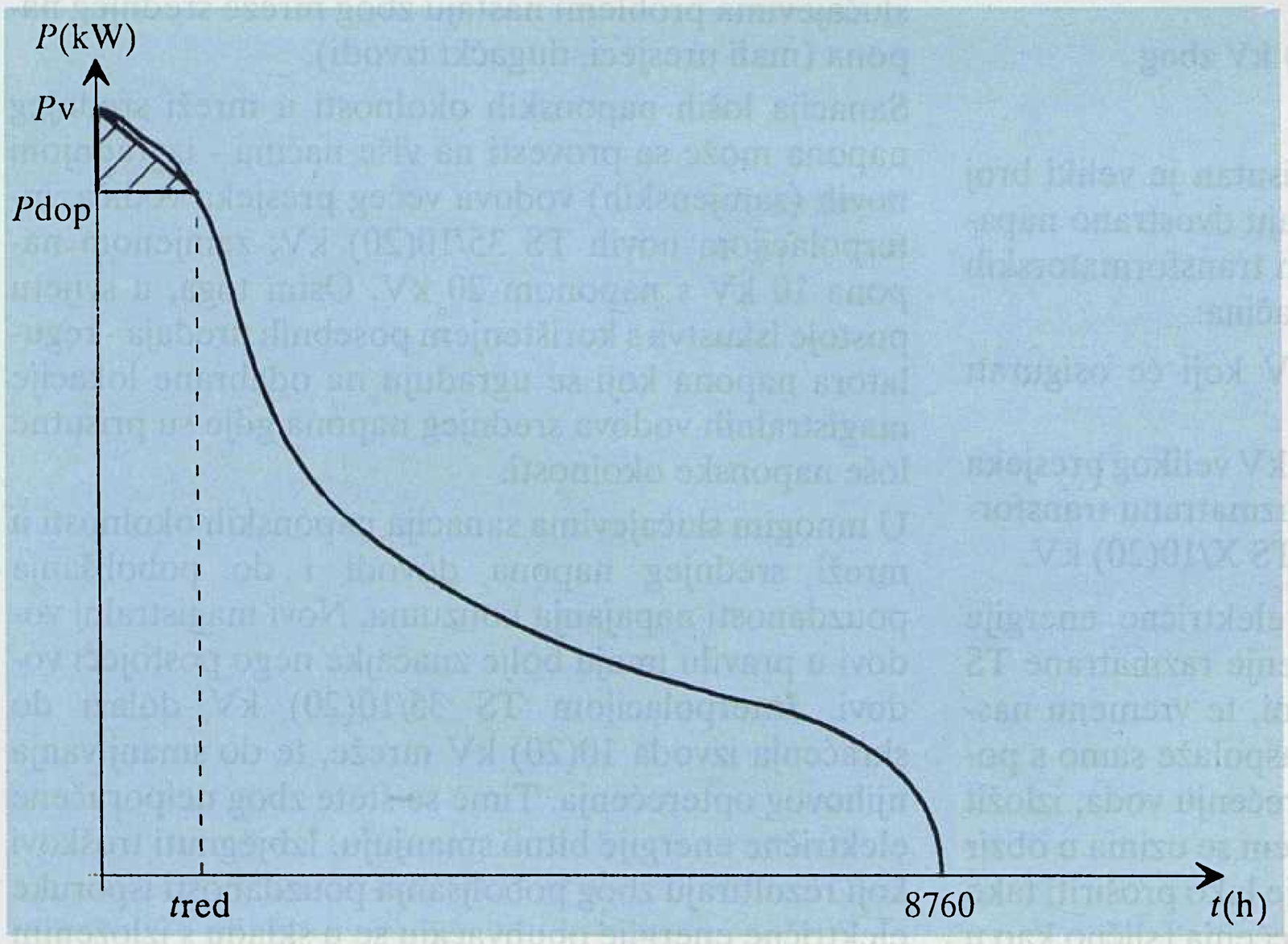
2.6. Stohastička simulacija troškova neisporučene električne energije

U prethodnim točkama prikazani su temelji modela za određivanje izbjegnutih troškova, koji se koristi za analizu tehno-ekonomske opravdanosti većih investicijskih projekata u distribucijskoj djelatnosti HEP-a. Izložena metodologija je dorađena tako da se prilikom proračuna troškova neisporučene električne energije i snage koristi stohastički pristup, koji je prikazan dijagramom toka na sl. 2.

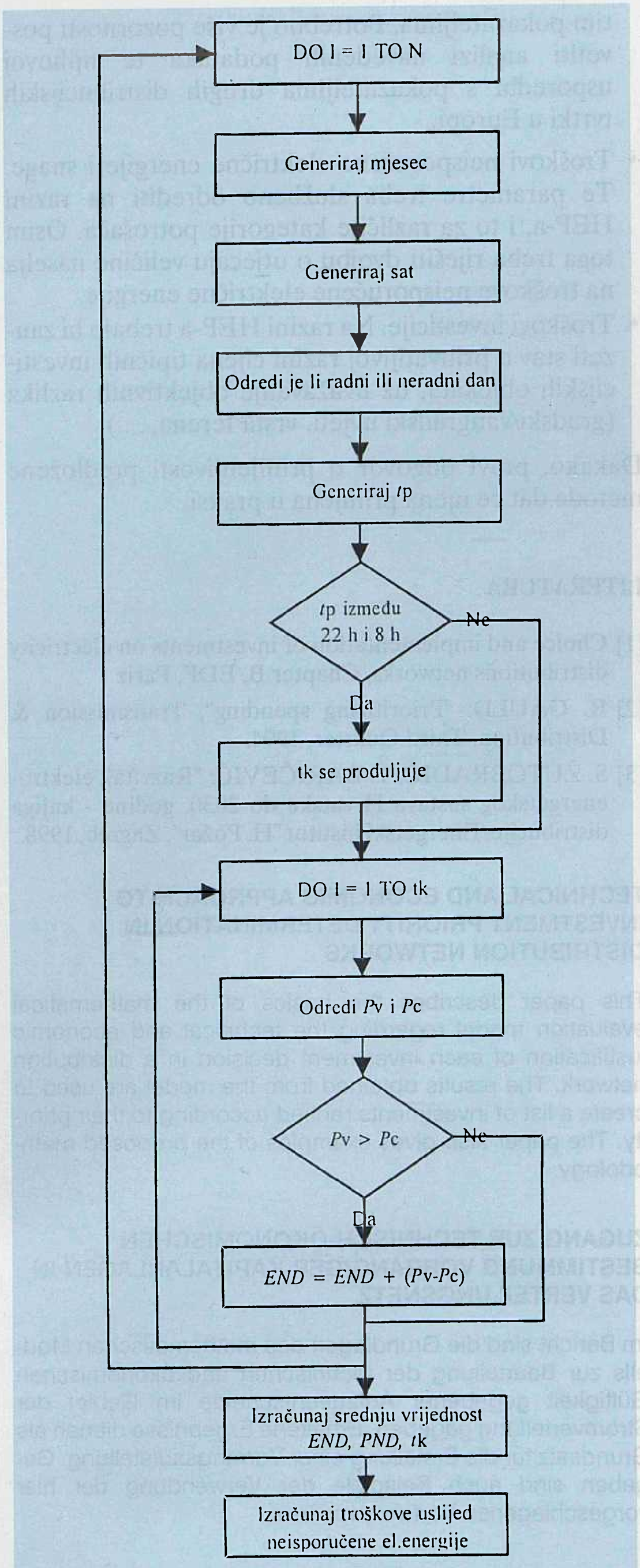
Osnova stohastičkog pristupa je simulacija kvarova na razmatranom elementu mreže tijekom godinu dana. Veličina neisporučene električne energije ovisi o trenutačnom opterećenju elemenata, ali i o mogućnosti da se kroz druge elemente mreže tijekom kvara dobavi određena količina energije.

Podaci potrebni za proračun su: očekivana učestalost kvarova i prosječno trajanje jednog kvara, te karakteristični dijagram opterećenja za razmatrani element mreže, te eventualno raspoloživi slobodni "kapaciteti" susjednih elemenata mreže. Opterećenje se modelira na temelju godišnjih vršnih vrijednosti, i to dvanaest mjesečnih vršnih vrijednosti karkaterističnih za razmatranu mrežu i dvije vrste dnevnih dijagrama opterećenja zadanih za 24 satne srednje vrijednosti, za radne i neradne dane. Na opisani način u biti je određena **satna krivulja opterećenja** za čitavu godinu.

Metoda pseudoslučajnih brojeva primjenjuje se na slučjani odabir trenutaka u kojem je nastupio kvar: mjeseca, vrste dana (radni ili neradni) i sata. Iz vršnog opterećenja razmatranog elementa mreže i energetskih kapaciteta susjednih



Slika 1. Krivulja trajanja snage na izvodu srednjeg napona



N - broj simulacija
*t*p - sat početka kvara
*t*k - trajanje kvara u satima
*P*v - snaga u određenom satu (kW)
*P*c - kapacitet rezerve (kW)
END - neisporučena energija (kWh)
PND - neisporučena snaga (kW)

Slika 2. Dijagram toka stohastičke metode

dijelova mreže te zadanih dijagrama opterećenja, jednoznačno se određuje opterećenje koje se mora reducirati u trenutku nastanka kvara, odnosno u slijedećim satima dok se ne otkloni prekid napajanja. Jednostavnim zbrajanjem tako određenih opterećenja tijekom trajanja prekida napajanja dobiva se veličina neisporučene električne energije. Pri tome se pretpostavlja da je vrijeme trajanja kvara jednako zadanom prosječnom vremenu trajanja jednog kvara, uz mogućnost uvođenja dodatnog povećanja trajanja, ako se kvar desio noću.

Jedna simulacija daje procjenu veličine neisporučene električne energije tijekom jedne godine. Proračuni se ponavljaju, te se računa srednja vrijednost rezultata, sve dok se ne postigne zadovoljavajuća točnost. Nakon tog mogu se izračunati i troškovi neisporučene energije i snage.

3. PRIMJENA PREDLOŽENE METODOLOGIJE

Prikazana metoda je testirana na dva različita primjera:

a. Izgradnja nove gradske TS 110/10(20) kV zbog ostvarivanja visoke razine pouzdanosti napajanja konzuma, koji je trenutačno napajan iz jedne postojeće TS 110/10(20) kV. Ulazni parametri su sljedeći:
   - instalirana snaga transformatora u postojećoj TS 110/10(20) kV je 2x40 MVA
   - vršno opterećenje postojeće TS 110/10(20) kV iznosi: 50/60/70 MVA
   - omjer maksimalnog i minimalnog mjesečnog vršnog opterećenja tijekom godine: 0.55
   - prosječno trajanje kvara koji rezultira ispadom transformatora: 16 sati
   - broj kvarova koji rezultiraju ispadom transformatora: 0.1/0.2/1.0 godišnje
   - troškovi izgradnje nove TS 110/10(20) kV (SF_6 postrojenje, priključni kabeli 110 kV, rasplet mreže 10(20) kV; 20 mil. DEM).

Kao što se vidi, u određenim razdobljima nije ispunjen kriterij "N-1" u transformaciji 110/10(20) postojeće TS 110/10(20) kV. Pri tome se pretpostavlja da je napajanje konzuma moguće samo iz drugog transformatora (zanemaruje se eventualno preuzimanje konzuma preko povezne mreže).

b. Izgradnja novog nadzemnog voda 35 kV zbog poboljšanja pouzdanosti napajanja postojeće, radijalno priključene TS 35/10 kV, sa sljedećim ulaznim parametrima:
   - vršno opterećenje postojeće TS 35/10 kV; 4/8 MVA
   - omjer maksimalnog i minimalnog mjesečnog vršnog opterećenja tijekom godine: 0.55
   - prosječno trajanje kvara koji rezultira ispadom postojećeg pojnog voda 35 kV: 12 sati
   - broj kvarova koji rezultiraju ispadom postojećeg pojnog voda 35 kV: 0.2/0.5/1.0 godišnje
   - troškovi izgradnje novog nadzemnog voda 35 kV: 1.5/3.0 mil. DEM (dužina voda 10/20 km).

Rezultati proračuna prikazani su u tabl. 1 - 2.

Tablica 1. Izgradnja nove TS 110/10(20) kV

Pv(MVA)	Broj kvarova (/ god.)	*END* (kWh)	C_{EPND} (DEM)	ICB (%)
50	0,1	667	3853	0,02
60	0,1	3195	18471	0,09
70	0,1	7046	40736	0,20
50	0,2	1308	7051	0,04
60	0,2	6384	34411	0,17
70	0,2	14130	76168	0,38
50	1,0	6719	34121	0,17
60	1,0	32113	163075	0,82
70	1,0	70754	359303	1,80

Tablica 2. Izgradnja novog voda 35 kV

Dužina novog voda (km)				10	20
Troškovi izgradnje novog voda (DEM)				1,500,000	3,000,000
Pv (MVA)	Broj kvarova (/god)	*END* (kWh)	C_{EPND} (DEM)	ICB (%)	ICB (%)
4	0,2	3696	20407	1,36	0,68
4	0,5	9239	48122	3,21	1,60
4	1,0	18484	94346	6,29	3,14
8	0,2	7379	70743	2,72	1,36
8	0,5	18488	96284	6,42	3,21
8	1,0	36927	188487	12,57	6,28

Analizom tabl. 1 - 2, dolazi se do zaključka da dobiveni rezultati veoma ovise o ulaznim parametrima, kojima će u budućnosti trebati posvetiti dosta pozornosti. Dakako, ocjena rentabilnosti pojedinog projekta ovisi i o njegovim investicijskim troškovima. Zbog toga su u prvom primjeru (tabl. 1) dobivene niske vrijednosti za faktor ICB, budući da se radi o veoma velikoj investiciji.

4. ZAKLJUČCI

U referatu je opisan model za određivanje liste prioriteta investicija u distribucijskoj mreži. Korištenjem navedenog postupka moguće je rangirati zahtjeve za investicijskim ulaganjima. Predloženu metodu trebalo bi u prvoj fazi testirati na tzv. kapitalnim objektima (110 i 35 kV).

Važno je upozoriti da izloženi pristup ne može u potpunosti obuhvatiti sve utjecajne čimbenike koje treba uvažiti prilikom donošenja investicijskih odluka. Zobg toga lista prioriteta treba poslužiti samo kao **podloga** za donošenje konačnih odluka.

Poseban problem koji će trebati riješiti jesu kvalitetni ulazni podaci:

- Podaci o kvarovima te njihovom trajanju. Nužno je ustrojiti jedinstveni način praćenja i izvješćivanja o tim pokazateljima. Potrebno je više pozornosti posvetiti analizi navedenih podataka te njihovoj usporedbi s pokazateljima drugih distribucijskih tvrtki u Europi.
- Troškovi neisporučene električne energije i snage. Te parametre treba službeno odrediti na razini HEP-a, i to za različite kategorije potrošača. Osim toga treba riješiti dvojbu o utjecaju veličine naselja na troškove neisporučene električne energije.
- Troškovi investicije. Na razini HEP-a trebalo bi zauzeti stav o prihvatljivoj razini cijena tipičnih investicijskih objekata, uz uvažavanje objektivnih razlika (gradski/vangradski uvjeti, vrsta terena, ...).

Dakako, pravi odgovor o primjenjivosti predložene metode dat će njena primjena u praksi.

LITERATURA

[1] Choice and implementation of investments on electricity distributions networks, Chapter B, EDF, Pariz

[2] R. GAULD: "Prioritizing spending", Transmission & Distribution, Third Quarter, 1994.

[3] S. ŽUTOBRADIĆ, T. BARIČEVIĆ: "Razvitak elektroenergetskog sustava Hrvatske do 2030. godine - knjiga distribucije, Energetski institut "H. Požar", Zagreb, 1998.

TECHNICAL AND ECONOMIC APPROACH TO INVESTMENT PRIORITY DETERMINATION IN DISTRIBUTION NETWORKS

This paper describes the basics of the mathematical evaluation model regarding the technical and economic justification of each investment decision in a distribution network. The results obtained from the model are used to create a list of investments ranked according to their priority. The paper also gives examples of the proposed methodology.

ZUGANG ZUR TECHNISCH-ÖKONOMISCHEN BESTIMMUNG VORRANGIGER KAPITALANLAGEN IN DAS VERTEILUNGSNETZ

Im Bericht sind die Grundlagen des mathematischen Modells zur Beurteilung der technischen und ökonomischen Gültigkeit gegebener Anlageentscheide im Gebiet der Stromverteilung gegeben. Erhaltene Ergebnisse dienen als Grundsatz für die Erstellung einer Vorrangsaufstellung. Gegeben sind auch Beispiele der Verwendung der hier vorgeschlagenen Verfahrensweise.

Naslov pisaca:

Dr. sc. Srđan Žutobradić, dipl. ing.
mr. sc. Lahorko Wagmann, dipl. ing.
Tomislav Baričević, dipl. ing.
Energetski institut "Hrvoje Požar"
Ulica grada Vukovara 37
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2000-03-23

NEKA RAZMIŠLJANJA O BUDUĆNOSTI MREŽE 220 kV

Dr. sc. Zorko C v e t k o v i ć, Zagreb

UDK 621.311.1
STRUČNI ČLANAK

Prijelazom na napon 400 kV donesena je odluka da se više ne proširuje mreža 220 kV osim nužnih zahvata u postojećim postrojenjima. Međutim povremeno se ta mreža ipak proširuje, a javljaju se novi prijedlozi. Pokazuje se da su ta proširenja ponekad upitna i da bi trebalo pristupiti izradi studije koja bi sveobuhvatno rješila budućnost mreže 220 kV.

Ključne riječi: mreža 220 kV, mreža 400 kV, pouzdanost.

1. UVOD

Početak mreže 220 kV u nas seže u 1962 g. kad je pušten u pogon DV 220 kV Zakučac-Mraclin, koji je povezao rasklopište elektrane i prvu transformatorsku stanicu na naponu 220 kV.

Rasprave o superponiranom naponu su međutim znatno starije i pojavljuju se početkom pedesetih godina kad još nismo imali u pogonu ni jedinstveni sistem 110 kV. Poznata je naime rasprava između profesora Dokmanića i profesora Stefaninija sa zagrebačkog elektrotehničkog fakulteta. Prof. Dokmanić se je naime zalagao za dvonaponsku prijenosnu mrežu i to 110 kV i 400 kV dok je prof. Stefanini podržavao tronaponsku mrežu 110 kV, 220 kV i 400 kV Gledajući s današnjih pozicija možemo reći da su obadvojica imali po nečemu pravo. Prof. Dokmanić jer se u tom ranom periodu dalekovidno opredjelio za koncepciju za koju smo se definitivno odlučili. Prof. Stefanini jer je uočio da brzi razvoj potrošnje traži prijelaz sa napona 110 kV na superponirani napon u momentu kad naša domaća industrija nije bila spremna za 400 kV napon i jedva se je prilagodila naponu 220 kV.

U proteklih 38 godina ukupna dužina 220 kV mreže dostigla je 1224 km s time da je dalekovod Spit, Brinje Zagreb ostao jedini magistralni dalekovod.tog napona Prelaskom na naponski nivo 400 kV u pravilu je obustavljena daljnja izgradnja 220 kV mreže osim pojedinih zahvata u postojećim postrojenjima i veze TE Plomin II na mrežu.

Poslijednjih godina, naročito pod utjecajem ratnih okolnosti pojavljuju se povremeno prijedlozi, koji teže proširenju mreže 220 kV. Treba međutim reći da ti prijedlozi smatraju takva proširenja, prelaznim rješenjima prije definitivnog prelaza na napon 400 kV.

Namjera ovog članka nije davanje rješenja, već mu je namjera da dade neke sugestije, da rasvjetli neke dileme i prije svega da potakne diskusiju koja bi dovela do zajedničkog stava baziranog na stručnoj raspravi.

2. PODRUČJE OSIJEKA

U ovom razmatranju polazi se sa stanovišta da je prijenosna mreža Slavonije, naročito mreža 400 kV potpuno obnovljena i odgovara stanju iz 1990 godine.To znači da se 110 kV mreža Slavonije napaja iz dva čvorišta TS 400/110 kV Ernestinovo i TS 220 kV Đakovo.

U poslijednje vrijeme pojavila su se dva prijedloga za privremene zahvate u mrežu 220 kV i to:

- izgradnja DV 400 kV Međurić-Đakovo pod naponom 220 kV [1] i [2]
- dogradnja transformacije 400/220 kV u TS Ernestinovo [3].

Oba ova prijedloga imaju za svrhu povećanu sigurnost napajanja TS Đakovo kao važne pojne točke slavonske mreže 110 kV.

Razmotrimo grubim deterministićkim pristupom pouzdanost napajanja slavonske 110 kV mreže (sl. 1). Snaga transformacije 2x300 MVA + 2x150 MVA iznosi ukupno 900 MVA, a lokalne izvore i mogućnost interkonekcije na naponu 110 kV ukupno procijenimo na 100 MVA.

Scenarij 1. Ispad iz pogona transhormatora 400/110 kV

Konzum je zadovoljen dok maksimalno opterećenje ne prijeđe granicu 700 MVA Kad se dostigne to opterećenje treba ugraditi treći transformator u TS Ernestinovo ili prvi transformator u TS Đakovo kao budućeoj stanici 400 kV.

Scenarij 2. Ispad iz pogona dalekovoda 400 kV

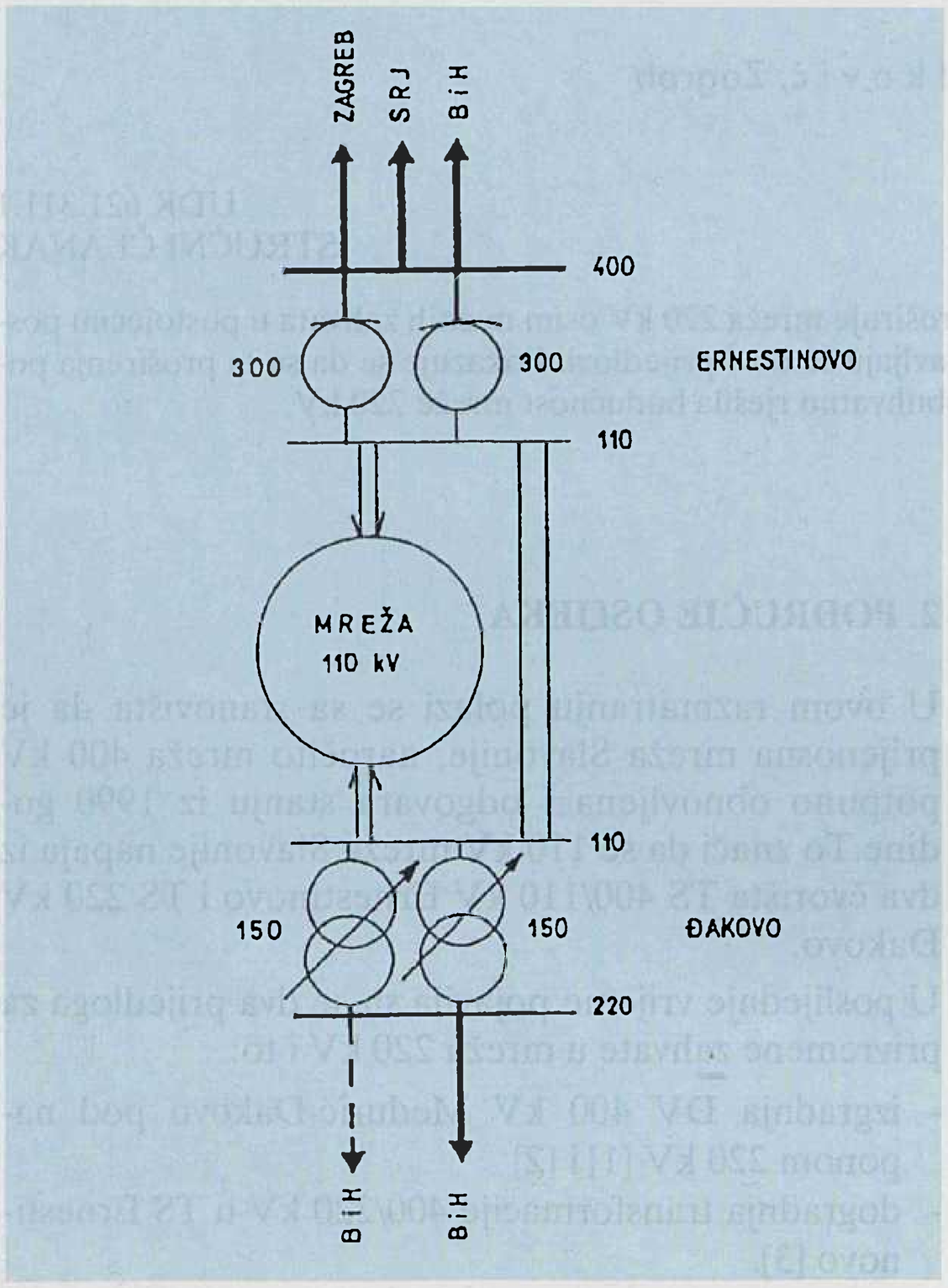
Nema posljedica na napajanje konzuma.

Scenarij 3. Ispad iz pogona transformatora 220/110 kV

Konzum je zadovoljen dok maksimalno opterećenje ne prijeđe granicu 850 kV. Postoji mogućnost prijenosa reda veličine 200 MVA preko dva dalekovoda 110 kV koji povezuju sabirnice TS Ernestinovo i TS Đakovo.

Scenarij 4. Ispad iz pogona dalekovoda 220 kV za Tuzlu

Konzum je zadovoljen dok maksimalna snaga ne prijeđe granicu 1000 MVA. Ćak i kod ispada oba dalekovoda konzum je zadovoljen dok maksimalna snaga ne prijeđe 700 MVA.



Slika 1.

Osvrnimo se na predložena riješenja proširenja mreže 220 kV. Kad je riječ o dodatnoj transformaciji 400/220 kV u TS Ernestinovo s odgovarajućom vezom220 kV Ernestinovo-Đakovo odnosno Ernestinovo-Međurić izgleda da je ona suvišna. Možda je bolje riješenje treći transformator 400/110 kV u TS Ernestinovo i pojačavanje 110 kV spoja između sabirnica Ernestinova i Đakova naravno kad konzum dostigne odgovarajući nivo.

Što se tiče izgradnje dvostrukog dalekovoda 400 kV pod naponom 220 kV Međurić-Đakovo odgovor je praktički isti kao za transformaciju 400/220 kV u Ernestinovu. [4]. Mala prednost ovog rješenja je ipak u tom da se uklapa u buduće pojačanje 400 kV veze područja Zagreba i Osijeka i ako je upitno da li je predviđena trasa optimalna [5].

Uza sve navedeno treba naglasit da preveliko ulaganje u 220 kV veze s Đakovom ima slabu točku u činjenici da se na kraju ipak susrećemo s transformatorima u TS Đakovo koji su danas stari 27 odnosno 33 godine. Ne treba ni zaboraviti na pogonsku problematiku paralelnog rada magistralnih vodova 220 kV i 400 kV.

Sugestija bi ovog članka bila da se predvidi mjesto za treći transformator 400/110 kV u TS Ernestinovo, da se odmah pristupi studiji optimalne veze 2x400 kV Zagreb-Osijek uzevši u obzir potencijalne lokacije buduće termoelektrane u Slavoniji i da se izradi idejni projekt rekonstrukcije TS Đakovo s etapnim prelazom na napon 400 kV.

Ovdje se ne spominje ni obnova ni proširenje 110 kV mreže Slavonije jer to je u svakom slučaju uvjet bez kojeg nema sigurnog napajanja konzuma.

3. PODRUČJE ZAGREBA

Na ovom području razmišlja se postojeći dalekovod 220 kV Mraclin-Brinje pregraditi ili zamjeniti dalekovodom napona 400 kV s obzirom da DV 400 kV Tumbri-Melina pretstavlja svojevrsno usko grlo prijenosa., Također se u skorom roku očekuje eventualni izlazak iz pogona DV Mraclin-Cirkovci, jer Slovenija razmišlja o napušta nju naponskog nivoa 220 kV suočena s potrebom boljeg iskorištavanja oskudnih dalekovodnih trasa..

Ova dva zahvata izgledaju logična i uklapaju se u opću koncepciju razvoja prijenosne mreže.

Ono, što barem na prvi pogled, ne izgleda tako logično je promjenjena koncepcije izgradnje nove TS 400/110 kV Žerjavinec na istočnom dijelu Zagreba. Naime ta stanica koja treba preuzeti konzum istočnog Zagreba i rasteretiti visoko opterećenu TS Tumbri zamišljena je , kao i TS Tumbri s dva (tri) transformatora 300 MVA 400/110 kV što bi za duže vrijeme rješilo sigurno napajanje zagrebačke mreže 110 kV. Sada se međutim pojavljuje ideja da se stanica izgradi u prvoj fazi sjednim transformatorom 300 MVA 400/110 kV i s jednim transformatorom 400 MVA 400/220 kV kao privremenim rješenjem. Ova koncepcija bi izgledala sasvim opravdana kad bi se Slavonija i nadalje snabdjevala samo s naponom 220 kV, no kako obnova TS Ernestinovo i izgradnja TS Žerjavinec padaju više manje u isti termin ova odluka postaje problematična.

Argumenti za predloženu koncepciju su sljedeći:

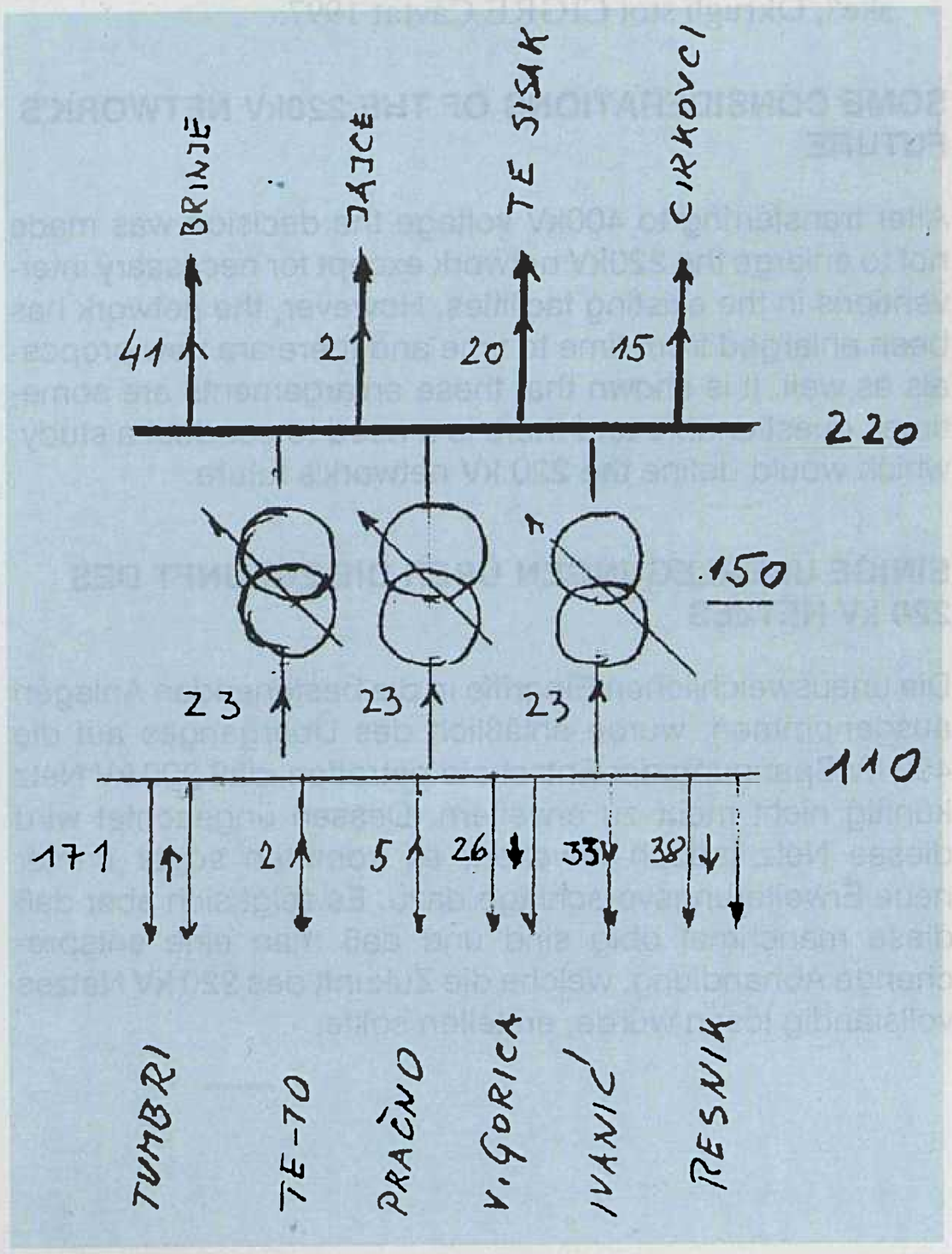
- Iskoristiti činjenicu da DV 220 kV Mraclin-Cirkovci prolazi uz TS Žerjavinec pa umjesto na Cirkovce koje se gase spojiti Mraclin na Žerjavinec i time pojačati sabirnice 220 kV u Mraclinu, odnosno napajanje 110 kV čvora Mraclin.
- Poteškoće oko dobijanja trasa za rasplet vodova 110 kV iz Žerjavinca za istočni dio Zagreba
- Sigurnije napajanje TS 220/110 kV Međurić pogotovo ako se ugase Cirkovci i Brinje, a eventualno dođe i do zamjene agregata u TE Sisak i prelaz te elektranena napon 400 kV.

Slabe strane ove koncepcije su sljedeće:

- Čvorište 110 kV Mraclin uslijed porasta instalirane snage TE-TO je sve manje opterećeno (praktički se

svodi na izvode za V. Goricu i Ivanić ukupne snage 50 do 60 MVA)

- Transformatori u TS Mraclin su minimalno opterećeni ponekad čak u smjeru od 110 kV prema 220 kV sabirnicama (sl. 2).



Slika 2. TS 220/110 kV Mraclin - opterećenje u MW 23. 03. 2000. u 9 h 20 min

- Gro energije na sabirnicama 110 kV dolazi iz TS Tumbri i odlazi za TS Resnik odnosno mrežu 220 kV.
- Shodno gornjem transformator 400/220 kV u Žerjavincu se ne može opteretiti konzumom 110 kV mreže Mraclina. DV 220 kV Žerjavinec-Mraclin pod nanaponom 110 kV može se međutim koristiti za povezivanje sabirnica tih stanica što svakako povećava sigurnost mreže.
- Konačno u TS Žerjavinec umjesto dva transformatora 400/110 kV imamo samo jedan, (drugi je 400/220 kV) što značajno smanjuje sigurnost napajanja istočnog dijela Zagreba radi čega se i gradi TS Žerjavinec.

Predložena koncepcija bi imala opravdanje kad bi se iz Mraclina moglo napajati istočni dio Zagreba dok se ne izgradi 110 kV rasplet iz Žerjavinca. Kako to nije moguće apsolutno je nužno s izgradnjom Žerjavinca izgraditi i nužni rasplet 110 kV, jer inače ni izgradnja Žerjavinca nema smisla.Odgoditi pak izgradnju Žerjavinca ozbiljno bi ugrozilo sigurnost napajanja Zagreba i ne samo njegova istočnog dijela.

Iz svega proizlazi da će postupnim odumiranjem 220 kV veza i TS Mraclin odumrijeti kao transformatorska stanica što se vremenski podudara sa životnim vijekom transformatora koji već danas iznosi 30 do 40 godina već prema jedinici.

Konačno ostaje pitanje TS 220/110 kV Međurić. Opterećenje te transformacije nije bilo nikad visoko no 220 kV vod za BiH bio je relativno jače opterećen kao i sličan vod iz Mraclina.

Za oba voda je međutim ustanovljeno još osamdesetih godina da predstavljaju energetski problem i da je jedino rješenje prelaz na 400 kV napon što je tada značilo izgradnju TS 400 kV Banja Luka.Vjerovatno je da te dvije veze neće ni ulaziti u pogon pod naponom 220 kV

Prelazom rasklopišta TE Sisak na napon 400 kV transformacija u Međuriću će postati suvišna dok će 110 kV rasplet zadržati važnost.

Kao što je rečeno u uvodu ovo je samo jedan način gledanja na problematiku 220 kV mreže i jedina mu je svrha da potakne stručnu diskusiju o toj temi prije definitivnih odluka odnosno da potakne izradu kompleksne studije o budućnosti zagrebačke mreže 220 kV.

U svakom slučaju zahvate u zagrebačkoj mreži i termine zahvata treba dobro proučiti naročito uzevši uobzir činjenicu da provizorni zahvat s transformacijom 400/220 kV u TS Žerjavinec nema visoku cijenu, koja se može još i sniziti korištenjem jednog transformatora iz TS Melina.

4. PODRUČJE RIJEKE

Na ovom području treba kako jerečeno u doglednoj budućnosti računati s gašenjem dalekovoda za Sloveniju zbog napuštanja tog naponskog nivoa u Sloveniji. Slično vrijedi i za DV Brinje-Mraclin i DV Brinje-Konjsko zbog potrebe prelaza na napon 400 kV.

U preostalom dijelu mreže 220 kV pojavljuju se dvije dileme:

- U koliko se predviđa daljnje povećanje snage TE Plomin da li je njen priključak na mrežu s naponom 220 kV optimalan i što trba napraviti
  Pri tome treba misliti i na nove interkonekcije 400 kV.
- Da li bi bilo korisno radi povećane stabilnosti EES-a prespojiti TE Rijeka na napon 400 kV? To je u ostalom bila dilema i kad se je elektrana gradila, a sama izvedba je relativno jednostavna.

5. PODRUČJE SPLITA

Na ovom području u nekoliko navrata se spominje izgradnja novog DV 220 kV Dubrovnik-Zakučac kao rješenje za nesigurno napajanje konzuma Dubrovnika.

Naime jedina veza područja Dubrovnik sa sistemom je DV 110 kV Komolac-Ston

Ispadom iz pogona tog voda što je u pojedinim vremenskim periodima vrlo učestalo konzum Dubrovnika ostaje bez napajanja, jer istovremeno ispada iz pogona HE Dubrovnik budući je opterećenje Dubrovnika manje od tehničkog minimuma elektrane. Očito da nema energetskog opravdanja za gradnju veze 220 kV kad se peijenosna snaga kreće između 40 MVA i 80 MVA u jednom ili drugom smjeru.

Problem je rješiv i s dalekovodom 110 kV povećane izolacije no prije definitivne odluke treba razmotriti budući razvoj dalmatinske mreže uzevši u obzir i potencijalnu mediteransku interkonekciju 400 kV.

Što se postojeće mreže 220 kV tiče nameću se sljedeće dileme:

- Treba li vodove 220 kV za Bilice u budućnosti koristiti pod tim naponom ili pod naponom 110 kV uzevši u obzir nestanak elektrolize kao dominirajučeg potrošača i starost 220 kV postrojenja osobito transformatora?
- Što bi sa stanovišta stabilnost EES-a značilo spajanje HE Zakučac direktno na sabirnice 400 kV u TS Konjsko? Ovo je tim više važno kad se uzmu u obzir naše specifične prednosti u razmjeni na europskom otvorenom tržištu.
- Kakva je budućnost 220 kV interkonekcije sa mrežom BiH?

6. ZAKLJUČAK

Za očekivati je da o problematici budućeg razvoja 220 kV mreže postoji široki diapazon mišljenja, iskustava i pogleda. Baš radi toga nameće se kao nužno da se pristupi dosljednoj obradi cjelokupne problematike, jer nas oklijevanje može dovestido pogrešnih i vrlo skupih kratkoročnih rješenja. Poželjno bi bilo da se i na stranicama ovog časopisa nađu nova mišljenja i sugestije.

LITERATURA

[1] D. BAJS: "Razvoj prijenosne mreže istočnog dijela EES-a" Energija 4/98, Zagreb 1998.

[2] M. ZELJKO: "Moguće opcije razvitka EES-a Hrvatske", CIGRE, Cavtat 1999.

[3] M. KALEA: "Osnove obnove i dogradnje TS 400/110 kV Ernestinovo",CIGRE, Cavtat 1999.

[4] Z. CVETKOVIĆ: "Pogled na obnovu prijenosne mreže u istočnom dijelu sustava" Osijek", Energija 2/1999, Zagreb 1999.

[5] Z. TONKOVIĆ: "Temeljna veleprijenosna mreža Hrvatske", Okrugli stol CIGRE Cavtat 1997.

SOME CONSIDERATIONS OF THE 220kV NETWORK'S FUTURE

After transferring to 400kV voltage the decision was made not to enlarge the 220kV network except for necessary interventions in the existing facilities. However, the network has been enlarged from time to time and there are new proposals as well. It is shown that these enlargements are sometimes questionable and there is a need to conduct a study, which would define the 220 kV network's future.

EINIGE ÜBERLEGUNGEN ÜBER DIE ZUKUNFT DES 220 kV NETZES

Die unausweichlichen Eingriffe in die bestehenden Anlagen ausgenommen, wurde anläßlich des Überganges auf die 400 kV Spannung der Entscheid getroffen, daß 200 kV Netz künftig nicht mehr zu erweitern. Dessen ungeachtet wird dieses Netz jedoch erweitert, es kommen sogar immer neue Erweiterungsvorschläge dazu. Es zeigt sich aber daß diese manchmal obig sind und daß man eine entsprechende Abhandlung, welche die Zukunft des 220 kV Netzes vollständig lösen würde, erstellen sollte.

Naslov pisca:

Dr. sc. Zorko Cvetković
HK CIGRE
Berislavićeva 6
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2000-05-04

POSTOJEĆE STANJE I BUDUĆNOST UPORABE SUSTAVA INDIVIDUALIZIRANJA TROŠKOVA GRIJANJA I TOPLE VODE U ZGRADARSTVU HRVATSKE

Mr. sc. Florijan R a j i ć, Zagreb

UDK 697.34:338.52
STRUČNI ČLANAK

U radu se opisuju osnovni poslovi zasnivanja i uspostave sustava individualiziranih obračunavanja i naplate troškova grijanja i priprave tople vode. Opisuje se postojeće stanje u europskim zemljama, te rezultati i stanje dosadašnjih radova i pilot-projekata na tom području u nas. Navode se objektivne i subjektivne poteškoće, neobjašnjiv nerad na zakonskoj regulativi, te vrlo štetno zaostajanje u uvođenju ovih, vrlo korisnih i brzo isplativih, sustava u potrošnji energije u stambenim zgradama i stanovima u Hrvatskoj.

Ključne riječi: individualizirani sustavi obračuna, toplina, topla voda, gubitci topline i vode, sustavi grijanja, troškovi grijanja i tople vode.

1. UVOD

Energetska kriza, čija se prtva erupcija dogodila još davne 1973. godine, izazvala je u čitavom stručnom i gospodarskom svijetu bezbrojne kompenzacijske i neutralizacijske akcije. Najučinkovitije akcije rezultirale su masovnim pristupom racionalnoj uporabi i štednji svih vrsta energenata i energije.Uz energetsku krizu pojavila se neočekivano, vrlo znakovita i teška, kriza nedostajanja pitke i tehnološke vode. Obje su krize izrazito povezane i sa, u cijelom svijetu opasno eskalirajućom trećom, ekološkom krizom. Stoga su pojedinačna i zajednička rješavanja svih spomenutih kriza također međusobno i neraskidivo povezana.

2. STANJE U EUROPI I SVIJETU

U Europi je još davne 1922 godine danski znanstvenik Clorius pronašao postupak utvrđivanja količine, odnosno postupak mjerenja toplinske energije, temeljem isparavanja grijane kapljevine posebnog kemijskog sastava u isparniku ugrađenom na ogrijevno tijelo. Od otkrića do masovne primjene ovakvih jednostavnih uređaja prošlo je više godina, pa je tako u Njemačkoj 1952. godine tvrtka TECHEM, ovakve uređaje, nazvane razdjelnicima utrošaka topline, počela primjenjivati u individualizaciji troškova grijanja u stanovima većih stambenih zgrada. Od tada je otvoreno više tvrtki za proizvodnju i mnogostruku primjenu ove opreme i uspostavu sustava individualiziranih mjerenja potrošene topline i potrošene tople, "sanitarne", vode. Do sada je samo tvrtka TECHEM s ovakvom opremom i sustavima, u Njemačkoj i velikom broju zemalja Europe, opremila oko pet milijuna stanova. Oprema i sustavi djeluju izrazito racionalno, koristeći i štedeći skupocjenu toplinsku energiju, a na veliko materijalno zadovoljstvo i opću ugodnost korisnika stanova.

3. STANJE U HRVATSKOJ

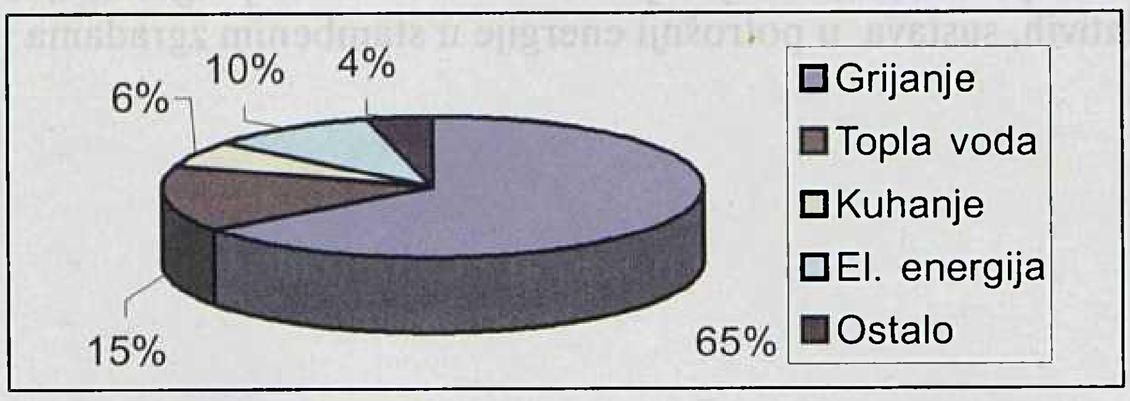
Iako je u našim većim gradovima, na primjer u gradu Zagrebu, učinjeno mnogo na usavršavanju sustava i opreme mjerenja i reguliranja potrošnje toplinske energije i vode, i s time postignute značajne uštede energenata, ipak, općenito uzevši, to nikako nije dovoljno za naše postojeće stanje i energetsku budućnost. Stoga i mi, u cijeloj Hrvatskoj, moramo poduzeti nove, suvremene i razborite mjere racionalne uporabe, odnosno štednje toplinske energije i vode. Ove mjere, kao jedan od budućih osnovnih uvjeta uspješnosti gospodarenja energijom, umjesto njihove postojeće "socijalizacije" moraju uvesti cjelovitu, opću i pravednu "individualizaciju" svih troškova potrošnje energije i vode. To se može postići, prvenstveno prikladnom obukom i pripremom korisnika skupno grijanih stanova, uvođenjem odgovarajuće zakonske regulative, te ugradnjom mjernih i regulacijskih uredjaja potrošnje topline u svakom stanu, prostoriji i na ogrijevnom tijelu, a jednako tako i na svakom mjestu potroška tople, i hladne vode.

a. Potrošnja i cijene toplinske energije i vode u Hrvatskoj

Okvirne vrijednosti opće potrošnje energije, proizvodnje energenata i njihove potrošnje za grijanje pokazane su pripadnim tablicama i dijagramima. Tablica i dijagram 1 pokazuju strukturu opće potrošnje energije, a tablica i dijagram 2 pokazuju strukturu potrošnje vode u stanovima Njemačke.

Tablica 1. Struktura opće potrošnje energije u stanovima Hrvatske

Struktura opće potrošnje energije u Hrvatskoj [%]	
Grijanje	65
Topla voda	15
Kuhanje	6
El. energija	10
Ostalo	4



Dijagram 1. Struktura opće potrošnje energije u stanovima Hrvatske

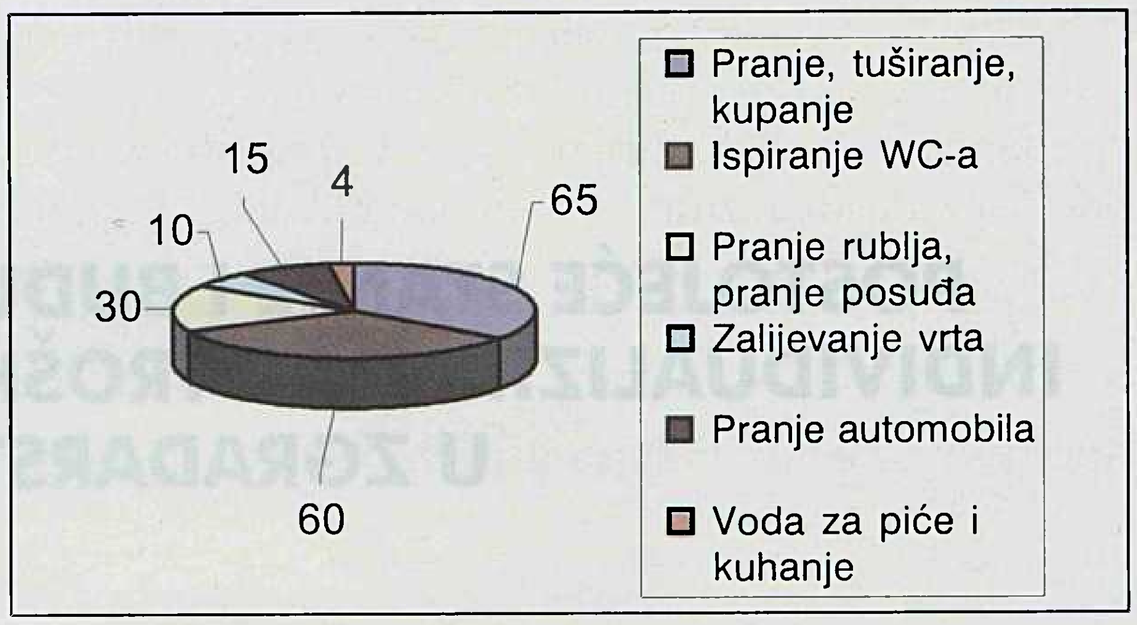
Potrošnja vode u stanovima pokazana je za prosječna domaćinstva u Njemačkoj, zbog toga što u našoj zemlji još nema relevantnih studijskih i praktičnih podataka, ali se može pretpostaviti da su nam stvarne potrošnje, barem one u gradskim područjima, slične onima u Europi i Njemačkoj.

Ono što je u nas značajno jesu veliki gubitci vode u vodovodnim mrežama, ali i gubitci vode u stanovima, koji nastaju prvenstveno zbog lošeg održavanja vodovodnih instalacija. Značajni gubici vode pokazuju se i u ratom obuhvaćenim područjima Hrvatske, gdje je obnova ukupne infrastrukture pa i vodovoda u tijeku.

Prema podacima iz naših Statističkih ljetopisa, u Hrvatskoj je samo u 1988 godini proizvedeno oko 360 milijuna tona, od čega je izgubljeno više od 30%, odnosno preko 120 milijuna tona vode.

Tablica 2. Struktura opće potrošnje vode u domaćinstvima Njemačke

Struktura opće potrošnje vode u domaćinstvima Njemačke [lit./osobi]	
Pranje, tuširanje, kupanje	65
Ispiranje WC-a	60
Pranje rublja, pranje posuđa	30
Zalijevanje vrta	10
Pranje automobila	15
Voda za piće i kuhanje	4



Dijagram 2. Struktura opće potrošnje vode u domaćinstvima Njemačke [lit./osobi]

Tablica 3 pokazuje procjene mogućih ušteda energenata, u kojoj su navedene samo uštede naftnih derivata i plina, iako su, sasvim jednako, i u sustavima centralnih drugačijih vrsta grijanja i proizvodnje ogrijevne topline moguće i uštede analognih količina ugljena, ogrijevnog drva i dr.

Tablica 3. Godišnja proizvodnja, potrošnja i procjene mogućih ušteda energenata u Hrvatskoj

	Ugljen [t]	Ogr. drvo [m³]	Tek. goriva [t]	Plin [m³]
Ukupna proizvodnja	300.000	1.500.000	5.200.000	2.650.000.000
Potrošnja za grijanje	126.000	1.500.000	2.080.000	1.060.000.000
Moguće uštede (10%)			225.000	106.000.000
Moguće uštede (30%)			675.000	318.000.000

Cijene naftnih derivata i plina u posljednje vrijeme na svjetskom tržištu značajno rastu, i sada je cijena jednog barela nafte blizu 30 US dolara, tako da cijena potrošnje glavnih energenata za grijanje u nas dostiže godišnju cijenu višu od pola milijarde US dolara. Stoga su i potrebe za racionalnim korištenjem energenata i njihovom štednjom i u nas sve više.

b. Stanovništvo, domaćinstva i stanovi

Republika Hrvatska ima oko 4.800.000 stanovnika, 1.550.000 domaćinstava, i oko 1.575.000 kuća i stanova Od toga se oko 450.000 stanova grije iz sustava centralnih grijanja (CTS-a). Veliki broj stanova imaju vlastita etažna grijanja plinom, a mnogi se stanovi i dalje griju s pomoću klasičnih peći i kamina na kruta goriva. Računa se da je oko 600.000 stanova tehnički spremno za primjenu sustava individualiziranja troškova grijanja i uporabe vode.

c. Raspoloživa oprema sustava grijanja u zgradama i stanovima

Većina sustava grijanja imaju transformacijske toplinske stanice priključene na veće toplinske sustave (CTS-e), a mnoge zgrade imaju i vlastite toplinske

stanice ložene krutim, kapljevitim i plinskim gorivima. Toplinske stanice u većini izvedbi nemaju svu potrebitu mjernu i regulacijsku opremu prilagođenu za uredna individualizirana mjerenja utrošaka topline. Samo najveći CTS-i u dijelovima imaju suvremene toplinske stanice, ali su i one uglavnom nepotpuno pripremljene za daljinski nadzor i automatsko vođenje.

Podsustavi grijanja u stanovima izvedeni su malim dijelom etažno, a najvećim dijelom u izvedbama s horizontalnim razdjelnicima i skupnim usponskim vodovima. U njima je uglavnom nemoguće individualizirano mjerenje trošenja toplinske energije s pomoću posebnih i vlastitih mjerila topline. Većina stanova je ipak pripremljena za jednostavnu i neposrednu individualiziranu raspodjelu i vrlo točno određivanje utrošenih količina topline s pomoću kapljevinskih ili elektroničkih razdjelnika topline grijanja.

d. Stanje, donošenje nove, i poboljšavanje postojeće zakonske regulative

Zakonska regulativa za područje gospodarenja energijom trebala bi sadržavati *zakone o čuvanju energije, zakone o gospodarenju energijom u zgradarstvu i njezinoj racionalnoj potrošnji, te zakone, uredbe i propise o energetski racionalnom građenju i opremanju stambenih zgrada*. Ovako potrebite i cjelovite zakonske regulative u nas još nema. To se podjednako odnosi i na zakonsku regulativu iz područja gospodarenja tehnološkom i pitkom vodom.

Trošenje energije u zgradarstvu, a to se posebno odnosi na trošenje energije u stambenim prostorima, ponajviše ovisi o načinima gradnje i toplinskim karakteristikama građevnih materijala. Stoga je prijeko potrebita temeljita "inventarizacija" i utvrđivanje suvremenih sadržaja naše postojeće građevinske regulative. Jednako je tako potrebito i snimanje "energetskih" karakteristika i stanja postojećih stambenih zgrada i kuća. Njih je u što kraćem roku potrebito temeljito "inventarizirati" i klasificirati po stupnjevima racionalnog trošenja energije, odnosno prema njihovim energetskim t.j. toplinskim značajkama.

U ovom području zakonske regulative potrebito je prvo donijeti temeljne zakone, kojih još nemamo, a to su: ***"Zakon o čuvanju i racionalnoj uporabi energije", te "Zakon o najmu zgrada",*** i druge potrebite zakone.

U smislu čuvanja i racionalne uporabe energije u zgradarstvu, moraju se donijeti i ostali potrebiti ***podzakonski akti: uredbe, pravilnici, standardi i dr.*** U ovim zakonskim aktima moraju se propisati sve bitne značajke energetske kvalitete građenja novih, a posebice dogradnji, ili dorada, postojećih zgrada. Jednako tako treba donijeti i odgovarajuće zakonske i podzakonske akte o načinima građenja, kontrole djelovanja i stanja sustava za proizvodnju, prijenos, raspodjelu i potrošnju topline u zgradarstvu. Ovom području pripadaju i zakoni i standardi za one dijelove opreme proizvodnje topline i troškova grijanja koji ujedno pripadaju i točnom i pravednom mjerenju količina i razdiobi topline. S takvom regulativom omogućiti će se potpuna racionalizacija uporabe i individualizacija troškova grijanja, a jednako tako i uporabe vode.

Na ovom području zakonske regulative do sada je učinjeno vrlo malo, i to uglavnom na području građenja zgrada i stanova. Na zakonskoj regulativi iz područja uporabe i potrošnje energije grijanja i vode nije do sada, ni nakon nekoliko godina upornih insistiranja od strane domaćih i stranih proizvođača opreme, te domaćih stručnjaka i instituta, izrađen ni jedan zakon ili uredba. Izrađen je samo prvi nacrt ***"Zakona o obračunu toplinske energije prema stvarnom utrošku"***, kojemu se je već u prvom čitanju, što je apsurdno i nerazumno, zagubio i svaki trag. Navodno se donošenju toga zakona najviše opiru proizvođači, distributeri, i opskrbljivači zgrada i stanova toplinskom energijom i energentima, a ponajviše oni iz javnih, monopolističkih, poduzeća u mnogim dijelovima Hrvatske.

Ni Ministarstvo gospodarstva Republike Hrvatske, u čiji resor Energetike pripada ova problematika, nije do sada u tom pogledu pokazalo zadovoljavajuće djelovanje i rad. To je tim više nerazumljivo jer je za izradu ovih, u nas prijeko potrebitih akata, ponajviše, i samo, potrebita dobra volja, te određeni, nimalo težak, složen i naporan rad odgovornih, i službeno za to područje kvalificiranih i obvezatnih osoba. U njemu bi trebalo i malo proučavanja, ili "konzultiranja", nama najvećim dijelom raspoloživih, postojećih i sveobuhvatno obrađenih, te višestruko provjerenih i potvrđenih, stranih zakona i drugih zakonskih rješenja.

Jednako tako, ***treba utvrditi vrste i količine raspoloživih tehnoloških i pitkih voda***, te izvesti analize efikasnosti postojećih načina njihovoga pridobivanja i proizvodnje, kvalitetu mreža prijenosa i razdiobe, te kakvoću i prostornu razdiobu zaliha svih vrsta voda.

Isto tako treba ***revidirati i upotpuniti i zakonsku regulativu o gospodarenju, čuvanju i uporabi voda.***

Razlozi svim našim ***neoprostivim zaostajanjima*** u tom pogledu u nas stoje u, već spomenutoj, neažurnosti i neradu domaćih ustanova, posebice odgovornih službi u Ministarstvu gospodarstva, čija je dužnost donošenje potrebite zakonske regulative, i nerazumljivo izbjegavanje šire primjene opreme individualizacije od strane vlasnika, i monopolističkih korisnika, energetsko-toplinarskih proizvodnih i distribucijskih poduzeća, te vlasnika sustava centraliziranih grijanja. Ovakvu praksu i ponašanje u nas treba svakako, i neodgodivo zaustaviti.

4. OPĆE PRIPREME ZA INDIVIDUALIZACIJU TROŠKOVA GRIJANJA I UPORABE TOPLE VODE U NAS

Pripreme za individualizaciju troškova energije grijanja i troškova uporabe voda moraju biti cjelovite, a posebice temeljito smišljene, i orijentirane prema dje-

latnicima i ustanovama za pripremu, izradu i donošenje zakonske regulative. One isto tako moraju biti usmjerene na poduzeća za proizvodnju, distribuciju i prodaju energije grijanja i vode, te širokom području korisnika stanova i suvremenih sustava centraliziranih grijanja.

a. Priprema ustanova, poduzeća i stanovništva

U pripremama ustanova i poduzeća za individualazaciju troškova, učinjeno je više prezentacija poznatih europskih tvrtki koje proizvode isporučuju, stavljaju u pogon i rabe sustave individualizacije troškova grijanja i uporabe vode. U *okviru časopisa EEG-a, Simpozija "Interklima", Savjetovanja "Energetska i procesna postrojenja", te časopisa "Energija"*, u više napisa i predavanja, s organizacijom, tehnikom i primjenom spomenutih sustava, upoznato je pobliže već nekoliko tisuća naših stručnjaka s područja energetike, tehnike grijanja i građevinarstva.

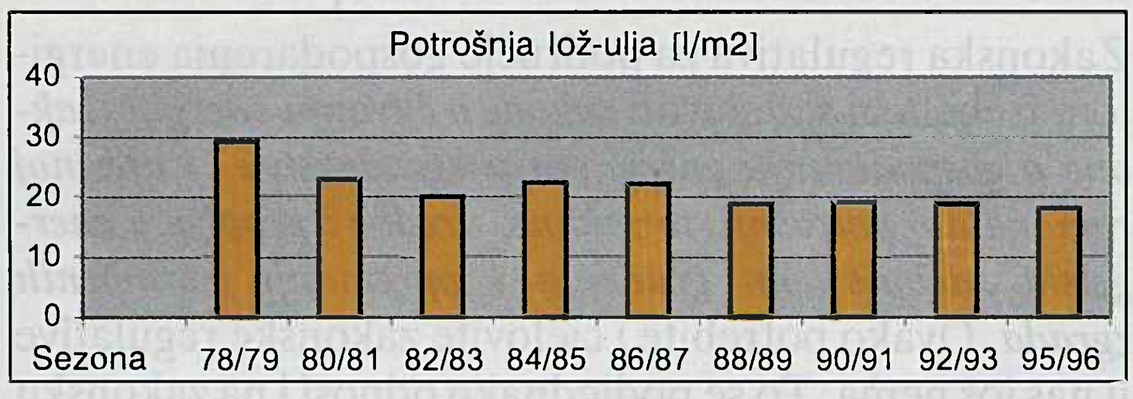
S druge strane, stanovništvo i korisnici centralizirano grijanih stanova nisu ni približno potrebito i dovoljno upoznati s mogućnostima individualizacije troškova grijanja i uporabe vode, osim što je o toj problematici objavljeno nekoliko kraćih napisa u dnevnim novinama, i koji su u široj javnosti prošli uglavnom nezapaženo. U tom su pogledu u nas svakako potrebiti, i zasigurno predstoje, mnogo širi angažmani dnevnog i popularizacijskog tiska, te cjelovitiji poslovi u okvirima svakovrsnog dnevnog, i šireg stručnog populariziranja ovih i za nas vrlo korisnih mogućnosti, sa svrhom poboljšavanja općeg gospodarenja toplinskom energijom i vodom.

b. Pilot-projekti i njihovi rezultati

U nas je u svrhu općih priprema, ustanova, poduzeća i korisnika centralizirano grijanih zgrada, poslovnih prostora i stanova učinjeno nekoliko ***Pilot-projekata sustava individualiziranih mjerenja količina i troškova potrošnje topline i tople vode***. Uvođenje spomenutih Pilot-projekata, koji do sada obuhvaćaju samo nekoliko stotina stanova, je u cjelini gledano i od strane korisnika stanova vrlo dobro, i dobronamjerno primljeno. Ponegdje je bilo problema pri rasporedu i montaži opreme, a ponegdje i zbog nerazumnih stavova i zahtjeva između domaćih suučesnika u izvođenju projekata. U dva Pilot-projekta, koje su zajednički izvele tvrtke ***TECHEM*** i ***DANFOSS*** u dvjema zgradama u Zagrebu, cjelokupna je oprema indivualiziranja korisnicima stanova isporučena besplatno. Jednako su tako od strane isporučioca razdjelnika topline izvršene i montaže opreme. Besplatno su izvršena i prva očitavanja i zamjena dijelova, a besplatno su obrađeni i prvi rezultati individualiziranja troškova, koji su prezentirani užim krugovima stručnjaka i službenika odgovornih ustanova. Rezultati Pilot-projekata dali su očekivane rezultate, koji potvrđuju postojeća i poznata, te u stručnim i drugim krugovima djelomice i u nas objavljena pozitivna inozemna iskustva. U zgradama s Pilot-projektima su postignute očekivane uštede topline, odnosno toplinskih energenata i vode u granicama između 15 i 25% ukupnih ranije trošenih količina. Utvrđene su i očekivane, i vrlo zanimljive, razlike u energetskim karakteristikama zgrada i stanova s obzirom na geografske položaje zgrada i položaje stanova u njima.

Tablica 4. Rezultati uvođenja sustava individualiziranja potrošnje energenata u Njemačkoj

Sezona grijanja	78/79	80/81	82/83	84/85	86/87	88/89	90/91	92/93	95/96
Potrošnja l. ulja [l/m²]	29,2	23	20	22,3	22,1	18,8	19	18,7	18,2



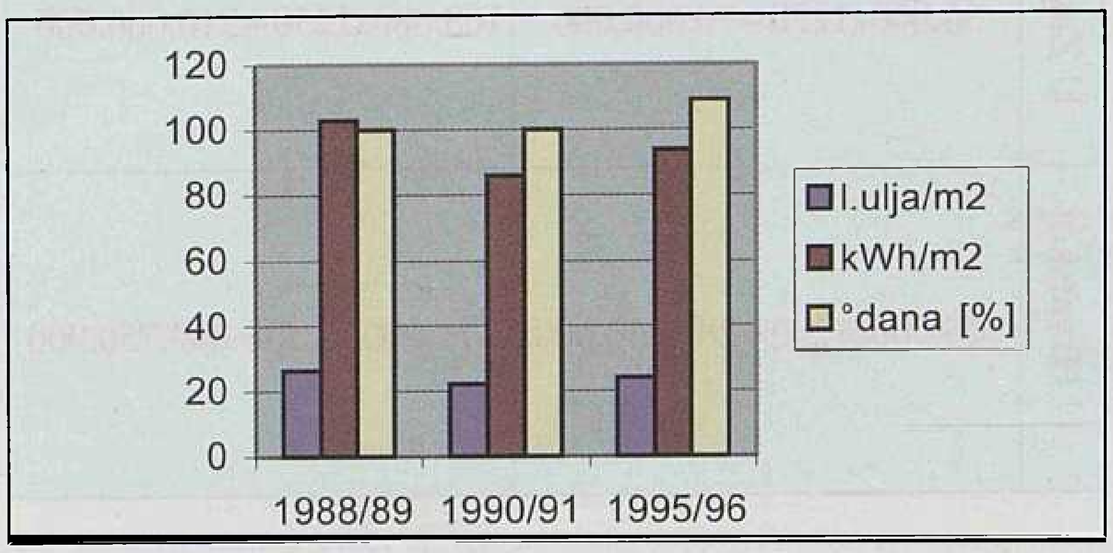
Dijagram 4. Rezultati uvođenja sustava individualiziranja potrošnje energenata u Njemačkoj

Spomenuti rezultati zahtijevaju i opravdavaju i neodgodivu i masovnu primjenu ovih sustava individualizacije troškova grijanja i uporabe vode i u nas. Za potkrijepu ove tvrdnje mogu poslužiti i rezultati navedeni u tablici, i na pripadnom dijagramu 4. Prema njima je u Njemačkoj, u razdoblju nepunih nekoliko godina od početka stupanja na snagu odgovarajućih zakona, specifična potrošnja goriva za grijanja smanjena za 30%. Jednako je tako u tablici i dijagramu 5 pokazan primjer rezultata uvođenja sustava individualiziranja u jednu energetski vrlo urednu zgradu u Beču. Ovdje se vidi da je nakon paušalnog obračuna u sezoni grijanja 1988/89, s uvođenjem sustava individualiziranja obračuna troškova grijanja, potrošnja energije u sezoni 1990/91 smanjena za značajnih 16%. U sezoni 1995/96 je također zadržana navedena razina ušteda, iako je u njoj broj stupanj dana za 9% viši.

Tablica 5. Smanjenje potrošnje energije u jednoj zgradi u Beču

Potrošnja	Sezona grijanja		
	1988/89	1990/91	1995/96
l.ulja/m²	26,4	22,05	24,1
KWh/m²	103	86	94
°dana [%]	100	100	109

U tom pogledu za ugled nam mogu poslužiti i mnoge druge, a naročito "tranzicijske" zemlje, među kojima prednjače Poljska, Češka, Slovačka, Mađarska, Bugarska, pa i susjedna Republika Slovenija. U njima je primjena individualiziranih sustava već široko komercijalizirana, i za nju je u vrlo kratkom vremenu, pripremljeno više milijuna stanova.



Dijagram 5. Smanjenje potrošnje energije u jednoj zgradi u Beču

U spomenutim državama se ubrzano, i gospodarski mnogo odgovornije, radi i na pripremama cjelokupne odgovarajuće zakonske regulative. U njih su, usprkos sličnim poteškoćama, birokratskom otporu, nepotpunostima i kašnjenju zakona, pripreme i zamah uvođenja sustava individualiziranja neusporedivo brži i sveobuhvatniji nego u nas. Tako se, na primjer u Poljskoj, s uvođenjem individualiziranih sustava, očekuju i uštede goriva za grijanje do 40%. Jednako je tako i u drugim "tranzicijskim" zemljama Istočne Europe, kao što je to, na primjer, u Češkoj, Slovačkoj, Mađarskoj, Rumunjskoj i Bugarskoj.

c. Raspoloživa i potrebita tehnička oprema individualizacije troškova

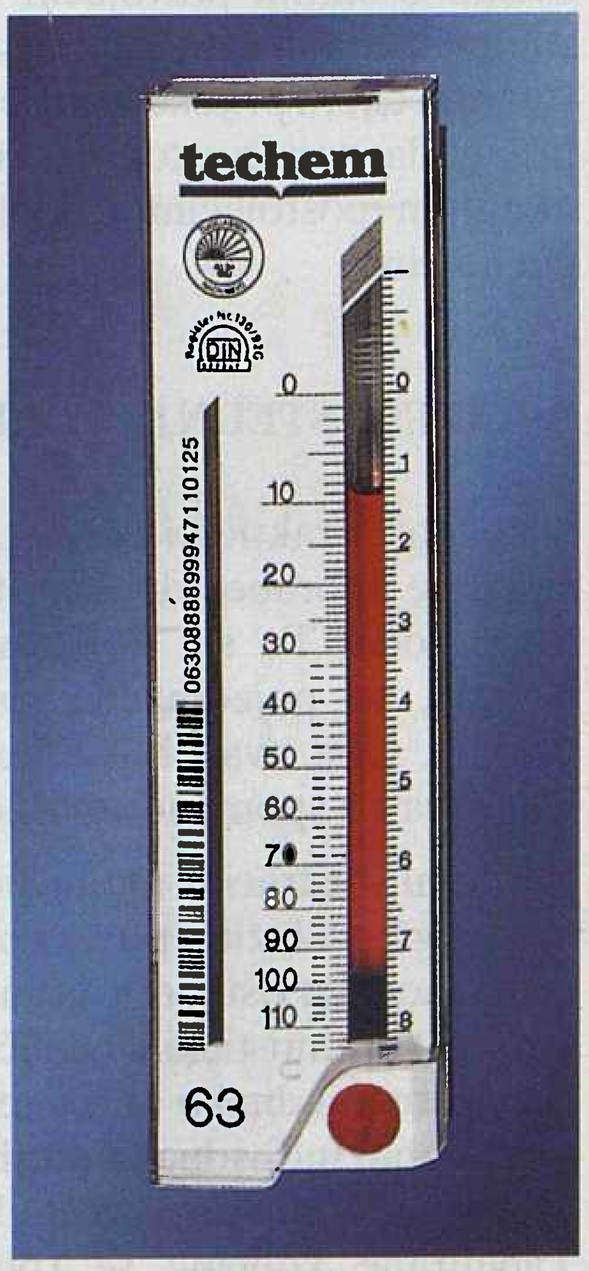
Pri svim razmatranjima uvođenja sustava individualiziranja troškova mora se uzeti u obzir i nezanemariva činjenica, da su naši postojeći sustavi centraliziranih grijanja, općenito uzevši, tehnički suvremeniji i kvalitetniji po tehničkim rješenjima, te po kvaliteti bliži takvim sustavima u zapadnim europskim zemljama. Pa ipak, i usprkos ovoj očiglednoj prednosti, mi u primjeni ovih sustava, kako je već spomenuto, zaostajemo i za ranije navedenim istočnoeuropskim, odnosno svima "tranzicijskim" zemljama!?

Istina je i da su mnogi dijelovi naših sustava centraliziranih grijanja mjerno-tehnički nesavršeni i nepotpuni, i da ne omogućavaju prikupljanje, prenošenje i daljinsku obradu važnih procesnih i drugih podataka. U tom pogledu predstoje nam mnoge tehničke dorade i nove investicije u postojeće sustave. No i bez spomenute opreme primjena raspoloživih i jednostavnijih sustava individualizacije je u nas potpuno moguća, i, što je osobito važno, isplativa u vrlo kratkom prosječnom roku od 1 do 2 godine.

Sa stajališta izvedbi sustava individualiziranja danas su moguća dva osnovna pristupa, odnosno dvije osnovne vrste tehničkih rješenja: izvedbe sustava s ***isparničkim razdjelnicima topline*** i neposrednim prikupljanjem podataka, i rješenja s ***elektroničkim razdjelnicima*** i daljinskim prijenosom podataka.

Razlike u cijeni uvođenja, primjene i održavanja ovih sustava su približno 6-10:1 u korist sustava s isparničkim razdjelnicima. Važno je napomenuti da su sustavi s isparničkim razdjelnicima u postojećim izvedbama, ali i u novogradnji u zapadnim zemljama (na primjer, i naročito, u mnogo gospodarski snažnijoj Austriji), znatno zastupljeniji od "modernih" elektroničkih sustava. Razlog je jednostavan, isparnički su sustavi vrlo jeftini, jednostavni, točni jednako kao i elektronički, pouzdani, sigurni i raspoloživi, a osobito su pogodni za održavanja, te za neposredna očitavanja ("jedamput godišnje") vrlo lako dostupni. Obračunavanja, i konačna naplata potrošene topline s njima se izvode vrlo jednostavno i praktično, jedamput godišnje, ili na početku i kraju ogrijevne sezone, kada se izvodi povrat preplaćenih iznosa ili doplata. Kod njih je sustav obračunavanja vrlo jednostavan, sličan kao kod godišnjih obračunavanja i naplate potrošnje električne struje u nas.

Elektronički sustavi individualiziranih očitavanja i obračuna potrošnje topline su znatno složeniji i skuplji (tablica 6), a mogu se izvoditi u više varijanata. Tako se, u najjednostavnijoj varijanti, samo jenostavnom zamjenom i montažom, te posebnim programiranjem, elektronički razdjelnici mogu montirati na mjesta isparničkih, i s pomoću njih neposredno, godišnje ili mjesečno, očitavati i obračunavati i naplaćivati potrošnju topline. U ovakvoj varijanti je prednost elektroničkih razdjelnika praktično zanemariva, a cijena njihovog uvođenja znatno viša. Prava prednost elektroničkih razdjelnika postiže se njihovim elektroničkim umrežavanjem, na primjer putem M-sabirnica, i neposrednim spajanjem na nadzorna i obračunska računala. U tom se slučaju omogućavaju istovremena mjesečna, ili drugačija periodična, očitavanja, te obračun potrošene topline i njezina naplata. Investicijski promatrano, takvi su sustavi znatno (6-10 puta), skuplji,



Slika 1. Točan, pouzdan, raspoloživ, siguran, suvremen i najčešći u uporabi - isparnički razdjelnik topline

vrijeme njihove isplativosti je znatno dulje, a ujedno zahtijevaju i mnogo skuplje troškove uspostave sustava programiranja, nadzora i održavanja.

Iz tablica 6 i 7 se vidi da je isplativost različitih sustava također vrlo različita. Tako bi se, u slučaju hipotetičnog uvođenja isparničkih razdjelnika u cjelokupnu raspoloživu količinu stanova u nas, cjelokupna investicija isplatila za manje od jedne godine. Nasuprot tome bi, i u slučaju uvođenja i najjeftinijih varijanti skupljih sustava s elektroničkim razdjelnicima, jer bi uz njih trebalo i više drugih investicija, a osobito uz uporabu, i jedinu bitnu prednost, daljinskog očitavanja, trebalo i znatno duže vrijeme za povrat investiranog novca.

Tablica 6. Cijene i isplativost uvođenja individualiziranih sustava u Hrvatskoj

Ukupno raspoloživih stanova 600.000	Cijena po stanu [kn]	Ukupna cijena [kn]	Isplativost [god]
S isparničkim razdjelnicima	1.500,00	900,000.000,00	0,8 do 2
S elektroničkim razdjelnicima i daljinskim očitavanjem	9.000,00	5.400.000.000,00	6 do 10

U nas bi trebalo svakako uvoditi, i to što brže, i jedne i druge sustave, a odluke o njihovom odabiru donositi ovisno o stanju postojećih sustava grijanja, zgrada i stanova, materijalnim mogućnostima zainteresiranih stanara, cijeni prijeko potrebitih dogradnji, te ukupnog prilagođavanja postojećih sustava grijanja, i o našim ukupnim postojećim i doglednim materijalnim mogućnostima.

5. RAZINE ŠTEDNJE ENERGIJE

Načelno i praktično postoje dvije osnovne razine racionalne uporabe odnosno štednje toplinske energije i tople vode. To su: kolektivna ili zajednička i opća štednja, te pojedinačna, odnosno individualizirana štednja. Oba ova oblika štednje su se pokazala kao značajna i u spomenutim Pilot-projektima u nas.

Za bolju ilustraciju mogućnosti štednje energenata u nas mogu poslužiti i podaci iz tablice 7. Ovdje su navedene moguće uštede u granicama "pesimističkih" od 10%, i "optimističkih" količina od 30%. U tim bi se granicama, jednako kao i zemljama s dugogodišnjom primjenom individualiziranih sustava naplate troškova grijanja, i u nas moralo štedjeti energiju i energente. Tabelirane količine se (pojednostavnjeno izražene samo kao ekvivalentne tone lož-ulja [ek.t.l.u.]), odnose na ukupne nabavljene količine goriva namijenjenog potrošnji za grijanje i pripremu tople vode u zgradama i stanovima.

Tablica 7. Moguće godišnje uštede novca za gorivo u Zagrebu i Hrvatskoj

	Minimalne (pesimistične) [txkn/t ek.l.u.=kn]	Maksimalne (optimistične) [txkn/t ek.l.u=kn]
U Zagrebu	56.000x1250=70.000.000	168.000x1250=210.000.000
U Hrvatskoj	225.000x1250=281.250.000	675.000x1250=843.750.000

a. Kolektivna štednja energije i vode

Ona nastaje temeljem općeg dogovorenog ili zakonskog pristupa stanara racionalnoj uporabi i štednji. Može se realizirati sa ili bez smanjivanja ugode stanovanja. Očituje se u smanjivanju potrošnje, i kolektivnih i a proporcionalno i pojedinačnih ili osobnih računa, temeljenih na očitanjima potrošnje sa zajedničkih mjerila količina topline ili vode.

Primjera radi, u gradu Zagrebu je već 1978 godine u gradskim toplanama donešena odluka o štednji energije grijanja, temeljem programskog vođenja polaznih temperatura vode u vrelovodnim mrežama i na izlazima kućnih toplinskih stanica. Ujedno je donešena i Odluka o minimalnim garantiranim vrijednostima temperatura (19 ili 20°C) u grijanim prostorima. S time se postigla značajna kolektivna racionalna potrošnja ili štednja toplinske energije. To je rezultiralo i bitnim promjenama režima rada toplinskih postrojenja centralnih sustava grijanja u EL-TO i TE-TO Zagreb.

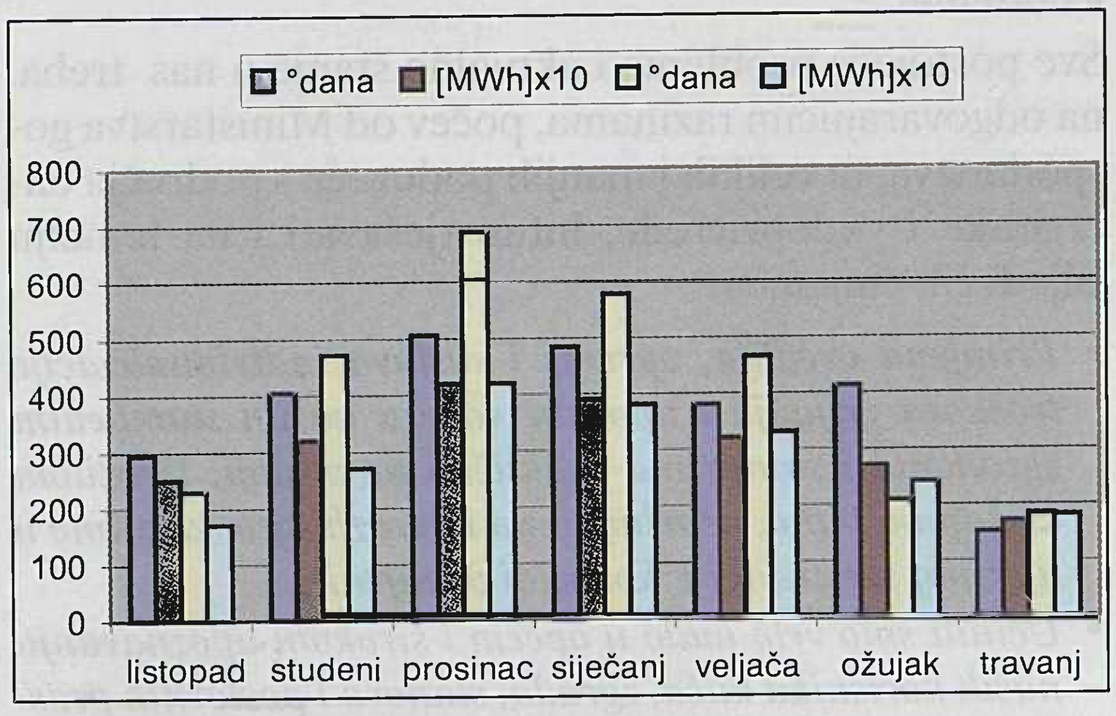
Ali, i ovaj je oblik kolektivne racionalizacije potrošnje toplinske energije, iako je od strane potrošača prihvaćen bez velikih prigovora, rezultirao nekim, za mnoge stanare vrlo nepovoljnim rezultatima. Tako se, na primjer, nisu mogle postići ni trajno garantirane temperature grijanja u svim stanovima, zbog njihovih nepovoljnih položaja u zgradama, ili zbog hidrauličkih nedostataka u kućnim ogrijevnim mrežama. Jednako su tako, na primjer, kod različitih kategorija potrošača, i noćna ograničenja temperatura grijanja u stanovima, izazvala opravdano nezadovoljstva mnogih stanara.

b. Rezultati racionalne potrošnje u zgradama Pilot-projekata

U spomenutim pokusnim projektima, koji se trenutno odvijaju u nekoliko zgrada u gradu Zagrebu, utvrđeni su i kolektivni i individualni oblici racionalne uporabe, odnosno štednje toplinske energije.

Tablica 8. Usporedbe potrošnji energije u jednoj zgradi Pilot-projekta

Mjesec	Sezona 1997./98.		Sezona 1998./99.	
	°dana	[MWh]x10	°dana	[MWh]x10
Listopad	294,5	250	229,4	170
Studeni	405	320	471	270
Prosinac	505,3	420	688,2	420
Siječanj	483,6	390	576,6	380
Veljača	379,9	320	464,8	330
Ožujak	412,3	270	207,7	240
Travanj	150	170	183,1	180
Ukupno	2630,6	2140	2820,8	1990



Dijagram 8. Usporedbe potrošnje energije Pilot-projekta u sezonama grijanja 97/98 i 98/99

Ukratko, na temelju podataka iz tablice i dijagrama 8., te njihovom međusobnom usporedbom, pokazuje se, da je u jednoj, energetski relativno urednoj zgradi Pilot-projekta, u sezoni grijanja 1998./99. naspram sezone 1997./98. kad u zgradi nije bio uspostavljen sustav individualizacije troškova, potrošnja energije značajno smanjena. Pri tome se treba uzeti u obzir da je u sezoni grijanja 1998./99. broj stupanj/dana bio viši za 7,5% nego u prethodnoj sezoni. Utvrđeno je tako, da je ugradnja opreme individualizacije omogućila ukupno, kolektivno, smanjenje potrošnje ili uštedu energije od cca 16%. Najveća ušteda energije je postignuta u mjesecu prosincu 1998., u odnosu na prosinac 1997., i to za cca 32%, što je rezultat snažne početne, na žalost i brzo, i opravdano izgubljene, motivacije stanara za smanjivanjem troškova grijanja.

Pri tome je ***ukupnu količinu topline i vode, njihov isporučilac, u ovom slučaju HEP-a, uvijek i u potpunosti***, a što je neobično važno, i ***pravedno, naplatio***. To znači, da isporučilac topline nikada i nikako nije, i ne može biti, na gubitku, i da on pri tome i svoju osnovnu gospodarsku i društvenu zadaću u potpunosti zadovoljava (Tablica 5). To je i još jedan razlog više opravdanom čuđenju potrošača, zbog upornog izbjegavanja i nevoljkog uvođenja sustava individualizacije od strane pojedinih proizvođača i distributera toplinske energije.

c. Individulna ili pojedinačna štednja energije i vode

One nastaju temeljem pojedinačnih pristupa štednji, i osobnih ili obiteljskih prilagođavanja potrošnje toplinske energije (tablica 9).

Tablica 9. Individualizirana potrošnja energije grijanja u zgradi jednog Pilot-projekta

Broj stana ili stubišta	Grijana površina [m2]	Potrošnja [EJ] prema V-HKV	Potrošnja [MWh] prema V-HKV	Plaćeno [MWh]	Razlika [MWh]
1	75,23	52,5	23,39	16,82	-6,57
2	31,47	15	6,68	6,94	0,26
3	24,51	21	9,36	5,41	-3,95
4	66,71	25,7	11,45	14,91	3,46
5	84,65	40,5	18,05	18,91	0,86
6	66,04	31,2	13,90	14,76	0,86
7	84,61	46,5	20,72	18,91	-1,81
8	58,99	24,2	10,78	13,18	2,40
9	76,87	34,5	15,37	17,18	1,81
10	77,43	38,5	17,16	17,3	0,14
11	84,69	43	19,16	18,93	-0,23
12	66,49	26	11,59	14,86	3,27
13	84,75	35,5	15,82	18,94	3,12
14	65,99	16,3	7,26	14,75	7,49
15	66,31	31,4	13,99	14,82	0,83
16	59,21	20,5	9,13	13,24	4,11
Stubište 1		9	4,01		-4,01
Stubište 2		27	12,03		-12,03
Ukupno	1073,95	538,3	239,85	239,86	0,01

Pojedinačna prilagođavanja potrebite potrošnje energije grijanja izvode se prema zahtjevima i potrebama stanara u pojedinim stanovima. Tako se izvode i sve prilagodbe temperatura grijanja prostora prema pojedinačnim osjećanjima i fizičkim potrebama za ugodnim stanovanjem. Na žalost, zbog ograničenja gornjih, polaznih vrijednosti temperatura ogrijevne vode, predviđenih za održavanje maksimalnih temperatura grijanih prostorija od 19 ili 20 °C, nije bilo omogućeno i istovremeno ugađanje ugodnih, ili dovoljno visokih, pojedinačnih temperatura u svakom stanu. Poglavito to nije bilo moguće u onim stanovima koji su u zgradi nepovoljno smješteni.

Slično je i sa racionalnom uporabom, odnosno štednjom energije i količine tople vode pri pranju, kupanju i zadovoljavanju drugih osobnih i obiteljskih potreba.

Posebne razlike u pojedinačnoj uporabi i potrošnji energije grijanja pokazuju se (tablica 9), i kao posljedice građevinsko-toplinskih kvaliteta gradbenih i izolacijskih dijelova zgrada, "geografskog" položaja, i usmjerenosti stanova prema dominantnim smjerovima strujanja okolnog zraka, odnosno zbog položaja

stanova u zgradama. Tako, stanovi orijentirani prema sjeveru, stanovi na vrhovima zgrada i u potkrovljima, te stanovi iznad otvorenih podruma i prizemlja, redovito prosječno troše više energije za grijanje. U spomenutim, već realiziranim Pilot-projektima, te su se razlike, u pojedinim, i za naša mjerila prosječno energetski dobrim zgradama, iskazale kao vrlo velike. Tako, u mnogim zgradama, na primjer stanovi u njihovim sjevernim dijelovima, troše i do 50% više energije za grijanja, nego stanovi istih veličina, smješteni povoljno, a posebice oni smješteni u njihovim središnjim dijelovima. Prosječno znatno manju potrošnju energije pokazuju i stanovi pogodno smješteni, i vanjskim površinama orijentirani prema jugu.

To su pokazala i očitanja potrošnje na razdjelnicima topline (V-HKV) spomenutog Pilot-projekta, izražena u, za obračun potrošnje topline pogodnim, relativnim energetskim jedinicama [EJ]. Pilot-projekti su pokazali i da je u našim stambenim zgradama, vrlo velika ukupna, mjesečna, godišnja, i prosječna godišnja potrošnja energije grijanja (izražene u [MWh] i [kWh/m^2]). U spomenutom Pilot-projektu, uz energiju potrošenu za pripremu tople vode koja u ukupnoj količini iznosi između 18 i 20%, prosječna godišnja potrošnja energije za grijanje prostora, iznosi, za srednjeeuropska mjerila vrlo visokih i neracionalnih, prosječnih 180 kWh/m^2. Iako je nelogično i neopravdano energiju za pripremu tople vode obračunavati po m^2 stana, a ne po broju članova obitelji ili kućanstava, to se ipak radi i u samom gradu Zagrebu, kako od strane HEP-a, tako i od strane Gradske plinare, i za vlasnike i stanare u više od 150.000 stanova.

6. EKOLOŠKI EFEKTI INDIVIDUALIZIRANJA TROŠKOVA

Štednjom energenata ne postiže se samo smanjenje troškova njihove nabavke i uporabe, nego se postižu (tablica 10) i znatni, danas posebice važni i pozitivni, ekološki efekti, odnosno bitna smanjenja emisija štetnih plinova izgaranja.

Pojednostavnjen pregled i procjena ovih efekata, za naša praktično najčešće korištena goriva, za grad Zagreb i cjelokupnu Hrvatsku, i za nekoliko vrsta najštetnijih plinova, pokazan je u tablici 10.

Tablica 10. Moguća smanjenja emisija štetnih plinova individualiziranjem troškova grijanja

Moguća smanjenja potrošnje goriva i emisija štetnih plinova		Moguće uštede Količina goriva [t]	CO_2 [t]	SO_2 [t]	NO_x[t]
U Zagrebu	Min	56.000	173.600	3.360	840
	Max	168.000	520.800	10.800	2.520
U Hrvatskoj	Min	225.000	697.500	13.500	3.375
	Max	675.000	2.092.500	40.500	10.125

Tako se postižu velika smanjenja emisija plinova, kao što su CO_2, SO_2, NO_x i drugi štetni plinski i kapljeviti sastojci i pepeo, što čini vrlo pozitivne efekte za prijeko potrebito očuvanje zdravlja ljudi, biljnog i životinjskog svijeta, i za čistoću okoliša.

7. ZAKLJUČCI I SMJERNICE ZA BRŽU INDIVIDUALIZACIJU TROŠKOVA GRIJANJA I UPORABE VODE

Zaključno, i u najkraćem obliku, mogu se u nas vrlo brzo utvrditi, stručno prezentirati, te prihvatiti i obraditi mnogi postojeći problemi u proizvodnji i potrošnji energije i vode. Potom treba podrobnije razmotriti sve naše mogućnosti i raspoložive načine otklanjanja tih problema.

Sve postojeće probleme i aktualno stanje u nas treba, na odgovarajućim razinama, počev od Ministarstva gospodarstva, te velikih i manjih poduzeća s područja energetike i vodoprivrede, hitno rješavati i na temelju slijedećih činjenica:

- ***Primjena uređaja, opreme i sustava individualizacije troškova grijanja i uporabe vode u našim stambenim zgradama i stanovima praktično ne postoji. Vlastitom krivnjom, bitno, neprimjereno i nerazborito, kasnimo u njezinoj svestranoj i korisnoj primjeni.***
- ***Učinili smo vrlo malo u općem i širokom upoznavanju naših korisnika kuća, zgrada, stanova i poslovnih prostora, s mogućnostima i prednostima individualizacije troškova grijanja i uporabe vode.***
- ***Nisu pripremljeni, pa ni doneseni, prijeko potrebiti, odgovarajući zakoni i podzakonski akti, s kojima bi se ova problematika u nas pravno i komercijalno regulirala.***
- ***Naša velika poduzeća za pridobivanje energenata, i poduzeća za proizvodnju, distribuciju i prodaju, toplinske energije i vode, ne pokazuju potrebiti interes, pa zapravo nerazborito opstruiraju uvođenje sustava individualiziranih troškova grijanja i uporabe vode.***
- ***Stanari zgrada s Pilot-projektima su ideju individualizacije troškova prihvatili vrlo dobro, i u vrlo velikoj većini optimistički, ali je njihov početni entuzijazam kasnije bitno umanjen: prvo zbog nepostojanja zakonske regulative, i drugo, zbog izbjegavanja individualizacije troškova od strane proizvođača i prodavača energenata, toplinske energije i vode.***

Stoga, u neposrednoj budućnosti, i praktično odmah, moramo:

- ***Pokrenuti akciju znanstvene obrade ove problematike u nas, te istražiti i definirati stanje našega zgradarstva i uvjeta stanovanja sa stajališta uvođenja sustava individualaizacije, odnosno racionalne uporabe, i štednje toplinske energije i vode.***
- ***Utvrditi ukupnu strategiju, programe, rokove i načine uvođenja sustava individualizacije troškova energije grijanja i uporabe vode u Hrvatskoj.***

- ***Neodgodivo izraditi i donijeti odgovarajuće zakone, uredbe i pravilnike za područja cjelokupne energetike i vodoprivrede, s kojima će se i ova problematika u nas adekvatno rješavati.***
- ***Identificirati "uska grla", i stručnost odgovornih ljudi odnosno kadrova, te na vrlo važna i pažljivo definirana i programirana radna mjesta, postaviti stručne i dobronamjerne ljude, koji će ovu problematiku rješavati neodgodivo i učinkovito.***
- ***Pokrenuti široku i sveobuhvatnu akciju informiranja građana i korisnika stanova o mogućnostima praktične primjene sustava individualiziranja troškova, te njihovim društvenim i pojedinačnim ili osobnim korisnim efektima.***

LITERATURA

[1] "Energija u razvitku grada Zagreba", Poglavarstvo grada Zagreba, Zagreb 1992.

[2] "Energija u Hrvatskoj 1990.-1994.", Ministarstvo gospodarstva RH, Zagreb 1998.

[3] M. MATIĆ: Energija i arhitektura, Školska knjiga, Zagreb 1988.

[4] F. RAJIĆ: "Sustavi racioniraliziranja potrošnje energije individualiziranjem troškova grijanja i uporabe vode", Energija 6/98, Zagreb 1998.

[5] F. RAJIĆ: Pilot-projekt sustava individualiziranog obračunavanja energije troškova grijanja "Zagreb, Gospodska ul. 84-86", Simpozij *INTERKLIMA '99*.

[6] Statistički ljetopis Republike Hrvatske 1998., Zagreb 1999.

CURRENT STATE AND FUTURE OF INDIVIDUALLY-BASED COST SYSTEM FOR HEATING AND HOT WATER IN CROATIAN BUILDINGS

In the paper basic initiation works and system realisation of individually-based calculation and payment of heat and hot water costs are described. The current state in the European countries is described as well as the results and state of already realised pilot projects in this field here. Objective and subjective difficulties are given, as well as the inexplicable absence of a legal framework, and a harmful delay in the introduction of these very useful and cost effective systems for energy consumption in residential houses and flats in Croatia.

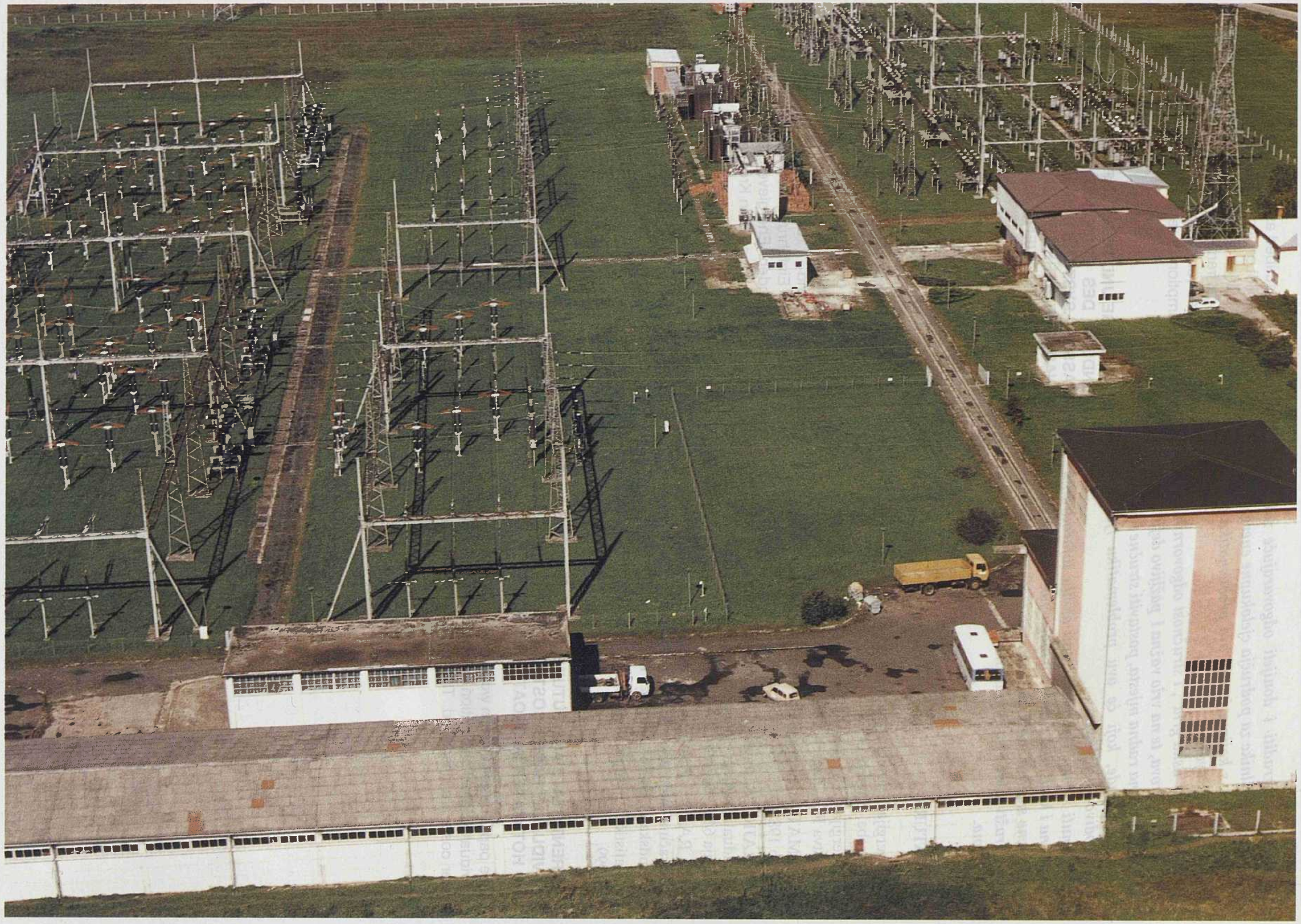
DER DERZEITIGE UND DER KÜNFTIGE ZUSTAND DER VERWENDUNG DES EINZELNEN VERBRAUCHERN ANGEPASSTEN SYSTEMS DER HEIZUNGS- UND WARMWASSERZUBEREITUNGSKOSTEN IM BAUTENWESEN KROATIENS

Dargestellt werden Grundleistungen beim Entwerfen und Zustandebringen des Systems einzelnen Verbrauchern angepasster Abrechnungen und Bezahlungen der Heizungs- und Warmwasserzubereitungskosten. Beschrieben wird der derzeitige Zustand in den europäischen Ländern und die Ergebnisse sowie der Stand des bei uns auf diesem Gebiet geleisteten bisherigen Schaffens und der durchgeführten Leitstudien. Angeführt sind objektive und subjektive Schwierigkeiten, unerklärlicher Müßiggang an den gesetzlichen Verordnungen und betont schadenbringendes Zurückbleiben in der Einführung dieser sehr nützlichen und sich schnell lohnenden Energieverbrauchssysteme in Wohnbauten und Wohnungen in Kroatien.

Naslov pisca:

Mr. sc. Florijan Rajić, dipl. ing.
Omiška 18
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2000-04-11



EMISIJA STAKLENIČKIH PLINOVA U HRVATSKOJ S POSEBNIM OSVRTOM NA EMISIJE IZ OBJEKATA HEP-a

Željko Jurić, Zaprešić, Mirko Šestić - Vladimir Jelavić - Zoran Stanić, Zagreb

UDK 621.311.22:577.4
PREGLEDNI ČLANAK

U članku se analiziraju rezultati proračuna emisije glavnih stakleničkih plinova (CO_2, CH_4 i N_2O), za razdoblje od 1985. do 1990. godine, iz elektroenergetskog sektora te ostalih izvora na području Republike Hrvatske.

Prikazana je emisija iz termoelektrana HEP-a na području Hrvatske, ali i termoelektrana koje su u promatranom razdoblju radile za potrebe hrvatskog elektroenergetskog sustava. Analiziran je udjel emisija termoelektrana izvan Hrvatske u ukupnoj emisiji HEP-a za promatrano razdoblje i značaj uključivanja tih emisija u baznu kvotu s obzirom na Kyoto Protokol. Za hrvatske potrebe angažirani blokovi u Bosni i Hercegovini (350 MW) te Srbiji (300 MW) koristili su kao gorivo niskokalorične ugljene - lignit i mrki ugljen, a pripadajuća emisija CO_2 za promatrano razdoblje je bila veća od emisije svih termoelektrana na području Hrvatske.

U članku su prikazani i rezultati proračuna ukupne emisije na području Republike Hrvatske za svaki staklenički plin, pri čemu je istaknut doprinos elektroenergetskog i ostalih energetskih sektora ukupnoj emisiji. Udjel elektroenergetskog sektora u ukupnim emisijama stakleničkih plinova (svedeno na ekvivalentnu emisiju CO_2) iznosi 8-12 posto, a ukoliko zbrojimo i emisije termoelektrana izvan Hrvatske iznosi 21-24 posto, ovisno o promatranoj godini.

Ključne riječi: staklenički plinovi, emisija, termoelektrane.

1. UVOD

U tijeku je izrada Prvog nacionalnog izvješća o promjeni klime prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC), u okviru kojeg je potrebno odrediti emisije stakleničkih plinova, definirati moguće mjere za smanjenje emisije, izraditi projekcije emisija s implementacijom mjera te procijeniti utjecaj emisija na okoliš. Kompletiranjem izvješća bit će stvorena dobra podloga za saborsko odlučivanje o ratifikaciji Kyoto protokola. Naime, ratifikacijom Kyoto protokola Republika Hrvatska se obvezuje smanjiti emisiju stakleničkih plinova za 5 posto, za razdoblje od 2008. do 2012. godine u odnosu na baznu godinu (jedna od godina u razdoblju od 1985. do 1990. godine).

Proračun emisija stakleničkih plinova povjeren je EKONERG-u. Do sad je određena emisija glavnih stakleničkih plinova (CO_2, CH_4 i N_2O) za razdoblje od 1985. do 1990. godine s ciljem odabira bazne godine. U sljedećim fazama izvršit će se detaljnija bilanca emisija direktnih (CO_2, CH_4, N_2O, halogenizirani ugljikovodici – HFCs i PFCs te SF_6) i indirektnih (NO_x, CO i NMVOC) stakleničkih plinova te SO_2 za izabranu baznu godinu i za razdoblje od bazne do 1995. godine.

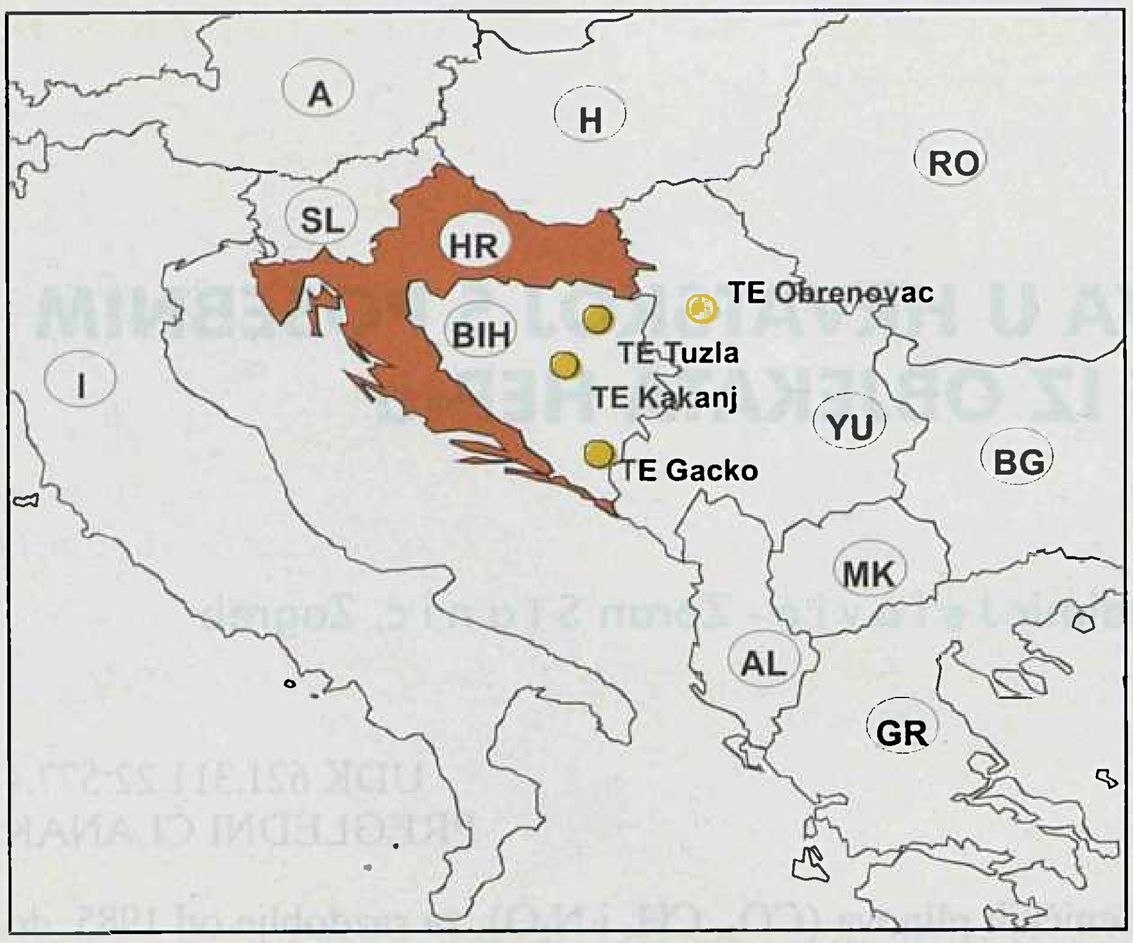
U članku se prikazuju emisije glavnih stakleničkih plinova (CO_2, CH_4 i N_2O) iz elektroenergetskog sektora te ukupne emisije na području Republike Hrvatske, za razdoblje od 1985. do 1990. godine. Posebno su izdvojene i analizirane emisije iz termoelektrana izvan Hrvatske, koje su u promatranom razdoblju radile za potrebe hrvatskog elektroenergetskog sustava.

2. EMISIJA IZ TERMOENERGETSKOG SEKTORA

2.1. Metodologija proračuna

Za proračun emisija stakleničkih plinova definirana je IPCC metodologija [1], kojom je utvrđen način određivanja emisije i izvještavanja. Dokumenti IPCC-a kažu da se emisijom neke države smatra sva emisija koja potječe s teritorija te države, što znači da se uvoz-izvoz emisije ne uzima u obzir. S obzirom da je Hrvatska između 1985. i 1990. godine bila u sastavu ondašnje Jugoslavije, i da je Hrvatska elektroprivreda vlasnik termoelektrana izvan Hrvatske - TE Obrenovac VI (300 MW), TE Tuzla IV (200 MW), TE Kakanj IV (50 MW) i TE Gacko I (100 MW), ima osnove pokrenuti pitanje uključivanja tih elektrana u bilancu referentne godine. Položaj spornih termoelektrana prikazan je na karti šire regije (slika 1).

Proračun emisije stakleničkih plinova CO_2, CH_4 i N_2O za sve termoelektrane na tlu Hrvatske (TE Plomin, TE Rijeka, TE Sisak, KTE Jertovec, TE-TO Osijek, EL-TO Zagreb i TE-TO Zagreb) proveden je primje-



Slika 1. Položaj hrvatskih termoenergetskih kapaciteta lociranih izvan Hrvatske

nom podataka o količinama i karakteristikama utrošenog goriva i faktora emisije predloženih IPCC metodologijom. Za termoenergetske objekte izvan Hrvatske emisija je određena na bazi isporučene električne energije, specifičnog potroška energije goriva i u tablici navedenih faktora emisije. I ovaj pristup u suštini zadržava bit IPCC metodologije, jer polazi od potrošnje i karakteristika goriva. Primijenjeni faktori emisije prikazani su u tablici 1.

Tablica 1. Ogrjevne vrijednosti i faktori emisije upotrijebljeni u proračunu

	H_d MJ/kg ili MJ/m^3	CO_2 (izražen kao C) Mg(C)/TJ	CH_4 kg/TJ	N_2O kg/TJ
Termoelektrane u Hrvatskoj				
Kameni ugljen	25,1 [1)]	24,3 [1)]	0,7	1,6
Mazut	40,19	21,1	0,9	0,3
Lako loživo ulje	43,33	20,0	-	-
Koksni plin	17,6	12,0 [2)]	0,1	-
Prirodni plin (kotao)	34,0	15,3	0,1	-
Prirodni plin (PT)	34,0	15,3	6,0	-
Termoelektrane izvan Hrvatske				
Mrki ugljen (TE Kakanj IV)	18,3 [1)]	24,6 [1)]	-	-
Lignit (TE Gacko I)	10,5 [1)]	29,0 [1)]	-	-
Mrki ugljen i lignit (TE Tuzla IV)	10,3 [1)]	27,2 [1)]	-	-
Lignit (TE Obrenovac VI)	7,8 [1)]	30,0 [1)]	-	-

1) Analiza svojstava korištenih ugljena
2) EMEP/CORINAIR

Navedene vrijednosti iz tablice su uglavnom preuzete iz IPCC priručnika, izuzev ogrjevnih vrijednosti i faktora emisije CO_2 (izražen kao C) za koksni plin [2] i ugljene. Faktori emisije CH_4 i N_2O su za različita goriva odabrani, uz poznavanje tehnologije izgaranja i konstrukcije kotla, primjenom detaljnijeg pristupa (Tiers 2 i 3) IPCC metodologije.

S obzirom da su ugljeni koji su korišteni u termoelektranama HEP-a (u i izvan Hrvatske) vrlo specifični u pogledu svojstava i sastava, nisu uzete opće ogrjevne vrijednosti i faktori emisije ugljika prema preporukama IPCC metodologije. Umjesto toga za svaku su vrstu ugljena napravljene analize sastava i svojstava i određene specifične karakteristike [3].

2.2. Emisije termoelektrana HEP-a

Potrošnja energenata u termoelektranama HEP-a u Hrvatskoj u promatranom razdoblju se kretala od približno 31 PJ 1986. do 52 PJ 1990. godine. Emisije CO_2 su shodno tome bile proporcionalne, od 2,28 Tg 1986. do 3,65 Tg 1990. godine, jer većih promjena u strukturi goriva nije bilo. Najveće udjele u potrošnji goriva i emisiji CO_2 imale su termoelektrane Sisak, Rijeka, Plomin i TE-TO Zagreb. Emisije CH_4 su se kretale od 23,0 Mg do 41,7 Mg, a N_2O od 13,0 Mg do 18,5 Mg godišnje. Za termoelektrane u Hrvatskoj, potrošnja goriva i emisije CO_2, CH_4 i N_2O su prikazane u tablicama 2 i 3.

Tablica 2. Potrošnja energije goriva (TJ) u termoelektranama HEP-a u Hrvatskoj

	1985.	1986.	1987.	1988.	1989.	1990.
Mazut	18423	18831	20937	26698	26156	27674
Prirodni plin	6513	6549	11825	9812	14 249	17139
Kameni ugljen	6621	5191	5577	3115	2273	6367
Koksni plin	402	420	654	716	322	417
Lako loživo ulje	222	0	2	-	-	-
Ukupno u Hrvatskoj	32185	30991	38996	40342	43000	51597

Tablica 3. Emisije stakleničkih plinova iz termoelektrana HEP-a u Hrvatskoj

	1985.	1986.	1987.	1988.	1989.	1990.
Emisija CO_2, Gg	2387	2280	2780	2896	3011	3651
Emisija CH_4, Mg	28,6	23,0	27,5	28,6	41,7	41,4
Emisija N_2O, Mg	16,1	14,0	15,2	13,0	11,5	18,5

U termoelektranama izvan Hrvatske izgarali su lignit i mrki ugljen, a prema IPCC metodologiji pri izgaranju takvih goriva ne dolazi do emisije CH_4 i N_2O. U tablicama 4 i 5 su prikazani potrošnja energije goriva i emisija CO_2 za promatrano razdoblje od 1985. do 1990. godine.

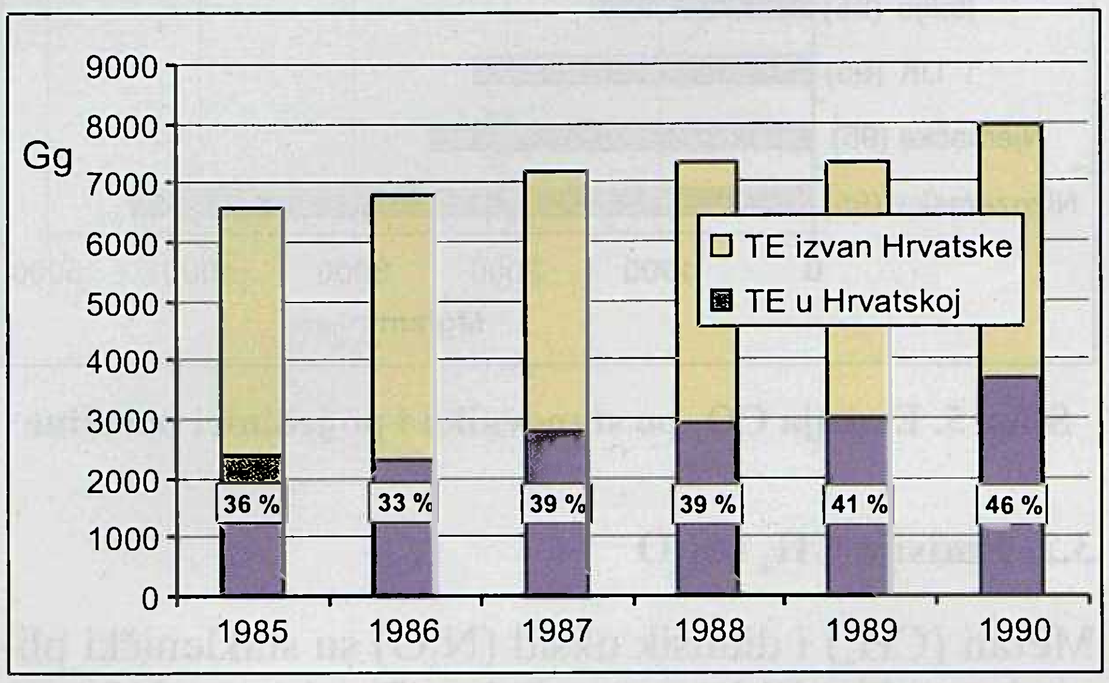
Tablica 4. Potrošnja energije goriva (TJ) u termoelektranama HEP-a izvan Hrvatske

	1985.	1986.	1987.	1988.	1989.	1990.
Lignit, TJ; (Obrenovac)	19801	19908	19908	19908	19920	19908
Lignit i mrki, TJ; (BiH)	20403	23188	22201	22477	21419	20968
Ukupno izvan Hrvatske	40204	43096	42109	42385	41339	40876

Tablica 5. Emisija CO_2 (Gg) iz termoelektrana HEP-a izvan Hrvatske

	1985.	1986.	1987.	1988.	1989.	1990.
TE Obrenovac VI	2178	2190	2190	2190	2191	2190
TE Kakanj IV	308	307	307	307	304	242
TE Gacko I	373	569	545	499	391	601
TE Tuzla IV	1344	1439	1363	1434	1430	1260
Emisija CO_2, Gg	4204	4505	4405	4430	4 316	4293

Emisije CO_2 iz termoelektrana izvan Hrvatske iznosile su od 4,2 Tg do 4,5 Tg, što je znatno više od emisija iz termoenergetskog sektora na području Hrvatske. Odnos emisija CO_2 iz termoelektrana HEP-a, u i izvan Hrvatske, za promatrano razdoblje prikazan je na slici 2.



Slika 2. Emisije CO_2 iz termoelektrana HEP-a u razdoblju od 1985. do 1990. godine

Ukoliko se emisija stakleničkih plinova CH_4 i N_2O svede na ekvivalentnu emisiju CO_2 udjel HEP-ovih objekata u i izvan Hrvatske u emisiji se bitno ne mijenja (tablica 6). Doprinos plinova CH_4 i N_2O ukupnom efektu staklenika iz termoelektrana HEP-a je vrlo mali – oko 0,03 posto za CH_4 i oko 0,15 posto za N_2O.

Tablica 6. Ukupna emisija glavnih stakleničkih plinova iz TE HEP-a svedene na eq CO_2

Emisija eq-CO_2, Gg	1985.	1986.	1987.	1988.	1989.	1990.
TE HEP-a u Hrvatskoj	2393	2285	2785	2901	3016	3657
TE HEP-a ukupno	6597	6790	7190	7331	7332	7950

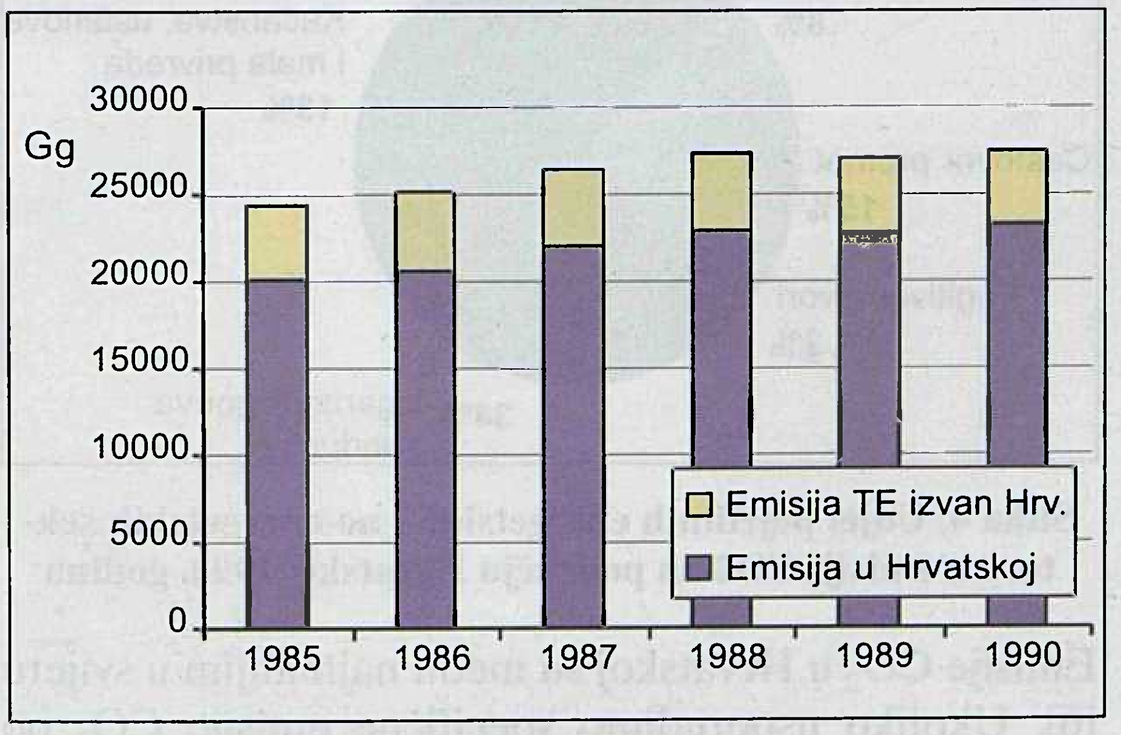
3. UKUPNA EMISIJA STAKLENIČKIH PLINOVA NA PODRUČJU HRVATSKE

U nastavku se prikazuju rezultati proračuna ukupne emisije glavnih stakleničkih plinova (CO_2, CH_4 i N_2O) u Hrvatskoj za razdoblje od 1985. do 1990. godine i ukupna emisija svedena na eq-CO_2. Proračun emisija je prilagođen zahtjevima IPCC metodologije, razvrstavanjem emisija u osnovne IPCC sektore i primjenom IPCC faktora emisije za aktivnosti s izgaranjem goriva. Glavni polazni podaci za proračun su energetska bilanca [4] i podaci Državnog zavoda za statistiku [5].

3.1. Emisija najznačajnijeg stakleničkog plina CO_2

Staklenički plin CO_2 je jedan od važnijih sastojaka atmosfere s koncentracijom od 0,03 posto. Zbog velike emisije CO_2 najviše pridonosi efektu staklenika, mada mu je staklenički potencijal mali u usporedbi s ostalim stakleničkim plinovima. Stalno povećanje koncentracije CO_2 utječe na promjenu klime – zatopljenje, stoga se emisija CO_2 prati unutar Okvirne konvencije Ujedinjenih naroda o promjeni klime, a obveza smanjenja emisije stakleničkih plinova proizlazi iz Kyoto protokola u okviru Konvencije.

Procjena emisija CO_2 sa i bez termoelektrana izvan Hrvatske, koje su u promatranom razdoblju radile za potrebe hrvatskog elektroenergetskog sektora, prikazana je na slici 3, dok je udio pojedinih sektora dan u tablici 7.



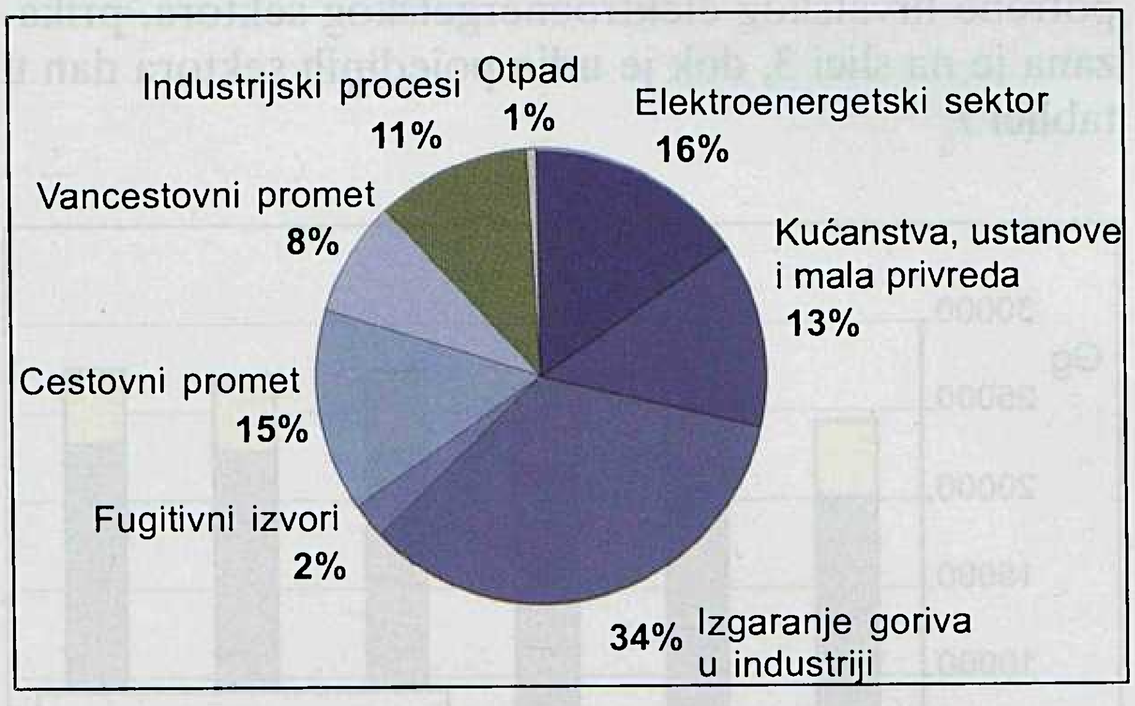
Slika 3. Trend emisije CO_2, sa i bez emisije termoelektrana izvan Hrvatske

Tablica 7. Emisija CO_2 za različite sektore (1985-90)

Emisija CO_2, Gg	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Elektroenergetski sektor	2387	2280	2780	2896	3011	3651
Ostali energetski sektori	14705	15262	16184	16876	16771	16795
Industrijski procesi	2839	2858	2924	2891	2755	2543
Otpad	220	220	220	220	219	216
Ukupno	20151	20620	22107	22882	22756	23204
Termoelektrane izvan Hrvatske	4204	4505	4405	4430	4315	4293
Ukupno (s TE izvan Hrvatske)	24355	25125	26513	27312	27071	27497

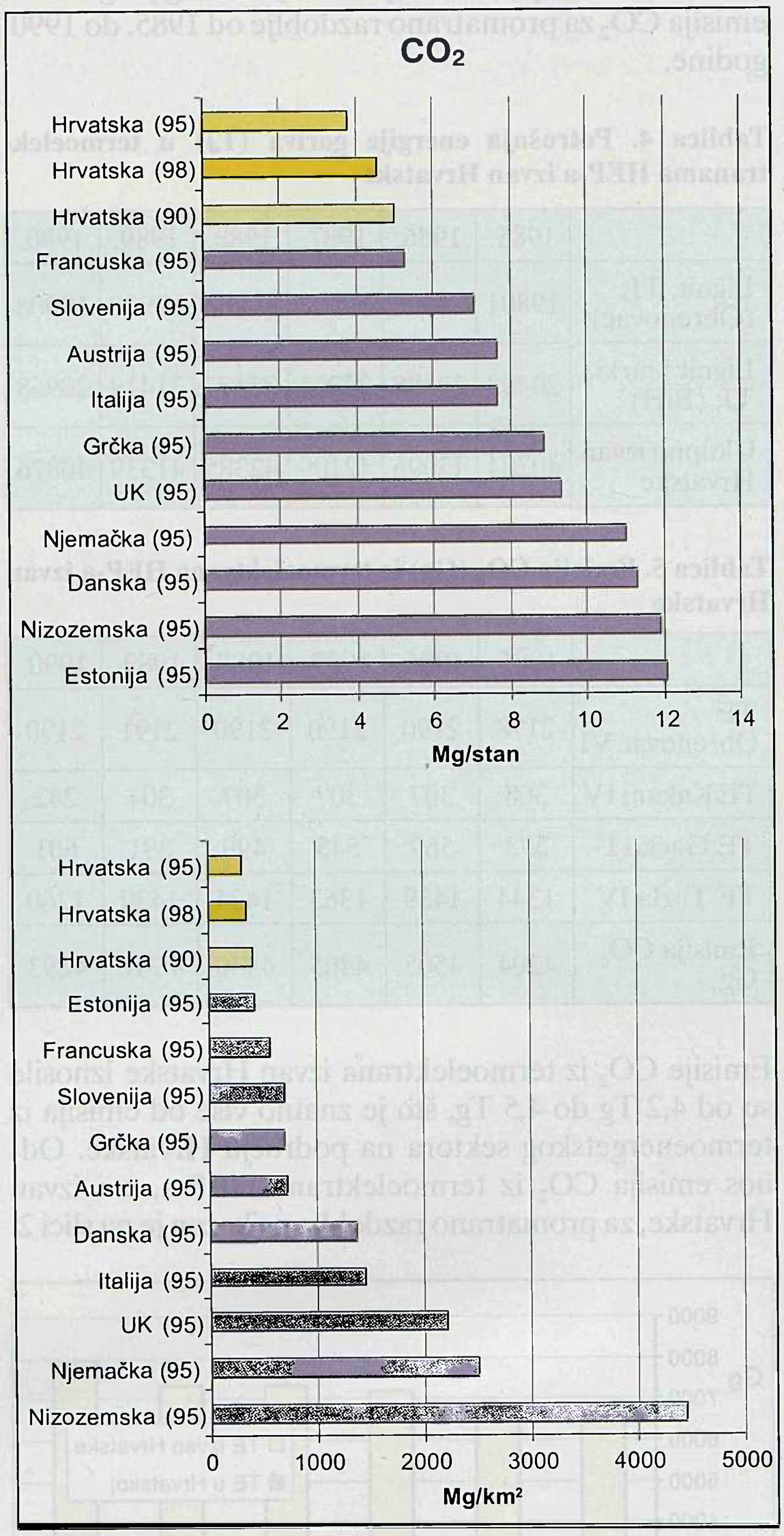
Iz priložene tablice se može uočiti da je emisija CO_2 bila najveća 1990. godine u oba slučaja, zbroji li se ili ne emisija iz termoelektrana izvan Hrvatske. **Emisija iz termoelektrana u vlasništvu HEP-a izvan Hrvatske iznosila je, ovisno o godini, 18-22 posto ukupnih emisija CO_2 na teritoriju Hrvatske.**

Glavni uzrok emisije CO_2 su energetski sektori, tj. izgaranje goriva i fugitivna emisija goriva (85-90 posto). Emisija CO_2 je dobar pokazatelj potrošnje goriva, tj. povećanje emisije CO_2 je razmjerno povećanju energetske potrošnje u Hrvatskoj. Drugi sektori, kao što su industrijski procesi i otpad doprinose emisiji oko 10-15 posto, ovisno o bilanciranoj godini. Udjel pojedinih energetskih (elektroenergetika, mala ložišta, izgaranje u industriji, promet i fugitivna emisija iz goriva) i ne-energetskih sektora (industrijski procesi bez izgaranja goriva i otpad) u emisiji CO_2, na području Hrvatske, za 1990. godinu je prikazan na slici 4. Zbroje li se emisije CO_2 iz termoelektrana izvan Hrvatske, udjel elektroenergetskog sektora u ukupnoj emisiji CO_2, za 1990. godinu, iznosi 29 posto.



Slika 4. Udjel pojedinih energetskih i ne-energetskih sektora u emisiji CO2 na području Hrvatske, 1990. godina

Emisije CO_2 u Hrvatskoj su među najmanjim u svijetu [6]. Ukoliko usporedimo specifične emisije CO_2 po stanovniku i jedinici površine u Hrvatskoj i nizu drugih europskih zemalja (slika 5) može se primijetiti da je emisija u Hrvatskoj bitno niža, čak i od emisije u Francuskoj koja je orijentirana na nuklearnu opciju (78 posto) u proizvodnji električne energije.



Slika 5. Emisija CO_2 po stanovniku i po jedinici površine

3.2. Emisije CH_4 i N_2O

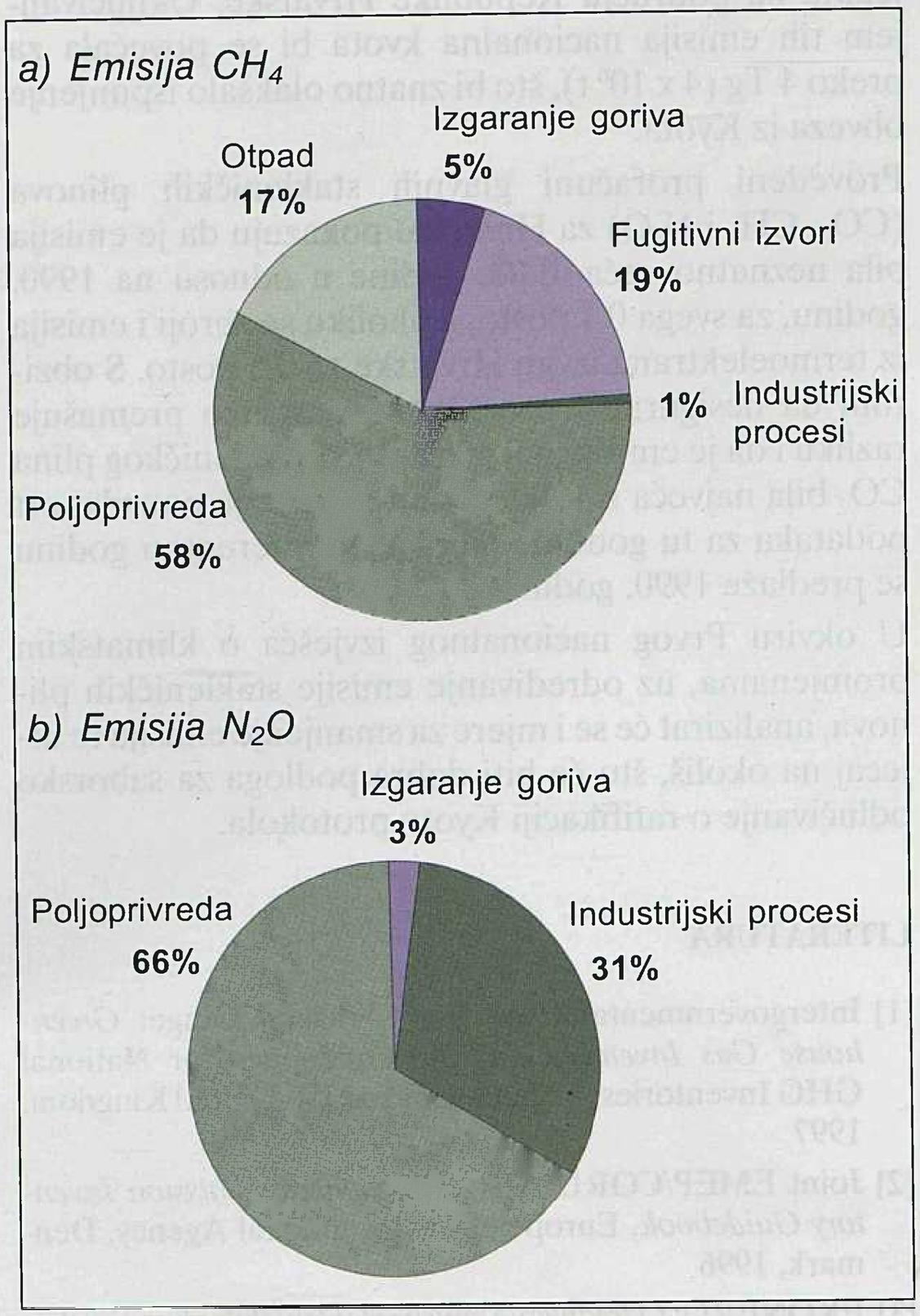
Metan (CH_4) i didušik oksid (N_2O) su stakleni čki plinovi sa stakleničkim potencijalom 21 odnosno 310 puta većim od CO_2, međutim zbog znatno manjih antropogenih emisija u atmosferu doprinos efektu staklenika je bitno manji u usporedbi s ugljičnim dioksidom.

Emisije CH_4 i N_2O su u promatranom razdoblju od 1985. do 1990. godine bile prilično ujednačene [7], što je prikazano u tablici 8. Najveća emisija oba stakleni čka plina je bila 1987. godine, a razlog tome je emisija iz poljoprivrede i industrijskih procesa.

Tablica 8. Emisije CH_4 i N_2O na području Hrvatske

	1985.	1986.	1987.	1988.	1989.	1990.
Emisija CH_4, Mg	175858	174655	177801	175348	173205	168135
Emisija N_2O, Mg	8868	8984	9200	9180	8864	8554

Udjeli pojedinih sektora u emisiji CH_4 i N_2O, za 1990. godinu, na području Hrvatske prikazani su na slici 6. Elektroenergetski sektor nije posebno istaknut na slici zbog minimalnog doprinosa ukupnoj emisiji. Udjel elektroenergetskog sektora u emisiji CH_4 je oko 0,02 posto, a u emisiji N_2O od 0,13 do 0,22 posto.



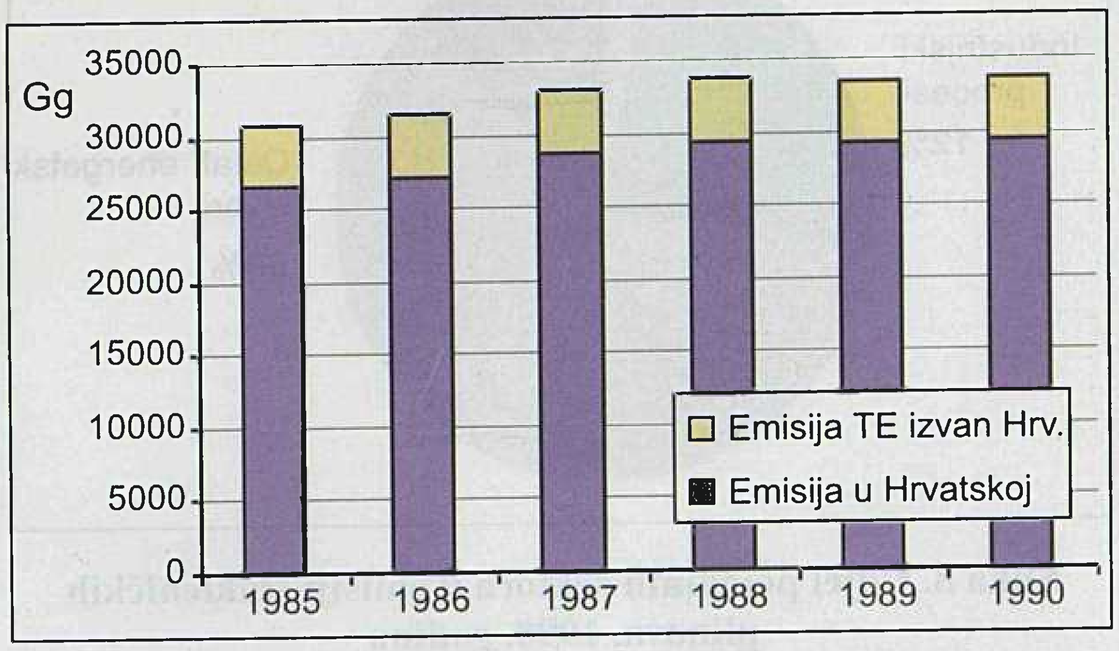
Slika 6. Udjeli pojedinih energetskih i ne-energetskih sektora u emisiji CH_4 i N_2O na području Hrvatske, 1990. godina

Oko 95 posto emisije metana nastaje u raznim procesima i aktivnostima bez izgaranja goriva. Glavni uzrok antropogene emisije metana su: poljoprivreda, fugitivna emisija iz goriva i otpad. Emisija iz poljoprivrede (oko 60 posto) je posljedica prije svega crijevne fermentacije stoke, a dijelom i iz sekreta. Fugitivna emisija čini 15 do 20 posto, uglavnom uslijed gubitaka u plinovodu. Obrada i odlaganje otpada sudjeluju u ukupnoj emisiji metana s oko 16-17 posto. Do velike emisije dolazi i iz tzv. prirodnih izvora (plavljena zemljišta, močvare i jezera), međutim predmet konvencije o promjeni klime je isključivo emisija izazvana ljudskim aktivnostima pa se emisije iz prirodnih izvora ne određuju.

Najveći udio u emisiji N_2O imaju poljoprivreda i industrijski procesi bez izgaranja goriva. Glavni izvori u sektoru poljoprivrede (oko 65 posto) su obradive površine i površine sa stalnim usjevima, dok do emisije iz industrijskih procesa (31 do 36 posto) uglavnom dolazi prilikom proizvodnje dušične kiseline.

3.3. Ukupna emisija stakleničkih plinova

Emisija glavnih stakleničkih plinova (CO_2, CH_4 i N_2O) iskazana kao ekvivalentna emisija CO_2 za razdoblje od 1985. do 1990. godine, sa i bez emisije hrvatskih termoelektrana izvan Hrvatske je prikazana na slici 7, dok je udjel pojedinih sektora dan u tablici 9.



Slika 7. Trend emisije eq-CO_2, sa i bez emisije termoelektrana izvan Hrvatske

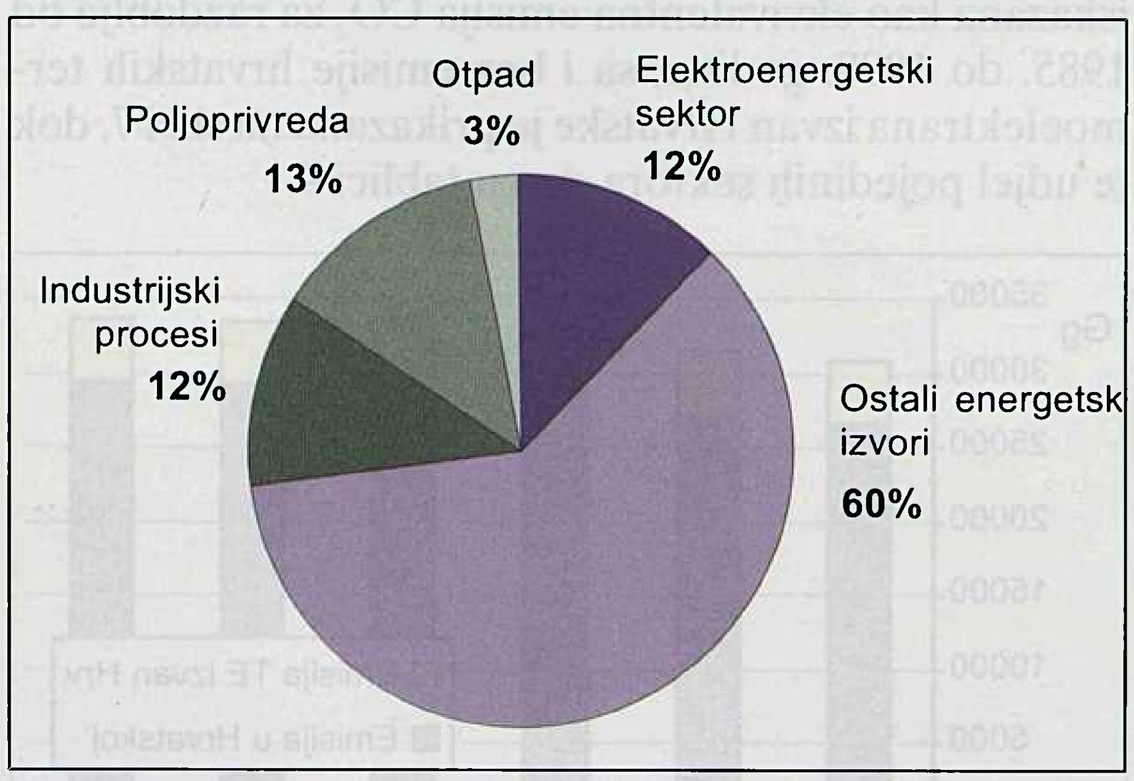
Tablica 9. Emisija eq-CO_2 za različite sektore (1985-90)

Emisija eq-CO_2, Gg	1985.	1986.	1987.	1988.	1989.	1990.
Elektroenergetski sektor	2392	2284	2785	2901	3016	3657
Ostali energetski sektori	15530	16153	17145	17858	17756	17710
Industrijski procesi	3804	3861	3995	3962	3730	3423
Poljoprivreda	4515	4408	4406	4313	4252	4203
Otpad	927	927	927	926	926	923
Ukupno	27297	27774	29408	30116	29836	30061
Termoelektrane izvan Hrvatske	4204	4505	4405	4430	4315	4293
Ukupno (s TE izvan Hrvatske)	30797	31578	33099	33840	33456	33680

Emisije stakleničkih plinova bile su najveće 1988. i 1990. godine. Emisija u 1988. godini, u odnosu na emisiju iz 1990. godine, je veća za oko 50 Gg, tj. za 0,1 posto, a ukoliko se zbroji i emisija iz TE izvan Hrvatske, emisija u 1988. godini je veća za 0,5 posto. Razlika je zanemariva s obzirom na nesigurnost proračuna. Budući da je emisija CO_2 najveća u 1990. godini i kako je pouzdanost podataka za tu godinu najbolja, **za referentnu godinu se predlaže 1990. godina.**

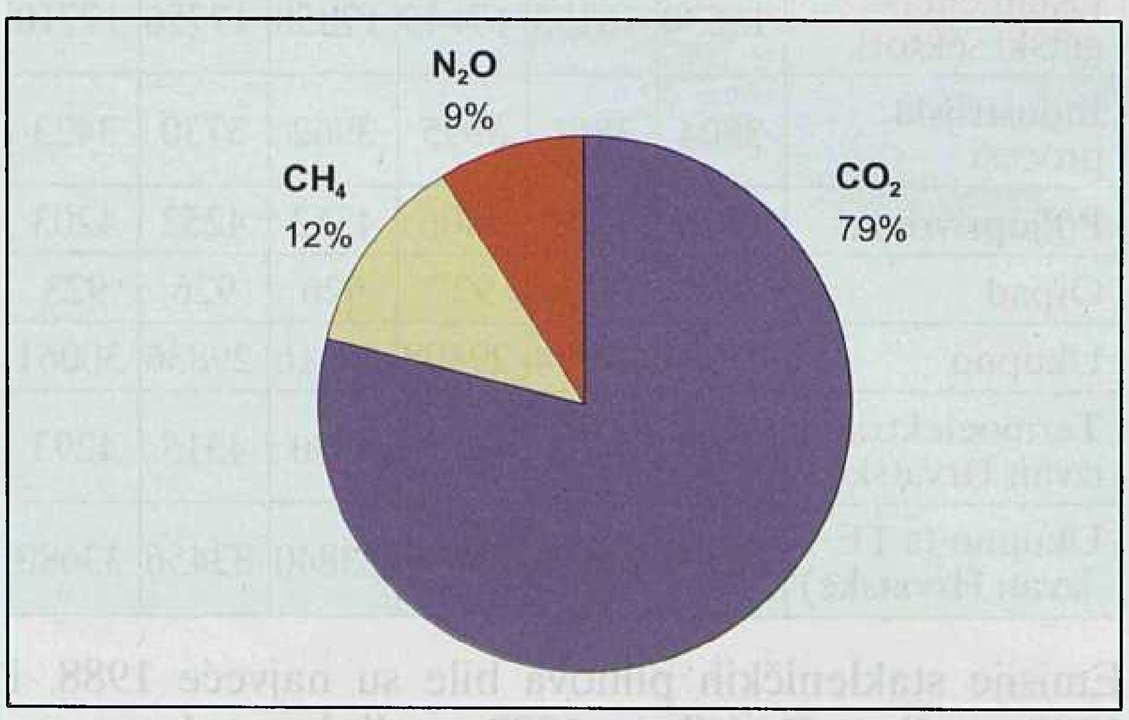
Najveći dio emisije stakleničkih plinova je posljedica izgaranje goriva i fugitivne emisije goriva (oko 70 posto). Do emisije dolazi i u industrijskim procesima bez izgaranja goriva te u poljoprivredi i uslijed anaerobne fermentacije na odlagalištima otpada (metan).

Doprinos elektroenergetskog sektora emisiji stakleničkih plinova u Hrvatskoj je od 8 do 12 posto, a ukoliko zbrojimo i emisije termoelektrana izvan Hrvatske udjel se penje na 21 do 24 posto. Sudjelovanje pojedinih sektora u emisiji stakleničkih plinova na području Hrvatske, za 1990. godinu, je prikazano na slici 8.



Slika 8. Udjel pojedinih sektora u emisiji stakleničkih plinova, 1990. godina

Analizirajući doprinos svakog od promatranih stakleničkih plinova uočljivo je da najveći doprinos efektu staklenika ima CO_2 i to 75 do 80 posto, dok CH_4 doprinosi 12 do 14 posto, a N_2O oko 10 posto. Udjeli emisija pojedinih stakleničkih plinova (CO_2, CH_4 i N_2O) za 1990. godinu, iskazani kao ekvivalenta emisija CO_2, su prikazani na slici 9.



Slika 9. Udjel pojedinih stakleničkih plinova, 1990. godina

Za usporedbu, emisija CO_2 u EU-15 za 1994 ima udio od 81 posto u ukupnoj emisiji navedenih stakleničkih plinova, a CH_4 12 posto i N_2O 7 posto [8]. Razlog nešto manjem doprinosu emisije CO_2 u Hrvatskoj je niža energetska potrošnja, kao i činjenica da je veliki dio proizvodnje električne energije bez emisija CO_2, tj. preko 60 posto proizvodnje električne energije se ostvaruje u hidroelektranama i NE Krško.

4. ZAKLJUČAK

Proračunom emisije stakleničkih plinova za razdoblje od 1985. do 1990. godine određen je doprinos elektroenergetskog sektora emisiji stakleničkih plinova. Emisije CO_2 iz termoelektrana izvan Hrvatske, koje su u promatranom razdoblju radile za potrebe hrvatskog elektroenergetskog sustava, su 17 do 97 posto (ovisno o godini) veće od emisija svih termoenergetskih objekata na području Republike Hrvatske. Uključivanjem tih emisija nacionalna kvota bi se povećala za preko 4 Tg (4×10^6 t), što bi znatno olakšalo ispunjenje obveza iz Kyota.

Provedeni proračuni glavnih stakleničkih plinova (CO_2, CH_4 i N_2O) za Hrvatsku pokazuju da je emisija bila neznatno veća 1988. godine u odnosu na 1990. godinu, za svega 0,1 posto, a ukoliko se zbroji i emisija iz termoelektrana izvan Hrvatske za 0,5 posto. S obzirom da nesigurnost proračuna višestruko premašuje razliku i da je emisija najznačajnijeg stakleničkog plina CO_2 bila najveća u 1990. godini te kako je pouzdanost podataka za tu godinu najbolja, za referentnu godinu se predlaže 1990. godina.

U okviru Prvog nacionalnog izvješća o klimatskim promjenama, uz određivanje emisije stakleničkih plinova, analizirat će se i mjere za smanjenje emisija te utjecaj na okoliš, što će biti dobra podloga za saborsko odlučivanje o ratifikaciji Kyoto protokola.

LITERATURA

[1] Intergovernmental Panel on Climate Change: *Greenhouse Gas Inventory*, IPCC Guidelines for National GHG Inventories, Volume I, II and III, United Kingdom, 1997

[2] Joint EMEP/CORINAIR: *Atmospheric Emission Inventory Guidebook*, European Environmental Agency, Denmark, 1996

[3] EKONERG: *Određivanje emisije stakleničkih plinova iz termoelektrana HEP-a u razdoblju od 1985. do 1990. godine u skladu s IPCC metodologijom*, Zagreb, 1998. godina

[4] Energetski institut Hrvoje Požar: *Energetska bilanca za razdoblje od 1985. do 1990. godine*, Zagreb, 1998. godina

[5] Državni zavod za statistiku: *Statistički godišnjak Republike Hrvatske – 1991. godina*, Zagreb, 1998. godina

[6] European Environmental Agency: *Air Emission, Annual Topic Update 1997,* Denmark, 1998

[7] EKONERG: *Emission Inventory and Related Activities, First Project Performance Evaluation Report – phase 1*, UNDP/GEF – CRO/98/G31, Enabling Croatia to prepare First National Communication in Response to its Commitments to the UNFCCC, Zagreb, 1999

[8] European Environmental Agency: *Corinair 1994 Inventory,* Denmark, 1998

GREENHOUSE GASSES EMISSION IN CROATIA WITH A SPECIAL VIEW ON HEP FACILITIES' EMISSIONS

The paper analyses the calculation results of the main greenhouse gas emissions (CO_2, CH_4 and NO_2) for the period from 1980 to 1990, from the electric power sector and other sources on the territory of the Republic of Croatia. Emissions from the HEP's thermal power plants (TPP) are shown as well as from other thermal plants that operated for the needs of the Croatian electric power system. The share of emissions coming from the TPPs outside Croatia in the entire HEP's emission has been analysed for the observed period as well as the importance of including these emissions in the base quota, considering the Kyoto Protocol. During the period observed, the units engaged in Bosnia and Herzegovina (350 MW) and Serbia (300 MW) operating for Croatian needs produced greater CO_2 emissions than all the TPPs on the Croatian territory. In the paper calculation results for the entire emission for each GHG on the Croatian territory are shown, whereby the contribution of the electric power sector and other energy sectors in the entire emission is emphasised. The electric power system's share in the entire GHG emissions (based on equivalent CO_2 emission) is 21 – 24 percent, depending on the year observed.

AUSSENDUNG GLASSHAUSEFFEKT HERVORRUFENDER ABGASE MIT RÜCKSICHT AUF DIE AUSSENDUNGEN AUS DEN HEP - ANLAGEN

Im Artikel werden Ergebnisse der Berechnung der Aussendung wesentlicher Glasshauseffekt hervorrufender Abgase (CO_2, CH_4, N_2O), für den Zeitraum 1985-1990 aus dem Stromerzeugungsachgebiet und aus sonnstiger Quellen untersucht. Dargestellt ist die Aussendung aus den Kraftwerken des HEP (Stromversorgungsunternehmen Kroatiens) auf dem Gebiet der Republik Kroatien, aber auch jener ausserhalb von Kroatien liegender Kraftwerke, welche für den Strombedarf von Kroatien in Betrieb waren. Untersucht wurde der Aussendungsanteil ausserhalb Kroatiens liegender Kraftwerke in der Gesammtaussendung von HEP im betrachteten Zeitraum und, bezogen auf das Kyoto-Protokol, die Bedeutung deren Einrechnung in den Aussendungsgrundanteil. Die CO_2 Aussendung der für den Bedarf Kroatiens eingesetzten Kraftwerksblöke in Bosnien und Herzegowina (350 MW), sowie in Serbien (300 MW), war größer als die Aussendung sämmtlicher Dampfkraftwerke auf dem Gebiete Kroatiens.

Der Artikel stellt auch die Berechnungsergebnisse der Gesammtaussendung jedes einzelnen Glashauseffekt hervorrufenden Gases auf dem Gebiete der Republik Kroatien dar, wobei auch die Anteile der Stromerzeugungs- und der anderen Energieerzeugungs gebiete in der Gesammtaussendung hervorgehoben sind. Der Anteil des Stromerzeugungsgebietes in der totalen Aussendung der Glashauseffekt hervorrufenden Gase (bezogen auf die gleichwertige CO_2 Aussendung) beträgt 21 - 24 % je nach dem betrachteten Jahr.

Naslov pisca:

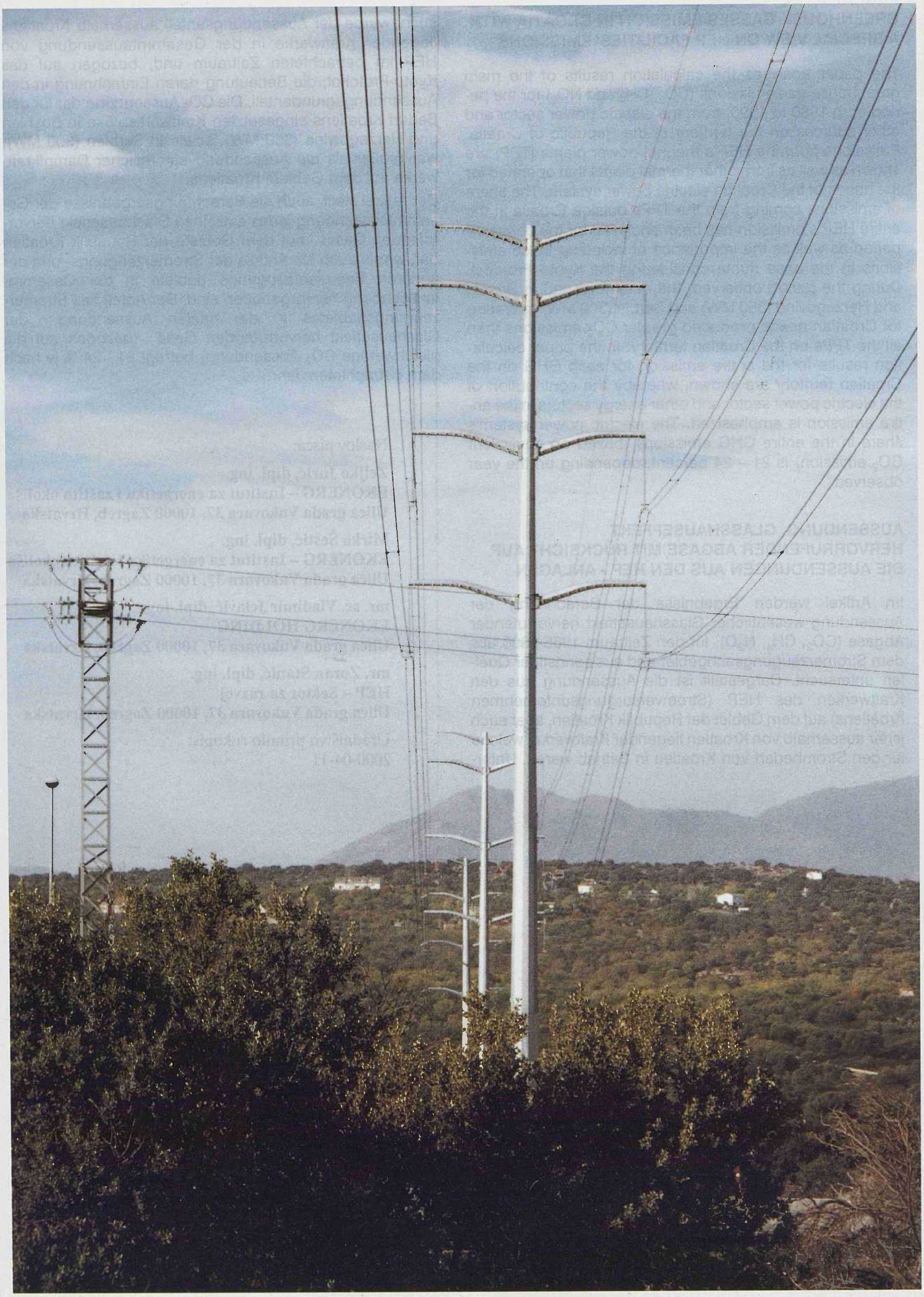
Željko Jurić, dipl. ing.
EKONERG – Institut za energetiku i zaštitu okoliša
Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska

Mirko Šestić, dipl. ing.
EKONERG – Institut za energetiku i zaštitu okoliša
Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska

mr. sc. Vladimir Jelavić, dipl. ing.
EKONERG HOLDING
Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska

mr. Zoran Stanić, dipl. ing.
HEP – Sektor za razvoj
Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2000-04-11



CURRENT LIMITING CIRCUIT-BREAKERS FOR HOUSEHOLDS

Boštjan L i l i j a – Boris K u p e c, Celje, doc. dr. Jože P i h l e r, Maribor

UDK 658.8.03:64
PROFESSIONAL PAPER

A new tariff scheme for electricity sale has been adopted in Slovenia. This scheme is supported by regulations that introduce current limiting circuit-breakers in low voltage wiring systems. The tasks of these device are limitation of the peak demand and protection of consumers against overloading and short circuit faults. The recent developments of communication systems have also given a possibility of remote control of current limiting circuit-breakers and thus indirectly of the consumers' behaviour.
The paper describes various types of low voltage current limiting circuit-breakers, methods of their selection and installation, as well as possibilities of the remote control.

Key words: **low voltage current limiting circuit-breakers, short circuit capacity, selectivity, remote control.**

1. INTRODUCTION

The global process of world liberalisation and deregulation on the electricity market, as well as the accelerated development of communication and information technologies require constant system adjustment and searching for new solutions in the fields of organisation, technical equipment and offering of various services. The legislation and regulations also adapt to these challenges. Together with the tariff scheme for the sale of electricity (Official Gazette of the Republic of Slovenia No. 84/98) in 1998 Slovenia also adopted regulations that require an increased electricity price for consumers who do not rationally consume electricity. The purpose of these regulations is to achieve an optimal exploitation of the electric power system. This means especially peak demand reduction and more constant electricity consumption throughout the day [1]. Articles 31 and 35 require that for household consumers and consumers of the 2nd tariff level in the category "Other consumption" the peak demand is not metered but determined by a device for limiting the maximum electric current and thus also maximum power demand. Such devices are also current limiting circuit-breakers. The use of current limiting circuit-breakers offers new possibilities for controlling the electric power system at the level of electricity distribution. The device enables, if adequately upgraded, a possibility of direct control over the household consumers (switching them on and off) from the control centre of the electricity distributor.

On the Slovenian market there are several manufacturers of current limiting circuit-breakers already present, and the installation of these devices has become very attractive in recent years. According to the available data, similar systems as that currently being introduced in Slovenia are present in France and Croatia [2], [3]. On the Slovenian market there are presently no current limiting circuit-breakers with the possibility of remote control. Nevertheless, it is quite possible that the development will eventually go in this direction.

The paper presents the design and the characteristics of current limiting circuit-breakers. Given and described are some well-known schemes of their installation. The area of technical regulations and standards in Slovenia has not yet been satisfactorily settled. A special attention has been paid to the possibility of remote controlling of current limiting circuit-breakers.

2. CURRENT LIMITING CIRCUIT-BREAKERS

2.1. Construction of current limiting circuit-breakers

Current limiting circuit-breakers are switching devices for the limitation of current flowing to a consumer, which at the same time protect low voltage cables and devices, connected to them against short-circuit faults and overloading.

Current limiting circuit-breakers are in principle similar to conventional low voltage circuit-breakers.

Current limiting circuit-breakers are manufactured as single- and three-pole circuit-breakers (Figure 1), as well as two- or four-pole circuit-breakers (Figure 2). The mechanism ensures closing of neutral conductor against phase contacts during switching on, and opposite during switching off [4].

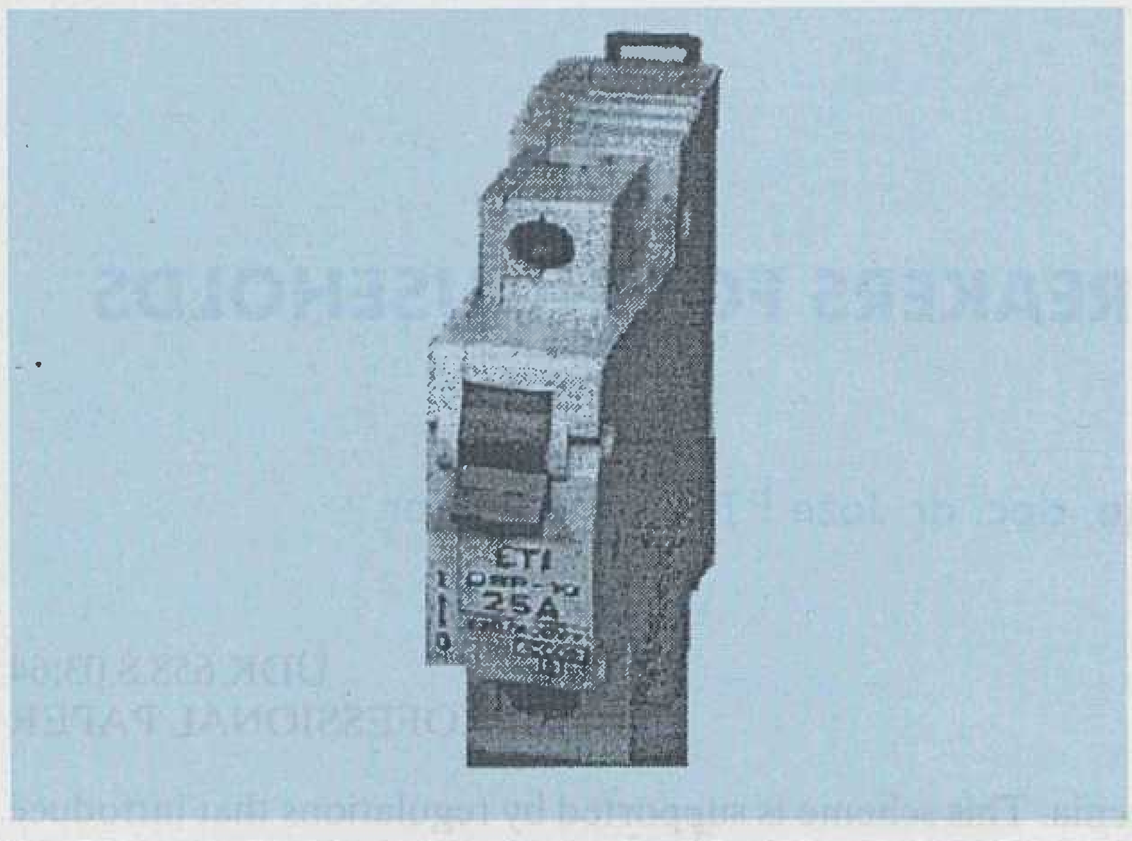


Figure 1. Single-pole current limiting circuit-breaker

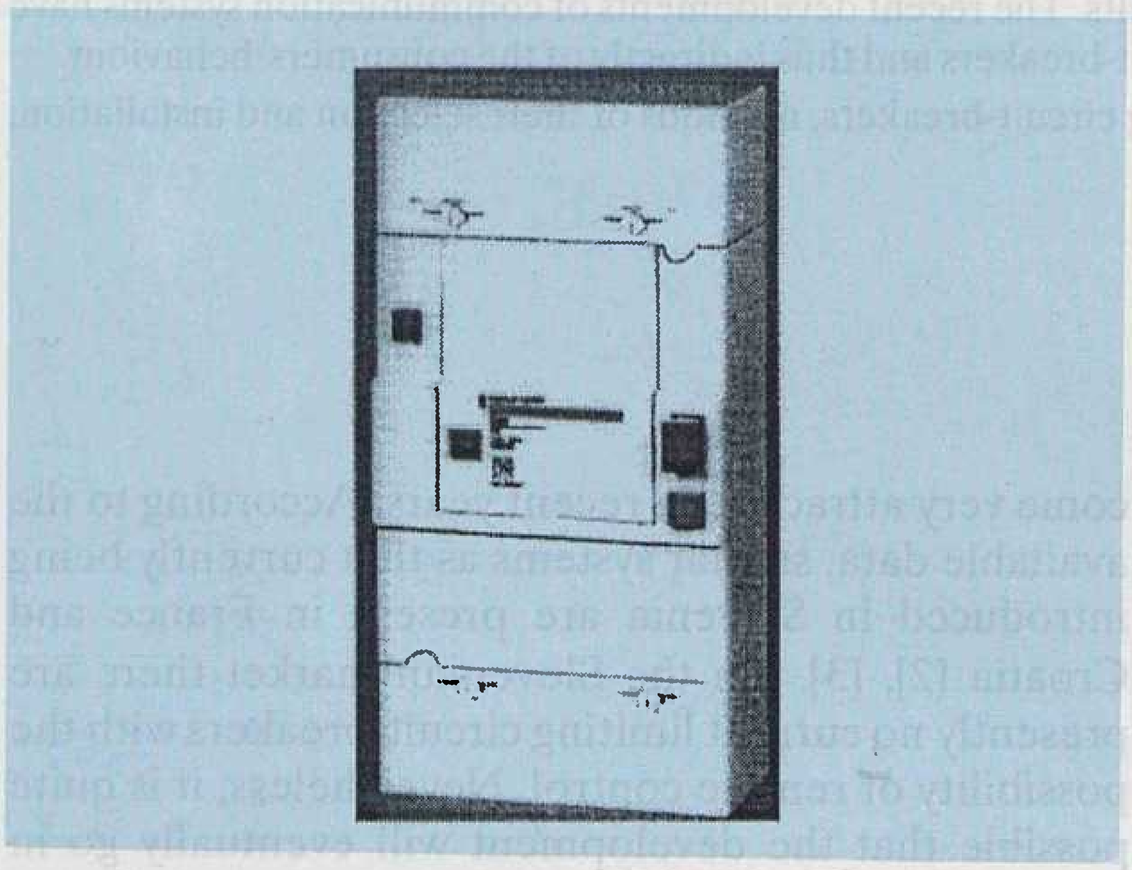


Figure 2. Two- and four-pole current limiting circuit-breaker

Figure 1 shows a single-pole current limiting circuit-breaker, which can also be made as a three-pole circuit-breaker. Figure 2 shows another type of current limiting circuit-breakers. The circuit-breakers of this type are either two- or four pole devices, suitable for the use in outdoor power panels, with a possibility of reclosing without opening the power panel's door.

Current limiting circuit-breakers have for each pole the following elements:

1. Thermal overload releases, working on the principle of bimetal wire that bends while heated and thus opens the circuit. Their operation is inversely delayed and depends upon the thermal effecting of current flowing through the release (Figure 3 - *I-t* characteristic). Thermal overload releases play, beside the current limiting role, also the role of protection against overloading.
2. Magnetic short circuit releases are also over-current releases, the operation of which depends upon the force, caused by the current of the main circuit that supplies the electromagnet's coil. If the case of sufficiently high current (multiple of the rated current) the opening of the circuit is instantaneous - $t < 0.1$ (Figure 3). Their task is to protect against short-circuit currents.
3. Some current limiting circuit-breakers have also optionally built-in a current protecting switch (FI switch).

Some current limiting circuit-breakers also enable setting of maximum permitted permanent current. After such setting it is required to seal the device in order to protect against unauthorised resetting.

2.2. *I-t* characteristic of current limiting circuit-breakers

I-t characteristic of a circuit-breaker describes the operating time as a function of expected current. The standards SIST EN 60898 and IEC 60898 prescribe operating time in dependence of the expected current (Table 1).

Table 1. Required I-t characteristic for a standard low voltage circuit-breaker

Testing current	Operating time	Expected operation
$I_1=1.13\ I_n$	$t>3600$ s	Doesn't break
$I_2=1.45\ I_n$	$t<3600$ s	Does break
$I_3=2.55\ I_n$	1 s<t<60 s 1 s<t<120 s (In>32A)	Does break

Croatian and French regulations require that current limiting circuit-breakers have slightly faster operation in the area of overloading than standard low-voltage circuit-breakers, as shown in Table 2 [2], [3].

Table 2. Required I-t characteristic for a current limiting circuit-breaker in France and Croatia

Testing current	Operating time	Expected operation
$I_1=1.1\ I_n$	t>900 s	Doesn't break
$I_2=1.4\ I_n$	2<t<900 s	Does break
$I_3=2.5\ I_n$	0.5 s<t<60 s	Does break

Table 3 shows the results of the test, performed by the Croatian Institute for Electricity and Energy Industry (Institut za elektroprivredu i energetiku Hrvatske) on a single-pole 25 A current limiting circuit-breaker (Figure 1).

Table 3. Operating times after overloading of current limiting circuit-breaker

Testing current	Operating time
$I_1=1.1\ \ I_n=27.5$ A	t>900 s, doesn't break
$I_2=1.4\ \ I_n=35$ A	between 75 s and 87.7 s, does break
$I_3=2.5\ \ I_n=62.5$ A	between 13.7 and 17.6 s, does break

Fugure 3 shows the *I-t* characterristic of a four-pole current limiting circuit-breaker. Single-pole current limiting circuit-breakers (Figure 1) have similar characteristics. The only difference is that the *I-t* characteristic of the latter in the short-circuit area have the same shape as the characteristic of a standard low voltage circuit-breaker [4].

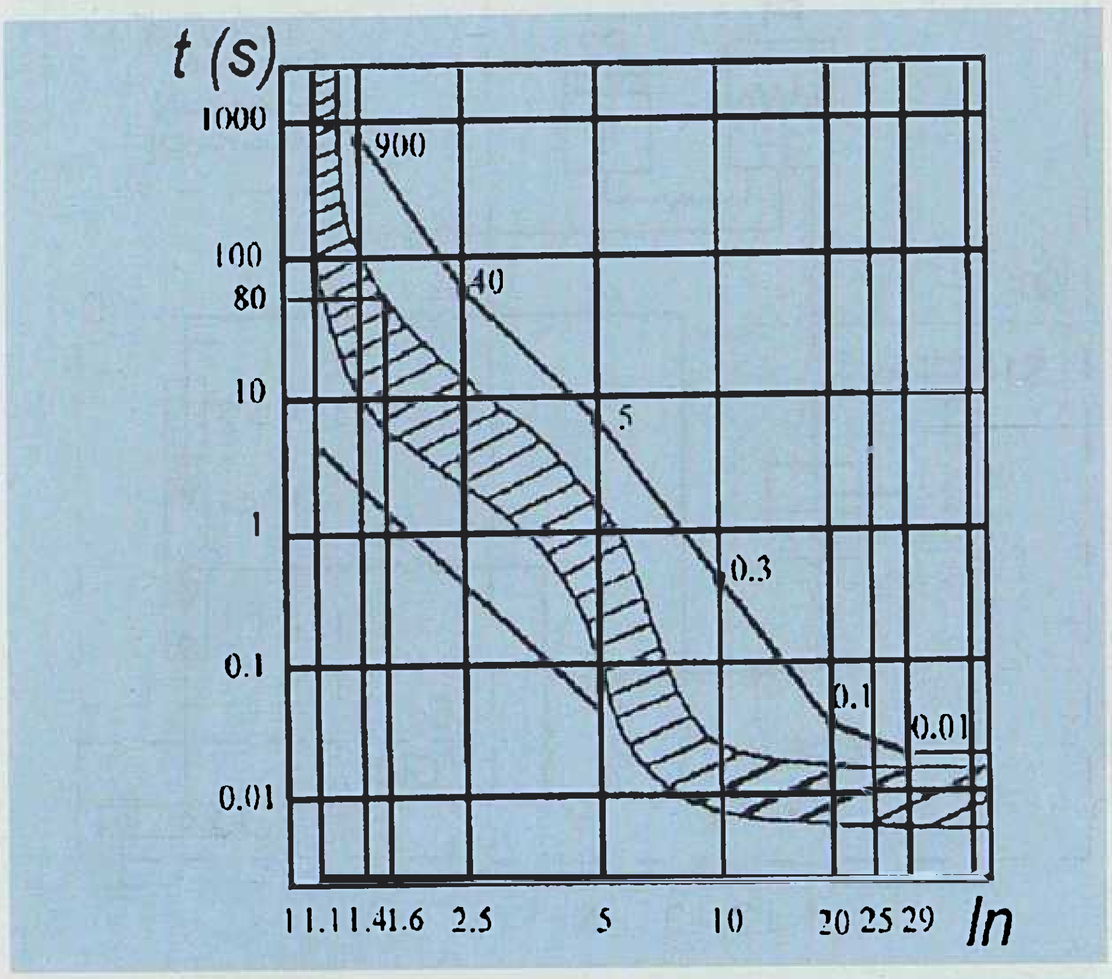


Figure 3. *I-t* characteristic of a four-pole current limiting circuit-breaker

2.3. Short-circuit capacity

Each current limiting circuit-breaker is designed for a certain nominal power, and consequently for a corresponding nominal current. Short circuit current can cause severe problems to a current limiting circuit-breaker, due to excessive heat and consequently temperature rise which may damage the device.

The magnitude of short-circuit fault current in low voltage networks depends mostly on:

- Supply transformer with its reactance and resistance (important data for them are short-circuit voltage and nominal capacity);
- Impedance of the cables and overhead lines that lead to the consumer's location (impedance of high voltage network can in most cases be neglected) [5].

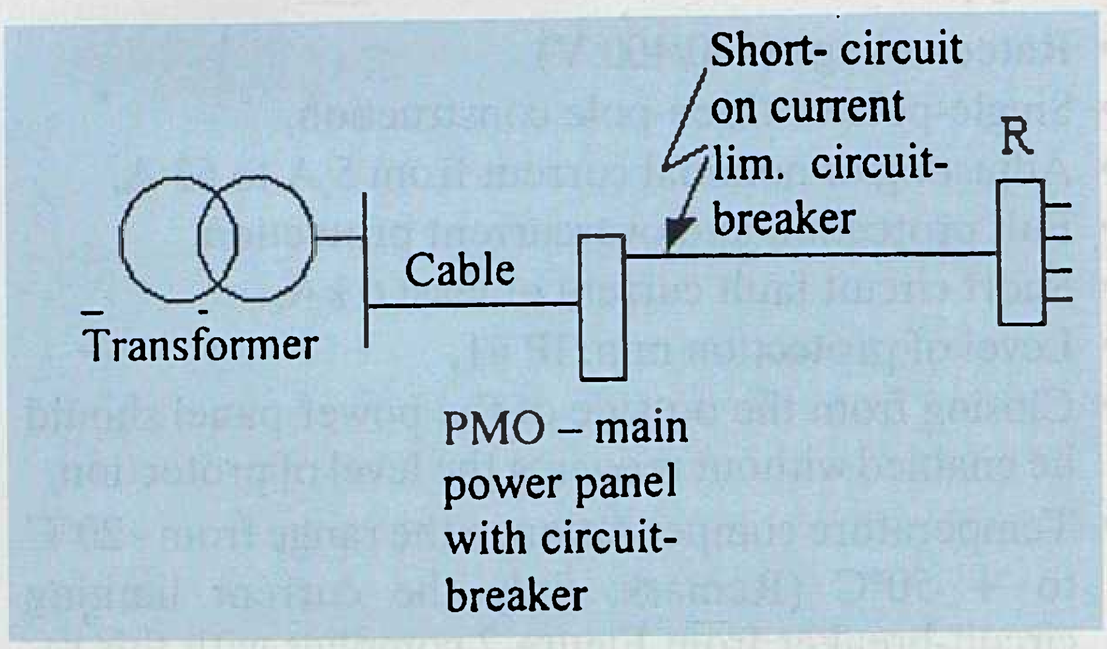


Figure 4. Typical low voltage network

Figure 4 shows a typical low voltage network. Three-pole short circuit fault occurs immediately after the current limiting circuit-breaker. Below is a procedure of calculating the fault current for this case.

The overall resistance between the transformer and the point of failure is:

$$R = R_{trf} + R_k, \tag{1}$$

and the overall reactance between the transformer and the point of failure amounts to:

$$X = X_{trf} + X_k, \tag{2}$$

where:

X_{trf} - transformer's reactance,
X_k - cable's reactance
R_{trf} - transformer's resistance,
R_k - cable' resistance.

Impedance of a low voltage network therefore amounts to:

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} \tag{3}$$

The magnitude of three-pole symmetrical short-circuit current at the moment of fault's appearance is:

$$I_k = \frac{1{,}1U}{\sqrt{3}Z} \tag{4}$$

where U is phase-to-phase voltage.

If the current limiting circuit-breaker is installed in the distribution panel, the short circuit current will be significantly lower due to relatively high impedance of the cable between the main power panel and the distribution panel.

The short circuit fault current should be known since every circuit-breaker has its maximum short circuit breaking capacity that in most cases amounts to 6,000 A (sometimes also 10,000 A). If the expected short circuit fault currents are above the circuit-breaker's breaking capacity, it is necessary to install adequate fuses in the circuit [4], [5].

2.4. Selectivity of protection

Joule's integral gives the value of squared current in a certain time interval (I^2t) and represents a measure for energy that flows through the fuse or current limiting circuit-breaker (known as clearing). The protection is in the case of short circuit fault selective, if only the part of installation where the fault occurred is turned off. This is important when there is a fuse in the circuit before the current limiting circuit-breaker.

For such combinations it is very important that the *I-t* characteristics of the fuse and the current limiting circuit-breaker have no common points or intersections. The characteristic of the current limiting circuit-breaker should lie below the characteristic of the fuse. Selectivity in the case of a short circuit fault will be achieved, if I_k^2t clearing of the current limiting circuit-breaker is lower that the fuse's clearing.

The manufactures of current limiting circuit-breakers usually give maximum permitted magnitudes of expected short circuit currents. The selectivity between fuses (NV, D0, D) and the current limiting circuit-breaker is ensured, if the fault current is below the maximum permitted value.

Example: Before a 25 A current limiting circuit-breaker there is a 35 A D-type fuse. The maximum expected short circuit currents is 1,120 A. When fault currents do not exceed this value, the fuse has higher I^2t clearing than the current limiting circuit-breaker. This means that in all short circuit faults with fault currents below 1,120 A only the current limiting circuit-breaker will be activated, while in the cases with fault current exceeding, 1,120 A, both the circuit-breaker and the fuse will interrupt the circuit [4], [5].

2.5. Comparison of fuse's and circuit-breaker's interruption of circuit at overloading

It is interesting to compare the present situation, where main fuses are in most cases used for current limiting, and the future one, when this role will be performed by current limiting circuit-breakers. Let us take for the comparison the fuse type D0-25 A and the four-pole circuit-breaker - 25 A. We assume that there is an overloading in the amount of 1.6 x I_n. Melting current (current that should in 1 hour activate the fuse) for the 25 A fuse is exactly 1.6-times higher than rated current (IEC 60269-1). This means that the fuse can conduct 1.6 x I_n, i.e. 25 A x 1.6 = 40 A of current in one hour.

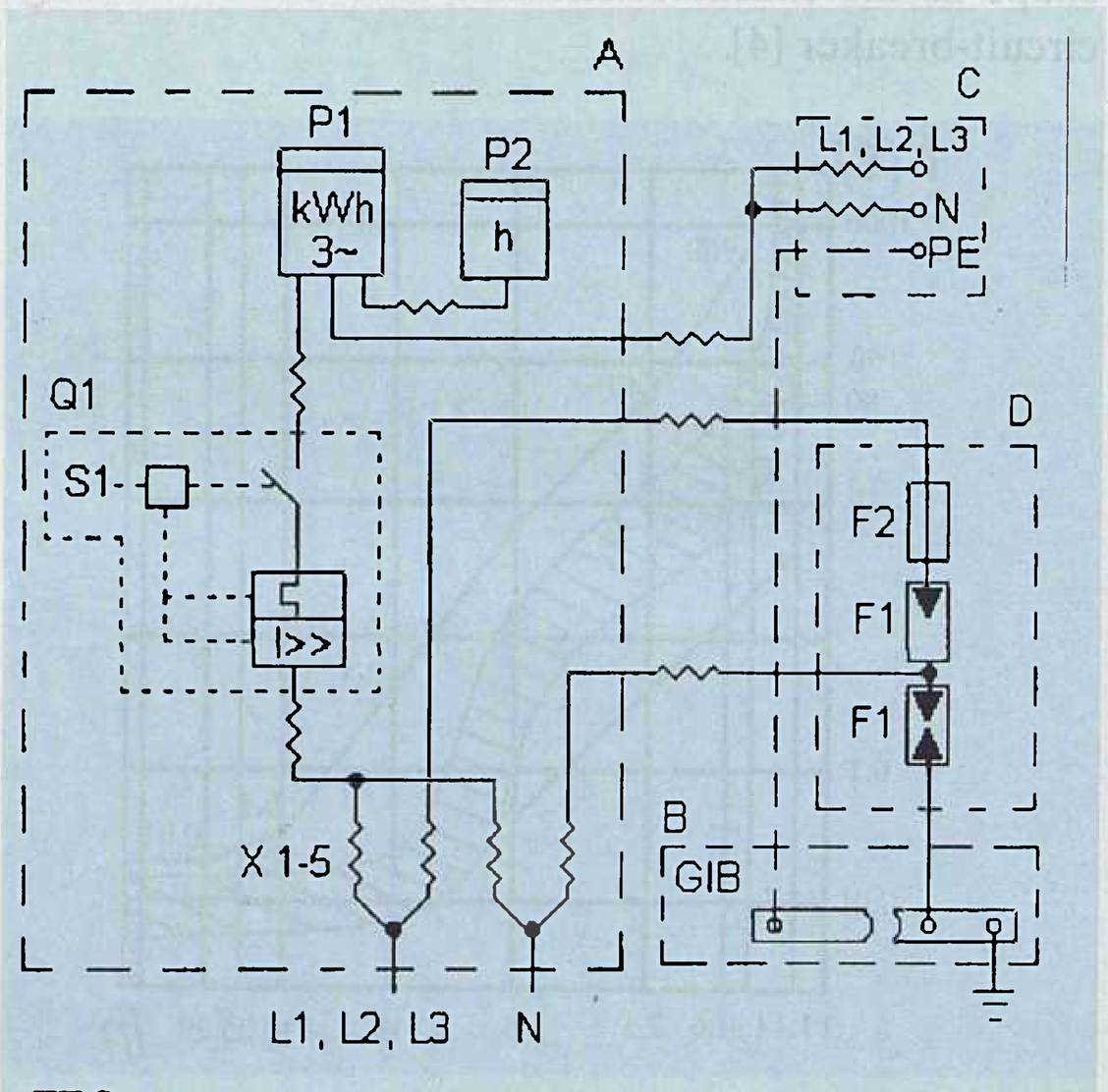
From Figure 3. which shows *I-t* characteristic of the current limiting circuit-breaker, it is evident that 40 A current (1,6xI_n) will be interrupted in about 80 s, that is much earlier than by the fuse.

The latter is quite unfavourable for a consumer, since the current limiting circuit-breaker at any time allows the consumption to be only equal to or lower than the consumer's "billing power" (maximum consumption allowed by current limiting device, used as a basis for calculating the fixed part of the consumer's electricity bill). On the other hand current circuit-breakers enable, the consumer to adapt the consumption to the circuit-breaker's capacity and then turn it on again.

3. PROPOSALS FOR INSTALLATION OF CURRENT LIMITING CIRCUIT-BREAKERS

3.1. Proposal of electricity distribution companies

At the symposium on electric power engineering and modern wiring systems in Radenci in 1999 [7] a proposal of all five Slovenian electrictiy distribution companies about the typification of low voltage power panels with current limiting circuit-breakers instead of fuses was given. The panels are intended to be used by a wide range of consumers in the sectors of households and small trade (max. 63 A), i. e. the consumers that according to the new tariff scheme have to be equipped with current limiting devices. Figure 5 shows the scheme and constituent parts of a power panel for a TT distribution system [7]:



TT System

A	connection compartment for metering and protection
B	potential levelling compartment
C	main distribution panel
D	surge arrester compartment
X1-5	wire connecting clamps
Q1	current limiting circuit-breaker
S1	push-button for closing the circuit-breaker
F1	surge arresters
F2	rated current of the fuse should be chosen in line with manufacturer's instructions
P1	electric meter
P2	tariff switching clock
GIB	main busbar for potential levelling

Figure 5. Scheme of the power panel

Current limiting circuit-breakers should have the following parameters:

- Rated voltage (230/400 V),
- Single-pole or three-pole construction,
- Adjusting of nominal current from 5 A to 63 A,
- Fult protection and overcurrent protection,
- Short circuit fault current at least 6 kA,
- Level of protection min. IP 41,
- Closing from the outside of the power panel should be enabled without reducing the level of protection,
- Temperature compensation in the range from - 20°C to + 50°C (Remark: only the current limiting circuit-breaker from Figure 2 complies with this requirement).

3.2. Proposal of experts

Two Slovenian companies have presented their joint proposal for the installation of current limiting circuit-breakers. The installation of these devices in accordance with this proposal would be substantially cheaper for the users that the installation in line with the distributors' proposal:

- Current limiting circuit-breaker should be installed on or in the immediate vicinity of the consumer's distribution panel,
- Current limiting circuit-breaker should be installed outside of the power panel that contains main fuses and electric meter [8].

The scheme for this proposal is shown in Figure 6.

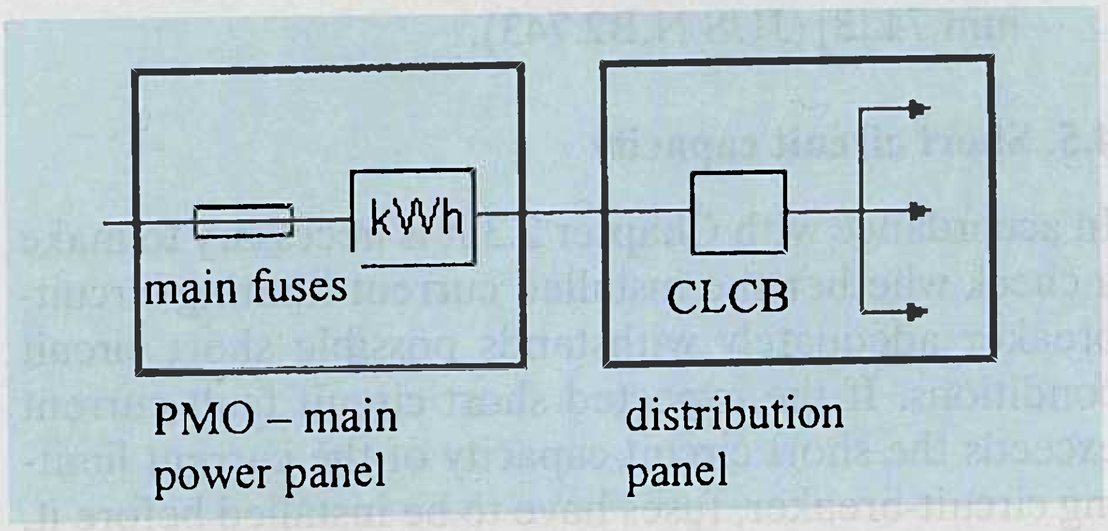


Figure 6. Connection scheme of current limiting circuit-breaker (CLCB) according to the proposal of experts

3.3. Current limiting circuit-breakers in other countries

Current limiting circuit-breakers are massively used in France. They are also being introduced in Croatian distribution systems. Both Croatian and French electricity suppliers require from the current limiting circuit-breakers used in their systems slightly faster response in the case of overloading that it is the case with standard low voltage circuit-breakers. This is shown in Table 2 and Figure 3 [2], [3]. The *I-t* characteristic of current limiting circuit-breakers used in Croatia has to be, according to the requirements of Croatian elekctricity company HEP, compliant with the norm N.220.01 klas. br. 4, 12/93 [3]. The values from Figure 3 are also treated by the French standard NFC 62.411. Current limiting circuit-breakers are in Croatia in most cases connected in the way proposed by the Slovenian experts (Figure 6).

4. TECHNICAL REGULATIONS AND STANDARDS

4.1. General

The main power panel that should contain the current limiting circuit-breaker (according to the distributors' proposal) is the connecting point between the distribution network and the house's wiring. Therefore the designer of elekctric wiring has to make all necessary calculations about the adequacy of the device that protects the conductor. He or she should also take into account all regulations and standards covering the field of electric wiring. They are generally more stringent than those covering electric networks. In the case when there are no fuses in the main power panel this protective device is current limiting circuit-breaker. In the next chapters, some of the most important checks the designer should do to prove the needlessness of the installation of fuses before the current limiting circuit-breaker in the main power panel are described. In the field of electric wiring in Slovenia still the Yugoslav (JUS) standards are in force. No major changes are expected after Slovenia adopt the European standards since the JUS standards have been prepared on the basis of the IEC standards [4].

4.2. Overcurrent protection (JUS N.B2.752)

Sizing and selection of conductors, as well as all overcurrent protection measures have to be done in line with the TP - 2/89 regulations and the JUS N.B2.752 standard (continuous current ratings). The conductors have to be adequately sized to continuously withstand rated currents. Here it is necessary to consider the JUS N.B2.752 standard. According to the JUS N.B2.743 standard it is necessary to perform a test of the overcurrent protection.

The working characteristic of the device protecting the conductors against overcurrent has to fulfil two conditions:

$$I_b < I_n < I_z \quad (5)$$

$$I_2 < 1.45 * I_z \text{ oz.} I_n < 1.45 * I_z / k,. \quad (6)$$

where:

I_n (A) rated current of the protective device,
I_z (A) withstand current of cable, defined by JUS N.B2.752 - continuous currents,
I_b (A) design current of the circuit,
I_2 (A) current interrupted by the protective device after a certain period - conditional melting current.

The *k* factor for standard low voltage circuit-breakers amounts to 1,45; the same value can be assumed for current limiting circuit-breakers.

4.3. Protection against electric shock (JUS N.B2.741)

If a TN system is to be protected against indirect touch with automatic interruption of supply by overcurrent elements (in our case current limiting circuit-breaker), it is necessary to check whether the chosen device interrupts the circuit in the required time.

The principal condition of protection with automatic Supply interruption in TN systems is: the protective device characteristic (in our case current limiting circuit-breaker) and impedance of the circuit have to be properly chosen to enable, within a certain time interval, an

automatic Supply interruption in the case of any contacts between phase conductors and ground conductors, as well as in the case of any contacts between phase conductors and non-insulated conductive parts anywhere in the wiring system. With other words: impedance of the fault circuit has to be low enough to enable the sufficient current for activating the current limiting circuit-breaker within the prescribed time interval. This requirements is fulfilled with the following condition:

$$Z_S \times I_a \leq U_0, \quad (7)$$

where:

Z_S - impedance of the fault circuit that encompasses the voltage source (low voltage transformer winding), the phase conductor up to the point of failure and the ground conductor between the point of failure and the voltage source,

I_a - current that enables activation of the protective device for automatic interruption within the prescribed time interval after the fault's occurrence (e. g. for socket circuits current it should be interrupted in 0.4 seconds, while for supplying circuits it should be interrupted in 5 seconds) if phase-to-neutral voltage is 220 V and phase-to-phase voltage 380 V,

U_0 - rated phase-to-neutral voltage (e.g. 220 or 230 V).

For our case it is necessary to calculate the impedance of fault circuit Z_s, e. g. up to the metal internal distributor, which includes impedance of secondary transformer winding, impedance of the fault circuit between transfomer substation and main power panel (where the current limiting circuit-breaker is installed) and impedance of the fault circuit between main power panel and point of failure (see Figure 6). The calculated value of Z_s has to be lower than the maximum permitted fault circuit impedance Z_{dop}, which means that the magnitude of electric current in the case of an indirect contact (phase conductor and metal housing of the distributor panel) has to be sufficiently high to trigger the activation of the current limiting circuit-breaker in less than 5 seconds (because the fault is in the supply circuit).

4.4. Protection of conductors against short circuit fault current - thermal sizing (JUS N.B2.743)

It is necessary to check whether the selected conductor is sufficiently sized to withstand the short circuit current that can appear in the case of a fault. For this purpose the short circuit impedance Z_k has to be calculated. Three-pole short circuit is considered in the calculations as the worst case possible. After the short circuit impedance is calculated, the short circuit current can be calculated using the equation (4). The short circuit impedance is the impedance between transformer substation and internal distribution panel.

The operating time in which the current limiting circuit-breaker will interrupt the circuit can be determined from the *I-t* characteristic of the circuit-breaker after short circuit current has been calculated. On the basis of the calculated short circuit current the minimum cross-section of conductor S_{min} can be calculated. This is done with the assumption that in the time from failure's occurrence to the activation of the circuit-breaker t_{odk} the conductor temperature does not rise above the maximum permitted temperature (70 °C for PVC insulation). Actual cross-section of the conductor has to be higher or equal to S_{min}.

$$S_{min} = \frac{1}{k} \cdot I_k \cdot \sqrt{t_{odk}} \quad (8)$$

where:

k.... coefficient of conductor material (PVC insulation); for copper it amounts to 115 and for aluminium 74 [8] (JUS N.B2.743).

4.5. Short circuit capacity

In accordance with Chapter 2.3 it is necessary to make a check whether the installed current limiting circuit-breaker adequately withstands possible short circuit conditions. If the expected short circuit fault current exceeds the short circuit capacity of the current limiting circuit-breaker, fuses have to be installed before it. In such a case it is necessary to check the selectivity as described in Chapter 2.4.

5. REMOTE CONTROL OF CURRENT LIMITING CIRCUIT-BREAKERS

5.1. Remote control systems

Various communication systems that are used for monitoring and control of electric power systems have been recently integrated in unified systems for monitoring and control through LON Works Technology (LON-Local Operating Networks) [9]. This gives a possibility of connecting the existing DA/DSM (Distribution Automation/Demand Side Management) hardware and software with the modern software, intended for contol, selection, processing and transfer of data on all levels in quasi-real time (AMR - Automatic Meter Reading) [10].

5.2. Communication structures, data transfer

The structure of AMR systems is divided in the following areas:

- Place of measurement that enables local sorting, as well as pre-processing and storing of collected data. It is at the same time the point of connection with existing or foreseen house automation system (house computer);
- Transfer of data, directly or indirectly, towards the remote control centre (distribution process centre). The selection of communication paths is based on quantity and frequency of data transfer. The later is

especially problematic on the household level, where there are many consumers with relatively low energy consumption. Advantages and disadvantages of the applied solutions are shown in Table 4 and 5 [11].

Table 4. Data transfer speed for various data transfer technologies

Technology	data rate (bps)
PSTN - V22.bis	2.4k/9.6k*
PSTN - ISDN	64k (128k**/256k*)
GSM II.	9.6k
CaTv modem	10 M⇒
CaTv modem (Iskraemeco)	⇒115k
DLC	⇒10k
DLT	500k⇒ (?)
LEO (satellitecommunication)	⇒2.4k (?)
RF_{lp}	⇒2.4k

* compression, ** joint B channel

The predominant communication method on the level of households in Europe and America is low power radio-frequency communication. Other less frequent ways of communication are telephone lines, electric power networks and coaxial cables. The communication via low voltage networks (DLC) has been for some years used in Sweden, as well as in Slovenia [11], [12].

The selection of communication path is any case a difficult task, but factors, such as ownership of communications, level of difficulty in maintenance, need for a permanent connection, geographical coverage, etc., call for the use of narrowband or broadband communications, such as:

a.) DLC (communication via low voltage network)

DLC communications represent a method of two-way data transfer via the existing low voltage network. They are very suitable for the implementation of specific DA/DSM functions, such as remote reading and remote control. The facts, such as ownership of the communication medium, relatively low price, and presence of the communication medium in every building, very positively affect the attractiveness of the use of electric networks as a primary communication medium. Due to the specificities of the data transfer via electric networks, i.e. relatively short transfer distance and impos-

Table 5. Advantages and disadvantages of various data transfer technologies

	PSTN
+	good geographical coverage (globality)
+	robust, tested in many applications
+	use of existing wire pairs
+	size of installed database
+	wide choice of appliances
+	simple installation and use
+	relatively high price efficacy
-	relatively slow speed of transfer
-	use on demand
	ISDN
+	robust, tested in many applications
+	use of existing wire pairs
+	widespread use
+	high speed
-	expensive for households
-	use on demand
	Ca Tv modem
+	excellent technical characteristics
+	permanent connection possible
-	limited geographical coverage
-	presently only in limited quantities
-	modifications of CaTv network necessary
-	quantity dependent performances
	GSM II (IMT - 2000)
+	good heographical coverage (globality)
+	high speed
+	size of installed database
-	limited choice of appliances
-	relatively small speed (for GSM III)
-	geographical dependent BER
-	use on demand
	DLC
+	good geographical coverage
+	permanent connection possible
-	relatively small speed
-	small installed database
-	limited distance of transfer
-	possible problems in divided electrical network

sibility to transfer the data through transformers, the data are collected in data concentrators, from where they are conveyed via some other communication medium to control centres.

There are still some unsolved problems in data transfer via electric networks. This is mostly due to the fact that the networks are predominantly intended for the transmission of energy in the 50(60) Hz frequency band, and not for transfer of data in the frequency band from 3(9) kHz to 99 kHz. Beside the frequency band, the CENELEC standard EN-50065 (1 - 4) specifies the maximum signal levels, wich for the narrowband modulation lie in the range from 34 dB/μV (95 kHz). For the broadband modulation the maximum signal level amounts to 134 dB/mV throughout the entire frequency band (in the so called A band, designed for the use of electricity distribution companies) [13].

The principal problems in data transfer are:

- high signal rejection ratio (40 - 100 dB/km),
- network impedance is indeterminably changing over time (depends on connected consumers),
- numerous interferences that cause white noise, impulsive noise and broadband noise (their sources are appliances connected to the network),
- network topology (multipath effect),
- type and location of power cables (underground, overhead).

DLC communications are theoretically sufficient for offering the required telecommunication services. Unfortunately experience shows that it is possible to achieve only transfer speeds of up to 10 kb/s, and the achieved transfer distances highly depend on cable types, network topology and the connecting function of the network. The technology is therefore satisfactory and enables implementation of AMR systems, although there is a high dependence on the communication technology applied.

The results of testing installations of the manufacturer Iskraemeco d.d.:

Results of the data transfer are satisfactory. Relative successfulness of data reading with regard to the current time interval is about 95%, and observed in the whole day even 100%. The average transfer speed is 1,200 bps, and with periodical deviations to 400 bps it reaches up to 3,200 bps. [10].

b.) CaTv (communication via cable television network)

CaTv systems are, due to the application of coaxial cables in older and optical conductors in newer systems, very capable and their maximum capacity is still to be fully exploited. In order to use a cable TV network, as a two-way communication channel, it is necessary to adapt it with installation of two-way amplifiers that can amplify the signals going in both directions. The standardisation in this field has not yet been completed (DOCSIS in America, DAVIC in Europe), although the frequency band for these communications has already been defined. For the communications from the cable operator's centre to customers the frequency band from about 82 MHz to 862 MHz is used (download band), while for the communications in the opposite direction the band from 5 to 65 MHz is used (upload band). The capacity of communication channel is very high and with the modern modulation shemes reaches more than 30 Mb/s in the 6 MHz wide download band, and up to 10 Mb/s in the upload band.

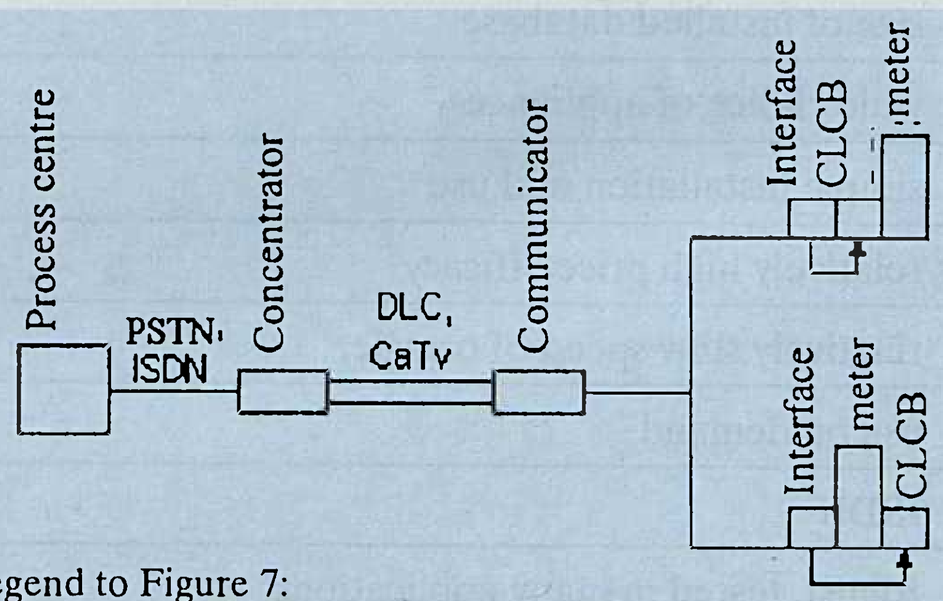
The results of testing installations of the manufacturer Iskraemeco d.d.:

Results of the testing installations show that broadband CaTv networks are very suitable for AMR systems. The communication itself is very reliable and robust [10].

The described testing installations show that it is possible to obtain a relatively reliable system of remote data selection, data transfer and other services by means of communication technologies that are especially interesting for electricity distribution companies. The above described two-way communication with individual electricity consumers and the possibility of remote switching of consumer's appliances with current limiting circuit-breaker can above all bring substantial savings of money.

5.3. Control of current limiting circuit-breakers

Figure 7 shows a scheme of remote switching of consumer's appliances with current limiting circuit-breaker. The program package in the form of executable computer program for performing this task is built of modules, where each module takes over the func-



Legend to Figure 7:

- process centre: computer with required hardware and software,
- PSTN, ISDN: communication channel (telephone network),
- concentrator: device this selects, processes and transfers high quantity of data, and controls the network,
- DLC, CaTv: communication via low voltage networks or coaxial cables,
- communicator: acquisition and transfer of data on the level of household consumers,
- interface: transformation of signal (if necessary),
- circuit-breaker: automatic device for limitation of consumer's current,
- meter: device for metering of electricity consumed.

Figure 7. Algorithm of signal conveyance from distribution control centre to current limiting circuit-breaker

tions of the entire package. The modules ensure working with various devices and enable integration in a unified system. This system has in fact already been built, it only has to be adapted to the requirements of each specific process.

The question how to design current limiting circuit-breakers with regard to remote switching on and off remains open. The development of this device will undoubtedly depend upon interests and needs of the market.

6. CONCLUSIONS

The paper gives the actual situation in the use of current limiting circuit-breakers in Slovenia. A wider use of these devices will first of all depend on an agreement and common interests among electrictiy distributors, manufacutrers and users. It will also be necessary to accelerate development of remote control and automation systems. With regard to the fact that the system of remote meter reading is already being introduced, it would be logical also to introduce a system of remote control of current limiting circuit-breakers.

As described in Chapter 4, if the proposal of electricity distribution companies is adopted, the designer of each wiring system will have to decide whether to install a fuse bifore the current limiting circuit-breaker or not. If the proposal of expert is adopted, there will be fewer problems with breaking capacity of current limiting circuit-breaker. A smaller cross-section of the cable between the power panel and the internal distribution panel in this case essentially reduces the magnitude of short circuit current. Our opinion is that the electricity distribution companies should also agree with the latter proposal. Namely, these companies can in their Technical Conditions for Obtaining the Permission for Connection to the Distribution Network require from the applicants to install a current limiting circuit-breaker in the main power panel.

REFERENCES

[1] Tarifni sistem za prodajo električne energije iz elektroenergetskega sistema Slovenije (Uradni list RS št. 84/98).

[2] Specification draft for a LV service connection distribution board, Gardy-Lowvoltage Public Distribution Prescription file Ref. DB A-10/94.

[3] Institut za elektroprivredu i energetiku d.d., Izvještaj o tipskom ispitivanju, Zageb, 1993.

[4] Prospekti in gradiva proizvajalcev tarifnih odklopnikov, Elektroelement Izlake, Tehmar d.o.o. Maribor, Merlin Gerin, Tehnička dokumentacija št. DD03s1/dt-th: 4. 9. 1999.

[5] I. RAVNIKAR: "Električne inštalacije", Tehniška založba, 1997.

[6] Nizkonapetosne priključne omarice, izvedbe s tarifnim odklopnikom - predlog slovenske elektrodistribucije, Posvetovanje o močnostni elektrotehniki in sodobnih električnih inšalacijah, Radenci, 1999.

[7] M. VIDMAR: "Tarifni odklopniki v luči veljavnih predpisov", Seminarsko gradivo - Hišni sejem Schrack Energietechnik Slovenija, 1999.

[8] Tehnični predpisi in standardi:

- IEC 60898 - Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations, 1995 Geneve oz. prevzet slovenski standard, SIST EN 60898,
- IEC 60269-1:1998, Low- voltage fuses part 1: general requierment oz SIST EN 60269-1,
- Pravilnik o tehničnih normativih za nizkonapetostne električne instalacije (Uradni list SFRJ, 53/89)
- JUS N.A9.001: klasifikacija električnih naprav gled na zaščito pred električnim udarom
- JUS N.B2.730: splošne karakteristike in razvrstitev,
- JUS N.B2.741: zaščita pred električnim udarom,
- JUS N.B2.743: zaščita pred prevelikimi toki,
- JUS N.B2.751: izbira in postavitev električne opreme v odvisnosti od zunanjih vplivov,
- JUS N.B2.757: trajno dovoljeni toki,
- JUS N.K5.503: nizkonapetostni stikalni bloki,
- Splošni pogoji za dobavo in odjem električne energije (Ur. 1. SRS, 27/85 in 5/88.).

[9] Indata, Hibridni sistem za daljinsko odčitavanje števcev, 19 posvetovanje o močnostni elektrotehniki in sodobnih električnih inštalacijah, Elektrotehniško društvo Maribor, 1999.

[10] V. MOČNIK.: "Distribution Line Communications", Power Engineering Conference, Maribor, May 1998.

[11] V. MOČNIK, J. AMBROŽIČ, J. ZAVAŠNIK, M. MOHAR, A. VENE: "Komunikacijske rešitve v sistemih daljinskega odbiranja in parametriranja števcev", Četrta konferenca slovenskih elektroenergetikov, Rogaška Slatina, 1999.

[12] M. KRSNIK: "Daljinsko čitanje gospodinjskih števcev", Diplomsko delo, Univerza v Mariboru, 1999.

[13] European standard, CENELEC, EN 50065-1,2,3,4, 1994.

OGRANIČIVAČI STRUJE POTROŠNJE

U Sloveniji je bio prihvaćen nov tarifni sustav za prodaju električne energije. Dio tog sustava je i pravilnik, koji u niskonaponske električne instalacije uvodi i tarifni prekidač ograničivač struje potrošnje, koji ima zadatak ograničenja vršne snage i osiguranje potrošača prema preopterećenju i kratkim spojevima. Razvojem komunikacijskih sustava ostvarena je i mogućnost daljinskog upravljanja.

DIE STROMVERBRAUCHSBEGRENZER

In Slowenien wurde ein neuer Verkaufspreissatz für Strom angenommen. Dieser Satz ist mit einer neuen Verordnung verknüpft. Diese Verordnung führt in elektrische Niederspannungsanlagen den Preissatzschalter, d.h. einen Stromverbrauchsbegrenzer, ein. Der Zweck dieses Schalters ist die Spitzenleistungsbegrenzung und die Verbrauchersicherung im Bezug auf Überlastungen und Kurzschlüsse. Die Entwicklung der Datenübermittlungsverfahren hat die Fernsteuerung dieser Schalter möglich gemacht.

Naslov pisaca:

Boštjan Lilija, univ. dipl. ing.
Šolski center Celje
Pot na Lavo 22
3000 Celje, Slovenia

Boris Kupec, univ. dipl. ing.
Elektro Celje d.d.
Vrunčeva 2a
3000 Celje, Slovenia

doc. dr. Jože Pihler
Univerza v Mariboru
Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko
Smetanova 17
2000 Maribor, Slovenia

Uredništvo primilo rukopis:
2000-04-10

NEKE PODLOGE I PRIJEDLOZI ZA REKONSTRUKCIJU TARIFNOG SUSTAVA ZA PRODAJU ELEKTRIČNE ENERGIJE
I. dio

Dr. sc. Mićo K l e p o, Zagreb

UDK 658.8.03:621.3
STRUČNI ČLANAK

U ovome radu izlažu se neki rezultati istraživanja i analiza odnosa opterećenja i potrošnje u elektroenergetskom sustavu Republike Hrvatske, te s tim u svezi troškova i troškovnih odnosa po djelatnostima, po naponskim razinama, kao i po kategorijama potrošača. Iz energetskih i troškovnih odnosa izvode se podloge i utvrđuju cjenovni odnosi, prema kojima se preispituju odnosi i odredbe važećeg Tarifnog sustava za prodaju električne energije. U radu se posebno ukazuje na one njegove odnose i rješenja koja je nužno doraditi ili u potpunosti rekonstruirati da bi bili efikasniji, te da bi unaprijedili i poboljšali sustav naplate Hrvatske elektroprivrede.

Ključne riječi: Tarifni sustav za prodaju električne energije, cijena električne energije, kategorije potrošača, troškovi električne energije, tarife električne energije.

1. UVOD

Osnovni odnosi i odredbe važećeg Tarifnog sustava za prodaju električne energije postavljeni su na temelju istraživanja i analiza koje su provedene tijekom 1988. i 1989. godine, dakle za stanje prije domovinskog rata i na podlogama koje su vrijedile za tadašnje političke i gospodarske odnose. Važeći Tarifni sustav za prodaju električne energije donijela je Vlada Republike Hrvatske na sjednici održanoj 21. veljače 1991. godine. Njegova primjena započela je u travnju 1991. godine, dakle u uvjetima intenzivnih promjena političkih, gospodarskih, socijalnih i ostalih odnosa u društvu i državi, uključujući razdoblje rata i ratnih razaranja elektroenergetskih i ostalih gospodarskih proizvodnih objekata i infrastrukture, pad gospodarske aktivnosti, pad standarda i sl. Sva su ta zbivanja i okruženje predstavljali dodatne objektivne poteškoće za djelotvorno uvođenje i primjenu Tarifnog sustava.

Primjena važećeg Tarifnog sustava izazvala je i dosta nerazumijevanja na razini naplate kod distributivnih organizacija, dakle kod onih koji su ga trebali provoditi, ali i nerazumijevanja, primjedbi i neprihvaćanja od strane potrošača. Tijekom proteklog razdoblja neke odredbe Tarifnog sustava su suspendirane na određeni vremenski rok ili čak trajno, uglavnom uvođenjem socijalnih elemenata i kriterija pri provedbi ili kod utvrđivanja tarifnih odnosa. Naravno, time su uvjeti za efikasniju primjenu važećeg Tarifnog sustav samo dodatno pogoršani. Naravno, osnovni problem nije bio u samoj namjeri ili ciljevima suspenzije nekih odredbi i uvođenja socijalnih kriterija, pogotovo tijekom razdoblja rata i u uvjetima znatnog pada gospodarske aktivnosti i pogoršanja socijalnih prilika, nego u nesustavnosti i neselektivnosti njihovog uvođenja i primjene.

U ovome radu izlažu se rezultati najnovijih analiza i istraživanja odnosa i elemenata važećeg Tarifnog sustava kojima je cilj bio ponuditi rješenja za doradu i unaprjeđenje važećeg Tarifnog sustava. Sadržajno radi se o odgovarajućim energetskim i troškovnim pokazateljima i odnosima, ocjeni razvoja potrošnje i njene strukture u svezi s razvojem karakteristika sektora potrošnje i grupa potrošnje, te pretpostavljenim poželjnim odnosima opterećenja po naponskim razinama i kategorijama potrošnje. Predložena nova rješenja i odnosi u funkciji su uspostavljanja djelotvornijih mjera i mehanizama za upravljanje opterećenjem i potrošnjom i na strani sustava i kod potrošača. Također, nude se i potpuno nova rješenja za sustav naplate i djelotvorniji odnos Hrvatske elektroprivrede prema potrošačima niskog socijalnog stanja.

Karakter i sadržaj izmjena i dopuna koje se izlažu takvi su da se one znače značajne promjene u odnosu na današnje stanje. Neki prijedlozi promjena dani su u varijantama, s jedne strane da bi se stručno i znanstveno dokazalo njihovo značenje i procijenili očekivani efekti, a s druge da bi se olakšalo donošenje konačnih odluka o sadržaju i načinu promjena.

2. ANALIZA STRUKTURE I ODNOSA VAŽEĆEG TARIFNOG SUSTAVA ZA PRODAJU ELEKTRIČNE ENERGIJE

Najnovije analize i istraživanja potvrdila su iskustva dosadašnje primjene važećeg Tarifnog sustava za prodaju električne energije, a koja su pokazala nužnost preispitivanja, dorade, izmjene ili dogradnje sljedećih elemenata i sadržaja:

i) odnosa tarifnih stavova prema naponskim razinama isporuke i kategorijama potrošnje;
ii) rasporeda tarifnih stavova za prodaju radne energije prema dobi dana;
iii) odnosa između tarifnih stavova u višoj, srednjoj i nižoj tarifi;
iv) odnosa fiksnih i varijabilnih troškova za različite kategorije potrošnje;
v) načina utvrđivanja elemenata za obračun potroška električne energije;
vi) načina obračuna ovisno o izabranom načinu mjerenja potrošene energije i načinu utvrđivanja vršnog mjesečnog opterećenja;
vii) načina obračuna vršnog opterećenja kada se ono ne mjeri niti limitira odgovarajućim uređajima;
viii) položaja javne rasvjete s obzirom na njezinu izmijenjenu zakonodavnu poziciju;
ix) transparentnog i efikasnog socijalnog odnosa prema odgovarajućim grupama potrošača, tj. potrošača lošijeg socijalnog stanja.

Navedeni odnosi i elementi dijelom su obrađivani u slijedu kako su i navedeni, a dijelom grupirano bilo po kriteriju tipa problema ili kategorije potrošača za koje su vezani. Kod izlaganja i tumačenja rezultata proračuna, a zbog njihova opsega i složenosti, navode se samo osnovni rezultati i način rješavanja.

3. ODNOSI TROŠKOVA I CIJENA PO DJELATNOSTIMA, NAPONSKIM RAZINAMA I KATEGORIJAMA POTROŠNJE

Tijekom dosadašnje primjene važećeg Tarifnog sustava stalno se iskazivala potreba za rekonstrukcijom cjenovnih odnosa, tj. odnosa tarifnih stavova po naponskim razinama i kategorijama potrošnji i to u smislu njihove prilagodbe odgovarajućim stvarnim energetskim i troškovnim odnosima u elektroenergetskom sustavu. Naime, sva istraživanja i analize cjenovnih, tj. tarifnih odnosa prema naponskim razinama isporuke i među kategorijama potrošača tijekom razdoblja od nekoliko posljednjih godina pokazuju da ti odnosi ne odgovaraju stvarnim energetskim i troškovnim odnosima koji su vezani za naponske razine isporuke i kategorije potrošača. Direktne posljedice te neprimjerenosti su loša struktura opterećenja i potrošnje po naponskim razinama, pogoršana gospodarska pozicija za neke kategorije potrošača koji se bave proizvodnjom roba i drugih dobara ili pružaju razne vrste usluga i servisa, pogoršani uvjeti naplate i sl. Loša struktura opterećenja i potrošnje po naponskim razinama i među kategorijama potrošnje za posljedicu ima povećanje direktnih i indirektnih troškova proizvodnje, prijenosa i distribucije energije, povećanje gubitaka energije u sustavu, povećano naprezanje proizvodnih i prijenosnih objekata i postrojenja, te pogoršanje parametara kvalitete električne energije.

Dugo godina osnovno obilježje tarifne politike, iskazano i kroz strukturu i odnos elemenata važećeg Tarifnog sustava, bio je njegov socijalni karakter, izrazito iskazan u korist kategorije kućanstava u odnosu na potrošače iz sektora gospodarstva, te kroz popuste na tarifne stavove za sve potrošače. Uvođenje tržišnih gospodarskih odnosa i konkurencije samo je dodatno naglasilo njihovu neprimjerenost i neodrživost. Tako je npr. došlo do još učestalijih pojava "bježanja" potrošača s onih naponskih razina isporuke kojima su pripisani viši tarifni stavovi nego što su realni izazvani troškovi isporuke električne energije, i to prema onim naponskim razinama isporuke na kojima su tarifni stavovi niži od realnih troškova isporuke. Također, neprimjeren je i odnos cijena električne energije za kategorije kućanstava i gospodarstva. Svima je ishodište u neslaganju tarifnih stavova za te dvije kategorije potrošača s odnosima troškova koje oni izazivaju u sustavu. Naime, potrošačima kategorije kućanstava, koji su najbrojniji, ali s malom prosječnom pojedinačnom potrošnjom, električna energija isporučuje se isključivo s najniže distributivne razine, za koju su vezani najviši troškovi isporuke, relativno visoki troškovi distribucije, priključka, pogona, održavanja, očitavanja i sl. Dodatno, neosporno je da je opća društvena korist (efektivnost) korištenja električne energije u industriji i uslužnom sektoru puno veća od one koja se ostvaruje kod kućanstava.

3.1. Troškovni odnosi po elektroprivrednim djelatnostima

Zbog organizacijske i tehnološke strukture Hrvatske elektroprivrede i strukture financijskih pokazatelja na kojima se predmetna analiza zasniva, tu analizu bilo bi točnije nazvati analizom troškovnih odnosa elektroprivrednih djelatnosti. Naime, u Hrvatskoj elektroprivredi tek se poduzimaju prvi veći koraci u procesima restrukturiranja i reorganizacije, razdvajanja djelatnosti, utvrđivanja energetski i ekonomski transparentnih i nediskriminirajućih pravila i odnosa, troškova i cijena za sve sudionike. Predmetna analiza ne radi se u uvjetima izgrađenih tržišnih uvjeta i odnosa među sudionicima u sustavu, niti jasno razgraničenih troškovnih odnosa. Ipak, budući da se kao podloge za analizu uzimaju realni gospodarski pokazatelji Hrvatske elektroprivrede prema odgovarajućim djelatnostima, dobiveni rezultati analize mogu se uzeti dobrom simulacijom troškovnih odnosa u elektroenergetskom sustavu.

Analizom energetskih i financijskih pokazatelja za razdoblje 1996., 1997. i 1998. godine utvrđeni su ukupni jedinični troškovi isporučene električne energije na 110 kV razini i na izlazu iz distributivne mreže. Oni su iznosili kako je to prikazano u tablici 1.

Tablica 1.

	- na 110kV razini	- na izlazu iz distributivne mreže
1996. godina	0.2498 kn/kWh	0.4666 kn/kWh
1997. godina	0.2381 kn/kWh	0.4104 kn/kWh
1998. godina	0.2331 kn/kWh	0.4565 kn/kWh

Jedinični troškovi na 110 kV razini suma su jediničnih troškova proizvodnje električne energije (proizvodnja, kupnja/prodaja energije, financiranje zajedničkih službi i djelatnosti) i troškova prijenosa (direktne i indirektne) (tablica 2). Važno je napomenuti da troškovi prijenosa zapravo uključuju i znatan dio troškova vezanih za transformacije na niže naponske razine (110/30 kV, 110/35 kV).

Tablica 2.

	- jedinični trošak proizvodnje	- jedinični trošak prijenosa
1996. godina	0.2053 kn/kWh	0.0445 kn/kWh
1997. godina	0.2060 kn/kWh	0.0321 kn/kWh
1998. godina	0.2001 kn/kWh	0.0330 kn/kWh

Da bi se od jediničnih troškova isporuke električne energije na 110 kV razini došlo do jediničnih troškova isporuke na distributivnoj razini, nužno je jediničnim ukupnim troškovima isporuke na 110 kV razini dodati jedinične ukupne (direktne i indirektne) troškove distribucije i isporuke (tablica 3).

Tablica 3.

	- jedinični trošak distribucije
1996. godina	0.2168 kn/kWh
1997. godina	0.1723 kn/kWh
1998. godina	0.2234 kn/kWh

Nužno je još jednom naglasiti da jedinični troškovi proizvodnje, prijenosa i distribucije znače troškove djelatnosti u integriranom poduzeću. Tako su npr., procijenjeni troškovi prijenosa (direktni i indirektni) u 1996. godini iznosili 0.0445 kn/kWh, u 1997. godini 0.0321 kn/kWh, a u 1998. godini 0.0330 kn/kWh. Oni znače jedinični trošak djelatnosti prijenosa prema iskazanim gospodarskim pokazateljima HEP-a kao cjeline, a ne tarife za korištenje prijenosne mreže u slučaju moguće pojave zahtjeva i potrebe prijenosa za tzv. povlaštene potrošače ili treću stranu, koja bi koristila infrastrukturnu uslugu prijenosa kroz visokonaponsku mrežu sustava HEP-a. Preciznija procjena troškova korištenja usluge prijenosa na takav način nužno bi tražila razradu nove metodologije izračuna cijene korištenja prijenosne i distribucijske mreže koja bi uvažavala sljedeće:

- stvarne troškove opreme i uređaja naponskih razina mreže koja se koristi;
- ograničenja i uvjete ulaza na mrežu kao i uvjete održanja pogonskih parametara prijenosa;
- zauzete prijenosne kapacitete;
- udaljenosti ulazne i izlazne točke (duljine korištene mreže);
- vremenu i rasporedu korištenja vršnog kapaciteta;
- ostalim troškovima sustava.

Radi ilustracije, slijedi prikaz tzv. njemačkog pristupa i metodologije određivanja troškova korištenja prijenosne mreže.

3.1.1. *Obračun troškova prijenosa električne energije – tzv. njemački pristup i metodologija*

Po Smjernicama europskog parlamenta o organizaciji elektroenergetskog tržišta na području zemalja članica EU, koje su donesene 19. prosinca 1996. godine monopoli u korištenju prijenosne mreže više nisu dopušteni. Izgradnja prijenosne mreže, uostalom kao i svih ostalih elektroprivrednih objekata, u nadležnosti su i odgovornosti vlasnika i investitora. Oni ujedno snose i moguće rizike krivih procjena i odluka. Međutim, kada je mreža već izgrađena, njeni vlasnici obvezni su utvrditi i javno objaviti minimalne zahtjeve za priključak na mrežu, te objektivne kriterije za propuste, tj. prijenose električne energije koji jednako vrijede za sve sudionike, uključujući i konkurentne elektroenergetske organizacije i poduzeća. Nadležna Europska komisija brine se o objektivnosti tih kriterija i njihovoj provedbi bez diskriminacije. Temeljno, prijenosna mreža mora biti organizirana i upravljana kao posebna, o ostalim elektroprivrednim djelatnostima neovisna cjelina, i to kao dio konkurentnog nacionalnog energetskog tržišta čiji je cilj sigurna i jeftina opskrba energijom uz što manje troškove i negativne utjecaje na okoliš. Za korištenje mreže i propuštanje energije vlasnik mreže ima pravo tražiti odgovarajuću naknadu.

Uvjeti priključka i propusta električne energije jednako vrijede za sva poduzeća koja se bave proizvodnjom i opskrbom električnom energijom potrošača priključenih na mrežu. Oni ne mogu biti uvjetovani zahtjevima većim od onih koji vrijede za priključak i prijenos snage i energije za vlastite potrebe. Propust energije može se ograničiti samo u slučajevima ili zbog razloga kao što su:

- narušavanje sigurnosti ili stabilnosti pogona, značajno povećanje troškova za ostale sudionike, te znatno ugrožavanje stanja okoliša, što sve treba i dokazati;
- kada se ugrožavaju ekonomski i energetski uvjeti za pogon cjelokupnog sustava, npr. kao što su sastav iz-

vora i raspodjela korištenih goriva u sustavu, udio obnovljivih izvora i sl.;

- ograničeni prijenosni kapaciteti za veće i dugotrajnije prijenose, ili prijenose iz većih udaljenosti za koje su vezani veći gubici prijenosa i veći troškovi prijenosa.

Problem je kako utvrditi odgovarajuću nadoknadu za prijenos, odnosno tarife prijenosa. U svijetu se primjenjuju različite metodologije i postupci obračuna troškova prijenosa električne energije. Međutim, oni su uglavnom u razvojnim fazama, uvode se ili su u primjeni tek kratko vrijeme. Naravno, nema ni dovoljno relevantnih pokazatelja da bi bili primjenjivi i u drugim sustavima. Zbog toga će se u ovom radu ukratko izložiti elementi metodologije koja je u više navrata izlagana, a za koju se smatra da je jednostavna i relativno lako primjenjiva, a to je obračun troškova prijenosa energije po tzv. njemačkoj metodi [16, 17, 18]. Naravno, u prikazu metodologije i primjerima proračuna troškova navode se i tarife koje vrijede za obračun u Njemačkoj.

Pri prijenosu električne energije osnovni je problem objektivnog zaračunavanja troškova prijenosa, kojim mora biti nediskriminirajući i transparentan, i koji ne smije biti prepreka razvoju konkurencije na tržištu električne energije. Upravo zbog tih razloga u Njemačkoj je 1998. godine donesen i stupio na snagu novi Zakon o energetskom gospodarstvu (Neues Energiewirtschaftsgesetz). Tim Zakonom temeljno se provode ranije spomenute Smjernice europskog parlamenta. U svezi s tim Zakonom ovdje se navode samo oni elementi koji se odnose na problem ostvarivanja prava na pristup mreži, uvjete propuštanja električne energije (Durchleitung), tj. prijenos električne energije i naknadu koja se vlasniku elektroenergetske mreže plaća za njeno korištenje.

Da bi se mogla provoditi efikasna kontrola, provjera i nadzor svih uvjeta priključka i razine naknade za propuštanje električne energije, poduzeća i organizacije iz elektroenergetskog sektora dužni su nadležna tijela i institucije pravodobno izvještavati o svim tehničkim i gospodarskim pokazateljima i podacima, uključujući omogućavanje nesmetanog uvida u poslovnu i pogonsku dokumentaciju, koji su bitnim za provedbu odredbi spomenutog Zakona.

a) Smjernice i kriteriji za propuštanje električne energije

Prijedlog smjernica i kriterija za regulaciju uvjeta pristupa prijenosnoj mreži na ugovornim osnovama (NTPA) i propuštanje električne energije prema spomenutom Zakonu o energetskom gospodarstvu izradila su tri najveća udruženja iz njemačkog elektroenergetskog sektora, tj. korisnici, proizvođači i potrošači električne energije: BDI - Savezno udruženje njemačke industrije; VIK - Savez njemačkog industrijskog energetskog gospodarstva; i VDEW - Savez njemačkih opskrbljivača električnom energijom.

Svaki vlasnik prijenosne ili razdjelne (distribucijske) mreže mora poznavati troškove prijenosa u vlastitoj mreži, i to posebno troškove prijenosa po dalekovodima, troškove transformacija napona, te ostale sistemske troškove pogona i održavanja pogona. Dijeljenje svih tih troškova s godišnjim vršnim opterećenjem daje godišnju cijenu prijenosa snage u DEM/kW. Takav način omogućuje, ako su poznati troškovi po pojedinim razinama i na različitim područjima, određivanje naknada (tarifa) za svaku razinu napona i za različita geografska područja mreže. Troškovi prijenosa električne energije računaju se na osnovi cjelokupne prenesene električne energije.

Uvjeti propuštanja utvrđuju se kroz niz smjernica i kriterija, od općih uvjeta do kriterija za regulaciju propuštanja, smjernica i načina obračuna troškova za nadoknadu, uvjeta i kriterija utvrđivanja nadoknade propuštanja kroz prijenosnu mrežu, utvrđivanje nadoknade propuštanja u okviru distribucijskog područja, troškova naponske razine priključka, načina utvrđivanja ostalih usluga u sustavu, utvrđivanja i vrednovanja gubitaka, do odredbi o mjestu razmjene i obračuna, načina preispitivanja principa i kriterija, provjere elemenata i točki ugovora, definicije pojmova, te primjera proračuna i obračuna.

Važno je istaći da je u navedeni Zakon unesena obveza da se svi navedeni kriteriji trebaju vrlo brzo preispitati, kako bi se što prije došlo do još boljih i efikasnijih kriterija.

Propust električne energije kroz mrežu zapravo znači proces preuzimanja električne energije na određenom, ugovorom utvrđenom mjestu u mreži, njen tranzit do mjesta predaje, te predaju na određenom mjestu, bilo potrošačima, bilo drugim elektroenergetskim poduzećima ili organizacijama. Prema spomenutim Smjernicama EU mreža se dijeli na:

- prijenosnu - 380/220 kV i
- razdjelnu - visokog, srednjeg i niskog napona - 110, 20, 10 i 0.4 kV.

Razina cijena priključka i naknade propuštanja utvrđuju se prema realnim gospodarskim pokazateljima, a trebaju biti takve da pokriju stvarne troškove svakog od tih elemenata. Da bi naknade propuštanja što bolje odražavale realne odnose troškova u sustavu, dijele se u više komponenti. Jedne su vezane za troškove mreže u užem smislu, odnosno vodove, a druge za troškove transformacija između različitih naponskih razina. Kod prijenosne mreže do udaljenosti od 100 km zaračunavaju se prosječni troškovi mreže neovisno o udaljenosti, a za udaljenosti iznad 100 km zaračunava se još i dodatnih 0.125 DEM/kW/km godišnje, ili 12.50 DEM/km godišnje za udaljenost od 100 km. Naknada za korištenje dodatnih udaljenosti jednaka je u cijeloj državi. Podešavanje navedenih cijena vrši se prema kretanju razine i strukture troškova kod davatelja

servisa prijenosa, tj. vlasnika mreže. To zapravo znači da ih svaki rukovoditelj mreže određuje na osnovi ukupnih godišnjih troškova prijenosa u svojoj mreži, umanjenih za godišnji prihod od zaračunavanja troškova prijenosa na osnovi udaljenosti.

Kod distributivne mreže zaračunavaju se prosječni troškovi neovisno o udaljenostima, a postupak je sljedeći. Uz pretpostavljenu vjerojatnost od 0.9, kao polazne granične udaljenosti za propuštanja kroz distributivnu mrežu uzimaju sljedeće zračne vrijednosti udaljenosti:

naponska razina	gradsko područje	seosko područje
- visoki napon -110 kV	11.6 km	33.2 km
- srednji napon - 20 kV	4.4 km	14.4 km
- srednji napon - 10 kV	2.6 km	9.4 km
- niski napon - 0.4 kV	0.4 km	2.0 km

Kada je udaljenost propuštanja veća od granične za određenu naponsku razinu, obračunavaju se i troškovi propuštanja na višoj naponskoj razini, uključujući i odgovarajuće troškove transformacije između dviju odnosnih naponskih razina. Dakle, uvodi se transformacija za jednu razinu više i propuštanje na višoj naponskoj razini, čak i onda ako sva energija u stvarnosti teče na nižoj razini.

Drugi element naknade za propust električne energije su troškovi transformacije, uključujući i usluge nužne za tranzit i razdiobu električne energije kao što su održavanje frekvencije, održavanje stabilnog napona, mjerenje i obračun energije, pokrivanje i obračun gubitaka, te uspostavu i održavanje pogona, zaštitu elemenata i uređaja mreže i sl. Gubici električne energije posebno se ugovaraju za prijenos, a posebno za transformacije.

Za svaku naponsku razinu svaka od naknada zaračunava se samo jedanput, bez obzira koliko se puta ta naponska razina prolazila pri propuštanju električne energije. Već ranije je utvrđeno da se kao podloge za utvrđivanje visine naknade uzimaju zračne udaljenosti mjesta preuzimanja i mjesta predaje. Kako su općenito naknade za korištenje distributivnih mreža neovisne od udaljenosti propuštanja, za svaku naponsku razinu obračunavaju se zapravo odgovarajući specifični troškovi.

Za propuštanja na naponskim razinama koje su niže od one na kojoj se nalazi potrošač ne obračunavaju se troškovi. To vrijedi i za transformacije na niže od naponske razine potrošača.

b) Faktor istodobnosti

Kod tzv. njemačke metode trošak prijenosa ili tranzita električne energije određuje se na temelju maksimalne snage prijenosa, kao i na temelju ukupne prenesene količine energije. To se postiže uvođenjem faktora istovremenosti, koji je ovisan o godišnjim iznosima pogonskih sati prijenosa. Naime, uz zahtjeve za propuštanjem ili tranzitom svaki korisnik ili potrošač navodi vršno opterećenje i upotrebno vrijeme (trajanje) s kojim će to vršno opterećenje tijekom godine koristiti. Time se zapravo vlasniku mreže ili operateru prijenosa pruža mogućnost da planira pogon mreže. Poznato je da se kod prijenosa ili tranzita za veći broj korisnika ili potrošača, odnosno veći broj pojedinačnih vršnih opterećenja, kojima upotrebna vremena korištenja u pravilu mogu ali i ne moraju biti vrlo različita, prijenosna mreža i kapaciteti transformacije vrlo rijetko opterećuju u sumi njihovih pojedinačnih vršnih opterećenja. Zapravo, realna opterećenja elemenata mreže uvijek su manja od navedene sume. Upravo faktor istodobnosti je parametar ili pokazatelj preko kojeg se određuju realna opterećenja elemenata mreže, bolje rečeno očekivani i realni doprinos svakog korisnika i potrošača ukupnim opterećenjima elementa mreže. Utoliko su faktori istodobnosti i objektivni elementi za procjenu realnog doprinosa svakog potrošača troškovima u svezi s tranzitom energije i njenim transformacijama, te ostalim troškovima servisnih usluga u sustavu.

Faktorima istodobnosti najlakše se iskazuju realni udjeli u korištenim kapacitetima elemenata mreže, pa se naknade za korištenje mreže, transformacije i sistemske troškove korigiraju tim faktorima kako bi obračunate naknade bile što objektivnije. Zbog složenosti visokonaponskih mreža i zamršenih tijekova energije u mreži, i još više zbog složenosti postupaka proračuna tijekova snage i energije u mrežama koje bi uz sve ostalo trebalo vrlo često ponavljati, takav metodološki pristup zapravo znači znatno pojednostavljenje postupka za utvrđivanje visine troškova i naknada za propuštanje, transformacije i tzv. sistemske troškove. Zbog prirode izmjeničnih tijekova u mreži nije svejedno jesu li vodovi, transformatori i ostali elementi mreže prije početka propuštanja ili tranzita određene količine snage i energije neopterećeni, djelomično opterećeni ili na gornjim granicama mogućih kapaciteta. Faktorima istodobnosti vrednovanje svake od tih mogućih situacija znatno se olakšava.

Analize koje slijede temelje se na pretpostavci o sljedećoj funkcionalnoj vezi faktor istodobnosti i godišnjeg upotrebnog vremena, odnosno godišnjeg broja sati korištenja vršnog opterećenja potrošača:

$$g = f(T)$$

Faktor istodobnosti za pojedinačnog potrošača električne energije je odnos između vršne (maksimalne) snage pojedinog potrošača električne energije i sume maksimalnih snaga svih potrošača na mreži. Pri tom se uzima da je i maksimalna snaga svakog potrošača u sustavu u funkcionalnoj vezi (ovisnosti) s godišnjim upotrebnim vremenom potrošača. Konačno, faktor istodobnosti može se definirati na sljedeći način:

$$g(T) = \frac{P_{max}(T)}{\sum_i P_{max\,i}(T_i)}$$

gdje su:

g - faktor istodobnosti za promatranog potrošača električne energije;

Ti - upotrebno vrijeme, tj. broj pogonskih sati za i-tog potrošača;

T - upotrebno vrijeme, tj. broj pogonskih sati za promatranog potrošača;
$P_{max\,i}$ - maksimalna snaga i-tog potrošača;
P_{max} - maksimalna snaga promatranoga potrošača.

Uz zadovoljavajuću razinu točnosti, ovisnost faktora istodobnosti o upotrebnim vremenima može se aproksimirati s dva pravca čije je sjecište određeno upotrebnim vremenom od 2500 h/godini (slika 1).

Faktor istodobnosti za upotrebna vremena do 2500 h/godini dobije se prema izrazu

$$g_1 = 0.1 + \frac{0.6}{2500}T \quad \text{za} \quad (0 \le T \le 2500 h/godini),$$

a za upotrebna vremena iznad 2500 h/godini prema izrazu

$$g_2 = 0.5802 + \frac{0.3}{6260}T \quad \text{za}$$
$$(2500 h/godini \le T \le 8760 h/godini)$$

gdje su:

g_1 - faktor istodobnosti za područje upotrebnih vremena do 2500 h/godini;
g_2 - faktor istodobnosti za područje upotrebnih vremena iznad 2500 h/godini;
T - upotrebna vremena ili broj sati korištenja vršnog opterećenja godišnje.

Naravno, oblici prethodnih izraza uvjetovani su karakteristikama sustava, odnosno potrošača, tako da je moguće i njihovo podešavanje. Zbog toga je moguće i određeno odstupanje od tih izraza, što se onda posebno dokazuje.

c) Troškovi propuštanja

Troškove propuštanja ili tranzita mogu se izraziti u sljedećem obliku:

$$S = CxP_{max}xg(T)$$

gdje su:

C - cijena propuštanja električne energije po jedinici snage (DEM/kW);
P_{max} - maksimalna snaga propuštanja (kW);
T - godišnje upotrebno vrijeme maksimalne snage propuštanja (h);
g(T) - faktor istodobnosti;
S - troškovi propuštanja električne energije (DEM).

Uvođenjem izraza za faktor istodobnosti u navedeni izraz za troškove propuštanja, dobije se sljedeći izraz za troškove propuštanja:

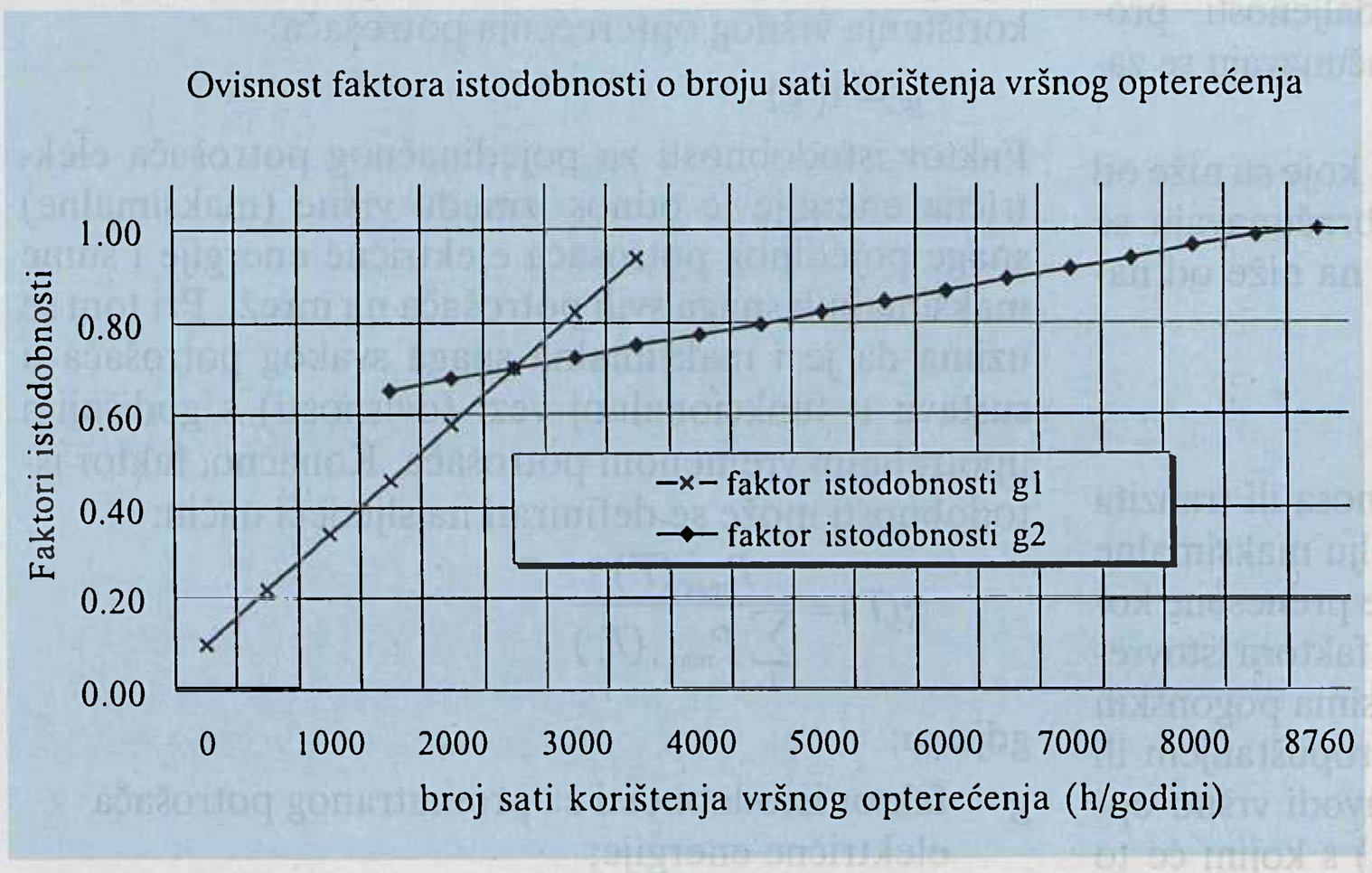
$$S = CxP_{max}x\left[g_{1/2} = a + bT\right] = axCxP_{max} + bxCxP_{max}xT = axCxP_{max} + bxCxW$$

gdje je $g_1 \Rightarrow a = 0.1; \quad b = 0.6/2500$
$g_2 \Rightarrow a = 0.5802; \quad b = 0.3/6260$

a - konstanta;
b - konstanta (h^{-1});
W - ukupna prenesena energija (kWh).

Iz prethodnog izraza očito je da su troškovi za propuštenu ili prenesenu električnu energiju ovisni i o maksimalnoj snazi propuštanja i o ukupnoj propuštenoj energiji. Prema tome, troškove propuštanja najjednostavnije je izračunati množenjem maksimalne snage propuštanja s pripadajućim faktorom istodobnosti i sa sveukupnim specifičnim troškovima propuštanja. Sveukupni troškovi propuštanja izračunaju se prema prije navedenim kriterijima, a jednaki su sumi specifičnih troškova svih uključenih naponskih razina propuštanja za prijenosnu i distributivnu ili razdjelnu mrežu. Kod razdjelne mreže ukupni specifični troškovi jednaki su sumi specifičnih troškova za bazne zračne udaljenosti osnovnih naponskih razina i dodatnih viših naponskih razina za udaljenosti koje su veće od graničnih, specifičnih troškova svih transformacija između uključenih naponskih razina propuštanja, bilo baznih bilo dodatnih, te svih specifičnih dodatnih servisnih troškova vlasnika mreže. Specifični troškovi propuštanja za prijenosnu mrežu jednaki su sumi specifičnih fiksnih, odnosno o udaljenostima neovisnih troškova, za propuštanja po udaljenostima koja su kraća od graničnih udaljenosti, te specifičnih dodatnih troškova propuštanja ovisnih o udaljenostima, i to za zračne udaljenosti iznad graničnih.

Ranije je već rečeno da se cijene propuštanja snage i energije utvrđuju posebno za svaku naponsku razinu i za svaku vrstu transformiranja. Specifični servisni troškovi ili troškovi funkcioniranja sustava odnose se na troškove servisnih us-



Slika 1. Ovisnost faktora istodobnosti o godišnjim upotrebnim vremenima vršnog opterećenja

luga koje ima vlasnik mreže, kao što su osiguranje sigurnosti i stabilnosti pogona, osiguranje rezervnih kapaciteta u sustavu, regulacija frekvencije, regulacija napona, uspostava sustava nakon raspada, dispečiranje, mjerenje itd. Treba napomenuti da se kod transformiranja obračunaju samo troškovi transformacija na niže naponske razine, ali ne ispod naponske razine na kojoj električnu energiju preuzima potrošač. Naknada propuštanja se obračunava jednokratno, bez obzira na to koliko je područja mreže i vlasnika uključeno u prijenos.

Ako postoji više mjesta ulaza i izlaza iz mreže, naknada propuštanja se određuje na temelju srednje udaljenosti između tih mjesta. Naknade propuštanja za svaki dio mreže se određuje kao naknada za propuštanje maksimalne predviđene snage za sljedeću godinu, odnosno, ako je taj iznos veći, najveće propuštene snage tekuće godine. Snage i godišnja upotrebna vremena za pojedine transakcije propuštanja određuju se i u slučajevima da odabrani korisnici na taj način kupuju ili prodaju samo dio potrebne električne energije.

d) O primjenjivosti metode u Hrvatskoj

Očita je tehnička utemeljenost, jednostavnost i transparentnost, a time i pravednost izložene metode. Kada su u pitanju troškovi propuštanja i utvrđivanje naknada za propuštanja kroz distributivnu ili razdjelnu mrežu, puno lakše može se utvrditi da je metoda primjenjiva u našim uvjetima. Naime, pod pretpostavkom da se bez većih poteškoća mogu utvrditi odgovarajuće granične udaljenosti koje bi vrijedile za Hrvatsku, ostaje još samo da se utvrde i odgovarajući specifični troškovi propuštanja po naponskim razinama, specifični troškovi transformacija između naponskih razina, te specifični dodatni troškovi ostalih servisnih usluga vlasnika ili operatera mreže. Budući da se ustvari radi o odjelitim tehničkim, energetskim i ekonomskim zadacima, za pretpostaviti je da ih je moguće relativno lako riješiti.

Kod prijenosne mreže problem je znatno složeniji. S obzirom na geografski oblik Republike Hrvatske, te strukturu i oblik prijenosne mreže, puno veći problem je odabrati odgovarajuće granične udaljenosti propuštanja kroz prijenosnu mrežu, te specifične troškove propuštanja ovisno o mogućim stanjima mreže, strukturi i prostornom rasporedu izvora i sl. Oni mogu biti i razlog specifične dorade i metodološke prilagodbe, što onda odnose može i znatno posložniti. Tako npr., zbog oblika države, a time i prijenosne mreže, mogao bi znatno porasti značaj i udio troškova za udaljenosti iznad graničnih. To bi onda moglo izazvati potrebu da se umjesto jedne vrijednosti granične udaljenosti uvedu dvije, ili čak tri granične udaljenosti ovisno o pravcima prijenosa. Naravno, time bi problem postao znatno teži za rješavanje, a primjena znatno složenija. U svakom slučaju nije ga moguće zanemariti. Zbog toga on prelazi okvire predmetnih analiza.

e) Troškovi propuštanja – primjeri izračuna

Za ilustraciju metodološkog pristupa i postupka proračuna troškove propuštanja ili tranzita snage i energije kroz visokonaponsku prijenosnu mrežu poslužit će tri primjera. U osnovi, u ta tri primjera koja slijede veličina koja se varira je dužina (udaljenost) propuštanja. U prvom primjeru ona iznosi 80 km, u drugom 150 km, i u trećem 500 km. Dodatno, pretpostavlja se da su i mjesto preuzimanja i mjesto predaje na visokonaponskoj mreži. Osnovne energetske veličine i uvjeti propuštanja ili prijenosa su jednaki u sva tri primjera, i iznose:

i) maksimalna godišnja snaga propuštanja: Pmax=5 MW;
ii) godišnje upotrebno vrijeme maksimalne snage propuštanja: T=4000 sati/godini;
iii) godišnji troškovi (naknada) propuštanja električne energije po jedinici snage za udaljenosti do 100 km: $=t_{l \le 100\ km} = 140$ kn/kW;
iv) godišnji troškovi (naknada) propuštanja električne energije po jedinici snage za udaljenosti veće od 100 km: $t_{l \ge 100\ km} = 0.5$ kn/(kW, km);
v) godišnji troškovi (naknada) pogona sustava (bez troškova mjerenja i obračuna snage i energije) po jedinici snage: $t_{sustava} = 96$ kn/kW.

Iz godišnjeg upotrebnog vremena maksimalne snage propuštanja koje iznosi 4000 sati/godini, koje je dakle veće od 2500 sati/godini, prema ranije navedenom izrazu izračuna se odgovarajući faktor istodobnosti. Faktor istodobnosti u ovom slučaju iznosi 0.772. Ostaje još da se izračunaju ukupni godišnji troškovi propuštanja ili tranzita za svaku od navedenih dužina propuštanja, tj. prijenosa kroz visokonaponsku mrežu. Koristeći ranije navedene izraze i veličine dobije se:

I primjer: *L=80 km*

Godišnji troškovi propuštanja (tranzit) kroz visokonaponsku prijenosnu mrežu za L=80 km iznose:

$$S = (t_{l \le 100\ km} + t_{sustava}) * P_{max} * g(T) =$$
$$= (140+96) * 5000 * 0.772 = 910.960\ kn$$

Specifični jedinični troškovi propuštanja po jedinici radne energije iznose 0.0455 kn/kWh.

Napomena: Dobiveni iznos upravo odgovara jediničnom trošku prijenosne djelatnosti u 1996. godini (Tablica 2.). Međutim, ipak radi se tek o slučajnosti, što dokazuju i primjeri koji slijede.

II primjer: *L=150 km*

Godišnji troškovi propuštanja (tranzit) kroz visokonaponsku prijenosnu mrežu za L=150 km iznose:

$$S = [t_{l \le 100\ km} + t_{sustava} + (L - 100) * t_{l \ge 100\ km}] * P_{max} * g(T) =$$
$$= [140 + 96 + 50 * 0.5] * 5000 * 0.772 = 1.007.460\ kn$$

Specifični jedinični troškovi propuštanja po jedinici radne energije iznose 0.0504 kn/kWh.

III primjer: *L=500 km*

Godišnji troškovi propuštanja (tranzit) kroz visokonaponsku prijenosnu mrežu za L=500 km iznose:

$$S = [t_{l \le 100\,km} + t_{sustava} + (L - 100)^* t_{l \le 100\,km}]^* P_{max}^* g(T) =$$

$$= [140 + 96 + 400 * 0.5]^* 5000^* 0.772 = 1.682.960\ kn$$

Specifični jedinični troškovi propuštanja po jedinici radne energije iznose 0.0841 kn/kWh.

3.2. Troškovni i cjenovni odnosi po razinama isporuke

Rezultati analize odnosa ostvarenih prosječnih troškova i ostvarenih prosječnih prodajnih cijena električne energije na različitim naponskim razinama tijekom razdoblja 1996., 1997. i 1998. godine navedeni su u tablici 4.

Tablica 4.

		Naponska razina			
	Godina	110 kV	35 kV	10 kV	0.4 kV
Ostvareni prosječni troškovi (kn/kWh)	1996	0,275	0,314	0,396	0,539
	1997	0,277	0,310	0,380	0,499
	1998	0,245	0,282	0,360	0,499
	Prosječno	0,266	0,302	0,379	0,512
Prosječne prodajne cijene (kn/kWh)	1996	0,262	0,358	0,499	0,471
	1997	0,259	0,346	0,500	0,467
	1998	0,272	0,345	0,507	0,457
	Prosječno	0,264	0,350	0,502	0,465
Odnosi troškova	1996	1,000	1,142	1,440	1,962
	1997	1,000	1,119	1,373	1,804
	1998	1,000	1,151	1,470	2,035
	Prosječno	1,000	1,137	1,426	1,930
Odnosi cijena	1996	1,000	1,367	1,906	1,801
	1997	1,000	1,336	1,931	1,802
	1998	1,000	1,268	1,865	1,681
	Prosječno	1,000	1,323	1,900	1,760

Iz prethodne tablice vidljivo je da su samo na 110 kV razini prosječni jedinični troškovi isporuke električne energije odgovarali prosječnim prodajnim cijenama. Za niže naponske razine razlika između ostvarenih prosječnih troškova i prosječnih prodajnih cijena povećava se za niže naponske razine prodaje.

Na 35 kV razini, a pogotovo na 10 kV razini pojavljuje se izrazito neslaganje cijena i realnih troškova. Upravo to je najznačajniji razlog pojave tzv. "bježanja" potrošača s 10 kV naponske razine napajanja na 0.4 kV naponsku razinu napajanja i plaćanja potroška električne energije po tarifnim stavovima koji vrijede za tu nižu naponsku razinu. Ta pojava dešava se usprkos činjenici da se tarifni stavovi među kategorijama na 0.4 kV međusobno jako razlikuju. Ta razlika izrazito je povoljna u korist kategorije kućanstava prema ostalim kategorijama potrošača.

Niži troškovi isporuke, manji gubici energije, te lakše održavanje parametara stabilnosti i kvalitete isporuke na višim naponskim razinama isporuke, predstavljaju dostatan i opravdan motiv i gospodarski interes da se potiče potrošnja na višim naponskim razinama. Dodatni motivi za HEP da opskrbljuje potrošača na visokim naponskim razinama su stabilnost potrošnje i opterećenja, dakle visoki dnevni, mjesečni i godišnji faktori opterećenja i visoki broj sati korištenja vršnog opterećenja (4000 do 6000 i više sati godišnje).

Iz prethodne analize nameće se zaključak o nužnosti rekonstrukcije odnosa prosječnih cijena i tarifnih stavova prema naponskim razinama, kako bi se uskladili s realnim troškovima, ali i kako bi bili poticajni za potrošače koji se napajaju na višim naponskim razinama.

3.3. Odnosi cijena električne energije po kategorijama potrošnje - kućanstvo i gospodarstvo

Od kolovoza 1992. Vlada Republike Hrvatske je u više navrata, da bi zaštitila ratom i visokom inflacijom ugroženi standard pučanstva, odstupila od tarifnih postulata donoseći odluke o diferenciranim promjenama cijena štiteći kategoriju kućanstva, a na štetu gospodarstva. U srpnju 1993. godine uveden je i popust na tarifne stavove za snagu, i to za onaj dio koji je u svezi s prvopotrošenih 150 kWh električne energije mjesečno, odnosno 1800 kWh godišnje za potrošače kategorije kućanstava. Slijedili su i dodatni popusti na tarifne stavove za sve potrošače, najveći prilikom uvođenja poreza na dodanu vrijednost. Naime, popusti su bili toliki da su i s obračunom porez na dodanu vrijednost troškovi za električnu energiju ostali nepromijenjeni. Socijalno uvjetovani popusti u primjeni tarifnih stavova, i to nediferencirano kod svih potrošača kućanstva, dakle neovisno o stvarnim socijalnim kriterijima i interesima, izazvali su narušavanje osnovnih načela i još veću nedjelotvornost Tarifnog sustava.

Kao rezultat, gospodarstvo se u pogledu troškova za energiju nalazi u znatno nepovoljnijem položaju u odnosu na ostale kategorije potrošača, posebno kućanstava, suprotno realnim energetskim i ekonomskim pokazateljima i njenom gospodarskom značaju, i suprotno stanju u svim zapadnoeuropskim zemljama.

Krajem 1994. godine prosječna cijena električne energije bez uključenog poreza na razini sustava iznosila je 44.00 lp/kWh (kućanstvo - 38.50 lp/kWh, gospodarstvo 48.85 kn/kWh). Iako u to doba relativno visoka, prosječna cijena pokrivala je oko 80% stvarnih troškova u sustavu. Dakle, bila je ispod ekonomski opravdane razine cijene, i naravno ispod razine cijena u zapadnoeuropskim zemljama. Analize koje su učinjene u to doba pokazale su da je, ne smanjujući prosječnu cijenu

i ukidajući popust za prvopotrošenih 150 kWh električne energije za kućanstva, opravdano i nužno cijenu za kućanstvo povećati za 24%, dakle na 47.73 lp/kWh, a svim ostalim potrošačima smanjiti za 16%, dakle na 40.99 lp/kWh. Međutim, od nužne rekonstrukcije do sada je ostvareno samo djelomično snižavanje razine prvopotrošenih kWh na koje se ostvaruju popusti na tarifne stavove na snagu, i to tako da je granica popusta sa 150 kWh snižena najprije na 110 kWh, a zatim i na današnjih 80 kWh. Naravno, popusti na tarifni stav za snagu znače i odgovarajuća smanjenja prihoda HEP-a od potrošača kategorije kućanstava (Tablica 5.). Vidljivo je da je popust na tarifni stav za snagu koja odgovara prvopotrošenim 150 kWh/mjesecu, odnosno 1800 kWh/godini izazvao pad prihoda HEP-a za 24%. Dakako, s postupnim smanjivanjem iznosa prvopotrošenih kWh na koje se ostvaruju popusti na tarifne stavove na snagu rastu i prihodi HEP-a.

Tablica 5.

Iznos prvopotrošenih kWh za popust kućanstvima na tarifni stav snage	Smanjenje prihoda HEP-a od kategorije kućanstava
150 kWh/mjesecu ili 1800 kWh/godini	23.7 %
110 kWh/mjesecu ili 1320 kWh/godini	18.2 %
80 kWh/mjesecu ili 960 kWh/godini	13.8 %
0 kWh/mjesecu ili 0 kWh/godini	0.0 %

Tijekom 1998. godine na razini sustava ostvarena je prosječna prodajna cijena električne energije, s popustom a bez PDV-a, od 44.24 lp/kWh, i to za kućanstvo 38.29 lp/kWh, a gospodarstvo 49.45 lp/kWh. Dakle, prosječna cijena za kućanstvo bila je 13% manja, a za gospodarstvo 12% veća od ostvarene prosječne cijene. Istovremeno, u nekim zemljama Europske zajednice prosječne cijene električne energije za kućanstava su i do 70% veće od cijena za gospodarstvo. I u većini zemalja u tranziciji cijene za gospodarstvo su povoljnije od cijena za kućanstava. U tom smislu nužna je i neodgodiva rekonstrukcija cjenovnih odnosa za kategorije kućanstava i gospodarstva. Pogotovo je nužno što prije konačno dokinuti socijalne kriterije u svezi s obračunom i plaćanjem snage i energije koji su neselektivno usmjereni prema svim potrošačima kućanstava.

4. ELEMENTI NOVOG SOCIJALNOG PRISTUPA U SFERI TARIFNOG SUSTAVA I TROŠKOVA ZA ELEKTRIČNU ENERGIJU

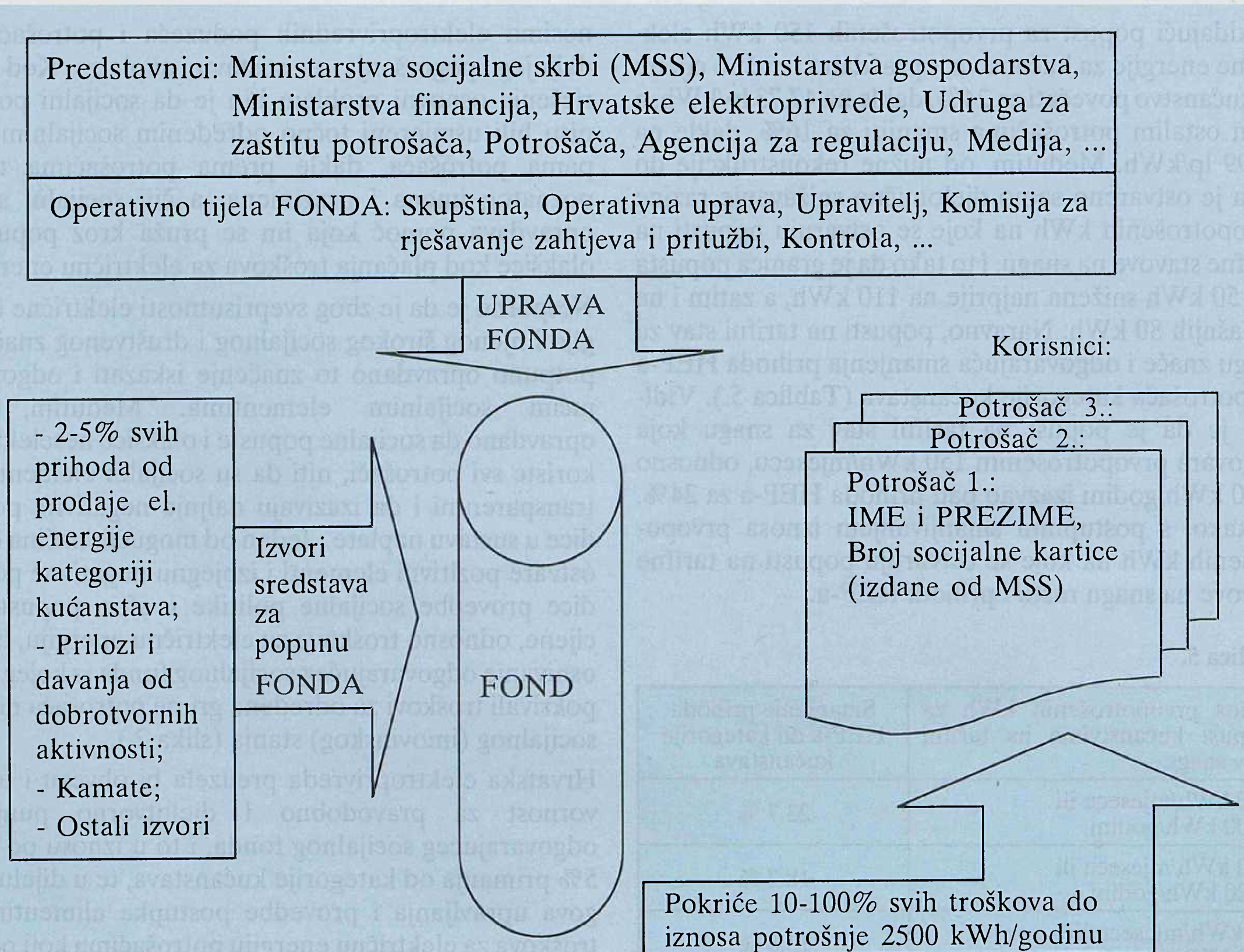
Dosadašnja rješenja i pokušaji da se u tarifnu politiku uvedu elementi socijalnog odnosa prema određenim grupama ili kategorijama potrošača pokazali su potpunu nedjelotvornost i netransparentnost. Štoviše, bili su izvor i daljnjih nerazumijevanja i nesporazuma u odnosima elektroprivrednih poduzeća i potrošača, te daljnjeg pogoršanja u sustavu naplate. Kod svih rješenja osnovni problem bio je da socijalni popusti nisu bili usmjereni točno određenim socijalnim grupama potrošača, dakle prema potrošačima točno poznatog imena i prezimena, a čiji socijalni status opravdava pomoć koja im se pruža kroz popuste i olakšice kod plaćanja troškova za električnu energiju.

Nesporno je da je zbog sveprisutnosti električne energije i njenog širokog socijalnog i društvenog značenja potpuno opravdano to značenje iskazati i odgovarajućim socijalnim elementima. Međutim, nije opravdano da socijalne popuste i olakšice neselektivno koriste svi potrošači, niti da su socijalni elementi netransparentni i da izazivaju daljnje negativne posljedice u sustavu naplate. Jedan od mogućih načina da se ostvare pozitivni elementi i izbjegnu negativne posljedice provedbe socijalne politike u sferi popusta na cijene, odnosno troškove za električnu energiju, bio bi osnivanje odgovarajućeg socijalnog fonda iz kojeg bi se pokrivali troškovi za određene grupe potrošača niskog socijalnog (imovinskog) stanja (slika 2.).

Hrvatska elektroprivreda preuzela bi obvezu i odgovornost za pravodobno i djelotvorno punjenje odgovarajućeg socijalnog fonda, i to u iznosu od 2 do 5% primanja od kategorije kućanstava, te u dijelu njegova upravljanja i provedbe postupka alimentiranja troškova za električnu energiju potrošačima koji posjeduju odgovarajuće socijalne iskaznice izdane u Ministarstvu socijalne skrbi. Vlasnicima socijalnih iskaznica izdavali bi se i odgovarajući bonovi u vrijednostima koje su naznačene u tim iskaznicama, a koji bi bili platežno sredstvo u trenutku podmirivanja računa za električnu energiju. Naravno, prikazani model je načelan. U svakom slučaju nužno je bez odlaganja dokinuti današnji sustav direktnih socijalnih utjecaja na odnose tarifnih stavova za sve potrošače, dakle neovisno o njihovom socijalnom statusu, te izgraditi i uvesti novi sustav po modelu socijalne skrbi prema potrošačima električne energije dokazano niskog socijalnog statusa, kojima se doista i olakšava plaćanje troškova za električnu energiju. Time bi se i u sferi podmirivanja troškova električne energije na transparentan i djelotvoran način iskazao socijalni karakter naše države i društva, u kojim Hrvatska elektroprivreda skrbi za izuzetno važnu i sveprisutnu djelatnost. Otuda i obveza i odgovornost, ali i opravdani interes Hrvatske elektroprivrede da iskaže svoju skrb za interese potrošača električne energije i brigu za njihove socijalne prilike.

5. PRIJEDLOG NOVOG RASPOREDA TARIFNIH STAVOVA ZA PRODAJU RADNE ENERGIJE

Ostvareni dijagrami opterećenja na razini sustava Hrvatske elektroprivrede već duži niz godina, i to tijekom čitave godine, imaju nepovoljan oblik i karakteris-



Slika 2. Shema organizacije fonda za alimentiranje troškova za električnu energiju za potrošače određenog niskog socijalnog statusa

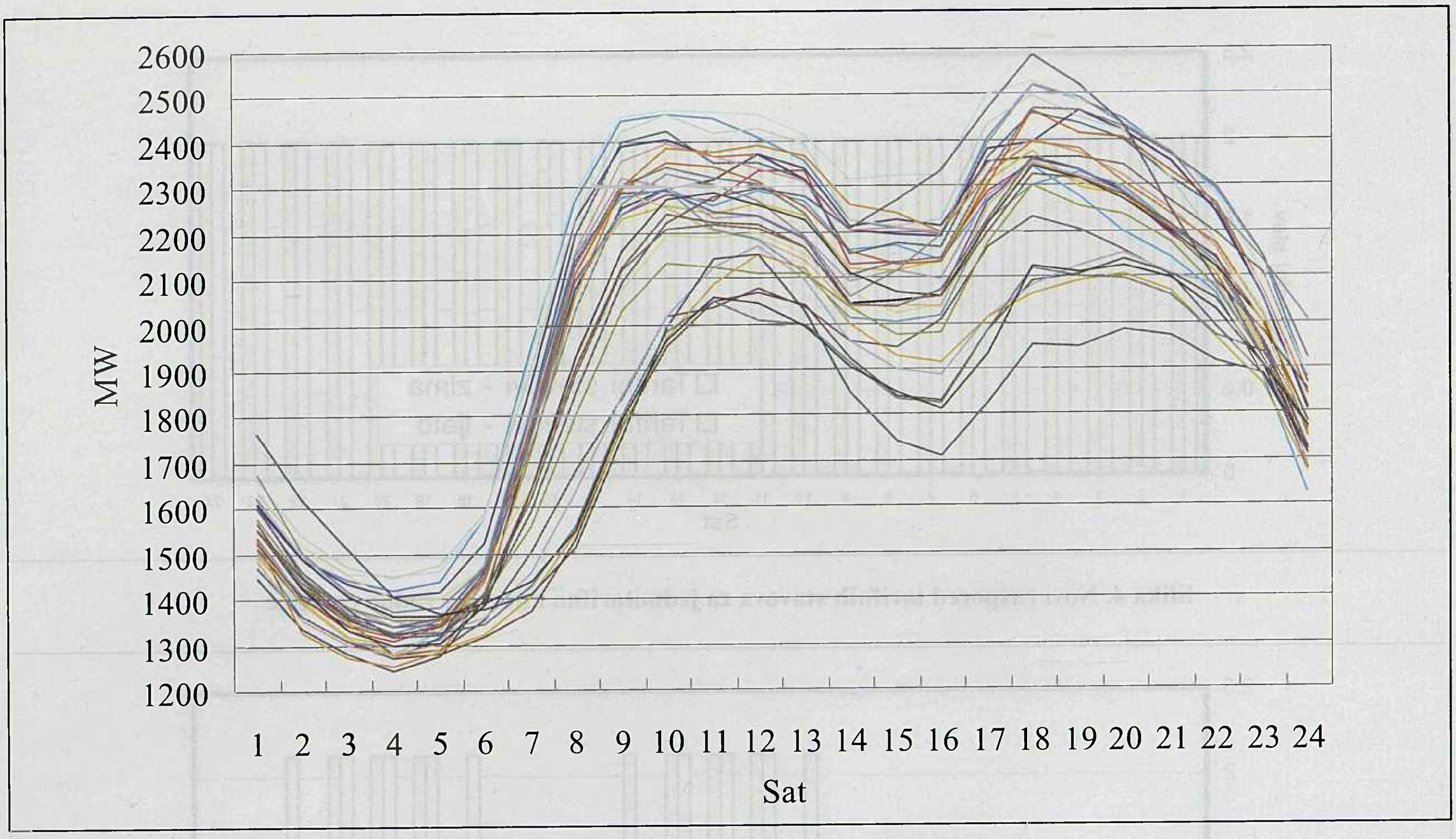
tike. Oni su vidljivi i iz odgovarajućih pokazatelja koje se navode u tablici 6., odnosno iz dijagrama opterećenja koji su radi ilustracije prikazani na slici 3.

Tablica 6.

Godina	1994.	1995.	1996.	1997.	1998.
Maksimalno opterećenje sustava - MW	2023	2097	2471	2417	2585
Minimalni dnevni faktor opterećenja	0.749	0.747	0.788	0.773	0.774
Minimalni dnevni odnos Pmin/Pmax	0.505	0.482	0.471	0.520	0.513
Minimalni mjesečni odnos Pmin/Pmax	0.402	0.399	0.360	0.382	0.371

Direktne su posljedice nepovoljnog rasporeda opterećenje i potrošnje iskazanih takvim dijagramom opterećenja: nepovoljni uvjeti rada za elektrane elektroenergetskog sustava i njihova dodatna naprezanja, dodatna naprezanja prijenosnog sustava i snižavanje razine pouzdanosti sustava, teži uvjeti održavanja parametara stabilnosti i rezerve u sustavu, porast gubitaka snage i energije, porast nabave iz drugih elektroenergetskih sustava i pogoršanje uvjeta za prodaju vlastitih viškova snage i energije, te sveukupno znatni porast troškova pogona i održavanja sustava. Nadalje, vršna opterećenja pojavljuju se i u prijepodnevnim satima, a skokovi u dijagramu opterećenja tijekom tri jutarnja sata iznose i do 1100 MW. Za sustav to znači veliko naprezanje elektrana u pogonu, potrebu angažiranja dodatnih skupljih elektrana, ili dodatnu kupnju snage i energije iz drugih sustava po nepovoljnim uvjetima. Također, u Hrvatskoj je razdoblje niže tarife tijekom kojeg se ne naplaćuje angažirana snaga na snazi do 8 sati ujutro, dok je u UCPTE-u već od 6 sati na snazi viša tarifa. Za Hrvatsku to znači direktni gubitak u trgovanju snagom i energijom.

Najdjelotvorniji način za rješavanje toga stanja je rekonstrukcija razdoblja važenja tarifnih stavova tijekom dana, kao i rekonstrukcija odnosa među tarifnim stavovima niže, srednje i više tarife. Naravno, direktna posljedica takve rekonstrukcije bila bi porast troškova za električnu energiju za sve kategorije potrošnje. Zbog toga je nužno provesti složene analize i proračune utjecaja svake mjere i zahvata pojedinačno, ali često imajući u vidu i njihove vrlo složene međusobne odnose i zavisnosti. Zbog opsežnosti, u ovom radu izlaže se samo dio rezultata, i to grupiranih po kategorijama potrošača. Sadržajno oni se odnose na raspored



Slika 3. Dnevni dijagrami opterećenja u prosincu 1998. godine

tarifnih stavova za prodaju radne energije prema dobi dana, odnose između tarifnih stavova u višoj, srednjoj i nižoj tarifi, odnos fiksnih i varijabilnih troškova za različite kategorije potrošnje, načine utvrđivanja elemenata za obračun potroška električne energije, načine obračuna ovisno o izabranom načinu mjerenja potrošene energije i načinu utvrđivanja vršnog mjesečnog opterećenja, te način obračuna vršnog opterećenja kada se ono ne mjeri niti limitira odgovarajućim uređajem. Rješenja se najčešće izlažu u varijantama.

Tarifni stavovi u važećem Tarifnom sustavu za prodaju električne energije utvrđuju se prema dobi dana i to za sate većeg opterećenja (viši tarifni stavovi - VT), za sate srednjeg opterećenja (srednji tarifni stavovi - ST), te za sate manjeg (noćnog) opterećenja (niži tarifni stavovi - NT). Odnos između tarifnih stavova u višoj, srednjoj i nižoj tarifi utvrđen je u omjeru 2,5 : 1 : 0.7. Kod jednotarifnih brojila, ukupna isporučena električna energija obračunava se prema višim tarifnim stavovima umanjenim za 20 posto.

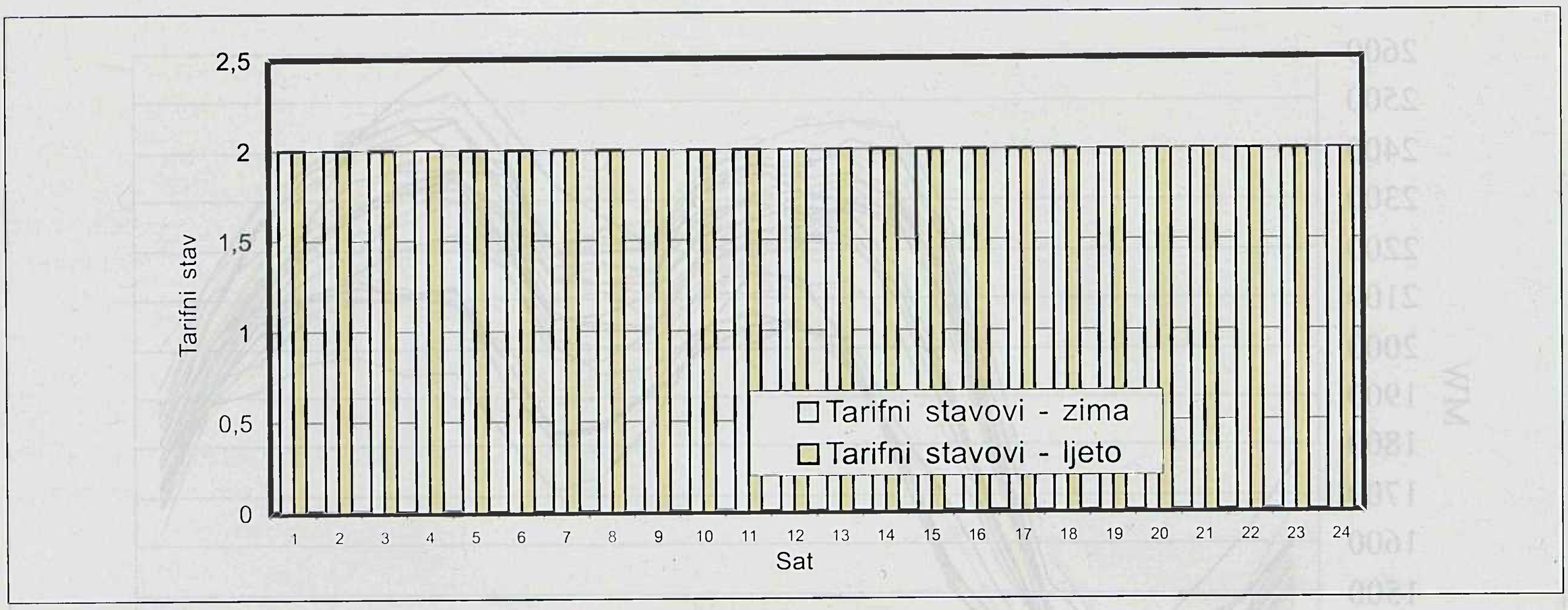
Rezultati analize dijagrama opterećenja i ostalih odnosa u sustavu pokazuju da su oni u neposrednoj svezi i direktna posljedica tarifne politike i tarifnih odnosa. Svi relevantni karakteristični pokazatelji, tj. oblik i karakteristike opterećenja i potrošnje koji su navedeni dokazuju potrebu i opravdanost uvođenja dodatnog razdoblja važenja viših tarifnih stavova u vremenu od 8 do 12 sati u zimskom računanju vremena, odnosno od 9 do 13 sati u ljetnom računanju vremena. Potpuni prijedlog promjene, tj. novi dnevni raspored tarifnih stavova bio bi kako slijedi:

- viši tarifni stavovi (VT) obračunavaju se u vremenu 8 - 12 i 17 - 21 sat u zimskom računanju vremena, te 9 - 13 i 18 - 22 sata u ljetnom računanju vremena;
- srednji tarifni stavovi (ST) obračunavaju se u vremenu 6 - 8 i 12 - 17 sati u zimskom računanju vremena, te 7 - 9 i 13 - 18 sati u ljetnom računanju vremena;
- niži tarifni stavovi (NT) obračunavaju se u vremenu 21 - 6 sati (idućeg dana) u zimskom računanju vremena, te 22 - 7 sati u ljetnom računanju vremena.

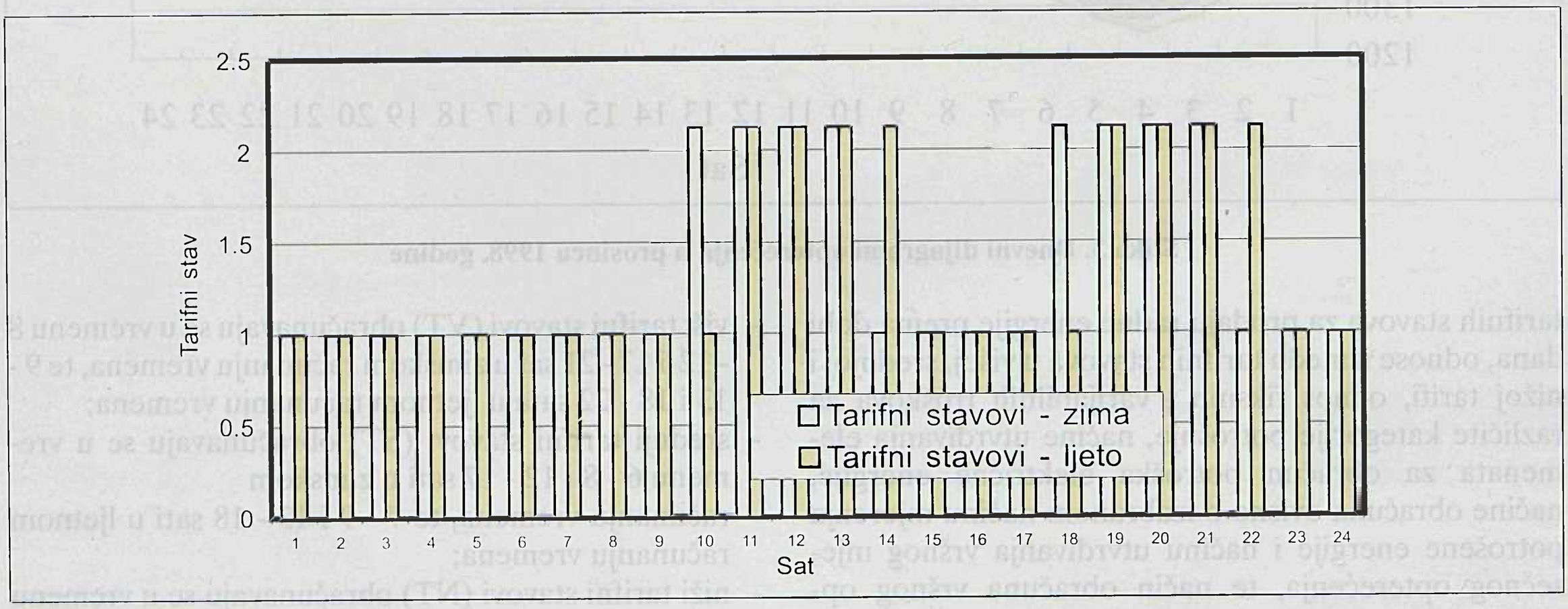
Novi raspored tarifnih stavova prema načinu mjerenja radne energije (jednotarifno, dvotarifno, trotarifno) prikazani su na slikama 4, 5. i 6., a dnevni težinski odnosi tarifnih stavova važećeg i novog rasporeda u tablici 7. Naravno, kod jednotarifnog mjerenja nema promjena.

Tablica 7. Dnevni težinski odnosi tarifnih stavova važećeg i novog rasporeda

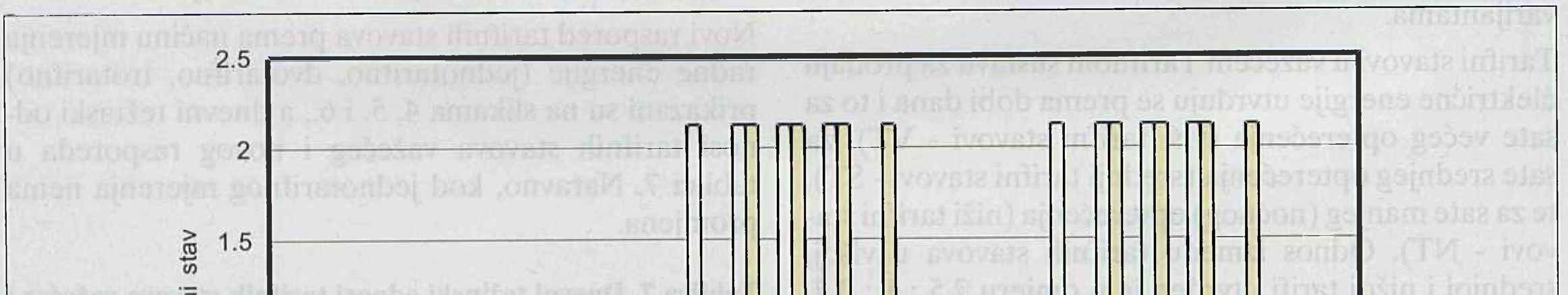
Način mjerenja	Važeći Tarifni sustav		Dodatna 4 sata VT		Važeći TS : novi
	Dnevna suma	Odnos	Dnevna suma	Odnos	Odnos - relativno
	1	2	3	4	5(3/1)
Jednotarifni	48	1.00	48	1.00	1
Dvotarifni	30	0.625	33	0.6875	1.1
Trotarifni	24	0.50	30	0.6250	1.25



Slika 4. Novi raspored tarifnih stavova za jednotarifno mjerenje radne energije



Slika 5. Novi raspored tarifnih stavova za dvotarifno mjerenje radne energije



Slika 6. Novi raspored tarifnih stavova za trotarifno mjerenje radne energije

Rezultate navedene u tablici 7. treba promatrati samo kao ilustraciju odnosa. Da bi se dobili pravi pokazatelji odnosa u sustavu, nužno je dnevne težinske odnose tarifnih stavova usporediti s odnosima ostvarenih troškova za potrošenu radnu energiju ovisno o načinima mjerenja. Rezultati simulacije tih odnosa za kategoriju kućanstava i današnje prilike u sustavu navedeni su u tablici 8.

Tablica 8.

	Važeći Tarifni sustav	Dodatna 4 sata VT
	Težinski odnosi	Težinski odnosi
Jednotarifni	1	1
Dvotarifni	0.643	0.794
Trotarifni	0.5795	0.7145

Iz rezultata navedenih u tablicama 7. i 8. može se izvući nekoliko važnih zaključaka. Iz samih dnevnih težinskih odnosa tarifnih stavova važećeg Tarifnog sustava vidljivo je da se potrošačima koji potrošak radne energije mjere dvotarifnim i trotarifnim brojilima, i kojima se ti potrošci obračunavaju prema odgovarajućim tarifnim stavovima za radnu energiju, nude znatne beneficije u odnosu na potrošače koji potrošak radne energije mjere jednotarifnim brojilima. Kod dvotarifnih te beneficije iznose oko 38 %, a kod trotarifnih čak oko 50% troškova za iste iznose potrošene radne energije.

Konačno, opravdano je utvrditi da su beneficije koje proizlaze samo iz odabira načina mjerenja potroška radne energije i odnosa tarifnih stavova za njezin obračun neopravdano visoke. Naime, neovisno o načinu mjerenja potroška radne energije i neovisno o rasporedu tarifnih stavova više, srednje i niže tarife, način ponašanja i raspored potrošnje potrošača na razini kategorije kućanstava (sveukupno) u znatnoj su mjeri ujednačeni. Drugim riječima, potrošači kategorije kućanstava na razini sustava u dovoljnoj mjeri ne vode brigu o rasporedu tarifnih stavova i količinama potrošene radne energije u razdobljima važenja tih stavova, što im je ugrađenim mjernim uređajima i omogućeno, a što dalje za posljedicu ima vrlo nepovoljan oblik dijagrama opterećenja, niske faktore opterećenja i niske odnose minimalnog i vršnog opterećenja sustava, dakako i visoke troškove u sustavu.

S tog aspekta potpuno je opravdano uvesti dodatno razdoblje važenja viših tarifnih stavova kako je ranije navedeno. Time bi ujedno i promjene dnevnih težinskih odnosa tarifnih stavova koje bi nastale kod kategorije kućanstava bile u funkciji snižavanja nerealno visokih beneficija koje uživaju potrošači koji radnu energiju registriraju dvotarifnim i trotarifnim brojilima. Međutim, da bi analiza bila potpuna, nužno je procijeniti i sve ostale moguće aspekte i posljedice promjene težinskih odnosa troškova za radnu energiju ovisno o načinima njenog mjerenja. Prema njima se donosi konačna odluka o prihvatljivosti uvođenja tog dodatnog razdoblja važenja viših tarifnih stavova za radnu energiju.

Kao osnovni razlog neprihvaćanja te mjere može se navesti smanjenje poticaja za ugradnju složenije mjerne opreme i smanjenje poticaja za ponašanje potrošača u sustavu koje tom istom sustavu više odgovaraju. Nasuprot tome, puno više razloga govori u prilog njenog prihvaćanja. Prvi je taj da se uvođenjem te mjere na razini kategorije potrošnje i na razini sustava dolazi do primjerenijih, dakle realnijih odnosa troškova za radnu energiju ovisno o načinu njenog mjerenja, a koji su još uvijek poticajni i nude potrošačima izbor. Drugi, još važniji je taj da potrošač pored izbora načina mjerenja i unaprijed pretpostavljenog oblika ponašanja u sustavu ipak glavninu beneficija treba ostvariti iz svoga ponašanja, dakle time što pri potrošnji doista vodi brigu o rasporedu opterećenja i potrošnje i što se ponaša onako kako to odgovara radu sustava, što se tarifnim sustavom treba i valorizirati i poticati. Kod potrošača kod kojih se potrošena radna energija mjeri dvotarifnim i trotarifnim brojilima takvim načinom ponašanja mogu se znatno smanjiti ukupni troškovi za radnu energiju, čime se onda i beneficija temelji na stvarnom doprinosu radu sustava.

Prethodne promjene u konačnici znače povećanje prihoda od potrošača koji potrošak radne energije mjere i registriraju dvotarifnim i trotarifnim brojilima. Za slučaj da se rekonstrukcija rasporeda tarifnih stavova provodi uz uvjet da se ne smiju povećati troškovi na razini kategorije potrošnje, tu promjenu bilo bi nužno kompenzirati drugim promjenama. Razmatrano je nekoliko varijanti mogućih načina kompenzacije povećanih troškova za radnu energiju zbog uvođenja dodatnog razdoblja važenja viših tarifnih stavova. Osnovu su činile dvije osnovne varijante kompenzacije, tj. kompenzacija ukupno na razini kategorija potrošnje, te kompenzacija kod potrošača kod kojih i dolazi do povećanja troškova. Naravno razmatrane su i moguće kombinacije tih dviju osnovnih varijanti. Rezultati predmetnih analiza, koji su grupirani po kategorijama potrošnji, bit će izloženi u drugom dijelu.

6. ZAKLJUČAK

Temeljni cilj i načelo pristupa na kojima treba graditi svaki tarifni sustav su da potrošač plaća troškove koje je i izazvao. Ostala su da tarifni sustav mora biti razumljiv (transparentan) u primjeni i poticajan u smislu boljih uvjeta rada sustava, te smanjenja sveukupnih troškova za električnu energiju na strani sustava i kod potrošača.

Promjene koje se predlažu u ovom radu u pogledu važećeg Tarifnog sustava za prodaju električne energije su značajne i u potpunosti mogu promijeniti dosadašnje odnose u svezi s prodajom i obračunom električne energije. Predložene promjene su tim značajnije budući da tijekom dugog razdoblja (više od deset godina) nije bilo djelotvornog odgovora na znatno pogoršanje strukture i karakteristika potrošnje električne energije u sustavu, pogoršanje odnosa cijena i uvjeta plaćanja na štetu gospodarstva (dio troškova kućanstava prebačen je na potrošače kategorije gospodarstva), česte promjene načina plaćanja, narušavanja osnovnih načela Tarifnog sustava uvođenjem socijalnih kriterija, i sl. One se mogu činiti i prevelike ako se

pretpostavi da bi se trebale uvesti u relativno kratkom vremenu, čime se jako povećava neizvjesnost svih mogućih posljedica i za odnose prema potrošačima, za prihode Hrvatske elektroprivrede, i za poziciju potrošača. Naime, i usprkos nastojanjima da se što bolje predvide budući odnosi i ponašanje potrošača, da se detaljno simuliraju i analiziraju njihovo ponašanje i reakcije, ipak nije moguće u potpunosti predvidjeti tijek budućih zbivanja. Neizvjesnost te vrste može se smanjiti samo na taj način da se promjene uvode postupno, detaljno prate i analiziraju, te po potrebi usmjeravaju i korigiraju.

Kako je postupak dokidanja popusta na tarifne stavove za snagu za potrošače kategorije kućanstava za određeni iznos prvopotrošenih iznosa radne energije u tijeku, u ovom radu su simulacije učinjene uvažavajući ostvarenu dinamiku toga procesa. Analizirana je i posljedica njihova konačnog dokidanja. Rezultat je da bi ona bila znatno veća od mogućih posljedica uvođenja dodatnog razdoblja viših tarifnih stavova. Zbog toga bi bilo bitno započeti postupak dokidanja popusta po socijalnim kriterijima dovršiti prije uvođenja dodatnog razdoblja važenja viših tarifnih stavova. U svakom slučaju, ne bi bilo svrsishodno provesti ih u isto vrijeme. Međutim, bilo bi svrsishodno i poželjno uvesti novi, transparentan i efikasan socijalni pristup u svezi s Tarifnim sustavom i plaćanjem troškova za električnu energiju za socijalno ugrožene grupe potrošača, koji se u radu i predlaže.

U svakom trenutku i pri svakom koraku rekonstrukcije tarifne strukture i tarifnih odnosa mora se poštivati načelo postupnosti. Ono podrazumijeva uspostavu stabilnih odnosa u cijelom energetskom sustavu, oslobođenih negativnih političkih i socijalnih utjecaja. Cilj je na ravnotežnom odnosu prodajnih cijena i troškova uspostaviti stimulativno efikasnu politiku cijena i tarifnu politiku. Strateška nacionalna opredjeljenja su iz tog ravnotežnog stanja prihoda i rashoda osigurati sredstva i preduvjete za postizanje racionalnog razvoja i efikasnog funkcioniranja sustava. Pri tom je nužno izbjeći da se ravnotežno stanje postiže po principu prodaje fizičke jedinice ili količine energije svim krajnjim potrošačima po istoj cijeni, jer bi to otklonilo potrebu da se bilo što mijenja ili unapređuje, racionalizira ili smanjuje potrošnja, štite resursi i okolina. Na strani sustava to bi značilo put u krajnju neefikasnost i neracionalnost.

U budućnosti treba očekivati značajniji porast potrošnje i promjenu njene strukture, temeljno kroz porast gospodarskih aktivnosti. Naime, za pokretanje gospodarske aktivnosti i za minimalni razvoj bit će potreban i porast potrošnje, za koji će biti potrebno pripremiti novu izgradnju i osigurati dodatne izvore energije, sve uz trajno velika ulaganja. To je još jedan dodatni razlog da se već sada započne sa simulacijom i analizom budućih odnosa, te da se za te buduće odnose izgradi odgovarajući tarifni sustav. Do sada su se vrlo često rješavale samo posljedice, a zapravo radi se o potrebi da se razvoj i odnosi usmjeravaju. Djelotvornost svakog tarifnog sustava treba procjenjivati upravo u tom pogledu.

LITERATURA

[1] N. BILČAR, D. RADULOVIĆ, J. TOPIĆ, M. KLEPO: "Tarifni sistem i upravljanje potrošnjom električne energije - potreba i opravdanost paušala u domaćinstvima", Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1990.

[2] J. TOPIĆ, N. BILČAR, M. KLEPO, S. ALERIĆ: "Energetsko-ekonomska analiza prilagođavanja industrijskih potrošača radi ostvarivanja popusta na cijenu električne energije", Institut za elektroprivredu, Zagreb,1991.

[3] "Tarifni sustav za prodaju električne energije", N.N. br. 8/91, 10/91,23/92,33/93, 43/93 i 20/94.

[4] Die Grazer Stadtwerke AG: Das Neue Tarifsystem, Graz, 1992

[5] M. KLEPO, G. GRANIĆ: "Upravljanje potrošnjom električne energije", I Savjetovanje HK CIGRE (zbornik radova), Zagreb, 1993.

[6] Okrugli stol na temu " Tarifni sustav za prodaju električne energije", radni materijali, Zagreb, 1994.

[7] BKW Bernische Kraftwerke AG: Tarife za električnu energiju (prijevod) , Bern, 1994.

[8] G. GRANIĆ, L. STANIČIĆ, D. KUČIĆ, M. KLEPO, N. JANDRILOVIĆ, S. ŽUTOBRADIĆ, D. PEŠUT, B. JELAVIĆ: "Cijena električne energije u 1995. godini i u budućnosti", Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb, 1995.

[9] ENEL - Unita' Specialistica per la Tariffe: Tariffs for Electric Power Supplies Applicable as at October 1st, 1995 in Italy, Rome, 1995

[10] M. KLEPO, E. MIHALEK, Ž. RAJIĆ, N. JANDRILOVIĆ, M. DAMJANIĆ: "Dorada tarifnog sustava za prodaju električne energije", Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb, 1995.

[11] M. KLEPO: "Prilog novom sustavu cijena i doradi Tarifnog sustava za prodaju električne energije", Energija br. 2, časopis Hrvatske elektroprivrede, Zagreb, 1996.

[12] Stadtwerke München (SWM): Opća tarifa za opskrbu električnom energijom iz niskonaponske mreže SWM-a (prijevod), vrijedi od 1. siječnja 1996.

[13] M. KLEPO: "Podloge za izgradnju tarifnog sustava za električnu energiju", Energija br. 6, 1997.

[14] M. MANDIĆ: "Osvrt na Tarifni sustav za prodaju električne energije - moguća rješenja", Energija br. 3,

[15] M. KLEPO, L. STANIČIĆ, N. JANDRILOVIĆ, Ž. RAJIĆ, T. GELO, J. MARAS: "Analiza i razrada osnova za rekonstrukciju Tarifnog sustava za prodaju električne energije - izrada novog tarifnog sustava", Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb, 1999.

[16] G. ŠKERBINEK, D. GJURA, Đ. ŽEBELJAN: "Realno vrednostenje stroškov prenosa električne energije - pogoj za delovanje prostega trga", Četvrta konferencija slovenskih energetičara, Rogaška Slatina, 24.-26. svibnja 1999.

[17] J. ŠUSTE: "Omogućiti potrošaču izbor isporučitelja", "U prilog stvaranju tržišta električne energije", Vijesnik Hrvatske elektroprivrede br. 97, br. 98/99, 1999.

[18] Verbändevereinbarung über Kriterien zur Bestimmung von Durchleitungsentgelten, Essen, Frankfurt, Kõln, 1998

RECONSTRUCTION OF THE TARIFF SYSTEM FOR ELECTRIC ENERGY SALE: BASES AND PROPOSALS
PART ONE

The paper gives some results of the load and consumption research and analysis for the electric power system of the Republic of Croatia. The connected costs and cost relations are divided according to activities, voltage levels and consumer categories, whereby relations and rules of the actual Tariff System for Electric Energy Sale are tested. Special attention is paid to those relations and results, which are to be improved or completely changed in order to become more efficient and advance the payment system of the Croatian Electric Supply Company.

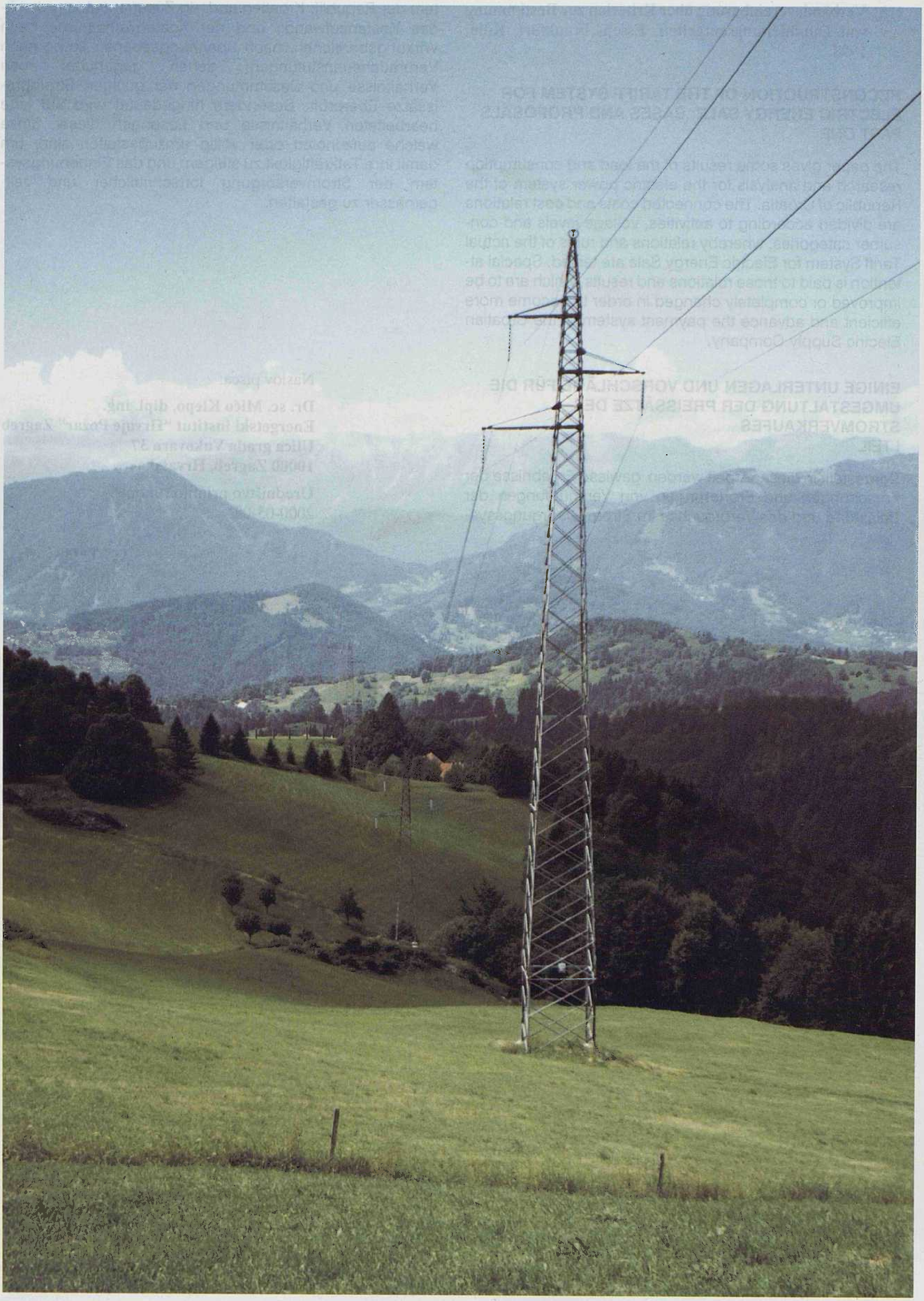
EINIGE UNTERLAGEN UND VORSCHLÄGE FÜR DIE UMGESTALTUNG DER PREISSÄTZE DES STROMVERKAUFES
I TEIL

Dargestellt in dieser Arbeit werden gewisse Ergebnisse der Forschungen und Erörterungen von Verknüpfungen der Belastung und des Verbrauches im Stromversorgungssystem der Republik Kroatien und -in Zusammenhang damit- des Kostenaufwands und der Kostenverhältnisse nach Wirkungsbereichen, nach Spannungsebenen sowie nach Verbrauchereinstufungen, denen gegenüber man Verhältnisse und Bestimmungen der gültigen Strompreissätze überprüft. Besonders hingedeutet wird auf jene bearbeiteten Verhältnisse und Lösungen dieser Sätze welche aufzuholen oder völlig umzugestalten sind, um damit ihre Tatkräftigkeit zu steigern und das Einhebungssystem der Stromversorgung fortschrittlicher und zeitgemässer zu gestalten.

Naslov pisca:

Dr. sc. Mićo Klepo, dipl. ing.
Energetski institut "Hrvoje Požar" Zagreb
Ulica grada Vukovara 37
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2000-05-08



PREGLED IEEE 802.3/ETHERNET NORME

I. dio: Kontrola pristupa mediju

Mr. sc. Suzana Javornik Vončina, Zagreb

UDK 681.3
PREGLEDNI ČLANAK

Članak daje pregled razvoja Ethernet-sustava, kamena temeljca IEEE-ove prve i do danas najšire prihvaćene norme za LAN. Dan je pregled rada na razvoju IEEE 802.3 norme koji traje od njenog definiranja 1983. godine do današnjih dana, a uključuje različite fizičke izvedbe i dodavanje novih mogućnosti u skladu s napretkom u proizvodnji kabela i mogućnostima računalne opreme, te potrebama korisnika LAN-a. Detaljnije je opisan protokol CSMA/CD kojim se kontrolira pristup mediju kod tradicionalnog poludvosmjernog načina rada. Obrazložena je struktura MAC-okvira, te prikazana njena kasnije definirana proširenja. Navedene su i osnovne značajke punog dvosmjernog načina rada.

Ključne riječi: normizacija, lokalna računalna mreža, LAN, Ethernet, komutacija paketa, CSMA/CD, MAC-okvir.

Uvod

Tijekom 70-tih godina niz proizvođača računalne opreme razvilo je rješenja za međusobno povezivanje računalnih uređaja radi njihovog zajedničkog korištenja i/ili razmjene podataka. Među poznatije računalne mreže tog razdoblja spada i Ethernet.

Kako bi se korisnicima i proizvođačima olakšalo i pojeftinilo korištenje, odnosno razvijanje računalnih mreža integracijom proizvoda različitih proizvođača, 1980. godine je unutar Računalnog društva IEEE-a utemeljen Odbor za normizaciju lokalne računalne mreže. Odbor pokreće projekt nazvan prema godini i mjesecu početka rada Projekt 802. Prema IEEE-u [1], lokalna računalna mreža, LAN, je komunikacijska mreža kod koje poslani podaci putuju zajedničkim prijenosnim medijem do svih lokalno distribuiranih računalnih uređaja uključenih u mrežu. Osnovne karakteristike LAN-a su komutacija paketa, srednje do velike brzine prijenosa (od 1 Mb/s do 1 Gb/s) uz malen postotak pogrešaka, te prekrivanje geografskog područja umjerene veličine, kao što je poslovna zgrada ili kompleks poslovnih zgrada. LAN uobičajeno posjeduje, koristi i održava ista radna organizacija. Inteligencija potrebna za odvijanje komunikacije sadržana je u samim računalnim uređajima koji komuniciraju. Na taj način LAN omogućuje direktnu komunikaciju računalnih uređaja po zajedničkom fizičkom mediju na točka-točka osnovi bez ikakvog komutirajućeg čvora između njih. Radi komuniciranja korištenjem zajedničkog prijenosnog medija u LAN-u mora biti definiran način na koji dvije ili više stanica dijele zajednički prijenosni medij (metoda pristupa mediju, MAC). Rezultat dvadeset godina rada u okviru Projekta 802 je obitelj od 35 IEEE 802 normi [1][2], koje između ostalog definiraju sedam različitih metoda pristupa mediju. Prva norma izdana u okviru Projekta 802, IEEE 802.3 [3], definira pristupnu metodu i fizičku realizaciju lokalne računalne mreže temeljene na Ethernet-u.

Današnje računalne komunikacijske mreže temelje se na komutaciji paketa, fundamentalno različitoj od komutacije kanala korištene u telefonskim mrežama. Komutacija paketa je tehnika prijenosa podataka kod koje se korisnikovi podaci komunikacijske mreže rastavljaju na segmente. Njihovim označavanjem na način da se zna odakle dolaze i kamo idu, te dodavanjem potrebnih kontrolnih podataka, formira se paket. Za pakete je određena maksimalna duljina. Paketi putuju do odredišta nezavisno jedan od drugog. U odredištu se spajaju ispravnim redoslijedom kako bi se rekonstruirali poslani podaci. U slučaju gubitka paketa u bilo kojoj točki, moguće je ponoviti slanje paketa. Paketi se šalju na medij čim se pojavi slobodan kapacitet. Komutacija paketa omogućava većem broju korisnika dijeljenje komunikacijskog kanala, s tim da pojedini korisnik zauzima cijeli kanal ali samo kratko vrijeme koliko traje prijenos pojedinog paketa. Zauzimanjem komunikacijskog kanala samo za vrijeme slanja pojedinog paketa, za razliku

od permanentnog zauzimanja kanala tijekom trajanja komunikacije u slučaju komutacije kanala, postiže se učinkovitije korištenje prijenosnih kapaciteta. Ideju za prijenos podataka komutacijom paketa iznio je Paul Baran [4] radeći na razvoju komunikacijske mreže prikladne za ratne uvjete kod koje se u slučaju uništenja dijela mreže poruke mogu proslijediti korištenjem preostalih čvorova mreže.

Koncepcija paketne komunikacije bila je odlučujuća u razvoju računalnih mreža. Premda je početno razvijena za povezivanje međusobno veoma udaljenih računala, dakle mreže širokog područja, danas se najintenzivnije koristi u lokalnim računalnim mrežama.

Do današnjih dana IEEE 802.3 ostala je najraširenija tehnologija za LAN. Na taj način Ethernet postaje kamelj temeljac danas više bilijuna dolara vrijedne industrije lokalnih računalnih mreža. Definiran je čitav niz izvedbi IEEE 802.3 LAN-a, od kojih starije uglavnom podržavaju brzinu prijenosa podataka 10 Mb/s, dok novije, uobičajeno zvane "Fast Ethernet" i "Gigabit Ethernet", podržavaju brzine prijenosa 100 Mb/s, odnosno 1 Gb/s. IEEE 802.3 LAN može biti implementiran korištenjem koaksijalnog kabela, kabela s upredenim paricama ili optičkog kabela. Fizičke konfiguracije kabliranja su sabirnica i zvijezda. Različite izvedbe IEEE 802.3 LAN-a objedinjuje zajednička metoda pristupa mediju, MAC, temeljena na protokolu *Višestrukog pristupa s osjetom nositelja i otkrivanjem sudara*, CSMA/CD.

Ovaj članak prvi je dio serije Pregled IEEE 802.3/Ethernet norme. U njemu je opisana kontrola pristupa mediju, dok će u drugom dijelu serije biti opisane fizičke izvedbe IEEE 802.3 LAN-a.

U točki 1 dan je pregled razvoja Ethernet-a, odnosno protokola CSMA/CD na kojem se temelji IEEE-ova norma 802.3. U točki 2 dan je pregled razvoja norme 802.3 i sadašnje stanje normizacije. U točki 3 opisana je pozicija norme 802.3 unutar obitelji normi IEEE 802 s naglaskom na način adresiranja računalnih uređaja u LAN-u i razlike u strukturi Ethernet i IEEE 802.3 okvira. U točki 4 opisana je koncepcija protokola CSMA/CD koji kontrolira pristup zajedničkom prijenosnom mediju, te način dimenzioniranja i izvedbe IEEE 802.3 CSMA/CD LAN-a. Također, dane su osnovne odrednice punog dvosmjernog načina rada IEEE 802.3 LAN-a. U točki 5 dana je struktura IEEE 802.3 MAC-okvira, te njena kasnije definirana proširenja koja su rezultat prilagođavanja većim brzinama prijenosa i naprednijim načinima segmentiranja LAN-ova i upravljanja prometom u LAN-u. U točci 6 navedene su sve kratice korištene u članku. Slijede zaključak i literatura navedena redoslijedom spominjanja u članku.

1. POVIJEST ETHERNET-a

Povijest Ethernet-a vezana je uz Roberta M. Metcalfe, koji je zbog zasluga u njegovom definiranju i normiranju, kao i komercijalizaciji Ethernet-proizvoda 1996. primio IEEE-ovu Počasnu medalju (Medal of Honor).

Robert M. Metcalfe, rođen 1946. godine, diplomirao je elektrotehniku na Massachusetts Institute of Technology 1969. godine. Sljedeće godine uz poslijediplomski studij računalnih znanosti na Harvardu, počinje raditi na projektu razvoja mreže ARPAnet američke Agencije za napredne istraživačke projekte, ARPA. Paralelno s razvojem mreže ARPAnet, ARPA ponovno inicira 60-tih godina započeto istraživanje korištenja radiovalova za prijenos podataka komutacijom paketa, što 1970. godine dovodi do razvoja mreže ALOHA na Havajskom sveučilištu. ALOHA je paketna radiomreža brzine 4,8 kb/s razvijena radi omogućavanja radijske komunikacije centralnog računala s potencijalno mobilnim terminalima razbacanim po Havajskim otocima.

Mreža ARPAnet, preteča današnjeg Internet-a, probudila je širok interes za mreže s komutacijom paketa. Tako i dr. Metcalfe nastavno na iskustvo u radu s ARPAnet-om za temu svoje doktorske teze odabire paketnu komunikaciju.

1972. godina izuzetno je značajna za karijeru dr. Metcalfe. Te godine postaje član Xerox-ovog istraživačkog osoblja u istraživačkom centru Palo Arto, PARC, čija je zadaća oblikovati ured budućnosti. Ovdje su razvijena jedna od prvih osobnih računala, a 70-tih se godina radilo na razvoju prvih laserskih pisača. Radi omogućavanja zajedničkog korištenja skupih pisača 70-tih godina u PARC-u problem umrežavanja računala dobiva na važnosti. Drugi važan događaj 1972. godine vezan je uz članak Norma Abramsona s Havajskog sveučilišta Š5Ć, koji se bavi performansama sustava ALOHA. Abramson je teoretizirao kako bi opterećenje veće od 17% dovelo do kolapsa mreže. Roberta je članak snažno zainteresirao i potaknuo na proučavanje sustava ALOHA i razradu mogućnosti unapređenja iskoristivosti primijenjenog višepristupnog kanala.

Kao odgovor na SSSR-ovo lansiranje Sputnika, odnosno početak Hladnog rata, SAD su 1958. godine unutar Ministarstva obrane formirale Agenciju za napredne istraživačke projekte, ARPA (preimenovanu 1972. godine u Agencija za napredne obrambene istraživačke projekte, DARPA). Zadatak ARPA-e bio je učvrstiti američku vojnu premoć u vojno primijenjivim područjima znanosti i tehnologije.

1968. godine ARPA je pokrenula rad na definiranju komunikacijskog sustava koji bi povezao računala na zemljopisno udaljenim lokacijama putem dijeljene mreže. Sustav je trebao omogućiti međusobno

povezivanje računala za potrebe Ministarstva obrane s tim da nastavak komunikacije bude moguć i ukoliko dođe do uništenja dijela mreže. Takav zahtjev bio je posljedica stalno prisutne prijetnje izbijanja nuklearnog rata. Kao prirodno rješenje zamišljena je decentralizirana mreža u kojoj su mogući različiti putevi usmjeravanja podataka. U slučaju uništenja dijela mreže podaci se jednostavno usmjeravaju drugim putem. Podaci korisnika mreže dijele se na segmente od kojih svaki putuje nezavisno odabranim prijenosnim putem. Takvo rješenje smatra se povoljnijim jer povećava vjerojatnost da će barem dio poruke biti uspješno prenesen. Drugim riječima, odabrana je tehnika komutacije paketa. Prvi rezultati rada na razvoju komunikacijskog sustava demonstrirani su u jesen 1969. godine kad su uspješno povezana četiri računala smještena na kalifornijskim sveučilištima u Los Angelesu i Santa Barbari, Sveučilištu Stanford te Sveučilištu Utah. Mreža je nazvana ARPAnet i na njenom razvoja se nastavilo intenzivno raditi.

ARPA-ina podrška istraživanju komutacije paketa utrla je put razvoju današnjih lokalnih računalnih mreža.

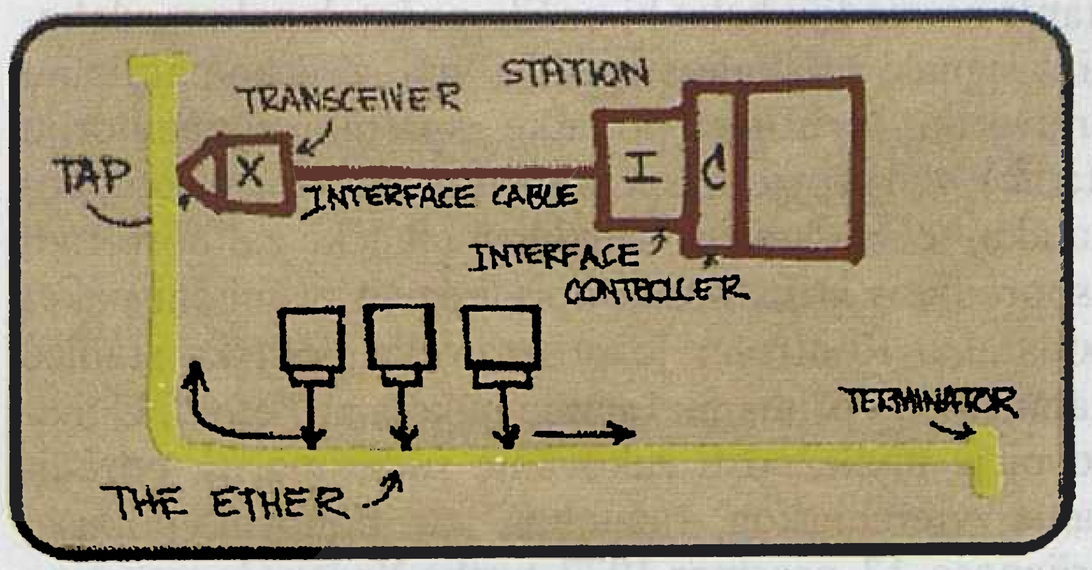
Zbog iskustva u radu s mrežom ARPAnet i proučavanja performansi sustava ALOHA, u Xerox-u je dr. Metcalfeu zajedno s kolegom Davidom Boggsom povjeren zadatak razvoja sustava za umrežavanje PARC-ovih računala. Sabravši naučeno u radu s mrežom ARPAnet (komutacija paketa, decentralizirana mreža) i proučavanju sustava ALOHA (optimizacija korištenja višepristupnog kanala), dr. Metcalfe smišlja tehniku za lokalno povezivanje računala. Podaci se segmentiraju, pakiraju u adresirane pakete i šalju na koaksijalni kabel. Prije slanja provjerava se da li je medij slobodan (razlika u odnosu na ALOHA-u, što uvelike smanjuje vjerojatnost sudara, tj. povećava vjerojatnost uspješnog prijenosa podataka). Paket dolazi do svih računala u mreži, a s kabela ga kopira računalo čija adresa odgovara adresi odredišta iz paketa.

David Boggs je napravio sučelje za prva dva računala (zvali su ih Michelson i Morley, po engleskim fizičarima iz 19. stoljeća koji su dokazali da se elektromagnetski valovi mogu prostirati i u vakuumu, tj. da ne postoji eter). Zatim su 22. svibnja 1973. godine dr. Metcalfe i Boggs napisali izvještaj o mreži koju su izgradili i njenom potencijalu, te se taj datum smatra službenim rođendanom Ethernet-a [6]. Sustav je nazvan po svjetlonosnom "eteru", koji se prije Michelson i Morley-jevih pokusa smatrao prijenosnikom elektromagnetskog zračenja. (Kad je u 19. stoljeću britanski fizičar Clerk Maxwell otkrio da se elektromagnetsko zračenje može opisati valnom jednadžbom, znanstvenici su pretpostavili da prostor mora biti ispunjen eteričnim medijem kojim se širi elektromagnetsko zračenje.) Time je Metcalfe htio naglasiti bitno svojstvo sustava: fizički medij ("eter") prenosi bitove do svih stanica sustava, slično kao što se nekad smatralo da je uloga "svjetlonosnog etera" prenošenje elektromagnetskih valova kroz prostor. Također, time je naglašen razvojni odmak od ALOHA mreže (prvobitno ime sustava bilo je "Alto Aloha Network"), kao i činjenica da je sustav sposoban umrežiti bilo koje računalo, a ne samo Xerox-ov model računala Alto.

U prosincu 1973. godine Robert je obranio doktorsku disertaciju na Harvardu [7], u kojoj obrađujući paketno komuniciranje daje obrise buduće mreže Ethernet.

Prvi Ethernet-sustav, zvan pokusni Ethernet (experimental Ethernet), razvili su Robert Metcalfe i David Boggs tijekom 1973. i 1974. godine. Sustav je služio za međusobno povezivanje računala Xerox Alto i laserskih pisača brzinom 2,944 Mb/s (brzina određena na temelju takta računala Alto). Povezivao je preko 100 računalnih uređaja spojenih na kabel duljine 1 km. Na temelju iskustva u radu s eksperimentalnim Ethernetom, 1976. dr. Metcalfe i Boggs izdaju članak [9] u kojem definiraju Ethernet kao distribuirani sustav komutacije paketa za lokalne računalne mreže te, uz detaljan opis principa dizajniranja i implementacije, daju i analizu performansi sustava.

Računalni uređaji koji komuniciraju Ethernetom nazivaju se računalne stanice. Na slici 1 prikazana je Metcalfe-ova skica probnog Ethernet sustava čiji su osnovni dijelovi "eter", primopredajnik (transceiver), te sučelje (interfaces) i kontroler (controllers) računalne stanice koja komunicira koristeći Ethernet. Za "eter", prijenosni medij kojim putuju signali, odabran je koaksijalni kabel sa zaključenjem (terminator) impedancije 50 Ω. Primopredajnik prima, odnosno šalje signale s "etera". Dizajn primopredajnika mora osigurati da pogreške u primopredajniku ili stanici ne utječu na prijenosni medij, te da se u slučaju odspajanja s napajanja primopredajnik sam električki odspoji s prijenosnog medija. Dio koji osigurava samo fizičko spajanje na prijenosni medij (tap) mora osigurati što je moguće manje narušavanje prijenosne karakteristike medija. Primopredajnik se napaja i kontrolira preko petparičnog kabela (interface cable). Sučelje računalne stanice koja šalje podatke obavlja pretvorbu paralelnih podataka karakterističnih za računalnu stanicu u se-



Slika 1. Metcalfeova skica Ethernet-sustava

rijske, izračunava vrijednost cikličke zalihosti koja služi za otkrivanje pogrešaka nastalih pri prijenosu signala "eterom", dodaje oktete potrebne za formiranje paketa podataka, kodira, te predaje signale primopredajniku.

Ethernet [8] je stablasti komunikacijski sustav za prijenos digitalnih paketa podataka između lokalno distribuiranih računalnih uređaja. Zajedničko komunikacijsko sredstvo sustava Ethernet, njegov "eter", pasivni je medij za emitiranje bez centralne kontrole. Svi se računalni uređaji spajaju na "eter". Koordinacija pristupa "eteru" distribuirana je na sve uređaje koji žele emitirati, a temelji se na osluškivanju stanja na "eteru". Komutiranje paketa do odredišnog računalnog uređaja distribuirano je na sve računalne uređaje, a temelji se na prepoznavanju adrese odredišta u paketu. Do gubitka paketa može doći uslijed sudara s drugim paketom, smetnji na "eteru", neispravnog prijamnika ili odbacivanja paketa na odredištu. Protokoli višeg sloja koji komuniciraju koristeći Ethernet moraju uzeti u obzir da ispravan prijam paketa na odredištu nije zajamčen, već da za isti postoji velika vjerojatnost.

Osnovni principi dizajniranja Ethernet-a su:

<u>distribuiranost</u>

- eliminiran problem pouzdanosti do kojeg bi došlo u slučaju aktivnog središnjeg kontrolera
- izbjegnuto stvaranje uskog grla do kojeg bi došlo kod sustava bogatih paralelizmom
- smanjeni fiksni troškovi zbog kojih bi mali sustavi bili neekonomični

<u>pouzdanost postignuta pasivnošću "etera"</u>

- pogreška u aktivnom elementu utječe na komunikaciju samo pripadnog računalnog uređaja

<u>topologija stablo bez korijena (unrooted tree)</u>

- podudarnost s izgledom tipičnog uredskog prostora
- samo jedan put od izvora do odredišta (da se poruka ne bi sudarala sama sa sobom)
- širenje mreže moguće je iz bilo koje točke u bilo kojem smjeru

Sučelje računalne stanice koja prima podatke prati stanje na mediju kako bi uočilo početak paketa, dekodira signale pristigle s medija, vrši serijsko/paralelnu pretvorbu, pristigle podatke sprema u memoriju stanice, vrši provjeru ispravnosti primljenog paketa podataka, te izračunava vrijednost cikličke zalihosti radi usporedbe s vrijednošću upisanom u primljeni paket podataka. Kontroler je programska podrška stanice namijenjena primanju i slanju paketa na "eter". U njegovoj je nadležnosti rukovanje sudarima, tj. određivanje vremenskog razdoblja za ponovni pokušaj prijenosa. 13. prosinca 1977. tvrtka Xerox Corporation registrira Višepristupni sustav za komunikaciju podacima s otkrivanjem sudara [9]. Temeljem te licence ime "Ethernet" postaje registrirano ime tvrtke Xerox, te u njenu nadležnost spada i administriranje adresa računalnih stanica uključenih u mrežu Ethernet. To znači da svaki proizvođač mrežnih kartica za Ethernet (uređaji koji sadrže sučelje i kontroler potrebne za spajanje računalnih stanica na Ethernet mrežu) mora od Xerox-a zatražiti jedinstvenu adresu za kartice koje proizvodi. Jedinstvenost Ethernet-adrese osigurava se tako što tvrtka Xerox Corporation dodijeljuje zainteresiranim proizvođačima prvih 24 bita (3 okteta) adrese, a sami proizvođači pridjeljuju preostala 24 bita. Također, tvrtka Xerox svakom protokolu više razine koji želi komunicirati koristeći Ethernet dodijeljuje dvooktetni identifikacijski kod (Type code), od kojih su najznačajniji 0x0600 za XNS (Xerox), 0x0800 IP (the Internet protocol), te 0x6003 (DECnet).

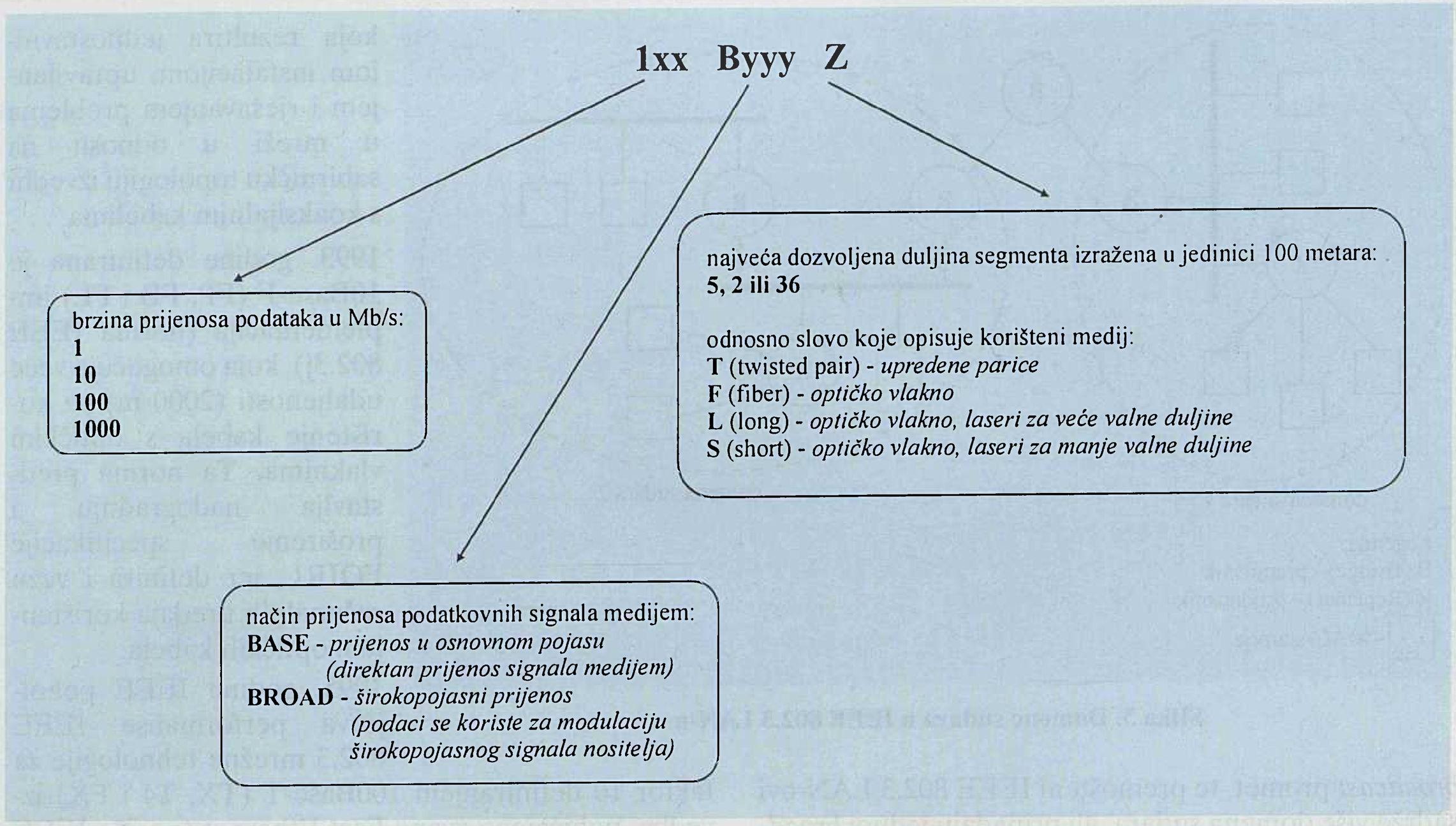
1979. udružuju se tvrtke Digital Equipment Corporation (DEC), Intel i Xerox u svrhu normizacije Ethernet-sustava kojeg će moći koristiti svaka tvrtka. U rujnu 1980. izdaju prvu normu za Ethernet sustav brzine 10 Mb/s [10] nazvanu "Plava knjiga za Ethernet" ili "norma DIX " (prema inicijalima tvrtki). Time Ethernet postaje javna norma primjenjiva za povezivanje računalnih uređaja različitih proizvođača. Međutim, dodjelu mrežnih adresa i dalje obavlja tvrtka Xerox. U studenom 1982. godine izlazi druga i konačna verzija DIX-norme [11].

Očito je da se ni za koju tehnologiju ne može očekivati međunarodno prihvaćanje ukoliko pravila kontrolira privatna američka tvrtka. Iz tog razloga, kao i uočenog velikog potencijala lokalnih računalnih mreža, IEEE započinje rad na razvoju međunarodne norme za lokalne računalne mreže.

2. RAZVOJ NORME IEEE 802.3

Radna grupa IEEE-a izradila je 802.3 normu za Ethernet 1983. godine. IEEE je razradio neke dijelove norme DIX, osobito u području definiranja strukture paketa, ali na način koji omogućuje međusobni rad uređaja temeljenih na DIX i IEEE normama. Računalni uređaji u IEEE 802.3 LAN-u, kao i u LAN-u temeljenom na DIX normi, natječu se za dobivanje prava pristupa mediju koristeći protokol CSMA/CD. U okviru IEEE-a do današnjih je dana definiran čitav niz mogućih fizičkih izvedbi IEEE 802.3 CSMA/CD LAN-a. Za njihovo označavanje koristi se tropoljna notacija objašnjena na slici 2.

Premda IEEE 802.3 obuhvaća niz normi razvijanih tijekom zadnjih 20 godina, među kojima je samo prva izvedba temeljena na DIX-Ethernet sustavu, termin "Ethernet" se uobičajeno koristi u općenitom smislu za referenciranje svake IEEE 802.3 izvedbe. Ispravan termin je IEEE 802.3 CSMA/CD mrežna tehnologija, a LAN izveden u skladu s normom IEEE 802.3 je IEEE 802.3 CSMA/CD LAN ili kraće IEEE 802.3 LAN.



Slika 2. Tropoljna notacija za označavanje izvedbi IEEE 802.3 LAN-a

Izdavanjem i širokim tržišnim prihvaćanjem norme za IEEE 802.3 CSMA/CD LAN, administriranje pripadnih mrežnih adresa za LAN prelazi u nadležnost IEEE-a.

Prvobitna IEEE 802.3 norma (izdana 1985. godine) definira 10Base5 izvedbu, tj. LAN brzine 10 Mb/s s prijenosom u osnovnom pojasu na segmentu 10-milimetarskog koaksijalnog kabela maksimalne duljine 500 metara, ekvivalentan DIX–Ethernet-u.

Segment je koaksijalni kabel s oba kraja zaključen karakterističnom impedancijom, a može biti sastavljen od više odsječaka koaksijalnog kabela spojenih konektorima ili spojnicama.

Računalni uređaji koji mogu biti izvor ili odredište podataka u LAN-u nazivaju se MAC-stanica.

Uslijed vremenskog preklapanja prijenosa dviju ili više MAC-stanica na fizičkom mediju dolazi do sudara.

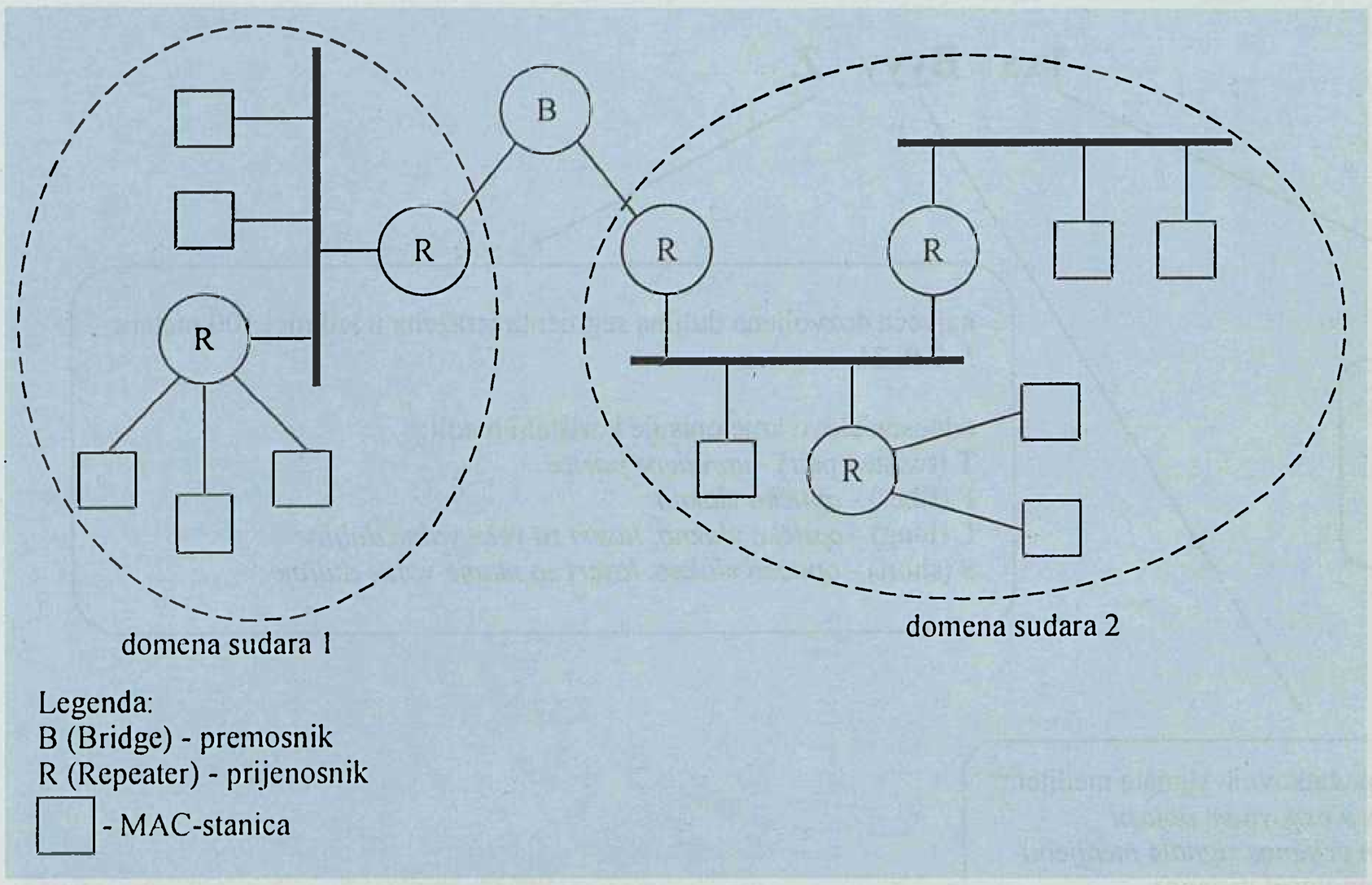
Područje prostiranja signala sudara naziva se domena sudara (collision domain). Konkretno, najmanja domena je segment fizičkog medija. Korištenjem prijenosnika (repeater) domena se proširuje s jednog segmenta na više segmenata spojenih prijenosnikom.

Prijenosnik je uređaj koji se koristi za povećanje duljine, proširenje topologije ili međusobno spajanje fizičkih medija iznad vrijednosti definiranih za segment, a do maksimalno dozvoljene duljine prijenosne linije. Prijenosnici izvode osnovne aktivnosti potrebne za obnavljanje amplitude, valnog oblika i vremenskih karakteristika signala (kako signala koji predstavljaju normalne podatke, tako i signala koji su rezultat sudara. Segmenti fizičkog medija spojeni prijenosnikom pripadaju istoj domeni. Ukoliko se želi da segmenti spojeni u LAN ne pripadaju istoj domeni sudara, za njihovo spajanje potreban je premosnik (bridge).

Premosnik je uređaj koji omogućuje spajanje IEEE 802.3 LAN-ova na temelju podataka podsloja MAC nezavisno o izvedbi. Kao rezultat dobiva se premošteni IEEE 802.3 LAN koji sadrži dvije ili više domena sudara. Višeulazni premosnik uobičajeno se naziva preklopnik (switch).

IEEE 802.3 LAN može sadržavati jedan IEEE 802.3 segment, više IEEE 802.3 segmenata spojenih prijenosnikom, te dva ili više IEEE 802.3 segmenata spojenih premosnikom. Na slici 3 prikazana je pripadnost segmenata istoj ili različitoj domeni ovisno o vrsti mrežnog uređaja kojim se spajaju u LAN.

U LAN-u razlikujemo promet namijenjen određenoj MAC-stanici (*unicast*), promet namijenjem logičkoj skupini stanica (*multicast*), te promet namijenjen svim stanicama IEEE 802.3 LAN-a (*broadcast*). U slučaju jednog IEEE 802.3 segmenta ili više IEEE 802.3 segmenata spojenih prijenosnikom, LAN sadrži jednu domenu sudara i sav se promet prostire do svih MAC-stanica LAN-a. Prilikom spajanja dva ili više IEEE 802.3 segmenta u premošteni LAN, premosnici odnosno preklopnici na osnovi analize MAC-adrese prenose samo one pakete koji su adresirani za MAC-stanicu suprotnog, odnosno ostalih segmenata. Međutim, premosnici i preklopnici uvijek prenose *multicast* i



Slika 3. Domene sudara u IEEE 802.3 LAN-u

broadcast promet, te premošteni IEEE 802.3 LAN-ovi sadrže više domena sudara, ali pripadaju jednoj *broadcast* domeni. Ukoliko se želi ograničiti *broadcast* promet, potrebno je spajanje uređajem koji radi na mrežnoj razini OSI modela, kakav je usmjernik (router).

1985. godine započet je rad na definiranju izvedbe 10Base2 (norma IEEE 802.3a), nazvane "tanki Ethernet" zbog korišenja tanjeg i jeftinijeg koaksijalnog kabela (5 mm). 5-milimetarski kabel pojednostavljuje kabliranje mreže u odnosu na 10-milimetarski kabel kod 10Base5 izvedbe, nazvane "debeli" Ethernet. Premda obje izvedbe, 10Base5 i 10Base2, pružaju izvrsne performanse, zbog korištenja sabirničke topologije kod obje je otežano izvođenje promjena u konfiguraciji mreže i otkrivanje pogrešaka (što smanjuje pouzdanost).

U 1985. godini definirana je i izvedba za širokopojasni koaksijalni kabel i prijenos brzine 10 Mb/s, 10Broad36 (norma IEEE 802.3b).

1987. godine definirane su dvije norme. Prva specificira vezu dvaju prijenosnika izvedenu optičkim vlaknima, FOIRL, uz maksimalnu udaljenost 1000 metara (norma IEEE 802.3d). Druga definira izvedbu LAN-a korištenjem kabela s upredenim paricama uz brzinu 1 Mb/s, 1Base5 (norma IEEE 802.3e), koja nikad nije bila u široj uporabi.

Značajan napredak u razvoju norme IEEE 802.3 postignut je 1990. Naime, široka rasprostranjenost kabliranja kabelima s upredenim paricama u postojećih zgrada pojačala je zanimanje za LAN brzine 10 Mb/s na takvim kabelima. Tako je 1990. definirana izvedba IEEE 802.3 LAN-a za kabel s upredenim paricama kategorije 3 ili bolje Š12Ć uz brzinu 10 Mb/s, 10Base-T (norma IEEE 802.3i). Osim medija i brzine, značajna prednost te tehnologije je fizički zvjezdasta topologija, koja rezultira jednostavnijom instalacijom, upravljanjem i rješavanjem problema u mreži u odnosu na sabirničku topologiju izvedbi s koaksijalnim kabelima.

1993. godine definirana je 10Base-F (FP, FB i FL) implementacija (norma IEEE 802.3j), koja omogućuje veće udaljenosti (2000 m) uz korištenje kabela s optičkim vlaknima. Ta norma predstavlja nadogradnju i proširenje specifikacije FOIRL, jer definira i vezu računalnih uređaja korištenjem optičkih kabela.

1995. godine IEEE poboljšava performanse IEEE 802.3 mrežne tehnologije za faktor 10 definiranjem 100Base-T (TX, T4 i FX) izvedbe, uobičajeno zvane Fast Ethernet (norma IEEE 802.3u). 100Base-T obuhvaća tri različite specifikacije fizičkog sloja kojima se ostvaruje brzina prijenosa 100 Mb/s: 100Base-T4 radi na četiri parice UTP kabela kategorije 3, 4 ili 5 [14], 100Base-TX radi na dvije parice UTP kabela ili 150 omskog STP kabela kategorije 5 [14], dok 100Base-FX radi na dva optička vlakna.

1997. godine definiran je puni dvosmjerni rad (full-duplex - norma IEEE 802.3x), koji zaobilazi protokol CSMA/CD omogućujući istovremeni prijam i slanje, čime udvostručava moguću brzinu prijenosa. Također, iste godine definirana je izvedba Fast Ethernet-a korištenjem dvije parice kabela s upredenim paricama kategorije 3, 4 ili 5, 100Base-T2 (norma IEEE 802.3y).

1998. godine IEEE još jednom poboljšava performanse IEEE 802.3 mrežne tehnologije za faktor 10 definiranjem 1000Base-X (SX, LX i CX) izvedbe, uobičajeno zvane Gigabit Ethernet (norma IEEE 802.3z). Specificirana su tri različita fizička medija koja osiguravaju brzinu 1 Gb/s: 1000Base-SX radi na kabelu s višemodnim optičkim vlaknima uz laser valne duljine 850 nm, 1000Base-LX radi na kabelu s jednomodnim ili višemodnim vlaknima uz laser valne duljine 1300 nm, dok 1000Base-CX radi na posebnoj izvedbi kabela s oklopljenim upredenim paricama (twinax).

Također, 1998. godine izdana je norma kojom su definirana proširenja potrebna za podršku označavanja prividnih LAN-ova, VLAN-ova (IEEE 802.3ac). VLAN je logički definiran segment premoštenog LAN-a koji tvori zasebnu *broadcast* domena. Logički segment definira se administrativno nezavisno o fizičkoj lokaciji.

1998. godine osnovana je radna grupu 802.3ad za razvoj norme za združivanje paralelnih fizičkih segmenata

u jednu logičku vezu (Link Aggregation ili trunking). Mogućnost je primjenjiva u slučaju punog dvosmjernog načina rada. Nacrt norme 802.3ad do ožujka 2000. godine nije prihvaćen. Prednosti združene veze su linearno povećanje propusnosti, mogućnost balansiranja opterećenja (raspodjela prometa na više fizičkih veza), te osigurana redundancija.

1999. godine definirana je 1000Base-T izvedba (norma IEEE 802.3ab), koja omogućuje rad IEEE 802.3 LAN-a na kabelima s upredenim paricama kategorije 5 uz brzinu 1 Gb/s. Također, 1999. godine osnovana je studijska grupa (High Speed Study Group) za istraživanje mogućnosti razvoja 10 Gb/s Ethernet-a (projekt P802.3ae). Uz povećanje brzine rada na 10 Gb/s, cilj je studijske grupe proširenje primjenjivosti Ethernet-a i na veze u mreži širokog područja, WAN (Wide Area Network).

Prema stanju normizacije u ožujku 2000. godine IEEE 802.3 LAN definiraju sljedeće norme:

- IEEE Standard 802.3-1998: dokument ima 1268 stranica, a sadrži sve prihvaćene norme serije 802.3 izdane do rujna 1998. Dokumenti sadržani u ovoj normi su:
  IEEE Std 802.3-1996: sve norme za 802.3 LAN brzine 1 i 10 Mb/s
  IEEE Std 802.3u-1995: 100Base-T izvedba
  IEEE Std 802.3x&y-1997: puni dvosmjerni rad, te izvedba 100Base-T2
  IEEE Std 802.3z-1998: 1000Base-X izvedba
  IEEE Std 802.3r-1996: proforma za usklađenost izvedbe 10Base5
  IEEE Std 802.3aa-1998: revizija za održavanje (100Base-T)
- IEEE Std 802.3ac-1998: 20 stranica, prihvaćeni dodatak IEEE 802.3:1998 normi koji definira označavanje VLAN-ova
- IEEE Std 802.3ab-1999: 144 stranice, prihvaćeni dodatak IEEE 802.3:1998 normi koji definira 1000Base-T izvedbu

1989. godine IEEE 802.3 norma međunarodno je prihvaćena i izdana kao ISO 8802-3 norma, čime je CSMA/CD sustav postao međunarodna norma za umrežavanje. Ovo prvo međunarodno izdanje obuhvaćalo je izvedbe 10Base5 i 10Base2. Zadnje međunarodno izdanje (peto) je ISO/IEC norma 8802-3 iz 1996. godine ekvivalentna normi IEEE 802.3 iz 1996. godine.

Odredbom ISO-a, IEEE je nadležan za registracije vezane uz međunarodne norme serije ISO/IEC 8802. ISO/IEC 8802-3 normu moguće je kupiti putem Internetu na adresi standards.ieee.org/catalog/IEEE802.3.html, a on-line pretplatu na adresi standards.ieee.org/olis/lanman.html.

3. IEEE-ova NORMIZACIJA LOKALNIH RAČUNALNIH MREŽA

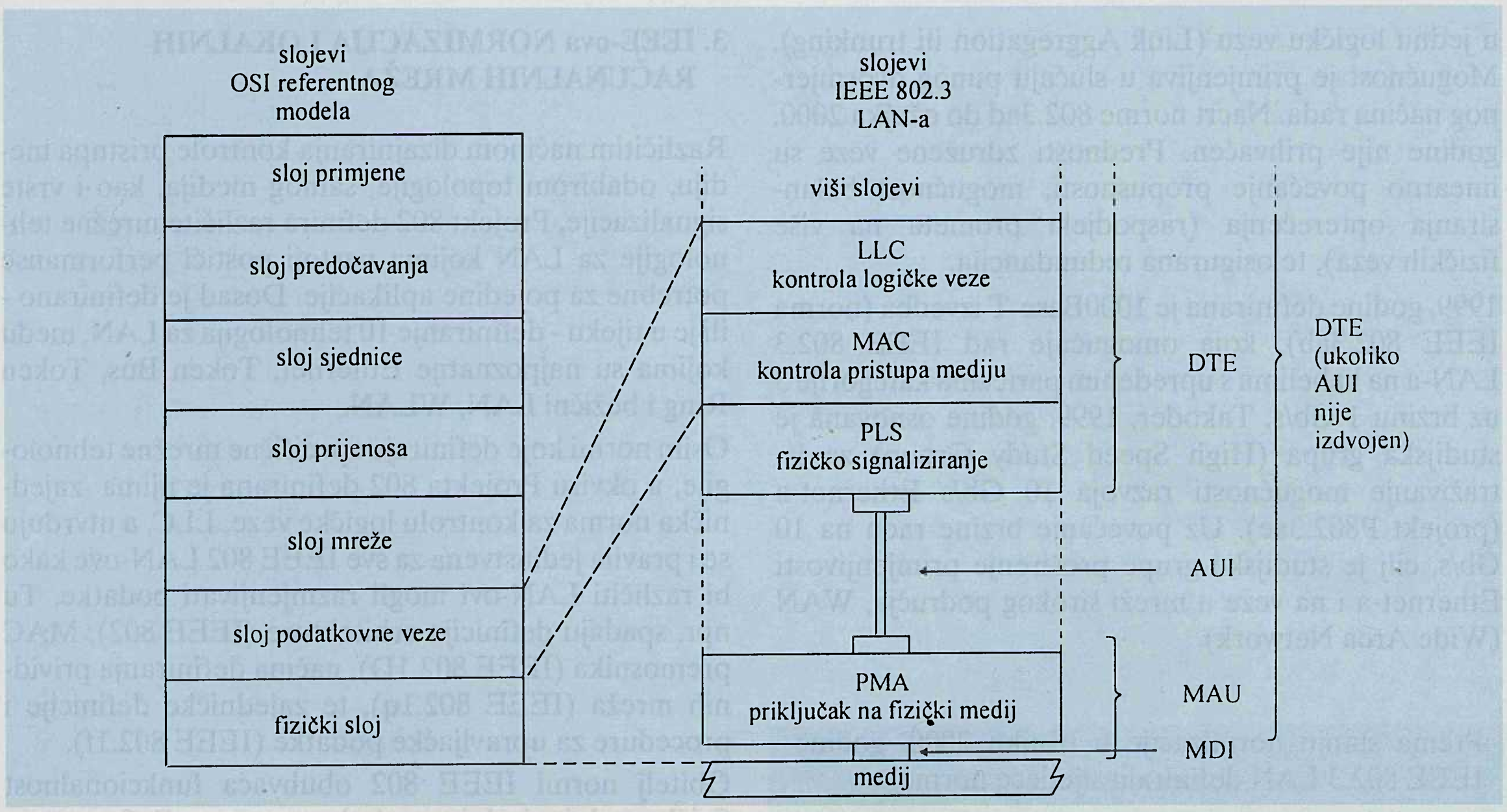
Različitim načinom dizajniranja kontrole pristupa mediju, odabirom topologije, samog medija, kao i vrste signalizacije, Projekt 802 definira različite mrežne tehnologije za LAN kojima nastoji postići performanse potrebne za pojedine aplikacije. Dosad je definirano - ili je u tijeku - definiranje 10 tehnologija za LAN, među kojima su najpoznatije Ethernet, Token Bus, Token Ring i bežični LAN, WLAN.

Osim normi koje definiraju specifične mrežne tehnologije, u okviru Projekta 802 definirana je njima zajednička norma za kontrolu logičke veze, LLC, a utvrđuju se i pravila jedinstvena za sve IEEE 802 LAN-ove kako bi različiti LAN-ovi mogli razmjenjivati podatke. Tu npr. spadaju definicija arhitekture (IEEE 802), MAC premosnika (IEEE 802.1D), načina definiranja prividnih mreža (IEEE 802.1q), te zajedničke definicije i procedure za upravljačke podatke (IEEE 802.1f).

Obitelj normi IEEE 802 obuhvaća funkcionalnost fizičkog sloja i sloja podatkovne veze Referentnog modela za povezivanje otvorenih sustava, OSI RM [14]. Slojevi IEEE 802.3 LAN-a prikazani su na slici 4. Svaki sloj Referentnog modela osigurava usluge za sloj neposredno iznad, u svrhu čega podacima protokola neposredno višeg sloja dodaje potrebne kontrolne podatke. Zbog toga paket IEEE 802.3 LAN-a sadrži kontrolne podatke podsloja MAC, kontrolne podatke podsloja LLC i podatkovno polje s podacima protokola višeg sloja koji komunicira koristeći 802.3 LAN (slika 5). Uloga i sadržaj kontrolnih podataka određena je funkcijom pripadnog podsloja.

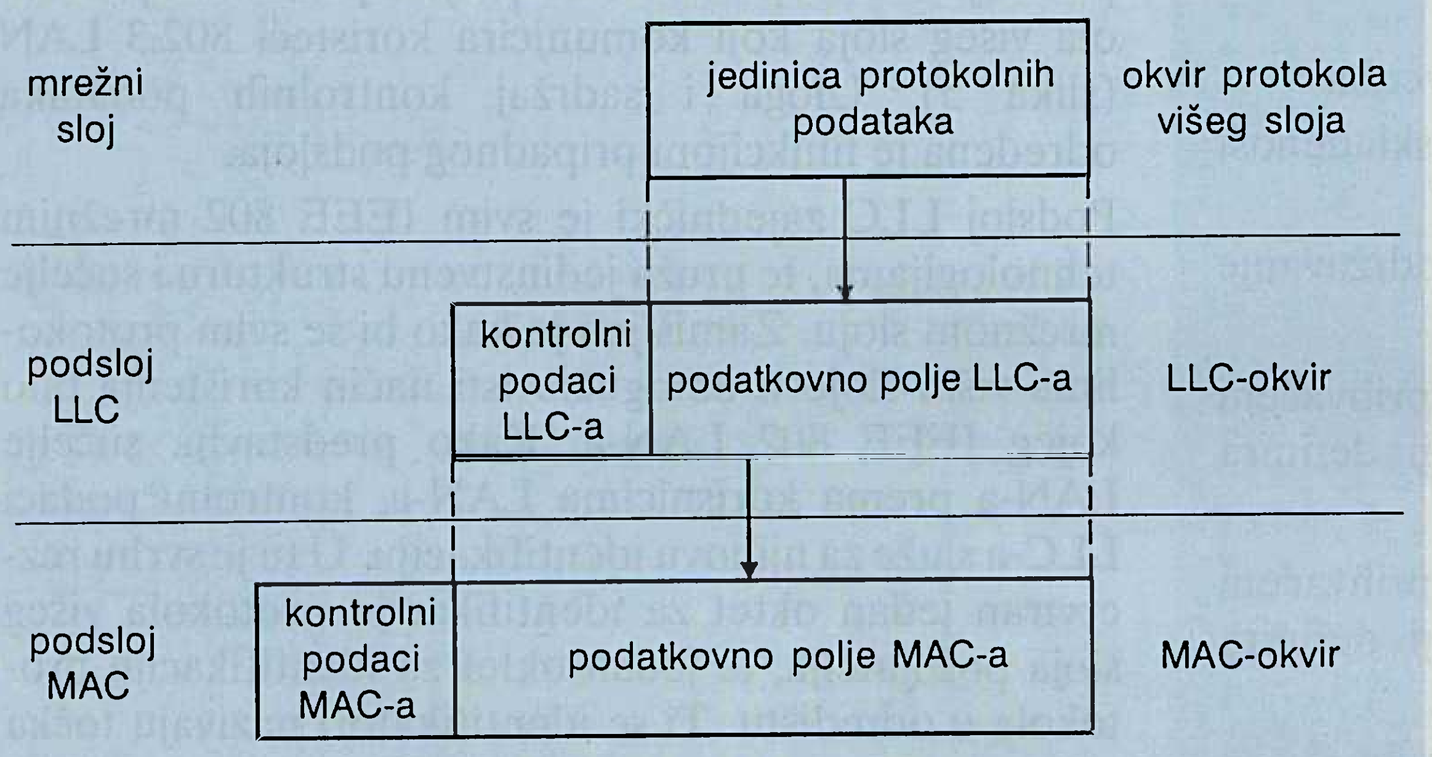
Podsloj LLC zajednički je svim IEEE 802 mrežnim tehnologijama, te pruža jedinstvenu strukturu i sučelje mrežnom sloju. Zamišljen je kako bi se svim protokolima viših slojeva omogućio isti način korištenja bilo kojeg IEEE 802 LAN-a. Kako predstavlja sučelje LAN-a prema korisnicima LAN-a, kontrolni podaci LLC-a služe za njihovu identifikaciju. U tu je svrhu rezerviran jedan oktet za identifikaciju protokola višeg sloja pošiljatelja, te jedan oktet za identifikaciju protokola u odredištu. Ti se identifikatori nazivaju točka pristupa uslugama veze, LSAP. Osim toga, podsloj LLC služi i za kontrolu toka i postupak oporavka od pogrešaka, zbog čega sadrži kontrolno polje.

Podsloj MAC definira način na koji dvije ili više stanica dijele zajednički prijenosni medij, te omogućuje komutiranje paketa na osnovu mrežnih adresa pridjeljenjih računalnim uređajima uključenim u LAN. Zbog toga kontrolni podaci MAC-a između ostalog sadrže adrese MAC-stanice odredišta i MAC-stanice izvorišta (slika 6). Proizvođači mrežnih kartica istima pri proizvodnji pridjeljuju jedinstvene 48-bitne MAC-adrese, zvane i hardverska adresa, koje služe za identifikaciju MAC-stanice u koju se mrežna kartica kasnije ugrađuje. Jedinstvenost MAC-adrese osigurava se tako što IEEE Registration Authority dodijeljuje zainteresiranim



Legenda:
AUI (Attachment Unit Interface) - sučelje priključne jedinice (između promopredajnika i računalnog uređaja)
DTE (Data Terminal Equipment) - oprema računalnog uređaja koji je izvor ili odredište podataka
LAN (Local Area Network) - lokalna računalna mreža
MAU (Medium Attachment Unit) - jedinica za priključenje na medij
MDI (Medium Dependent Interface) - sučelje zavisno o mediju
OSI (Open Systems Interconnection) - povezivanje otvorenih sustava

Slika 4. Odnos slojeva IEEE 802.3 LAN-a prema OSI referentnom modelu



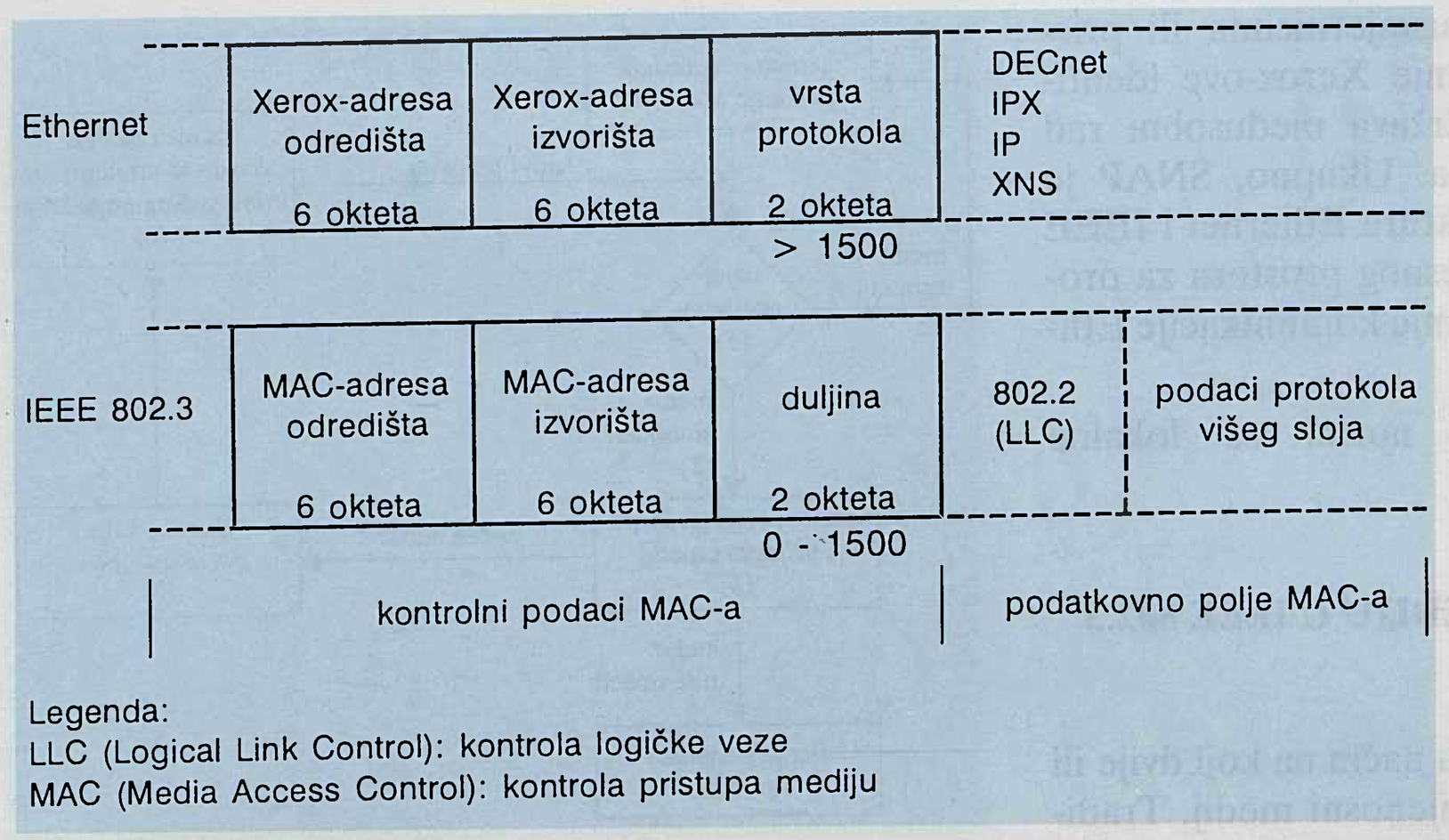
Legenda:
LLC (Logical Link Control) - kontrola logičke veze
MAC (Media Access Control) - kontrola pristupa mediju

Slika 5. Struktura paketa IEEE 802.3 CSMA/CD LAN-a

proizvođačima mrežnih kartica adresni prostor određujući im prvih 24 bita (jedinstveni identifikator organizacije [1], OUI) MAC-adrese, a sami proizvođači pridjeljuju preostala 24 bita. Dodjelom jednog OUI-a proizvođač raspolaže s više od 16 milijuna MAC-adresa (2^{24}). Svaki od 6 okteta adrese prikazuje se s dvije heksadecimalne znamenke (npr. 00-60-67-0C-6B-8A). Osim za definiranje MAC-adresa, OUI se može koristiti i za identifikaciju protokola.

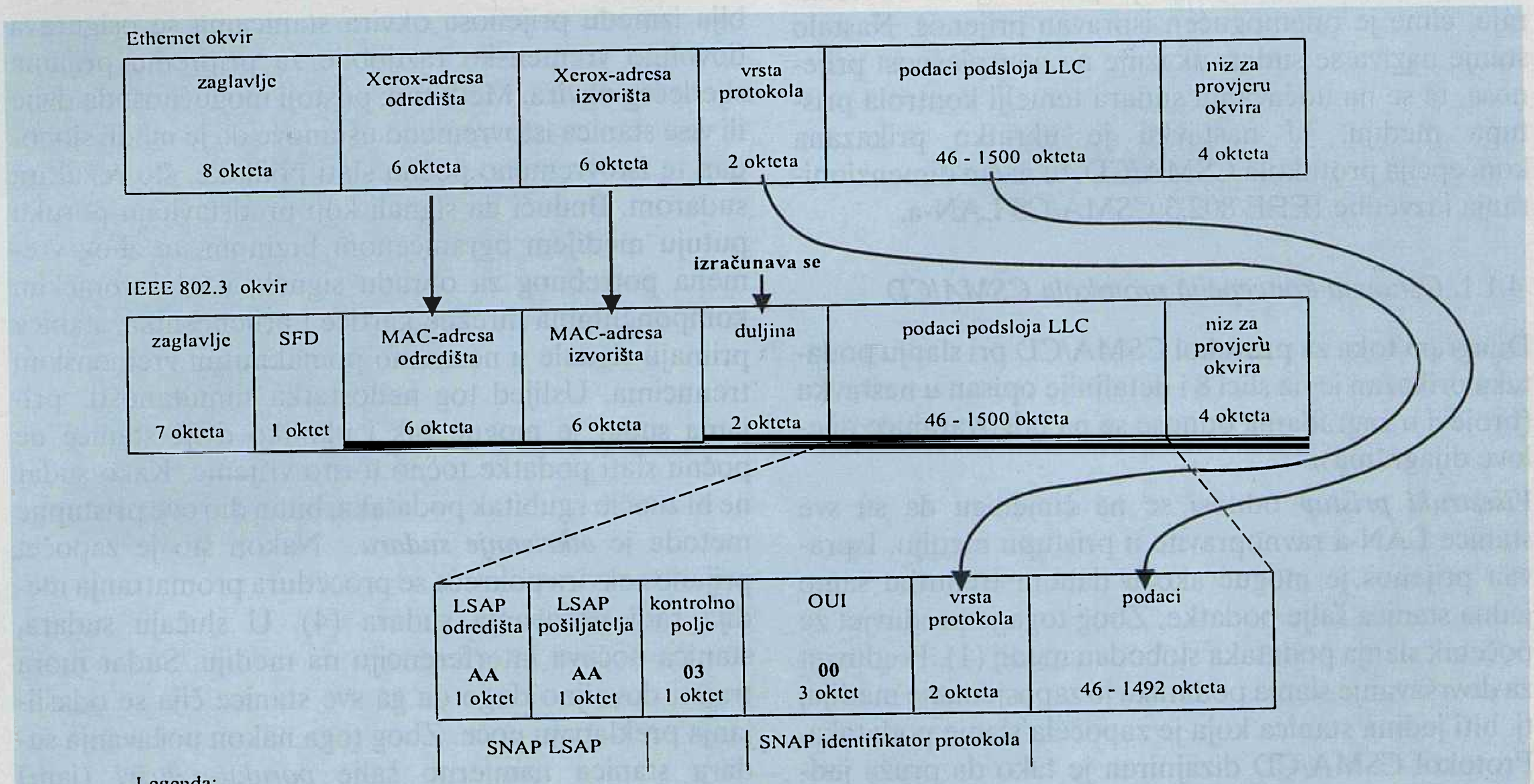
Iza MAC-adresa, kontrolno polje MAC-okvira sadrži polje u koje se upisuje duljina LLC okvira u oktetima (slika 6). Za razliku od IEEE 802.3 MAC-okvira, iza Xerox-adresa u Ethernet-okviru definiranom normom DIX nalazi se polje za identifikaciju protokola korisnika Ethernet-a (radi se o Xerox-ovoj identifikaciji). U Ethernet-okviru nije ni predviđeno polje za duljinu, jer su protokoli korisnici Etherneta (XNS, IPX, DECnet, IP) imali definirano vlastito polje za duljinu.

Radeći na definiranju obitelji međunarodnih normi za LAN-ove, u IEEE-u je ponekad zanemarena činjenica da je postojeća norma za Ethernet već u širokoj uporabi, te da će narednih godina tako i ostati. Pri definiranju podsloja MAC, IEEE je vodio računa o pažljivom odvajanju starih (DIX) i novih pravila. Kako Xerox nije dodijelio identifikator protokola čija bi decimalna vrijednost bila manja od 1500, a IEEE je definirao da je najveća dozvoljena duljina LLC okvira 1500 okteta, razlikovanje Ethernet od IEEE 802.3 paketa moguće je na temelju vrijednosti upisane u zadnje kontrolno polje (slika 6). Međutim, pri definiranju norme za LLC (802.2) IEEE nije uzeo u obzir neizostavno prijelazno



Slika 6. Razlika Ethernet i IEEE 802.3 okvira

razdoblje istovremenog postojanja Ethernet mreža prema normi DIX i IEEE 802.3 CSMA/CD mreža. U IEEE 802.3 paketu podataka iza kontrolnih podataka MAC-a slijede kontrolni podaci LLC-a, koji sadrže LSAP-adresu odredišta, LSAP-adresu pošiljatelja, te kontrolno polje. Kako je za LSAP adrese predviđen po jedan oktet, to polje ne može biti zamjena za Ethernet-ovo polje "vrsta protokola". Za prijelazno razdoblje postojanja obje vrste mreže bilo je potrebno osigurati obradu Ethernet i IEEE 802.3 okvira u istoj mreži, kao i omogućiti komunikaciju Ethernet i IEEE 802.3 stanica iz različitih mreža nezavisno o protokolima višeg sloja koji ih koriste. Uz to za jednu otvorenu normu predviđenu za široku uporabu, jednooktetni adresni prostor za protokole viših slojeva koji omogućuje razlikovanje samo 256 protokola, nije dostatno rješenje. Uočivši te propuste, IEEE ih je odlučio istovremeno riješiti, rezultat čega je definicija podmrežnog pristupnog protokola, SNAP. LSAP adresa pridijeljena protokolu SNAP je 0xAA, a vrijednost za kontrolno polje je 0x03 (označava ne-vezno-orijentiranu uslugu). Za prijenos identifikatora protokola SNAP koristi prvih 5 okteta podatkovnog polja LLC-okvira. Time je adresni prostor za protokole viših slojeva povećan s 8-bitne LSAP vrijednosti kontrolnog polja LLC-a na 40-bitnu vrijednost. Identifikatori protokola definiraju se na isti način kao i MAC-adrese: prvih 24 bita (3 okteta) odgovara jedinstvenom identifikatoru organizacije, OUI, dok proizvođači protokola određuju preostalih 16 bitova (2 okteta). Poseban slučaj je identifikator protokola kod kojeg je vrijednost u prva tri okteta nula. Tada zadnja dva okteta identifikatora protokola odgovaraju Xerox-ovom identifikatoru protokola (polju "vrsta protokola" u Ethernet-okviru). Time je osigurano jednostavno preslikavanje Ethernet okvira u IEEE 802.3 okvire i obrnuto (slika 7). Isto se obavlja u



Slika 7. Preslikavanje Ethernet i IEEE 802.3 okvira

translacijskim premosnicima, usmjernicima ili pristupnicima. Omogućivši korištenje Xerox-ove identifikacije protokola, SNAP podržava međusobni rad IEEE 802.3 i Ethernet stanica. Ukupno, SNAP je rješenje za nepodudaranje strukture Ethernet i IEEE 802.3 okvira, pomanjkanje adresnog prostora za protokole viših slojeva, te osiguravanje komunikacije Ethernet i IEEE 802.3 mreža.

Pregledni prikaz IEEE-ovih normi za lokalne računalne mreže dan je u [16].

4. KONTROLA PRISTUPA MEDIJU U IEEE 802.3 LAN-u

Metoda pristupa mediju definira način na koji dvije ili više stanica dijele zajednički prijenosni medij. Tradicionalni oblik IEEE 802.3 LAN-a je poludvosmjerni (half-duplex) način rada koji koristi pristupni protokol CSMA/CD. Izdavanjem norme IEEE 802.3x definiran je i puni-dvosmjerni (full duplex) način rada IEEE 802.3 LAN-a koji zaobilazi CSMA/CD protokol.

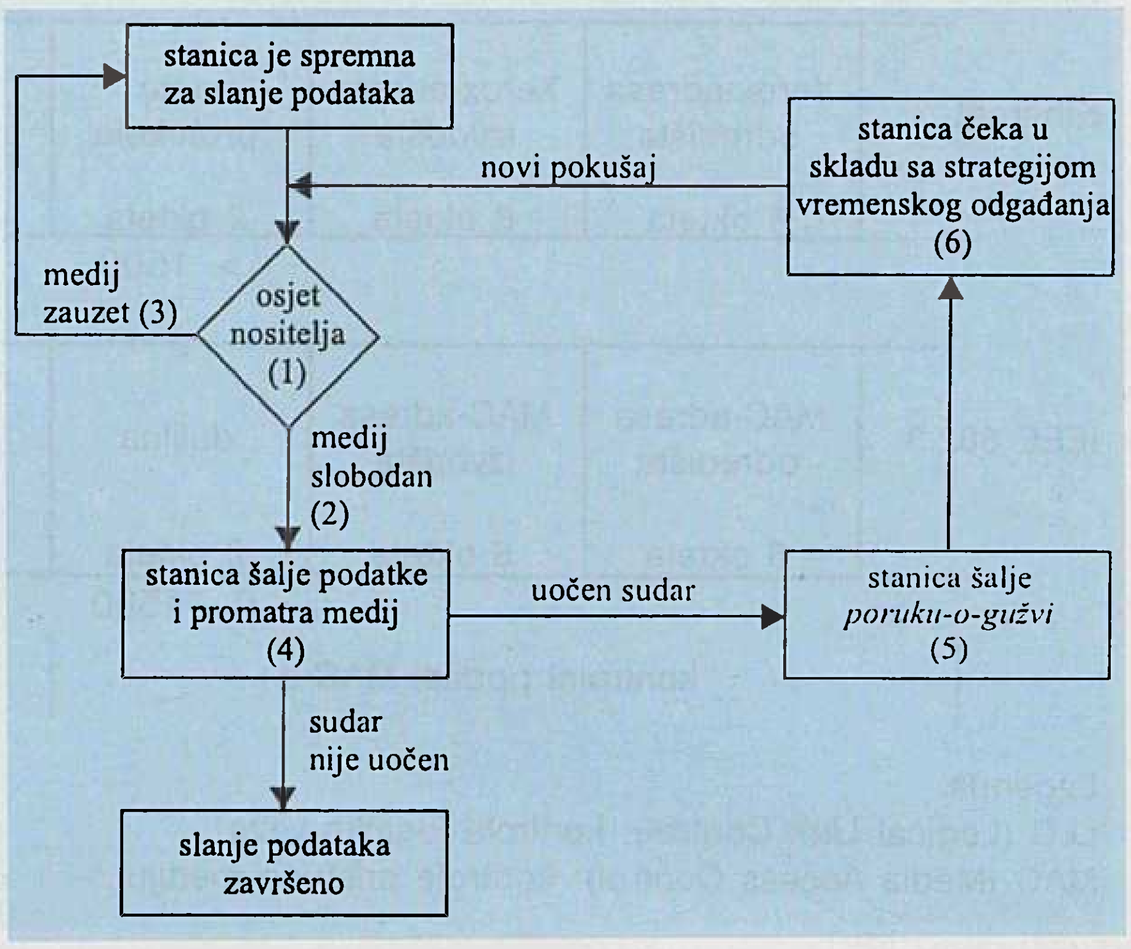
4.1. Poludvosmjerni način rada IEEE 802.3 LAN-a

U svrhu prijenosa paketa podataka MAC-stanica (u daljem tekstu "stanica") šalje odgovarajući signal na slobodan prijenosni medij. Signal dospijeva do svih MAC-stanica (broadcast). Kako su paketi adresirani, zna se kojoj su MAC-stanici namijenjeni, te samo ta stanica prima i obrađuje signal. Ukoliko dođe do vremenskog preklapanja prijenosa dviju ili više MAC-stanica na fizičkom mediju pripadni signali interferiraju, čime je onemogućen ispravan prijenos. Nastalo stanje naziva se sudar, ukazuje na neuspješnost prijenosa, te se na uočavanju sudara temelji kontrola pristupa mediju. U nastavku je ukratko prikazana koncepcija protokola CSMA/CD, te način dimenzioniranja i izvedbe IEEE 802.3 CSMA/CS LAN-a.

4.1.1. *Osnovna koncepcija protokola CSMA/CD*

Dijagram toka za protokol CSMA/CD pri slanju podataka prikazan je na slici 8 i detaljnije opisan u nastavku (brojevi u zagradama odnose se na odgovarajuće dijelove dijagrama).

Višestruki pristup odnosi se na činjenicu da su sve stanice LAN-a ravnopravne u pristupu mediju. Ispravan prijenos je moguć ako u danom trenutku samo jedna stanica šalje podatke. Zbog toga je preduvjet za početak slanja podataka slobodan medij (1). Preduvjet za dovršavanje slanja podataka je zaposjedanje medija, tj. biti jedina stanica koja je započela slanje podataka. Protokol CSMA/CD dizajniran je tako da pruža jednakopravni pristup svim stanicama. Nijedna stanica nema sama po sebi prioritet, kao što ni neka određena vrsta prometa nije privilegirana niti joj se jamči viša razina performansi (kasnijom dopunom protokola omogućeno je označavanje prioriteta prometa).



Slika 8. Dijagram toka protokola CSMA/CD pri slanju podataka

Osjet nositelja odnosi se na činjenicu da je svaka stanica IEEE 802.3 LAN-a sposobna uočiti je li u tijeku prijenos podataka druge stanice iste mreže (2)(3). Stanice neprestano prate stanje na mediju, s jedne strane da uoče i pokrenu prijam i dekodiranje podataka koje šalje neka druga stanica, s druge da odgode slanje svojih podataka za vrijeme dok druga stanica šalje. Ako je medij slobodan, slanje podataka se i dalje odgađa do proteka vremena dostatnog da svi podslojevi MAC u sustavu uoče kraj prijenosa posljednjeg okvira (varijabla interFrame Gap - *vremenski-razmak-između-okvira*). Definiranjem minimalnog slobodnog razdoblja između prijenosa okvira stanicama se osigurava dovoljno vremensko razdoblje za pripremu prijama sljedećeg okvira. Međutim, postoji mogućnost da dvije ili više stanica istovremeno ustanove da je medij slobodan te istovremeno počnu slati podatke, što rezultira sudarom. Budući da signali koji predstavljaju poruku putuju medijem ograničenom brzinom, te zbog vremena potrebnog za obradu signala u elektroničkim komponentama mrežne kartice i prijenosnika, stanice primaju signale u neznatno pomaknutim vremenskim trenucima. Uslijed tog nedostatka simultanosti prijama sudar je moguć čak i ukoliko dvije stanice ne počnu slati podatke točno u isto vrijeme. Kako sudar ne bi značio i gubitak podataka, bitan dio ove pristupne metode je ***otkrivanje sudara***. Nakon što je započet prijenos okvira pokreće se procedura promatranja medija radi uočavanja sudara (4). U slučaju sudara, stanica uočava interferenciju na mediju. Sudar mora trajati dovoljno dugo da ga sve stanice čija se odašiljanja preklapaju uoče. Zbog toga nakon uočavanja sudara stanica namjerno šalje *poruku-o-gužvi* (jam) proizvoljnog sadržaja, ali dovoljnog broja bitova, dok se prijenos podataka prekida (5). Po isteku slučajno odabranog vremenskog razdoblja prijenos podataka se pokušava ponovno (6), čime se značajno povećava iskoristivost sustava.

Odabir termina "sudar" nije baš najspretniji, jer u svakodnevnom životu sudar predstavlja neželjen događaj koji se nastoji izbjeći. Međutim, u IEEE 802.3 LAN-u sudar je jednostavno metoda kontroliranja pristupa zajedničkom mediju za skupinu korisnika koji istim medijem šalju podatke. Princip rukovanja sudarima najlakše je razumjeti opisujući najbolji i najgori slučaj.

Najbolji slučaj prijenosa je slanje i prijam podataka bez sudara, tj. zaposjedanje medija u prvom pokušaju. Podsloj LLC zahtijeva od podsloja MAC prijenos podataka. Podsloj MAC formira okvir, provjerava da li je medij slobodan, ukoliko je slobodan predaje fizičkom sloju podatke u obliku slijeda bitova i pokreće proceduru promatranja medija radi otkrivanja sudara. Fizički sloj generira električne signale koji predstavljaju bitove okvira i šalje ih na medij. Istovremeno prati medij radi otkrivanja sudara. Ovaj pokušaj slanja možemo smatrati pregovaranjem o zaposjedanju medija koje uspijeva ako ne dođe do sudara, a uspješno pregovaranje ujedno uključuje i sam prijenos podataka. Fizički sloj svake stanice do koje signal stiže uočava aktivnost na mediju, mijenja stanje varijable *carrierSense* (osjet nositelja) na *True*, prima signale, sinkronizira se sa zaglavljem okvira, dekodira signale te dobivene binarne podatke šalje podsloju MAC na obradu. Podsloj MAC uspoređuje *MAC-adresu odredišta* u pristiglom okviru s vlastitom adresom, te ukoliko je okvir namijenjen toj stanici prima podatke i provjerava da li je došlo do pogrešaka u prijenosu.

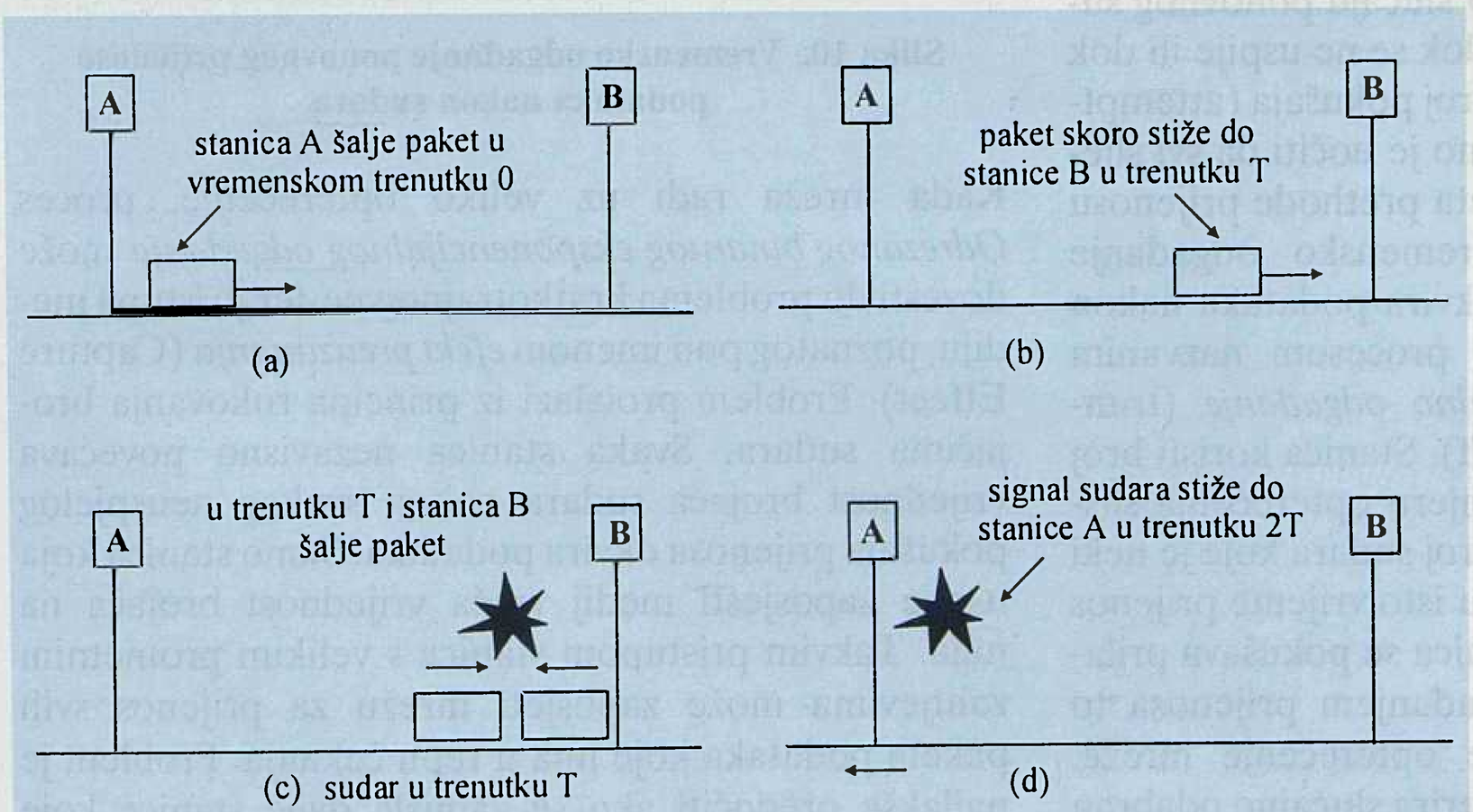
Za pristupnu metodu CSMA/CD najgori slučaj je ako stanica na kraju sustava počne slati podatke. Električni signal putuje medijem i upravo trenutak prije no što stigne do najudaljenijeg kraja sustava, stanica na tom kraju također počinje slati podatke. Dolazi do sudara (slika 9). Druga stanica uočava sudar odmah, međutim prva stanica ga neće uočiti sve dok signal sudara ne proputuje cijeli put natrag do početnog kraja sustava. Vrijeme potrebno za prostiranje signala s jednog kraja sustava na drugi i natrag naziva se *vrijeme-kružnog-prostiranja* (round-trip propagation time).

4.1.2. *Dizajn IEEE 802.3 CSMA/CD LAN-a*

Za ispravan i djelotvoran rad IEEE 802.3 LAN-a sudar treba otkriti prije odašiljanja cijelog okvira, a nepotpune okvire koji su rezultat sudara treba prepoznati radi njihovog odbacivanja. Također, potrebno je pažljivo definirati princip ponovnog slanja podataka nakon sudara.

• otkrivanje sudara prije odašiljanja cijelog okvira

Stanica može uočiti sudar tijekom početnog dijela prijenosa prije no što je prenošeni signal dospio do svih stanica tog CSMA/CD medija. Pri ispravnom funkcioniranju sustava do sudara ne može doći nakon što signal stigne do svake stanice u CSMA/CD sustavu, jer je tada u svim stanicama postavljena varijabla *carrierSense* što odgađa slanje podataka. Ukoliko protekne vrijeme potrebno da prenošeni signal dospije do svih stanica, a do sudara ne dođe, kaže se da je stanica zaposjela (acquired) medij. Stanica koja šalje znat će da je pregovaranje o zaposjedanju medija uspješno završeno, tj. da nije došlo do sudara, u najgorem slučaju tek po isteku *vremena-kružnog-prostiranja*. Kako je potrebno konačno vrijeme da bi početak signala poruke stanice A stigao do stanice B, stanica B može uzrokovati sudar ako počne slati podatke u bilo kojem trenutku nakon što je to učinila stanica A, a prije no što je početak signala podataka stanice A stigao do stanice B. Ukoliko su stanice A i B dvije najudaljenije stanice CSMA/CD sustava, vrijeme potrebno signalu da stigne od stanice A do B i natrag (2T na slici 9d) je maksimalno dozvoljeno *vrijeme-kružnog-prostiranja*. Bitno je da do proteka tog vremenskog razdoblja stanica A nije poslala sve bitove okvira, tj. da je zaposjedanje medija izvjesno prije no što je cijeli okvir poslan. Stanica šalje podatke definiranom brzinom ovisno o implementaciji, što znači da se bitovi odašilju u redovitim vremenskim razmacima nazvanim *trajanje-bita* (bit time). Podsloj MAC mjeri vrijeme u jedinici *trajanje-bita*. Za 10 Mb/s-implementacije, *trajanje-bita* iznosi 100 ns, što znači da se sljedeći bit šalje 100 ns nakon prethodnog. Po proteku maksimalnog dozvoljenog *vremena-kružnog-prostiranja* stanica uspije poslati određen broj bitova. Da bi zaposjedanje medija bilo izvjesno prije no što je cijeli okvir poslan, okvir mora sadržavati više bitova no što



Slika 9. Otkrivanje sudara (najgori slučaj)

se može poslati do proteka maksimalno dozvoljenog *vremena-kružnog-prostiranja*. Otkrivanje sudara prije odašiljanja cijelog okvira postiže se definiranjem najmanje dozvoljene duljine okvira i najvećeg dozvoljenog *vremena-kružnog prostiranja* (uzajamno zavisne veličine). Prije je rečeno da se radi osiguranja uočavanja sudara po njegovom otkrivanju šalje još i *poruka-o-gužvi*. Prema tome, najmanja dozvoljena duljina okvira određena je najdužim dozvoljenim *vremenom-kružnog-prostiranja* i duljinom *poruke-o-gužvi*. Pripadno vrijeme naziva se *vrijeme-slota* (slot time).

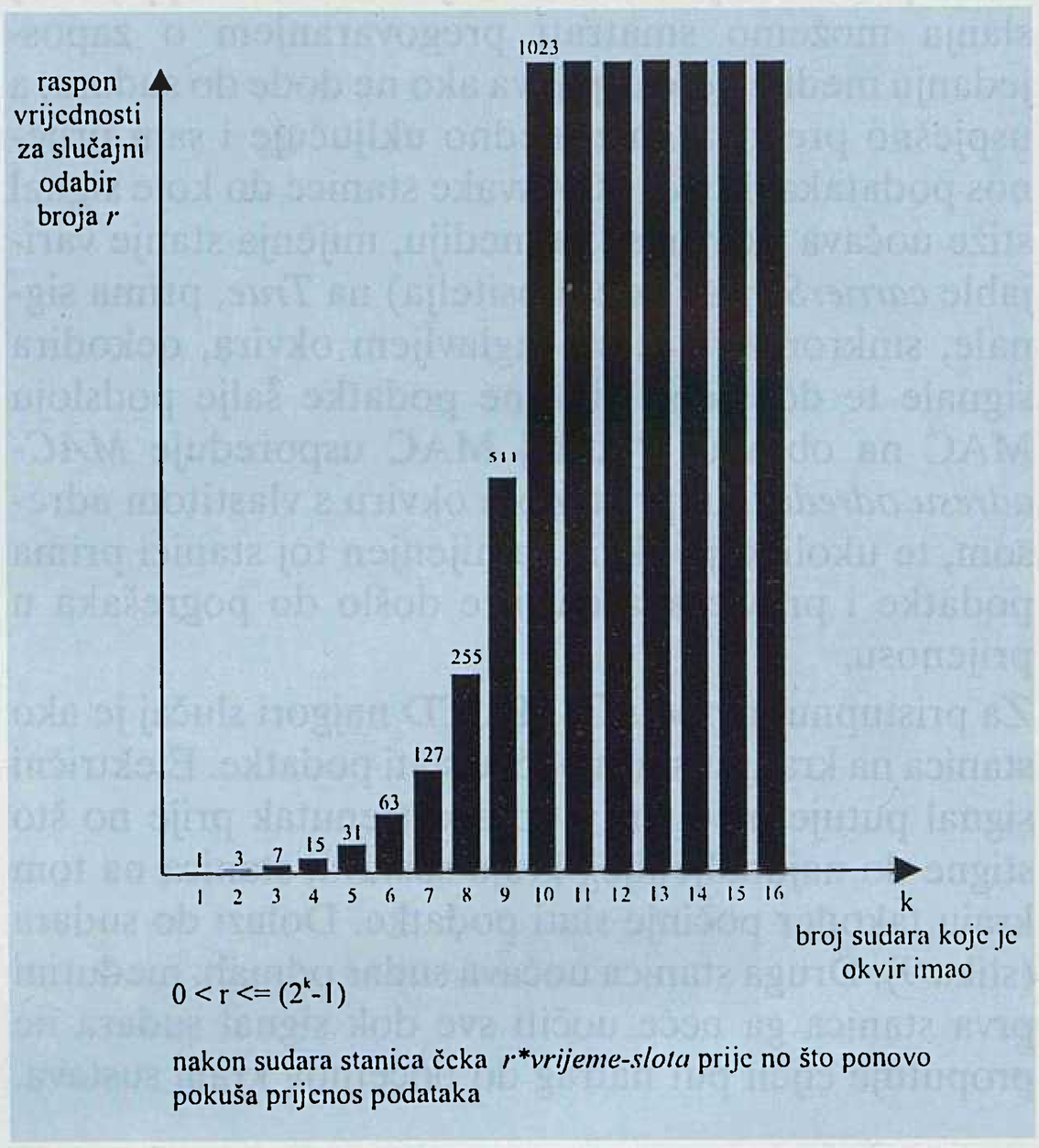
Ovdje treba uočiti da se radi o kompromisnom rješenju. Radi djelotvornosti sustava nije dobro da je najmanji dozvoljeni paket prevelik, što uvjetuje kraće *vrijeme-kružnog prostiranja*. S druge strane, kraće *vrijeme-kružnog-prostiranja* znači manji fizički raspon LAN-a. IEEE 802.3 CSMA/CD sustav dimenzioniran je definiranjem najmanje dozvoljene duljine paketa 512 bita [3], dok *vrijeme-kružnog-prostiranja* zavisi o izvedbi.

- prepoznavanje i odbacivanje nepotpunih okvira koji su rezultat sudara

Po prijamu okvira vrši se uspoređivanje duljine okvira s najmanjom dozvoljenom duljinom okvira. Za kraći paket smatra se da je rezultat sudara, te se odbacuje. Kako je pojava sudara način upravljanja pristupom mediju u CSMA/CD sustavu, odbacivanje prekratkih paketa ne smatra se greškom te se o tome podsloj LLC ne izvješćuje.

- princip ponovnog slanja podataka nakon sudara

Nakon sudara prijenos se prekida da bi se ponovno pokušao tek po isteku pseudo-slučajno odabranog vremenskog razdoblja. "Pseudo" se odnosi na činjenicu da se vrijeme odabire slučajno, ali iz definiranog intervala, koji je to veći, što je više pokušaja rezultiralo neuspjehom (sudarom). Na taj način osigurana je mala vjerojatnost odabira jednakog vremena odgađanja, to manja što je zagušenje u mreži veće. U slučaju ponovnog sudara, postupak se ponavlja sve dok se ne uspije ili dok se ne izvede najveći dozvoljeni broj pokušaja (attemptLimit) i svi završe sudarom. Bitno je uočiti da svi sljedeći pokušaji slanja danog paketa prethode prijenosu bilo kojeg novog paketa. Vremensko odgađanje ponovnog pokušaja prijenosa okvira podataka nakon sudara određeno je slučajnim procesom nazvanim *Odrezano binarno eksponencijalno odgađanje* (truncated binary exponential backoff). Stanica koristi broj sudara određenog okvira kao mjeru opterećenja sustava na sljedeći način: ako je k broj sudara koje je neki okvir imao, pretpostavlja se da u isto vrijeme prijenos pokušava još (2^k-1) stanica. Stanica se pokušava prilagoditi opterećenju medija odgađanjem prijenosa to više, što se većim procjenjuje opterećenje mreže. Nakon sudara svaka stanica generira slučajno odabran broj r iz definiranog raspona vrijednosti, te čeka r*vrijeme-slota* prije no što ponovno pokuša prijenos podataka. Raspon vrijednosti se eksponencijalno povećava nakon svakog sudara, a iznosi od 0 do (2^k-1), gdje je k broj sudara (slika 10). Za više od 9 sudara pretpostavlja se da na prijenos pretendira još 1023 stanica, a nakon 16 sudara okvir se odbacuje i detektira se greška *excessiveCollisionError*. U tom slučaju uočavanje gubitka paketa i iniciranje ponovnog pokušaja prijenosa prelazi u nadležnost aplikacije koja koristi IEEE 802.3 LAN. Kako bi se izbjegli uzastopni sudari, svaka stanica nakon sudara treba čekati različito slučajno vrijeme prije no što ponovno pošalje poruku na mrežu. Zbog toga, algoritmi koji se koriste za odabir cijelog broja r trebaju biti tako dizajnirani da se smanji veza između brojeva koje generiraju bilo koje dvije stanice u određenom trenutku. Na ovaj se način povećava sveukupna propusnost, učinkovitost i održava fer-pristup.



Slika 10. Vremensko odgađanje ponovnog prijenosa podataka nakon sudara

Kada mreža radi uz veliko opterećenje, proces *Odrezanog binarnog eksponencijalnog odgađanja* može dovesti do problema kratkotrajnog ne-fer pristupa mediju, poznatog pod imenom *efekt preuzimanja* (Capture Effect). Problem proizlazi iz principa rukovanja brojačima sudara. Svaka stanica nezavisno povećava vrijednost brojača sudara nakon svakog neuspjelog pokušaja prijenosa okvira podataka. Samo stanica koja uspije zaposjesti medij vraća vrijednost brojača na nula. Takvim pristupom stanica s velikim prometnim zahtjevima može zaposjeti mrežu za prijenos svih paketa podataka koje ima u repu čekanja. Problem je najlakše predočiti ako se zamisle dvije stanice koje imaju dosta podataka za slanje i mogu slati podatke brzinom koju medij omogućuje. Prikaz i objašnjenje

scenarija *efekta preuzimanja* dan je na slici 11. Scenarij se ponavlja sve dok stanica A ima okvir za slanje ili dok ne prođe 16 neuspješnih pokušaja stanice B da pošalje podatke. Nakon 16 uzastopnih neuspjelih pokušaja, stanica B vraća brojač sudara na nulu što joj omogućuje puno veću vjerojatnost zaposjedanja medija pri sljedećem nadmetanju. Istovremeno odbacuje okvir koji je 16 puta neuspješno pokušavala prenijeti, što zahtijeva od aplikacije na stanici B da ga ponovno uvrsti u rep čekanja za prijenos. Kako problem proizlazi iz definicije procesa vremenskog odgađanja, njegovo cjelovito rješenje tražilo bi definiciju novog proces. S tim zadatkom IEEE je 1995. godine formirao radnu grupu 802.3w. Obećavajućim se pokazao algoritam *Metoda binarnog logaritamskog nadmetanja* (BLAM, Binary Logarithmic Arbitration Method). Simulacijski rezultati ukazivali su da ta metoda nudi poboljšanje u odnosu na *Odrezano binarno eksponencijalno odgađanje*. Međutim, rad na dodavanju algoritma BLAM normi IEEE 802.3 do danas nije završen, jer je pozornost prebačena na definiranje punog dvosmjernog IEEE 802.3 LAN-a, čime je pao interes za ulaganja u poludvosmjerno sklopovlje.

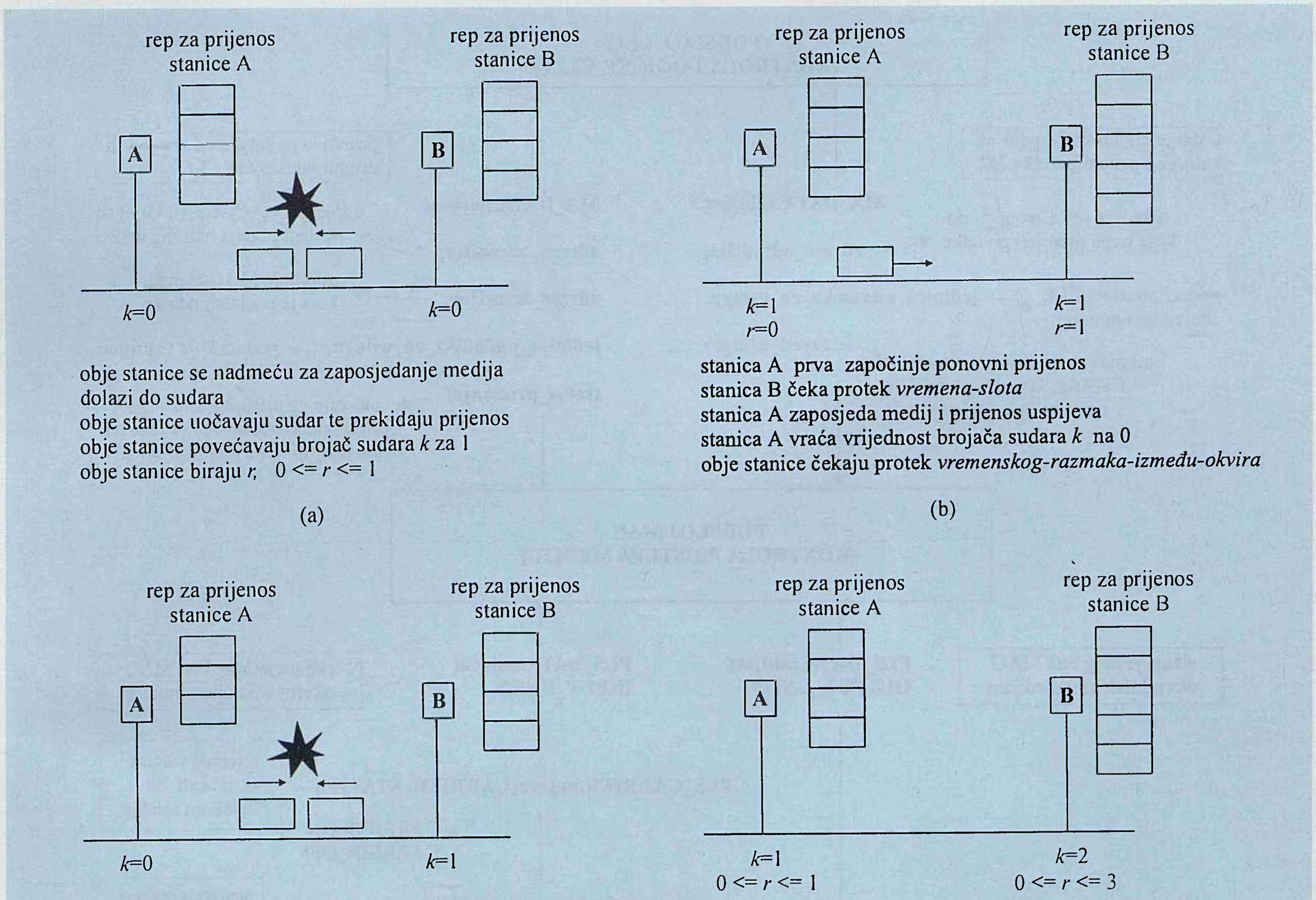
Dizajn LAN-a temeljnog na pristupnoj metodi CSMA/CD određuje se vrijednostima parametara navedenih u tablici 1. U tablici su dane konkretne vrijednosti parametara za izvedbe brzine 10 Mb/s na koaksijalnom kabelu u osnovnom pojasu.

4.1.3 *Izvedba poludvosmjernog IEEE 802.3 LAN-a*

IEEE 802.3 LAN, tj. njegov podsloj MAC pruža dvije usluge podsloju LLC uz osiguravanje statusnih podataka potrebnih procedurama viših slojeva za oporavak od grešaka:

- slanje podataka drugom ili drugim podslojevima LLC, te
- primanje podataka od drugog ili drugih podslojeva LLC.

U obavljanju svojih funkcija podsloj MAC koristi usluge fizičkog sloja, koji mu omogućuje razmjenu podataka MAC okvira s drugim podslojevima MAC. Kako bi pružio tražene usluge, fizički sloj obavlja prijam bita s fizičkog medija, slanje bita na fizički medij, te odgađanje slanja za specificirani broj *trajanja-bita* u



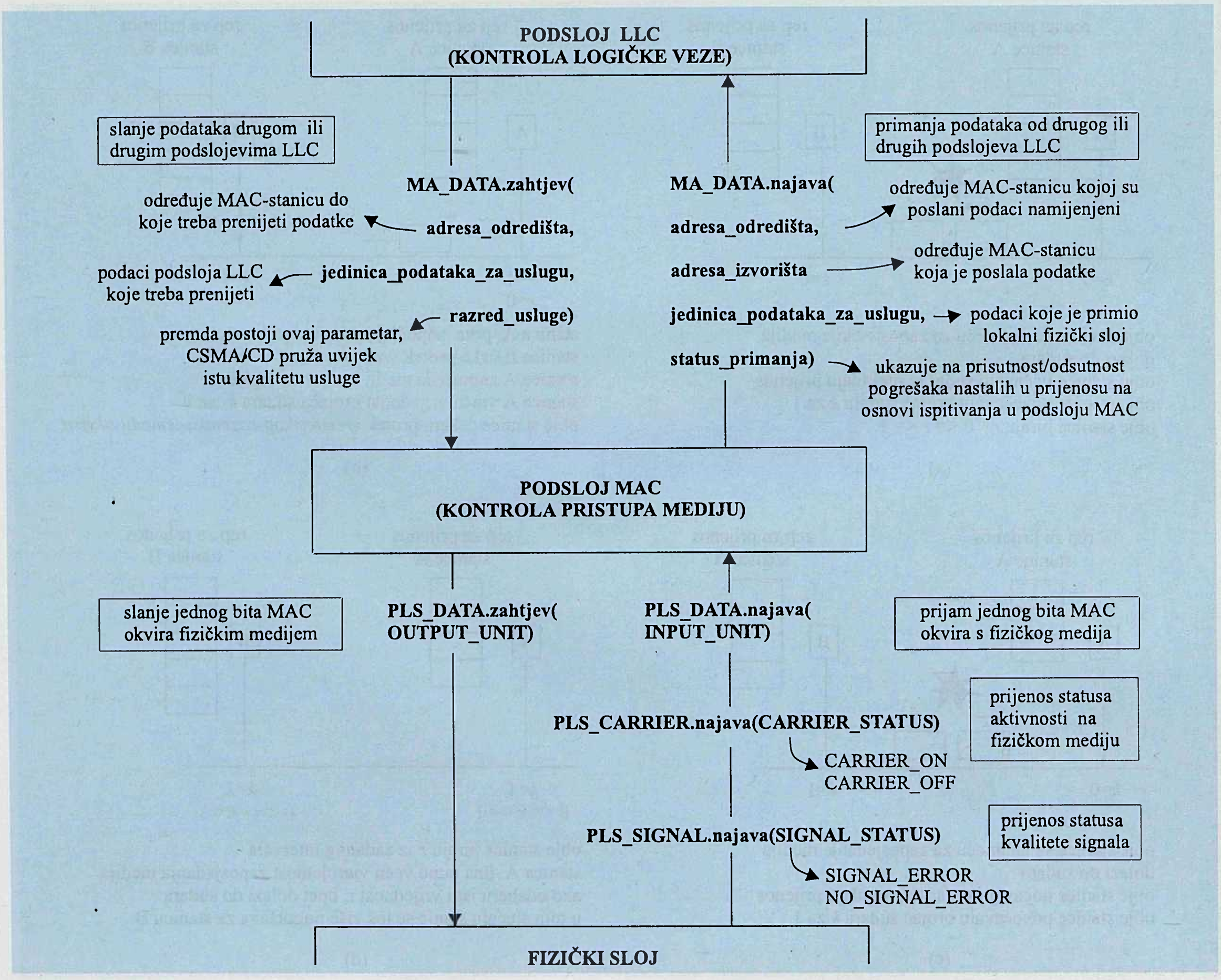
Slika 11. Scenarij efekta preuzimanja (Capture Effect)

Tablica 1. Parametri dizajna IEEE 802.3 LAN-a

Parametar	Prijevod parametra	Objašnjenje parametra	Vrijednost parametra *
slotTime	*vrijeme-slota*	vremenska jedinica za rukovanje sudarima	512 trajanja-bita
interFrame Gap	*vremenski-razmak -između-okvira*	najkraći vremenski razmak između prijenosa okvira - najkraće trajanje tišine na mediju	$9,6 * 10^{-6}$ s
attemptLimit	*granični-broj-pokušaja*	najveći dozvoljeni broj pokušaja ponovnog prijenosa danog okvira nakon pojave sudara	16
backoffLimit	*granica-odgađanja*	najveći dozvoljeni broj povećavanja vremenskog intervala za odgađanje pokušaja ponovnog prijenosa	10
jamSize	*velièina-poruke-o-gužvi*	duljina *poruke-o-gužvi* dostatna za osiguranje da će sve stanice koje šalju podatke uočiti interferenciju na mediju, tj. sudar	32 bita
maxFrameSize	*najveća-duljina-okvira*	najveća dozvoljena duljina okvira	1518 okteta
minFrameSize	*najmanja-duljina-okvira*	najmanja dozvoljena duljina okvira	512 bitova (64 okteta)
addressSize	*duljina-adrese*	duljina izvorišne i odredišne adrese: moguće vrijednosti su 16 i 48	48 bitova

* za 10 Mb/s implementacije na koaksijalnom kabelu u osnovnom pojasu

svrhu kontrole pristupa mediju. Usluge koje pojedini sloj OSI RM-a pruža sloju iznad definiraju se opisom primitiva za uslugu i pripadnih parametara. Primitiv predstavlja apstraktnu specifikaciju funkcija i međudjelovanja korisnika i davatelja usluge neovisno o pojedinoj implementaciji. Na slici 12 prikazani su primitivi kojima su definirane usluge fizičkog sloja podsloju MAC, te usluge podsloja MAC podsloju LLC.



Slika 12. Primitivi za usluge fizičkog sloja i podsloja MAC

Podsloj LLC zahtijeva slanje podataka primitivom MA_DATA.zahtjev. Kod slanja podataka primitiv PLS_DATA.najava primaju podslojevi MAC svih stanica iste domene IEEE 802.3 LAN-a, ali pripadni primitiv MA_DATA.najava prima samo podsloj LLC one stanice čija MAC adresa odgovara *MAC-adresi odredišta* primljenog MAC-okvira. PLS_DATA primitivi fizičkog sloja osiguravaju prijenos jednog bita podataka između podslojeva MAC (parametri OUTPUT_UNIT i INPUT_UNIT predstavljaju jedan bit). Po prijamu primitiva PLS_DATA.zahtjev, fizički sloj vrši kodiranje bita i slanje signala na medij (ili prekida slanje), a po prijamu signala s fizičkog medija vrši dekodiranje, te šalje podsloju MAC primitiv PLS_DATA.najava. Druga dva PLS-primitiva pružaju lokalnom podsloju MAC informacije potrebne za kontrolu pristupa mediju, te ih fizički sloj generira uvijek kad dođe do promjene statusa zauzetnosti medija, odnosno kvalitete signala.

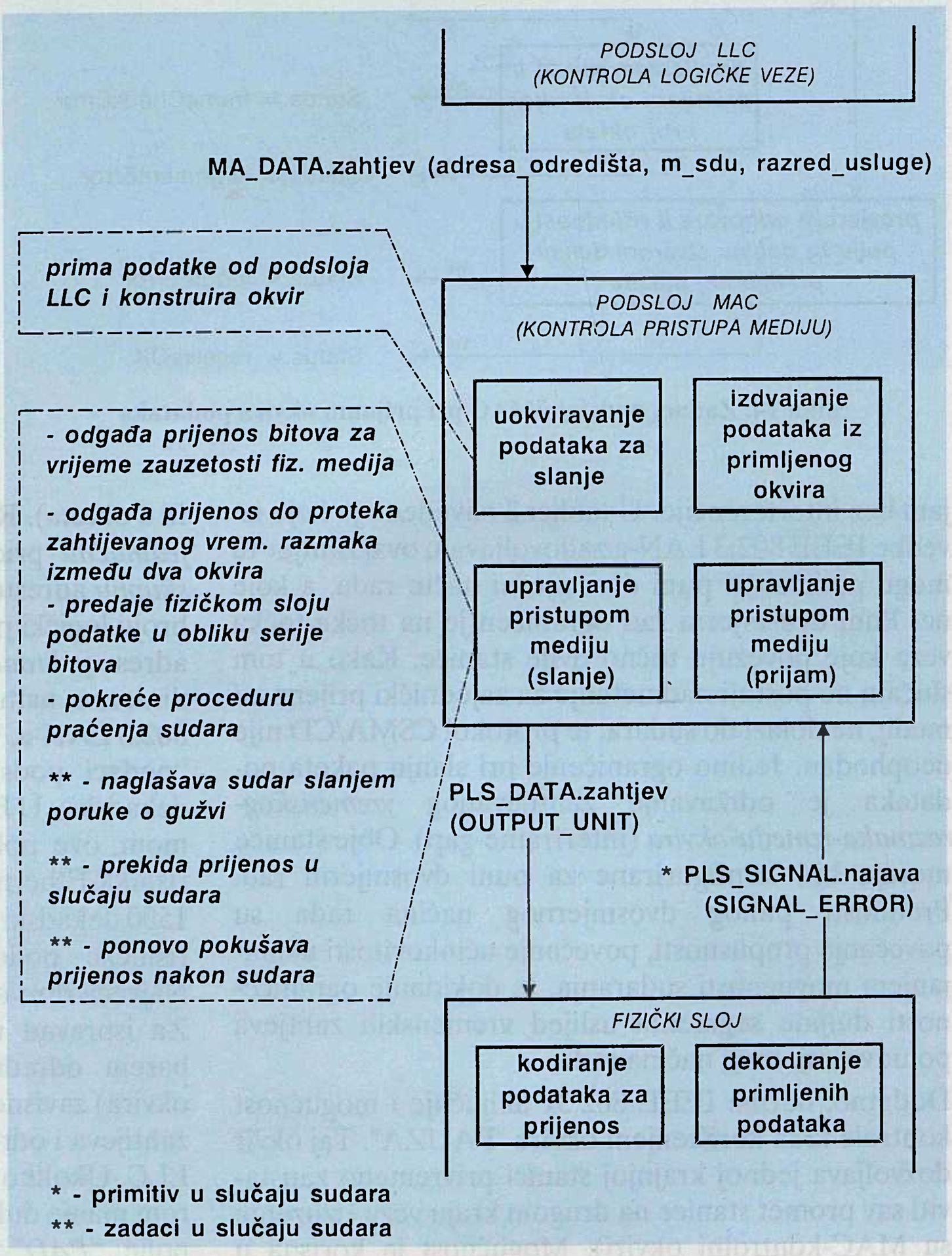
Mogući zadaci podsloja MAC tijekom slanja podataka prikazani su na slici 13. Na uspješan prijenos okvira podataka ukazuje se statusom *transmitOK*. U najgorem slučaju, prijenos je uspio u 16. pokušaju. Ako prijenos ne uspije u 16. pokušaju, od istog se odustaje uz status *excessiveCollisionError*.

Tijekom slanja podataka podsloj MAC predaje jedan po jedan bit MAC okvira fizičkom sloju. Prije slanja prvog bita okvira, podsloj MAC postavlja varijablu *transmitting* na *True*, čime obavještava fizički sloj o početku slanja bitova okvira. Po slanju posljednjeg bita okvira, podsloj MAC postavlja varijablu *transmitting* na *False*, obavještavajući time fizički sloj o kraju okvira. Cijelo vrijeme trajanja slanja podataka podsloj MAC prati stanje varijable *collisionDetect* koju fizički sloj postavlja na *True* ukoliko uoči sudar na mediju.

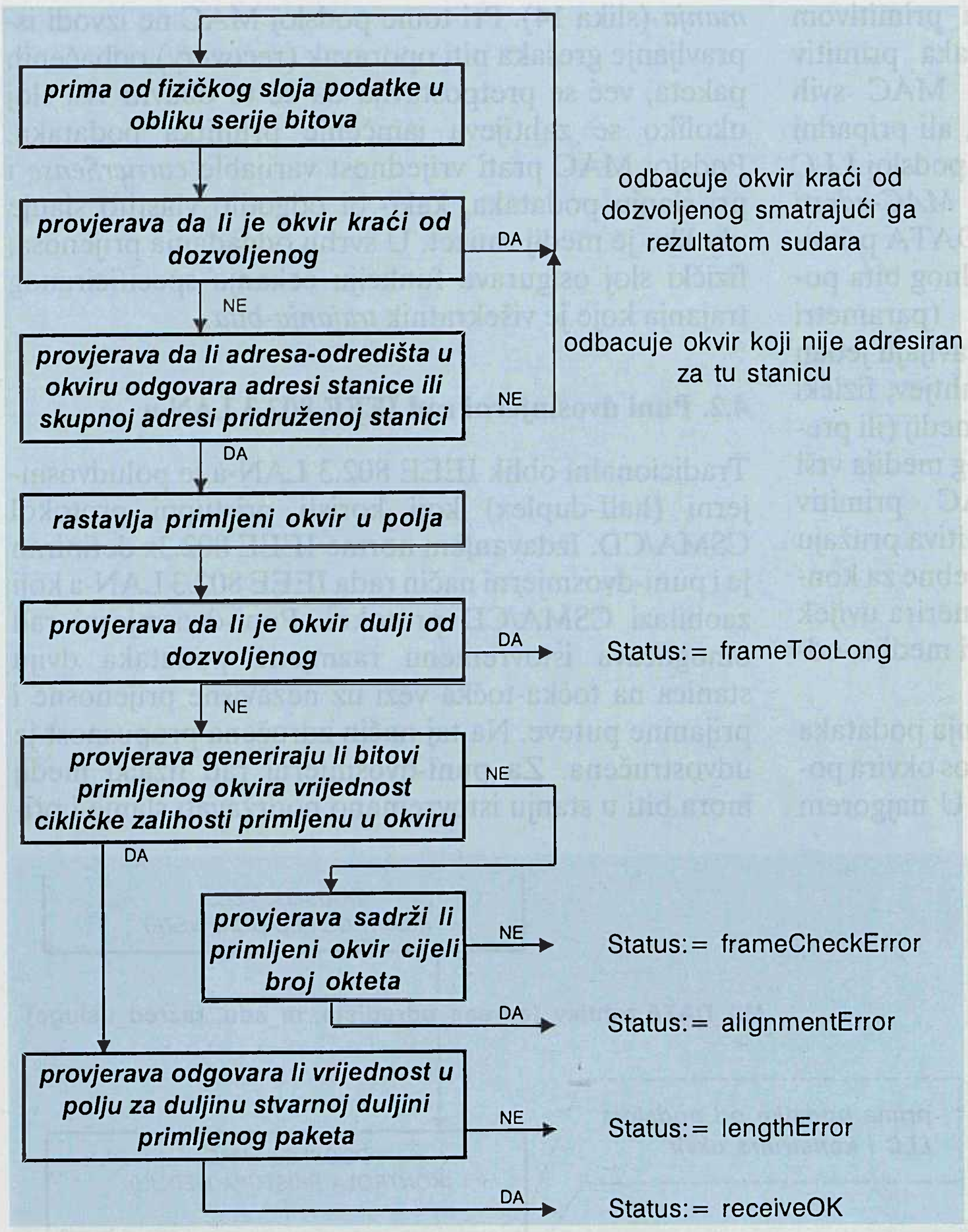
Tijekom prijama podataka podsloj MAC prima jedan po jedan bit okvira od fizičkog sloja. Prije slanja prvog bita okvira, fizički sloj postavlja varijablu *carrierSense* na *True*, čime obavještava podsloj MAC o aktivnosti na fizičkom mediju (početku slanja bitova okvira). Po slanju posljednjeg bita okvira, fizički sloj postavlja varijablu *carrierSense* na *False*, obavještavajući time podsloj MAC da je primljen cijeli okvir, te podsloj MAC može početi obradu. Na osnovi ispitivanja primljenih podataka, podsloj MAC otkriva moguće pogreške nastale tijekom prijenosa okvira fizičkim medijem, o čemu izvješćuje podsloj LLC parametrom *status_primanja* (slika 14). Pri tome podsloj MAC ne izvodi ispravljanje grešaka niti oporavak (recovery) odbačenih paketa, već se pretpostavlja da će to obaviti viši sloj ukoliko se zahtijeva jamčenje primitka podataka. Podsloj MAC prati vrijednost varijable *carrierSense* i pri slanju podataka, kako bi odgodio vlastito slanje ukoliko je medij zauzet. U svrhu odgađanja prijenosa, fizički sloj osigurava funkciju čekanja specificiranog trajanja koje je višekratnik *trajanja-bita*.

4.2. Puni dvosmjerni rad IEEE 802.3 LAN-a

Tradicionalni oblik IEEE 802.3 LAN-a je poludvosmjerni (half-duplex) koji koristi pristupni protokol CSMA/CD. Izdavanjem norme IEEE 802.3x definiran je i puni-dvosmjerni način rada IEEE 802.3 LAN-a koji zaobilazi CSMA/CD protokol. Puni-dvosmjerni rad omogućava istovremenu razmjenu podataka dviju stanica na točka-točka vezi uz nezavisne prijenosne i prijamne puteve. Na taj način združena propusnost je udvostručena. Za puni-dvosmjerni rad fizički medij mora biti u stanju istovremeno podržavati slanje i pri-



Slika 13. Kontrola pristupa mediju pri slanju podataka



Slika 14. Zadaci podsloja MAC pri prijamu okvira podataka

jam bez interferencije. U tablici 2 navedeno je koje izvedbe IEEE 802.3 LAN-a zadovoljavaju ovaj zahtjev te mogu podržavati puni dvosmjerni način rada, a koje ne. Puni dvosmjerni rad ograničen je na točka-točka veze koje povezuju točno dvije stanice. Kako u tom slučaju ne postoji nadmetanje za zajednički prijenosni medij, ne dolazi do sudara, te protokol CSMA/CD nije neophodan. Jedino ograničenje pri slanju paketa podataka je održavanje zahtijevanog *vremenskog-razmaka-između-okvira* (interframe-gap). Obje stanice moraju biti konfigurirane za puni dvosmjerni rad. Prednosti punog dvosmjernog načina rada su povećanje propusnosti, povećanje učinkovitosti uklanjanjem mogućnosti sudaranja, te dokidanje ograničenosti duljine segmenta uslijed vremenskih zahtjeva poludvosmjernog načina rada.

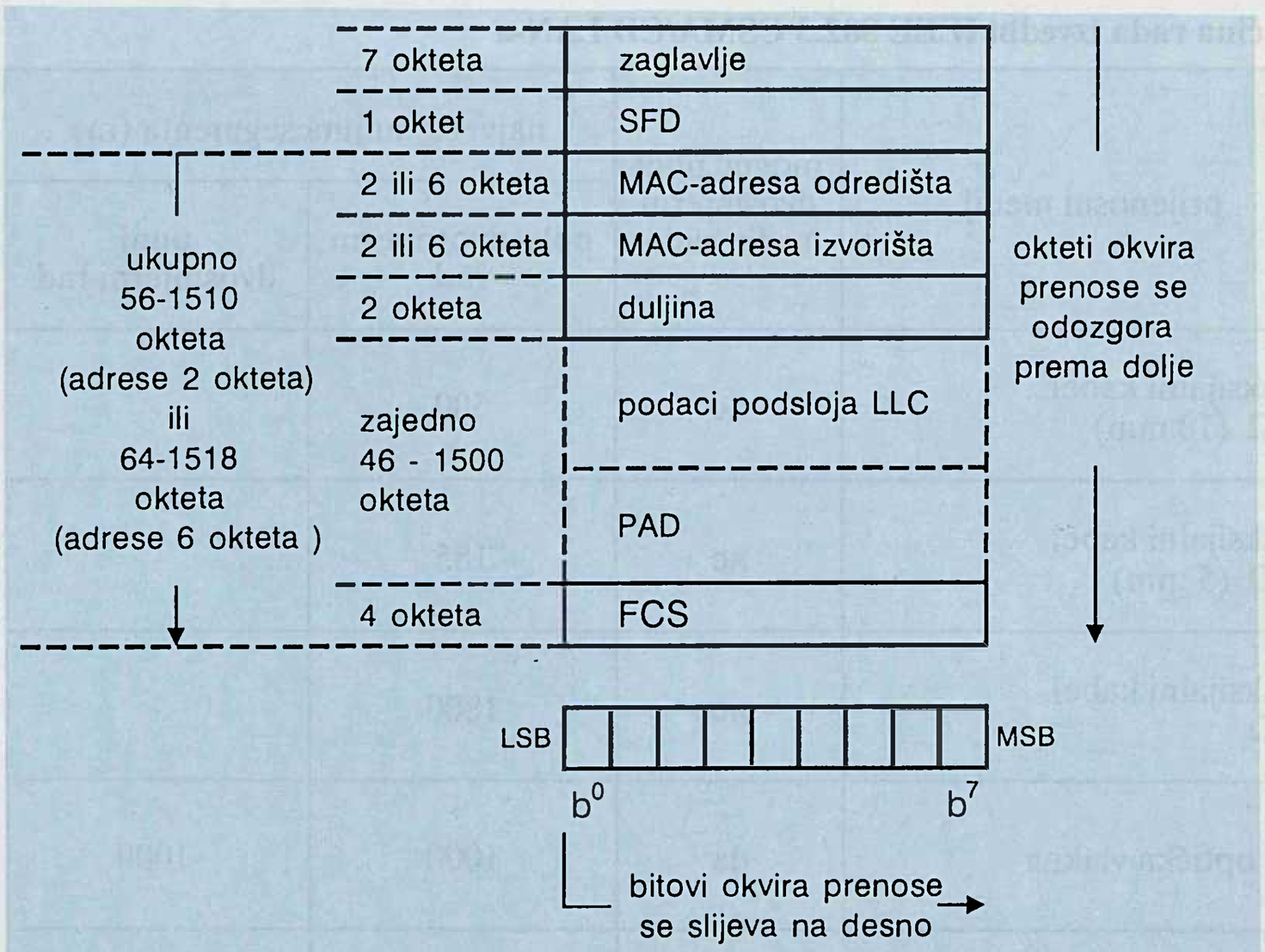
Dodatno, norma IEEE 802.3x uključuje i mogućnost kontrole toka korištenjem okvira "PAUZA". Taj okvir dozvoljava jednoj krajnjoj stanici privremeno zaustaviti sav promet stanice na drugom kraju veze (izuzetak su MAC-kontrolni okviri). Mogućnost je korisna u slučaju zagušenja, npr. kad u spremniku stanice više nema mjesta za prijam dodatnih paketa podataka. Uporaba okvira "PAUZA" je dvosmjerna, a moguće ga je koristiti i u stanju zaustavljenosti. Primitkom okvira "PAUZA", stanica zaustavlja daljnje slanje paketa podataka do proteka okvirom specificiranog vremenskog razdoblja.

5. STRUKTURA IEEE 802.3 MAC OKVIRA

Struktura IEEE 802.3 MAC-okvira prikazana je na slici 15. Polje "*zaglavlje*" sadrži niz od 56 bitova naizmjenične vrijednosti 1 i 0. Služi za sinkronizaciju prijamne stanice sa pristiglim signalom, te fizičkom sloju stanice osigurava dovoljno vremena za uočavanje prisutnosti signala na mediju, sinkronizaciju i početak primanja signala prije no što stignu adresni podaci. Polje "*oznaka početka okvira*", SFD (Start Frame Delimiter) sadrži niz 10101011 koji ukazuje na početak okvira. Adresna polja sadrže MAC-adresu stanice kojoj je okvir namijenjen, te MAC-adresu stanice koja je poslala okvir. Stanice LAN-a prepoznaju se po pripadnim MAC-adresama definirane strukture Š1Ć. Osim 48-bitnih adresa, norma Š4Ć dozvoljava i 16-bitne, s tim da u svakom trenutku duljina izvorišne i odredišne adrese treba biti jednaka za sve stanice određene lokalne mreže (za sve stanice ili 2 okteta, ili 6 okteta). Razlikujemo dvije vrste MAC-adresa; *pojedinačnu* pridruženu određenoj stanici u mreži, te *skupnu* adresu pravilom višeg sloja namijenjenu većem broju logički povezanih stanica. Poseban slučaj *skupne* adrese je *broadcast* adresa, koja se sastoji od samih jedinica, a namijenjena je svim stanicama istog IEEE 802.3 LAN-a. U polje "*duljina*" upisuje se duljina polja "podaci podsloja LLC" u oktetima (najviše 1500 dekadski). U Ethernet mrežama definiranim DIX normom, ovo polje služi za identifikaciju protokola korisnika Ethernet-a (dodijeljene vrijednosti veće su od 1500 dekadski). Polje "*podaci podsloja LLC*" sadrži korisničke podatke koji se prenose transparentno. Najveća dozvoljena duljina ovog polja je 1500 okteta. Za ispravan rad CSMA/CD protokola zahtijeva se barem određena duljina okvira (najmanja duljina okvira) zavisno o korištenom mediju, na osnovi koje se zahtijeva i određena duljina polja za podatke podsloja LLC. Ukoliko podaci koje se želi slati rezultiraju okvirom manje duljine od propisane, u okviru je potrebno i polje "*PAD*" (Padding – dodavanje) za umetanje odgovarajućeg broja dodatnih okteta proizvoljnog

Tablica 2. Mogućnost punog dvosmjernog načina rada izvedbi IEEE 802.3 CSMA/CD LAN-a

izvedba	naziv izvedbe	prijenosni medij	moguć puni dvosmjerni način rada	najveća duljina segmenta (m)	
				polu-dvosmjerni rad	puni dvosmjerni rad
10BASE5	Thick Ethernet debeli Ethernet	koaksijalni kabel 50 Ω (10 mm)	ne	500	-
10BASE2	Thin Ethernet tanki Ethernet	koaksijalni kabel 50 Ω (5 mm)	ne	185	-
10BROAD36		koaksijalni kabel 75 Ω	ne	1800	-
FOIRL	Fiber Optic Inter -Repeater Link	dva optička vlakna	da	1000	1000
1BASE5		dvije upredene parice	ne	250	-
10BASE-T		dvije upredene parice	da	100	100
10BASE-FL	Fiber Link	dva optička vlakna	da	2000	2000
10BASE-FB	Fiber Backbone	dva optička vlakna	ne	2000	-
10BASE-FP	Passive Fiber	dva optička vlakna	ne	1000	-
100BASE-TX	Fast Ethernet	2 parice kabela s upredenim paricama kategorije 5	da	100	100
100BASE-FX	Fast Ethernet	dva optička vlakna	da	412	2000
100BASE-T4	Fast Ethernet	4 parice kabela s upredenim paricama kategorije 3, 4 ili 5	ne	100	-
100BASE-T2	Fast Ethernet	2 parice kabela s upredenim paricama kategorije 3, 4 ili 5	da	100	100
1000BASE-LX	Gigabit Ethernet	laser (1300 nm) uz 62,5 µm višemodna vlakna 50 µm višemodna vlakna 10 µm jednomodna vlakna	da	316 316 316	550 550 5000
1000BASE-SX	Gigabit Ethernet	laser (850 nm) uz 62,5 µm višemodna vlakna 50 µm višemodna vlakna	da	275 316	275 550
1000BASE-CX	Gigabit Ethernet	poseban oklopljeni bakreni kabel ("twinax")	da	25	25
1000BASE-T	Gigabit Ethernet	4 parice kabela s upredenim paricama kategorije 3, 4 ili 5	da	100	100



Legenda:
FCS (Frame Check Sequence): niz za provjeru okvira
LLC (Logical Link Control): kontrola logičke veze
LSB (Least Significant Bit): najmanje značajan bit
MAC (Media Access Control): kontrola pristupa mediju
MSB (Most Significant Bit): najznačajniji bit
PAD (Padding): dodani okteti (popuna do zahtijevanog broja okteta u okviru)
SFD (Start Frame Delimiter): oznaka početka okvira

Slika 15. Struktura MAC-okvira

sadržaja. Za 10 Mb/s implementacije na koaksijalnom kabelu u osnovnom pojasu najmanja dozvoljena duljina polja "podaci podsloja LLC" i "PAD" zajedno je 46 okteta. Polje *"niz za provjeru okvira"*, FCS (Frame Check Sequence) sadrži vrijednost provjere cikličke zalihosti, CRC (cyclic redundancy check) koja se izračunava kao funkcija sadržaja okvira u dijelu od ciljne adrese do polja za dodavanje okteta, PAD, a služi za otkrivanje pogrešaka u primljenom okviru.

Na slici 15 navedene su duljine polja MAC-okvira, koje su točno određene za šest polja. Duljine polja LLC podataka i polja za dodavanje okteta moraju biti između najmanje i najveće vrijednosti određene za svaku pojedinu izvedbu CSMA/CD mehanizma pristupa mediju, a na slici su dane vrijednosti za 10 Mb/s implementacije na koaksijalnom kabelu u osnovnom pojasu. Za svaki oktet iz MAC okvira, uz izuzetak FCS-a, prvo se prenosi bit najmanje važnosti. Ukoliko se pri prijamu okvira ustanovi (slika 14) da njegova stvarna duljina i vrijednost u polju za duljinu nisu u skladu, da okvir ne sadrži cjelobrojni višekratnik okteta ili da bitovi primljenog okvira ne rezultiraju CRC-vrijednošću istovjetnoj onoj u polju FCS, okvir se proglašava neispravnim (invalid).

5.1. Proširenja strukture okvira

Razvojem normizacije sve bržih izvedbi IEEE 802.3 LAN-ova, kao i naprednijih načina segmentiranja (VLAN-ovi) definirana su proširenja strukture MAC-okvira.

- označavanje VLAN-ova (VLAN Tagging)

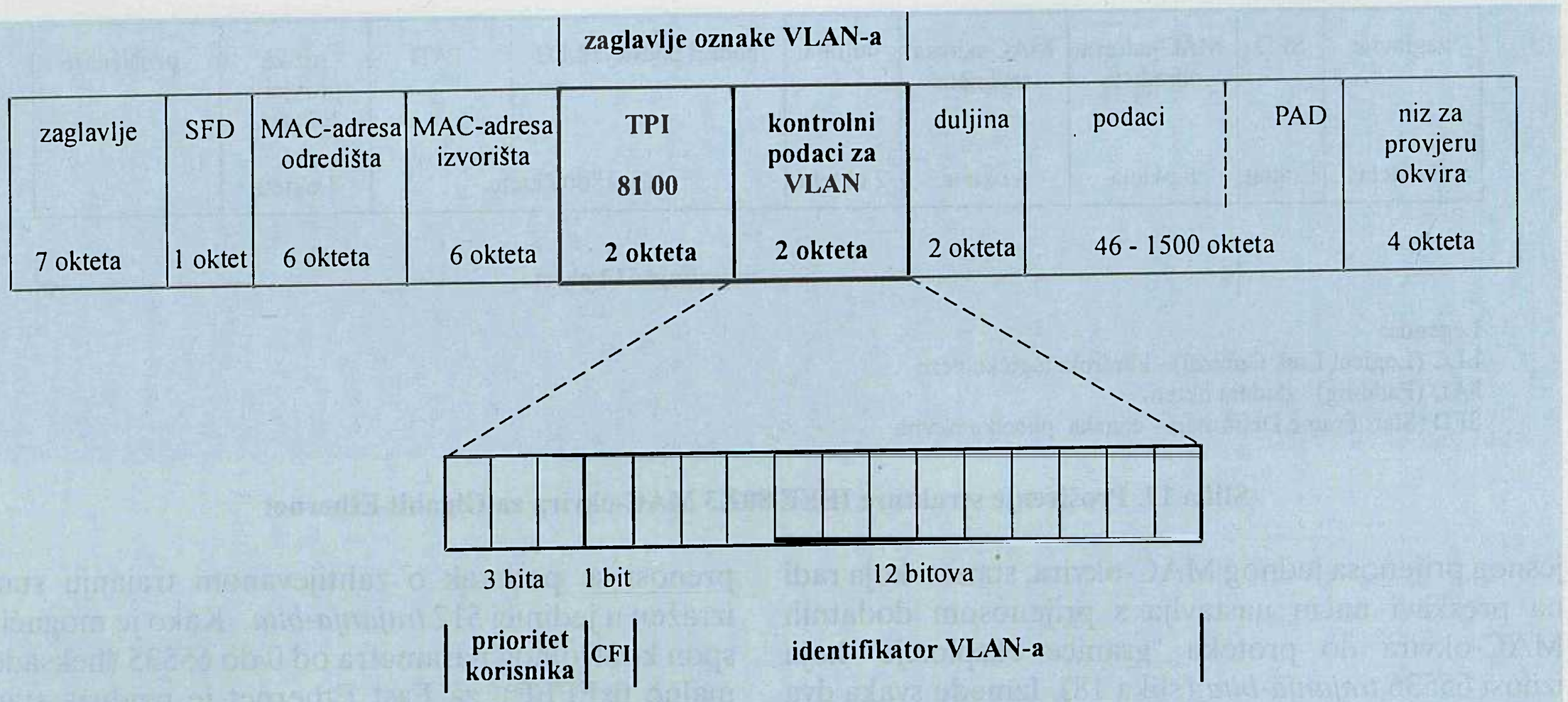
Stalnim i ubrzanim razvojem preklopnika, LAN-ovi se dijele na sve manje i manje segmente, sve do jedne MAC-stanice po segmentu. Preklapane mreže povećavaju performanse smanjujući broj MAC-stanica u domeni sudara. Međutim, odjeljivanje *broadcast* prometa ostaje na razini usmjernika. VLAN-ovi predstavljaju alternativno rješenje za logičko odjeljivanje *broadcast* domena s nizom prednosti u odnosu na korištenje samo usmjernika.

Normom 802.3ac definirano je proširenje strukture MAC-okvira potrebno radi označavanja VLAN-ova u IEEE 802.3 mreži (slika 16). Ukoliko postoji, oznaka VLAN-a nalazi se između polja za adresu izvorišta i polja za duljinu, a dugačka je 4 okteta, čime je i najveća dozvoljena duljina okvira povećana za 4 okteta. Vrijednost 0x8100 iza polja za adresu izvorišta ukazuje na prisutnost oznake VLAN-a, te 4 okteta pomaknut položaj polja "duljina". Druga dva okteta sadrže podatak o prioritetu korisnika, indikator prisutnosti polja s podacima o usmjeravanju (CFI), te oznaku VLAN-a kojem okvir pripada. Dozvoljeno je korištenje osam razina prioriteta, gdje 0 označava najniži, a 7 najviši prioritet, u skladu s budućom normom 802.1p. Ukoliko je pokazivač CFI postavljen na 1, iza polja *"duljina"* nalazi se polje *Source-Routing Information* s podacima o usmjeravanju okvira. 12 bitova za identifikator VLAN-a omogućuje razlikavanje (2^{12}-1) VLAN-ova. Vrijednost 0 ne označava VLAN, već se koristi kad je u okviru potrebna samo oznaka prioriteta korisnika.

- **polje proširenja (Extension Field)**

Pri definiranju Gigabit Ethernet-a zadržana je ista struktura i veličina IEEE 802.3 MAC-okvira, mogućnost poludvosmjernog i punog dvosmjernog rada, te način kontrole toka kao i kod 10 Mb/s i 100 Mb/s-nih izvedbi.

VLAN je grupa MAC-stanica istog IEEE 802.3 LAN-a koje tvore zasebnu logičku *broadcast* domenu. Pripadnost VLAN-u nije ograničena fizičkim smještajem MAC-stanice. Određuje se administrativno najčešće na temelju pripadnosti istoj radnoj grupi. VLAN-ovi omogućuju jednostavan, prilagodljiv i jeftiniji način mijenjanja logičkog grupiranja korisnika u današnjem promjenjivom poslovnom okruženju. Samim time administratorima mreže omogućeno je finije optimiziranje



Slika 16. Označavanje VLAN-ova u IEEE 802.3 MAC-okvirima

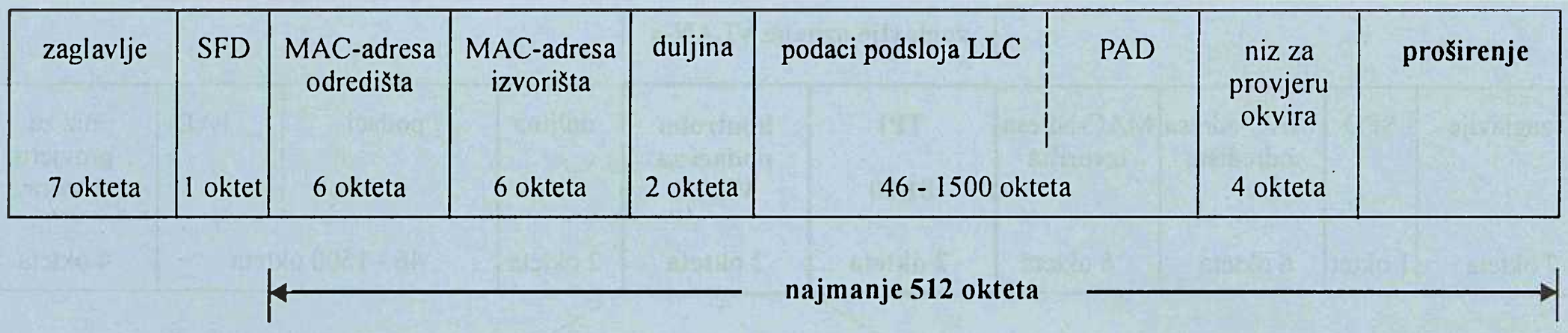
mreže. Ograničavajući *broadcast* promet na korisnike LAN-a koji pripadaju istom VLAN-u dodatno se povećavaju performanse preklapanih LAN-ova. VLAN-ovi omogućuju i poboljšanje sigurnosti mreže, budući da se korisnici s pristupom osjetljivim podacima mogu grupirati u zaseban VLAN, nezavisno o njihovoj fizičkoj lokaciji. Za komunikaciju MAC-stanica koje pripadaju različitim VLAN-ovima i dalje je potreban usmjernik. Usmjernik treba pripadati svim VLAN-ovima. Međutim, prometno opterećenje usmjernika je manje, čime se smanjuje i kašnjenje koje usmjernik unosi u mrežu. Prije donošenja IEEE norme, rješenja za formiranje VLAN-ova bila su različita kod različitih proizvođača, te su VLAN-ovi mogli biti definirani samo unutar preklopnika pojedinog proizvođača. Za spajanje VLAN-a na drugu mrežu, svaki VLAN trebao je jedan ulaz usmjernika.

Normom IEEE 802.1Q definiran je arhitekturni pristup VLAN-ovima, označavanje MAC-okvira za komunikaciju pripadnika VLAN-ova, kao i smjernice za buduću normizaciju VLAN-ova. Rezultat razvoja norme IEEE 802.1Q je mogućnost implementacije VLAN-ova korištenjem opreme različitih proizvođača, te danas svaki jači proizvođač LAN opreme uključuje podršku za VLAN-ove u rješenja za LAN preklopnike.

Za poludvosmjerni način rada Gigabit Ethernet koristi isti CSMA/CD protokol u svrhu kontrole pristupa mediju. Kako bi se zadržala duljina segmenta 100 metara, protokol CSMA/CD je prilagođen dodavanjem polja proširenja. Naime, zbog kraćeg *trajanja-bita* kod Gigabit Etherneta (1 ns) MAC-okvir najmanje dozvoljene duljine 64 okteta (od *MAC-adrese odredišta* do *niza za provjeru okvira*, uključivo) mogao bi u najgorem slučaju (slika 9) završiti prijenos prije no što bi signal sudara proputovao cijeli put natrag do početnog kraja sustava. U cilju rješenja tog problema, *vrijeme-slota* povećano je sa 64 okteta (512 bita) na 512 okteta, s tim da ograničenje veličine *polja "podaci podsloja LLC"* ostaje nepromijenjeno (0-1500 okteta); iza polja "niz za provjeru okvira" dodaje se polje "*proširenje*" (slika 17). To je polje potrebno za sve MAC-okvire čija je duljina od *MAC-adrese odredišta* do *niza-za-provjeru-okvira* manja od 512 okteta. U tom se polju ne prenose podaci podsloja LLC. Uvođenjem polja "proširenje" na kraj MAC-okvira osigurava se da je u slučaju sudara duljina okvira dovoljna za prostiranje signala sudara do svih MAC-stanica IEEE 802.3 LAN-a prije odašiljanja svih bitova okvira. Zahtijeva se samo za poludvosmjerni način rada, dok za puni dvosmjerni način, koji ne uključuje protokol CSMA/CD, nije potrebno.

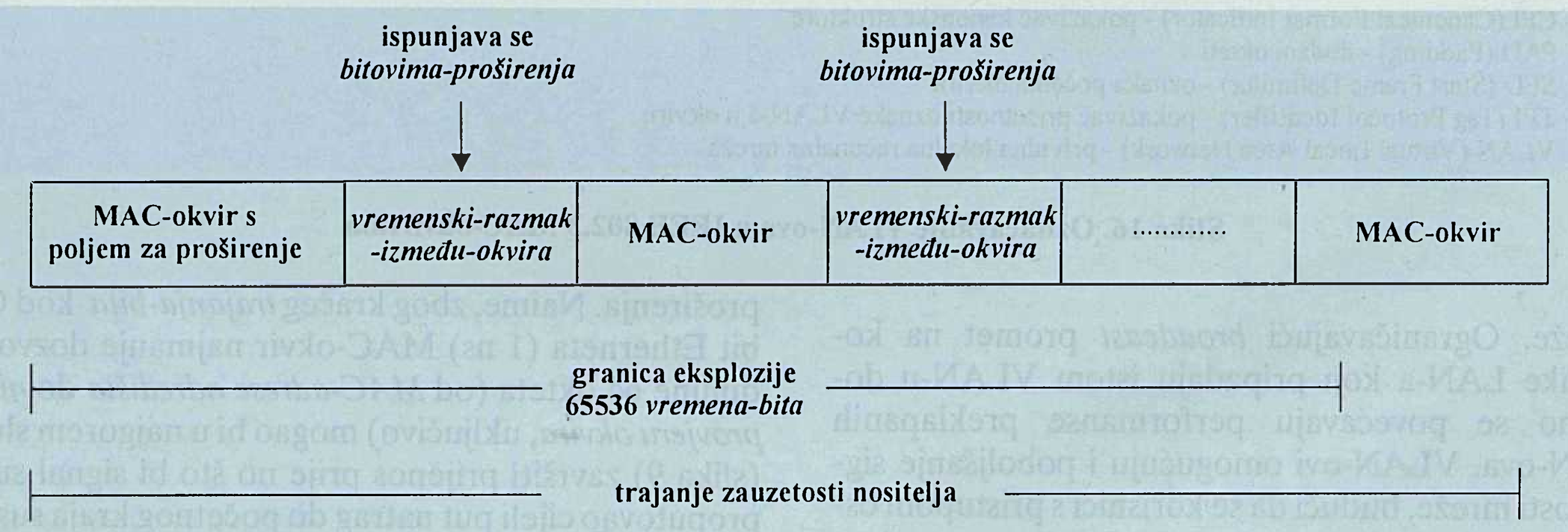
- **praskavi način prijenosa (Frame Bursting)**

Uvođenje polja "*proširenje*" na kraj MAC-okvira kod poludvosmjerne Gigabit Ethernet izvedbe kvari performanse sustava ukoliko MAC-stanice imaju malo podataka za slanje. Zbog toga je protokolu CSMA/CD dodana mogućnost preskavog načina prijenosa (burst mode), koja MAC-stanicama (prvenstveno potrebno za poslužitelje i preklopnike) omogućava slanje malih MAC-okvira u nizu bez oslobađanja prijenosnog medija. Na taj se način poboljšavaju performanse Gigabit Ethernet-a kod prijenosa kratkih okvira. Nakon usp-



Slika 17. Proširenje strukture IEEE 802.3 MAC-okvira za Gigabit Ethernet

ješnog prijenosa jednog MAC-okvira, stanica koja radi na preskavi način nastavlja s prijenosom dodatnih MAC-okvira do proteka "granice eksplozije" koja iznosi 65536 *trajanja-bita* (slika 18). Između svaka dva okvira i kod praskavog načina prijenosa postoji razmak određen *vremenskim-razmakom-između-okvira*. Međutim, umjesto da je kroz to razdoblje medij slobodan, stanica koja šalje podatke ispunjava ga *bitovima-proširenja* (extension bits). *Bitovi-proširenja* nisu podaci podsloja LLC, služe za održavanje nositelja aktivnim, a primatelj ih jednostavno razlikuje od bitova podataka. Prvi okvir kod praskavog načina prenosi se uobičajeno, a uključuje "*polje proširenja*". Daljnji okviri ne zahtijevaju polje za proširenje. Ukoliko dođe do sudara, isti utječe samo na prvi okvir za koji se zahtijeva ponovni prijenos.



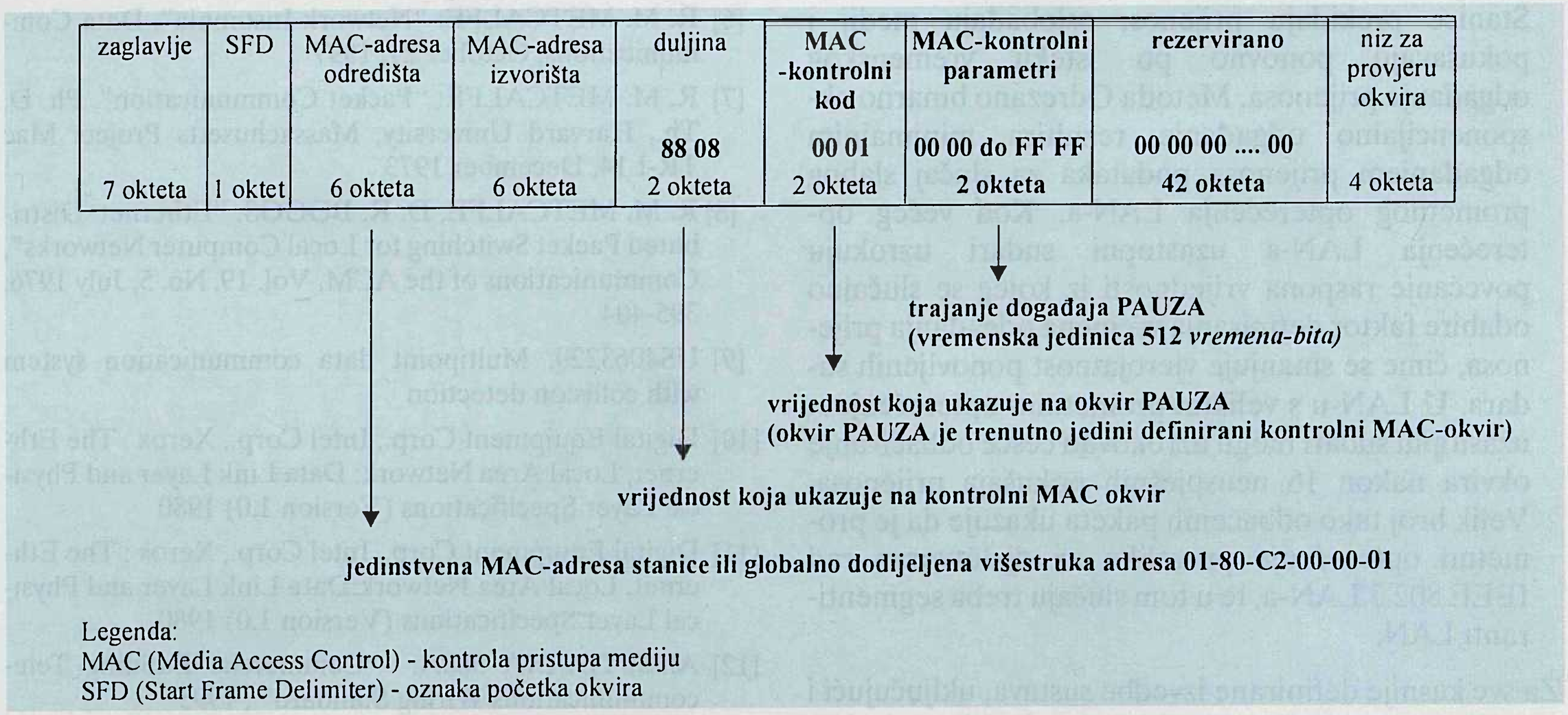
Slika 18. Eksplozivni način rada IEEE 802.3 Gigabit Ethernet-a

• kontrolni okvir "PAUZA"

Puni dvosmjerni način rada uključuje i mogućnost kontrole toka korištenjem kontrolnog okvira "PAUZA". Kontrolni MAC-okviri razlikuju se od ostalih MAC-okvira po vrijednosti 0x8808 u polju "*duljina*". Struktura okvira "PAUZA" odgovara strukturi standardnog IEEE 802.3 MAC-okvira s tim da su za polje "*podaci podsloja LLC*" definirana podpolja, kao što je prikazano na slici 19. U polju "*MAC-kontrolni-parametar*" prenosi se podatak o zahtijevanom trajanju stanke izražen u jedinici 512 *trajanja-bita*. Kako je mogući raspon kontrolnog parametra od 0 do 65535 (heksadecimalno 0xFFFF), za Fast Ethernet je najduža stanka koju se može zahtijevati od MAC-stanice 335,54 ms (65535*512*10 ns). Ukoliko stigne dodatni okvir "PAUZA" prije no što istekne vrijeme prijašnjeg, vrijednost kontrolnog parametra novog okvira zamijenjuje prijašnju. Na taj je način okvirom "PAUZA" s vrijednošću kontrolnog parametra nula moguće trenutno obnoviti promet na mreži. Rezervirano 42-oktetno polje (prenosi same nule) potrebno je radi zadovoljenja uvjeta minimalne duljine IEEE 802.3 paketa.

6. KRATICE

ARPA	Advanced Research Project Agency	Agencije za napredne istraživačke projekte
CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection	višestruki pristup s osluškivanjem nositelja i otkrivanjem sudara



Slika 19. Struktura MAC-okvira pri prijenosu kontrolnog okvira "PAUZA"

DARPA	Defence Advanced Research Project Agency	Agencija za napredne obrambene istraživačke projekte
DIX	DEC, Intel and Xerox	DEC, Intel i Xerox
FOIRL	Fiber Optic Inter-Repeater Link	veza dvaju prijenosnika izvedena optičkim vlaknima
IEC	International Electrotechnical Commission	Međunarodno povjerenstvo za elektrotehniku
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	Institut inženjera elektrotehnike i elektronike
ISO	International Organization for Standardization	Međunarodna organizacija za normizaciju
LAN	Local Area Network	lokalna računalna mreža
LLC	Logical Link Control	kontrola logičke veze
LSAP	Link Service Access Point	točka pristupa usluzi veze
MAC	Media Access Control	kontrola pristupa mediju
OSI RM	Open Systems Interconnection Reference Model	referentni model za povezivanje otvorenih sustava
PARC	Palo Arto Research Center	istraživački centar Palo Arto
SNAP	Sub-Network Access Protocol	podmrežni pristupni protokol
VLAN	Virtual Local Area Network	prividna lokalna računalna mreža

7. ZAKLJUČAK

IEEE 802.3/Ethernet najpopularnija je od mrežnih tehnologija koje se danas koriste. Može se reći da je sveprisutna, počevši od ogromnog broja instaliranih IEEE 802.3 LAN-ova do činjenice da su svi popularniji operacijski sustavi, aplikacije, kao i protokolni složajevi viših slojeva (TCP/IP, IPX, DECnet,...) IEEE 802.3-kompatibilni.

Razlozi takve uspješnosti IEEE 802.3 tehnologije leže kako u rješenjima spoja podatkovne veze, tako i u rješenjima fizičkog sloja OSI RM-a. Kako je predmet prvog dijela serije sloj podatkovne veze, tj. njegov podsloj Kontrola pristupa mediju, ovdje ćemo se zadržati na uspješnosti njegovog rješenja u normi IEEE 802.3.

Protokol CSMA/CD je veoma jednostavan. Podloga mu je komutiranje *broadcast* paketa koje rezultira velikom fleksibilnošću u međusobnom povezivanju stanica.

Minimalnim udjelom zajedničkih komponenata komunikacijskog sustava postignuta je visoka razina pouzdanosti, toliko potrebna za uspješnost poslovanja današnjih tvrtki; inteligencija potrebna za komutiranje paketa sadržana je u samim računalnim uređajima, a zajednički komunikacijski medij je pasivan.

Djelotvornost korištenja zajedničkog medija može se raščlaniti na dvije stavke:

- mehanizam pregovaranja o zaposjedanju medija ujedno je i pokušaj slanja podataka. Prema tome, u slučaju malog prometnog opterećenja nema gubitka vremena na pregovaranje o zaposjedanju medija, te tada IEEE 802.3 LAN osigurava izuzetno malo kašnjenje u pristupu mediju.
- ukoliko više stanica pregovara o zaposjedanju medija (tj. dolazi do sudara), razrješenje je veoma brzo.

Stanice prekidaju prijenos, oslobađaju medij i pokušavaju ponovno po isteku vremenskog odgađanja prijenosa. Metoda Odrezano binarno eksponencijalno odgađanje rezultira minimalnim odgađanjem prijenosa podataka za slučaj slabog prometnog opterećenja LAN-a. Kod većeg opterećenja LAN-a uzastopni sudari uzrokuju povećanje raspona vrijednosti iz kojeg se slučajno odabire faktor definiranja vremena odgađanja prijenosa, čime se smanjuje vjerojatnost ponovljenih sudara. U LAN-u s velikim prometnim opterećenjem uzastopni sudari mogu uzrokovati češće odbacivanje okvira nakon 16 neuspješnih pokušaja prijenosa. Velik broj tako odbačenih paketa ukazuje da je prometno opterećenje preveliko za djelotvoran rad IEEE 802.3 LAN-a, te u tom slučaju treba segmentiranti LAN.

Za sve kasnije definirane izvedbe sustava, uključujući i Fast Ethernet, te Gigabit Ethernet, zadržana je ista metoda kontrole pristupa mediju, te IEEE 802.3 uistinu predstavlja skalabilno rješenje. Pri tom su definirane nadopune potrebne za podržavanje prividnih LAN-ova, kontrole toka i prioriteta korisnika.

Za izrazito zahtjevne aplikacije, definiran je i puni dvosmjerni način rada, kojim se segmentu (koji može biti i samo jedan računalni uređaj) osigurava puna propusnost IEEE 802.3 izvedbe LAN-a.

LITERATURA

[1] IEEE 802-1990, IEEE Standards for Local and Metropolitan Area Networks: Overview and Architecture

[2] IEEE Standards Catalog: IEEE 802 Standards List (http://standards.ieee.org /olis/lanman.html)

[3] ISO/IEC 8802-3: 1996 [ANSI/IEEE Std 802.3, 1996] Information technology--Telecommunications and information exchange between systems--Local and metropolitan area networks--Specific requirements Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications.

[4] P. BARAN: "On Distributed Communications Networks", IEEE Transactions on Communication Systems, Vol CS-12 (1), pp. 1-9, March 1964.

[5] N. ABRAHAMSON: "The ALOHA System – Another Alternative for Computer Communications", AFIPS Conference Proceedings, 1970 Fall Joint Computer Conference, Vol. 37, pp. 281-285

[6] R. M. METCALFE: "Network Insomnia", Data Communications, October 21, 1997

[7] R. M. METCALFE: "Packet Communication", Ph. D. Th., Harvard University, Massachusetts Project Mac TR-I 14, December 1973

[8] R. M. METCALFE, D. R. BOGGS: "Ethernet: Distributed Packet Switching for Local Computer Networks", Communications of the ACM, Vol. 19, No. 5, July 1976, 395-404

[9] US4063220: Multipoint data communication system with collision detection

[10] Digital Equipment Corp., Intel Corp., Xerox : The Ethernet, Local Area Network: Data Link Layer and Physical Layer Specifications (Version 1.0) 1980

[11] Digital Equipment Corp., Intel Corp., Xerox : The Ethernet, Local Area Network:Data Link Layer and Physical Layer Specifications (Version 1.0) 1980

[12] ANSI/TIA/EIA 568A: "Commercial Building Telecommunications Wiring Standard" , 1995

[13] ISO/IEC 11801:1995, Information technology – Generic cabling for customer premises.

[14] ISO/IEC 7498-1:1994, Information technology -- Open Systems Interconnection -- Basic Reference Model: The Basic Model

[15] ISO/IEC 8802-2:1998 [ANSI/IEEE Std 802.2, 1998], Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 2: Logical link control

[16] S. JAVORNIK VONČINA: "Pregled IEEE-ovih normi za lokalne i gradske računalne mreže", Energija 6/1999.

Naslov pisca:

Mr. sc. Suzana Javornik Vončina, dipl. ing.
Hrvatska elektroprivreda
Sektor za poslovnu informatiku
Ulica grada Vukovara 37
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2000-04-04

40-GODIŠNJICA POČETKA RADOVA NA GRADNJI DALEKOVODA 220 kV SPLIT - ZAGREB

U svibnju, ove 2000. godine, upravo se navršava 40 godina od početka terenskih radova na gradnji dalekovoda 220 kV Split - Zagreb (HE Zakučac - Brinje 236 km, Brinje -TS Mraclin 118 km). Ovaj je dalekovod vrlo značajan u razvojnom tijeku hrvatske elektroprivrede, pa nije na odmet prisjetiti se tog, danas već povijesnog pothvata. Povezivanje elektroenergetskog sustava sjeverne Hrvatske sa tada već prilično razvijenim elektroenergetskim sustavom Dalmacije svakako je bio značajan korak u stvaranju jedinstvenog hrvatskog elektroenergetskog sustava, a cijeli pothvat nije bio niti bez političkih konotacija. Premda je ova veza elektroprivredno-tehničkog značaja ipak se javlja pomisao na nekadašnju političku težnju o ujedinjenju Dalmacije s tadašnjom banskom Hrvatskom, za koju su se borile generacije Hrvata.

Veliki manjkovi električne energije pedesetih i šezdesetih godina na sjeverozapadu zemlje i mogućnost izvoza prema Italiji i Austriji ukazivali su na potrebu izgradnje dvostrukog voda 220 kV. Međutim, već kod izrade investicijskog programa pokazalo se, da kod viših organa vlasti, vlada mišljenje, da se mogućnost izvoza ne uzima u obzir ni u najmanjoj mjeri, već vod treba graditi kao jednu od veza Dalmacije i zapadne Hrvatske.

Svakako treba spomenuti da je za vezu Split - Zagreb predlagano više varijanti, a tri su ušle u uži izbor.

Hrvatska se elektroprivreda uvijek zalagala za tzv. ličku varijantu HE Zakučac - Brinje (Senj) - TS Mraclin i sve su predradnje vršene u tom smjeru. Prema drugoj bi varijanti trasa išla preko Bosne i Hercegovine (HE Zakučac - Mostar - Kakanj - Jajce - TS Mraclin), nazvana vrbaska trasa. Ta je trasa najdulja, predstavlja najdulji put energije iz Dalmacije, ali već ima tada izgrađene neke dionice.

Najkraća bi svakako bila trasa u trećoj varijanti, koja bi se u svom početnom dijelu poklopila s ličkom trasom, a zatim dolinom Une krenula prema Zagrebu (unska trasa). No, niti jedna od predloženih varijanti osim ličke, ne obuhvaća priključak HE Senj, koja je tada bila u gradnji, za koji bi trebalo, prema sjeveru, graditi poseban dalekovod. Sumirajući sve prednosti i mane predloženih smjerova, konačno je u srpnju 1959. godine, na reviziji investicijskog programa, u Zajednici jugoslavenske elektroprivrede u Beogradu, nakon velike diskusije, prihvaćena lička varijanta za koju se borila delegacija hrvatske elektroprivrede. Zaključeno je, da se projektira jednostruki vod 220 kV s vodičima 3x360/57 Ač na dionici HE Zakučac - Brinje, a na dionici Brinje - TS Mraclin zbog opterećenja iz HE Senj, jednostruki vod s vodičima u snopu 3x2x240/40 Ač.

Već se početkom pedesetih godina uvidjelo da će trebati prijeći na viši prijenosni napon iznad 110 kV, pa je prihvaćen, kao standardni napon 220 kV. Tada su na snazi bili "Privremeni propisi za projektiranje i gradnju dalekovoda do 110 kV" iz 1949. godine.

U tim propisima, kako im i samo ime kaže, nije obuhvaćen napon od 220 kV, pa je Stručni savjet elektroprivrede NRH izmijenio i nadopunio 1952. spomenute važeće propise prema njemačkim VDE propisima. Novi naši propisi koji su obuhvatili i napon 220 kV izašli su tek 1960. godine, dakle početkom gradnje dalekovoda Split - Zagreb.

Ovaj dalekovod, ukupne duljine 354 km prolazi područjima najrazličitijih klimatskih utjecaja, prije svega u pogledu vjetra i zaleđivanja. To je tražilo svestrana i što iscrpnija meteorološka istraživanja elektroprivrednih i meteoroloških stručnjaka. Samo solidnim zajedničkim radom mogli su se dobiti podaci na temelju kojih se mogao projektirati dovoljno siguran dalekovod uz nepretjerane investicije.

Uz već postojeće anemografe Hidrometeorološkog zavoda, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske nabavila je još nekoliko takvih instrumenata, pa je time znatno proširena mreža stanica za mjerenje brzine vjetra. Osim toga, improvizirane su i stanice za prikupljanje podataka o veličini leda, koje međutim, zbog oskudne opreme, nisu mogle dati zadovoljavajuće rezultate. Stoga je bilo potrebno prikupljati podatke o ledu i na linijama elektroveza, koji su se bazirali na višegodišnjim iskustvima. Na temelju dobivenih podataka razdijeljena je trasa na nekoliko zona vjetra i nekoliko zona dodatnog tereta od leda. Iako su sve predradnje bile solidno i opsežno provedene, ipak je ostala izvjesna sumnja u to kako će se dalekovod ponašati na naročito kritičnim mjestima trase. U takva se mjesta ubrajaju Klis i Zrmanja zbog vrlo jakih vjetrova i Kapela poznata zbog pojave jakog zaleđivanja. Svakako bi najrealnije podatke dao ispitni vod, sličan projektiranom, na najugroženijem mjestu. Ova je zamisao prihvaćena od ZEPH-e, investitora voda.

Lokacija ispitnog voda, kao dionice budućeg prijenosnog voda, odabrana je na Zrmanji koja je ocijenjena kao najgore područje zbog mjera i jakosti vjetra.

Ispitni je vod, duljine 998 m, na 5 otpora, izgrađen koncem godine 1958., a uz vod izgrađena je kućica za smještaj ekipa koje su obavljale promatranja. Po dva čovjeka smjenjivala su se svakih 15 dana. Mjerenje i promatranja obavljena su tijekom dvije ispitne sezone i to početkom godine 1959. (siječanj - travanj) i 1959/60. (studeni - ožujak). U proljeće 1961. ispitna je dionica uklopljena u dalekovod Split - Zagreb. Šteta je da ovaj prvi pokusni vod nije ostao dalje u uporabi, jer bi se time dobili kvalitetniji rezultati korisni za daljnje gradnje. Ukratko se može reći da su za malo koji vod učinjene tako solidne pripreme kao za dalekovod Split - Zagreb.

Da sve ove pripreme nisu bile uzaludne pokazao je četrdesetgodišnji pogon. Dakle za dalekovod, kao dugački građevinski objekt neobično su važni meteorološki podaci i solidno proučavanje mikroklime na prolazu trase.

Gradnju i montažu voda izvodilo je poduzeće Dalekovod iz Zagreba. Čelične je stupove izgrađivalo poduzeće Energoinvest iz Sarajeva i radionica metalnih konstrukcija Dalekovoda uz pomoć poduzeća Ante Jonić iz Splita. Iz uvoza je nabavljeno čelično uže i ovjesni materijal. Prvi su put kod nas upotrijebljeni stakleni izolatori uvezeni iz Francuske.

Na gradilištu je korištena moderna mehanizacija, koja je znatno ubrzala rad osobito na teškim terenima. Dalekovod s vodičima u snopu prvi je put kod nas građen na dionici Brinje - TS Mraclin, što je tražilo posebnu mehanizaciju i skupljanje iskustva.

Radovi na dalekovodu završeni su krajem godine 1961. Dalekovod je tada ušao u pogon pod naponom 110 kV s provizornim priključkom u HE Zakučac i TS Mraclin, kako bi mogao prenositi energiju prvog agregata HE Zakučac, u pogonu od rujna 1961. Ulaskom u pogon drugog agregata, početkom 1962., dalekovod je prebačen na 220 kV.

Boris Markovčić, dipl. ing.

UZ DESETGODIŠNJICU HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE

Godine 1990. ustanovljeno je nekoliko javnih poduzeća u državnom vlasništvu, među kojima je i Hrvatska elektroprivreda - HEP. Pravni je sljednik eletroprivrednih organizacija u Hrvatskoj koje su nastale još 1945. godine i poslovale pod različitim nazivima (Ministarstvo elektroprivrede, Udružena elektroprivreda, Poslovno udruženje elektroprivrede, Zajednica elektroprivrednih organizacija - ZEOH). HEP je jedinstveno poduzeće organizirano na funkcionalno-teritorijalnom principu.

Sve svoje aktivnosti HEP obavlja temeljem Zakona o elektroprivredi, odlukama i propisima Vlade Republike Hrvatske.

Od 21. prosinca 1994. godine HEP je dioničko društvo, čiji je jedini i isključivi vlasnik Republika Hrvatska. Od 10. srpnja poslovanje HEP-a usklađeno je sa Zakonom o trgovačkim društvima.

U budućnosti HEP očekuje postupna promjena vlasničke strukture. Prema Zakonu o elektroprivredi Vlada donosi odluku o prodaji 25 % vrijednosti društva, dok o preostalih 75 % odlučuje Sabor.

Knjigovodstvena vrijednost kapitala Društva na području Republike Hrvatske krajem 1994. godine iznosila je oko 19,6 milijardi kuna, odnosno oko 5,8 milijardi njemačkih maraka, a krajem 1999. godine oko 19,8 milijardi kuna ili oko 5 milijardi njemačkih maraka.

U 1990. godini ukupna potrošnja električne energije iznosila je 14.749 GWh, što je podmireno proizvodnjom u Hrvatskoj u iznosu od 9.870 GWh, iz elektrana izvan Hrvatske (3.310 GWh) te uvozom u iznosu od 1.569 GWh.

Ukupna potrošnja električne energije u 1999. godini iznosila je 13.675 GWh. Iz domaćih izvora osigurano je 11.299 GWh, a ostatak od 2.376 GWh je osiguran uvozom.

U proteklih deset godina zbilo se niz događaja. Prilika je podsjetiti se na njih.

- 1990. Osnovano Javno poduzeće Hrvatska elektroprivreda - HEP za proizvodnju, prijenos i distribuciju električne energije i upravljanje elektroenergetskim sustavom.

- 1991. Rat je. Od rujna 1990. godine elektroenergetski sustav je razbijen na dva dijela.

  HEP prekida odnose sa Zajednicom jugoslavenske elektroprivrede (JUGEL).

  HEP je primljen za stalnog člana UCPTE-a i SUDEL-a.

- 1992. Vrijeme je intenzivne obnove ratom razorenih elektroenergetskih postrojenja.

  Osniva se Hrvatski komitet CIGRE.

  Pušten je u pogon 400 kV dalekovod Tumbri - Meline, dug 128 km.

- 1993. Početak obnove minirane brane Peruča.

  U Dalmaciji su problemi s opskrbom električnom energijom. Instaliranje dizel i plinskih elektrana.

- 1994. Puštena je u pogon nulta faza otočne veze - 110 kV kabelsko-zračni vod od trafostanice Melina preko otoka Krka, Raba i Paga do trafostanice Nin i Zadar.

  Javno poduzeće Hrvatska elektroprivreda je preoblikovana u dioničko društvo 21. prosinca.

- 1995. Sanacija i dogradnja brane Peruča završena je do kraja godine.

  Krajem prosinca DV 400 kV Melina - Obrovac -Konjsko popravljen je i ponovno pušten u pogon nakon četiri godine. Time je elektroenergetski sustav Hrvatske postao jedinstvena cjelina.

  U srpnju HEP d.d. je registriran sukladno Zakonu o trgovačkim društvima.

  Obilježena stogodišnjica elektroprivrede.

- 1996. S kompanijom RWE Energie iz Essena osnovana zajednička kompanija TE Plomin d.o.o. s ravnopravnim vlasničkim udjelima.

  Potpisan je ugovor s mađarskom elektroprivrednom kompanijom MVM Rt. o izgradnji DV 400 kV Žerjavivec - Heviz.

  Predstavljena je Izjava o temeljnim načelima zaštite okoliša.

  HEP je pokrenuo postupak za rezervaciju prostora za buduće elektroprivredne objekte.

- 1997. Uključeno je Podunavlje u elektroenergetski sustav.

  HEP je dobio međunarodni investicijski rejting.

  HEP je dobio međunarodni kredit u iznosu ood 120 milijuna njemačkih maraka.

- 1998. Na hrvatskoj 130 km dionici dvostrukog DV 400 kV Žerjavinec -Heviz započeli su radovi.

  Puštena u pogon plinska elektrana (2x26 MW) na lokaciji El-To Zagreb.

  Po principu "ključ u ruke" ugovorena izgradnja novog kombi bloka snage 200 MW na lokacijiTe-TO s kompanijom Parson Power Group.

  Agencija Standard &Poor's potvrdila kreditni rejting HEP-a.

- 1999. DV 400 kV Žerjavinec - Heviz pušten je u pogon.

  dovršena izgradnja TE Plomin 2.

  S američkom kompanijom Enron potpisan ugovor o izgradnji novog plinskog bloka u PTE Jertovec.

SBK

NOVA UPRAVA HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE d.d.

Nadzorni odbor Hrvatske elektroprivrede imenovao je novu Upravu društva od prvog ožujka za slijedeće četiri godine. Novu Upravu društva čine:

- Ivo Čović, dipl. ing. , predsjednik Uprave
- Mr. sc. Ivica Toljan, dipl. ing., član Uprave za prijenos i direktor Direkcije za prijenos
- Mato Pažić, dipl. ing., član Uprave za proizvodnju i direktor Direkcije za proizvodnju
- Šime Balabanić, dipl. ing., član Uprave za distribuciju i direktor Direkcije za distribuciju
- Darko Belić, dipl. oec., član Uprave za ekonomsko-financijske poslove i direktor Direkcije za ekonomske poslove.

Ostali članovi:

- Marija Modrić, dipl. iur., predstojnica Ureda Uprave
- Ante Crnić, dipl. iur., direktor Direkcije za pravne, kadrovske i opće poslove
- Jakov Sinovčić, dipl. ing. , direktor Sektora za vođenje i gospodarenje elektroenergetskim sustavom
- Ante Jelčić, dipl. ing., direktor Sektora za razvoj
- Branimir Delić, dipl. ing., direktor Sektora za poslovnu informatiku
- Stanko Tokić, dipl. oec., direktor Sektora za internu reviziju i kontrolu.

SBK

SKUPŠTINA DRUŠTVA IMENOVALA NOVI NADZORNI ODBOR

Krajem svibnja održana je sjednica Skupštine Hrvatske elektroprivrede d.d. pod predsjedanjem predsjednika Goranka Fižulića. Na sjednici je donesena odluka o smanjenju broja članova Nadzornog s dosadašnjih devet na sedam, a imenovan je novi Nadzorni odbor Društva za razdoblje od četiri godine. Članovi Nadzornog odbora su:

- Dr. sc. Goran Granić, zamjenik predsjednika Vlade
- Dr. sc. Mato Crkvenac, ministar financija
- Željko Pecek, ministar obrta, malog i srednjeg poduzetništva
- Roman Nota, pomoćnik ministra gospodarstva
- Doc. dr. sc. Enco Tireli, docent na Pomorskom fakultetu u Rijeci
- Mr. sc. Mladen Zeljko iz Energetskog instituta "Hrvoje Požar"
- Dr. sc. Luciano Delbianco.

Istog dana, na konstituirajućoj sjednici novog Nadzornog odbora za predsjednika je izabran dr. sc. Goran Granić, a za zamjenika predsjednika dr. sc. Enco Tireli.

Osim toga Nadzorni odbor je prihvatio i Poslovnik o radu Nadzornog odbora te Program rada Uprave.

SBK

PRAVILNIK O IZMJENI PRAVILNIKA O OBRAČUNU I PLAĆANJU NAKNADE ZA KORIŠTENJE VODA

Ovim Pravilnikom mijenja se članak 3, stavak 2 iz Pravilnika objavljenog u Narodnim novinama broj 94/98 i 108/98.

Novi tekst članka3 stavka 2 glasi:

"Naknada koju plaćaju obveznici iz članka 2, točke 5, ovog Pravilnika određuju se prema izrazu:

$$N = N_0 \times V_2 \times k_1 \times k_r$$

u kojem su:

N = ukupan iznos naknade

N_0 = visina naknade - tarifa

V_2 = količina korištene vode izražena kroz obujam bazena ribogojilišta u m^3

k_1 = korekcijski faktor za vrstu vode

k_r = korekcijski fkoeficijent godišnjeg povećanja ukupnog iznosa naknade, koji iznosi za

- 2000. i 2001. godinu 0,01
- 2002. godinu0,02
- 2003. godinu0,03
- 2004. godinu0,04
- 2005. i daljnje godine 0,05."

Ova izmjena objavljena je u Narodnim novinama broj 48 od 11. svibnja 2000. godine i od tada se primjenjuje.

SBK

UREDBA O UNUTARNJEM USTROJSTVU DRŽAVNOG ZAVODA ZA NORMIZACIJU I MJERITELJSTVO

U Narodnim novinama broj 48 od 11. svibnja ove godine objavljena je Uredba o unutarnjem ustrojstvu Državnog zavoda za normizaciju i mjeriteljstvo (DZNM). Uredbom se određuje unutarnje ustrojstvo DZNM-a, nazivi jedinica, poslovi i zadaci koje one obavljaju, način upravljanja tim jedinicama te okvirni broj službenika i namještenika u DZNM-u.

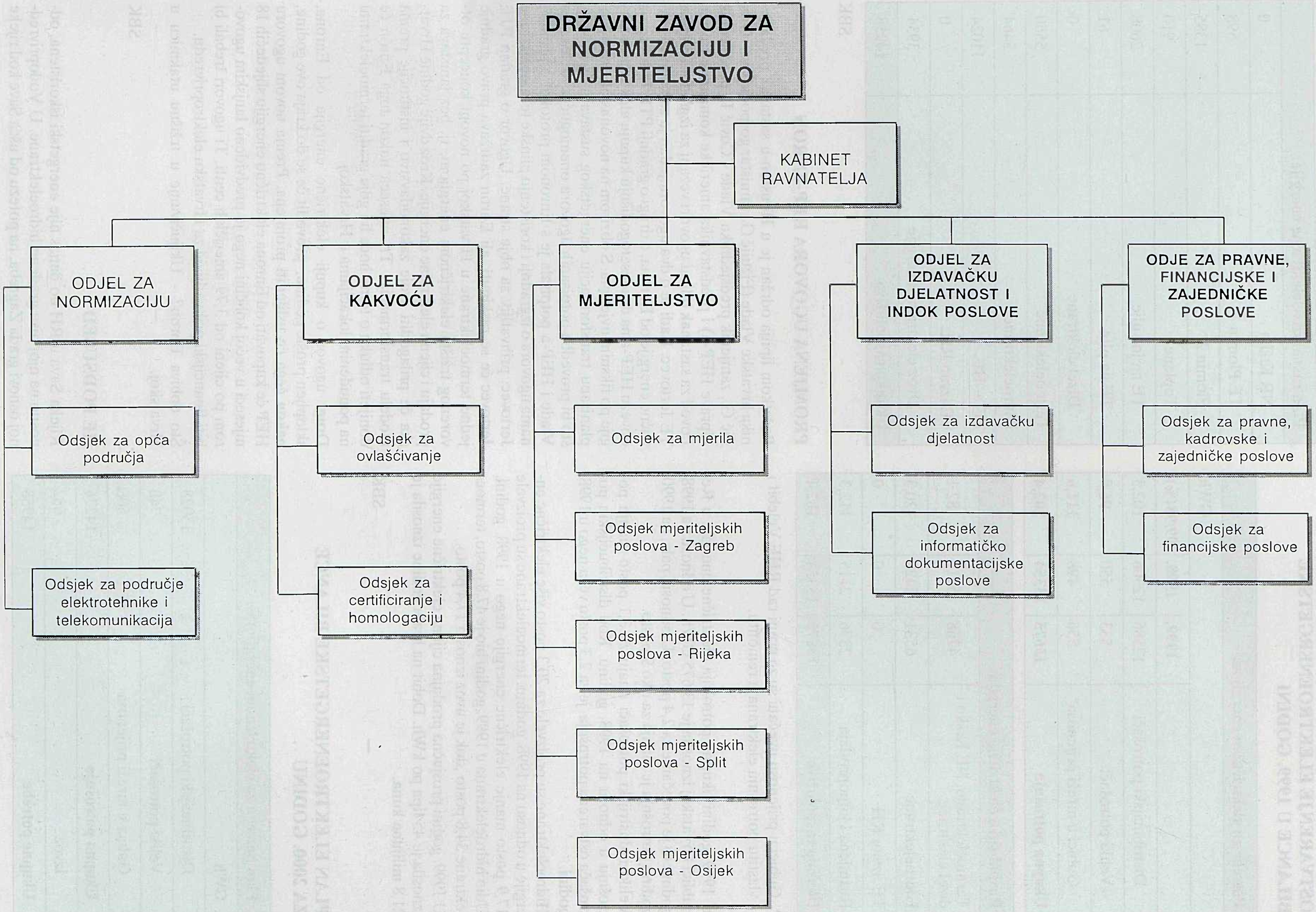
Ustrojstvo DZNM prikazano je u organizacijskoj shemi.

Zavod se sastoji od 5 odjela s odsjecima, te kabineta ravnatelja. Zavodom upravlja ravnatelj, radom odjela načelnici, odsjeka donačelnici, područnih odjela pročelnici. Kabinet obavlja administrativne i stručne poslove za službene potrebe ravnatelja i njegovog zamjenika. Kabinetom upravlja tajnik Kabineta po položaju donačelnik odsjeka.

Ravnatelj je dužan u roku od 30 dana od dana stupanja na snagu ove Uredbe, donijeti Pravilnik o unutarnjem redu Zavoda.

Stupanjem na snagu ove Uredbe prestaje vrijediti Uredba o unutarnjem ustrojstvu Državnog zavoda za normizaciju i mjeriteljstvo, klasa:623-03/95-01/22, urbroj:5030116-96-2, od 6. lipnja 1996.

SBK


DRŽAVNI ZAVOD ZA NORMIZACIJU I MJERITELJSTVO
KABINET RAVNATELJA
ODJEL ZA NORMIZACIJU
Odsjek za opća područja
Odsjek za područje elektrotehnike i telekomunikacija
ODJEL ZA KAKVOĆU
Odsjek za ovlašćivanje
Odsjek za certificiranje i homologaciju
ODJEL ZA MJERITELJSTVO
Odsjek za mjerila
Odsjek mjeriteljskih poslova - Zagreb
Odsjek mjeriteljskih poslova - Rijeka
Odsjek mjeriteljskih poslova - Split
Odsjek mjeriteljskih poslova - Osijek
ODJEL ZA IZDAVAČKU DJELATNOST I INDOK POSLOVE
Odsjek za izdavačku djelatnost
Odsjek za informatičko dokumentacijske poslove
ODJE ZA PRAVNE, FINANCIJSKE I ZAJEDNIČKE POSLOVE
Odsjek za pravne, kadrovske i zajedničke poslove
Odsjek za financijske poslove

OSTVARENJE ELEKTROENERGETSKE BILANCE U 1999. GODINI

Potrebe za električnom energijom			
			GWh
	1999.	1998.	99/98(%)
Distribucijski potrošači	12586	12306	102,3
Veliki potrošači	533	550	96,9
Gubici u mreži prijenosa*	556	498	111,6
Ukupna potrošnja	**13675**	**13354**	**102,4**

Raspoloživa električna energija			
Termoelektrane, NE Krško i dizel elektrane	4768	5811	82,1
Hidroelektrane	6531	5428	120,3
TE izvan RH	0	0	0
Razmjena i kupoprodaja	2376	2115	112,3
Ukupno raspoloživo	**13675**	**13354**	**102,4**

* Gubici u prijenosu uvećani su za crpni rad RHE Velebit i vlastitu potrošnju elektrana u remontu.

U 1999. godini ukupna potrošnja električne energije u Republici Hrvatskoj iznosila je 13.675 GWh. U odnosu na 1998. godinu to je povećanje za 2,4 posto. U odnosu, pak , na 1990. godinu potrošnja je manja za oko 9 posto.

Veliki industrijski potrošači imaju za 3,1 posto manju potrošnju u odnosu na 1998. godinu. Kod distribucijskih potrošača ostvarena potrošnja je za 2,3 posto veća nego u 1998. godini.

Hidroelektrane su proizvele za 20,3 posto više električne energije u odnosu na 1998. godinu. termoelektrane su proizvele 17,9 posto manje električne energije nego u 1998. godini. Udio hidroelektrana u 1999. godini bio je 47,8 posto, termoelektrane 34,8 posto ,dok je uvoz iznosio 17,4 posto.

U 1999. godini prosječna prodajna cijena električne energije iznosila je 45 lipa po kWh. Dobit na kraju godine iznosila je 21,8 milijuna kuna.

SBK

PLAN ELEKTROENERGETSKE BILANCE ZA 2000. GODINU

Plan potreba za električnom energijom	
GWh	
Distribucijski potrošači	13028
Veliki potrošači	740
Gubici u mreži prijenosa	508
Ukupna potrošnja	**14276**
Izvoz	682
Ukupne potrebe	**14958**

Plan raspoložive električne energije	
NR Krško	0
TE Plomin 1	598
Plomin 2	1385
Toplane	910
TE na lož ulje	2608
TE na plin	61
Dizel elektrane	0
Termoelektrane	5560
Hidroelektrane	5464
TE + HE	11024
TE izvan RH	0
Uvoz električne energije	3934
Ukupno raspoloživo	**14958**

SBK

PROMJENA UGOVORA HEP-ENRON

Početkom lipnja održan je u Houston-u sastanak predstavnika hrvatske Vlade (Fižulić G., ministar gospodarstva - Granić G., zamjenik predsjednika Vlade - Čović I., predsjednik Uprave HEP-a) i predstavnika američke kompanije Enron. Povod za sastanak bili su ugovori vezani za izgradnju plinske TE Jertovec. Radi se o dva ugovora:jedan je za kupnju električne energije od Enrona, a drugi o gradnji PTE Jertovec, uz obvezu HEP-a na dvadesetogodišnju kupnju električne energije po fiksnim uvjetima. S obzirom na novonastale uvjete, tj. planiranu transformaciju energetskog sustava u Hrvatskoj, što bi provedba potpisanih ugovora onemogućila, delegacija Vlade i HEP-a potpisala je s Enronom protokol o promjenama ugovora o izgradnji i korištenju plinske termoelektrane Jertovec, prihvatljiv za obje strane. Ugovor o gradnji PTE Jertovec će se raskinuti, ali Enron zadržava pravo gradnje jedne termoelektrane u Hrvatskoj po novom konceptu otvorenog tržišta električnom energijom, tj. bez jamstava za prodaju i cijenu električne energije. Kroz dvije godine Hrvatska će prilagoditi svoje zakonodavstvo i institucije prema modelu transformacije. Tri mjeseca nakon toga Enron će donijeti odluku o tome hoće li i gdje graditi termoelektranu na ponuđenim lokacijama u Hrvatskoj.

Drugi ugovor o kupnji električne energije od Enrona, sklopljen prošle godine, provodit će se do kraja ove godine, nakon čega će uslijediti promjena. Prema novom ugovoru HEP će kupovati od Enrona električnu energiju slijedećih 18 mjeseci u većoj količini nego je predviđeno lanjskim ugovorom po cijeni od 3,79 američkih centi. Ti ugovori trebali bi biti financijski prihvatljiviji za Hrvatsku elektroprivredu.

Što dobiva Enron? - Uključivanje u tržišnu utakmicu u Hrvatskoj.

SBK

HE PODSUSED

Rijeka Sava u RH do danas nije energetski iskorištena, odnosno na njoj nisu građene hidroelektrane. U Vodoprivrednoj osnovi grada Zagreba, na potezu od ušća Save kod rijeke

Sutle pa do Rugvice, predviđena je izgradnja četiri višenamjenske hidroelektrane: HE Podsused, HE Prečko, HE Zagreb i HE Drenje.

HE Podsused je prva stepenica u gradnji. Njezina izgradnja ima višestruko značenje. U vodoprivrednom smislu zaštitit će se naselja Samobor i Zaprešić od učestalih poplava. Uredit će se i regulirati zaobalni vodotoci. Osigurat će se voda drenažnih jaraka radi mogućnosti povećanja izdašnosti izaštite izvorišta podzemnih voda.

Početkom ove godine potpisan je ugovor između Hrvatske elektroprivrede, Hrvatskih voda, Grada Zagreba i Zagrebačke županije o izgradnji višenamjenskog elektroenergetskog sustava Podsused.

Brana će biti duga 116,5 metara, široka 68 i visoka 28 metra. Godišnja proizvodnja električne energije bit će220 GWh.

HE Podsused ima osim energetske, vodoprivredne i ekološke funkcije i značajnu

prometnu funkciju. Most preko brane bit će najkraći put od Zaprešića do Samobora. Izgradnjom HE Podsused omogućit će se i uređenje nizvodnih šljunčara u rekreativne zone, a na velikoj vodenoj površini dugoj desetak kilometara tvorit će se ornitološki rezervat.

SBK

3. MEĐUNARODNA NUKLEARNA KONFERENCIJA U DUBROVNIKU

U suradnji s Europskim nuklearnim društvom i Međunarodnom agencijom za atomsku energiju u Beču organiziralo je Hrvatsko nuklearnog društva (HND) treću Međunarodnu nuklearnu konferenciju od 10. do 22. lipnja u Dubrovniku. Konferencija se održava pod nazivom "Nuklearna opcija u zemljama s malim ili srednjim elektroenergetskim sustavima".

Rad konferencije podijeljen po sekcijama u kojima se raspravljalo o:

- perspektivi nuklearne energije u svijetu
- problematici vezanoj za klimatske promjene, primjeni nuklearne energije u Hrvatskoj u budućnosti
- metodama za usporedbu nuklearne opcije s drugim energetskim alternativama (ugljen, plin) sa stajališta zaštite okoliša i ekonomičnosti
- razvoju novijih sigurnijih nuklearnih reaktora (manjih jedinica)
- stanju znanosti na analizama nuklearne sigurnosti determinističkim i probablističkim metodama
- pitanjima nuklearnog gorivog ciklusa
- odlaganju nuklearnog otpada
- pitanjima nuklearne regulative
- osiguranju od nuklearnih šteta te
- odnosu s javnošću.

Prihvaćeno je 97 referata iz 29 zemalja. Referati su tiskani u Zborniku radova.

Na konferenciji su organizirana i tri Okrugla stola:

- Nuklearna energija za srednje i male zemlje - kooperacija i energetsko planiranje
- Harmonizacija režima nuklearne odgovornosti u Centralnoj i Istočnoj Europi
- Regionalni pogoni i kooperacija u gorivom ciklusu.

SBK

TREĆE SAVJETOVANJE STUDIJSKOG KOMITETA 31 HK CIGRÉ

Polovicom svibnja održano je Treće savjetovanje Studijskog komiteta 31 (Distribucijske mreže) Hrvatskog komiteta CIGRÉ. Savjetovanje je održano u Šibeniku.

Savjetovanje je posvećeno održavanju elektrodistribucijskih postrojenja. Do sada se na većini savjetovanja organiziranih od strane CIGRÉ raspravljalo o temama vezanim uz razvoj i planiranje izgradnje mreže i postrojenja kao i uvođenju novih tehnologija, a zanemarena je bila problematika unaprjeđenja kvalitete održavanja elemenata mreže i postrojenja u elektrodistribucijskoj djelatnosti.

Ovo savjetovanje je pokazalo da postoji veliki interes da se iznesu, razmotre i primijene kako domaća tako i inozemna iskustva iz područja tehničko i tehnološkog održavanja postojećeg sustava. Prema ocjeni organizatora osnovni je cilj savjetovanja postignut. Da je to tako, najbolje pokazuju naslovi ovih tema:

- Kvaliteta isporuke električne energije kao kriterij za planiranje razvoja i održavanja distribucijskih mreža
- Kriteriji za obnovu nadzemnih vodova i pripadnih TS 10(20)/0,4 kV
- Sustav održavanja distribucijskih elektroenergetskih postrojenja
- Nužnost novog pristupa održavanju elektrodistribucijskih postrojenja.

Glavni pokrovitelj savjetovanja bila je kompanija Končar d.d. Ostali pokrovitelji su bili ABB d.o.o. Schneider Electric d.o.o., EL-EN-TEL d.o.o., Tyco Electronics.

Ovo je bila prigoda da se pokažu rezùltati razvojnih dostignuća između dva savjetovanja.

SBK

IZ STRANE STRUČNE LITERATURE

DRUGI DALEKOVOD 400 kV PREKO BOSPORA

Upravo je dovršen drugi dalekovod 400 kV (mogućnost pregradnje na 800 kV) preko Bospora. Gradnju je vodio konzorcij na čelu s tvrtkom Siemens, uz suradnju turskih poduzeća. To je drugi vod koji gradi ista tvrtka. Prvi je izgrađen 1983. godine.

Novi se dalekovod sastoji od 4 trofazna sustava 400 kV, kojim će se prenositi električna energija iz turskih elektrana Ambarli Hamida Bat, Trakya Elektrik i Unimer.

Na strmim obalama Bospora izgrađeni su čelični stupovi visine 160 m, na razmaku od 1880 m. Promjer vodiča je 58,6 mm, a najniža točka provjesa vodiča na visini je od 73 m iznad mora.

Cijeli je projekt i za specijaliste predstavljao tehnički izazov. Morale su se upotrijebiti posebne mjere i metode pri montaži vodiča, budući da je bilo nemoguće za dulje vrijeme prepriječiti prolaz kroz tjesnac.

Elektrizitätswirtschaft, god. 98(2000), br. 1-2

Mrk

KAMENI UGLJEN U PROIZVODNJI ELEKTRIČNE ENERGIJE

U Njemačkoj je izrađena studija o ulozi kamenog ugljena u svjetskoj proizvodnji električne energije.

Utvrđeno je da se 32% proizvodnje električne energije osniva na kamenom ugljenu. To je svjetski energent broj 1 i prema predviđanjima to će još dugo ostati. U godini 1998. u svijetu je iskopano 3,6 milijardi tona kamenog ugljena.

Trećina te količine otpada na Kinu, a četvrtina na SAD. Nastavi li se današnji intenzitet eksploatacije kamenog će ugljena još dostajati 162 godine, dok će naprotiv eksploatacija zemnog plina trajati još 66 godina, a nafte samo 45 godina.

Prednost je ugljena da su nalazišta razasuta širom svijeta, nedaleko od potrošača, dok kod zemnog plina i nafte to nije slučaj. Zbog toga je u godini 1998. međunarodno trgovano samo sa 13% proizvodnje ugljena, a naprotiv sa 57% nafte.

Australija, Južna Afrika, SAD, Indonezija, Kanada, Kolumbija i Kina najveće su izvoznice ugljena u svijetu. Jeftini morski prijevoz omogućuje korištenje ugljena u vrlo udaljenim regijama, kao npr. trošenje ugljena iz Australije u zemljama Europe.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 4

Mrk

POTROŠAK ELEKTRIČNE ENERGIJE U NJEMAČKIM KUĆANSTVIMA

Prema podacima udruga njemačkih elektrana (VDEW) potrošak električne energije u kućanstvima nije razmjeran broju članova kućanstva. On se može podijeliti na temeljni dio i dio koji ovisi o broju članova. U pravilu uvijek se nabavlja po jedan električni kućanski aparat, malo ovisan o broju članova kućanstva.

Statistika je pokazala da njemačka kućanstva troše prosječno godišnje, u ovisnosti o broju osoba, slijedeće količine električne energije:

Kućanstvo s 1 članom	1730 kWh/god
2 člana	2930 kWh/god
3 člana	3750 kWh/god
4 člana	4260 kWh/god

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 4

Mrk

BUDUĆNOST AKUMULATORSKIH BATERIJA

Krajem godine 1999. godine održana je u Gelsenkirchenu (Njemačka) 6. međunarodna konferencija o akumulaciji električne energije (Batteries for Utility Energy Storage). Konferencija se bavila inovativnom pretvorbom električne energije i njenim akumuliranjem. Utvrđeno je da nije više najbitniji problem ovakvih baterija trajnost, već njihova optimalna integracija u elektroenergetski sustav. Liberalizacija i sve opsežnije uvrštenje obnovljive energije ukazuju na budućnost takvih. Pri tome treba razviti inteligentne sustave koji će koordinirati rad solarnih i vjetroelektrana s uređajima za akumuliranje, što je osobito važno u decentraliziranoj dobavi električne energije.

Veliko je zanimanje pobudila nova tehnologija akumulatorskih baterija na bazi regenerativnih gorivih ćelija (Redax Flow Tecnology) koja se postupno približava tržištu. Ovom se tehnologijom energija akumulira u tekućem elektrolitu, koji je smješten u spremniku izvan baterijskih ćelija. Kapacitet akumulacije električne energije ovisi kod klasičnih olovnih akumulatora o veličini elektroda, dok je u novoj tehnologiji ograničenje u volumenu elektrolitskog spremnika. Snage baterija moguće su od 5 MW do 500 MW, pri vremenu punjenja od nekoliko milisekundi do preko 12 sati.

Prikazan je također transportni uređaj kontejnerskog tipa, s olovnim akumulatorima, snage 2 MW (sustav PQ 2000), osobito pogodan za rješavanje problema osjetljivih potrošača, ukoliko su takvi problemi kratkotrajni.

Stručnjaci su bili suglasni da su baterijski akumulatori s ekonomskog i ekološkog gledišta idealno rješenje za pouzdanu i kvalitetnu dobavu energije, pa im je budućnost opće uporabe u svijetu osigurana.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 4

Mrk

DOBAVA ELEKTRIČNE ENERGIJE I ZAŠTITA KLIME

Bavarska zemaljska vlada organizirala je u studenom 1999. u Münchenu, kongres stručnjaka o temi "Dobava energije i zaštita klime". Raspravljalo se o globalnim uvjetima dobave energije s gledišta ekonomije, ekologije i tehnike.

Posebno je težište stavljeno na pitanje napuštanja nuklearne energije u Njemačkoj. Putem predavanja i diskusija iznesena su zanimljiva stajališta.

Istaknuto je da odustajanje od nuklearne energije predstavlja nazadak u pogledu zaštite klima i smanjenja emisije štetnih plinova. Njemačka bi time postala velika uvoznica električne energije. Da se još poveća sigurnost nuklearnih reaktora predlaže se osnivanje međunarodne komisije najvećih i najuglednijih eksperata svijeta.

Istaknuto je da će Bavarska proizvoditi 30% solarne energije i ugraditi 60% toplinskih crpki iznad njemačkog prosjeka. Od godine 1991. do 1998. u Bavarskoj je investirano oko 600 milijuna DEM za unaprjeđenje obnovljive energije.

U zemljama u razvoju očekuje se brz porast potreba za primarnom energijom, pa se treba pobrinuti da za daljnji gospodarski razvoj ne bude tolika potrošnja energije da se brzo istroše postojeći resursi i prijeđe podnošljivo globalno opterećenje.

Za pogon vozila, osim naftnih derivata, još je moguće danas koristiti biošpirit (metanol) i skupi vodik. Kao nova rješenja za pogonska goriva dolaze u obzir nuklearna energija u visokotemperaturnim reaktorima, nuklearna fuzija, solarna struja, nova goriva, kao npr. ona u gorivim ćelijama.

Pri uporabi fosilnih goriva prioritet u istraživanju imaju učinkovitost i smanjenje emisije. Osobita se važnost daje gorivim ćelijama, gdje se kemijskom reakcijom vodika i kisika stvara električna energija uz korisnost od 70%. Tvrtka Siemens KWU razvila je takav tip gorive ćelije za elektrane, gdje je moguće fosilne energente upotrijebiti za proizvodnju struje i topline, uz visoku učinkovitost, bez emisije CO_2.

Električna energija iz sunca, vjetra i biomase znatno će se povećati, ali do godine 2020. neće prijeći 1% svjetske proizvodnje energije. Predviđa se da će se nuklearna fuzija moći komercijalno iskorištavati tek za 30 do 40 godina.

Dan je pregled tehnike sigurnosti reaktora, i nesvrsishodnost odustajanja od nuklearki. Gubitak njemačkog utjecaja na tehniku sigurnosti u drugim zemljama, neće takvu tehniku globalno poboljšati. To nisu dobre perspektive imajući u vidu činjenicu da zemlje izvan Njemačke neće odustati od nuklearnih elektrana. Zemlje u razvoju, s velikim brojem stanovništva kao npr. Kina i Indija, žele brzi gospodarski rast i daju prioritete gospodarskoj učinkovitosti. Oni su orijentirani na nuklearnu energiju tim više, što se predviđa da će električna energija iz termoelektrana uskoro znatno poskupjeti, zbog povišene cijene ugljena.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 4

Mrk

NOVE SOLARNE ĆELIJE S VELIKOM KORISNOSTI

Frannhofer Institut za solarne energetske sustave u Freiburgu razvio je novi tip solarne ćelije koja, prvi puta u Europi, ima korisnost od 27% za prilike na zemlji i 23,5% pri primjeni u svemirskom prostoru. Primjena ovakovih ćelija dolazi u obzir za satelite i ostale svemirske letjelice, jer se može na maloj površini proizvesti mnogo električne energije.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 4

Mrk

FRANCUSKA I SLOBODNO TRŽIŠTE ELEKTRIČNOM ENERGIJOM

Skoro godinu dana nakon roka kojeg je EU dala Francuskoj, donesen je 1. veljače 2000. godine u francuskom parlamentu elektroprivredni zakon o liberalizaciji tržišta električne energije. Kako se i očekivalo, ovim je zakonom liberizacija vrlo ograničena pa je i nadalje francusko elektroprivredno poduzeće EdF u monopolističkom položaju. Zakon otvara slobodno tržište samo potrošačima koji troše godišnje više od 20 GWh (oko 30% tržišta).

Tek od veljače 2003. godine taj će se prag sniziti na 9 GWh godišnje. Distributeri koji godišnje uzimaju manje od 5% distribuirane električne energije neće uopće biti obuhvaćeni liberizacijom.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 5

Mrk

STRUJA SUNCA ZA VLASNIKE VIKENDICA

Od kraja godine 1999. mogu vlasnici malih vrtova u području Hannovera instalirati solarne ćelije na krovove svojih vikend-kućica i tako koristiti energiju sunca. Preko 150 interesenata instalirat će fotonaponske uređaje i pri tome dobiti novčanu pomoć od grada ili kotara, u visini oko 2000 DEM iz zato osnovanog fonda "proklima-fond".

Ovim se projektom želi približiti solarna energija stanovništva i time dati poticaj za njenu širu uporabu. Dio tih uređaja imat će priključak na javnu električnu mrežu, a dio odvojeni otočni pogon s akumulatorskim baterijama. Ugradnju u prvom slučaju mora izvesti stručnjak električar, dok odvojenu instalaciju može izvesti sam vlasnik vikendice.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 5

Mrk

BURZA ELEKTRIČNE ENERGIJE U LEIPZIGU

U Leipzigu će u svibnju 2000. početi raditi prva burza električne energije u Njemačkoj. Za rad burze, pod imenom "LPx Leipzig Power Excange", završene su sve pripreme. U početku će imati 20 suradnika, od kojih će 10 doći od strategijskog partnera Nord Pool.

Električnom će se energijom trgovati dan prije njene potrošnje, a ugovori će se sklapati po satu. Pomoću elektroničke aukcije ustanovit će se sjecišta ponude i potražnje i time odrediti dnevna cijena.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 5

Mrk

POVOLJNE POSLJEDICE SLOBODNOG ENERGETSKOG TRŽIŠTA

U Njemačkoj raste zadovoljstvo velikih potrošača iz industrije, trgovine i uslužnih djelatnosti sa svojim dobavljačima električne energije. U listopadu 1999. godine bilo je 44% potrošača zadovoljno s cijenom i dobavom, dok je ujesen 1997. prije otvaranja slobodnog elektroenergetskog tržišta, bilo samo 17%. Razlog porastu je pad cijena i nove servisne ponude kao i pozitivni imidž dobavljača električne energije.

U 1999. godini bilo je 59% (u 1997. 50%) ispitanih potrošača, koji imaju više od 200 zaposlenih, voljnih dalje preporučiti svog dobavljača električne energije.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 7

Mrk

OBNOVLJIVA ENERGIJA I SLOBODNO ELEKTROENERGETSKO TRŽIŠTE U NJEMAČKOJ

Slobodno elektroenergetsko tržište omogućilo je svakom potrošaču da bira dobavljača i vrstu struje, budući da ona može biti obična, jeftinija ili ekološka. Unatoč navedenim mogućnostima do kasne jeseni 1999. tek se 2,5% potrošača izjasnilo za promjenu dobavljača električne energije. Anketa je pokazala da je svaki drugi potrošač spreman platiti višu cijenu električne energije, ukoliko ona ne potječe iz nuklearke. Četiri od pet stanovnika Njemačke želi da se poveća udjel obnovljive energije. Prema tome ne začuđuje da je koncem godine 1999. 75 elektroprivrednih poduzeća ponudilo tzv. "ekostruju" ili "zelenu struju". Potrošače zainteresirane za ekostruju naročito zanima dolazi li iz njihovih utičnica stvarno električna energija iz obnovljivih izvora i je li vjerodostojna tvrdnja dobavljača o količini ekostruje, jer doplata iznosi 2 do 20 Pf/kWh.

Da se uklone takve sumnje, ponuđači električne energije južne Njemačke sastavili su katalog korištenja i utvrdili što se razumijeva pod "zelenom strujom". To je električna energija iz obnovljivih slijedećih izvora: solarnih i vjetroelektrana, hidroelektrana bez crpnih elektrana, elektrana na pogon biomasom i plinovi iz deponija te geotermalnih elektrana. Prema tim utvrđenim kriterijima najmanje 25% distribuirane električne energije mora dolaziti iz elektrana koje su naročito izgrađene za proizvodnju ekoenergije.

Zbog sigurnosti potrošača, da doista dobivaju energiju iz obnovljivih izvora, navedena je certifikacija dobavljača. Time se takav dobavljač može razlikovati od ostalih konkurenata na slobodnom tržištu.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 5

Mrk

ABB NA SVJETSKOJ LISTI U HANNOVERU

Na predstojećoj svjetskoj izložbi Expo 2000 u Hannoveru bit će vodeća tema "Čovjek-priroda-tehnika". Među ostalim mnogim tvrtkama vidno će mjesto zauzeti tvrtka ABB (Asea Browb Boveri, A. G. Manuheim) u termo-parku "Energie". Tvrtka će izložiti mnoge atraktivne izložbe iz svoje proizvodnje. To su prvenstveno proizvodi iz područja prijenosa i razdiobe električne energije, automacija i oprema zgrada. Veličinu i mogućnosti tvrtke najbolje prikazuje broj zaposlenih, kojih danas ima 21000.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 5

Mrk

SUPRAVODLJIVI ENERGETSKI AKUMULATOR SMES

Lomovi napona i kratki naponski prekidi najčešći su kvalitetni problemi napajanja električnim energijom. Obično se to, barem djelomično, nastoji spriječiti prikladnom konfiguracijom električne mreže. Neprekinutost i konstantnost napona naročito je važna za neke posebno osjetljive potrošače, koji su visoku naponsku kvalitetu spremni i platiti. Supravodljivi magnetski akumulator SMES rješenje je i za najviše zahtjeve.

U Austriji se od 1. veljače 1999. postupno uvodi otvoreno elektroenergetsko tržište, pa je austrijsko elektroprivredno poduzeće Steweag odlučilo, u znaku konkurencije, što više zadovoljiti svoje potrošače. Na svojoj elektroenergetskoj mreži priključeno je, među ostalim, visoko automatizirano metaloprirađivačko poduzeće, vrlo osjetljiv i na najkraće naponske prekide. Već i prekidi u trajanju od 100 ms prave poteškoće. Takvi su prekidi u tom području vrlo česti pri udaru munje u dalekovode. Potrošač traži naponsku kvalitetu iznad europskih normi, pa je elektroprivredno poduzeće odlučilo ugraditi SMES uređaj, koji je razvila i dobavlja američka tvrtka "American Superconductor".

Tim je uređajem moguće premostiti kratke smetnje. Pod punim teretom od 1,4 MW vrijeme premošćenja iznosi 0,8 sekundi, a produljuje se pri djelomičnom opterećenju. Ovo je prvi takav uređaj ugrađen u Europi.

Energetski akumulacioni sustav SMES akumulira energiju u magnetskom polju svitka od niobija i titana, u kojemu protječe struja. Da svitak bude supravodljiv ugrađen je u vakumirani kriostat od plemenitog čelika. Svitak je hlađen helijem na temperaturi od 4,2 K. Moderna tehika rashladnih uređaja dovodi struje od niskotemperaturnih vodiča omogućuje da toplinski prodor nije veći od 1 W. U supravodljivi svitak struja dolazi iz posebnog istosmjernog uređaja. Kad postigne potrebnu veličinu, uređaj stalno kompenzira mali gubitak napona. Energija se drži konstantnom i uvijek spremnom da intervenira ako se detektira smetnja u mreži. Ovakav sustav ima mnoge prednosti, a najvažniji su svakako brzina djelovanja i učinkovitost. Akumuliranje energije ne traži nikakve pokretne dijelove, a kriogeni sustav za stvaranje niske temperature nije štetan za okoliš. Pogonske se osobine i radni vijek ne mijenjaju brojem prorade. Sustav SMES može se prilagoditi svim lokalnim prilikama.

Sustav je u pogonu od godine1990. u različitim dijelovima svijeta.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 7

Mrk

FORUM KORISNIKA SF_6 POSTROJENJA

17 njemačkih poduzeća koja koriste plinom izolirane sklopne uređaje (SF_6) osnovali su forum korisnika takvih uređaja s ciljem da sakupe sve raspoložive podatke koji omogućuju kvalitetno promatranje dugotrajnog ponašanja uređaja. Na temelju upitnika, koje dostavljaju korisnici, analiziraju se osnovna izlaganja, način ispitivanja, nadzor i pogonska iskustva te vrste kvarova. Iz ovih će se podataka učiniti odgovarajuće analize, a rezultati će služiti daljem razvoju SF_6 uređaja.

Forum predviđa još i daljnje aktivnosti kao organizaciju stručnog savjetovanja, korištenje literature i pomoć u pitanjima planiranja, projektiranja u uređenja postrojenja. Organizaciju i analize provodi institut za dobavu električne energije TU Darmstadt. Sređene i analizirane prikupljene podatke stavlja na uvid i korištenje članovima Foruma.

Za sada stoje na raspolaganju podaci od 14 korisnika SF_6 postrojenja, u naponskom rasponu od 123 kV do 420 kV. Najstarije je postrojenje od 123 kV stavljeno u pogon 1967. godine, a 420 kV postrojenje 1978. godine.

Polja 123 kV imaju 17375 polja-pogon.godina, a polja 420 kV 897 polja-pogon.godina.

Iz ovih podataka proizlazi da je srednja starost SF_6 u Njemačkoj 13 kV ; 16,4 godine, a 420 kV 12,5 godina.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 7

Mrk

STRANI INVESTITORI U SREDNJOJ I ISTOČNOJ EUROPI

U proteklom desetljeću strani kapital je naišao na plodno tlo u energetskoj industriji u srednjoj i istočnoj Europi. Ove zemlje su obavljale prilagodbu

svoje politike direktivama Europske unije, da bi se mogle u doglednoj budućnosti priključiti. Iako sve prihvaćaju privatizaciju i liberalizaciju, prilagodba nije bila istovjetna i istodobna u svim zemljama srednje i istočne Europe. Međutim, to je omogućilo stranim investitorima da prilagode svoju strategiju ulaganja i osmisle prave projekte.

Regionalni eksperti smatraju da strani investitori moraju ulagati vrlo brzo, ako žele osigurati profitabilnost svojih kompanija.

U slijedećem desetljeću, prema zadnjim procjenama IEA (International Energy Agency), prosječna će potrošnja energije u ovim zemljama rasti 3,4 % godišnje.

Zastarjele elektrane moraju se zamijeniti ili rekonstruirati da bi im se povećao stupanj efikasnosti. Neke se moraju zatvoriti, a nove izgraditi da bi se osigurali nedostajući kapaciteti. Za to je potreban kapital. On se može namaknuti prodajom energetskih kapaciteta.

Dok je Mađarska prodavala svoju proizvodnju njemačkim i francuskim kompanijama, Rumunjska, Poljska i Bugarska počele su s privatizacijom tek nedavno.

Poljska vlada nastoji prodati svoje proizvodne kapacitete do 2002. godine, ali do danas tek ih je nekoliko privatizirano. Jedna od zapreka s kojima se Poljska susreće pri privatizaciji je vlastito zakonodavstvo, koje mora prilagoditi Europskoj uniji. Liberalizacija tržišta električne energije i želje investitora, da im se osigura otkup zajamčenih minimalnih količina električne energije po određenoj cijeni najmanje za prvih pet godina nakon zakupa, isključuju se. Ostaje da se vidi što će Poljska odabrati kao prioritet: uspješnu prodaju elektrana zbog nestašice gotovog novca ili ostati pri liberalizaciji.

Prema **bugarskoj shemi restrukturiranja**, glavna energetska postrojenja (uključujući jednu nuklearnu elektranu i sedam termoelektrana s 8630 MW ukupno instaliranog kapaciteta) trebaju se izvući iz nacionalne elektroprivrede NEC i postati IPP (nezavisni proizvođači) te biti privatizirani do 2001. godine. Prodavat će energiju nacionalno kompaniji NEC i velikim industrijskim potrošačima. Također je bila planirana privatizacija 63 male elektrane do kraja 2000. godine.

Posjedovanje dionica olakšava položaj stranog investitora. Tako je krajem prošle godine Bayernwerk počeo izgradnju plinske elektrane od 95 MW u Debrecinu u **Mađarskoj**. Ova elektrana neće biti priključena na nacionalnu prijenosnu mrežu kompanije MVM koja je u državnom vlasništvu. Umjesto toga, ona će opskrbljivati regionalnog distributera Titasz s električnom i toplinskom energijom, u kojem Bayernwerk ima 74,99 % dionica. Na taj način će se izbjeći treći partner, a elektrana će biti u mogućnosti ponuditi jeftiniju energiju Titasz-u.

Slični projekti Bayernwerka realiziraju se i u **Češkoj.** Oni se odražavaju na dugoročnu strategiju zadržavanja konkurentske prednosti kroz raniji ulazak u regiju. Takvi projekti se najbolje realiziraju s lokalnim partnerima u kojima već investitorske kompanije imaju dionice.

U **Mađarskoj,** cijene električne energije za industrijske potrošače znatno su porasle nakon privatizacije. Električna energija iz privatiziranih elektrana morala se prenositi preko prijenosne mreže regionalnih distribucijskih kompanija koje su je isporučivale velikim potrošačima. Na taj način cijena se formirala od cijene proizvodnje, prijenosa i distribucije. Da može jeftinije, pokazalo se na primjeru proizvođača PVC kompanije Borsad Chem (BC), koji je najveći mađarski potrošač električne energije. Regionalna elektroprivredna kompanija Emasz privatizirana je 1995. godine te je veći dio dionica preuzeo konzorcij RWE i EnBW (Energie Baden-Wuerttemberg). Kako mu je cijena električne energije preko distributera i MVM bila previsoka, kompanija BC odlučila se na gradnju vlastite elektrane. Zbog zakonskih ograničenja pri izboru odlučila je graditi elektranu od 50 MW za čiji gradnju nije potreban natječaj u organizaciji državne kompanije MVM. Proizvodnja električne energije od 380 GWh godišnje osigurat će 50 % potreba, a proizvodnja pare od 160 t pare/sat ukupno potrebnu toplinsku energiju.

Kompanija BC je povjerila vođenje gradnje kompaniji Emasz, a gradnju kompaniji ABB po sistemu "ključ u ruke". Projektna kompanija vlasništvo je kompanija Emasz (44 %), MOL (30 %) i BC (26 %). Investicija je vrijedna oko 52 milijuna američkih dolara, odnosno 100 milijuna njemačkih maraka. U financiranju s 15 % sudjeluje projektna kompanija, a 75 % sredstava osigurat će se 15-godišnjim kreditom. Probni pogon je planiran u listopadu ove godine.

Emasz će voditi pogon elektrane i bit će prvi nezavisni proizvođač u Mađarskoj. MOL će imati 20-godišnji ugovor o isporuci i dobavi prirodnog plina elektrani. Uspjeh ovog projekta potaknut će slične projekte u Mađarskoj u budućnosti.

Uspjeh takvog projekta mnogo ovisi o odnosima s ciljnom kompanijom i lokalnim partnerima.

International Power Generation, February 2000.

SBK

UDRUŽIVANJE NJEMAČKIH ELEKTROPRIVREDNIH KOMPANIJA

Prošlo je deset godina otkako je Njemačka ujedinjena. Danas ona stvara najveće tržište električne energije u Europi, s godišnjom prodajom od 520 milijuna MWh i 115.000 MW instaliranih proizvodnih kapaciteta. Rascjepkana proizvodnja električne energije s više glavnih i mnogo manjih elektroprivrednih kompanija postala je zrela za udruživanje. Kako se industrija konsolidira, njemačke elektroprivredne kompanije se šire i postaju konkurentne i izvan granica Njemačke.

Prva velika udruživanja počela su u rujnu prošle godine objavom udruživanja kompanija VIAG AG i VEBA AG s kompanijama PreussenElektra iz Hannovera i Bayernwerka iz Minhena. Slijedila je objava udruživanja RWE Energie iz Essena i VEW Energie iz Dortmunda.

Dvije grupe bit će podjednake veličine – s oko 200 milijuna MWh godišnje prodaje električne energije i 30.000 MW instaliranog kapaciteta. Ako udruživanja budu odobrena, dva njemačka giganta zauzet će mjesto među pet najvećih elektroprivrednih grupa u Europi. Grupe daju do znanja da žele iskoristiti svoju novu moćnu poziciju kod kuće kao odskočnu dasku za širenje na druga europska tržišta električne energije.

Nakon objave ova dva mega udruživanja federalni antitrust ured FCO (Federal Cartel Office) iz Berlina i Komisija EU iz Brisela objavili su moguće uvjete udruživanja. Agencije za regulativu traže da 4 elektroprivrede napuste svoje vlasničke udjele u drugim velikim njemačkim elektroprivrednim gru-

pama. Treba omogućiti francuskoj kompaniji EdF da dobije dionice u iznosu od 25 % u njemačkoj elektroprivrednoj kompaniji EnBW (Energie Baden Wuerttemberg) – 4-toj elektroprivrednoj kompaniji po veličini u Njemačkoj. Kompanije RWE, Bayernwerk i VEW povlače svoje dionice iz kompanije EnBW. Antitrust pritisak omogućio je švedskoj grupi Vattenfall da postane vlasnik 25 % dionica hamburške elektroprivredne kompanije HEW (Hamburgische Electricitis Werke).

Njemački zakon o liberalizaciji, u skladu s direktivom EU, nije regulirao pristup prijenosnom sustavu. Umjesto toga, velike elektroprivrede koje posjeduju dijelove nacionalne prijenosne mreže moraju pregovarati o proviziji za pristup na prijenosnu mrežu i o tarifama s korisnicima prijenosa. Isto tako, novi zakon nije regulirao osnivanje ureda za reguliranje energetskog tržišta. Očekivalo se, da će se FCO baviti problemima zloupotreba u okviru svoje djelatnosti.

Naime, velike elektroprivrede vode tarifni rat za potrošače, pokušavajući ih preoteti jedna drugoj. Sredinom 1999. godine počela je bitka za gradske potrošače.

Dok su elektroprivredne kompanije vodile tarifne ratove, cijene električne energije u Njemačkoj naglo su opadale: do 20 % za velike, a 10 % za male potrošače. Od toga su koristi imali potrošači, dok su male gradske elektroprivredne kompanije bile u nezavidnoj situaciji. Zbog toga je vlada predložila ograničenu pomoć ovim kompanijama kako bi ponovno postale konkurentne velikim nacionalnim kompanijama.

Padom cijena električne energije padali su i prihodi elektroprivrednih kompanija, što ih je prisililo da se udružuju da bi uštedjeli na troškovima i da prošire tržište.

Njujorška banka predviđa da će na njemačkom tržištu doći do pada cijene električne energije od 18 do 23 % u 2000. i 2001. godini. Zbog pada cijene velike elektroprivredne kompanije u Njemačkoj imat će pad prihoda od 30 % i više kroz slijedeće 4 godine.

Provedbom najavljenih i budućih udruživanja smanjili bi se troškovi od 700 do 800 milijuna američkih dolara godišnje za svaku grupu.

Na drugoj strani, Komisija EU provodi temeljito istraživanje poslovnih transakcija kompanija VEBA - VIAG te RWE – VEW. Razlog za to je mogućnost da bi svaka grupa mogla imati oko 35 % dionica njemačkog energetskog tržišta, a dva udružena mogu utjecati na cijelo europsko energetsko tržište.

No, nameće se još jedno pitanje, hoće li njemački energetski giganti poželjeti nakon kontinentalne Europe da se prošire na britansko i američko tržište ili još više na tržište Azije i Južne Amerike, gdje ih još nema.

Global Energy Business, March/April 2000.

SBK

ZELENO SVJETLO ZA TARIFE ZA OBNOVLJIVE IZVORE

Sukladno Kyoto Protokolu Europska unija je odredila svojim članicama da obnovljivi izvori energije u proizvodnji električne energije sudjeluju s 15 % do 2010. godine. To je vrlo ambiciozan cilj s obzirom da je do početka 1999. godine taj udio iznosio manje od 6 %. Međutim, zbog liberalizacije energetskog tržišta vlade više nisu u poziciji da određuju redukciju stakleničkih plinova po svojoj volji, jer se pri kreiranju i implementaciji energetske politike moraju poštovati principi liberalizacije.

Liberizacija energetskog tržišta stavila je sve kompanije u isti položaj, jer prodaju istu robu široke potrošnje, tj. struju i konkuriraju jedna drugoj. Da bi opstale na tržištu kompanije moraju pronaći nešto što će im dati prednost pred konkurentima. Tako kompanije nastoje iskoristiti kao prednost svijest o zaštiti okoliša te potporu vlada obnovljivim izvorima energije. Na prvi pogled izgledalo je da je Kyoto protokol imao glavni utjecaj na daljnji razvoj energetske politike kada je riječ o obnovljivim izvorima energije.

Nastalo je "zeleno energetsko tržište" na kojem se prodaje "zelena struja", tj. struja iz obnovljivih primarnih izvora. Kompanije uz zelenu struju nude određene tarife.

Da bi se ispitalo mišljenje potrošača o zelenom energetskom tržištu i zelenoj struji te o odnosu prema zaštiti okoliša, Datamonitor, nezavisna stručna institucija, provela je anketu među potrošačima u Velikoj Britaniji i SAD-u. Ispitanici su trebali odgovoriti na pitanja kao što su:

- vjerojatnost promjene dobavljača električne energije
- koje aktivnosti vezane uz zaštitu okoliša provode redovito
- koliko su zainteresirani za zelenu tarifu
- koju novčanu naknadu su voljni platiti za zelenu struju
- kako bi pravili razliku između dvije kompanije koje nude tarifu za zelenu struju.

Anketa je pokazala da su kod Britanaca aktivnosti u svezi s zaštitom okoliša prioritetne za sve uzraste i klase. Žene su pokazale više interesa od muškaraca i spremnije su platiti tarifu za zelenu struju.

Dolazi do neslaganja vezano za novčane naknade za zelenu struju. Većina dobavljača u Velikoj Britaniji traži novčanu naknadu od 5 % za zelenu struju, 52,4 % ispitanika izjasnilo se na nisu spremni platiti naknadu veću od 4 %. Preko 90 % ispitanika izjasnilo se da je spremno promijeniti dobavljača i priključiti se na onoga dobavljača koji ne traži naknadu za zelenu struju, odnosno koji ima nižu cijenu. Za 40 % ispitanika cijena je primarni faktor pri izboru između dva dobavljača. Također se pokazalo da je važan faktor i reklamiranje grupa za zaštitu okoliša (Friends of the Earth) kao i jamstva za poboljšanje domaće energetske efikasnosti.

U SAD-u su dobiveni slični rezultati. Razina interesa bila je nešto viša nego u Velikoj Britaniji. Za promjenu dobavljača kao drugi faktor po važnosti, iza nižih cijena, bio je nezagađivanje okoline. Čak 58 % ispitanika u SAD-u izjasnilo se da bi ovaj faktor utjecao na njih da promijene dobavljača. Ispitanici iz SAD-a pokazali su veću spremnost za plaćanje novčane naknade za zelenu struju nego u Velikoj Britaniji. Ispitanici iz Kalifornije, čak 69 % izjasnilo se da bi bili voljni platiti novčanu naknadu za zelenu struju od 10 %, dok se za to u Velikoj Britaniji izjasnilo samo 20 % ispitanika.

Kompanije su zaokupljene aktivnostima da zadrže stare i pridobiju nove potrošače. Jedna od najagresivnijih kompanija na kalifornijskom tržištu je kompanija Greeen Mountain Energy. Kompanija nema potrošača od ranije, tj. iz vremena prije deregulacije te potpuno ovisi o marketinškoj kampanji i njezinoj promociji kao "kompaniji zelene energije". Svaki potrošač koji potpiše ugovor o dobavi električne energije s njom dobiva 25 američkih dolara popusta.

Ima i drugih načina privlačenja potrošača. Predstavnici kompanije nastoje privući potrošače sklone zaštiti okoliša. Susreću se s njima u dobrotvornim ustanovama, organiziraju piknike i slično. Tako je američka kompanija Green Mountain dala, po svakom potrošaču koji je potpisao ugovor, 20 američkih dolara u fond za beskućnike. Da bi pridobila mlađe ljude organizirala je 1998. godine okupljanje, tj. Green Energy Party.

Prema rezultatima istraživanja može se zaključiti da postoji znatan interes potrošača za zelenom strujom. Stoga se očekuje veći udio potrošača na zelenom energetskom sustavu prvih godina novog stoljeća.

Međutim, znanstvenici su još neodređeni u pogledu opredjeljenja da li ljude privlači zaštita okoliša zbog stakleničkih plinova. Dok traju akademske rasprave, ima zemalja i ljudi koje mnogo ne dira Kyoto protokol i obveze koje proizlaze iz njega.

Prema rezultatima anketa može se zaključiti da se dobavljači električne energije daleko više međusobno razlikuju po cijeni nego po etičkim i moralnim obilježjima. Neke kompanije stekle su više potrošača reklamirajući se kao odgovornije za zaštitu okoliša. Mediji su također zainteresirani za zaštitu okoliša, a kako imaju veliki utjecaj na potrošače, ta će razmišljanja doći i do svijesti potrošača.

Electricity International, January 2000.

SBK

MOGU LI ĆELIJE BITI KOMPATIBILNE

Prije 5-10 godina činilo se da će alternativni izvori energije kao vjetroelektrane, gorive ćelije, kogeneracija, minijaturni generatori te drugi izvori dovesti do ukidanja velikih prijenosnih sustava elektroenergije, da će lokalna proizvodnja manjih potrošača moći biti potpuno autonomna. Od svih alternativnih izvora, gorive ćelije su doživjele najveći tehnološki napredak i za očekivati je da će primjena vodika dati novi zamah uporabi gorivih ćelija.

Sigurno je da mrežu distribucije ne treba rastavljati te da ona mora povezivati područja i zemlje u jednu energetsku cjelinu. Također je sigurno da gorive ćelije postaju glavni rezervni ili dopunski izvor električne energije.

Kako zapravo rade gorive ćelije?

Gorive ćelije su elektrokemijski uređaji, bez pokretnih dijelova, koji konverzijom pretvaraju kemijsku energiju u električnu bez izgaranja i u atmosferu odlazi čista voda. Konverzija nastaje od vodika (gorivo) i kisika (oksidant). Kao izvor vodika može biti prirodni plin ili druga fosilna goriva. U donosu na klasično izgaranje ovdje je emisija štetnih tvari u atmosferu značajno reducirana.

Gorive ćelije funkcioniraju na niskoj temperaturi s efikasnošću od najmanje 50 %.

Osnovna ćelija sadrži elektrode (katoda i anoda) za plinsku difuziju. Difuziju potpomaže elektrokemijski aktivan katalizator (obično od platine). Elektrode su razdvojene krutom membranom ionski provodnom od polimera. Sve zajedno je stavljeno u elektrolit. Elektrode i membrana čine membranski elektrodni članak (MEA – Membrane Electrode Assembly) koji je smješten između dva električna vodiča – grafitne vodljive ploče. U punom pogonu pojedinačna ćelija proizvodi manje od 1 V – no povezane u seriju stvaraju uporabljiv napon. Danas su gorive ćelije prihvatljive za snage do 250 kW.

Načinjena je pokusna jedinica (Danbury, Conn.) snage 250 kW, 480 V, pogonjena prirodnim plinom, koja radi više od godinu dana i proizvela je preko jedan milijun kWh. Pokusni pogon je pokazao da je vodik vjerojatno gorivo budućnosti.

Electrical World, May/Juni 2000.

SBK

JOINT VENTURE ABB ALSTOM POWER PRELAZI POTPUNO U VLASNIŠTVO ALSTOM-a

Samo devet mjeseci nakon osnivanja. kompanije ABB i ALSTOM objavile su da će ALSTOM otkupiti ABB-ov udio (50 %) u njihovoj joint venture kompaniji ABB ALSTOM POWER za 1,28 milijardi američkih dolara.

Kako su kompanije ABB i ALSTOM krenule s različitim strategijama ovaj potez bi se mogao ocijeniti kao daljnju konsolidaciju pozicija dviju grupa.

U ABB-u su svjesni da se susreću s novim svijetom gdje su brzina, fleksibilnost i snaga mozga ključevi za povećanje tržišta i žele da ABB bude ponovno vodeći u svijetu. Okreću se prema tehnologiji temeljenoj na informatičkoj tehnologiji (IT) u području distribucije i prijenosa električne energije.

Prihod od prodaje udjela bit će iskorišten za jačanje pozicije ABB u poslovanju preko elektroničke pošte, širenje na području automatizacije u distribuciji električne energije, tehnologije građenja i financijskih usluga.

Što se, pak, ALSTOM-a tiče, on je sačuvao svoju strategiju usmjerenu na energiju i transportnu infrastrukturu te vidi ovaj potez kao važan korak u konsolidaciji svojih aktivnosti na ovim područjima. U novoj će konfiguraciji ove aktivnosti predstavljati skoro 80 % prodaje kompanije.

Predstavnici ALSTOM-a smatraju da ne mogu biti bolji uvjeti za ovakve poteze, jer se očekuje ekonomski rast širom svijeta i prilika je da kompanija unaprijedi svoje operativne performanse.

Prema nekim analitičarima ovakav razvoj situacije se mogao i očekivati.

Nakon toga ABB je sklopio ugovor s kompanijom IBM, vrijedan 250 milijuna američkih dolara godišnje.

Očekuje da će smanjiti troškove IT-a za nekih 35 milijuna američkih dolara godišnje, što bi moglo grupu učiniti bržom i efikasnijom u strelovitim promjenama IT u svijetu. Ugovorima su se nastojale obuhvatiti potrebe ABB-a za novim uređajima u razdoblju od tri godine za koje vrijeme će ABB zakupiti 75.000 stolnih kompjutera, 25.000 laptop kompjutera i 9.000 servera.

Electricity International, May 2000.

SBK

UPITNA BUDUĆNOST POSTROJENJA ZA PRERADU ISTROŠENOG NUKLEARNOG GORIVA BNFL

Postrojenje za preradu istrošenog nuklearnog goriva u Sellafieldu u Velikoj Britaniji (BNFL) imalo je, prije događaja o kojima se govori, narudžbe sve do 2016. godine u vrijednosti od 19 milijardi američkih dolara.

U rujnu 1999. godine nastaju problemi nakon što je otkriveno da su neka izvješća o sigurnosti krivotvorena.

U prosincu 1999. godine Japanci prestaju s isporukom nuklearnog otpada. Krajem veljače ove godine Švedska odustaje od prevoženja istrošenog goriva do Sellafielda. Početkom ožujka Njemci zabranjuju uvoz gorivih elemenata iz Sellafielda. Krajem ožujka Amerikanci objavljuju da namjeravaju preispitati svoje ugovore s BNFL-om. Švicarci ne žele prevoziti istrošeno nuklearno gorivo do Sellafielda sve dok je njegova sigurnost upitna.

Osim toga dobavljači nuklearnog goriva za kompaniju British Energy, koji zauzimaju jednu trećinu kapaciteta za pre-

radu, obustavljaju dobavu, a British Energy objavljuje da traži jeftinije skladištenje.

Također je i BNFL-ov prekomorski posao doveden u pitanje. U SAD-u su u akciji protivnici nuklearne tehnologije i stanovništvo protiv izgradnje spalionice nuklearnog otpada blizu nacionalnog parka Yellowstone.

SAD-u je ključno tržište BNFL-a, te je strateški cilj kompanije bio povećati profit za 15 %.

Ne samo da će BNFL imati gubitke zbog prekida ugovora za preradu i skladištenje, već dolazi u pitanje i opstanak postrojenja.

Irska, Danska i druge nordijske zemlje prigovaraju zbog povećanja radioaktivnosti tog dijela Atlanskog oceana, Irskog i Sjevernog mora, koja je posljedica istjecanja plutonija iz postrojenja u Sellafieldu.

U Copenhagenu će se tijekom ljeta održati sastanak na kojem će se raspravljati o zatvaranju postrojenja BNFL u Sellafieldu.

Uskoro bi trebao biti potpisan sporazum o zagađivanju mora. Velika Britanija je potpisnica tog sporazuma. Od nje se očekuje da postupi sukladno sporazumu i u slučaju ako se utvrdi zatvaranje postrojenja BNFL.

Troškovi zatvaranja bit će veliki. Prerada sudjeluje s oko 25 % od BNFL-ovog prihoda od 3,2 milijarde američkih dolara.

K tome, zatvaranjem bi se otpisala sredstva u iznosu od 5 milijardi američkih dolara za investicije u TORP (Thermal Oxide Reprocessing Plant) u Sellafieldu i tvornicu goriva Max. Postavlja se i pitanje što će biti s Sellafieldskim gospodarstvom nakon zatvaranja. Postrojenje ima 10.000 zaposlenika - deset puta više od bilo kojeg poslodavca u regiji. BNFL nastoji da se održi, te u tom smislu poduzima aktivnosti. Predstavnici iznose da postojeća istjecanja iz Sellafielda iznose samo oko 1 % radioaktivnih supstanci, koje su bile prisutne sedamdesetih godina. Ali prihvaća zahtjev Vlade da još više reducira ova istjecanja. Postrojenje je reduciralo razinu istjecanja za faktor 1,000 tijekom zadnjih 25 godina. Razine radioaktivnog istjecanja sada su zanemarive i BNFL će ih smanjiti na nulu do 2020. godine.

Sindikalno udruženje u Sellafieldu traži od Vlade da pomogne povratiti povjerenje u postrojenje.

BNFL je načinio svoj vlastiti program reformi pod nazivom "A New Start for Max". Programom su predviđena poboljšanja na ključnim područjima uz međunarodnu kontrolu, te revizija poslovne strategije. Kompanija smatra da je dobrodošlo sveobuhvatno preispitivanje njezinog tehnološkog i poslovnog procesa.

Electricity International, 4/2000.

SBK

Energija

Godište 49 (2000) Br. 4

Časopis Hrvatske elektroprivrede

Uredništvo i uprava
Zagreb, Ulica grada Vukovara 37
Godišnja pretplata 480,00 kn

Energija 1333

UDK 621.311.1
STRUČNI ČLANAK

ENERGIJA 49/2000/4, 225-228

NEKA RAZMIŠLJANJA O BUDUĆNOSTI MREŽE 220 kV

Dr. sc. Zorko Cvetković, dipl. ing.

Medveščak 56, 10000 Zagreb, Hrvatska

Prijelazom na napon 400 kV donešena je odluka da se više ne proširuje mreža 220 kV, osim nužnih zahvata u postojećim postrojenjima. Međutim, povremeno se ta mreža ipak proširuje, a javljaju se novi prijedlozi. Pokazuje se da su ta proširenja ponekad upitna i da bi trebalo pristupiti izradi studije koja bi sveobuhvatno riješila budućnost mreže 220 kV.

(Lit. 5, sl. - – original na hrvatskom jeziku)

Autor
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/4/225-228/2000.

Energija 1334

UDK 621.316.1.003
PREGLEDNI ČLANAK

ENERGIJA 49/2000/4, 219-224

TEHNIČKO-EKONOMSKI PRISTUP ZA ODREĐIVANJE PRIORITETNIH INVESTICIJA U DISTRIBUCIJSKOJ MREŽI

Dr. sc. Srđan Žutobradić, dipl. ing. - Mr. sc. Lahorko Wagmann, dipl. ing. - Tomislav Baričević, dipl. ing.

Energetski Institut "Hrvoje Požar", Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska

U referatu su prikazani temelji matematičkog modela za ocjenu tehničke i ekonomske opravdanosti pojedinih investicijskih odluka u distribucijskoj djelatnosti. Dobiveni rezultati služe kao osnova za izradu liste prioriteta. Također su dani primjeri uporabe predložene metodologije.

(Lit. 3, sl. 2 – original na hrvatskom jeziku)

Autori
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/4/219-224/2000.

Energija 1335

UDK 658.8.03:621.3
STRUČNI ČLANAK

ENERGIJA 49/2000/4, 257-271

NEKE PODLOGE I PRIJEDLOZI ZA REKONSTRUKCIJU TARIFNOG SUSTAVA ZA PRODAJU ELEKTRIČNE ENERGIJE
I. dio

Dr. sc. Mićo Klepo, dipl. ing.

Energetski institut "Hrvoje Požar", Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska

U ovome radu izlažu se neki rezultati istraživanja i analiza odnosa opterećenja i potrošnje u elektroenergetskom sustavu Republike Hrvatske, te s tim u svezi troškova i troškovnih odnosa po djelatnostima, po naponskim razinama, kao i po kategorijama potrošača, prema kojima se preispituju odnosi i odredbe važećeg Tarifnog sustava za prodaju električne energije. U radu se posebno ukazuje na one njegove odnose i rješenja koja je nužno doraditi ili u potpunosti rekonstuirati da di dili efikasniji, te da bi unaprijedili i poboljšali sustav naplate Hrvatske elekropivrede.

(Lit. 18, sl. 6 – original na hrvatskom jeziku)

Autor
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/4/257-271/2000.

Energija 1335 UDK 658.8.03:621.3

1. Neke podloge i prijedlozi za rekonstrukciju Tarifnog sustava za prodaju električne energije I. dio

I. Klepo M.

II. Energetski institut "Hrvoje Požar", Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska

Tarifni sustav za prodaju električne energije
Cijena električne energije
Kategorije potrošača
Troškovi električne energije
Tarife električne energije

Energija 1334 UDK 621.316.1.003

1. Tehničko-ekonomski pristup za određivanje prioritetnih investicija u distribucijskoj mreži

I. Žutobradić S. - Wagmann L. - Baričević T.

II. Energetski Institut "Hrvoje Požar", Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska

Distribucijska mreža
Investicije

Energija 1333 UDK 621.311.1

1. Neka razmišljanja o budućnosti mrežc 220 kV

I. Cvetković Z.

II. Medvešćak 56, 10000 Zagreb, Hrvatska

Mreža 220 kV
Mreža 400 kV
Pouzdanost

Energija

Godište 49 (2000) Br. 4

Časopis Hrvatske elektroprivrede

Uredništvo i uprava
Zagreb, Ulica grada Vukovara 37
Godišnja pretplata 480,00 kn

Energija 1336

UDK 697.34:338.52
STRUČNI ČLANAK

ENERGIJA 49/2000/4, 229-237

POSTOJEĆE STANJE I BUDUĆNOST UPORABE SUSTAVA INDIVIDUALIZIRANJA TROŠKOVA GRIJANJA I TOPLE VODE U ZGRADARSTVU HRVATSKE

Mr. sc. Florijan Rajić, dipl. ing.
Omiška 18, 10000 Zagreb, Hrvatska

U radu se opisuju osnovni poslovi zasnivanja i uspostave sustava individualiziranih obračunavanja i naplate troškova grijanja i pripreme tople vode. Opisuje se postojeće stanje u europskim zemljama, te rezultati i stanje dosadašnjih radova i pilot-projekata na tom području u nas. Navode se objektivne i subjektivne poteškoće, neobjašnjiv nerad na zakonskoj regulativi, te vrlo štetno zaostajanje u uvođenju ovih, vrlo korisnih i brzo isplativih, sustava u potrošnji energije u stambenim zgradama i stanovima u Hrvatskoj.
(Lit. 6, sl. 1 – original na hrvatskom jeziku)

Autor
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/4/229-237/2000.

Energija 1337

UDK 621.311.22:577.4
PREGLEDNI ČLANAK

ENERGIJA 49/2000/4, 239-245

EMISIJA STAKLENIČKIH PLINOVA U HRVATSKOJ S POSEBNIM OSVRTOM NA EMISIJE IZ OBJEKATA HEP-a

Željko Jurić, dipl. ing. - Mirko Šestić, dipl. ing. - mr. sc. Vladimir Jelavić, dipl. ing.
Ekonerg, Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska

Mr. sc. Zoran Stanić, dipl. ing.
HEP - Sektor za razvoj, Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska

U članku se analiziraju rezultati proračuna emisije glavnih stakleničkih plinova (CO_2, CH_4 i NO_x), za razdoblje od 1985. do 1990. godine, iz elektroenergetskog sektora te ostalih izvora na području Republike Hrvatske. Prikazana je emisija iz termoelektrana HEP-a na području Hrvatske, ali i termoelektrana koje su u promatranom razdoblju radile za potrebe hrvatskog elektroenergetskog sustava. Analiziran je udjel emisija termoelektrana izvan Hrvatske u ukupnoj emisiji HEP-a za promatrano razdoblje i važnost uključivanja tih emisija u baznu kvotu s obzirom na Kyoto Protokol. Za hrvatske potrebe angažirani blokovi u Bosni i Hercegovini (350 MW) te Srbiji (300 MW) emisija CO_2 za promatrano razdoblje je bila veća od emisije svih termoelektrana na području Hrvatske.
U članku su prikazani i rezultati proračuna ukupne emisije na području Republike Hrvatske za svaki stakleнički plin, pri čemu je istaknut doprinos elektroenergetskog i ostalih energetskih sektora ukupnoj emisiji. Udjel elektroenergetskog sektora u ukupnim emisijama stakleničkih plinova (svedeno na ekvivalentnu emisiju CO_2) iznosi 21-24 posto, ovisno o promatranoj godini.
(Lit. 8, sl. 9 – original na hrvatskom jeziku)

Autori
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/4/239-245/2000.

Energija 1338

UDK 658.8.03:64
STRUČNI ČLANAK

ENERGIJA 49/2000/4, 247-256

OGRANIČIVAČI STRUJE POTROŠNJE

Dr. sc. Jože Pihler, dipl. ing.
Univerza v Mariboru - Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Smetanova 17, 2000 Maribor, Slovenija

Boštjan Lilija, dipl. ing.
Šolski center, Pot na Lavo, 3000 Celje, Slovenija

Boris Kupec dipl. ing.
Elektro Celje, Vrunčeva 2a, 3000 Celje, Slovenija

U Sloveniji bio je prihvaćen nov tarifni sustav za prodaju električne energije. Dio tog sustava je i pravilnik, koji u niskonaponske električne instalacije uvodi i tarifni prekidač - ograničivač struje potrošnje, koji im zadatak ograničenja vršne snage i osiguranje potrošača prema preopterećenju i kratkim spojevima. Razvojem komunikacijskih sustava ostvarena je i mogućnost daljinskog upravljanja.
(Lit. 13, sl. 7 – original na hrvatskom jeziku)

Autori
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/4/247-256/2000.

Energija 1338 UDK 658.8.03:64

1. Ograničivači struje potrošnje

I. Pihler J. - Boštjan L. - Kupec B.

II. Univerza v Mariboru - Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Smetanova 17, 2000 Maribor, Slovenija - Šolski center, Pot na Lavo, 3000 Celje, Slovenija - Elektro Celje, Vrunčeva 2a, 3000 Celje, Slovenija

Tarifni prekidač - ograničivač struje potrošnje
Prekidna snaga
Selektivnost
Daljinsko upravljanje

Energija 1337 UDK 621.311.22:577.4

1. Emisija staklenčkih plinova u Hrvatskoj s posebnim osvrtom na emisije iz objekata HEP-a

I. Jurić Ž. - Šestić M. - Jelavić V. - Stanić Z.

II. *Ekonerg, Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska - HEP - Sektor za razvoj, Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska*

Stakleničkl plinovi
Emisija
Termoelektrane

Energija 1336 UDK 697.34:338.52

1. Postojeće stanje i budućnost uporabe sustava individualiziranja troškova grijanja i tople vode u zgradarstvu Hrvatske

I. Rajić F.

II. Omiška 18, 10000 Zagreb, Hrvatska

Individualizirani sustavi obračuna
Toplina
Topla voda
Gubici topline i vode
Sustavi grijanja
Troškovi grijanja i tople vode

Energija

Volume 49 (2000) Nº 4

Review of electricity of Croatia

Editorial and advertisements offices:
Zagreb, Ulica grada Vukovara 37
Subscription rate for 6 numbers p.a. USD 95

ENERGIJA 1333

UDK 621.311.1
PROFESSIONAL PAPER

ENERGIJA 49/2000/4, 225-228

SOME CONSIDERATIONS OF THE 220kV NETWORK'S FUTURE

Zorko Cvetković, D. Sc.

Medveščak 56, 10000 Zagreb, Croatia

After transferring to 400kV voltage the decision was made not to enlarge the 220kV network except for necessary interventions in the existing facilities. However, the network has been enlarged from time to time and there are new proposals as well. It is shown that these enlargements are sometimes questionable and there is a need to conduct a study, which would define the 220 kV network's future.

(No. of References: 5, Fig.: - – original in Croatian)

Author

ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/4/225-228/2000.

ENERGIJA 1334

UDK 621.316.1.003
SUBJECT REVIEW

ENERGIJA 49/2000/4, 219-224

TECHNICAL AND ECONOMIC APPROACH TO INVESTMENT PRIORITY DETERMINATION IN DISTRIBUTION NETWORKS

Srđan Žutobradić, D. Sc. – Lahorko Wagmann, M. Sc. – Tomislav Baričević, B. Sc.

Energetski institut "Hrvoje Požar",Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Croatia

This paper describes the basics of the mathematical evaluation model regarding the technical and economic justification of each investment decision in a distribution network. The results obtained from the model are used to create a list of investments ranked according to their priority. The paper also gives examples of the proposed methodology.

(No. of References: 3, Fig.: 2 – original in Croatian)

Authors

ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/4/219-224/2000.

ENERGIJA 1335

UDK 658.8.03:621.3
PROFESSIONAL PAPER

ENERGIJA 49/2000/4, 257-271

RECONSTRUCTION OF THE TARIFF SYSTEM FOR ELECTRIC ENERGY SALE: BASES AND PROPOSALS

Part one

Mićo Klepo, D. Sc.

Energetski institut "Hrvoje Požar", Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Croatia

The paper gives some results of the load and consumption research and analysis for the electric power system of the Republic of Croatia. The connected costs and cost relations are divided according to activities, voltage levels and consumer categories, whereby relations and rules of the actual Tariff System for Electric Energy Sale are tested. Special attention is paid to those relations and results, which are to be improved or completely changed in order to become more efficient and advance the payment system of the Croatian Electric Supply Company.

(No. of References: 18, Fig.: 6 – original in Croatian)

Author

ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/4/257-271/2000.

ENERGIJA 1335 UDK 658.8.03:621.3

1. Reconstruction of the Tariff System for Electric Energy Sale: Bases and Proposals, Part One

I. Klepo M.

II. Energetski institut "Hrvoje Požar",Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Croatia

Tariff System for Electric Energy Sale
Electric Energy Price
Consumer Categories
Electric Energy Costs
Electric Energy Tariffs

ENERGIJA 1334 UDK 621.316.1.003

1. Technical and Economic Approach to Investment Priority Determination in Distribution Networks

I. Žutobradić S. – Wagman L. – Baričević T.

II. Energetski institut "Hrvoje Požar",Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Croatia

Distribution Network
Investments

ENERGIJA 1333 UDK 621.311.1

1. Some Considerations of the 220 kV Network's Future

I. Cvetković Z.

II. Medveščak 56, 10000 Zagreb, Croatia

220 kV Network
400 kV Network
Reliability

Energija

Volume 49 (2000) Nº 4

Review of electricity of Croatia

Editorial and advertisements offices:
Zagreb, Ulica grada Vukovara 37
Subscription rate for 6 numbers p.a. USD 95

ENERGIJA 1336

UDK 697.34:338.52
PROFESSIONAL PAPER

ENERGIJA 49/2000/4, 229-237

CURRENT STATE AND FUTURE OF INDIVIDUALLY-BASED COST SYSTEM FOR HEATING AND HOT WATER IN CROATIAN BUILDINGS

Florijan Rajić, M. Sc.
Omiška 18, 10 000 Zagreb, Croatia

In the paper basic initiation works and system realisation of individually-based calculation and payment of heat and hot water costs are described. The current state in the European countries is described as well as the results and state of already realised pilot projects in this field here. Objective and subjective difficulties are given, as well as the inexplicable absence of a legal framework, and a harmful delay in the introduction of these very useful and cost effective systems for energy consumption in residential houses and flats in Croatia.

(No. of References: 6, Fig.: 1 – original in Croatian)

Author

ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/4/229-237/2000.

ENERGIJA 1337

UDK 621.311.22:577.4
SUBJECT REVIEW

ENERGIJA 49/2000/4, 239-245

GREENHOUSE GASSES EMISSION IN CROATIA WITH A SPECIAL VIEW ON HEP FACILITIES' EMISSIONS

Željko Jurić, B. Sc. – Mirko Šestić, B. Sc. – Vladimir Jelavić, M. Sc.
Ekonerg, Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Croatia

Zoran Stanić, M. Sc.
HEP – Sektor za razvoj, Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Croatia

The paper analyses the calculation results of the main greenhouse gas emissions (CO2, CH4 and NO2) for the period from 1980 to 1990, from the electric power sector and other sources on the territory of the Republic of Croatia. Emissions from the HEP's thermal power plants (TPP) are shown as well as from other thermal plants that operated for the needs of the Croatian electric power system. The share of emissions coming from the TPPs outside Croatia in the entire HEP's emission has been analysed for the observed period as well as the importance of including these emissions in the base quota considering the Kyoto Protocol. During the period observed, the units engaged in Bosnia and Herzegovina (350 MW) and Serbia (300 MW) operating for Croatian needs produced greater CO2 emissions than all the TPPs on the Croatian territory. In the paper calculation results for the entire emission for each GHG on the Croatian territory are shown, whereby the contribution of the electric power sector and other energy sectors in the entire emission is emphasised. The electric power system's share in the entire GHG emissions (based on equivalent CO2 emission) is 21 – 24 percent, depending on the year observed.

(No. of References: 8, Fig.: 9 – original in Croatian)

Authors

ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/4/239-245/2000.

ENERGIJA 1338

UDK 658.8.03:64
PROFESSIONAL PAPER

ENERGIJA 49/2000/4, 247-256

CURRENT LIMITING CIRCUIT-BREAKERS

Jože Pihler, D. Sc.
Univerza v Mariboru – Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in infirmatiko, Smetanova 17, 2000 Maribor, Slovenia

Boštjan Lilija, B. Sc.
Šolski center, Pot na Lavo, 3000 Celje, Slovenia

Boris Kupec, B. Sc.
Elektro Celje, Vrunčeva 2a, 3000 Celje Slovenia

A new tariff scheme for electricity sale has been adopted in Slovenia. A part of this scheme is the regulation that introduces current limiting circuit-breakers in low voltage electric installations, which have the role of peak load limitation and protection of consumers against overload and short-circuits. Owing to the development of communication systems, remote control has been made possible.

(No. of References: 13, Fig.: 7 – original in Croatian)

Authors

ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/4/247-256/2000.

ENERGIJA 1338 UDK 658.8.03:64

1. Current Limiting Circuit-Breakers
I. *Pihler J. – Boštjan L. –Kupec B.*
II. Univerza v Mariboru – Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in infirmatiko, Smetanova 17,2000 Maribor Slovenia - Šolski center, Pot na Lavo, 3000 Celje, Slovenia - Elektro Celje, Vrunčeva 2a, 3000 Celje Slovenia

Current Limiting Circuit-Breakers
Short-circuit Capacity
Selectivity
Remote Control

ENERGIJA 1337 UDK 621.311.22:577.4

1. Greenhouse Gasses Emissions in Croatia with a Special View on HEP Facilities' Emissions
I. *Jurić Ž. - Šestić M. - Jelavić V. - Stanić Z.*
II. Ekonerg, Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Croatia – HEP – Sektor za razvoj, Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Croatia

Greenhouse Gasses
Emissions
Thermal Power Plants

ENERGIJA 1336 UDK 697.34:338.52

1. Current State and Future of Individually-Based Cost System for Heating and Hot Water in Croatian Buildings
I. *Rajić F.*
II. Omiška 18, 10 000 Zagreb, Croatia

Individual Calculation System
Heat
Hot Water
Heat and Water Losses
Heating Systems
Heating and Hot Water Costs

UDK 621.31

ENJAAC 49 (5) – (2000) – 309-402

ISSN 0013-7448

ČASOPIS
HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE

energija

Godište 49 (2000) Zagreb 2000 Br. 5

IZDAVAČI – PUBLISHER

Hrvatska elektroprivreda

POMOĆ U IZDAVANJU

Ministarstvo znanosti, tehnologije i informatike

IZDAVAČKI SAVJET – THE PUBLISHING COUNCIL

Mr. sc. Branko *Grgić,* dipl. ing. (predsjednik), HEP Split – Adrijano *Fišer,* dipl. ing., HEP Rijeka – Marijan *Kalea,* dipl. ing., HEP Osijek – Damir *Karavidović,* dipl. ing., HEP Osijek – Mr. sc. Mladen *Mandić,* dipl. oec., HEP Zagreb – dr. sc. Vladimir *Mikuličić,* dipl. ing., FER Zagreb – dr. sc. Niko *Malbaša,* dipl. ing., Ekonerg, Zagreb

UREDNIČKI ODBOR - EDITORIAL BOARD

Glavni urednik – Editor-in-chief: dr. sc. Zorko *Cvetković,* dipl. inž.
Urednik - Editor: Zdenka *Jelić,* prof.

Urednici rubrika – Contributing Editors: "Energetski sistemi", dr. sc. Goran *Granić,* dipl. ing. – "Hidroelektrane", Vladimir *Prizl,* dipl. ing. – "Termoelektrane i toplane", Ivan *Vučetić,* dipl. ing. – "Prijenos električne energije", mr. sc. Zdenko *Tonković,* dipl. ing. – "Razvoj, distribucija i potrošnja električne energije", Mladen *Ježić,* dipl. ing. i Dasenko *Baldasari,* dipl. ing. – "Ekonomsko poslovanje i tarifna politika", dr. sc. Jure *Šimović,* dipl. ecc., mr. sc. Mladen *Mandić,* dipl. ecc. i Marijan *Magdić,* dipl. ecc. – "Ekologija", dr. sc. Niko *Malbaša,* dipl. ing. – "Informatika", Nikola *Lastrić,* dipl. ing. – Tehnički urednik – Technical Editor: Branko *Mališ* – Lektor – Lingvistic Adviser: Šimun *Čagalj,* prof. – Metrološka recenzija – Metrologic review: mr. sc. Mladen *Zeljko,* dipl. ing.

Redakcija završena 2000 - 09 - 15

SADRŽAJ

Borojević D.: Osvrt na granice između prijenosne i distributivne elektroenergetske mreže (Stručni članak) 313

Klepo M.: Neke podloge i prijedlozi za rekonstrukciju Tarifnog sustava za prodaju električne energije - II. dio (Pregledni članak) 319

Santica I.: Vjetroelektrane "Stupišće" o. Vis - zahtjevi priključka na elektrodistribucijski sustav i priprema izgradnje objekta (Pregledni članak) 333

Nevečerel D.: Proračun faktora uzemljenja i najveće struje kroz otpor rasprostiranja uzemljivača u mreži Hrvatske 2005. i 2010. godine (Stručni članak) 341

Komerički Z.: Kombi kogeneracijsko postrojenje Pliva Savski Marof i pripadajući visokotlačni plinovod (Stručni članak) 355

Protić R.: Kriteriji prigodom izbora fosilnih goriva za proizvodnju električne energije u termoelektranama - važan su iskorak u pravcu učinkovite uporabe energetskih resursa (Prethodno priopćenje) 369

Šimleša K.: Uz prigodu stote obljetnice mrežnog tonfrekventnog upravljanja - odašiljači 379

Vijesti iz elektroprivrede 382

Iz strane stručne literature 392

Savjetovanja 401

Fotografija na omotu:
HE PERUĆA

Časopis je ubilježen u Ministarstvu kulture i prosvjete – Sektor informiranja pod brojem 161 od 12. 11. 1992.

Uredništvo i uprava:

Zagreb, Ulica grada Vukovara 37

Telefoni 6125-641 i 6125-111/641, telefax 6170-438

Godišnje izlazi 6 brojeva. Godišnja pretplata za pojedince iznosi 300,00 kn, a za poduzeća i ustanove 480,00 kn (za studente 70,00 kn).

Cijena pojedinog broja u prodaji 50,00 kn.

Za inozemstvo $ 95 godišnje.

Žiro računi kod ZAP, Zagreb - Hrvatska elektroprivreda (za "Energiju") broj 30101-604-495

Tisak: TIVA – Tiskara Varaždin

Naklada 1000 primjeraka

Upute autorima

U "Energiji" smo već tiskali upute o pisanju stručnih i znanstvenih članaka, pa "stari" autori znaju sve o tome kako treba prirediti članak koji će se u njoj objaviti. Cilj je ovog priloga da pomognemo onim autorima koji još nisu objavljivali i da podsjetimo "zaboravljive".

1. Da bi članak bio zanimljiv, mora biti jasan. Rečenice kratke, a izrazi poznati. Pismo: latinica. Pisati valja u trećem licu ne upotrebljavajući pasivne oblike.
2. Članak mora biti neobjavljen. Kad se preda "Energiji", više se ne smije ponuditi nekom drugom uredništvu.
3. Idealno je kad članak nema više od 20 strana. Autori često tvrde da je teško neku problematiku iznijeti na tako malo stranica. U tom slučaju obično "presude" recenzenti.
4. Valja se pridržavati zakonskih standarda i INDOK-propisa. Pri upotrebi jedinica i simbola valja poštivati zakonske mjerne jedinice Međunarodnog sustava jedinica - SI.
   Matematički znakovi, grčka slova i indeksi moraju biti jasni i definirani. Fizikalne veličine i faktori pišu se kosim velikim i malim slovima latinicom ili grčkim slovima. Mjerne jedinice i ostali opisi pišu se uspravnim slovima.
5. Članak mora biti napisan na formatu A4 u dva primjerka. Napisan mora biti strojem s razmakom između redaka. Na lijevoj strani mora biti 4 cm širok rub za unošenje pogrešaka, uredničkih oznaka i dopuna. Mora imati **naslov** i jasno označene **podnaslove.** Ispod naslova valja napisati prezime, ime i mjesto stanovanja autora, a na kraju članka valja navesti podatke o autoru: znanstvenu titulu, prezime i ime, stručni naziv, naziv ustanove u kojoj radi i punu adresu.
6. Svaki članak mora imati:
   - **kratak sažetak.** U njemu se čitatelju daje dovoljno informacija o sadržaju članka. Autor treba navesti nova otkrića i spomenuti temeljna načela na kojima je izveo eksperimente što ih je opisao u članku. Ne smije imati više od 200 riječi.
   - **ključne riječi** (key words). To su izrazi koji čitatelju u najkraćem obliku kažu što je sadržaj članka. One pomažu da čitatelj sazna da li mu je članak zanimljiv ili nije.
   - **kategorizaciju.** Autor ima pravo predložiti u koju se kategoriju članka po kvaliteti ubraja njegov, u: originalni znanstveni članak, prethodno priopćenje, pregledni članak, stručni ili su to izvještaji sa savjetovanja, vijesti iz svijeta itd.
   - **literaturu.** Navodi se na kraju članka onim redom kojim je spomenuta u članku. Kad se u tekstu poziva na literaturu, piše se u uglatoj zagradi samo broj pod kojim je navedena. Podaci moraju biti točni i istiniti.

   Naslov članka, kategorizacija, sažetak i ključne riječi moraju biti na jednom papiru. Sažeci se u "Energiji" prevode na engleski i njemački. To čine naši prevodioci.
7. Likovni prikazi (fotografije, crteži, dijagrami) moraju se nalaziti na posebnom listu - svaka slika na svom listu. Moraju biti nacrtane po pravilima tehničkog crtanja i obično 3 puta veće nego što će biti u časopisu. Pritom valja paziti da 3 puta smanjena najmanja brojka ili slovo bude veliko 3 mm - 1,5 mm.

Tako pripremljen rukopis Uredništvo pregleda, daje ga recenzentima na ocjenu i ako je povoljno ocijenjen, tehnički se obradi (lektorira, grafičko-likovno uredi) i pošalje u tiskaru. O tome da li je članak primljen ili odbijen, Uredništvo izvještava autora.

Da bi autori lakše odredili u koju kategoriju prema kvaliteti valja uvrstiti neki članak, dajemo osnovne upute o kategorizaciji članka:

IZVORNI ZNANSTVENI ČLANAK (originalan znanstveni rad, originalno znanstveno delo, originaljnaja naučnaja rabota, original scientific paper, originalna naučna rabota, Wissenschaftlicher Originalbeitrag) opisuje nove rezultate istraživanja tehnike ili aparata (npr. doktorska disertacija). Ovoj kategoriji pripada i dosad neobjavljeni rad koji pridonosi znanstvenoj spoznaji ili nekom svhvaćanju, a napisan je tako da bilo koji kvalificirani znanstvenik na temelju danih informacija može:

- ponoviti eksperiment i postići opisane rezultate s jednakom točnošću ili unutar granice eksperimentalne pogreške, kako to navodi autor.
- ponoviti autorova zapažanja, proračune ili teorijske izvode i donijeti slična mjerenja.

PRETHODNO PRIOPĆENJE (prethodno sporočilo, prethodno saopštenje, preliminary communication, Vorlaufige Mitteliung) sadrži znanstvene spoznaje ili rezultate čiji karakter zahtijeva objavljivanje. Rad obvezatno sadrži jedan podatak novih znanstvenih informacija ili više, ali bez dovoljno pojedinosti koje bi omogućile čitatelju provjeru iznesene informacije na način kako je to prethodno opisano.

PREGLEDNI ČLANAK (pregledno delo, pregledna rabota, review, obzornja rabota, Übersichtarbeit) jest izvješće o nekom posebnom pitanju o kojem je već objavljena informacija, samo je to ovdje skupljeno i raspravljeno. Autor preglednoga članka dužan je dati podatke o svim objavljenim radovima kojima se koristio u svom radu (treba navesti literaturu i svrstati je redom kojim se pojavljuje u tekstu), a po mogućnosti u literaturi navesti radove koji bi pridonijeli razvoju razmatrane problematike.

STRUČNI ČLANAK (strokovno delo, stručna rabota, professional paper, profesionaljnaja rabota, Fachlicher Beitrag) daje korisne priloge iz područja čija problematika nije vezana za izvorna istraživanja. To znači da rad mora biti novost u određenom području djelatnosti. To se npr. odnosi na naknadno ponavljanje poznatih istraživanja koje predstavlja koristan rad u vezi sa širenjem znanja i prilagođavanja izvornih istraživanja potrebama društva i znanosti.

energija

ČASOPIS
HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE

glasilo je energetičara, elektroinženjera i elektrotehničara. Izdaje ga Hrvatska elektroprivreda uz pomoć Ministarstva znanosti, tehnologije i informatike.

Njime se koriste mnogi znanstvenici i stručnjaci u našoj zemlji, a poznat je i važnijim referalnim centrima u inozemstvu, kao što su:

Engineering Index Inc., New York; Engineering Information Inc. Bibliographic Services Dept, New Jersey; Current Tehnology Index, London; Viniti, Moscow; Revue Générale de l'électricité, Paris; Current Bibliography on Science and Tehnology, Japan Information Centre, Tokyo; itd.

U Energiji se tiskaju izvorni znanstveni članci kao i članci iz prakse, vijesti iz elektroprivrede, zanimljivosti iz svijeta, priopćenja i članci graditelja elektroenergetskih objekata, proizvođača strojeva i materijala. Oglasi su sastavni dio časopisa, a priopćenja su komercijalne naravi.

UREDNIŠTVO

RIJEČ GLAVNOG UREDNIKA

U ovom broju objavljujemo članak "Osvrt na granice između prijenosne i distributivne elektroenergetske mreže" u kojem autor Borojević daje svoj pogled na problem podjele zagrebačke mreže 110 kV između prijenosa i distribucije. Problem je to koji je prisutan već više od 25 godina i nije specifičan samo za naše uvjete. Pa i samo ime mreže reda veličine 110 kV u svjetskoj praksi varira od prijenosna mreža, potprijenosna mreža pa do mreža razvoda.

U nekim zemljama ta mreža spada u prijenos, a u nekima u regionalna (distribucijska) poduzeća. U ovom drugom slučaju međutim ingerenciju nad proizvodnim pogonima priključenim na mrežu 110 kV ima dispečer distribucije. Većina proizvodnih pogona u tim je zemljama naime priključena na mrežu 220 kV i 400 kV koje spadaju u ingerenciju nacionalnog dispečera.

U uvjetima slobodnog tržišta distribucija u takvim slučajevima traži optimum između vlastite proizvodnje i nabave iz prijenosne mreže.

U proteklim diskusijama u nas "Prijenos" je zastupao tehnološki kriterij, korišten u EdF-u, tj. naponi 110 kV i više spadaju u prijenos, a niže u distribuciju. Po tom kriteriju sve je jasno no pojavljuje se ipak pitanje ingerencije nad transformatorima 110/X kV u zajedničkim transformatorskim stanicama prijenosa i distribucije.To je pitanje prije svega bilo vezano uz tarifne stavove za prodaju električne energije na pojedinim naponskim nivoima, tj. o mjestu gdje distribucija kupuje tu energiju.

"Distribucija" je zastupala funkcionalni kriterij koji je teško jasno definirati osim kod radijalnih vodova 110 kV. Kako su na području Zagreba i jedni i drugi gradili 110 kV mrežu, danas imamo situaciju ni tehnološku ni funkcionalnu, koja doduše funkcionira, ali problemi se javljaju kod održavanja 110 kV polja i hitnim intervencijama u slučaju kvara kada je vlasništvo pojedinih 110 kV polja u postrojenjima različito od polja do polja.

Danas kad se nalazimo pred liberalizacijom, restrukturiranjem pa i privatizacijom i nove su opcije moguće, a rješenje će ovisiti o tome koje funkcije u elektroprivredi želi država imati pod kontrolom, odnosno kako će novi vlasnici gledati na problem.

Pri tome ne treba smetnuti s uma da je najveći broj proizvodnih jedinica u našoj mreži spojen na mrežu 110 kV. Ne treba ni zaboraviti potrebu koordinacije zaštite EES-a bez obzira na vlasništvo mreže ili njenog dijela. Ne treba zaboraviti ni na nuždu budućeg proširenja zagrebačke mreže 110 kV, koja je pred nama, otežanog poteškoćom pronalaženja novih trasa. Konačno treba reći i to da je problem mreže 110 kV u Zagrebu ipak specifičan s obzirom na postojeće stanje, s obzirom na energetski potencijal i na opseg mreže pa ga treba kao takvog detaljno razmotriti.

Objavljeni članak u ovom broju predlaže niz rješenja i trebao bi s toga biti poticaj za širu razmjenu ideja kako bi na vrijeme ne samo uočili sav spektar problema koji nas čekaju, već i mogućnost optimalnog rješenja.

Naročito se treba čuvati stihije kratkoročnih rješenja koja su u pravilu na štetu potrošača.

OSVRT NA GRANICE IZMEĐU PRIJENOSNE I DISTRIBUTIVNE ELEKTROENERGETSKE MREŽE

Dragan Borojević, Zagreb

UDK 621.315
STRUČNI ČLANAK

Jasno određena granica između prijenosne i distributivne elektroenergetske mreže značajno olakšava planiranje razvoja, izgradnju i eksploataciju dijelova elektroenergetskog sustava. To je od posebnog značenja za distributivnu elektroenergetsku mrežu i zbog očekivane pretvorbe u Hrvatskoj elektroprivredi.
Dan je osvrt na moguće varijante razgraničenja u postojećoj i budućoj elektroenergetskoj mreži grada Zagreba.

Ključne riječi: prijenos, primarna distribucija visokog napona, mjesta predaje i mjesta mjerenja električne energije, vođenje pogona.

1. UVOD

Svrha je ovog članka da ukaže na moguća razgraničenja prijenosne i distributivne elektroprivredne djelatnosti. Taj problem je posebno zančajan za veće gradove, čije je opskrbljivanje energijom dosta složeno. Kod toga je prisutno više problema, koji proizlaze iz međuzavisnosti različitih oblika energije, te iz načina organiziranja i funkcioniranja gradskih uprava i organizacija koje se bave energijom. U tome naročito značajnu ulogu ima elektroprivredna djelatnost sa svojim karakteristikama.

Pažnja autora je usredotočena na granicu između prijenosne i distributivne elektroenergetske mreže, jer ona u našim uvjetima još uvijek nije jasno definirana, a jedna je od bitnih pretpostavki za lakše rješavanje drugih problema. To je istodobno i funkcionalni i tehničkotehnološki i organizacijski problem, koji će biti naročito važan za pretvorbu Hrvatske elektroprivrede i za njeno funkcioniranje u novim odnosima, koji će težiti slobodnom tržištu električne energije.

2. MOGUĆE VARIJANTE RAZGRANIČENJA ELEKTROENERGETSKE MREŽE

2.1. Općenito

Za uspješno razgraničenje elektroprivrednih djelatnosti potrebno je ispuniti određene osnovne pretpostavke. Polazno je potrebno utvrditi:

- mjesta razgraničenja osnovnih sredstava (prema prijenosu, prema proizvodnji i prema susjednim distribucijama)
- mjesta predaje električne energije
- mjesta mjerenja.

Kod toga je najznačajnije adekvatno odrediti granicu između prijenosa i distribucije. Dobro bi bilo kad bi granica osnovnih sredstava ujedno bila i mjesto predaje, odnosno preuzimanja električne energije, te također mjesto mjerenja. No, u stvarnosti to uvijek nije tako. Granicu osnovnih sredstava bi bilo najuputnije odrediti vodeći računa o cjelovitoj nadležnosti u planiranju, odnosno investiranju, izgradnji i eksploataciji (pogonu i održavanju). Treba napomenuti da se nadležnost u vođenju pogona ne mora uvijek striktno poklapati s granicom osnovnih sredstava, ukoliko na to iznimno upućuju posebni funkcionalni zahtjevi.

Mjesta predaje električne energije su mjesta na kojima isporučitelj isporučuje, a distribucija preuzima električnu energiju. Ona su u pravilu na granici osnovnih sredstava.

Mjesta mjerenja nalaze se na mjestima predaje električne energije, ako se ugovorom drugačije ne uredi.

2.2. Osvrt na granicu osnovnih sredstava između prijenosa i distribucije na području Elektre-Zagreb

2.2.1. *Osnovna polazišta*

Kod određivanja granice između prijenosa i distribucije na području Elektre-Zagreb treba voditi računa o slijedećim polazištima:

- Naponske razine potrebno je razmotriti sa stajališta njihove funkcije, a ne sa stajališta visine napona.
- U suvremenim elektroenergetskim sustavima od funkcionalnih kategorija razlikujemo:
  - prijenos
  - primarnu distribuciju visokog napona
  - sekundarnu distribuciju visokog napona
  - distribuciju niskog napona (tercijarnu distribuciju).

- Za gustoću konzuma u našim prilikama u doglednoj budućnosti optimalan je četirinaponski sustav opskrbe, što znači da svakoj navedenoj funkcionalnoj kategoriji odgovara jedna naponska razina.
- Naponske razine se prilagođavaju razvoju i mijenjaju funkcionalne uloge. Tako je napon 110 kV prestao biti prijenosni napon i preuzeo je ulogu primarne distribucije.
- Za sekundarnu distribuciju optimalan je napon 20 kV.
- Napon 35 kV nije perspektivno optimalan i postupno odumire, a nadomješta ga napon od 110 kV.

2.2.2. *Moguća rješenja*

Općenito gledano, ne obazirući se na prethodno navedena polazišta, moguće je granicu između prijenosa i distribucije na području grada Zagreba alternativno postaviti tako da se dobije pet varijanti, kako slijedi:

a) da svi kabelski vodovi 110 kV i dio nadzemnih vodova 110 kV, koji su u funkciji distribucije, te sve transformatorske stanice 110/X kV, budu u distribuciji,

b) da svi nadzemni vodovi 110 kV budu u prijenosu, a svi kabelski vodovi 110 kV i sve transformatorske stanice 110/X kV budu u distribuciji,

c) da svi nadzemni vodovi 110 kV budu u prijenosu, a svi kabelski vodovi 110 kV i dio transformatorskih stanica 110/X kV budu u distribuciji, dok bi dio transformatorskih stanica 110/X kV bio zajednički, s tim da višenaponske strane budu u prijenosu, a transformatori i niženaponske strane budu u distribuciji,

d) da svi nadzemni vodovi 110 kV budu u prijenosu, a svi kabelski vodovi 110 kV i dio transformatorskih stanica 110/10(20) kV budu u distribuciji, dok bi dio transformatorskih stanica 110/X kV bio zajednički, s tim da u TS 110/30(35) kV višenaponske strane i transformatori budu u prijenosu, te niženaponske strane u distribuciji, a u preostalim TS 100/10(20) kV višenaponske strane u prijenosu, a transformatori i niženaponske strane u distribuciji,

e) da svi vodovi 110 kV, te višenaponske strane transformatorskih stanica 110/X kV i transformatori budu u prijenosu, a da niženaponske strane transformatorskih stanica 110/X kV budu u distribuciji.

Varijanta a) je potpuno u skladu s navedenim polazištima, no nedostatak joj je miješanje nadležnosti kod nadzemnih vodova 110 kV, što može činiti određene probleme tijekom razvoja mreže 110 kV.

Varijanta b) je u skladu s polazištima kad su u pitanju napojne točke 110/X kV. Međutim, po njoj bi i oni nadzmeni vodovi koji imaju funkciju primarne distribucije bili u osnovnim sredstvima prijenosa. U toj varijanti bi se postiglo jednostavno i jednoznačno razgraničenje, koje omogućava čiste odnose među djelatnostima, ali bi se povećali problemi u vezi razvoja mreže 110 kV.

Varijanta c) pruža minimum uvjeta za relativno brzo razgraničenje odnosa u postojećem stanju. Ona omogućava jedinstvenu nabavu električne energije na 110 kV naponu, te odgovarajuće vođenje pogona u skladu s funkcionalnim nadležnostima. U njoj su veći problemi u vezi razvoja mreže 110 kV nego u prethodnim varijantama.

Varijanta d) praktički je najbliža postojećem stanju i ona je polazište za razvijanje daljnjih odnosa. Ona može poslužiti kao prijelazna faza do konačnog rješenja, ako se u njoj učini korak dalje prenošenjem transformatora 110/30 kV u sredstva distribucije i stvore pretpostavke za preuzimanje električne energije u cjelini na 110 kV naponu. Na taj način bi se varijanta d) pretvorila u varijantu c).

Varijanta e) je ispod razine postojećeg stanja i u neskladu je s navedenim polazištima, pa je u daljnjim razmatranjima nećemo uzimati u obzir.

Podloge za ilustraciju pojedinih varijanti bile su sheme mreže 110 kV grada Zagreba na slikama 1 i 2 (postojeća mreža i mreža planirana na dulji rok), te pregled postojećih transormatorskih stanica 110/X kV u narednoj tablici 1.

Tablica 1. Osnovni podaci za postojeće TS 110/X kV na području DP Elektra-Zagreb

Red. broj	Naziv TS 110/X kV	Prijenosni odnos	Instalirana snaga	Osnovna sredstva		
				110 kV dio	Transformatori	Srednji napon
1.	Sopot	110/10	2x40	Distribucija	Distribucija	Distribucija
2.	Ksaver	110/10(20)	2x20	Distribucija	Distribucija	Distribucija
3.	Stenjevec	110/10(20)	2x20+1x40	Distribucija	Distribucija	Distribucija
4.	V.Gorica	110/10(20)	2X20+1x40	Distribucija	Distribucija	Distribucija
5.	Trpimirova	110/10(20)	2x40	Prijenos	Distribucija	Distribucija
6.	Dubec	110/10(20)	2x40	Prijenos	Distribucija	Distribucija
7.	EL-TO	110/10(20)	2x40	Prijenos	Distribucija	Distribucija
8.	Botinec	110/20	2x40	Prijenos	Distribucija	Distribucija
9.	Zaprešić	110/20	2x40	Prijenos	Distribucija	Distribucija
10.	Samobor	110/10(20)	2x20	Prijenos	Distribucija	Distribucija
11.	Jertovec	110/35	1x20	Proizvodnja	Distribucija	Distribucija
12.	Dugo Selo	110/30/10	1x20+1x16	Prijenos	Prijenos	Distribucija
13.	Jarun	110/30/10(20)	3x60	Prijenos	Prijenos	Distribucija
14.	TE-TO	110/30	3x60	Proizvodnja	Proizvodnja	Distribucija
15.	Rakitje	110/30	1x31,5+1x40	Prijenos	Prijenos	Prijenos
16.	Resnik	110/30	2x60	Prijenos	Prijenos	Prijenos i Dist.

Ako se pođe od varijante e) koja predstavlja najnižu razinu mreže (ispod razine postojećeg stanja), koju nećemo uzeti u obzir, slijedeće razine po varijantama dobivaju se dodavanjem dijelova mreže i postrojenja prema slijedećoj tablici 2.

Tablica 2.

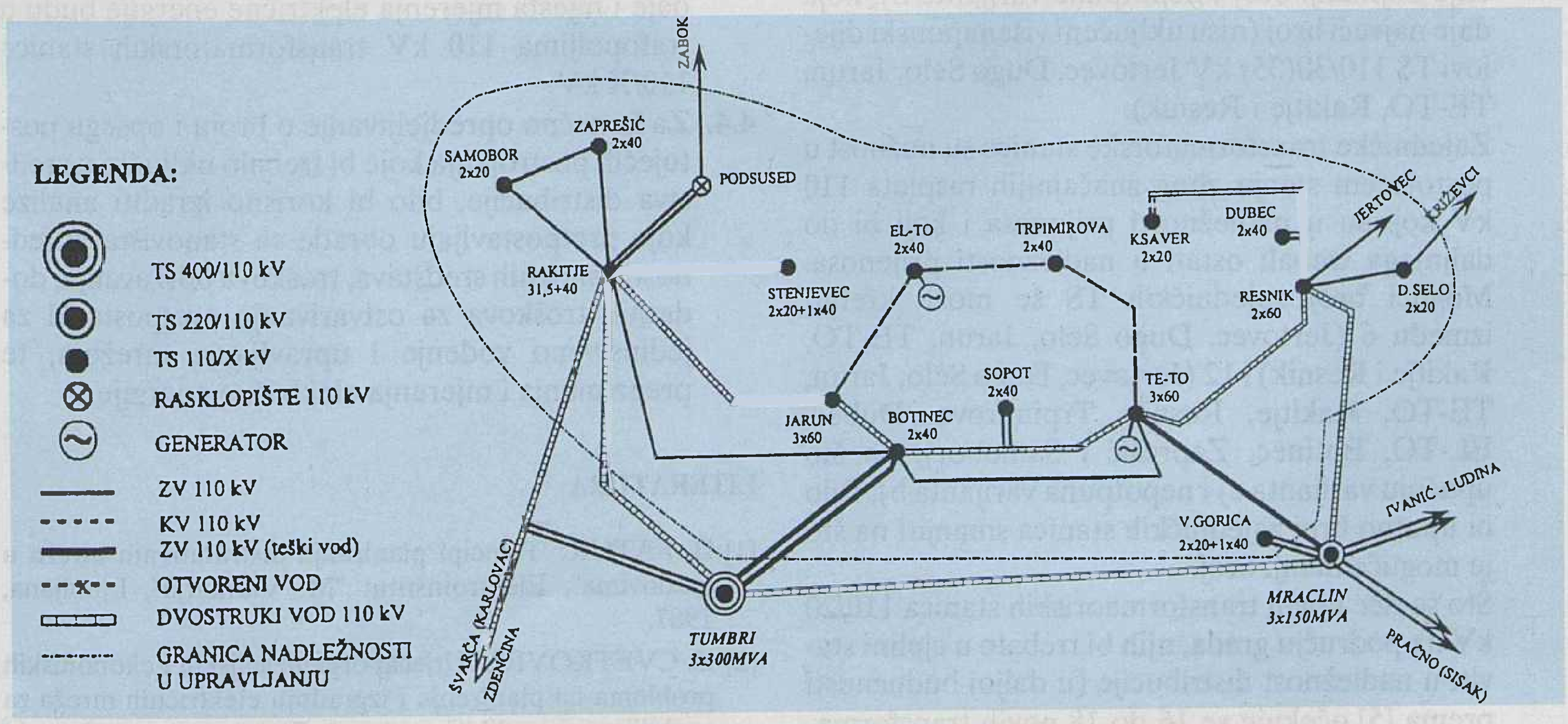
Varijanta mreže prema točki 2.2.2.	Uključeno u distribuciju
e	**Niženaponske strane TS 110/X kV**
d	Niženaponske strane TS 110/X kV **+ Višenaponske strane 4 TS 110/10(20) kV** **+ Transformatori 110/10(20) kV (22 komada)** **+ Transformatori 110/35 kV (1 komad)** **+ Kabeli 110 kV**
c	Niženaponske strane TS 110/X kV Višenaponske strane 4 TS 110/10(20) kV Transformatori 110/10(20) kV (22 komada) Transformatori 110/35 kV (1 komad) Kabeli 110 kV **+ Transformatori 110/30 kV (12 komada)**
b	Niženaponske strane TS 110/X kV Višenaponske strane 4 TS 110/10(20) kV Transformatori 110/10(20) kV (22 komada) Transformatori 110/35 kV (1 komad) Kabeli 110 kV Transformatori 110/30 kV (12 komada) **+ Višenaponske strane 12 TS 110/X kV**
a	Niženaponske strane TS 110/X kV Višenaponske strane 4 TS 110/10(20) kV Transformatori 110/10(20) kV (22 komada) Transformatori 110/35 kV (1 komad) Kabeli 110 kV Transformatori 110/30 kV (12 komada) Višenaponske strane 12 TS 110/X kV **+ Dio nadzemnih vodova 110 kV koji imaju distribucijski karakter**

3. OSVRT NA VOĐENJE POGONA ELEKTROENERGETSKE MREŽE 110 kV

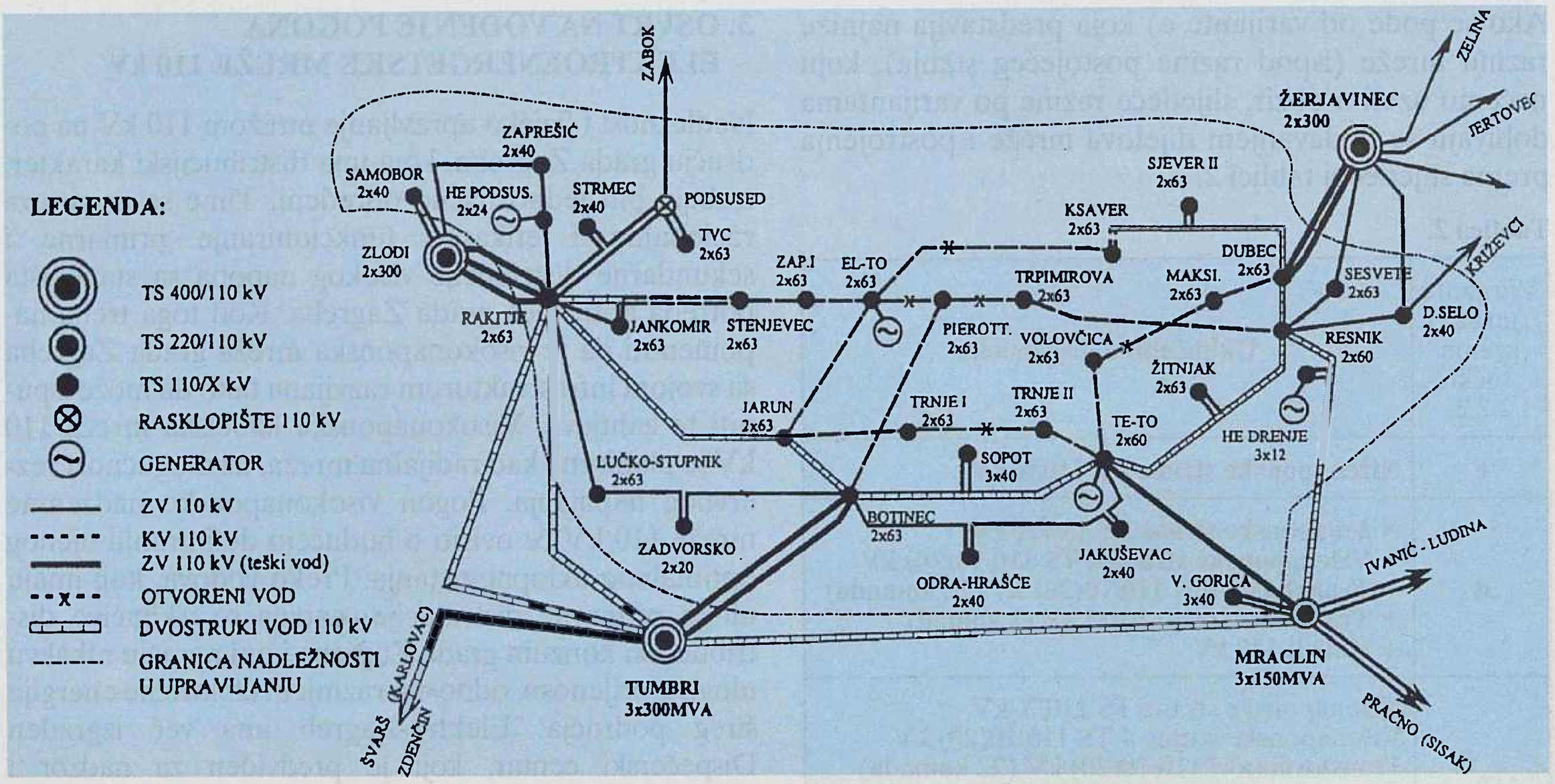
Nadležnost i fizičko upravljanje mrežom 110 kV na području grada Zagreba, koja ima distribucijski karakter, trebaju biti jednoznačno određeni. Time se osigurava racionalno i efikasno funkcioniranje primarne i sekundarne distribucije visokog napona sa stanovišta potreba potrošača grada Zagreba. Kod toga treba napomenuti da je visokonaponska mreža grada Zagreba sa svojom infrastrukturom razvijana tako da može ispuniti te zahtjeve. Visokonaponska kabelska mreža 110 kV je planirana kao radijalna mreža, uz mogućnost rezervnog napajanja. Pogon visokonaponske nadzemne mreže 110 kV će ovisiti o budućem definiranju njenog optimalnog uklopnog stanja. Preko vodova, koji imaju ulogu primarne distribucije, napaja se isključivo distribucijski konzum grada Zagreba i oni nemaju nikakvu ulogu u prijenosu, odnosno razmjeni električne energije šireg područja. Elektra-Zagreb ima već izgrađen Dispečerski centar, koji je predviđen za nadzor i upravljanje cjelovitim elektroenergetskim sustavom grada Zagreba u smislu prethodno iznesenih postavki, a i koncepcija novog Dispečerskog centra "Zagreb" [4] ukazuje na logičnost takvog pristupa, naročito u daljnjem razvoju. Takav pristup, osim što je funkcionalno logičan, posebno sa stanovništva potrošača, u skladu je i s prethodno navedenim mogućim razgraničenjima osnovnih sredstava. Ne ulazeći u detalje, za napomenuti je da navedenim postavkama odgovaraju principijelne granice upravljanja naznačene na slikama 1 i 2.

4. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

4.1. Analiza mogućih varijanti razgraničenja distributivne i prijenosne djelatnosti u gradu Zagrebu pokazuje da bi ovaj problem bilo uputno podijeliti u dva dijela. Prvi dio se odnosi na postojeće objekte,



Slika 1. Shema postojeće mreže 110 kV na području grada Zagreba (stanje 1999.)



Slika 2. Shema mreže 110 kV na području grada Zagreba planirane na dulji rok (iza 2015. godine)

a drugi dio se odnosi na nove objekte. Za sve prihvatljive varijante je bitno da transformatori 110/X kV budu u osnovnim sredstvima distribucije, te da preuzimanje i obračun električne energije budu na 110 kV razini. Kod toga bi najlogičnije bilo da mjerni slogovi budu u transformatorskim poljima 110 kV. Uz navedene pretpostavke dio postojećih TS 110/X kV bi bio u cjelini u sredstvima distribucije, a dio bi bio zajednički.

Broj postojećih TS 110/X kV, koje bi u startu mogle biti u sredstvima distribucije, bi se mogao kretati između 4 (Sopot, Ksaver, Stenjevec i Velika Gorica) i 10 (Sopot, Ksaver, Stenjevec, Velika Gorica, Trpimirova, Dubec, EL-TO, Botinec, Zaprešić i Samobor), što proizlazi iz varijante d) koja daje najmanji broj i nepotpune varijante b), koja daje najveći broj (nisu uključeni višenaponski dijelovi TS 110/30(35) kV Jertovec, Dugo Selo, Jarun, TE-TO, Rakitje i Resnik).

Zajedničke transformatorske stanice su nužnost u postojećem stanju zbog značajnijih raspleta 110 kV koji su u nadležnosti prijenosa i koji bi do daljnjega trebali ostati u nadležnosti prijenosa. Mogući broj zajedničkih TS se može kretati između 6 (Jertovec, Dugo Selo, Jarun, TE-TO, Rakitje i Resnik) i 12 (Jertovec, Dugo Selo, Jarun, TE-TO, Rakitje, Resnik, Trpimirova, Dubec, EL-TO, Botinec, Zaprešić i Samobor), na što upućuju varijanta c) i nepotpuna varijanta b). Bilo bi uputno broj zajedničkih stanica smanjiti na što je moguće manji broj.

Što se tiče novih transformaoriskih stanica 110/20 kV na području grada, njih bi trebalo u cjelini staviti u nadležnost distribucije (u daljoj budućnosti prema [5] očekuje se 16 do 18 novih transformatorskih stanica).

Kod vodova 110 kV svi kabeli i nadzemni vodovi primarne distribucije bi trebali biti u nadležnosti distribucije, a ostali nadzemni vodovi u nadležnosti prijenosa.

4.2. U pogledu upravljanja distributivnom mrežom trebalo bi se rukovoditi funkcionalnim principom. U skladu s tim, cjelokupnom distributivnom mrežom bi se upravljalo iz Dispečerskog centra Elektre-Zagreb. Na strani 110 kV to pretpostavlja upravljanje prekidačima u svim transformatorskim poljima 110 kV i onim prekidačima u vodnim poljima 110 kV koja imaju distributivni karakter.

4.3. Budući da iz zaključka 4.1. slijedi da je i u prijelaznoj i u konačnoj varijanti granica osnovnih sredstava na 110 kV, bilo bi uputno da mjesta predaje i mjesta mjerenja električne energije budu u trafopoljima 110 kV transformatorskih stanica 110/X kV.

4.4. Za konačno opredjeljivanje o broju i opsegu postojećih postrojenja koje bi trebalo uključiti u sredstva distribucije, bilo bi korisno izraditi analize koje pretpostavljaju obrade sa stanovišta vrijednosti osnovnih sredstava, troškova održavanja, dodatnih troškova za ostvarivanje pretpostavki za jedinstveno vođenje i upravljanje mrežom, te preuzimanja i mjerenja električne energije.

LITERATURA

[1] B. FATUR: "Principi planiranja distributivnih mreža u gradovima", Elektroinštitut "M. Vidmarja", Ljubljana, 1987.

[2] Z. CVETKOVIĆ: "Utjecaj organizacijskih i ekonomskih problema na planiranje i izgradnju električnih mreža za snabdijevanje velikih gradova", Elektroprijenos Zagreb, 1987.

[3] D. BOROJEVIĆ: "Prilozi metodološkoj obradi elektroenergetskih mreža većih gradova", HEP-DP Elektra Zagreb, 1998.

[4] N. ČUPIN: "Dispečerski centar "Zagreb", OKit d.o.o. Consulting, Zagreb 1998.

[5] S. ŽUTOBRADIĆ, E. MIHALEK: Novelacija "Osnovnog rješenja elektrodistributivne mreže 110 kV i 30 kV grada Zagreba", Energetski institut "Hrvoje Požar", d.o.o. Zagreb, 1996.

REVIEW OF BOUNDARIES BETWEEN ELECTRIC ENERGY TRANSMISSION AND DISTRIBUTION NETWORK

A clearly defined boundary between electric energy transmission and distribution network significantly simplifies development planning, construction and operation of electric energy system's parts. It is particularly important for the electric energy distribution network and following the expected restructuring of the Croatian electric energy supply company.

The paper offers a review of possible scenarios for boundary setting in the existing and future electric energy network in Zagreb.

EIN RÜCKBLICK AUF GEGENSEITIGE ABGRENZUNG VON ÜBERTRAGUNGS - UND VERTEILUNGSNETZEN

Eine klare Abgrenzung der Übertragungs - gegenüber den Verteilungsnetzen erleichtert wesentlich das Entwerfen des Ausbaues, die Errichtung und die Nutzung von Teilen eines Stromversorgungssystems. Dies ist, u.a. wegen der erwarteten Umgestaltung in der Stromversorgung Kroatiens, für deren Verteilungsnetz besonders wichtig.

Im Artikel ist eine Rückschau auf mögliche Varianten der Abgrenzungen im gegenwärtigen und im künftigen Stromversorgungsnetz der Stadt Zagreb gegeben.

Naslov pisca:

Dragan Borojević, dipl. ing.
HEP, DP Elektra - Zagreb
Gundulićeva 22
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2000-08-25.



NEKE PODLOGE I PRIJEDLOZI ZA REKONSTRUKCIJU TARIFNOG SUSTAVA ZA PRODAJU ELEKTRIČNE ENERGIJE
II. dio

Dr. sc. Mićo K l e p o, Zagreb

UDK 658.8.03:621.3
PREGLEDNI ČLANAK

U ovome članku izlažu se neki rezultati istraživanja i analiza odnosa opterećenja i potrošnje u elektroenergetskom sustavu Republike Hrvatske, te s tim u svezi troškova i troškovnih odnosa po djelatnostima, po naponskim razinama, kao i po kategorijama potrošača. Iz energetskih i troškovnih odnosa izvode se podloge i utvrđuju cjenovni odnosi, prema kojima se preispituju odnosi i odredbe važećeg Tarifnog sustava za prodaju električne energije. U radu se posebno ukazuje na one njegove odnose i rješenja koja je nužno doraditi ili u potpunosti rekonstruirati da bi bili efikasniji, te da bi unaprijedili i poboljšali sustav naplate Hrvatske elektroprivrede.

Ključne riječi: Tarifni sustav za prodaju električne energije, cijena električne energije, kategorije potrošača, troškovi električne energije, tarife električne energije.

1. UVOD

U prvom dijelu članka, koji je objavljen u prethodnom broju, izloženi su rezultati istraživanja i analiza koji se kao podloge i rješenja mogu primijeniti kod rekonstrukcije Tarifnog sustava za prodaju električne energije. U drugom dijelu izlaže se nastavak prikaza dobivenih istraživanja i analiza. Također, izlažu se i obrazlažu prijedlozi za rješenja koja u osnovi znače bitne i suštinske promjene u odnosima i postupcima obračuna električne energije za različite kategorije potrošnje: kućanstva, ostale potrošače na 0.4 kV i javnu rasvjetu. U radu se također procjenjuju efekti i prihvatljivost promjena, ali uz uvjet i pretpostavku o nepromjenjivosti prosječne cijene na razini kategorija potrošnje, što je bio zahtjev kojeg je postavilo odgovarajuće Stručno povjerenstvo, pod čijim je okriljem glavnina analiza i učinjena. U svezi s rezultatima koji slijede važno je znati su sve simulacije i analize učinjene za strukturu i odnose tarifnih stavova za razinu prije popusta i poreza.

2. KATEGORIJA POTROŠNJE - KUĆANSTVA

2.1. Odnosi cijena električne energije za kućanstvo ovisno o načinu mjerenja

Odnosi prosječnih cijena električne energije među kategorijama potrošnje na 0.4 kV razini nisu usklađeni. Pored ostaloga, kućanstva su u znatno povoljnijem položaju od ostalih kategorija potrošnje. Naime, i pored toga što se potrošači kućanstava napajaju s najniže distributivne naponske razine 0.4 kV, za koju su vezani najviši troškovi izgradnje, priključka, pogona, održavanja i isporuke energije, oni za električnu energiju plaćaju niže prosječne cijene po isporučenom kWh električne energije nego potrošači ostalih kategorija potrošača, koji se opskrbljuju i na razini 0.4 kV, ali i na višim naponskim razinama za koje su vezani znatno niži troškovi u sustavu. Međutim, odnosi nisu uravnoteženi niti među grupama potrošača unutar kategorije kućanstava. Ovisno o načinu mjerenja potroška električne energije, potrošači kategorije kućanstava koji potrošak električne energije mjere i registriraju dvotarifnim i trotarifnim brojilom neopravdano ostvaruju znatno niže troškove za električnu energiju (beneficije) u odnosu na potrošače koji potrošak mjere jednotarifnim brojilom (tablica 9.). Njihov povoljniji položaj dominantno je posljedica rasporeda i odnosa tarifnih stavova niže, srednje i više tarife za energiju, i tek malim dijelom nastojanja da električnu energiju troše tijekom razdoblja baznih ili prijelaznih opterećenja sustava, čime bi onda izazivali i niže troškove u sustavu. Drugim riječima, bez obzira na način mjerenja, dominantan broj potrošača ponaša se ne vodeći računa o opterećenju i troškovima sustava.

Odnosi u elektroenergetskom sustavu u svezi s kategorijom kućanstava simulirani su za 1996., 1997. i 1998. godinu, i to sa strukturom i odnosima tarifnih stavova

prema važećem Tarifnom sustavu, i to za tarifne stavove prije popusta i poreza. Zbog potrebe da se analize ipak vežu za realne prilike i odnose troškova u sustavu, u proračune su uključeni i važeći popusti na tarifne stavove na snagu za prvopotrošene kWh radne energije.

Za 1998. godinu ostvarena sveukupna prosječna prodajna cijena na razini kategorije kućanstava iznosila je 0.4247 kn/kWh. Simulacijom je utvrđeno da bi ta cijena uz dosljednu primjenu važećeg Tarifnog sustava, prije popusta i poreza i uz odgovarajuću naplatu, trebala iznositi 0.5162 kn/kWh (tablica 10.). Popust na tarifne stavove za snagu kod kategorije kućanstava za 1998. godinu bio je vezan za razinu prvopotrošenih 110 kWh radne energije mjesečno. Analize su pokazale da bi rezultat potpunog dokidanja tog popusta bio porast prosječne cijene oko 24%, što znači porast na razinu od 0.6456 kn/kWh. Budući da je taj porast vezan samo na fiksnu komponentu cijene, značajno bi pridonio poboljšanju danas nepovoljnog odnosa fiksnog i varijabilnog elementa u strukturi prodajne cijene, te ih tako približio realnim odnosima fiksnih i varijabilnih troškova u sustavu.

Tablica 10.

Tarifni stavovi	Snaga	Energija		
		Jedno-tarifni	Dvo-tarifni	Tro-tarifni
	kn/kW	*kn/kWh*	*kn/kWh*	*kn/kWh*
VT	11.94	0.37	0.46	0.46
ST	1.63		0.18	0.18
NT				0.13
Prosječna cijena:	kn/kWh			
Ostvarenje HEP	0.4247			
Simulacija	0.5162			

U strukturi te cijene omjer fiksnog i varijabilnog dijela iznosi 0.38 : 0.62. Naravno, s dokidanjem popusta na tarifni stav za snagu za prvopotrošene kWh porasla bi ukupna cijena na razini kategorije kućanstava, i to kroz povećanje fiksnog dijela, što bi bio značilo približavanje strukture cijene strukturi realnih troškova u sustavu. Naime, veći dio u strukturi realnih troškova u sustavu čine upravo fiksni troškovi. To treba biti još jedan dodatni razlog za dokidanje popusta koji su uvedeni po socijalnim kriterijima, a imaju negativan odraz na sustav naplate i način pokrivanja troškova u sustavu.

S uvođenjem dodatnog razdoblja važenje viših tarifnih stavova u vremenu od 8 do 12 sati u zimskom računanju vremena, odnosno od 9 do 13 sati u ljetnom računanju vremena, sveukupna prosječna cijena električne energije na razini kategorije kućanstava porasla bi za 8.37 %, tj. iznosila bi 0.5594 kn/kWh. Uz uvjet da se rekonstrukcija odnosa učini tako da ukupna cijena na razini kategorije kućanstava ostane nepromijenjena, analizirane su tri moguće varijante podešavanja varijabilnog dijela cijene (za energiju) na razinu prije uvođenje dodatnog razdoblja važenja viših tarifnih stavova, i to:

- rekonstrukcijom odnosa tarifnih stavova više, srednje i niže tarife za energiju,
- smanjenjem svih tarifnih stavova za energiju kategorije kućanstava za jedinstven iznos,
- smanjenjem tarifnih stavova za radnu energiju potrošačima kategorije kućanstava koja potrošak radne energije registriraju dvotarifnim i trotarifnim brojilima.

2.1.1. *Rekonstrukcija odnosa tarifnih stavova više, srednje i niže tarife za energiju*

Osnovu varijante za rekonstrukciju odnosa tarifnih stavova više, srednje i niže tarife za energiju kako bi se kompenziralo povećanje troškova za potrošače kategorije kućanstava zbog uvođenja dodatnog razdoblja viših tarifnih stavova čini nekoliko elemenata. Prvi je da se rekonstrukcija usmjeri prema potrošačima kod kojih se povećanje troškova i dešava, dakle kod onih koji potrošak registriraju dvotarifnim i trotarifnim brojilima. Drugi je da se smanje nerealno velike razlike dnevnih težinskih odnosa tarifnih stavova samo zbog načina registriranja potrošnje radne energije. I konačno, budući da tarifni sustav strukturom i odnosom tarifnih stavova treba nuditi izbor, a ujedno biti i poticajan, kroz ovu varijantu moguće je ponuditi nove odnose tarifnih stavova više, srednje i niže tarife, pri čemu se potrošačima koji potrošnju registriraju dvotarifnim i trotarifnim brojilima ipak ostavlja da dio povećanih troškova smanje promjenom načina ponašanja. Promjena načina ponašanja potrošača upravo je osnovni cilj uvođenja dodatnog razdoblja važenja viših tarifnih stavova.

U analizama koje slijede za potrošače koji potrošnju registriraju dvotarifnim i trotarifnim brojilima varira se viši tarifni stav za energiju, dok se srednji i niži tarifni stav, jednako kao i tarifni stav za radnu energiju za potrošače koji potrošnju registriraju jednotarifnim brojilima zadržavaju nepromijenjeni. Cilj te analize je da se utvrdi način rekonstrukcije odnosa tarifnih stavova nakon uvođenja dodatnog razdoblja važenja viših tarifnih stavova kako bi se djelomično anuliralo povećanje prosječne cijene za energiju. Dakako, rezultat proračuna su također i razine očekivanog povećanja ukupne prosječne cijene, dakle i ukupnih troškova za električnu energiju za kategoriju kućanstava ovisno o odabranoj varijanti i načinu rekonstrukcije (tablica 11.).

Tablica 11.

Tarifni stav	Snaga	Energija			Prosječna cijena		Povećanje prosječ. cijene
		Jednotarifni	Dvotarifni	Trotarifni			
	kn/kW	*kn/kWh*	*kn/kWh*	*kn/kWh*	*kn/kWh*	*pf/kWh*	*%*
Odnos tarifnih stavova za radnu energiju (dvotarifni/trotarifni) - 2.25 : 1 : 0.7							
*Jednotarifni - viši tarifni stav * 0.89*							
VT	11.94	0.37	0.41	0.41	0.5456	0.142	5.7
ST	1.63		0.18	0.18			
NT				0.13			
Odnos tarifnih stavova za radnu energiju (dvotarifni/trotarifni) - 2.22 : 1 : 0.7							
*Jednotarifni - viši tarifni stav * 0.90*							
VT	11.94	0.37	0.41	0.41	0.5440	0.141	5.4
ST	1.63		0.18	0.18			
NT				0.13			
Odnos tarifnih stavova za radnu energiju (dvotarifni/trotarifni) - 2.2 : 1 : 0.7							
*Jednotarifni - viši tarifni stav * 0.91*							
VT	11.94	0.37	0.40	0.40	0.5429	0.141	5.2
ST	1.63		0.18	0.18			
NT				0.13			
Odnos tarifnih stavova za radnu energiju (dvotarifni/trotarifni) - 2.125 : 1 : 0.7							
*Jednotarifni - viši tarifni stav * 0.94*							
VT	11.94	0.37	0.39	0.39	0.5387	0.140	4.4
ST	1.63		0.18	0.18			
NT				0.13			
Odnos tarifnih stavova za radnu energiju (dvotarifni/trotarifni) - 2 : 1 : 0.7							
*Jednotarifni - viši tarifni stav * 1.00*							
VT	11.94	0.37	0.37	0.37	0.5318	0.1381	3.0
ST	1.63		0.18	0.18			
NT				0.13			

Očekivane promjene težinskih odnosa troškova ovisno o načinu registriranja potrošnje radne energije, prikazane su u tablici 12.

Tablica 12.

Odnos tarifnih stavova	Jednotarifni	Dvotarifni	Trotarifni
Važeći Tarifni sustav	1	0.6425	0.5795
Dodatni VT	1	0.794	0.7145
2.25 : 1 : 0.7	1	0.745	0.6695
2.22 : 1 : 0.7	1	0.7391	0.6641
2.2 : 1 : 0.7	1	0.7352	0.6602
2.125 : 1 : 0.7	1	0.7205	0.647
2 : 1 : 0.7	1	0.696	0.6245

Odabir načina rekonstrukcije odnosa u okviru te varijante rekonstrukcije može se temeljiti ili na principu jedinstvenog i jednostavnog odnosa tarifnih stavova za sve potrošače u sustavu, ili na principu ravnomjerno podijeljene obveze kompenzacije povećanih troškova zbog dodatnog razdoblja važenja viših tarifnih stavova. Sadržajno radi se o promjeni koja znači promjenu odnosa tarifnih stavova i promjenu načina ponašanja potrošača. Po principu jedinstvenog i jednostavnog odnosa tarifnih stavova prihvatljivi odnosi bili bi (2.25 : 1 : 0.7), (2.2 : 1 : 0.7) ili (2 : 1 : 0.7). Po drugom principu prihvatljivi odnos tarifnih stavova bio bi (2.125 : 1 : 0.7). Budući da se ovim posljednjim pretpostavlja ravnomjerna podjela odgovornosti obveze kompenzacije između sustava i potrošača, taj odnos bi bio i najprihvatljiviji.

2.1.2. *Smanjenje svih tarifnih stavova za energiju kategorije kućanstava za jedinstven iznos*

Za slučaj da se efekt uvođenja dodatnih sati važenja višeg tarifnog stava za energiju u prijepodnevnim i popodnevnim satima, i odgovarajuće povećanje troškova radne energije za potrošače kategorije kućanstava, želi kompenzirati tako da se svi tarifni stavovi za radnu energiju bez obzira na način njenog mjerenja i registriranja umanje za jedinstveni postotak, tada bi taj postotak trebao iznositi 11.9 %. Time bi se ukupna prosječna cijena električne energije za potrošače kategorije kućanstava vratila na polaznu razinu od 0.5162 kn/kWh. Promijenjeni tarifni stavovi radne energije bili bi kako je to prikazano u tablici 13.

Tablica 13.

Tarifni stavovi	Snaga	Energija		
		Jednotarifni	Dvotarifni	Trotarifni
	kn/kW	*kn/kWh*	*kn/kWh*	*kn/kWh*
VT	11.94	0.33	0.41	0.41
ST	1.63		0.16	0.16
NT				0.11

Prihvatljivost ove varijante kompenzacije efekta povećanja troškova za radnu energiju proizlazi iz toga što se njome smanjuju razlike dnevnih težinskih odnosa tarifnih stavova za radnu energiju kategorije kućanstava ovisno o načinu mjerenja.

Međutim, za razliku od prve varijante, po toj varijanti povećanje troškova kategorije kućanstava zbog uvođenja dodatnog razdoblja važenja viših tarifnih stavova kompenzira se u potpunosti samo kroz odnos tarifnih stavova, tako da se gubi poticaj potrošačima da promijene ponašanje zbog kojeg se dodatno razdoblje i uvodi. Osim toga, neselektivno je usmjerena na sve potrošače kategorije kućanstava, jednako na one zbog kojih se rekonstrukcija poduzima (dvotarifni, trotarifni) i one od kojih se ne mogu očekivati značajniji doprinosi promjena načina ponašanja (jednotarifni). Zbog tih razloga, dakle zbog očekivane djelotvornosti, prva varijanta rekonstrukcije trebala bi imati prednost pri odabiru.

2.1.3. *Smanjenje tarifnih stavova za energiju potrošačima kategorije kućanstava koja potrošak radne energije registriraju dvotarifnim i trotarifnim brojilima*

Za slučaj da se efekt uvođenja dodatnih sati važenja višeg tarifnog stava za energiju u prijepodnevnim i popodnevnim satima dana, i odgovarajuće povećanje troškova radne energije za potrošače kategorije kućanstava, želi kompenzirati tako da se umanje samo tarifni stavovi za radnu energiju za potrošače kod kojih se troškovi za energiju i povećavaju, dakle kod onih potrošača kod kojih se potrošak registrira dvotarifnim i trotarifnim brojilima, tada taj postotak treba iznositi 19.5 %. Naravno, time bi se ukupna prosječna cijena električne energije za potrošače kategorije kućanstava opet vratila na polaznu razinu od 0.5162 kn/kWh. Promijenjeni tarifni stavovi radne energije u tom slučaju bili bi kako je to prikazano u tablici 14.

Tablica 14.

Tarifni stavovi	Snaga	Energija		
		Jednotarifni	Dvotarifni	Trotarifni
	kn/kW	*kn/kWh*	*kn/kWh*	*kn/kWh*
VT	11.94	0.37	0.37	0.37
ST	1.63		0.14	0.14
NT				0.10

Iz prethodne tablice vidljivo je da se viši tarifni stavovi za radnu energiju za potrošače koji potrošnju mjere dvotarifnim i trotarifnim brojilima izjednačavaju s onima koji potrošak mjere jednotarifnim brojilima. Time se dolazi do jedinstvene razine višeg tarifnog stava za radnu energiju za sve potrošače bez obzira na način mjerenja i registriranja potrošnje radne energije.

Za razliku od prve varijante, i slično kao i kod druge varijante, kod te treće varijante povećanje troškova kod kategorije kućanstava zbog uvođenja dodatnog razdoblja važenja viših tarifnih stavova kompenzira se u potpunosti samo kroz odnos tarifnih stavova. Prednost u odnosu na drugu varijantu je da se rekonstrukcija usmjerava prema onim potrošačima kod kojih se i očekuje povećanje troškova za radnu energiju (dvotarifni, trotarifni). Međutim, kako se kompenzacija troškova u potpunosti ostvaruje kroz tarifne stavove, kod ove varijante još više se gubi realni poticaj potrošačima da se ponašaju u skladu s potrebama sustava. Zbog tih razloga ta treća varijanta može se ocijeniti najmanje djelotvornom.

2.2. Utvrđivanje i vrednovanje snage kod kategorije kućanstava

Cilj ovog dijela obrade je analiza postupaka za utvrđivanje i vrednovanje snage kod potrošača kategorije kućanstava, sve da bi se došlo do jednostavnog i transparentnog obračuna troškova snage. Obrada i simulacije odnosa tarifnih stavova s obzirom na postupke utvrđivanja snage, bilo da se ona mjeri odgovarajućim uređajima za mjerenje ili registriranje, ograničava odgovarajućim uređajima - limitatorima, ili određuje prema izmjerenoj potrošnji radne energije, provodi se u varijantama, i to za čitavo područje mogućih potrošnji radne energije. Obradom u varijantama temeljno se nastoje utvrditi odnosi tarifnih stavova u svezi s načinom utvrđivanja snage, i posebno valorizirati i izgraditi novi sustav obračuna kada se snaga ne mjeri niti ograničava. Budući da je svrha simulacije i proračuna razrada postupaka za obračun snage, u obradu

se uzimaju energetsko-ekonomske podloge dijela potrošača kategorije kućanstava koji potrošnju radne energije mjere i registriraju jednotarifnim brojilima. Naravno, da bi se dobili odnosi potrošača koji potrošnju radne energije mjere i registriraju dvotarifnim i trotarifnim brojilima, nužno je potrošnju radne energije obračunati, tj. transformirati prema odnosima odgovarajućih tarifnih stavova.

Proračun i analize provode se u dvije varijante odnosa snage prema izmjerenoj i registriranoj potrošnji radne energije kod potrošača kod kojih se snaga ne mjeri odgovarajućim uređajem za mjerenje ili registriranje, a niti ograničava odgovarajućim uređajem za ograničavanje - limitatorom. Te dvije varijante odnosa su:

i) $S = 1 + 1.2 * E / 1000$

ii) $S = 1.4 * E / 1000$

2.2.1. *Utvrđivanje i vrednovanje snage kod kategorije kućanstava - I. varijanta*

Po prvoj varijanti odnos snage prema izmjerenoj i registriranoj potrošnji radne energije kod potrošača kod kojih se snaga ne mjeri, ne registrira, ne ograničava, ili potrošnjom i opterećenjem potrošača ne upravlja isporučitelj, utvrđuje se na sljedeći način:

$$S = 1 + 1.2 * E / 1000$$

Pristup se temelji na polaznoj pretpostavci da je minimalni iznos snage koji se obračunava svakom potrošaču 1 kW. Budući da su ukupni godišnji troškovi električne energije jednaki sumi troškova za snagu i troškova za radnu energiju, polazi se od sljedećeg izraza:

$$T_g = 12 * t_s * S + t_e * E$$

Razvojem se dobije izraz za ukupne godišnje troškove:

$$T_g = t_e * E + t_s * 12 + t_s * E * 0.0144$$

Ukupni mjesečni troškovi dobiju se prema sljedećem izrazu, pri čemu se za radnu energiju unosi mjesečni izmjereni iznos:

$$Tm = t_e + E + t_s * 1 + t_s * E * 0.0144$$

U prethodnim izrazima oznake su:

E - energija u kWh;
S - snaga u kW;
12 - broj mjeseci u godini;
t_s - traifni stav za snagu (kn/kW);
t_e - tarifni stav za energiju (kn/kWh);
T_g - ukupni godišnji trošak;
T_m - ukupni mjesečni trošak.

Ukupni godišnji troškovi jednaki su zbroju tri komponente troškova. Prvu čine troškovi za radnu energiju, tj. iznos radne energije izmjeren i registriran tijekom godine ili mjeseca pomnožen s odgovarajućim tarifnim stavom ili stavovima za energiju. Drugu čine troškovi za snagu 1 kW, tj. za godinu dvanaestorostruki, a za mjesec jednostruki tarifni stav snage pomnožen sa 1 kW. Treći čine troškovi snage koja se utvrđuje u odnosu na registriranu potrošnju radne energije, a dobiju se množenjem tarifnog stava za snagu s registriranim iznosom radne energije i faktorom transformacije iznosa energije u iznos snage.

U tablici 15. navedeni su odnosi tarifnih stavova za potrošače koji potrošak radne energije mjere i registriraju jednotarifnim brojilima za različite načine utvrđivanja snage.

Tablica 15.

Kućanstva	Jednotarifni			
	Snaga		Energija	
	kn/kW	*DEM/kW*	*kn/kWh*	*pf/kWh*
Važeći TS - stara "krivulja"	11.94	3.1	0.37	9.61
Bez mjerenja	11.13	2.89	0.48	12.57
Limitator	16.13	4.19	0.33	8.56
Mjerenje snage	18.98	4.93	0.29	7.45
Upravljana potrošnja	11.94	3.1	0.26	6.7

Pogodnost toga rješenja je u tome što se nakon nekog iznosa radne energije obračun može pojednostavniti tako da se svede samo na dvije komponente, obje ovisne samo o iznosu radne energije.

Naravno, za potrošače koji potrošak radne energije mjere i registriraju dvotarifnim i trotarifnim brojilima tarifni stavovi za radnu energiju formiraju se uzimajući u obzir i odabrani način kompenzacije povećanog broja sati važenja viših tarifnih stavova.

2.2.2. *Utvrđivanje i vrednovanje snage kod kategorije kućanstava - II. varijanta*

Po drugoj varijanti odnos snage prema izmjerenoj i registriranoj potrošnji radne energije kod potrošača kod kojih se snaga ne mjeri, ne registrira, ne ograničava, ili potrošnjom i opterećenjem potrošača ne upravlja isporučitelj, utvrđuje se na sljedeći način:

$$S = 1.4 * E / 1000$$

Ukupni godišnji troškovi električne energije jednaki su sumi troškova za snagu i troškova za radnu energiju. Dakako, vrijedi izraz kao i ranije:

$$T_g = 12 * t_s * S + t_e * E$$

Razvojem se dobije izraz za ukupne godišnje troškove:

$$T_g = t_e * E + t_s * E * 0.0168$$

Ukupni mjesečni troškovi dobiju se prema sljedećem izrazu, pri čemu se za radnu energiju unosi mjesečni izmjereni iznos:

$$T_m = t_e * E + t_s * E * 0.0168$$

U prethodnim izrazima oznake su kao i ranije.

Ukupni godišnji troškovi jednaki su zbroju dviju komponenti troškova. Prvu čine troškovi za radnu energiju, tj. iznos radne energije izmjeren i registriran tijekom godine ili mjeseca pomnožen s odgovarajućim tarifnim stavom ili stavovima za energiju. Drugu čine troškovi snage, koja se utvrđuje u odnosu na registriranu potrošnju radne energije, a dobiju se množenjem tarifnog stava za snagu s registriranim iznosom radne energije i faktorom transformacije iznosa energije u iznos snage. Odnos je jednostavan, a može se i dalje pojednostavniti. Naime, druga komponenta troškova opet se veže za radnu energiju, koja se zapravo treba pomnožiti s transformiranim tarifnim stavom snage u tarifni stav vezan za radnu energiju. Taj tarifni stav ima sljedeći oblik:

$$t_{s/kWh} = t_s * 0.0168$$

Pri pojednostavljenju nužno je voditi računa o sljedećem. S obzirom da se snage utvrđuju u svezi s iznosima radne energije, dakle polaze od nule, i zbog utvrđenog principa da je minimalni iznos snage koja se obračunava 1 kW, nužno je najprije utvrditi granični iznos radne energije do kojeg se 1 kW snage obračunava bez obzira na iznos radne energije. Taj granični iznos je 700 kWh. Time se dobivaju dva područja linearnih odnosa snage i radne energije, unutar kojih je obračun troškova električne energije jednostavan. U prvom je iznos troškova snage jednak umnošku 1 kW snage i tarifnog stava za snagu, a u drugom umnošku ukupnog iznosa radne energije i jedinstvenog, odnosno transformiranog tarifnog stava snage u tarifni stav vezan za radnu energiju $t_{s/kWh}$.

U tablici 16. navedeni su odnosi tarifnih stavova za potrošače koji potrošak radne energije mjere i registriraju jednotarifnim brojilima za različite načine utvrđivanja snage.

Tablica 16.

Kućanstva		Jednotarifni			
		Snaga		Energija	
R.b.		*kn/kW*	*DEM/kW*	*kn/kWh*	*pf/kWh*
1.	Važeći TS - stara "krivulja"	11.94	3.1	0.37	9.61
2.	Bez mjerenja snage - do 700 kWh	15.4	4	0.48	12.5
3.	Bez mjerenja snage - iznad 700 kWh	31.57	8.2	0.15	3.9
4.	Limitator	16.13	4.19	0.33	8.56
5.	Mjerenje snage	18.98	4.93	0.29	7.45
6.	Upravljana potrošnja	11.94	3.1	0.26	6.7

Transformirani tarifni stav snage u tarifni stav vezan za radnu energiju u tom slučaju iznosi 0.54 kn/kWh.

Kao i kod I. varijante, za potrošače koji potrošak radne energije mjere i registriraju dvotarifnim i trotarifnim brojilima tarifni stavovi za radnu energiju formiraju se uzimajući u obzir i odabrani način kompenzacije povećanog broja sati važenja viših tarifnih stavova.

2.2.3. *Kombinacija I. varijante i II. varijante*

Pri analizi je razmatrana i varijanta rješenja koja bi zapravo bila kombinacija dviju navedenih varijanti, tj. I i II varijante. Iz prve varijante uzet je postupak za utvrđivanje snage iz ostvarene potrošnje radne energije oblika:

$$S = 1 + 1.2 * E / 1000$$

Iz druge varijante uzeti su odnosi tarifnih stavova iz tablice 18. koji se odnose na potrošače kod kojih se snaga ne mjeri, ne registrira niti ograničava. Proračuni su pokazali da se za razliku od prve i druge varijante, ili u njihovoj kombinaciji dobivaju tri karakteristična iznosa radne energije, i to 700 kWh, 2000 kWh i 11000 kWh. Do prvog je potrošača najpovoljnije električnu energiju preuzimati bez mjerenja ili ograničavanja snage. Iznad toga niži troškovi ostvaruju se ako se snaga ograničava (limitira). Do potrošnje radne energije od 2000 kWh potrošač bez mjerenja, registriranja i ograničavanja snage ostvaruje najniže ukupne troškove za električnu energiju, ako odabere tarifne stavove pod rednim brojem 2. Iznad toga pogodnije je odabrati tarifne stavove pod rednim brojem 3. Iznad potrošnje od 11000 kWh troškovi za snagu mogu se dobiti množenjem iznosa potrošnje radne energije s odgovarajućim jedinstvenim transformiranim tarifnim stavom snage u tarifni stav vezan za radnu energiju, koji u tom slučaju iznosi 0.5 kn/kWh. Zapravo, ukoliko bi se umjesto iznosa od 11000 kWh odabrao iznos od 7000 kWh, tarifni stav snage vezan za energiju iznosio bi 0.52 kn/kWh. Moguće druge kombinacije su: 8500 kWh - 0.51 kn/kWh), 9000 kWh - 0.50 kn/kWh, 15500 kWh - 0.49 kn/kWh, 26000 kWh - 0.48 kn/kWh, te iznad 26000 kWh - 0.48 kn/kWh.

Budući da se u analize ušlo s tarifnim odnosima za potrošače kod kojih se potrošnja radne energije mjeri i registrira jednotarifnim brojilima kako su navedeni u II. varijanti, za potrošače koji potrošak radne energije mjere i registriraju dvotarifnim i trotarifnim brojilima odgovarajući tarifni stavovi za radnu energiju formiraju se uzimajući u obzir i odabrani način kompenzacije povećanog broja sati važenja viših tarifnih stavova kao i kod II. varijante.

2.2.4. *Izbor varijante za daljnju primjenu*

Po kriteriju najmanjeg odstupanja od današnje razine troškova kod potrošača kategorije kućanstava, najpovoljniji izbor je I. varijanta. Međutim, po kriteriju transparentnosti i jednostavnosti za primjenu, najpo-

voljniji izbor je II varijanta. Zapravo, uzme li se u obzir područje iznosa radne energije za koja je očekivani udio potrošača bez mjerenja i ograničavanja snage dominantan, II. varijanta je i po kriteriju najmanjeg odstupanja od današnje razine troškova kod potrošača kategorije kućanstava jednako dobar izbor kao i I. varijanta. Konačno, II. varijanta pokazuje se najprihvatljivijim rješenjem.

3. KATEGORIJA POTROŠNJE – OSTALI NA 0.4 kV

3.1. Promjena odnosa tarifnih stavova za radnu energiju za kategoriju ostali na 0.4 kV

Odnosi u elektroenergetskom sustavu u svezi s kategorijom ostali na 0.4 kV simulirani su za 1996., 1997. i 1998. godinu, i to sa strukturom i odnosima tarifnih stavova prema važećem Tarifnom sustavu. Temeljnom godinom uzeta je 1998. godina. Za 1998. godinu ostvarena sveukupna prosječna prodajna cijena na razini kategorije ostali na 0.kV iznosila je 0.7168 kn/kWh. Simulacijom je utvrđeno da bi ta cijena uz dosljednu primjenu važećeg Tarifnog sustava, prije popusta i poreza i uz odgovarajuću naplatu, trebala biti 8.0 % više, tj. 0.7351 kn/kWh. Tarifni stavovi i cijene prikazani su u tablici 17.

Tablica 17.

Tarifni stavovi					
	Snaga *(kn/kW)*	Energija *(kn/kWh)*			
			Jedno-tarifni	Dvo-tarifni	Tro-tarifni
I. grupa	31.83	VT	0.40	0.50	0.50
II. grupa	102.74	ST		0.20	0.20
		NT			0.14
Prosječna cijena:	kn/kWh				
Ostvarenje HEP	0.7168				
Simulacija	0.7351				

U strukturi te cijene omjer fiksnog i varijabilnog dijela iznosi 0.64 : 0.36. Naravno, radi se o izuzetno povoljnom odnosu.

Uvođenjem dodatnog razdoblja važenje viših tarifnih stavova u vremenu od 8 do 12 sati u zimskom računanju vremena, odnosno od 9 do 13 sati u ljetnom računanju vremena, sveukupna prosječna cijena električne energije na razini kategorije ostali na 0.4 kV porasla bi za 8.2 %, tj. iznosila bi 0.7954 kn/kWh. Za slučaj da bi se pri rekonstrukciji mogao postaviti uvjet da se ona treba učiniti tako da ukupna cijena na razini kategorije kućanstava ostane nepromijenjena, analizirane su tri moguće varijante podešavanja varijabilnog dijela cijene na razinu prije uvođenja dodatnog razdoblja važenja viših tarifnih stavova, i to:

i) rekonstrukcijom odnosa tarifnih stavova više, srednje i niže tarife za energiju,
ii) smanjenjem svih tarifnih stavova za energiju kategorije ostali na 0.4 kV za jedinstven iznos,
iii) smanjenjem tarifnih stavova za energiju potrošačima kategorije 0.4 kV koja potrošak radne energije registriraju dvotarifnim i jednotarifnim brojilima.

3.1.1. *Rekonstrukcija odnosa tarifnih stavova više, srednje i niže tarife za energiju*

Osnovni cilj, te postupak i elementi provedbe tog načina kompenzacije povećanih troškova za radnu energiju zbog uvođenja dodatnog razdoblja viših tarifnih stavova za kategoriju potrošača ostali na 0.4 kV jednaki su onima koji su izloženi za kategoriju kućanstava.

U analizama koje slijede za potrošače koji potrošnju mjere i registriraju dvotarifnim i trotarifnim brojilima varira se viši tarifni stav za energiju, dok se srednji i niži tarifni stav, jednako kao i tarifni stav za radnu energiju za potrošače koji potrošnju registriraju jednotarifnim brojilima zadržavaju nepromijenjeni. Cilj te analize je da se utvrdi način rekonstrukcije odnosa tarifnih stavova nakon uvođenja dodatnog razdoblja važenja viših tarifnih stavova kako bi se djelomično anuliralo povećanje prosječne cijene za energiju. Dakako, rezultat proračuna su također i razine očekivanog povećanja ukupne prosječne cijene i ukupnih troškova za električnu energiju za kategoriju ostali na 0.4 kV, ovisno o načinu rekonstrukcije (tablica 18.).

Odabir načina rekonstrukcije odnosa u okviru te varijante rekonstrukcije može se temeljiti ili na principu jedinstvenog i jednostavnog odnosa tarifnih stavova za sve potrošače u sustavu, ili na principu ravnomjerno podijeljene obveze kompenzacije povećanih troškova zbog dodatnog razdoblja viših tarifnih stavova kroz odnos tarifnih stavova i promjenu načina ponašanja potrošača. Po principu jedinstvenog i jednostavnog odnosa tarifnih stavova svi navedeni odnosi su prihvatljivi. Po drugom principu prihvatljivi odnos tarifnih stavova bio bi (2.1 : 1 : 0.7). Budući da se ovim posljednjim pretpostavlja ravnomjerna podjela odgovornosti obveze kompenzacije između sustava i potrošača, taj odnos bi bio i najprihvatljiviji.

Konačno, može se odabrati prihvatljivi način rekonstrukcije tarifnih odnosa višeg, srednjeg i nižeg tarifnog stava za radnu energiju za kategorije kućanstva i ostali na 0.4 kV, koji bi u tom slučaju bio jedinstven. Taj prihvatljivi odnos bio bi (2.1 : 1 : 0.7).

3.1.2. *Smanjenje svih tarifnih stavova za energiju kategorije 0.4 kV za jedinstven iznos*

Za slučaj da se posljedice, tj. povećani troškovi za električnu energiju radi uvođenja dodatnih sati važenja višeg tarifnog stava za energiju u prijepodnevnim

Tablica 18.

Snaga	Tarifni stav	Energija			Prosječna cijena		Povećanje troškova
		Jednotarif.	Dvotarif.	Trotarifni			
kn/kW		*kn/kWh*	*kn/kWh*	*kn/kWh*	*kn/kWh*	*pf/kWh*	*%*
Odnos tarifnih stavova za radnu energiju (dvotarifni/trotarifni) - 2.25 : 1 : 0.7							
*Jednotarifni - viši tarifni stav * 0.89*							
Ig – 31.83	VT	0.4	0.45	0.45	0.7778	0.202	5.8
IIg-102.74	ST		0.20	0.20			
	NT			0.14			
Odnos tarifnih stavova za radnu energiju (dvotarifni/trotarifni) - 2.2 : 1 : 0.7							
*Jednotarifni - viši tarifni stav * 0.91*							
Ig – 31.83	VT	0.4	0.44	0.44	0.7743	0.201	5.3
IIg-102.74	ST		0.20	0.20			
	NT			0.14			
Odnos tarifnih stavova za radnu energiju (dvotarifni/trotarifni) - 2.125 : 1 : 0.7							
*Jednotarifni - viši tarifni stav * 0.94*							
Ig – 31.83	VT	0.4	0.425	0.425	0.7690	0.200	4.6
IIg-102.74	ST		0.20	0.20			
	NT			0.14			
Odnos tarifnih stavova za radnu energiju (dvotarifni/trotarifni) - 2.1 : 1 : 0.7							
*Jednotarifni - viši tarifni stav * 0.96*							
Ig – 31.83	VT	0.4	0.415	0.415	0.7655	0.199	4.1
IIg-102.74	ST		0.20	0.20			
	NT			0.14			
Odnos tarifnih stavova za radnu energiju (dvotarifni/trotarifni) - 2 : 1 : 0.7							
*Jednotarifni - viši tarifni stav * 1.00*							
Ig – 31.83	VT	0.4	0.40	0.40	0.7602	0.198	3.4
IIg-102.74	ST		0.20	0.20			
	NT			0.14			

satima za potrošače kategorije 0.4 kV želi kompenzirati tako da se svi tarifni stavovi za radnu energiju, bez obzira na način njenog mjerenja i registriranja, umanje za jedinstveni postotak, tada bi taj postotak trebao iznositi 18.5 %. Time bi se ukupna prosječna cijena električne energije za potrošače kategorije 0.4 kV vratila na polaznu razinu od 0.7352 kn/kWh. Promijenjeni tarifni stavovi za radnu energiju bili bi kako je to prikazano u tablici 19.

Tablica 19.

Tarifni stavovi		Energija			
Snaga			Jedno-tarifni	Dvo-tarifni	Tro-tarifni
	kn/kW		*kn/kWh*	*kn/kWh*	*kn/kWh*
I. grupa	31.83	VT	0.33	0.41	0.41
II. grupa	102.74	ST		0.16	0.16
		NT			0.11

Prihvatljivost te varijante kompenzacije povećanih troškova za radnu energiju proizlazi iz toga što se njome smanjuju razlike dnevnih težinskih odnosa tarifnih stavova za radnu energiju, ovisno o načinu mjerenja. Međutim, za razliku od kategorije kućanstava, tu varijantu kompenzacije nužno je još dodatno preispitati. Naime, iz dobivenih rezultata mogu se izvući dva zaključka. Prvi je da je, zbog znatno nižeg udjela varijabilne komponente u ukupnoj prosječnoj cijeni za kategoriju ostali na 0.4 kV, ta varijanta kompenzacije je i manje prihvatljiva, jer bi se time udio varijabilne komponente još smanjio. Drugi je, što pokazuju vrlo složene simulacije i analize, da će se zbog uvođenja dodatnih sati višeg tarifnog stava u prijepodnevnim satima znatno veće količine radne energije obračunavati po višim tarifnim stavovima. Bilo bi opravdano nastojanje da se djeluje da se što veći dio te potrošnje preseli u razdoblje važenja srednjih i nižih tarifnih stavova, ali kako se pretežno radi o potrošnji koja je

vezana za gospodarsku aktivnost i koju je zapravo teško preseljavati, ne treba očekivati značajnije promjene u načinu ponašanja. Tako se konačno može zaključiti da je ta varijanta kompenzacije znatno manje opravdana kod kategorije ostali na 0.4 kV nego kod kategorije kućanstava.

U odnosu na prvu varijantu kompenzacije, ovdje se povećanje troškova za radnu energiju zbog uvođenja dodatnog razdoblja važenja viših tarifnih stavova potpuno kompenzira samo kroz odnos tarifnih stavova za energiju, tako da se gubi poticaj potrošačima da promijene ponašanje zbog kojeg se dodatno razdoblje i uvodi. I kod kategorije ostali na 0.4 kV ta varijanta kompenzacije neselektivno je usmjerena na sve potrošače, jednako na one zbog kojih se rekonstrukcija poduzima (dvotarifni, trotarifni) i one od kojih se ne mogu očekivati značajniji doprinosi promjena načina ponašanja (jednotarifni). Dakle, prva varijanta rekonstrukcije bi u odnosu na tu drugu varijantu trebala imati prednost pri odabiru.

3.1.3. *Smanjenje tarifnih stavova za energiju potrošačima kategorije ostali na 0.4 kV koja potrošak radne energije registriraju dvotarifnim i jednotarifnim brojilima*

Za slučaj da se efekt uvođenja dodatnih sati važenja višeg tarifnog stava za energiju u prijepodnevnim i popodnevnim satima dana, i odgovarajuće povećanje troškova radne energije za potrošače kategorije ostali na 0.4 kV, želi kompenzirati tako da se umanje samo tarifni stavovi za radnu energiju za potrošače kod kojih se troškovi za energiju i povećavaju, dakle kod onih potrošača kod kojih se potrošak mjeri i registrira dvotarifnim i trotarifnim brojilima, tada taj postotak treba iznositi 21.9 %. Naravno, time bi se ukupna prosječna cijena električne energije za potrošače kategorije ostali na 0.4 kV opet vratila na polaznu razinu od 0.7352 kn/kWh. Promijenjeni tarifni stavovi za radnu energiju u tom slučaju bili bi kako je to prikazano u tablici 20.

Tablica 20.

Tarifni stavovi		Energija			
Snaga			Jednotarifni	Dvotarifni	Trotarifni
	kn/kW		*kn/kWh*	*kn/kWh*	*kn/kWh*
I. grupa	31.83	VT	0.40	0.39 (0.40)	0.39 (0.40)
II. grupa	102.74	ST		0.16 (0.16)	0.16 (0.16)
		NT			0.11 (0.11)

Takvi odnosi promijenjenih tarifnih stavova ne mogu biti prihvatljivi, budući da je tarifni stav za radnu energiju za potrošače kod kojih se potrošnja mjeri i registrira jednotarifnim brojilom viši od tarifnih stavova za radnu energiju za potrošače kod kojih se potrošnja mjeri i registrira dvotarifnim i trotarifnim brojilima. Prihvatljiva razina promjene bila bi 20 %, čime se viši tarifni stavovi za radnu energiju za potrošače koji potrošnju mjere i registriraju dvotarifnim i trotarifnim brojilima izjednačavaju s tarifnim stavom za radnu energiju kod potrošača koji potrošak mjere jednotarifnim brojilima. Time se dolazi do jedinstvene razine višeg tarifnog stava za radnu energiju za sve potrošače bez obzira na način mjerenja potrošnje.

Po toj varijanti dodatni troškovi za energiju zbog uvođenja dodatnog razdoblja važenja viših tarifnih stavova kompenzira se samo kroz odnos tarifnih stavova. Prednost u odnosu na drugu varijantu je da se rekonstrukcija usmjerava prema onim potrošačima kod kojih se i očekuje povećanje troškova za radnu energiju (dvotarifni, trotarifni). Međutim, kako se kompenzacija troškova u potpunosti ostvaruje samo kroz tarifne stavove, kod te varijante još više se gubi realni poticaj potrošačima da se ponašaju u skladu s potrebama sustava. Zbog tih razloga ta treća varijanta može se ocijeniti najmanje djelotvornom.

3.2. Utvrđivanje i vrednovanje snage kod kategorije ostali na 0.4 kV

Cilj ovog dijela obrade je analiza postupaka za jedinstveno utvrđivanje i obračun snage kod potrošača kategorije ostali na 0.4 kV, bez obzira na iznose potrošnje radne energije, uspostavljanje prihvatljivih odnosa tarifnih stavova za snagu za sve slučajeve kada da se ona procjenjuje, mjeri, registrira ili ograničava, i konačno jednostavan i transparentan postupak obračuna troškova za snagu. I kod potrošača kategorije ostali na 0.4 kV obrada i simulacije odnosa tarifnih stavova u svezi s načinom utvrđivanja snage provodi se u varijantama. Posebna pažnja posvećuje se graničnom iznosu radne energije od 20000 kWh koji dijeli kategoriju ostali na 0.4 kV na dvije grupe: I. tarifnu grupu - potrošače čija je godišnja potrošnja manja ili jednaka 20000 kWh, i II. tarifna grupa - potrošače čija je godišnja potrošnja veća od 20000 kWh. Za tu drugu tarifnu grupu vezana je obveza ugradnje potrošačkog prekidača (limitatora) ili uređaja za mjerenje snage. Obradom u varijantama temeljno se nastoje utvrditi odnosi tarifnih stavova u svezi s načinom utvrđivanja snage, i posebno valorizirati i izgraditi novi sustav obračuna kada se snaga ne mjeri niti ograničava. Budući da je svrha simulacije i proračuna razrada postupaka za obračun snage, u obradu se uzimaju energetsko-ekonomske podloge dijela potrošača kategorije ostali na 0.4 kV koji potrošnju radne energije mjere i registriraju jednotarifnim brojilima. Naravno, troškovi za potrošače koji potrošnju radne energije mjere i registriraju dvotarifnim i trotarifnim brojilima dobiju se preko odgovarajućih tarifnih stavova za radnu energiju prema odabranoj varijanti načina rekonstrukcije tarifnih stavova za energiju iz prethodnog poglavlja.

Proračun i analize provode se u dvije varijante odnosa snage prema izmjerenoj i registriranoj potrošnji radne

energije kod potrošača kod kojih se snaga ne mjeri odgovarajućim uređajem za mjerenje ili registriranje niti ograničava odgovarajućim uređajem za ograničavanje - limitatorom. Te dvije varijante odnosa su:

i) $S = 1 + 1.1 * E / 1000$

ii) $S = 1.2 * E / 1000$

3.2.1. *Utvrđivanje i vrednovanje snage kod kategorije ostali na 0.4 kV - I. varijanta*

Po prvoj varijanti odnos snage prema izmjerenoj i registriranoj potrošnji radne energije kod potrošača kod kojih se snaga ne mjeri, ne registrira, ili ne ograničava, utvrđuje se na sljedeći način:

$$S = 1 + 1.1 * E / 1000$$

I u ovom slučaju pristup se temelji na polaznoj pretpostavci da je minimalni iznos snage koji se obračunava svakom potrošaču 1 kW. Ukupni godišnji troškovi električne energije jednaki su sumi troškova za snagu i troškova za radnu energiju. Dakle, vrijedi:

$$T_g = 12 * t_s * S + t_e * E$$

Razvojem se dobije izraz za ukupne godišnje troškove:

$$T_g = t_e * E + t_s * 12 + t_s * E * 0.0132$$

Uvrsti li se u prethodni izraz mjesečna potrošnja, dobiju se ukupni mjesečni troškovi:

$$T_m = t_e * E + t_s * 1 + t_s * E * 0.0132$$

U prethodnim izrazima oznake su:

E - energija u kWh;
S - snaga u kW;
13 - broj mjeseci u godini;
t_s - traifni stav za snagu (kn/kW);
t_e - tarifni stav za energiju (kn/kWh);
T_g - ukupni godišnji trošak;
T_m - ukupni mjesečni trošak.

Ukupni godišnji troškovi jednaki su zbroju tri komponente troškova. Prvu čine troškovi za radnu energiju, tj. iznos radne energije izmjeren i registriran tijekom godine ili mjeseca pomnožen s odgovarajućim tarifnim stavom ili stavovima za energiju. Drugu čine troškovi za snagu 1 kW, tj. za godinu dvanaestorostruki, a za mjesec jednostruki tarifni stav snage, pomnožen sa 1 kW. Treći čine troškovi snage koja se utvrđuje u odnosu na izmjerenu i registriranu potrošnju radne energije, a dobiju se množenjem tarifnog stava za snagu s registriranim iznosom radne energije i faktorom transformacije iznosa energije u iznos snage.

U tablici 21. navedeni su odnosi tarifnih stavova za potrošače koji potrošak radne energije mjere i registriraju jednotarifnim brojilima za različite načine utvrđivanja snage.

Tablica 21.

Ostali na 0.4 kV	Jednotarifni			
	Snaga		Energija	
	kn/kW	*DEM/kW*	*kn/kWh*	*pf/kWh*
Važeći TS - stara "krivulja"	31.84 102.76	8.27 26.69	0.40	10.39
Bez mjerenja	35.04	9.1	0.40	10.39
Limitator	42.35	11.0	0.32	8.31
Mjerenje snage	88.47	22.98	0.30	7.79

Bitno je istaći da zbog strukture cijene, odnosno pretežnog udjela fiksne komponente u ukupnoj prosječnoj cijeni, smanjenje tarifnog stava za snagu kod potrošača kod kojih se snaga mjeri odgovarajućim uređajem može za posljedicu imati smanjenje prihoda kod kategorije ostali na 0.4 kV na snazi za 9.35 %, odnosno 6 % ukupno na snazi i energiji. To se može kompenzirati na dva načina. Prvi je vraćanje tarifnog stava za snagu kod potrošača kod kojih se snaga utvrđuje mjerenjem na prvobitnu razinu. Drugi je da se 20 %-tno smanjenje tarifnih stavova kod mjerenja snage u prethodno predloženim varijantama rekonstrukcije zamijeni sa 4.6 %-tnim smanjenjem tarifnih stavova za energiju.

U području viših iznosa radne energije (iznad 20000 kWh) obračun se može pojednostavniti tako da se svede samo na dvije komponente, obje ovisne samo o iznosu radne energije.

Naravno, za potrošače kategorije ostali na 0.4 kV koji potrošak radne energije mjere i registriraju dvotarifnim i trotarifnim brojilima tarifni stavovi za radnu energiju formiraju se uzimajući u obzir i odabrani način kompenzacije povećanog broja sati važenja viših tarifnih stavova.

3.2.2. *Utvrđivanje i vrednovanje snage kod kategorije ostali na 0.4 kV - II. varijanta*

Po drugoj varijanti odnos snage prema izmjerenoj i registriranoj potrošnji radne energije kod potrošača kod kojih se snaga ne mjeri, ne registrira, ili ne ograničava, utvrđuje se na sljedeći način:

$$S = 1.3 * E / 1000$$

Ukupni godišnji troškovi električne energije jednaki su sumi troškova za snagu i troškova za radnu energiju. Dakako, vrijedi izraz kao i ranije:

$$T_g = 12 * t_s * S + t_e * E$$

Razvojem se dobije izraz za ukupne godišnje troškove:

$$T_g = t_e * E + t_s * E * 0.0156$$

Uvrsti li se u prethodni izraz mjesečna potrošnja, dobiju se ukupni mjesečni troškovi:

$$T_m = t_e * E + t_s * E * 0.0156$$

U prethodnim izrazima oznake su kao i ranije.

Ukupni godišnji troškovi jednaki su zbroju dviju komponenti troškova. Prvu čine troškovi za radnu energiju, tj. iznos radne energije izmjeren i registriran tijekom godine ili mjeseca pomnožen s odgovarajućim tarifnim stavom ili stavovima za energiju. Drugu čine troškovi snage, koja se utvrđuje u odnosu na registriranu potrošnju radne energije, a dobiju se množenjem tarifnog stava za snagu s registriranim iznosom radne energije i faktorom transformacije iznosa energije u iznos snage. Odnos je jednostavan, a može se i dalje pojednostavniti. Naime, druga komponenta troškova opet se veže za radnu energiju, koja se zapravo treba pomnožiti s transformiranim tarifnim stavom snage u tarifni stav vezan za radnu energiju. Taj tarifni stav ima sljedeći oblik:

$$t_{s/kWh} = t_s * 0.0156$$

Budući da se snage utvrđuju u svezi s iznosima radne energije, dakle polaze od nule, i zbog utvrđenog principa da je minimalni iznos snage koja se obračunava 1 kW, nužno je najprije utvrditi granični iznos radne energije do kojeg se 1 kW snage obračunava bez obzira na iznos radne energije. Taj granični iznos je 800 kWh. Time se dobivaju dva područja linearnih odnosa snage i radne energije, unutar kojih je obračun troškova električne energije jednostavan. U prvom je iznos troškova snage jednak umnošku 1 kW snage i tarifnog stava za snagu, a u drugom umnošku ukupnog iznosa radne energije i jedinstvenog, odnosno transformiranog tarifnog stava snage u tarifni stav vezan za radnu energiju $t_{s/kWh}$.

U tablici 22. navedeni su odnosi tarifnih stavova za potrošače koji potrošak radne energije mjere i registriraju jednotarifnim brojilima za različite načine utvrđivanja snage. Transformirani tarifni stav snage u tarifni stav vezan za radnu energiju u ovom slučaju iznosi 0.79 kn/kWh.

Tablica 22.

Ostali na 0.4 kV		Jednotarifni			
		Snaga		Energija	
R. b.		*kn/kW*	*DEM/kW*	*kn/kWh*	*pf/kWh*
1.	Važeći TS - stara "krivulja"	31.84	8.27	0.40	10.39
2.	Bez mjerenja snage - do 800 kWh	28.88	7.50	0.76	19.74
3.	Bez mjerenja snage - iznad 800 kWh	50.05	13.0	0.45	11.65
4.	Limitator	42.35	11.0	0.32	8.31
5.	Mjerenje snage	88.47	22.98	0.30	7.79

I kod II. varijante, jednako kao kod I. varijante, smanjenje tarifnog stava za snagu kod potrošača kod kojih se snaga mjeri odgovarajućim uređajem za posljedicu može imati smanjenje prihoda na snazi kod kategorije ostali na 0.4 kV. Postotci smanjenja su isti, a mogući načini kompenziranja također. U drugoj varijanti opet se radi o tome da se umjesto 20 %-tnog smanjenja kod mjerenja snage primijeni 4.6 %-tno smanjenje tarifnih stavova za radnu energiju.

3.2.3. *Izbor varijante za daljnju primjenu*

Kod potrošača kategorije ostali na 0.4 kV način obračuna i odnosi tarifnih stavova kada se snaga ograničava odgovarajućim uređajem – limitatorom, ili mjeri i registrira, među izloženim varijantama obračuna nema bitnih razlika. Razlika je kod obračuna za potrošače kod kojih se snaga ne mjeri niti ograničava. Upravo kod takvih potrošača, za koje se i uvode predložene varijante utvrđivanja snage prema potrošnji radne energije, II. varijanta utvrđivanja snage i njenog obračuna po kriteriju jednostavnosti za primjenu je povoljniji izbor.

Ipak, na kraju treba istaći da se kod kategorije ostali na 0.4 kV dokida razlikovanje na dvije tarifne grupe, pri čemu je osnova za podjelu i svrstavanje u grupe potrošnje bila potrošnja od 20000 kWh, te s njom povezana odredba o mjerenju, registriranju ili ograničavanju snage. Po predloženim varijantama rješenja potrošačima se pruža mogućnost izbora načina obračuna, što znači da time snose posljedice vlastitog izbora. Upravo zbog toga, jednostavnost načina obračuna je bitan kriterij za izbor varijante koja će se primjenjivati.

4. CIJENE ELEKTRIČNE ENERGIJE ZA JAVNU RASVJETU

Promijenjen je zakonski okvir javne rasvjete u Republici Hrvatskoj. Zakonom o komunalnom gospodarstvu (Narodne novine br. 70/97.) određeno je da je "Hrvatska elektroprivreda" d.d. Zagreb do 31. prosinca 1997. dužna u stanju funkcionalne sposobnosti izvršiti prijenos u vlasništvo jedinica lokalne samouprave i uprave objekte i uređaje u svom vlasništvu koji se koriste isključivo za javnu rasvjetu. Prema istom Zakonu, na objektima i uređajima koji se koriste za obavljanje djelatnosti "Hrvatske elektroprivrede" d.d. Zagreb, a istodobno se koriste za javnu rasvjetu, "Hrvatska elektroprivreda" d.d. Zagreb, zadržavajući vlasništvo osnovat će ugovorom s jedinicama lokalne samouprave i uprave pravo služnosti - pravo uporabe bez naknade za potrebe javne rasvjete u korist jedinice lokalne samouprave i uprave.

Budući da je promijenjen zakonski okvir javne rasvjete, i budući da se s novim vlasnicima objekata javne rasvjete (gradovima i općinama) ugovaraju isporuke električne energije za javnu rasvjetu, pri čemu se ugovori temelje na Tarifnom sustavu, koji se mora odnositi i na javnu rasvjetu, cilj ove analize je određivanje razine tarifnog stava koji bi odgovarao troškovima koji nastaju isporukom električne energije za javnu rasvjetu.

Da bi se to učinilo, nužno je poći od realnih troškova koje javna rasvjeta izaziva preuzimanjem snage i energije iz elektroenergetskog sustava. Samo realni troškovi mogu biti osnova za utvrđivanje prodajne cijene električne energije, tj. odgovarajuće tarifne stavove na granici elektroprivredne djelatnosti – distributivne mreže, kako bi prihodima od prodaje električne energije jedinicama lokalne samouprave i uprave Hrvatska elektroprivreda pokrila troškove koje izaziva javna rasvjeta priključivanjem u mrežu i preuzimanjem električne snage i energije iz mreže.

Energetsko-ekonomski tijekovi fiksnih i varijabilnih troškova, odnosno tijekovi snage i energije elektroenergetskog sustava Hrvatske analizirani su od proizvodnje i uvoza, visokonaponske mreže 420/220/110 kV, preko 110, 35 i 10 kV mreže do mreže 0.4 kV, uključujući potrošnju i opterećenje, odnosno gubitke snage i energije na svakoj navedenoj razini. Naravno, analiza raspodjele opterećenja i potrošnje na svakoj razini provedena je za svaki sektor, kategoriju i grupu potrošnje prema važećem Tarifnom sustavu. Isto tako, uvažene su posebne karakteristike javne rasvjete u odnosu na sve ostale potrošače iste naponske razine, dakle distributivne potrošače. Posebnost proizlazi iz relativno manjih potreba javne rasvjete za regulacijskim kapacitetom, njenih stabilnijih dijagrama opterećenja, manjih neizvjesnosti pojave opterećenja i niske temperaturne elastičnosti opterećenja. Pretpostavlja se i relativno visoki broj sati korištenja vršnog opterećenja tijekom godine. Međutim, isto tako potrošnja javne rasvjete pojavljuje se u sustavu u vrijeme najvećih opterećenja sustava i ne postoji mogućnost odgode ove potrošnje ili prebacivanja iste u vrijeme nižih opterećenja sustava.

Rezultati analize troškova javne rasvjete navode se u tablici 23.

Jedinični troškovi javne rasvjete za Hrvatsku elektroprivredu, a time i moguće razine tarifnih stavova za potrošače kategorije javne rasvjete navedeni su u koloni 5. Od navedenih vrijednosti opravdano je odabrati srednju vrijednost jediničnih troškova za 1997. i 1998. godinu, dakle za razdoblje važenja novog zakonskog okvira za javnu rasvjetu, a ona iznosi 0.41 kn/kWh. Minimalna prosječna cijena za koncesiju iznosila bi 0.876 kn/kWh.

U ovom članku dodatno se utvrđuje i sveukupna razina troškova, a time i minimalna razina cijene za Hrvatsku elektroprivredu, za slučaj da ona preuzme koncesiju za javnu rasvjetu na području neke jedinice lokalne samouprave (kolona 8.). Naravno, postoji bitna razlika između dviju navedenih cijena. Naime, dok se tako utvrđena cijena napajanja javne rasvjete kao potrošača na granici elektroenergetskog sustava treba smatrati opravdanom razinom tarifnog stava u Tarifnom sustavu, izračunata razina cijene za koncesiju samo je minimalna prihvatljiva cijena na razini sustava. To znači da bi za svaki posebni slučaj, tj. svaku jedinicu lokalne samouprave bilo nužno utvrditi odgovarajuću razinu cijene.

Na kraju, nužno je razmotriti način moguće transformacije jediničnog troška javne rasvjete od 0.41 kn/kWh u odgovarajuće tarifne stavove za potrošače kategorije javne rasvjete. Analiza strukture troškova pokazala je da fiksni i varijabilni troškovi u ukupnim troškovima isporuke električne energije za javnu rasvjetu vrlo malo variraju, tj. kreću se od odnosa 70 % : 30% do odnosa 67 % : 33 %. Međutim, ranije je već ukazano na vrlo čvrstu vezu (ovisnost) i stabilnost odnosa dijela korištenog kapaciteta sustava za opskrbu javne rasvjete i iznosa električne energije koja se isporuči toj kategoriji potrošnje. Ta ovisnost je karakteristična za sve potrošače iz kategorije javne rasvjete, bez obzira na njihovu veličinu. Jedina moguća razlika mogla bi biti uvjetovana klimatskim, dakle regionalnim rasporedom potrošača. Međutim, taj princip vrednovanja nije među temeljnim načelima važećeg tarifnog sustava.

Nakon svega navedenog, konačni zaključak bi bio da je opravdano, bez obzira na navedene odnose fiksnih i varijabilnih troškova, potrošak električne energije za javnu rasvjetu obračunavati tako da se odgovarajući iznos radne energije pomnoži s jedinstvenim tarifnim stavom za radnu energiju, a koji iznosi 0.41 kn/kWh. Naravno, to dalje znači da se za tu kategoriju potrošnje ne bi posebno obračunavali angažirana snaga, niti jalova energija.

Zbog potpunosti analize, i tek kao ilustracija, moguće je izvršiti transformaciju prethodno navedenog jedinstvenog tarifnog stava u tarifne stavove za potrošak radne energije, dakle u viši i srednji tarifni stav, ili pak u tarifne stavove snage i energije. Osnova transformacije mogu biti različiti odnosi fiksnih i varijabilnih troškova (tablica 24.). U toj tablici se kao podloga za transformaciju uzimaju sljedeći odnosi fiksnih i varijabilnih troškova: (100 % : 0 %), (67 % : 33 %) i (40 % : 60 %).

Tablica 23.

	Trošak energije do razine 0.4 kV	Trošak energije samo razin e0.4 kV	Trošak energije na razini 0.4 kV	Jedinični trošak javne rasvjete za HEP	Trošak amortizacije javne rasvjete	Troškovi pogona i održavanja javne rasvjete	Jedinični ukupni trošak javne rasvjete
Godina	*kn/kWh*	*kn/kWh*	*kn/kWh*	*kn/kWh*	*kn/kWh*	*kn/kWh*	*kn/kWh*
1.	*2*	*3*	*4 (2+3)*	*5 (2+30% od 3)*	*6*	*7*	*8*
1996.	0.396	0.143	0.539	0.439	0.174	0.292	0.905
1997.	0.380	0.119	0.499	0.416	0.174	0.292	0.882
1998.	0.360	0.139	0.499	0.402	0.174	0.292	0.868

Tablica 24.

Jedinstveni tarifni stav	Odnos fiksnih i varijabilnih troškova	Tarifni stav za radnu energiju		Tarifni stav za snagu
		srednji	viši	
(kn/kWh)	*(%)*	*(kn/kWh)*		*kn/kW/ /mjesecu*
0.41	0 : 100	0.273	0.683	0.0
0.41	40 : 60	0.164	0.410	57.3
0.41	67 : 33	0.090	0.226	96.0
Koncesija				
0.876	0 : 100	0.584	1.460	0.0
0.876	40 : 60	0.350	0.876	122.5
0.876	67 : 33	0.193	0.482	205.2

5. ZAKLJUČAK

Temeljni cilj i načelo pristupa na kojima treba graditi svaki tarifni sustav su da potrošač plaća troškove koje je i izazvao. Ostala su da tarifni sustav mora biti razumljiv (transparentan) u primjeni i poticajan u smislu boljih uvjeta rada sustava, te smanjenja sveukupnih troškova za električnu energiju na strani sustava i kod potrošača.

Promjene koje se predlažu u ovom radu u pogledu važećeg Tarifnog sustava za prodaju električne energije su značajne i u potpunosti mogu promijeniti dosadašnje odnose u svezi s prodajom i obračunom električne energije. Predložene promjene su tim značajnije budući da tijekom dugog razdoblja (više od deset godina) nije bilo djelotvornog odgovora na znatno pogoršanje strukture i karakteristika potrošnje električne energije u sustavu, pogoršanje odnosa cijena i uvjeta plaćanja na štetu gospodarstva (dio troškova kućanstava prebačen je na potrošače kategorije gospodarstva), česte promjene načina plaćanja, narušavanja osnovnih načela Tarifnog sustava uvođenjem socijalnih kriterija, i sl. One se mogu činiti i prevelike ako se pretpostavi da bi se trebale uvesti u relativno kratkom vremenu, čime se jako povećava neizvjesnost svih mogućih posljedica i za odnose prema potrošačima, za prihode Hrvatske elektroprivrede, i za poziciju potrošača. Naime, i usprkos nastojanjima da se što bolje predvide budući odnosi i ponašanje potrošača, da se detaljno simuliraju i analiziraju njihovo ponašanje i reakcije, ipak nije moguće u potpunosti predvidjeti tijek budućih zbivanja. Neizvjesnost te vrste može se smanjiti samo na taj način da se promjene uvode postupno, detaljno prate i analiziraju, te po potrebi usmjeravaju i korigiraju.

Kako je postupak dokidanja popusta na tarifne stavove za snagu za potrošače kategorije kućanstava za određeni iznos prvopotrošenih iznosa radne energije u tijeku, u ovom radu su simulacije učinjene uvažavajući ostvarenu dinamiku toga procesa. Analizirana je i posljedica njihova konačnog dokidanja. Rezultat je da bi ona bila znatno veća od mogućih posljedica uvođenja dodatnog razdoblja viših tarifnih stavova. Zbog toga bi bilo bitno započeti postupak dokidanja popusta po socijalnim kriterijima dovršiti prije uvođenja dodatnog razdoblja važenja viših tarifnih stavova. U svakom slučaju, ne bi bilo svrsishodno provesti ih u isto vrijeme. Međutim, bilo bi svrsishodno i poželjno uvesti novi, transparentan i efikasan socijalni pristup u svezi s Tarifnim sustavom i plaćanjem troškova za električnu energiju za socijalno ugrožene grupe potrošača, koji se u radu i predlaže.

U svakom trenutku i pri svakom koraku rekonstrukcije tarifne strukture i tarifnih odnosa mora se poštivati načelo postupnosti. Ono podrazumijeva uspostavu stabilnih odnosa u cijelom energetskom sustavu, oslobođenih negativnih političkih i socijalnih utjecaja. Cilj je na ravnotežnom odnosu prodajnih cijena i troškova uspostaviti stimulativno efikasnu politiku cijena i tarifnu politiku. Strateška nacionalna opredjeljenja su iz tog ravnotežnog stanja prihoda i rashoda osigurati sredstva i preduvjete za postizanje racionalnog razvoja i efikasnog funkcioniranja sustava. Pri tom je nužno izbjeći da se ravnotežno stanje postiže po principu prodaje fizičke jedinice ili količine energije svim krajnjim potrošačima po istoj cijeni, jer bi to otklonilo potrebu da se bilo što mijenja ili unaprjeđuje, racionalizira ili smanjuje potrošnja, štite resursi i okolina. Na strani sustava to bi značilo put u krajnju neefikasnost i neracionalnost.

U budućnosti treba očekivati značajniji porast potrošnje i promjenu njene strukture, temeljno kroz porast gospodarskih aktivnosti. Naime, za pokretanje gospodarske aktivnosti i za minimalni razvoj bit će potreban i porast potrošnje, za koji će biti potrebno pripremiti novu izgradnju i osigurati dodatne izvore energije, sve uz trajno velika ulaganja. To je još jedan dodatni razlog da se već sada započne sa simulacijom i analizom budući odnosa, te da se za te buduće odnose izgradi odgovarajući tarifni sustav. Do sada su se vrlo često rješavale samo posljedice, a zapravo radi se o potrebi da se razvoj i odnosi usmjeravaju. Djelotvornost svakog tarifnog sustava treba procjenjivati upravo u tom pogledu.

LITERATURA

[1] N. BILČAR, D. RADULOVIĆ, J. TOPIĆ, M. KLEPO: "Tarifni sistem i upravljanje potrošnjom električne energije - potreba i opravdanost paušala u domaćinstvima", Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1990.

[2] J. TOPIĆ, N. BILČAR, M. KLEPO, S. ALERIĆ: "Energetsko-ekonomska analiza prilagođavanja industrijskih potrošača radi ostvarivanja popusta na cijenu električne energije", Institut za elektroprivredu, Zagreb,1991.

[3] "Tarifni sustav za prodaju električne energije", N.N. br. 8/91, 10/91,23/92,33/93, 43/93 i 20/94.

[4] Die Grazer Stadtwerke AG: Das Neue Tarifsystem, Graz, 1992

[5] M. KLEPO, G. GRANIĆ: "Upravljanje potrošnjom električne energije", I Savjetovanje HK CIGRE (zbornik radova), Zagreb, 1993.

[6] Okrugli stol na temu " Tarifni sustav za prodaju električne energije", radni materijali, Zagreb, 1994.

[7] BKW Bernische Kraftwerke AG: Tarife za električnu energiju (prijevod) , Bern, 1994.

[8] G. GRANIĆ, L. STANIČIĆ, D. KUČIĆ, M. KLEPO, N. JANDRILOVIĆ, S. ŽUTOBRADIĆ, D. PEŠUT, B. JELAVIĆ: "Cijena električne energije u 1995. godini i u budućnosti", Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb, 1995.

[9] ENEL - Unita' Specialistica per la Tariffe: Tariffs for Electric Power Supplies Applicable as at October 1st, 1995 in Italy, Rome, 1995

[10] M. KLEPO, E. MIHALEK, Ž. RAJIĆ, N. JANDRILOVIĆ, M. DAMJANIĆ: "Dorada tarifnog sustava za prodaju električne energije", Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb, 1995.

[11] M. KLEPO: "Prilog novom sustavu cijena i doradi Tarifnog sustava za prodaju električne energije", Energija br. 2, časopis Hrvatske elektroprivrede, Zagreb, 1996.

[12] Stadtwerke München (SWM): Opća tarifa za opskrbu električnom energijom iz niskonaponske mreže SWM-a (prijevod), vrijedi od 1. siječnja 1996.

[13] M. KLEPO: "Podloge za izgradnju tarifnog sustava za električnu energiju", Energija br. 6, 1997.

[14] M. MANDIĆ: "Osvrt na Tarifni sustav za prodaju električne energije - moguća rješenja", Energija br. 3,

[15] M. KLEPO, L. STANIČIĆ, N. JANDRILOVIĆ, Ž. RAJIĆ, T. GELO, J. MARAS: "Analiza i razrada osnova za rekonstrukciju Tarifnog sustava za prodaju električne energije - izrada novog tarifnog sustava", Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb, 1999.

[16] G. ŠKERBINEK, D. GJURA, Đ. ŽEBELJAN: "Realno vrednostenje stroškov prenosa električne energije - pogoj za delovanje prostega trga", Četvrta konferencija slovenskih energetičara, Rogaška Slatina, 24.-26. svibnja 1999.

[17] J. ŠUSTE: "Omogućiti potrošaču izbor isporučitelja", "U prilog stvaranju tržišta električne energije", Vijesnik Hrvatske elektroprivrede br. 97, br. 98/99, 1999.

[18] Verbändevereinbarung über Kriterien zur Bestimmung von Durchleitungsentgelten, Essen, Frankfurt, Kõln, 1998.

SOME FOUNDATIONS AND PROPOSALS FOR THE RECONSTRUCTION OF TARIFF SYSTEM FOR ELECTRIC ENERGY SALE - Part 2

This work presents some research results and an analysis of the relation between load and consumption within the electric power system of the Republic of Croatia and, connected to it, costs and cost relationship according to activities, voltage level and consumer category. From the energy and cost relationship foundations are drawn and the price relationship determined. Accordingly, relationships and rules of the existing Tariff System for Electric Energy Sale are re-examined. Special attention is paid to the relationships and solutions that need to be worked out or reconstructed in whole as to become more efficient and to develop and ameliorate the payment system of the Croatian electricity supply company.

EINIGE UNTERLAGEN UND VORSCHLÄGE ZUR UMGESTALTUNG DES STROMVERKAUF-TARIFSYSTEMS - Teil II

Dargestellt in dieser Arbeit werden gewisse Ergebnisse der Forschungen und Erörterungen von Verknüpfungen der Belastung und des Verbrauches im Stromversorgungssystem der Republik Kroatien und -in Zusammenhang damit- des Kostenaufwands und der Kostenverhältnisse nach Wirkungsbereichen, nach Spannungsebenen sowie nach Verbrauchereinstufungen, denen gegenüber man Verhältnisse und Bestimmungen der gültigen Strompreissätze überprüft. Besonders hingedeutet wird auf jene bearbeiteten Verhältnisse und Lösungen dieser Sätze welche aufzuholen oder völlig umzugestalten sind, um damit ihre Tatkräftigkeit zu steigern und das Einhebungsystem der Stromversorgung fortschrittlicher und zeitgemässer zu gestalten.

Naslov pisca:

Dr. sc. Mićo Klepo, dipl. ing.
Energetski institut "Hrvoje Požar"
Ul. grada Vukovara 37,
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2000-05-05.

VJETROELEKTRANE "STUPIŠĆE" O. VIS - ZAHTJEVI PRIKLJUČKA NA ELEKTRODISTRIBUCIJSKI SUSTAV I PRIPREMA IZGRADNJE OBJEKTA

Ivo Santica, Split

UDK 621.31.24:621.316.99
PREGLEDNI ČLANAK

Članak prikazuje osnovne elemente vjetroelektrane "Stupišće" o. Vis koja je u fazi ishođenja građevinske dozvole. Navodi neka iskustva oko izrade pripremne dokumentacije, ishođenja lokacijskih dozvola i daje pregled objekata koje je potrebno izgraditi da bi se vjetroelektrana priključila na elektroenergetski sustav HEP-a.

Ključne riječi: vjetroelektrana, vjetropark, elektroenergetski sustav, poticajne mjere.

1. UVODNE NAPOMENE

Ovim člankom pisanim neposredno pred dobivanje građevinske dozvole dat će se kratki opis postrojenja i prikazati osnovni elementi zahvata u elektroenergetskoj mreži koje je potrebno napraviti za priključak vjetroelektrane (vjetroparka) "Stupišće".

Ovo bi trebao biti prvi objekt (pilot projekt) ovakvog tipa uključen u elektroenergetski sustav Republike Hrvatske.

Investitor objekta je "Teradur" d.o.o. Trogir.

Ishodište za privatnu inicijativu na području proizvodnje električne energije postoji u odredbi zakona o elektroprivredi koja kaže:

"Proizvodnjom i distribucijom električne energije mogu se baviti: trgovačka društva, trgovci, pojedinci obrtnici i građani (elektroprivredni subjekti) pod uvjetima iz ovog zakona i aktima donesenim na temelju ovog zakona."

Upravni odbor HEP-a 28. siječnja 1994. godine donio je odluku o uvjetima priključka i otkupnoj cijeni električne energije iz malih elektrana snage do 5 MW koja određuje bitne elemente odnosa vlasnika autonomnih elektrana s HEP-om. Tom je odlukom, među ostalim utvrđeno i sljedeće:

- HEP je spreman otkupiti u pravilu svu električnu energiju iz malih električnih elektrana snage do 5 MW, i to onoliko koliko budu u stanju proizvoditi.
- Otkupna cijena električne energije koja se predaje elektroenergetskom sustavu za proizvodnju iz vjetroelektrana, elektrana na geotermalnu energiju i drugih dopunskih izvora električne energije s malim utjecajem na okoliš 90% prosječne prodajne cijene električne energije na mreži HEP-a.

Odluku upravnog odbora potvrdio je nadzorni odbor HEP-a 17. srpnja 1998. godine.

Isplativost projekta vjetroelektrane ovisi o ostvarenim troškovima izgradnje, ostvarenoj proizvodnji električne energije, otkupnoj cijeni električne energije, poticajnim mjerama državne energetske politike i prihodima od eventualne dopunske djelatnosti investitora na lokaciji vjetroelektrane. U uvjetima razmjerno niske prosječne prodajne cijene električne energije na mreži HEP-a prihodi ostvareni prodajom električne energije ne osiguravaju visoku profitabilnost projekta.

Pilot projekt vjetroparka "Stupišće" pružit će nam priliku boljeg upoznavanja problematike u proceduri pripreme i izgradnje objekata.

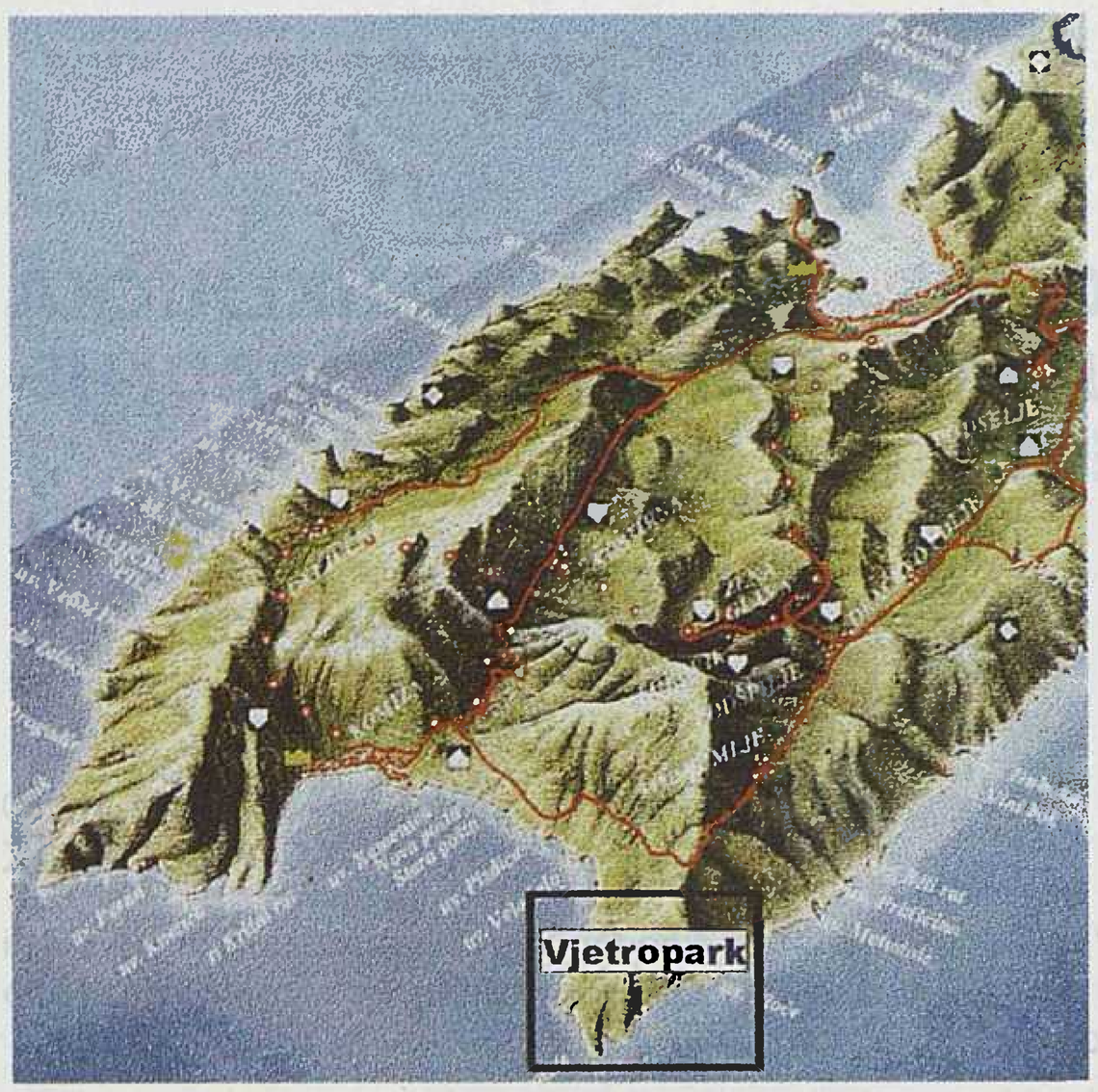
2. VJETROPARK STUPIŠĆE - NEKI DETALJI IZVEDBE

2.1. Uvod

Poduzeće Teradur d.o.o. istražuje od 1996. godine mikrolokaciju rt Stupišće na otoku Visu. Pilot projekt vjetropark "Stupišće" je rezultat trogodišnjeg rada. Za realizaciju vjetroparka na otočnoj lokaciji dosadašnji strojevi nisu dali zadovoljavajuće ekonomske rezultate. Uvođenjem klase 750 kW otvara se realna mogućnost instalacije vjetroparka. Minimalni prag ekonomske isplativosti kalkuliran je u dosadašnjem okruženju na razini 6 MW za vjetropark "Stupišće".

Isporučitelj opreme vjetroparka trebao je biti danski proizvođač NEG-Micon, koji svojim konceptom jednostavnosti bez suvišnih komponenti jamči uspjeh za instalaciju i pogon vjetroparka na otočnoj lokaciji.

Visok učinak eksploatacije vjetropotencijala karakterizira ovu generaciju vjetroturbina kao strojeve od izu-



Slika 1. O. Vis

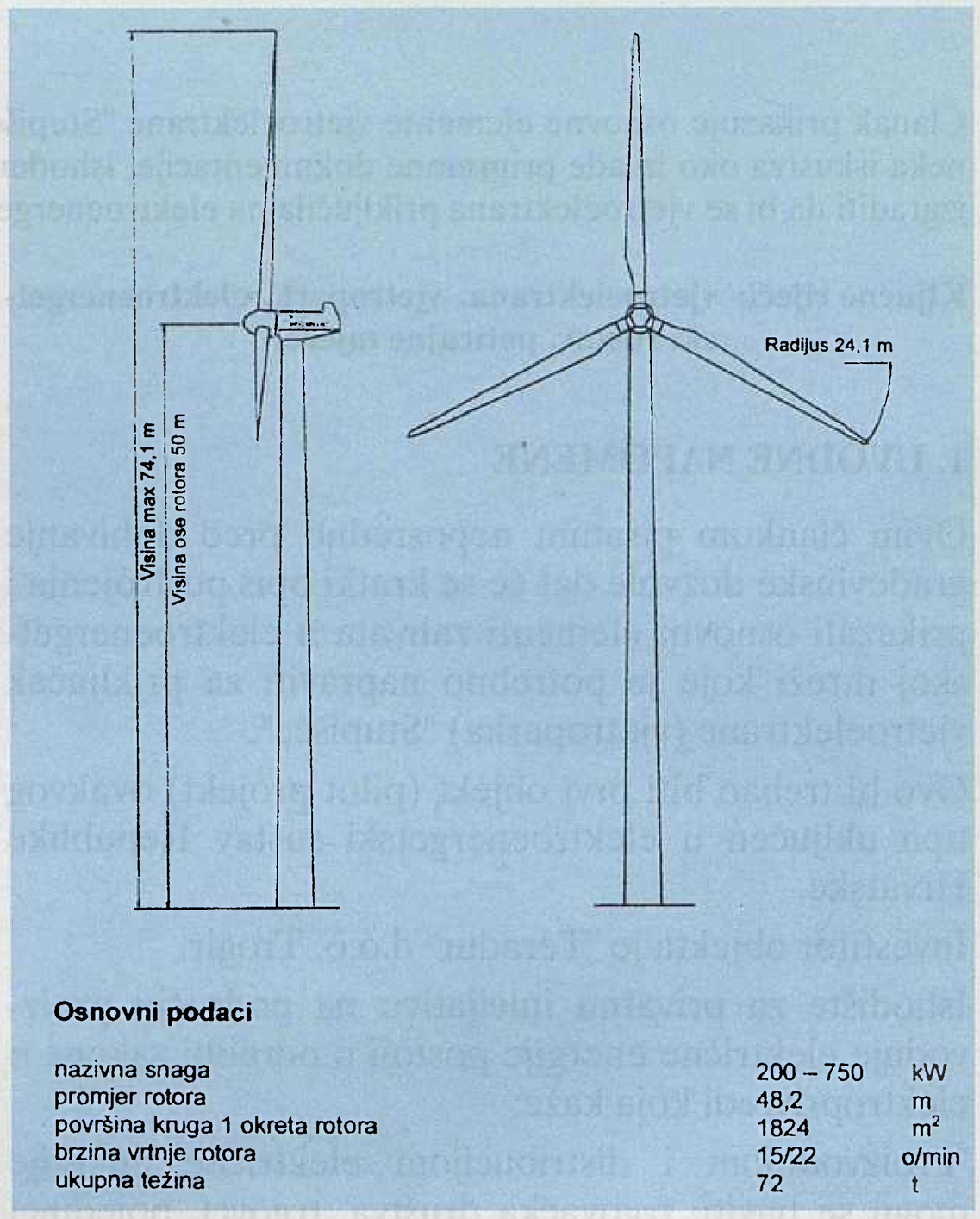
zetne pouzdanosti. Sve komponente su na cca 1000 proizvedenih jedinica produktne linije NM 600-750 kW provjerene. Koncept se ističe fleksibilnošću u odabiru slijedećih parametara: promjera rotora, vrste krila, visinu stupa, pogonske grupe te generatora. S time su ispunjeni svi uvjeti koji jamče maksimalnu moguću eksploataciju električne energije na biranoj mikrolokaciji. Osnovna platforma ove linije je 20 tonska. Može se reći da su svi strojevi ove linije, nazivne snage od 600 do 750 kW, identični i predstavljaju jedan stroj koji može raditi na mikrolokacijama manjeg vjetropotencijala, ali pokriva u drugim varijantama isto dobro pozicije većeg potencijala.

Danas dominiraju strojevi NM 750/44 i NM 750/48, nazivne snage 750 kW.

2.2. Kratki opis vjetroturbine

Razvoj vjetroturbine NM 750 bazira se na iskustvima proizvođača "Nordtank" i "Micon". Konstruiranje vjetroturbina počelo je za ove proizvođače cca 1980. godine. Godine 1997. ova dva poduzeća ujedinili su se u jedinstvenu tvrtku NEG-Micon. Ujedinjenjem znanja i iskustva stvoren je najveći proizvođač vjetroturbina na svijetu.

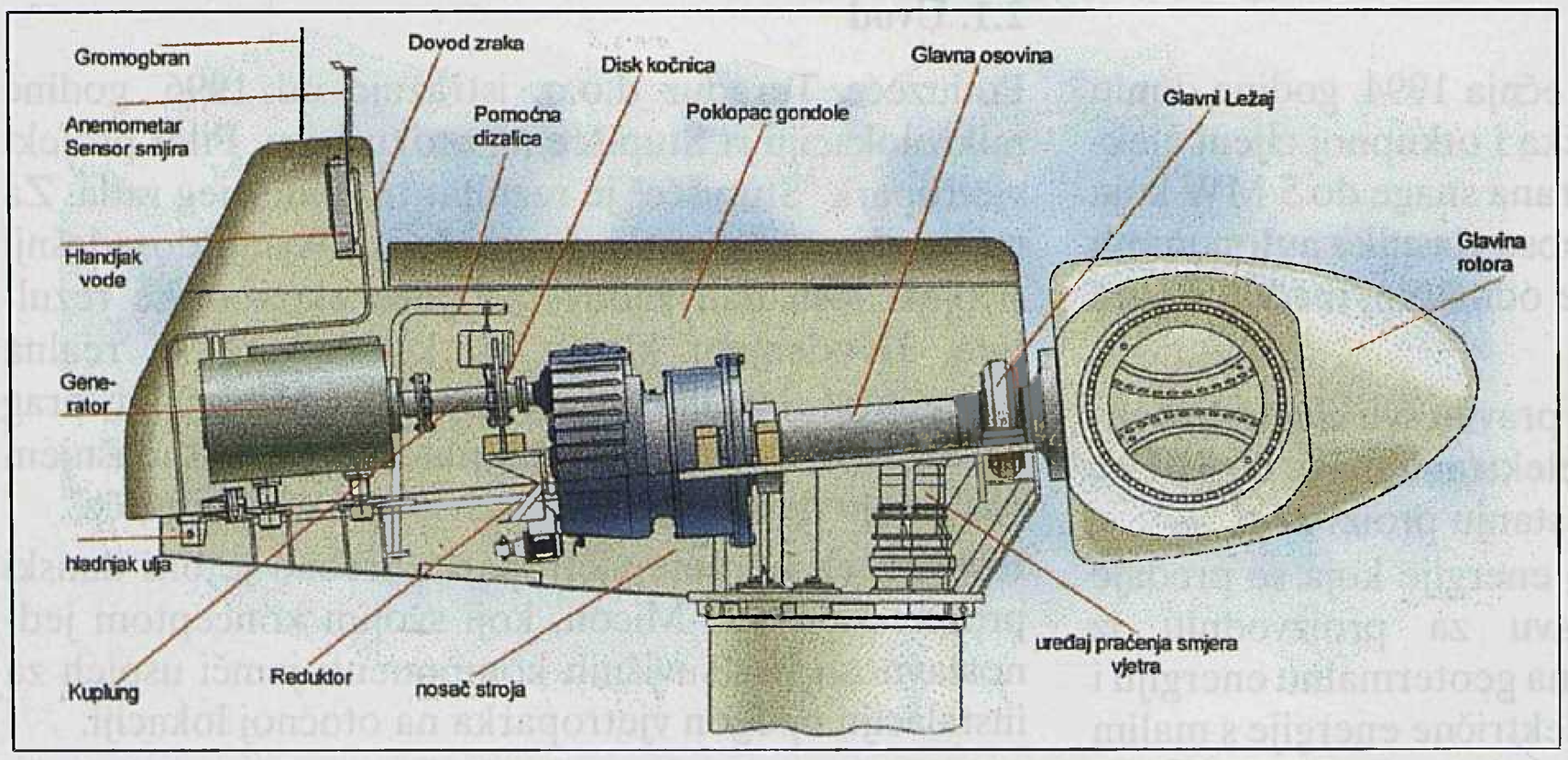
Serija NM 600 do 750/48 bazira se na 20 tonskoj tipskoj platformi. Posebni naglasak u postupku konstrukcije dan je na što većoj jednostavnosti i izdržljivosti. Pouzdan rad u svim uvjetima je primarni cilj. Konstrukcija 20 tonske platforme jamči ravnomjernu raspodjelu sila koje se pojavljuju u raznim uvjetima puhanja vjetra. Osnovna karakteristika ogleda se u linijskom postavljanju svih komponenti uz glavnu osovinu stroja.



Osnovni podaci

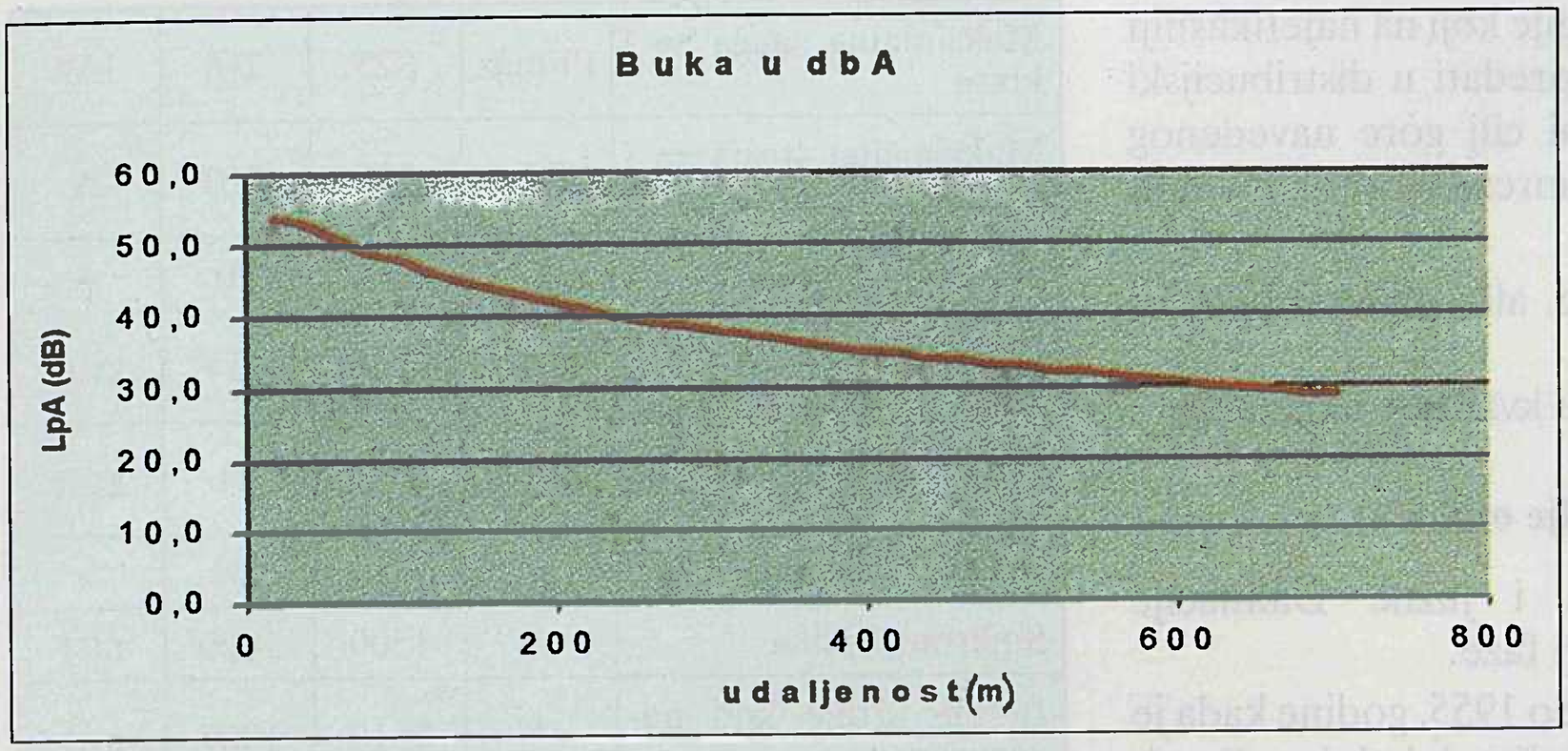
nazivna snaga	200 – 750	kW
promjer rotora	48,2	m
površina kruga 1 okreta rotora	1824	m^2
brzina vrtnje rotora	15/22	o/min
ukupna težina	72	t

Slika 3. Skica vjetroturbine NM 750/48



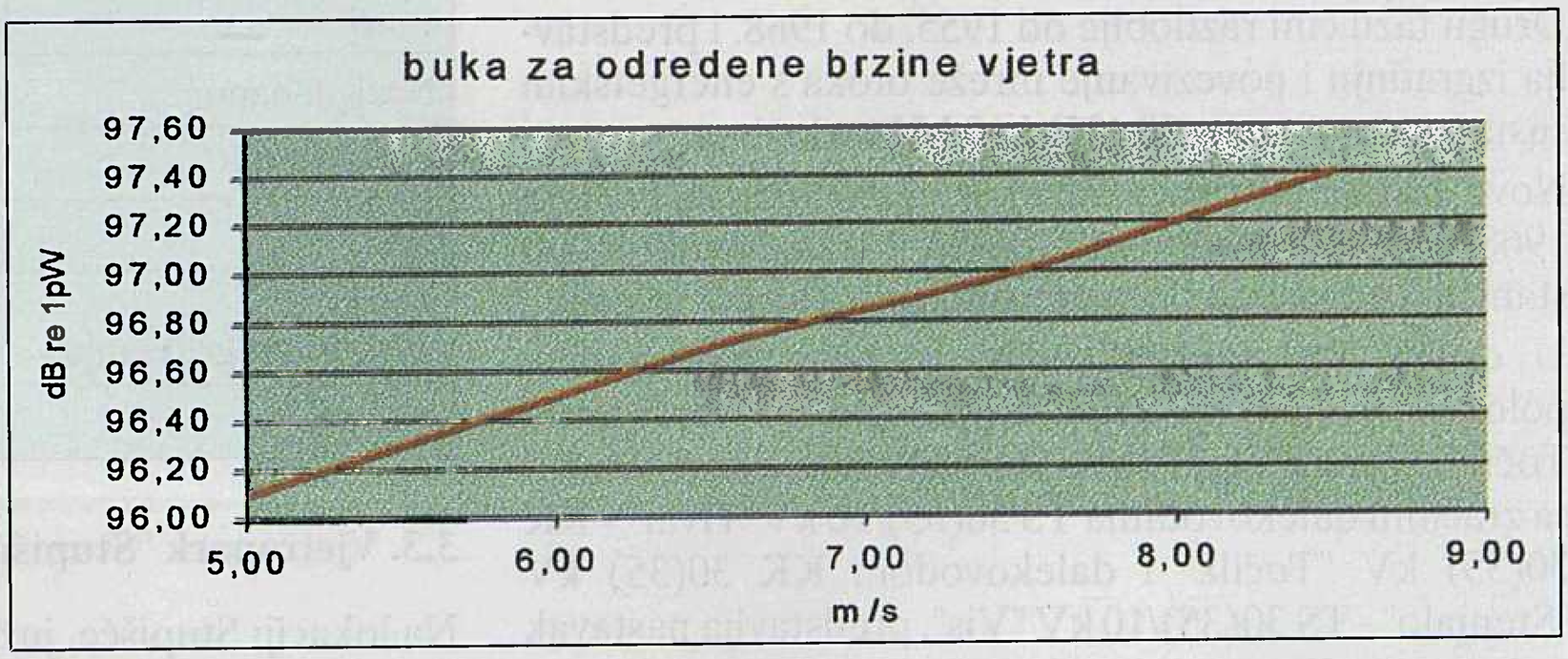
Slika 2. Gondola vjetroturbine NM 750/48

Vjetroturbina se uključuje na mrežu čim brzina vjetra u 10-minutnom prosjeku prođe 3,5 m/s. Tada se pomoću azimut reduktora/motora turbina okreće točno u vjetar. Vrhovi krila okreću se u startni položaj. Disk kočnica oslobađa glavnu osovinu. Automatska kontrola stroja uključuje manju jedinicu generatora nazivne snage 200 kW. Nakon što je frekvencija, visina napona te kut faze usklađen s



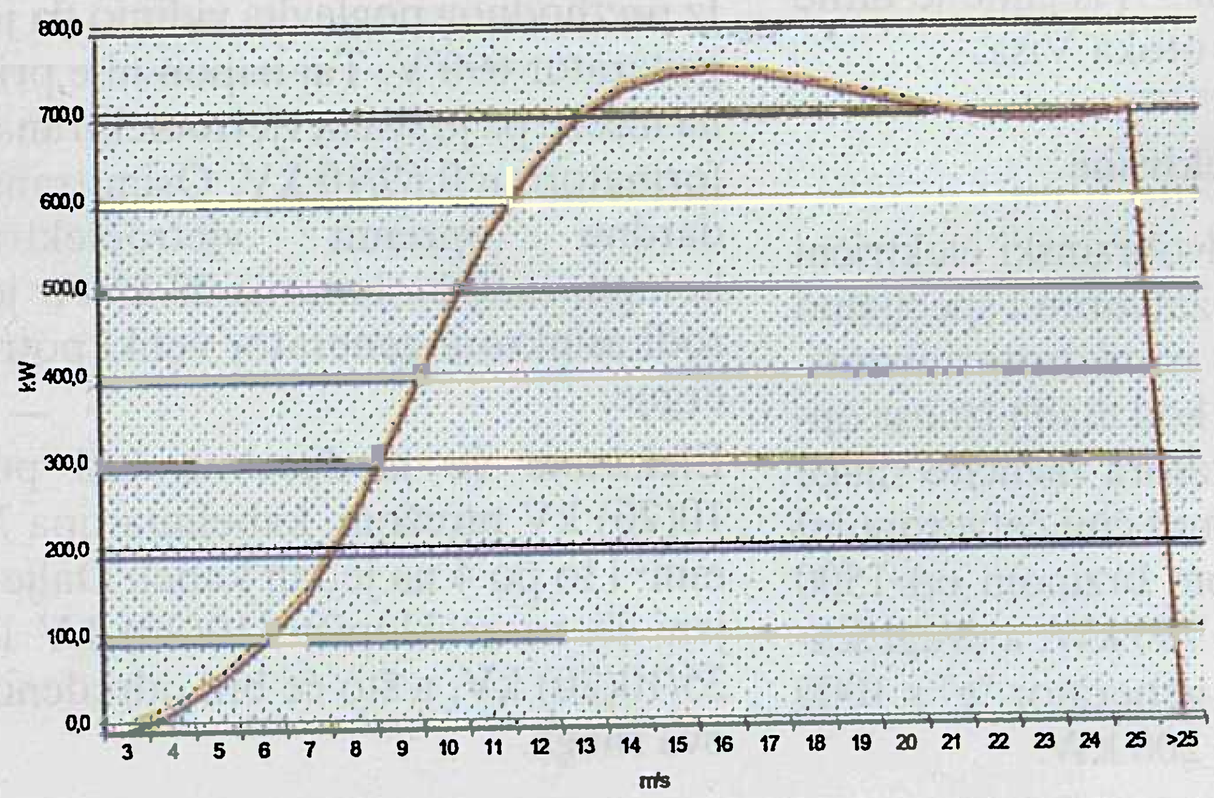
Slika 4. Buka u dB

mrežom preko tiristorskog sklopa, turbina se meko uključuje na distribucijsku mrežu. Manji generator proizvodi struju do brzine vjetra 7-8 m/s. Ukoliko se brzina vjetra poveća automatska kontrola turbine sinkronizira rad većeg generatora na mrežu. Veći generator pokriva brzine vjetra od cca 8 do 25 m/s. Pri većim brzinama od dopuštenih automatska kontrola odvaja generator od distribucijske mreže te okreće turbinu bočno da smanji opterećenje.



Slika 5. Buka za određene brzine vjetra

m/s	kW
3	0,0
4	19,5
5	53,1
6	97,4
7	155,3
8	244,6
9	349,2
10	462,2
11	564,5
12	640,5
13	696,3
14	729,8
15	745,5
16	750,0
17	744,6
18	734,8
19	723,0
20	711,9
21	701,4
22	694,3
23	692,8
24	695,2
25	700,6
>25	0,0



Slika 6. Dijagram izlazne snage

Kada brzina vjetra padne u dozvoljene okvire, turbina se automatski okreće u vjetar i procedura sinkroniziranja za rad na mreži se ponavlja.

3. PRIPREMNA DOKUMENTACIJA

Elaborat "Idejno rješenje priključka vjetroparka Stupišće (o. Vis) na elektrodistribucijski sustav" predstavlja osnovu za izdavanje elektroenergetske suglasnosti i ostalih dozvola i služi kao osnovna podloga za izradu idejnih rješenja namjeravanih zahvata u prostoru i glavnih projekata priključnih objekata.

U sljedećem tekstu ponovit ćemo dio zaključaka i smjernice iz elaborata.

Prije samog odabira lokacije i vrste planiranih vjetrogeneratora bilo je potrebno izvesti detaljna ispitivanja vjetra, u` smislu njegove snage, raspoloživosti, promjenjivosti i sl. Ta ispitivanja su proveli danski stručnjaci za istraživanje vjetra i tek nakon njihove potvrde o valjanosti odabrane lokacije moglo se pristupiti realizaciji samog projekta.

Planirani vjetropark imat će vršnu snagu od 6 MW. To je značajna snaga ako uzmemo u obzir da je vršna snaga otoka Visa, u postojećem stanju razvoja konzuma, cca 2,5 MW. Iz ovog podatka

vidimo da će se javiti višak energije koji na najefikasniji i najekonomičniji način treba predati u distribucijski sustav, što je ujedno i osnovni cilj gore navedenog elaborata. Planirana električna mreža mora zadovoljiti dva osnovna uvjeta:

- prihvat novog izvora energije, ali i planirani porast konzuma
- zadovoljiti zahtjev sigurnosti i kvalitete napajanja.

3.1. Kratki pregled elektrifikacije otoka Visa

Elektrifikaciju otoka srednje i južne Dalmacije općenito možemo podijeliti u tri faze.

Prvu fazu predstavlja razdoblje do 1955. godine kada je elektrifikacija temeljena na malim lokalnim dieselelektranama.

Drugu fazu čini razdoblje od 1955. do 1968. i predstavlja izgradnju i povezivanje mreže otoka s energetskim sustavom na kopnu 30 (35) i 10 kV vodovima.

Novo razdoblje (treća faza) u elektrifikaciji počinje 1968. godine izgradnjom 110/35 kV transformatorskih stanica na otocima i povezivanje istih 110 kV vezama.

U drugoj fazi elektrifikacije, točnije 1964. godine položen je 30(35) kV kabel između otoka Hvara (uvala Točila) i otoka Visa (uvala Stenjalo) koji u kombinaciji sa zračnim dalekovodima TS 30(35)/10 kV "Hvar" - KK 30(35) kV "Točila" i dalekovodom KK 30(35) kV "Stenjalo" - TS 30(35)/10 kV "Vis", predstavlja nastavak već uspostavljene energetske veze s energetskim sustavom na kopnu. Godine 1971. položen je 6 km dug podmorski kabel 11 kV Vis - Biševo, te je na taj način cijelo područje Visa elektrificirano. Izgradnjom i puštanjem u pogon TS 110/10 kV "Starigrad", 1979. godine, prelazi se na 35 kV nivo. Prije dvije godine položen je i novi 35 kV podmorski kabel Hvar - Vis čime je bitno poboljšana sigurnost u napajanju otoka Visa.

3.2. Podaci o generatoru vjetroelektrane

Generator je po tipu asinkroni, dvobrzinski električni stroj. Hlađen je vodom, potpuno zatvoren i specijalno projektiran i izrađen za uporabu na vjetroturbinama. Napravljen je tako da je efikasan i kod malih iznosa opterećenja. Praktički su dva generatora različite snage stavljena u isto kućište. Jedan namot čini četveropolni glavni generator "G" sa sinkronom brzinom od 1500 RPM pri 50 Hz, instalirane snage 750 kW, a drugi šesteropolni namot čini sporohodni generator "g" s 1000 RPM pri 50 Hz, instalirane snage 200 kW.

Sljedeća tablica daje karakteristike generatora:

Proizvođač	Elin, Weier, ABB, Siemens ili sl.			
Tip	Asinkroni, dvobrzinski, generator s vodenim hladenjem			
Nazivna snaga	PN	750	200	kW
Prividna snaga	SN	843	241	kVA
Nazivna struja	IN	705	200	A
Maksimalna snaga za f klasu	PFmax	825	210	kW
Maksimalna struja za f klasu	IFmax	776	210	A
Struja praznog hoda	I0	188	70	A
Reaktivna snaga kod nazivne snage	QN	385	134	kvar
Rekativna snaga u praznom hodu	Q0	225	84	kvar
Broj polova	p	4	6	
Sinkrona brzina	n0	1500	1000	m-1
Brzina vrtnje kod nazivne snage	nN	1510	1007	m-1
Klizanje pri nazivnoj snazi	SN	0,67	0,7	%
Nazivni napon	UN	3x690		V
Frekvencija	f	50		Hz
Spoj		D	D	
Klasa izolacije/zagrijavanje	Klasa F/Klasa B			
Kučište	IP54			

3.3. Vjetropark "Stupišće"

Na lokaciji Stupišće, južno od grada Komiže planirana je izgradnja 8 vjetroelektrana spomenutog tipa, pa možemo govoriti o vjetroparku. Time je planirana ukupna snaga vjetroparka 6 MW. Vjetroelektrane će biti raspoređene na prostoru cca 1400 x 250 m, međusobno razmaknute cca 150 - 200 m, što ovisi o konfiguraciji terena.

Iz prethodnog poglavlja vidimo da je napon kojeg daje generator 690 V. Taj napon nije prikladan za spajanje na mrežu pa je svaka vjetroelektrana opremljena transformatorom 0,69/10 kV. Osim transformatora u standardnu opremu vjetroelektrane spada i kompenzacijska baterija 23 kVAr jer je po svojoj prirodi asinkroni generator veliki potrošač reaktivne energije.

Elektrane će međusobno biti povezane internom 10(20) kV mrežom, kabelima tipa XHE 49A 3x1x150 mm^2 i to po 4 na jedan kabel. Dalje će kabeli biti spojeni ili na rasklopište 10(20) kV ili direktno na TS 35/10(20) kV, a što će biti određeno proračunom tokova snaga.

3.4. Tehnički uvjeti za priključak vjetroelektrana na elektroenergetski sustav

Prema propisima Hrvatske elektroprivrede vjetroelektrane se tretiraju kao male elektrane i pri izgradnji, priključku i pogonu moraju udovoljiti svim propisima koji se odnose na male elektrane, a koji su sadržani u granskoj normi Hrvatske elektroprivrede N.073.01, svibanj 1998. godine.

Radi sagledavanja tehničkih i ekonomskih mogućnosti priključka na distribucijsku mrežu i radi projektiranja mE (male elektrane) izdaje se prethodna elektroenergetska suglasnost, na osnovi podataka o lokaciji, pojedinačnoj i ukupnoj snazi, vrsti generatora, naponu generatora, planiranoj godišnjoj proizvodnji i sl.

Priključak mE na distribucijsku mrežu

Mjesto i naponska razina priključka mE na distribucijsku mrežu temeljne su odredbe elektroenergetske suglasnosti.

Na mjestu priključka na distribucijsku mrežu ugrađuje se prekidač za odvajanje, koji omogućuje odvajanje postrojenja mE iz paralelnog rada s distribucijskom mrežom zbog sigurnosnih razloga. Upravljanje ovim prekidačem u isključivoj je nadležnosti distribucijskog područja HEP-a, pa pristup njemu i pripadnoj opremi uređajima za upravljanje mora biti omogućeno u svakom trenutku pogonskom osoblju distribucijskog područja. Ovisno o vrsti i veličini mE, te o obliku elektroenergetskog razvoda, u postrojenju treba predvidjeti i druge sklopne naprave.

Uvjet za uključenje male elektrane s asinkronim generatorom (razmatrani slučaj) je da se prije uključenja na distribucijsku mrežu pogonskim strojem postigne brzina približna nazivnoj brzini.

Male elektrane ukupne snage iznad 500 kW priključuju se na srednjonaponsku mrežu (10, 20, 35 kV). Priključak se može izvesti na srednjonaponski vod ili na srednjonaponske sabirnice distribucijskog postrojenja.

Utjecaj mE na distribucijsku mrežu

Male elektrane moraju biti sposobne za paralelan rad u uvjetima svih redovnih i izvanrednih pogonskih stanja u distribucijskoj mreži. Treba ih projektirati, izgraditi i voditi u pogonu tako da se izbjegnu, odnosno ograniče negativna povratna djelovanja na distribucijsku mrežu i postojeće potrošače.

Uključivanje mE u paralelni pogon s distribucijskom mrežom, paralelni pogon i izlazak iz paralelnog pogona i uvjetima ograničenog povratnog djelovanja.

U slučaju da su u mE instalirani asinkroni generatori, jalovu energiju prema potražnji treba proizvesti u vlastitim, odgovarajuće dimenzioniranim kompenzacijskim postrojenjima. Kompenzacijska postrojenja treba dimenzionirati tako da daju distribucijsku mrežu zahtijevanu jalovu snagu uz različito opterećenje. Pri tom pozornost treba obratiti na opasnost pojačivačkih djelovanja na frekvencijama pojedinih viših harmonika i međuharmonika, potrebnu zaštitu od povišenja napona i potrebu zapiranja signala mrežnog tonfrekventnog upravljanja.

Zaštita

Tehničkim uvjetima definira se opseg zaštite koji treba sadržavati mE za paralelni pogon s distribucijskom mrežom. Zaštitom se moraju ostvariti slijedeće funkcije:

- Zaštita od neprimjerenih uvjeta paralelnog pogona mE-distribucijska mreža
- Zaštita dijelova postrojenja mE i distribucijske mreže od smetnji i kvarova u mE
- Zaštita postrojenja od smetnji i kvarova u distribucijskoj mreži.

Sustav obračunskog mjerenja

Sustav obračunskog mjerenja i obračunsko mjerno mjesto moraju biti u skladu s:

- Općim uvjetima isporuke električne energije
- Tarifnim sustavom za prodaju električne energije
- Tehničkim uvjetima za obračunsko mjerno mjesto.

3.5. Tokovi snaga

Prethodno je utvrđena ukupna instalirana snaga planiranih vjetroelektrana od 6 MW. Pojava tako velikog potrošača, a pogotovo izvora električne energije zahtijeva detaljnu analizu tokova električne energije. Kako se radi o asinkronim generatorima, koji su veliki potrošači jalove energije, obvezno je u proračunu obratiti pozornost i na tu komponentu energije.

Proračun tokova snaga, odnosno gubitaka, je od presudnog značenja pri kreiranju mreže, odnosno izboru elemenata mreže i odabiru lokacije planiranih postrojenja.

Proračun tokova snaga izradio je dr. sc. prof. Matislav Majstorović iz energetskog instituta "Hrvoje Požar" i uz njegovo odobrenje u idejnom rješenju izneseni su oni dijelovi analize i rezultata koji su značajni za rezultat rješenja.

Proračun je rađen za tri karakteristična slučaja:

- Vjetroelektrane priključene direktno na 10 kV mrežu Visa
- Vjetroelektrane priključene na 10(20) kV mrežu Visa i izgradnju TS 35/10(20) kV "Komiža"
- Vjetroelektrane priključene na 10(20) kV sabirnice TS 35/10(20) kV "Stupišće".

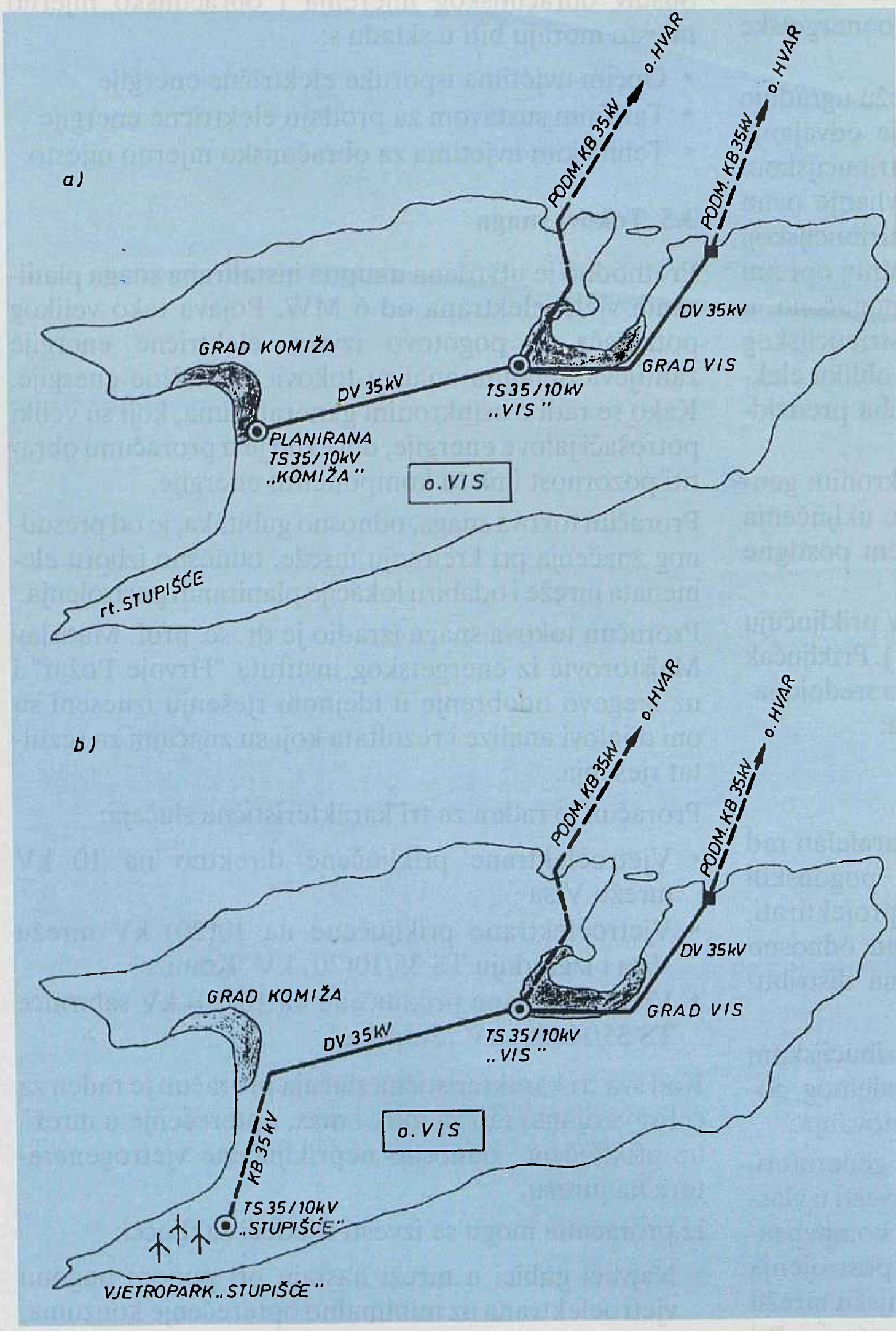
Kod sva tri karakteristična slučaja proračun je rađen za četiri varijante i to za min. i max. opterećenje u mreži, uz priključene, odnosno nepriključene vjetrogeneratore na mrežu.

Iz proračuna mogu se izvesti sljedeći zaključci:

- Najveći gubici u mreži nastaju pri punom pogonu vjetroelektrana uz minimalno opterećenje konzuma, što je i normalno za očekivati.
- Priključak elektrana na srednjonaponsku mrežu otoka Visa bez izgradnje nove 35 kV trafostanice ne dolazi u obzir jer gubici u mreži kod najnepovoljnijeg slučaja prelaze iznos od 1 MW, a padovi napona u mreži bi višestruko prelazili dopuštene vrijednosti.
- Izgradnjom TS 35/10(20) kV "Komiža" (kako je prvobitno planirano) gubici bi se smanjili, ali bi još uvijek pri najnepovoljnijem slučaju iznosili neprihvatljivih 0,5 MW.

- Izgradnjom TS 35/10(20) kV "Stupišće" u neposrednoj blizini vjetroparka, postižu se najbolji rezultati u pogledu gubitaka i oni u najnepovoljnijem slučaju iznose ispod 300 kW.

Iako je u starim planovima razvoja mreže otoka Visa, planirana izgradnja TS 35/10 kV u Komiži, pojavom vjetroparka i uz gornji proračun uviđa se potreba za njenom prelokacijom na područje Stupišće.



Slika 7. Osnovna shema 35 kV-ne distribucijske mreže o. Visa: a) prije planiranja vjetroparka; b) nakon planiranja vjetroparka

4. LOKACIJSKA DOZVOLA

Zahjev za izdavanje lokacijske dozvole za vjetropark "Stupišće" podnesen je županijskom uredu u Komiži u srpnju 1999. god. uz prateće idejno rješenje namjeravanog zahvata u prostoru.

Međutim, ovim se inicirala procedura promjene prostornog urbanističkog plana, jer je prvotno na mjestu vjetroparka bio predviđen heliodrom. Uz najbolja nastojanja svih čimbenika lokacijska dozvola ishodi se za 6 mjeseci, tj. početkom 2000. god.

Izrada glavnih projekata priključnih kabela (kabelskih raspleta) i TS 35/10 kV "Stupišće" zahtijeva također kao prvo, ishođenje pojedinačnih lokacijskih dozvola.

Naravno, već kod promjene PUP-a predviđeni su i ovi zahvati u prostoru, tako da u proceduri nije bilo poteškoća.

5. NEKE DVOJBE KOJE SE JAVLJAJU PRED ISHOĐENJE GRAĐEVINSKE DOZVOLE

Neposredno prije ishođenja građevinske dozvole investitor razmišlja o ugradnji drugog tipa postrojenja u vjetropark "Stupišće".

Nagli razvoj u proizvodnji postrojenja već nudi jedinice od cca 2000 kW.

Ponukan ekonomskim pokazateljima investitoru se nameće rješenje za izgradnju pet jedinica od 1500 kW.

Isporučitelj nove opreme bio bi njemački proizvođač TACKE.

Novi broj i pojedinačna snaga ne utječu na prethodno predviđenu lokaciju distribucijskih postrojenja. TS 35/10(20) kV "Stupišće" i priključni kabeli 10(20) kV i 35 kV ostaju na predviđenim mjestima.

Međutim, povećanje pojedinačne snage jedinice znači i povećanje gabarita vjetroelektrane. Visina do vrha krila vjetroelektrane od cca 74 m povećala bi se na visinu od cca 100 m. Ova visina vjerojatno će potaknuti razmišljanja o "vizualnom ataku na okoliš" poslije čega možemo tek naslutiti slijed događanja.

6. ZAKLJUČAK

Nadajmo se da će ovim objektom započeti uključivanje vjetroelektrana u elektroenergetski sustav HEP-a.

Ispitivanja, izrada pripremne dokumentacije i izgradnja objekta u našim prilikama traje do 3 godine.

Cijena objekata preko kojih se vjetroelektrane (vjetroparkovi) priključuju na elektroenergetsku mrežu HEP-a može iznositi i do 30% cijene vjetroparka pa bez zajedničkih ulaganja u ove objekte izgradnja vjetroelektrana postala bi neprofitabilna. Iz tog i sličnih razloga nakon izgradnje prvog objekta trebalo bi naznačiti koje i kakve poticajne mjere i rješenja treba nuditi državna energetska politika za izgradnju sličnih objekata.

Naravno, razmišljati treba i o mogućnosti povećanja instaliranih snaga iznad 5 MW.

Opravdanost izgradnje sličnih objekata ne bi smjeli određivati samo goli i šturi ekonomski pokazatelji.

Pilot-projekt zahtijeva neosporno veću podršku od nadležnih institucija i samog HEP-a.

LITERATURA

[1] Elektroprojekt d.d. Zagreb: "Projekti vjetroelektrana u Hrvatskoj"

[2] S. KRALJEVIĆ: "Idejno rješenje priključka vjetroparka Stupišće (o. Vis) na elektrodistribucijski sustav", HEP DP Elektrodalmacija

[3] I. SANTICA: "Idejno rješenje namjeravanog zahvata u prostoru za vjetropark "Stupišće"; o. Vis, HEP DP Elektrodalmacija

"STUPIŠĆE" WIND POWER PLANT ON THE ISLAND OF VIS – GRID CONNECTION REQUIREMENTS AND CONSTRUCTION PREPARATION

The paper gives basic elements of the Stupišće wind power plant on the island of Vis presently in the phase of obtaining the construction permit. Some experience from the documentation preparation and location permission procedures are stated as well as the facilities that are to be built in order to connect the wind power plant to the electric power system of HEP.

WINDKRAFTWERK "STUPIŠĆE" AUF DER INSEL "VIS" - ANSCHLUSSBEANTRAGUNG AN DAS VERTEILUNGSSYSTEM UND DIE VORBEREITUNG DER ERRICHTUNG DES OBJEKTES

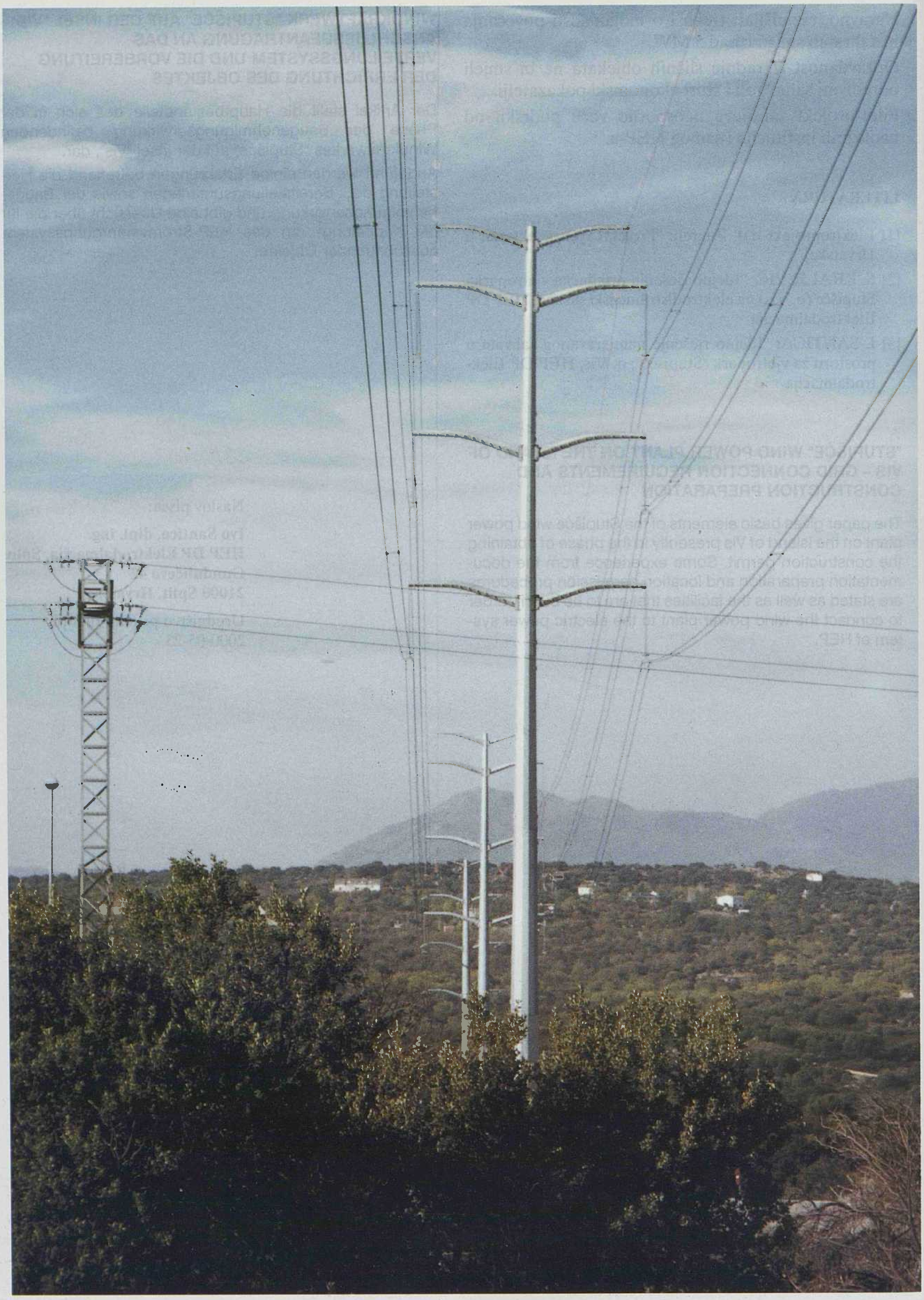
Der Artikel stellt die Hauptbestandteile des sich in der Phase der Baugenehmigungserwirkung befindenden Windkraftwerkes "Stupišće" auf der Insel "Vis", dar.

Angeführt werden einige Erfahrungen betreffend die Herstellung der Bereitstellungsunterlagen sowie der Baugenehmigungserwirkung und gibt eine Übersicht über die für die Koppelung an das HEP-Stromversorgungssystem auszubauender Objekte.

Naslov pisca:

Ivo Santica, dipl. ing.
HEP DP Elektrodalmacija, Split
Gundulićeva 42
21000 Split, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2000-05-23.



PRORAČUN FAKTORA UZEMLJENJA I NAJVEĆE STRUJE KROZ OTPOR RASPROSTIRANJA UZEMLJIVAČA U MREŽI HRVATSKE 2005. I 2010. GODINE

Mr. sc. Davor N e v e č e r e l, Zagreb

UDK 621.316.993
STRUČNI ČLANAK

Izložena je problematika proračuna faktora uzemljenja i najveće struje kroz otpor rasprostiranja uzemljivača u mreži Hrvatske 2005. i 2010. godine, proširene ažuriranom mrežom 2000. godine.

Ključne riječi: uzemljenje, faktor uzemljenja, struja kroz sustav uzemljenja, struja kroz otpor rasprostiranja.

Zadatak

Zadatak izloženog materijala je bio da se u dodatku studiji "Proračun struja kratkog spoja u mreži Hrvatske 2005. i 2010. godine", IE d.d./1999. izradi proračun faktora uzemljenja i najveće struje kroz otpor rasprostiranja uzemljivača u mreži Hrvatske 2005. i 2010. godine. U dogovoru s Naručiteljem je za elektroenergetska postrojenja za koja ne postoje mjereni podaci (ili nisu dovoljno pouzdani) izvršena procjena potrebnih parametara (otpora rasprostiranja) prema iskustvenim podacima.

1. UVOD

Proračun faktora uzemljenja i najveće struje kroz otpor rasprostiranja uzemljivača temelji se na proračunu jednopolnog kratkog spoja. Stoga će se u nastavku ukratko prikazati osnove matematičkog modela proračuna kratkog spoja, zbog kasnijih izlaganja.

Proračun kratkog spoja provodi se prema [2] i [3], uz pretpostavku napona prije nastanka kvara jednakim nazivnom naponu pomnoženom sa naponskim faktorom c = 1.1 .

Struje u čvorištu k gdje je nastao kvar određuju se prema matričnom izrazu:

$$\underline{\mathbf{I}}_{k(F)}^{sim} = \underline{\mathbf{Y}}_F^{sim}(1 + \underline{\mathbf{Z}}_{kk}^{sim}\,\underline{\mathbf{Y}}_F^{sim})^{-1}\underline{\mathbf{E}}_{k(0)}^{sim} \qquad (1)$$

Naponi u čvorištu k određuju se prema matričnom izrazu:

$$\underline{\mathbf{U}}_{k(F)}^{sim} = (1 + \underline{\mathbf{Z}}_{kk}^{sim}\underline{\mathbf{Y}}_F^{sim})^{-1}\underline{\mathbf{E}}_{k(0)}^{sim} \qquad (2)$$

U izrazu (1) pojedine matrice u sustavu simetričnih komponenata (sim) imaju sljedeće značenje:

- $\underline{\mathbf{Y}}_F$ = matrica kvara [2],
- $\underline{\mathbf{Z}}_{kk}$ = vlastita impedancija čvorišta k
- $\underline{\mathbf{E}}_{k(0)}$ = vektor napona prije nastanka kvara
- sim = općenita oznaka za simetrične komponente
- matrice kvara za tropolni i jednopolni kratki spoj su:

tropolni kratki spoj

y_F	0	0	0
	0	1	0
	0	0	1

jednopolni kratki spoj

$y_F/3$	1	1	1
	1	1	1
	1	1	1

Relacija između faznih i simetričnih veličina opisana je Fortescueovom matricom transformacija $\underline{\mathbf{T}}$: $\underline{\mathbf{A}}^{faz} = \underline{\mathbf{T}}\,\underline{\mathbf{A}}^{sim}$

2. PRORAČUN FAKTORA UZEMLJENJA U MREŽI 400, 220 I 110 kV HRVATSKE

Određivanje faktora uzemljenja je od značenja kod odabira odgovarajućih odvodnika prenapona. Pri tome se faktor uzemljenja određuje na temelju rezultata proračuna jednopolnog kratkog spoja, uspoređujući veći od napona zdravih faza kod jednopolnog kratkog spoja prema nazivnom naponu elektroenergetskog sustava.

2.1. Matematički model

Naponi u faznim komponentama na mjestu jednopolnog kratkog spoja u fazi A ($\underline{U}_A = 0$), prema izrazu (2) uz $\underline{a} = 1/120^0$ i $a^2 = 1/-120^0$ iznose:

$$\begin{vmatrix} U_{k(F)}{}^{a} \\ U_{k(F)}{}^{b} \\ U_{k(F)}{}^{c} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \dfrac{3z_F}{Z_{kk}{}^{(0)} + Z_{kk}{}^{(1)} + Z_{kk}{}^{(2)} + 3z_F} \\ \dfrac{Z_{kk}{}^{(0)} + a^2 Z_{kk}{}^{(1)} + aZ_{kk}{}^{(2)}}{Z_{kk}{}^{(0)} + Z_{kk}{}^{(1)} + Z_{kk}{}^{(2)} + 3z_F} \\ \dfrac{Z_{kk}{}^{(0)} + aZ_{kk}{}^{(1)} + a^2 Z_{kk}{}^{(2)}}{Z_{kk}{}^{(0)} + Z_{kk}{}^{(1)} + Z_{kk}{}^{(2)} + 3z_F} \end{vmatrix} \qquad (3)$$

Vrijednost faktora uzemljenja određuje se sada prema poznatom izrazu, koji uspoređuje veći od napona zdravih faza kod jednopolnog kratkog spoja prema nazivnom naponu elektroenergetskog sustava

$$\underline{K}_z = \sqrt{3}\ \max(\underline{U}_{k(F)}{}^b, \underline{U}_{k(F)}{}^c) / \underline{U}_{k(F)} \qquad (4)$$

u kontroli da li je uvjet djelotvornosti uzemljenja (faktor uzemljenja $\underline{k}_z < 1.4$) zadovoljen (radi se ustvari o omjeru nulte i direkte nadomjesne impedancije elektroenergetskog sustava, tj. kontrolira se da li vrijede relacije $0<X_0/X_d<3$ i $R_d/X_d<3$).

2.2. Proračun faktora uzemljenja

Proračun faktora uzemljenja za prijenosnu mrežu HEP-a za nazivne 2000., 2005. i 2010. godinu, prema referentnoj studiji [1] i izloženom matematičkom modelu, nalazi se kompletno u tablici 1.

Tablica 1. Pregled faktora uzemljenja i najvećih struja kroz otpor rasprostiranja uzemljivača u razdoblju 2000. do 2010. godine, svrstanih prema redoslijedu u referentnoj studiji [1] za mrežu 2010. godine.

Broj	ime postrojenja	Ru (Ω)	faktor uzemljenja Kuz			Iuz(A) kroz sustav uzemljenja			Iu(A) kroz otpor rasprostiranja uzemlj.			oznaka		
			2000.	2005.	5010.	2000.	2005.	5010.	2000.	2005.	5010.	2000.	2005.	5010.
1	MELINA	.183	1.09	1.10	1.11	4195.	4400.	4540.	3157.	3312.	3417.			
2	MELI220A	.183	.98	.98	.98	9753.	9977.	10106.	7065.	7227.	7321.	*	*	*
3	T-RIJEKA	.080	.99	1.00	1.00	9913.	10119.	10257.	9244.	9436.	9564.			
4	PEHLIN	.174	1.05	1.05	1.05	7966.	7999.	8075.	6387.	6413.	6474.			
5	H-SENJ	.160	1.06	1.06	1.06	5479.	5540.	5568.	4932.	4987.	5012.	***	***	***
6	BRINJE	.176	1.16	1.16	1.16	6497.	6559.	6580.	5491.	5544.	5561.			
7	T-PL220A	.100	.96	.96	.95	6248.	6336.	5934.	5711.	5791.	5194.	***	***	***
9	VODN110A	.100	1.04	1.04	.95	5095.	5179.	5601.	4458.	4532.	5117.			***
10	MELI110A	.183	.95	.95	.95	14603.	14914.	15100.	8749.	8935.	9047.	***	***	***
11	kraljevi	.100	1.10	1.10	1.11	5936.	6006.	6177.	5344.	5407.	5561.			
12	kraljev1	.100	1.06	1.07	1.07	5772.	5843.	5998.	5195.	5259.	5399.			
13	silo	.100	1.10	1.10	1.11	2677.	2709.	2816.	2372.	2400.	2496.			
14	OMISALJ	.214	1.06	1.06	1.07	4247.	4300.	4662.	2707.	2742.	2972.	*	*	*
15	DINA	.100	1.08	1.08	1.09	2426.	2455.	2581.	2286.	2313.	2432.			
16	H-RIJEKA	.317	.98	.98	.98	8562.	8833.	8941.	6414.	6617.	6698.			
17	SUSAK	.100	1.04	1.04	1.04	7056.	7168.	7223.	5997.	6092.	6139.	***	***	***
18	PODVEZIC	.100	1.05	1.05	1.05	8877.	9016.	9085.	8282.	8412.	8476.			
19	MATULJI	.282	1.08	1.04	1.03	7961.	10188.	10387.	5618.	6519.	6644.			
20	SAPJANE	.100	1.16	1.16	1.16	4572.	4865.	4892.	4178.	4445.	4470.			
21	LOVRAN	.275	1.12	1.12	1.12	4758.	5245.	5318.	3757.	4142.	4199.			
22	H-VINODO	.190	1.01	1.01	1.02	7842.	8040.	8389.	5704.	5849.	6102.	*	*	*
23	H-SE110A	.160	.97	.97	.97	11999.	11944.	11902.	11091.	11040.	11001.	***	***	***
24	DELNICE	.641	1.12	1.13	1.12	2522.	2567.	2719.	1535.	1563.	1655.			
25	MORAVICE	.100	1.17	1.18	1.15	2730.	2802.	3057.	2517.	2584.	2817.			
26	VRATA	.100	1.10	1.11	1.11	6650.	6824.	6922.	5819.	5970.	6056.			
27	PLASE	.100	1.06	1.06	1.07	9208.	9382.	9561.	8056.	8209.	8365.			
28	PEHL110A	.174	.95	.95	.95	10053.	10816.	10981.	7731.	7640.	7122.	***	***	***
31	KRASICA	.110	1.01	1.02	1.02	13751.	13975.	14291.	12579.	12783.	13072.			
32	IVANI	.100	1.05	1.05	1.05	9825.	9958.	9914.	8915.	9036.	8995.			
33	CRIKVENI	.266	1.09	1.09	1.09	7617.	7741.	8009.	5808.	5903.	6107.			
35	KRK	.502	1.07	1.07	1.08	7525.	7607.	9203.	4284.	4330.	5239.			
36	DUNAT	.100	1.09	1.10	1.11	3871.	3895.	4159.	3537.	3559.	3800.			
38	LOSINJ	.258	1.10	1.10	1.10	616.	617.	815.	549.	550.	726.	*	*	
39	RAB	.096	1.08	1.08	1.09	2276.	2289.	2339.	2087.	2098.	2145.			
40	KARLOBAG	.100	1.09	1.09	1.09	2468.	2489.	2522.	2255.	2274.	2304.			
41	T-PL110A	.258	.92	.92	.94	13611.	13591.	15450.	9805.	8965.	10191.	***	***	***

Broj	ime postrojenja	Ru (Ω)	faktor uzemljenja Kuz			Iuz(A) kroz sustav uzemljenja			Iu(A) kroz otpor rasprostiranja uzemlj.			oznaka		
			2000.	2005.	5010.	2000.	2005.	5010.	2000.	2005.	5010.	2000.	2005.	5010.
43	DOLINKA	.526	1.03	1.01	1.02	2996.	3042.	3695.	1963.	1996.	2424.			
44	otc.pula	.100	1.07	1.10	1.12	4104.	3477.	3767.	3749.	3242.	3512.			
45	SIJANA	.150	1.02	1.00	.99	4190.	3967.	5304.	3545.	3260.	4358.			
47	BUJE	.421	1.06	1.07	1.08	4052.	4240.	4336.	2660.	2784.	2847.			
48	RASA	.280	1.02	1.01	1.04	7617.	7221.	8144	5918.	5350.	6033.			
49	PAZIN	.438	1.05	1.02	1.04	4845.	6164.	6576.	3372.	3718.	3966.			
50	BUTONIGA	.100	1.06	1.05	1.07	2860.	3342.	3471.	2613.	3054.	3172.			
51	BUZET	.100	1.07	1.07	1.08	2882.	3173.	3265.	2633.	2899.	2983.			
52	POREC	.239	1.04	1.02	1.03	3396.	4028.	4290.	2747.	3258.	3470.			
53	ROVINJ	.131	1.06	1.04	1.05	2529.	2723.	3093.	2249.	2421.	2751.			
54	KATORO	.100	1.07	1.08	1.09	2985.	3161.	3242.	2783.	2948.	3022.			
56	L.OSIK	.110	1.08	1.08	1.07	3296.	3335.	3464.	2839.	2873.	2853.			
58	H-SKLOPE	.701	1.12	1.12	1.11	1733.	1745.	1793.	1469.	1479.	1520.			
59	OTOCAC	.526	1.14	1.14	1.14	2987.	3001.	3031.	2352.	2363.	2387.			
60	GRACAC	.354	1.11	1.12	1.12	3927.	4114.	4145.	2700.	2829.	2850.			
61	D.LAPAC	.570	1.12	1.13	1.13	2314.	2511.	2527.	1475.	1600.	1611.			
62	ERNESTIN	.100	1.03	1.12	1.12	2185.	6703.	6974.	2065.	5470.	5692.	***		
63	DAKOVO	.100	1.06	1.07	1.07	5287.	5776.	5833.	4892.	5177.	5228.	***	***	***
64	ERNE110A	.100	.95	.96	.95	9785.	19607.	19990.	7394.	14035.	13348.	*	***	***
65	DAKO110A	.100	1.00	1.01	1.01	7180.	9245.	9599.	6227.	7701.	7996.	*	*	*
66	OSIJEK-1	.100	.98	1.03	1.03	13986.	17509.	18119.	12989.	15274.	15805.			
67	OSIJEK-2	.100	.96	1.00	1.00	10169.	13688.	14002.	4271.	5619.	5748.			
68	OSIJEK-3	.100	.99	1.04	1.03	5943.	8024.	8211.	5100.	6886.	7046.			
69	OSIJEK-4	.100	.98	1.03	1.02	4751.	6288.	6380.	3865.	5115.	5170.	*	*	*
70	TO-OSIJE	.100	.96	1.00	1.00	9819.	13111.	13588.	6184.	8257.	8557.			
71	PTE-OSIJ	.100	.96	1.00	1.00	9838.	13162.	13645.	6195.	8289.	8593.			
75	B.MANAST	.100	1.10	1.10	1.10	4298.	4238.	4119.	3837.	3783.	3677.			
76	D.MIHOLJ	.100	1.12	1.14	1.14	5144.	5396.	4025.	4592.	4817.	3753.			
77	DAKOVO-2	.100	1.05	1.07	1.07	10969.	12251.	12475.	10440.	11660.	11874.			
78	VALPOVO	.100	1.05	1.07	1.07	5204.	5712.	5770.	4364.	4789.	4838.			
79	VINKOVCI	.100	1.05	1.09	1.07	6722.	9082.	11325.	5827.	7872.	9429.			
81	ZUPANJA	.100	1.10	1.12	1.12	1407.	4245.	5103.	1338.	3865.	4647.	*		
82	SL.BROD	.100	1.06	1.07	1.06	5461.	5664.	6172.	4734.	4909.	5130.			
83	SL.BROD2	.100	1.08	1.09	1.08	5173.	5292.	5712.	4921.	5034.	5433.			
85	POZEGA	.100	1.10	1.10	1.09	2485.	2510.	3011.	2364.	2387.	2807.			
87	NASICE	.100	1.12	1.12	1.10	6680.	7369.	8144.	5684.	6024.	6658.			
88	SLATINA	.100	1.13	1.13	1.13	2536.	2595.	2701.	2365.	2420.	2518.			
89	VUKOVAR	.100	1.05	1.07	1.08	4695.	6515.	6825.	4275.	5803.	6078.			
92	NIJEMCI	.100	1.09	1.14	1.14	1776.	2398.	2409.	1622.	2098.	2108.			
94	ANDRIJEV	.100	1.15	1.16	1.16	6233.	6580.	6697.	5930.	6259.	6371.			
96	JANKOVCI	.100	1.13	1.18	1.19	5721.	6837.	7797.	5442.	6504.	7417.			
97	KAPELAsl	.100	1.22	1.23	1.22	3157.	3191.	3283.	3004.	3036.	3123.			
98	NA-CEMEN	.100	1.14	1.14	1.12	5288.	5807.	7188.	5031.	5524.	6545.			
99	BELISCE	.100	1.06	1.08	1.08	2994.	3210.	3235.	2859.	3065.	3089.			
100	H-VELEBI	.260	1.00	1.01	.99	3303.	7563.	10618.	2521.	6415.	9006.	***		

Broj	ime postrojenja	Ru (Ω)	faktor uzemljenja Kuz			Iuz(A) kroz sustav uzemljenja			Iu(A) kroz otpor rasprostiranja uzemlj.			oznaka		
			2000.	2005.	5010.	2000.	2005.	5010.	2000.	2005.	5010.	2000.	2005.	5010.
103	KONJSKO	.127	1.04	1.10	1.11	2981.	5087.	5557.	2775.	4202.	4590.	***		
104	KONJ220A	.127	.98	1.00	.98	6545.	12283.	12706.	5132.	10242.	10215.	*	***	***
106	BILICE	.976	1.00	1.01	1.01	6786.	7428.	7573.	3815.	4176.	4257.	***	***	***
107	H-ZAKUCA	.076	.99	1.00	1.00	7790.	8154.	6961.	7262.	7601.	6489.	***	***	*
108	H-ORLOVA	1.400	1.03	1.04	1.05	5192.	5500.	3763.	3192.	3381.	2313.	***	***	*
110	PLAT	.100	.99	1.01	1.01	7360.	7485.	8518.	6360.	6240.	7101.			
111	PLAT-TR	.100	.99	1.01	1.01	7166.	7550.	8363.	6320.	6659.	7376.			
112	H-VE110A	.260	.97	.98	.98	6381.	7418.	7661.	5680.	6603.	6819.	***	***	***
115	ZADAR-1	.160	1.01	1.02	1.02	4179.	4274.	4317.	3579.	3660.	3696.	***	***	***
116	bilibrig	.690	1.01	1.01	1.01	2057.	2107.	2133.	1097.	1123.	1137.	*	*	*
117	ZD-CENTA	.520	1.01	1.02	1.02	923.	946.	961.	522.	535.	543.			
118	NIN	.110	1.03	1.03	1.04	3154.	3198.	3232.	2724.	2763.	2792.			
119	PAG	.436	1.08	1.08	1.08	2648.	2672.	2695.	1852.	1869.	1885.			
120	NOVALJA	.100	1.06	1.06	1.07	2726.	2752.	2790.	2385.	2408.	2441.			
121	OBROVAC	.305	1.03	1.04	1.04	7126.	7934.	8059.	4883.	4925.	5002.			
122	BIOGRAD	.858	1.11	1.12	1.12	2923.	2981.	3123.	2150.	2192.	2296.			
123	BENKOVAC	.017	1.15	1.16	1.16	3441.	3554.	3571.	3416.	3529.	3546.			
124	STRMICA	.100	1.14	1.16	1.15	1659.	1889.	2124.	1516.	1726.	1940.			
125	KONJ110A	.127	.95	.95	.95	10555.	15019.	14247.	8975.	11256.	10189.	***	***	***
126	H-ZA110A	.070	.94	.95	.95	14980.	16237.	16669.	13178.	14284.	14663.	***	***	***
127	H-DALE	.770	1.05	1.06	1.05	2251.	2355.	2327.	1634.	1709.	1689.			
128	METERIZE	.150	.98	.99	.96	13896.	15002.	18870.	11798.	12381.	15574.			
129	SUCIDAR	.070	.99	.98	.95	2818.	3179.	4062.	2714.	2934.	3762.			
131	VISOKA	.100	.97	.97	.93	3057.	3414.	4234.	2738.	3057.	3792.			
132	KAST110A	.120	1.05	1.06	1.00	5546.	8062.	10072.	4992.	6141.	7643.			
137	VRBORAN	.070	.98	.98	.94	10031.	10405.	16647.	8187.	8492.	14008.			***
138	DOBRI	.100	1.01	1.00	.98	2688.	3080.	3850.	2530.	2729.	3366.			
141	DUGI_RAT	.083	.98	.99	1.00	9202.	9871.	10217.	7455.	7996.	8277.			
142	kk-d.rat	.065	.98	.99	1.00	2999.	3152.	3252.	2652.	2787.	2875.			
143	kk-posti	.310	1.14	1.15	1.15	5003.	5158.	5258.	3893.	4014.	4091.	*		
144	kk-lozna	.100	1.06	1.07	1.08	3570.	3712.	3802.	3212.	3339.	3420.	*	*	*
145	NEREZISC	1.570	1.06	1.07	1.07	7317.	7535.	7696.	2802.	2885.	2947.			
146	kk-slati	.009	1.10	1.11	1.11	4605.	4676.	4727.	4570.	4640.	4691.			
147	kk-travn	.210	1.10	1.11	1.11	2611.	2651.	2701.	2214.	2248.	2290.	*	*	*
148	STARIGRA	.243	1.10	1.11	1.11	3689.	3729.	3791.	3314.	3350.	3406.			
149	kk-medve	.095	1.12	1.13	1.12	2514.	2530.	2532.	2320.	2334.	2337.			
150	kk-prapa	.134	1.12	1.13	1.13	2072.	2089.	2172.	1852.	1866.	1941.			
151	BLATO	1.070	1.11	1.12	1.11	1932.	1946.	2016.	1069.	1076.	1115.			
152	KORCULA	.100	1.12	1.13	1.10	1146.	1153.	1046.	1042.	1048.	951.			*
153	kk-perna	.013	1.12	1.12	1.10	1224.	1243.	1231.	1209.	1227.	1215.			
154	STON	.420	1.12	1.12	1.12	3976.	4229.	4112.	2379.	2239.	2461.			
156	IMOTSKI	.357	1.18	1.14	1.14	3851.	4960.	4925.	3213.	4138.	4108.			
157	KRALJEVA	.100	1.03	1.04	1.05	10775.	12842.	13106.	10193.	12147.	12398.			
158	H-KRALJE	.140	1.04	1.04	1.05	7819.	9780.	10005.	8687.	10867.	11116.			
159	TROGIR	.180	1.11	1.08	1.04	4708.	5673.	5900.	4193.	4195.	4363.			

Broj	ime postrojenja	Ru (Ω)	faktor uzemljenja Kuz			Iuz(A) kroz sustav uzemljenja			Iu(A) kroz otpor rasprostiranja uzemlj.			oznaka		
			2000.	2005.	5010.	2000.	2005.	5010.	2000.	2005.	5010.	2000.	2005.	5010.
162	H-PERUCA	.410	1.04	1.06	1.06	2971.	3285.	3296.	2455.	2714.	2724.	*		
163	B.BLATO	.100	1.08	1.09	1.10	3181.	3383.	3414.	2955.	3141.	3170.			
164	SINJ	.200	1.06	1.07	1.07	4225.	4982.	4976.	3833.	4520.	4514.			
165	MAKARSKA	.430	1.12	1.12	1.11	3591.	3809.	3971.	2725.	2891.	3014.			
168	BILI110A	.976	.93	.93	.93	10424.	11560.	11599.	3470.	3025.	3035.	***	***	***
169	RAZINE	.100	.94	.95	.94	7319.	8406.	8652.	6730.	7730.	7956.			
171	KNIN	.348	1.13	1.14	1.13	1649.	2051.	2492.	978.	1217.	1341.			
172	KNIN-evp	.100	1.13	1.14	1.13	1961.	2269.	2794.	1742.	2016.	2482.			
173	DRNIS	.100	1.14	1.12	1.11	3199.	3942.	3955.	3043.	3589.	3452.			
174	PODI	.100	1.05	1.03	1.01	8773.	8038.	7772.	8218.	6878.	6650.			
176	PLOCE	.100	1.11	1.10	1.10	2205.	2372.	2416.	2015.	2168.	2208.			
177	OPUZEN	.026	1.13	1.13	1.13	3739.	3886.	3915.	3647.	3790.	3818.			
178	KOMOLAC	.065	1.03	1.04	1.00	6512.	6693.	7541.	6089.	6257.	6625.			
180	PLAT110A	.100	.96	.96	.95	4217.	4092.	4340.	3733.	3624.	3841.	*	*	*
181	H-DUBROV	.100	.96	.96	.95	5589.	5803.	5975.	5314.	5517.	5681.			
182	TUMBRI	.052	1.05	1.09	1.09	6426.	8045.	9996.	5925.	7254.	8812.			
183	ZERJAVIN	.100	1.10	1.13	1.13	4720.	5369.	6086.	4138.	4706.	5569.			
184	ZERJ220A	.100	1.09	1.10	1.10	4950.	5176.	5204.	4629.	4841.	4868.	*	*	*
186	MRACLIN	.020	1.05	1.06	1.06	5686.	6477.	6480.	5571.	6303.	6306.	*	*	*
187	T-SISAK	.100	.99	1.00	1.00	8438.	8766.	8803.	7891.	8199.	8233.	***	***	***
188	MEDURIC	.039	1.09	1.10	1.10	4775.	4973.	4990.	4570.	4759.	4776.			
189	MEDU110A	.039	1.02	1.02	1.02	8188.	8352.	8393.	7678.	7833.	7871.	***	***	***
190	NOVSKA	.100	1.17	1.18	1.18	5973.	6044.	6063.	5682.	5750.	5768.			
191	IVANIC	.105	1.11	1.11	1.11	3096.	3153.	3164.	2938.	2992.	3002.			
192	N.GRADIS	.113	1.13	1.13	1.13	3740.	3768.	3701.	3366.	3391.	3257.			
193	DARUVAR	.058	1.13	1.13	1.12	2302.	2321.	2354.	2184.	2203.	2232.			
194	KUTINA	.100	1.07	1.07	1.07	6261.	6183.	6211.	5814.	5742.	5768.			
195	KOPRIVNI	.077	1.02	1.02	1.01	5386.	5487.	5959.	4687.	4775.	5186.			
197	LUDBREG	.122	1.09	1.09	1.09	6240.	6308.	6396.	5873.	5937.	6020.			
198	VIROVITI	.094	1.09	1.09	1.07	2556.	2589.	2637.	2306.	2335.	2321.	*	*	
200	VIRJE	.296	1.09	1.10	1.09	2794.	2818.	2878.	2170.	2189.	2235.			
201	KRIZEVCI	.075	1.10	1.10	1.07	2774.	2804.	2501.	2591.	2619.	2336.			
202	BJELOVAR	.052	1.07	1.06	1.06	3114.	2931.	2944.	2959.	2785.	2798.			
203	MLINOVAC	.048	1.07	1.06	1.06	2205.	2327.	2329.	2154.	2273.	2275.			
204	H-CAKOVE	.158	1.01	1.01	1.01	5748.	5888.	6055.	4665.	4778.	4914.			
205	CAKOVEC	.132	1.06	1.07	1.07	6359.	6591.	6638.	5956.	6174.	6218.			
206	PRELOG	.100	1.02	1.02	1.02	4734.	4789.	4846.	4325.	4375.	4428.			
207	H-DUBRAV	.117	1.00	1.00	1.00	2922.	2956.	3021.	2630.	2661.	2719.			
208	NEDELJAN	.200	1.02	1.02	1.02	11894.	12523.	12102.	8083.	8510.	8522.			
209	IVANEC	.068	1.12	1.13	1.13	4308.	4417.	4435.	4106.	4210.	4227.			
210	H-VZ110A	.125	1.07	1.07	1.08	5313.	5458.	5491.	5093.	5231.	5263.			
211	H-VZ110B	.125	1.07	1.07	1.08	5300.	5444.	5477.	5081.	5218.	5250.			
212	VARAZDIN	.089	1.06	1.07	1.06	6045.	6193.	6414.	5679.	5818.	6021.			
215	ZABOK	.230	1.11	1.12	1.12	5379.	5960.	6033.	4571.	5064.	5127.			
217	T-JERTOV	.112	1.05	1.01	1.02	5027.	17174.	17835.	4629.	15080.	15660.	*	***	***

Broj	ime postrojenja	Ru (Ω)	faktor uzemljenja Kuz			Iuz(A) kroz sustav uzemljenja			Iu(A) kroz otpor rasprostiranja uzemlj.			oznaka		
			2000.	2005.	5010.	2000.	2005.	5010.	2000.	2005.	5010.	2000.	2005.	5010.
218	STRAZA	.060	1.08	1.08	1.09	2423.	2631.	2643.	2322.	2522.	2533.	*		
219	T-SI110A	.100	.96	.97	.96	15597.	16607.	16493.	13833.	14729.	14628.	***	***	***
220	PRACNO	.068	1.01	1.02	1.02	14705.	16001.	16193.	12564.	13303.	13464.			
221	SUNJA	.100	1.19	1.21	1.21	6065.	6284.	6311.	5770.	5978.	6004.			
222	SISCIA	.100	1.14	1.15	1.15	4965.	5087.	5129.	4536.	4647.	4686.			
225	PETRINJA	.110	1.06	1.08	1.08	4858.	5770.	5819.	4400.	5226.	5270.			
226	RAFI110A	.100	1.02	1.03	1.03	12759.	13373.	13391.	12447.	13047.	13064.			
227	RAFI110B	.100	1.09	1.11	1.10	6394.	6726.	6772.	6234.	6558.	6603.			
228	ZELJE-SI	.100	1.02	1.03	1.03	12141.	12975.	13043.	11550.	12344.	12408.			
229	GLINA	.100	1.09	1.11	1.10	1965.	3233.	3304.	1877.	2954.	3019.			
232	POKUPLJE	.141	1.06	1.07	1.07	4636.	5243.	5310.	4071.	4604.	4663.			
233	H-GOJAK	.851	1.05	1.05	1.04	3756.	3594.	3762.	1631.	1304.	1365.	***	*	*
234	OSTARIJE	.146	1.06	1.06	1.05	3262.	3866.	3689.	2863.	3393.	3238.			
236	ZDENCINA	.129	1.12	1.14	1.14	8097.	8402.	8493.	7595.	7881.	7967.			
237	SVARCA	.183	1.06	1.07	1.07	3808.	5113.	5447.	2996.	3750.	4062.			
238	DUBOVAC	.230	1.05	1.06	1.06	3429.	4346.	4435.	2793.	3539.	3612.			
240	TUMB110A	.052	.96	.97	.97	26824.	29323.	30897.	23891.	26116.	27519.	***	***	***
241	ZERJ110A	.100	1.02	1.02	1.00	7267.	10000.	15561.	6097.	8055.	12534.	*		***
243	RESNIK	.170	1.05	1.04	1.03	19318.	21935.	24602.	14313.	15509.	15421.			
246	TETO-ZG	.100	.95	.95	.96	23964.	24060.	24250.	17716.	17455.	17592.	***	***	***
249	TRNJE-2	.100	1.02	1.02	1.03	4303.	4499.	4601.	4066.	4251.	4348.			
250	VOLOVCIC	.100	1.02	1.02	1.04	4202.	4388.	4456.	3737.	3902.	3903.			
251	LUDINA	.100	1.19	1.20	1.20	4790.	4852.	4863.	4557.	4615.	4626.			
252	MRAC110A	.020	1.00	1.01	1.00	16643.	17806.	17540.	15681.	16777.	16409.	***	***	***
253	MRAC110B	.020	1.31	1.32	1.32	5576.	5651.	5697.	5547.	5623.	5668.			
254	SOPOT	.100	1.04	1.05	1.05	10914.	11239.	11395.	9938.	10234.	10377.			
255	JARUN	.054	1.00	1.00	.98	7739.	7444.	7665.	7085.	6815.	6796.			*
256	ELTO-ZG	.004	1.01	.99	.97	2361.	3027.	3490.	2350.	3006.	3467.			
258	RAKITJE	.043	1.01	1.01	.98	15768.	17278.	19071.	13580.	14881.	15828.			
260	STENJEVA	.100	1.09	1.03	.99	6956.	5978.	8003.	6641.	5378.	7044.		*	
262	PODSUSED	.052	1.07	1.08	1.07	14139.	15119.	16152.	13522.	14460.	15448.			
263	TS-PODSU	.100	1.08	1.09	1.08	8627.	9211.	9842.	8606.	9188.	9818.			
265	SAMOBOR	.185	1.07	1.08	1.06	6221.	6521.	6953.	5285.	5540.	5907.			
266	V.GORICA	.100	1.05	1.06	1.05	9747.	10140.	10357.	8882.	9241.	9439.			
267	D.SELO	.046	1.08	1.09	1.09	7307.	7715.	8303.	6862.	7245.	7797.			
268	ZAPRESIC	.052	1.06	1.06	1.04	6109.	6453.	7004.	5825.	6153.	6666.			
269	KSAVER	.100	1.17	1.18	1.19	421.	442.	461.	398.	418.	435.			
270	DUBEC	.039	1.07	1.06	1.07	12907.	13792.	15876.	12197.	12738.	14662.			
271	BOTINEC1	.033	1.04	1.05	1.04	12152.	13351.	14273.	11565.	12706.	13583.			
272	BOTINEC2	.033	1.06	1.07	1.08	15234.	15784.	16063.	14344.	14861.	15124.			
273	TRPIMIRO	.100	1.08	1.09	1.15	3502.	3629.	3035.	3302.	3422.	2857.			
274	TRPIMIRx	.100	1.07	1.05	1.04	2387.	2945.	3208.	2248.	2793.	3042.			
29	TURNIC	.100		.97	.96		3956.	4097.		3523.	3672.			
34	NOVI	.100		1.11	1.10		6957.	6722.		6618.	6395.			
42	DUBROVA	.100		1.02	1.04		9217.	10120.		8768.	9627.			

Broj	ime postrojenja	Ru (Ω)	faktor uzemljenja Kuz			Iuz(A) kroz sustav uzemljenja			Iu(A) kroz otpor rasprostiranja uzemlj.			oznaka		
			2000.	2005.	5010.	2000.	2005.	5010.	2000.	2005.	5010.	2000.	2005.	5010.
46	MEDULIN	.100		1.05	1.07		3083.	3450.		2817.	3152.			
55	FUNTANA	.100		1.02	1.03		2661.	2877.		2431.	2628.			
72	NEMETIN	.100		1.11	1.11		8652.	8814.		8249.	8403.			
80	VINKOV-2	.100		1.13	1.10		7327.	9470.		6971.	8623.			
90	VUKOVAR2	.100		1.08	1.09		6153.	6281.		5483.	5597.			
91	VUKOVAR3	.100		1.09	1.10		5427.	5529.		4955.	5049.			
93	ILOK	.100		1.18	1.18		1520.	1524.		1452.	1456.			
95	TS-ANDRI	.100		1.15	1.15		6190.	6305.		5888.	5998.			
101	BRAVAR	.100		1.01	.98		10043.	11993.		7429.	8144.			
102	T-ZATON	.100		1.00	.97		4302.	4324.		4039.	3821.			*
109	ZAGVOZD	.100		1.12	1.14		5439.	5857.		4872.	5247.			
113	POLICNIK	.100		1.09	1.09		3348.	3371.		3059.	3080.			
114	MODRIC	.100		1.11	1.11		2915.	2933.		2785.	2802.			
133	KAST110B	.100		1.02	1.00		3018.	3756.		2674.	3328.			
134	KAST-evp	.100		1.07	1.02		5688.	7156.		5094.	6409.			
155	ZAGV110A	.100		1.03	1.03		7573.	7504.		6785.	7018.		***	***
160	DOLAC	.100		1.11	1.10		6987.	7387.		6647.	7027.			
161	SADINE	.100		1.09	1.06		5982.	7039.		5464.	6423.			
167	BRIST	.100		1.11	1.11		2483.	2545.		2269.	2325.			
170	KAPELAdl	.100		1.10	1.08		2828.	5426.		2702.	4983.			
175	ZITNIC	.100		1.16	1.15		2854.	2878.		2607.	2630.			
213	VARAZD-2	.100		1.08	1.08		8314.	8354.		7909.	7947.			
216	KRAPINA	.100		1.12	1.12		4788.	4811.		4554.	4577.			
224	KOSTAJNI	.100		1.19	1.19		2927.	2936.		2796.	2805.			
230	VOJNIC	.100		1.10	1.10		4008.	4097.		3507.	3585.			
239	H-LESCE	.100		1.05	1.05		2716.	2773.		2481.	2534.			
244	ZITNJAK	.100		1.06	1.07		11235.	11616.		10239.	10586.			
257	PIEROTTI	.100		1.02	1.01		2849.	3179.		2560.	2857.			
275	MAKSIMIR	.100		1.13	1.14		2482.	2719.		2337.	2559.			
246	VODNJAN	.100			1.02			2740.			2618.			
246	ZAMET	.100			.96			9712.			8314.			***
246	CRES	.100			1.11			5221.			4660.			
246	PLITVICE	.100			1.11			1017.			972.			
246	DARDA	.100			1.14			7142.			6794.			
246	CEPIN	.100			1.06			10709.			9739.			
246	SL.BROD3	.100			1.09			4328.			4126.			
246	POZEGA-2	.100			1.10			4054.			3547.			
246	VRBO220A	.100			1.00			11119.			10072.			
246	MILJEVAC	.100			1.08			9034.			8594.			
246	KASTELA2	.100			1.00			9618.			7989.			
246	SOLIN	.100			1.03			8003.			7341.			
246	BRODOGRA	.100			.97			3948.			3519.			
246	GRIPE	.100			.97			4206.			3680.			
246	PODGORA	.100			1.11			2945.			2691.			
246	BOSANKA	.100			1.00			6006.			5436.			

Broj	ime postrojenja	Ru (Ω)	faktor uzemljenja Kuz			Iuz(A) kroz sustav uzemljenja			Iu(A) kroz otpor rasprostiranja uzemlj.			oznaka		
			2000.	2005.	5010.	2000.	2005.	5010.	2000.	2005.	5010.	2000.	2005.	5010.
246	VELESEVE	.100			1.13			12211.			9668.			
246	KOPRIV-2	.100			1.05			6580.			6259.			
246	VIROVI-2	.100			1.07			3268.			3054.			
246	KNEGINEC	.100			1.06			5633.			5142.			
246	SISAK-2	.100			1.08			10409.			9682.			
246	GVOZD	.100			1.11			3282.			2999.			
246	VRBOVSKO	.100			1.15			2177.			1989.			
246	SESVETE	.100			1.10			18490.			17594.			
246	H-DRENJE	.100			1.11			12412.			11544.			
246	TRNJE-1	.100			1.10			2465.			2192.			
246	TRNJE-2x	.100			1.13			2475.			2339.			
246	JANKOMIR	.100			1.01			13763.			12203.			
246	ZAPAD-1	.100			.98			3465.			3095.			
246	H-PODSUS	.100			1.02			8539.			7748.			

3. ANALIZA MJERNIH PODATAKA O IMPEDANCIJAMA UZEMLJENJA I OTPORIMA RASPROSTIRANJA ELEKTROENERGETSKIH POSTROJENJA 400, 220 I 110 kV HEP-a

Za potrebe proračuna faktora uzemljenja i najveće struje kroz otpor rasprostiranja uzemljivača u mreži Hrvatske 2005. i 2010. godine poslan je upit na sva mjerodavna mjesta. Prijenosna područja Opatije, Splita i Zagreba poslala su tražene podatke, dok su podaci iz Prijenosnog područja Osijek nažalost izostali, vjerojatno zbog posljedica ratnih razaranja.

Interesantno je da su sve anketirane službe priložile podatke o otporu rasprostiranja, jedino je proizvodno područje HE JUG Sektora za hidroelektrane priložilo podatke o impedanciji uzemljenja (modul, bez faznog kuta).

Svi nepostojeći podaci o otporima rasprostiranja pojedinih razmatranih visokonaponskih postrojenja su pretpostavljeni u iznosu **0.1 Ω**, polazeći od opredjeljenja da treba težiti izvedbi boljih uzemljivača, sa dovoljno malenim otporom rasprostiranja uzemljivača.

Mjerenje otpora rasprostiranja i potencijala uzemljenja uobičajeno se provodi niskonaponskom U-I metodom. Da bi se osigurali uvjeti za mjerenje struje kroz otpor rasprostiranja uzemljenja postrojenja, prije mjerenja se odspajaju priključena zaštitna užeta dalekovoda i vodljivi plaštevi visokonaponskih kabela (gdje je to moguće). Uvjet za provedbu mjerenja je postizanje dovoljno velike mjerne struje (minimalno 50 A).

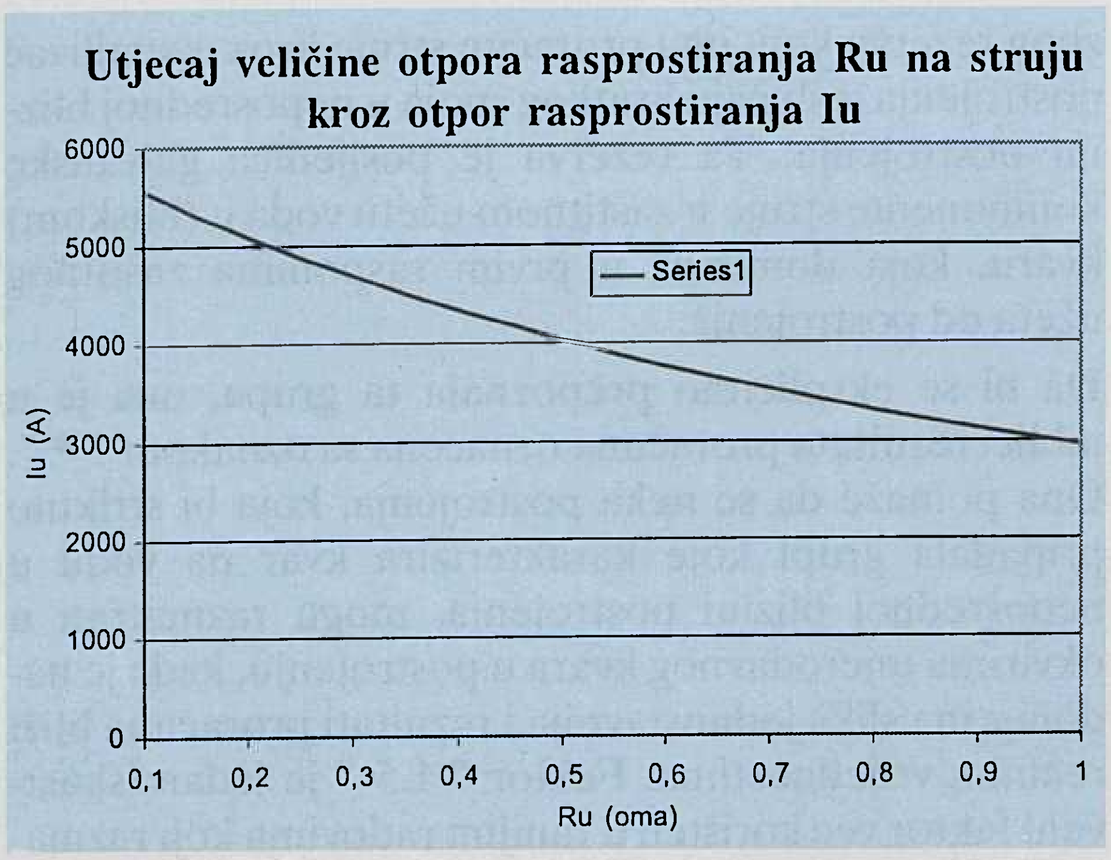
Mjerene vrijednosti se kasnije preračunavaju na stvarne pogonske struje. Preračunavanje se provodi u relaciji prema izračunatoj struji kroz otpor rasprostiranja postrojenja za određenu nazivnu godinu u kojoj se razmatraju prilike iznošenja potencijala i utjecaja na susjedne objekte. Kod preračunavanja treba voditi računa da se preračunavanja provode između ekvivalentnih sustava u odnosu na struju kroz uzemljivač, tj. mjerenje treba biti kompatibilno s proračunom.

Konačni cilj svih aktivnosti oko određivanja otpora rasprostiranja i struje kroz otpor rasprostiranja je određivanje potencijala uzemljivača razmatranog postrojenja. Veličina potencijala uzemljivača je direktno proporcionalna veličini otpora rasprostiranja i veličini struje kroz otpor rasprostiranja. Međutim, struja kroz otpor rasprostiranja je dio struje kroz sustav uzemljenja uzemljivača koji čine otpor rasprostiranja uzemljivača u paraleli s ekvivalentnim uzemljivačkim sustavima priključenih vodova, kabela i eventualnih paralelnih horizontalnih uzemljivača (slika 3). Određivanje struje kroz impedanciju sustava uzemljenja prikazano je u točki 4. Otpor rasprostiranja uzemljivača je dominantne vodljivosti u odnosu na ostale paralelne otpore, tako da njegovom određivanju treba posvetiti posebnu pažnju.

Na primjeru TS Žerjavinec 400 kV u nazivnoj 2010. godini, sa Ik3/Ik1 = 19171/15497 A, pokazat će se utjecaj veličine otpora rasprostiranja na veličinu struje kroz otpor rasprostiranja.

Iz popratnog proračuna slijedi, da se za promjenu iznosa otpora rasprostiranja Ru = 0.1 – 1.0 Ω, Iuz = 6086 A, struja kroz otpor rasprostiranja smanjila od Iu = 5569 na Iu = 2999 A. Prema tome, za deseterostruki porast otpora rasprostiranja, smanjenje struje kroz otpor rasprostiranja nije niti 50 %. Očito je gradijent porasta otpora rasprostiranja dominantan u odnosu na smanjenje struje kroz otpor rasprostiranja, tako da porast potencijala prvenstveno ovisi o veličini promjene otpora rasprostiranja.

Gornja konstatacija posebnu pažnju skreće na **točno određivanje otpora rasprostiranja uzemljivača postrojenja**, jer on direktno određuje veličinu potencijala postrojenja.



Uzemljivač postrojenja sastoji se od površinskog uzemljivača, vertikalnih štapnih uzemljivača i horizontalnih vanjskih uzemljivača, vidjeti sliku 3. Obično se vanjski horizontalni uzemljivači ne mogu jednostavno odvojiti od glavnog površinskog uzemljivača, ali se njihov doprinos može izmjeriti. U našem slučaju zbog nedostatka tih podataka je pretpostavljeno da su horizontalni uzemljivači integralni dio uzemljivača postrojenja.

Olakšavajuća okolnost je da u slučaju izmjerenih veoma malih iznosa otpora rasprostiranja dominantnu struju u zemlju sigurno preuzima sam uzemljivač, jer se paralelni nadomjesni otpori uzemljenja nadzemnih vodova i podzemnih kabela ipak kreću u predvidljivim granicama višestruko većim od 0.1 Ω .

Pregled priloženih podataka mjerenja otpora rasprostiranja pokazuje, da su u nekim postrojenjima izgrađeni respektabilni uzemljivači, sa otporom rasprostiranja uzemljivača < 0.1 Ω , za koje vrijedi gornja konstatacija.

4. PRORAČUN NAJVEĆE STRUJE KROZ IMPEDANCIJU UZEMLJENJA U MREŽI 400, 220 I 110 kV HRVATSKE 2000., 2005. I 2010. GODINE

U konačnom izvješću o uzemljenju postrojenja međunarodne radne grupe STK 36 CIGRE, objavljen u časopisu "Elektra" 1980. godine [4], dane su preporuke za proračun najvećih struja koje podižu potencijal uzemljivača. One razlikuju dva slučaja:

a) kratki spoj u postrojenju
b) kratki spoj u neposrednoj blizini postrojenja.

Takva podjela je općenito prihvaćena i ugrađena je u važeće standarde (DIN/VDE 0141/1989) i pravilnike (Pravilnik o uzemljenju elektroenergetskih postrojenja nazivnog napona višeg od 1 kV - pročišćeni tekst prednacrta).

4.1. Matematički model

Kod kratkog spoja na sabirnicama u postrojenju, struja kroz uzemljivač postrojenja određuje se kao vektorski zbroj umnožaka trostrukih nultih struja u vodičima i pripadajućih faktora redukcije zaštitnih užeta, prema slici 1.

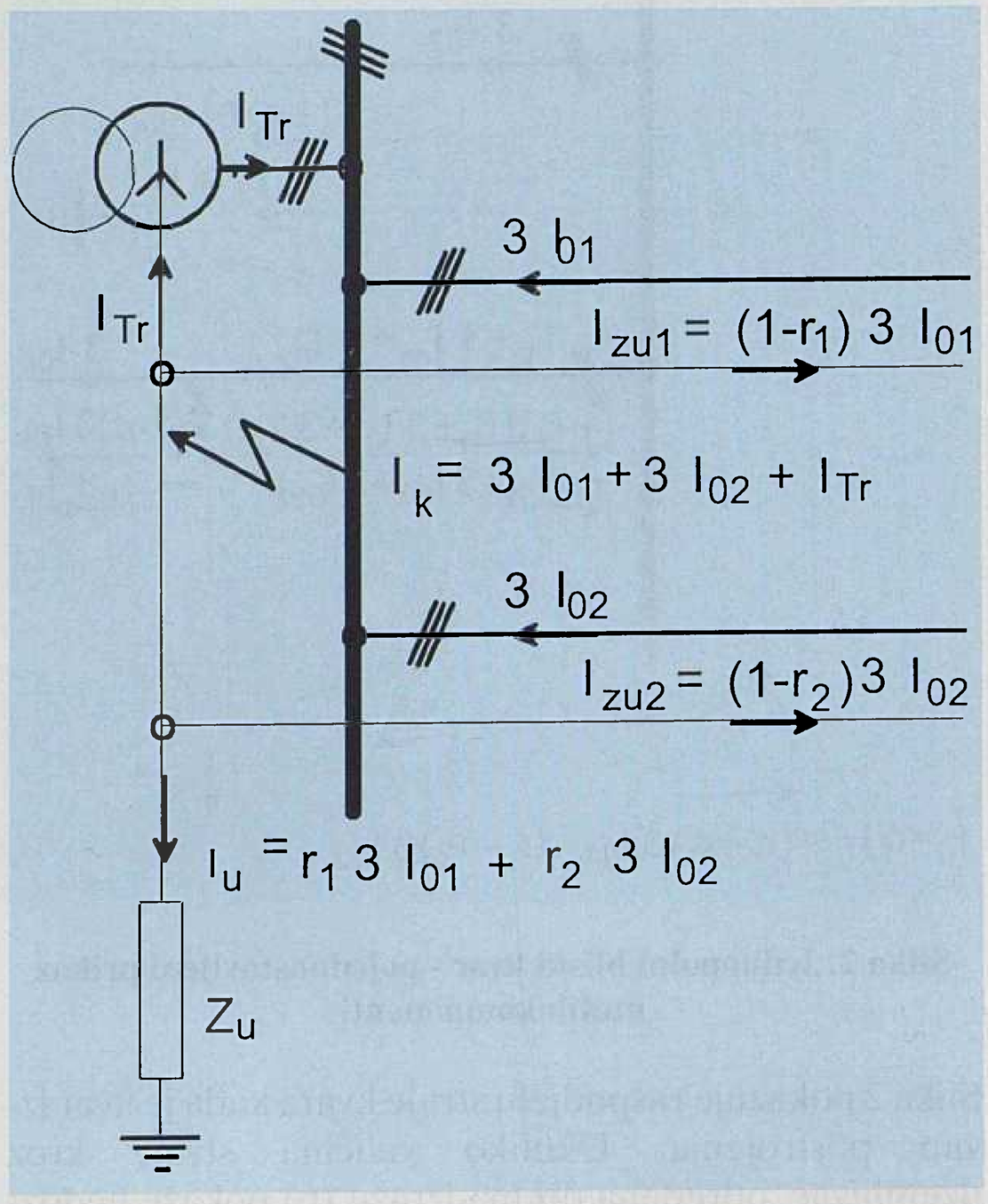
Kratki spoj u postrojenju (sabirnički kvar)

Prema slici 1, struja kroz uzemljivač postrojenja određuje se prema izrazu:

$$\underline{I}_u = \Sigma\, \underline{r}_i\, 3\underline{I}_{0i} \qquad (5)$$

gdje su:

$\underline{I}_u$ - struja kroz sustav uzemljenja postrojenja
$3\underline{I}_{0i}$ - struja u vodičima i-tog dalekovoda 110 kV
$\underline{r}_i$ - redukcioni faktor zaštitnog užeta voda "i".



Slika 1. Jednopolni kvar u postrojenju - pojednostavljeni prikaz nultih komponenti

Kratki spoj u neposrednoj blizini postrojenja (bliski kvar)

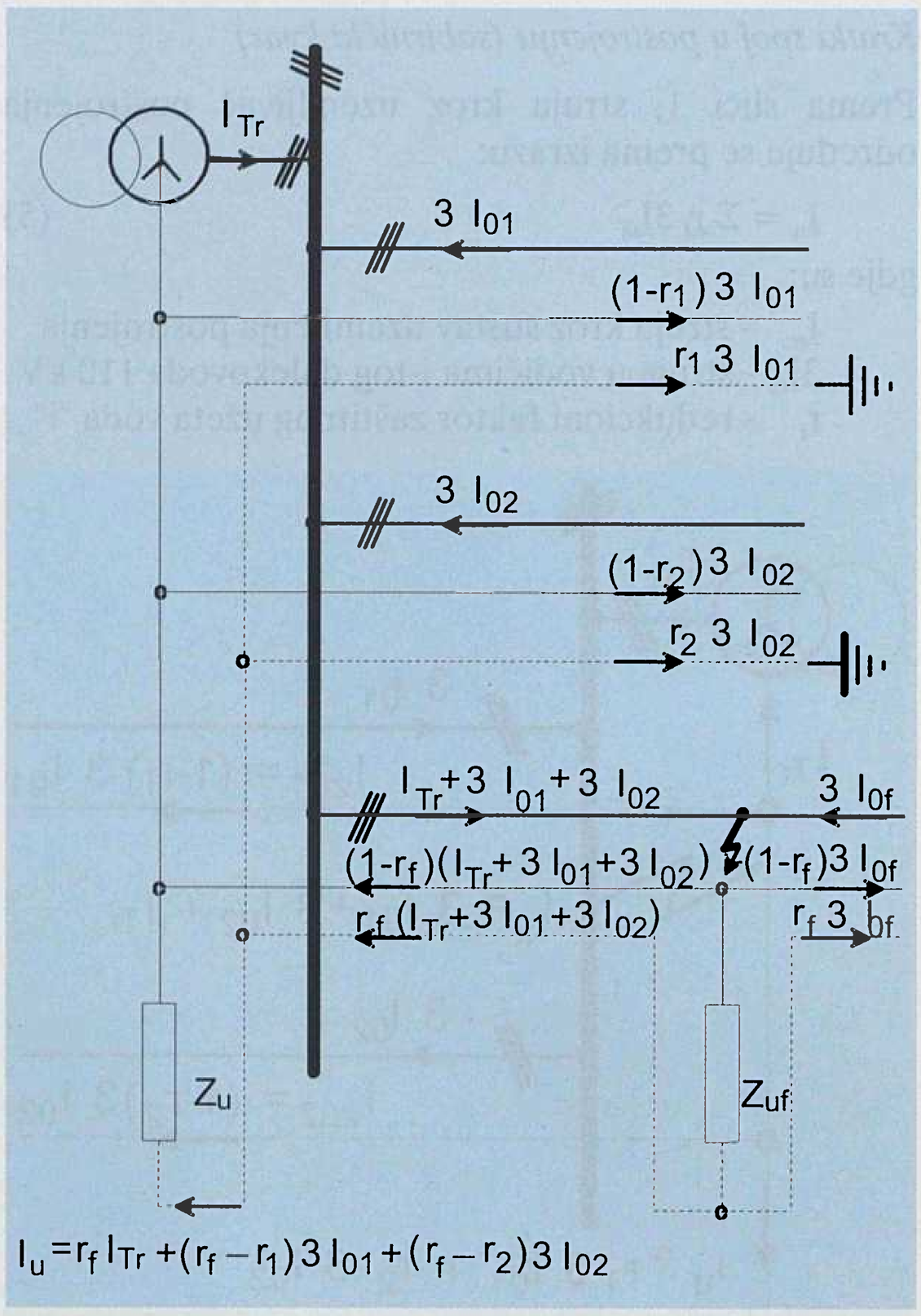
U drugom slučaju, kod kratkog spoja izvan postrojenja (bliski kratki spoj - rjeđi slučaj), struja kroz uzemljivač postrojenja određuje se uz zanemarenje nadomjesnih impedancija voda između (bliskog) bolesnog čvorišta i zamišljenog mjesta kvara. Principjelnu shemu bliskog kratkog spoja prikazuje slika 2 s time da je vod u kvaru označen indeksom "f".

Prema slici 2 struju kroz sustav uzemljenja određuje se prema izrazu:

$$\underline{I}_u = \underline{r}_f\, \underline{I}_{Tr} + \Sigma\, (\underline{r}_f - \underline{r}i)\, 3\underline{I}_{0i} \qquad (6)$$

gdje su:

$\underline{I}_u$ - struja kroz sustav uzemljenja postrojenja
$\underline{I}_{Tr}$ - struja kratkog spoja iz neposredno priključenih (blok) transformatora
$3\underline{I}_{0i}$ - trostruka nulta struja u vodičima i-tog dalekovoda
$\underline{r}_i$ - redukcijski faktor zaštitnog užeta voda "i"
$\underline{r}_f$ - redukcijski faktor zaštitnog užeta voda u kvaru "f".



Slika 2. Jednopolni bliski kvar - pojednostavljeni prikaz nultih komponenti

Slika 2 pokazuje raspodjelu struje kvara kada je kvar izvan postrojenja. Ukoliko veličina struje kroz uzemljivač, određena prema izrazu (6) pokaže nedozvoljeno velike vrijednosti, preporuča se proračun provesti sa složenijim matematičkim modelom temeljenim na fizikalnom modelu koji uzima u obzir kompletni uzemljivački sustav u blizini postrojenja (impedanciju uzemljenja postrojenja, otpore uzemljenja stupova dalekovoda, impedancije sustava uzemljenih zaštitnih užeta, specifični otpor tla itd.).

Određivanje najveće struje kroz sustav uzemljenja

Najveću struju kroz sustav uzemljenja postrojenja određujemo izborom veće od navedenih struja kroz sustav uzemljenja u slučajevima kvara u postrojenju prema izrazu (5) i kvara izvan postrojenja (bliski kvar) prema izrazu (6). Posebno izdvajamo grupu sa

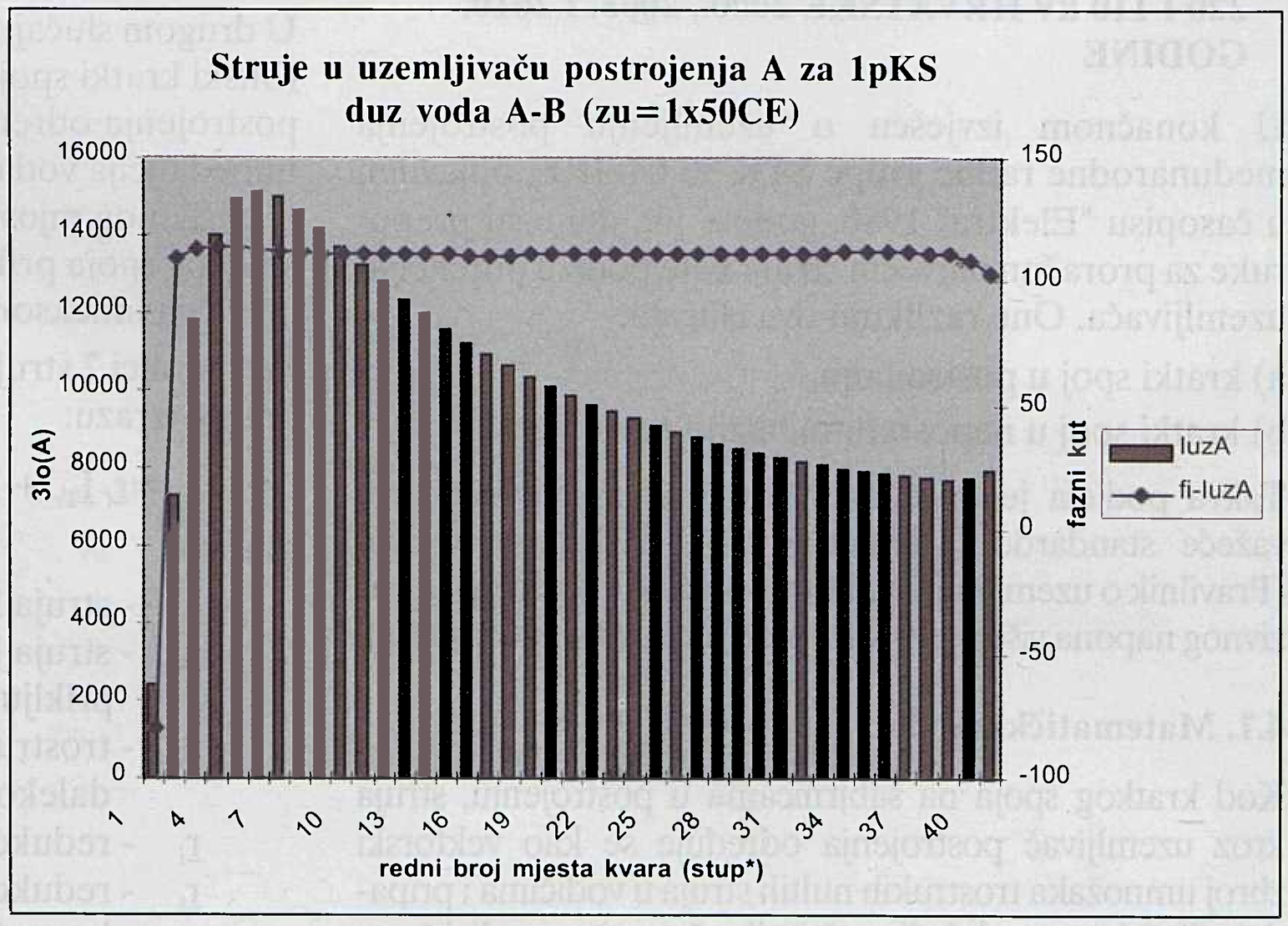
$$1.5\ \Sigma\ \underline{r}_i\ 3\underline{I}_{0i} > \underline{r}_f\ I_{Tr} + \Sigma\ (\underline{r}_f - \underline{r}i)\ 3\underline{I}_{0i}$$

zbog rezerve koju ima proračun struje kroz uzemljivač postrojenja u slučaju kratkog spoja u neposrednoj blizini postrojenja. Ta rezerva je posljedica galvanske komponente struje u zaštitnom užetu voda u (bliskom) kvaru, koja dominira u prvim rasponima zaštitnog užeta od postrojenja.

Da bi se eksplicitno prepoznala ta grupa, ona je u tablici rezultata proračuna označena sa oznakom " * ". Ona pomaže da se neka postrojenja, koja bi striktno pripadala grupi koje karakterizira kvar na vodu u neposrednoj blizini postrojenja, mogu razmatrati u okvirima mjerodavnog kvara u postrojenju, kada je nadomjesna slika jednostavnija i rezultati proračuna bliži realnim vrijednostima. Faktor " 1.5 " je jedan iskustveni faktor već korišten u ranijim radovima koji razmatraju mjerodavni kvar za određivanje najvećeg potencijala uzemljivača.

Nakon određivanja postrojenja sa mjerodavnim kvarom u postrojenju $\mathbf{I_u = \Sigma\ r_i\ 3I_{0i}}$, proširenih sa grupom $\mathbf{1.5\ \Sigma\ r_i\ 3I_{0i} > r_f\ I_{Tr} + \Sigma\ (r_f - ri)\ 3I_{0i}}$,ostaje još grupa s mjerodavnim kvarom na vodu u neposrednoj blizini postrojenja $\mathbf{I_u = r_f\ I_{Tr} + \Sigma\ (r_f - ri)\ 3I_{0i}}$., označena sa " *** ". Neko daljnje približavanje realnijim vrijednostima proračuna (rezerva u proračunu zbog zanemarenja galvanske komponente) nije više moguće bez složenijeg modeliranja uzemljivačkog sustava u okolici razmatranog postrojenja. Stoga rezultate proračuna označene s " *** ".**treba uzeti sa rezervom, i u graničnim slučajevima potrebne zaštite provesti dodatne proračune**, a po potrebi i visokonaponska mjerenja.

U priloženom primjeru, koji je samo ilustrativan, prikazan je općenito vod A – B sa 41 rasponom i nevodljivim zaštitnim užetom 1x50Č. Distribucija najvećih struja u rasponima kod kvarova duž razmatranog voda pokazuje da kod kvara na vodu postoji neka maksimalna vrijednost manja od one izračunate prema izrazu (6).



Maksimalna vrijednost struje u sustavu uzemljenja postrojenja A u gornjem grafu iznosi u 6. rasponu 15054 A, dok bi po izrazu (6) dobili vrijednost struje u sustavu uzemljenja u iznosu od 19899 A. No, za takav proračun treba puno širi opseg ulaznih podataka, koji takvom proračunu daje poseban značaj. U selektivnom pristupu proračunima najveće struje kroz sustav uzemljenja postrojenja, proračun tolikog opsega treba naći opravdanje u kritičnim slučajevima iznošenja potencijala iz postrojenja, prema prilikama koje daje praksa.

Proračun najveće struje kroz impedanciju uzemljenja Zu, prema izrazima (5) i (6) proveden je za mrežu Hrvatske nazivne 2000. , 2005. i 2010. godine. Rezultati proračuna osnova su daljnjem proračunu struje kroz otpor rasprostiranja uzemljivača.

5. PRORAČUN NAJVEĆE STRUJE KROZ OTPOR RASPROSTIRANJA UZEMLJIVAČA U MREŽI 400, 220 I 110 kV HRVATSKE 2000., 2005. I 2010. GODINE

Impedancija uzemljenja pojedinog razmatranog elektroenergetskog postrojenja prema nadomjesnoj slici sastoji se od paralelne kombinacije otpora rasprostiranja razmatranog postrojenja, i paralenih uzemljivačkih sustava priključenih nadzemnih vodova i podzemnih kabela.

U paralelu s navedenim otporima/impedancijama treba uzeti i impedanciju eventualnog vanjskog horizontalnog uzemljivača, prema slici 3.

U nedostatku mjerenih podataka horizontalni uzemljivač je moguće razmatrati i kao dio otpora rasprostiranja uzemljivača.

5.1. Matematički model

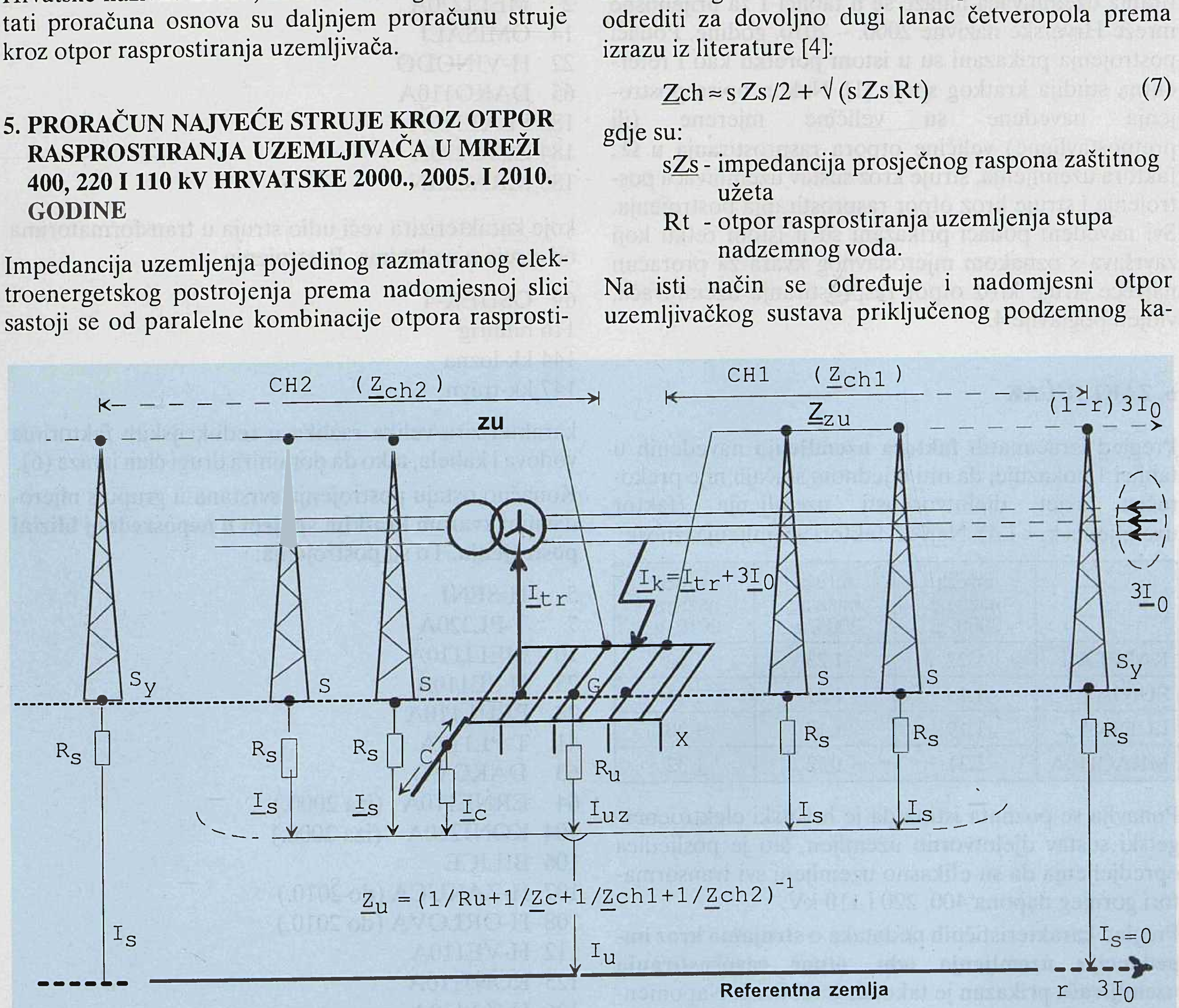
Nadomjesni otpor uzemljivačkog sustava priključenog nadzemnog voda na razmatrano postrojenje može se odrediti za dovoljno dugi lanac četveropola prema izrazu iz literature [4]:

$$\underline{Z}ch \approx s\,Zs/2 + \sqrt{(s\,Zs\,Rt)} \qquad (7)$$

gdje su:

- $s\underline{Z}s$ - impedancija prosječnog raspona zaštitnog užeta
- Rt - otpor rasprostiranja uzemljenja stupa nadzemnog voda.

Na isti način se određuje i nadomjesni otpor uzemljivačkog sustava priključenog podzemnog ka-



G - površinski uzemljivač postrojenja
X - štapni uzemljivač
C - vanjski horizontalni uzemljivač
S - dalekovodni stup blizu postrojenja
Sy - dalekovodni stup udaljen od postrojenja
CH1, CH2 - zaštitno uže kombinirano u lancu s otporima rasprostiranja stupova
ZU - zaštitno uže

Slika 3. Uzemljivački sustav visokonaponskog elektroenergetskog postrojenja

bela, uz napomenu da impedanciju zaštitnog užeta nadomještava u ovom slučaju impedancija vodljivog plašta podzemnog kabela. Napomenimo, da su za potrebe ove razrade korišteni podaci o prosječnom rasponu i prosječnom otporu rasprostiranja uzemljenja stupa (1/3 km i 10 Ω).odn. plašta kabela (1 km, 1 Ω).

U slučaju kratkog voda (kabela) u račun treba uzeti i nadomjesni otpor uzemljenja na drugom kraju voda (kabela), vidjeti [5].

5.2. Proračun najveće struje kroz otpor rasprostiranja uzemljivača

Rezultati proračuna najveće struje kroz otpor rasprostiranja uzemljivača nalaze se u tablici 1 za prijenosne mreže Hrvatske nazivne 2000. – 2010. godine. Podaci postrojenja prikazani su u istom poretku kao i referentna studija kratkog spoja [1]. Nakon opisa postrojenja navedene su veličine mjerene (ili pretpostavljene) veličine otpora rasprostiranja u Ω, faktora uzemljenja, struje kroz sustav uzemljivača postrojenja i struje kroz otpor rasprostiranja postrojenja. Svi navedeni podaci prikazani su u istom retku koji završava s oznakom mjerodavnog kvara za proračun najveće struje kroz otpor rasprostiranja uzemljivača, vidjeti poglavlje 4.

6. ZAKLJUČAK

Pregled izračunatih **faktora uzemljenja** navedenih u tablici 1 pokazuje, da niti u jednom slučaju nije prekoračen uvjet djelotvornosti uzemljenja (faktor uzemljenja $\underline{k}_z < 1.4$). Najveći faktori uzemljenja iznose:

	mreža nazivne 2000. g.	mreža nazivne 2005. g.	mreža nazivne 2010. g.
KAPELAsl	1.22	1.23	1.22
SUNJA	1.19	1.21	1.21
LUDINA	1.19	1.19	1.20
MRAC110A	1.31	1.32	1.32

Ponavlja se poznata istina da je hrvatski elektroenergetski sustav djelotvorno uzemljen, što je posljedica opredjeljenja da su efikasno uzemljeni svi transormatori gornjeg napona 400, 220 i 110 kV.

Pregled karakterističnih podataka o **strujama kroz impedanciju uzemljenja odn. otpor rasprostiranja uzemljivača** prikazan je također u tablici 1. Napomenimo, da su rezultati proračuna prema točki 5.1. temeljeni na pretpostavci prosječnih vrijednosti otpora rasprostiranja stupova, uzemljenja plašteva kabela i (djelomično) otpora rasprostiranja postrojenja, tako da imaju pregledni karakter. **U konkretnim primjerima pojedinih postrojenja, ukoliko su na raspolaganju mjereni rezultati koji mogu zamijeniti pretpostavljene, korisno bi bilo provesti dodatne proračune.**

Nakon rednog broja i opisa postrojenja 400, 220 ili 110 kV i podatka o otporu rasprostiranja (mjereni ili pretpostavljeni u iznosu od 0.1 Ω) slijede podaci o strujama kroz otpor rasprostiranja uzemljivača za mreže nazivne 2000., 2005. i 2010. godine. Tri oznake na kraju podataka odnose se na vrstu mjerodavnog kvara, kako je opisano u poglavlju 4.

Rezultati proračuna najvećih struja kroz otpor rasprostiranja uzemljivača u razdoblju 2000. do 2010. godine. pokazuju, da je dominantan kvar **kratki spoj u postrojenju** $\underline{\mathbf{I}}_u = \Sigma\, \underline{\mathbf{r}}_i\, 3\underline{\mathbf{I}}_{0i}$ (sabirnički kvar).

Manju grupu postrojenja možemo svrstati u grupu **1.5** $\Sigma\, \mathbf{r}_i\, 3\mathbf{I}_{0i} > \mathbf{r}_f\, \mathbf{I}_{Tr} + \Sigma\, (\mathbf{r}_f - \mathbf{r}i)\, 3\mathbf{I}_{0i}$. To su postrojenja:

2 MELI220A
14 OMIŠALJ
22 H-VINODO
65 DAKO110A
180 PLAT110A
184 ZERJ220A
186 MRACLIN

koje karakterizira veći udio struja u transformatorima od struja u vodovima. Postrojenja

69 OSIJEK-4
116 bilibrig
144 kk-lozna
147 kk-travn

karakterizira velika razlika u redukcijskim faktorima vodova i kabela, tako da dominira drugi član izraza (6).

Konačno ostaju postrojenja svrstana u grupu s mjerodavnim kvarom **kratkim spojem u neposrednoj blizini postrojenja.** To su postrojenja:

5 H-SENJ
7 T-PL220A
10 MELI110A
23 H-SE110A
28 PEHL110A
41 T-PL110A
63 DAKOVO
64 ERNE110A (iza 2000.)
104 KONJ220A (iza 2000.)
106 BILICE
107 H-ZAKUCA (do 2010.)
108 H-ORLOVA (do 2010.)
112 H-VE110A
125 KONJ110A
126 H-ZA110A
168 BILI110A
187 T-SISAK
189 MEDU110A
217 T-JEROV (iza 2000.)
219 T-SI110A
240 TUMB110A
246 TETO-ZG
252 MRAC110A

U toj grupi nalazimo i postrojenja koje karakterizira velika razlika u redukcijskim faktorima vodova i kabela, tako da dominira drugi član izraza (6).

17 SUSAK
115 ZADAR-1

Ponovimo ovdje razmatranja iz poglavlja 4., da u ovom slučaju daljnje približavanje realnijim vrijednostima proračuna (rezerva u proračunu zbog zanemarenja galvanske komponente) nije više moguće bez složenijeg modeliranja uzemljivačkog sustava u okolici razmatranog postrojenja. Stoga te rezultate proračuna treba uzeti s rezervom, i u graničnim slučajevima potrebne zaštite provesti **dodatne proračune**, a po potrebi i visokonaponska mjerenja.

LITERATURA

[1] D. NEVEČEREL: "Proračun kratkog spoja u mreži Hrvatske 2005. i 2010. godine", IE Zagreb, 1999.

[2] G. W. STAGG, A. H. EL. - ABIAD: "Computer Methods iz Power System Analysis", McGraW-Hill Book Company, 1968.

[3] IEC 909/First edition 1988.:"Short-circuit current calculation in three-phase a.c. systems".

[4] H. SELJESETH, A. CAMPLING, K. H. FEIST, M. KUUSSAARI: "Station Earthing - Safety and Interference Aspects" - Electra, No 71, - July 1980.

[5] B. MARKOVČIĆ: "Zaštitno uže na vodovima 110 kV i 220 kV ", IE Zagreb, 1963.

CALCULATION OF THE GROUNDING COEFFICIENT AND THE GREATEST CURRENT THROUGH GROUNDING RESISTANCE IN THE CROATIAN NETWORK FOR THE YEAR 2005 AND 2010

The article deals with the problems of the grounding coefficient calculation and the greatest resistance grounding current in the Croatian network for the year 2005 and 2010.

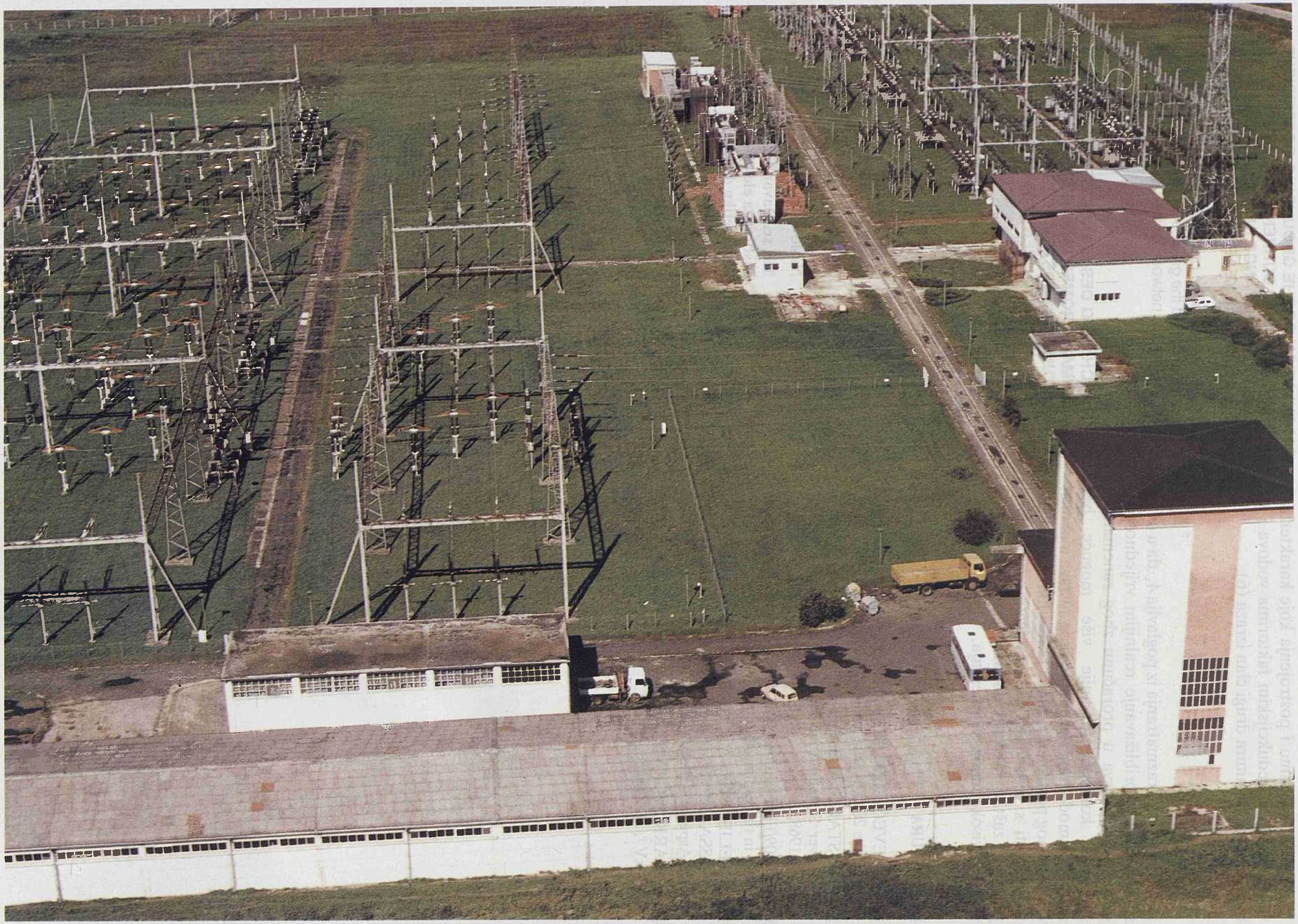
DIE BERECHNUNG DES ERDUNGSFAKTORS UND DES MAXIMALSTROMES DURCH DEN AUSBREITUNGSWIDERSTAND DES ERDERS IM NETZ KROATIENS IN DEN JAHREN 2005 UND 2010

Dargestellt ist der Fragenbereich der Berechnung des Erdungsfaktors und des Maximalstromes durch den Ausbreitungswiderstand des Erders im Netz Kroatiens für die Jahre 2005 und 2010.

Naslov pisca:

Mr. sc. Davor Nevečerel, dipl. ing.
Institut za elektroprivredu
i energetiku d.o.o.
Ulica grada Vukovara 37
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2000-05-17.



KOMBI KOGENERACIJSKO POSTROJENJE PLIVA SAVSKI MAROF I PRIPADAJUĆI VISOKOTLAČNI PLINOVOD

Mr. sc. Zlatko K o m e r i č k i, Zagreb

UDK 621.31.311
STRUČNI ČLANAK

U članku se opisuje korištenje pojedinih generacija kogeneracijskih postrojenja u energetici Plive tijekom perioda od 80 godina i motivi koji su doveli do njihove gradnje. Za svaku generaciju postrojenja dani su osnovni podaci i opis tehničkih rješenja. Širi osvrt s tehničkim podacima daje se za najnovije izgrađeno postrojenje s naglaskom na pristup pri izboru optimalnog rješenja. Poruka članka je: Čitav tok projekta, od ideje do ishođenja uporabne dozvole, na pozitivnom primjeru EKONERG HOLDINGA, pokazao je da Hrvatska raspolaže vlastitim stručnim snagama koje su sposobne na najvišoj razini u primjereno kratkim rokovima realizirati takav složen inženjerski zadatak.

Ključne riječi: **kogeneracija, toplina, električna energija, plinska turbina.**

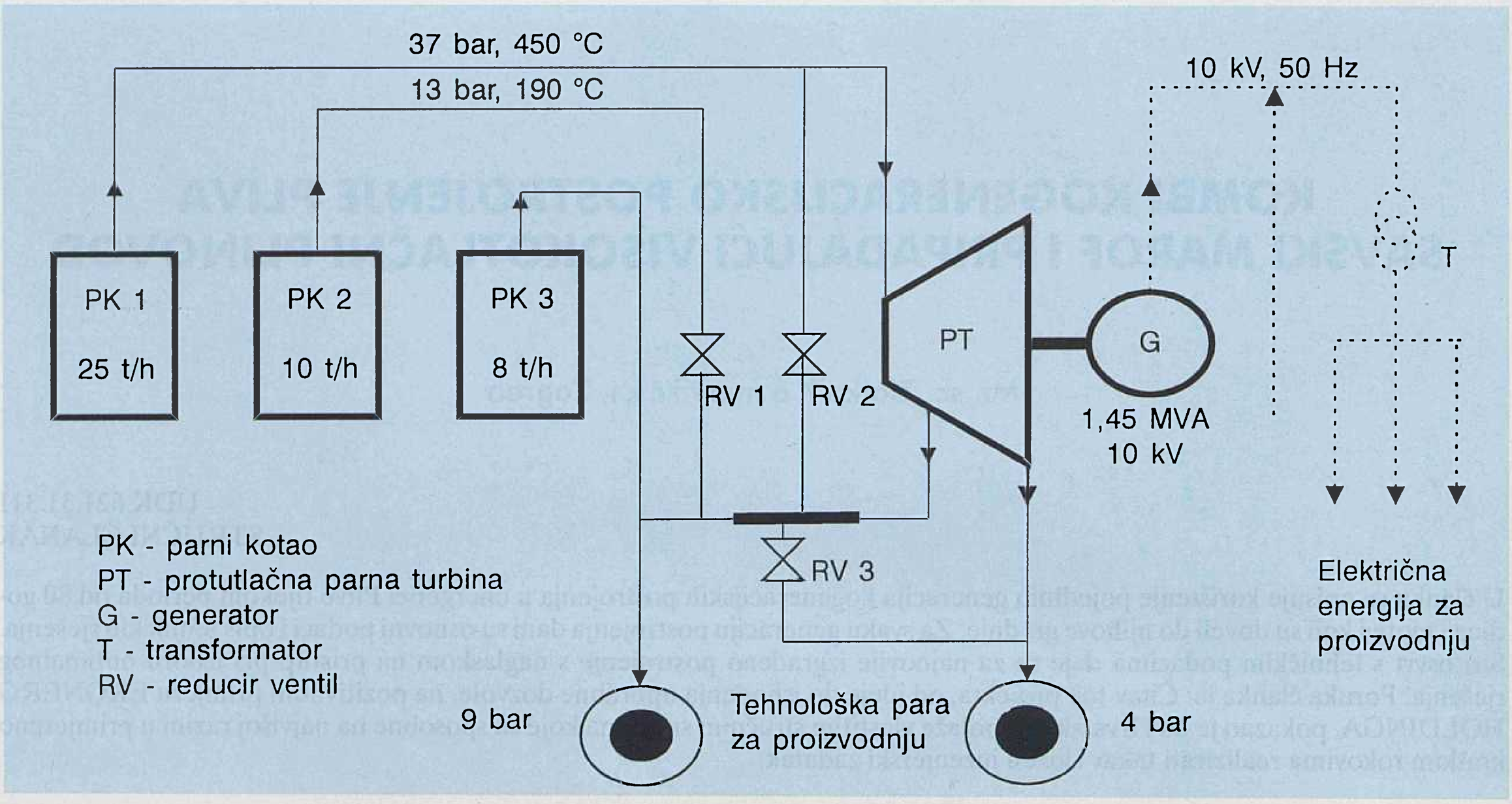
1. UVOD

Lokacija Savski Marof jedna je od glavnih proizvodnih lokacija farmaceutske, kemijske, prehrambene i kozmetičke industrije Pliva, d.d. U vlasništvu Plive je od 1967. godine. Proizvodnja na lokaciji započinje još davne 1876. godine. Naime, te je godine registrirana kod Kraljevskog sudbenog stola u Zagrebu firma pod nazivom "Baruna Dumreihera rafinerija i tvornica špirita i pjenice". Danas su na lokaciji smješteni Plivini pogoni za proizvodnju kvasca, azitromicina, sorbitola, farmaceutskih intermedijera i penicilinskih antibiotika. Uz to, ovdje su izgrađena centralna skladišta sirovina i distributivno skladište gotove robe kao i infrastrukturni objekti (energana, uređaj za pročišćavanje otpadnih voda, crpilište vode i objekti opće namjene). Razvojem, odnosno izgradnjom proizvodnih pogona na lokaciji rasla je i potrošnja energije. Maksimalna razina dosegnuta je u drugoj polovici osamdesetih godina (28 t/h pare i 3.5 MW električne snage). Iako je zbog smanjene proizvodnje, u zadnjih 10 godina došlo do opadanja energetske potrošnje, izgradnjom novih proizvodnih pogona ponovo se povećava potrošnja energije na lokaciji. Štoviše, planirano napuštanje bazne proizvodnje na lokaciji u Zagrebu i njeno preseljenje u Savski Marof dodatno će povećati potrošnju energije.

U troškovima proizvodnje farmaceutskih i kemijskih proizvoda energija je znatna stavka, pa je racionalizacija uporabe energije važan činitelj u ekonomici proizvodnje i jedan je od uvjeta konkurentnosti na tržištu. Vodeći se rečenim, ali i novim pristupom prema kogeneraciji koja se najbolje ogledala u odluci Upravnog odbora HEP-a od 28.01.1994. godine, kojom je omogućen priključak na mrežu i otkup električne energije od malih termoenergetskih objekata (mTEO), stručnjaci Plive i EKONERG HOLDINGA inicirali su ovaj projekt krajem 1994. Početak projekta, kojeg je Pliva skoro u cijelosti povjerila stručnjacima EKONERG HOLDINGA, bila je izrada pred- studije izvodljivosti (završena u travnju 1995. godine), a projekt je, kao treća generacija kogeneracijskog postrojenja na lokaciji; završen u studenome 1999. godine dobivanjem uporabne dozvole za energanu i plinovod.

2. POVIJEST KOGENERACIJE NA LOKACIJI SAVSKI MAROF

Prva proizvodna firma na lokaciji bila je za ono vrijeme velika i moderna tvornica s mehaniziranim pogonom. Za pogonsku energiju korištena je vodena para, koja se proizvodila u vlastitoj kotlovnici. Početkom stoljeća počeli su se u Europi uvoditi elektromotorni pogoni, koji su u odnosu na parne bili jednostavniji, ekonomičniji i jeftiniji, pa je o tome počeo razmišljati i vlasnik tvornice. Poznato je naime, da se početkom ovoga stoljeća više od 50% električne energije proizvodilo upravo iz kogeneracije, što je razumljivo znajući stanje javnih sustava za proizvodnju, prijenos i distribuciju električne energije. Kogeneracija energije nastala je zapravo iz nužde, jer za mnoga industrijska poduzeća drugog rješenja nije ni bilo. Iz istog razloga 1920. godine otpočela je rekonstrukcija pogona i u Savskom Marofu, koja je trajala do 1926. Njom je iz temelja promijenjena energetika poduzeća. Kogeneracijsko postrojenje, jedino moguće rješenje u to vrijeme



Slika 1.

na toj lokaciji, zasnivalo se na tri parna kotla kapaciteta od po 2 t/h u kojima se proizvodila para tlaka 13 bara[1]. Para se iz kotla vodila u protutlačne stapne strojeve, koji su pokretali dva alternatora za proizvodnju električne energije svaki snage 125 kVA i napona 110/190 V. Nakon ekspanzije u stapnim strojevima para se vodila u pogon i koristila za grijanje u tehnološkom procesu. Proizvedena električna energija koristila se za pogon strojeva i rasvjetu. Istodobnom proizvodnjom pare i električne energije postignut je visok stupanj korištenja osnovnog energenta ugljena. Postrojenje je bilo u pogonu više od 40 godina, sve do 1969. godine, i za sve to vrijeme radilo sigurno i pouzdano.

U drugoj polovici stoljeća, u vrijeme "jeftine" energije kogeneracija je bila zanemarena. Tako se npr. u SAD-u 1950. godine proizvodilo 15% ukupne električne energije iz kogeneracije, dok je 1974. godine taj udio iznosio svega 6%. Slično je bilo i kod nas, rješenja su se oslanjala gotovo isključivo na gradnju velikih elektrana. No, u Plivi se ni tada nije odustalo od kogeneracije, iako se električnu energiju moglo dobiti, gotovo bez ograničenja, iz elektroenergetskog sustava. Tako je u periodu od 1968. do 1971. izvedena rekonstrukcija energane. Ugrađena su dva blok kotla kapaciteta PK2 10 t/h (13 bara) i PK3 8 t/h (9 bara), te iz ratne reparacije dobiven kotao (BW12) kapaciteta 12 t/h (37 bara 450 °C). Na kotlu je izvedena rekonstrukcija kojom se s ugljena prešlo na tekuće gorivo. Na mjestu dvaju alternatora i njihovih pogonskih parnih stapnih strojeva, ugrađena je protutlačna parna turbina snage 1,1 MW i sinkroni generator snage 1,45 MVA (izlazni napon 10 kV). Iz kotla BW12 para se vodila do turbine, a zatim nakon ekspanzije (9 bara na oduzimanju i 4 bara na protutlaku) u tehnološki proces. Razlika do potrebnih količina tehnološke pare namirivala se preko reducir stanica iz blok kotlova PK2 i PK3. Porastom potreba, godine 1985 izgrađen je novi visokotlačni parni kotao PK1 kapaciteta 25 t/h (40 bara i 450 °C). Njegovim ulaskom u pogon prestao se koristiti kotao BW12. Pojednostavljena tehnološka shema postrojenja nakon navedenih rekonstrukcija prikazana je na slici 1.

Ovako rekonstruirano postrojenje radilo je do izgradnje novog kombi kogeneracijskog postrojenja i podmirivalo svu potrebnu toplinu i djelomično potrebnu električnu energiju na lokaciji. Karakteristike te potrošnje (prosjek 1995. i 1996.) su sljedeće:

- toplina (preračunato na suhozasićenu paru 9 bara)
  - maksimalna toplinska snaga 16 t/h
  - minimalna toplinska snaga 4.5 t/h
  - godišnja potrošnja topline 51.300 t/godinu
- električna energija
  - maksimalna angažirana električna snaga iz mreže HEP-a 2960 kW
  - minimalno angažirana električna snaga iz mreže HEP-a 1400 kW
  - potrošena električna energija iz mreže HEP-a 8.500.000 kWh/god.
  - vlastita proizvodnja električne energije 300.000 kWh/god.

3. IZBOR OPTIMALNOG RJEŠENJA

U osamdesetim i početkom devedesetih godina, porastom svijesti o nužnom globalnom smanjenju onečišćenja zraka povećanjem efikasnosti proizvodnje, mala kogeneracija se ponovo vraća u energetiku. Novi

[1] Sve vrijednosti za tlakove u ovom članku dane su kao apsolutna vrijednost.

pristup prema kogeneraciji ali i težnja za smanjenjem troškova proizvodnje dala je povoda stručnjacima Plive i EKONERG HOLDINGA da pokrenu ovaj projekt. Cilj projekta bila je nova optimalizacija energetske opskrbe lokacije izgradnjom novog kombi kogeneracijskog postrojenja, koje će povećanjem energetske efikasnosti transformacije energije na lokaciji ostvariti uštede i opravdati ulaganje.

Pri definiranju optimalnog rješenja za svaki projekt pa tako i ovaj, bitan ulazni podatak je budući razvoj energetske potrošnje (konzuma). Zbog važnosti tog podatka, prognozu razvoja toplinskog i elektroenergetskog konzuma, uvažavajući planove ulaska u pogon novih proizvodnih pogona (azitromicin), definirali su zajednički stručnjaci Plive i EKONERG HOLDINGA. Prema konačim analizama na osnovi nove proizvodnje pogona azitromicin očekuje se povećanje potrošnje pare (svedeno na suho zasićenu paru tlaka 9 bara) u količini od 42.500,0 t godišnje, a električne energije 10.022.000 kWh godišnje.

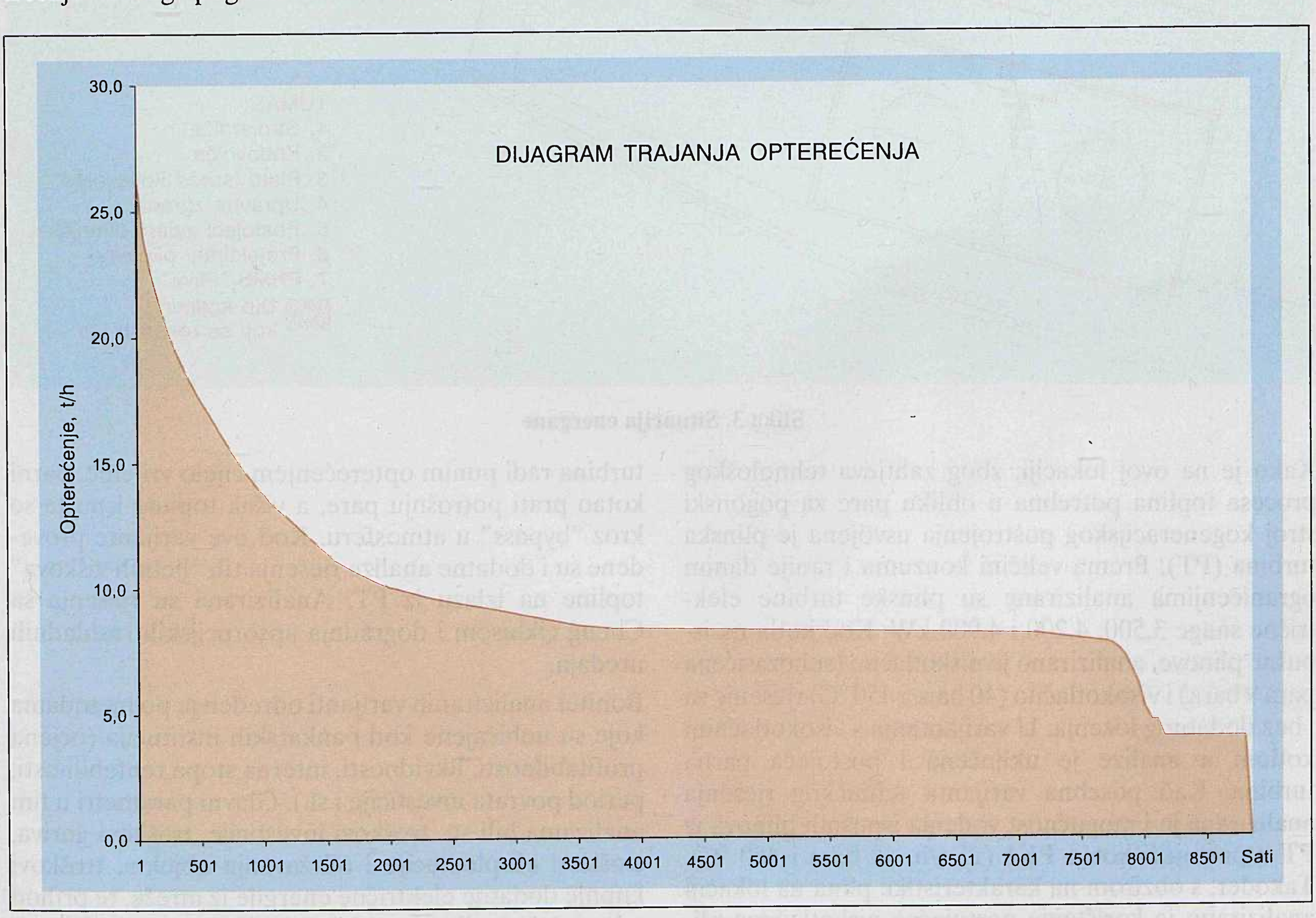
U svezi ostalih čimbenika, koji su mogli imati utjecaj na razvoj toplinskog konzuma lokacije, kao što su planirani porast proizvodnje u postojećim pogonima i dinamika preseljenja s lokacije Zagreb, primijenjen je konzervativan pristup. To jest, buduće planirane potrebe snage i energije procijenjene su samo na osnovi postojeće potrošnje i planiranog povećanja potrošnje novog pogona azitromicina, a sva ostala očekivana povećanja potrošnje nisu uzeta u obzir. Ovakav pristup ocijenjen je ispravnim, jer svako veće povećanje energetskog konzuma samo će povećati bonitet kombi kogeneracijskog postrojenja. Procijenjene karakteristike budućeg konzuma bile su:

- toplina (suhozasićena para 9 bara)
  - vršno opterećenje (snaga) 26,0 t/h
  - minimalno opterećenje 4,5 t/h
  - ukupna godišnja potrošnja pare 87200 t/god.
- električna energija
  - maksimalna električna snaga 4300 kW
  - minimalna električna snaga 1600 kW
  - potrošnja električne energije 17.300.000 kWh/god.

Te karakteristike konzuma očekuju se nakon stabiliziranja proizvodnje novih pogona oko 2002. godine. Sređeni dijagram trajanja opterećenja toplinskog konzuma prikazan je na slici 2.

Izbor, odnosno definiranje željenog optimalnog rješenja zahtijevao je analizu znatnog broja mogućih varijanti. Pored raspoloživih tehničko-tehnoloških rješenja analizirana su i sva ograničenja u okruženju u koje se novo postrojenje uklapa.

Osnovno ograničenje bilo je definirano odlukom Upravnog odbora HEP-a po kojoj se pod malim termoenergetskim objektima (mTEO), na koje se odluka odnosi, podrazumijevaju termoenergetska postrojenja električne snage do 5 MW. Sljedeće bitno ograničenje,

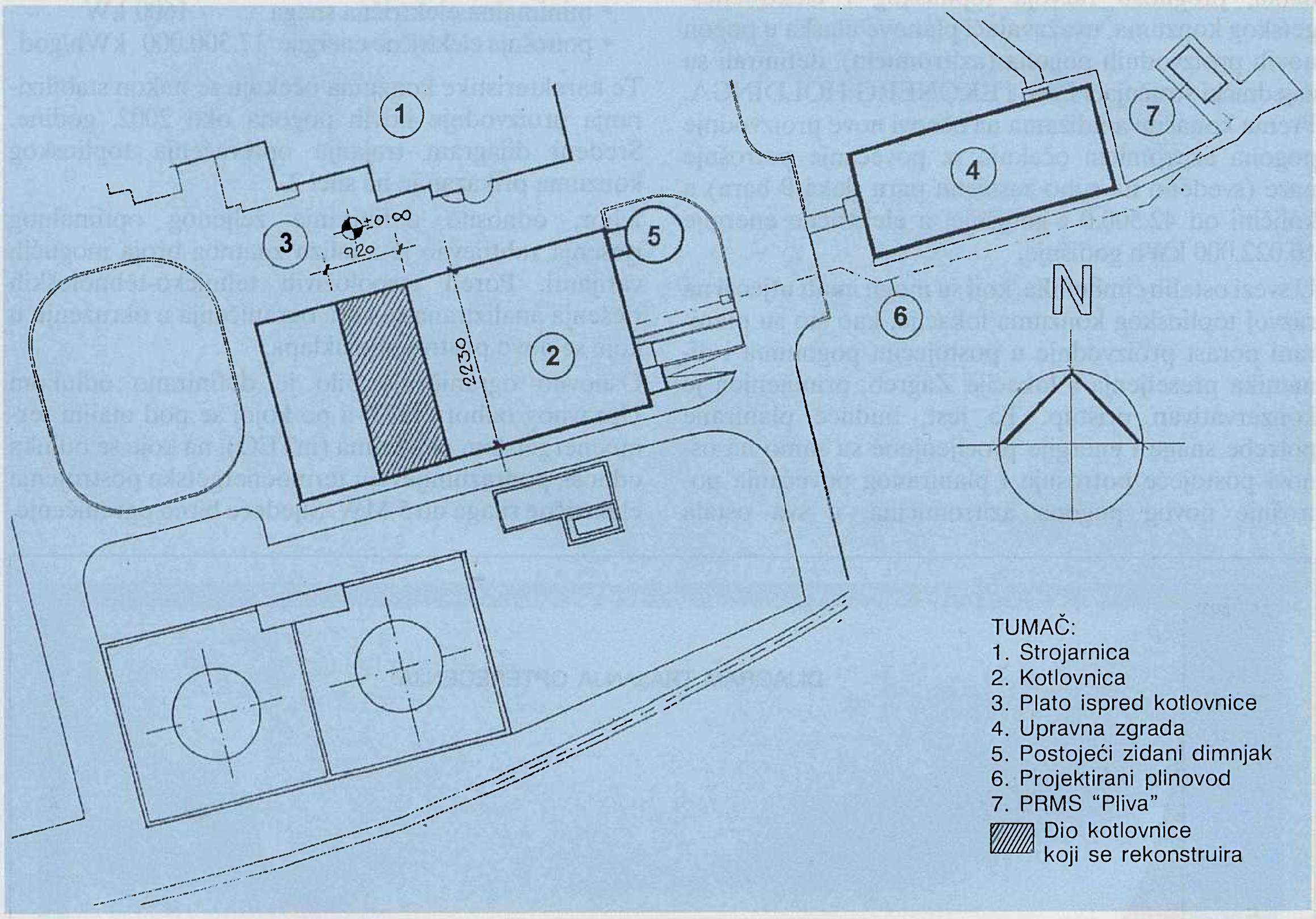


Slika 2.

koje je proizašlo iz osnovnog zahtjeva naručitelja (zaštita stare industrijske arhitekture iz prve polovine 20 stoljeća), bio je raspoloživ prostor za smještaj, a to je prostor u kotlovnici u kojem se nalazio stari, izvan pogona, kotao BW12. Daljnja ograničenja su maksimalna količina pregrijane pare 40 bara i 450 °C na ulazu u postojeću parnu turbinu (električne snage 1,1 MW) u iznosu od 12 t/h, minimalno toplinsko opterećenje, karakteristike prirodnog plina na lokaciji odnosno u Zaprešiću te ostala ograničenja manjeg značenja. Situacija energane prikazana je na slici 3.

novog visokotlačnog plinovoda od ININE mjerno regulacijske stanice u Zaprešiću (MRS Zaprešić) do predajne mjerno regulacijske stanice u krugu lokacije Pliva Savski Marof (PMRS Pliva).

S obzirom na pokrivanje toplinskog dijagrama, analize su rađene u dvije varijante. U prvoj varijanti vodeća veličina bila je potrošnja topline, te ovisno o njoj postrojenje, odnosno plinska turbina prateći potrošnju prema potrebi povećava ili smanjuje opterećenje sve do tehničkog minimuma, a nakon toga izlazi iz pogona (eventualno vikendom ljeti). U drugoj varijanti plinska



Slika 3. Situacija energane

Kako je na ovoj lokaciji, zbog zahtjeva tehnološkog procesa toplina potrebna u obliku pare za pogonski stroj kogeneracijskog postrojenja usvojena je plinska turbina (PT). Prema veličini konzuma i ranije danim ograničenjima analizirane su plinske turbine električne snage 3.500, 4.200 i 4.900 kW. Kod kotla na ispušne plinove, analizirano je niskotlačno (suhozasićena para 9 bara) i visokotlačno (40 bara i 450 °C) rješenje sa i bez dodatnog loženja. U varijantama s visokotlačnim kotlom u analize je uključena i postojeća parna turbina. Kao posebna varijanta tehničkog rješenja analizirana je i mogućnost vođenja ispušnih plinova iz PT u postojeći kotao PK1 (25 t/h, 40 bara i 450 °C). Također, s obzirom na karakteristike plina na lokaciji analizirano je korištenje postojećeg niskotlačnog plinovoda i kompresora za podizanje tlaka, te izgradnja

turbina radi punim opterećenjem cijelo vrijeme, parni kotao prati potrošnju pare, a višak topline ispušta se kroz "bypass" u atmosferu. Kod ove varijante provedene su i dodatne analize rješenja tih "ljetnih viškova" topline na izlazu iz PT. Analizirana su rješenja sa Cheng ciklusom i dogradnja apsorpcijskih rashladnih uređaja.

Bonitet analiziranih varijanti određen je po metodama koje su uobičajene kod bankarskih institucija (ocjena profitabilnosti, likvidnosti, interna stopa rentabilnosti, period povrata investicije i sl.). Glavni parametri u tim analizama bili su: troškovi investicije, troškovi goriva, troškovi eksploatacije i održavanja objekta, troškovi kupnje dodatne električne energije iz mreže, te prihod od prodaje topline (pare) i električne energije. Pritom je usvojeno ovo polazište: "Pogoni Plive - Savski Marof

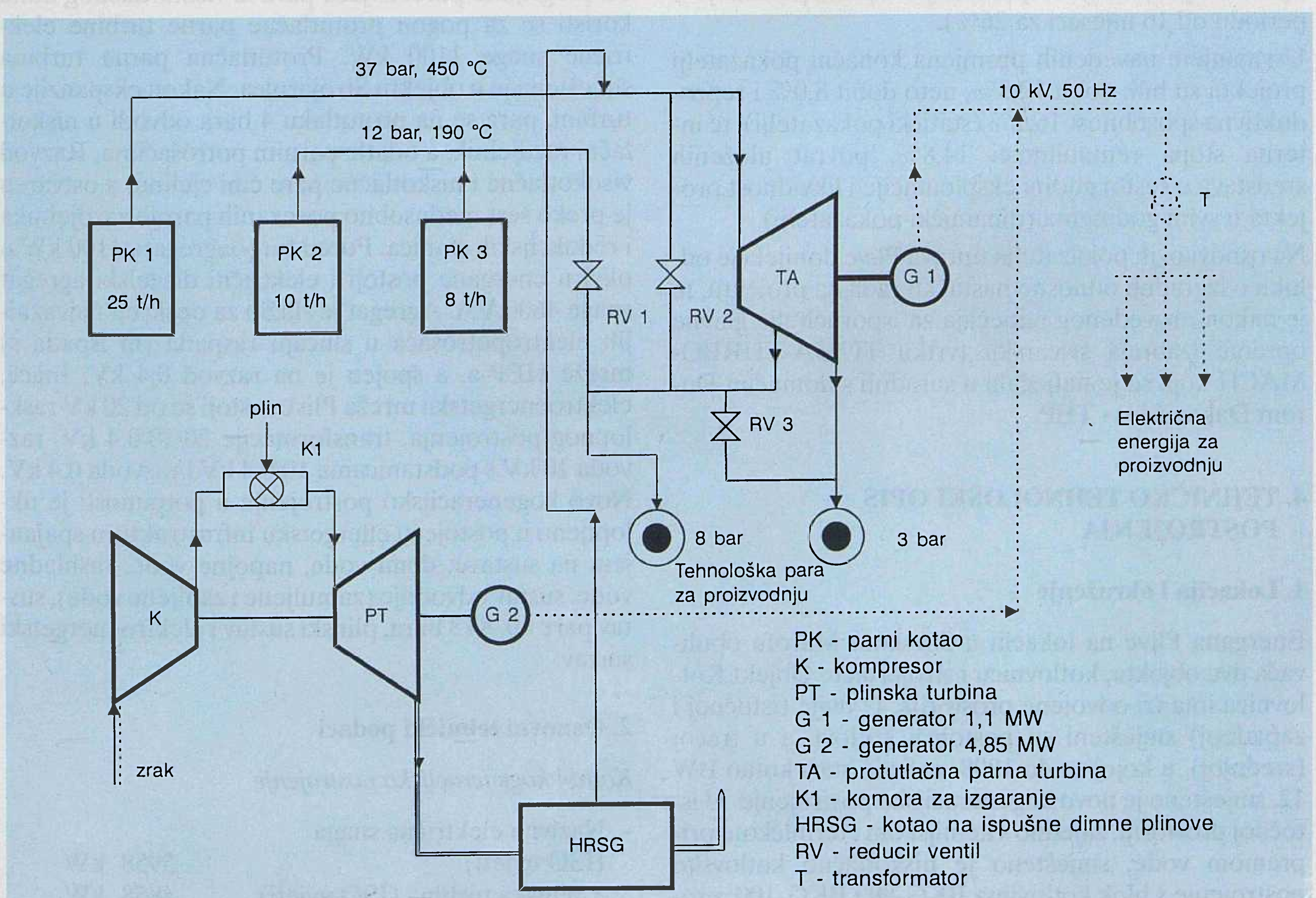
opskrbljuju se toplinom i električnom energijom iz ENERGANE koja se uvjetno smatra posebnim poslovnim sustavom, odnosno profitnim centrom". ENERGANA dakle, kao poslovni sustav, kupuje prirodni plin i električnu energiju od vanjskih dobavljača (INA-Naftaplin, odnosno Gradska plinara, i Hrvatska elektroprivreda), a Plivi - Savski Marof prodaje tehnološku paru i električnu energiju, te Hrvatskoj elektroprivredi električnu energiju (u razdobljima kada je proizvodnja električne energije u ENERGANI veća od potrošnje u Plivi).

S ciljem što kvalitetnije procjene investicijskih troškova prikupljene su preliminarne ponude od eminentnih proizvođača opreme, odnosno "sastavljača". Ponude su obuhvatile plinske turbine iz programa SOLAR, EGT i ALLISON, te pripadajuće kotlove na ispušne plinove (HRSG). Na osnovi dobivenih ponuda procijenjene su investicije za sve promatrane varijante (ukupno 25 varijanti). Financiranje je pretpostavljeno iz dva inozemna kredita (8,5% i 8,5 godina; 9% i 5 godina). Vlastitim sredstvima investitor financira prethodne radove i svoje troškove. Projektni životni vijek postrojenja procijenjen je na 15 godina, vrijeme izgradnje 12 mjeseci, a dinamika ulaganja 40% u prvih 6 mjeseci i 60% u drugih 6 mjeseci.

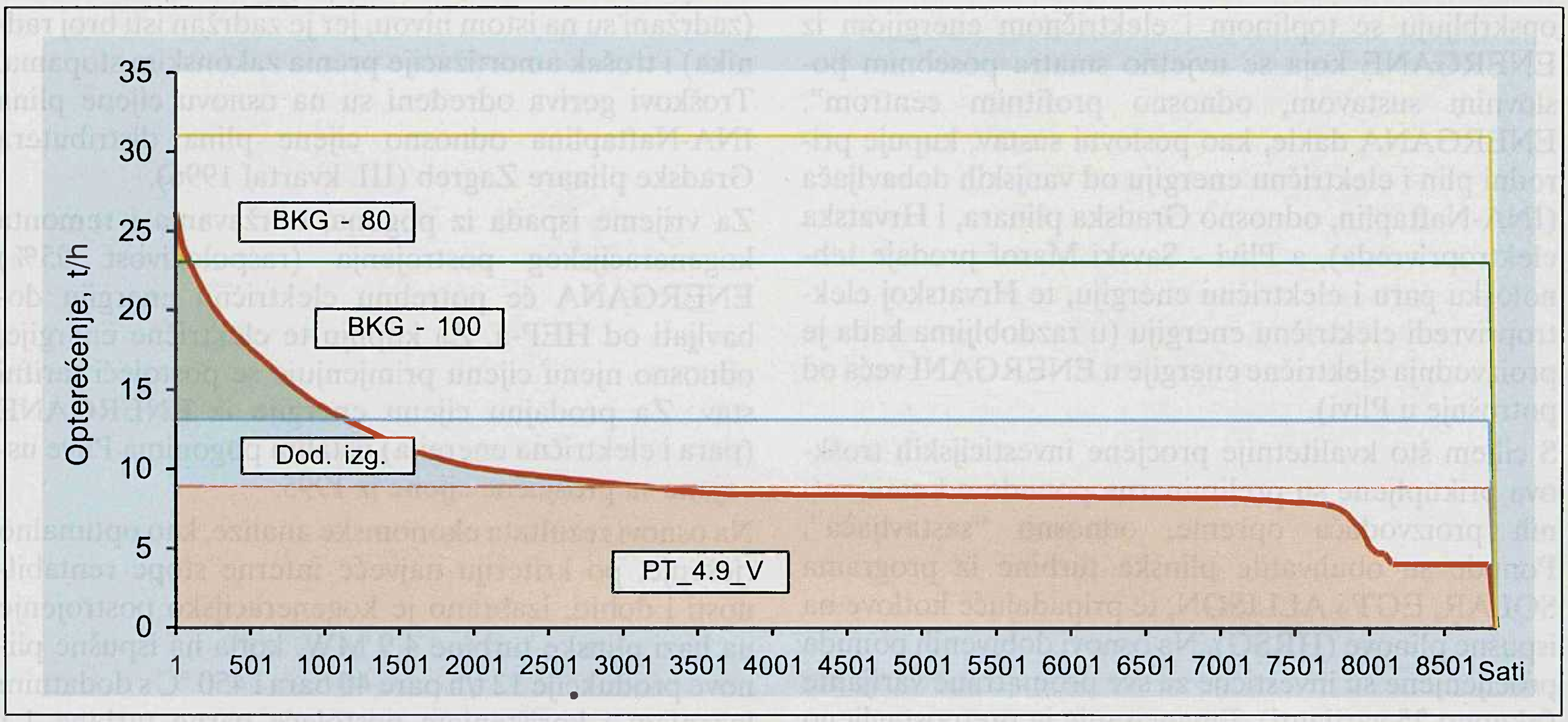
Ostali ulazni podaci kojima su provedene analize bili su: troškovi investicijskog i tekućeg održavanja, troškovi osiguranja i ostalih članarina, troškovi radne snage (zadržani su na istom nivou, jer je zadržan isti broj radnika) i trošak amortizacije prema zakonskim stopama. Troškovi goriva određeni su na osnovu cijene plina INA-Naftaplina odnosno cijene plina distributera Gradske plinare Zagreb (III. kvartal 1996).

Za vrijeme ispada iz pogona, održavanja i remonta kogeneracijskog postrojenja (raspoloživost 95%) ENERGANA će potrebnu električnu energiju dobavljati od HEP-a. Za kupnju te električne energije, odnosno njenu cijenu primjenjuje se postojeći tarifni stav. Za prodajnu cijenu energije iz ENERGANE (para i električna energija) ostalim pogonima Plive usvojene su prosječne cijene iz 1995.

Na osnovi rezultata ekonomske analize, kao optimalno rješenje, po kriteriju najveće interne stope rentabilnosti i dobiti, izabrano je kogeneracijsko postrojenje na bazi plinske turbine 4,9 MW, kotla na ispušne plinove produkcije 12 t/h pare 40 bara i 450 °C s dodatnim loženjem i korištenjem postojeće parne turbine 1,1 MW. Također, kao znatno povoljnije, pokazalo se rješenje s izgradnjom novog visokotlačnog plinovoda od korištenja postojećeg plinovoda i izgradnje kompresora. Osnovne tehničke karakteristike plinovoda su: dužina 8300 m, promjer NO150 mm i nazivni tlak 25 bar. Kapacitet linija u PMRS Pliva su: linija 25(20)/16 bar 2000 m^3/h i linija 25(20)/3 bara 2200 m^3/h. Tehnološka shema novog optimalnog rješenja postrojenja prikazana je na slici 4, a dijagram pokrivanja na slici 5.



Slika 4.



Slika 5.

Nakon izbora optimalnog rješenja (studija + idejni projekt) i prihvaćanja od strane Plive, za donošenje odluke o izgradnji EKONERG HOLDING je izradio Glavni projekt i Investicijsku studiju. U Investicijskoj studiji usvojene su sve promjene osnovnih ulaznih podataka koje su nastale u dotadašnjem tijeku razrade projekta, a odnosile su se uglavnom na promjenu ukupnih ulaganja i cijenu plina (cijena plina porasla je u periodu od 16 mjeseci za 26%).

Usvajanjem navedenih promjena konačni pokazatelji projekta su bili: dobit 12,3%, neto dobit 8,0% i reproduktivna sposobnost 16,1% (statički pokazatelji), te interna stopa rentabilnosti 14,8%, povrat uloženih sredstava u šestoj godini eksploatacije i likvidnost projekta u svim godinama (dinamički pokazatelji).

Na osnovi ovih pokazatelja uprava Plive donijela je odluku o izgradnji odnosno nastavku rada na projektu, te je nakon provedenog natječaja za isporučitelja glavne opreme izabrala švicarsku tvrtku TUMA-TURBOMACH koja se je natjecala u suradnji s domaćim Đurom Đakovićem - TEP.

4. TEHNIČKO TEHNOLOŠKI OPIS POSTROJENJA

1. Lokacija i okruženje

Energana Plive na lokaciji u Savskom Marofu obuhvaća dva objekta, kotlovnicu i strojarnicu. Objekt Kotlovnica ima tri odvojene prostorije. U dvije (istočnoj i zapadnoj) smješteni su postojeći kotlovi, a u trećoj (srednjoj), u kojoj se do 1998. nalazio stari kotao BW 12, smješteno je novo kogeneracijsko postrojenje. U istočnoj prostoriji, zajedno s kemijskom i termičkom pripremom vode, smješteno je niskotlačno kotlovsko postrojenje s blok kotlovima BKG-80 i BKG-100, proizvođača "TPK"Zagreb. BKG-80 služi za proizvodnju suhozasićene pare 9 bara, a BKG-100 za proizvodnju suhozasićene pare 13 bara. Maksimalni učini kotlova su 8 t/h, odnosno 10 t/h. Visokotlačno kotlovsko postrojenje s parnim kotlom paketne izvedbe, tip PKB-20/25, proizvođača "TPK" Zagreb, smješteno je u zapadnoj prostoriji kotlovnice. Služi za proizvodnju pare, 40 bara i 450 °C. Maksimalni kapacitet kotla je 25 t/h pregrijane pare. Svježa para iz visokotlačnog kotla koristi se za pogon protutlačne parne turbine električne snage 1100 kW. Protutlačna parna turbina smještena je u objektu Strojarnica. Nakon ekspanzije u turbini, para se na protutlaku 4 bara odvodi u niskotlačni razdjelnik, a odatle parnim potrošačima. Razvod visokotlačne i niskotlačne pare čini cjelinu, a ostvaren je preko šest međusobno povezanih parnih razdjelnika i redukcijskih stanica. Pored turboagregata 1100 kW u okviru energane postoji i električni diezelski agregat snage 460 kVA. Agregat je služio za opskrbu najvažnijih elektropotrošača u slučaju raspada (ili ispada s) mreže HEP-a, a spojen je na razvod 0,4 kV. Inače, elektroenergetska mreža Plive sastoji se od 20 kV rasklopnog postrojenja, transformacije 20/10/0.4 kV, razvoda 10 kV s podstanicama 10/0.4 kV i razvoda 0.4 kV. Novo kogeneracijsko postrojenje u potpunosti je uklopljeno u postojeću energetsku infrastrukturu spajanjem na sustave: demi vode, napojne vode, rashladne vode, sustav odvodnje (zamuljene i zauljene vode), sustav pare 40, 8 i 3 bara, plinski sustav i elektroenergetski sustav.

2. Osnovni tehnički podaci

Kombi kogeneracijsko postrojenje

- Nazivna električna snaga (ISO uvjeti)	5958	kW
• plinska turbina (ISO uvjeti)	4858	kW
• parna turbina	1100	kW

- Toplinski učin	8,2	t/h
- Toplinski učin s dodatnim loženjem	12,0	t/h
- Toplinski učin kod 45% električne snage plinske turbine	6,5	t/h
- Minimalni toplinski učin (kod 100% električne snage plinske turbine i djelomično otvorene skretne zaklopke prema kotlu)	4,0	t/h
- Parametri svježe pare		
• Tlak	40	bara
• Temperatura	450	°C
- Potrošnja prirodnog plina kod nazivnog opterećenja	16829	kW
- Potrošnja prirodnog plina za dodatno loženje	2750	kW
- Stupanj korisnog djelovanja kod nazivnog opterećenja	71,8	%
- Stupanj korisnog djelovanja s dodatnim loženjem	78,7	%
- Buka na 1 m od opreme	83	dBA
- NOx (u suhim dimnim plinovima i 15% O2)	47	mg/Nm3

Plinovod s PMRS

- Nazivni tlak	25 (20)	bara
- Kapacitet plinovoda	7000	m^3/h
- Nazivni promjer	150	mm
- Dužina	8300	m
- Kapacitet regulacijskih linija		
• 25 (20) / 16	2200	m^3/h
• 25 (20) / 3	2000	m^3/h

3. Arhitektonsko građevinski dio

Starost objekta kotlovnice, u čiji središnji dio se smjestilo novo kogeneracijsko postrojenje, je oko 80 godina. Taj dio adaptiran je i rekonstruiran već jednom početkom 60-tih pri ugradnji starog kotla BW12. Nova je oprema postavila nove uvjete za prilagođivanje navedene rekonstruirane konstrukcije novim tehnološkim potrebama. Tako je na sjevernom zidu za unošenje i servisiranje TG SET-a izveden otvor 460x400 cm, a za potrebe zraka za izgaranje i ventilacije dva otvora dimenzija 300x160 i 350x160 cm. Pored toga, zbog nove opreme izvedena su određena rušenja armirano-betonske konstrukcije, a na krovu objekta izveden je za dimnjak i "bubanj" kotla otvor dimenzija 400x365 cm.

Radi temeljenja opreme izvršena je zamjena materijala i nabijanje tla (razbijanje postojećih temelja i temeljne ploče na koti –1,2 m, te iskop do kote –2,60). Na pripremljenu podlogu izvedena je temeljna ploča za TG set, te temeljni blokovi nosive čelične konstrukcije kotla i čelične konstrukcije mimovoda i skretne zaklopke. Za ostalu opremu (crpke, kompresor, spremnik, prigušivač buke i dr.) izvedeni su armirano-betonski temelji samci.

Nosiva čelična konstrukcija kotla, te konstrukcija platformi za opsluživanje opreme kao i pristupna stubišta izvedena su od standardnih, valjanih profila sa stupovima sidrenim u temelje i postojeće armirano-betonske grede i ploče.

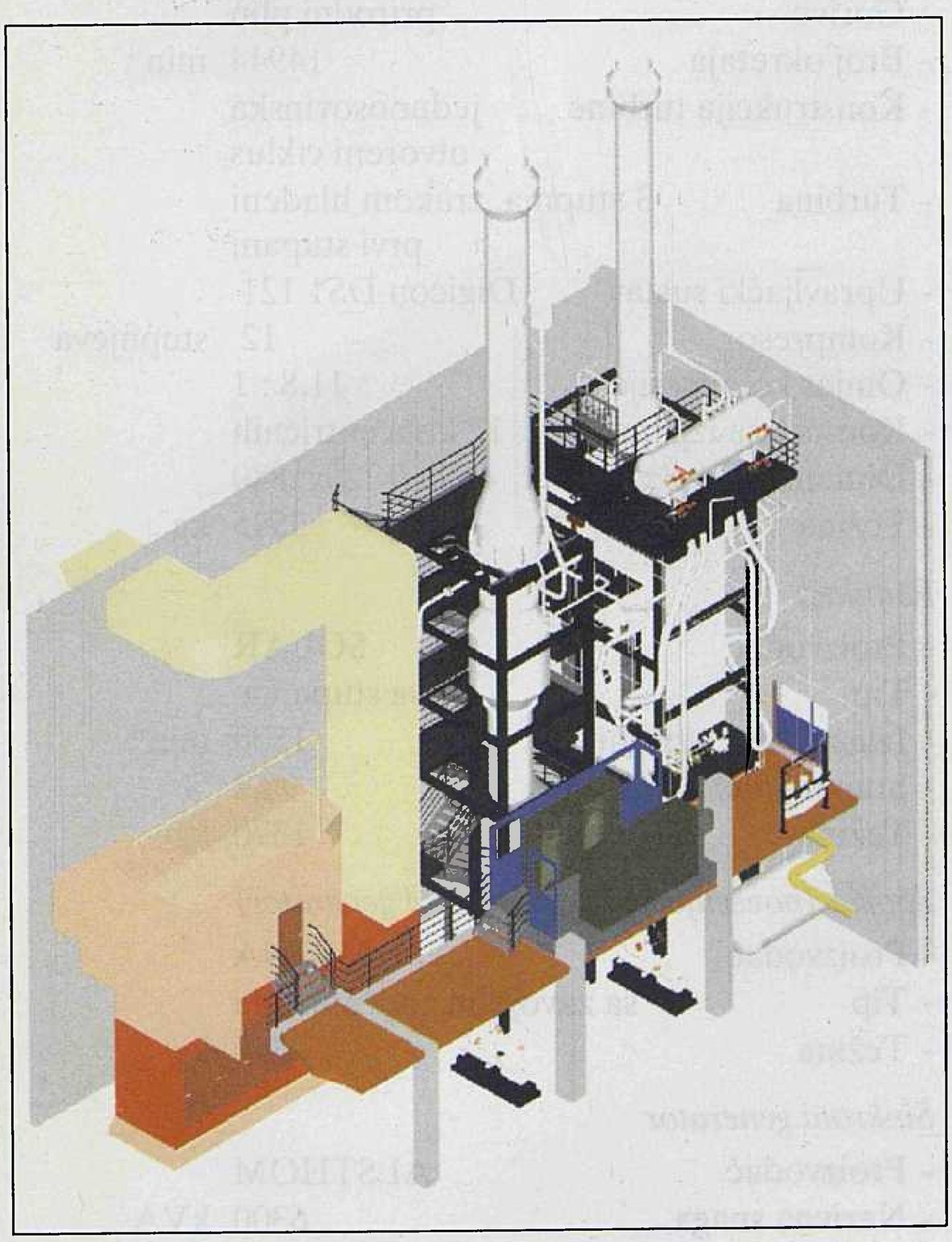
Unatoč namjeni objekta (industrijsko postrojenje) vizualni dojam interijera oplemenjen je kombinacijom oblika, boja i svjetla, a kako je predmetna zgrada uspjeli primjer industrijske arhitekture tridesetih godina za uređenje pročelja (fasade) napravljen je posebni projekt.

4. Tehnološki opis postrojenja

Kogeneracijsko postrojenje na lokaciji Pliva Savski Marof dijeli se na sljedeće glavne dijelove:

- Plinskoturbinsko postrojenje (TG-set)
- Kotao na ispušne plinove (HRSG)
- Postojeće parnoturbinsko postrojenje
- Elektroenergetsko postrojenje
- Sustav vođenja, nadzora i vizualizacije
- Pomoćna postrojenja
  - Sustav dobave plina
  - Sustav demi vode
  - Sustav napojne vode
  - Sustav rashladne vode
  - Sustav odvodnje

Prostorna dispozicija postrojenja prikazana je na slici 6.



Slika 6. Prostorna dispozicija postrojenja

Plinskoturbinsko postrojenje

Plinsko turbogeneratorsko postrojenje osnovna je komponenta novog kogeneracijskog postrojenja. Čini ga plinskoturbinski agregat Taurus 60 S, proizvođača Solar iz SAD, a njime su obuhvaćeni sljedeći sklopovi - pogonski stroj (plinska turbina Taurus 60 S), reduktor, spojka, generator, pomoćni sustavi plinske turbine (sustav za dovod goriva, sustav ulja za podmazivanje, elektro-hidraulički sustav za pokretanje), sustav za dovod i filtriranje zraka za izgaranje i zraka za provjetravanje kontejnera, elektroenergetska instalacija turbogeneratorskog kontejnera, napojno-upravljački ormari (turbinski ormar, generatorski ormar, ormar napajanja istosmjernom strujom, ormar napajanja izmjeničnom strujom, ploča vatrodojave), te kabelski razvod između napojno-upravljačkih ormara i kontejnera s trošilima i ostalih trošila koja pripadaju turbogeneratorskom postrojenju (ventilatori i sl.). Sastavni dio postrojenja je i kompresor instrumentarnog zraka s pripadajućim razvodom , te stabilni sustav protupožarne zaštite na bazi CO_2 (boce s CO_2 i pripadajući razvod do kontejnera). Osnovni tehnički podaci postrojenja su:

Plinska turbina

- Proizvođač	SOLAR	
- Model	TAURUS 60 S	
- Nazivna snaga	5226	kW
- Gorivo	prirodni plin	
- Broj okretaja	14944	min^{-1}
- Konstrukcija turbine	jednoosovinska - otvoreni ciklus	
- Turbina	3 stupnja, zrakom hlađeni prvi stupanj	
- Upravljački sustav	Digicon DS1 121	
- Kompresor	12	stupnjeva
- Omjer kompresije	11,8 : 1	
- Komora za izgaranje	12 koncentričnih	
- Dimenzije DxŠxV	4650x1720x1880	
- Težina	3545	kg

Reduktor

- Proizvođač	SOLAR	
- Tip	dva stupanja	
- Izlazni broj okretaja	1500	min^{-1}
- Stupanj djelovanja	98,2	%
- Težina	1370	kg

Spojka (povezuje izlaz reduktora i generator)

- Proizvođač	MAINA	
- Tip	sa zavojnim zupčanicima	
- Težina	340	kg

Sinkroni generator

- Proizvođač	ALSTHOM	
- Nazivna snaga	6300	kVA
- Nazivni napon	10±0,5%	kV
- Frekvencija	50	Hz
- Broj okretaja	1500	min^{-1}
- Uzbuda	beskontaktna	
- Stupanj djelovanja (100% snage)		
- Uz cosφ 0,8	97,02	%
- Uz cosφ 1,0	97,82	%
- Dimenzije DxŠxV	3380x1690x1985	mm
- Težina	12000	kg

Elektro-hidraulički sustav za pokretanje

- Proizvođač	SIEMENS, MARELLI	
- Snaga	90	kW
- Napon	3 faze – 400	V
- Broj okretaja	3000	min^{-1}

Sustav ulja za podmazivanje

- Čelični spremnik ulja	1000	litara
- Voda/voda hladnjak ulja	200	kW
- Glavna uljna pumpa (direktan pogon)		
- Pomoćna uljna pumpa (24 V istosmjernog napona)	1	kW
- Dupleks uljni filtar	20	mikrona
Ukupna težina TG-seta	**40**	**t**

Kotlovsko postrojenje

Kotao je jednotlačne izvedbe s prirodnom cirkulacijom i visoko postavljenim bubnjem oslonjenim na konstrukciju. Ogrjevne površine kotla čine dva stupnja pregrijača, isparivač i zagrijač napojne vode. Predgrijači demi vode kao dodatne ogrjevne površine dio su zasebnog sustava pripreme vode i ugrađene su radi dodatnog iskorištavanja topline ispušnih plinova. Kotao je opremljen za rad i upravljanje s lica mjesta, ali je omogućen nadzor iz centralne komande u objektu strojarnice. Demi voda se dobavlja iz postojećeg postrojenja kemijske pripreme i preko navedenih predgrijača zagrijava na 70oC do 90 °C. Radi sprječavanja toplinskih šokova predgrijača demi vode zbog niske ulazne temperature demi vode od oko 15°C, ugrađene su cirkulacijske pumpe koje vraćaju dio demi vode s izlaza iz predgrijača s ciljem održavanja konstantne temperature na ulazu demi vode u predgrijač od oko 50°C. Kao napojni spremnik novo kotlovsko postrojenje koristi postojeći napojni spremnik kotla PK1.

Nosiva čelična konstrukcija kotla ujedno je i nosiva konstrukcija glavnog dimnjaka. Mimovodni dimnjak ima zasebnu nosivu čeličnu konstrukciju. Visina oba dimnjaka je 25 m. Konstrukcija kotla prilagođena je iskorištavanju osjetne topline ispušnih plinova iz plinske turbine s mogućnošću dodatnog loženja prirodnim plinom pomoću kanalnih gorača. Usmjeravanje ispušnih plinova iz turbine prema kotlu provodi se specijalnom usmjernom zaklopkom, tako da je uvijek otvoren jedan od putova za izlaz ispušnih plinova u atmosferu (u kotao ili u mimovodni dimnjak). Usmjerna zaklopka ujedno je i regulacijska, te služi i za regulaciju produkcije kotla pri teretima manjim od nazivnog (8,2 t/h).

Ogrjevne površine smještene su unutar limene oplate koja oblikuje dimni kanal. Zbog visoke temperature dimnog plina na ulazu u kotao (490°C bez dodatnog loženja i 600°C sa dodatnim loženjem) postavljena je unutrašnja izolacija koja je u najtoplijim dijelovima kotla debela 200 mm, dok na kraju kotla nema unutarnje izolacije. Ovime je temperatura oplate konstantna i iznosi 250°C, osim u izlaznim dijelovima kotla gdje je temperatura niža, zbog niske temperature dimnog plina. Unutarnja izolacija sastoji se iz visokotemperaturnog otpornog triset betona na bazi silicijevih i aluminijskih oksida, specijalnih keramičkih vlakana u jastucima i premaza otpornog na visoku temperaturu, na bazi aluminijevog oksida.

Radi sprječavanja širenja buke u dimnim kanalima smješteni su specijalni prigušivači buke. Prvi prigušivač buke postavljen je odmah na ispuhu dimnog plina iz plinske turbine, dok je drugi postavljen u mimovodnom kanalu prije ulaska dimnog plina u mimovodni dimnjak.

Osnovni tehnički podaci kotlovskog postrojenja su:

Zagrijač demi vode I	orebrene cijevi ϕ33,7x3,2; max. radni tlak 18 bara; ogrjevna površina 192 m^2;
Zagrijač demi vode II	orebrene cijevi ϕ33,7x3,2; max. radni tlak 18 bara; ogrjevna površina 124 m^2
Zagrijač vode	orebrene cijevi ϕ38x3,2; max. radni tlak 60 bara; ogrjevna površina 774 m^2
Isparivač kotla	orebrene cijevi ϕ38x3,2; max. radni tlak 49 bara; ogrjevna površina 1574 m^2
Pregrijač pare I	orebrene cijevi ϕ38x3,6; max. radni tlak 47 bara; ogrjevna površina 166 m^2
Pregrijač pare II	orebrene cijevi ϕ38x3,6; max. radni tlak 47 bara; ogrjevna površina 180 m^2
Bubanj kotla	promjer 1300 mm; debljina stijenke 35 mm; Dužina 4430 mm; zapremina 4,71 m^3; Maksimalni dozvoljeni nadtlak 49 bara; maksimalna radna temperatura 258 °C.
Napojne pumpe	2 komada; protok 15,1 m^3/h; visina dizanja 545,2 m; NPSH 1,89 m; temperatura 105 °C.
Cirkulacijske pumpe	2 komada; protok 31,0 m^3/h; visina dizanja 51,5 m; NPSH 4,0 m; temperatura 100 °C.

Idejna shema kotlovskog postrojenja prikazana je na slici 7.

Postojeće parnoturbinsko postrojenje

Postojeće parnoturbinsko postrojenje smješteno je u objektu Strojarnica. Sastoji se od protutlačno-oduzimne turbine i električnog turbogeneratora. Proizvođač turbine je Bloom-Voss. Turbina ima regulirano oduzimanje na 9 bara i radi na protutlaku od 3 bara. Maksimalna količina pare (38 bara i 450 oC) na ulazu je 12 t/h. Snaga turbine je oko 1100 kW. Sinkroni generator je snage 1,45 MVA na naponu 10 kV, a proizveo ga je ELIN iz Austrije.

Elektroenergetsko postrojenje

Novo kogeneracijsko postrojenje na lokaciji PLIVA, Savski Marof uklopljeno je u postojeći energetski sustav zadržavajući u funkciji sve ostale dijelove energetskog sustava. To je omogućeno jer se pri koncipiranju uzelo u obzir:

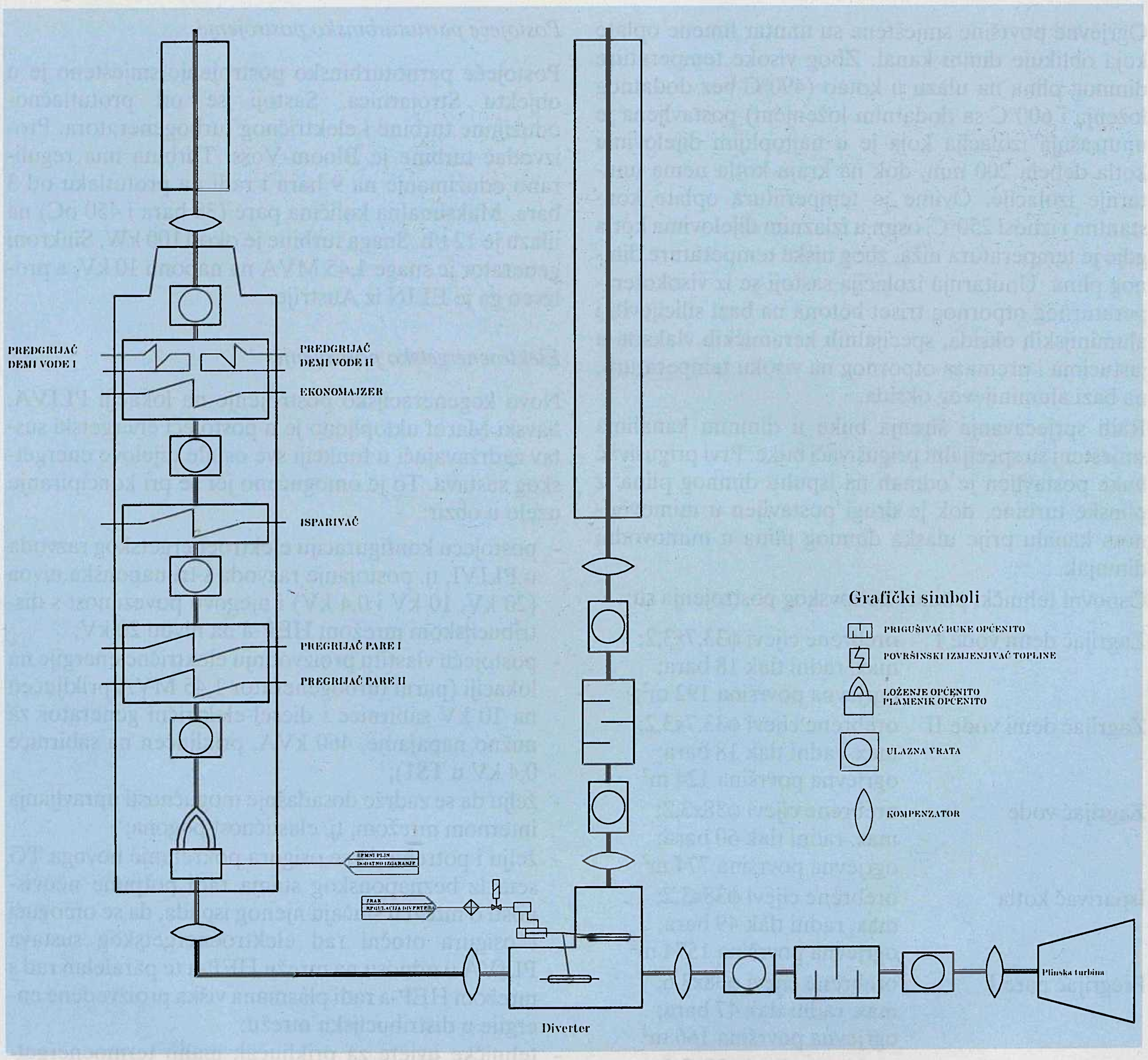
- postojeću konfiguraciju elektroenergetskog razvoda u PLIVI, tj. postojanje razvoda s tri naponska nivoa (20 kV, 10 kV i 0,4 kV) i njegovu povezanost s distribucijskom mrežom HEP-a na nivou 20 kV;
- postojeću vlastitu proizvodnju električne energije na lokaciji (parni turbogenerator 1,45 MVA priključen na 10 kV sabirnice i diesel-električni generator za nužno napajanje, 460 kVA, priključen na sabirnice 0,4 kV u TS1);
- želju da se zadrže dosadašnje mogućnosti upravljanja internom mrežom, tj. elastičnost pogona;
- želju i potrebu da se osigura pokretanje novoga TG seta iz beznaponskog stanja radi potpune neovisnosti o mreži u slučaju njenog ispada, da se omogući i osigura otočni rad elektroenergetskog sustava PLIVA u odnosu na mrežu HEP-a te paralelan rad s mrežom HEP-a radi plasmana viška proizvedene energije u distribucijsku mrežu;
- tehničke uvjete za priključak malih termoenergetskih objekata (mTEO) na mrežu HEP-a.

Novo turbogeneratorsko postrojenje, priključeno je na elektroenergetski sustav PLIVA preko sabirnica 10 kV u postojećoj transformatorskoj stanici TS1. Ova je stanica središnja distribucijska točka za napajanje ostalih transformatorskih stanica 10/0,4 kV razmještenih po pogonima (centrima potrošnje) na lokaciji Savski Marof.

Mjesto priključka omogućuje dovođenje proizvedene energije u središte potrošnje te transformaciju na 20 kV odakle se napaja postrojenje Azitromicin i razmjenjuje električna energija s distribucijskom mrežom HEP-a.

Vlastita potrošnja kogeneracijskog postrojenja napaja se iz TS1, sa sabirnica 0,4 kV na koje je priključen i diesel-električni agregat, a time je osigurano i pokretanje TG seta iz beznaponskog stanja.

Ugradnja novoga TG seta unosi promjene u dosadašnji način paralelnog rada internog elektroenergetskog postrojenja PLIVA s distribucijskom mrežom. Vlastita proizvodnja električne energije u PLIVI do sada je



Slika 7. Idejna shema kotlovskog postrojenja

samo djelomično pokrivala potrošnju na lokaciji, a razlika se dobavljala iz mreže HEP-a. Nakon ugradnje novoga TG seta proizvodni kapaciteti povećani su iznad sadašnje potrošnje te se višak energije može isporučivati mreži u skladu s ugovorom PLIVA-HEP.

Mjesto priključka mreže PLIVA na mrežu HEP-a, istodobno je i primopredajno mjerno mjesto za razmjenu energije s mrežom. Opremljeno je s dva prekidača. Odvojni prekidač u rasklopnom postrojenju 20 kV PLIVA omogućuje međusobnu automatsku sinkronizaciju i spajanje mreža 20 kV PLIVA/20 kV HEP (sinkronizacija i spajanje omogućuje se naredbom iz sinkronizacijskog uređaja novoga TG seta) te odvajanje tih mreža u slučaju djelovanja zaštite (automatski) ili namjerno (ručno), a odvojni prekidač u rasklopnom postrojenju 20 kV HEP omogućuje odvajanje HEP-a od PLIVE u slučaju poremećaja u mreži, utiskivanja eventualnih smetnji iz PLIVE u mrežu HEP-a ili radi zahvata održavanja.

Osnovni elementi elektroenergetskog dijela novog kogeneracijskog postrojenja su:

- sinkroni generator snage 6300 kVA, 10 kV ± 5%, 1500 min-1, 50 Hz, cosφ 0,8, s beskontaktnom (rotirajućom) uzbudom, smješten u zajedničkom kontejneru s plinskom turbinom i pomoćnim uređajima;
- ormar generatorskog prekidača s vakuumskim prekidačem VD4 1206-16, 630 A, 40 kA (ABB) te s brojilima;
- upravljački ormar generatora s automatskim regulatorom napona, uređajem za automatsku sinkronizaciju, zaštitnim relejima i dr.
- ormari izmjeničnog (380/220 V) i istosmjernog napona (24 V) za napajanje trošila u kontejneru TG seta;
- priključno polje novoga TG seta u rasklopnom postrojenju 10 kV (TS1) opremljeno vakuumskim prekidačem i rastavljačima;

- ormar odvojnih releja za povezivanje i razmjenu signala između TG seta, 10 kV i 20 kV rasklopnih postrojenja te komandne i relejne ploče u postojećoj energani PLIVA.

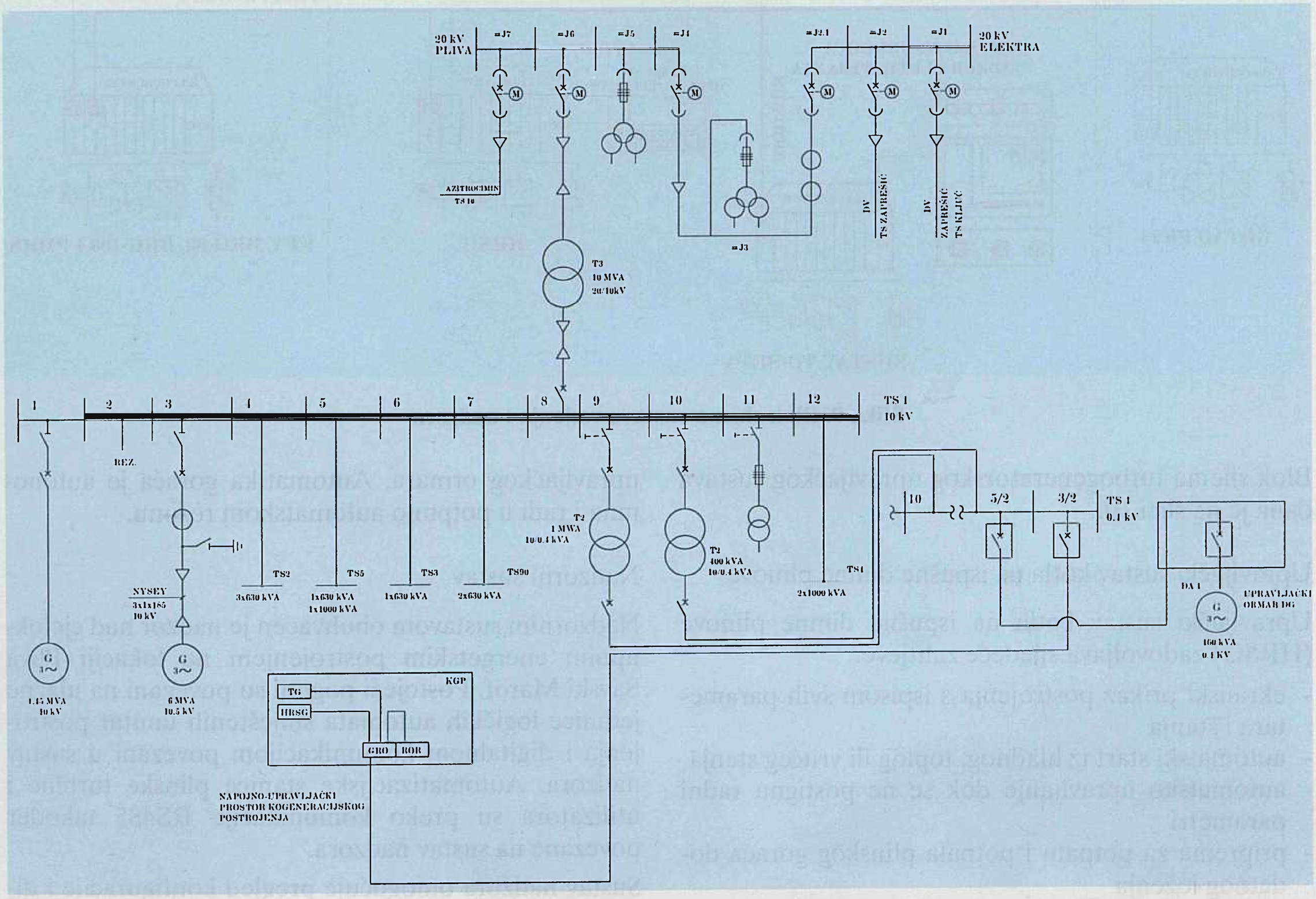
Sustavom signalizacije omogućene su sve blokade, naredbe, dojave i alarmi potrebni za ispravno funkcioniranje novoga TG seta, u skladu se tehničkim potrebama i zahtjevima za paralelan rad s mrežom HEP-a, u postojećem okruženju.

Jednopolna shema elektroenergetskog postrojenja prikazana je na slici 8.

Turbogeneratorski upravljački sustav

Osnovne funkcije upravljačkog sustava turbinskog postrojenja mogu se svrstati u sljedeće programske cjeline:

- start turbine
- automatsko upravljanje dok pogon i generator ubrzavaju
- dovođenje na radne parametre i sinkronizacija na el. mrežu
- praćenje i regulacija svih parametara turbine, generatora i pomoćne opreme
- alarmiranje i kontrola svih nepravilnosti u radu
- interventno ili normalno zaustavljanje.



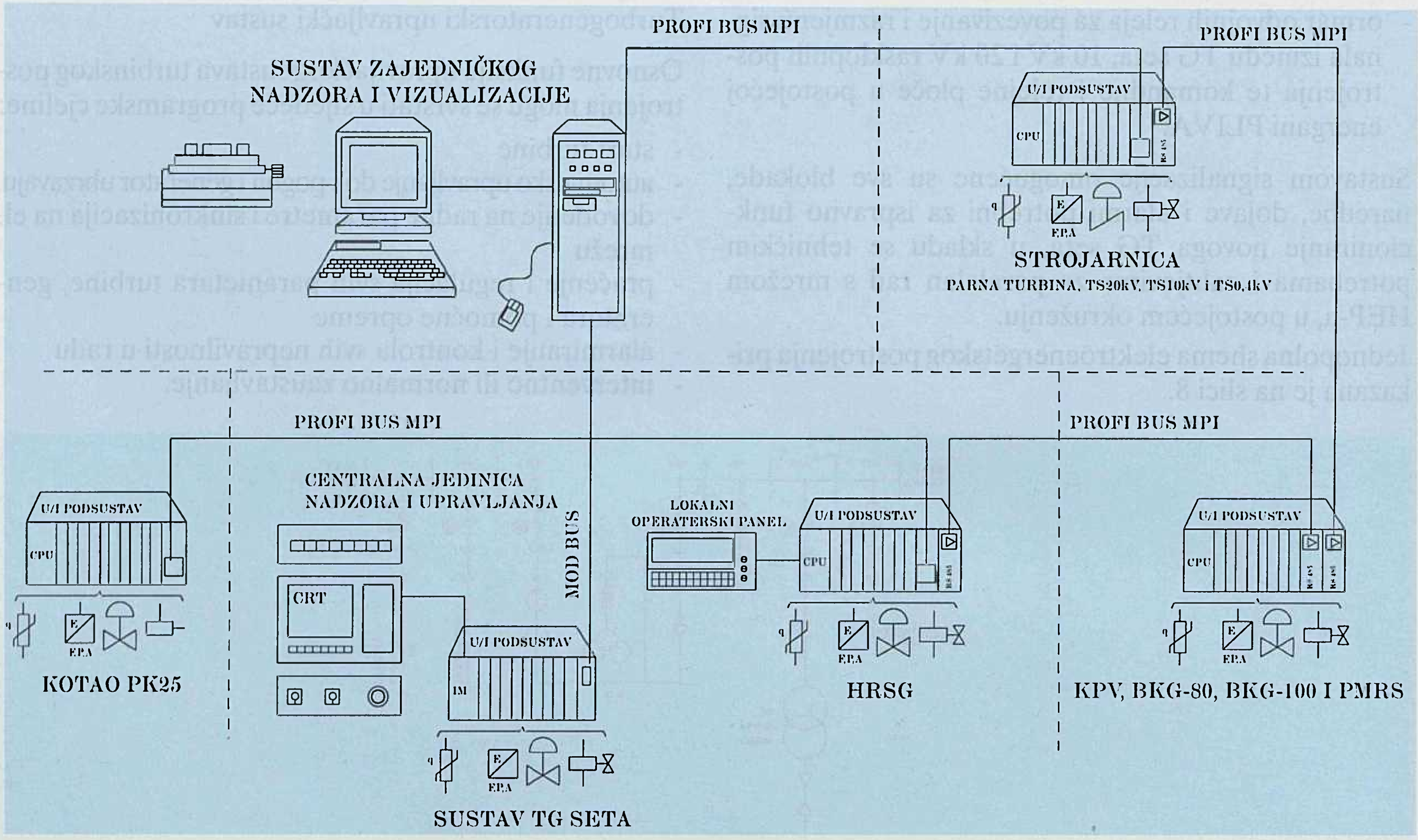
Slika 8. Blok shema razvoda 20,10 i 0,4 kV

Sustav vođenja, nadzora i vizualizacije

Sustav se bazira na distribuiranim automatizacijskim stanicama pojedinih dijelova pogona s time da su sve stanice objedinjene u zajedničkom sustavu nadzora. Hardverska osnova cijelog sustava je bazirana na slobodno programabilnim mikroprocesorskim sustavima za vođenje procesa. Automatizacijske stanice za nadgledanje i posluživanje procesa smještene su u operatorskoj kabini unutar prostora strojarnice plinske turbine, a njihova operatorska sučelja su ugrađena na prednjim stranicama operatorskih ormara. Nadzor nad sveukupnim energetskim postrojenjem smješten je u centralnoj komandi energane, služi za vizualizaciju procesa i protokoliranje. Blok shema sustava vođenja i nadzora prikazana je na slici 9.

Za ostvarenje tih funkcija ugrađena je sljedeća oprema:

- operatersko sučelje koje se sastoji od funkcijskih tipaka za: start, stop, isključenje i poništenje alarma te 12" CRT kolor monitor.
- servisno sučelje s 12 funkcijskih tipaka i tipkovnicom
- glavne upravljačke jedinice bazirane na intelovom mikroprocesoru 80486DX s matematičkim koprocesorom i opremom
- digitalne i analogne opreme za prikupljanje podataka
- upravljačkog sustava turbine Digicon DS1 121 (mikroprocesorski, 80960 CA velike brzine)
- mjerna i upravljačka oprema na turbogeneratorskom postrojenju.



Slika 9. Blok shema sustava vođenja i nadzora

Blok shema turbogeneratorskog upravljačkog sustava dana je na slici 10.

Upravljački sustav kotla na ispušne dimne plinove

Upravljački sustav kotla na ispušne dimne plinove (HRSG) zadovoljava sljedeće zahtjeve.

- ekranski prikaz postrojenja s ispisom svih parametara i stanja
- automatski start iz hladnog, toplog ili vrućeg stanja
- automatsko upravljanje dok se ne postignu radni parametri
- priprema za potpalu i potpala plinskog gorača dodatnog loženja
- automatska regulacija HRSG s i bez dodatnog loženja
- ručna ili automatska regulacija svih zatvorenih petlji
- alarmiranje i kontrola svih nepravillnosti u radu
- interventno ili normalno zaustavljanje.

Za ostvarenje tih funkcija ugrađena je sljedeća oprema:

- operatersko sučelje koje se sastoji od semigrafičkog panela MKDC-VGA-T sa funkcijskom tipkovnicom
- centralnog procesora Siemens sa 72 Kbite RAM memorijom matematičkim koprocesorom i opremom
- digitalne i analogne opreme za prikupljanje podataka
- mjerna i upravljačka oprema na utilizatorskom postrojenju.

Gorač za dodatno loženje ima svoj upravljački ormar smješten u postrojenju. Upravljanje radom gorača moguće je preko HRSG upravljačkog sustava ili sa upravljačkog ormara. Automatika gorača je autonomna i radi u potpuno automatskom režimu.

Nadzorni sustav

Nadzornim sustavom obuhvaćen je nadzor nad cjelokupnim energetskim postrojenjem na lokaciji Pliva Savski Marof. Postojeći pogoni su povezani na ulazne jedinice logičkih automata smještenih unutar postrojenja i digitalnom komunikacijom povezani u sustav nadzora. Automatizacijske stanice plinske turbine i utilizatora su preko komunikacije RS485 također povezane na sustav nadzora.

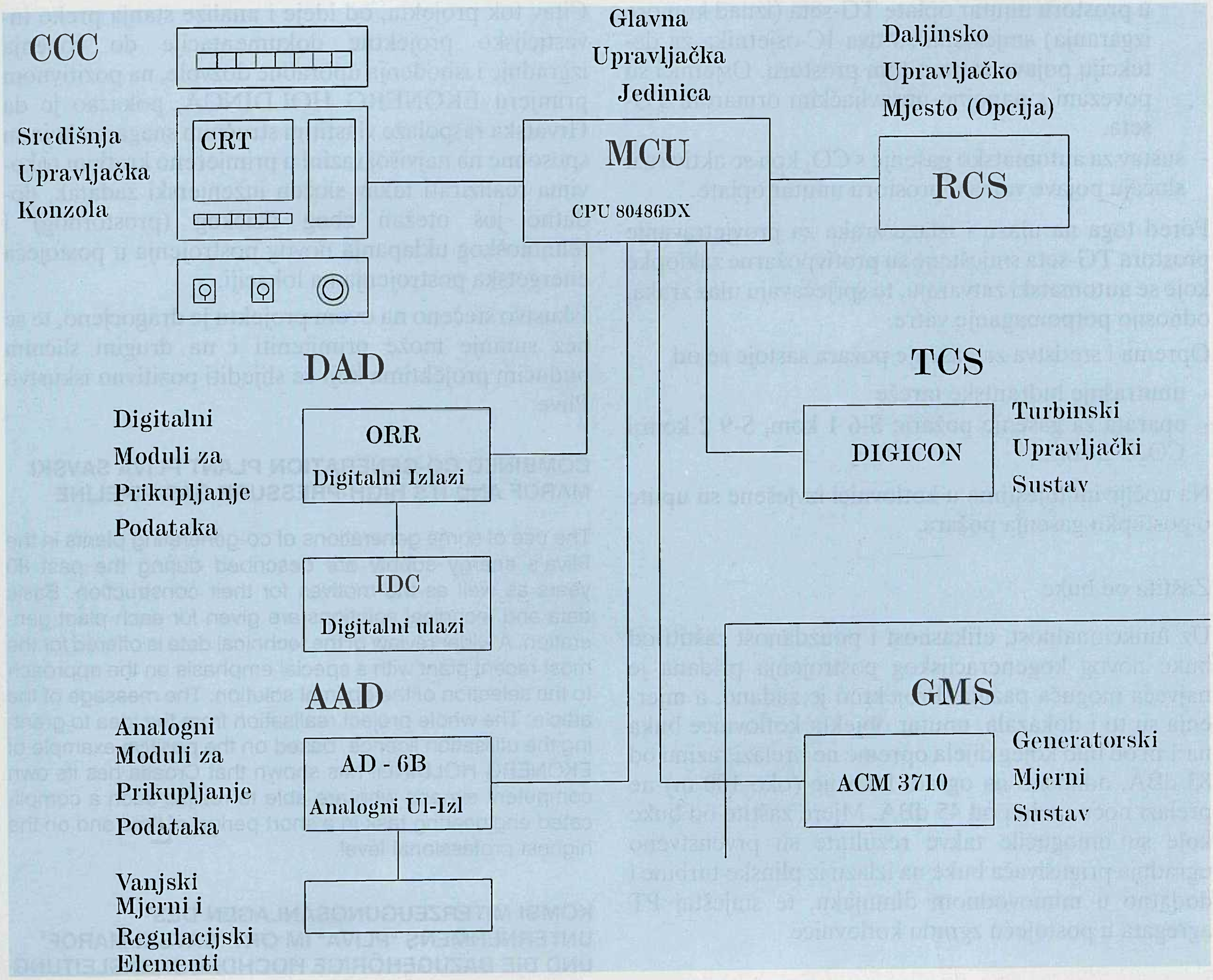
Sustav nadzora omogućuje pregled konfiguracije i dijagnostike postrojenja, praćenje stanja i alarma, razne ispise, kao što su liste alarma vremenske dijagrame svih relevantnih parametara ili bilanciranje.

Sustav je baziran na programabilnim logičkim automatima SIMATIC S7 smještenim u neposrednoj blizini postrojenja i Pentium 233 MHz MMX PCI/ISA s opremom kao centralnim procesnim računalom i konfiguracijom nadzornog softvera koji dopušta priključak neograničenog broja signala. Ispis stanja i protokola provodi se na INK JET A3 EPSON printeru u boji.

Sustavi zaštite

Sustavi zaštite primijenjeni na novom kogeneracijskom postrojenju su:

- protueksplozijska zaštita
- zaštita od požara
- zaštita od buke.



Slika 10. Blok shema turbogeneratorskog upravljačkog sustava

Protueksplozijska zaštita

Protueksplozijska zaštita temelji se na definiranim zonama opasnosti, a sastoji se od primarnih i sekundarnih mjera zaštite. Primarne mjere definirane su još u toku projektiranja i odnose se na tehnološki proces, raspored opreme i uvjete pogona. Sekundarne mjere odnose se na primjenu Ex-instalacija i Ex-opreme u definiranim zonama opasnosti.

Pri protueksplozijskoj zaštiti kotlovnice primijenjena je prirodna ventilacija. Zahvaljujući preko 5 izmjena zraka u samoj kotlovnici nema Ex-zona. Ex-zona je samo unutrašnjost paketa plinske turbine klasificirana kao zona 2.

Zaštita od požara

Tijekom rada kogeneracijskog postrojenja opasnost od požara može nastati:

- statičkim elektricitetom i udarom groma
- propuštanjem dijelova plinske instalacije
- havarijama na plinskoj armaturi
- uporabom neodgovarajućeg alata
- izvođenjem radova u zoni ugroženosti od požara
- nepropisnim održavanjem
- nepropisnim ponašanjem zaposlenika.

Sustav zaštite od požara čine vatrogasni pristupi i evakuacijski putovi, tehničke i organizacijske mjere zaštite od požara, te oprema i sredstva za gašenje požara.

Vatrogasni pristup osiguran je internim prometnicama s kojih je moguće provesti uspješnu akciju gašenja požara u energani.

U tehničke i organizacijske mjere zaštite od požara spadaju:

- tehnološki sigurnosni elementi (tehnička rješenja pri projektiranju) i odnose se na
  - stalno prirodno provjetravanje
  - ispušni vodovi sigurnosnih odušnih ventila plina izvedeni su izvan objekta
  - zaštita od atmosferskog pražnjenja izvedena je gromobranskom instalacijom
- sustav za dojavu požara
  - u prostoru kogeneracijskog postrojenja riješen je ručnim javljačima požara povezanim u postojeći vatrodojavni sustav

u prostoru unutar oplate TG-seta (iznad komore izgaranja) smještena su dva IC-osjetnika za detekciju pojave vatre u tom prostoru. Osjetnici su povezani s napojno-upravljačkim ormarom TG-seta.

- sustav za automatsko gašenje s CO_2 koji se aktivira u slučaju pojave vatre u prostoru unutar oplate.

Pored toga na ulazu i izlazu zraka za provjetravanje prostora TG-seta smještene su protivpožarne zaklopke koje se automatski zatvaraju, te sprječavaju ulaz zraka, odnosno potpomaganje vatre.

Oprema i sredstva za gašenje požara sastoje se od

- unutrašnje hidrantske mreže
- aparata za gašenje požara: S-6 1 kom, S-9 2 kom i CO_2-5 2 kom.

Na uočljivim mjestima u kotlovnici izvješene su upute o postupku gašenja požara.

Zaštita od buke

Uz funkcionalnost, efikasnost i pouzdanost zaštiti od buke novog kogeneracijskog postrojenja pridana je najveća moguća pažnja. Projektno je zadano, a mjerenja su to i dokazala, unutar objekta kotlovnice buka na 1 m od bilo kojeg dijela opreme ne prelazi razinu od 83 dBA, odnosno na ogradi lokacije (oko 100 m) ne prelazi noću razinu od 45 dBA. Mjere zaštite od buke koje su omogućile takve rezultate su prvenstveno ugradnja prigušivača buke na izlazu iz plinske turbine i dodatno u mimovodnom dimnjaku, te smještaj PT agregata u postojeću zgradu kotlovnice.

Zaštita okoliša

Novo kogeneracijsko postrojenje na lokaciji Pliva Savski Marof udovoljava svim zakonima i propisima u pogledu zaštite okoliša. Izmjerena vrijednost emisije NO_x 47 mg/m^3 daleko je ispod dozvoljenih graničnih vrijednosti koja za tu snagu plinske turbine iznosi 100 mg/m^3, a emisija CO iznosi 11 mg/m^3.

5. ZAKLJUČAK

Načelno opredjeljenje iskazano u dokumentima vlade i pojedinim njenim ministarstvima oko potrebe povećanja učinkovitosti energetskih transformacija, koji su naročito naglašeni u projektima PROHES i Nacionalni energetski programi, pretočeno je u realnost završetkom izgradnje ovog projekta. Kombi kogeneracijsko postrojenja u Plivi prvo je takvo postrojenje izgrađeno u Hrvatskoj. Postrojenje je izvedeno s projektiranim parametrima, u okviru planiranih troškova, te planiranih rokova izgradnje. Primopredajnim ispitivanjima i mjerenjima provedenim nakon konačnog podešavanja postrojenja, utvrđeno je da su garantirane veličine toplinske i električne snage čak i nadmašene u korist naručitelja.

Čitav tok projekta, od ideje i analize stanja preko investicijsko projektne dokumentacije do vođenja izgradnje i ishođenja uporabne dozvole, na pozitivnom primjeru EKONERG HOLDINGA, pokazao je da Hrvatska raspolaže vlastitim stručnim snagama koje su sposobne na najvišoj razini u primjereno kratkim rokovima realizirati takav složen inženjerski zadatak, dodatno još otežan zbog fizičkog (prostornog) i tehnološkog uklapanja novog postrojenja u postojeća energetska postrojenja na lokaciji.

Iskustvo stečeno na ovom projektu je dragocjeno, te se bez sumnje može primijeniti i na drugim sličnim budućim projektima koji će slijediti pozitivno iskustvo Plive.

COMBINED CO-GENERATION PLANT PLIVA SAVSKI MAROF AND ITS HIGH-PRESSURE GAS PIPELINE

The use of some generations of co-generating plants in the Pliva's energy supply are described during the past 80 years as well as the motives for their construction. Basic data and technical solutions are given for each plant generation. A wider review of the technical data is offered for the most recent plant with a special emphasis on the approach to the selection of the optimal solution. The message of the article: The whole project realisation from the idea to granting the utilisation licence, based on the positive example of EKONERG HOLDING, has shown that Croatia has its own competent experts who are able to realise such a complicated engineering task in a short period of time and on the highest professional level.

KOMBI MITERZEUGUNGSANLAGEN DES UNTERNEHMENS "PLIVA" IM ORT "SAVSKI MAROF" UND DIE DAZUGEHÖRIGE HOCHDRUCKGASLEITUNG

Beschrieben wird die Nutzung einzelner Jahrgangsklassen von Miterzeugungsanlagen in der Energieversorgung des pharmazeutisch-kemischen Unternehmens "Pliva" im Laufe von 80 Jahren und der zu deren Errichtung führenden Anlässe. Für jede Jahrgangsklasse von Anlagen wurden die Grundparameter und die Beschreibung technischer Lösungen gegeben. Ein breiterer Rückblick auf technische Angaben ist für die neueste errichtete Anlage mit Betonung auf den Zutritt zur Auswahl optimaler Lösung.gegeben. Dem positiven Beispiel der Leistungen vom Projektunternehmen EKONERG HOLDING nach, kommt aus dem Artikel heraus, zeigt der ganze Ablauf des Unterfangens, von der Idee bis zur Betriebsgenehmigung, Kroatiens Verfügen über eigene auf höchster Ebene fähige Fachkräfte, um in angemessen kurzer Frist eine so anspruchsvolle Ingenieursaufgabe zu realisieren.

Naslov pisca:

Mr. sc. Zlatko Komerički, dipl. ing.
EKONERG HOLDING, d.o.o.
Ulica grada Vukovara 37
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2000-05-21.

KRITERIJI PRIGODOM IZBORA FOSILNIH GORIVA ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE U TERMOELEKTRANAMA - VAŽAN SU ISKORAK U PRAVCU UČINKOVITE UPORABE ENERGETSKIH RESURSA

Dr. sc. Radmilo P r o t i ć, Zagreb

UDK 621.31.25
PRETHODNO PRIOPĆENJE

Stalan rast potrošnje el. energije posljedica je niza čimbenika koji pozitivno djeluju da potrošnja el. energije brže raste nego potrošnja primarne energije.

Za ilustraciju kretanja potrošnja el. energije u svijetu, navodi se da je u razdoblju od 1980.-1990. godine stopa rasta proizvodnje primarne energije iznosila 2,3%, a el. energije 3,5%. Takav trend će se održati i u budućnosti, jer se predvida da će u razdoblju od 1990. do 2020. godine godišnje stope rasta potrošnje primarne energije iznositi 1,4%, a el. energije 2,3%.

Koji je uzrok povećanoj tražnji el. energije u svijetu, a time i sve veći broj opcija koje se nude za pokriće rastućih potreba?

Mnogo je čimbenika koji direktno ili pak indirektno djeluju na dinamičnu tražnju el. energije.

- Porast populacije u svijetu će u razdoblju od 1990. do 2020. godine doseći brojku od 8,1 milijardi stanovnika, u odnosu na 1990. kada je iznosio 5,3 milijarde uz stopu rasta od 1,4%. Prema procjeni UN ukupna urbanizirana područja u svijetu u 2025. godini iznosit će će 65% stanovništva u odnosu na 50% danas.
- Povećanje potrošnje el. energije kao posljedica promjena u gospodarstvu (uslužne djelatnosti, mehanizacija, automacija, kibernetika i dr.).
- Razina društvenog standarda u razvijenim zemljama omogućuje potrošaču da plati i višu cijenu el. energije koju koristi za grijanje u odnosu na druge izvore i oblike energije, jer osim što je čista, pruža mu veći komoditet prigodom uporabe.

U razvijenim zemljama s toplom i vlažnom klimom el. energija se koristi za hlađenje uz opasku da je prirodni plin sve prisutniji i na tom tržištu.

Imajući u vidu konstantni rast potrošnje el. energije, to je izbor goriva za proizvodnju el. energije u termoelektranama važan čimbenik u racionalnoj uporabi energije.

Na temelju analize može se zaključiti da je prirodni plin najpovoljnije gorivo za proizvodnju el. energije u termoelektranama na današnjem stupnju tehnološkog razvitka u odnosu na ugljen i naftu.

Ključne riječi: energija, potrošnja energije, fosilna goriva, energetska politika, ugljen, nafta, prirodni plin, zaštita okoliša.

Uvod

Proizvodnja i potrošnja el. energije mora se promatrati imajući u vidu stupanj gospodarskog razvitka pojedinih zemalja i regija u svijetu, te klimatskih uvjeta. Čimbenik koji igra važnu ulogu u odabiru fosilnih goriva za proizvodnju el. energije jest raspoloživost vlastitih izvora (posebno ugljena), koji određuje strukturu uporabe fosilnih goriva za slijedećih 20-50 godina.

Razmatranje proizvodnje i potrošnje el. energije mora biti multidisciplinarno, jer je energetika kao posebna industrijska djelatnost složena i kompleksna. Uvjetovanost potrošnje el. energije rezultat je niza čimbenika koji čine mozaik i sažima se u podržavanoj energetskoj politici zemlje, a sve više i regije u kojoj dolaze do izražaja komplementarni interesi.

Utjecaj monopola otežava transparentnost tokova dobara, a posebno informacija o novim tehnologijama, što još više otežava položaj zemalja u razvitku.

Porast populacije u svijetu značajan je faktor od kojeg zavisi opseg potrošnje energije, a posebno el. energije. Činjenica je da, međutim, jednoj trećini stanovništva u svijetu nije dostupna komercijalna energija; podatak koji ozbiljno zabrinjava. Svijet ulazi u treći milenij u kojem se očekuje uvođenje novih tehnologija koje će dobrano izmijeniti postojeću strukturu energetske proizvodnje i potrošnje (fuzija, vodik i dr.). Ključni elementi svake strategije o razvitku energije trebao bi biti što povoljnija energetska učinkovitost te razvitak novih tehnologija u smjeru proizvodnje i potrošnje energije koja emitira manje štetnih plinova, uz manja ulaganja i veću ekonomsku učinkovitost.

1. ČIMBENICI KOJI DJELUJU NA PROIZVODNJU I POTROŠNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE

1.1. Broj stanovništva u svijetu u 1990. godini iznosio je 5.3 milijarde, da bi uz stopu rasta od 1,4% u 2020. godini dosegao 8,1 milijardu. Prema procjeni UN ukupna urbanizirana područja u svijetu u 2025. godini iznosit će 65% stanovništva u odnosu na 50% danas. U 1990. godini postojale su 34 urbane aglomeracije s najmanje 5 mln. stanovnika, te 300 gradova čija populacija prelazi jedan mln. stanovnika. Urbana naselja troše 60-80% ukupne energije neke zemlje. (Naprimjer, u Velikoj Britaniji 75% energije se troši u gradovima). Urbanizacija je često faktor koji igra značajnu ulogu u gospodarskom razvitku nacije, što povlači za sobom i povećanu potrošnju energije, a posebno el. energije[1].

1.2. Potrošnja el. energije brže raste nego potrošnja primarne energije. Godišnja stopa rasta potrošnje primarne energije u svijetu za razdoblje od 1980.-1990. godine iznosila je 2,3%, a el. energije 3,5% ili 52% više. U budućem razdoblju (1990.-2020.) očekuju se stope rasta od 1,4% i 2,3%[2].

Razvitak postindustrijskog društva traži sve veće količine el. energije kao posljedica porasta mehanizacije, automacije, kibernetike te uslužnih djelatnosti. Zanimljivo je da u Japanu na servise i uslužne djelatnosti otpada 56% od ukupne utrošene energije u gospodarstvu[3].

1.3. Razina društvenog standarda u razvijenm zemljama omogućuje potrošaču da plati i višu cijenu el. energije koju koristi za grijanje u odnosu na druge izvore i oblike energije, jer osim što je čista, pruža mu i veći komoditet prigodom uporabe. Zanimljivo je da potrošnja el. energije u razvijenim zemljama, po stanovniku iznosi godišnje 13.000 KWh, a u zemljama u razvitku svega 600 KWh.

Treba imati na umu da prigodom korištenja el. energije nema emisije otrovnih plinova, koji nastaju u procesu proizvodnje u termoelektranama na fosilna goriva. Zagađenje okoliša prebačeno je na manje osjetljiva područja nego što su to urbana naselja.

1.4. U zemljama s toplom i vlažnom klimom, ali i sa suhim i žarkim ljetom, uporaba klimatizacije sve je prisutnija. Donedavno el. energija se isključivo koristila za klimatizaciju. U posljednje vrijeme, međutim, sve je veće korištenje prirodnog plina u području klimatizacije (Japan, SAD i dr.).

U vrijeme vršnog opterećenja potrošnja el. energije za pogon klimatizacije, u ljetnim mjesecima, iznosi 40% od ukupne potrošnje s tendencijom porasta el. energije za pokriće opterećenja. U SAD-u 95% energije za klimatizaciju otpada na el. energiju, a svega 5% na prirodni plin, dok u Japanu omjer iznosi 83,5% prema 16,5%[4].

2. KRITERIJI ZA IZBOR FOSILNIH GORIVA ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE U TERMOELEKTRANAMA

2.1. Značajno mjesto u gospodarenju u proizvodnji i potrošnji el. energije zauzimaju prihvaćeni kriteriji za izbor fosilnih goriva za proizvodnju el. energije u termoelektranama. Prihvaćanje kriterija važan je preduvjet za vođenje podržavane energetske politike zemlje.

Navedeni kriteriji mogu biti dopunjeni zavisno od konkretne energetske i gospodarske situacije te klimatskih uvjeta u pojedinim zemljama:

- sigurnost u opskrbi gorivom;
- raspolaganje vlastitim izvorima energije;
- struktura gospodarstva i predvidivi razvitak;
- mogućnost primjene suvremenih tehnologija;
- ekonomska učinkovitost (troškovi materijala, troškovi proizvodnje, stopa povrata kapitala);
- cijene energije;
- prihvatljiva razina tehnološkog i komercijalnog rizika;
- ekološka učinkovitost;
- diverzifikacija energetskih izvora.

2.2. Proizvodnja el. energije u termoelektranama zahtijeva sve veće količine fosilnih goriva. Tako je u 1980. godini bilo utrošeno 30% fosilnih goriva za proizvodnju el. energije u svijetu, u 1990. 36% kao i u 1992. godini. Procjenjuje se da će u 2010. godini postotak iznositi 40%[5].

Suvremene tehnologije u proizvodnji el. energije koje koriste fosilna goriva (ugljen, naftu i prirodni plin) važni su čimbenici koji pridonose energetskoj sigurnosti, kreirajući istodobno obje opcije za budućnost i energetsku učinkovitost i zaštitu životne sredine.

Usporedbom raznih izvora energije za proizvodnju el. energije (ugljen, nafta, prirodni plin) postižu se i različite tehnološke učinkovitosti, što ima odraza na ekonomičnost proizvodnje el. energije i opseg onečišćenja.

Primjenom najnovijih tehnologija u proizvodnji el. energije korištenjem ugljena i prirodnog plina očekuje se učinkovitost i to kod Integrated Coal Gasification Combined Cycle (I(C)G CC) OD 46-47%, a kod CCGT (Combined Cycle Gas Turbine) od 55-60%[6].

Efikasnost ICGCC zavisit će od troškova kapitala, troškova goriva te operativnih troškova koji sadrže i troškove "sorbent injection" te troškove zaliha sirovina (ugljena). Troškovi kapitala obuhvaćaju i investicije u FGD ("Flue Gas Desulphurisatin") kao i troškove odstranjivanja. No, ako je to potrebno. Primjena tehnologija plinofikacije, karakteristike sirovina kao i integriranost konstrukcija postrojenja, važni su čimbenici od kojih zavisi ekonomičnost proizvodnje.

Važno je spomenuti da su danas u pokaznoj fazi četiri termoelektrane na ugljen od 250 MWe (IGCC) i to u SAD 2, Nizozemska 1, te Španjolska 1, sa četiri različite tehnologije[6].

2.3. Prirodni plin koji se koristi za postrojenja IGCC je u prednosti u odnosu na ostala fosilna goriva zbog svoje čistoće, visoke učinkovitosti, nižih troškova kapitala. Većina postrojenja se gradi u područjima gdje su niske cijene prirodnog plina ispod US$ 2.50/GJ te je plin na raspolaganju za duže vrijeme opskrbe. Međutim, u područjima gdje je cijena uvoznog LNG iznad US$ 4.50/GJ postrojenja su konkurentna s postrojenjima pogonjena plinom kombiniranog ciklusa ("Gas Fired C. C."). Ona su, također konkurentna i kod korištenja kapaciteta termoelektrana na ugljen.

2.4. U dekadi tijekom koje je zaštita životne sredine ušla u djelokrug političkih odluka, inherentna čistoća plina je jedna od ključnih komponenata u ubrzanoj potražnji. U usporedbi s ugljenom i naftom, plin je čisto gorivo koje emitira vrlo nisku razinu SO_2, minimalne količine NO_x, a sagorijeva bez čestica. Prirodni plin emitira manje količine CO_2 koji je važan sudionik u globalnom zatopljenju.

Prirodni plin je pogodan izvor energije, ne zahtijeva uskladištenje te minimalne zahtjeve u pogledu rukovanja; nakon sagorijevanja nema pepela niti taloga ("sludge waste"). Prirodni plin je posebno učinkovito gorivo u elektroenergetskom sustavu. S obzirom na brze promjene u tehnologiji, njegov je prodor vrlo snažan.

2.5. Tehnologija plinske turbine brzo se razvila od 80-tih godina, kao rezultat koncentriranih vojnih programa ("military jet engine") te prestanka zabrane uporabe prirodnog plina za proizvodnju električne energije. Konkurencija između proizvođača plinskih turbina bila je podržavana daljnjim tehničkim razvitkom. Učinkovitost je bila poboljšana povećanjem stalne temperature izgaranja. Konstruktori su razvili nove tehnike izgaranja, bolje hlađenje i uveli nove materijale sposobne da izdrže visoke temperature. Jedinice visoke učinkovitosti (od 50-55%) zahtijevaju uporabu prirodnog plina ili destilata nafte kako bi se izbjeglo onečišćenje turbine i povećala učinkovitost konverzije.

Troškovi izgradnje se kreću od 300 do 600 $US kWe; a troškovi održavanja su mali i zahtijevaju minimalan broj osoblja. Kratko vrijeme izgradnje i niski troškovi uloženog kapitala za jednostavne plinske turbine ("simple cycle"), posebno su pogodne za izravnavanje vršnih opterećenja u potrošnji. Zbog svoje visoke učinkovitosti, plinske turbine su privlačne i kod godišnje proizvodnje od 4400 sati, tj. 50% od godišnjeg kapaciteta. Kombinirani ciklus plinske turbine je ekonomičan za proizvodnju srednjeg ili niskog kapaciteta. Ispušni plinovi ("exhaust heat") plinske turbine koriste se kako bi se povećala količina pare za pokretanje parne turbine. Efikasnost CCGT je obično 50%, a 55% za velika postrojenja i pri teškim uvjetima rada. Novi modeli plinske turbine približavaju se 60% temeljnom opterećenju ("base load"). Danas su CCGT najefikasnija postrojenja koja koriste fosilna goriva za proizvodnju el. energije.

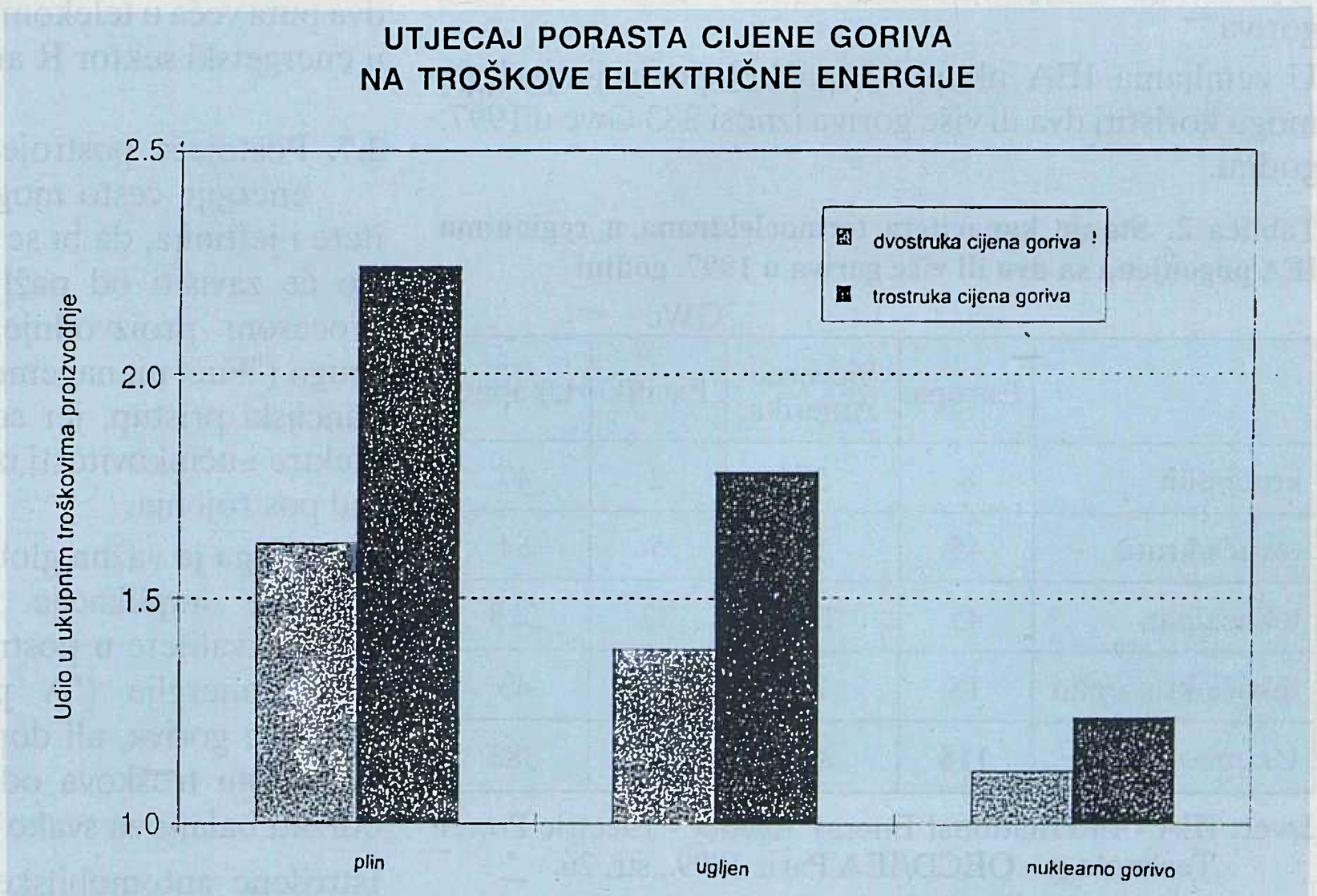
Tablica 1. Prosječna veličina kapaciteta CCGT, troškovi kapitala te dužina izgradnje u zemljama OECD

Tip postrojenja	Kapacitet kWe	Troškovi kapitala US$ kWe	Dužina izgradnje-godina
Kombinirani ciklus plinske turbine (CCGT)	530	700	4,4
Termoelektrana koja koristi kao gorivo ugljen	750	1350	5,6
Nuklearna termoelektrana	1240	1900	6,6

Izvor: lit. 15 str. 31

Opaska: Brojke su zaokružene i odnose se samo na postrojenja u zemljama OECD - Troškovi kapitala su bez interesne stope, nepredvidivih izdataka i velikih popravaka, odnosno obnove postrojenja.

Proizvodnja električne energije je konkurentna, ako se koristi plinska turbina pogonjena prirodnim plinom. Međutim, ukupni troškovi postrojenja CCGT su mnogo osjetljiviji u slučaju povećanja cijena goriva nego kod drugih tehnologija koje proizvode električnu energiju (slika 1).



Izvor: IEA

Napomena: Procjena je načinjena na temelju podataka iz studije OECD o troškovima proizvodnje. Osnovni trošak električne energije je uz diskontnu stopu od 10%.

Slika 1.

U nastavku će se prikazati neke važnije prednosti CCGT pogonjena plinom, u odnosu na komercijalne termoelektrane na ugljen:

- cijena instaliranog postrojenja CCGT iznosi 400-500 $kW ili polovicu troškova komercijalne termoelektrane na ugljen na FGD, istog kapaciteta;
- termoelektrana može biti sagrađena za 30-36 mjeseci ili 70% potrebnog vremena za ekvivalentno postrojenje na ugljen;
- zahtijeva samo 40% hladne vode u usporedbi s postrojenjem na ugljen i svega 15% prostora za izgradnju;
- učinkovitost plinskog postrojenja CCGT iznosi 55%, u usporedbi sa 38% tipičnog postrojenja na ugljen uz opasku da plinsko postrojenja manje emitira CO_2 i NO_x;
- postrojenja CCGT vrlo su fleksibilna u radu i mogu se jednostavno prilagoditi fluktuaciji potražnje el. energije;
- postrojenja CCGT su građena tako da se jednostavno može s malim investicijama povećati kapacitet ("modular form")[7].

2.6. Konkurentnost pruža više opcija da se na postrojenjima za proizvodnju el. energije koriste razna goriva, posebno ona koja imaju niske cijene. Sposobnost da se brzo prijeđe s jednog goriva na drugo, koristeći momentalno povoljnu situaciju na tržištu, omogućava proizvođaču da snizi takvą goriva i tako ostvari profit, a istodobno mogu prodati količine goriva koja ne koriste. Činjenica je da tijekom godine postoje varijacije u relativnim odnosima cijena goriva. Zbog toga se isplati investirati u sistem postrojenja koja su osposobljena da mogu upotrebljavati više vrsta goriva.

U zemljama IEA ukupni kapacitet postrojenja koja mogu koristiti dva ili više goriva iznosi 383 Gwe u 1997. godini.

Tablica 2. Stanje kapaciteta termoelektrana u regionima IEA pogonjena sa dva ili više goriva u 1997. godini

GWe

	Europa	Sjeverna Amerika	Pacifik	Ukupno
kruta/plin	8	37	2	47
tekuća/kruta	45	14	5	64
tekuća/plin	45	162	22	229
tekuća/kruta/plin	18	24	1	43
Ukupno	**116**	**237**	**30**	**383**

Izvor: IEA - International Energy Agency - Electric Power Technology - OECD/IEA Pariz 1999., str. 26.

Zemlje koje raspolažu različitim izvorima energije imaju na raspolaganju više opcija koje određuju strukturu proizvodnje el. energije u termoelektranama, zavisno od podržavane energetske politike zemlje i prilika na svjetskom tržištu. Zemlje s velikim zalihama ugljena, koriste ga u znatnoj mjeri, a negdje pretežno ugljen kao gorivo za termoelektrane, kao naprimjer: Poljska 97%, J. Afrika 93%, Australija 85%, Kina 80%, Indija 75%, Češka Republika 74%, Grčka 72%, Danska 67%, SAD 57%, Njemačka 52%, Nizozemska 43% te EU_{15} 29%. Podaci se odnose na 1997. godinu[8].

Razvitak novih tehnologija u proizvodnji el. energije koje koriste ugljen, kao gorivo, bit će čvrst oslonac i u budućoj proizvodnji el. energije. Međutim, zemlje koje uvoze energiju (naftu, prirodni plin i eventualno ugljen) izbor goriva za proizvodnju el. energije, bit će podvrgnute kriterijima navedenim u poglavlju 2.

U zemljama s velikim zalihama i proizvodnjom ugljena, proizvodnja ugljena predstavlja značajnu industrijsku djelatnost koja doprinosi rastu ukupnog društvenog bruto proizvoda uz opasku da u kombi postrojenjima s integriranim rasplinjavanjem ugljena postotak SO_2 smanjuje se za 99% uz istodobno sniženje i emisije NO_x.

Tehnologija nastupa ne samo kao prinuda u razvitku svjetskog energetskog sustava, već i kao veliki iskorak za dobrobit rastuće populacije u svijetu. Međutim, podatak koji zabrinjava je da se javna ulaganja u R and D u svijetu energetski sektor smanjuju i to: u zemljama IEA za 25%, u zemljama EU za 60%, u SAD za 80% te u zemljama u tranziciji za 70-90%. Jedino Japan održava ulaganja u javni sektor sa 5 milijardi US$ godišnje. (Podaci se odnose na razdoblje 1985-1995. godine). Privatni sektor u SAD smanjio je ulaganje od US$ 4,4 milijarde u 1985. na 2,6 milijarde US$ u 1994. godini ili za 40%[9].

Zanimljivo je da su ulaganja privatnog sektora više od dva puta veća u telekomunikacije i biotehnologiju nego u energetski sektor R and D.

2.7. Postojeća postrojenja za proizvodnju električne energije često mogu koristiti gorivo slabije kvalitete i jeftinija, da bi se ostvarila ušteda u troškovima, što će zavisiti od pažljivog postupanja s opremom, procesom proizvodnje, održavanjem postrojenja i drugo ("Fuel management software"). To nije samo financijski pristup, jer se to odražava i na tehnološke efektre i učinkovitosti izborom raznih oblika goriva za rad postrojenja.

Zbog toga je važna globalna procjena koja uključuje i tehničke implikacije. Naprimjer, koristeći ugljen slabije kvalitete u postrojenjima za proizvodnju električne energije ("A power plant boiler") snizuje troškove goriva, ali doprinosi manjoj učinkovitosti ili povećanju troškova održavanja. Zbog toga je važno održati balans za svako postrojenje.

Istrošene automobilske gume, otpadno ulje, gradski otpad, biomasa i dr. dodaju se u tokove za proizvodnju el. energije. Potrošnja petrolejskog koksa ubrzano raste kao gorivo u termoelektranama na ugljen u SAD, iz razloga ekonomičnosti.

Međutim, goriva slabije kvlitete mogu prouzročiti povećanu emisiju plinova (CO_2, SO_2, NO_x i dr.) o čemu treba posebno povesti računa.

Emulzija teških ulja mogla bi biti komercijalno interesantna, u nekim slučajevima, gdje se teško loživo ulje ne koristi (lokalno) za proizvodnju električne energije, a moglo bi se transportirati na ekonomski opravdanu udaljenost do termoelektrane. To bi mogao biti slučaj kad rafinerije nafte imaju na raspolaganju loživo ulje, ali ne žele razvijati vlastitu proizvodnju električne energije. To je također slučaj s "Orimulsion" emulzija s prirodnim bitumenom koja je na tržištu poznata kao "Bitar SA" (filijala državne venezuelske državne naftne kompanije).

Kruta goriva s poboljšanim tehnologijama omogućavaju da postrojenja koriste jeftinija goriva pod uvjetom da se osigurava kvaliteta goriva. Poželjan je čisti ugljen, osušen reakcijom sumpora.

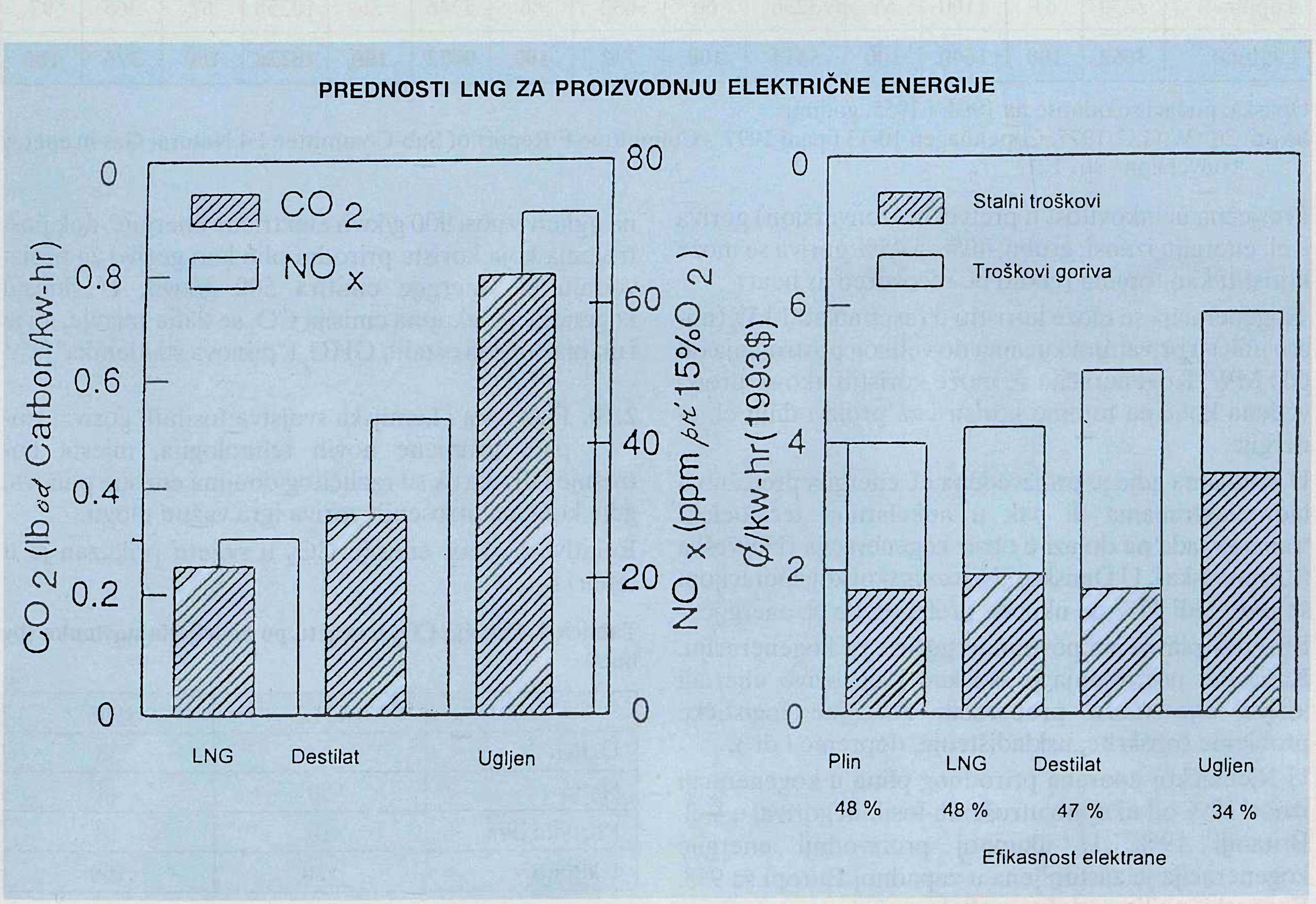
Namještavanje sirovine razne kvalitete ("blending") može sniziti ukupne troškove goriva, posebno ako je lak pristup internacionalnom tržištu.

2.8. Radi boljeg uvida u omjer troškova goriva i fiksnih troškova u proizvodnji električne energije pogonjene raznim oblicima goriva, u nastavku se prikazuju ti odnosi - slika 2.

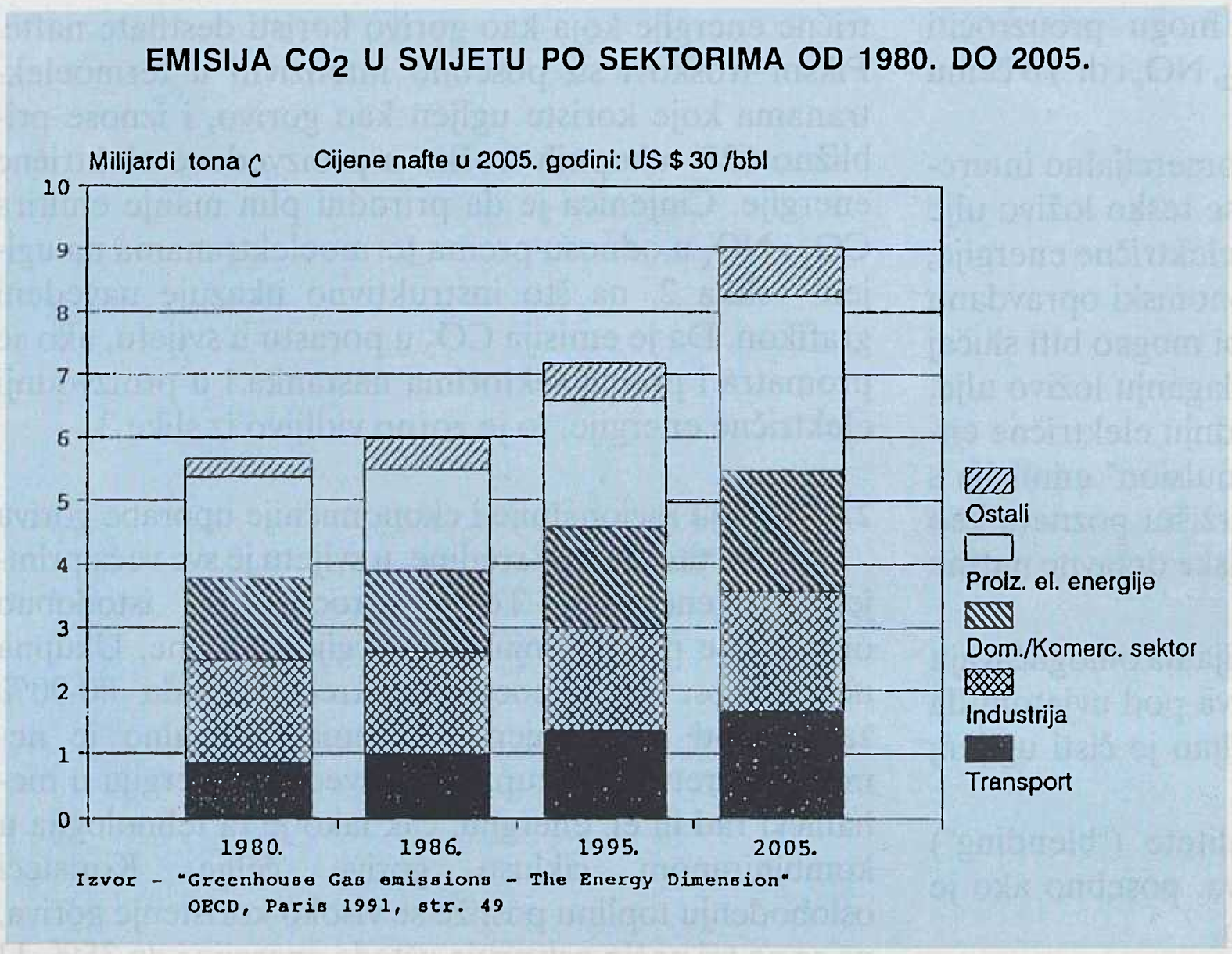
Kao što se iz slike 2 može zaključiti, udio troškova goriva je intenzivan u postrojenjima za proizvodnju električne energije koja kao gorivo koristi destilate nafte. Fiksni troškovi su posebno intenzivni u termoelektranama koje koriste ugljen kao gorivo, i iznose približno 62% ukupnih troškova proizvedene električne energije. Činjenica je da prirodni plin manje emitira CO_2 i NO_x u odnosu prema termoelektranama na ugljen - slika 2, na što instruktivno ukazuje navedeni grafikon. Da je emisija CO_2 u porastu u svijetu, ako se promatra i prema sektorima nastanka i u proizvodnji električne energije, to je zorno vidljivo iz slike 3.

2.9. U cilju racionalnije i ekonomičnije uporabe goriva te zaštite životne sredine, u svijetu je sve veća primjena kogeneracije. To je proces koji istodobno omogućuje proizvodnju el. energije i topline. Ukupna učinkovitost ("efficiency") se kreće između 80-90% zavisno od primijenjenog sistema. Fizikalno je nemoguće pretvoriti ukupno proizvedenu energiju u mehanički rad ili el. energiju, čak iako je ta tehnologija u kombiniranom ciklusu gorive ćelije. Koristeći oslobođenju toplinu postiže se visoko korištenje goriva, pa se na taj način ostvaruje ušteda energije i do 35%. U ekonomskom kontekstu bolje korištenje goriva nudi mogućnost smanjenja količine goriva koje se koristi.

Važno je istaći da je kogeneraciju moguće koristiti od privatnih zgrada od bolnica, hotela te u industrijskim procesima. U tablici 3 prikazana je proizvodnja kogeneracije u nekim zemljama u svijetu.



Slika 2.



Slika 3.

Tablica 3. Kogeneracija ostvarena uporabom fosilnih goriva PJ

Zemlja	Italija	%	Nizoz.	%	V. Brit.	%	Šved.	%	Njem.	%	Japan	%	Švic.	%
El. energija	1428	39	540	49	2178	40	100	14	3726	44	4970	33	10	3
Toplina	2234	61	1100	51	3236	60	632	86	5746	56	10258	67	365	97
Ukupno	**3662**	**100**	**1640**	**100**	**5414**	**100**	**732**	**100**	**9472**	**100**	**15228**	**100**	**375**	**100**

Opaska: podaci se odnose na 1994. i 1955. godinu.
Izvori: 20th W.G.C. 1977. Copenhagen 10-13 lipanj 1997. - Committee F Report of Sub-Committee F4 Natural Gas in energy conversion - str. 121.

Prosječna učinkovitost u pretvorbi (conversion) goriva u el. energiju iznosi, grubo, 40%, a 45% goriva se može koristiti kao toplina (could be recovered as heat).

Kogeneracija se može koristiti u rasponu od 1 kW (micro unit) u privatnim kućama do velikog postrojenja od 600 MW. Kogeneracija se može koristiti ako se proizvedena količina topline koristi i za proizvodnju el. energije.

U zemljama gdje je proizvedena el. energija pretežno u hidroelektranama ili pak u nukelarnim termoelektranama tada ne dolazi u obzir kogeneracija (Norveška te Francuska). U Danskoj i Nizozemskoj kogeneracijom se proizvodi 35% od ukupne proizvedene el. energije.

Prirodni plin je najpovoljnije gorivo za kogeneraciju. Kapacitet postrojenja je isti kao i za loživo ulje, ali loživo ulje može prouzročiti značajne logističke probleme (opskrbe, uskladištenja, dopreme i dr.).

U Njemačkoj uporaba prirodnog plina u kogeneraciji iznosi 32% od ukupno utrošenih fosilnih goriva, u Vel. Britaniji 19%. U ukupnoj proizvodnji energije kogeneracija je zastupljena u zapadnoj Europi sa 9%. Europski je cilj prosječno sudjelovanje kogeneracije za oko 18% u 2010. godini.

Navedene brojke treba razumjeti u kontekstu globalne energetske politike koju provodi svaka zemlja u sukladnosti s raspoloživim energetskim resursima, ali i potreba gospodarstva i vizijom dugoročnog razvitka energetska politike, gdje klimatski uvjeti imaju značajan utjecaj na strukturu potrošnje i proizvodnje energije. Prijelaz u kogeneraciji s jednog na drugi energetski izvor (naprimjer, s ugljena na prirodni plin), zahtijeva određeno vrijeme, ali i određena sredstva za promjenu uporabe goriva, kao i za promjenu infrastrukture.

Glavna prednost prirodnog plina je u njegovom sastavu, jer, između ostalog emitira relativno nisku specifičnu emisiju CO_2 po jedinici oslobođene energije koja, grubo, u termoelektranama na ugljen iznosi 900 g/kwh električne energije, dok postrojenja koja koriste prirodni plin kao gorivo za proizvodnju el. energije emitira 500 g/kwh. U slučaju kogeneracije ukupna emisija CO_2 se dalje snizuje, ali je i manja emisija ostalih GHG_s ("plinova staklenika")[10].

2.10. Fizikalna i kemijska svojstva fosilnih goriva, stupanj primjene novih tehnologija, mjesta potrošnje i dr. uzrok su različitog obujma emisije plinova, gdje količina utrošenih goriva igra važnu ulogu.

Relativan odnos emisije CO_2 u svijetu prikazan je u tablici 4.

Tablica 4. Emisija CO_2 u svijetu po podrijetlu nastanka (by buel)

%

	1975.	1995.
Ugljen	34	38
Nafta	50	44
Prirodni plin	16	18
Ukupno	**100**	**100**

Izvori: Ecoal - World Coal Institute, London, Vol. 24 Kyoto issue, prosinac 1997. str. 3.

Do smanjenja emisije CO_2 u sektoru nafte posljedica je poboljšanja tehnologije u preradi nafte te uvođenju novovjeke opreme i uređaja na vozilima u cestovom prometu.

Analiza emisije CO_2 po sektorima nastanka u svijetu pokazuje da pretežni dio emisije u 1975. godini u iznosu od 28% otpada na proizvodnju el. energije i topline - javni sektor, s tim da već u 1995. godini dolazi do povećanja udjela na 34%, a u drugim energetskim granama od 2% na 4%, u prometu od 24% na 22%, u prerađivačkoj industriji i graditeljstvu 18% ostaje u 1995. godini, te "ostalo" od 28% na 22%[11].

Podaci o kretanju emisije CO_2, važnog plina staklenika (GHG_s), u zemljama Europske unije 12 te Austrije i Švicarske za razdoblje od 1990. do 2010. godine, ukazuje da je došlo do znatnijih promjena u strukturi korištenja fosilnih goriva u proizvodnji el. energije, što se odrazilo i na opseg emisije CO_2 u tim zemljama.

Tablica 5. Emisija CO_2 prouzročena proizvodnjom el. energije uporabom fosilnih goriva u zemljama EU_{12+2}

	1980.	%	1990.	%	2000.	%	2010.	%
Ugljen	507	65	549	74	503	61	539	59
Nafta	219	28	119	16	112	14	107	12
Prirodni plin	59	7	71	10	203	25	273	29
Ukupno	**785**	**100,0**	**739**	**100,0**	**818**	**100,0**	**919**	**100,0**

Izvori: Marquis Günter - Unipede Paris, Electricity Supply Demande Balance in the 12 States of European Community and Austria and Svitzerland - WEC 16 Congress Tokyo 1995, str. 229.

Za analizu podataka u tablici 5 potrebno je znati kakva je ostvarena proizvodnja TWh el. energije u tom razdoblju.

Tablica 6. Proizvodnja el. energije uporabom fosilnih goriva u zemljama EU_{12+2}

	1990.	%	2000.	%	2010.	%
Ugljen	713	71	697	55	780	53
Nafta	166	16	168	13	168	11
Prirodni plin	134	13	406	32	529	36
Ukupno	**1013**	**100**	**1271**	**100**	**1477**	**100**

Izvori: Lit.[12]

Promjene u strukturi uporabe fosilnih goriva za proizvodnju el. energije "odrazile su se i na emisiju CO_2 kao i na efikasnost uporabe goriva". Posebno je impozantan porast potrošnje prirodnog plina čiji udio od 13% u 1990. godini doseže planirani udio od 32% u 2010. godini, što predstavlja povećanje od cca 4 puta.

Udio ugljena od 71% u 1990. godini smanjit će se na 53%, iako se u apsolutnom iznosu predviđa povećanje od 9%.

Ako za osnovicu emisije CO_2, koja je nastala uporabom ugljena za proizvodnju el. energije u 1990. godini obilježimo kao 100, onda dobivamo odnose za naftu 0,95 te prirodni plin 0.69. U 2010. godini očekuje se omjer 100:0,94:0,75.

2.11. Promjene u zakonskim propisima u svezi zaštite okoliša, bile su istodobno s uvođenjem konkurentnih tržišta električnom energijom, što je imalo snažan učinak prigodom izbora tehnologije. Sistem zaštite okoliša su važan čimbenik u troškovima proizvodnje električne energije i u prosjeku se kreću između 10-40%, kad se kao gorivo koriste fosilna, a čak i veća u nuklearnim postrojenjima.

Na konkurentnom tržištu električnom energijom tehnologija u cilju zaštite životne sredine ima snažan utjecaj na proizvodne troškove. Porast propisa za velika postrojenja kojima se zahtijeva smanjenje emisije otrovnih plinova neposredno utječu na porast proizvodnih troškova.

Revizija propisa za velika postrojenja u kojima izgaraju fosilna goriva ("of the Large Combustion Plant Directive in the European Union") mogla bi postaviti zahtjev za ugradnju naprava za čišćenje plina, kad su u pitanju izvjesna postrojenja, koja rabe fosilna goriva. Phase II of the Reviseal US Clean Air Act zahtijeva da stara postrojenja smanje emisiju plinova u SAD-u (lit. 15, str. 43).

Postojeći propisi u sistemu kontrole sumpora u OECD zemljama pretežno datiraju od 1980-tih godina. Mnoga su poboljšanja zabilježena uporabom čistača plinova posljednjih 20 godina.

Visoko učinkoviti čistači plina ("scrubblers") s niskim troškovima ugradnje te troškovima proizvodnje imat će važnu ulogu u budućnosti.

2.12. Prigodom rekonstrukcije termoelektrana na fosilna goriva (posebno koja koriste ugljen kao gorivo) postavlja se kao važna zadaća ugradnja nove tehnologije, koja povoljno djeluje i na smanjenje emisije plinova (SO_2, NO_x, CO_2 i dr.).

U novim postrojenjima izabrana tehnologija zavisit će od kritičnih ukupnih troškova uključujući i troškove zaštite životne sredine. Za postrojenja pogonjena ugljenom postavlja se kao uvjet da smanjenje sumpora bude između 95% i 98% pa se na taj način povećava konkurentnost u usporedbi s komercijalnim postrojenjima, koja kao gorivo koriste uprašeni ugljen i imaju ugrađene mehanizme za čišćenje plina ("scrubblers").

Postrojenja pogonjena prirodnim plinom imaju prednost u odnosu na termoelektrane na ugljen jer nemaju sumpora, a nije potrebna posebna kontrola emisije NO_x koju ne traže mnogi propisi.

Danas pod pritiskom konkurentnih tehnologija u proizvodnji električne energije u termoelektranama koje koriste fosilna goriva, zakonskim propisima je reguli-

rano pitanje emisije otrovnih plinova, uz istodobno reguliranje specifičnih investicija koje su u praksi poznate kao "The best available controle technology" ili kao "The best available technology not entaittling excesive cost" (BAT odnosno BATNEC).

U budućnosti će se povećati ograničenje emisije plinova kod svih jedinica za proizvodnju električne energije u termoelektranama na fosilna goriva, uz stimulaciju regulacije kontrole emisije CO_2, koji je odgovoran za promjenu klime.

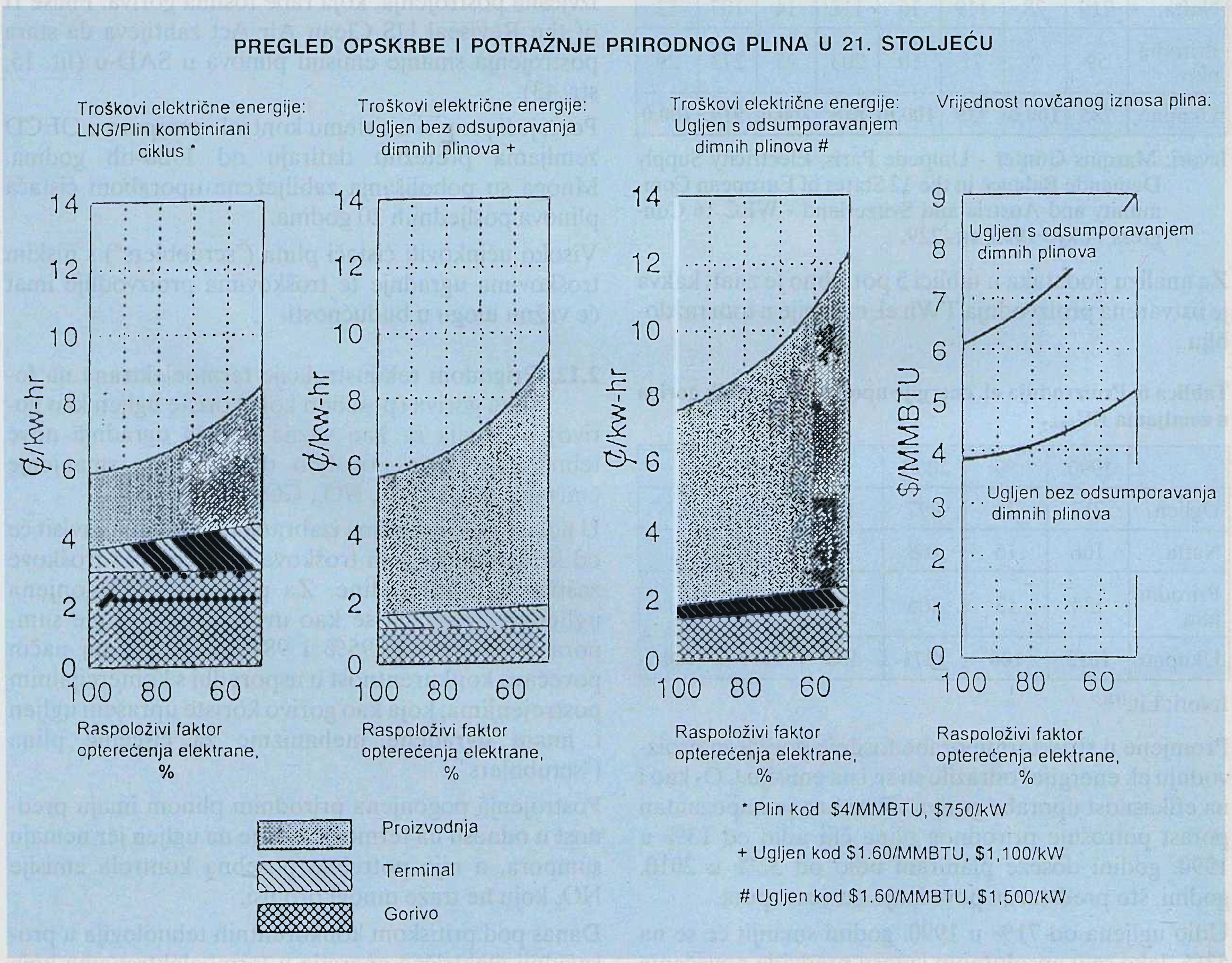
Zagovornici uporabe ugljena u proizvodnji električne energije u termoelektranama, u visokoj učinkovitoj tehnologiji, vide mogućnost smanjenja enerije plinova i budućnost ugljena kao važnog energenta.

Proizvodnja električne energije primjenom tehnologije I(C)GCC omogućava izdvajanje ugljika i konkurentna je proizvodnji električne energije u termoelektranama koje rabe goriva koja sadrže manje količine ugljika.

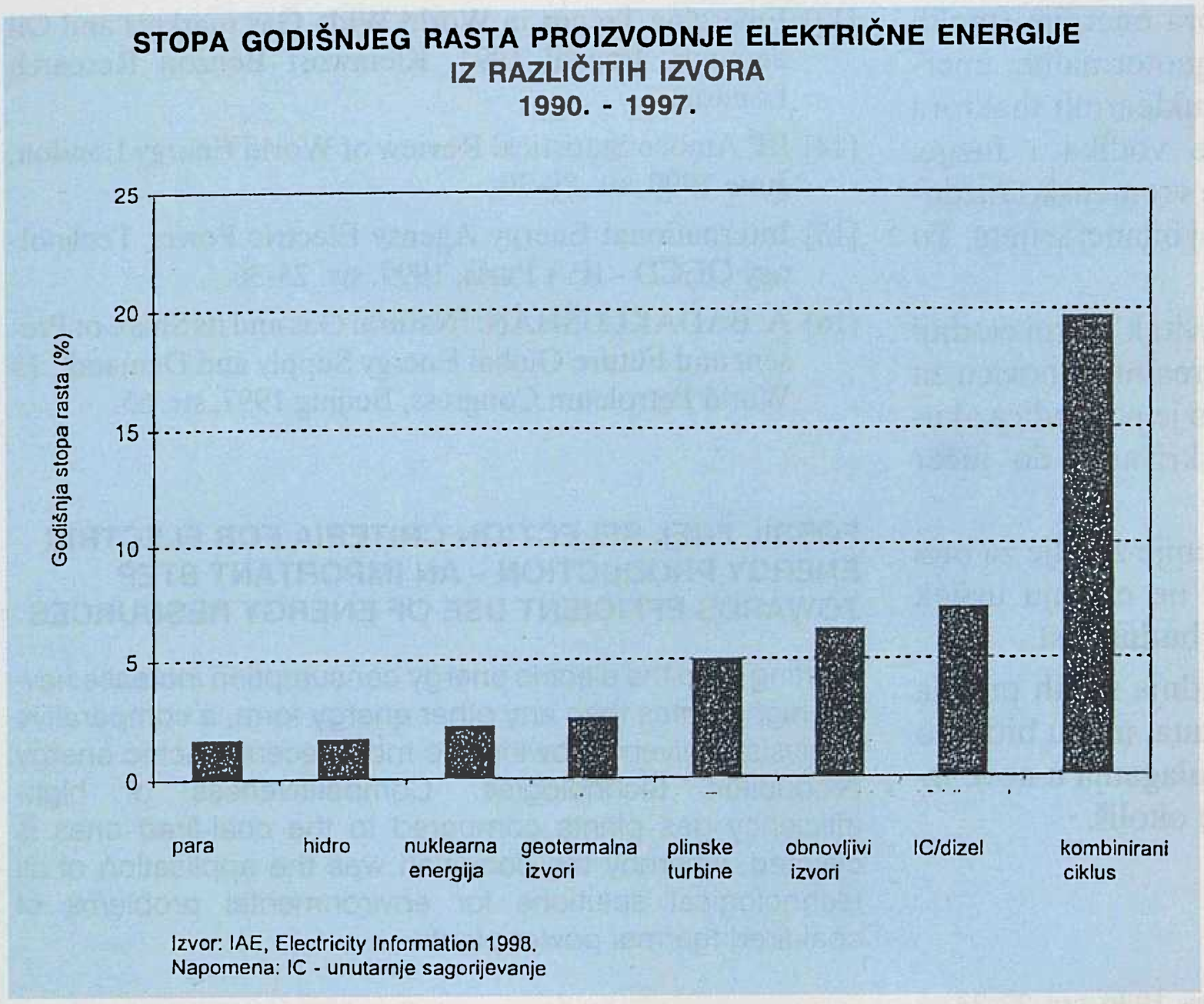
Međutim, tehnologije kao što su nuklearna energija i korištenje obnovljivih izvora energije u prednosti su u usporedbi s proizvodnjom električne energije koja u termoelektranama koriste fosilna goriva, kad je riječ o emisiji otrovnih plinova.

2.13. Usporedivost troškova proizvodnje električne energije u termoelektranama koja koriste fosilna goriva, važan je indikator za vođenje podržavane energetske politike. U slici 4. prikazani su troškovi proizvodnje električne energije koristeći fosilna goriva uz primjenu odgovarajućih tehnologija. Činjenica je da troškovi proizvodnje električne energije rastu ukoliko se primijene nove tehnologije, naprimjer, odsumporavanje dimnih plinova. - The Flue Gas Desulfurization - FGD, u termoelektranama koje koriste ugljen kao gorivo.

Posebno bi upozorili na podatak o visini cijena goriva. Tako naprimjer, cijena prirodnog plina iznosi US$ 4. MBTU, dok cijena ugljena samo US$ 1.6 MBTU. I kod takvih odnosa cijena, kWh proizvedene električne energije u termoelektranama koje kao gorivo koriste prirodni plin je jeftiniji nego električna energija proizvedena u termoelektranama koje kao gorivo koriste ugljen uz primjenu tehnologije FGD. Kao posljedica navedenih čimbenika, u razdoblju od 1990. godine do 1997. godine, u zemljama OECD, godišnja stopa rasta proizvodnje električne energije, uz primjenu tehnologije CCGT, bila je daleko iznad u odnosu na druge načine proizvodnje električne energije, i iznosila je blizu 20% - slika 5.



Slika 4. Kalkulacija novčanog iznosa LNG plina[18]



Slika 5.

2.14. Radi boljeg uvida u tendencije potrošnje fosilnih goriva za proizvodnju el. energije u termoelektranama u svijetu, u nastavku će biti prikazana očekivana struktura goriva u 2005. godini (tablica 7).

Tablica 7. Struktura goriva i drugih izvora energije za proizvodnju el. energije u svijetu

	Svijet		OECD		$EU_{(12)}$	
	1990.	2005.	1990.	2005.	1990.	2005.
Ugljen	42,5	41,7	44,2	41,3	40,6	36,9
Nafta	11,8	6,6	9,0	5,3	9,9	5,5
Prirodni plin	17,7	25,7	9,8	16,2	8,0	20,5
Nuklearna energija	19,4	15,8	28,9	26,8	37,5	32,1
Hidro-energija	7,1	8,3	6,8	8,4	2,8	3,2
Geotermal-na energija	0,9	1,3	1,0	1,6	0,6	1,1
Obnovljivi izvori (biomasa)	0,6	0,6	0,3	0,4	0,6	0,7
Ukupno	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**

Izvor: Comission of the European Communities "A View to the Future, Brissels, rujan 1992. str. 80-81.

Analizirajući tablicu 7 može se zaključiti da će i u 2005. godini proizvodnja el. energije u svijetu biti pod snažnim utjecajem fosilnih goriva, posebno ugljena, ali i sve više prirodnog plina. Diverzfikacija izvora energije za proizvodnju el. energije i dalje je prisutna uz opasku da nafta postupno prestaje biti gorivo za termoelektrane, budući da suvremena tehnologija u preradi nafte i petrkemiji mnogo racionalnije koriste naftu nego termoelektrane.

2.15. I pored sve veće potražnje prirodnog plina u svijetu, cijene prirodnog plina su u stalnom postupnom, padu od 1985. godine. I tako je naprimjer, cijena LNG (cif.) u Japanu u 1995. godini iznosila 5,23 US$ za min. Btu, a u 1998. 3.05 US$, u EU 3.83 odnosno 2,27 US$ za min. Btu. Međutim, sjevernoameričko tržište pruža nešto drugačiju sliku. U SAD (Henry Hub.) cijene prirodnog plina iznosile su 1.64 US$ za min. Btu, a u 1998. 2,08, u Canadi (Alberta) 1.05 i 1.42, što ostavlja prostor za daljnje analize[14].

3. ZAKLJUČAK

Važnost fosilnih goriva u proizvodnji el. energije najbolje odražava podatak da će u 2005. godini 74% el. energije u svijetu biti proizvedeno iz fosilnih goriva, od čega na ugljen otpada 41,7%. Prodor prirodnog plina je razumljiv s obzirom na fizikalna i kemijska svojstva, učinkovitost i ekonomičnost u uporabi, relativno povoljnu geografsku rasprostranjenost, značajne zalihe (63,4 godine u odnosu na potrošnju u 1998. godini) i dr.

Uvađanje novih tehnologija u proizvodnji el. energije koristeći kao gorivo ugljen i prirodni plin otvaraju se mogućnosti korištenja i ugljena, čije zalihe omogućuju potrošnju daljnjih 218 godina (na osnovi potrošnje u 1998. godini). Iz tih razloga razumljivo je nastojanje zemalja koje posjeduju velike zalihe ugljena, ali ne samo njih, da ga što više koriste.

Nafta se sve manje koristi kao gorivo za termoelektrane, pa će njena uporaba u budućnosti biti marginalna.

Udio prirodnog plina kao goriva značajno raste u proizvodnji el. energije u svijetu. U 1990. godini udio prirodnog plina iznosio je 17,7%; ocjenjuje se da bi u 2005. godini njegov udio bio 25,7%, što predstavlja nešto više od jedne četvrtine ukupno proizvedene el. energije u svijetu.

U pogledu većeg udjela novih izvora energije (malih hidroelektrana, sunčeve energije, geotermalne, energije oceana, zatim brzih oplodnih nuklearnih reaktora ("fast breedes"), gorivih ćelija, te vodika i fuzije, potrebna su veća sredstva, ali i duže vremensko razdoblje za njihov veći udio u energetskoj bilanci svijeta. To se posebno odnosi na vodik i fuziju.

Dosadašnji tehnički i tehnološki razvitak u proizvodnji i potrošnji energije u svijetu pruža realnu osnovicu za brži prodor novih izvora energije, što je posljedica akumuliranog znanja uz sve brže otkrivanje do jučer nepoznatih činjenica.

Kakav će interes pokazati najrazvijenije zemlje za brži razvitak novih izvora energije koji ne moraju uvijek donositi i velike profite, pokazat će budućnost.

Globalna sigurnost u svijetu i izgradnja novih pravila ponašanja u međunarodnim odnosima, mogu biti vrlo značajna čimbenik, koji pospješuje ulaganja u nove izvore energije, koji manje onečišćuju okoliš.

LITERATURA

[1] L'Energie dans la ville, OECD, Paris 1996. str. 22-23.

[2] "Energy For Tomorrow's World" Cogan Page Lit. st. Martin's Press, New York 1995. str. 277-279.

[3] "La Gestion de l' Environment dans les Pays en voie del'Industration rapide" OECD, Paris 1994. str. 42.

[4] R. PROTIĆ: "Potrošnja prirodnog plina u sektoru opće potrošnje - Tendencija i ograničenja", XIII. Međunarodni susret stručnjaka za plin - Opatija 6.-8. svibanj 1998. str. 6 i 7.

[5] D' ERMO VITTORIO i sur.: "Changes in the World Economic, Structure and Impect on Energie Intesities and Energy Market" WEC - 16th Congress, Tokyo, 8-13. listopad 1995. str. 20.

[6] Ir. S. A. POSTTHUMA and dr. Ir. P. L. ZNIDEVELD - NETHERLANDS: "Gasification for Synthesis Gas and Power Generation" 15 WPC Beijing 1997. str. 226-227.

[7] J. RUSHBY: "Natural Gas: Challenges for the Next Decade" 15 WPC, Beijing 1977. str. 20.

[8] World Coal Institute - Coal Facts, London, rujan 1998.

[9] K. BRENDOW: "Energy Sector Deregulation and Technical Development a Revue d'Énergy, N^0 508, Paris, 1999. str. 395.

[10] 20th WGC, 1997. Copenhagen 10-13. lipanj 1997. - Committee F Report of SubCommittee F4 Natural Gas in Energy Conversion, str. 121-124.

[11] Ecoal-World Coal Institute, Vol. 24 Kyoto Issue, London prosinac 1997. str. 3.

[12] M. GÜNTER: "Unipede Paris Electricity Supply Demand Balance in the 12 States of European Community and Austria and Switzerland", WEC - 16 Congress, Tokyo 1995. str. 226.

[13] Emerging Trends in World Wide Gas markets and Oil Seminar, travanj 1994. Kleinwort Benzon Research London.

[14] BP Amoco Statistical Review of World Energy London, June 1999. str. 29-30.

[15] International Energy Agensy Electric Power Technology OECD - IEA Paris, 1999. str. 25-36.

[16] A. BADAKLUSHAN: "Natural Gas and its Share of Present and Future Global Energy Supply and Demand", 15 World Petroleum Congress, Beijing 1997. str. 65.

FOSSIL FUEL SELECTION CRITERIA FOR ELECTRIC ENERGY PRODUCTION – AN IMPORTANT STEP TOWARDS EFFICIENT USE OF ENERGY RESOURCES

Starting from the electric energy consumption increase having higher rates than any other energy form, a comparative analysis is given following the most recent electric energy production technologies. Competitiveness of high-efficiency gas plants compared to the coal-fired ones is claimed, whereby the condition was the application of all technological solutions for environmental problems of coal-fired thermal power plants.

AUSWAHLKRITERIEN FOSSILER BRENNSTOFFE FÜR DIE STROMERZEUGUNG IN DAMPFKRAFTWERKEN - EIN WICHTIGER SCHRITT IN RICHTUNG WIRKUNGSVOLLER NUTZUNG ENERGETISCHER NATURSCHÄTZE

Von dem mit höherer Wachstumsrate als andere Energieformen emporschnellenden Stromverbrauch ausgehend, modernste Stromerzeugungsverfahren berücksichtigend, wird hier eine Gegeneinanderstellung, energetischer Naturschätze erörtert.

Bewiesen werden auch die Wettbewerbseigenschaften von Gas- und Kohle- betriebenen Hochleistungs-Wärmekraftwerken, welchletzte verfahrenstechnische Lösungen von Umweltfragen kohlebetriebener Dampfkraftwerke anwenden.

Naslov pisca:

Dr. sc. Radmilo Protić
Dobri dol 54
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2000-06-16.

UZ PRIGODU STOTE OBLJETNICE MREŽNOG TONFREKVENTNOG UPRAVLJANJA - ODAŠILJAČI

31. 12. 1899. Cesar Rene Loubery patentirao je sustav telekomande. Za prijenos komandi korišteni su postojeći vodovi električne energije kojima se istodobno neometano isporučuje električna energija. Danas se za to koriste nazivi: Rundsteuerung, Ripple control i kod nas mrežno tonfrekventno upravljanje (MTU).

Od tada do danas izgrađeni su brojni MTU sustavi. Za sve njih zajedničko je da se sastoje od tri funkcionalne cjeline:

- Centrala MTU koja se obično nalazi u centru vođenja distributivnog poduzeća
- Odašiljači MTU koji su smješteni u ključnim energetskim objektima
- Prijamnici MTU smješteni kod krajnjih potrošača el. energije.

Ove tri cjeline čine harmonizirani lanac upravljanja kojim se distributer služi u svrhu masovnog upravljanja tarifama funkcijom opće potrošnje, javnom rasvjetom komunalnom funkcijom i dirigiranom termičkom potrošnjom kao funkcijom namjenskog tarifiranja potrošnje el. energije.

Stogodišnja uporaba mrežnog tonfrekventnog upravljanja u distribuciji el. energije obilovala je brojnim migracijama MTU tehnologije, ali je temeljna "ideja masovnog upravljanja u jednome smjeru" sačuvala svoj prvotni oblik (slično ideji radija i slično ideji televizije).

Danas razlikujemo pet generacija odašiljača mrežnog tonfrekventnog upravljanja koji na srednjem naponu uvijek imaju dva prepoznatljiva dijela: generator signala i utisni filtar.

Prva generacija odašiljača za MTU je prepoznatljiva po tome što je generator tonske frekvencije bio blok motor-generator. Kontaktna tehnika koja je upravljala motor-generatorom i njegova otpornost na dugotrajna opterećenja prirodno je favorizirala duge telegrame s dugim impulsima i dugim pauzama cca 3 do 7 sekundi. Tehnika je zahtijevala poslužioca pa je čovjek manualno određivao vrijeme emisije i sadržaj telegrama. Isodobno u elektroenergetskome sustavu se kao zaštitni elementi upotrebljavala primarna relejna zaštita i taljivi osigurač te direktno mjerenje struje. Ovi relativno loši zaštitni elementi nisu bili dobra pretpostavka za serijski način utiskivanja signala pa se koristi uglavnom paralelni način utiskivanja koji nije osjetljiv na struje kratkog spoja EE sustava. Radna okolina telemehanika i telemjerenje, ono što danas podrazumijevamo pod sustavom daljinskog vođenja, tada nije postojalo. Ovako profiliran sustav koristio se za upravljanje javnom rasvjetom i tarifom. Razinom sigurnosti i složenosti ove tehnike nije bilo moguće realizirati zahtjevniju funkciju upravljanja termičkom potrošnjom. Danas za ovu fazu razvoja MTU-a možemo reći da je eksperimentalna, i obilježena nepostojanjem bilo kakvih standarda. Prvu generaciju odašiljača danas možemo vidjeti u muzeju, ali i u pogonu, npr. susjedna Ljubljana u naravno moderniziranoj formi.

Druga generacija odašiljača MTU prepoznatljiva je po tome što odašiljači nisu samo rotirajući nego su i statički sa živinim cijevima ili Thyratron cijevima. To je omogućavalo nastanak nešto kraćih telegrama s tipičnim trajanjem impulsa i pauze cca 1 sekunde. Centrala je elektromehaničke izvedbe s astronomskim satom. Sinkronizirana centrala-predajnik-prijamnik ostvaren je uz pomoć mrežne frekvencije 50 Hz. Udaljeni odašiljači su sada povezani telekomunikacijskim vodovima analognom vrstom prijenosa s centrom vođenja. Početni razvoj telemehanike i telemjerenja omogućava gradnju većih sustava koji su vremenski i fazno sinkronizirani. Daljinska dijagnostika ispravnosti odašiljača nije postojala. Mada je uz brojne manjkavosti, ovom tehnikom napravljen prvi korak u realizaciji upravljanja teretom u elektroenergetici. Razvoj telemehanike i telemjerenja omogućuje daljinsko upravljanje u okviru objekta transformatorske stanice, a tek potom na veće udaljenosti. Radna okolina, relejna zaštita i mjerna tehnika se standardizira u elektroenergetici kao sekundarna zaštita i sekundarno mjerenje utemeljeni na elektromehanici. Sve to omogućavalo je pouzdaniji rad MTU generatora bez poslužioca. Relativno dobra relejna zaštita EE sustava omogućila je razvoj i uporabu serijske utisne opreme pored već postojeće paralelne utisne opreme. Nastaju prvi standardi pretežno hardwerske strukture. Dominantni proizvođači MTU odašiljača su: Ladndis & Gyr, Siemens, Zellweger, AEG. Odašiljači sa živinim cijevima više se ne koriste.

Treća generacija odašiljača za MTU je prepoznatljiva po tome što su oni sada isključivo statički, tiristorski. Pojava Thyristora revolucionirana je MTU jer je generator postao jednostavan, pouzdan, lagan i jeftin. Također je omogućio nastanak kratkog telegrama s

tipičnim trajanjem impulsa cca 110 milisekundi. Sve to nadalje je omogućilo nastanak manje, jeftinije i pouzdanije kako paralelne tako i serijske utisne opreme. MTU sustavi se razvijaju u dva pravca: serijski s niskim frekvencijama, uglavnom ispod 250 Hz, i paralelni s relativno visokim frekvencijama, uglavnom iznad 250 Hz. Tehno-ekonomski parametri su katkad na strani jednoga, a katkad na strani drugoga načina utiskivanja. Lokalnom automatikom koja omogućuje finiju unutrašnju i daljinsku dijagnostiku odašiljača, te lokalna vremenska baza kontrolirana kvarcom, omogućuje kvalitetan daljinski nadzor. Analogna telekomunikacija centrale prema odašiljačima u osnovnom frekventnom opsegu sa zaštitom je hardverskog tipa. U slučaju prekida telekomunikacijske veze s centralom odašiljač je mogao nastaviti rad uz dogradnju prijenosne pomoćne centrale, na način tipičan centraliziranom konceptu funkcija. Radna okolina, relejna zaštita je bazirana na elektromehanici i elektrostatičkim, elektroničkim analognim relejima, što na jednoj strani podiže kvalitete elektrodistributivne mreže, a na drugoj strani pogoduje pouzdanosti MTU sustava. Modularna konstrukcija MTU odašiljača i svih ostalih elemenata sustava ima za posljedicu smanjenje vremena zastoja zbog otklanjanja kvarova. Srednji su zahtjevi na broj radnika, dežurstva i mobilnost te obučenost je na razini modula. Budući da telemehanika i telemetrija ulaze u masovnu uporabu kroz gradnju velikih energetskih telemetrijskih SCADA sustava to zadaci koje svakodnevna praksa postavlja pred MTU sustav postaju sve složeniji i zahtjevniji. Elektroničko računalo ulazi u uporabu za obavljanje složenijih operacija u MTU. Hardverski standardi uzimaju definitivnu formu, a nastaju komunikacijski standardi na strani centrala-odašiljač. MTU telegram dobiva konačnu formu naglašenoga standarda. Dominantni proizvođači MTU odašiljača su: Landis & Gyr, BBC, Zellweger, Simens i više domaćih. Većina MTU odašiljača u Hrvatskoj je treće generacije.

Četvrta generacija odašiljača za MTU prepoznatljiva je po tome što su isključivo statički, tiristorski, prisilno komutirani te univerzalni, jednako pogodni kako za paralelnu tako i za serijsku utisnu opremu. Univerzalnost je rezultirala tipizacijom i snižavanjem cijena s jedne strane i porastom kvalitete s druge strane. Prilagođavanje odašiljača lokalnoj frekvenciji i lokalnome telegramu ostvaruje se prigodom puštanja u pogon fiksiranjem pojedinih elemenata uglavnom na hardverski način. Razvoj utisne opreme rezultirao je njenim kompaktiranjem, imunošću na smetnje te snižavanjem cijena. Iskustva brojnih korisnika ukazuju da su telegrami srednje dužine rastera optimalni pa dominiraju Semagyr 52, Ricontic b, RWE i Semagyr 50.

Primjena mikroprocesora na svim razinama MTU sustava omogućuje da centrala bude utemeljena na PC računalu s funkcijom upravljanja termičkom potrošnjom na razini cjelovitog EE sustava. Komunikacija centrale ka odašiljačima je modemskog tipa, a u slučaju prekida komunikacijskog kanala prema jednoj od odašiljačkih stanica lokalna automatika odašiljača nastavlja interpretaciju memoriranih vremenskih funkcija po dnevnom i mjesečnome planu. Distribuirane funkcije centrale ka odašiljačima početni je korak u realizaciji distribuiranog MTU sustava u današnjem smislu. Bez komunikacije s centralom ovi odašiljači obično ne rade u lokalnome režimu regulacije tereta, nego samo u vremenskome režimu, gube vremenski i fazni sinkronizam s ostatkom MTU sustava. Pouzdanost prijenosa informacija telekomunikacijskim vodom je vrlo dobra, zasnovana na modemskom digitalnom prijenosu i zaštićenom protokolu. Funkcija LMS realizirana je na razini MTU centrale bez informacijske povezanosti sa SCADA sustavom. Tehnologija počiva na digitalnome mikroprocesoru i elektroničkim komponentama HVLSI razine pakovanja. Modularna izvedba na svim razinama MTU sustava i samodijagnostika logičkih cjelina ima za posljedicu smanjenje vremena zastoja zbog otklanjanja kvarova uz manji angažman radnika i manju mobilnost i dežurstva uz obučenost na razini modula.

Radna okolina, telemehanika i telemetrija su vrlo razvijeni, većina energetskih objekata je bez posade u režimu daljinskog upravljanja s rezervnom funkcijom lokalnog upravljanja, relejna zaštita je zaseban sustav u objektu, zaštitni releji su elektrostatski i numerički koordinirani, ali još uvijek bez obilježja integracijskog procesa. Upravljanje opterećenjem je masovno i definirano kao LMS. Pojavljuju se komunikacijski protokoli okrenuti unutar MTU-a. Dominantni proizvođači MTU odašiljača su: ABB, Landis & Gyr, Zellweger, Siemens i više domaćih. U Hrvatskoj postoji više ovakvih odašiljača.

Peta generacija odašiljača MTU prepoznatljivo je tranzistorska IGBT, vrlo visoko automatizirana. Odašiljači su univerzalni za sve tipove utisne opreme i za sve frekvencije. Prigodom puštanja u pogon parametriraju se preko interne ili eksterne tastature ili daljinski. Pouzdano rade kako u ekstremno induktivnim tako i u ekstremno kapacitivnim ED mrežama. Postignuta je znatna imunost na harmonična izobličenja u ED mreži. Pouzdanost prijenosa informacija od centrale ka odašiljačima telekomunikacijskim vodom je vrlo dobra, zasnovana na modemskom digitalnom prijenosu (FSK) i zaštićenom protokolu, cikličkim redundantnim kodom (CRC). Pored toga peta generacija MTU odašiljača odlikuje se uporabom komunikacijskog protokola prema brojnim prijamnicima, umjesto klasičnog 50 bitno MTU telegrama, koji je razumljiv petoj generaciji prijamnika, a koji također sadrži ciklički redundantni kod (CRC). Odašiljači su tranzistorski, rjeđe tiristorski, vrlo visokog stupnja daljinske samodijagnostike te osiguranim sinkronizmom, vremenskim i faznim, u svim uvjetima rada. Funkcije centrale su distribuirane na bazi standarda, dijelom u

odašiljače i dijelom u prijamnike, tako da se u slučaju prekida telekomunikacijske veze odašiljača s centralom ili odašiljača s prijamnikom nastavljaju sve funkcije pa i one složene poput regulacije i LMS. Cjelovit sinkronizam ostvaruje se kroz GPS/DCF77. Centrala, odašiljači i harmonizirani prijamnici predstavljaju funkcionalnu cjelinu s radnom okolinom, numeričkom relejnom zaštitom i daljinskim upravljanjem. Klasičan MTU s LMS funkcijom povezan je integracijskim procesom u elektroenergetici i informatici tako da se dodatni elementi pouzdanosti mogu ostvariti posredstvom koordinacije relejne zaštite, APU i svih razina MTU.

Tehnologija modula počiva na signal-procesoru, digitalnome mikroprocesoru i elektroničkim komponentama HVLSI razine pakovanja. Modularna izvedba, SMD elementi, distribuirani koncept zasnovan je na standardnom nizu harmoniziranih elemenata cijeloga MTU sustava. Redundantnost funkcija veoma smanjuje vrijeme zastoja kod potrošača zbog otklanjanja kvarova unutar sustava. Redundantnost funkcija elemenata MTU sustava najznačajnija je odlika MTU sustava pete generacije. Redundancija funkcija na software razini istih jednostrukih komponenata postiže istu ili višu pouzdanost nego stari koncept hardverskog dupliranja kritičnih elemenata sustava. Ovo se dakako odražava u konačnici na nižu cijenu MTU sustava. Radna okolina telemehanika i telemetrija veoma su razvijeni, lokalno i daljinsko upravljanje se obavlja pomoću staničnog računala, relejna zaštita je numerička, masovno se upravlja teretom, integracija funkcija i uređaja upravljanja, relejne zaštite, mjerenja MTU je prisutna na svim razinama.

Naglašena pojava standarda komunikacijskih protokola orijentiranih ka MTU i ovoj prijateljskoj okolini, SCADA i relejna zaštita, u okviru je integracijskog procesa. Dominantni proizvođači MTU odašiljača su: ABB, Zellweger-Enermet, Siemens i Landis & Gyr. U Hrvatskoj su odašiljači ove generacije u Rijeci, Splitu i Varaždinu.

Danas su kod nas u uporabi odašiljači treće, četvrte i pete generacije.

U funkcionalnome smislu odašiljači MTU-a u Hrvatskoj ne zaostaju bitno za onima u Europi. Bitni zaostatak se očituje u starosti opreme i održavanju, onome što zahtijeva kontinuitet financiranja.

Krešimir Šimleša, dipl. ing.
Elektroprimorje Rijeka

PRAVILNIK O PROCJENI UTJECAJA NA OKOLIŠ

Tijekom lipnja Vlada Republike Hrvatske i pojedina ministarstva donijeli su neke odluke i uredbe te usvojili nekoliko zakona, pravilnika među kojima je i ovaj pravilnik. Temeljem Zakona o zaštiti okoliša (Narodne novine, brojevi 82/94 i 128/99) ministar Ministarstva zaštite okoliša i prostornog uređenja donio je Pravilnik o procjeni utjecaja na okoliš. Pravilnik je objavljen u Narodnim novinama broj 59, od 16. lipnja 2000. godine.

Pravilnikom se određuju:

- zahvati za koje je obvezna procjena utjecaja na okoliš
- sadržaj, rok i način izrade studije o utjecaju na okoliš
- nain čdonošenja ocjene i zaključka o namjeravanom zahvatu
- način obavješćivanja javnosti i određivanja roka
- način sudjelovanja javnosti u odlučivanju
- prava i obveze sudionika u postupku.

Prema članku 2 "procjena utjecaja na okoliš postupak je ocjenjivanja prihvatljivosti namjeravanog zahvata s obzirom na okoliš i određivanje potrebnih mjera zaštite okoliša koje se provode u okviru pripreme namjeravanog zahvata, odnosno prije izdavanja lokacijske dozvole ili drugog odobrenja za zahvat za koji izdavanje lokacijske dozvole nije potrebno".

Ovim člankom utvrđena je sva terminologija koja se koristi u Pravilniku kao što je:

- zahvat u okoliš
- nositelj zahvata
- lokacija zahvata
- analiza koristi i troškova
- fizikalni model
- znanstveno utemeljeni model
- statistički model
- model analogije temeljen na ekspertnoj prosudbi
- javni uvid i javna rasprava.

Zahvati za koje je potrebna procjena utjecaja na okoliš utvrđeni su u članku 3. i prilogu, gdje je naveden detaljan popis zahtjeva.

Među zahvatima koji se odnose na energetske građevine, infrastrukturni priključci i veze duljine 1000 m i kraće ne podliježu procjeni. Popis energetskih građevina prikazan je pod točkom II. kako slijedi:

"II. ENERGETSKE GRAĐEVINE

2.1. Elektroenergetske građevine:

- hidroelektrane
- hidroelektrane u nizu od dvije i više akumulacija ako je slobodni vodotok između njih 1 km i kraći
- termoelektrane i druge energane toplinskog učinka 50 MJ/s i većeg, ukupno instaliranog na lokaciji
- nuklearne elektrane i ostali nuklearni reaktori
- elektrane s nekonvencionalnim izvorom energije
- dalekovodi, tarnsformatorska i rasklopna postrojenja napona
  - 110 kV ako su dio prijenosnog sustava
  - 220 kV i višeg.

2.2. Skladištenje i transport nafte i plina s pripadajućim građevinama, odnosno uređajima i postrojenjima:

- naftni terminali i terminali ukapljenog plina (UPP)
- podzemna skladišta prirodnog plina
- skladišta nafte ili njezinih tekućih derivata kao samostalni objekti, kapaciteta 50.000 t i više
- skladišta ukapljenog plina (UNP) kao samostalni objekti, kapaciteta 10.000 t i više
- međunarodni i magistralni cjevovodi:
  - naftovodi
  - produktovodi
  - plinovodi.

2.3. Građevine za eksploataciju energetskih mineralnih sirovina:

- eksplatacijsko polje nafte i plina na kopnu i moru
- podzemna i površinska eksploatacija ugljena."

U člancima 4 do 11 utvrđuje se sadržaj studije utjecaja na okoliš. Ukoliko je poznata lokacija zahvata studija utjecaja na okoliš ima sadržaj prema članku 5. Ukratko, studija sadrži poglavlja:

A. Opis zahvata i lokacije

B. Ocjena prihvatljivosti zahvata

C. Mjere zaštite okoliša i plan provedbe

D. Zaključak studije (sažetak)

E. Sažetak studije za javni uvid priređen za širu javnost

F. Izvori podataka.

Ako lokacija zahvata nije određena ili nije pobliže određena dokumentima prostornog uređenja, studijom se mora ocijeniti i izbor lokacije zahvata. U tom slučaju sadržaj studije iz članka 5 treba dopuniti sadržajem iz članka 7 - ocjenom prihvatljivosti lokacije zahvata.

U člancima 12 do 17 utvrđeno je imenovanje i rad komisije za ocjenu utjecaja na okoliš.

Sudjelovanje javnosti utvrđeno je člancima 18 do 21. Tako članak 19 utvrđuje da se studija stavlja na uvid koji traje najmanje 14, a najviše 21 dan. Dokumentacija potrebna za provedbu javnog uvida cjelokupna je dokumentacija studije i dovoljan broj sažetaka studije koji su razumljivi široj javnosti.

Kako se donosi i što sadrži zaključak komisije utvrđeno je u člancima 22 do 24.

Prema članku 25 postupci procjene utjecaja na okoliš započeti do stupanja na snagu ovog Pravilnika dovršit će se po odredbama Uredbe o procjeni utjecaja na okoliš iz Narodnih novina broj 34/97 i 37/97.

Studija, izrađena prema gore navedenoj Uredbi o procjeni utjecaja na okoliš, može se koristiti kao stručna podloga za procjenu utjecaja na okoliš još tri mjeseca od dana stupanja na snagu ovog Pravilnika. Ovaj Pravilnik stupa na snagu osmog dana od objave u narodnim novinama.

SBK

ODLUKA O VISINI NAKNADE ZA KORIŠTENJE VODA

Zakonom o vodama (NN 107/95) uređuje se između ostaloga i pravni status voda i vodnog blaga, način i uvjeti upravljanja vodama, tj. korištenje voda, zaštita voda, uređenje vodotoka i drugih voda i zaštita od štetnog djelovanja voda. Pravna osoba za obavljanje poslova upravljanja vodama je tvrtka "Hrvatske vode".

Prema članku 9. ovog zakona utvrđeno je da u vodne građevine s obzirom na njihovu namjenu čine između ostalih i objekti za proizvodnju električne energije, odnosno akumulacije, dovodni i odvodni kanali i drugi objekti pripadajući ovim građevinama. Koncesijom se stječe pravo obavljanja gospodarskih djelatnosti na vodama, odnosno korištenje vodne snage radi proizvodnje električne energije. Odluku o dodjeli koncesije za ovu namjenu donosi Sabor RH.

Sredstva za financiranje upravljanja vodama osiguravaju se u skladu sa Zakonom o financiranju vodnog gospodarstva (NN 107/95). Prema ovom zakonu među izvore sredstava za financiranje vodnog gospodarstva uključena je i naknada za korištenje voda, koju plaćaju pravne i fizičke osobe koje koriste vodnu snagu za proizvodnju električne energije ili za pogon postrojenja (čl. 4 i 10).

Naknada za korištenje vodne snage za proizvodnju električne energije plaća se prema količini proizvedene električne energije (kWh), a za korištenje vodne snage za pogon ostalih postrojenja plaća se prema snazi postrojenja (kW) (čl. 11). Visinu naknade (tarifa) za korištenje voda određuje Vlada RH. Visina naknade može se odrediti u različitim iznosima, ovisno o kakvoći vode, specifičnim uvjetima i ulaganjima potrebnim radi osiguranja potrebnih količina vode (čl. 12).

Sredinom lipnja Vlada Republike Hrvatske donijela je Odluku o visini naknade za korištenje voda i korištenje vodnih snaga. Odluka je objavljena u Narodnim novinama broj 62 od 27. lipnja ove godine. Danom stupanja na snagu ove Odluke prestaje vrijediti Odluka o visini naknade za korištenje voda objavljene u Narodnim novinama broj 15/91, 19/92, 79/92, 84/92, 2/93 i 1/94.

Prema novoj odluci, u točkama III i IV utvrđena je naknada za hidroelektrane.

Visina naknade za korištenje vodnih snaga za proizvodnju električne energije iznosi 7,5 % od cijene kWh ostvarene prosječne cijene električne energije na pragu elektrane.

Visina naknade za korištenje vodnih snaga za pogon postrojenja iznosi 2,00 kune za 1 kW ukupne snage postrojenja.

Odluka stupa na snagu 1. srpnja 2000. godine.

SBK

UREDBA O UREDU ZA INTERNETIZACIJU

Uredba je objavljena u Narodnim novinama broj 62 od 27. lipnja 2000. godine. Uredbom se osniva **Ured za internetizaciju** kao stručna služba Vlade RH za obavljanje stručnih i administrativnih poslova internetizacije iz djelokruga i za potrebe Vlade RH, a osobito:

- stvaranja tehničkih, kadrovskih, organizacijskih, zakonskih, sigurnosnih i financijskih pretpostavki za sveobuhvatno uvođenje interneta u svakodnevni život, kao preduvjet brzog, sveobuhvatnog i kvalitetnog ostvarenja ciljeva Programa Vlade RH
- poticanja i koordiniranja izgradnje internetizacijske infrastrukture
- pripreme zajedničkih osnova i standarda uvođenja interneta u tijela državne uprave i omogućavanja suvremene komunikacije tijela državne uprave s građanstvom
- promoviranja internetizacije kao dijela općeg stupnja kulture i obrazovanja, te koordiniranja izrade i organizacije programa stalne obuke, obrazovanja i samoobrazovanja u sve druge vidove obrazovanja s ciljem kvalitetnog i sveobuhvatnog korištenja informacijskih resursa na svim razinama.

Nadzor nad Uredom ima Povjerenstvo za internetizaciju. Kao stručno tijelo Ureda osniva se Savjet za internetizaciju.. Na čelu Ureda je predstojnik kojeg imenuje i razrješava Vlada.

Način rada Ureda propisat će se posebnim Pravilnikom o unutarnjem redu Ureda. Danom donošenja Pravilnika u unutarnjem redu Ureda, ovaj počinje s radom.

SBK

MEĐUNARODNA KONFERENCIJA O NUKLEARNOJ ENERGIJI

U organizaciji Hrvatskog nuklearnog društva (HND) uz suradnju s međunarodnom agencijom za atomsku energiju IAEA i Europskog nuklearnog društva održana je u Dubrovniku, u lipnju ove godine, međunarodna konferencija o nuklearnoj energiji. Ovo je treća po redu konferencija na kojoj se razmatra nuklearna opcija u zemljama s malim ili srednjim elektroenergetskim sustavima. Prva je održana 1996. godine u Opatiji, druga 1998. godine u Dubrovniku.

Prezentirani referati tiskani su na engleskom jeziku u zborniku "Nuclear Option in Countries with Small and Medium Electricity Grids".

Po tematici referati su svrstani u desetak grupa:

- energetske opcije u zemljama s malim i srednjim elektroenergetskim sustavima
- reaktori za male i srednje elektroenergetske sustave
- pogonska iskustva i iskustva na održavanju
- deterministička analize sigurnosti
- probabilistička analize sigurnosti
- radioaktivni otpad i dekomisija
- odnosi s javnošću
- spremnost u izvanrednim slučajevima
- odgovornost i osiguranje protiv nukleàrne štete.

Također je organiziran i okrugli stol, gdje se raspravljalo o gore navedenim temama.

Kako su referati u zborniku tiskani na engleskom jeziku nastavno je dat njihov pregled, također na engleskom jeziku.

S-1.1. Nuclear Energy in Korea *(Ahn J. H.)*

S-1.2. Power Supply Strategy in Lithuania *(Galinis A.)*

S-1.3. Conditions of Nuclear Energy Policy Development in Ukraine *(Hudyma A. - Piriashvili B. - Khakimov Y. - Khushtchov D.)*

S-1.4. The Future of the Croatian Power Sector *(Jelčić A. - Slipac G.- Zeljko M.)*

S-1.5. Probablistic Economic Evaluation of Nuclear and Gas Options in Countries with Small Electricity Grids *(Juanico L. E. - Florido P. C. - Bergallo J. E.)*

S-1.6. Nuclear Power for Developing Countries *(Kendall J. - Kupitz J. - Rogner H. H.)*

S-1.7. Nuclear Energy in Transition Coutries *(Knapp V.)*

S-1.8. Role of Nuclear and Other Energy Sources in the Cuban Electricity Grid *(López I. - Pérez D.)*

S-1.9. Cernavoda N. P. P. Integration in the Romanian Grid *(Prodan R.)*

S-1.10. Results from the Macedoniam Power System Development Planning *(Volkanovski A. - Bosevski T. - Todorovski M)*

S-2.1. Argentinean Integrated Small Reactor Design and Scale Economy Analysis of Integrated Reactor *(Florido P. C. - Bergalo J. B. - Ishida M. V.)*

S-2.2. Development of Small (600 Mwe Class) KSNP Design *(Han K. I.)*

S-2.3. Candu 6 - The Highly Successful Medium Sized Reactor *(Hedges K. R. - Allien P. J. - Hopwood J. M.)*

S-2.4. Global Trends in Advanced Reactor Developments and the Role of the IAEA *(Kupitz J. - Cleveland J.)*

S-2.5. Application of the Combined Cycle LWR-Gas Turbine to PWR for NPP Life Extension Safety Upgrate and Improving Economy *(Kuznetzov Yu. N. -Lisitsa F. D. - Smirov V. G.)*

S-2.6. Small LMR Electric Power for Small Grids *(Minato A. - Handa N.)*

S-2.7. Once-Through Uranium Thorium Fuel Cycle in Candu Reactors *(Ozdemir S. - Çubukç E.)*

S-3.1. Ful Scope Simulator Commissioning & Training Experience At Carnavoda NPP *(Balan M.)*

S-3.2. Mochovce NPP Safety Measures Evaluation from Point of View on Operational Safety Enhancement *(Cilik I. - Vrtik L.)*

S-3.3. Overview and Participation of the Republic of Croatia to the IAEA Regional to Projekt Rer/4/020 on "Advanced NDT of Primary Circuit Components of VWER NPPS)

S-3.4. Nuclear Equipments Recalification Based on the Service Experience *(Geamba°u C. - Segārceanu D.)*

S-3.5. Y2k Lessons Learned for Electric Grid Stability *(Gueorguiev B. - Janev I. L. - Purvis E. E.)*

S-3.6. Radiation Degradation of RPV Steel Investigated By Positron Annihilation Spectroscopy *(Haščik J. - Lipka J. - Gröne R. - Slugeò V. - Kupča L.)*

S-3.7. Some Aspects of Configuration Management at Nuclear Power Plant Krško (Nek) *(Heruc Z. - Podhraški M.)*

S-3.8. The Effect of Thermal and Radiation Accelerated Ageing on the A.C. Electric Motor Parameters *(Ivan P. - Segārceanu D.)*

S-3.9. Y2k Experience at Nuclear Power Plant Krško - Project Experience & Lesson Learned (*Mandić D.)*

S-3.10. INETEC Experience in Eddy Current Testing of WWER Steam Generators *(Nadinić B.)*

S-3.11. The Slovak Nuclear Regulatory Authority and Start-up of the Mochovce NPP*(Šeliga M. - Micankova J.)*

S-3.12. Experience with High Step Load Decrease from Full Power in NPP Krško *(Vuković V.)*

S-4.1. Prediction of Heat and Mass Transfer in Innovative Nuclera Reactors *(Ambrosini W. - Forgione N. - Manfredini A. - Oriolo F.)*

S-4.2. Relaps Low Temperature Overpressurization Analysis for NPP Krško *(Bašić I. - Kranjc B. - Bajs T.)*

S-4.3. Verification of the Coupled Code RELAPS5-QUABOX/CUBBOX by Large Load Rejection Analysis for NPP Krško *(Benčik V. - Feretić D. - Grgić D.)*

S-4.4. Application of Relaps to the Analysis of Large Scale Integral Experiments *(D' Auria F. - Galassi G. M.)*

S-4.5. Outcome from the Regional Co-Operation in the Area of the Safety Analysis Methodology *(D' Auria F. - Mavko B. - Prošek A. - Debrecin N. - Bajs T.)*

S-4.6. A Qualitative Approach to Uncertainly Analysis for the PWR Rod Ejection Accident *(Diamond D. J. - Aronson A. L. - Yang C. -Y)*

S-4.7. A Pilot Application of a Relap File to the Steady State and Transient Analysis of a Test Ection Inside the Br2 Reactor *(Ferri M. G. - D'auria F. - Forasassi G. - Giot M.)*

S-4.8. Analysis of Inadvertent Containment Spray Actuation to NPP Krško *(Grgić D. - Špalj S. - Fancev T.)*

S-4.9. A Hierarchical Scaling Methodology to Evaluating the Hydrogen Distribution Inside an APWR Containment System *(Manfredini A. - Oriolo F. - Paci S.)*

S-4.10. Determination of BWR Stability Characteristic from Numerically Obtained System Responses *(Mori M. - D'auria F. - W . J. M. De Kruijf, T. H. J. J. Van Der Hagen)*

S-4.11. Improvement of a Feed and Bleed Process for A 900 MWe NPP Using the Sipact Simulator *(Pochard R. - Jedrezejevski F. - Mazauric X. - Carteron P. Y.)*

S-4-12. Npp Krško Containment Response Following Main Steam Line Break *(Špalj S. - Grgić D. - Čavlina N.)*

S-4.13. Transient Modeling of Smart Using Modular Modeling System (Mms) *(Yoon J. - Kang H. O. - Lee D. J. - Chang M. H. - Kim S. H.)*

S-5.1. Fire Risk Assessment in Germany *(Berg H. P.)*

S-5.2. Application of PSA to Assess the Safety Level of Nuclear Power Plants *(Berg H. P. - Görtz R.)*

S-5.3. Probablistic Assessment of Grid Disturbance Initiating Events *(Guptan R. - Bajaj S. S.)*

S-5.4. Event Investigation *(Korošec D.)*

S-5.5. Needs of the CSAU Uncertainty Method *(Prošek A. - Mavko B.)*

S-5.6. Binning of NEK IPE Core Damage Sequences *Mikuličić V. - Šimić Z. - Vrbanić I.)*

S-5.7. Npp Krško Living PSA Concept *(Vrbanić I. - Špiler J.)*

S-6.1. Radiological Shielding Analysis of Special Building for the Old NPP Krško Steam Generators *(Baće M. - Ječmenica R. - Šmuc T.)*

S-6.2. The Radioactive Waste Management Programme in Spain *(Beceiro A. R. - Vico E.)*

S-6.3. Evaluation of the Overall Costs for the Croatian Respository: Varrying Site, Designs and Financial Parameters *(Kučar-Dragičević S. - Subašić D. - Lebegner J.)*

S-6.4. Derivation of Waste Acceptance Criteria to Low and Intermediate Level Waste in Surface Disposal Facility Activities Limits at the Centre De l'Aube (France) *(Gagner L. - Voinis S.)*

S-6.5. Radiological Protection Criteria for the Safety Assessment of LLW Respository in Croatia. *(Levanat I. - Lokner V. - Subašić D.)*

S-6.6. Initialization of Safety Assessment Process for the Croatian Radioactive Waste Respository on Trgovska Gora *(Lokner V. - Levanat I. - Subašić D.)*

S-6.7. Radioactive Waste Management Program Activities In Croatia *(Matanić R.)*
S-6.8. Transfer of Radioactive Waste Management Expertise from Switzerland to Other Countries with Small Nuclear Power Programmes *(Mckinley I. - Birkhäuser Ph. - Kickmaier W. - Vomvoris S. - Zuidema P.)*
S-6.9. Analytic Approximation to Radiation Fields from Line Source Geometry *(Michieli I.)*
S-6.10. Radiological Implications of Spent Fuel Pool Capacity Increase by Spent Fuel Consolidation *(Pevec D. - Trontl K. - Lebegner J.)*
S-6.11. An Approach for Groundwater Modeling *(Škanata D. - Medaković S.)*
S-6.12. Brief Assessment of Krško NPP Decommissioning Costs *(Škanata D. - Medaković S. - Debrecin N.)*
S-6.13. Final Remediation of the Provisional Storage Near Zavratec *Železnik N. - Mele I.)*
S-7.1. How to Win Nimby Sindrom *(Čerškov M. - Kučar-Dragičević S. - Subašić D.)*
S-7.2. Education in Radiation Protection: What are the Future Needs? *(Dodig D. - Kasal B. - Težak S. - Poropat M. - Kubelka D.)*
S-7.3. Pifalls on the Way Towards the Acceptance of a Disposal Site of LLW in a Densely Populated Country the Belgian Case *(Hooft E. - Decamps F.)*
S-7.4. Climate Change and Nuclear Power *(Jurković I.-A. - Feretić D. - Debrecin N.)*
S-7.5. Ethics and Nuclear Energy *(Nežić N. - Dodig D.)*
S-7.6. Public Opinion Survey "Nuclear Energy - The Present and the Future" *Jurković I.-A. - Prah M. - Ječmenica R. - Matanić R. - Lebegner J.)*
S-7.7. Knowledge of the Inhabitants of Belarus on the Radiation and Power Problems *(Vastchenko S.)*
S-8.1. Procedures for Field Measurements in Case of Nuclear Accident *(Barišić D. - Lulić S.)*
S-8.2. Emergency Preparedness and Response for the Non-reactor Countries *(Buglova E.)*
S-8.3. Harmonization of Nuclear Emergency Prepadness in Central and Eastern Europe *(Buglova E. - Crick M. - Martinčić R. - Reed J. - Winkler G. L.)*
S-8.4. How to Manage Public Information in Case of Nuclear Emergency *(Čaldarović O.)*
S-8.5. Effective Nuclear and Radiation Emergency Planning *(Grlicarev I.)*
S-8.6. Courses of Emergency Prepadness and Medical Procedures in Case of a Nuclear Accident Organised in Zagreb, Croatia *(Kasal B. - Dodig D. - Težak S.)*
S-8.7. A Guide for Selecting Protection Measures *(Korn H. - Strilek I.)*
S-8.8. Emergency Planning and response Preparedness in Slovenia *(Martinčić R. - Frlin-Lubi A. - Ušeničnik B.)*
S-8.9. Legislative Framework on Establishing Emergency Response Plan in Case on a Nuclear Accident *(Novosel N. - Valčić I. - Bišćan R.)*
S-8.10. Severe Accidents Risk Assessment as a Basic for Emergency Preparedness *(Šinka D. - Mikuličić V.)*
S-8.11. Improvements of Existing Early Warning System in Croatia *(Tomiša T.)*
S-9.1. Liability Legislation in Ukraine *(Hamankov V.)*
S-9.2. Nuclear Liability Claims Handling and Costs - Germany and Some Comparative Solutions *(Harbrücker)*
S-9.3. Update on the Vienna Protocol and CSC: Issues of Implementation and Application in national Legislative *(Horbach N.)*
S-9.4. The Price - Anderson Act *(Jones R.)*
S-9.5. Nuclear Liability in Russia - Current Status and Expected Development *(Karpov A. E. - Borisov D. G.)*
S-9-6. Nuclear Insurance Pools: World-wide Practice and Perspective *(Reitsma S.)*
S-9.7. Developments in International Conventions on Nuclear Third Party Liability *(Reyners P.)*
S-9.8. Nuclear liability Legislation in Republic Croatia *(Sladonja B.)*
S-9.9. Prescription Periods in the Revised Paris Convention and Its Consequences for Insures - Approach and Solutions in Some EU Countries *(Stanislas A.)*
S-9.10. Nuclear Liability Legislation in Slovenia - Current Status and Expected Development *(Škraban A.)*
S-9.11. Insurance Consideration Arisng from the Revision of the Paris and Brussels Conventions on Nuclear Liability *(Warren G.)*
S-9.12. Nuclear Liability Legislation in the Czech republic - Current Status and Expected Development *(Zaruba P. - Posad M.)*
IL-1. The Case for Innovation in Nuclear Reactor and Fuel Cycle Designs *(Mourogov V. M.)*
IL-2. Nuclear Power as an Option in Electrical Generation Planning for Croatia *(Feretić D. - Tomšić Ž. - Čavlina N. - Kovačević T.)*

SBK

ZAKON O TELEKOMUNIKACIJAMA

Zastupnički dom Hrvatskog državnog sabora na sjednici 30. lipnja 1999. godine donio je Zakon o telekomunikacijama (u daljnjem tekstu: Zakon), te je isti objavljen 19. srpnja 1999. godine. u "Narodnim novinama" broj 76/99.

Ovo je drugi zakon donesen u Republici Hrvatskoj kojim se uređuju telekomunikacije, radio, televizija i kabelska televizija, kao i odnosi između davatelja i korisnika telekomunikacijskih usluga, te izgradnja, održavanje i uporaba telekomunikacijskih objekata i opreme i radijskih postaja.

Struktura Zakona o telekomunikacijama, "Narodne novine" broj 76/00

I. OPĆE ODREDBE
II. HRVATSKI ZAVOD ZA TELEKOMUNIKACIJE
III. TELEKOMUNIKACIJSKI SUSTAV
IV. JAVNE GOVORNE USLUGE
V. OSNOVNE TELEKOMUNIKACIJSKE USLUGE
VI. TRŽIŠNE TELEKOMUNIKACIJSKE USLUGE
VII. KONCESIJA I PRIJAVA ZA OBAVLJANJE TELEKOMUNIKACIJSKIH USLUGA I DRUGIH TELEKOMUNIKACIJSKIH DJELATNOSTI
VIII. TRŽIŠNO NATJECANJE
IX. ADRESIRANJE I NUMERIRANJE
X. ODREDBE O RADIJSKIM POSTAJAMA
XI. MJERE ZA ZAŠTITU OD SMETNJI
XII. RADIO I TELEVIZIJA
XIII. KABELSKA TELEVIZIJA
XIV. NADZOR

Prvi Zakon o telekomunikacijama objavljen je 1994. godine u "Narodnim novinama" broj 53/94. omogućio je liberalizaciju javnih telekomunikacija u pokretnoj mreži, kao i radija, televizije i kabelske televizije. Uz to, tim je zakonom koncesija bila predviđena i za uslugu prijenosa govora, zvuka, podataka, dokumenata, slika i dr. terminalnom opremom koja je priključena na javne telekomunikacije. Iznajmljivanje i prodaja telekomunikacijske opreme bilo je definirano kao usluga koju se obavlja u uvjetima slobodnog tržišta. Međutim, javne telekomunikacije u nepokretnoj mreži prema Zakonu o telekomunikacijama iz 1994. godine smjelo je izgrađivati i upotrebljavati jedino javno poduzeće Hrvatske telekomunikacije.

Novim Zakonom značajno je dopunjena regulacija liberalizacije telekomunikacijskog tržišta, što se vidi već na prvi pogled iz strukture Zakona i izmijenjene definicije pojma javne telekomunijacije: komercijalno pružanje telekomunikacija bilo kojim fizičkim ili pravnim osobama (za razliku od prijašnje: telekomunikacije koje su na raspolaganju javnosti i čiji uredi i postaje moraju udovoljiti svim potrebama za komunikacijama zbog kojih postoje).

Telekomunikacijske usluge i djelatnosti

Podjela telekomunikacijskih usluga i način sticanja prava na obavljanje usluge dani su u tablici 1.

Javna govorna usluga u nepokretnoj mreži je izdvojena kategorija usluge. Davatelji javnih govornih usluga, na području svoje koncesije, moraju:

- osigurati povezivanje s drugim telekomunikacijskim mrežama u Republici Hrvatskoj i u inozemstvu iz mreža i prema tim mrežama, prema međunarodnim normama,
- sklopiti pisani ugovor s pretplatnikom ili drugim davateljima telekomunikacijskih usluga o priključenju na svoju mrežu,
- korisnicima svojih usluga besplatno i na prikladan način učiniti dostupnim kratak i pregledan sažetak cjenika,
- automatski bilježiti podatke o uslugama koje su obavili za svoje korisnike usluga radi obračuna usluga i omogućiti im uvid u te podatke, na njihov zahtjev, te
- na zahtjev ministra mjerodavnog za telekomunikacije ili Zavoda u primjerenom roku dostaviti podatke o poslovanju, o mreži i o prometu, uključujući i povjerljive podatke.

Osnovne telekomunikacijske usluge su najmanji opseg telekomunikacijskih usluga određene kakvoće, koje su dostupne svim korisnicima u Republici Hrvatskoj nezavisno o tome gdje se oni nalaze i po pristupačnoj cijeni, a obuhvaćaju sljedeće:

- pristup javnoj govornoj usluzi putem priključka na napokretnu mrežu, putem kojeg se može upotrijebiti i telefax i modem, uključujući i telekomunikacijski prijenos podataka brzinama prijenosa ostvarivim pomoću vodova (kanala) za prijenos javne govorne usluge,
- besplatan i nesmetan poziv radi pristupa službama u slučaju opasnosti, uključujući i identifikaciju mjesta na kojem se nalazi pozivatelj, primjereno stvarnim mogućnostima pozivanja u slučaju opasnosti,
- pristup službi obavijesti (informacija),
- pristup popisu sudionika javne govorne usluge,
- postavljanje dovoljnog broja javnih telefonskih govornica na javnim i u svako doba dostupnim mjestima.

Operatori koji imaju koncesiju mogu steći pravo obavljanja osnovnih telekomunikacijskih usluga, odnosno tim se operatorima može nametnuti obveza obavljanja osnovnih telekomunikacijskih usluga.

Davatelji osnovnih usluga, na području svoje koncesije, moraju voditi posebno računovodstvo koje omogućuje odvojen obračun rezultata poslovanja u svezi s obavljanjem osnovnih telekomunikacijskih usluga od rezultata poslovanja u svezi s obavljanjem drugih telekomunikacijskih usluga ili druge djelatnosti, te obaviti godišnju reviziju računovodstvenih iskaza.

Istu obvezu imaju i davatelji tržišne telekomunikacijske usluge za koju je nužna uporaba radiofrekvencijskog spektra. Podjela tržišnih usluga navedena je u tablici 1. Osim telekomunikacijskih usluga, Zakon regulira i druge telekomunikacijske djelatnosti naveden u tablici 2.

Javna ustanova Hrvatski zavod za telekomunikacije

Iz strukture Zakona, te tablica 1 i 2 vidi se da istaknuto mjesto u reguliranju obavljanja telekomunikacijskih usluga i djelatnosti ima Novim Zakonom osnovan nezavisni regulator u telekomunikacijama, Javna ustanova Hrvatski zavod za telekomunikacije (u daljnjem tekstu: Zavod).

Osnivač Zavoda je Republika Hrvatska, a osnivačka prava ima Hrvatski državni sabor i Vlada Republike Hrvatske. Zavod je samostalan u obavljanju svoje djelatnosti i u poslovanju, a za svoj rad odgovara Hrvatskom državnom saboru kojem podnosi godišnje izvješće o radu.

Zavodom upravlja Upravno vijeće koje se sastoji od pet članova. Članove Upravnog vijeća imenuje Zastupnički dom Hrvatskoga državnog sabora na prijedlog Vlade Republike Hrvatske na vrijeme od pet godina, s tim da mogu biti imenovani za još jedno petogodišnje razdoblje. Voditelj Zavoda je ravnatelj kojeg imenuje Vlada Republike Hrvatske na vrijeme od četiri godine. Sjedište Zavoda je u Zagrebu. Zadatak je Zvoda regulacija i nadzor cijele telekomunikacijske djelatnosti radi zaštite interesa korisnika i davatelja telekomunikacijskih usluga.

Poseban naglasak u djelovanju Zavoda daje se osiguravanju djelotvornog natjecanja na telekomunikacijskom tržištu s jednakim mogućnostima za uspjeh u promicanju pristupa tržištu novim davateljima usluga. Zavod mora osigurati primjenu pravila natjecanja Europske zajednice specifična za područje telekomunikacija, te poštovanje načela otvorenog pristupa mreži (ONP-Open Network Provision) koja se primjenjuju u Europskoj zajednici.

Uredbom o imenovanju članova Upravnog vijeća Hrvatskog zavoda za telekomunikacije objavljenom 27. prosinca 1999. u "Narodnim novinama" broj 145/99 za članove Upravnog vijeća Hrvatskog zavoda za telekomunikacije imenovani su:

- Miljenko Krvišek,
- Marina Mustapić,
- mr. sc. Miroslav Bijele,
- Josip Ramljak te
- Mladen Rejkuba.

Upravno vijeće Javne ustanove Hrvatskog zavoda za telekomunijacije na sjedici održanoj 22. prosinca 1999. godine donijelo je Statut Hrvatskog zavoda za telekomunikacije, na koji je Vlada Republike Hrvatske dala suglasnost 30. prosinca 1999.

Također, 30. prosinca 1999. godine Vlada Republike Hrvatske donijela je:

- rješenje o imenovanju Dominika Filipovića ravnateljem Hrvatskog zavoda za telekomunikacije na vrijeme od četiri godine i
- rješenje o imenovanju Vladimira Dobrića zamjenikom ravnatelja Hrvatskog zavoda za telekomunikacije na vrijeme od četiri godine,

te su ista objavljena 31. prosinca 1999. u "Narodnim novinama" broj 14/99.

Vlada Republike Hrvatske na sjednici održanoj 20. travnja 2000. godine donijela je rješenje o razrješenju Dominika Filipovića dužnosti ravnatelja Hrvatskog zavoda za telekomunikacije, te je isto objavljeno 28. travnja 2000. u "Narodnim novinama" broj 45/00.

U nastavku su detaljnije razložena područja djelovanja Zavoda.

Dodjeljivanje prava obavljanja telekomunikacijskih usluga i djelatnosti

Zavod dodjeljuje pravo obavljanja telekomunikacijskih usluga i djelatnosti na sljedeći način:

- donosi odluku o davanju koncesije i sklapa ugovor o koncesiji za obavljanje
  - javne govorne usluge u nepokretnoj mreži,
  - osnovnih telekomunikacijskih usluga,
  - tržišnih telekomunikacijskih usluga u nepokretnoj mreži,
  - tržišnih telekomunikacijskih usluga s uporabom RF spektra,
  - djelatnosti kabelske televizije, te
  - djelatnosti reemitiranje radijskih i televizijskih programa drugih.
- Može zabraniti obavljanje tržišnih telekomunikacijskih usluga, kao i drugih djelatnosti javnih telekomunikacija manjeg tehničkog i gospodarskog značenja zatraženo pisanom prijavom.
- Izdaje ovlasti za obavljanje mjerenja i ispitivanja radi izdavanja potvrde o kakvoći (certifikata) ili izjave o usklađenosti, radi označavanja tehničke opreme i instalacije telekomunikacija i radijskih komunikacija i terminalne opreme, te radi označavanja električne i druge opreme o elektromagnetskoj kompatibilnosti (EMC).
- Izdaje ovlasti za obavljanje tehničkog pregleda za izgrađeni zajednički antenski sustav i instalaciju za distribuciju radijskih i televizijskih programa.
- Izdaje privremeno odobrenje za instaliranje i uporabu radijskih sustava i terminalne opreme radi tehničkog ili tržišnog ispitivanja.

Za djelatnost radija i televizije Zavod daje tehničku podlogu za natječaj za davanje koncesije, te sklapa ugovor o koncesiji na temelju odluke Vijeća za radio i televiziju o davanju koncesije.

Prije sklapanja ugovora o koncesiji, a nakon dodjele koncesije, Zavod obavlja tehnički pregled kako bi se utvrdilo ispunjava li trgovačko društvo propisane uvjete za dobivanje koncesije.

Zavod može donijeti rješenje o oduzimanju koncesije na određeno vrijeme ili trajno. Vezano uz postupak dodjeljivanja prava, Zavod predlaže Pravilnik o visini naknade za obavljanje telekomunikacijskih usluga i drugih telekomunikacijskih djelatnosti i načinu plaćanja.

Regulacija cijena i kvalitete usluga, te tehničkih normi

Zavod štiti interese korisnika, pa tako obavlja i sljedeće:

- predlaže pravilnik o koncesijama za obavljanje usluga u javnim telekomunikacijama kojim propisuje načela za određivanje trajanja koncesije, posebne uvjete glede cijene i kakvoće usluga, pristupa korisnika uslugama i raspoloživosti telekomunikacijskih sustava, kao i glede kakvoće i strukture programa, te načina i uvjeta za zajedničku uporabu istih odašiljača ili istih kanala za emitiranje radijskog ili televizijskog programa (time-sharing), i načina uvjeta za emitiranje ili distribuciju radijskog ili televizijskog programa drugog koncesionara, proizvođača programa ili autora programa,
- predlaže Pravilnik o općim uvjetima za obavljanje govornih usluga kojim se utvrđuju uvjeti, rokovi, način i postupak obavljanja usluga,
- odobrava cijenu tržišnih usluga koje pruža samo jedan davatelj usluga na tržištu,
- ravnatelj Zavoda propisuje načela cjenovnog sustava za određivanje cijena javnih govornih usluga u unutarnjem i međunarodnom prometu,
- Zavod izdaje potvrdu o kakvoći (certifikate) tehničke opreme i instalacije telekomunikacija i radijskih komunikacija i terminalne opreme, te određuje strane pravne osobe čije se potvrde o kakvoći ili izjave o usklađenosti i oznake priznaju u Republici Hrvatskoj,
- ravnatelj Zavoda donosi tehničke uvjete i uvjete uporabne za objekte, tehničku opremu i instalacije telekomunikacija, radijskih komunikacija i terminalne opreme namijenjene za uporabu u Republici Hrvatskoj.

Izrada planova numeriranja

Zavod je mjerodavan za djelotvorno upravljanje planovima numeriranja, izrađuje planove adresiranja i propisuje uvjete za ostvarenje prava na dodjelu i uporabu adrese, dodjeljuje elemente adresiranja davateljima telekomunikacijskih usluga za njihovu uporabu, te predlaže pravilnik o visini naknade za svaku moguću adresu.

Regulativa vezana uz radijske postaje

Zavod propisuje izgled i sadržaj obrazaca kojima se traži dozvole za radijsku postaju, obavlja tehnički pregled radijske postaje, izdaje dozvole i odobrenja za uvoz radijskih postaja, izdaje dozvole za radijske postaje, vodi popis izdanih dozvola, a može poništiti dozvolu za radijsku postaju ili izmijeniti uvjete iz dozvole. Prema potrebi obavlja međunarodno usklađivanje uporabe radijske frekvencije.

Također, Zavod predlaže propis o indentifikaciji radijskih postaja, te

- Pravilnik o naknadi za uporabu radijskih frekvencija i načinu plaćanja i
- Pravilnik o namjeni radiofrekvencijskog spektra i dodjeli radijskih frekvencija koji mora biti usklađen na međunarodnoj razini,

a ravnatelj Zavoda donosi Propis o veličini zaštitne zone i radijskog koridora, te određuje gornju granicu snage zračenja za radijske postaje namijenjene postavljanju u gradovima i naseljima gradskog obilježja.

Onemogućavanje i sprečavanje zloporabe nadmoćnog položaja na tržištu

Zavod odobrava cijenu javne govorne usluge i usluge iznajmljivanja vodova, kao i uvjete poslovanja davatelja usluga sa znatnijom tržišnom snagom, a može i pravilnikom odrediti okvirne uvjete poslovanja. Također, Zavod može davatelju usluga sa znatnijom tržišnom snagom nametnuti pravila ponašanja ili zabraniti određena ponašanja sukladno načelu nediskriminiranja. Uz to, ako postoji opravdana sumnja da su prekršene odredbe o strukturnom odvajanju i zasebnom obračunavanju telekomunikacijskih usluga i djelatnosti jednih od drugih, te na različitim telekomunikacijskim tržištima, Zavod može pokrenuti istragu.

Arbitriranje u sporovima između davatelja usluga

U slučaju neslaganja dvaju ili više operatora u pitanjima međusobnog povezivanja Zavod donosi odluku koja zamjenjuje ugovor između sudionika međusobnog povezivanja, a koja je u skladu sa Smjernicom Vijeća Europe o ostvarivanju unutarnjeg tržišta telekomunikacijskih usluga uvođenjem otvorenog pristupa mreži. Također, od tvrtki sa znatnijom tržišnom snagom Zavod može zatražiti izradu lista standardnih ponuda međusobnog povezivanja za njihove mreže.

Vijeće za radio i televiziju

Za davanje koncesija za obavljanje djelatnosti radija i televizije mjerodavno je Vijeće za radio i televiziju, sastavljeno od devet članova koji se imenuju iz reda javnih, prosvjetnih, kulturnih, te stručnih i vjerskih djelatnika.

Vijeće javno prikuplja ponude ili raspisuje natječaj radi davanja koncesija na tehničkoj podlozi koju daje Zavod u skladu s Pravilnikom o namjeni radiofrekvencijskog spektra i dodjeli radijskih frekvencija. Administrativne, stručne i tehničke poslove za Vijeće obavlja Zavod.

Početni sastav Vijeća za radio i televiziju imenovan je Odlukom Zastupničkog doma Hrvatskog državnog sabora objavljenom 9. studenog 1999. u "Narodnim novinama" broj 117/99, a razriješen Odlukom objavljenom 20. srpnja 2000. u "Narodnim novinama" broj 72/00.

Odlukom o imenovanju objavljenom 20. srpnja 2000. u "Narodnim novinama" broj 72/00 za članove Vijeća za radio i televiziju na pet godina Zastupnički dom Hrvatskoga državnog sabora imenovani su:

prof. dr. sc. BRANKA ZOVKO CIHLAR,
dr. sc. ZRINJKA PERUŠKO ČULEK,
prof. dr. sc. IVO JOSIPOVIĆ,
dr. sc. don IVAN GRUBIŠIĆ,
mr. sc. MARINA MUČALO,
NIKOLA GAMILEC,
prof. BRUNO GAMULIN,
dr. sc. IVO MATELJAN i
VLASTA RAMLJAK.

Telekomunikacijsko vijeće korisnika

Ministar mjerodavan za telekomunikacije osniva Telekomunikacijsko vijeće korisnika usluga, samostalno i neovisno tijelo, koje sudjeluje u rješavanju spornih pitanja između davatelja i korisnika telekomunikacijskih usluga. Ovo vijeće prati stanje u području telekomunikacijskih usluga, poglavito o kakvoći i cijeni usluga, te ima pravo od Zavoda i davatelja telekomunikacijskih usluga tražiti obavijesti i dokumentaciju koja je u svezi s njegovim radom. O svojim saznanjima i ocjenama, prema potrebi, izvješćuje Ministarstvo, Zavod i druga mjerodavna tijela s prijedlogom za poduzimanje mjera u skladu sa zakonom.

Telekomunikacijsko vijeće korisnika usluga djeluje pri Zavodu, koji za njega obavlja stručne i administrativne poslove.

Privatne telekomunikacije

Privatne telekomunikacije su telekomunikacije za članove zatvorenih korisničkih skupina i samo za vlastite potrebe pravnih fizičkih osoba i ne obuhvaćaju pružanje telekomunikacija javnosti, tj. komercijalno pružanje telekomunikacija drugim pravnim i fizičkim osobama. Za postavljanje i uporabu telekomunikacijske opreme i mreža za privatne telekomunikacije nije potrebna koncesija.

Iznimke glede primjene Zakona

Zakon se ne primjenjuje na telekomunikacijsku opremu koja je postavljena i upotrebljava se jedino za potrebe vojske, policije, diplomacije, financijske policije i carine, a frekvencije za rad te opreme koriste se na temelju ugovora (dogovora) s Hrvatskim zavodom za telekomunikacije. Također, Zakon se ne primjenjuje na telekomunikacijsku opremu (poglavito radijske sustave i terminalnu opremu) koja je postavljena i upotrebljava se jedino za potrebe Hrvatskog zavoda za telekomunikacije.

Prijelazne odredbe

Osoba koja je na dan stupanja na snagu novog Zakona obavljala djelatnost javnih telekomunikacija na temelju koncesije ili ovlasti dane prema propisima koji su vrijedili do dana stupanja na snagu ovoga Zakona nastavlja obavljati tu djelatnost prema odredbama novog Zakona do isteka roka važenja te koncesije ili ovlasti.

Pravna osoba koja obavlja djelatnost u javnim telekomunikacijama na dan stupanja na snagu novoga Zakona bez koncesije mora uskladiti obavljanje te djelatnosti s odredbama Zakona najkasnije do 1. siječnja 2000., te najkasnije do 1. siječnja 2001. pribaviti propisanu koncesiju i sklopiti propisani ugovor o koncesiji.

HT - Hrvatske telekomunikacije d.d. ima sljedeća isključiva prava do 31. prosinca 2002. godine:

1. pravo biti operator nepokretne javne telekomunikacijske mreže,
2. pravo pružati javne govorne usluge putem nepokretne mreže,
3. pravo pružati međunarodne telekomunikacijske usluge,

što treba regulirati ugovorom o koncesiji između Vlade Republike Hrvatske i HT d.d.-a. Vlada Republike Hrvatske treba dodijeliti koncesije i sklopiti ugovore o koncesiji s HT d.d.-om za obavljanje telekomunikacijskih usluga koje je HT d.d. obavljao, odnosno imao pravo obavljati bez koncesije prema propisima koji su vrijedili do stupanja na snagu novoga Zakona.

Izmjene i dopune Zakona

Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o telekomunikacijama objavljen je 30. studenog 2000. u "Narodnim novinama" broj 128/99., a sadrži manje izmjene vezane uz djelatnost radija i televizije.

Tablica 1 - Telekomunikacijske usluge

	telekomunikacijska usluga	pravo obavljanja usluge stječe se
1	**javne govorne usluge u nepokretnoj mreži (čl. 12)**	na temelju koncesije Zavoda (daje se u postupku povodom zahtjeva zainteresiranog trgovačkog društva)
2	**osnovne telekomunikacijske usluge (čl. 20)**	na temelju koncesije Zavoda (Zavod prikuplja ponude ili obvezuje jednog ili više operatora koji imaju koncesiju)
3a	**tržišne telekomunikacijske usluge u nepokretnoj mreži (čl. 25)**	na temelju koncesije Zavoda (daje se u postupku povodom zahtjeva zainteresiranog trgovačkog društva)
3a-1	prijenos zvuka, podataka, dokumenata, slika i drugo telekomunikacijskim kapacitetima u nepokretnoj mreži, bez prijenosa govora u realnom vremenu	
3a-2	davanje u najma telekomunikacijskih vodova	
3a-3	priključenje pretplatničke terminalne opreme na telekomunikacijsku mrežu u svezi s uslugama 3a-1 i 3a-2	
3a-4	druge telekomunikacijske usluge u svezi s uslugama 3a-1, 3a-2 i 3a-3 koje su utvrđene ugovorom o koncesiji	
3b	**tržišne telekomunikacijske usluge s uporabom RF spektra (čl. 26)**	na temelju koncesije Zavoda (daje se nakon provedenog postupka javnog prikupljanja ponuda ili postupka javnog natjecanja)
3b-1	prijenos govora, zvuka, podataka, dokumenata, slika i drugo telekomunikacijskim kapacitetima u pokretnoj mreži i putem satelita u pokretnoj i nepokretnoj satelitskoj službi	
3b-2	priključenje pretplatničke terminalne opreme na telekomunikacijsku mrežu u svezi s uslugama iz točke 1. ovoga stavka	
3b-3	druge telekomunikacijske usluge u svezi s uslugama 3b-1 i 3b-2 koje su utvrđene ugovorom o koncesiji	
3c	**otale tržišne telekomunikacijske usluge (čl. 27)**	podnošenjem pisane prijave Zavodu barem 60 dana prije početka rada
3c-1	prijenos govora, zvuka, podataka, dokumentata, slika i dr. terminal. opremom priključenom na telekom. mrežu drugih davatelja usluga	
3c-2	iznajmljivanje i prodaja telekomunikacijske opreme	
	postavljanje i održavanje telekomunikacijskih objekata, instalacija i opreme za račun drugih	
	projektiranje i obavljanje nadzora (prema posebnom zakonu kojim su uređena pitanja gradnje građevine) u svezi s gradnjom i postavljanjem telekom. objekata, instalacija i opreme za račun drugih	
	dokazivanje kakvoće izvedenih radova za telekomunikacijski dio telekomunikacijske građevine	

Tablica 2 - Telekomunikacijske djelatnosti

telekomunikacijska djelatnost	pravo obavljanja djelatnosti stječe se
kabelska televizija (čl. 87.)	na temelju koncesija Zavoda (daje se u postupku povodom zahtjeva zainteresiranog trgovačkog društva)
radio (čl. 75.)	na temelju koncesije Vijeća za radio i televiziju (daje se nakon provedenog postupka javnog prikupljanja ponuda ili postupka javnog natjecanja)
televizija (čl. 75.)	
reemitiranje radijskih i televizijskih programa drugih putem repetitora (čl. 29. st. 5.)	na temelju koncesije Zavoda (daje se u postupku povodom zahtjeva zainteresiranog trgovačkog društva)
obavljanje drugih djelatnosti javnih telekomunikacija manjeg tehničkog i gospodarskog značenja (čl. 29. st. 2).	podnošenjem pisane prijave Zavodu barem 60 dana prije početka rada
obavljanje tehničkog pregleda za izgrađeni zajednički antenski sustav i instalaciju za distribuciju radijskih i televizijskih programa	na temelju ovlasti Zavoda
obavljanje mjerenja i ispitivanja radi izdavanja potvrde o kakvoći (certifikata) ili izjave o usklađenosti, te radi označavanja tehničke opreme i instalacije telekomunikacija i radijskih komunikacija i terminalne opreme (čl. 6. st. 5.)	na temelju ovlasti Zavoda
obavljanje mjerenja i ispitivanja radi označavanja električne i druge opreme o elektromagnetskoj kompatibilnosti (EMC) (čl. 69. st. 2.)	na temelju ovlasti Zavoda
instaliranje i uporaba radijskih sustava i terminalne opreme radi tehničkog ili tržišnog ispitivanja (čl. 10.)	na temelju privremenog odobrenja Zavoda

Koncesije dodijeljene nakon stupanja na snagu Zakona o telekomunikacijama ("Narodne novine", br. 76/99 i 128/99)

Vlada Republike Hrvatske na sjednici održanoj 16. rujna 1999. godine donijela je tri odluke o dodjeli koncesije Dioničkom društvu HT - Hrvatske telekomunikacije d.d., Zagreb, Jurišićeva 13 (u daljnjem tekstu: HT).

Prva je Odluka o dodjeli koncesije za obavljanje:

- javnih govornih usluga u nepokretnoj mreži iz članka 12. Zakona o telekomunikacijama i
- tržišnih telekomunikacijskih usluga u nepokretnoj mreži iz članka 25. Zakona o telekomunikacijama.

Koncesija je dodijeljena na rok od 30 godina.

Istom odlukom HT na državnoj razini stiče sljedeća isključiva prava do 31. prosinca 2002. godine:

- pravo biti operator nepokretne javne telekomunikacijske mreže;
- pravo pružati javne govorne usluge putem nepokretne mreže;
- pravo pružati međunarodne telekomunikacijske usluge.

Druga je Odluka o dodjeli koncesije za izgradnju i uporabu javnih telekomunikacija u globalnom sustavu pokretne mreže GSM Dioničkom društvu HT - Hrvatske telekomunikacije d.d., Zagreb, Jurišićeva 13. Koncesija je dodijeljena na rok od 10 godina. Na temelju te koncesije HT sječe pravo obavljanja tržišne telekomunikacijske usluge s uporabom radiofrekvencijskog spektra u globalnom sustavu pokretne mreže GSM, sukladno članku 26. Zakona o telekomunikacijama.

Treća je Odluka o dodjeli koncesije za izgradnju i uporabu javnih telekomunikacija u NMT sustavu. Koncesija je dodijeljena na rok od 30 godina. Na temelju te koncesije HT stječe pravo obavljanja tržišne telekomunikacijske usluge s uporabom radiofrekvencijskog spektra u NMT sustavu, sukladno članku 26. Zakona o telekomunikacijama.

Prve dvije Odluke objavljene su 17. rujna 1999. u "Narodnim novinama" broj 94/99, dok je treća objavljena 20. rujna 1999. u "Narodnim novinama" broj 95/99.

PRAVILNICI DONESENI NAKON STUPANJA NA SNAGU ZAKONA O TELEKOMUNIKACIJAMA ("Narodne novine", br. 76/99 i 128/99)

Pravilnik o visini naknade za obavljanje telekomunikacijskih usluga i drugih telekomunikacijskih djelatnosti i načinu plaćanja

Na prijedlog Zavoda Ministar pomorstva, prometa i veza donio je Pravilnik o visini naknade za obavljanje telekomunikacijskih usluga i drugih telekomunikacijskih djelatnosti i načinu plaćanja objavljen 24. rujna 1999. u "Narodnim novinama" broj 97/99. Tim se Pravilnikom propisuje visina naknade za:

- koncesije, prijave, ovlasti i privremena odobrenja,
- za sudjelovanje u postupku za davanje koncesija i
- podnošenje prijava za obavljanje telekomunikacijskih usluga i drugih telekomunikacijskih djelatnosti,

kao i na način plaćanja naknada. Naknada ovisi o vrsti djelatnosti te razini i veličini područja na kojem se obavlja djelatnost.

Za ovaj su Pravilnik kasnije doneseni Pravilnici o izmjenama i dopunama objavljeni u "Narodnim novinama" broj 115/99, 22/00 (uz Ispravak u broju 26/00), te 42/00.

Pravilnik o naknadi za uporabu radijskih frekvencija i načinu plaćanja

Na prijedlog Zavoda Ministar pomorstva, prometa i veza donio je Pravilnik o naknadi za uporabu radijskih frekvencija i načinu plaćanja objavljen 24. rujna 1999. u "Narodnim novinama" broj 97/99. Naknada se određuje prema namjeni i vrsti radijske postaje, kapacitetu radijske sveze, frekvencijskom području, izračenoj snazi, najvećoj efektivnoj visini antene, području pokrivanja emisijom, broju radijskih postaja u mreži, broju dodijeljenih frekvencijskih kanala i drugom.

uporaba radijskih frekvencija	**naknada se određuje prema**
nepokretne radijske postaje	vrsti radijske postaje, njezinoj namjeni, izračenoj snazi, najvećoj efektivnoj visini antene i kapacitetu radijske veze
pokretne radijske postaje	vrsti i namjeni radijske postaje
uporabu radijskih frekvencija dodijeljenih samo pojedinom korisniku	vrsti radijske postaje i mreže radijskih postaja
zrakoplovna i pomorska služba i služba plovidbe na unutarnjim vodama	vrsti radijske postaje
sustav za pozivanje osoba	broju prijamnika u tom sustavu
nepokretna satelitska služba VSAT	broju terminala u mreži, promjeru antene središnje postaje i kapacitetu radijske sveze
nepokretna satelitska služba SNG	fiksno 40 000 kn/god.
pokretna satelitska služba	kapacitetu radijske veze
radio i televizija	broju žitelja na području pokrivanja emisijom svih odašiljača u toj mreži, frekvencijskom području i načinu emitiranja
ostale radijske postaje	vrsti i namjeni radijske postaje

Pravilnik o tehničkim uvjetima i uvjetima uporabe amaterskih radijskih postaja

Ravnatelj Hrvatskog zavoda za telekomunikacije donio je Pravilnik o tehničkim uvjetima i uvjetima uporabe amaterskih radijskih postaja objavljen 3. ožujka 2000. u "Narodnim novinama" broj 26/00. Tim se Pravilnikom definiraju razredi (A, B, C i P) i vrste (osobna, klupska, relejna, radiofar, te amaterska postaja za radiogoniometriranje) radijskih postaja, način polaganja ispita i ispitni program, te način izdavanja dozvole. Zavisno o vrsti postaje, za odašiljače je propisano frekvencijsko područje unutar kojeg mogu raditi, kao i vrste i tipovi emisije, te gornja razina snage odašiljača. Dana su ograničenja na sadržaj odašiljanja, te postupanje s primljenim prijenosima. Prigodom rada s amaterskom postajom na nepokretnoj lokaciji ili na brodu obvezatno je čuvanje dnevnika postaje, te su propisani podaci koje zapis svake

emisije mora uključivati. Dani su zahtjevi za antene i priključne vodove na amaterskim postajama, ostali tehnički zahtjevi, te mjere protiv smetnji.

Pravilnik o mjerilima za određivanje tehnički složenije nepokretne radijske postaje...

Ravnatelj Hrvatskog zavoda za telekomunikacije donio je Pravilnik o mjerilima za određivanje tehnički složenije nepokretne radijske postaje za koju se izdaje dozvola za postavljanje prije izdavanja dozvole za tu radijsku postaju objavjen 22. ožujka 2000. u "Narodnim novinama" broj 31/00. Tehničku složenost tvore tehnička složenost sveze ili sustava sveze za koje se traži dozvola, složenost antene ili antenskih sustava, zemljopisni položaj, poglavito u zoni međunarodnog usklađivanja, teritorijalna rasprostranjenost i dr.

Prema ovom Pravilniku u složene sustave za koje se izdaje dozvola za postavljanje spadaju:

- radijske postaje za emitiranje televizijskog i radijskog programa, jer rade na osnovi planski određenih elemenata koji određuju pokrivanje svake radijske postaje (osim kada je efektivna izračena snaga takve radijske postaje manja od 5 W, a radijska se postaja nalazi izvan zone međunarodnog usklađivanja),
- bazne postaje, repetitori i nepokretne postaje u pokretnom sustavu, jer pokretni sustavi mogu stvarati međusobne smetnje, te se izdaje dozvola za postavljanje kako bi se prije njihovog puštanja u rad obavio tehnički pregled (izuzetak samo vrlo jednostavni sustavi kada to procijeni Zavod),
- radijske postaje u nepokretnoj svezi točka - točka za prijenos signala za radio i televiziju u mreži nepokretnih sveza, zbog potrebne visoke pouzdanosti u radu i čistoće prijenosa, te
- nepokretne radijske postaje u radijskim komunikacijama putem satelita za dvosmjerni prijenos kapaciteta većeg od 34 Mbit/s, ili ekvivalente.

Pravilnik o elektromagnetskoj kompatibilnosti

Ravnatelj Hrvatskog zavoda za telekomunikacije donio je Pravilnik o elektromagnetskoj kompatibilnosti objavljen 29. ožujka 2000. u "Narodnim novinama" broj 34/00. Tim se Pravilnikom propisuju uvjeti i upućuje se na norme i zahtjeve koje mora ispunjavati električna i druga tehnička oprema, koja se proizvodi, uvozi i stavlja u promet u Republici Hrvatskoj, tako da ta oprema nesmetano funkcionira, a kod toga ne proizvodi elektromagnetske smetnje iznad dopuštene razine, što omogućuje da telekomunikacijska i radijska oprema i druge naprave rade u skladu s njihovom namjenom. O ovom je Pravilniku detaljnije pisano u Energiji broj 3/00.

Mr. sc. Suzana Javornik Vončina, dipl. inž.

IZ STRANE STRUČNE LITERATURE

ORGANIZATORI EXPO 2000 MISLE I NA VREMENSKE PRILIKE

Organizatori velike svjetske izložbe Expo 2000 u Hannoveru doduše ne mogu utjecati na vremenske prilike, ali mogu precizno predskazati i utvrditi kakve su i kakve će uskoro biti u Hannoveru i okolici. Time je omogućeno posjetiteljima izložbe da se adekvatno obuku i opreme za šetnju izložbenim prostorom.

Na obližnjem brdu Kronsberg , gdje već postoji gradska vjetroelektrana , instalirana je meteorološka stanica, opremljena najmodernije, u stilu velike svjetske izložbe. Podaci o vremenu šalju se bežično u centralnu stanicu, gdje se obrađuju s podacima iz oko 200 drugih meteoroloških stanica. Rezultati o stanju vremena tada se objavljuju svakog sata u različitim medijima, uključivši i Internet.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 9

Mrk

U AUSTRIJI NASTUPILA DRUGA FAZA SLOBODNOG TRŽIŠTA ELEKTRIČNOM ENERGIJOM

U Austriji je 19. veljače 2000. godine počela druga faza uvođenja slobodnog tržišta električne energije.

Austrijski elektroprivredni zakon EIWOG predvidio je prijelaz na slobodno tržište električnom energijom u tri faze. Prva je faza započela 19. velječe 1999. godine. U toj su se fazi slobodnim tržištem mogli koristiti samo potrošači čija godišnja potrošnja iznosi najmanje 40 GWh. U drugoj su fazi obuhvaćeni potrošači s godišnjom potrošnjom više od 20 GWh. Time je ukupno 145 velikih potrošača u Austriji moglo birati svog dobavljača električne energije. Prema navedenom će zakonu treća faza nastupiti 19. veljače 2003. godine, a obuhvatit će potrošače s godišnjom potrošnjom iznad 9 GWh. Računa se da će tada, tj. iza 2003. godine, ukupno oko 300 potrošača koristiti slobodno tržište električnom energijom i moći birati najpovoljnijeg dobavljača.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 9

Mrk

ENERGENTI ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE U NJEMAČKOJ

Prema prvim podacima, objavila je Udruga njemačkih elektrana VDEW iz Frankfurta, udio pojedinih energenata u proizvodnji električne energije tijekom godine 1999. Za usporedbu naznačeni su i udjeli za 1998. godinu. Podaci pokazuju da su još uvijek ugljen i nuklearna energija u Njemačkoj glavni energetski nositelji za proizvodnju električne energije.

	Udjeli u %	
	1999.	1998.
Nuklearna energija	35	33
Smeđi ugljen	26	27
Kameni ugljen	25	27
Zemni plin	8	7
Obnovljiva energija (voda, vjetar, biomasa, sunce)	5	4
Lož ulje i ostalo	1	2
	100	100

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 12

Mrk

NJEMAČKA INVESTIRA U ENERGETSKO GOSPODARSTVO BALTIKA

Njemačke tvrtke imaju poseban interes investirati na Baltiku, između ostalog i u energetiku. Tvrtke Praussen Elektra i Ruhrgas povisile su svoj udio kapitala u latvijskoj energetskoj tvrtki Latvias Gaze na ukupno 42,55%. Ovo je najveća tvrtka u Latviji koja se bavi prijenosom i distribucijom plina.

U 1999. godini ostvarila je promet od 1,2 milijarde m^3 plina, u vrijednosti od 147 milijuna eura. Uz domaće tvrtke udio od 18,26% ima i ruska tvrtka OAO Gasprom.

Spomenute dvije njemačke tvrtke prvi su inozemni akcioneri nakon što je tvrtka Latvias Gaze privatizirana u travnju 1997. godine.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 12

Mrk

OPTIMIZACIJA RADA ELEKTRANA U SLOBODNOM TRŽIŠTU

I u slobodnom tržištu električne energije osnovni je zadatak optimalno planiranje pogona i vođenju elektrana u prilagodbu slobodnoj trgovini. U rješavanju tih zadataka potrebno je koristiti sav raspoloživ alat za optimiranje.

Posebno treba uzeti u obzir, pri godišnjim planiranjima, prilike u miješanim sustavima hidro i termoelektrana, računajući na njihove specifičnosti i karakteristike. Treba održati fleksibilnost i cijeli spektar mogućnosti na reakcije kratkotrajnih promjena na tržištu i u pogonu elektrana i time ostvariti maksimalnu korist cijelom sustavu.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 9

Mrk

NOVO ZNAČAJNO PODUZEĆE NA SLOBODNOM TRŽIŠTU ELEKTRIČNE ENERGIJE

Zbog pojačanog utjecaja na slobodnom tržištu električne energije osnovala su značajna njemačka elektroprivredna poduzeća Praussen Elektra i Bayernwerk novo uslužno elektroprivredno poduzeće "E. OM Energie" sa sjedištem u Münchenu. Više operativnih društava osnovat će se u nekoliko njemačkih gradova. Novo će poduzeće svojom veličinom i potencijalom igrati važnu ulogu na slobodnom elektroenergetskom tržištu. Ključni mu je zadatak marketing , prodaja i trgovina. Poduzeće će biti u partnerstvu s pokrajinskim i mjesnim dobavljačima električne energije,

Praussen Elektra razvija se u moderno, tržišno usmjereno elektroprivredno poduzeće koje zadire i u inozemstvo. Osnivanjem prodajnih društava u Italiji , Nizozemskoj i Poljskoj povećava svoje međunarodne aktivnosti. Među najvažnije kupnje treba ubrojiti potpuno preuzimanje nizozemskog proizvodnog poduzeća EZH.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 12

Mrk

PRAVILNIK O KORIŠTENJU PRIJENOSNE ELEKTRIČNE MREŽE

Njemačka je potpuno liberalizirala elektroenergetsko tržište pa je bilo nužno dogovoriti neka pravila, koja će se unijeti u ugovore između vlasnika i korisnika električne mreže. Vlasnici se moraju brinuti o tehničkoj sigurnosti zajedničkog sustava kao i o tehničkoj kvaliteti dobave. Ukloniti moraju svaku diskriminaciju pristupu mreži. Na temelju njemačkog energetsko-gospodarskog zakona iz 1998. godine, uz dopunu tehničkog dijela koji propisuje minimalne zahtjeve koje treba sadržati bilateralni ugovor između vlasnika i korisnika, izdan je u srpnju 1998. godine pravilnik pod imenom "DVG Grid Code 2000". Novi pravilnik nije potpuna promjena prethodnog, već samo korekcija i dopuna nekih članaka. Prvenstveno je promijenjen organizacijski postupak u korištenoj mreži. Uvedene su nove definicije i pojmovi s detaljnim obrazloženjem. Gospodarska pitanja i pristup mreži nisu se mijenjali.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 12

Mrk

RAD POD NAPONOM U NJEMAČKOJ

Rad na pojedinim dijelovima električnog sustava koji su pod naponom, bilo zbog popravaka ili održavanja, već je desetljećima u svijetu uveden. To je značajna metoda rada u elektroprivredi koja daje mnoge prednosti, a pokazala se sigurnom.

U Njemačkoj se još uvijek osporava svrsishodnost i ekonomska prednost. Natjecanje na slobodnom tržištu električne energije i 30 godišnja pozitivna iskustva u istočnom dijelu Njemačke, povećali su zanimanje za takvu tehnologiju i njenu primjenu.

U organizaciji VDE održan je 1999. godine o toj temi stručni skup na TU Dresdenu. U diskusijama su pretreseni trend i šanse rada pod naponom u Njemačkoj. Utvrđeno je da će opseg takvog rada rasti zbog troškova i tržišnog natjecanja. Područje primjene će biti srednji napon. Za takav rad treba stručno osposobiti osoblje i nabaviti potrebnu opremu. Kako manja elektroprivredna poduzeća neće, iz ekonomskih razloga, biti u mogućnosti da se kvalitetno pripreme za rad pod naponom, trebat će osnovati posebno uslužno poduzeće s odgovarajućim osobljem i opremom.

ETZ, god. 121(2000), br. 1-2

Mrk

NAJVEĆI SVJETSKI PONUĐAČI ELEKTROENERGETSKE OPREME

U nekoliko velikih svjetskih tvrtki, ponuđača elektroenergetske opreme, okreće se golemi novčani promet. Na svjetskom se vrhu nalazi grupa Alstom pod imenom ABB Alstom Power*. Djelovanje tvrtke počiva na velikoj i bogatoj tradiciji i iskustvu tvrtke AEG i GEC Alstom. Tvrtka ukupno zapošljava 114000 suradnika u preko 60 zemalja svijeta. Trgovački promet u eurima za 6 najvećih ponuđača elektroenergetske opreme dan je u slijedećem pregledu.

ABB Alstom Power	10 milijardi eura
GE	8
Siemens	7
MHI	7
Ansaldo	1,8
Rolls Royce	1,8

ETZ, god. 121(2000), br. 3-4

Mrk

---

* Vidi: Energija god. 48(1999), br. 4

BROJ STUDENATA U NJEMAČKOJ

Prema podacima iz saveznih ustanova u njemačkim visokim školama upisano je u zimskom semetru 1999./2000. ukupno 1750000 studenata. Od toga je 73% studenata upisano na sveučilišta i visokim školama u tom rangu, 25% na stručnim i 2% na umjetničkim visokim školama.

Ukupno je upisanih 2% manje nego prethodne godine. Na studiju elektrotehnike i elektronike upisano je u prvi stručni semestar 11200 studenata, a to je 3% više nego u školskoj godini 1998/1999. Premda se radi o povećanju, taj trend ne zadovoljava. Već sada nedostaje 75000 stručnih sila, uz tendenciju povećanja. Elektroinženjeri i informatičari su hitno potrebni da se osigura inovativnost.

ETZ, god. 121(2000), br. 5

Mrk

EUROPSKO TRŽIŠTE ELEKTROMEHANIČKIH ELEMENATA

Na europskom tržištu elektromehaničkih elemenata vodi Njemačka s najvećim udjelom od 32%, zatim slijedi Engleska itd., što se najbolje vidi iz slijedećeg pregleda:

Njemačka	32%
Engleska	19
Francuska	17
Italija	9
Benelux	5
Švedska	3
Austrija	3
Ostali u Europi	120

ETZ, god. 121(2000), br. 5

Mrk

KABELSKI TRANSFORMATOR – DRYFORMER

Na velikom tehničkom sajmu u Hannoveru izložila je tvrtka ABB novi koncept transformatora pod imenom "Kabelski transformator", a budući da je u suhoj izvedbi, bez ulja, naziva se i "Dryformer".

Nova primijenjena tehnologija ima svoj početak u razvoju integracije generatora i transformatora, uređaja nazvamog Powerformer (vidi: Energija, god. 48(1999), br. 1). Osnovno kod kabelskog transformatora je to, da je namot izveden običnim suhim polimernim kabelom XLPF (umreženi polietilen) s vodičima cilindričnog presjeka. Prednosti su ovakve izvedbe da je povećana pouzdanost, zbog jednostavnije građe što traži, u usporedbi s klasičnim transformatorima, manje održavanje. Ovakav koncept transformatora, bez ulja, smanjuje opasnost od požara i eksplozije, pa je vrlo pogodan za zaštićena prirodna područja i naselja.

Planirane su izvedbe do naponske razine od 145 kV.

Osim toga, treba napomenuti da je tvrtka ABB usavršila suhe transformatore u lijevanoj smoli (Giessharz-trafo), zgodne za ugadnju u vjetroelektrane.

ETZ, god. 121(2000), br. 6

Mrk

SVE ŠIRA PRIMJENA POLIURETANA U ELEKTROTEHNICI

U nizu mjera za smanjenje troškova nastoji se zamijeniti skuplje materijale jeftinijim. Osobito je posljednjih godina proširena primjena poliuretana kao osnovnog materijala za zaljevne smole, zahvaljujući odličnoj kombinaciji njegovih mehaničkih, električnih i tehnoloških svojstava. Razvojem u kemijskom sektoru kvalitete poliuretana su takve da može zamijeniti epoksilne i silikonske zaljevne smole.

ETZ, god. 121(2000), br. 6

Mrk

ISPITIVANJE NAPONSKIH LOMOVA ŠIROM NJEMAČKE

Radna grupa Udruge njemačkih elektrana (VDEW) zaključila je mjerni program za ispitivanje naponskih lomova u mrežama njemačkih elektroprivrednih poduzeća.

U jesen će također biti obuhvaćena i industrijska postrojenja i velepotrošači. Projekt je u tijeku od 1. ožujka 1999. godine, zajedničkim radom VDEW i TU Ilmenau.

ETZ, god. 121(2000), br. 6

Mrk

OTKLANJANJE ŠTETA OD ORKANSKOG NEVREMENA U FRANCUSKOJ

Poslije orkanskog nevremena u Francuskoj, elektroprivredno poduzeće EdF mobiliziralo je oko 100000 svojih namještenika, ali je ubrzo bilo jasno, da se štete ne mogu dovoljno brzo otkloniti bez strane pomoći. U pomoć su pritekla njemačka poduzeća iz Frankfurta i još su mjesecima ispomagala sa 280 suradnika. Glavna su mjesta pomoći bile rekonstrukcije 4 km dalekovoda 220 kV kod Epernaya, 7 km dalekovoda 380 kV kod Colmara i distribucijska mreža oko Bordeauxa.

Osim rekonstrukcije nadzemne mreže, njemački je RWE isporučio 12 km niskonaponskog kabela s pripadnom garniturom.

ETZ, god. 121(2000), br. 6

Mrk

NOVA STRUČNA UDRUGA ZA AUTOMATIZACIJU U NJEMAČKOJ

Tri njemačke stručne udruge za električne pogone, sklopne aparate, mjerenje i procesnu tehniku su se fuzionirale i osnovale stručnu udrugu ZVEI-pogon, mjerenje – sklapanje – upravljanje. Udruga već ima preko 350 članova s ukupnim novčanim prometom od 45 milijardi DEM. Udruga će objedinjavati do sada razjedinjeno tržište i tehnologiju i privući servisere iz ovog područja.

ETZ, god. 121(2000), br. 6

Mrk

EU PREPORUČA UGRADNJU TRANSFORMATORA NIŽIH GUBITAKA

Smanjenje gubitaka u transformatorima u razdjelnim mrežama dio je EU-strategije za smanjenje emisije štetnih plinova koji utječu na efekt staklenika. U okviru programa EU "Therme Programm" provedeno je istraživanje stručne radne grupe u kojoj su surađivali predstavnici poduzeća i EU, o gubicima transformatora ugrađenim u razdjelne mreže. Utvrđeno je, da 40% gubitaka u takvim mrežama otpada na transformatore. Ukoliko bi se standardni transformatori zamijenili transformatorima s niskim gubicima, u zemljama EU godišnje bi se uštedjelo 22 milijarde kWh. To odgovara redukciji emisije CO_2 od 9 milijuna tona. Da su u godini 1999. bili ugrađeni transformatori s niskim gubicima, uštedjeli bi se 1,2 milijardi eura.

Danas se srednjonaponski transfornatori mogu graditi sa znatno višom korisnosti od standardnih. Doduše, viša im je cijena, ali ona se u tijeku rada brzo amortizira.

Industrijski se potrošači odlučuju za jeftinije transformatore, ne računajući da su za vrijeme trajanja radnog vijeka ukupni troškovi daleko veći nego kod jedinica s nižim gubicima. Kratkoročno gledajući, današnje sniženje cijena uslijed natjecanja na slobodnom tržištu, ne preferira skuplje transformatore s nižim gubicima. Povoljno bi se moglo utjecati na njihovu širu primjenu dotacijama i povoljnim oporezivanjem.

ETZ, god. 121(2000), br. 9

Mrk

PROJEKT PCF

Svjetska banka formirala je novi projekt "Prototype Carbon Fund" (PCF) u okviru mjera za zaštitu klime, kojemu je ukupna vrijednost 150 milijuna US dolara. Cilj projekta jest promicanje obnovljive energije. Težište je investiranje u zemljama u razvoju, jer prema geografskim i klimatskim prilikama obnovljiva energija može tamo biti znatno brže sposobna za natjecanje na slobodnom tržištu nego u razvijenim zemljama. U projekt PCF uključile su se i njemačke tvrtke, npr. RWE, na taj način da investiraju u povećanje učinkovitosti elektrana i u nove tehnologije (kao gorive ćelije), kao i štednju energije na svim razinama.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 11

Mrk

AKCIJE ZA ZAŠTITU KLIME

Skoro 1 milijun Dem dalo je poduzeće Bayernverk kao poticajni ulog u fondove "Photovoltaik" i "Biogas" za akciju "Zukuntftpfenig" (pfening za budućnost). Svrha je ove akcije da se svakom građaninu dade mogućnost da svojim dragovoljnim doprinosom podupre projekte za zaštitu okoliša. Prvenstvo imaju inicijative za korištenje sunčeve energije i bioplina kao i globalni projekti za smanjenje emisije CO_2. Osim toga, Bayernverk podupire gradnju 19 fotovoltaičkih i 12 uređaja na bioplin.

Od 15 istraženih projekata za zaštitu klime izabrano ih je 5. S ukupno 115000 DEM financirana su 3 projekta za pošumljivanje (u Argentini, Ekvadoru i Njemačkoj) kao i dvije akcije kuhanja na suncu (u Peruu i Zanzibaru).

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 11

Mrk

VAŽNOST RAJNSKOG SMEĐEG UGLJENA

Studija "Značenje rajnskog smeđeg ugljena na tržištu radne snage u uvjetima slobodnog elektroenergetskog tržišta" pokazala je da rajnska industrija smeđeg ugljena osigurava radna mjesta za 35000 radnika, a od toga 28000 u pokrajini Nordrhein-Westfalen.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 11

Mrk

NOVI TIP PLINSKOG KABELA

Trajnim ispitivanjem za provjeru vijeka trajanja završen je razvoj nove vrste plinskog kabela, položenog izravno u zemlju. Kabel je daljnja varijanta takve vrste prijenosa električne energije. Zbog mogućnosti prijenosa velikih snaga to može biti alternativa prijenosa nadzemnim vodom. Tipska su ispitivanja vršena na prototipu plinskog kabela u jednofaznoj izvedbi, u Berlinu, na terenu IPH. Provedene su opsežne provjere, gdje se pokazala valjanost i upotrebljivost kabela, uz vijek trajanja od 50 godina. Na temelju dobivenih rezultata moguće je putem mehaničkog i termičkog modela dobiti osnovu za projektiranje tog tipa kabela.

Nazivne mjere plinskog kabela direktno položenog u zemlju su slijedeće:

napon	420 kV
struja	3150 A
snaga	2250 MVA
plinska izolacija	80% N_2, 20% SF_6

vanjski promjer cijevi iz Al legure 60 cm.

Montaža, gradnja, polaganje i stavljanje u pogon provedeni su na ispitnom kabelu kao u normalnim realnim uvjetima.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 11

Mrk

TOPLANE – ELEKTRANE I EKOLOGIJA

Savezna njemačka vlada namjerava novim zakonom zaštiti komunalne toplane – elektrane (KWK), ne uzimajući u obzir nastali položaj takvih postrojenja u industriji. Zbog vrlo dinamičnog njemačkog slobodnog energetskog tržišta, industrijske KWK došle su u težak ekonomski položaj, premda se 55% električne energije, od ukupno proizvedene u takvim postrojenjima proizvede u industriji. Prema aktualnim istraživanjima već 60% industrijskih KWK ima gospodarske poteškoće, 9% već ih je ugašeno, a ostale su na pragu obustave pogona. Prema provedenoj anketi samo ih 22% radi bez problema. Samo tijekom godine 1999. iz pogona je izašla snaga od 2000 MW takvih postrojenja. Ne zaustavi li se negativni trend, za 5 godina stat će sva takva postrojenja u industriji, što svakako smanjuje mogućnost sniženja emisije CO_2.

Smanjenje emisije jedne tone CO_2 u proizvodnji električne energije stoji kod fotovoltaičkih elektrana oko 1000 DEM, kod vjetrolektrana oko 100 DEM, a kod toplana – elektrana samo 30 DEM.

Njemačka udruga industrijske energetike (VIP) ukazuje na potrebu državne potpore za industrijske toplane – elektrane. Sredstva bi se mogla namaknuti iz ekološkog poreza, jer se radom ovakvih postrojenja smanjuje emisija CO_2.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 11

Mrk

BAVARSKA ELEKTROPRIVREDA I OKOLIŠ

Njemačka je bez prijelaznog razdoblja otvorila slobodno elektroenergetsko tržište, što je izazvalo nagli pad cijena električne energije, u nekim potrošačkim segmentima čak 50%. U oštrom su natjecanju cijene strategijski kalkulirane toliko nisko da ne mogu pokriti troškove. Tržišno natjecanje izazvalo je i pad investicija. U bavarskoj elektroprivredi one već nekoliko godina padaju za 30%. Udruga bavarske elektroprivrede (vBEW) se boji da bi se takav trend mogao dalje favorizirati. Za sada je to još moguće, jer se minulih godina intenzivno investiralo, ali ne može biti dugotrajno. Takav odnos prema investicijama sigurno će se odraziti na pad sigurnosti dobave. U elektroprivredi učinjene su mnoge uštede, među ostalim i u broju uposlenih. Od godine 1991. do 1999. broj prodanih kWh po uposlenom povećan je 40%.

Bavarska je elektroprivreda mnogo učinila za zaštitu okoliša i obnovljivih energetskih izvora. U tijeku 1999. godine povećan je udio dobavljene električne enrgije iz obnovljivih izvora vode, sunca, vjetra i biomase za 15% prema godini 1998. Ukupno 20% potrebne električne energije dolazi iz obnovljivih izvora, dok je ta vrijednost za Njemačku u cjelini 5,9% (1998. godine 5,2%). No, odbije li se proizvodnja u hidroelektranama, koja je bila zbog dobre hidrološke godine povećana, ostaje da je iz regenerativnih izvora pokriveno tek 1,8% potreba.

U Bavarskoj je povećan potrošak električne energije u 1999. godini za 2,3%. Veliki je doprinos nuklearnih elektrana smanjenjem emisije ugljičnog dioksida. Da je količina električne energije proizvedena u klasičnim termoelektranama, umjesto u nuklearkama i hidroelektranama, Bavarska bi morala primiti emisiju od 57 milijuna tona CO_2 (47 milijuna u nuklearkama i 10 milijuna tona u hidroelektranama). Drastično je pala i emisija sumpornog dioksida i dušičnih oksida. Premda se potrošnja električne energije u Bavarskoj od godine 1976. skoro udvostručila, emisija sumpornog dioksida pala je po proizvedenom kWh od 10,9 g. na 1 g., a NO_x od 1,9 g/kWh na 0,15 g/kWh.

Odustajanjem od nuklearnih elektrana nije moguće održati takav trend.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 11

Mrk

IEC TEHNIČKI KOMITET 105 ZA GORIVE ĆELIJE

Gorive ćelije predstavljaju čist i efikasan izvor električne energije, koji pretvarajući kemijsku direktno u električnu energiju u okoliš daje vodu. Ova tehnologija je otkrivena još 1830. godine te usavršena za uporabu šestdesetih godina dvadesetog stoljeća.

Kako u svijetu vlada veliki interes za gorive ćelije, ukazala se potreba za donošenjem normi za ovu tehnologiju. Kako gorive ćelije proizvode električnu energiju logično je bilo da Međunarodna elektrotehnička komisija (IEC) priprema odgovarajuće norme. Tako je krajem prošle godine osnovan Tehnički komitet 105 (TC 105), čija djelatnost će pokrivati gorive ćelije. U veljači ove godine održana je prva sjednica TC 105 u Frankfurtu na Majni, u Njemačkoj.

Na sjednici su bila prisutna četrdeset delegata iz devet zemalja. Tu su bili i predstavnici industrije iz Toyote, Toshibe, Alstoma, PlugPowera, Ballard Power Sistema, Siemensa i Daimler Cryslera, ljudi iz ISO i IEC komiteta i Društva inženjera automatike (SAE) te Foruma za norme iz Svjetske konferencije za gorive ćelije. Raspravljalo se o opsegu i početnim aktivnostima tehničkog komiteta za gorive ćelije TC 105 kao i o osnivanju potrebnih radnih grupa.

Zaključeno je da će tehnički komitet TC 105 pokrivati tehnologiju gorivih ćelija (FC) za sva područja primjene, od stacionarnih postrojenja do prijenosnih sustava. U području prometa obuhvatit će sustave pogona gorivih ćelija i pomoćne energetske jedinice.

Raspravljalo se i o suradnji s drugim tijelima, jer je potrebno pronaći oblik suradnje s tijelima koja se bave normizacijom u

automatizaciji i industriji vodika, da bi se izbjegla preklapanja. Tako su ISO TC 22/SC 21 (električna cestovna vozila) i TC 105 dogovorili zajednički rad na normizaciji i integraciji FC sustava u cestovnim vozilima, dok je sa ISO TC 197 (vodik) dogovoreno da pomogne tehničkom komitetu IEC TC 105 svojim iskustvom iz područja sigurnosti.

iec e-tech, March/April 2000/2

SBK

ŠTO ĆE BITI S POSTROJENJEM ZA PRERADU NUKLEARNOG GORIVA BNFL U VELIKOJ BRITANIJI?

Pri kontroli štapova nuklearnog goriva u postrojenju za preradu BNFL u Velikoj Britaniji dogodio se propust, koji je pokazao nedostatak u sigurnosnoj strukturi postrojenja.

Posljedice tog događaja odmah su se odrazile na poslovanje postrojenja. Do ovog događaja postrojenje za preradu BNFL u Sellafieldu sklopilo je poslove vrijedne 19 milijardi američkih dolara za razdoblje do 2016. godine.

Sada su glavni inozemni korisnici Japan, Švedska, Njemačka, Švicarska i SAD otkazali nove pošiljke nuklearnog otpada za preradu i tražili kontrolu nad BNFL-om.

Daljni posao kompanije postao je nesiguran, kako kod kuće tako i u inozemstvu. Dobavljači goriva kompaniji British Energy, koji su zauzimali trećinu kapaciteta za preraduu BNFL-u, obustavili su dobavu. Kompanija British Energy izjasnila se da želi zamijeniti skladištenje otpada u Sellafieldu s nekim jeftinijim.

Ključni posao u inozemstvu s SAD-om doveden je u pitanje. U tijeku su akcije protivnika nuklearne tehnologije i stanovništva protiv izgradnje spalionice nuklearnog otpada blizu nacionlnog parka Yellowstonea. Upravo je u SAD-u BNFL planirao povećanje profita za 15 %. Tako će se BNFL u budućnosti susresti ne samo s gubicima i raskidom ugovora za preradu, već dolazi u pitanje opstanak samog postrojenja.

Irska, Danska i druge nordijske zemlje predlažu zatvaranje ovog postrojenja. Naime, zbog ekstrakcije plutonija iz istrošenog goriva u Sellafieldu dolazi do povećanja radioaktivnog istjecanja u Atlantik, Irsko i Sjeverno more. O tome će se odlučivati na sastanku u Kopenhagenu. Prema tvrdnjama predstavnika BNFL-a istjecanja u Sellafieldu iznose oko 1 % radioaktivnih supstanci koje su bile prisutne sedamdesetih godina. Smanjena je razina istjecanja u zadnjih 25 godina te se planira daljnja potpuna redukcija do 2020. godine.

Zatvaranjem postrojenja za preradu gubi se 25 % (s koliko sudjeluje prerada) od ukupnog prihoda BNFL-a od 3,2 milijarde američkih dolara. Tome treba dodati i gubitak zbog otpisa osnovnih sredstava u iznosu od 5 milijardi američkih dolara za investicije u TORP (Thermal Oxide Reprocessing Plant) u Sellafieldu i tvornicu goriva Max. Što će biti s 10.000 zaposlenika, koji će ostati bez posla? Sindikalno udruženje u Sellafieldu traži pomoć od Vlade, dok je BNFL objavio vlastiti program reformi čijom provedbom bi osigurao opstanak.

Electricity International, 4/2000.

SBK

BRZA PIROLIZA BIOMASE

Porast primjene obnovljive energije u odnosu na fosilna goriva postaje važna činjenica u zaštiti okoliša. Drvo i drugi oblici biomase glavni su izvori energije koji se mogu primijeniti u procesu brze pirolize. Značajke ovog procesa su:

- direktnim izgaranjem osigurava se toplina koja se može koristiti kao toplinska energija, za proizvodnju pare te dalje za proizvodnju električne energije
- plinifikacijom se osigurava plin za proizvodnju topline ili za proizvodnju električne energije
- brzom pirolizom može se osigurati tekuće gorivo koje može zamijeniti naftu u cijelom području njezine primjene, tj. ne samo za proizvodnju topline (energije), već i za proizvodnju raznih kemijskih proizvoda.

Brzom pirolizom može se proizvesti tekuće gorivo direktno iz biomase, pripremljeno za transport ili skladištenje. Proces pirolize odvija se brzim zagrijavanjem biomase na visoku temperaturu u odsustvu kisika. Na temperaturi od 500 °C obavlja se brižljivo kontrolirana reakcija s vodenom parom u trajanju od 2 sekunde. Iza toga slijedi brzo hlađenje, čime se plinsko stanje pirolize pretvara u tekuće bio ulje spremno za korištenje.

Osnovne karakteristike bioulja dobivenog pirolizom su:

- tekuće gorivo
- lagana zamjena konvencionalnih goriva u namjeni za dobivanje topline
- toplinska iskoristivost je oko 40 % u težinskom omjeru ili 60 % u volumenskom omjeru
- ne miješa se s ugljikovodicima
- nije stabilno kao fosilno gorivo.

Postrojenje za brzu pirolizu je jednostavno i jeftino, modularnog tipa ovisno o količini biomase.

Developing World Energy, 2000.

SBK

ENERGETSKI PROBLEMI ZAŠTITE OKOLIŠA PRIDRUŽENIH ČLANICA EUROPSKOJ UNIJI

Pet pridruženih članica EU – Češka, Estonija, Mađarska, Poljska i Slovenija - susreću se na području energetike s velikim problemima koje moraju razriješiti prije stupanja u punopravno članstvo. Lociranje problema kao i njihovo razrješenje putokaz su ostalim zemljama u tranziciji koje teže pridruživanju u EU.

Stanje u energetici zemalja kao i njihova energetska politika bili su predmet studije koju je za Komisiju EU izradilo sveučilište u Berlinu. Studija je predstavljena u svakoj od navedenih zemalja kao cjelina te posebno karakteristike pojedine zemlje. U kratkim crtama prikazane su glavne poteškoće svake zemlje.

Češka

- u 32 termoelektrane ne postoje uređaji za odsumporavanje pa je Češka najveći zagađivač zraka u Europi
- vrlo mali broj izvora obnovljive energije
- porezna politika u energetici nije okrenuta prema ekološkim zahtjevima zaštite okoliša
- presporo prilagođavanje europskim cijenama energije
- premala efikasnost korištenja energije
- zakonodavna regulativa najvećim je dijelom napravljena, no primjena nije još zadovoljavajuća (presporo i s malo novca je poduprta).

Estonija

- 98 % energije dobiva se iz naftnih škriljevaca tehnologijom koja jako zagađuje okoliš
- ne postoji dugoročna strategija energetike države

- nedorečena zakonska regulativa
- značajan utjecaj politike u energetici
- potrošači nemaju pristupa do slobodnog tržišta energije.

Mađarska

- učinkovitost korištenja energije još je uvijek daleko ispod prosjeka EU
- termoelektrane ispuštaju godišnje u zrak oko 600.000 tona SO_2, što predstavlja ekološki problem
- efikasnost korištenja energije je mala iako se poboljšava
- budućnost se vidi u nuklearkama, no prvenstveno moraju rekonstruirati postojeće.

Poljska je riješila zakonske okvire energetike te je uvela nove europske standarde. Glavni problem koji mora riješiti vezan je za ekološke probleme:

- skladištenje otpada
- nadzor, kontrola i smanjenje zagađenja okoliša velikih zagađivača.

Slovenija je pokrenula sve aktivnosti koje je zahtijevala Komisija EU. Predviđa se otvaranje slobodnog tržišta električne energije 2003. godine. Glavne poteškoće koje treba riješiti su:

- poticanje efikasnosti korištenja energije
- poticaj korištenju obnovljivih izvora energije
- zaštita okoliša na regionalnoj i državnoj razini.

Naš stik, Junij 2000.

SBK

PRIPREMANJE ZATVARANJA ČERNOBILA

Ukrajinski i europski lideri imaju različite poglede u svezi sa zatvaranjem Černobila. Dok EU još uvijek vrši pritisak na bezuvjetno zatvaranje, ukrajinska vlada se cjenjka pokušavajući pribaviti nisko kamatni zajam, ne samo za dekomisiju djelomično devastirane nuklearne elektrane, već isto tako i za projekt za kompenzaciju tog kapaciteta.

Obadvije strane imaju valjane argumente. Godine 1986. černobilski četvrti reaktor eksplodirao je i zapalio se. Tri od 4 reaktora u elektrani otada su zatvoreni, jedinica 3 samo je ostala u pogonu.

Ukrajina tvrdi da elektrana proizvodi nekih 40 % električne energije zemlje.

Bivši Sovjetski savez obećao je zatvoriti elektranu još u 1995. godini, također računajući na pomoć G-7 zemalja.

Vlada Ukrajine stalno ponavlja da će Ukrajina zatvoriti Černobil do kraja 2000. godine kao što stoji u Memorandumu o razumijevanju koji je potpisala Ukrajina i G-7 zemlje u prosincu 1995. godine. Da bi to i ostvarila Ukrajina zahtijeva vanjski fond za samu dekomisiju, ali i sredstva za druge projekte koji čine integralni dio procedure zatvaranja.

Pod tim drugim projektima podrazumijeva se izgradnja energetskih jedinica u nuklearnoj elektrani u Rivnama i Khmelnitskyu. Kada budu gotove, četiri jedinice u Rivnama i druga u Khmelnitskyu kompenzirat će izgubljene kapacitete zbog zatvaranja u Černobilu.

Očekivanja ukrajinske vlade o porastu fondova za kompenzaciju nisu se ispunila, pa je sve svoje nade usmjerila u EBRD-e. Međutim, EBRD ne pokazuje više interes za projekt kompenzacije s černobilskim zatvaranjem. Dapače, nameće dodatne uvjete za fond: povećanje tarife električne energije i privatizaciju svih kompanija koje se bave opskrbom električnom energijom.

Ako Ukrajina prihvati uvjete EBRD-a za fond, troškovi građenja elektrana u Rivni i Khmelnitskyu na kraju će se udvostručiti. U donjoj tablici dan je prikaz troškova za te elektrane.

Nuklearna elektrana Khmelnitsky				
Energetska jedinica br.	Tip reaktora	Jedinični kapacitet	Početak gradnje	Stavljanje u pogon
1	VVER-1000	1000 MW	Studeni 1981.	22.12.1987.
2	VVER-1000	1000 MW	Veljača 1985.	u izgradnji
Energetska jedinica broj 2 u nuklearnoj elektrani Khmelnitsky				
Razdoblje građenja:		36 mjeseci		
Ukupni troškovi projekta:		1,4 milijarde američkih dolara		
Za dovršenje projekta potrebna sredstva iz fonda:		384 milijuna američkih dolara		
Nuklearna elektrana Rivne				
Energetska jedinica br.	Tip reaktora	Jedinični kapacitet	Početak gradnje	Stavljanje u pogon
1	VVER-440	440 MW	Kolovoz 1976.	22.12.1980.
2	VVER-440	440 MW	Listopad 1977.	12.12.1981.
3	VVER-1000	1000 MW	Veljača 1981.	21.12.1986.
4	VVER-1000	1000 MW	Veljača 1986.	u izgradnji
Energetska jedinica broj 4 u nuklearnoj elektrani Rivne				
Razdoblje građenja:		36 mjeseci		
Ukupni troškovi projekta:		1,64 milijarde američkih dolara		
Za dovršenje projekta potrebna sredstva iz fonda:		418 milijuna američkih dolara		

Susrećući se s porastom troškova projekta, sadašnja privatizacija ukrajinskog energetskog sektora, mogla bi potaknuti EBRD da načini određenu izmjenu uvjeta fonda i stvori glavni motiv za privlačenje strateških investitora.

Ukrajinska vlada vrlo je zagrijana da nastavi s reformama u energetskom sektoru koje su primarno usmjerene na rješavanje problema neplaćanja i transakcijama promjena, pri tome stavljajući industriju na čvršće financijske temelje.

Ključna karakteristika nove politike je odvajanje distribucije i prodaje koju Oblenergos sada obavlja. Ovim konceptom bi se stvorili preduvjeti za skoro uspostavljanje energetskog tržišta.

Ukrajinski Oblenergos čine elektroprivredne distributivne kompanije koje također prodaju električnu energiju. U Ukrajini ima 27 kompanija Oblenergos koje pokrivaju 24 ukrajinske oblasti, Crimea, Kiev i Sevastopol. Dvadeset kompanija Oblenergosa u vlasništvu su države, a sedam je u privatnom vlasništvu.

Prema novom zakonodavstvu, Ukrenergo nacionalna elektroprivredna kompanija, odredit će tarife za električnu ener-

giju, radeći kao obračunsko mjesto. Ukrenergo ima i supevizorsku kontrolu nad ukrajinskom mrežom. Kompanija ima 8 regionalnih ureda koji upravljaju glavnom mrežom 220 kV i viših napona te tržištem električne energije kroz specijalni odvojeni sektor.

Razvijajući novi koncept, vladini eksperti prepoznaju da Oblenergos nije uspio sakupiti gotov novac od potrošača električne energije te je prekršio uvjete iz dozvole za prodaju. Još uvijek nema zakonskih mehanizama koji bi prisilili Oblenergos da prestane s transakcijama trampe.

Sukladno novom konceptu, tržište električnom energijom bit će podijeljeno na regionalna tržišta. Postojeće organizacijske jedinice transformirat će se u obračunske centre pod kontrolom Nacionalne komisije za elektroregulativu. Centri trebaju bilansirati potrošnju i utvrditi tarife, itd. Kako je proizvodnja direktno ugovorena s trgovačkim kompanijama, Ukrenergo će ispasti, jer ne može sudjelovati na taj način.

Vlada također nastoji dokinuti monopole u sektoru prodaje.

Ona smatra, da elektroprivrednu kompaniju koja se bavi prodajom i koja ne može kako treba naplatiti potrošenu električnu energiju, treba zamijeniti drugim operatorom. Ima još mnogo zapreka, koje će trebati svladati.

Konačno, situacija je takva da samo nekoliko profitabilnih regija, takvih kao industrijski Dnepropetrovsk, Donetsk i Zaporožje, imaju dobre šanse da privuku investitore u posao prodaje električne energije.

Electricity International, May 2000.

SBK

GLOBALNI STATUS ENERGIJE VJETRA

Energija vjetra je najnaprednija i jedna od komercijalno prihvatljivijih tehnologija obnovljive energije. Zadnjih godina brzo je rasla njezina primjena. Do kraja 1998. godine, u vjetroturbinama bilo je instalirano više od 10.000 MW u skoro 50 zemalja svijeta. Zadnjih šest godina prosječni godišnji rast prodaje vjetroturbina bio je skoro 40 %.

Najuspješnija tržišta za energiju vjetra proteklih godina bila su u Europi, naročito u Danskoj, Njemačkoj i Španjolskoj. Također je zabilježen porast uporabe ove tehnologije u SAD-u, isto tako u mnogim zemljama u razvoju, uključujući Indiju, Kinu, Južnu Ameriku. Vjetroenergija je vrlo uspješna u različitim nivoima ekonomije i geografskog područja.

Vjetroenergija je također među najjeftinijim obnovljivim izvorima energije. Troškovi vjetroenergije nastavljaju padati kako se tehnologija razvija i povećava uporaba na individualnoj strani.

U prepoznavanju njezinih prednosti u odnosu na okoliš, vlade mnogih zemalja potpomažu razvoj vjetroenergije. Koristi se niz mehanizama za stimuliranje tržišta, kao što su potpora istraživanju i razvojnim inicijativama, fer pristup električne energije proizvedene u vjetroelektranama na električnu mrežu, itd.

Brojne znanstvene procjene iznose da su svjetski izvori vjetra bitni i dobro raspoređeni širom šest kontinenata. Ukupna mogućnost vjetroizvora danas u svijetu, iznosi 53.000 TWh na godinu – četiri puta više od čitave svjetske potrošnje u 1998. godini.

Nije vjerojatno da svjetski vjetroizvori ikad budu limitirajući faktor u uporabi energije vjetra za proizvodnju električne energije. Čak i s energijom vjetra proizvedenih 10 % od ukupne svjetske električne energije do 2020. godine, ostaje još najveći dio izvora neiskorišten.

U Danskoj vlada planira do 2030. godine 50 % električne energije proizvesti pomoću energije vjetra

Rastuća potrošnja električne energije podrazumijeva da će energija vjetra trebati proizvesti oko 2.500 do 3.000 TWh električne energije godišnje ako se želi postići iznos od 10 % svjetske potrošnje električne energije unutar 20 godina.

Prema današnjim sagledavanjima, očekuje se da će energija vjetra rasti na godišnji udio od 20 % između 1998. i 2003. godine, što će rezultirati sa 33.400 MW instaliranih kapaciteta širom svijeta do kraja tog razdoblja. Postići cilj od 10 % udjela, traži se iznos godišnjeg rasta od 30 % od 2004. do 2010. godine, čime će se postići ukupni instalirani kapacitet od 181.000 MW.

Od 2010. godine dalje, stopa godišnjeg rasta energije vjetra od 20 % rezultirat će u totalu od 1,2 milijuna MW instaliranih do kraja 2020. godine. Proizvodit će se 2.966 TWh električne energije, ekvivalentno 10,85 % od očekivane svjetske potrošnje električne energije. Do 2040. godine, energija vjetra mogla bi sudjelovati s više od 20 % u svjetskoj proizvodnji električne energije.

Porast vjetroenergije bit će distribuiran širom svijeta, ali najbrža stopa razvoja očekuje se da će biti u Europi, SAD i Kini. Za analizu kao baza korišteni su parametri:

- podaci iz prošlog razdoblja od 1990. godine te informacije svjetski vodećih kompanija na današnjem tržištu
- potencijal vjetra koji se može iskoristiti i razina potrošnje električne energije u različitim regijama svijeta i suzdržljive procjene i ograničenja penetracije
- analiza stope rasta i poboljšanja tehnologije otkrivaju da industrija energije vjetra ima mogućnosti širenja pri ovoj brzoj stopi. Vjetroturbine rastu postupno kako po izlaznoj snazi tako i po efikasnosti. Nastavljaju se očekivani trendovi.

Da bi se udovoljilo zahtjevu za udjelom od 10 % vjetroenergije, godišnje investicije od 3 milijarde američkih dolara u 1999. godini dostići će maksimum od 8 milijardi u 2020. godini. Ovi iznosi samo su dio ukupnih svjetskih investicija u energiju, koje prosječno 1990-tih godina iznose 170-200 milijardi američkih dolara godišnje. Naravno, ovaj dio će rasti relativno, kad vjetroenergija postane glavni element unutar sektora električne energije.

Troškovi gradnje i pogona vjetroturbina već sada jako padaju. U Danskoj je trošak vjetroenergije pao do dvije trećine između 1981. i 1995. godine. Studije pokazuju da će troškovi proizvodnje električne energije pomoću energije vjetra i dalje padati od današnjih 0.047 američkih dolara po kWh do razine ispod 0,03/kWh do 2013. godine. Do 2020. godine iznos će padati do skoro 0,025 dolara po jedinici proizvedene električne energije. To će učiniti vjetroenergiju konkuretnom sa svim danas poznatim tehnologijama.

Cilj od 10 % je značajan, jer će više od 1,7 milijuna radnih mjesta biti otvoreno širom svijeta, kako u proizvodnji tako i u montaži i pogonu.

Godišnja ušteda CO_2 bit će od 60 milijuna tona u 2020. godini. Između 1999. i 2010. godine, ukupna redukcija će iznositi 1.120 milijuna tona CO_2, a između 2010. i 2020. godine, ukupna redukcija će biti 9.530 milijuna tona CO_2.

Developing World Energy, 2000.

SBK

PREDNOSTI PRIRODNOG PLINA S OBZIROM NA OKOLIŠ

Prirodni plin najčistije je fosilno gorivo. Njegov kemijski sastav i efikasnost pri uporabi omogućavaju njegovu uporabu u uvjetima kada treba udovoljiti zahtjevima okoliša. Tako on postaje bitan doprinos redukcijama emisija stakleničkih plinova.

Gledano dugoročno, svjetske rezerve prirodnog plina bit će dostatne da zadovolje rastuću potrošnju. Međutim, industrija plina doživjet će velike promjene. Nove količine plina dobivat će se iz udaljenih područja te će ovi projekti zahtijevati značajne investicije u infrastrukturu.

Industrija prirodnog plina drugi je najveći izvor energije za Europsku uniju, koja zadovoljava više od 22 % primarnih energetskih potreba. Prognoze predviđaju porast na 27 % do 2020. godine.

Primjena komunikacijske i informatičke tehnologije omogućava napredna mjerenja i primjenu sustava naplaćivanja s fleksibilnijom tarifnom strukturom.

U budućnosti se očekuje sve veća konkurencija na europskom tržištu plina. Potrošači će imati veće mogućnosti izbora dobavljača, pa će industrija morati graditi više standarde da osigura nove usluge u liberaliziranom tržištu. Buduća energetska politika trebat će se temeljiti na minimalnoj primjeni regulative i korištenju instrumenata tržišta.

Developing World Energy, 2000.

SBK

ABB ZAKLJUČIO PRODAJU SVOG DIJELA U POWER ALSTOM-u

ABB i Alstom udružili su u lipnju 1999. godine proizvodne poslove da bi postali najveći svjetski proizvođači elektroenergetske opreme.

Osnovali su kompaniju ABB Alstom Power s udjelima 50:50. Ovih dana je završena prodaja ABB-ovog dijela te kompanije Alstom-u. S ovom prodajom se suglasila i Europska komisija.

Grupa ABB obrazlaže ovaj potez kao prekretnicu u globalnoj transformaciji kompanije prema poslovima usluge i servisa, dakle poslovima, gdje se traži znanje. Naime, ABB je prepustio poslove proizvodnje elektroenergetske opreme, uključujući i nuklearne jedinice Alstomu, dok se on orijentira na poslove informatičke tehnologije i elektroničke pošte te druge visokotehnološki i znastveno temeljene poslove.

U ABB-u smatraju da ove promjene neće umanjiti konkurentsku sposobnost kompanije na energetskom tržištu.

Power Engineering International, June 2000.

SBK

TRACTEBEL NAPUŠTA POSLOVE U KAZAHSTANU?

Belgijska energetska kompanija Tractebel već je ranije počela preipitivati svoju poslovnu poziciju u Kazahstanu. Istodobno je počela pregovarati s vladom Kazahstana o daljnjem poboljšanju uvjeta pod kojima je radila i radi u toj zemlji. Ukoliko se uvjeti neće poboljšati namjerava se povući iz poslova u nekim prihvatljivim rokovima.

Trenutno, napušta svoje poslove u holdingu Almaty Power Consolidated (CAPS) i prodaje svoj udio. Kupac je kompanija u državnom vlasništvu KazTransGas iz Kazahstana. Ovaj potez je uslijedio zbog neslaganja nesuglastica oko energetskih tarifa, pa je zatražena međunarodna arbitraža.

Tako je kompanija KazTransGas preuzela udio poslova Tractebela u CAPS-u i poslove još nekih kompanija, čiji vlasnik je bio Tractebel.

Za ovu prodaju Tractebel će dobiti 100 milijuna američkih dolara.

Power Engineering International, June 2000.

SBK

POVEĆAN INTERES ZA ISTOČNU EUROPU

Iako su geografski blizu, zemlje istočne i srednje Europe nisu istodobno transformirale svoje energetske sektore. Sve one prihvaćaju privatizaciju i liberalizaciju energetskog tržišta, ali nisu jednako ostvarivale svoje planove. Da bi se povećala efikasnost zastarjele se elektrane moraju zamijeniti ili zatvoriti. Da bi se osigurali kapaciteti koji nedostaju, potrebno je graditi nove elektrane. Kako nemaju vlastitih sredstava, strani kapital je dobrodošao. No, strani investitori postavljaju uvjete da im se osigura prodaja određene količine električne energije u dužem razdoblju i po stalnim cijenama, što se ne uklapa u liberalizirano energetsko tržište.

Evo nekoliko primjera kakva je situacija u nekim zemljama u tranziciji.

Dok je Mađarska prodala svoju proizvodnju i distribuciju njemačkim i francuskim kompanijama, Rumunjska, Poljska i Bugarska tek su u fazi provođenja privatizacije.

Rumunjska je odlučila privatizirati distribuciju.

Poljska nastoji prodati svoje proizvodne kapacitete do 2002. godine, ali je prodala tek nekoliko elektrana. Prepreka privatizaciji je vlastita zakonska regulativa, a ne dugoročni sporazumi PPAs (Power Purchase Agreements), čija provedba je uvjet za ulazak u Europsku uniju. Treba vidjeti što će Poljska učiniti: prodati elektrane zbog nestašice novca ili poštivati dogovor PPAs-a i zadržati zadužene elektrane.

Prema **bugarskoj** shemi restrukturiranja, glavna se energetska postrojenja (uključujući jednu nuklearnu elektranu i 7 termoelektrana s ukupno 8.630 MW instaliranih kapaciteta) trebaju izvući iz nacionalne elektroprivredne kompanije NEC i kao samostalne kompanije steći status nezavisnih energetskih proizvođača IPPs (Independent Power Producers). Nihova privatizacija treba biti provedèna do 2001. godine. Prodavat će energiju nacionalnoj kompaniji NEC i velikim industrijskim potrošačima. Tijekom 1999. i 2000. godine provodi se privatizacija 63 male hidroelektrane. To je prilika za kupnju dionica ovih elektrana po niskoj cijeni , rekonstruirati ih i pripremiti za liberalizaciju energetskog tržišta. Posjedovanje dionica energetskih postrojenja prije liberalizacije ima prednosti za strane ulagače, jer nakon liberalizacije oni već zauzimaju dio energetskog tržišta i time stječu prednost pred ostalim konkurentima.

U **Mađarskoj** je krajem 1999. godine Bayernwerk počeo gradnju plinske elektrane kapaciteta 95 MW u Debrecinu. Ova elektrana neće biti priključena na nacionalnu prijenosnu mrežu kompanije MVM koja je u državnom vlasništvu. Umjesto toga, prodavat će električnu i toplinsku energiju regionalnom distributeru kompaniji Titasz (u kojem Bayernwer ima 74,99 % dionica). Izbjegavajući trećeg partnera, elektrana će biti u mogućnosti ponuditi nižu cijenu energije.

Ovaj i slični projekti Bayernwerka u Kyjovu u imaju konkurentske prednosti zbog ranijeg ulaska u regiju. Takvi projekti najbolje se realiziraju s lokalnim partnerima u kojima već investitorske kompanije drže dionice.

Nakon privatizacije u Mađarskoj cijene su električne energije znatno porasle za industrijske potrošače. Proizvedena električna energija iz privatiziranih elektrana prenosi se mrežom prijenosne kompanije MVM u vlasništvu države. Distribucijske kompanije preuzimaju energiju s mreže prijenosa i isporučuju je industrijskim potrošačima. Tako se cijena električne energije sastoji od tri cijene: cijene proizvodnje, cijene usluge prijenosa i cijene usluge distribucije.

Da bi dobila jeftiniju energiju za svoje potrebe, kompanija BorsadChem (BC) koja je najveći potrošač električne energije u Mađarskoj, odlučila je izgraditi vlastitu elektranu. Potrebno je izgraditi kapacitet od 100 MW. Da bi izbjegla odredbu po kojoj MVM raspisuje natječaj za izgradnju nove elektrane za kapacitete veće od 50 MW, BC se odlučila na izgradnju kapaciteta od 50 MW s godišnjom proizvodnjom električne energije od 380 GWh (50 % potreba BC-a) i 160 t/h pare (sve potrebe BC-a). Posao je dobio dosadašnji dobavljač Emasz s ABB-om po sistemu "ključ u ruke". Emasz je privatna kompanija čiji je najveći dio dionica vlasništvo kompanija RWE i EnBW.

Projekte će raditi kompanija koje su vlasnici Emasz (44 %9, MOL (30 %) i BC (26 %). Investicija je vrijedna 100 milijuna njemačkih maraka (52 milijuna američkih dolara) u čijem financiranju će sudjelovati s 25 % projektna kompanija i 75 % 15-godišnji kredit. Planirano je stavljanje u probni pogon krajem 2000. godine.

Nakon izgradnje Emasz će voditi pogon elektrane, a Mol će dobiti 20-godišnji ugovor za isporuku prirodnog plina.

Ovaj projekt bi trebao poslužiti kao model za slijedeća ulaganja, ukoliko se uspješno realizira.

International Power generation, February 2000.

SBK

CIGRE 2000

Ove godine od 27. kolovoza do 1. rujna održano je 38. Savjetovanje CIGRE u Parizu. Palais des Congres pod motom "**Velike inženjerske teme elektroenergetskih sistema u zoru 21. stoljeća**"

U skladu sa statutom održana je i Generalna skupština koja je prihvatila neke promjene u životu organizacije kao i izvještaj o radu za period 1998. - 2000. godine. Ovo se savjetovanje sigurno može označiti kao kamen temeljac budućeg razvoja CIGRE.

Pođimo redom.

38. Savjetovanje

Kako reče generalni sekretar CIGRE Marc Herouard Savjetovanje CIGRE je najveći događaj koji dozvoljava širokoj međunarodnoj zajednici inženjera specijalista za elektroenergetiku širom svijeta da sedam dana uživa u ekstenzivnoj i prijateljskoj razmjeni misli i ideja.

38. Savjetovanje održavalo se je na sastancima 15 tradicionalnih grupa, ali također i na 8 zajedničkih sastanaka dvije ili tri grupe te na dva Okrugla stola i tri Radionice (workshop). Detaljniju informaciju zainteresirani će dobiti iz Izvještaja o 38. Savjetovanju koji izdaje HK CIGRE tijekom ove godine.

Ukupno je na savjetovanju sudjelovalo oko 2500 stručnjaka, a razmatrano je 311 referata. Hrvatski komitet CIGRE bio je prestavljen slijedećim referatom u Grupi 11 Rotacijski strojevi:

Maljković, Z., Uglešić I., Kuterovac L., Vrkić I., Vučak S.

Povišenje napona hidrogeneratora kod kvarova i smetnji

Tijekom savjetovanja održana je izložba na kojoj je veliki broj firma iz cijeloga svijeta predstavio svoje proizvode i usluge. Iz Hrvatske je na izložbi nastupio DALEKOVOD iz Zagreba.

Također su tijekom savjetovanja organizirani tehnički posjeti pojedinim značajnim pogonima EdF-a.

Od društvenih događaja treba napomenuti koktel dobrodošlice 27. kolovoza, prijem CIGRE u muzeju znanosti 28. kolovoza i svečanu večeru na poziv francuskog nacionalnog komiteta CIGRE održanu 31. kolovoza.

Novo ime CIGRE

Generalna skupština je zaključila da dosadašnje ime CIGRE Međunarodna konferencija za velike električne sisteme ne odgovara više aktualnom djelovanju organizacije i promjenila joj je ime u Međunarodno vijeće (savjet) za velike električne sisteme. U originalu na francuskom jeziku umjesto Conference International des Grands Reseaux Electriques sada je ime Conseil International des Grands Reseaux Electriques što na sreću znači da je kratica CIGRE ostala ista.

Poslovni rezultati

Tijekom 1998. i 1999. godine članstvo CIGRE je raslo stopom od 3% godišnje. Financijski rezultat u istom periodu je pozitivan (više od 2 mil. FFR) što omogućuje daljnji razvoj, popunu fondova i zamrznutu članarinu na prošlogodišnjem iznosu. Naročito je interesantan pravi boom u komunikacijama. U kolovozu 2000 "CIGRE web" na Internetu ima 37 linkova i to 23 s nacionalnim komitetima uključujući i HK CIGRE, 12 sa Studijskim komitetima te jedan s Tehničkim komitetom. Danas se gotovo cjelokupno poslovanje obavlja pomoću e-maila, a 1998. g. njega praktički u CIGRE nije ni bilo.

Masterplan

Plan razvoja CIGRE u periodu 1999. - 2009. tzv. Masterplan predviđa:

- povećanje utjecaja CIGRE u svijetu
- kontinuirani razvoj organizacije da bi odgovorila ambiciji i misiji CIGRE
- učvršćivanje veza s drugim međunarodnim organizacijama u elektroenergetskom sektoru.

Ovaj plan uključuje pojačanu komunikaciju među članovima i s nečlanovima, širu decentralizaciju djelovanja koja bolje odgovara regionalnim potrebama i eksplozivni razvoj modernih komunikacija. Kad je riječ o komunikacijama treba naglasiti znakovitu promjenu profila časopisa ELECTRA koji znatno smanjuje informacije iz djelovanja raznih tijela CIGRE dostupnih danas na Internetu, a uvodi članke i informacije kao doprinose o djelovanju nacionalnih komiteta. To podrazumijeva i opise izvanrednih događaja u sistemima pojedinih zemalja članica CIGRE kao na pr. velikih defekata i sl.

Odnosi s Nacionalnim komitetima

Uvjet za ostvarenje masterplana CIGRE bit će moguć samo uz aktivni doprinos Studijskih komiteta s jedne strane i Nacionalnih komiteta s druge strane. Na prvom sastanku predstavnika Nacionalnih komiteta održanom tijekom 38. Savjetovanja bila je očita suglasnost u tome da ključni faktor uspješnog razvoja leži u podršci razvoju usluga i efektivnih metoda djelovanja. Na samom sastanku su vrlo opširno izmjenjena mišljenja o načinu rada pojedinih nacionalnih komiteta, o problemima financiranja, o centralizaciji i decentralizaciji o načinu rada tajništva CIGRE i sl.

Ove diskusije će pomoći upravnim tijelima CIGRE u donošenju daljnjih smjernica rada pa će se suglasno tome i u buduće organizirati sastanci predstavnika nacionalnih komiteta.

Eminentni članovi

Upravni organi CIGRE proglasili su eminentne članove organizacije, koji su se istakli svojim djelovanjem u studijskim komitetima, na stručnim skupovima u upravnim tijelima CIGRE ili u nacionalnim komitetima. Iz Hrvatske prvi eminentni članovi su:

Dr. sc. Ante Miliša i
Dr. sc. Zorko Cvetković.

Z. Cvetković

Energija

Godište 49 (2000) Br. 5

Časopis Hrvatske elektroprivrede

Uredništvo i uprava
Zagreb, Ulica grada Vukovara 37
Godišnja pretplata 480,00 kn

Energija 1339

UDK 658.8.03:621.3
PREGLEDNI ČLANAK

ENERGIJA 49/2000/5, 319-332

NEKE PODLOGE I PRIJEDLOZI ZA REKONSTRUKCIJU TARIFNOG SUSTAVA ZA PRODAJU ELEKTRIČNE ENERGIJE
II. dio

Dr. sc. Mićo Klepo, dipl. ing.
Energetski institut "Hrvoje Požar", Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska

U ovom radu izlažu se neki rezultati istraživanja i analiza odnosa opterećenja i potrošnje u elektroenergetskom sustavu Republike Hrvatske, te s tim u svezi troškova i troškovnih odnosa po djelatnostima, po naponskim razinama, kao i po kategorijama potrošača. Iz energetskih i troškovnih odnosa izvode se podloge i utvrđuju cjenovni odnosi, prema kojima se preispituju odnosi i odredbe važećeg Tarifnog sustava za prodaju električne energije. Posebno se ukazuje na njegove odnose i rješenja koja je nužno doraditi ili u potpunosti rekonstruirati da bi bili efikasniji, te da bi unaprijedili i poboljšali sustav naplate Hrvatske elektroprivrede.

(Lit. 18, sl. - – original na hrvatskom jeziku)

Autor
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/5/319-332/2000.

Energija 1340

UDK 621.31.25
PRETHODNO PRIOPĆENJE

ENERGIJA 49/2000/5, 369-378

KRITERIJI PRIGODOM IZBORA FOSILNIH GORIVA ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE U TERMOELEKTRANAMA - VAŽAN SU ISKORAK U PRAVCU UČINKOVITE UPORABE ENERGETSKIH RESURSA

Dr. sc. Radmilo Protić, dipl. ing.
Rudarsko geološko-naftni fakultet , Pierottijeva 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Polazeći od rastuće potrošnje električne energije, s većim stopama rasta od drugih oblika energije, daje se usporedna analiza po osnovi najmodernijih tehnologija za proizvodnju električne energije.
Dokazuje se i konkurentnost visokoučinskih energana na plin s onima na ugljen uz uvjet primjene svih tehnoloških rješenja za ekološke probleme termoelektrana na ugljen.

(Lit. 16, sl. 5 – original na hrvatskom jeziku)

Autor
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/5/369-378/2000.

Energija 1341

UDK 621.315
STRUČNI ČLANAK

ENERGIJA 49/2000/5, 313-317

OSVT NA GRANICE IZMEĐU PRIJENOSNE I DISTRIBUTIVNE ELEKTROENERGETSKE MREŽE

Dragan Borojević, dipl. ing.
HEP - DP Elektra, Gundulićeva 32, 10000 Zagreb, Hrvatska

Jasno određena granica između prijenosne i distributivne elektroenergetske mreže značajno olakšava planiranje razvoja, izgradnju i eksploataciju dijelova elektroenergetskog sustava. To je od posebnog značenja za distributivnu elektroenergetsku mrežu i zbog očekivane pretvorbe u Hrvatskoj elektroprivredi.
U radu je dan osvrt na moguće varijante razgraničenja u postojećoj i budućoj elektroenergetskoj mreži grada Zagreba.

(Lit. 5, sl. 2 – original na hrvatskom jeziku)

Autor
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/5/313-317/2000.

Energija 1341 UDK 621.315

1. Osvt na granice između prijenosne i distributivne elektroenergetske mreže
I. *Borojević D.*
II. HEP - DP Elektra, Gundulićeva 32, 10000 Zagreb, Hrvatska

Prijenos
Primarna distribucija visokog napona
Mjesta predaje i mjesta mjerenja električne energije
Vođenje pogona

Energija 1340 UDK 621.31.25

1. Kriteriji prigodom izbora fosilnih goriva za proizvodnju električne energije u termoelektranama - važan su iskorak u pravcu učinkovite uporabe energetskih resursa
I. *Protić R.*
II. Rudarsko geološko-naftni fakultet , Pierottijeva 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Energija
Potrošnja energije
Fosilna goriva
Energetska politika
Ugljen
Nafta
Prirodni plin
Zaštita okoliša

Energija 1339 UDK 658.8.03:621.3

1. Neke podloge i prijedlozi za rekonstrukciju Tarifnog sustava za prodaju električne energije - II. dio
I. *Klepo M.*
II. Energetski institut "Hrvoje Požar", Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska

Tarifni sustav za prodaju električne energije
Cijena električne energije
Kategorije potrošača
Troškovi električne energije
Tarife električne energije

Energija

Godište 49 (2000) Br. 5

Časopis Hrvatske elektroprivrede

Uredništvo i uprava
Zagreb, Ulica grada Vukovara 37
Godišnja pretplata 480,00 kn

Energija 1342

UDK 621.31.311
STRUČNI ČLANAK

ENERGIJA 49/2000/5, 355-368

KOMBI KOGENERACIJSKO POSTROJENJE PLIVA SAVSKI MAROF I PRIPADAJUĆI VISOKOTLAČNI PLINOVOD

Mr. sc. Zlatko Komerički, dipl. ing.

EKONERG HOLDING d.o.o., Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska

Opisuje se korištenje pojedinih generacija kogeneracijskih postrojenja u energetici Plive tijekom perioda od 80 godina i motivi koji su doveli do njihove gradnje. Za svaku generaciju postrojenja dani su osnovni podaci i opis tehničkih rješenja. Širi osvrt s tehničkim podacima daje se za najnovije izgrađeno postrojenje s naglaskom na pristup pri izboru optimalnog rješenja. Poruka članka je: Čitav tok projekta, od ideje do ishođenja uporabne dozvole, na pozitivnom primjeru EKONERG HOLDINGA, pokazao je da Hrvatska raspolaže vlastitim stručnim snagama koje su sposobne na najvišoj razini u primjereno kratkim rokovima realizirati takav složen inženjerski zadatak.

(Lit. -, sl. 10 – original na hrvatskom jeziku)

Autor
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/5/355-368/2000.

Energija 1343

UDK 621.316.993
STRUČNI ČLANAK

ENERGIJA 49/2000/5, 341-353

PRORAČUN FAKTORA UZEMLJENJA I NAJVEĆE STRUJE KROZ OTPOR RASPROSTIRANJA UZEMLJIVAČA U MREŽI HRVATSKE 2005. I 2010. GODINE

Mr. sc. Davor Nevečerel, dipl. ing.

Institut za elektroprivredu i energetiku d.o.o., Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska

Izložena je problematika proračuna faktora uzemljenja i najveće struje kroz otpor rasprostiranja uzemljivača u mreži Hrvatske 2005. i 2010. godine.

(Lit. 5, sl. 3 – original na hrvatskom jeziku)

Autor
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/5/341-353/2000.

Energija 1344

UDK 621.31.24:621.316.99
PREGLEDNI ČLANAK

ENERGIJA 49/2000/5, 333-339

VJETROELEKTRANE "STUPIŠĆE" O. VIS - ZAHTJEVI PRIKLJUČKA NA ELEKTRODISTRIBUCIJSKI SUSTAV I PRIPREMA IZGRADNJE OBJEKTA

Ivo Santica, dipl. ing.

HEP - DP Elektrodalmacija, Gundulićeva 42, 21000 Split, Hrvatska

Članak prikazuje osnovne elemente vjetroelektrane "Stupišće" o. Vis koja je u fazi ishođenja građevinske dozvole. Nvodi neka iskustva oko izrade pripremne dokumentacije, ishođenja lokacijskih dozvola i daje pregled objekata koje je potrebno izgraditi da bi se vjetroelektrana priključila na elektroenergetski sustav HEP-a.

(Lit. 3, sl. 7 – original na hrvatskom jeziku)

Autor
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/5/333-339/2000.

Energija 1344 UDK 621.31.24:621.316.99

1. Vjetroelektrane "Stupišće" o. Vis - zahtjevi priključka na elektrodistribucijski sustav i priprema izgradnje objekta
I. *Santica I.*
II. HEP - DP Elektrodalmacija, Gundulićeva 42, 21000 Split, Hrvatska

Vjetroelektrana
Vjetropark
Elektroenergetski sustav
Poticajne mjere

Energija 1343 UDK 621.316.993

1. Proračun faktora uzemljenja i najveće struje kroz otpor rasprostiranja uzemljivača u mreži Hrvatske 2005. i 2010. godine
I. *Nevečerel D.*
II. Institut za elektroprivredu i energetiku d.o.o., Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska

Uzemljenje
Faktor uzemljenja
Struje kroz sustav uzemljenja
Otpor rasprostiranja

Energija 1342 UDK 621.31.311

1. Kombi kogeneracijsko postrojenje Pliva Savski Marof i pripadajući visokotlačni plinovod
I. *Komerički Z.*
II. EKONERG HOLDING d.o.o., Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska

Kogeneracija
Toplina
Električna energija
Plinska turbina

Energija

Volume 49 (2000) Nº 5

Review of electricity of Croatia

Editorial and advertisements offices:
Zagreb, Ulica grada Vukovara 37
Subscription rate for 6 numbers p.a. USD 95

ENERGIJA 1339

UDK 658.8.03:621.3
SUBJECT REVIEW

ENERGIJA 49/2000/5, 319-332

SOME FOUNDATIONS AND PROPOSALS FOR THE RECONSTRUCTION OF TARIFF SYSTEM FOR ELECTRIC ENERGY SALE

Part two

Mićo Klepo, D. Sc.

Energetski institut "Hrvoje Požar", Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Croatia

This work presents some research results and an analysis of the relation between load and consumption within the electric power system of the Republic of Croatia and, connected to it, costs and cost relationship according to activities, voltage level and consumer category. From the energy and cost relationship foundations are drawn and the price relationship determined. Accordingly, relationships and rules of the existing Tariff System for Electric Energy Sale are re-examined. Special attention is paid to the relationships and solutions that need to be worked out or reconstructed in whole as to become more efficient and to develop and ameliorate the payment system of the Croatian electricity supply company.

(No. of References:18, Fig.: - – original in Croatian)

Author
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/5/319-332/2000.

ENERGIJA 1340

UDK 621.31.25
PRELIMINARY REPORT

ENERGIJA 49/2000/5, 369-378

FOSSIL FUEL SELECTION CRITERIA FOR ELECTRIC ENERGY PRODUCTION – AN IMPORTANT STEP TOWARDS EFFICIENT USE OF ENERGY RESOURCES

Radmilo Protić, D. Sc.

Rudarsko geološko-naftni fakultet, Pierottijeva 6, 10000 Zagreb, Croatia

Starting from the electric energy consumption increase having higher rates than any other energy form, a comparative analysis is given following the most recent electric energy production technologies. Competitiveness of high-efficiency gas plants compared to the coal-fired ones is claimed, whereby the condition was the application of all technological solutions for environmental problems of coal-fired thermal power plants.

(No. of References: 16, Fig.: 5 – original in Croatian)

Author
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/5/369-378/2000.

ENERGIJA 1341

UDK 621.315
PROFESSIONAL PAPER

ENERGIJA 49/2000/5, 313-317

REVIEW OF BOUNDARIES BETWEEN ELECTRIC ENERGY TRANSMISSION AND DISTRIBUTION NETWORKS

Dragan Borojević, B. Sc.

HEP – DP Elektra, Gundulićeva 32, 10000 Zagreb, Croatia

A clearly defined boundary between electric energy transmission and distribution networks significantly simplifies development planning, construction and operation of electric energy system's parts. It is particularly important for the electric energy distribution network and following the expected restructuring of the Croatian electric energy supply company.
The paper offers a review of possible scenarios for boundary setting in the existing and future electric energy network in Zagreb.

(No. of References: 5, Fig.: 2 – original in Croatian)

Author
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/5/313-317/2000.

ENERGIJA 1341 UDK 621.315

1. Review of Boundaries Between Electric Energy Distribution and Transmission Networks
I. *Borojević D.*
II. HEP – DP Elektra, Gundulićeva 32, 10000 Zagreb, Croatia

Transmission
Primary High Voltage Distribution
Electric Energy Measurement and Supply Points
Operation Management
Electric Energy Tariffs

ENERGIJA 1340 UDK 621.31.25

1. Fossil Fuel Selection Criteria for Electric Energy Production – An Important Step Towards Efficient Use of Energy Resources
I. *Protić R.*
II. Rudarsko geološko-naftni fakultet, Pierottijeva 6, 10000 Zagreb, Croatia

Energy
Energy Consumption
Fossil Fuel
Energy Policies
Coal
Oil
Natural Gas
Environmental Protection

ENERGIJA 1339 UDK 658.8.03:621.3

1. Some Foundations and Proposals for the Reconstruction of Tariff System for Electric Energy Sale
I. *Klepo M.*
II. Energetski institut "Hrvoje Požar", Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Croatia

Tariff System for Electric Energy Sale
Electric Energy Price
Consumer Category
Electric Energy Costs
Electric Energy Tariffs

Energija

Volume 49 (2000) № 5

Review of electricity of Croatia

Editorial and advertisements offices:
Zagreb, Ulica grada Vukovara 37
Subscription rate for 6 numbers p.a. USD 95

ENERGIJA 1342

UDK 621.31.311
PROFESSIONAL PAPER

ENERGIJA 49/2000/5, 355-368

COMBINED CO-GENERATION PLANT PLIVA SAVSKI MAROF AND ITS HIGH-PRESSURE GAS PIPELINE

Zlatko Komerički, M. Sc.

EKONERG HOLDING, Ulica grada Vukovara 37, 10 000 Zagreb, Croatia

The use of some generations of co-generating plants in the Pliva's energy supply are described during the past 80 years as well as the motives for their construction. Basic data and technical solutions are given for each plant generation. A wider review of the technical data is offered for the most recent plant with a special emphasis on the approach to the selection of the optimal solution. The message of the article: The whole project realisation from the idea to granting the utilisation licence, based on the positive example of EKONERG HOLDING, has shown that Croatia has its own competent experts who are able to realise such a complicated engineering task in a short period of time and on the highest professional level.

(No. of References: -, Fig.: 10 – original in Croatian)

Author

ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/5/355-368/2000.

ENERGIJA 1343

UDK 621.316.993
PROFESSIONAL PAPER

ENERGIJA 49/2000/5, 341-353

CALCULATION OF THE GROUNDING COEFFICIENT AND THE GREATEST CURRENT THROUGH GROUNDING RESISTANCE IN THE CROATIAN NETWORK FOR THE YEAR 2005 AND 2010

Davor Nevečerel, B.Sc.

Institut za elektroprivredu i energetiku, Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Croatia

The article deals with the problems of the grounding coefficient calculation and the greatest resistance grounding current in the Croatian network for the year 2005 and 2010.

(No. of References: 5, Fig.: 3 – original in Croatian)

Author

ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/5/341-353/2000.

ENERGIJA 1344

UDK 621.31.24:621.316.99
SUBJECT REVIEW

ENERGIJA 49/2000/5, 333-339

"STUPIŠĆE" WIND POWER PLANT ON THE ISLAND OF VIS – GRID CONNECTION REQUIREMENTS AND CONSTRUCTION PREPARATION

Ivo Santica, B. Sc.

HEP – DP Elektrodalmacija, Gundulićeva 42, 21000 Split, Croatia

The paper gives basic elements of the Stupišće wind power plant on the island of Vis presently in the phase of obtaining the construction permit. Some experience from the documentation preparation and location permission procedures are stated as well as the facilities that are to be built in order to connect the wind power plant to the electric power system of HEP.

(No. of References: 3, Fig.: 7 – original in Croatian)

Author

ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/5/333-339/2000.

ENERGIJA 1344 UDK 621.31.24:621.316.99

1. "Stupišće" Wind Power Plant on the Island of Vis – Grid Connection Requirements and Construction Preparation

I. *Santica I.*

II. HEP – DP Elektrodalmacija, Gundulićeva 42, 21000 Split, Croatia

Wind Power Plant
Wind Power Park
Electric Power System
Stimulating Measures

ENERGIJA 1343 UDK 621.316.993

1. Calculation of the Grounding Coefficient and the Greatest Current through Grounding Resistance in the Croatian Network for the Year 2005 and 2010

I. *Nevečerel D.*

II. Institut za elektroprivredu i energetiku, Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Croatia

Grounding
Grounding Coefficient
Grounding System Current
Grounding Resistance

ENERGIJA 1342 UDK 621.31.311

1. Combined Co-generation Plant Pliva Savski Marof and its High-Pressure Gas Pipeline

I. *Komerički N.*

II. EKONERG HOLDING, Ulica grada Vukovara 37, 10 000 Zagreb , Croatia

Co-generation
Heat
Electric Energy
Gas Turbine

UDK 621.31

ENJAAC 49 (6) – (2000) – 403-478

ISSN 0013-7448

ČASOPIS HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE

energija

IZDAVAČI – PUBLISHER

Hrvatska elektroprivreda

POMOĆ U IZDAVANJU

Ministarstvo znanosti, tehnologije i informatike

IZDAVAČKI SAVJET – THE PUBLISHING COUNCIL

Mr. sc. Branko *Grgić,* dipl. ing. (predsjednik), HEP Split – Adrijano *Fišer,* dipl. ing., HEP Rijeka – Marijan *Kalea,* dipl. ing., HEP Osijek – Damir *Karavidović,* dipl. ing., HEP Osijek – Mr. sc. Mladen *Mandić,* dipl. oec., HEP Zagreb – dr. sc. Vladimir *Mikuličić,* dipl. ing., FER Zagreb – dr. sc. Niko *Malbaša,* dipl. ing., Ekonerg, Zagreb

UREDNIČKI ODBOR - EDITORIAL BOARD

Glavni urednik – Editor-in-chief: dr. sc. Zorko *Cvetković,* dipl. inž.

Urednik - Editor: Zdenka *Jelić,* prof.

Uredništvo i uprava:

Zagreb, Ulica grada Vukovara 37

Telefoni 6322-641 i 6322-083, telefax 6170-438

Godišnje izlazi 6 brojeva. Godišnja pretplata za pojedince iznosi 300,00 kn, a za poduzeća i ustanove 480,00 kn (za studente 70,00 kn).

Cijena pojedinog broja u prodaji 50,00 kn.

Za inozemstvo $ 95 godišnje.

Žiro računi kod ZAP, Zagreb - Hrvatska elektroprivreda (za "Energiju") broj 30101-604-495

Tisak: TIVA – Tiskara Varaždin

Naklada 1000 primjeraka

Godište 49 (2000) Zagreb 2000 Br. 6

SADRŽAJ

Kolega V.: Tehnološke i ekonomske karakteristike nacionalnog programa energetske efikasnosti u zgradarstvu - $KUEN_{ZGRADA}$ (Pregledni članak) 405

Jakl F. – Žunec M.: Zagrijavanje vodiča uvažavajući temperaturno ovisne fizikalne veličine (Izvorni znanstveni članak). 417

Božičević M. – Tomšić Ž. – Jakšić D.: Buduće emisije ugljičnog dioksida iz hrvatskog elektroenergetskog sustava (Stručni članak) 423

Štingl H. – Barbić A. – Blažičko M. – Žuri M. – Hršak S.: Osiguranje kvalitete i stručni nadzor tijekom izgradnje kogeneracijskog postrojenja i visokotlačnog plinovoda s PMRS u Plivi - Savski Marof (Stručni članak) 431

Javornik Vončina S.: Pregled IEEE 802.3/Ethernet norme - II. dio: Fizički sloj (Pregledni članak) 437

Butorac J.: 75 godina Zavoda za osnove elektrotehnike i električka mjerenja Fakulteta elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu 459

Vijesti iz elektroprivrede 463

Iz strane stručne literature 473

Fotografija na omotu:

CRPNA HIDROELEKTRANA FUŽINE

Časopis je ubilježen u Ministarstvu kulture i prosvjete – Sektor informiranja pod brojem 161 od 12. 11. 1992.

Redakcija završena 2000 - 12 - 02

Upute autorima

U "Energiji" smo već tiskali upute o pisanju stručnih i znanstvenih članaka, pa "stari" autori znaju sve o tome kako treba prirediti članak koji će se u njoj objaviti. Cilj je ovog priloga da pomognemo onim autorima koji još nisu objavljivali i da podsjetimo "zaboravljive".

1. Da bi članak bio zanimljiv, mora biti jasan. Rečenice kratke, a izrazi poznati. Pismo: latinica. Pisati valja u trećem licu ne upotrebljavajući pasivne oblike.
2. Članak mora biti neobjavljen. Kad se preda "Energiji", više se ne smije ponuditi nekom drugom uredništvu.
3. Idealno je kad članak nema više od 20 strana. Autori često tvrde da je teško neku problematiku iznijeti na tako malo stranica. U tom slučaju obično "presude" recenzenti.
4. Valja se pridržavati zakonskih standarda i INDOK-propisa. Pri upotrebi jedinica i simbola valja poštivati zakonske mjerne jedinice Međunarodnog sustava jedinica - SI.
   Matematički znakovi, grčka slova i indeksi moraju biti jasni i definirani. Fizikalne veličine i faktori pišu se kosim velikim i malim slovima latinicom ili grčkim slovima. Mjerne jedinice i ostali opisi pišu se uspravnim slovima.
5. Članak mora biti napisan na formatu A4 u dva primjerka. Napisan mora biti strojem s razmakom između redaka. Na lijevoj strani mora biti 4 cm širok rub za unošenje pogrešaka, uredničkih oznaka i dopuna. Mora imati **naslov** i jasno označene **podnaslove.** Ispod naslova valja napisati prezime, ime i mjesto stanovanja autora, a na kraju članka valja navesti podatke o autoru: znanstvenu titulu, prezime i ime, stručni naziv, naziv ustanove u kojoj radi i punu adresu.
6. Svaki članak mora imati:
   - **kratak sažetak.** U njemu se čitatelju daje dovoljno informacija o sadržaju članka. Autor treba navesti nova otkrića i spomenuti temeljna načela na kojima je izveo eksperimente što ih je opisao u članku. Ne smije imati više od 200 riječi.
   - **ključne riječi** (key words). To su izrazi koji čitatelju u najkraćem obliku kažu što je sadržaj članka. One pomažu da čitatelj sazna da li mu je članak zanimljiv ili nije.
   - **kategorizaciju.** Autor ima pravo predložiti u koju se kategoriju članka po kvaliteti ubraja njegov, u: originalni znanstveni članak, prethodno priopćenje, pregledni članak, stručni ili su to izvještaji sa savjetovanja, vijesti iz svijeta itd.
   - **literaturu.** Navodi se na kraju članka onim redom kojim je spomenuta u članku. Kad se u tekstu poziva na literaturu, piše se u uglatoj zagradi samo broj pod kojim je navedena. Podaci moraju biti točni i istiniti.

   Naslov članka, kategorizacija, sažetak i ključne riječi moraju biti na jednom papiru. Sažeci se u "Energiji" prevode na engleski i njemački. To čine naši prevodioci.
7. Likovni prikazi (fotografije, crteži, dijagrami) moraju se nalaziti na posebnom listu - svaka slika na svom listu. Moraju biti nacrtane po pravilima tehničkog crtanja i obično 3 puta veće nego što će biti u časopisu. Pritom valja paziti da 3 puta smanjena najmanja brojka ili slovo bude veliko 3 mm - 1,5 mm.

Tako pripremljen rukopis Uredništvo pregleda, daje ga recenzentima na ocjenu i ako je povoljno ocijenjen, tehnički se obradi (lektorira, grafičko-likovno uredi) i pošalje u tiskaru. O tome da li je članak primljen ili odbijen, Uredništvo izvještava autora.

Da bi autori lakše odredili u koju kategoriju prema kvaliteti valja uvrstiti neki članak, dajemo osnovne upute o kategorizaciji članka:

IZVORNI ZNANSTVENI ČLANAK (originalan znanstveni rad, originalno znanstveno delo, originaljnaja naučnaja rabota, original scientific paper, originalna naučna rabota, Wissenschaftlicher Originalbeitrag) opisuje nove rezultate istraživanja tehnike ili aparata (npr. doktorska disertacija). Ovoj kategoriji pripada i dosad neobjavljeni rad koji pridonosi znanstvenoj spoznaji ili nekom svhvaćanju, a napisan je tako da bilo koji kvalificirani znanstvenik na temelju danih informacija može:

- ponoviti eksperiment i postići opisane rezultate s jednakom točnošću ili unutar granice eksperimentalne pogreške, kako to navodi autor.
- ponoviti autorova zapažanja, proračune ili teorijske izvode i donijeti slična mjerenja.

PRETHODNO PRIOPĆENJE (prethodno sporočilo, prethodno saopštenje, preliminary communication, Vorlaufige Mitteliung) sadrži znanstvene spoznaje ili rezultate čiji karakter zahtijeva objavljivanje. Rad obvezatno sadrži jedan podatak novih znanstvenih informacija ili više, ali bez dovoljno pojedinosti koje bi omogućile čitatelju provjeru iznesene informacije na način kako je to prethodno opisano.

PREGLEDNI ČLANAK (pregledno delo, pregledna rabota, review, obzornja rabota, Übersichtarbeit) jest izvješće o nekom posebnom pitanju o kojem je već objavljena informacija, samo je to ovdje skupljeno i raspravljeno. Autor preglednoga članka dužan je dati podatke o svim objavljenim radovima kojima se koristio u svom radu (treba navesti literaturu i svrstati je redom kojim se pojavljuje u tekstu), a po mogućnosti u literaturi navesti radove koji bi pridonijeli razvoju razmatrane problematike.

STRUČNI ČLANAK (strokovno delo, stručna rabota, professional paper, profesionaljnaja rabota, Fachlicher Beitrag) daje korisne priloge iz područja čija problematika nije vezana za izvorna istraživanja. To znači da rad mora biti novost u određenom području djelatnosti. To se npr. odnosi na naknadno ponavljanje poznatih istraživanja koje predstavlja koristan rad u vezi sa širenjem znanja i prilagođavanja izvornih istraživanja potrebama društva i znanosti.

energija

ČASOPIS
HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE

glasilo je energetičara, elektroinženjera i elektrotehničara. Izdaje ga Hrvatska elektroprivreda uz pomoć Ministarstva znanosti, tehnologije i informatike.

Njime se koriste mnogi znanstvenici i stručnjaci u našoj zemlji, a poznat je i važnijim referalnim centrima u inozemstvu, kao što su:

Engineering Index Inc., New York; Engineering Information Inc. Bibliographic Services Dept, New Jersey; Current Tehnology Index, London; Viniti, Moscow; Revue Générale de l'électricité, Paris; Current Bibliography on Science and Tehnology, Japan Information Centre, Tokyo; itd.

U Energiji se tiskaju izvorni znanstveni članci kao i članci iz prakse, vijesti iz elektroprivrede, zanimljivosti iz svijeta, priopćenja i članci graditelja elektroenergetskih objekata, proizvođača strojeva i materijala. Oglasi su sastavni dio časopisa, a priopćenja su komercijalne naravi.

UREDNIŠTVO

TEHNOLOŠKE I EKONOMSKE KARAKTERISTIKE NACIONALNOG PROGRAMA ENERGETSKE EFIKASNOSTI U ZGRADARSTVU - $KUEN_{zgrada}$

Mr. sc. Vesna K o l e g a, Zagreb

UDK 644.1
PREGLEDNI ČLANAK

Analizirana je ekonomska opravdanost ulaganja u poboljšanje toplinske zaštite zgrada, te su opisane tehnološke karakteristike i kriteriji odabira toplinsko-izolacijskih materijala.

Nadalje, prikazana su dostignuća pasivne sunčane arhitekture s ciljem povećanja energetske efikasnosti i zaštite okoliša u zgradarstvu.

Ključne riječi: toplinska izolacija, energetska efikasnost, pasivna sunčana arhitektura.

1. UVODNA RAZMATRANJA

Prve ideje i provedena istraživanja i analize o mogućnostima smanjenja potrošnje energije za grijanje i pripremu tople vode direktan su odgovor na veliku energetsku krizu 1973. godine, koja je potvrdila utemeljenost činjenice o ograničenosti fosilnih goriva i nužnosti racionalnog pristupa energetskoj potrošnji. Nagli porast cijene nafte i problemi opskrbe energijom rezultirali su uvođenjem energetskog koncepta u graditeljstvo. Mnoge industrijski razvijene zemlje ubrzano donose prve zakone i propise o toplinskoj zaštiti zgrada. U Njemačkoj je 22. srpnja 1976. godine donesen Zakon o štednji energije u zgradama, kojem su postavljeni pravni temelji za uređenje područja toplinske zaštite u graditeljstvu. Slični zakoni doneseni su u Austriji, Švicarskoj, Francuskoj, Nizozemskoj i dr. U posljednjih dvadeset i nešto godina područje toplinske zaštite zgrada pravno je i tehnički uređeno u skladu sa specifičnim uvjetima i potrebama u svim razvijenim zemljama Europske unije. U ovom trenutku u tijeku je razvoj i organizacija ovog područja na zajedničkoj razini prema Smjernicama Vijeća Europske unije [7].

Brojne ekonomske analize pokazuju da je ulaganje u poboljšanje toplinske zaštite zgrada jedna od tehno-ekonomski najisplativijih mjera povećanja energetske efikasnosti u zgradarstvu. U postojećim zgradama leži velik potencijal uštede toplinske energije. Trenutačno su na tržištu dostupne visokotehnološke građevinske komponente i energetski uređaji i sustavi koji omogućuju izgradnju kuće nulte energetske potrošnje. Ostvarivost izgradnje kuće za koju je karakteristično da zadovoljava sve energetske potrebe stanara bez vezanosti na elektroenergetski sustav je neupitna, ali su troškovi gradnje vrlo visoki. Ukupna cijena obiteljske kuće nulte energetske potrošnje koja obuhvaća projekt, građevinske radove i svu pripadajuću opremu iznosi i do nekoliko milijuna DEM (ukupna cijena energetski samodostatne obiteljske kuće u Freiburgu, izgrađene 1992. godine iznosila je 6 milijuna DEM).

2. EKONOMSKA ANALIZA TOPLINSKE ZAŠTITE ZGRADA

2.1. Ekonomska opravdanost ulaganja u dodatnu toplinsku izolaciju zgrada

Karakteristika velikog dijela postojećeg stambenog, uslužnog, javnog i gospodarskog fonda zgrada u Hrvatskoj je nezadovoljavajuća toplinska izolacija prema suvremenom konceptu građevinske toplinske zaštite te tehničkim i tehnološkim mogućnostima. Mjere poboljšanja toplinske izolacije treba poduzimati istodobno s mjerama nužnog obnavljanja vanjskih elemenata zgrade. Ulaganje u poboljšanje toplinske izolacije vanjskog omotača zgrade, višestruko je isplativo, pri čemu korist nije samo u uštedi energije za grijanje već i u boljim parametrima mikroklime u prostoru zgrade, te trajnijim građevinskim elementima i konstrukcijama.

Troškovi dodatne toplinske izolacije vanjskog omotača zgrade sastoje se od troškova [1]:

- projekta
- materijala i građenja
- vođenja investicije
- kapitala
- održavanja tijekom korištenja zgrade.

Računski se ekonomska isplativost ulaganja u dodatnu toplinsku zaštitu može izraziti kao kvocijent odnosa ukupne uštede u troškovima grijanja i ukupnih troškova dodatne toplinske izolacije, pri čemu će ulaganje biti isplativo ako je on veći od 1. Važno je istaknuti da osim smanjenja troškova za grijanje, viša razina toplinske izolacije znači ugodniju klimu u prostoru zgrade, zdravije stanovanje i trajniju zgradu, što je teško novčano vrednovati i ne može se obuhvatiti ekonomskom analizom.

Procjena ekonomske opravdanosti ulaganja u dodatnu toplinsku izolaciju, u velikoj mjeri ovisi o interesnoj grupi kojoj konkretna zgrada pripada. Ako se radi o zgradi koja se daje u najam, interes najmodavca je da ostvari što veću dobit za svoj uloženi kapital, i u slučaju dotrajale fasade, on nije sklon istodobnom poboljšanju toplinske izolacije, jer te dodatne troškove ne može kapitalizirati. Najjeftiniji način sanacije fasade bez dodatne toplinske zaštite za njega je ekonomski najisplativiji. Upravo iz tog razloga nužno je da država, kao zaštitnik javnih interesa i općeg dobra, zakonski obveže sve sudionike u građenju da u određenim uvjetima moraju poduzeti odgovarajuće mjere energetske sanacije zgrade [6].

Za stanare u iznajmljenim stanovima koji, uz najamninu, plaćaju i stvarne troškove grijanja, ekonomski je najisplativija toplinski dobro izolirana zgrada koja reducira troškove grijanja.

Za vlasnika, a ujedno i korisnika zgrade, ekonomski je najpovoljniji način građenja koji će osigurati da troškovi tijekom korištenja zgrade koji se sastoje od troškova grijanja i svih dodatnih troškova, budu minimalni. Za ovu grupu investitora ekonomično je ulagati u višu razinu toplinske zaštite od one propisane zakonom.

Poduzeta mjera za povećanje toplinske izolacije nekog vanjskog elementa zgrade bit će ekonomična ako se financiranje te mjere može osigurati kroz uštedu, što znači da anuiteti (otplatna kvota i kamata) moraju biti manji od postignute uštede u troškovima grijanja, koja je direktna posljedica poduzete građevinske mjere, što se nadalje, na osnovi inozemnih iskustava, može postići samo odgovarajućom potporom države kroz poreznu i kreditnu politiku u promatranom sektoru.

Ako gornji uvjet nije zadovoljen, predmetna građevinska mjera još uvijek može biti ekonomična ako su zadovoljena sljedeća dva kriterija:

- zbroj svih troškova (troškovi provedbe mjere (investicijski troškovi) + troškovi korištenja tijekom ukupnog razdoblja trajanja zgrade), mora biti manji od odgovarajućeg minimalnog rješenja (ili slučaja nepoduzimanja građevinske mjere);
- kapital uložen u obnovu elementa zgrade mora se vratiti prije potrebe za njegovom ponovnom sanacijom.

2.2. Analiza troškova poboljšanja toplinske izolacije zgrada

Poboljšanje toplinske izolacije postojećih zgrada moguće je provesti poboljšanjem toplinske izolacije pojedinih građevinskih elemenata koji čine oplošje zgrade:

- vanjskih zidova
- prozora
- stropova prema tavanu (krovovi iznad grijanih prostora)
- podova iznad negrijanog podruma (podovi na terenu).

Za prizemnice je karakteristično da zidovi s prozorima, krov i pod približno podjednako sudjeluju u oplošju zgrade. Što zgrada ima više etaža to je udio površine zidova u oplošju zgrade sve značajniji. Slični odnosi vrijede i za udio transmisijskih toplinskih gubitaka kroz pojedine elemente zgrade u odnosu na ukupne transmisijske gubitke. Jedino su toplinski gubici kroz prozore puno veći i približavaju se vrijednostima gubitaka kroz zidove, iako ukupna površina prozora iznosi u prosjeku oko 30% površine vanjskih zidova zgrade. Na troškove toplinskog poboljšanja pojedinih vanjskih elemenata zgrade utječu brojni čimbenici, pa se njihove vrijednosti kreću u veoma širokom rasponu.

A) *Vanjski zidovi*

Toplinsko pojačanje vanjskih zidova u pravilu treba izvoditi dodavanjem novog toplinsko-izolacijskog sloja s vanjske strane zida. Izvedba toplinske izolacije s unutarnje strane zida nepovoljna je s građevinsko-fizikalnog stajališta, a često je i skuplja zbog potrebe dodatnog rješavanja problema difuzije vodene pare, strožih zahtjeva u pogledu sigurnosti protiv požara, gubitka korisnog prostora i dr.

Kod izvedbe toplinsko-izolacijskog sloja s vanjske strane zida moguća su dva rješenja završnog sloja koji štiti toplinsko-izolacijski sloj i ostatak zida od vanjskih atmosferskih utjecaja. Prvo rješenje je karakterizirano izvedbom vanjskog zaštitnog sloja punoplošnim lijepljenjem na toplinsko-izolacijski sloj (tzv. kompaktna fasada). Kod drugog rješenja zaštitni je sloj u obliku pojedinačnih elemenata učvršćenih na odgovarajuću podkonstrukciju tako da između zaštitne obloge i sloja toplinske izolacije ostane sloj zraka koji se ventilira prema van (tzv. ventilirana fasada). U građevinsko-fizikalnom pogledu ventilirana fasada je mnogo povoljnija i sigurnija, te znatno trajnija, a njeno održavanje je jednostavnije i jeftinije. Industrija građevinskih materijala nudi mnogo varijanti cjelovitih sustava ovih dvaju načina toplinske izolacije zidova, pri čemu za oba rješenja debljina toplinsko-izolacijskog sloja ne bi trebala biti manja od 8 do 12 cm, ovisno o postojećoj toplinskoj izolaciji zida, čime bi se vrijednost koeficijenta prolaza topline k_{zida} smanjila na cca 0,25 do 0,35 W/(m^{2}K).

Troškovi izvedbe kompaktne fasade obuhvaćaju:

- pripremu podloge
- sloj toplinske izolacije (cijena ovisi o debljini sloja i primjenjenom toplinsko-izolacijskom materijalu)
- sloj za zaštitu od atmosferskih utjecaja (žbuka različitog sastava s odgovarajućom armaturom)
- pričvršćenje toplinske izolacije na podlogu (lijepljenje, mehaničko pričvršćivanje ili njihova kombinacija).

Analizom ovako podijeljenih troškova za različita rješenja kompaktne fasade utvrđeno je da sloj toplinske izolacije sudjeluje u ukupnim troškovima s oko 30%.

Troškovi izvedbe ventilirane fasade obuhvaćaju:

- pripremu podloge
- sloj toplinske izolacije s vjetrovnom branom
- podkonstrukciju na koju se pričvršćuje vanjska obloga (drvene letve, metalni profili, čelična sidra)
- obložne fasadne ploče (kamen, aluminij, keramika i dr.).

Iznosi navedenih troškova za kompaktnu i ventiliranu fasadu ovise i o visini zgrade, tlaku vjetra, čvrstoći podloge i dr. Analizirajući različita rješenja kompaktne i ventilirane fasade za jednaku kvalitetu toplinske izolacije i ostale identične uvjete utvrđeno je da je ventilirana fasada u prosjeku za 2 do 2,5 puta skuplja od kompaktne fasade [1].

B) *Prozori*

Zamjena starih prozora novim, boljih toplinsko-izolacijskih značajki, zahtijeva relativno visoke investicijske troškove, koji su po m^2 površine prozora, za 2 do 4 puta viši od troškova za toplinsko poboljšanje m^2 vanjskog zida, iz čega se može zaključiti da je ova mjera poboljšanja toplinske zaštite ekonomski isplativa jedino kod prozora s jednostrukim ostakljenjem ili kad su postojeći prozori u tako lošem stanju da im je obnova nužna. Ako konstrukcija prozora to dozovljava moguće je jedno prozorsko staklo zamijeniti izostaklom ili postojećim staklima dodati staklo s posebnim okvirom, čime se postiže prosječno smanjenje vrijednosti koeficijenta prolaza topline $k_{prozora}$ za cca 0,9 W/(m^2K).

C) *Strop prema tavanu*

Poboljšanje toplinske izolacije stropa prema tavanu zahtijeva relativno male troškove. Da bi se koeficijent prolaza topline k_{stropa} smanjio na vrijednost od cca 0,25 do 0,30 W/(m^2K) potrebno je na pod tavana položiti sloj toplinske izolacije debljine 10 do 15 cm. U slučaju prohodnog poda tavana izvodi se odgovarajuća podna obloga preko sloja toplinske izolacije.

D) *Pod iznad negrijanog podruma*

Troškovi izvedbe toplinskog pojačanja poda iznad negrijanog podruma relativno su niski. Na strop podruma se pričvrste ploče toplinsko-izolacijskog materijala debljine 8 do 10 cm čime se vrijednost koeficijenta prolaza topline k_{poda} reducira na cca 0,30 do 0,35 W/(m^2K).

Radi određivanja udjela troškova dodatne toplinske izolacije pojedinih vanjskih elemenata zgrade, provedena je ekonomska analiza postojeće, četveroetažne zgrade s osam stambenih jedinica, ukupne stambene površine 460 m^2. Udio površine prozora u ukupnoj površini vanjskog omotača zgrade iznosio je 33%.

Raspodjela troškova dodatne toplinske izolacije pojedinih vanjskih građevinskih elemenata dala je sljedeće udjele:

- vanjski zidovi (kompaktna fasada, debljina izolacije 10 cm) – 32%
- prozori (zamjena, izolacijsko staklo) – 54%
- strop prema tavanu (debljina izolacije 10 cm) – 9%
- pod iznad podruma (debljina izolacije 8 cm) – 5%.

Iz provedene je analize vidljivo da je poboljšanje toplinske izolacije poda iznad negrijanog podruma relativno mala investicija koja rezultira znatnim uštedama energije i povećanjem toplinske udobnosti stanara. Postavljanjem sloja toplinske izolacije, debljine 10 cm na pod tavana, također se, uz relativno niske troškove štedi energija i povećava toplinska udobnost. Dodavanje novog toplinsko-izolacijskog sloja s vanjske strane zidova relativno je skupa mjera povećanja energetske efikasnosti zgrade. U analizi je dan primjer kompaktne fasade, koja je u građevinsko-fizikalnom pogledu lošija od ventilirane, ali je u ekonomskom između 2 i 2,5 puta jeftinija. Poboljšanje toplinske izolacije prozora najskuplja je mjera toplinskog pojačanja zgrade koju je preporučljivo provoditi jedino u slučaju dotrajalosti i to zamjenom starih prozorskih stakala izolacijskim staklima.

Uz pretpostavku da su svi dodatno toplinski izolirani elementi zgrade, prije sanacijskih radova bili na razini minimalne toplinske zaštite prema važećim propisima, izvedbom predviđenih sanacijskih radova smanjili bi se transmisijski toplinski gubici zgrade za cca 50%.

3. TEHNOLOŠKE KARAKTERISTIKE TOPLINSKO-IZOLACIJSKIH MATERIJALA

3.1. Općenito

Radi praćenja rastućih zahtjeva za uštedom energije i zaštitom okoliša, prodor novih toplinsko-izolacijskih materijala na tržište je nezaustavljiv.

Za dimenzioniranje učinkovite toplinske zaštite građevina, uz poznavanje osnovnih karakteristika toplinsko-izolacijskih materijala nužno je poznavati građevinsko-fizikalne i klimatske uvjete na mjestu gradnje. Osim toga, za pravilnu je primjenu nužno poznavanje međusobnih odnosa različitih materijala u dijelovima građevine i građevinskim konstrukcijama. Toplinsko-izolacijski materijali u graditeljstvu, u pravilu su materijali čije su pore ispunjene zrakom, a primjenjuju se u jednoslojnim i višeslojnim vanjskim konstrukcijama građevina.

Toplinska vodljivost toplinsko-izolacijskih materijala ovisi o sljedećim parametrima:

- kemijskom sastavu materijala
- volumenu ugrađenog zraka (gustoći)
- strukturi pora (veličina i povezanost)
- količini vlage u materijalu
- temperaturi materijala.

Toplinsko-izolacijski materijali se s obzirom na strukturu pora dijele na materijale:

- otvorenih pora
- zatvorenih pora
- mješovitih pora.

Volumen pora nekih toplinsko-izolacijskih materijala može iznositi i do 98%.

S obzirom na kemijski sastav, toplinsko-izolacijski materijali se mogu podijeliti u tri osnovne grupe:

- anorganski
- umjetni organski
- prirodni organski.

3.2. Anorganski toplinsko-izolacijski materijali

Karakteristično za anorganske toplinsko-izolacijske materijale je da su negorivi i biološki inaktivni.

Toj grupi pripadaju perlit, vermikulit, pjenostaklo, staklena i kamena vuna.

Od navedenih materijala u hrvatskom se graditeljstvu najčešće koriste staklena i kamena vuna, te perlitne granule.

Staklena i kamena vuna proizvode se u željenim debljinama taljenjem raznih sirovina: kvarcnog pijeska, kamenog agregata dijabaza ili bazalta i dr. Dobivena vlakna se najčešće povezuju fenolformaldehidnom smolom, a za postizanje hidrofobnih karakteristika dodaju se mineralna ulja, silikoni i dr. Toplinsko-izolacijski materijali od staklene i kamene vune mogu biti izvedeni u pločama, filcevima, rinfuzi ili u cjevastom obliku za izolaciju cjevovoda.

Perlit u granulama proizvodi se iz materijala vulkanskog podrijetla (perlita) postupkom ekspandiranja na temperaturama iznad 100°C.

Granule perlita imaju, ovisno o primjeni, različite nasipne gustoće i veličinu čestica. Daljnjim postupcima dorade, ova vrsta toplinsko-izolacijskog materijala može se hidrofobirati ili bitumenizirati. Najčešća primjena u graditeljstvu je u proizvodnji laganih žbuka.

3.3. Umjetni organski toplinsko-izolacijski materijali

Grupi umjetnih organskih materijala pripadaju pjenasti visokovrijedni toplinsko-izolacijski materijali: poliuretanska pjena, ekspandirani ili ekstrudirani polistiren, fenolformaldehidna pjena i dr.

Od navedenih materijala u hrvatskom su graditeljstvu najčešće u primjeni poliuretanska pjena, ekspandirani i ekstrudirani polistiren.

Ekspandirani polistiren se proizvodi postupkom suspenzijske polimerizacije stirena uz dodatke, a dobivene granule se impregniraju lako hlapljivim ugljikovodicima.

Ekstrudirani polistiren se proizvodi ispjenjavanjem taline polistirena u ekstruderu uz dodatak halogeniranih ugljikovodika, a u najnovije vrijeme posredstvom CO_2.

Poliuretanska se pjena dobiva iz poliizocijanata i dodataka.

Svi navedeni pjenasti materijali su vrlo dobri toplinsko-izolacijski materijali, pretežno zatvorenih pora. Proizvode se u obliku blokova, ploča ili u različitim drugim oblicima. Poliuretanska pjena može se proizvoditi na licu mjesta na gradilištu i u tom se slučaju nanosi prskanjem.

3.4. Prirodni organski toplinsko-izolacijski materijali

Prirodni organski toplinsko-izolacijski materijali mogu biti:

- biljni produkti (npr. pluto)
- proizvodi na bazi drvenih vlakana
- celulozni vlaknasti materijali.

Od navedenih materijala u hrvatskom su graditeljstvu najčešće u primjeni proizvodi na bazi drvenih vlakana:

- lake izolacijske ploče od drvene vune
- troslojne izolacijske ploče od drvene vune s jezgrom od ekspandiranog polistirena ili kamene vune.

3.5. Transparentni toplinsko-izolacijski materijali

Transparentni (prozirni) toplinsko-izolacijski materijali veliko su dostignuće suvremene tehnologije na polju poboljšanja toplinske zaštite zgrada.

Prozirna se izolacija proizvodi od sintetičke mase u različitim oblicima, a glavna joj je karakteristika propuštanje svjetlosti.

Transparentna se izolacija može ugrađivati u svjetlonepropusni presjek ispred masivnog dijela vanjskog zida ili u svjetlopropusni presjek između izo-stakla, što daje potpuno novu dimenziju arhitekturi i graditeljstvu jer zid optimalnih toplinskih karakteristika ujedno propušta i svjetlost (sl. 1) [2].



Slika 1. Detalj presjeka zida s transparentnom izolacijom

U presjecima između dva stakla kao transparentna se izolacija mogu koristiti:

- folije
- polikarbonat saćaste strukture (transparentna izolacija u obliku pčelinjeg saća)
- mjehurići, pjena, vlakna ili granulirani aerogel
- mikroporozni materijal (homogeni aerogel).

Presjek materijala transparentne izolacije sadrži sitne kapilarne cijevi koje idu poprečno s jedne na drugu stranu ploče. Postavljanjem u presjek vanjskog zida stvara se gusta mreža kanala koji omogućuju prodor sunčevih zraka i time grijanje masivnih dijelova zidova. Na ovaj način akumulirana toplina koristi se za zagrijavanje prostora, pri čemu se učinak može dodatno pojačati postavljanjem izo-stakla i toplinske rolete u zračni sloj ispred transparentne izolacije.

Jedan od uspješnih primjera korištenja transparentne izolacije je zgrada u Lausanni, gdje je postavljanjem prozirne izolacije na polovici površine pročelja zgrade (cca 130 m^2), apsorpcijom sunčane energije priskrbljeno 60% energije potrebne za grijanje prostora zgrade.

3.6. Toplinska vodljivost

Osnovni zahtjev na sve vrste toplinsko-izolacijskih materijala je postići što nižu vrijednost toplinske vodljivosti. Kod nekih materijala (npr. pluto, ekspandirani polistiren, pjenostaklo, produkti perlita i dr.) na toplinsku vodijivost, prvenstveno, utječe toplinska vodljivost i gustoća sirovine, dok je za izolacijske materijale na bazi vlakana (drvenih ili celuloznih) karakteristično da na toplinsku vodljivost u velikoj mjeri utječe i struktura vlakana (tabl. 1) [1].

Tablica 1. Toplinska vodljivost raznih toplinsko-izolacijskih materijala

Toplinsko-izolacijski materijali	Toplinska vodljivost, λ W/(mK)
Anorganski materijali	
Staklena vuna	0,038
Kamena vuna	0,038
Perlit u granulama	0,060
Pjenostaklo	0,050
Umjetni organski materijali	
Poliuretanska pjena proizvedena na gradilištu	0,040
Ploče od poliuretanske pjene	0,028
Ekspandirani polistiren	0,040
Ekstrudirani polistiren	0,030
Prirodni organski materijali	
Ploče od ekspandiranog pluta	0,043
Ploče od drvenih vlakana	0,085

Sljedeće svojstvo toplinsko-izolacijskih materijala koje znatno utječe na toplinsku vodljivost je svojstvo upijanja vode u porama materijala.

Navlaženje materijala vanjskih elemenata građevine može biti rezultat:

- hidroskopske vlažnosti materijala
- upijanja vode kroz kapilare materijala
- prodora oborinske vlage kroz vanjske plohe građevinskih elemenata pod tlakom vjetra
- kondenzacije vodene pare na unutarnjoj površini ili unutar građevinskog elementa (usljed difuzije)
- vlage iz terena.

Kako je toplinska vodljivost vode više od 20 puta veća od toplinske vodljivosti zraka u porama toplinsko-izolacijskih materijala ($l_{vode} \approx 0{,}58$ W/mK, $l_{zraka} \approx 0{,}024$ W/mK) vodoupijajući materijali nemaju dobre toplinsko-izolacijske karakteristike. Zaleđivanjem vode tijekom zimskih mjeseci dolazi do daljnjeg povećanja vrijednosti toplinske vodljivosti ($l_{leda} \approx 2{,}2$ W/mK) i pogoršanja toplinsko-izolacijskih svojstava materijala.

Radi sprječavanja i minimiziranja vodoupijajućih karakteristika toplinsko-izolacijskih materijala, prvenstveno onih vlaknaste strukture, materijali se dodatno obrađuju raznim vodoodbojnim sredstvima. Osim toga, važno je građevinske elemente tako komponirati i toplinsko-izolacijski dimenzionirati da se potpuno izbjegne ili svede na minimum kondenzacija vodene pare u uvjetima korištenja.

Za ispravan odabir toplinsko-izolacijskih materijala, posebno onih organskog podrijetla potrebno je poznavati *faktor otpora difuziji* vodene pare, μ, pojedinog materijala (tabl. 2).

Tablica 2. Gustoće i faktori otpora difuziji vodene pare toplinsko-izolacijskih materijala

Toplinsko-izolacijski materijali	Gustoća (kg/m3)	Faktor otpora difuziji vodene pare, μ
Anorganski materijali		
Staklena vuna	8-500	1
Kamena vuna	8-500	1
Perlit u granulama	90	1
Pjenostaklo	100-500	(∞)
Umjetni organski materijali		
Poliuretanska pjena proizvedena na gradilištu	37-40	30/100
Ploče od poliuretanske pjene	30 i više	30/100
Ekspandirani polistiren	15-30	20/100
Ekstrudirani polistiren	25-35	80/300
Prirodni organski materijali		
Ploče od ekspandiranog pluta	80-500	5/10
Ploče od drvenih vlakana	360-650	2/5

3.7. Kriteriji odabira toplinsko-izolacijskih materijala

Jedan od važnih kriterija odabira toplinsko-izolacijskih materijala je njegovo ponašanje pod mehaničkim opterećenjem.

Zbog mogućnosti usporedbe materijala koji će biti izloženi tlačnim opterećenjima važno je poznavanje tlačne čvrstoće materijala pri 10%-tnom tlaku (tabl. 3) [1].

Tablica 3. Tlačne čvrstoće toplinsko-izolacijskih materijala pri 10%-tnom tlaku

Toplinsko-izolacijski materijali	Gustoća (kg/m3)	Tlačna čvrstoća pri 10%-tnom tlaku (kN/m²)
Anorganski materijali		
Staklena vuna	8-500	40-80
Kamena vuna	8-500	40-80
Perlit u granulama	90	
Pjenostaklo	100-500	
Umjetni organski materijali		
Poliuretanska pjena proizvedena na gradilištu	37-40	100
Ploče od poliuretanske pjene	30 i više	180-1000
Ekspandirani polistiren	15-30	100-200
Ekstrudirani polistiren	25-35	350-800
Prirodni organski materijali		
Ploče od ekspandiranog pluta	80-500	100-200
Ploče od drvenih vlakana	360-650	

Vlačna čvrstoća toplinsko-izolacijskih materijala nije od posebne važnosti, te se navode samo minimalne vrijednosti koje materijal treba zadovoljiti.

Za toplinsko-izolacijske materijale vlaknaste strukture izložene tijekom korištenja vjetru ili ugrađene na pročelja građevina potrebno je poznavati svojstva raslojavanja, dok je za umjetne organske materijale nužno poznavati postojanost oblika materijala i otpornost na povišenu temperaturu od 80°C.

Kod odabira lakih građevinskih ploča od drvene vune važan čimbenik je otpornost na savijanje.

Prema normi HRN DIN 4102-1, svi toplinsko-izolacijski materijali ispituju se na zapaljivost i gorivost, te razvrstavaju u razrede dane u tablici 4.

Tablica 4. Razredi zapaljivosti/gorivosti toplinsko-izolacijskih materijala

Toplinsko-izolacijski materijali	Gustoća (kg/m³)	Razred
Anorganski materijali		
Staklena vuna	8-500	A1/A2
Kamena vuna	8-500	A1
Perlit u granulama	90	A1
Pjenostaklo	100-500	A1
Umjetni organski materijali		
Poliuretanska pjena proizvedena na gradilištu	37-40	B2
Ploče od poliuretanske pjene	30 i više	B1/B2
Ekspandirani polistiren	15-30	B1/B2
Ekstrudirani polistiren	25-35	B1
Prirodni organski materijali		
Ploče od ekspandiranog pluta	80-500	B2
Ploče od drvenih vlakana	360-650	B1

Razred A1..... negoriv materijal
Razred A2..... goriv materijal
Razred B1 ..... teško zapaljiv materijal
Razred B2 ..... normalno zapaljiv materijal

Za energetsko-ekonomski optimalan odabir, uz poznavanje tehničkih karakteristika (čvrstoće, zapaljivosti, gorivosti, toplinske vodljivosti, otpornosti na vlagu, te međusobne kompatibilnosti karakteristika u određenim kombinacijama materijala), važno je poznavati prosječnu vrijednost energije potrebne za porizvodnju toplinsko-izolacijskih materijala (tabl. 5).

Tablica 5. Prosječna energija potrebna za proizvodnju toplinsko-izolacijskizh materijala

Toplinsko-izolacijski materijali	Prosječna energija za proizvodnju (MJ/m³)
Drvo	300
Vlaknasti čelijasti materijali	580
Ploče od drvenih vlakana	650
Plinobeton	1 350
Kamena vuna	1 400
Ekspandirani polistiren	1 550
Porobeton	2 100
Poliuretanska pjena	3 850
Lagani betoni s poroznim dodacima	5 400

Prosječna energija za proizvodnju obuhvaća:

- energiju za proizvodnju osovne sirovine
- energiju za proivodnju toplinsko-izolacijskog materijala
- energiju potrebnu za rad tvorničkih postrojenja.

U tablici 6 navedeni su podaci o količini toplinsko-izolacijskih materijala proizvedenih u Njemačkoj u razdoblju od 1990. - 1996. godine.

Tablica 6. Količina proizvedenih toplinsko-izolacijskih materijala u Njemačkoj u razdoblju od 1990. do 1996. godine

Toplinsko-izolacijski materijali (u 1000 m^3)	1990.	1991.	1992.	1993.	1994.	1995.	1996.
Mineralna vuna	10 500	12 500	13 900	15 650	17 250	18 600	18 980
Ekspandirani polistiren	5 162	6 131	6 405	7 354	8 773	9 071	9 100
Poliuretanska pjena	888	977	1 022	1 134	1 253	1 291	1 365
Ekstrudirani polistiren	538	591	688	766	890	957	985
Ploče od drvenih vlakana	261	277	295	307	366	343	310

Iz tablice je vidljiv porast proizvodnje svih promatranih toplinsko-izolacijskih materijala, pri čemu je proizvodnja pojedinih materijala porasla približno:

- mineralna vuna 1,8 puta
- ekspandirani polistiren 1,8 puta
- poliuretanska pjena 1,5 puta
- ekstrudirani polistiren 1,8 puta
- ploče od drvenih vlakana 1,2 puta.

Nastavak rada na ovoj temi u sklopu programa $KUEN_{zgrada}$ obuhvatit će prikupljanje i analizu podataka o količini toplinsko-izolacijskih materijala proizvedenih u Hrvatskoj i energiji potrebnoj za njihovu proizvodnju.

Važno je naglasiti, da uz sve opisane građevinsko-fizikalne i energetsko-ekonomske kriterije, odlučujući čimbenik prigodom odabira toplinsko-izolacijskog materijala treba biti njegovo djelovanje na zdravlje čovjeka i zaštitu okoliša.

4. VISOKOTEHNOLOŠKI, ENERGETSKI EFIKASNI GRAĐEVINSKI SUSTAVI I ELEMENTI

4.1. Pasivni sunčani elementi i sustavi

Praktično korištenje sunčeve energije temelji se na postavljanju tehničkog uređaja koji sunčevu energiju prihvaća a zatim je transformira u neki drugi korisni oblik energije, najčešće u toplinsku ili električnu. Takvi se uređaji nazivaju pretvornicima sunčeve energije [3].

Pretvornici u toplinsku energiju se prema svom djelovanju mogu podijeliti u dvije osnovne kategorije:

- aktivne
- pasivne.

Pretvornici u električnu energiju dijele se na:

- niskotemepraturne (solarni pond)
- visokotemperaturne (fokusirajuće)
- fotonaponske.

Pasivni pretvornici koriste globalno sunčevo zračenje za prirodno grijanje, hlađenje i osvjetljavanje u stambenim i gospodarskim zgradama, pri čemu bioklimatski koncept osigurava zadovoljavanje toplinske i svjetlosne udobnosti korisnika zgrade u svim godišnjim dobima, jer isti pasivni sustav zimi grije i provjetrava, a ljeti hladi zgradu.

U današnjoj su projektantskoj i tehnološkoj praksi u primjeni najčešće osnovni tipovi pasivnih sunčanih pretvornika i sustava, čija je energetska efikasnost i ekonomska isplativost već dokazana.

Temeljni principi djelovanja i tipovi pasivnih pretvornika su sljedeći:

Izravni zahvat (sl. 2.a)

Princip djelovanja: građevina je prijamnik sunčeva zračenja;

Karakteristika: otvorenost arhitektonskog prostora za maksimalnu insolaciju.

Termoakumulacijski zid (sl. 2.b)

Staklenik (sl. 2.c)

Karakteristike: selektivne višeslojne staklene stijene s UV zaštitom i ispunom od teškomolekularnih plinova;

Varijante sustava: sa ili bez termoakumulacijskog zida i podnog spremnika topline.

Krovni skupljač (sl. 2.d)

Princip djelovanja: izravan zahvat sunčeve energije u krovni zračni kolektor i hibridna distribucija.

Konvekcijski sustav (sl. 2.e)

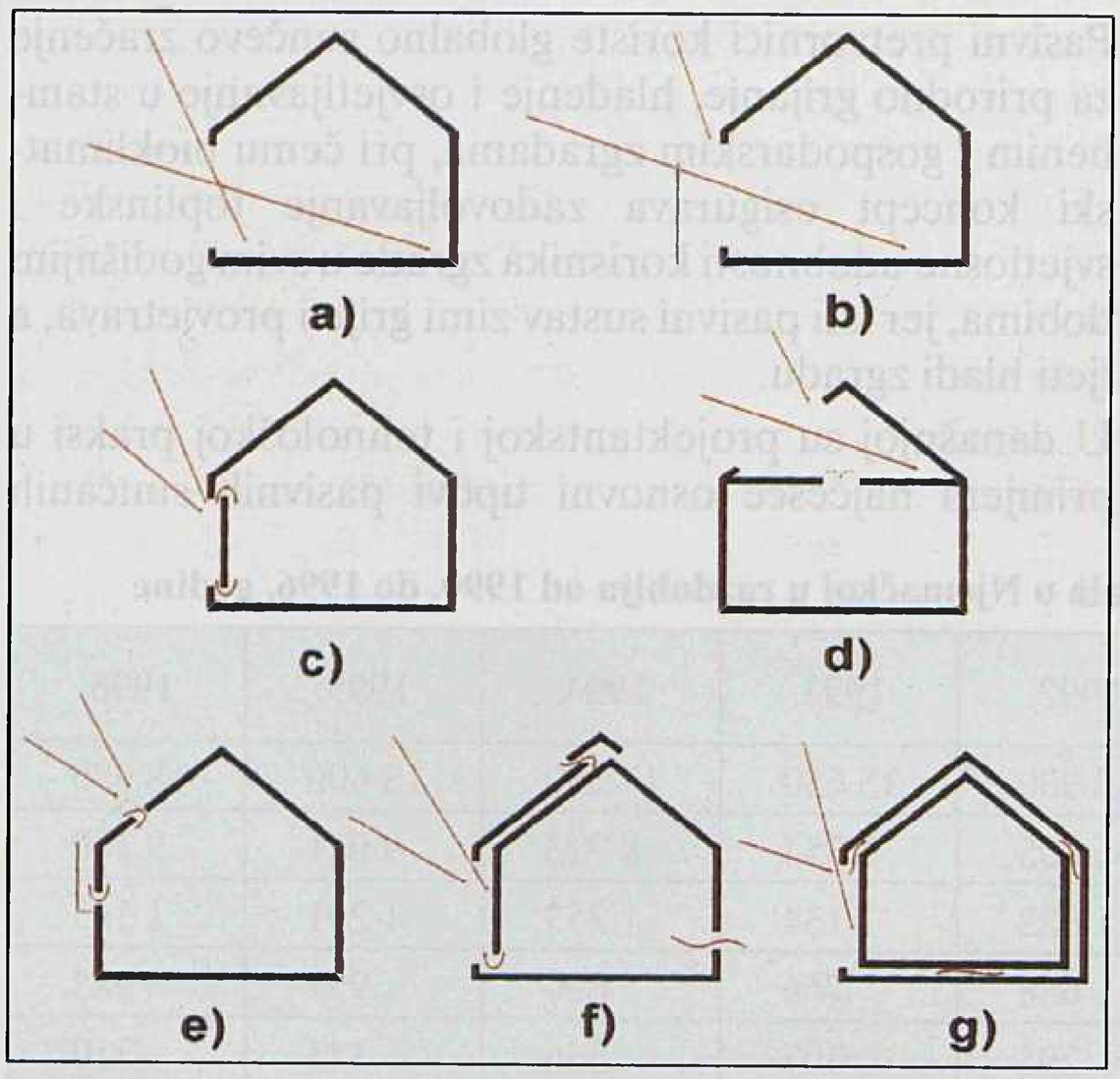
Princip djelovanja: cirkulacija prirodno zagrijanog zraka u vanjskom elementu pročelja zgrade.

Sunčani dimnjak (sl. 2.f)

Karakteristika: maksimalno učinkovito rješenje za hlađenje prostora.

Dvostruki vanjski omotač zgrade (sl. 2.g)

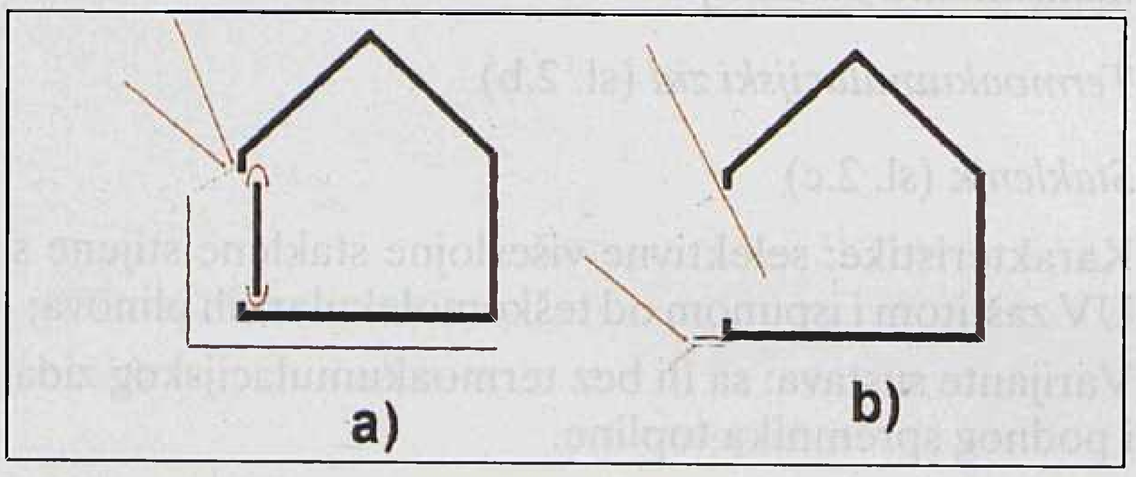
Princip djelovanja: zračni bioklimatski sustav unutarnjih konstrukcijskih elementata (Barra-Costatini sustav) baziran na prirodnoj cirkulaciji zraka iz zračnih kolektora, termoakumulacijskih zidova i (ili) podnih (stropnih) i zidnih spremnika.



Slika 2. Sheme osnovnih tipova pasivnih sunčanih pretvornika

Bazirani na kombinacijama osnovnih tipova pasivnih sunčanih pretvornika, ekološki i energetski izuzetno uspješnima pokazali su se sljedeći sustavi:

- *Termoakumulacijski zid sa spremnikom topline* (sl. 3a);
- *Kombinirani sustav sastavljen od skupljača, spremnika topline i staklenika* (sl. 3.b)



Slika 3. Sheme sustava pasivnih sunčanih pretvornika

Uz prethodno opisane temeljne principe djelovanja i osnovne tipove i sustave pasivnih sunčanih elemenata, u posljednje se vrijeme intenzivno razvijaju visokotehnološki, sve složeniji sustavi pasivne sunčane arhitekture bazirani na suvremenom energetsko-ekološkom konceptu:

Akumulacijski sustavi:

Princip djelovanja: akumuliranje velike količine nekog medija (masivnog materijala, vode i dr.) u nadzemnim i podzemnim spremnicima za razne korisnike (komunalne sustave, pojedinačne korisnike i dr.).

Hibridni sustavi:

Princip djelovanja: distribucija toplinske energije aktivnim instalacijskim sustavima (sunčani kolektori, dizalice topline, fotonaponski sustavi i dr.);

Integrirani sustavi:

Karakteristika: termoakumulacijski, cirkulacijsko-konvekcijski i dr. sustavi izvedeni tipskim (prefabriciranim) ili unikatnim arhitektonskim elementima.

Pasivna sunčana kuća nulte energetske potrošnje:

Karakteristika: kuća bez potrebe grijanja i hlađenja, minimalne emisije CO_2 i drugih polutanata u skladu s najnovijim preporukama Vijeća Europske unije.

Energetski samodostatna arhitektura:

Karakteristika: energetski inteligentna arhitektura bazirana na visokotehnološkoj opremi i računalno podržanim kontrolnim, regulacijskim i automatizacijskim sustavima.

4.2. Termoakumulacijski zid

Izum i patentiranje masivnog, ostakljenog, termoakumulacijskog zida, južno orijentiranog pročelja tipa *Trombe-Michel* krajem šezdesetih godina, unosi novu dimenziju u bioklimatsku, energetski efikasnu arhitekturu i graditeljstvo [3].

Rad termoakumulacijskog zida temelji se na akumulaciji dozračene energije sunca u masivnom dijelu presjeka, te na zagrijavanju zraka u šupljem dijelu presjeka zida (između ostakljenja i masivnog dijela) koji pokreće cirkulaciju zraka u prostoru građevine.

U realizacijama pasivnih sunčanih obiteljskih kuća u Hrvatskoj (oko 45°S), termoakumulacijski zid se pokazao, s jedne strane energetski efikasnim, a s druge ekonomski isplativim zbog zanemarivo niske dodatne investicije u odnosu na ukupnu cijenu građevine. Ovdje treba naglasiti da bi prefabrikacija ovog arhitektonsko-građevinskog elementa dodatno reducirala njegovu cijenu, uz istodobno poboljšanje kvalitete pojedinih detalja.

Nadalje, prefabrikacija bi maksimalno smanjila vrijeme potpune isplativosti zida, kroz njegovu masovniju primjenu u stambenim i gospodarskim zgradama [8], [9].

4.3. Energetski efikasno staklo

Brojna istraživanja i razvitak tehnologije proizvodnje stakla rezultirali su građevinskim proizvodima izvanrednih energetskih karakteristika:

- visokokvalitetna toplinska zaštita
- foto, termo i elektrokromatska fleksibilnost
- selektivnost apsorpcije i refleksije
- vatrootpornost
- neprobojnost.

Ostakljeni dijelovi građevine toplinskim gubicima s jedne, a solarnim doprinosima s druge strane, značajno utječu na energetsku bilancu zgrade.

Iako veliki izbor višestrukih presjeka i odličnih karakteristika građevinskog stakla s obzirom na energetsku

efikasnost zadovoljava brojne zahtjeve, statička i akumulacijska svojstva zida, staklo još uvijek nije dostiglo.

Transmisijska, refleksijska i apsorpcijska svojstva stakla u najvećoj mjeri zavise od tvari iz koje je ono izrađeno, te od naknadnih tretmana radi poboljšanja pojedinih svojstava. Suvremena tehnološka dostignuća rezultiraju staklima s malim udjelom željeza i promjenjivih karakteristika. Antirefleksijski tretman i nizak koeficijent emisije, ispuna izolacijskog stakla plinovima velike molekularne težine (npr. argon ili kripton), te integracija elektrokromatskog stakla, rezultiraju smanjenjem koeficijenta prolaza topline, *k,* i povećanjem koeficijenta zasjenjenja, *SC,* (od eng. shading coefficient). Kombinacijom raznih svojstava postiže se inteligenta selektivnost koja omogućuje optimalan energetski učinak istog presjeka staklene površine kroz sva godišnja doba [10].

Zaštita od ultraljubičastog zračenja osigurava se:

- premazivanjem stakla
- metalizacijom plohe stakla metalnim oksidima
- dodavanjem unutarnjih folija.

Svjetlopropusnost je maksimalna, a zbog izravnog blještavila ili odbljesaka s raznih ploha iz okoliša, preporuča se metalizacija od cca 10%, pri čemu vanjska zaštita od sunca nije potrebna već je predviđena jedino unutarnja zaštita od blještavila i pogleda.

Jedno od visokotehnoloških, energetski efikasnih stakala poznato pod nazivom *toplinsko ogledalo* (od eng. heat mirror) upotrebljava se u širokoj primjeni, u sustavu tvornički prefabriciranih staklenika "Four Seasons". *Toplinsko ogledalo* se sastoji od dvije staklene plohe između kojih je ugrađena prozirna, visokokvalitetna poliesterska membrana, naparena tankim slojem odgovarajućeg metala, koja stvara dva zračna prostora. Karakteristike *toplinskog ogledala* bolje su od značajki trostrukog ostakljenja. Ovo staklo zimi zadržava toplinu u prostoru dok je u ljetnim mjesecima i za najvećih vrućina, pod njim ugodno, bez dodatne zaštite od sunca.

Trenutačno je u uporabi nekoliko klasa *toplinskog ogledala* pod rednim brojevima 22, 44, 66 i 88. *Toplinska ogledala* 22 i 44, korištena u strešnoj konstrukciji staklenika zadržavaju strme, ljetne, sunčane zrake, dok *toplinsko ogledalo* 66 ugrađeno u vertikalne stijene propušta niske, zimske, sunčane zrake i tako pasivnim načinom štedi energiju potrebnu za zagrijavanje prostora. Energetski najefikasnije je *toplinsko ogledalo* 88 koje u presjeku ima dvije poliesterske membrane, čime je omogućen niz drugih selektivnih varijacija.

Nadalje, zavisno od klase i primijenjene varijacije, *toplinsko ogledalo,* u prosjeku zadržava cca 99.5% UV sunčanih zraka, čiji je utjecaj na čovjekovo zdravlje dokazano negativan.

Sljedeće u nizu visokokvalitetnih, energetski efikasnih stakala, poznato pod nazivom *sunčano staklo,* izumio je i patentirao njemački arhitekt Koster. Ovo dvoslojno staklo ima posebno oblikovane nepomične horizontalne lamele trokutastog presjeka s konkavnim stranicama, koje funkcioniraju kao modulator dnevnog osvjetljenja, odnosno prijama sunčanog zračenja. Najdulja stranica (hipotenuza) obrađena kao folija visokog metalnog sjaja, okrenuta je prema gore, pod kutom koji za određenu geografsku širinu funkcionira kao hvataljka svjetla i ploha refleksije za ekvinocijske i zimske zrake (sezona grijanja) prema unutarnjem prostoru. Unutarnja donja stranica presjeka (kateta) isključivo je bijele boje, tako da je refleksijom od nje, maksimalno direktno propuštanje niskih, zimskih zraka još dodatno pojačano. Vanjska donja kateta presjeka, također obojena u bijelo, osigurava reflektiranje svjetlosti prema van, tako da strme, ljetne zrake ne mogu direktno prodrijeti kroz *sunačno staklo* i time dodatno, nepotrebno zagrijati prostor.

Najnovija tehnologija proizvodnje stakla rješava i problem prekida toplinskog mosta u samom rubu (okviru) izo-stakla dodavanjem izolacijske trake organskog podrijetla, uz dodatno oblaganje okvira nepropusnom aluminijskom folijom koja onemogućava izlaz plina. U patentiranom američkom proizvodu poznatom pod komercijalnim nazivom *Warmedge,* dodatna izolacijska traka izvedena je od filca, što se pokazalo dobrim rješenjem. U suvremenim staklenicima tipske proizvodnje u svim presjecima konstrucije imaju prekinut toplinski most. Današnji tipični rubni detalj sa šupljim metalnim profilom, toplinski je most koji se više ne tolerira u presjecima stakala visoke energetske efikasnosti, za koja je karakterističan vrlo nizak koeficijent prolaza topline, *k* (oko 0.45 Wm^2/K).

Opisane značajke suvremenih, visokotehnoloških, energetski efikasnih stakala omogućuju projektantima izuzetno velike slobode u arhitektonskom oblikovanju energetski efikasnih ostakljenja i inteligentnih pročelja građevina [3].

4.4. Sustavi za dnevno osvjetljenje unutarnjih prostora zgrade

Energija potrebna za umjetno osvjetljenje unutarnjih prostora zgrade, mnogo je veća no što se naizgled čini, pri čemu ispravno projektiranje dnevnog osvjetljenja ne reducira samo energetsku potrošnju umjetne rasvjete već i potrošnju raznih uređaja za rashlađivanje prostora dodatno pregrijanih rasvjetnim tijelima. Prirodno, dnevno osvjetljenje u arhitekturi je povijesni motiv istraživanja koji rezultira tradicionalnim i unutarnjim rješenjima radi što uspješnije regulacije željenog intenziteta osvjetljenja unutarnjih prostora zgrade [3].

Radi djelotvorne zaštite od preintenzivnog osvjetljenja primjenjuju se sljedeća rješenja:

- arhitektonska geometrija: trijemovi, rebranice, žaluzine, tende i dr.;
- elementi vanjske zaštite od sunca: razni pokretni i nepokretni brisoleji, inteligentna pročelja, suvremena selektivna ostakljenja i dr.

Uspješni sustav dnevnog osvjetljenja uključuje brojne elemente o kojima treba voditi računa već u početnoj fazi planiranja i projektiranja zgrade:

- orijentacija, prostorna organizacija i geometrija prostora;
- raspored, oblici i dimenzioniranje otvora kroz koje prodire dnevno svjetlo;
- smještaj i površinska svojstva unutarnjih pregrada koje reflektiraju dnevno svjetlo i doprinose njegovoj raspodjeli;
- raspored, oblici i karakteristike raznih pokretnih ili nepokretnih uređaja za zaštitu od preintenzivnog svjetla i blještavila;
- svjetlosne i toplinske značajke ostakljenih ploha;
- zadovoljenje standarda svjetlosne udobnosti (eng. visual comfort);
- osiguravanje zdravstveno-bakteriološke funkcije optimalne dnevne osunčanosti stambenih prostora;
- poboljšanje energetske efikasnosti i ušteda energije ispravnim dimenzioniranjem sustava umjetne rasvjete, ventilacije i klimatizacije.

Važno je naglasiti nužnost pooštravanja propisa o zdravstveno bakteriološkoj funkciji insolacije i time prekinuti s dosadašnjom praksom po kojoj je higijensko-zdravstveni minimum propisani projektantski optimum [3].

4.5. Zračni pretvornici-kolektori

Zračni pretvornik-kolektor je energetski efikasan element u serijskoj proizvodnji koji se sve više koristi u suvremenim arhitektonskim ostvarenjima. Vizualno i dimenzionalno nalik je na toplinske vodene pretvornike-kolektore, a može se, kao obložni element ugrađivati na kose i vertikalne plohe. Ovi se pretvornici u modernim arhitektonskim rješenjima postavljaju kao integralni dio arhitektonskog omotača zgrade, tvoreći "sunčano pročelje" ili "sunčani krov" na kojima kolektor integriran u samu konstrukciju zgrade tvori materijal završne obloge zidova ili pokrova.

Zračni kolektori se mogu postavljati na ravne i kose krovove tako da se uopće ne vide iz pješačkih vizura, a u slučaju najvećih ograničenja u kontekstu zaštite kulturne ili povijesne baštine, mogu se postavljati u okolišu građevine (nastrešnice, ograde i dr.). Primjer uspješne primjene zračnih kolektora je višestambena zgrada izgrađena u okviru Međunarodne izložbe arhitekture u Berlinu (IBA), 1987. godine, prema projektu arhitekta prof. Hasse Schrecka, gdje se u postavljenim kolektorima zrak zagrijavao na 25-30°C, što je rezultiralo uštedom od cca 50% godišnjih potreba za zagrijavanje zgrade [3].

4.6. Spremnici topline

Osnovna zadaća spremnika topline je viškove dozračene sunčeve energije što sigurnije pohraniti za vrijeme kad će sunčevo zračenje biti nedovoljno za podmirivanje energetskih potreba, pri čemu je jedan od glavnih problema odabir materijala zadovoljavajućih termofizičkih karakteristika [3].

Masa nosive i nenosive strukture građevine, ovisno o zapremnini i vrsti materijala, ima zimsku i ljetnu toplinsku akumulaciju koja se uračunava u energetsku bilancu građevine. U pasivnoj sunčanoj arhitekturi spremnici za akumulaciju topline su posebno projektirani i izvedeni dijelovi masivnih zidnih i podnih/stropnih konstrukcija. Insolacijske i klimatske značajke Hrvatske (prvenstveno mediteranski dio) temelj su učinkovite primjene spremnika topline. Važno je naglasiti da će značaj akumuliranja solarne energije dodatno porasti stupanjem na snagu novog propisa o toplinskoj zaštiti zgrada koji će obvezati projektante na proračun solarnih i internih toplinskih doprinosa radi daljnjeg stimuliranja razvoja pasivne sunčane arhitekture [6], [7].

5. ZAKLJUČAK

Višom razinom građevinske toplinske zaštite smanjuju se troškovi grijanja i povećava toplinska udobnost kroz čitavo vrijeme korištenja zgrade uz porast investicijskih troškova izgradnje ili rekonstrukcije zgrade. Brojne analize dodatnih investicijskih troškova u poboljšanje toplinske zaštite, u većini slučajeva dokazuju ekonomsku opravdanost ulaganja. Pored trajnog smanjenja troškova za grijanje, viša razina toplinske zaštite znači i ugodniju klimu u prostoru zgrade, zdravije stanovanje i duži životni vijek zgrade. Navedene činjenice trebale bi djelovati poticajno na potencijalne graditelje da projektiraju i izvode zgrade s ekonomski optimalnom vrijednosti toplinske zaštite, ali u praksi to, nažalost, nije tako. Za stambenu izgradnju je karakteristična situacija da investitor, vlasnik stana i stanar nisu ista osoba. Investiror snosi troškove gradnje, a budući stanari troškove grijanja, što ima za posljedicu sasvim prirodnu suprotnost interesa. Investitor nastoji što jeftinije graditi i prilikom prodaje ostvariti što veći profit, pri čemu troškovi korištenja zgrade nisu njegov prvenstveni interes i kao takvima im nije posvećena dovoljna pažnja. Ovdje nastupa moment kad je potrebno da država kao zaštitnik javnih interesa i općeg dobra zakonski obveže sve sudionike na racionalno gospodarenje energijom. Slijedeći korak u uspostavi energetske efikasnosti u zgradarstvu je iznalaženje uspješnih načina kontrole implementacije mjera energetske efikasnosti i zaštite okoliša.

Glavni principi gospodarenja energijom u zgradi bazirani na visokotehnološkim, suvremenim dostignućima su sljedeći:

- ispravno orijentiranje i dimenzioniranje prostora unutar zgrade;
- kvalitetna toplinska izolacija (npr. transparentna izolacija);
- primjena energetski efikasnih ostakljenja i inteligentnih pročelja;

- energetski efikasni sustavi rasvjete, grijanja, hlađenja i provjetravanja;
- sustavi za dnevno osvjetljenje;
- pasivni sunčani elementi i sustavi;
- aktivna solarna postrojenja;
- energetski i ekološki efikasni građevinski materijali i elementi.

Suvremene tehnologije, energetski efikasni građevinski materijali i elementi, principi pasivne sunčane arhitekture i aktivna solarna postrojenja omogućuju ostvarivost izgradnje kuće nulte energetske potrošnje.

Bioklimatski koncept kuće nulte energetske potrošnje osigurava potpuno kompatibilan odnos energetike, arhitekture i urbanističkog planiranja prema prirodnom i izgrađenom okolišu građevine [4].

Prigodom odabira načina gradnje ili rekonstrukcije zgrade, građevinskih tehnologija, materijala i elemenata, te energetskih uređaja, postrojenja i sustava trebaju biti zadovoljeni energetski, ekonomski i ekološki zahtjevi u najvećoj mogućoj mjeri.

LITERATURA

[1] V. KOLEGA [et. al.] "$KUEN_{ZGRADA}$ - Program energetske efikasnosti u zgradarstvu: prethodni rezultati i buduće aktivnosti", Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb, travanj 1998.

[2] L. F. JESCH: "Transparent insulation technology", ETSU-OPET, For the Commission of the European Coommunities, DG XVII, Harwell, Oxfordshire, 1993.

[3] B. HRASTNIK [et. al.] "SUNEN - Program korištenja energije sunca: prethodni rezultati i buduće aktivnosti", Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb, travanj 1998.

[4] M. BRUER: "Das neue System 2000", Isorast-Technikhandbuch, Isorast GmbH, Taunusstein, 1997.

[5] W. FEIST: "Grundlagen der Gestaltung von Passivhäusern", Institut für Wohnen und Umwelt GmbH, Verlag das Beispiel, Darmstadt, 1996.

[6] V. KOLEGA "Uvod u nacionalni program energetske efikasnosti u zgradarstvu - $KUEN_{ZGRADA}$", Energija br. 5, Hrvatska elektroprivreda, Zagreb, listopad 1999.

[7] Smjernice Vijeća Europske unije 89/106 o građevinskim proizvodima, Temeljni dokument o uštedi energije i toplinske zaštite, 21. prosinca 1988.

[8] LJ. MIŠČEVIĆ: "Passive Solar Architecture in Croatia", Solar World Congress, Proceedings, Budapest, 1993.

[9] LJ. MIŠČEVIĆ: "Bioclimatic Rehabilitation of Dwellings in Croatia, Sun at Work in Europe, The Franklin Comapny Consultants Ltd., Vol. 8: No. 3, Birmingham, UK, 1993.

[10] M. DRAGOVIĆ, J. GRABOVAC: "Staklo u energetskoj bilanci zgrade, Uvjeti kvalitetne izgradnje hrvatskih regija, Zbornik radova međunarodnog stručnoznanstvenog simpozija, Savez energetičara Hrvatske, Zagreb, 1994.

TECHNOLOGICAL AND ECONOMIC CHARACTERISTICS OF NATIONAL ENERGY EFFICIENCY PROGRAMME IN BUILDINGS – $KUEN_{Building}$

The paper analyses the economic justification of investment into buildings' heat insulation and describes the technological characteristics as well as the choice criteria of heat insulation materials.

Furthermore, an overview of current achievements in passive solar architecture is given with the aim of increasing energy efficiency and environmental protection in buildings.

DAS NATIONALE PROGRAM: ENERGETISCHER GÜTEGRAD IM GEBÄUDEWESEN - "$KUEN_{ZGRADA}$". TECHNOLOGISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MERKMALE

Im Artikel wird die wirtschaftliche Berechtigung der Anlage in die Besserung des Wärmeschutzes von Gebäuden erörtert und technologische Merkmale sowie Maßstäbe für die Wahl der Wärmedämmstoffe beschrieben.

Weiters sind, zum Zweck der Erhöhung des energetischen Gütegrades und des Umweltschutzes, neuzeitliche Errungenschaften passiver Sonnenarchitektur dargestellt.

Naslov pisca:

Mr. sc. Vesna Kolega, dipl. ing.
Energetski institut "Hrvoje Požar"
Savska cesta 163
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2000-06-02.

Promjena sjedišta Energetskog instituta "Hrvoje Požar"

Sjedište Energetskog instituta "HRVOJE POŽAR" od studenog 2000. godine je u novoj poslovnoj zgradi, u Savskoj cesti 163, u Zagrebu.

Rekonstrukcija nove poslovne zgrade predstavlja pilot projekt energetske efikasnosti i korištenja suvremenih tehnologija, jer svojim sadržajima omogućuje poticanje novog sustava gospodarenja energijom u Hrvatskoj, te razvoj poduzetništva.

Rekonstrukcija zgrade obuhvatila je izradu nove fasade i krova, rekonstrukciju unutrašnjeg prostora prilagođenu potrebama Instituta, uvođenje suvremenog sustava grijanja, ventilacije i klimatizacije s trigeneracijskim sustavom, dizalicom topline i bankom leda, te centralni sustav nadzora i upravljanja, uz mjerenje svih bitnih energetskih veličina.

Osim uredskih prostora, u zgradi se nalazi računalski i multimedijalni centar, izložbeno-promocijska i konferencijska dvorana, te knjižnica poluotvorenog tipa i energana.

Vrata Instituta bit će otvorena za dugogodišnje poslovne partnere i suradnike, ali i za sve zainteresirane koji žele dobiti informacije o potrošnji i suvremenom gospodarenju energijom. Namjera je da nova zgrada Instituta postane, ne samo vodeći nacionalni energetski centar, već i važan regionalni centar za zemlje srednje i istočne Europe. Sukladno inicijalnoj koncepciji i njenom ostvarenju, želimo da nova zgrada postane mjesto gdje će se u ugodnom okružju sastajati i raditi energetski stručnjaci iz Hrvatske, srednje i istočne Europe, zemalja Europske unije i cijelog svijeta.

ZAGRIJAVANJE VODIČA UVAŽAVAJUĆI TEMPERATURNO OVISNE FIZIKALNE VELIČINE

Franc J a k l, Miro Ž u n e c, Maribor

UDK 621.3.017.21
IZVORNI ZNANSTVENI ČLANAK

Razmatra se adijabatsko zagrijavanje golih vodiča i zaštitnog užeta kod nadzemnih vodova u uvjetima kratkog spoja, pri čemu se odvođenje topline sa površine vodiča tijekom procesa zagrijavanja zanemaruje. Članak donosi pregled metodološkog pristupa sa strane studijske radne grupe za vodiče WG 22.12 Electrical Aspects of Overhead Lines u okviru studijskog komiteta za nadzemne vodove međunarodne CIGRE s odgovarajućim metodama za izračun temperature vodiča u nestacionarnim uvjetima kratkog spoja. Prikazani su rezultati izračuna temperature pri adijabatskom zagrijavanju za najnepovoljniji slučaj krakog spoja u elektroenergetskom sustavu u trajanju od 1 sekunde na različitim vodičima i zaštitnim užetima, uzimajući u obzir nekonstantne vrijednosti za specifičnu toplinu vodiča (temperaturne ovisnosti).

Ključne riječi: nadzemni vodovi, vodiči, zaštitina užad, adijabatsko zagrijavanje, promjena provjesa.

1. UVOD

U proračunima određivanja temperatura prilikom zagrijavanja golih vodiča za nadzemne vodove prilikom kratkih spojeva se za specifičnu toplinu meterijala, od kojih su vodiči izrađeni, obično uzimaju temperaturno neovisne (konstantne) vrijednosti. U slučaju kombiniranih vodiča se za te vrijednosti uzimaju isto tako konstantne vrijednosti uzimajući u obzir odnos presjeka i drugih fizikalnih veličina glede vrste i konstrukcijske izvedbe takvog vodiča. Općenito su vodiči za dalekovode izloženi brojnim opterećenjima u mehaničkom i termičkom smislu, ovisno o klimatskim (meteorološkim) uvjetima i uvjetima rada. U novije vrijeme se klasičnim vodičima i gromobranskim zaštitinim užetima pridružuju još i optički vodiči različitih tehnoloških izvedbi (npr. OPGW kablovi itd.) i vodiči, koji korištenjem novijih materijala pokazuju viši stupanj korisnosti i osiguravaju bolje korištenje elektroenergetskih naprava kao cjeline. S poboljšanim mehaničkim, električnim i termičkim svojstvima te naprave dozvoljavaju veću prijenosnu snagu, a posredno omogućavaju bolje korištenje prostora u usporedbi s klasičnim rješenjima.

2. METODOLOŠKI PRISTUP MEĐUNARODNE CIGRE

U okviru studijskog komiteta za nadzemne vodove (SC Overhead Lines) međunarodne CIGRE i njene studijske radne grupe za vodiče WG 22.12 (Electrical Aspects of Overhead Lines) provedena su višegodišnja istraživanja na području termičkog opterećenja različitih vrsta vodiča kao i u novije vrijeme OPGW-a. Ta istraživanja su se odnosila na stacionarna i nestacionarna stanja, uzimajući u obzir različite ulazne podatke glede fizikalnih osobina odnosnog vodiča i uvjeta koji dolaze iz konstrukcijske izvedbe samoga vodiča i u slučaju kombiniranih vodiča od odgovarajućih odnosa presjeka. Cilj tih istraživanja je bio utvrditi točnost proračuna nadtemperatura na osnovi odgovarajućih matematičkih algoritama, koje vodič dostigne u uvjetima kratkog spoja kod određene struje krakog spoja i pri određenom vremenu trajanja krakog spoja. Rezultati istraživanja općenito ukazuju na prilično veliku skladnost dobivenih teoretskih proračuna u usporedbi s rezultatima eksperimentalnih laboratoriskih istraživanja. To se odnosi prije svega na niža strujna opterećenja (manje strujne gustoće) i za kraća vremena trajanja kratkoga spoja. Međutim, pokazalo se da rezultati izračuna zagrijavanja vodiča ovise o točnosti ulaznih podataka, pri čemu su sve dosadašnje metode uzimale u obzir konstantnu vrijednost za specifičnu toplinu i specifičnu gustoću vodiča koji se ispituju. Prava slika se dobije tek uspoređivanjem teoretskih izračuna s rezultatima i inače malobrojnih eksperimentalnih istraživanja, gdje su gornji rubni uvjeti glede realnih fizikalnih veličina i odvoda toplote tijekom procesa zagrijavanja kod kratkog spoja (neadijabatsko zagrijavanje) već uzeti u obzir [1,2,3,4,5].

3. MATEMATIČKI ALGORITAM

Prilikom izračuna temperature, koju dostiže vodič pri adijabatskom zagrijavanju, obično se pretpostavlja temperaturna ovisnost vezana samo za električki otpor

(tzv. Jouleovi gubitci), dok se za specifičnu toplinu i specifičnu gustoću uzimaju konstantne vrijednosti. Stvarno su te vrijednosti promjenljive glede temperature [6]. Za adijabatsko zagrijavanje vodiča vrijedi da sva Joulska toplina ide u podizanje temperature. Osnovna jednadžba energetskoga stanja vodiča glasi:

$$mc\frac{dT_{av}}{dt} = P_J + P_S + P_M - P_r - Pc \qquad (1)$$

se reducira na slijedeću relaciju

$$mc\frac{dT}{dt} = P_J \qquad (2)$$

i odgovarajućim preoblikovanjem dobijemo:

$$\frac{dT}{dt} = I^2 \frac{\rho_{dc}\left[1+\alpha(T-20)\right]}{A_1} \cdot \frac{A_1}{A_2\gamma \cdot c} \qquad (3)$$

Krajnja temperatura vodiča pri struji kratkog spoja (termička struja I_{th} u smislu točke 3.2.2 standarda IEC 865-1 [7]) iznosi:

$$T_2 = \frac{\left[1+\alpha(T_1-20)\right]e^{\frac{I_{th}^2\,\rho_{dc}\alpha}{A_1A_2\gamma\cdot c}} - 1}{\alpha} + 20 \qquad (4)$$

Specifična toplina je temperaturno promjenjiva, koju možemo izraziti slijedećim izrazom:

$$c = c_{20}\left[1 + \beta(T-20)\right] \qquad (5)$$

Rješenje jednadžbe (3) uzimanjem u obzir izraza (5) za specifičnu toplinu dobijemo:

$$\frac{-\ln(1+\alpha T_2 - 20\alpha)\beta + \beta\alpha T_2 + \ln(1+\alpha T_2 - 20\alpha)\alpha}{\alpha^2} + \frac{ln(1+\alpha T_1 - 20\alpha)\beta - \beta\alpha T_1 - ln(1+\alpha T_1 - 20\alpha)\alpha}{\alpha^2} = \frac{I^2\rho t}{A_1A_2\gamma\cdot c} \qquad (6)$$

Gornju jednadžbu (6) riješimo korištenjem iteracijskog postupka, pri čemu je:

- I struja u vodiču [A]
- m masa vodiča na jedinicu duljine [kg/m]
- P_j toplina koja se stvara u vodiču uslijed prolaska izmjenične pogonske struje kroz vodič [W/m]
- P_s toplina koju akumulira vodič uslijed sunčave i atmosferske radijacije [W/m]
- P_m toplina koja se stvara u vodiču uslijed tzv. magnetskog efekta [W/m]
- P_r toplina koju vodič predaje okolini putem radijacije [W/m]
- P_c toplina koju vodič predaje okolini putem prirodne i prisilne konvekcije [W/m]
- c specifiča toplina [J/kg K]
- T_1 početna temperatura [°C]
- T_2 konačna temperatura [°C]
- α temperaturni koeficijent otpornosti pri 20°C [K^{-1}]
- β temperaturni koeficjient specifične topline pri 20°C [K^{-1}]
- ρ_{dc} specifični otpor pri 20°C [m]
  specifična gustoća [kg/m^3]
- A presjek vodiča[m^2]
- t vrijeme trajanja kratkog spoja [s].

4. VARIJANTNE METODE

U dokumentu (5) međunarodne CIGRE je za izračun temperature vodiča pri adijabatskom zagrijavanju u uvjetima kratkoga spoja predloženo pet različitih metoda i to:

- **Metoda A** po IEC 865-1 [7] je primjerna samo za homogene vodiče, a ista uzima u obzir, da struja protjeće samo električkim vodljivim dijelom vodiča, npr. aluminij odnosno leguru aluminija. Vrijednosti u jednadžbi 4 su: $A_1=A_2=A_a$, α_a, ρ_a, γ_a, c_a. U slučaju vodiča iz čistog čelika slijedi $A_1=A_2=A_s$, α_s, ρ_s, γ_s, c_s
- **Metoda B** uzima u obzir još i protjecanje struje čeličnim dijelom u iznosu od 9% IACS (International Annealed Copper Standards). Vrijednosti u jednadžbi 4 su: $A_1=A_2=A_a+A_s$, α_{tot}, ρ_{tot}, γ_{tot}, c_{tot}
- **Metoda C** uzima u obzir još i čelični dio s vodljivošću 6% IACS-a. Vrijednosti u jednadžbi 4 su: $A_1=A_2=A_a+A_s$, α_{tot}, ρ_{tot}, γ_{tot}, c_{tot}
- **Metoda D** uzima u obzir specifičnu toplinu oba dijela kombiniranog užeta, tj. vodljivog i čeličneg dijela, ali ipak bez uzimanja u obzir električne vodljivosti čeličnog dijela. Vrijednosti u jednadžbi 4 su: $A_1=A_a$, $A_2=A_a+A_s$, α_a, ρ_a, γ_{tot}, c_{tot}
- **Metoda E** uzima u obzir nekonstante vrijednosti za specifičnu toplinu. Vrijednosti u jednadžbi 4 su: $A_1=A_a$, $A_2=A_a+A_s$, α_a, ρ_a, γ_{tot}, c_{tot}, β_{tot}

Pri tome vrijede slijedeće relacije, gdje indeks *a* znači aluminijski dio, a indeks *s* čelični dio vodiča:

$$\gamma_{tot} = \frac{\gamma_a A_a + \gamma_s A_s}{A_a + A_s} \qquad (7)$$

$$c_{tot} = \frac{c_a\gamma_a A_a + c_s\gamma_s A_s}{\gamma_a A_a + \gamma_s A_s} \qquad (8)$$

$$\rho_{tot} = \frac{\rho_a\rho_s\,(A_a + A_s)}{\rho_a A_s + \rho_s A_a} \qquad (9)$$

$$\alpha_{tot} \approx \frac{\alpha_a\alpha_s\left(\frac{\rho_a}{A_a} + \frac{\rho_s}{A_s}\right) + \alpha_a\frac{\rho_s}{A_s} + \alpha_s\frac{\rho_a}{A_a}}{\frac{\rho_s}{A_s} + \frac{\rho_a}{A_a} + \alpha_s\frac{\rho_s}{A_s} + \alpha_a\frac{\rho_a}{A_a}} \qquad (10)$$

$$\beta_{tot} = \frac{c_a\gamma_a\beta_a A_a + c_s\gamma_s\beta_s A_s}{c_a\gamma_a A_a + c_s\gamma_s A_s} \qquad (11)$$

Prilikom izračuna temperature za pojedine materijale uzimaju se vrijednosti fizikalnih veličina iz tablice 1.

Tablica 1. Podaci za materijale pri 20 °C

Materijal	γ [kg/m^3]	c [J/kg K]	ρ_{dc} [Ωm]	α [K^{-1}]	β [K^{-1}]
Aluminij	2703	897	$28.264 - 10^{-9}$	$4.03 - 10^{-3}$	$3.8 - 10^{-4}$
Kombinirani vodič Al/Č (ACSR)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Aluminijska legura	2703	909	$32.7 - 10^{-9}$	$3.6 - 10^{-3}$	$4.5 - 10^{-4}$
Bakar	8890	383	$17.241 - 10^{-9}$	$3.9 - 10^{-3}$	$3.35 - 10^{-4}$
Čelik	7780	481	$287.36 - 10^{-9(*)}$ $191.57 - 10^{-9(**)}$	$4.95 - 10^{-3}$	$1.0 - 10^{-4}$
Alumoweld (ACS)	6590	518	$84.80 - 10^{-9}$	$3.6 - 10^{-3}$	$1.4 - 10^{-4}$
20 SA	5910	551	$63.86 - 10^{-9}$	$3.6 - 10^{-3}$	$1.4 - 10^{-4}$
27 SA	5610	566	$57.47 - 10^{-9}$	$3.8 - 10^{-3}$	$1.4 - 10^{-4}$
30 SA	4640	630	$43.10 - 10^{-9}$	$4.0 - 10^{-3}$	$1.4 - 10^{-4}$
40 SA					

(*) bazirano na 6 % IACS vodljivosti
(**) bazirano na 9 % IACS vodljivosti

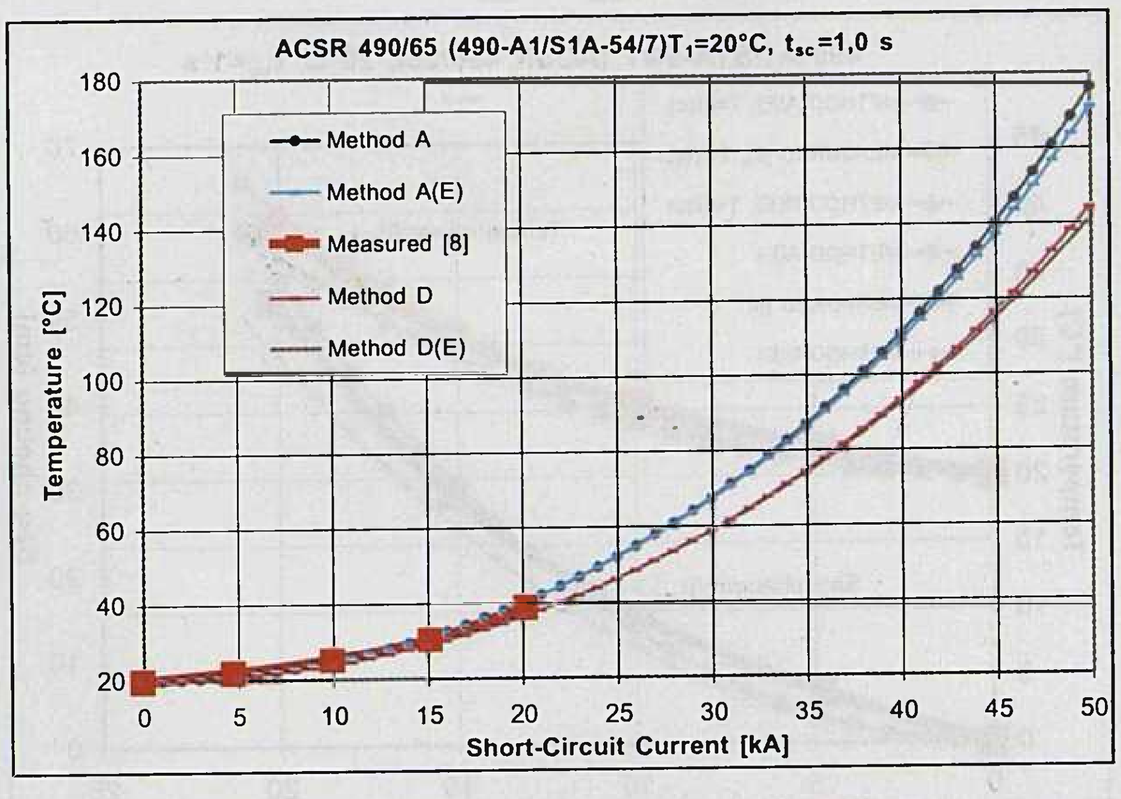
5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

U okviru studijske radne grupe CIGRE WG 22.12 bilo je istraživano adijabatsko zagrijavanje nekih tipičnih vodiča i zaštitinih užadi a rezultati su uspoređeni s eksperimentalnim laboratoriskim istraživanjima, izvršenim u okviru istraživanja navedenih u literaturi Š8Ć. U dokumentu [5] su dane krivulje adijabatskog zagrijavanja za vodič Al/Č 490/65 mm^2 (ACSR 490/65 mm^2) po gore navedenim metodama A, B, C, D koje su uspoređivane s rezultatima istraživanja iz[8], pri početnoj temepraturi od 20 °C i vremenu trajanja kratkog spoja t_k=1000 ms.

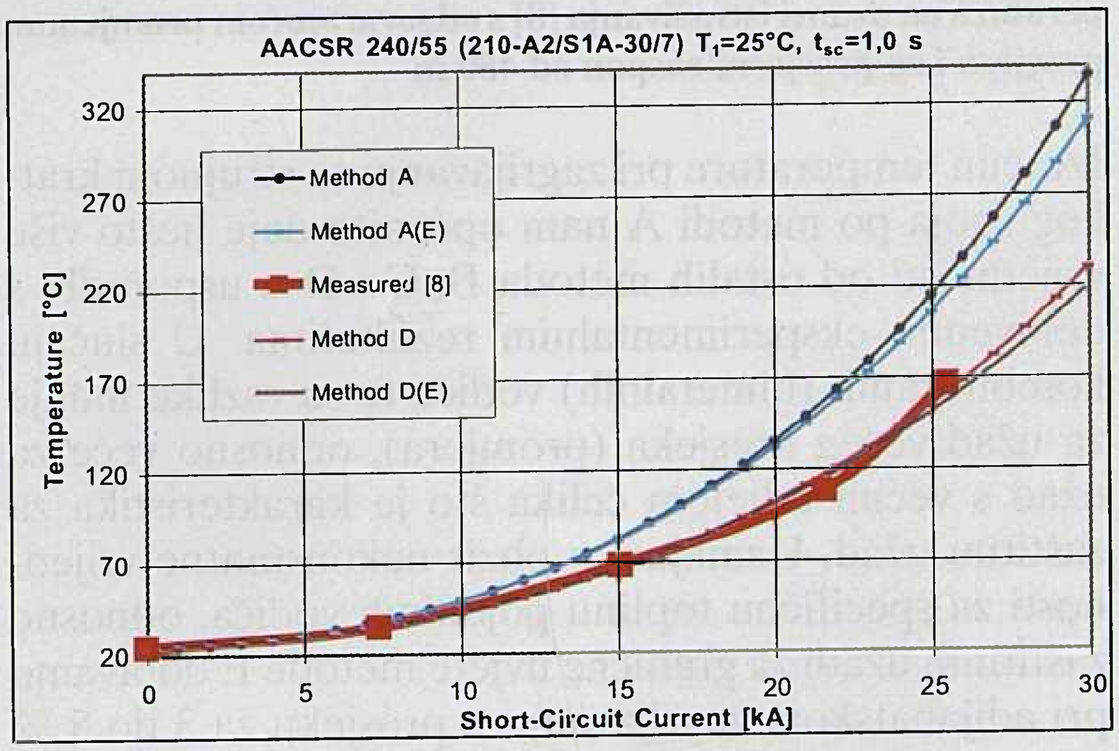
Osim navedenog, prezentirani su grafički prikazi funkcionalne ovisnosti za slijedeća zaštitna užeta i odabrane polazne kriterije:

- AlMg1E/Č 240/55 mm^2 (AACSR 240/55 mm^2) pri početnoj temperaturi od 20^{0}C i t_k=350 ms odnosno pri 25^{0}C ter t_k=1000 ms
- Al/Č 120/70 mm^2 (ACSR 120/70 mm^2) pri početnoj temperaturi od 40^{0}C i t_k=350 ms
- AlMg1E/Č 120/70 mm^2 (AACSR 120/70 mm^2) pri početnoj temperaturi od 20^{0}C i t_k=350 ms
- AlMg1E/Č 120/70 mm^2 (AACSR 120/70 mm^2) pri početnoj temperaturi od 22^{0}C i t_k=1000 ms.

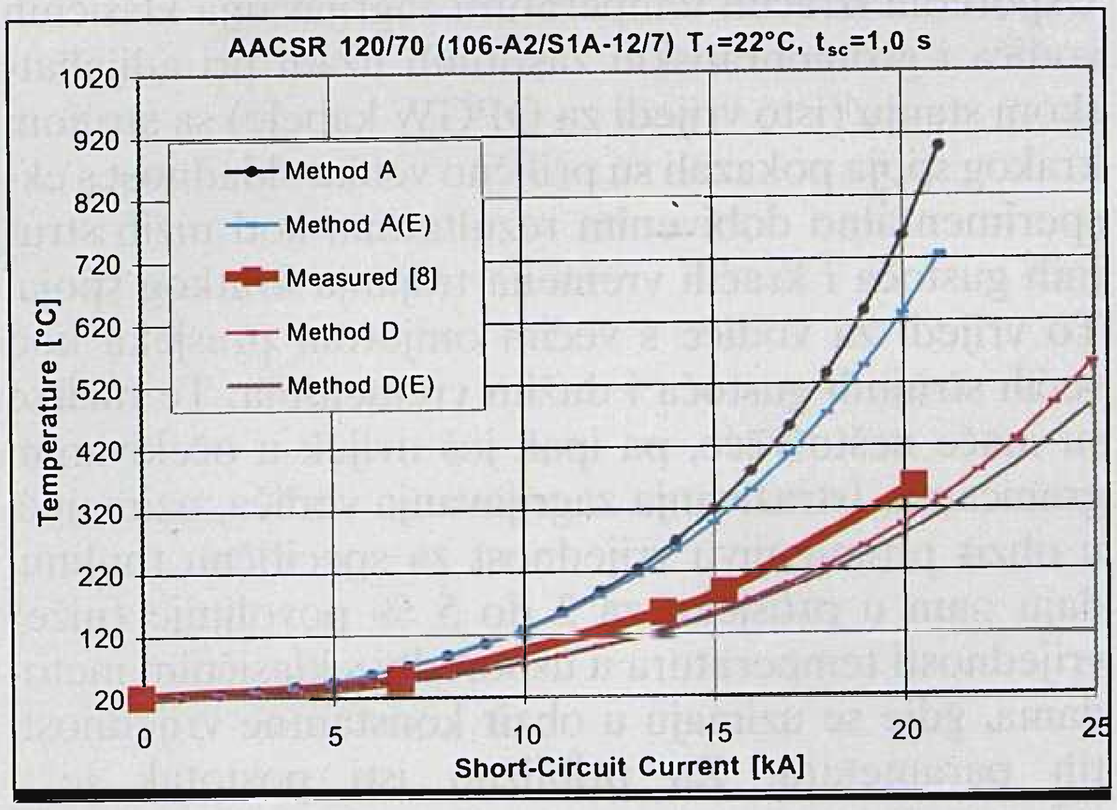
Uzorci vodiča Al/Č 490/65 mm^2 i uzorci navedenih zaštitinih gromobranskih užadi su iz elektroenergetskog prijenosnog sustava Slovenije (DV 220 kV Cirkovce-Podlog, DV 2x400 kV Maribor-Kainachtal, DV 400 kV Maribor-Krško-Zagreb, DV 400 kV Maribor-Podlog).



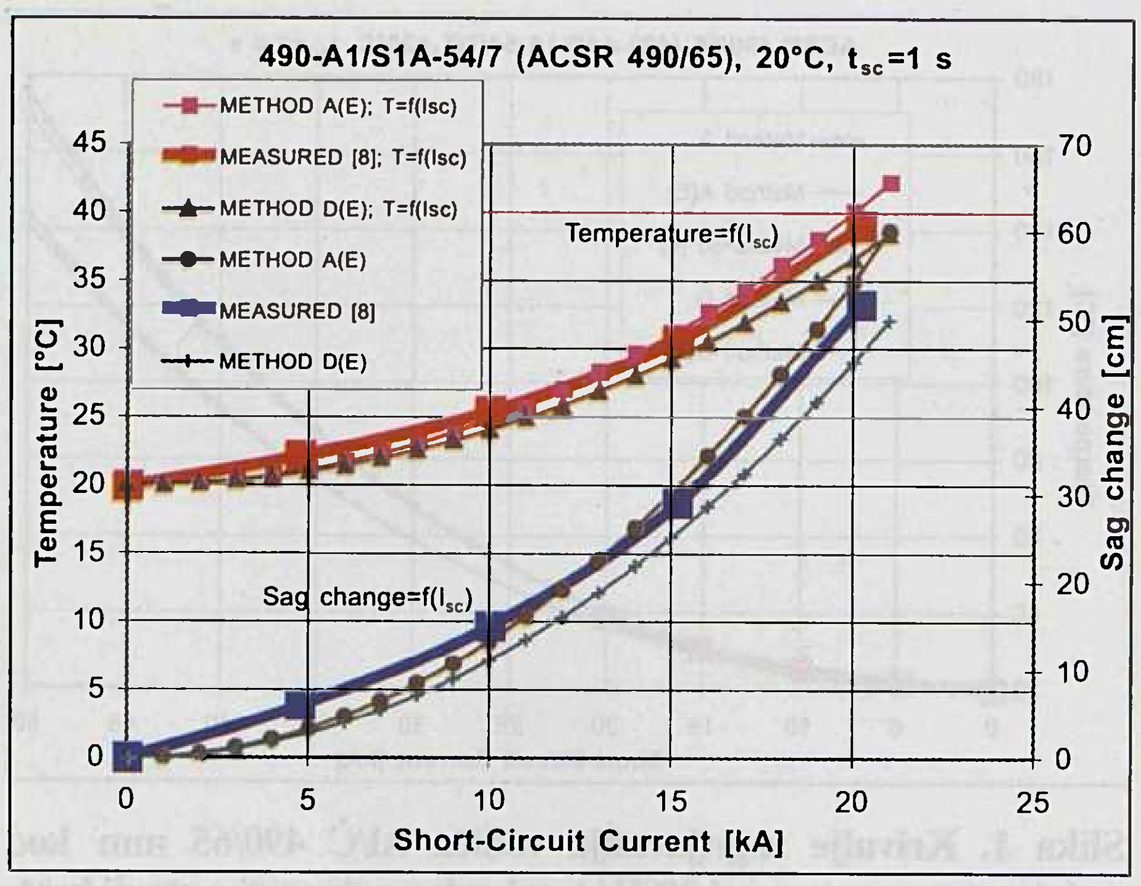
Slika 1. Krivulje zagrijavanja vodiča Al/Č 490/65 mm^2 kod početne temperature od 20°C i t_k=1 sek u ovisnosti o struji kratkog spoja po metodi A i D odnosno uzimajući u obzir promjenjivu vrijednost za specifičnu toplinu po metodi A(E) odnosno D(E) sa ucrtanim vrijednostma na osnovi istraživanja [8]



Slika 2. Krivulje zagrijavanja zaštitinih užadi AlMg1E/Č 240/55 mm^2 pri početnoj temperaturi od 25°C i t_k=1 sek u ovisnosti o struji krakog spoja po metodi A i D odnosno uzimajući u obzir promjenjivu vrijednost za specifičnu toplinu po metodi A(E) odnosno D(E) s ucrtanim vrijednostma na osnovi istraživanja [8]



Slika 3. Krivulje zagrijavanja zaštitinih užadi AlMg1E/Č 120/70 mm^2 pri početnoj temperaturi od 22°C i t_k=1 sek u ovisnosti od struje krakog spoja po metodi A i D, odnosno uzimajući u obzir promjenjivu vrijednost za specifičnu toplinu po metodi A(E), odnosno D(E) s ucrtanim vrijednostma na osnovi istraživanja [8]



Slika 4. Krivulje zagrijavanja za vodič Al/Č 490/65 mm pri početnoj temperaturi od 20°C i t_k=1 sek u ovisnosti od struje kratkog spoja i kod uvažavanja promjenjive vrijednosti za specifičnu toplinu po metodi A(E) i D(E) s unesenim vrijednostima temperatura na osnovi istraživanja [8] s odgovarajućom promjenom provjesa i za prosječni raspon od 450 m

Izračun temperature pri zagrijavanju sa strujnom kratkog spoja po metodi A nam općenito daje nešto više vrijednosti od ostalih metoda B, C i D u usporedbi s dobivenim eksperimentalnim rezultatima. U slučaju kombiniranih (bimetalnih) vodiča te su razlike manje za užad većeg presjeka (promjera), odnosno veće za užad s većim udjelom čelika što je karakteristika za zaštitnu užad. Uzmajući u obzir nekonstantne vrijednosti za specifičnu toplinu pojedinih vodiča, odnosno zaštitinih užadi za granične uvjete metode E dobivamo pri adijabatskom zagrijavanju u prosjeku za 3 do 5 % niže vrijednosti temperatura, odnosno za skoro isti postotak manju promjenu provjesa.

6. ZAKLJUČAK

Usporedni izračun temperatura zagrijavanja klasičnih vodiča i gromobranskih zaštitinih užadi pri adijabatskom stanju (isto vrijedi za OPGW kabele) sa strujom krakog spoja pokazali su prilično veliku skladnost s eksperimentalno dobivenim rezultatima kod nižih strujnih gustoća i kraćih vremena trajanja kratkog spoja. To vrijedi za vodiče s većim omjerom presjeka kod većih strujnih gustoća i dužim vremenima. Te razlike su inače nešto veće, pa ipak još uvijek u očekivanim granicama. Istraživanja zagrijavanja vodiča, uzimajući u obzir promjenjivu vrijednost za specifičnu toplinu, daju nam u prosjeku za 3 do 5 % povoljnije (niže) vrijednosti temperatura u usporedbi s klasičnim metodama, gdje se uzimaju u obzir konstantne vrijednosti tih parametara. Za približno isti postotak je i odgovarajuća promjena provjesa. Kod izračuna se često koriste različiti ulazni podaci i od njihove točnosti ovise rezulati, koji ponekad međusobno odstupaju i tek ih eksperimentalna istraživanja mogu potvrditi ili odbaciti. Takvih istraživanja je u Republici Sloveniji i u inozemstvu još uvijek malo i ona su prije svega rezultat studijskog i istraživačkog rada pojedinaca na poslijediplomskom studiju, odnosno predmet su rada malobrojnih istraživačkih institucija i nekih proizvođača materijala i opreme te vrste.

LITERATURA

[1] R. STEPHEN, G. PIROVANO, M. J. TUNSTALL, Y. OJALA, A. McCULLOCH, F. JAKL, K. BAKIC, L. VARGA, T. O. SEPPA, H. POHLMANN, R. ARTETA, J. KATOH, M. GAUDRY: "The Thermal Behaviour of Overhead Conductors; Section 3: Mathematical Model for Evaluation of Conductor Temperature in the Unsteady State", *ELECTRA No. 174,* p.p. 58-69, Paris, October 1997

[2] F. JAKL, A. JAKL: "Problems of Conductor Heating under Short-Circuit Conditions on Overhead Lines", *CIGRE Working Group Document (22)97(WG12)11,* Durban/South Africa, March 1997

[3] Y. OJALA: "Conductor Temperature Rise in Short Circuit", *CIGRE Working Group Document (22)98(WG12)25-1-3/98,* Hobart/Tasmania, March 1998

[4] *CIGRE WG22.12:* "Brochure on Thermal Behaviour of Overhead Conductors", *CIGRE Working Group Document (22)98(WG12)25-1-5/989,* Dunbury/USA, May 1999

[5] R. STEPHEN, M. GAUDRY, R. ARTETA, F. JAKL, R. KLEVEBORN, R. KIMATA, L. LARSEN, G. MIROSEVIC, Y. MOTLIS, Y. OJALA, H. POHLMANN, T. O. SEPPA, M. J. TUNSTALL, L. VARGA, M. VINCENT: "The Thermal Behaviour of Overhead Conductors; Section 4: Mathematical Model for Evaluation of Conductor Temperature in the Adiabatic State", *ELECTRA No. 185,* p.p. 74-87, Paris, August 1999

[6] V. T. MORGAN: "Thermal Behaviour of Electrical Conductors; Steady, Dynamic and Fault Current Rating", *RSP-Research Study Press LTD.* Taunton, Somerset, England,1991

[7] *IEC 865-1*: "Short-Circuit Currents-Calculation of Effects, Part 1: Definitons and Calculation Methods, Second Edition, 1993-09

[8] F. JAKL: "Problems of Bare Overhead Line Conductors and Ground Wires", Ph. Thesis. *University of Maribor, Slovenia, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology*, Maribor, 1992

CONDUCTOR HEATING TAKING INTO ACCOUNT PHYSICAL TEMPERATURE DEPENDENT VALUES

The paper considers the adiabatic heating of bare conductor and shielding wire OF overhead lines in the circumstances of short-circuit, whereby the heat conducted from the line surface during heating process is neglected. The paper brings an overview of the methodological approach of the study group for WG 22.12 conductors, *Electrical Aspects of Overhead Lines in the field of the Study Committee for Overhead Lines of the international CIGRE Organisation,* with corresponding calculation methods for conductor temperature in non-stationary short-circuit. The results of temperature calculation by adiabatic heating for the worst

short-circuit case in an electric power system of duration of 1 second on different conductors and shielding wires are given, taking into account non constant values for the specific heating rate of a temperature dependent conductor.

DIE LEITERERWÄRMUNG UNTER RÜCKSICHT AUF TEMPERATURABHÄNGIGE PHYSIKALE GRÖSSEN

Der Artikel erörtert die adyabatische Erwärmung blanker Leitungen und des Erdseiles von Luftleitungen in Kurzschlussumständen, wobei die Wärmeableitung von der Leiteroberfläche während der Erwärmung vernachlässigt wird. Gegeben wird die Übersicht des methodologischen Zutritts zum Problem seitens der Studienarbeitsgruppe für Leiter WG 22.12 "Electrical aspects of Overhead Lines" im Rahmen des Studiencomitées für Luftleitungen der internationalen CIGRÉ mit den entsprechenden Methoden für die Berechnung der Leitertemperatur in unstätigen Kurzschlußbedingungen. Dargestellt wurden die Ergebnisse der Temperaturberechnung beim adyabatischen Erwärmen für den ungünstigsten Fall im Stromerzeugungssystem in der Dauer von 1 Sekunde auf verschiedenen Leitern und Erdseilen, die temperaturabhängigen Änderungen der Werte der spezifischen Wärme der Leiter berücksichtigend.

Naslov pisaca:

Franc Jakl, dipl. ing.
ELES Ljubljana – Sektor za razvoj
Vetrinjska 2, 2000 Maribor, Slovenija

Miro Žunec, dipl. ing.
Elektro Maribor, Služba za obratovanje
Vetrinjska 2, 2000 Maribor, Slovenija

Uredništvo primilo rukopis:
2000-07-17.



BUDUĆE EMISIJE UGLJIČNOG DIOKSIDA IZ HRVATSKOG ELEKTROENERGETSKOG SUSTAVA

Maja B o ž i č e v i ć – Željko T o m š i ć – Dražen J a k š i ć, Zagreb

UDK 621.31.311
STRUČNI ČLANAK

Hrvatska je jedna od zemalja potpisnica Protokola iz Kyota koji ju obvezuje da emisiju stakleničkih plinova smanji za 5 % u odnosu na razinu emisija iz bazne godine. Protokol će stupiti na snagu tek nakon što ga ratificira 55 zemalja potpisnica koje sudjeluju s 55% u emisijama stakleničkih plinova zemalja obuhvaćenih Aneksom B Protokola iz Kyota. Hrvatski sabor do danas nije ratificirao Protokol. Međutim, iako ne predstavlja zakonsku obvezu, Protokol određuje važan okvir za planiranje razvitka svake države, pa tako i Hrvatske. Očekuje se da će hrvatske vlasti izabrati 1990. kao baznu godinu u odnosu na koju će se analizirati buduće emisije stakleničkih plinova. Kako proizvodnja električne energije igra značajnu ulogu u ukupnoj emisiji stakleničkih plinova, mogućnosti smanjenja tih emisija koje potječu iz elektroenergetskog sustava moraju se razmotriti s posebnom pažnjom. Provedena je usporedba tri hipotetska razvojna scenarija hrvatskog EES-a te su razmotrene poteškoće pred kojima će se naći sustav u slučaju da će se ukupna emisija iz sustava morati smanjiti za 5% u odnosu na emisije iz 1990. Kako nuklearne elektrane predstavljaju razvijenu i gospodarski prihvatljivu tehnologiju za proizvodnju električne energije čiji pogon ne uzrokuje emisiju ugljičnog dioksida, razmotrena je mogućnost smanjenja buduće emisije ugljičnog dioksida iz hrvatskog elektroenergetskog sustava uporabom nuklearne energije. Prikazane su tri razvojne opcije sustava koje se međusobno razlikuju po broju nuklearnih elektrana u pogonu, kao i emisije ugljičnog dioksida u svakoj od opcija. Izračunato je smanjenje emisije ugljičnog dioksida koje bi bilo rezultat zamjene dijela elektrana loženih fosilnim gorivom nuklearnim elektranama. Procijenjeno je koliko je nuklearnih elektrana u pogonu potrebno da bi se u razdoblju do 2030. godine emisija ugljičnog dioksida iz hrvatskog EES-a zadržala na razini koja je za 5 % niža od razine iz 1990. godine.

Ključne riječi: Protokol iz Kyota, hrvatski elektroenergetski sustav, ugljični dioksid.

UVOD

Zbog različitih ljudskih aktivnosti – izgaranja fosilnih goriva, poljoprivrede, sječe šuma – rastu koncentracije stakleničkih plinova od kojih su najznačajniji: ugljični dioksid (CO_2), metan (CH_4), didušikov oksid (N_2O), fluorougljikovodici (HFC), perfluorougljici (PFC), sumporni heksafluorid (SF_6) što uzrokuje pojačani učinak staklenika i porast globalne temperature. Porast temperature mogao bi izazvati promjene u količini oborina, vlažnosti tla, razini mora i klimi općenito. Točan opseg i posljedice tih promjena su zasada nepoznati, ali je znanstvena zajednica jedinstvena u mišljenju da je čovječanstvo nesumnjivo sposobno izmijeniti klimu na Zemlji. Dakle, iako su mogući učinci povećanja koncentracije stakleničkih plinova još uvijek neodređeni, postoji jednoglasna ocjena da se tom problemu mora pristupiti na globalnoj razini. Nekoliko međunarodnih skupova održano je s namjerom da se postigne sporazum o obvezama smanjenja emisija stakleničkih plinova, među kojima je najznačajniji ugljični dioksid.

U prosincu 1997. godine održana je međunarodna konferencija u Kyotu posvećena ovoj tematici. Postignut je dogovor o prosječnom smanjenju emisija u razvijenim zemljama od 5,2% u odnosu na 1990. godinu za ugljični dioksid, metan i dušik-II-oksid, te u odnosu na 1995. godinu za HFC, PFC i SF_6 1. Zemlje Europske Unije obvezne su smanjiti emisiju za 8%, Sjedinjene Države za 7%, a Japan za 6%. Nekim razvijenim zemljama dozvoljeno je povećanje emisija – Norveškoj za 1 %, Australiji za 8 % i Islandu za 10 %. Rusija i Ukrajina ne smiju prijeći razinu emisija iz 1990. godine. Zemlje u tranziciji pristale su smanjiti emisije stakleničkih plinova ispod razine emisije u baznoj godini ili razdoblju koja će biti određena za svaku od tih zemalja zasebno; u tu skupinu spada i Hrvatska. Važno je napomenuti da je do kraja 2000. godine Protokol potpisalo 84 države, ali ga je ratificiralo samo 29 država koje ne čine značajniji udio u ukupnim svjetskim emisijama stakleničkih plinova. Protokol će stupiti na snagu 90 dana nakon što ga ratificira barem 55 zemalja potpisnica, a važan je uvjet i taj da u tih 55 zemalja mora biti uključen i određen broj država iz tzv. Aneksa B koje emitiraju barem 55% ukupne emisije stakleničkih plinova koja je 1990. godine ispuštena iz zemalja članica Aneksa B [2]. Tablica 1 prikazuje države obuhvaćene Aneksom B i za njih predviđene obveze. Posebno (*) su označene države u tranziciji za koje će se bazna godina ili razdoblje odrediti zasebno.

Tablica 1. Države obuhvaćene Aneksom B Protokola iz Kyota

Država	%	Država	%	Država	%	Država	%
Australija	108	Finska	92	Lihtenštajn	92	Rusija*	100
Austrija	92	Francuska	92	Litva*	92	Slovačka*	92
Belgija	92	Njemačka	92	Luksemburg	92	Slovenija*	92
Bugarska*	92	Grčka	92	Monako	92	Španjolska	92
Kanada	94	Mađarska*	94	Nizozemska	92	Švedska	92
Hrvatska*	95	Island	110	Novi Zeland	100	Švicarska	92
Češka	92	Irska	92	Norveška	101	Ukrajina*	100
Danska	92	Italija	92	Poljska*	94	UK	92
Estonija*	92	Japan	94	Portugal	92	SAD	93
EU	92	Latvija*	92	Rumunjska*	92		

* države u tranziciji

Iako su mnogi problemi ostavljeni za budućnost (uzimanje u obzir ponora CO_2, trgovanje emisijama, itd), Protokol iz Kyota je važan jer sadrži zakonske obveze koje olakšavaju donošenje poslovnih odluka povezanih s budućim ograničenjima emisija.

Izvori emisije CO_2 su mnogobrojni i raznoliki, a najznačajniji su industrija, promet, elektroenergetika i kućanstva. Oko 75% ukupne emisije ugljičnog dioksida posljedica je izgaranja fosilnih goriva. Proizvodnja električne energije sudjeluje u ukupnoj potrošnji fosilnih goriva s oko 40%. Općenito, između 25 i 35% 3 današnje ukupne emisije CO_2 potječe iz elektroenergetskog sustava, što je posljedica široke uporabe fosilnih goriva. Mogućnost zamjene fosilnih goriva, prvenstveno naftnih derivata, drugim energentima u industriji i prometu ograničena je troškovima i infrastrukturom pa je veća vjerojatnost da će do smanjenja emisije ugljičnog dioksida najprije doći zahvaljujući usvajanju novih tehnologija u elektroenergetici.

Osim toga, proizvodnja električne energije igra posebnu ulogu u izboru strategije smanjenja emisije stakleničkih plinova jer privlači veliku pažnju javnosti i političara, novčana su ulaganja vrlo velika, a proizvodne jedinice su centralizirane pa je njihove emisije jednostavnije nadgledati nego emisije koje potječu iz industrije i prometa. Zbog toga je u planiranje razvoja elektroenergetskog sustava nužno uključiti i analizu budućih emisija stakleničkih plinova, prvenstveno ugljičnog dioksida. Međutim, da bi se ostvarili postavljeni ciljevi smanjenja emisija stakleničkih plinova, potrebno je sudjelovanje svih grana ljudske djelatnosti, a ne samo elektroenergetike.

Da bi se smanjila emisija ugljičnog dioksida iz elektroenergetskog sustava, očigledno je da se u ukupnoj proizvodnji električne energije mora povećati udio proizvodnih tehnologija koje se ne zasnivaju na izgaranju fosilnih goriva. Danas su hidroenergija i nuklearna energija jedine potpuno razvijene i gospodarski prihvatljive opcije za proizvodnju električne energije u jedinicama velike instalirane snage čiji pogon ne uzrokuje emisiju stakleničkih plinova, pa mogu igrati važnu ulogu u odgovoru na izazov održivog razvoja. Novi obnovljivi izvori energije – sunčeva energija, energija vjetra, biomase, valova, plime i oseke te geotermalna energija – također predstavljaju izvore energije koji ne emitiraju stakleničke plinove, ali je njihova uporaba za sada ograničena ekonomskim faktorima.

PROGNOZA EMISIJA CO_2 IZ HRVATSKOG EES-a I MOGUĆNOSTI NJIHOVOG SMANJENJA

Hrvatska je potpisala Protokol iz Kyota u ožujku 1999. godine. Hrvatska se ubraja u zemlje u tranziciji, a tim je zemljama omogućeno da izaberu baznu godinu ili razdoblje koje im najbolje odgovara, odnosno kada je razina stakleničkih plinova bila najviša. Zbog rata nametnutog Hrvatskoj i pada gospodarskih aktivnosti kao njegove posljedice, nakon 1990. godine došlo je do naglog pada emisija svih onečišćujućih tvari, pa se očekuje da će hrvatske vlasti izabrati tu godinu kao baznu godinu u odnosu na koju će se u budućnosti smanjivati emisije stakleničkih plinova.

U ovom su radu razmatrane mogućnosti smanjenja emisija stakleničkih plinova iz elektroenergetskog sektora, a najznačajniji staklenički plin koji nastaje prilikom proizvodnje električne energije je ugljični dioksid. Zbog toga je u nastavku analizirana samo emisija ugljičnog dioksida, a ostali su staklenički plinovi zanemareni.

Tablica 2 prikazuje emisije ugljičnog dioksida u Hrvatskoj 1990. godine, s postotnim udjelom svakog od sektora u ukupnoj emisiji 4. Potrebno je spomenuti da je stanje u elektroenergetskom sustavu Hrvatske posebno po tome što je nekoliko elektrana smješteno izvan Hrvatske, u drugim bivšim jugoslavenskim republikama. Emisije koje potječu iz tih elektrana također bi trebalo uzeti u obzir.

Tablica 2. Emisije ugljičnog dioksida u Hrvatskoj, 1990. godina [4]

	CO_2, t/yr	%
termoelektrane*	3.748.700*	15,7*
industrija	7.763.535	32,6
proizvodnja i distribucija goriva	439.070	1,8
opća potrošnja	4.264.151	17,9
mobilni izvori	4.525.270	19,0
ukupno	23.807.167	100,0

* samo termoelektrane u Hrvatskoj

Oko 3.300 GWh električne energije utrošene u Hrvatskoj 1990. godine proizvedeno je izvan Hrvatske u termoelektranama loženim lignitom koje su u vlasništvu Hrvatske elektroprivrede, a smještene su u BIH i Srbiji 5. Zbog proizvodnje tog dijela energije emitirano je oko 3.700.000 t ugljičnog dioksida.

Kada bi se referentna razina emisije za Hrvatsku odredila tako da se ta vrijednost (3,73 Mt) doda emisiji ispuštenoj na hrvatskom tlu (3,75 Mt), ukupna emisija ugljičnog dioksida iz termoelektrana gotovo bi se udvostručila i iznosila bi oko 7.480 tisuća tona.

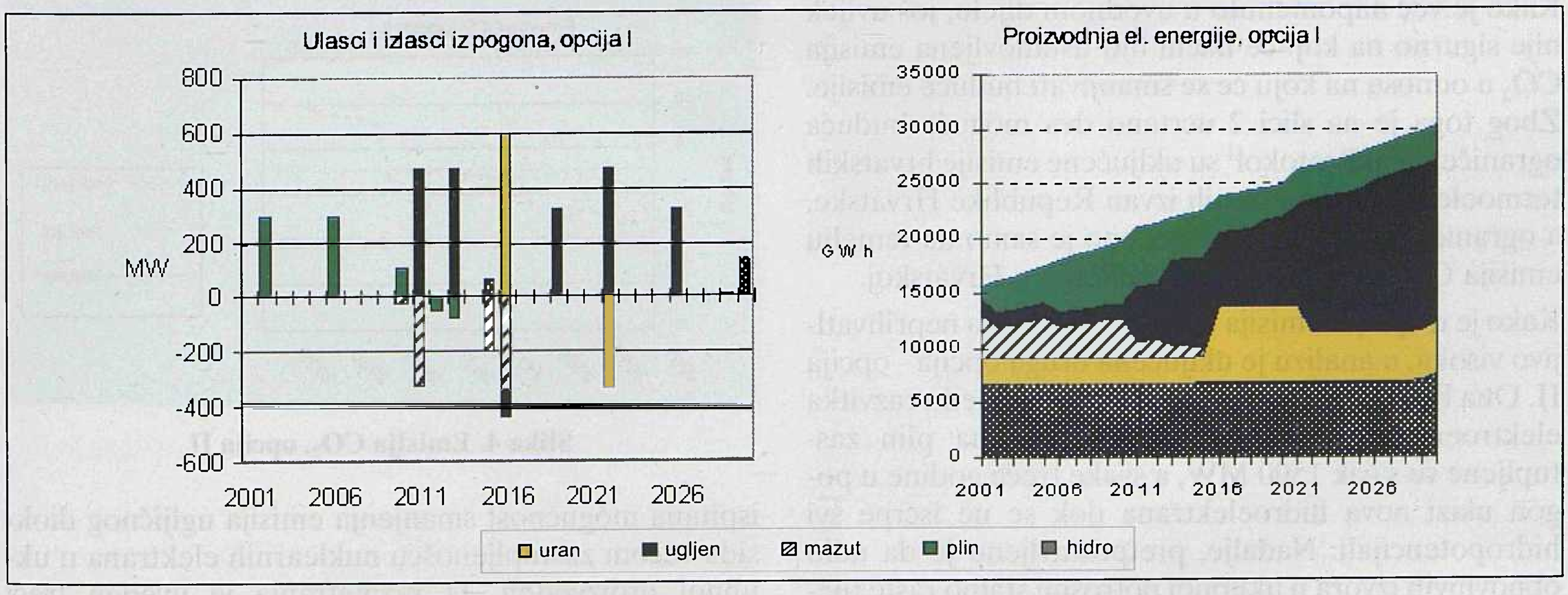
U ovom su radu analizirane samo emisije ugljičnog dioksida koje potječu iz elektroenergetskog sustava, pa je buduće smanjenje određeno tako da je ta emisija smanjena za 5% iako se obveze određene Protokolom odnose na državu u cjelini a ne na pojedine sektore. Ovisno o tome na koji će način referentna razina emisije ugljičnog dioksida biti ustanovljena, emisije koje potječu iz elektroenergetskog sustava trebalo bi u tom slučaju smanjiti na 3,6 Mt ako se u obzir uzmu samo emisije ispuštene u Hrvatskoj, odnosno na 7,1 Mt u slučaju da se pribroje emisije iz hrvatskih termoelektrana smještenih izvan Hrvatske.

Očekuje se da će prosječni godišnji porast potrošnje električne energije u Hrvatskoj u razdoblju 2001-2030. iznositi između 2,86 i 3,33% Š4Ć. Malo je vjerojatno da će razvoj elektroenergetskog sustava pratiti tzv. niski scenarij sa stopom porasta jednakom 2,86% jer je u njemu pretpostavljen porast učinkovitosti na strani potrošača koji je teško očekivati u bližoj budućnosti. Međutim, svi proračuni u ovom radu provedeni su uzevši u obzir tu pretpostavku da bi se prikazalo što taj scenarij - koji je najpovoljniji po okoliš - znači u smislu budućih emisija ugljičnog dioksida. Godina u kojoj počinju razmatranja je 2001, s 2.840 MW instalirane snage i potrošnjom od 15,6 TWh. Na kraju razmatranog razdoblja, u godini 2030, potrebna instalirana snaga iznosit će 4.840 MW uz potrošnju jednaku 30,3 TWh.

Analizirane su tri opcije razvoja hrvatskog elektroenergetskog sustava i buduće emisije ugljičnog dioksida uzrokovane njegovim pogonom. Potreba za novim elektranama javlja se zbog porasta potrošnje električne energije, kao i zbog izlaska iz pogona postojećih elektrana. Izlazak iz pogona postojećih elektrana povoljan je u pogledu emisije CO_2 zbog toga što se radi o zastarjelim postrojenjima manje učinkovitosti koje imaju veću emisiju po jedinici proizvedene električne energije.

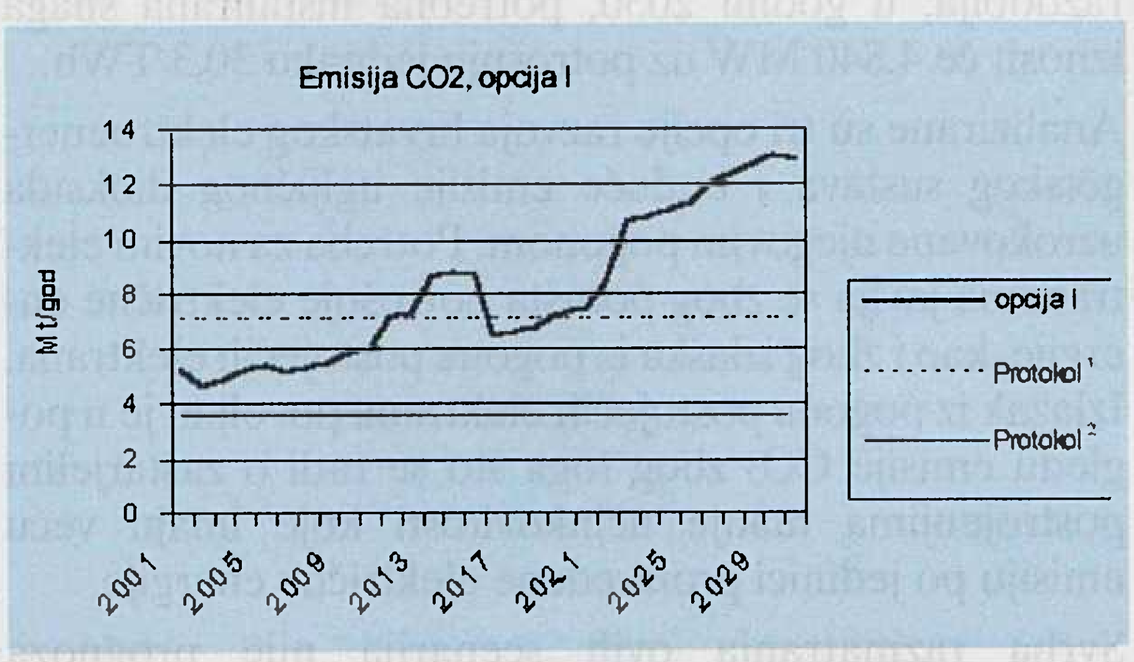
Svrha razmatranja ovih scenarija nije prognoza budućeg razvojnog puta hrvatskog elektroenergetskog sustava, nego isticanje poteškoća koje bi Hrvatska mogla imati pokušavajući zadovoljiti ograničenje Protokola iz Kyota. Vrlo je važno istaknuti da je Protokolom propisano 5 %-tno smanjenje ukupnih emisija stakleničkih plinova na razini države, dok je u ovom radu analizirana mogućnost 5 %-tnog smanjenja emisija uzrokovanih pogonom EES-a. Kako elektroenergetski sustav predstavlja najcentraliziraniji izvor emisija stakleničkih plinova koji je relativno jednostavno nadgledati, može se očekivati da će ograničenja nametnuta EES-u biti stroža od ograničenja pretpostavljenog u ovom radu.

Opcija I temelji se isključivo na ekonomskim razmatranjima, bez ikakvih ograničenja izuzev raspoloživosti prirodnog plina. Naime, pretpostavljeno je da u budućnosti neće biti moguća opskrba prirodnim plinom veća od oko 1000 Mm^3/god za nove termoelektrane [6]. Slika 1 prikazuje optimalnu strukturu goriva: uz 700 MW elektrana na plin, u pogon ulazi 2200 MW na ugljen i jedna nuklearna elektrana snage 600 MW.



Slika 1. Ulasci i izlasci elektrana iz pogona i proizvodnja, opcija I

Proračunatu emisiju CO_2 uzrokovanu radom energetskih postrojenja u opciji I prikazuje slika 2. Zbog visokog udjela ugljena u ukupnoj strukturi energenata emisija ugljičnog dioksida neprihvatljivo je visoka, a na kraju promatranog razdoblja iznosila bi oko 13 Mt, što je neprihvatljivo u pogledu smanjenja kojeg traži Protokol iz Kyota.



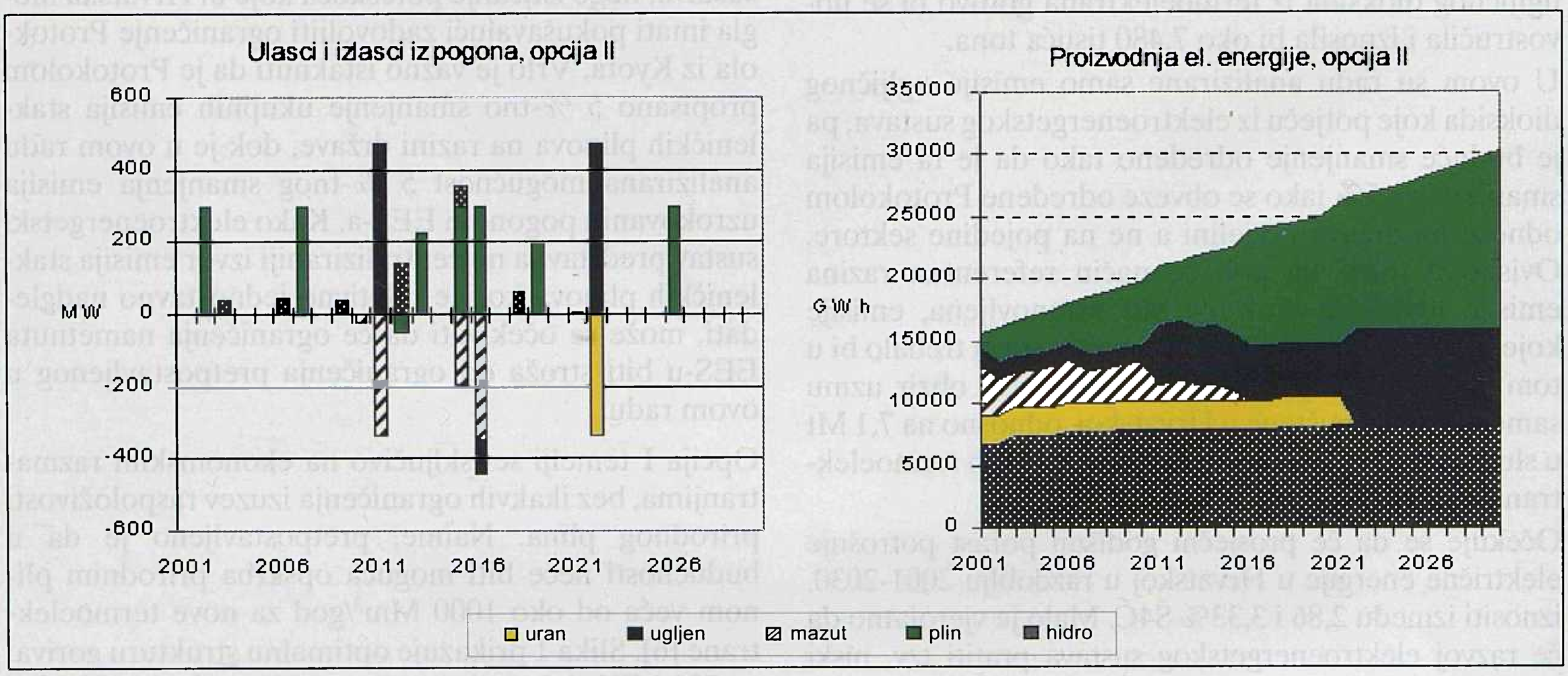
Slika 2. Emisija CO_2 u opciji I

razdoblja dosiže 10 % (3 TWh) ukupne potrošnje električne energije, pa je instalirana snaga konvencionalnih izvora energije za 200 MW manja nego u ostalim opcijama. Nove nuklearne elektrane ne ulaze u pogon. Važno je istaknuti da je cijena novih hidroelektrana za sada previsoka da bi ovakav scenarij bio vjerojatan. Godine ulazaka i izlazaka iz pogona prikazuje slika 3.

Do 2010. godine u pogon ulazi 600 MW u elektranama na plin i tri hidroelektrane. U drugom desetljeću analiziranog razdoblja pojavljuje se novih 800 MW na plin, 500 MW na ugljen i tri nove hidroelektrane. U posljednjem desetljeću u pogon ulazi 500 MW na plin i 500 MW na ugljen.

Emisiju CO_2 povezanu s ovim scenarijem prikazuje slika 4. Vidi se da će u godini 2030. emisija ugljičnog dioksida iznositi nešto više od 10 Mt, što je značajno ali još uvijek nedovoljno smanjenje.

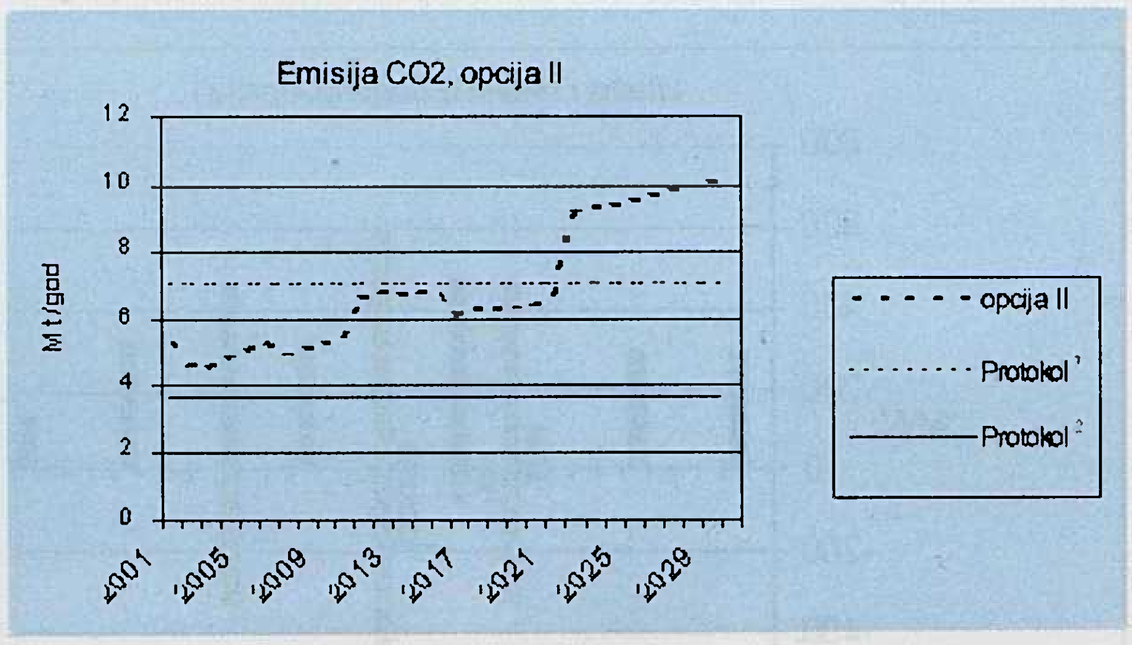
Dakle, usprkos visokoj zastupljenosti novih obnovljivih izvora i hidropotencijala u proizvodnji električne energije, emisija CO_2 i u opciji II je previsoka. Zbog toga je



Slika 3. Ulasci i izlasci elektrana iz pogona, opcija II

Kako je već napomenuto u uvodnom dijelu, još uvijek nije sigurno na koji će način biti ustanovljena emisija CO_2 u odnosu na koju će se smanjivati buduće emisije. Zbog toga je na slici 2 ucrtano dva moguća buduća ograničenja: u Protokol[1] su uključene emisije hrvatskih termoelektrana smještenih izvan Republike Hrvatske, a ograničenje Protokol[2] određeno je samo na temelju emisija CO_2 iz postrojenja smještenih u Hrvatskoj.

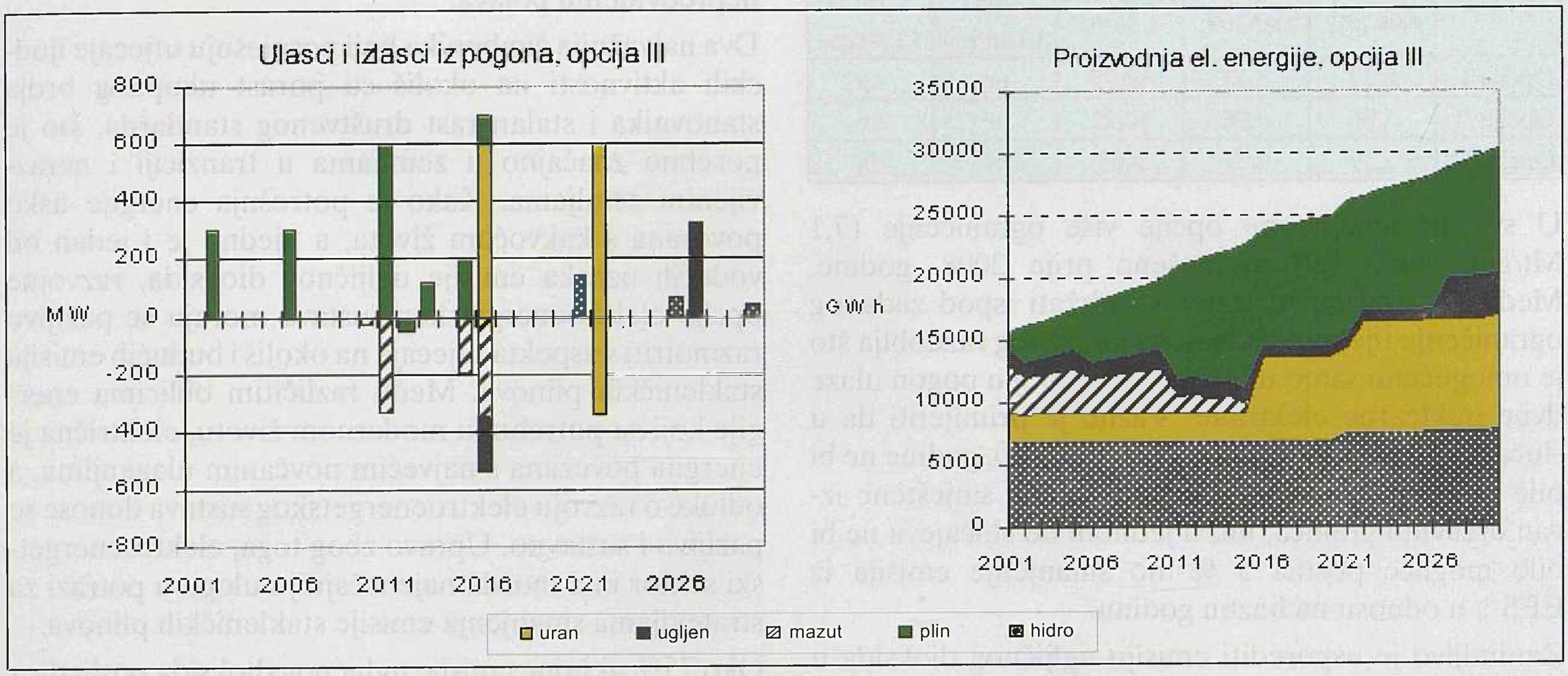
Kako je u opciji I emisija ugljičnog dioksida neprihvatljivo visoka, u analizu je uključena druga opcija - opcija II. Ona bolje odražava stav javnosti u pogledu razvitka elektroenergetskog sustava: elektrane na plin zastupljene su s čak 1500 MW, a svake treće godine u pogon ulazi nova hidroelektrana dok se ne iscrpe svi hidropotencijali. Nadalje, pretpostavljeno je da udio obnovljivih izvora u ukupnoj potrošnji stalno raste tijekom čitavog razmatranog razdoblja, te da na kraju



Slika 4. Emisija CO_2, opcija II

ispitana mogućnost smanjenja emisija ugljičnog dioksida većom zastupljenošću nuklearnih elektrana u ukupnoj proizvodnji. U razmatranja je uveden treći scenarij (opcija III), u kojem je pretpostavljen ulazak u

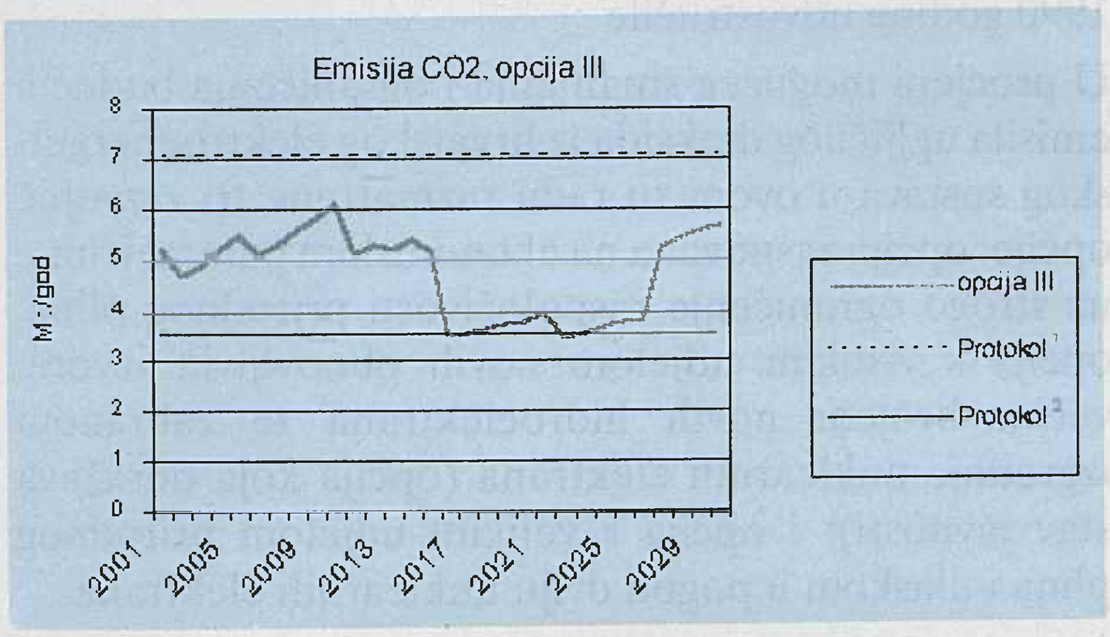
pogon dviju nuklearnih elektrana u razdoblju između 2001. i 2030. godine. Dinamiku ulazaka i izlazaka iz pogona prikazuje slika 5.



Slika 5. Ulasci i izlasci elektrana iz pogona, opcija III

U opciji III oko 50% novih kapaciteta instalirano je u elektranama na plin. U pogon ulaze dvije nuklearne elektrane kapaciteta 600 MW, a u trećem desetljeću razmatranog razdoblja tri hidroelektrane i elektrana na ugljen snage 300 MW ulaze u pogon. Važno je spomenuti da je i ovaj scenarij malo vjerojatan, jer je pretpostavljena raspoloživost prirodnog plina veća od očekivane, a otpor javnosti je prevelik da bi do 2030. u pogon ušle dvije nuklearne elektrane, ali daje sliku o strogosti ograničenja koja bi mogla biti nametnuta hrvatskom EES-u i Hrvatskoj u cjelini.

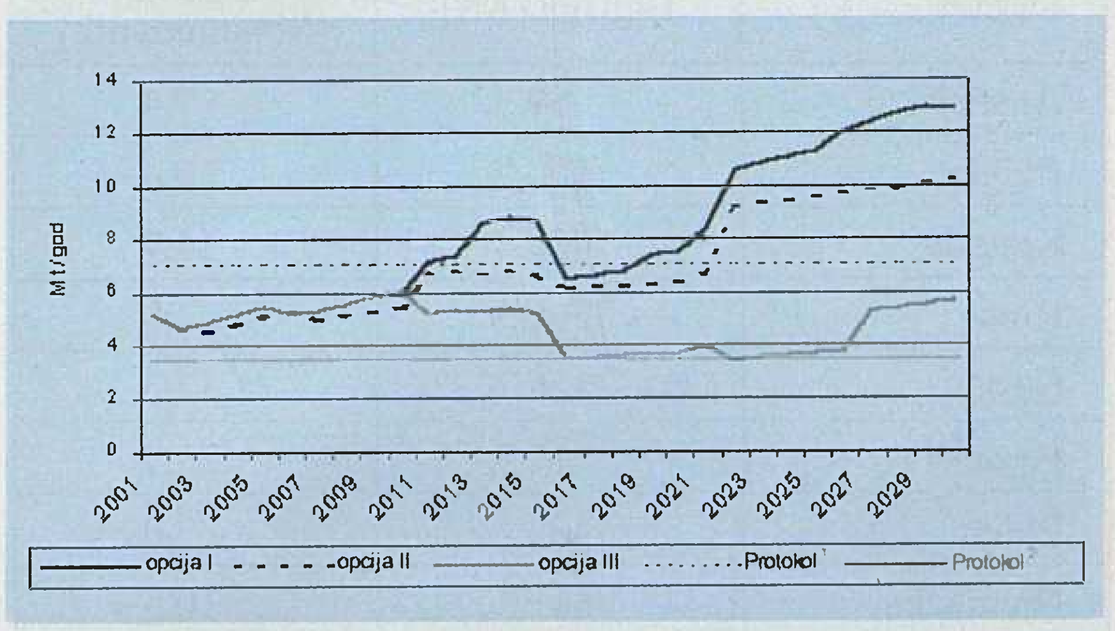
U ovom je scenariju emisija CO_2 tijekom čitavog razdoblja ispod ograničenja postavljenog Protokolom iz Kyota, a u godini 2030. je na razini iz godine 2001, tj na oko 5,2 Mt (slika 6).



Slika 6. Emisija CO_2, opcija III

USPOREDBA ANALIZIRANIH SCENARIJA

Očekuje se da će emisija ugljičnog dioksida iz hrvatskog elektroenergetskog sustava 2001. godine iznositi oko 5 Mt. Najviša emisija na kraju analiziranog razdoblja pojavljuje se u opciji I, i iznosi oko 13 Mt u 2030. godini, što je neprihvatljivo s aspekta planiranog smanjenja emisija iz EES-a. Najniža emisija bila bi ostvarena u opciji III u kojoj izračunata emisija na kraju razdoblja iznosi manje od 6 Mt. Usporedbu emisija ugljičnog dioksida kao i dva moguća ograničenja zadana Protokolom iz Kyota - sa i bez emisija iz hrvatskih termoelektrana smještenih izvan Republike Hrvatske - prikazuje slika 7.



Slika 7. Emisije CO_2 u tri razmatrane opcije

U opciji s dvije nuklearne elektràne moguće je zadovoljiti Protokol iz Kyota, pod uvjetom da će referentna razina emisija iz elektroenergetskog sustava biti ustanovljena tako da se emisijama nastalim na hrvatskom teritoriju dodaju emisije iz hrvatskih termoelektrana smještenih izvan Hrvatske. U slučaju da te emisije ne budu pridružene hrvatskim emisijama stakleničkih plinova, čak ni u opciji III s vrlo visokim udjelom prirodnog plina i dvije nuklearne elektrane nije moguće postići smanjenje i ograničenje emisije CO_2 propisano Protokolom.

Prema Protokolu, prosječna emisija iz EES-a između 2008. i 2012. godine ne bi smjela premašiti 7,1 odnosno 3,6 Mt, nakon čega bi morala biti zadržana ispod tih vrijednosti. Prosječne emisije u sve tri analizirane opcije prikazuje tablica 3.

Tablica 3. Prosječne emisije CO_2 (Mt/god) u analiziranim opcijama

	prosjek 2008-2012.	prosjek 2001-2030.	emisija CO_2 u 2030.	dugoročni cilj 3,6 Mt/god	dugoročni cilj 7,1 Mt/god
Opcija I	6,37	8,13	12,93	ne	ne
Opcija II	5,86	6,96	10,22	ne	ne
Opcija III	5,59	4,71	5,65	ne	da

U sve tri analizirane opcije više ograničenje (7,1 Mt/god) neće biti premašeno prije 2008. godine. Međutim, emisiju bi trebalo zadržati ispod zadanog ograničenja tijekom čitavog razmatranog razdoblja što je omogućeno samo u Opciji III u kojoj u pogon ulaze dvije nuklearne elektrane. Važno je primijetiti da u slučaju kad u ukupnu razinu emisija 1990. godine ne bi bile uključene hrvatske termoelektrane smještene izvan državnih granica, niti u jednom od slučajeva ne bi bilo moguće postići 5 %-tno smanjenje emisija iz EES-a u odnosu na baznu godinu.

Zanimljivo je usporediti emisiju ugljičnog dioksida u Hrvatskoj s emisijom iz drugih zemalja. Uz ukupnu godišnju emisiju, važan pokazatelj je i emisija po glavi stanovnika, pa te podatke za 1996. godinu prikazuje tablica 4 [7].

Tablica 4. Emisije 1996. godine [7]

Država	Emisija (Mt)	Emisija (Mt/stanovnik)
Austrija	59,3	7,4
Belgija	106,0	10,4
Kanada	409,4	13,7
Kina	3365,5	2,8
Češka	126,7	12,3
Hrvatska	17,5	3,7
Italija	403,2	7,0
Njemačka	861,2	10,5
Poljska	356,8	9,2
SAD	5301,0	20,0

Kao što pokazuje tablica 4, ukupna emisija u Hrvatskoj kao i emisija po glavi stanovnika vrlo je niska u usporedbi s drugim europskim, čak i tranzicijskim, zemljama. Na temelju toga može se zaključiti da su ograničenja buduće emisije ugljičnog dioksida u Hrvatskoj propisana Protokolom iz Kyota izuzetno - možda čak i pretjerano - stroga.

ZAKLJUČAK

Mnoge posljedice klimatskih promjena koje čovjek može izazvati još uvijek su izuzetno neodređene, a izmijenit će se dvije ili tri generacije prije nego postanu primjetne. Međutim, već je danas očigledno da mnoge ljudske aktivnosti uzrokuju porast koncentracije stakleničkih plinova što bi moglo dovesti do povišenja prosječne temperature na Zemlji te čitavog niza nepredviđenih pojava.

Dva najvažnija čimbenika koji pospješuju utjecaje ljudskih aktivnosti na okoliš su porast ukupnog broja stanovnika i stalan rast društvenog standarda, što je posebno značajno u zemljama u tranziciji i nerazvijenim zemljama. Kako je potrošnja energije usko povezana s kakvoćom života, a ujedno je i jedan od vodećih uzroka emisije ugljičnog dioksida, razvojne opcije elektroenergetskog sustava moraju se pažljivo razmotriti s aspekta utjecaja na okoliš i budućih emisija stakleničkih plinova. Među različitim oblicima energije koji su potrebni u modernom životu, električna je energija povezana s najvećim novčanim ulaganjima, a odluke o razvoju elektroenergetskog sustava donose se pažljivo i sustavno. Upravo zbog toga, elektroenergetski sektor ima možda najznačajniju ulogu u potrazi za strategijama smanjenja emisije stakleničkih plinova.

Oko 75% ukupne emisije ugljičnog dioksida posljedica je izgaranja fosilnih goriva, a u potrošnji fosilnih goriva proizvodnja električne energije sudjeluje s oko 40%. Da bi se smanjila emisija ugljičnog dioksida očigledno je da moraju biti prihvaćene proizvodne tehnologije koje se ne zasnivaju na izgaranju fosilnih goriva, a to su hidroenergija, novi obnovljivi izvor i nuklearna energija.

Hrvatska je jedna od potpisnica Protokola iz Kyota koji ju obvezuje da emisiju stakleničkih plinova smanji za 5 % u odnosu na emisiju iz tzv. bazne godine. Očekuje se da će kao bazna godina biti izabrana 1990. Kako je nekoliko termoelektrana u vlasništvu Hrvatske elektroprivrede smješteno izvan područja Republike Hrvatske - u Srbiji i Bosni i Hercegovini, još uvijek nije postignut dogovor oko toga da li će ukupnim emisijama u Hrvatskoj biti pribrojene emisije iz tih elektrana, čime bi se emisije iz elektroenergetskog sustava 1990 godine udvostručile.

U procjeni mogućeg smanjenja i ograničenja budućih emisija ugljičnog dioksida iz hrvatskog elektroenergetskog sustava u ovom su radu razmatrane tri razvojne opcije: opcija zasnovana na ekonomskim parametrima, uz strogo ograničenje raspoloživosti prirodnog plina; opcija s visokim udjelom novih obnovljivih izvora, većim brojem novih hidroelektrana te zabranom izgradnje nuklearnih elektrana (opcija koja odražava stav javnosti); i opcija s velikim udjelom prirodnog plina i ulaskom u pogon dviju nuklearnih elektrana.

Pokazano je da je mogućnost smanjenja i ograničenja emisije ugljičnog dioksida iz elektroenergetskog sustava na iznos koji je manji od 95 % vrijednosti iz 1990. godine, pod pretpostavkom da su emisije termoelektrana smještenih izvan Hrvatske uključene u ukupne emisije, osigurana jedino u opciji s dvije nuklearne elektrane u elektroenergetskom sustavu. U slučaju da te emisije ne budu uključene u ukupne emisije, 5 %-tno

smanjenje emisija iz EES-a u odnosu na 1990. godinu ne bi bilo moguće čak ni u slučaju da prije 2030. godine dvije nuklearne elektrane budu izgrađene i puštene u pogon. Važno je, međutim, naglasiti da će Protokolom iz Kyota biti regulirana emisija svih stakleničkih plinova, iskazanih kao ekvivalentni CO_2, na razini čitave države, a ne na razini pojedinih sektora. Kako proizvodnja električne energije pruža veće mogućnosti ograničenja emisije CO_2 nego drugi sektori koji pridonose stakleničkim emisijama, primjerice promet, moguće je da će zahtjevi za smanjenjem emisija iz elektroenergetskog sustava biti stroži no što je pretpostavljeno u ovom radu.

Konačno, potrebno je još jednom istaknuti da svrha razmatranja ovih razvojnih opcija nije predviđanje budućeg razvoja hrvatskog elektroenergetskog sustava, nego skretanje pažnje na ozbiljne poteškoće s kojima će se susresti hrvatski elektroenergetski sustav i Hrvatska u cjelini u nastojanju da se buduće emisije ugljičnog dioksida zadrže na razini koju zahtijeva Protokol iz Kyota.

LITERATURA

[1] Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, Conference of the Parties, Third session, Agenda item 5, 1997

[2] Official Website of the Fifth Conference of the Parties, COP5, to UNFCC: http://www.unfccc.de/resource/kpstats.pdf, 13. rujna 2000.

[3] Leydon et al: Energy and Electricity Supply and Demand, Senior Expert Symposium on Electricity and the Environment, Key Issue Papers, IAEA, Vienna, 1991

[4] EI "Hrvoje Požar": Projekt razvoja i organizacija hrvatskog elektroenergetskog sustava, Zagreb, 1995

[5] Hrvatska elektroprivreda, Direkcija za prijenos i upravljanje: Godišnja proizvodnja, Zagreb, 1996

[6] D. FERETIĆ, Ž. TOMŠIĆ, T. KOVAČEVIĆ, M. BOŽIČEVIĆ: "Case Study for Croatian Electrical Energy System on Comparing Sustainable Energy Mixes for Electricity Generation", studija, Zagreb, 2000

[7] World Bank: World Development Report 1999/2000, Washington, SAD, 2000

FUTURE CARBON DIOXIDE EMISSIONS FROM THE CROATIAN ELECTRIC POWER SYSTEM

Croatia is one of the countries that signed the Kyoto Protocol obliging it to reduce the emission of green-house gasses (GHG) by 5 per cent related to the emission of the reference year. The Protocol is going to become effective only after the ratification of 55 countries that signed it, which are responsible for 55 per cent of the GHG emissions from countries included in Annex B of the Kyoto Protocol. The Croatian Parliament has not signed the Protocol yet. However, although it is not a legal obligation, Protocol creates an important framework for development planning of each country, thus also for Croatia. It is expected that the Croatian government will choose 1990 as the reference year in relation to which future GHG emissions will be analysed. As the electric energy production plays an important role in the total GHG emissions, the possibilities to reduce these emissions are to be analysed very carefully. Three different Croatian electric power system development scenarios have been analysed and the difficulties the system is going to face if total emissions are to be reduced by 5 per cent related to 1990. As nuclear plants present a developed and economically justified technology for electric energy production with no carbon dioxide emissions, the possibility to reduce future carbon dioxide emissions from the Croatian electric power system using nuclear power has been analysed. Three different development scenarios are given, differing from each other by having various numbers of nuclear power plants and the corresponding carbon dioxide emission in each option. The reduction of carbon dioxide emissions is calculated as a result of exchange of a part of fossil fuel fired plants into nuclear plants. It is estimated how many nuclear plants will have to be built until the year 2030 to keep the carbon dioxide from the Croatian electric power system on the 5 per cent level less than in 1990.

KÜNFTIGE KOHLENDIOXID EMISSIONEN AUS DEN KROATISCHEN STROMERZEUGUNGSANLAGEN

Als eines der Signatarstaaten des Kyoto-Protokolls, ist Kroatien verpflichtet, die Emission der Glashaus-effektgase um 5 % gegenüber dem Emissionspegel im Referenzjahr zu reduzieren. In Kräft treten wird das Protokoll erst nach Ratifizierung seitens jener 55 Signatarstaaten welche mit einer Beteiligung von 55 % an der Emission der Glashauseffektgase unter Bestimmungen des Annexes B des Kyoto-Protokolls fallen. Das kroatische Parlament hat diesen Protokoll noch nicht ratifiziert. Wenngleich dieses Protokoll keinen gesetzlichen Zwang darstellt, bestimmt es einen bedeutenden Rahmen für die Planung der Entwicklung eines jeden Staates, so auch Kroatiens. Seitens kroatischer Behörden wird die Wahl des Jahres 1990 als das Referenzjahr für die Erörterung künftiger Emissionen der Glashauseffektgase erwartet. Da die Stromerzeugung eine bedeutende Rolle in der gesammten Emission der Glashauseffektgase hat, muß die Möglichkeit der Einschränkung aus den Stromerzeugungsanlagen herkommender Emissionen mit besonderer Aufmerksamkeit in Betracht gezogen sein. Durchgeführt wurde der Vergleich dreier vorausgesetzten Entwicklungen des kroatischen Stromerzeugungssystems und dabei jene Schwierigkeiten uberlegt mit denen das System, für den Fall der Notwendigkeit der Schrumpfung von Gesammtemissionen um 5 % im Bezug auf das Jahr 1990, gegenübergestellt wird. Da Kernkraftwerke ein entwickeltes und wirtschaftlich annehmbares von Kohledioxidemission freies Energieerzeugungsverfahren darstellen, ist die Minderung künftiger Emissionen dieses Gases aus den kroatischen Stromerzeugungsanlagen durch Anwendung der Kernkraft überlegt. Dargestellt wurden drei Wahlmöglichkeiten des Stromerzeugungssystems, welche sich durch die Anzahl von Kernkraftwerken im Betrieb unterscheiden, sowie die Kohledioxidemission für jede der Möglichkeiten.Berechnet wurde die Schrumpfung der Kohledioxidemission als Folge des Ersetzens eines Teiles von Dampfkraftwerken mit

Kernkraftwerken. Abgeschätzt ist wieviele Kernkraftwerke im Berieb notwendig wären um im Zeitabschnitt bis zum Jahre 2030 die Kohlenstoffemissionen aus dem kroatischen Stromerzeugungsystem auf einem um 5 % niedrigeren Pegel im Bezug auf das Jahr 1990 aufrechtzuerhalten.

Naslov pisaca:

Mr. sc. Maja Božičević, dipl. ing.
mr. sc. Željko Tomšić, dipl. ing.
Dražen Jakšić, dipl. ing.
Zavod za visoki napon i energetiku
Fakultet elektrotehnike i računarstva
Unska 3, 10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2000-10-09.

OSIGURANJE KVALITETE I STRUČNI NADZOR TIJEKOM IZGRADNJE KOGENERACIJSKOG POSTROJENJA I VISOKOTLAČNOG PLINOVODA S PMRS U PLIVI – SAVSKI MAROF

Hrvoje Štingl – Ante Barbić – Miroslav Blažičko – Mladen Žuri – Stjepan Hršak, Zagreb

UDK 621.311
STRUČNI ČLANAK

Članak je obuhvatio aktivno učešće službe osiguranja kvalitete u realizaciji projekta energetskog postrojenja od zamisli do realizacije. Prikazano je da služba osiguranja kvalitete s timom ovlaštenih inženjera ništa nije prepuštala slučaju.

Ključne riječi: izgradnja kogeneracijskog postrojenja, izgradnja visokotlačnog plinovoda s PMRS, osiguranje kvalitete, stručni nadzor.

1. UVOD

1.1. Osnovni podaci o gradnji kogeneracijskog postrojenja i VT plinovoda s PMRS

Vodeća hrvatska tvrtka PLIVA d.d., izgradila je na svojoj lokaciji u Savskom Marofu plinsko kombi kogeneracijsko postrojenje koje se sastoji od plinske turbine, kotla utilizatora i parne turbine. Riječ je o prvoj hrvatskoj kogeneracijskoj jedinici izgrađenoj na novim tržišnim tehno-ekonomskim osnovama, nakon Odluke Uprave Hrvatske elektroprivrede (HEP) o kupnji električne energije iz malih termoenergetskih objekata (mTEO).

Izgradnju ovog postrojenja i za tu svrhu potrebnog novog visokotlačnog plinovoda Pliva je povjerila poduzeću EKONERG HOLDING (EH) koje je obavilo sve aktivnosti, od ideje o izgradnji postrojenja do dobivanja uporabne dozvole:

- osmišljavanje ideje o mogućoj izgradnji kombi kogeneracijskog bloka
- izrada prve studije (predstudije) izvodljivosti
- izrada idejnog projekta
- izrada procjene utjecaja na okoliš
- izrada dokumenta za ishođenje lokacijske dozvole za energanu i plinovod
- ishođenje lokacijske dozvole za energanu i plinovod
- izrada glavnog projekta za energanu i plinovod
- ishođenje građevinske dozvole za energanu i plinovod
- izrada dijela izvedbene dokumentacije za energanu
- nostrificiranje tehničke dokumentacije isporučitelja uvozne opreme
- izrada svih tendera i pozivne dokumentacije za nuđenje za plinovod i energanu za sve djelatne struke i opremu
- sudjelovanje u pripremi ugovora i u pregovorima s INA Naftaplinom o (isporuci prirodnog plina) i HEP-om (o prodaji električne energije)
- izrada investicijske studije
- vođenje pregovora sa svim podisporučiteljima i podizvođačima
- vođenje izgradnje po sistemu inženjeringa po paketima za energanu i plinovod
- koordiniranje cjelokupne izgradnje plinovoda i energane
- aktivnost osiguranja kvalitete tijekom izgradnje plinovoda i energane
- provođenje stručnog nadzora izgradnje plinovoda i energane
- provođenje projektantskog nadzora nad cjelokupnom izgradnjom kombi kogeneracijskog postrojenja i plinovoda
- rukovođenje puštanjem u pogon
- ishođenje uporabne dozvole za energanu i plinovod.

Treba napomenuti da je izvođenje rekonstrukcije energane u Plivi – Savski Marof bio vrlo složen pothvat. Kogeneracijsko postrojenje smješteno je u postojeću zgradu na mjesto starog parnog kotla, kojeg je trebalo srušiti, a zgradu preurediti za ugradnju novog kogeneracijskog postrojenja. Tijekom rekonstrukcije u prostoru gradnje novog postrojenja bila je smještena postojeća oprema u pogonu. Ova se oprema trebala zaštititi tako da je tijekom kompletne rekonstrukcije bila ili je mogla biti u funkciji (pogonu) zbog tehnoloških potreba Plive. Radovi su se odvijali dijelom u zimskom periodu, uz nepovoljne vremenske uvjete, što je posebno imalo utjecaja kod izvođenja građevinskih radova u energani i izgradnji visokotlačnog plinovoda.

1.2. Osnovni tehnički podaci

Kogeneracijsko postrojenje

- Nazivna električna snaga (ISO uvjeti)	5958	kW
- plinska turbina (ISO uvjeti)	4858	kW
- parna turbina (postojeća)	1100	kW
- Toplinski učin kotla na ispušne plinove (HRSG)	8,2	t/h
- Toplinski učin HRSG s dodatnim loženjem	12,0	t/h
- Toplinski učin HRSG kod 45% el. snage plinske turbine	6,5	t/h
- Minimalni toplinski učin HRSG (kod 100% el. snage plinske turbine i djelomično otvorene skretne zaklopke prema kotlu)	4,0	t/h
- Parametri svježe pare		
- tlak	40	bar
- temperatura	450	°C
- Potrošnja prirodnog plina kod nazivnog opterećenja	16829	kW
- Potrošnja prirodnog plina za dodatno loženje	2750	kW
- Stupanj korisnog djelovanja kod nazivnog opterećenja	71,8	%
- Stupanj korisnog djelovanja s dodatnim loženjem	78,7	%
- Buka na 1 m od opreme	83	dBA
- NO_x (u suhim dimnim plinovima i 15% O_2)	50	mg/Nm^3

Plinovod s PMRS

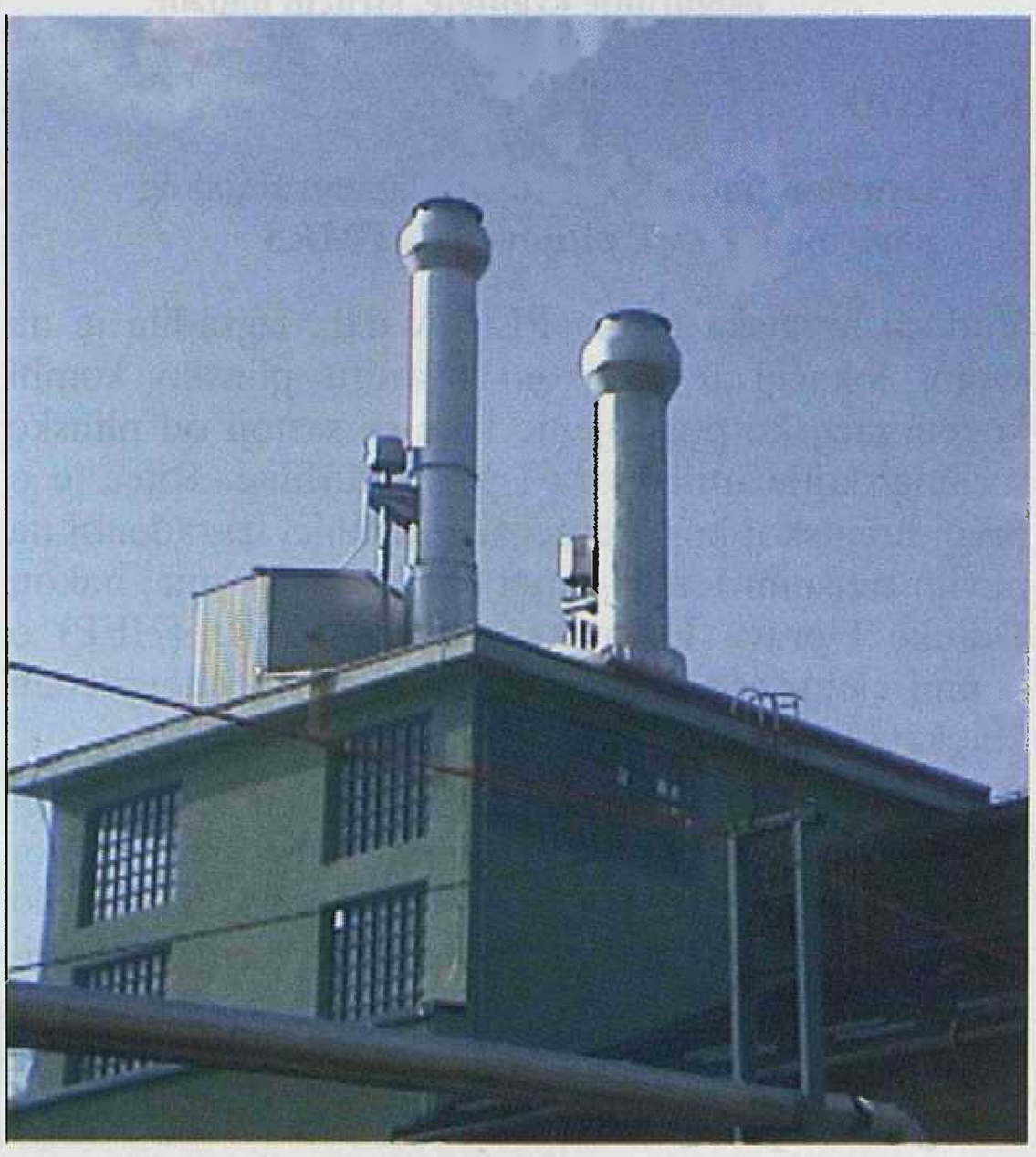
- Nazivni tlak	25 (20)	bar
- Kapacitet plinovoda	7000	m^3/h
- Nazivni promjer	150	mm
- Dužina	8300	m
- Kapacitet regulacijskih linija		
- 25 (20) / 16	2200	m^3/h
- 25 (20) / 3	2000	m^3/h

1.3 Aktivnosti osiguranja kvalitete i stručnog nadzora tijekom građenja

U okviru vrlo zahtjevnih aktivnosti vođenja i koordinacije izgradnje kogeneracijskog postrojenja i visokotlačnog plinovoda s PMRS u za Plivi – Savski Marof, koje je za Plivu obavljao na principu inženjeringa EKONERG HOLDING (EH), dva vrlo važna segmenta bila su stručni nadzor i osiguranje kvalitete.

Sustav osiguranja kvalitete primijenjen je na sve aktivnosti na projektu. Specijalisti EKONERG HOLDING-a svoje aktivnosti osiguranja kvalitete započeli su već u fazi izrade studijskih rješenja, te ih nastavili obavljati u fazi pripreme poziva za nuđenje, evaluacije i odabira izvođača, pa nadalje u fazi projektiranja, proizvodnje i nabave opreme kod proizvođača, odnosno isporučitelja opreme, tijekom radova na gradilištu i tijekom završnih ispitivanja glavne opreme i postrojenja. Organizirani pristup kakav nameće sustav osiguranja kvalitete znatno je pomogao da se aktivnosti izgradnje dovrše u predviđenom roku i u okviru predviđenih financijskih sredstava. Sustavna briga o kvaliteti osigurala je da postrojenje radi bez ikakvih smetnji i uz čak nešto bolje parametre od ugovorenih.

Stručni nadzor obavljali su ovlašteni strojarski, građevinski, elektro i MRU inženjeri u skladu sa Zakonom o građenju. Jedna od njihovih važnih aktivnosti unutar stručnog nadzora bila je i briga o kvaliteti ugrađenog materijala i opreme te obavljenih radova. Svojim aktivnostima na uspostavi QA sustava na svim projektnim aktivnostima, nadzorom aktivnosti važnih za kvalitetu ugrađenog materijala i opreme i obavljenih radova, te brigom o pravodobnom i adekvatnom dokumentiranju postignute kvalitete, QA specijalisti su bili velika potpora nadzornim inženjerima, koja im je omogućila da se više posvete ostalim svojim obvezama, a istodobno budu sigurni da je briga o kvaliteti maksimalno osigurana.



Slika 1. Pogled na rekonstruiranu energanu

2. STRUČNI NADZOR

Stručni nadzor nad izgradnjom provodio je u ime Plive EKONERG HOLDING. Nadzorom je obuhvaćeno građevinsko, strojarsko, elektro i MRU područje, te izolacija i AKZ. Zadatak stručnog nadzora bio je nadziranje izvođenja radova, te nadzor ispitivanja pojedine opreme, dijelova sistema kao i završnih funkcionalnih ispitivanja. Također, nadzorni su inženjeri vodili brigu da gradnja bude u skladu s projektnom dokumentacijom, građevnom dozvolom, važećim Zak-

onom o građenju, te drugim primjenjivim zakonima i posebnim propisima. Osim standardnih aktivnosti stručnog nadzora, nadzorni inženjeri obraćali su posebnu pažnju kvaliteti radova, te pravodobnom ispostavljanju atestno tehničke dokumentacije, pri čemu je velika pomoć stručnom nadzoru bila aktivnost specijalista osiguranja kvalitete EH. Tijekom odvijanja radova ostvarena je i jako dobra suradnja s Investitorom.



Slika 2. Montaža paketa kotla utilizatora

S obzirom da je tijekom izgradnje dolazilo do promjena u pojedinim sustavima u odnosu na projektirano stanje, bilo je nužno na licu mjesta donositi rješenja koja funkcionalno i tehnički zadovoljavaju novonastalo stanje, te shodno tome mijenjati projektnu dokumentaciju. Ovi problemi otklanjani su i rješavani u izuzetno kratkom roku jer je većinu izvedbenih projekata izradio EKONERG HOLDING, što je olakšavalo komunikaciju na relaciji izvođači - nadzorni inženjeri - projektanti.

Stručni nadzor građevinskih radova na rekonstrukciji energane uz složenost zahvata glavni je problem imao u ostvarenju "čvrstih" rokova izgradnje koji su proizišli iz dinamike isporuke opreme od stranih isporučitelja. Budući da je tijekom izvedbe građevinskih radova došlo do izmjena temelja (dispozicija i dimenzija) zbog naknadnih zahtjeva isporučitelja opreme, trebalo je dodatnim naporima osigurati izvedbenu dokumentaciju i koordinaciju s ostalim izvođačima kako bi se ostvarili ugovoreni rokovi. Što se tiče izvođenja građevinskih radova na plinovodu bilo je dosta "neugodnih" iznenađenja prvenstveno zbog nepostojanja katastra za dio postojećih instalacija, odnosno neusklađenosti podataka iz katastra sa stvarnim stanjem. Također se tijekom izvođenja radova naišlo na "neoznačeno" antičko arheološko nalazište te se ova dionica morala izvoditi kombinacijom metode arheološkog iskopa i horizontalnog bušenja (14 m). Unatoč svim ovim problemima visokotlačni plinovod je izgrađen za 80 dana, te je ovo graditeljski poduhvat koji se rijetko može izvesti u tako kratkom roku, uz vrlo teške vremenske uvjete.

Stručni nadzor strojarskih radova posebnu pozornost posvetio je izvođenju zavarivačkih radova, ispitivanju zavarenih spojeva metodama bez razaranja, tlačnim probama i probama nepropusnosti, te funkcionalnim ispitivanjima i upuštanju opreme i sustava. Inzistiralo se na ažurnom vođenju dnevnika montaže, zavarivanja i AKZ, te knjige cijevi plinovoda, kao i pravodobnom dokumentiranju i rješavanju svih odstupanja i neusklađenosti. Kako je udio strojarskih aktivnosti u projektu bio najopsežniji, stručni nadzor strojarskih radova je usklađivao djelovanje svih nadzornih inženjera, te u suradnji s koordinatorom cjelokupnog projekta iz EH brinuo o održanju planiranih rokova gradnje.

Stručni nadzor MRU posebnu pažnju posvetio je ispitivanju opreme i međuveza za što je dobivena ispitna dokumentacija, bilo od izvođača ili od ovlaštene institucije. Ispitane su sve blokade i zaštite postrojenja o čemu su sačinjeni i zapisnici. Kada su rezultati ispitivanja na hladno pokazali zadovoljavajuće rezultate pristupilo se funkcionalnim ispitivanjima i prilagođavanju mjernoregulacijske opreme tehnološkim zahtjevima postrojenja, što je uspješno obavljeno.

Stručni nadzor nad izvedbom elektroenergetskih instalacija i sustava susretao se s problemima uzrokovanim promjenama u elektroenergetskim sustavima s kojima je kogeneracijsko postrojenje povezano (naročito u rasklopnom postrojenju 20 kV, izvan opsega izgradnje kogeneracijskog postrojenja), zbog čega je bilo nužno intervenirati i u projektnu dokumentaciju radi usklađivanja s novonastalim stvarnim stanjem. Problem intervencija olakšan je time što je vodeći projektant (koordinator projektiranja elektroenergetskog dijela) obavljao i nadzor nad izvedbom elektroenergetskih montažnih radova, pa su se neusklađenosti sukcesivno i brzo otklanjale. Pri izvedbi je, uz odgovarajuće mjere opreza i zaštite, osiguran maksimalan kontinuitet pogona ostalih (postojećih) dijelova elektroenergetskog postrojenja PLIVA, Savski Marof.

Uspješno premošćujući sve navedene probleme tijekom gradnje, uz maksimalni napor stručnog nadzora i potporu QA specijalista, ostvarujući dobru suradnju s ostalim članovima tima za izgradnju iz EKONERG HOLDING-a, izvođačima i Investitorom, objekt je izveden u predviđenom roku, uz zavidnu kvalitetu i u okviru planiranih sredstava.

3. OSIGURANJE KVALITETE

3.1. Početne aktivnosti

Aktivnosti osiguranja kvalitete uključuju pravodobne zahtjeve na sustav kvalitete, uspostavu odgovarajućeg sveobuhvatnog sustava osiguranja kvalitete, te realizaciju programa osiguranja kvalitete cijelog projekta uz nadzor provođenja mjera za postizanje kvalitete od strane svih sudionika razmjerno njihovoj važnosti i udjelu u projektu. Važan segment u realizaciji programa je i pravodobno dokumentiranje postignute kvalitete materijala, opreme, radova i ispitivanja, koje je osnova za dokazivanje kvalitete na tehničkom pregledu.

U cilju kasnijeg jasnog definiranja programa osiguranja kvalitete pojedinih sudionika na projektu, te izbjegavanja naknadnih nesporazuma oko razine zahtjeva i dokumentiranja kvalitete, specijalisti osiguranja kvalitete su već u pozivu za nuđenje definirali osnovne zahtjeve osiguranja kvalitete, te ih tijekom procesa evaluacije ponuda i ugovaranja usuglasili s budućim proizvođačima/isporučiteljima opreme i izvođačima radova.

Odmah na početku aktivnosti na projektu EH je izdao Priručnike za vođenje izgradnje za kogeneracijsko postrojenje i visokotlačni plinovod, koji su dostavljeni Investitoru i svim glavnim izvođačima. Ovi su priručnici, uz ostale važne elemente za uspješno izvođenje ovih složenih projekata, definirali i odnose sudionika, organizaciju te zahtjeve na pojedine sudionike u pitanju kvalitete. Shema sveobuhvatnog sustava kvalitete na projektu prikazana je na slici 4.

Na temelju ovih zahtjeva provjereni su na samom početku sustavi kvalitete glavnih ugovarača (proizvođača/isporučitelja opreme i izvođača građenja/montaže), te način na koji oni prenose zahtjeve kvalitete na svoje podizvođače.

Aktivnosti osiguranja i nadzora kvalitete provodile su se za strojarsko, građevinsko, MRU i elektro područje. QA specijalisti svoje aktivnosti osiguranja i nadzora kvalitete obavljali su u fazi projektiranja, proizvodnje i nabave opreme kod proizvođača, odnosno isporučitelja opreme, tijekom radova na gradilištu i tijekom završnih ispitivanja glavne opreme i postrojenja.

3.2. Aktivnosti u proizvodnji opreme

Na početku provođenja aktivnosti na radnim sastancima s predstavnicima proizvođača opreme razmotreni su uvjeti vezani za nadzor kvalitete. Prije početka neposredne proizvodnje opreme QA specijalisti su pregledali, komentirali te odobrili tehnologije proizvodnje, zavarivanja, AKZ te planove kontrole kvalitete. Isto tako, prije početka proizvodnje pojedine opreme pregledana je radionička dokumentacija dostavljena od proizvođača opreme.

Aktivnosti osiguranja i nadzora kvalitete u proizvodnji obuhvatile su kontrolne preglede kod proizvođača odnosno isporučitelja opreme kao i kod njegovih podisporučitelja. Kontrolni pregledi obavljani su u skladu sa planovima kontrole, a posebna pažnja posvećena je važnijoj opremi te zahtjevnijim i odgovornijim postupcima kao što su zavarivanje (primjena tehnoloških postupaka zavarivanja, vođenje dnevnika zavarivanja, kontrola zavarivača), toplinska obrada, kontrola ugrađenog materijala, ispitivanje zavarenih spojeva, kontrola AKZ, završna tvornička ispitivanja i testiranja. Aktivnosti QA specijalista u fazi proizvodnje bile su posebno važne, jer stručni nadzor u početku proizvodnje još nije bio imenovan, a kasnije, zbog stalnih obveza na gradilištu, nije bio u mogućnosti prisustvovati kontrolama proizvodnje koje su se odvijale širom Hrvatske, ali i u više europskih zemalja.

Za opremu koja nije bila obuhvaćena aktivnostima nadzora kvalitete tijekom proizvodnje (veći dio opreme izrađene u inozemstvu) obavljena je kontrola koja je uključivala pregled proizvodne atestno tehničke dokumentacije, vizualnu i dimenzionalnu kontrolu, te za pojedinu opremu završne funkcionalne i tlačne probe.

3.3 Aktivnosti na gradilištu

Prije početka aktivnosti na gradilištu održani su sastanci QA specijalista i nadzornih inženjera EH s izvođačima građevinskih i montažnih radova, na kojima su dogovoreni uvjeti za početak građenja/montaže kao i uvjeti koji se moraju ispuniti prije početka ispitivanja, testiranja i funkcionalnih proba. Radi toga od izvođača se zahtijevalo pravovremeno izdavanje tehnologija, postupaka i planova kontrole, koje su QA specijalisti pregledavali, komentirali te na kraju i odobrili.

Prisustvom na gradilištu QA specijalisti su kontrolirali primjenu odobrenih tehnologija i postupaka, a posebna pažnja bila je posvećena zavarivačkim radovima, kontroli ispitivanja zavarenih spojeva, izvođenju izolacije i AKZ.

Od izvođača radova zahtijevano je da sva odstupanja od projekta tijekom montaže opreme budu dokumentirana u Izvještajima o odstupanju koji su istodobno bili i podloga za izradu dokumentacije izvedenog stanja (As built).



Slika 3. Nadzor kvalitete montaže specijalista EH

QA specijalisti su inzistirali na pravodobnom ispostavljanju dokaza o kvaliteti od strane izvođača. To je prvenstveno uključivalo kontrolu atesta zavarivača kao i kontrolu dodatnog, osnovnog i ugrađenog materijala. U tom smislu održavali su redovne sastanke sa QA službom izvođača na kojima je također raspravljano i o tekućoj problematici vezanoj za osiguranje kvalitete tijekom montaže, odnosno izgradnje postrojenja.

Nakon završetka montaže opreme kao i završetka zavarivačkih radova QA specijalisti su nadzirali provođenje tlačnih proba cjevovoda i posuda pod tlakom.

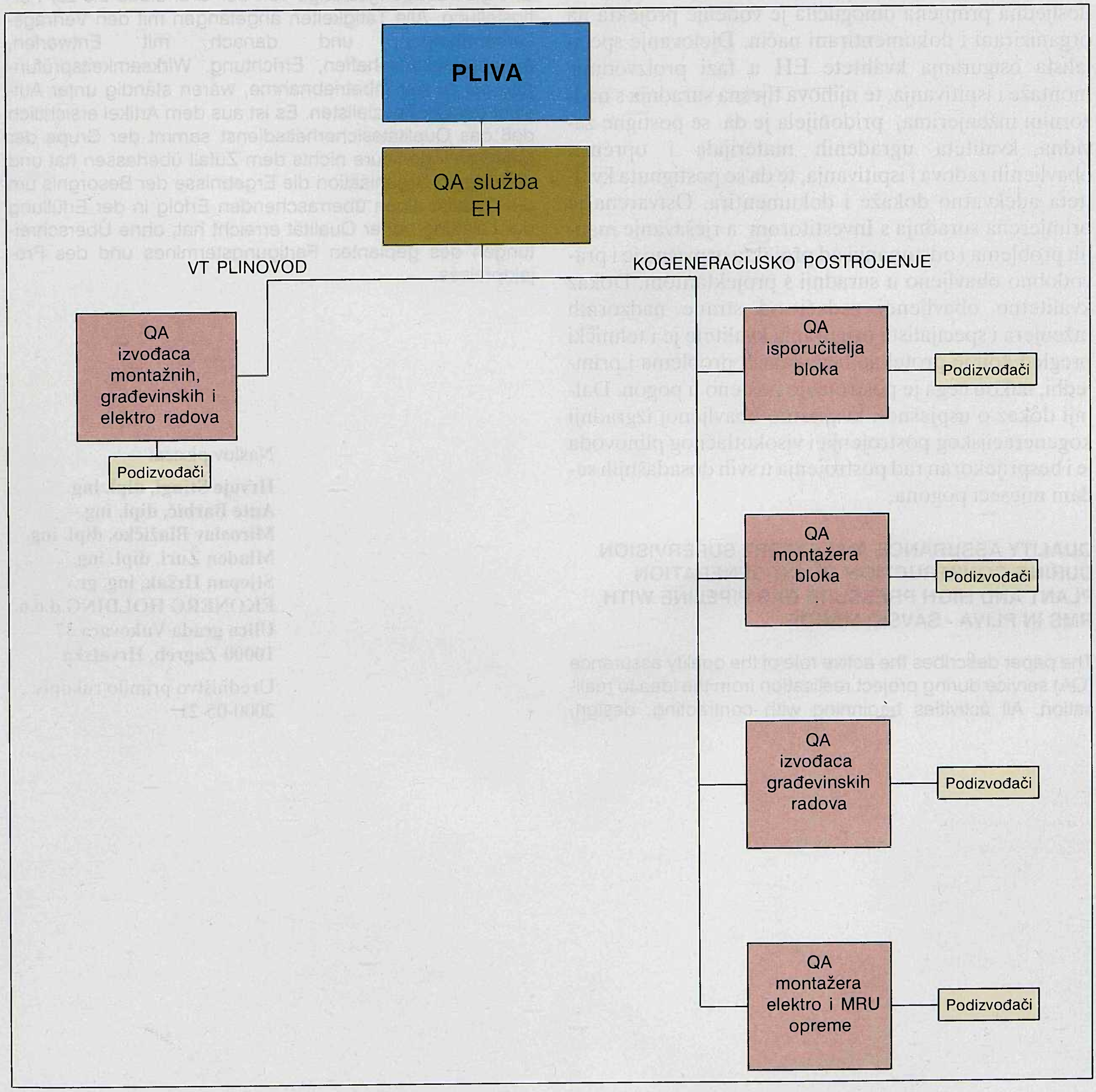
Navedena ispitivanja obavljena su u skladu s odobrenom tehnološkom uputom za provedbu hladne tlačne probe. Također, po dovršenju montaže sudjelovali su u funkcionalnim ispitivanjima te puštanju u rad opreme i sustava u skladu s odobrenim programima.

Sve aktivnosti osiguranja i nadzora kvalitete tijekom proizvodnje i montaže opreme, kao i sva ispitivanja, specijalisti EKONERG HOLDING-a su popratili zapisima u obliku izvješća, bilješki, zapisnika i komentara te ih redovno i pravodobno dostavljali Investitoru. Na taj način Investitor je bio na vrijeme obaviješten o stanju aktivnosti te je imao mogućnost pravodobnog reagiranja kod proizvođača, odnosno isporučitelja i izvođača s ciljem otklanjanja eventualnih nedostataka te podizanja razine kvalitete pojedinih aktivnosti.

3.4. Završne aktivnosti

Tijekom odvijanja aktivnosti s isporučiteljima opreme kao i s izvođačima montažnih radova usuglašen je način pripreme i sadržaj paketa dokumentacije o kvaliteti. Dio te dokumentacije pregledavali su QA specijalisti tijekom samog odvijanja aktivnosti, uz dostavljanje primjedbi u pisanom obliku i to sukcesivno kako je dokumentacija dostavljana. Nakon završetka aktivnosti na postrojenju pregledali su i završne pakete atestno tehničke dokumentacije pojedinih sudionika u građenju i na taj način objedinili i pripremili za tehnički pregled kompletnu dokumentaciju o kvaliteti za sve faze projekta.

Na temelju obavljenih aktivnosti osiguranja i nadzora kvalitete te pregleda kompletne dokumentacije o kval-



Slika 4. Shema organizacije sveobuhvatnog sustava osiguranja kvalitete na projektu Pliva Savski Marof

iteti EKONERG HOLDING je pripremio Završni izvještaj o aktivnostima osiguranja i nadzora kvalitete. Taj je dokument, uz izvješća nadzornih inženjera, te dokumentaciju o kvaliteti izvođača, bio jedna od osnovnih podloga za tehnički pregled.

4. ZAKLJUČAK

Savjesno, pravodobno i koordinirano djelovanje stručnog nadzora EKONERG HOLDING-a pridonijelo je da se rekonstrukcija energane, odnosno izgradnja kogeneracijskog postrojenja i visokotlačnog plinovoda u Plivi - Savski Marof, dovrši u planiranom roku, propisanoj kvaliteti i uz utrošak previđenih sredstava. Uspostava sustava osiguranja kvalitete i njegova dosljedna primjena omogućila je vođenje projekta na organizirani i dokumentirani način. Djelovanje specijalista osiguranja kvalitete EH u fazi proizvodnje, montaže i ispitivanja, te njihova tijesna suradnja s nadzornim inženjerima, pridonijela je da se postigne zavidna kvaliteta ugrađenih materijala i opreme, obavljenih radova i ispitivanja, te da se postignuta kvaliteta adekvatno dokaže i dokumentira. Ostvarena je primjerena suradnja s Investitorom, a rješavanje manjih problema i odstupanja od projekta uspješno je i pravodobno obavljeno u suradnji s projektantom. Dokaz kvalitetno obavljenoj zadaći od strane nadzornih inženjera i specijalista osiguranja kvalitete je i tehnički pregled koji je protekao bez ikakvih problema i primjedbi, nakon čega je postrojenje pušteno u pogon. Daljnji dokaz o uspješno i kvalitetno obavljenoj izgradnji kogeneracijskog postrojenja i visokotlačnog plinovoda je i besprijekoran rad postrojenja u svih dosadašnjih sedam mjeseci pogona.

QUALITY ASSURANCE AND EXPERT SUPERVISION DURING CONSTRUCTION OF CO-GENERATION PLANT AND HIGH PRESSURE GAS PIPELINE WITH RMS IN PLIVA - SAVSKI MAROF

The paper describes the active role of the quality assurance (QA) service during project realisation from the idea to realisation. All activities beginning with contracting, design, equipment order, construction, functional testing to trial operation were under permanent control of QA experts. It is shown that the QA service together with authorised engineers did not allow any mistakes and by its good quality assurance organisation unexpected success in the job realisation was obtained without any time delay and within costs foreseen.

QUALITÄTSSICHERUNG UND FACHLICHE AUFSICHT BEI DER ERRICHTUNG DER MITERZEUGUNGSANLAGE UND DER DAZUGEHÖRIGEN HOCHDRUCKGASLEITUNG, SAMMT MESS- UND REGELSTELLE FÜR GAS,DES UNTERNEHMENS "PLIVA" IM ORT "SAVSKI MAROF"

Der Artikel umfasst die aktive Mitbeteiligung des Qualitätssicherungsdienstes beim projektmässigen Enststehen der Energieerzeugungsanlage von der Grundidee bis zur Fertigstellung. Alle Tätigkeiten angefangen mit den Vertragsverhandlungen, und danach mit Entwerfen, Ausrüstungsanschaffen, Errichtung, Wirksamkeitsprüfungen bis zu der Inbetriebnahme, waren ständig unter Aufsicht der QA Spezialisten. Es ist aus dem Artikel ersichtlich daß das Qualitätssicherheitsdienst sammt der Grupe der befugten Ingenieure nichts dem Zufall überlassen hat und durch gute Organisation die Ergebnisse der Besorgnis um die Qualität einen überraschenden Erfolg in der Erfüllung der Leistung hoher Qualität erreicht hat, ohne Überschreitungen des geplanten Fertigungstermines und des Projektpreises.

Naslov pisaca:

Hrvoje Štingl, dipl. ing.
Ante Barbić, dipl. ing.
Miroslav Blažičko, dipl. ing.
Mladen Žuri, dipl. ing.
Stjepan Hršak, ing. gr.
EKONERG HOLDING d.o.o.
Ulica grada Vukovara 37
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2000-05-21.

PREGLED IEEE 802.3/Ethernet NORME
II dio: Fizički sloj

Mr. sc. Suzana Javornik Vončina, Zagreb

UDK 681.3
PREGLEDNI ČLANAK

Članak daje pregled strukture fizičkog sloja IEEE 802.-3 LAN-a. Opisane su fizičke izvedbe brzine prijenosa 10 Mb/s (Ethernet) na koaksijalnim kabelima, kabelima s upredenim paricama i optičkim kabelima, te izvedbe brzine prijenosa 100 Mb/s (Fast Ethernet) i izvedbe brzine prijenosa 1000 Mb/s (Gigabit Ethernet) na kabelima s upredenim paricama i optičkim kabelima.

Ključne riječi: normizacija, lokalna računalna mreža, LAN, Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, CSMA/CD, kodiranje, primopredajnik.

Uvod

U prvom dijelu serije Pregled IEEE 802.3/Ethernet norme [1] vidjeli smo na koji se način kontrolira pristup mediju kod IEEE 802.3/Ethernet lokalne računalne mreže, a u ovom dijelu obrađuju se dijelovi norme koji se odnose na fizički sloj.

U IEEE-ovoj lokalnoj računalnoj mreži [2], IEEE LAN-u, signali kojima se predstavljaju podaci putuju zajedničkim prijenosnim medijem do svih lokalno distribuiranih računalnih uređaja uključenih u mrežu. Pri tom se korisnikovi podaci rastavljaju na segmente definirane duljine kojima se dodaju adrese radi identificiranja njihovog izvora i odredišta u LAN-u, te potrebni kontrolni podaci, čime se formiraju okviri. Osnovne karakteristike IEEE LAN-a su paketna komunikacija, srednje do velike brzine prijenosa (od 1 Mb/s do 1 Gb/s) uz malen postotak pogrešaka, te prekrivanje geografskog područja umjerene veličine, kao što je poslovna zgrada ili kompleks poslovnih zgrada.

IEEE 802.3 LAN [3] je onaj kod kojeg kontrolu pristupa zajedničkom mediju, MAC, definira protokol *Višestruki pristup s osjetom nositelja i otkrivanjem sudara,* CSMA/CD. Centralna kontrola redoslijeda emitiranja ne postoji; računalni uređaji koji mogu biti izvor ili odredište podataka, MAC-stanice, koordiniraju pristup zajedničkom prijenosnom mediju temeljem osluškivanja stanja na mediju (*višestruki pristup*). Ukoliko MAC-stanica na temelju osluškivanja ustanovi da je medij slobodan (*osjet nositelja*) može započeti slanje podataka. U suprotnom, MAC-stanica odgađa slanje podataka kako bi se izbjegla interferencija dvaju ili više signala. Ovo odgađanje slanja podataka značajno optimizira uspješnost korištenja zajedničkog medija.

Prostirući se zajedničkim medijem poslani signal dospijeva do svih MAC-stanica IEEE 802.3 LAN-a (*broadcast*), sve ga MAC-stanice primaju, dekodiraju, te uspoređuju MAC-adresu u primljenom paketu s vlastitom kako bi odredile je li paket namijenjen dotičnoj MAC-stanici ili nije. Prema tome, komutiranje paketa do odredišne MAC-stanice distribuirano je na sve MAC-stanice IEEE 802.3 LAN-a, a temelji se na prepoznavanju MAC-adrese u paketu.

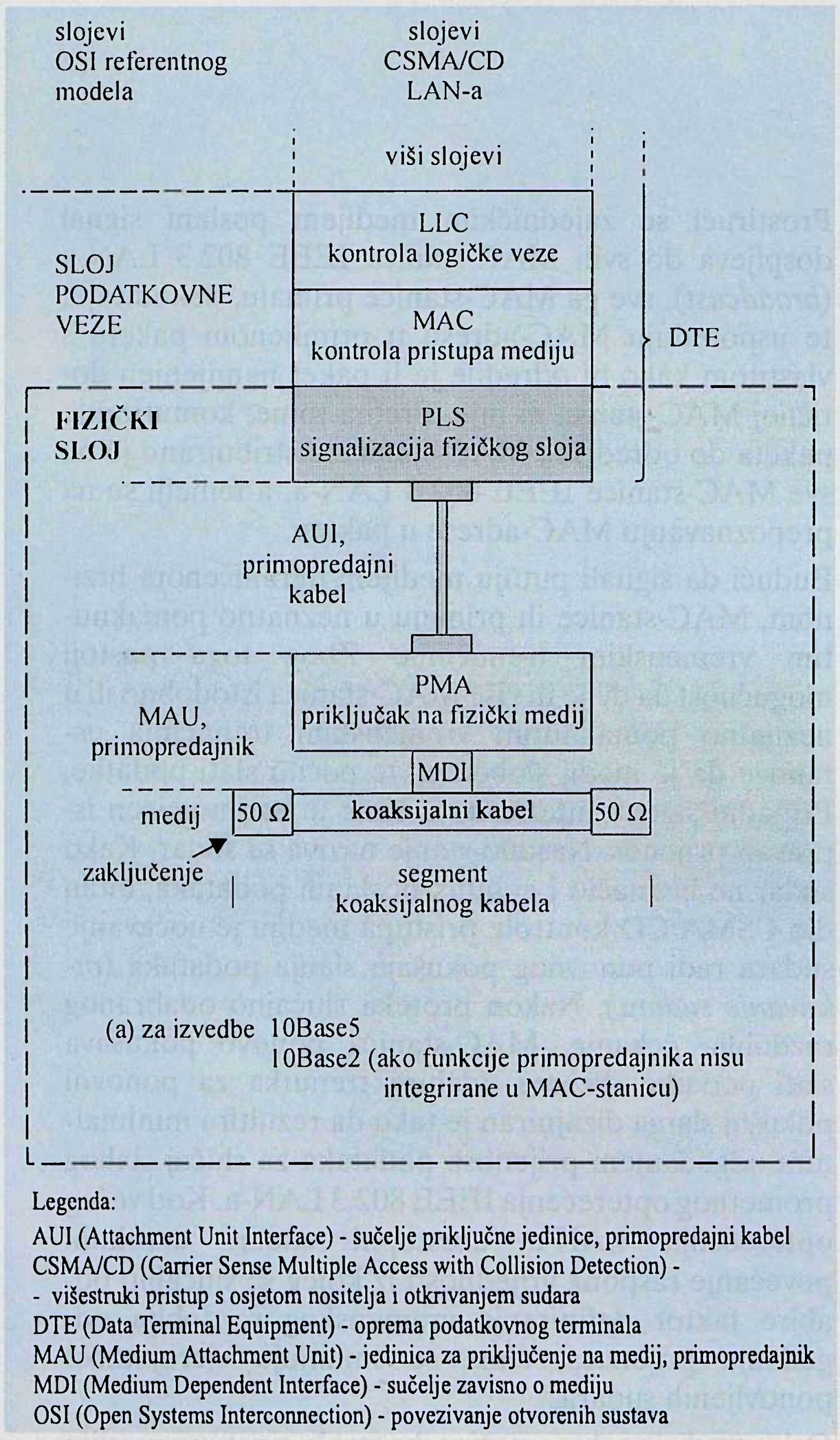
Budući da signali putuju medijem ograničenom brzinom, MAC-stanice ih primaju u neznatno pomaknutim vremenskim trenucima. Zbog toga postoji mogućnost da dvije ili više MAC-stanica istodobno ili u neznatno pomaknutim vremenskim trenucima ustanove da je medij slobodan, te počnu slati podatke. Pripadni signali interferiraju čime je onemogućen ispravan prijenos. Nastalo stanje naziva se sudar. Kako sudar ne bi značio i gubitak poslanih podataka, bitan dio CSMA/CD kontrole pristupa mediju je uočavanje sudara radi ponovnog pokušaja slanja podataka (*otkrivanje sudara*). Nakon proteka slučajno odabranog razdoblja čekanja, MAC-stanica ponovo pokušava slati podatke. Proces odabira trenutka za ponovni pokušaj slanja dizajniran je tako da rezultira minimalnim odgađanjem prijenosa podataka za slučaj slabog prometnog opterećenja IEEE 802.3 LAN-a. Kod većeg opterećenja LAN-a uzastopni sudari uzrokuju povećanje raspona vrijednosti iz kojeg se slučajno odabire faktor definiranja vremenskog razdoblja odgađanja prijenosa, čime se smanjuje vjerojatnost ponovljenih sudara.

Osim tradicionalnog načina kontrole pristupa mediju temeljenog na protokolu CSMA/CD, definiran je i puni dvosmjerni način rada za one izvedbe koje mogu

podržavati istodobno slanje i prijam bez interferencije, tj. za izvedbe s vezama od točke do točke (point-to-point link) koje povezuju točno dvije stanice.

Tijekom više od dvadeset godina, koliko traje aktivnost IEEE-ovog Odbora za normizaciju lokalnih računalnih mreža, definiran je čitav niz izvedbi IEEE 802.3 LAN-a, od kojih starije uobičajeno zvane "Ethernet" uglavnom podržavaju brzinu prijenosa podataka 10 Mb/s, dok novije, uobičajeno zvane "Fast Ethernet" i "Gigabit Ethernet", podržavaju brzine prijenosa 100 Mb/s, odnosno 1 Gb/s. Različite izvedbe IEEE 802.3 LAN-a objedinjuje zajednička metoda pristupa mediju temeljena na protokolu CSMA/CD.

Ovaj nastavak serije posvećen je opisu dosad definiranih fizičkih izvedbi IEEE 802.3 LAN-a. U točki 1 dana je struktura fizičkog sloja s opisom dijelova fizičkog sloja zajedničkih svim izvedbama brzine prijenosa 10 Mb/s, dok je u točki 2 dan pregled samih izvedbi brzine prijenosa 10 Mb/s. U točki 3 dan je pregled izvedbi brzine prijenosa 100 Mb/s, a u točki 4 pregled izvedbi brzine prijenosa 1000 Mb/s. U točci 5 navedene su sve kratice korištene u članku. Slijede zaključak i literatura navedena redoslijedom spominjanja u članku.



Legenda:
AUI (Attachment Unit Interface) - sučelje priključne jedinice, primopredajni kabel
CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) -
- višestruki pristup s osjetom nositelja i otkrivanjem sudara
DTE (Data Terminal Equipment) - oprema podatkovnog terminala
MAU (Medium Attachment Unit) - jedinica za priključenje na medij, primopredajnik
MDI (Medium Dependent Interface) - sučelje zavisno o mediju
OSI (Open Systems Interconnection) - povezivanje otvorenih sustava

Slika 1a. Struktura fizičkog sloja za IEEE 802.3 10Base5 i 10Base2

1. FIZIČKI SLOJ IEEE 802.3 LAN-a BRZINE 10 Mb/s

Fizički sloj IEEE 802.3 LAN-a uključuje podsloj za fizičko signaliziranje, podsloj za priključenje na fizički medij i sam medij (slika 1). Između ta tri elementa fizičkog sloja definirana su dva kompatibilna sučelja.

Sučelje zavisno o mediju, MDI, realizira se sklopom koji omogućuje direktno fizičko i električno spajanje na medij (npr. BNC T-konektor). Podsloj za priključak na fizički medij i pripadno sučelje zavisno o mediju tvore jedinicu za priključenje na medij, MAU, uobičajeno zvanu primopredajnik, jer joj je zadatak PRIManje signala s fizičkog medija i PREDaja signala na fizički medij.

Koaksijalni kabel je prijenosna linija s dva koncentrična vodiča (središnji vodič i vanjski vodič) stalne impedancije. Vanjski vodič je u obliku cijevi (uobičajeno rešetka, folija ili oboje), zaštićen je vanjskim zaštitnim izolacijskim slojem, a između njega i središnjeg vodiča je dielektrik.

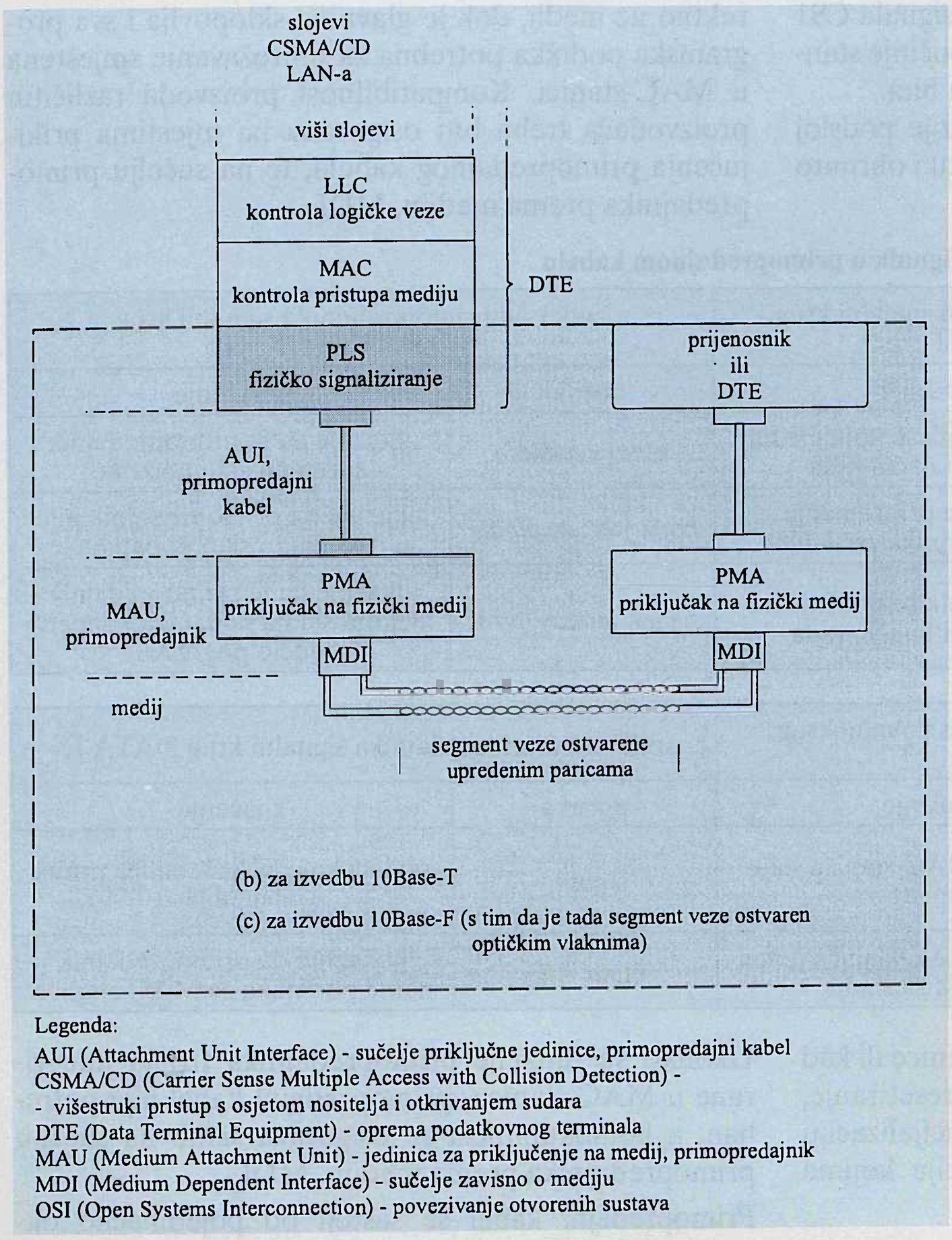
Kabel s upredenim paricama sadrži dvije ili više parica. Paricu tvore dvije izolirane bakrene žice međusobno isprepletene radi smanjivanja preslušavanja i osjetljivosti na smetnje. Zavisno o oklopljenosti parica, odnosno cijelog kabela, razlikujemo UTP, ScTP i STP kabele.

UTP kabel je neoklopljeni kabel s upredenim paricama.

ScTP kabel je kabel s upredenim paricama s folijom ili metalnim opletom oko svih parica kabela zajedno radi smanjenja elektromagnetskog zračenja, kao i smanjenja osjetljivosti na vanjske smetnje. Koriste se i nazivi *upredena parica s folijom (FTP)* te *oklopljeni UTP (sUTP)*.

STP kabel je 150 Ù kabel s upredenim paricama kod kojeg je oklopljena svaka pojedina parica kao i sve parice kabela zajedno. STP kabele definirala je tvrtka IBM za koristenje u Token Ring mrežama. Definiran je način prilagodbe STP-a za korištenje u IEEE 802.3 i Ethernet mrežama instalacijom posebnog pretvarača impedancije (balun).

Optički kabel je kabel s optičkim vlaknima. Optičko vlakno je dielektrični valovod elektromagnetske energije valnih duljina od vidljivog spektra do bliskog infracrvenog spektra. U odnosu na bakrene kabele, prednost optičkih je veća pojasna širina, manje prigušenje signala, imunost na elektromagnetske smetnje, manje dimenzije, nemogućnost preslušavanja, te sigurnost budući da ne prenose električnu struju.



Slika 1b. Struktura fizičkog sloja za IEEE 802.3 10Base-T i 10BaseF

Sučelje priključne jedinice, AUI, omogućuje prijenos signala između podsloja za fizičko signaliziranje i primopredajnika, kao i električno napajanje primopredajnika, te se uobičajeno naziva primopredajni kabel.

Podsloj za fizičko signaliziranje, PLS, i primopredajni kabel, AUI, definirani su jedinstveno za sve izvedbe IEEE 802.3 LAN-a brzine 10 Mb/s. Osiguravaju nezavisnost o mediju, te se identični podslojevi PLS, MAC i LLC mogu koristiti bilo sa širokopojasnim koaksijalnim kabelom, koaksijalnim kabelom koji radi u osnovnom pojasu, kabelom s upredenim paricama ili optičkim kabelom.

S druge strane, primopredajnik i medij definirani su različito za različite fizičke izvedbe IEEE 802.3 LAN-a. U nastavku ove točke ukratko su opisani podsloj PLS i primopredajni kabel, dok je opisu različitih fizičkih izvedbi posvećena sljedeća točka.

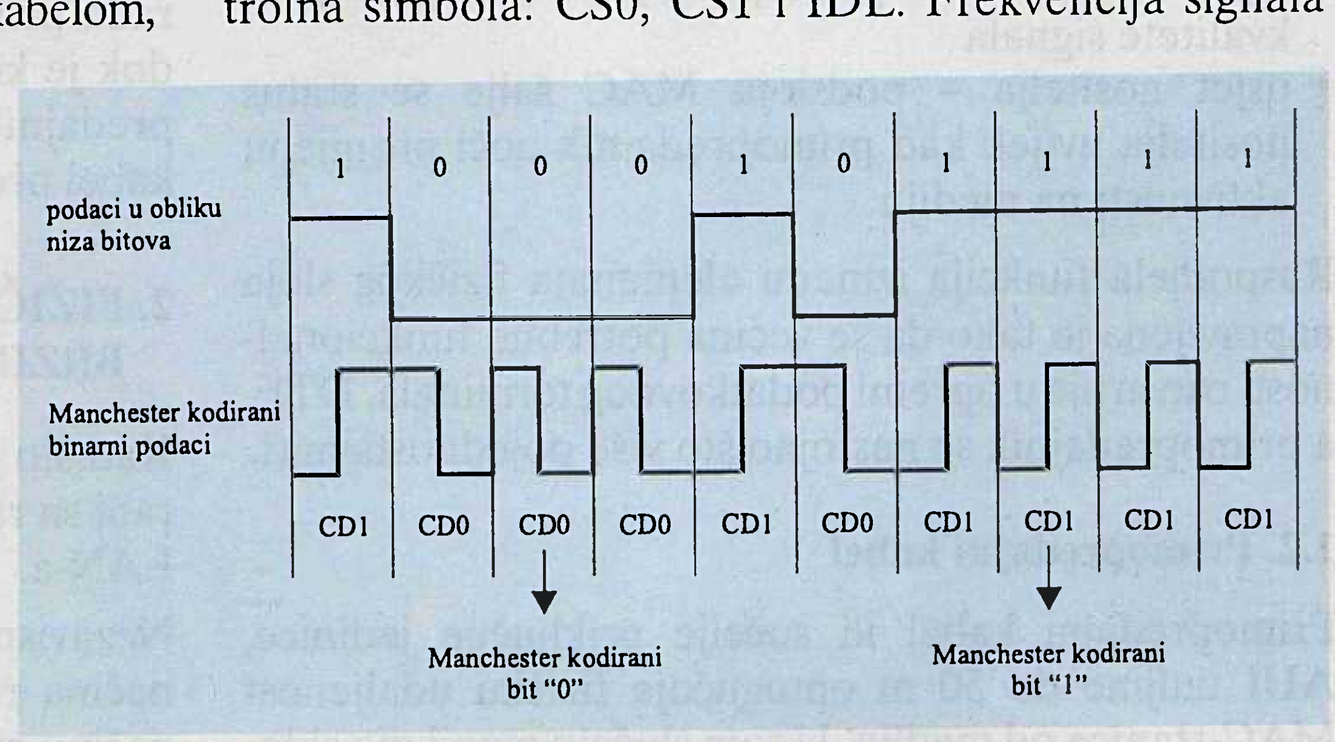
1.1. Podsloj za fizičko signaliziranje

Podsloj za fizičko signaliziranje pruža entitetima podsloja MAC uslugu slanja jednog po jednog bita MAC-okvira fizičkim medijem ili prijama jednog po jednog bita MAC-okvira s fizičkog medija.

Osim slanja i prijama bitova MAC-okvira između entiteta MAC-sloja različitih MAC-stanica, podsloj za fizičko signaliziranje osigurava podsloju MAC usluge lokalnog značenja kojima se usklađuje djelovanje podslojeva MAC-stanice. Tako podsloj za fizičko signaliziranje šalje podsloju MAC podatke o uočenoj aktivnosti na mediju i uočenom sudaru, nužne za funkcije kontrole pristupa zajedničkom mediju.

Radi prijenosa binarnih podataka električnim kabelom, potrebna je pretvorba binarnih podataka u električne signale - kodiranje. Za slanje binarnih podataka na primopredajni kabel podsloj za fizičko signaliziranje koristi Manchester kodiranje, kod kojeg se binarni podatak i takt kombiniraju u bit-simbol. Razlikujemo dva bit-simbola: CD0 (Manchester kodirani bit "0") i CD1 (Manchester kodirani bit "1"). Tijekom prve polovice bit-simbola CD0 kodirani signal ima višu vrijednost napona (HI), dok tijekom druge polovice kodirani signal ima nižu vrijednost napona (LO). Za signal CD1 vrijedi obrnuto. Prijelaz se uvijek događa u sredini svakog bit-simbola (slika 2), čime je olakšana sinkronizacija prijamnika. Uz ova dva, definiran je i simbol IDL. IDL je stanje signala bez prijelaza koje se pojavljuje na fizičkom mediju radi označavanja kraja okvira, a prestaje prvim pojavljivanjem prijelaza LO-HI. IDL uvijek počinje sa stanjem HI, a traje 2 vremena bita.

Radi prijenosa statusa aktivnosti na fizičkom mediju i prijenosa statusa kvalitete signala podsloju MAC, podsloj za fizičko signaliziranje šalje podsloju MAC kontrolne podatke, a s primopredajnikom razmjenjuje kontrolne signale. Definirana su tri kodirana kontrolna simbola: CS0, CS1 i IDL. Frekvencija signala



Slika 2. Primjer Manchester kodiranja podataka

CS0 odgovara brzini bita, dok frekvencija signala CS1 odgovara polovini brzine bita. Signal IDL počinje stanjem HI, nema prijelaza i traje dva vremena bita.
Uloga podatkovnih i kontrolnih signala koje podsloj fizičkog signaliziranja šalje primopredajniku i obrnuto prikazana je u tablici 1.

Tablica 1. Značenje kontrolnih i podatkovnih signala u primopredajnom kabelu

kontrolni signal	smjer prema primopredajniku signalni krug CONTROL OUT		smjer od primopredajnika signalni krug CONTROL IN	
	poruka	značenje	poruka	značenje
IDL	*normal*	primopredajnik se upućuje na normalni način rada	*mau_available*	ukazuje da je primopredajnik spreman slati podatke
CS1	*mau_request*	zahtijeva se pripremanje primopredajnika za slanje	*mau_not_available*	ukazuje da primopredajnik nije spreman slati podatke
CS0	*isolate*	primopredajnik se upućuje na promatrački način rada	*signal_quality_error*	ukazuje da je primopredajnik tijekom slanja podataka na medij uočio pogrešku

podatkovni signal	smjer prema primopredajniku signalni krug DATA OUT		smjer od primopredajnika signalni krug DATA IN	
	poruka	značenje	poruka	značenje
CD0 ili CD1	*output*	podaci koje MAC-stanica šalje na medij	*input*	podaci koje MAC-stanica prima s medija
IDL	*output_idle*	pokazuje da MAC-stanica nema podataka za slanje	*input_idle*	pokazuje da primopredajnik nema podataka za MAC-stanicu

Svaki put kad se uključi napajanje MAC-stanice ili kad se od upravljačkog sloja primi zahtjev za resetiranje, podsloj fizičkog signaliziranja vrši inicijalizaciju sljedećih pet simultanih asinkronih funkcija kojima obavlja sve svoje zadatke:

- mijenjanje načina rada primopredajnika – ovom se funkcijom omogućava ili onemogućava slanje podatkovnih signala na medij
- izlaz – ovom se funkcijom pokreće priprema primopredajnika za slanje podataka na medij, a zatim i sam prijenos podataka podsloja MAC primopredajniku
- ulaz – podsloju MAC prenose se podaci koje je primopredajnik primio s fizičkog medija
- otkrivanje pogrešaka – podsloju MAC šalje se status signala uvijek kad primopredajnik uoči promjenu kvalitete signala
- osjet nositelja – podsloju MAC šalje se status nositelja uvijek kad primopredajnik uoči promjenu aktivnosti na mediju.

Raspodjela funkcija između elemenata fizičkog sloja napravljena je tako da se većina potrebne funkcionalnosti ostvaruje u opremi podatkovnog terminala, DTE, a primopredajnik se nastojao što više pojednostavniti.

1.2. Primopredajni kabel

Primopredajni kabel ili sučelje priključne jedinice, AUI duljine do 50 m omogućuje fizičku udaljenost MAC-stanice od medija. U tom slučaju manji dio sklopovlja sadržan je u primopredajniku smještenom direktno uz medij, dok je glavnina sklopovlja i sva programska podrška potrebna za umrežavanje smještena u MAC-stanici. Kompatibilnost proizvoda različitih proizvođača treba biti osigurana na mjestima priključenja primopredajnog kabela, te na sučelju primopredajnika prema mediju, MDI.

Ukoliko su funkcije primopredajnika fizički integrirane u MAC-stanicu, primopredajni kabel nije potreban, a kompatibilnost se osigurava samo na sučelju primopredajnika prema mediju, MDI.

Primopredajni kabel se sastoji od pojedinačno oklopljenih upredenih parica koje su još i sve zajedno oklopljene. Za oba smjera prijenosa podataka primopredajni kabel AUI osigurava poseban fizički put za podatkovne signale (DATA IN i DATA OUT), a poseban put za kontrolne signale (CONTROL IN i izborno CONTROL OUT). Osim parica za prijenos podatkovnih i kontrolnih signala, primopredajni kabel sadrži i paricu za električno napajanje primopredajnika.

Može raditi na dva različita načina: normalni način i izborni promatrački način. Kod normalnog načina rada primopredajni kabel je logički spojen na medij, dok je kod promatračkog načina predajni dio primopredajnika logički izoliran od medija, te primopredajni kabel prenosi signale samo prema MAC-stanici.

2. FIZIČKE IZVEDBE IEEE 802.3 LAN-a BRZINE 10 Mb/s

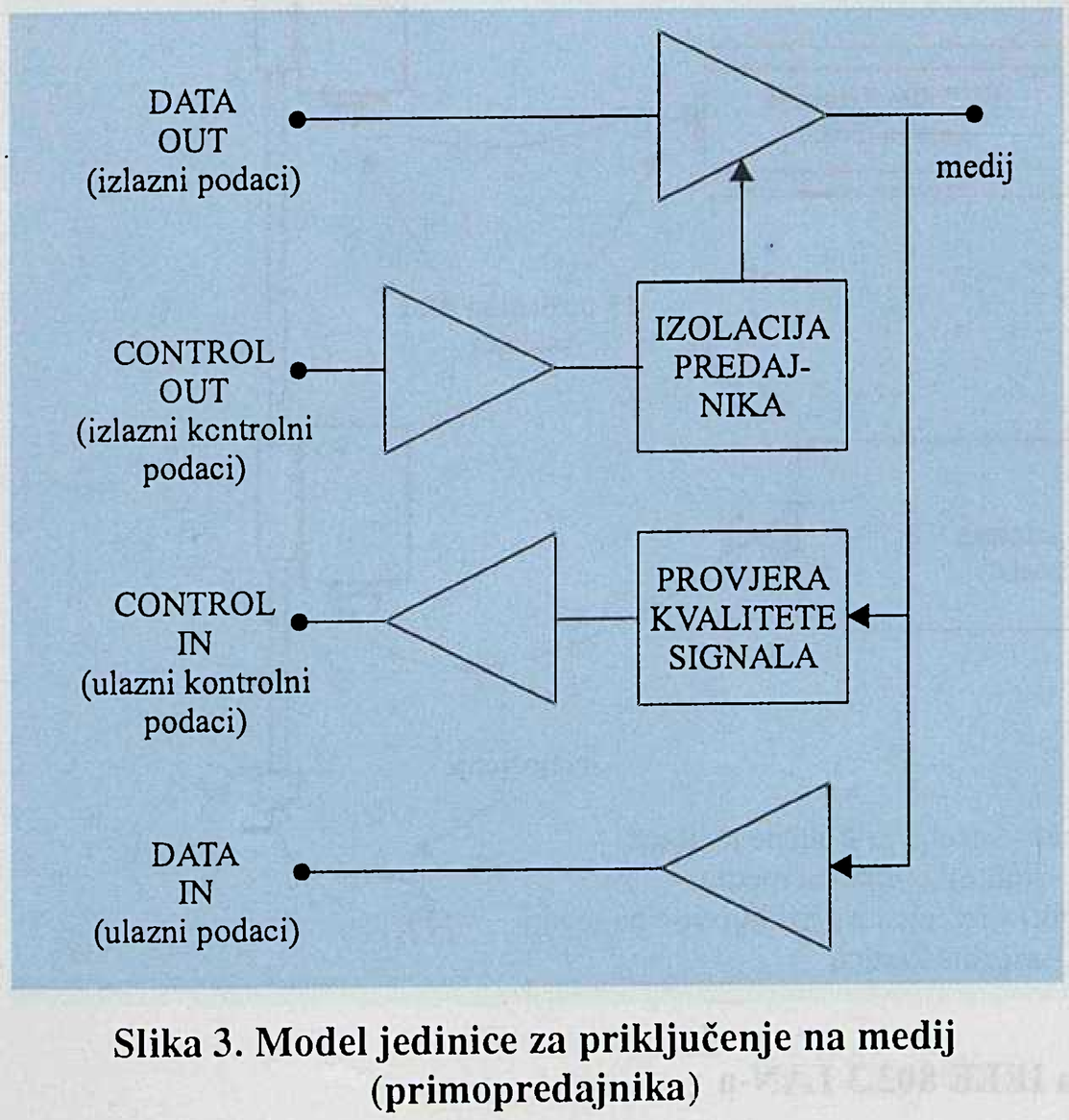
Kao što je već rečeno, primopredajnik i medij definirani su različito za različite fizičke izvedbe IEEE 802.3 LAN-a.

Nezavisno o izvedbi, primopredajnik podržava dva načina rada: normalni i promatrački. U normalnom načinu rada primopredajnik predstavlja direktnu vezu MAC-stanice i medija, te prosljeđuje podatke MAC-

stanice na medij i obrnuto. U promatračkom načinu rada, primopredajnik prosljeđuje podatke s medija MAC-stanici, ali ne i obrnuto. Funkcije prijama signala s medija i praćenja kvalitete signala ostaju aktivne poradi praćenja prometa na mediju. Izolacijom predajnika onemogućava se interferencija s fizičkim medijem, čime se izbjegava ometanje prijenosa drugih stanica.

Bez obzira na način rada primopredajnik uvijek šalje MAC-stanici sve što primi s medija.

Na slici 3 prikazan je u najgrubljim crtama model primopredajnika kako ga vidi podsloj PLS preko primopredajnog kabela.



Slika 3. Model jedinice za priključenje na medij (primopredajnika)

Kako se tehnike signaliziranja i izoliranja razlikuju od medija do medija, specifikacija izolacije predajnika sadržana je u definiciji pojedine izvedbe IEEE 802.3 CSMA/CD sustava. Također, stvarno preslikavanje signala s medija u *input* poruku sadržano je u specifikaciji za svaku pojedinu izvedbu primopredajnika. Podrazumijeva se i da su ograničenja na korišteni fizički medij diktirana definicijom signala na sučelju zavisnom o mediju različita za svaku pojedinu izvedbu CSMA/CD sustava.

U nastavku je dan detaljniji opis sa stanovišta korisnika najzanimljivijih vidova svake pojedine izvedbe IEEE 802.3 LAN, što uključuje ograničenja na fizički medij, uključivo vrstu medija, dopuštene udaljenosti, dopušten broj MAC-stanica u LAN-u i slično

Kako su ograničenja na fizički medij, uključivo vrstu medija, postizive udaljenosti, moguć broj MAC-stanica i slično najinteresantnije sa stanovišta korisnika LAN-a,.

2.1. 10Base5

10Base5 izvedba IEEE 802.3 LAN-a odgovara Ethernet-sustavu definiranom normom DIX [4]. Ova izvedba podržava brzinu 10 Mb/s, a kao medij koristi 50 Ù "debeli" (promjer 10 mm) koaksijalni kabel, zbog čega je uobičajeno zvana "debeli Ethernet".

Za 10Base5 izvedbu (slika 4) ograničenje duljine segmenta je 500 m, gdje segment predstavlja koaksijalni kabel sa svake strane zaključen N-konektorom s N-zaključenjem impedancije 50 Ù. Segment se moze sastojati od kontinuirane kabelske dionice ili se dobiva spajanjem više kabelskih odsječaka; N-tip konektori na krajevima kabelskih odsječaka spajaju se N-spojnicom (barrel). Preporučljivo je koristiti kontinuiranu dionicu ili kabel istog proizvođača za kabelske odsječke istog segmenta; ukoliko to nije moguće potrebno je koristiti kabelske odsječke standardne duljine 23,4 m, 70,2 m ili 117 m (cjelobrojni neparni višekratnici pola valne duljine u kabelu uz frekvenciju 5 MHz). Koaksijalni kabel je uobičajeno jarke boje, najčešće žute, s crnim prstenovima svakih 2,5 m koji ukazuju na prikladna mjesta za postavljanje 10Base5 primopredajnika. Takav razmak definiran je radi smanjenja refleksija signala koje mogu degradirati kvalitetu prijenosa kabelskog segmenta. Primopredajnici, zvani još i jedinice za priključenje na medij, MAU, namijenjeni su spajanju računalnih uređaja na medij. 10Base5 primopredajnici priključuju se na koaksijalni kabel pomoću štipaljke (clamp), zvane i primopredajno svrdlo (tap), koja ostvaruje fizički i električni kontakt s kabelom. Spajanje primopredajnika na aktivnu mrežu moguće je bez ometanja toka podataka u mreži. Osim primopredajnika, za spajanje je potreban i primopredajni kabel, zvan i sučelje priključne jedinice, AUI.

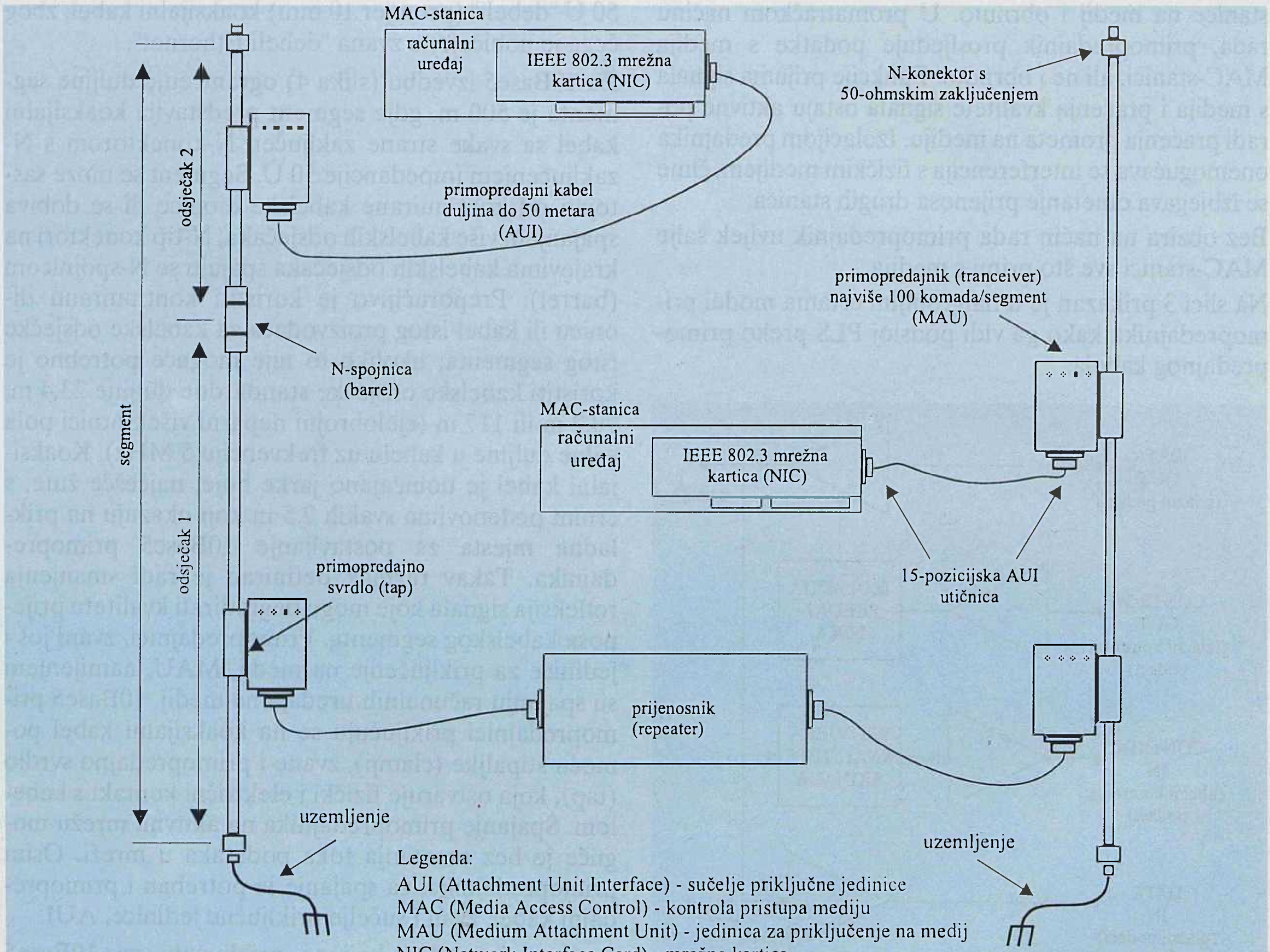
Računalni uređaji koji se priključuju na 10Base5 mrežu sadrže mrežnu karticu s 15-pozicijskom AUI utičnicom (slika 5). Jedan kraj primopredajnog kabela priključuje se na 15-pozicijsku AUI utičnicu na mrežnoj kartici, a na 15-pozicijsku AUI utičnicu drugog kraja AUI kabela priključuje se primopredajnik. Dozvoljena duljina primopredajnog kabela je do 50 m.

Iz sigurnosnih razloga segment koaksijalnog kabela treba uzemljiti u jednoj točci (uobičajeno na zaključenju ili spojnici).

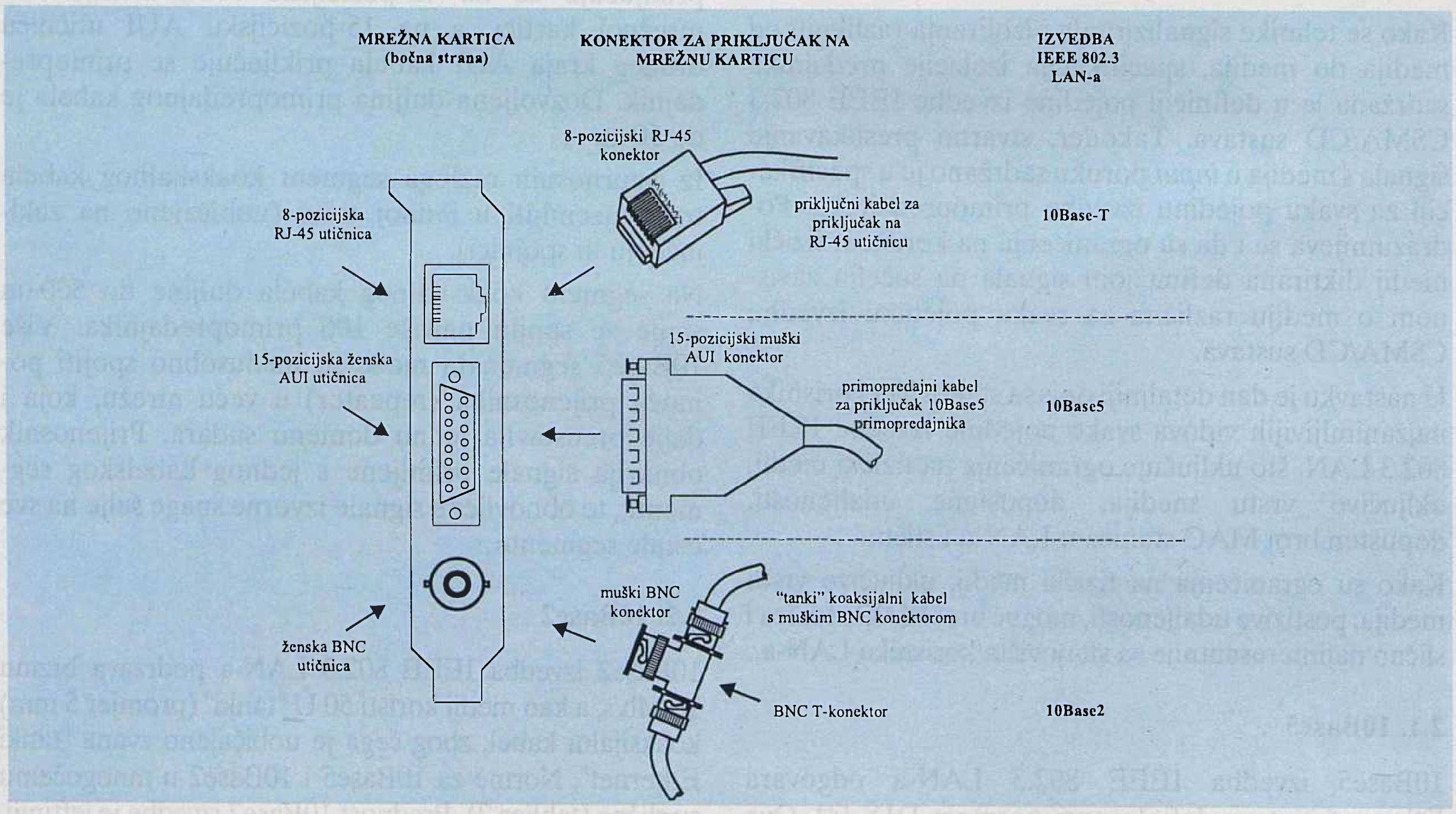
Na segment koaksijalnog kabela duljine do 500 m smije se spojiti najviše 100 primopredajnika. Više 10Base5 segmenata može se međusobno spojiti pomoću prijenosnika (repeater) u veću mrežu, koja i dalje predstavlja jednu domenu sudara. Prijenosnik obnavlja signale primljene s jednog kabelskog segmenta, te obnovljene signale izvorne snage šalje na sve ostale segmente.

2.2. 10Base2

10Base2 izvedba IEEE 802.3 LAN-a podržava brzinu 10 Mb/s, a kao medij koristi 50 Ù "tanki" (promjer 5 mm) koaksijalni kabel, zbog čega je uobičajeno zvana "tanki Ethernet". Norme za 10Base5 i 10Base2 u mnogočemu su slične (tablica 2). Prednost 10Base2 izvedbe je jeftiniji, lakši i prilagodljiviji kabel koji pojednostavljuje instala-



Slika 4. 10Base5 izvedba IEEE 802.3 LAN-a



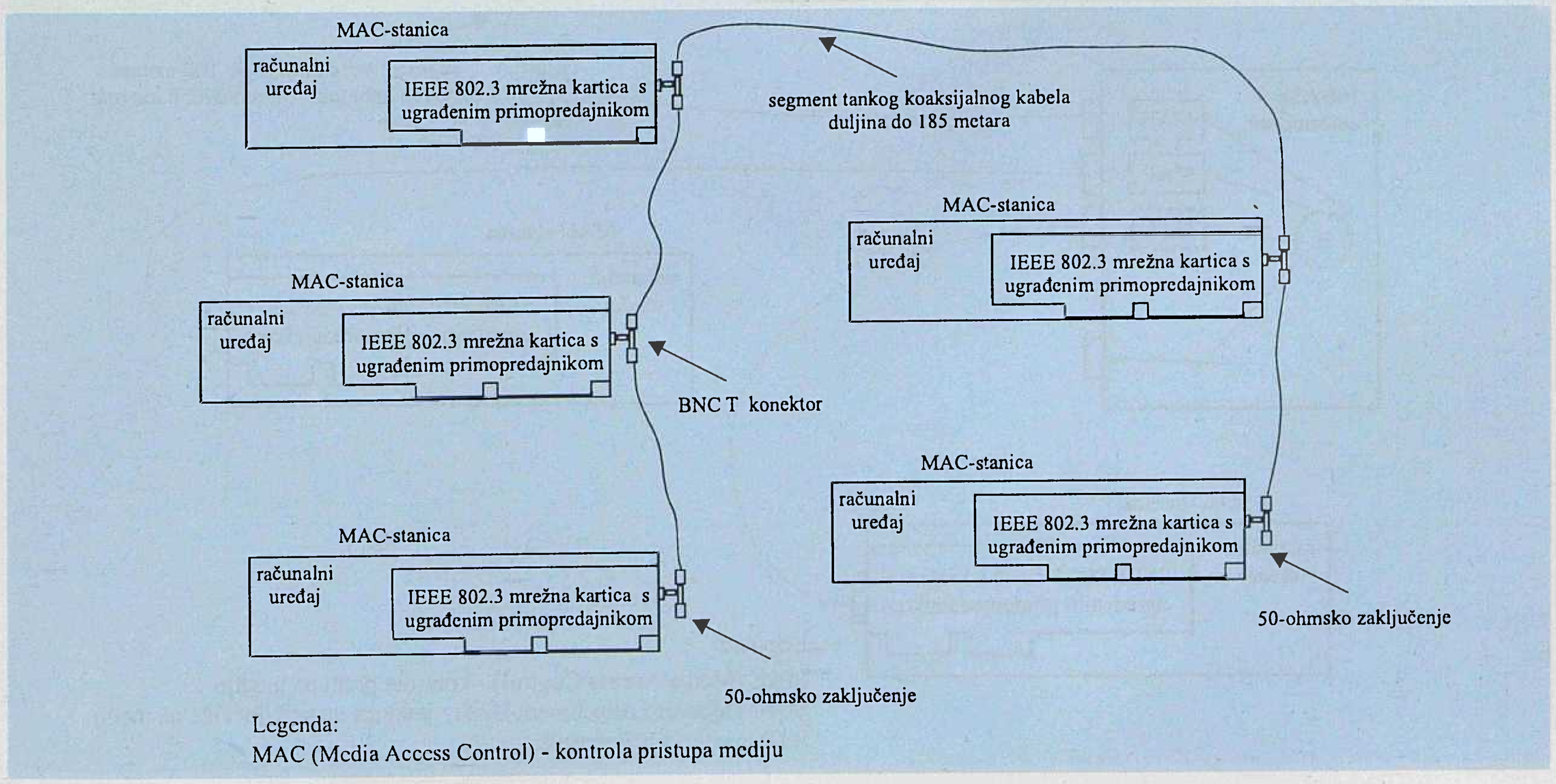
Slika 5. Priključak na mrežnu karticu za tri najčešće izvedbe IEEE 802.3 LAN-a brzine 10 Mb/s

Tablica 2. Karakteristike načješćih izvedbi IEEE 802.3 LAN-a brzine 10 Mb/s

	10Base5	10Base2	10Base-T
prijenosna brzina	10 Mb/s (ne podržava puni dvosmjerni način rada)	10 Mb/s (ne podržava puni dvosmjerni način rada)	10 Mb/s (20 Mb/s uz puni dvosmjerni način rada)
vrsta kabela	koaksijalni kabel promjer 10 mm karakt. impedancija 50±2 Ω polumjer savijanja do 25,4 cm	koaksijalni kabel promjer 5 mm karakt. impedancija 50±2 Ω polumjer savijanja do 5 cm	dvije parice UTP-a impedancije 100 Ω kategorije 3 ili bolje
topologija	sabirnica	sabirnica	fizička zvijezda, logička sabirnica (interno se koristi sabirnički signalizacijski sustav)
najveća duljina segmenta	500 m	185 m	100 m
maksimalni broj primopredajnika po segmentu	100	30	2
mogući broj segmenata u istoj domeni sudara	5	5	1024
najveći raspon domene sudara i pripadni broj primopredajnika	2500 metara (5*500), 300 primopredajnika (3*100, ostala dva segmenta moraju biti točka-točka segment)	925 metara (5*185), 90 primopredajnika (3*30, ostala dva segmenta moraju biti točka-točka segment)	1024 primopredajnika
maksimalna duljina primopredajnog kabela	50 m	50 m	50 m
minimalni razmak MAC-stanica	2,5 m	0,5 m	-
konektori	N-konektor (IEC 60169-16), spojnica (barrel) i zaključenje	BNC T-konektor (IEC 60169-8), spojnica (barrel) i zaključenje	8-pozicijski RJ-45 (ISO 8877)
kodiranje signala	Manchester	Manchester	Manchester

ciju u odnosu na 10Base5. Nedostatak tankog kabela u odnosu na debeli je lošija prijenosna karakteristika zbog čega je najveća dozvoljena duljina segmenta 185 m, a dozvoljen broj stanica na segmentu 30. Razmak između stanica nije toliko kritičan kao kod 10Base5 izvedbe, s tim da mora biti veći od 0,5 m.

Kod 10Base2 izvedbe moguća je ugradnja primopredajnih funkcija u mrežnu karticu računalnog uređaja. Time se smanjuje cijena izvedbe (nije potreban vanjski primopredajnik niti primopredajni kabel), ali se zahtijeva vođenje kabelskog segmenta neposredno do računalnih uređaja (slika 6).



Slika 6. 10Base2 izvedba IEEE 802.3 LAN-a

Primopredajnici se spajaju na koaksijalni kabel pomoću BNC T konektora, čiji fizički izgled odgovara slovu "T". Horizontalni dio T-konektora uključuje ženske utičnice za priključak kabelskih odsječaka na čijim su krajevima muški BNC konektori. Vertikalni dio T-konektora sadrži muški BNC konektor za priključak direktno u mrežnu karticu računalnog uređaja (slika 5) ili na vanjski primopredajnik koji se zatim priključuje na mrežnu karticu pomoću primopredajnog kabela. Ukoliko više nije potreban priključak računalnog uređaja na mrežu, BNC T konektor zamjenjuje se BNC spojnicom (barrel) koja omogućuje direktnu vezu dva kabelska odsječka. Svaki kraj 10Base2 koaksijalnog segmenta treba završiti BNC 50 m završetkom. Iz sigurnosnih razloga segment je potrebno uzemljiti u jednoj točci, uobičajeno na jednom od završetaka segmenta.

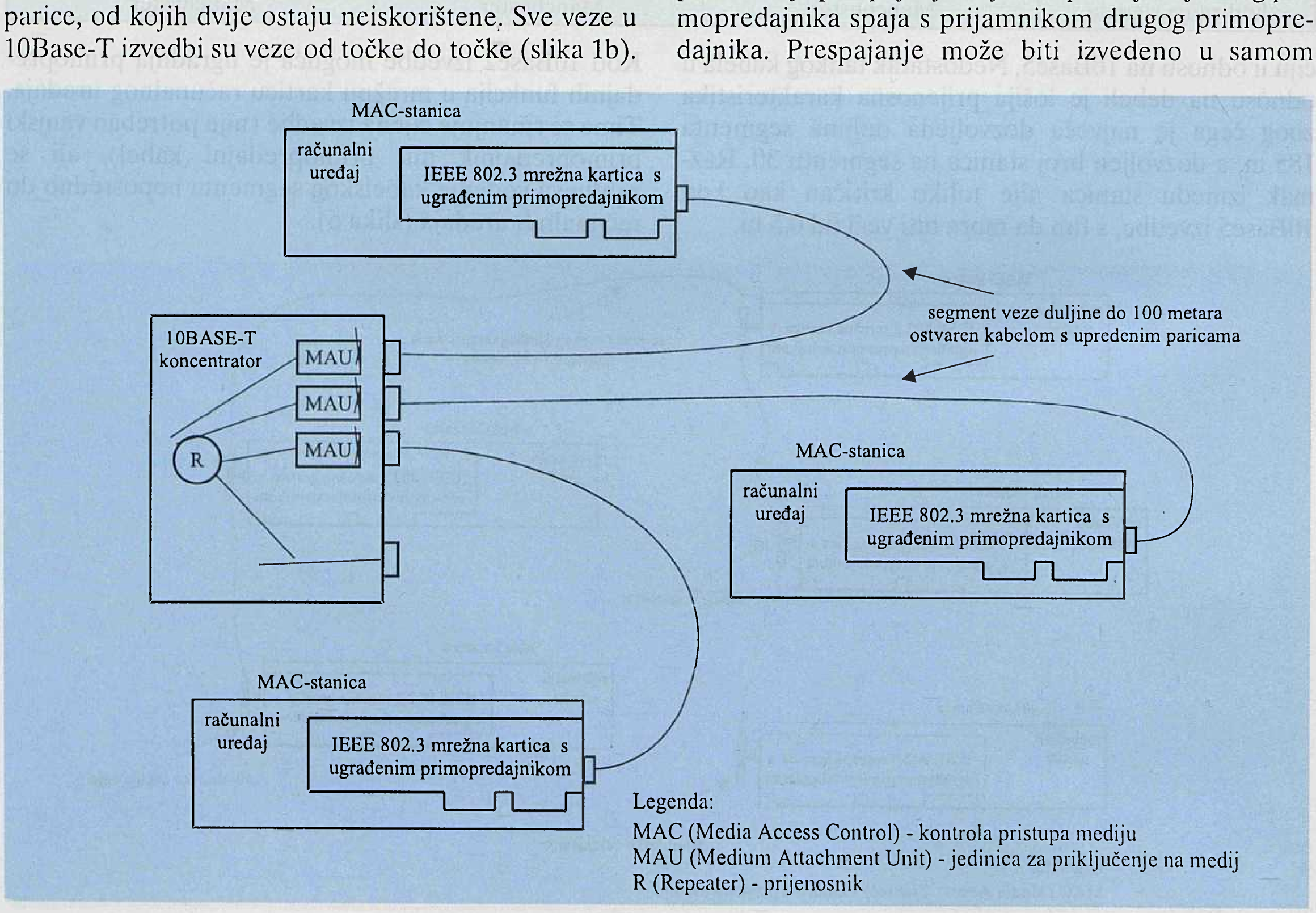
2.3. 10Base-T

10Base-T izvedba IEEE 802.3 LAN-a podržava prijenosnu brzinu 10 Mb/s na kabliranju upredenim paricama kategorije 3 (deklarirane za prijenos frekvencija do 16 MHz) ili bolje [5]. Duljina segmenta za 10Base-T s kabelima kategorije 3 je 100 m. Zahvaljujući širokoj uporabi kabliranja upredenim paricama, ova izvedba IEEE 802.3 LAN-a brzine 10 Mb/s je najpopularnija. 10Base-T izvedba koristi jednu paricu za slanje podataka, a drugu za prijam. Kabel obično sadrži četiri parice, od kojih dvije ostaju neiskorištene. Sve veze u 10Base-T izvedbi su veze od točke do točke (slika 1b). Kabelske veze točke do točke rezultiraju zvjezdastom topologijom mreže, što pojednostavljuje održavanje, omogućuje brže rješavanje problema, te probleme u svezi s kabelom izolira na samo jednu vezu.

Direktnim spajanjem dvije MAC-stanice opremljene 10Base-T mrežnim karticama ostvaruje se jedan segment veze. Za međusobno spajanje dva ili više segmenata veze ostvarenih upredenim paricama koriste se prijenosnici. Prema tome, prijenosnik je sastavni dio 10Base-T mreže s više od dva računalna uređaja (slika 7). Uz to što predstavlja središnju jedinicu za međusobno spajanje 10Base-T veza u mrežu s više od dva čvora, prijenosnik uobičajeno omogućava spajanje 10Base-T veza sa segmentima drugih izvedbi. Uobičajeni naziv za višeulazni prijenosnik koji se koristi kod fizički zvjezdastih konfiguracija je koncentrator (hub). Jedan kraj kabela s upredenim paricama spaja se na 10Base-T prijenosnik, a drugi kraj na mrežnu karticu MAC-stanice ili na vanjski 10Base-T primopredajnik. Funkcije primopredajnika najčešće su ugrađene u mrežnu karticu. U takvom slučaju veze ostvarene upredenim paricama trebaju biti kompatibilne na sučelju zavisnom o mediju, MDI.

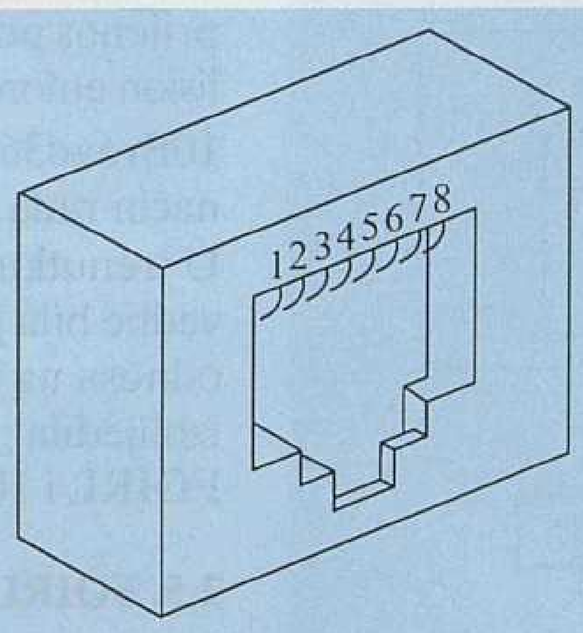
Mehaničko sučelje segmenta veze ostvarene upredenim paricama je 8-pozicijski konektor definiran normom ISO 8877 (slika 8), uobičajeno zvan RJ-45.

Za svaku vezu ostvarenu upredenim paricama potrebno je prespajanje kojim se predajnik jednog primopredajnika spaja s prijamnikom drugog primopredajnika. Prespajanje može biti izvedeno u samom

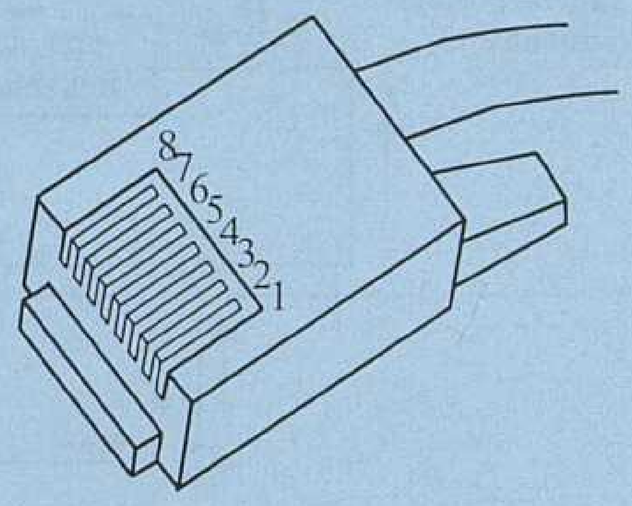


Slika 7. 10Base-T izvedba IEEE 802.3 LAN-a

kontakt	MDI signal
1	TD +
2	TD -
3	RD +
4	ne koristi se za 10Base-T
5	ne koristi se za 10Base-T
6	RD -
7	ne koristi se za 10Base-T
8	ne koristi se za 10Base-T



MAU MDI utičnica



konektor za segment veze ostvarene upredenim paricama

Legenda:
MAU (Medium Attachment Unit) - jedinica za priključenje na medij
MDI (Media Dependant Interface) - sučelje zavisno o mediju
RD (Receive Data) - signalni krug za prijam podataka
TD (Transmit Data) - signalni krug za slanje podataka

Slika 8. Konektor za 10Base-T izvedbu IEEE 802.3 CSMA/CD LAN-a

primopredajniku ili u kabelu. MDI utičnica primopredajnika s ugrađenom funkcijom prespajanja treba biti označena "x". Kad se direktno spajaju dvije MAC-stanice koristi se kabel s prespajanjem koji spaja signalni krug za slanje jedne stanice sa signalnim krugom za prijam druge stanice. Kad se MAC-stanice spajaju na prijenosnik uobičajeno se koristi kabel bez prespajanja, a funkciju prespajanja obavlja primopredajnik na strani prijenosnika.

Za svaki segment veze ostvarene upredenim paricama uz propisane vrijednosti prijenosnih parametara propisane su i dozvoljene vrijednosti parametara združivanja (radi izbjegavanja preslušavanja signala između parica kabela), te dozvoljene smetnje okruženja (preslušavanje drugih 10Base-T krugova i izvana inducirane impulsne smetnje).

10Base-T primopredajnik podržava samo normalni način rada (ne podržava promatrački), ne podržava izbornu *isolate* funkciju, izborni signalni krug CO (CONTROL OUT) niti signal CS1 na signalnom krugu CI (CONTROL IN).

U odnosu na primopredajnike drugih izvedbi, 10Base-T primopredajnik dodatno podržava funkciju ispitivanja integriteta veze kako bi se mrežu zaštitilo od posljedica pogreške na vezi.

10Base-T izvedba veoma je prikladna za korištenje u generičkim (strukturnim) kabelskim sustavima [6]. MAC-stanica se priključnim kabelom s upredenim paricama spaja na zidnu RJ-45 utičnicu. Zidne utičnice se pomoću kabliranja zgrade i prespojnog polja u kabelskim razdjelnicima spajaju na primopredajnike prijenosnika spojenih na kabelski razdjelnik.

Nezavisnost prijamnog i prijenosnog puta 10Base-T medija omogućuje potporu punog dvosmjernog načina rada. Uvjet je da i mrežne kartice i koncentratori mogu podupirati puni dvosmjerni način rada, te da su tako i konfigurirani.

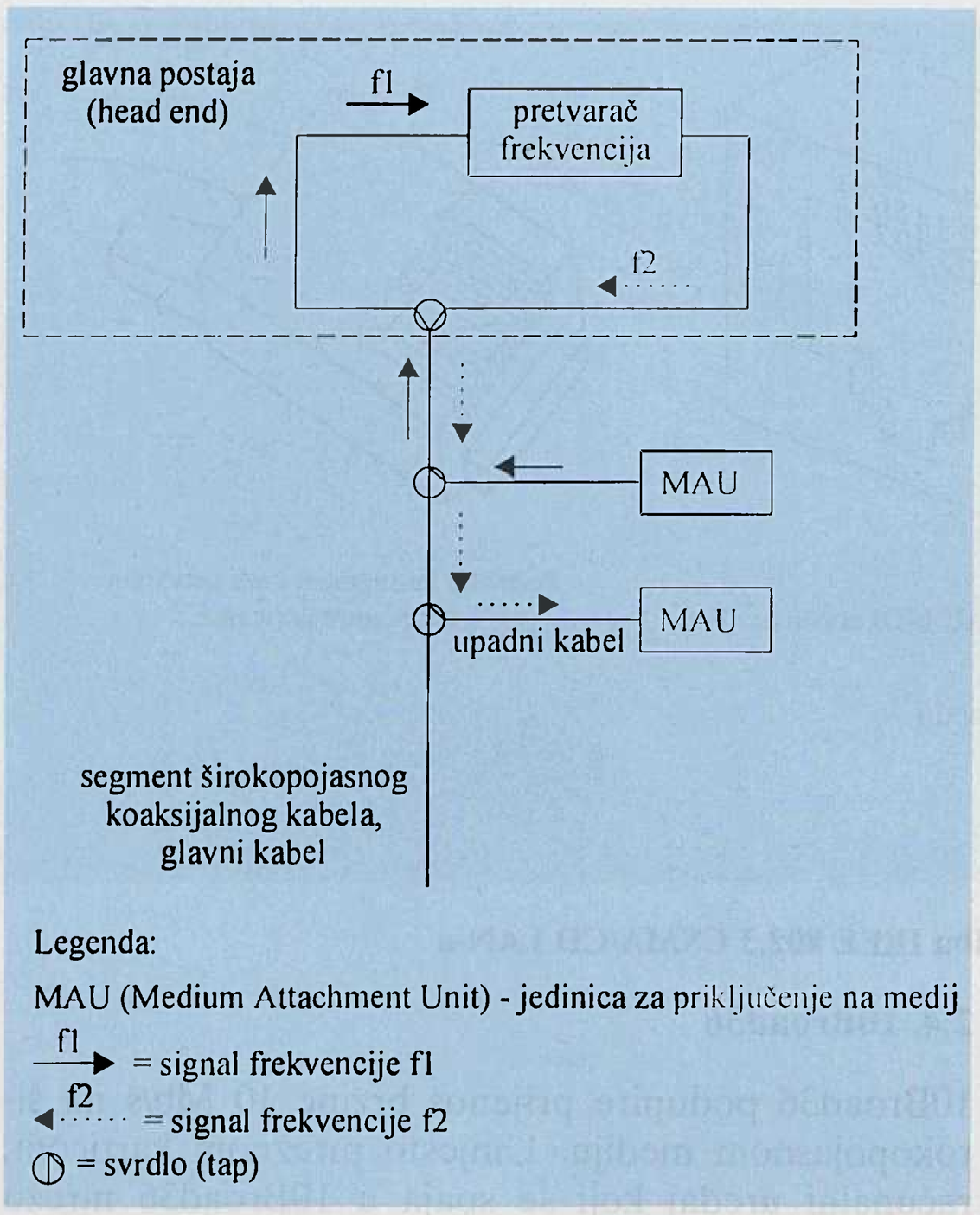
2.4. 10Broad36

10Broad36 podupire prijenos brzine 10 Mb/s na širokopojasnom mediju. Umjesto mrežnom karticom, računalni uređaj koji se spaja u 10Broad36 mrežu potrebno je opremiti radiofrekventnim modemom. Širokopojasni kabel koji se koristi za 10Broad36 je isti relativno jeftini koaksijalni kabel kakav se koristi u prijenosnim sustavima kabelske televizije. Širokopojasni kabelski sustavi omogućavaju istodobni prijenos podataka različitih aplikacija istim kabelom dijeleći njegovu propusnost na odvojene frekvencijske pojase, gdje je svaki frekvencijski pojas pridijeljen različitoj aplikaciji. Ista se tehnika koristi kod kabelske televizije za prijenos više televizijskih kanala istim kabelom, gdje svaki kanal koristi različiti frekvencijski raspon.

Širokopojasni prijenos razlikuje se od prijenosa u osnovnom pojasu po smjeru toka signala. Kod prijenosa u osnovnom pojasu (10Base2 i 10Base5), tok signala je dvosmjeran: signal se prostire u oba smjera od MAC-stanice koja šalje podatke. Kod širokopojasnog prijenosa, tok signala je jednosmjeran. Kako bi signal dospio do svih MAC-stanica u LAN-u, moraju postojati dva puta za tok podataka. Isto se može ostvariti bilo jednokabelskom bilo dvokabelskom konfiguracijom.

Kod jednokabelske konfiguracije (slika 9), kabel prenosi signal preko dva kanala od kojih svaki koristi različiti frekvencijski raspon. Jedan se kanal koristi za slanje signala, a drugi za prijam. Kad primopredajnik MAC stanice pošalje signal frekvencije f_1, isti se prostire do glavne postaje (head end) koja sadrži pretvarač frekvencija. Glavna postaja mijenja frekvenciju primljenog signala na f_2 i ponovno ga šalje u suprotnom smjeru istim kabelom, te taj signal primaju svi računalni uređaji spojeni na kabel.

Kod dvokabelske konfiguracije svaka je stanica priključena na dva kabela, od kojih se jedan koristi za slanje, a drugi za prijam. Signal se šalje dolaznim kabelom do



Slika 9. Jednokabelska konfiguracija 10Broad36 izvedbe IEEE 802.3 LAN-a

glavne postaje, gdje se prespaja na odlazni kabel bez mijenjanja frekvencije.

Kod dvokabelske konfiguracije i glavnog kabela brzine prostiranja signala 3,83 ns/m pojedini 10Broad36 segment može biti dugačak najviše 1800 m.

Glavna postaja 10Broad36 mreže može biti na kraju segmenta ili u izvorištu više segmenata. Za slučaj više segmenata najveći raspon širokopojasnog kabela između bilo koje dvije stanice iznosi 3600 m. MAC stanice se priključuju na primopredajnike preko primopredajnog kabela maksimalne duljine 50 m. Primopredajnici se upadnim kabelom (drop cable) maksimalne duljine 25 m priključuju na primopredajno svrdlo (tap), pasivni usmjereni uređaj kojim se ostvaruje spoj na glavni širokopojasni kabel (trunk cable) za komunikaciju s glavnom postajom. Time je maksimalni ukupni razmak dviju stanica 3750 m.

Za jednokabelsku konfiguraciju moguća duljina 10Broad36 segmenta manja je od 1800 m zbog kašnjenja koje unosi pretvarač frekvencija u glavnoj postaji.

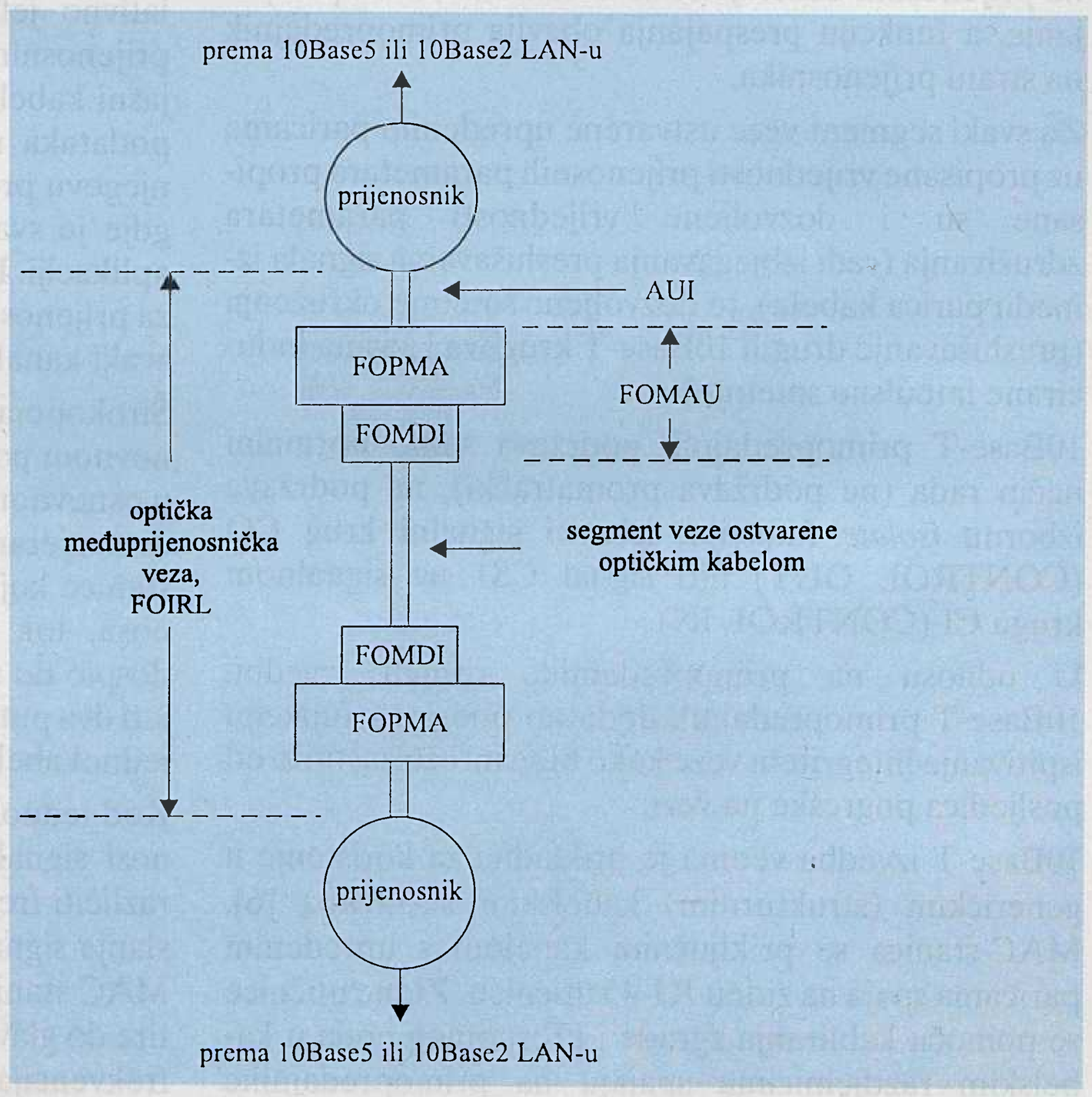
Primopredajnik koji šalje signal na medij uspoređuje poslane i primljene podatke. Bilo kakvu razliku između njih primopredajnik tumači rezultatom sudara, prekida prijenos podataka, te šalje signal za objavu sudara (collision enforcement) posebnim frekvencijskim kanalom.

10Broad36 izvedba nije prikladna za puni dvosmjerni način rada.

U trenutku definiranja, glavna prednost 10Broad36 izvedbe bila je podržavanje značajno duljih segmenata u odnosu na 10Base2 i 10Base5. Međutim, ta je prednost izblijedila uvođenjem normi za optičke izvedbe FOIRL i 10Base-F.

2.5. FOIRL

Optička međuprijenosnička veza, FOIRL, predstavlja normirani način povezivanja dvaju prijenosnika optičkim kabelom čime se postiže proširenje raspona i topologije mreže u odnosu na korištenje samo jednog prijenosnika (slika 10). Posebno je prikladna za spajanje koaksijalnih segmenata smještenih u različitim zgradama. FOIRL podržava prijenosnu brzinu 10 Mb/s na optičkoj vezi od točke do točke duljine do 1000 m. FOIRL obuhvaća dva optička primopredajnika kao sučelja dvaju prijenosnika prema optičkom kabelu koji ih povezuje. Optički primopredajnici funkcioniraju kao direktna veza između segmenta optičkog kabela i prijenosnika, a mogu biti integrirani u prijenosnik ili se prijenosnik spaja primopredajnim kabelom.



Slika 10. Shema optičke međuprijenosničke veze, FOIRL

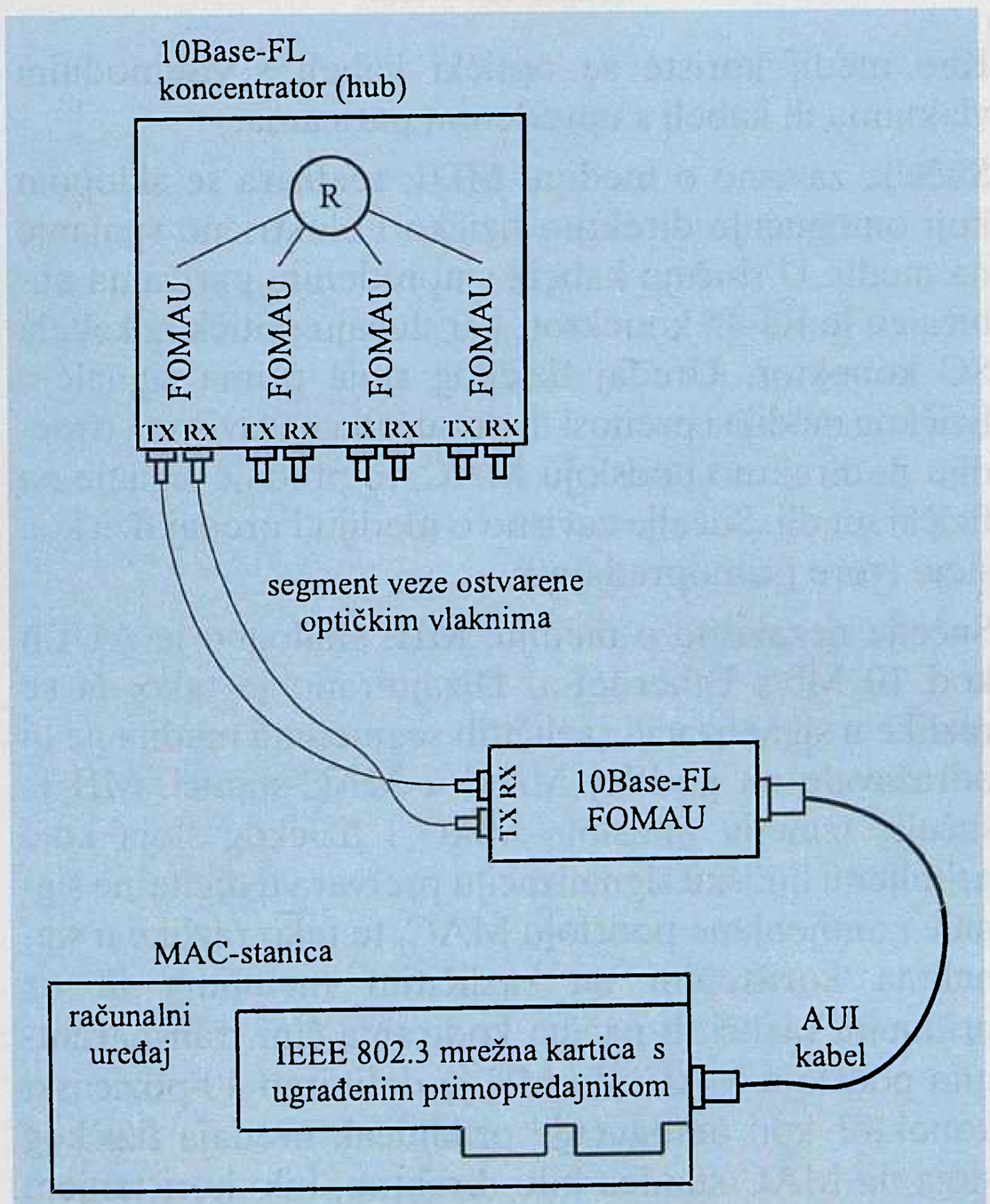
Primljena optička snaga treba biti između – 27 dBm i – 9 dBm, pojasna širina optičkog segmenta veze 150 MHz ili više, a prigušenje 8 dB ili manje. Koristi se izravna digitalna modulacija (on-off keying). Optička vlakna mogu biti različitih dimenzija, npr. 50/125 m, 62,5/125 m, 85/125 m, 100/140 m; bitno je zadovoljiti zahtjev o najviše 8 dB prigušenja na optičkoj vezi, što uz pretpostavku gubitka do 4 dB na spojevima (0,5 dB - 2 dB po spoju ovisno o kvaliteti izvedbe) znači da kabel ne smije unositi prigušenje veće od 4 dB/km uz korištenu valnu duljinu 850 nm.

2.6. 10Base-F

Norma 10Base-F definira rad brzinom10 Mb/s na optičkim kabelima. Definirana je kao dopuna normi za povezivanje prijenosnika optičkim kabelom, FOIRL. 10Base-F obuhvaća tri vrste segmenta definirane kao 10Base-FL, 10Base-FB i 10Base-FP, koji nisu međusobno kompatibilni na razini sučelja.

2.6.1. *10Base-FL*

10Base-FL (Fiber Link, optička veza) podržava prijenos brzinom 10 Mb/s preko dva optička vlakna, od kojih se jedno koristi za prijam, a drugo za slanje podataka (slika 11). Ova izvedba omogućuje duljinu segmenta od najviše 2000 m, a koristi se za povezivanje dvaju računala, dvaju prijenosnika ili računala s prijenosnikom. Pri definiranju ove izvedbe vodilo se računa o mogućnosti međusobnog rada 10Base-FL opreme s postojećom FOIRL opremom.



Legenda:
AUI (Attachment Unit Interface) - sučelje priključne jedinice
FOMAU (Fiber Optic Medium Attachment Unit) - optička jedinica za priključenje na medij, optički primopredajnik
MAC (Media Access Control) - kontrola pristupa mediju
R (repeater) - prijenosnik

Slika 11. 10Base-FL izvedba IEEE 802.3 LAN-a

Svi 10Base-FL segmenti su segmenti od točke do točke s primopredajnicima na oba kraja. Računala se uobičajeno priključuju pomoću vanjskog 10Base-FL primopredajnika. Mrežna kartica računala spaja se na vanjski primopredajnik primopredajnim kabelom (AUI).

Primopredajnik se priključuje na optičke kabele pomoću konektora BFOC/2,5, uobičajeno zvanih ST konektori. Uobičajeno se koriste višemodna optička vlakna dimenzija 62,5/125 m. Koriste se i 50/125 m, 85/125 m, te 100/140 m izvedbe optičkih vlakana, s tim da tada nije moguće postići iste udaljenosti kao kod 62,5/125 m izvedbe. Za 10Base-FL koristi se valna duljina svjetlosti 850 nm. 10Base-FL primopredajnici prate razinu svjetlosti na optičkom segmentu veze radi ispitivanja integriteta veze. Ukoliko razina svjetlosti padne ispod vrijednosti potrebne za pouzdan prijam podataka, primopredajnik prekida slanje i prijam podataka na toj vezi.

Nezavisnost prijamnog i prijenosnog puta 10Base-FL izvedbe omogućuje potporu punog dvosmjernog načina rada. U tom slučaju 10Base-FL može podržati segmente dulje od 2000 m. Kod punog dvosmjernog načina rada duljina segmenta nije ograničena zahtievima *vremena-kružnog-prostiranja-signala* u CSMA/CD domeni sudara, te je tada višemodnim vlaknima visoke kvalitete moguće postići duljine segmenata i do 5000 m.

Novija 10Base-FL norma podupire međusobni rad sa starijom FOIRL tehnologijom, s tim da u tom slučaju vrijede ograničenja udaljenosti definirana FOIRL-om.

10Base-FL je idealan za povezivanje zgrada. Uz to što optički kabeli podupiru veće udaljenosti od bakrenih, otporni su na električne hazarde kao što su munje i struja uzemljenja do koje može doći pri povezivanju odvojenih zgrada, te na električne smetnje kakve npr. proizvode motori i ostala električňa oprema.

2.6.2. *10Base-FB*

10Base-FB (Fiber Backbone, optička okosnica) podupire prijenosnu brzinu 10 Mb/s na posebnoj sinkronoj signalizacijskoj vezi optimiziranoj za povezivanje prijenosnika. Pojedini 10Base-FB segment može biti dugačak do 2000 m. Sinkroni signalizacijski protokol omogućava povećanje broja prijenosnika u istom IEEE 802.3 LAN-u na 30.

Dva su faktora koja ograničavaju broj prijenosnika na putu između dvije MAC-stanice:

- prijenosnici unose kašnjenje signala koje može povećati *vrijeme-kružnog-prostiranja* iznad dozvoljenih 512 *vremena-bita*, te

- prijenosnici mogu uzrokovati slučajni gubitak bitova u zaglavlju, koji može rezultirati smanjenjem *vremenskog-razmaka-između-okvira* ispod granice od 9,6 ìs definirane za implementacije brzine 10 Mb/s.

10Base-FB povećava dozvoljeni broj prijenosnika u mreži kontrolirajući smanjenje *vremenskog-razmaka-između-okvira*. Svi MAC-okviri šalju se s 56 bitova zaglavlja i 8 bitova graničnika početka okvira. Prijenosnik uočava pristizanje novog MAC-okvira na svom ulazu tek nakon što već stigne određen broj bitova zaglavlja. Pritom je vrijeme potrebno elektroničkim krugovima prijenosnika za prepoznavanje pristizanja novog MAC-okvira promjenjivo. Sa stanovišta prijenosnika u trenutku prepoznavanja pristizanja novog MAC-okvira izgleda kao da su prvi bitovi zaglavlja izgubljeni. Prije ponovnog slanja okvira na ostale segmente LAN-a spojene na prijenosnik, prijenosnik mora regenerirati izgubljene bitove zaglavlja kako bi poslao cjeloviti MAC-okvir. Za MAC-okvire koji slijede jedan za drugim broj izgubljenih bitova zaglavlja je različit. Ukoliko MAC-okvir izgubi više bitova od sljedećeg MAC-okvira u nizu, nakon regeneracije izgubljenih bitova zaglavlja i ponovnog slanja MAC-okvira dolazi do smanjenja *vremenskog-razmaka-između-okvira*, koje na izlazu normalnog prijenosnika može biti i do osam bitova.

Uz 10Base-FB prijenosnike to se smanjenje ograničava četiri puta, tj. na samo 2 bita sinkroniziranjem prijenosa između dva prijenosnika.

10Base-FB prijenosnici sinkronizirani su slobodnim signalom frekvencije 2,5 MHz koji se prenosi vezom kad nema paketa, tako da takav prijenosnik odmah uočava dolazeći signal novog paketa. Kako nema gubitka bitova, nema potrebe za regeneriranjem zaglavlja, te je smanjenje *vremenskog-razmaka-između-okvira* ograničeno.

Ova se izvedba koristi za veze od točke do točke između 10Base-FB prijenosnika. Ne može se koristiti za povezivanje računalnih uređaja direktno na 10Base-FB prijenosnik. 10Base-FB podupire iste kabele i konektore kao i 10Base-FL, međutim 10Base-FB ulaz jednog prijenosnika ne može se direktno spojiti na na 10Base-FL ulaz drugog, budući da im signalizacijski protokoli nisu kompatibilni. Također, 10Base-FB ne podupire puni dvosmjerni način rada.

2.6.3. *10Base-FP*

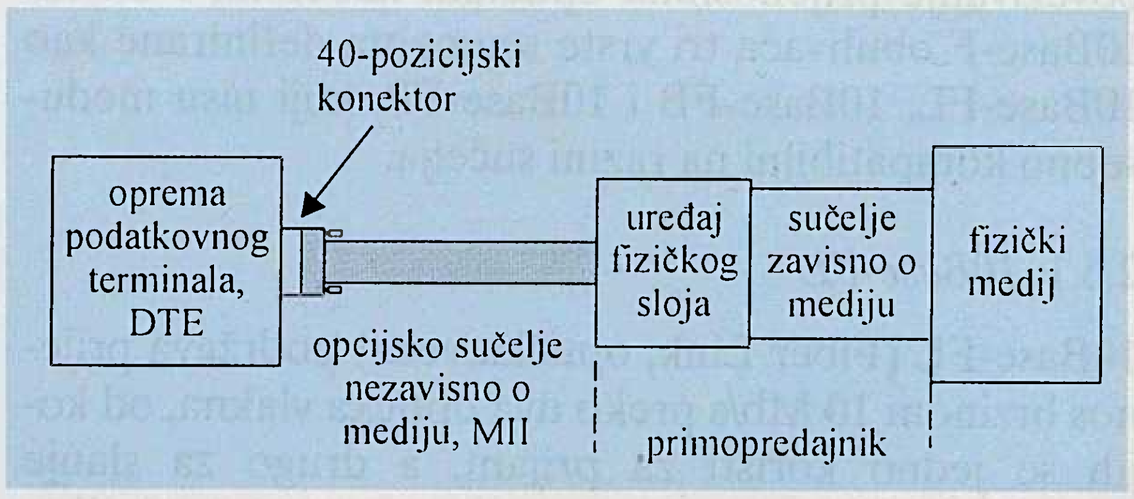
10Base-FP (Fiber Passive, pasivna optika) podržava prijenos brzine 10 Mb/s na sustavu pasivne optičke zvijezde. Segmenti mogu biti dugački do 500 m, a jedna 10Base-FP zvijezda može povezivati najviše 33 računala.

10Base-FP zvijezda je pasivni uređaj, što podrazumijeva da ne zahtijeva napajanje. Idealna je za lokacije gdje napajanje nije raspoloživo. Zvijezda djeluje kao pasivni koncentrator koji prima optičke signale od 10Base-FP primopredajnika, a primljene signale pasivno distribuira prema svim 10Base-FP primopredajnicima spojenim na zvijezdu, uključivo i onome s kojeg je signal primljen. 10Base-FP zvijezda sastoji se od pasivnog sprežnika (coupler) i optičkih konektora pakiranih u zajedničko mehaničko kućište.

10Base-FP izvedba nije prikladna za puni dvosmjerni način rada. Ova izvedba tržišno nije široko prihvaćena.

3. FIZIČKI SLOJ IEEE 802.3 LAN-a BRZINE 100 Mb/s

Fizički sloj IEEE 802.3 Fast Ethernet LAN-a izborno uključuje sučelje nezavisno o mediju, uređaj fizičkog sloja, sučelje zavisno o mediju i sam medij (slika 12).



Slika 12. Struktura fizičkog sloja za IEEE 802.3 LAN brzine 100 Mb/s

Kao medij koriste se optički kabeli s višemodnim vlaknima ili kabeli s upredenim paricama.

Sučelje zavisno o mediju, MDI, realizira se sklopom koji omogućuje direktno fizičko i električno spajanje na medij. U slučaju kabela s upredenim paricama uobičajen je RJ-45 konektor, a u slučaju optičkog kabela SC konektor. Uređaj fizičkog sloja prima signale s fizičkog medija i prenosi ih do sučelja nezavisnog o mediju ili direktno podsloju MAC, te predaje signale na fizički medij. Sučelje zavisno o mediju i uređaj fizičkog sloja tvore primopredajnik.

Sučelje nezavisno o mediju, MII, analogno je AUI-u kod 10 Mb/s Ethernet-a. Dizajnirano je tako da se razlike u signalizaciji različitih segmenata medija ne bi odražavale na podsloj MAC u MAC-stanici. MII je sučelje između podsloja MAC i fizičkog sloja koje primljenu linijsku signalizaciju pretvara u digitalne signale namijenjene podsloju MAC, te tako razlike u signalima korištenim na različitim medijima ili uz primjenu različitih načina kodiranja čini transparentnim podsloju MAC. Za MII je definiran 40-pozicijski konektor koji omogućuje priključak uređaja fizičkog sloja na MAC-stanicu bilo direktno, bilo korištenjem kabela duljine do 0,5 m. MII elektroničko sklopovlje, pripadna 40-pozicijska ženska utičnica i MII kabel omogućuju priključenje MAC-stanice na bilo koju vrstu medija.

Svi segmenti u Fast Ethernet-u su segmenti od točke do točke s primopredajnicima na oba kraja veze. Fast Ethernet primopredajnik može biti samostalan uređaj

ili je integriran u mrežni uređaj, kao što je mrežna kartica MAC-stanice ili prijenosnik. Kad je primopredajnik zaseban uređaj, spojen je na 40-pozicijsku MII utičnicu prijenosnika (rjeđe rješenje) ili mrežne kartice MAC-stanice. Spajanje na MII utičnicu može biti direktno ili korištenjem primopredajnog kabela (slika 12) duljine do 0,5 m, koji na jednom kraju ima 40-pozicijski muški konektor, a analogan je primopredajnom AUI kabelu.

Kod Fast Ethernet-a deset puta je smanjeno vrijeme-bita u odnosu na 10 Mb/s izvedbe CSMA/CD sustava, čime je deset puta povećana brzina prijenosa paketa. Ostali bitni vidovi IEEE 802.3 LAN-a su zadržani: struktura i veličina paketa je ista, kao i kontrola pristupa mediju.

Kad se odbor za IEEE 802.3 LAN-ove prihvatio izrade norme za LAN brzine 100 Mb/s, zagovarana su dva pristupa: zadržati isti podsloj MAC kao kod IEEE 802.3 LAN-a, istu strukturu i veličinu MAC-okvira, a brzinu postići smanjivanjem *vremena-bita*, ili razviti novo rješenje. Rezultat prvog pristupa čije su očite prednosti kompatibilnost unatrag sa širokom bazom postojećih IEEE 802.3 LAN-ova, isprobanost tehnologije, te postojanje čipova je Fast Ethernet, dodatak normi 802.3. Rezultat drugog pristupa nova norma IEEE 802.12, uobičajeno zvana 100VG-AnyLAN.

Mnogi Fast Ethernet primopredajnici sadrže nužne elektroničke sklopove koja im omogućuje rad na obje Ethernet brzine (10 Mb/s i 100 Mb/s). Zahvaljujući mehanizmu samopregovaranja (auto-negotiation) primopredajnici se sami podešavaju na rad odgovarajućom brzinom.

Zbog velike uspješnosti fizičke topologije 10Base-T izvedbe i za Fast Ethernet je odabrana fizički zvjezdasta topologija s višeulaznim prijenosnicima, koncentratorima (hub).

Široka rasprostranjenost generičkog kabliranja Š5ĆŠ6Ć nametala je pronalaženje rješenja za izvedbu brzine 100 Mb/s na optičkim kabelima i na 100 m UTP-a kategorije 3 i 5.

Kao rezultat, prvobitno su definirane tri izvedbe zajedničkog naziva 100Base-T (IEEE 802.3u). Kasnije je definirana i izvedba 100Base-T2 (IEEE 802.3y) za UTP kategorije 3 koja koristi samo dvije parice.

U nastavku je dan kratak opis ograničenja na fizički medij, uključivo vrstu medija, postizive udaljenosti, moguć broj MAC-stanica i odabrani parametri definiranih izvedbi Fast Etherneta.

3.1. 100Base-T

100Base-T [7] obuhvaća skup specifikacija za IEEE 802.3 LAN brzine 100 Mb/s, uobičajeno zvan Fast Ethernet. Definirane su tri izvedbe 100Base-T Fast Ethernet-a: 100Base-TX i 100Base-FX (zajednički im je naziv 100Base-X), te 100Base-T4 .

Izvedba 100Base-TX namijenjena je za dvije parice UTP-a kategorije 5.

Izvedba 100Base-FX namijenjena je na optičkim kabelima.

Izvedba 100Base-T4 namijenjena je za rad na četiri parice UTP-a kategorije 3.

100Base-TX i 100Base-FX izvedbe (zajednički naziv 100Base-X) dijele zajedničku specifikaciju signalizacije, zvanu 4B/5B, koja potječe od ANSI-jeve normizacije X3T9.5 za FDDI (Fiber Distributed Data Interface). Postojeća specifikacija signalizacije usvojena je kako bi se ubrzalo uvođenje 100Base-X proizvoda na tržište. Kod 4B/5B signalizacije, svaka četiri bita korisničkih podataka pretvaraju se u petobitni kod prije slanja na fizički medij. Budući da postoje 32 različita petobitna koda kojima treba predstaviti 16 mogućih 4-bitnih podatkovnih uzoraka, moguće je za predstavljanje podataka odabrati one kodove koji sadrže barem dva bita "1". Na taj su način osigurani periodični prijelazi u signalu čime je prijamniku olakšano održavanje sinkronizacije s dolaznim signalom. Uz to, dodatni bit omogućuje da petobitni simboli osim korisničkih podataka prenose i kontrolne podatke. Međutim, kako bi se postigao prijenos korisničkih podataka brzinom 100 Mb/s kodirane podatke treba prenositi uz takt 125 MHz.

Kako bi se računalnim uređajima omogućio rad na obje Ethernet brzine (10 Mb/s i 100 Mb/s), IEEE 802.3u uključuje i funkciju samopregovaranja (auto-negotiation) razvijenu na temelju tehnologije tvrtke National Semiconductor, NWay. Samopregovaranje je mehanizam preuzimanja kontrole kabela prigodom uspostavljanja veze s računalnim uređajem na drugom kraju segmenta veze. Samopregovaranje uočava moguće načine komuniciranja uređaja na drugom kraju veze i objavljuje vlastite mogućnosti radi automatskog konfiguriranja najoptimalnijeg načina međusobnog rada. Pri tom se bira između brzine 10 Mb/s i 100 Mb/s, izvedbe 10Base,T, 100 Base-TX ili 100Base-T4, te poludvosmjernog i punog dvosmjernog načina rada. Po odabiru načina rada, samopregovaranje prepušta kontrolu kabela odabranoj izvedbi LAN-a.

Za izvedbe definirane za UTP kabele, 100Base-TX i 100Base-T4, vrijede isti principi kao i za izvedbu 10Base-T. Podatkovni signali koji se šalju paricom su polarizirani: jedna od žica parice prenosi pozitivni signal, a druga identičan negativan signal. Svaki kraj kabela završava 8-pozicijskim RJ-45 konektorom. Dvije 100Base-TX MAC-stanice, odnosno dvije 100Base-T4 MAC-stanice mogu se direktno spojiti bez prijenosnika između njih. U tu svrhu potreban je kabel s funkcijom prespajanja (crossover cable). Kad se MAC-stanica spaja na prijenosnik norma preporuča korištenje kabela bez prespajanja; funkciju prespajanja obavlja prijenosnik.

Uobičajene instalacije koriste višeulazni prijenosnik koji omogućava međusobno spajanje više segmenata veze.

Međutim, definirane su dvije vrste 100Base-T prijenosnika: razred I i razred II (rimske oznake I, odnosno II moraju biti upisane u krug). Za prijenosnike razreda I dozvoljeno je nešto veće vremensko kašnjenje. Linijske signale primljene na ulazu ti prijenosnici pretvaraju u digitalni oblik, te zatim ponovno u linijske signale koje šalju na sve ostale ulaze. Na taj je način omogućeno prenošenje signala između segmenata koji koriste različite signalizacijske tehnike. Proces pretvaranja troši dosta *vremena-bita*, te je za istu domenu sudara dozvoljeno korištenje samo jednog prijenosnika razreda I ukoliko su kabelski segmenti maksimalne duljine.

Prijenosnici razreda II linijske signale primljene na jednom ulazu šalju bez pretvorbe na sve ostale ulaze, tako da se mogu koristiti samo za povezivanje istovrsnih segmenata. Dozvoljena je uporaba najviše dva prijenosnika razreda II u istoj domeni sudara.

Osnovne karakteristike izvedbi 100Base-T dane su u tablici 3, a svaka pojedina izvedba ukratko je opisana u nastavku.

3.1.1. *100Base-TX*

100Base-TX podupire prijenos brzinom 100 Mb/s na 100 m 100 Ù kabela s upredenim paricama kategorije 5 Š5Ć. Ograničenje na 100 m nameće specificirano *vrijeme-kružnog-prostiranja*, za razliku od 10Base-T izvedbe gdje je ograničenje na 100 m rezultat opadanja snage signala. Kabel najčešće sadrži četiri parice, od kojih se dvije koriste za Fast Ethernet, a dvije trebaju ostati neiskorištene budući da 100Base-TX ne tolerira preslušavanje (cross talk) do kojeg dolazi kad se kabel dijeli s drugim signalima.

Brojevi pozicija na 8-pozicijskim RJ-45 konektorima promijenjeni su u odnosu na FDDI-jevu definiciju radi usklađivanja s 10Base-T izvedbom (ANSI FDDI za prijam podataka koristi pozicije 7 i 8, dok 10Base-T koristi pozicije 3 i 6). Time je omogućeno korištenje istog kabliranja za 10Base-T i za 100Base-T.

Za kodiranje podataka 100Base-TX koristi takt 125 MHz, zbog ranije opisane signalizacije 4B/B. Samo kodiranje je trorazinsko MLT-3 kodiranje kod kojeg se kodirani signal odabire iz ponavljajućeg uzorka š1, 0, -1, 0ć. Ukoliko je sljedeći podatkovni bit "1", kodirani signal prelazi u sljedeće stanje ponavljajućeg uzorka. Ukoliko je sljedeći podatkovni bit "0" kodirani signal ostaje konstantan. Prema tome najviša frekvencija u kodiranom signalu javlja se pri prijenosu dugih nizova podatkovnog bita "1" u kojem slučaju kodirani signal ponavlja uzorak š1, 0, -1, 0ć, čija je perioda četvrtina brzine takta. Tako je u najgorem slučaju primarna komponenta energije na 31,25 MHz. Pri ostalim uzorcima podatkovnih bitova energija je distribuirana na nižim frekvencijama. Problem kod ovog kodiranja bi bio prijenos dugog niza podatkovnog bita "0", međutim taj je problem izbjegnut ranije opisanom 4B/5B signalizacijom koja prethodi MLT-3 kodiranju.

Većina 100Base-TX veza spaja računalo s prijenosnikom u koji je uobičajeno integrirana i funkcija primopredajnika. Računalni uređaj se priključuje na LAN pomoću mrežne kartice, u koju također može biti integrirana i funkcija primopredajnika.

Normom za 100Base-TX podržana je mogućnost korištenja kabliranja 150 Ù oklopljenim kabelima s upredenim paricama, STP, kakvo je prisutno u zgradama gdje se koristilo Token Ring mreže. Ukoliko se koristi STP, RJ-45 konektor zamjenjuje se 9-pozicijskim D-shell konektorom.

Nezavisnost prijamnog i prijenosnog puta 100Base-TX medija omogućuje potporu punog dvosmjernog načina rada. Uvjet je da i mrežne kartice i prijenosnici mogu podupirati puni dvosmjerni način rada, te da su tako i konfigurirani.

Tablica 3. Osnovne karakteristike IEEE 802.3 CSMA/CD izvedbi 100Base-T

	100Base-TX	100Base-FX	100Base-T4
prijenosna brzina	100 Mb/s (200 Mb/s uz puni dvosmjerni način rada)	100 Mb/s (200 Mb/s uz puni dvosmjerni način rada)	100 Mb/s (puni dvosmjerni način rada nije podržan)
vrsta kabela	2 parice UTP-a kategorije 5 karakteristične impedancije 100 Ω (opcijski STP impedancije 150 Ω)	2 višemodna optička vlakna uobičajeno dimenzija 62,5/125 μm koristi se valna duljina 1300 nm	4 parice UTP-a kategorije 3 ili bolje karakteristične impedancije 100 Ω
najveća duljina segmenta	100 m	za poludvosmjerni rad: 412 m za puni dvosmjerni rad: 2000 m	100 m
maksimalni broj primopredajnika po segmentu	2	2	2
konektori	modularni 8-pozicijski RJ-45 konektor za UTP (ISO 8877) opcijski 9-pozicijski D-konektor za STP	preporučeno: dvojni SC konektor (IEC 60874-14) dozvoljeno: FDDI MIC konektor, te BFOC/2,5 (ST) konektor (IEC 60874-10)	modularni 8-pozicijski RJ-45 konektor za UTP (ISO 8877)
kodiranje signala	4B/5B	4B/5B	8B/6T

3.1.2. *100Base-FX*

100Base-FX podupire prijenos brzine 100 Mb/s preko kabela s optičkim vlaknima. U svakom 100Base-FX segmentu koriste se dva optička vlakna, jedno za slanje podataka, a drugo za prijam, s tim da u segmentu veze treba osigurati prespajanje signala (signal crossover). Uobičajeno se koriste višemodna optička vlakna dimenzija 62,5/125 m. Koriste se i 50/125 m, 85/125 m, te 100/140 m izvedbe, s tim da tada nije moguće postići iste udaljenosti kao kod 62,5/125 m izvedbe.

Premda pojedini 100Base-FX segment može biti dugačak 412 m, dozvoljena udaljenost dvije MAC-stanice uz korištenje prijenosnika je manja. U tablici 4 navedene su najveće dozvoljene udaljenosti MAC-stanica iste domene IEEE 802.3 CSMA/CD 100Base-X LAN-a. Podsjetimo se da je domena sudara CSMA/CD mreža u kojoj dolazi do sudara ukoliko se prijenos dviju MAC-stanica vremenski preklopi. Pojedinačni segment ili više segmenata povezanih prijenosnikom predstavljaju jednu domenu sudara.

Nezavisnost prijamnog i predajnog puta 100Base-FX medija omogućuje potporu punog dvosmjernog načina rada. Uz puni dvosmjerni način rada, duljina segmenta više nije ograničena zahtjevima *vremena-kružnog-prostiranja* za CSMA/CD domenu, te se dozvoljena duljina 100Base-FX segmenta povećava s 412 m na 2000 m.

Korištenjem skupljih, jednomodnih vlakana moguće je postići i veće udaljenosti.

3.1.3. *100Base-T4*

100Base-T4 podupire prijenos brzinom 100 Mb/s koristeći četiri parice 100 Ù kabela s upredenim paricama, kategorije 3 ili bolje, duljine 100 m (za razliku od 100Base-TX izvedbe koja zahtijeva kabliranje kategorije 5). Ograničenje na 100 m nameće osiguranje specificiranog *vremena-kružnog-prostiranja*, za razliku od 10Base-T izvedbe gdje je ograničenje na 100 m rezultat opadanja snage signala.

Od četiri parice koje se koriste za 100Base-T4, jedna je namijenjena slanju podataka, druga prijamu, a preostale dvije dvosmjerne parice koriste se bilo za prijam, bilo za slanje. Tri parice služe za prijenos podataka, dok je četvrta parica uvijek slobodna za detektiranje sudara na vezi, tj. četvrtom paricom se ne šalju podaci, već je koncentrator koristi kako bi MAC-stanici signalizirao da je došlo do sudara.

100Base-T4 primopredajnik neprestano prati aktivnost na prijamnom podatkovnom putu. Naime, kad je mreža slobodna, predajnik šalje impuls veze koji služi provjeri integriteta veze. Isti se impuls koristi i za samopregovaranje.

Podaci se prenose korištenjem 8B6T sheme kodiranja signala, kod koje se 8 bitova binarnih podataka pretvara u 6 ternarnih signala za prijenos upredenim paricama. Ternarni signali imaju jednu od sljedeće tri vrijednosti: -1, 0 i +1, za razliku od binarnog signaliziranja sa samo dvije vrijednosti (1 i 0) kakvo se koristi kod ostalih spomenutih fizičkih slojeva. Shema korištenja parica učinkovito dijeli brzinu podataka 100 Mb/s na tri parice od kojih se svakom postiže 33,333... Mb/s. Budući da ternarno signaliziranje zahtijeva samo šest bauda za prijenos osam bitova podataka, maksimalna brzina prijenosa signala iznosi 25 Mbauda po upredenoj parici, što odgovara najvećoj frekvenciji od 12,5 MHz-a.

100Base-T4 ne podupire puni dvosmjerni način rada.

3.2. 100Base-T2

100Base-T2 [7] je jedina CSMA/CD norma koja podržava prijenos brzine 100 Mb/s na dvije upredene parice kategorije 3. Ukoliko kabel sadrži više od dvije parice, dozvoljeno je da preostale parice služe za druge usluge.

100Base-T2 koristi "dvostruki dvojni prijenos u osnovnom pojasu" za istodobni prijenos podataka preko obje parice nezavisno o smjeru. Koristi složeno kodiranje signala PAM5x5 (Five-level Pulse Amplitude Modulation), kod kojeg se podaci prenose korištenjem petorazinskog signala koji može imati sljedeće vrijednosti: -2, -1, 0, +1 i +2. Ovo kodiranje omogućava da se četiri bita podataka prenese pri jednoj promjeni signala na svakoj parici. Uz prijenosnu brzinu od 25 Mbauda i

Tablica 4. Najveći promjer domene sudara[1)] za 100Base-T izvedbe IEEE 802.3 LAN-a

konfiguracija LAN-a	bakar	optika	bakar T4 i optika FX	bakar TX i optika FX
jedan segment veze	100	412	n.p.s.	n.p.s.
jedan prijenosnik razreda I	200	272	231[2)]	260,8[2)]
jedan prijenosnik razreda II	200	320	n.p.s.[3)]	308,8[2)]
dva prijenosnika razreda II	205	228	n.p.s.[3)]	216,2[4)]

Napomene
n.p.s. - ne primijenjuje se
[1)] najveća moguća udaljenost dvije MAC-stanice koje pripadaju istoj domeni sudara
[2)] podrazumijeva bakrenu vezu duljine 100 metara i jednu optičku vezu
[3)] ne primijenjuje se: T4 i FX se ne mogu povezati prijenosnikom razreda II
[4)] podrazumijeva 105 metara bakrene veze i jednu optičku vezu

dvije parice, omogućen je istodobni prijenos 100 Mb/s podataka u oba smjera (puni dvosmjerni način rada).

Norma je definirana 1997. godine, ali do danas nije u široj uporabi.

Osnovne karakteristike izvedbe 100Base-T2 dane su u tablici 5.

Tablica 5. Karakteristike 100Base-T2 izvedbe IEEE 802.3 LAN-a

	100Base-T2
prijenosna brzina	100 Mb/s (200 Mb/s uz puni dvosmjerni način rada)
vrsta kabela	dvije parice UTP-a kategorije 3 ili bolje karakteristične impedancije 100 Ω
najveća duljina segmenta	100 m
maksimalni broj primopredajnika po segmentu	2
konektori	modularni 8-pozicijski RJ-45 konektor za UTP (ISO 8877)
kodiranje signala	PAM5x5

4. IZVEDBE IEEE 802.3 LAN-a BRZINE 1000 Mb/s – GIGABIT ETHERNET

Ključni ciljevi postavljeni pred IEEE radnu grupu 802.3z pri izradi norme za Gigabitni Ethernet bili su:

- omogućiti poludvosmjerni i puni dvosmjerni rad uz brzinu 1000 Mb/s
- koristiti 802.3 Ethernet format okvira
- koristiti CSMA/CD pristupnu metodu s podupiranjem jednog prijenosnika u domeni sudara
- kompatibilnost unatrag s 10Base-T i 100Base-T tehnologijama.

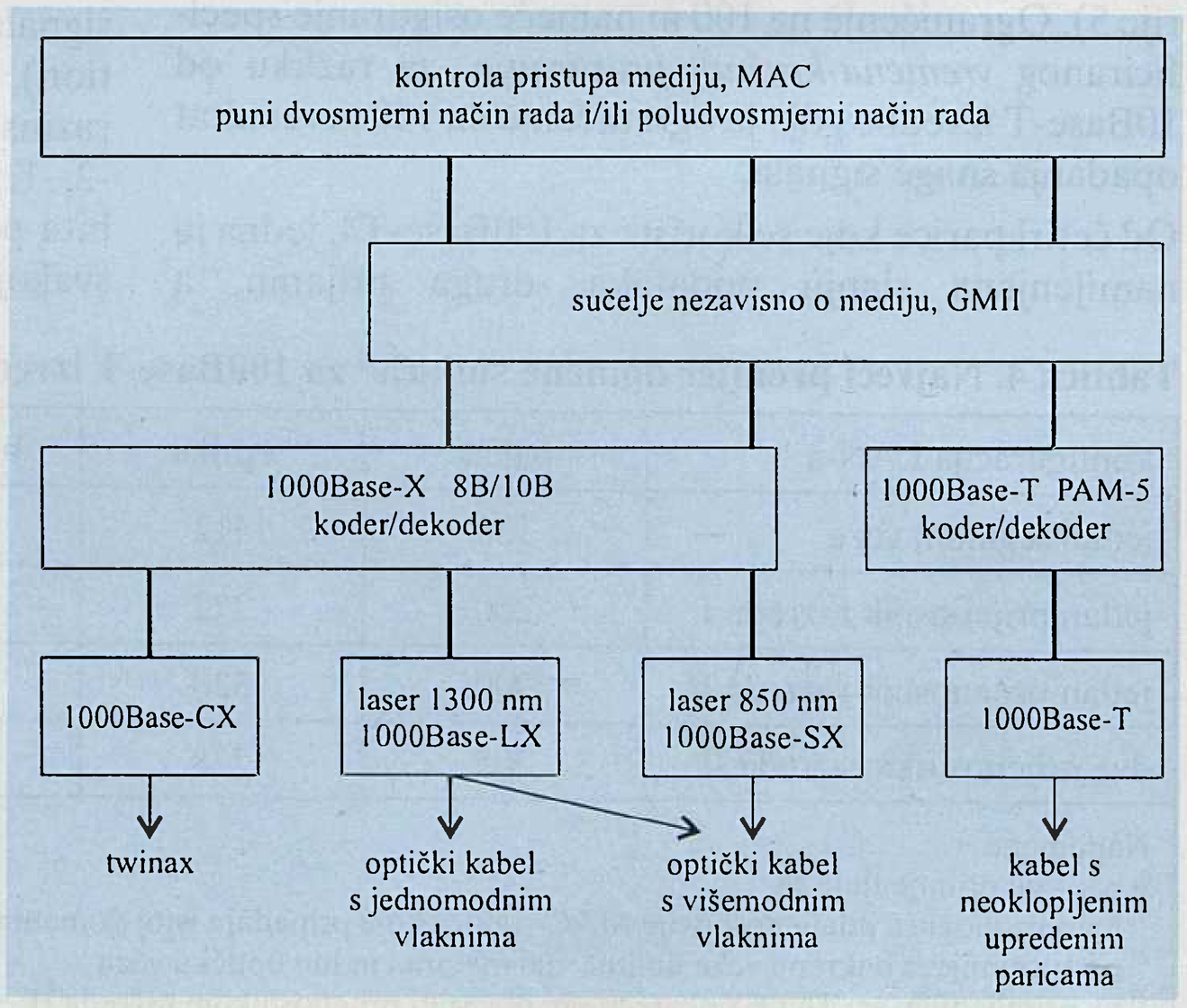
Gornje se zahtjeve željelo postići na optičkim vezama s višemodnim vlaknima duljine do 550 m, optičkim vezama s jednomodnim vlaknima duljine do 3 km, te bakrenim vezama duljine do 25 m.

Također, kako se zbog stalnog napretka silicijskih tehnologija i napretka u obradi digitalnih signala očekivalo omogućavanje rada Gigabitnog Etherneta na UTP-u, odlučeno je da se definira izborno gigabitno sučelje nezavisno o mediju, GMII (Gigabit Media Independent Interface). GMII je logičko sučelje između podsloja MAC i fizičkog sloja koje razlike u signalima korištenim na različitim medijima ili uz primjenu različitih načina kodiranja čini transparentnim podsloju MAC. Sučelje GMII je analogno AUI-u kod 10 Mb/s Ethernet-a, te MII-u kod 100 Mb/s Ethernet-a. Za razliku od AUI i MII, za GMII nije definiran konektor koji bi omogućio kabelski priključak primopredajnika na MAC-stanicu, jer je primopredajna funkcija uvijek ugrađena u Gigabit Ethernet uređaj.

Nakon što je radna grupa 802.3z odmakla s radom, 1997. godine odobren je Zahtjev za autorizaciju dodatnog projekta i osnovana posebna radna grupa 802.3ab sa zadatkom razvoja fizičke norme za Gigabitni Ethernet na četiri parice UTP-a kategorije 5 [5] uz udaljenost 100 m i promjer mreže 200 m (tj. uz korištenje najviše jednog prijenosnika). Time se željelo zadovoljiti zahtjeve za povećanjem brzine na brojnim horizontalnim bakrenim instalacijama zgrada koje koriste strukturno generičko kabliranje [5][6]. Rad ove radne grupe zahtijevao je velike napore, između ostalog definiranje dodatnih parametara za kabliranje kategorije 5 te pripadnih ispitnih metoda i instrumenata, te složeno kodiranje i obradu digitalnih signala.

Budući da se radi o Ethernet tehnologiji, za Gigabitni Ethernet se koriste sve vrste uređaja kao i za Ethernet, npr. preklopnici, moduli s ulazima za pojedine izvedbe, mrežne kartice i usmjernici, uz dodatnu novu vrstu uređaja, spremnički distributor (buffered distributor). Spremnički distributor je puni dvosmjerni višeulazni uređaj nalik koncentratoru koji međusobno povezuje dvije ili više 802.3 Gigabit Ethernet veza. Svi njegovi ulazi dijele propusnost 1 Gb/s. Kao i prijenosnik, spremnički distributor pristigle pakete ne filtrira na temelju MAC-adresa, već ih prosljeđuje na sve spojene veze osim one s koje su stigli. Za razliku od 802.3 prijenosnika, spremnički distributori mogu spremiti jedan ili više dolaznih okvira po svakoj vezi prije njihovog prosljeđivanja. Radi kontroliranja zagušenja unutarnjeg spremnika ovi uređaji koriste kontrolu toka definiranu normom IEEE 802.3w. Također, mogu primati i slati 802.3w okvire za kontrolu toka.

Na slici 13 prikazane su sve izvedbe Gigabitnog Ethernet-a detaljnije opisane u nastavku ove točke.



Slika 13. Razine Gigabitnog Etherneta

4.1. 1000Base-X

1000Base-X (IEEE 802.3z) [7] obuhvaća skup specifikacija za IEEE 802.3 CSMA/CD sustav brzine 1000 Mb/s (1 Gb/s), uobičajeno zvan Gigabitni Ethernet. Definirane su tri izvedbe: 1000Base-LX, 1000Base-SX i 1000Base-CX. Svaka od tih normi temelji se na specifikacijama fizičkog sloja preuzetim iz ANSI-jeve norme za Fibre Channel. Tako 1000Base-X koristi isto 8B/10B kodiranje kao i Fibre Channel, te sličnu optičku i električnu specifikaciju. Preuzimanje postojeće specifikacije ubrzalo je pojavu 1000Base-X proizvoda na tržištu.

Kod 8B/10B signalizacije, svakih osam bitova korisničkih podataka pretvara se u desetbitni simbol prije slanja na medij. Zbog dodanih bitova potrebno je koristiti prijenos signala brzinom 1,25 gigabauda za ostvarenje prijenosa podataka brzinom 1 Gb/s. Međutim, dodatni bitovi dozvoljavaju pridjeljivanje jedinstvenih simbola svakoj prihvatljivoj osambitnoj kombinaciji podataka, osiguravajući pritom definiranje dodatnih simbola za prijenos kontrolnih i drugih podataka. Svi valjani simboli sadrže pet jedinica i pet nula radi istosmjerne izbalansiranosti. Česte promjene stanja olakšavaju prijamniku održavanje takta. Simboli koji ne sadrže pet jedinica i pet nula nisu valjani, te ukazuju na pojavu pogrešaka u prijenosu.

4.1.1. *1000Base-LX*

"L" u nazivu izvedbe 1000Base-LX odnosi se na "long" (dugo), budući da ova izvedba za slanje signala podataka koristi laser velike valne duljine (1270 nm do 1355 nm). Laseri za velike valne duljine su skuplji od lasera za male valne duljine, ali mogu prenijeti podatke na veće udaljenosti. Ova je izvedba namijenjena za korištenje na vertikalnom kabliranju zgrade izvedenom optičkim kabelima s višemodnim vlaknima ili na vertikalnom kabliranju kompleksa zgrada izvedenom optičkim kabelima s jednomodnim vlaknima.

4.1.2. *1000Base-SX*

"S" u nazivu izvedbe 1000Base-SX odnosi se na "short" (kratko), budući da ova izvedba za slanje signala podataka koristi laser male valne duljine (770 nm do 860 nm). Prednost lasera za male valne duljine u odnosu na lasere za velike valne duljine je cijena. Ova je izvedba namijenjena za korištenje na horizontalnom kabliranju zgrade izvedenom optičkim kabelima s višemodnim vlaknima ili na vertikalnom kabliranju zgrade u slučaju kraćih dionica izvedenih optičkim kabelima s višemodnim vlaknima.

Gigabitni Ethernet je prva LAN tehnologija kod koje je duljina veze ograničena pitanjima modalne propusnosti. S obzirom da je jedan od ciljeva pri izradi norme za Gigabitni Ethernet bio omogućiti rad na postojećim kabelskim platformama, koje su kod optičkih kabela uglavnom izvedene višemodnim vlaknima, te s obzirom da LED diode nisu u stanju raditi brzinama koje zahtijeva Gigabitni Ethernet, bilo je potrebno pronaći način emitiranja svjetlosnih impulsa iz laserskih izvora u višemodna optička vlakna. Uvjeti emitiranja svjetlosti u optičko vlakno kod lasera sasvim su različiti od LED dioda. Laser emitira tanki snop svjetlosti, znači snop manjeg promjera i manjeg kutnog zahvata. Takav uski svjetlosni snop je veoma osjetljiv na promjene u profilu indeksa loma, te je kod mnogih višemodnih vlakana uočeno cijepanje optičkog impulsa pri korištenju lasera kao izvora svjetlosti. Efekt se opisuje parametrom DMD (Differential Mode Delay), definiranim kao relativno kašnjenje prostiranja optičkog moda pri njegovom emitiranju na različitim radijalnim pozicijama promjera višemodnog optičkog vlakna. Rješenje problema postignuto je poboljšanjem upada svjetlosti (Conditioned Launch), tj. definiranjem načina na koji predajnik treba emitirati svjetlosni impuls iz lasera u višemodno vlakno a da se izbjegnu područja profila optičkog vlakna koja uzrokuju najveće cijepanje optičkog impulsa. Sposobnost poboljšanja upada svjetlosti ugrađena je u 1000Base-SX primopredajnike, dok se za 1000Base-LX prijenos višemodnim vlaknima za isto treba koristiti vanjski hibridni kabel (jumper cable).

4.1.3. *1000Base-CX*

"C" u nazivu izvedbe 1000Base-CX odnosi se na "copper" (bakar) budući da se za ovu izvedbu koristi posebni oklopljeni balansirani bakreni kabel zvan "twinax" ili "short haul copper". Duljina segmenta ograničena je na 25 m, te je primjena ove izvedbe ograničena na mala područja, kao što je npr. prostor oko kabelskog razdjelnika. Zamišljena je za spajanje nakupine računalne opreme na kakvu se uobičajeno nailazi u računalnoj prostoriji. Osnovne karakteristike izvedbi 1000Base-X dane su u tablici 6.

4.2. 1000Base-T

1000Base-T [10] podržava Gigabit Ethernet na 100 m segmentu simetričnog bakrenog kabliranja kategorije 5. Fizički sloj izvedbe 1000Base-T koristi puni dvosmjerni prijenos u osnovnom pojasu na četiri parice. Združena brzina prijenosa podataka 1000 Mb/s postiže se prijenosom podataka brzinom 250 Mb/s preko svake od četiri parice.

Za razliku od signalizacije kod 10Base-T i 100Base-TX izvedbi koja je jednosmjerna – na svakoj pojedinoj parici signali se prenose u jednom smjeru, kod 1000Base-T izvedbe signali se prenose dvosmjerno, tj. istodobno u oba smjera unutar iste parice. Dvosmjerni prijenos podataka paricom omogućuju uređaji zvani hibridi. Hibridi onemogućuju miješanje lokalno prenošenog signala s lokalno primanim signalom. Ovakvo dvosmjerno signaliziranje koristi se na sve četiri parice. Dvosmjerno signaliziranje istom žicom rezultira pojavom odjeka. Odjek je rezultat združenog djelovanja kabelskog prigušenja zbog refleksije (return loss) i

Tablica 6. Osnovne karakteristike 1000Base-X izvedbi IEEE 802.3 LAN-a

	1000Base-LX	1000Base-SX	1000Base-CX
prijenosna brzina	1000 Mb/s (2000 Mb/s uz puni dvosmjerni način rada)	1000 Mb/s (2000 Mb/s uz puni dvosmjerni način rada)	1000 Mb/s (2000 Mb/s uz puni dvosmjerni način rada)
vrsta kabela	2 MM opt. vlakna 62,5/125 μm, 2 MM opt. vlakna 50/125 μm ili 2 SM vlakna dimenzije 10 μm valna duljina 1270-1355 nm	dva MM opt. vlakna 62,5/125 μm ili dva MM opt. vlakna 50/125 μm valna duljina 770-860 nm	poseban oklopljeni bakreni kabel ("twinax" ili "short haul copper")
najveća duljina segmenta	poludvosmjerni MMF: 316 m poludvosmjerni SMF: 316 m puni dvosmjerni MMF: 550 m puni dvosmjerni SMF: 5000 m	poludvosmjerni 62,5/125: 275 m poludvosmjerni 50/125: 316 m puni dvosmjerni 62,5/125: 275m puni dvosmjerni 50/125: 550 m	poludvosmjerni: 25 m puni dvosmjerni: 25 m
maksimalni broj primopredajnika po segmentu	2	2	2
konektori	dvojni SC konektor (IEC 60874-14)	dvojni SC konektor (IEC 60874-14)	9-pozicijski oklopljeni D-konektor ili 8-pozicijski ANSI Fiber Channel konektor vrste 2 (HSSC)
kodiranje signala	8B/10B	8B/10B	8B/10B

Napomene

MM (Multi Mode): višemodna
SM (Single Mode): jednomodna
MMF (Multi Mode Fiber): višemodna optička vlakna
SMF (Single Mode Fiber): jednomodna optička vlakna

funkcije hibrida, a rješava se primjenom poništavača odjeka (echo canceller), ispitane telefonske tehnologije.

Kako bi se zadržala udaljenost od 100 m definirana specifikacijom generičkog kabliranja [6], bilo je potrebno produljiti vrijeme prostiranja MAC-okvira nositeljem i povećati *vrijeme-slota* s 512 bita na 512 okteta (4096 bitova). Minimalna duljina MAC-okvira ostaje ista, a produljenje vremena nositelja postiže se slanjem polja za proširenje odmah po isteku MAC-okvira. Na taj se način rješava problem vremenskog usklađivanja bez mijenjanja veličine MAC-okvira na sučelju podsloja MAC. Ovakva promjena bi mogla loše utjecati na performanse sustava pri prijenosu malih paketa da u Gigabitni Ethernet nije uvedena mogućnost praskavog načina rada (packet bursting), koji dozvoljava slanje niza MAC-okvira bez oslobađanja medija.

Pri punom dvosmjernom načinu rada nije potrebno produljenje vremena nositelja, povećanje *vremena-slota* niti praskavi način rada, već se koristi regularni *vremenski-razmak-između-okvira* od 96 *vremena-bita* i najmanja duljina MAC-okvira od 512 bita.

Zbog punog dvosmjernog prijenosa na sve četiri parice UTP kabela, kod Gigabitnog Etherneta postaju kritični sasvim novi parametri kabliranja. Prijenos paricom ometaju istodobni prijenosi na ostale tri parice. Također, razlike u brzini prostiranja signala pojedinom paricom moraju biti u definiranim granicama. Novi parametri kojima su propisane vrijednosti [8][9] neophodne za omogućavanje rada Gigabitnog Etherneta na kabliranju kategorije 5 jesu: istorazinsko prigušenje preslušavanja na daljem kraju ELFEXT (Equal Level Far-End Crosstalk), prigušenje zbog refleksije (return loss) i odstupanje kašnjenja u prostiranju signala (delay skew). Zbog tih je parametara prije početka rada Gigabitnog Etherneta na kabliranju kategorije 5 potrebno provjeriti da performanse kabliranja zadovoljavaju zahtjeve definirane u TSB-95 [9] korištenjem tamo definiranih ispitnih uređaja razreda IIE i ispitnih metoda. Očekuje se da će 90% postojećih instalacija proći ovu provjeru.

Za izvođenje nove instalacije preporuča se kabliranje poboljšane (Enhanced) kategorije 5, označene 5E [10], definirano eksplicitno radi udovoljavanja svim izazovima koje za UTP predstavlja Gigabit Ethernet promet. Dodatni parametri definirani za kategoriju 5E ili promijenjenih graničnih vrijednosti u odnosu na one definirane za kategoriju 5 jesu prigušenje zbog preslušavanja na bližem kraju (NEXT), prigušenje zbog združenog preslušavanja na bližem kraju (PS-NEXT), istorazinsko prigušenje preslušavanja na daljem kraju (ELFEXT), združeno istorazinsko prigušenje preslušavanja na daljem kraju (PS-ELFEXT), prigušenje zbog refleksije (return loss), brzina prostiranja signala i odstupanje kašnjenja u prostiranju signala (delay skew).

Ukoliko se prigodom verifikacije postojećeg kabliranja ustanovi da isto ne zadovoljava dodatne zahtjeve [9], moguće je primijeniti jednu od sljedećih metoda:

- prijelaz na spojne kabele za opremu (patch cords) kategorije 5E
- zamjena dvostrukog prespojnog polja (cross connect) jednostrukim (interconnect)
- zamjena postojećeg konektora na mjestu prijelaza (transition point) konektorom kategorije 5E
- zamjena postojeće telekomunikacijske utičnice (work area outlet) telekomunikacijskom utičnicom kategorije 5E
- zamjena postojećeg jednostrukog prespojnog polja (interconnect) jednostrukim prespojnim poljem kategorije 5E.

Preslušavanje (Crosstalk) je pridodavanje neželjenih signala između susjednih parica. Kod izvedbe 1000Base-T koja koristi četiri parice na svaku paricu utječe preslušavanje sa sve tri susjedne parice. Preslušavanje se karakterizira u odnosu na predajnik.

Preslušavanje na bližem kraju (Near-end crosstalk, NEXT) je preslušavanje koje se pojavljuje na onom kraju parice gdje je predajnik.

Združeno preslušavanje na bližem kraju (Power sum near-end crosstalk, PS-NEXT)

Preslušavanje na udaljenom kraju (Far-end crosstalk, FEXT) je mjera neželjenog pridodavanja signala predajnika na bližem kraju veze signalu na udaljenom kraju susjedne parice.

Istorazinsko preslušavanje na udaljenom kraju (Equal level far-end crosstalk, EL-FEXT) je mjera neželjenog pridodavanja signala predajnika na bližem kraju veze signalu na udaljenom kraju susjedne parice mjerena na udaljenom kraju i to u odnosu na razinu primljenog signala mjerenu na istoj parici. Kvantitativno, EL.FEXT je FEXT smanjen za prigušenje.

Združeno istorazinsko preslušavanje na udaljenom kraju (Power sum equal level far-end crosstalk, PS-ELFEXT) je zbroj neželjenog pridodavanja signala više predajnika na bližem kraju veze signalu na udaljenom kraju susjedne parice i to u odnosu na razinu primljenog signala mjerenu na istoj parici.

Odstupanje kašnjenja u prostiranju signala (Delay skew) je razlika u kašnjenju vremena prostiranja signala paricom u najgorem slučaju za četiri parice kabela s upredenim paricama.

Prema tome, za postojeće kabliranje kategorije 5 koje ne prođe provjeru za Gigabitni Ethernet postoji rješenje bez mijenjanja kabelskog dijela instalacije.

1000Base-T koristi brzinu signaliziranja 125 Mbaud, prijenos na sve četiri parice istodobno i veoma složenu petorazinsku shemu kodiranja. Kombinirajući petorazinsko kodiranje i 4 parice, 1000Base-T može poslati jedan oktet u paraleli po svakom signalizacijskom impulsu, čime se dolazi do brzine 1 Gb/s.

Osnovne karakteristike izvedbe 1000Base-T dane su u tablici 7.

Tablica 7. Osnovne karakteristike 1000Base-T izvedbe IEEE 802.3 LAN-a

	1000Base-T
prijenosna brzina	1000 Mb/s (2000 Mb/s uz puni dvosmjerni način rada)
vrsta kabela	4 parice kabela s upredenim paricama kategorije 5 ili bolje karakteristične impedancije 100 W
najveća duljina segmenta	100 m
maksimalni broj primopredajnika po segmentu	2
konektori	modularni 8-pozicijski RJ-45 konektor (ISO 8877)
kodiranje signala	PAM5

5. KRATICE

AUI	Attachment Unit Interface	sučelje priključne jedinice
CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection	višestruki pristup s osluškivanjem nositelja i otkrivanjem sudara
DIX	DEC, Intel and Xerox	DEC, Intel i Xerox
FOIRL	Fiber Optic Inter-Repeater Link	veza dvaju prijenosnika izvedena optičkim vlaknima
FTP	Foiled Twisted Pair	upredene parice s folijom
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	Institut inženjera elektrotehnike i elektronike
ISO	International Organization for Standardization	Međunarodna organizacija za normizaciju
LAN	Local Area Network	lokalna računalna mreža
MAC	Media Access Control	kontrola pristupa mediju
MAU	Medium Attachment Unit	jedinica za priključenje na medij
MDI	Medium Dependent Interface	sučelje zavisno o mediju
MII	Medium Independent Interface	sučelje nezavisno o mediju
OSI RM	Open Systems Interconnection Reference Model	referentni model za međupovezivanje otvorenih sustava
PLS	Physical Layer Signalling	signalizacija fizičkog sloja
UTP	Unshielded Twisted Pair	neoklopljena upredena parica
ScTP	Screened Twisted Pair	neoklopljena upredena parica sa zajedničkim oklopom
STP	Shielded Twisted Pair	oklopljena upredena parica

6. ZAKLJUČAK

Kako je već istaknuto u prvom dijelu serije Pregled IEEE 802.3/Ethernet norme, IEEE 802.3/Ethernet je danas najpopularnija mrežna tehnologija za lokalne računalne mreže. Razlog tome leži kako u uspješnosti rješenja, kako sloja podatkovne veze što uključuje jednostavnost CSMA/CD protokola, visoku razinu pouzdanosti i djelotvorno korištenje zajedničkog medija, tako i u uspješnosti rješenja fizičkog sloja.

Po definiranom velikom broju fizičkih izvedbi vidi se da su unutar IEEE 802.3 radne grupe neprestano nastojali zadovoljiti potrebe tržišta, kao i iskoristiti napredak u proizvodnji kabela i silicijskim tehnologijama, te mogućnosti tehnika obrade digitalnih signala.

Osnovna prednost rješenja fizičkog sloja za IEEE 802.3/Ethernet leži u skalabilnosti; norma za Fast Ethernet, definirana 1995. godine, utemeljila je IEEE 802.3/Ethernet kao skalabilnu tehnologiju, a razvoj Gigabitnog Etherneta proširuje skalabilnost još i dalje, čime je pojednostavljena migracija prema višim performansama.

Kako se i kod Fast Etherneta i kod Gigabitnog Etherneta zadržava ista struktura MAC-okvira i isti CSMA/CD protokol pristupa mediju, omogućeno je korištenje istih elektroničkih elemenata pri dizajniranju Ethernet kontrolera za mrežne kartice MAC-stanica i za prijenosnike. Također, pri razvoju Fast Etherneta i Gigabitnog Etherneta nastojalo se specificirati takve zahtjeve za kabliranje da je moguć rad na što je moguće većem broju postojećih instalacija. S obzirom na široku rasprostranjenost generičkog kabliranja u skladu s američkom normom TIA/EIA 568A, odnosno srodnom međunarodnom normom ISO/IEC 11801 izvedenih upredenim paricama kategorije 3 i 5, te 62,5/125 μm optičkim vlaknima pri definiranju Fast Etherneta i Gigabitnog Etherneta nastojalo se iznaći rješenja koja će uz postojeću definiciju podsloja MAC omogućiti rad brzinama 100 Mb/s, odnosno 1000 Mb/s na takvom kabliranju. Isto je postignuto implementiranjem složenih metoda signalizacije i obrade digitalnih signala koje održavaju integritet signala pri njegovom prijenosu kabliranjem kategorije 5.

Bilo bi idealno kad bi rad LAN-ova uz takav izrazit napredak u performansama novih mrežnih tehnologija bio moguć na postojećim instalacijama izvedenim prema normama za generičko kabliranje. Usklađenost u radu organizacija za normizaciju umrežavanja i kabliranja uklanja redundanciju u normizacijskim naporima i dvostruki rad. Ali, kad se uzme u obzir izuzetna složenost podatkovnog komuniciranja ne može se očekivati glatki prijelaz s brzine 10 Mb/s na 1000 Mb/s na istom kabliranju.

Pri razvoju mrežne tehnologije obično dolazi do potrebe definiranja posebnih karakteristika kanala potrebnih za postizanje željenog omjera pogrešnih bitova, BER korištenjem odabrane sheme kodiranja/dekodiranja i signaliziranja. Često takve posebne karakteristike nisu obuhvaćene normama za generičko kabliranje. Takav je slučaj bilo definiranje izvedbi 100Base-T4, a osobito kasnije 1000Base-T. Budući da se kod tih izvedbi koristi istodobni prijenos na sve četiri parice, između ostalog dolazi do izražaja preslušavanje na daljem kraju kao i razlika brzine prostiranja signala paricom.

Združenim naporima organizacija za normizaciju IEEE 802.3 LAN-ova i organizacijama za normizaciju kabliranja, postignuto je rješenje, ali korisnici LAN-ova ipak moraju provjeriti performanse postojećeg kabliranja kategorije 5 prema novodefiniranim metodama radi utvrđivanja zadovoljavanja zahtjeva Gigabitnog Etherneta.

Radi potpunog usklađivanja sa zahtjevima Gigabitnog Etherneta definirana je poboljšana kategorija 5, kategorija 5E, koja se preporuča za izvođenje novih instalacija.

Unatoč tome, prednosti prelaska s 10 Mb/s IEEE 802.3 Etherneta na više brzine korištenjem Fast Etherneta, odnosno Gigabitnog Etherneta u odnosu na neke druge mrežne tehnologije su velike.

Postojeći korisnici Etherneta dobro su upoznati s tehnologijom, te im je prelazak na Fast Ethernet, odnosno Gigabitni Ethernet olakšan.

Kako ukupna cijena posjedovanja LAN-a uključuje uz kupovnu cijenu opreme i cijenu tečaja za obuku korisnika, te cijenu održavanja i rješavanja problema, samim time ostajanje na Ethernet-rješenjima je jeftinije. Uz to, skalabilnost rješenja omogućila je općenito niže cijene Ethernet tehnologija, kao i stalan pad cijene po Ethernet i Fast Ethernet ulazu, kakav se očekuje i za Gigabit Ethernet ulaze.

LITERATURA

[1] S. JAVORNIK VONČINA: "Pregled IEEE 802.3/Ethernet norme – I dio: Kontrola pristupa mediju", Energija 4/2000.

[2] IEEE 802-1990, IEEE Standards for Local and Metropolitan Area Networks: Overview and Architecture

[3] ISO/IEC 8802-3: 1996 ŠANSI/IEEE Std 802.3, 1996Ć Information technology--Telecommunications and information exchange between systems--Local and metropolitan area networks--Specific requirements Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications.

[4] Digital Equipment Corp., Intel Corp., Xerox: The Ethernet, Local Area Network: Data Link Layer and Physical Layer Specifications (Version 2.0) 1982

[5] ANSI/TIA/EIA 568A: 1995, Commercial Building Telecommunications Wiring Standard

[6] ISO/IEC 11801:1995, Information technology – Generic cabling for customer premises

[7] IEEE 802.3: 1998, Information technology--Telecommunications and information exchange between systems--Local and metropolitan area networks--Specific requirements--Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications

[8] IEEE 802.3ab: 1999, Supplement to IEEE Std 802.3, 1998 Edition: Physical Layer Parameters and Specifications for 1000 Mb/s Operation over 4-Pair of Category 5 Balanced Copper Cabling, Type 1000BASE-T

[9] TIA/EIA TSB 95:1999, Additional transmission performance guidelines for 4-pair 100 ohm category 5 cabling

[10] TIA/EIA 568-a-5: 2000, Addendum 5 to TIA/EIA 568A, 1995 Edition: Additional transmission performance specifications for 4-pair 100 ohm enhanced category 5 cabling

EINE ÜBERSICHT DER NORM IEEE 802.3/ Ethernet -
II TEIL: PHYSISCHE SCHICHT

Der Artikel gibt eine Einsicht in die Beschaffenheit physikalisch aktiver Kabelschicht laut der Ethernet-Norm nach IEEE 802.3. für LAN. ("LAN" = Local Area Network = Lokales Fernmeldenetz). Beschrieben wurden Ausführungen für Übertragungsgeschwindigkeiten von 10 Mb/s mittels Koaxialkabel, mittels Kabel benutzend verseilten Adernpaaren und mittels optischer Kabel, Ausführungen für Geschwindigkeiten der Übertragung von 100 Mb/s (Schnell-Ethernet) und Ausführungen für Übertragungsgeschwindigkeiten von 1000 Mb/s (Gigabit-Ethernet) ebenfalls mittels Kabel mit verseilten Adernpaaren und mittels optischen Kabel.

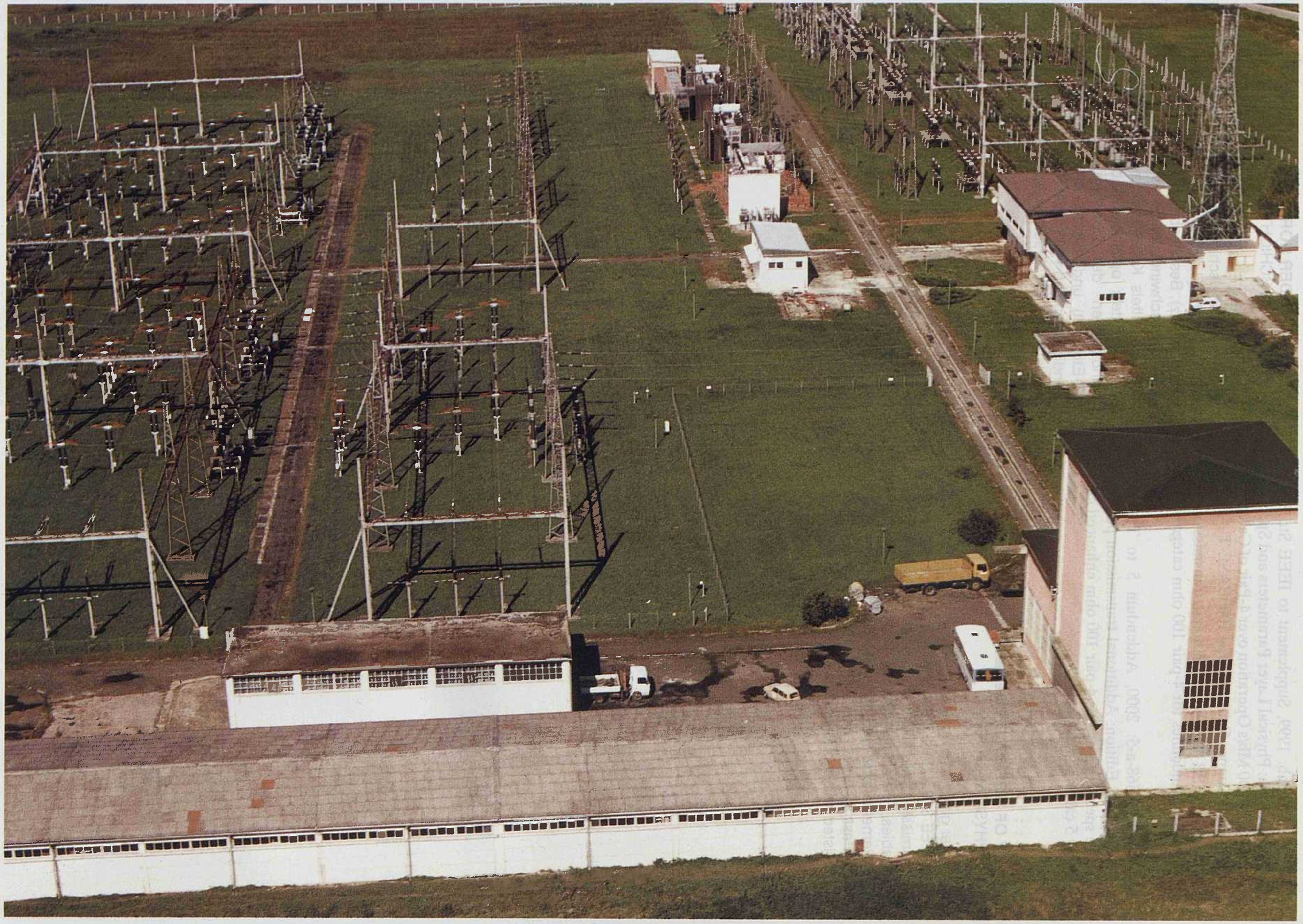
REVIEW OF IEEE 802.3/Ethernet STANDARD –
Part II: PHYSICAL LAYER

The paper gives an overview of the physical layer structure of the IEEE 802.3 LAN. Described are physical realisations of transmission capabilities of 10 Mbps (Ethernet) over coaxial cables, twisted pair cables and optical cables, as well as implementations with transmission capabilities of 100 Mbps (Fast Ethernet) and 1,000 Mbps (Gigabit Ethernet) over twisted pair cables and optical cables.

Naslov pisca:

Mr. sc. Suzana Javornik Vončina, dipl. ing.
Hrvatska elektroprivreda
Sektor za poslovnu informatiku
Ulica grada Vukovara 37
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2000-05-21.



75 GODINA ZAVODA ZA OSNOVE ELEKTROTEHNIKE I ELEKTRIČKA MJERENJA FAKULTETA ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

SVJEDOČANSTVA VREMENA I DOGAĐANJA

Tijekom 1923. godine uspostavio je doc. Josip Lončar na kraljevskoj Tehničkoj visokoj školi u Zagrebu Laboratorij za električka mjerenja i osnove elektrotehnike. Naredbom Pokrajinske uprave za Hrvatsku i Sloveniju od 4. travnja 1924. taj je laboratorij i službeno osnovan pod naslovom Laboratorij za električka mjerenja, a Odlukom profesorskog vijeća kr. Tehničke visoke škole u Zagrebu od 2. svibnja 1924. postavljen je Josip Lončar za njegova prvog Predstojnika. Tim odlukama uspostavljeni su novi odnosi na Tehničkoj visokoj školi u Zagrebu, pa se njihova provedba u organizaciji studija i izvođenju nastave u nastupajućoj školskoj godini 1924/25. već mogla osjetiti kao usmjerenje prema osamostaljivanju studija elektrotehnike. Dvadesetpet godina kasnije, u prvoj polovici 1949., uputio je Josip Lončar tadašnjem Vijeću Tehničkog fakulteta svoj pisani zahtjev da se dotadašnjem Laboratoriju pridijeli novi naslov: Zavod za osnove elektrotehnike i električka mjerenja (OEM), što je Vijeće i usvojilo na svojoj Sjednici potkraj 1949. godine. Tijekom tekuće školske godine 1949/50. dogodile su se mnoge nastavne i organizacijske promjene na fakultetu, među kojima se ponovno očituje temeljna uloga Zavoda za OEM, kao nositelja nastave za stjecanje osnovnih inženjerskih znanja na budućem Elektrotehničkom fakultetu. Šest godina kasnije, 1956. godine, stvarno se dogodilo i formalno razdvajanje zagrebačkog Tehničkog fakulteta na četiri samostalna, među kojima je tada osnovan i Elektrotehnički fakultet (ETF), s današnjim naslovom Fakultet elektrotehnike i računarstva (FER), Sveučilišta u Zagrebu.

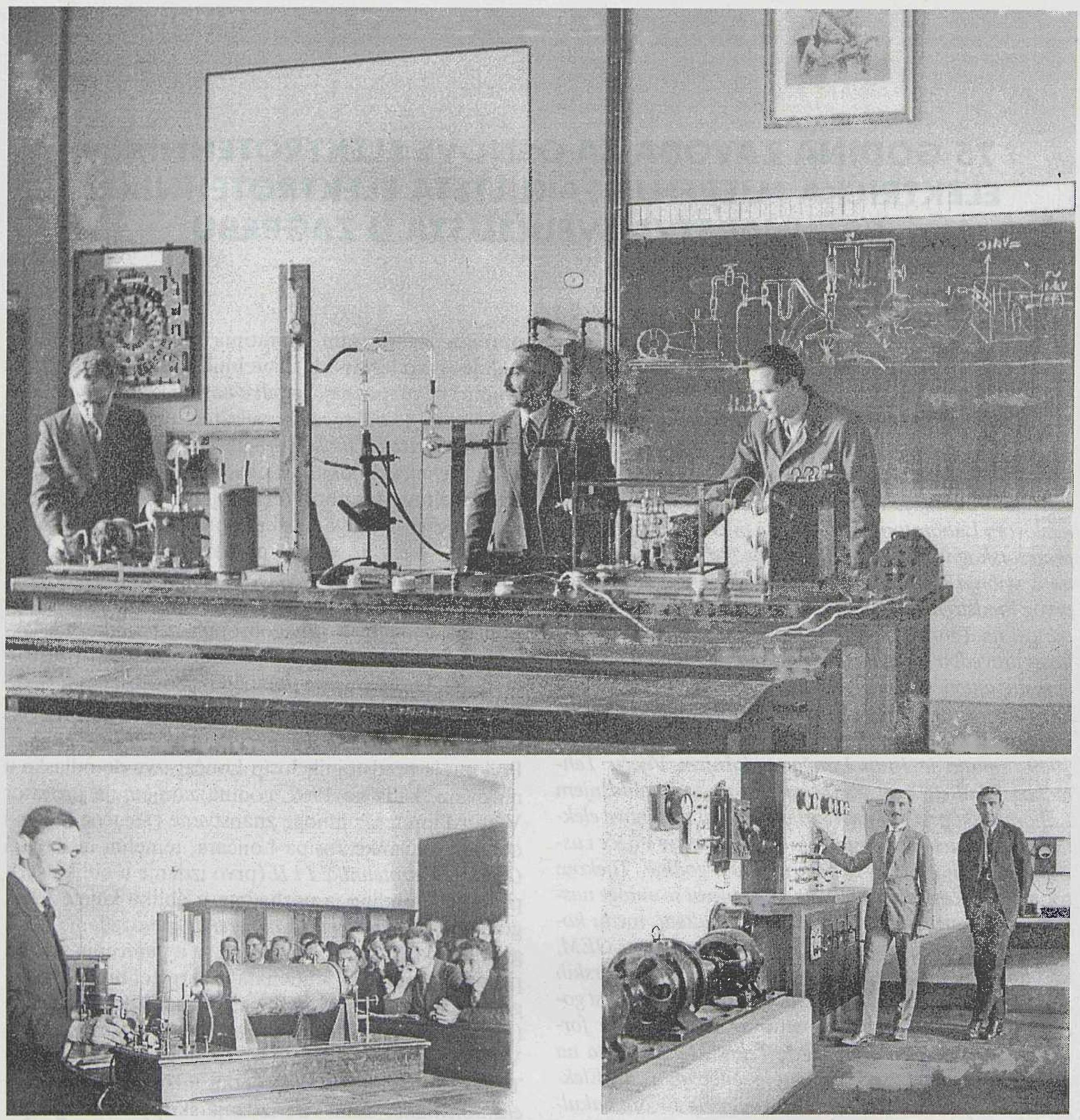
Zapisano 4. travnja 1999. godine u Zagrebu

POVIJESNI PREGLED RAZVITKA I SMJEŠTAJ ZAVODA

Zavod je utemeljen osnutkom *Laboratorija za električka mjerenja* (slika 1) naredbom Pokrajinske uprave za Hrvatsku i Slavoniju od 4. travnja 1924. godine. Mjesec dana kasnije njegovim je predstojnikom imenovan Josip Lončar, praotac studija elektrotehnike i električkih mjerenja u Hrvatskoj. Školske godine 1936/37. laboratorij mijenja naslov u *Laboratorij za osnove elektrotehnike*, a svo vrijeme profesor Lončar ga marljivo oprema suvremenim aparatima i instrumentima, surađuje s vodećim elektrotehničkim institucijama u svijetu i nove spoznaje uvodi u nastavu i znanstveni rad. *Laboratorij* je od početka smješten u prizemlju zgrade *Tehničke visoke škole* (proglašenjem od 31. ožujka 1926. *Tehničkog fakulteta*) na Wilsonovu, današnjem Rooseveltovu trgu broj 6 (u pojedinim dokumentima spominje se i druga službena adresa, Klaićeva ulica broj 2). Sastoji se od predavaonice za studente Elektro-inženjerskog odjela, dva laboratorija za vježbe iz *Električnih mjerenja*, prostorije za pokuse profesora Lončara i njegovih mnogobrojnih suradnika, nastavničkog kabineta, sobe s mjernom opremom i instrumentima te radionice i pomoćnih prostorija.

Godine 1949. *Laboratorij* postaje *Zavod za osnove elektrotehnike i električka mjerenja*, koji naslov nosi i danas. Prvi mu je predstojnik Josip Lončar, sve do odlaska u mirovinu, kada ga 1962. godine zamjenjuje profesor Viktor Pinter. Uz mnoge znanstvene i stručne knjige i objavljene članke Josipa Lončara, temeljni udžbenici *Osnovi elektrotehnike I i II* (prvo izdanje u obliku skripata 1923. godine, a posljednje u obliku knjige 1969. godine) i *Uvod u električka mjerenja* (prvo izdanje 1937. godine i posljednje 1965.) ostali su u pamćenju više od pedeset generacija studenata elektrotehnike. Mnoge generacije sjećaju se svojih nastavnika Viktora Pintera (po njegovim udžbenicima iz *Osnova elektrotehnike*), Vojislava Bege po knjizi *Mjerenja u elektrotehnici* te Tome Bosanca po izvanrednom udžbeniku *Teoretske elektrotehnike*. Osim više izdanja skripata i drugih pisanih pomagala za praćenje nastave, nastavnici Zavoda napisali su mnogim generacijama studenata i prikladne udžbenike. Studenti poslijediplomskog studija, smjera *Električna mjerna tehnika*, pamte Marijana Brezinščaka po opsežnoj knjizi temeljnog mjeriteljstva *Mjerenje i računanje u tehnici i znanosti*.

Nakon podjele *Tehničkog fakulteta* 1956. godine na četiri zasebna, od kojih je jedan *Elektrotehnički fakultet*, 1958. godine profesor Vojislav Bego, jedan od vodećih mjeriteljskih stručnjaka iz industrije, preuzima katedru *Električnih mjerenja* i u novim dvorišnim prostorijama zgrade u Savskoj cesti 16 gradi dva nova studentska laboratorija. S početkom poslijediplomskog studija, uvedenog 1961. godine, započinje i aktivno sudjelovanje nastavnika Zavoda u njegovu organiziranju i izvođenju nastave. Tako su već 1962. u Zavodu



Slika 1.

obranjena dva magistarska rada znanstvenog područja *Elektrotehnike*, izrađena pod vodstvom profesora Tome Bosanca.

Po preseljenju u novu zgradu 1963. godine, na današnjoj lokaciji u Unskoj ulici br. 3, Zavod dobiva relativno veliki laboratorijski prostor, kojeg oprema kvalitetnim uređajima i instrumentima vlastite izrade ili nabavljenim u tu svrhu. S novim nastavnim planom 1967. godine studij je organiziran u tri smjera, pa za temeljne predmete Zavoda nastupaju stanovite promjene. U nastavnom planu ETF-III, prema kojem se od 1970. godine studij i dalje izvodi u tri smjera, ozbiljnije promjene, uvjetovane tadašnjim zamahom u razvitku elektronike i računarstva, odrazile su se i na programe svih kolegija u Zavodu. Stoga su sadržaji temeljnih i nekoliko tada uvedenih izbornih predmeta, te potrebna nastavna pomagala i tehnologija izvođenja nastave i rada u laboratoriju, sustavno oplemenjeni novim sadržajima.

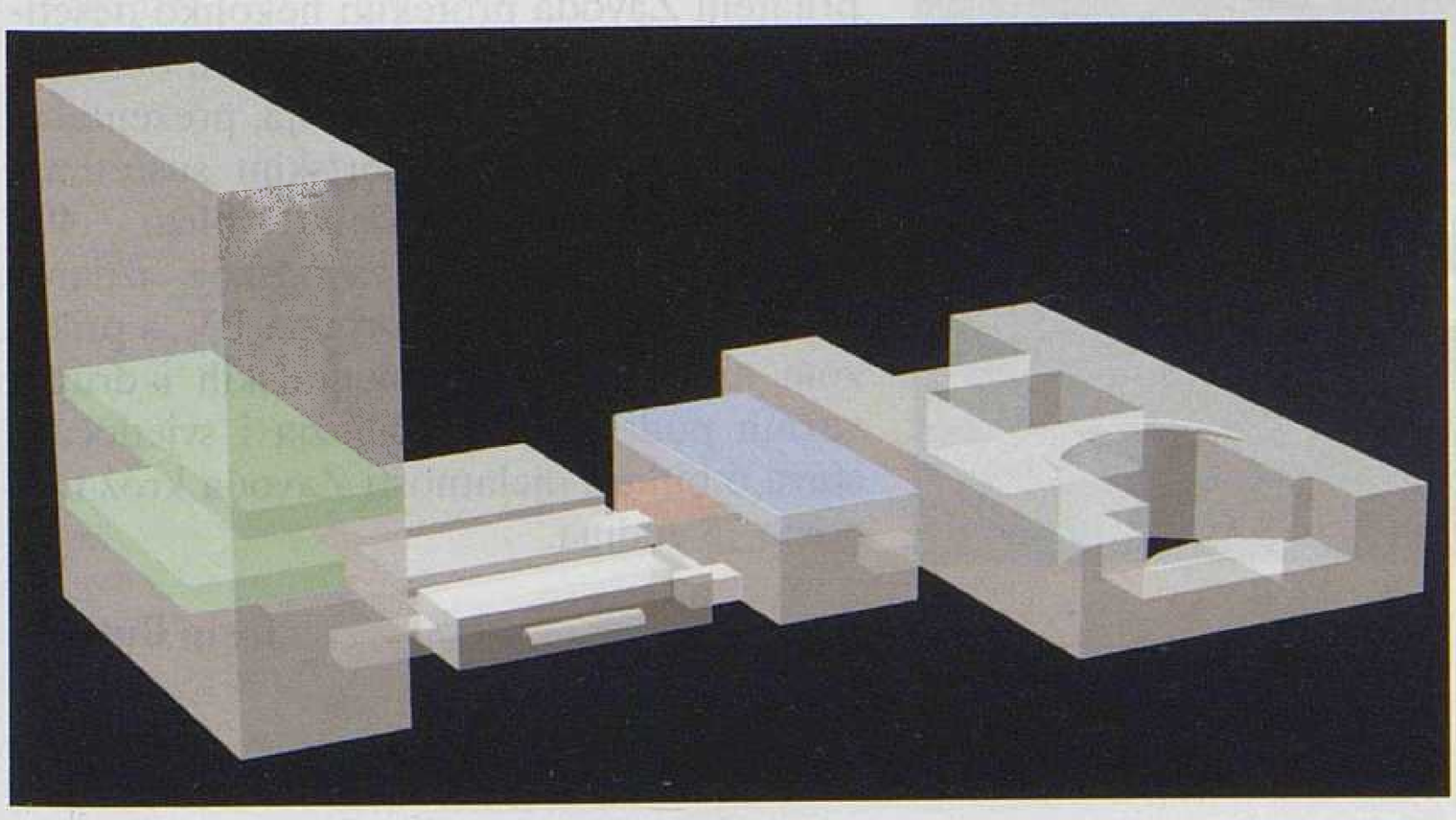
U sklopu ETF-a u Unskoj ulici Zavod u početku zaposjeda III. kat zgrade C, no kasnije se širi i u druge prostore (slika 2). Dok je laboratorij *Mjerenja* smješten u dvije (spojene) velike prostorije III. kata, laboratorij *Osnova* postavljen je u sličnim prostorijama prizemlja zgrade C, odnosno u njenom drugom katu. Godine 1972. ostvaren je bitan napredak u laboratorijskim vježbama iz *Osnova elektrotehnike* izgradnjom novog laboratorija smještenog u dvije prostorije prizemlja

zgrade A i novim konceptom laboratorijskih vježbi koje je postavio Enver Šehović u suradnji s Vladimirom Radićem i Vladimirom Livadom. Povećanje broja upisanih studenata na fakultetu uvjetuje organizaciju nastave u više turnusa i povećanje broja nastavnika u Zavodu. Istodobno, opsežna znanstvena i stručna djelatnost tih godina, uz suradnju s mnogim domaćim i inozemnim institucijama, uvjetovali su proširenje Zavoda u dio prostora u suterenu i u II. katu zgrade C, te u dvije manje prostorije uz veliki laboratorij u zgradi A. Proširenjem fakulteta nakon izgradnje zgrade D 1989. godine Zavod dobiva na raspolaganje praktički cijele prostore u III. i VI. katu zgrade C, dok su laboratoriji *Mjerenja* i *Osnova* zaposjeli cijeli III. kat zgrade A.

U nastavi opet nastupaju znatne promjene, razložite s obzirom na promjene koje su se u to vrijeme događale u tehnici i znanosti te kao posljedica povećanog broja upisanih studenata. Tako se u okviru nastavnog plana ETF-IV, 1980. godine, studij organizira u osam smjerova.

Postupnim uvođenjem nastavnog plana FER-I, koji je za prvu studijsku godinu stupio na snagu 1994/95., nastupaju stanovite izmjene u izvođenju nastave zavodskih temeljnih predmeta. To se događa u korist temeljnih znanja iz elektronike i računarstva, koji se pojačavaju u prvoj i drugoj godini studija. Sada je nastava organizirana u obliku dva međusobno povezana studija, i to: studij *Elektrotehnike* sa 6 smjerova te studij *Računarstva*. U Zavodskim okvirima, zamjetan je broj studenata koji zadnjih godina diplomiraju i magistriraju pod vodstvom nastavnika Zavoda.

Redovita i uspješna suradnja s drugim zavodima Fakulteta omogućila je našim nastavnicima da svoje predmete predaju u okviru današnjih smjerova studija na FER-u (*Elektroenergetika, Automatika, Elektrostrojarstvo i automatizacija, Radiokomunikacije i profesionalna elektronika, Telekomunikacije i informatika*). Trenutno nastavnici Zavoda sudjeluju u nastavi 5 redovitih i 5 izbornih predmeta dodiplomske nastave, 6 predmeta koji su zajednički za dodiplomski i poslijediplomski studij te 17 predmeta poslijediplomskog i doktorskog znanstvenog studija.



Slika 2.

PREDSTOJNICI ZAVODA

Prof. dr. sc. **Josip Lončar** (od osnutka *Laboratorija* do 1962.)
Prof. **Viktor Pinter,** dipl.ing. (od 1962. do 1974.)
Prof.dr. sc. **Tomo Bosanac** (od 1974. do 1982.)
Prof. dr. sc. **Vojislav Bego** (od 1982. do 1986.)
Prof. dr. sc. **Zijad Haznadar** (od 1986. do 1988. i od 1998. do 2000.)
Prof. dr. sc. **Dušan Vujević** (od 1988. do 1990.)
Doc. dr. sc. **Mladen Boršić** (od 1990. do 1994.)
Prof. dr. sc. **Josip Butorac** (od 1994. do 1998.)

ZAVODSKI ŽIVOT U STRUCI I UZ STRUKU

Današnje djelovanje Zavoda odvija se pod okriljem triju grupa predmeta, odnosno katedri: *Osnove elektrotehnike – OE, Mjerenja u elektrotehnici – MUE i Teorijska elektrotehnika – TE.*

Nasuprot heterogenosti koja bi se mogla naslućivati iz strukovne trodjelnosti i raznolikosti kadrovske strukture Zavoda, davno uvedeni običaji redovitih druženja i temeljitih ali tolerantnih rasprava o ozbiljnim temama, omogućili su kontinuitet njegova opstojanja u različitim okolnostima pojedinih vremenskih razdoblja u prošlosti. Osobito uspješnim razdobljem može se smatrati posljednjih četvrt stoljeća, kada je Zavod ostvario nekoliko ozbiljnih prodora na međunarodnoj znanstvenoj sceni i u domaćem okruženju. Prepoznatljiv je među stručnjacima po rezultatima svojih postignuća na nekoliko međunarodnih istraživačkih projekata i na petnaestak uspješno dovršenih projekata pod okriljem današnjeg Ministarstva znanosti i tehnologije, odnosno državnih i drugih domaćih sufinancijera znanstveno-istraživačkog rada u Hrvatskoj. Uz to, pojedini su radni timovi dovršili više stotina stručnih, razvojnih i istraživačkih projekata, te napisali nekoliko tisuća elaborata, znanstveno-stručnih studija i monografija. Tim se rezultatima već dugi niz godina uspješno koriste hrvatsko gospodarstvo i industrija. U pogledu organizacije, sadržaja i tehnologije izvođenja nastave, kao i u pogledu pisanih udžbenika i drugih stručnih i nastavnih pomagala, katedre su Zavoda već desetljećima prepoznatljive u domaćem okruženju i u inozemstvu, pa jednako kao i matični Fakultet predstavljaju često preslikavani "ogledni primjerak".

Unutar Fakulteta Zavod je svojim sustavnim pristupom i djelovanjem u nastavi i struci vječito zadržavao svoju ishodišnu ulogu u stjecanju temeljnih elektroinženjerskih znanja. Tu svoju primjernu ulogu dokazivao je i na području društvenih

djelatnosti koje, vezane uz struku, sežu i znatno šire izvan njenih dosega. Osobni profil zaposlenika čini Zavod prepoznatljivim po njegovim vrsnim profesionalcima na područjima koja se djelomice poklapaju ili su potpuno izvan elektroinženjerstva: fotografija, slikarstvo, jezikoslovlje, leksikografija, novinarstvo, popularizacija znanosti, glazba, različite zbirke starina i umjetnina, filatelija, numizmatika, enealogija, uzgoj bilja, genealogija, sindikalizam i demokracija, šport i rekreacija, planinarenje i različiti oblici strukovnog i socijalnog društvenog djelovanja. Stoga pojedini članovi Zavoda aktivno sudjeluju u mnogim međunarodnim i domaćim organizacijama ili su pokretači i organizatori različitih priredbi i drugih društvenih okupljanja na fakultetu i izvan njega.

Nekoliko posebnosti Zavoda za osnove elektrotehnike i električka mjerenja čine ga prepoznatljivim i u Fakultetskom okruženju, dakle u vlastitoj kući. Valja istaknuti da je u desetljeću osobito uspješnog poslovanja, 80-tih godina, Zavod uspio u cijelosti zadovoljiti svoje kadrovske potrebe, pa je kroz različite oblike sufinanciranja riješio stambene potrebe šestorice svojih zaposlenika. Briga o Zavodskoj i Fakultetskoj ostavštini, o ljudima, opremi, običajima i drugim naslijeđima, upravo su odlike što ga na Fakultetu čine prepoznatljivim. U tom svojstvu Zavod je vodio računa o povijesnim događanjima vezanim uz svoje osnutke, o 75. godišnjici osnivanja i drugim važnim zbivanjima iz svoje prošlosti. Stoga je Zavodski kolegij na nekoliko sastanaka zadnjih godina (od 1995. do 1999. godine) razmatrao mogućnosti proslave svojih važnih obljetnica, te u sklopu toga predvidio izdavanje prigodne Zavodske spomenice i održavanje središnje svečanosti negdje tijekom akademske godine 1999/2000. Uvodno su cjelokupnoj svečanosti prethodila tri obilježja što ih je Zavod priredio u zimi 1998/99. godine, posvećena jubilarnim godišnjicama života svojih profesora (80 godina - Tomo Bosanac, 75 godina - Vojislav Bego i 85 godina - Vladimir Muljević; slika 3). Takav svoj okvirni plan Zavodski je kolegij potvrdio 15. lipnja 1998. godine i upotpunio ga prijedlogom da se dan 4. travnja proglasi **Danom Zavoda za Osnove elektrotehnike i električka mjerenja** Fakulteta elektrotehnike i računarstva, što je Fakultetsko vijeće i prihvatilo svojom odlukom na 479. redovitoj sjednici, održanoj 7. srpnja 1998. godine. Na kraju valja napomenuti da u akademsku godinu 1999/2000. pada i 80. obljetnica osnutka kraljevske Tehničke visoke škole u Zagrebu, na kojoj je već školske godine 1921/22. docent Josip Lončar postavljen za nastavnika *Teoretske elektrotehnike*, tadašnjem trećem godištu.



Slika 3.

SVEČANOST OBILJEŽAVANJA 75 GODINA ZAVODA 8. SVIBNJA 2000. GODINE

Dana 8. svibnja 2000. godine svečano je na Fakultetu obilježen dvostruki jubilej Zavoda za osnove elektrotehnike i električka mjerenja (OEM). Osim uzvanika, organizatora i izvođača priredbe na svečanoj je sjednici Zavodskog kolegija bilo nazočno oko 200 sudionika, ponajviše kolega koji su bili zaposlenici, suradnici, poslovni partneri ili prijatelji Zavoda proteklih nekoliko desetljeća. Još toliko sudjelovalo ih je u obilasku zavodske izložbe i laboratorija, prezentaciji katedri i prigodnim sportskim susretima. Sudionicima je uručeno blizu 400 Spomenica u obliku zavodskog izdanja knjige od 128 stranica formata BV, s prikazom niza fotografija, biografskih i drugih važnih podataka, te obilježja i svjedočanstava o bitku i djelatnosti Zavoda kroz njegovih 75 godina.

Josip Butorac

IZ IZVJEŠĆA DRŽAVNOG ZAVODA ZA STATISTIKU

Od prvog siječnja 1997. godine primjenjuje se pri izradi statističkih izvješća nova Nacionalna klasifikacija djelatnosti NKD, utemeljena na europskoj klasifikaciji NACE, Rev 1 koja je obvezna za države članice Europske unije. Upisom u Registar svakom se poslovnom subjektu dodjeljuje sedmeroznamenkasti matični broj, a dijelu poslovnog subjekta određuje se četveroznamenkasti redni broj uz matični broj. Svim poslovnim subjektima i njihovim dijelovima dodjeljuje se i šifra djelatnosti prema NKD-u. Područje E obuhvaća:

- Odjeljak 40 – Opskrba električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom
- Odjeljak 41 – Skupljanje, pročišćavanje i distribucija vode

Statističke jedinice za mjesečna i godišnja izvješća jesu trgovačka društva razvrstana u područja C, D i E u Registru poslovnih subjekata. Pri određivanju statističkih jedinica poštivan je i teritorijani princip na razini županija, tj. jedna statistička jedinica obuhvaća samo jednu županiju, pa je Hrvatska elektroprivreda dužna ispuniti toliko izvješća koliko ima županija, iako je jedan poslovni subjekt.

Između statističkih podataka objavljenih u mjesečnim i godišnjim izvješćima Državnog zavoda za statistiku izabrani su najinteresantniji podaci za Područje E – odjeljak 40: Opskrba električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom.

Obuhvaćeni su:

- podaci o proizvodnji električne energije s indeksima fizičkog obujma proizvodnje
- podaci o neto i bruto plaći te broju zaposlenih djelatnika
- indeksi cijena industrijskih proizvoda.

Promatra se razdoblje od 1996 . do polovice 2000. godine, za koje su iskazani godišnji i mjesečni podaci.

Proizvodnja električne energije

Karakteristike proizvodnje električne energije iskazane s indeksom fizičkog obujma industrijske proizvodnje, te apsolutnim vrijednostima proizvodnje električne energije za promatrano razdoblje. Radi lakšeg sagledavanja trendova prikazani su podaci o godišnjim i mjesečnim vrijednostima za 1996., 1997., 1998., 1999. i prvu polovicu 2000. godine.

Indeksi fizičkog obujma industrijske proizvodnje za odjeljke izračunati su po Laspeyresovoj formuli. Temelj za izračunavanje indeksa su podaci o proizvodnji u naturalnom izrazu prema nomenklaturi industrijskih proizvoda i pondera za te proizvode koji predstavljaju dodanu vrijednost za jediničnu proizvodnju u kojoj se proizvod iskazuje.

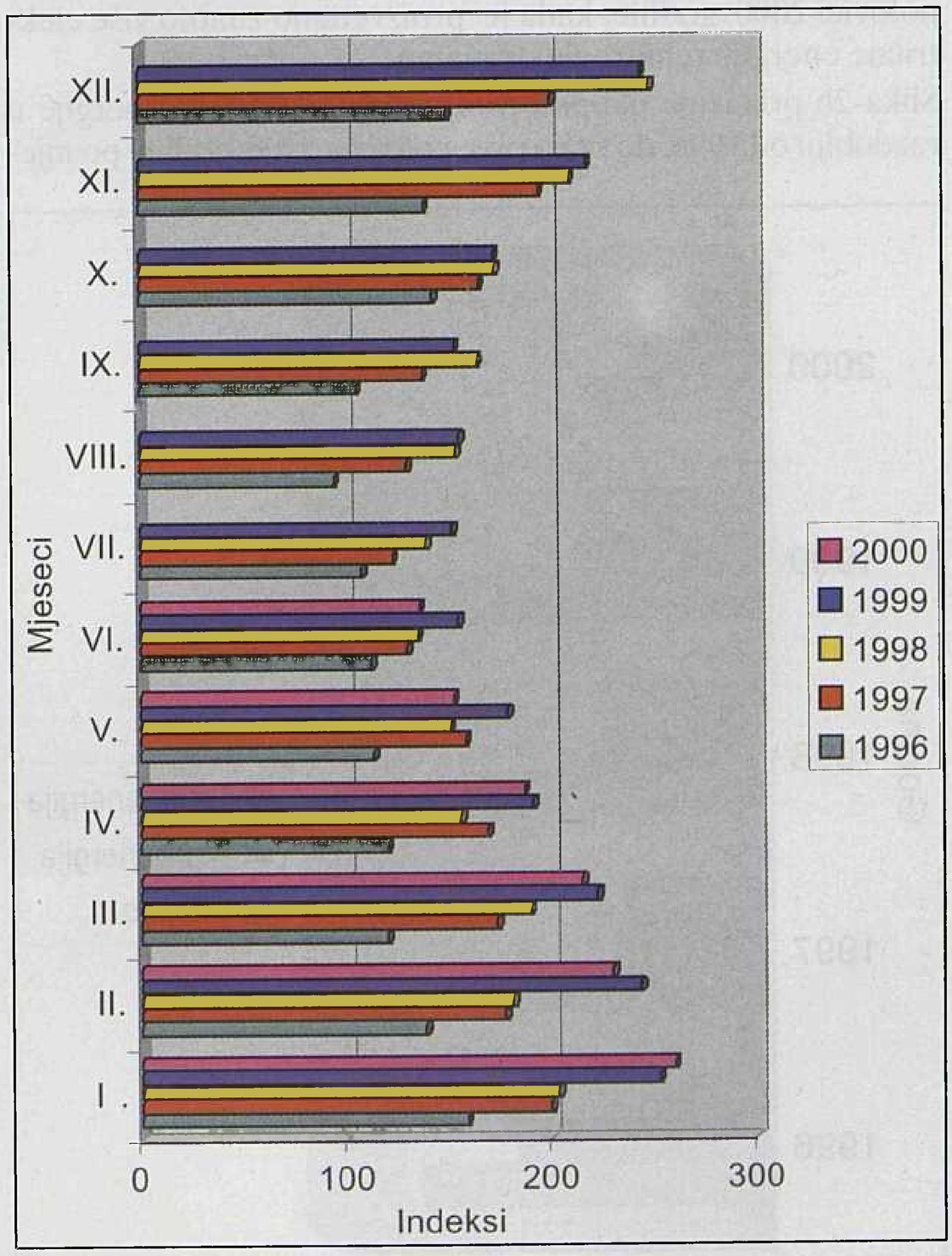
Indeksi fizičkog obujma proizvodnje za ukupno izračunati su na temelju indeksa odjeljaka i stopa kojom odjeljci sudjeluju u ukupnoj dodanoj vrijednosti u području industrije.

U tablici 1 i dijagramom na slici 1 prikazani su mjesečni indeksi fizičkog obujma proizvodnje za promatrano razdoblje od 1996. do kraja prve polovice 2000. godine. Godina 1995. uzeta je s indeksom 100.

Treba napomenuti da se indeksi odnose prema novoj klasifikaciji na opskrbu električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom (E 40).

Tablica 1 - Indeksi fizičkog obujma proizvodnje (1995. = 100)
(Izvor: Mjesečna statistička izvješća za 1996., 1997., 1998., 1999. i 2000. godinu)

Godina/ Mjesec	1996.	1997.	1998 .	1999.	2000.
I .	158 .1	199.3	203.1	252.3	259.6
II.	138.4	177.3	180.9	243.3	229.9
III.	120.2	173.6	189.5	222.5	214.9
IV.	120.6	169.0	156.2	191.2	187.0
V.	113.4	158.1	151.0	178.8	152.8
VI.	112.6	130.2	135.1	155.1	136.2
VII.	108.0	123.3	139.4	152.4	
VIII.	94.7	130.0	154.1	155.9	
IX.	105.9	138.2	164.7	153.7	
X.	142.9	165.5	173.7	173.1	
XI.	138.8	195.2	210.0	218.3	
XII.	150.7	201.1	249.2	244.8	



Slika 1 - Indeksi fizičkog obujma proizvodnje (1995.=100 %)

Za promatrano razdoblje najviši indeks ostvaren je u siječnju ove godine u iznosu od 259,6 , najniži u kolovozu1996. godine u iznosu od 94,7. Ako se promatraju mjeseci pojedinačno, viši se indeksi normalno ostvaruju u zimskom razdoblju kroz sve godine, a najniži u ljetnom.

Tablica 2 - Struktura proizvodnje električne energije (MWh) od 1996. do 2000. godine

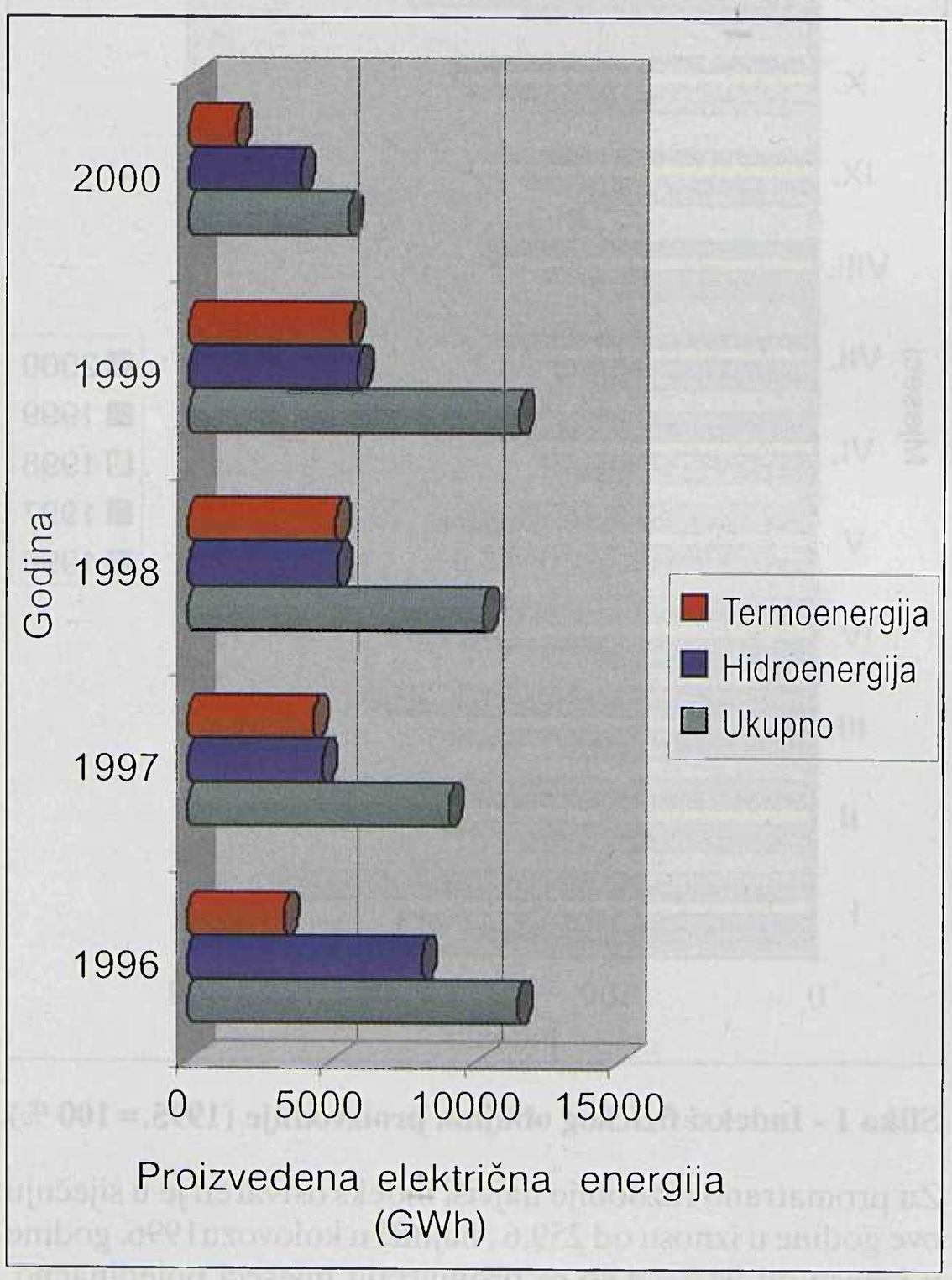
Godina	1996			1997			1998			1999			2000.		
Mjeseci	Ukupno	HE	TE	Ukupno	HE	TE	Ukupno	HE	TE	Ukupno	HE	TE	Ukupno	HE	TE
I.	1204636	928578	276049	1042000	730650	311350	935636	575153	360483	1245272	516697	728575	1321920	848409	473511
II.	1054494	727272	327222	776169	516192	259977	861484	377914	483570	1106040	513392	592648	1009643	960229	49414
III.	915902	600623	315279	718006	373923	344083	858792	301152	557640	1102058	581814	520244	963274	603750	359524
IV.	919351	694125	225226	714235	343692	370543	726690	368485	358205	9922735	629143	363592	898208	647763	250445
V.	846461	627322	237139	759619	431702	327917	738153	699617	38536	963792	635768	328024	693741	468909	224832
VI.	858342	571162	287180	651068	347073	303995	567286	311057	256229	796364	421917	374447	602892	327141	275751
VII.	823025	560168	262857	591852	265140	326712	631404	309164	322240	788436	359645	428791			
VIII.	721779	473939	247840	548288	209870	338418	812894	294167	518727	756026	321727	434299			
IX.	806929	478664	328265	605494	188493	417001	844185	317474	526711	746519	316839	429680			
X.	1089414	770883	318531	755209	186356	568853	880065	584179	295886	805267	393887	411380			
XI.	1058012	807280	250732	868306	460800	407506	1156526	554981	601545	984461	434258	550203			
XII.	1148171	897889	250282	997316	620568	376748	1230894	437516	793378	1148091	723513	424578			
Ukupno	11446516	8137905	3326602	9027562	4674459	4353103	10244009	5130859	5113150	11435061	5848600	5586461	5489678	3856201	1633477

Apsolutni iznosi proizvedene električne energije prikazani su u tablici 2 te dijagramima na slikama 2a, 2b, 2c i 2d. Prikazana je mjesečna i ukupna godišnja proizvodnja električne energije. Uz ukupnu proizvodnju prikazana je i proizvodnja u hidroelektranama i termoelektranama.

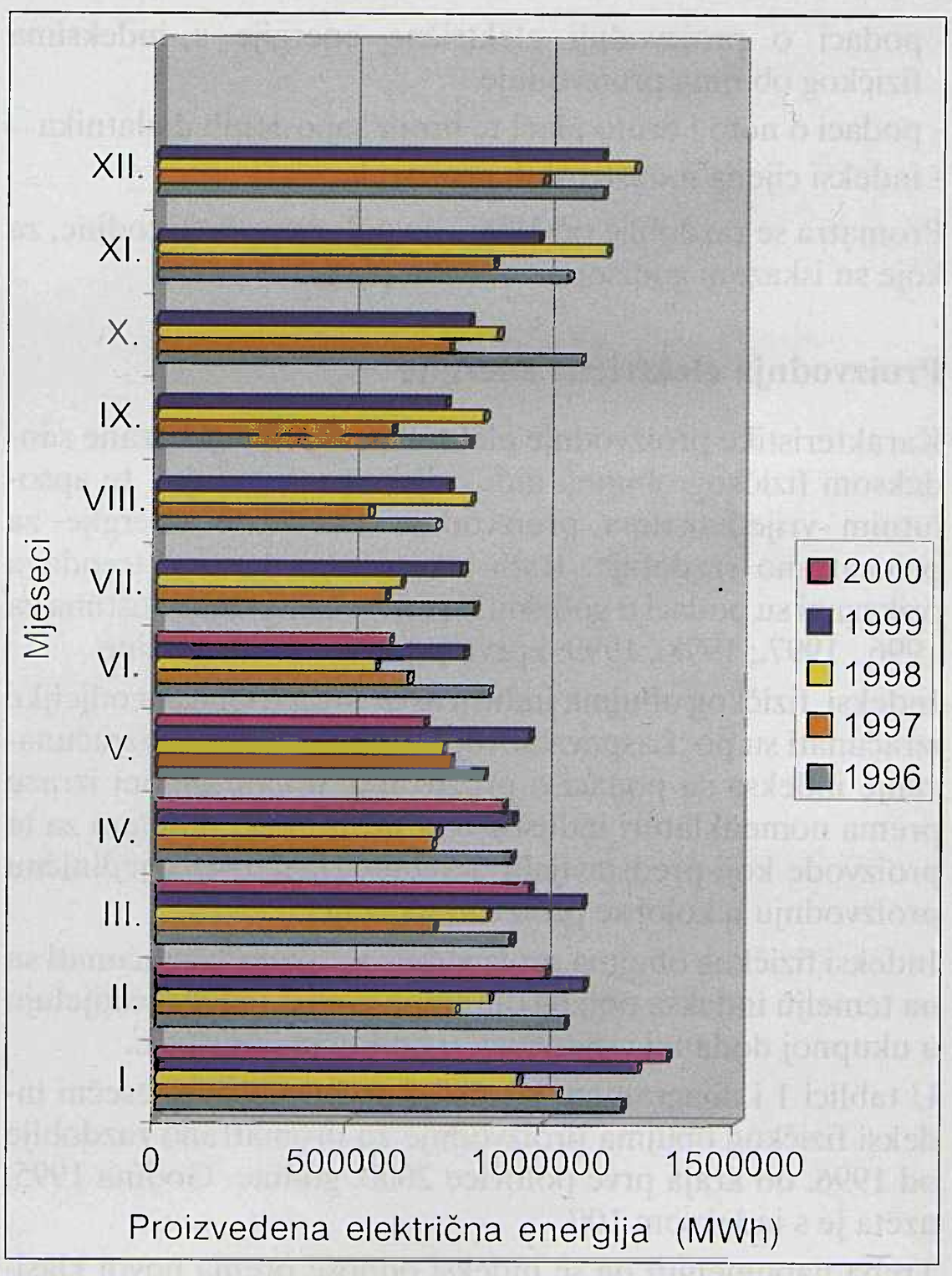
Na slici 2a prikazana je struktura proizvodnje električne energije (ukupno, hidro, termo) po godinama za razdoblje od 1996. do kraja prve polovice 2000. godine. U promatranom razdoblju proizvedena je približno ista količina električne energije u hidro i termoelektranama, osim u 1996. godini i prvoj polovici 2000. godine, kada je proizvedeno znatno više električne energije u hidroelektranama.

Slika 2b prikazuje ukupnu proizvodnju električne energije u razdoblju od 1996. do kraja prve polovice 2000. godine po mjesecima, a slike 2c i 2d prikazuju proizvodnju električne energije u hidroelektranama i termoelektranama za isto razdoblje. U promatranom razdoblju proizvodnja je imala tendenciju pada u 1997. godini, kada su ostvarene najniže vrijednosti. Ukupno proizvedena električna energija iznosila je 10244 GWh, odnosno proizvodnja u hidroelektranama 5131 GWh, a u termoelektranama 5113 GWh. Zatim slijedi lagani porast u 1998. i u 1999. godini. Ukupna proizvodnja u 1999. godini iznosila je 11435 GWh, od čega je u hidroelektranama proizvedeno 5849 GWh, a u termoelektranama 5586 GWh.

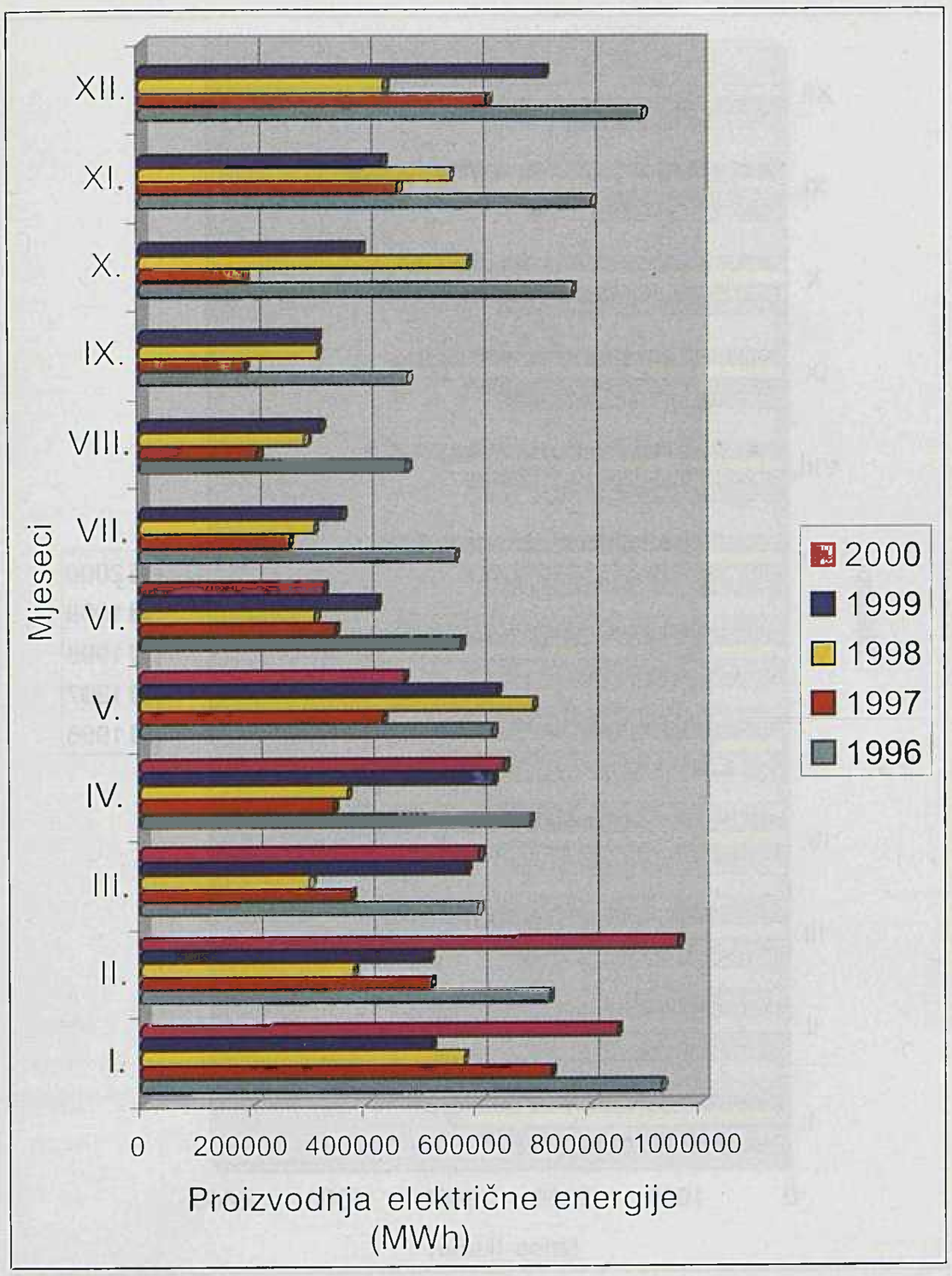
U prvoj polovici 2000. godine ostvarena je veća proizvodnja u hidroelektranama od one u termoelektranama. Hidroelektrane su u prvih šest mjeseci 2000. godine proizvele 3,86 GWh, dok je 1,63 GWh proizvedeno u termoelektranama.



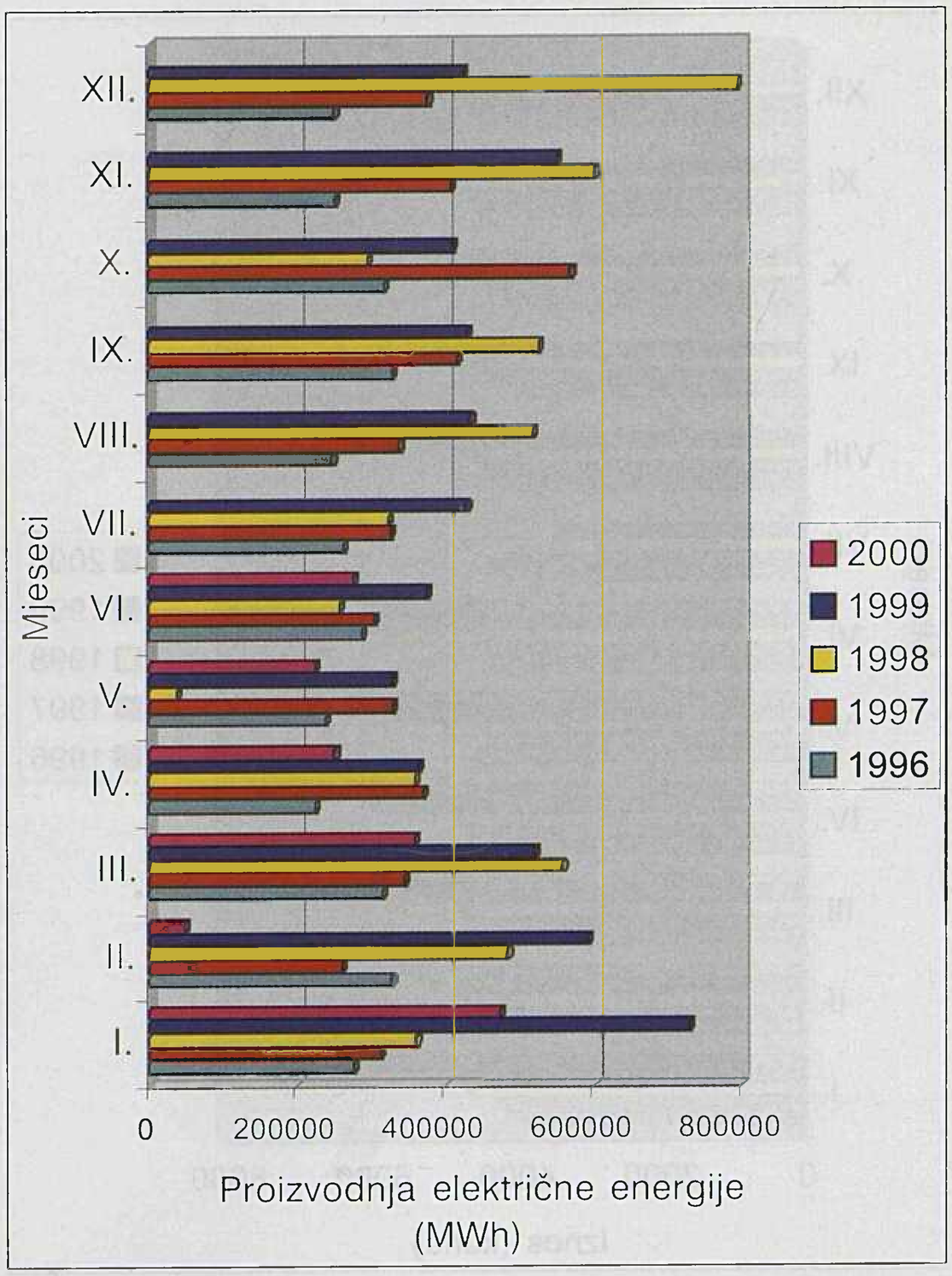
Slika 2a - Struktura proizvodnje električne energije od 1996. do 2000.



Slika 2b - Ukupna proizvodnja električne energije od 1996. do 2000.



Slika 2c - Proizvodnja u HE od 1996. do 2000.



Slika 2d - Proizvodnja u TE od 1996. do 2000.

Prosječne neto i bruto plaće

Državni zavod za statistiku u okviru godišnjih programa istraživanja prikuplja podatke putem izvješća, koji se u poslovnim subjektima popunjavaju na temelju evidencija o plaćama. Istraživanjem o plaćama zaposlenih u poslovnim subjektima obuhvaćene su neto i bruto plaće zaposlenih koji imaju zasnovan radni odnos, bez obzira na vrstu radnog odnosa i duljinu radnog vremena. U podatke o prosječnim neto plaćama od prosinca 1994. godine uključena je i naknada za topli obrok.

Mjesečna neto plaća obuhvaća plaće zaposlenih za izvršene poslove na osnovi redovitog radnog odnosa i naknade za:

- godišnji odmor
- bolovanja do 42 dana
- državne blagdane
- plaćeni dopust
- obavljanje građanskih dužnosti
- čekanje i zastoj bez krivnje zaposlenog
- odsustvo za stručno obrazovanje
- obnašanje vojne obveze.

Mjesečna bruto plaća obuhvaća sve vrste neto isplata na osnovi redovitog radnog odnosa i zakonom propisana obvezna izdvajanja, doprinose, poreze i prireze.

Prosječna neto i bruto plaća po zaposlenom izračunava se dijeljenjem ukupnih isplata s brojem zaposlenih koji su primili isplate.

Podaci o prosječnim mjesečnim neto i bruto plaćama po zaposlenom od 1996. do 2000. za područje E – odjeljak 40 prikazani su u tablici 3 te dijagramima na slikama 3a i 3b.

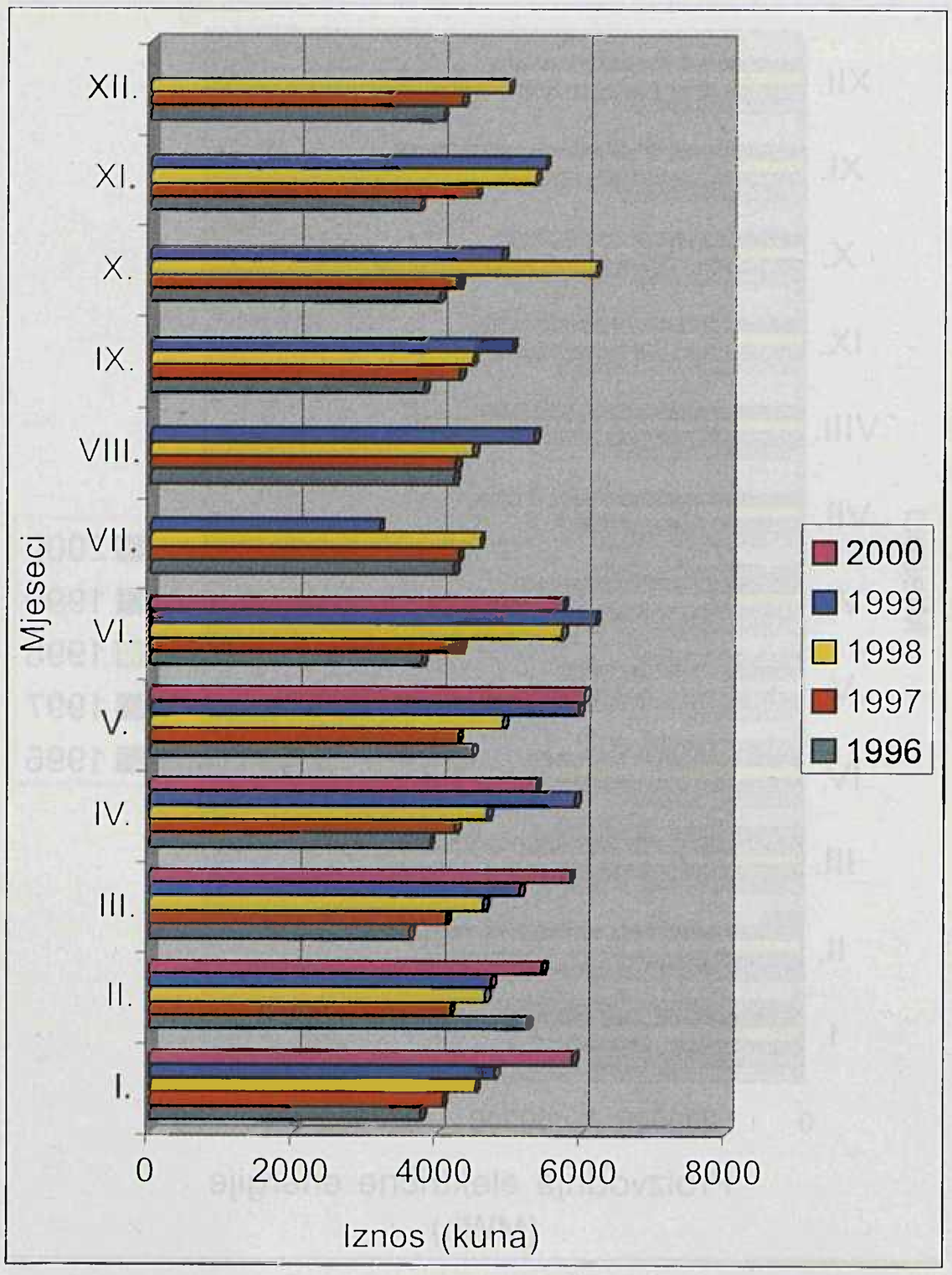
Tablica 3 - Prosječna mjesečna neto i bruto plaća (kuna) od 1996. do 2000.

Godina	1996.		1997.		1998.		1999.		2000.	
Mjeseci	Neto	Bruto	Neto	Bruto	Neto	Bruto	Neto	Bruto	Neto	Bruto
I.	2336	3775	2663	4073	2935	4530	3304	4800	3910	5884
II.	3086	5248	2709	4178	3005	4665	3281	4753	3690	5465
III.	2265	3624	2707	4135	3001	4652	3518	5140	4031	5839
IV.	2409	3898	2567	4256	3028	4699	3949	5911	3757	5365
V.	2705	4485	2792	4294	3127	4915	3969	5968	4155	6038
VI.	2352	3780	2805	4322	3644	5721	4093	6181	3372	5740
VII.	2617	4222	2784	4288	3022	4580	3530	3187		
VIII.	2588	4228	2769	4245	2973	4494	3634	5333		
IX.	2396	3800	2788	4297	2962	4473	3448	5032		
X.	2498	4009	2796	4287	3877	6182	3356	4884		
XI.	2439	3742	3034	4526	3580	5343	3800	5476		
XII.	2658	4053	2824	4334	3407	4981	3844	5748		

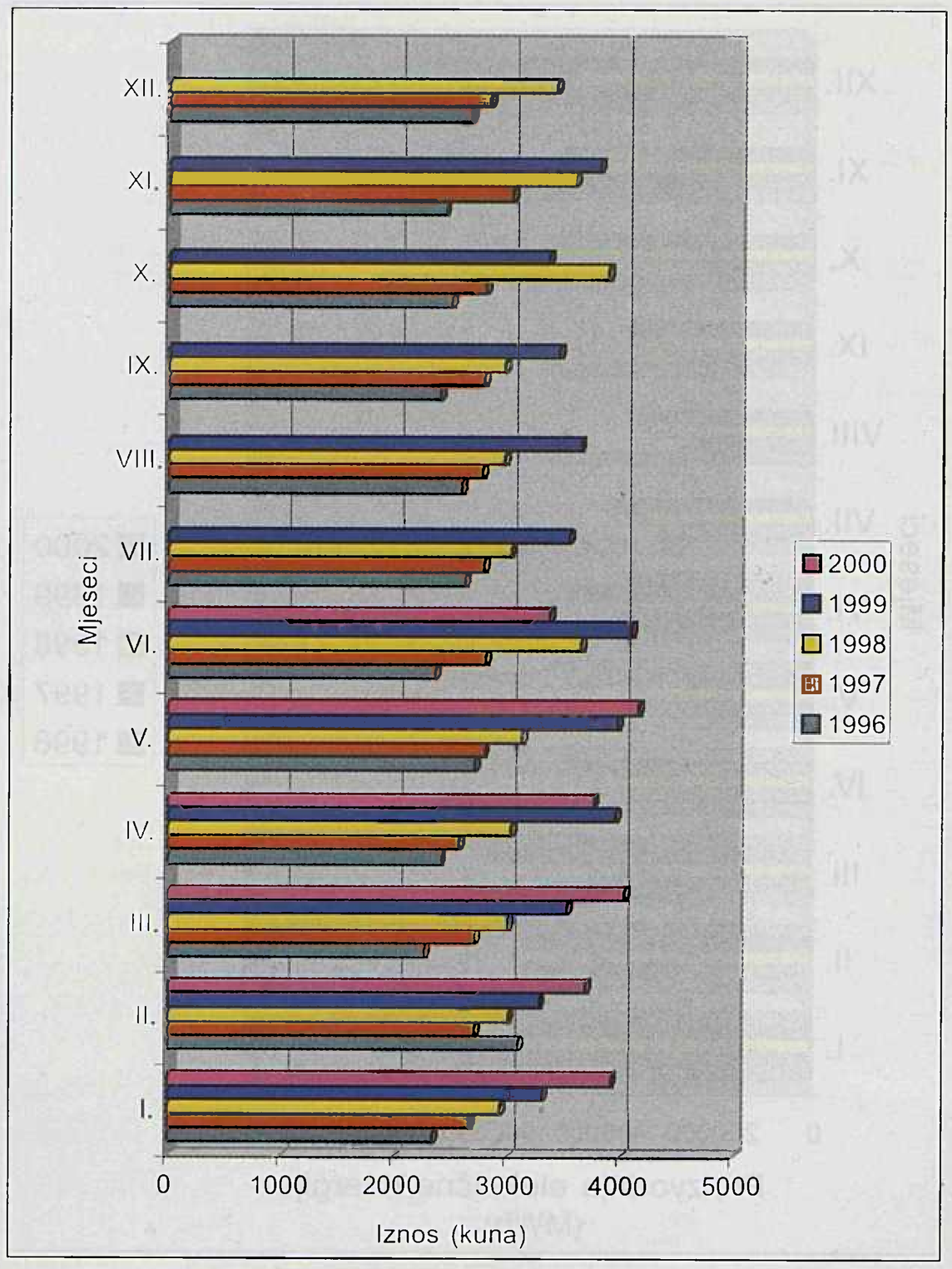
Najveća prosječna mjesečna neto plaća zaposlenih u djelatnosti opskrbe električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom (E 40) ostvarena je u svibnju ove godine u iznosu od 4155 kuna, dok je najmanja iznosila 2265 kuna u ožujku 1996. godine.

Najviša bruto plaća bila je u lipnju 1999. godine i iznosila je 6181 kunu, dok je najniža od 3624 kune zabilježena u ožujku 1996. godine.

U prvih šest mjeseci ove godine neto plaće se kreću od 3690 do 4155 kuna, dok se bruto plaće kreću od 5365 do 6038 kuna.



Slika 3a - Prosječne bruto plaće od 1996. do 2000.



Slika 3b – Prosječne neto plaće od 1996. do 2000.

Jedna dvanaestina prosječne godišnje neto i bruto plaće po zaposlenom od 1996. do kraja prvog polugodišta ove godine za područje E – odjeljak 40 prikazana je u tablici 4 te dijagramom na slici 4.

Razdoblje od 1996. do 1999. pokazuje tendenciju porasta. Tako je u 1996. godini iznosila 2529 kuna, dok je u 1999. bila 3626 kuna.

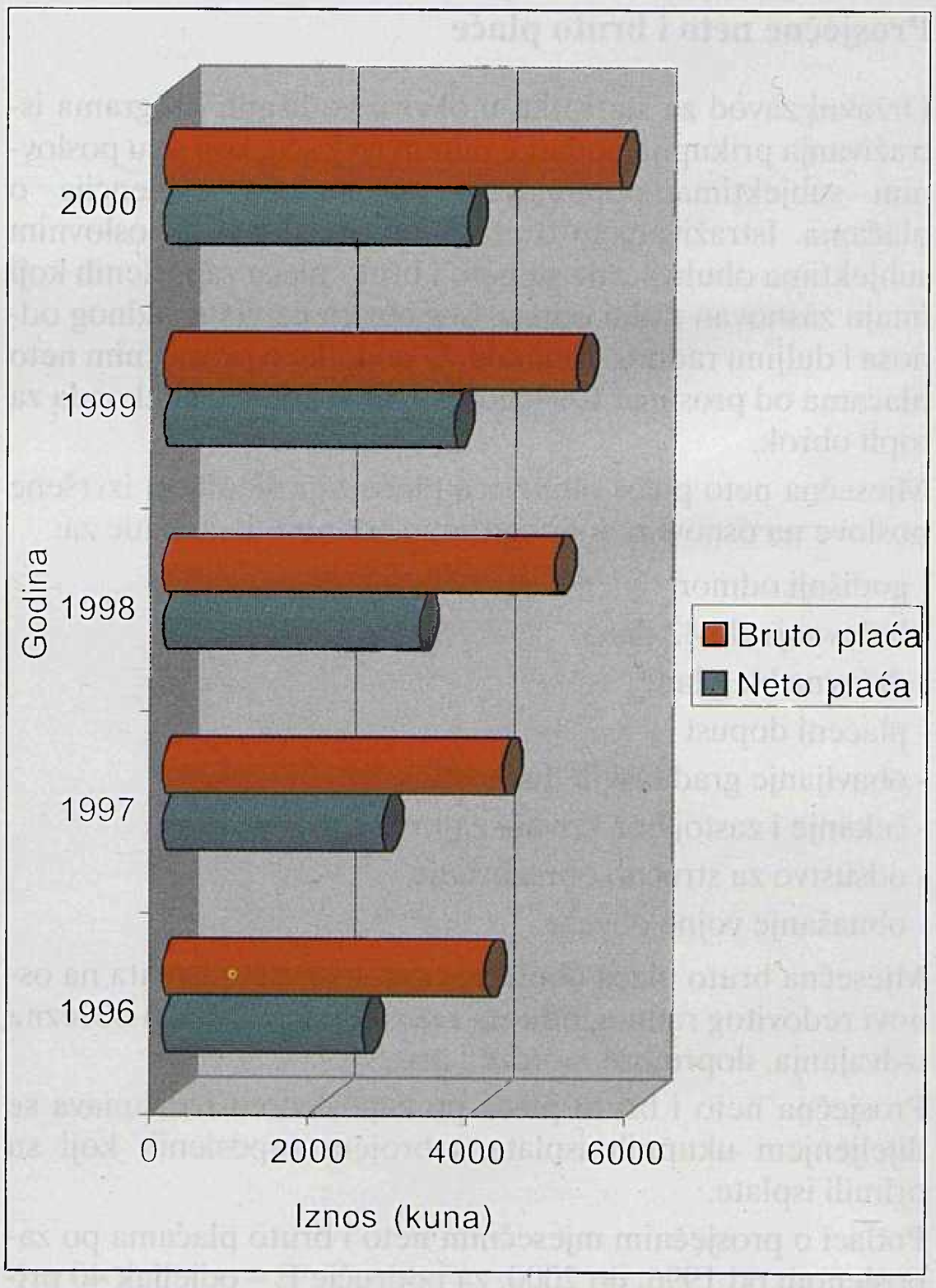
Ako se 1996. godina uzme s indeksom 100, onda u 1999. godini iznosi 143 %. U prvom polugodištu ove godine nešto je manja od istih vrijednosti za 1999. godinu te iznosi 5722 kune bruto i 3819 kuna neto za prvih šest mjeseci ove godine.

Tablica 4 - Prosječne neto i bruto plaće od 1996. do 2000.

	Prosjek (kuna)				
	1996.	1997.	1998.	1999.	2000.
Neto plaća	2529	2770	3213	3644	3819
Bruto plaća	4072	4270	4936	5201	5722

Prema definicijama, korištenim u Anketi o radnoj snazi koje se temelje na metodologiji Međunarodne organizacije rada, zaposlenici su osobe koje rade za poslodavca u državnom ili privatnom sektoru i za svoj rad primaju naknadu u novcu ili naturi. Razlikuju se od zaposlenih koji mogu biti umirovljenici, studenti, kućanice i sl.

U tablici 5 te dijagramom na slici 5 prikazan je prosječan broj zaposlenika u Području E – Opskrba električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom u razdoblju od 1997. do kraja prve polovice 2000. godine. Podaci su iskazani kao godišnji



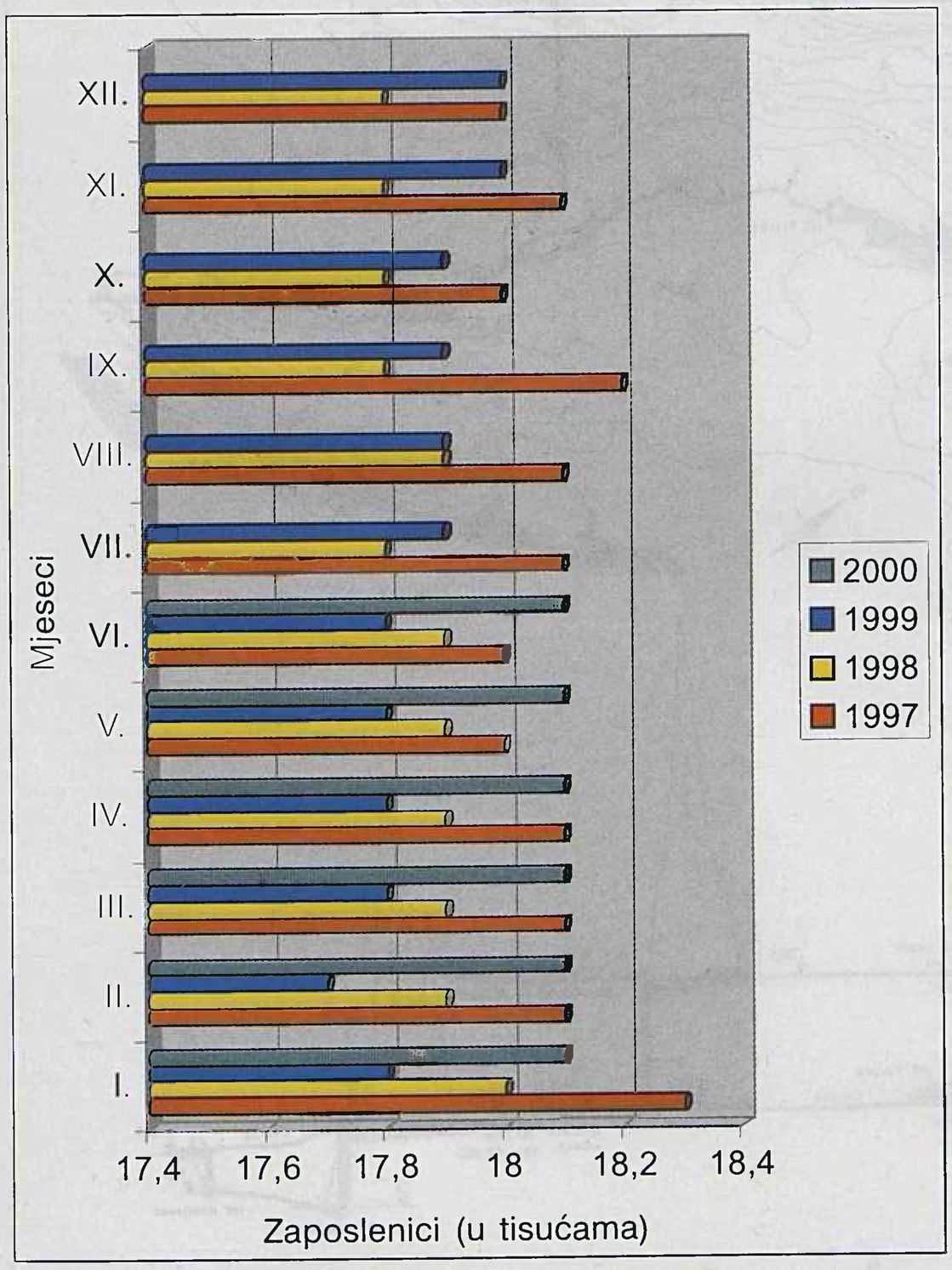
Slika 4 – Prosječne neto i bruto plaće od 1996. do 2000.

prosjek podataka prikupljenih polugodišnjim izvješćem sa stanjem 31. ožujka i 30. rujna. Podaci o zaposlenima za mjesečno stanje rezultat su obrade podataka redovnog mjesečnog izvješća.

Zaposlenici

Tablica 5 - Prosječan broj zaposlenika (u tisućama)

	Broj zaposlenika (u tisućama)			
Godina / Mjeseci	1997.	1998.	1999.	2000.
I.	18.3	18	17.8	18.1
II.	18.1	17.9	17.7	18.1
III.	18.1	17.9	17.8	18.1
IV.	18.1	17.9	17.8	18.1
V.	18	17.9	17.8	18.1
VI.	18	17.9	17.8	18.1
VII.	18.1	17.8	17.9	
VIII.	18.1	17.9	17.9	
IX.	18.2	17.8	17.9	
X.	18	17.8	17.9	
XI.	18.1	17.8	18.0	
XII.	18	17.8	18.0	



Slika 5 – Prosječan broj zaposlenika (u tisućama) od 1996. do 2000.

Kao što je iz tablice 5 vidljivo, prosječan broj zaposlenih djelatnika, u području E – 40 Opskrba električnom energijom, plinom, parom i toplom vodom (E 40), se smanjuje u 1998. godini. U siječnju 1997. bilo je zaposlenika 18,3 tisuća, dok u siječnju 1998. godine iznosi 18 tisuća zaposlenika. Do kraja godine taj broj se smanjio na 17,8 tisuća. U 1999. godini broj zaposlenika od najnižeg od 17,7 tisuća (u veljači) raste do kraja godine na 18 tisuća zaposlenika. U promatranom razdoblju broj zaposlenika se kreće u granicama od 17,7 do 18,3 tisuća zaposlenika. U prvoj polovici 2000. godine broj se nije mijenjao te iznosi 18,1 tisuću zaposlenika.

Cijene kod proizvođača

Državni zavod za statistiku od siječnja 1998. godine prikuplja cijene industrijskih proizvoda pri proizvođačima prema Nacionalnoj klasifikaciji djelatnosti i prema novoj Nomenklaturi industrijskih proizvoda i usluga, a indeks se izračunava prema područjima i odjeljcima Nacionalne klasifikacije djelatnosti.

Opći indeks cijena po područjima (E) i odjeljcima (40) utvrđuje se ponderiranim postupkom, pri čemu se za pondere uzima vrijednost proizvoda prodanih na domaćem tržištu.

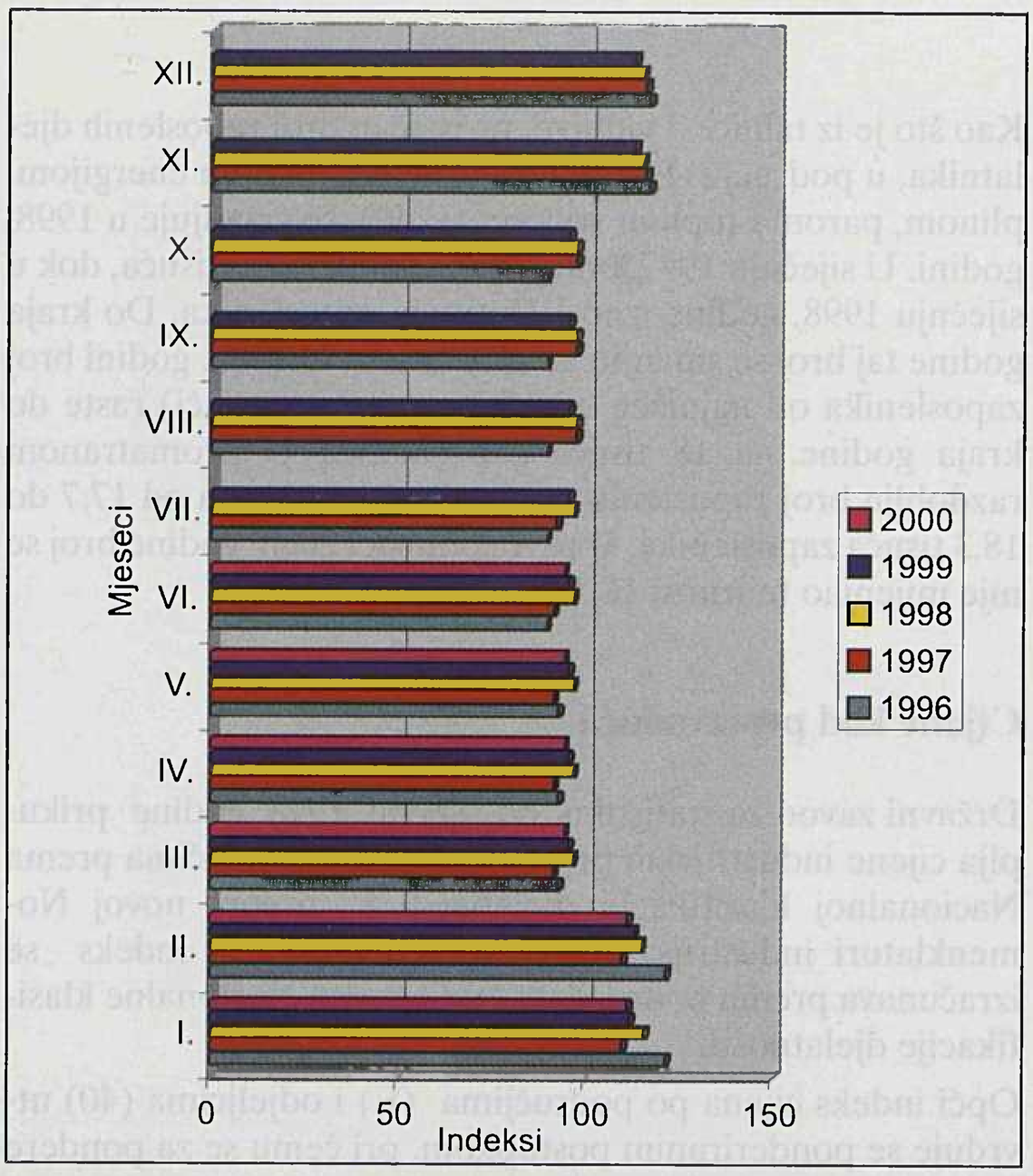
U tablici 6 te dijagramom na slici 6 prikazani su mjesečni indeksi cijena električne energije u razdoblju od 1996. do 2000. godine.

Tablica 6 - Mjesečni indeksi cijena (pri proizvođaču) od 1996. do 2000.

Godina	1996.	1997.	1998.	1999.	2000.
Mjesec	(Ø1995=100)	(Ø1996=100)	(Ø1997=100)	(Ø1998=100)	(Ø1999=100)
I.	121.4	109.8	115.6	111.7	111.2
II.	121.4	109.8	114.9	113.0	111.2
III.	92.4	91.4	96.7	95.3	94.3
IV.	92.4	91.4	96.7	95.3	94.3
V.	92.4	91.4	96.7	95.3	94.3
VI.	89.4	91.4	96.7	95.3	94.3
VII.	89.4	92.1	967	95.3	
VIII.	89.4	97.2	97.2	95.3	
IX.	89.4	97.2	97.2	95.3	
X.	89.4	97.2	97.2	95.3	
XI.	116.5	115.6	1149	112.7	
XII.	116.5	115.6	114.9	112.7	

U 1996. godini najveći indeks je iznosio 121,4 u siječnju i veljači, a najmanji u iznosu 89,4 u ljetnim mjesecima. U 1997. godini najveći indeks u iznosu 115,6 ostvaren je u studenom i prosincu, a najniži od 91,4 u razdoblju od ožujka do lipnja. U 1998. godini najveći indeks u iznosu 115,6 je ostvaren u siječnju, a najmanji od 96,7 u razdoblju od ožujka do srpnja. U 1999. godini najveći indeks cijena ostvaren je u studenom i prosincu u iznosu od 112,7, a najmanji u razdoblju od ožujka do listopada u iznosu od 95,3.

Uzevši u obzir razdoblje od 1996. do 1999. godine najveći indeks cijena ostvaren je u siječnju u 1996. godini u iznosu od



Slika 6 – Mjesečni indeksi cijena električne energije od 1996. do 2000.

121,4, a najmanji u 1997. godini, u iznosu od 91,4, u razdoblju od ožujka do listopada.

U prvom polugodištu mjesečni indeksi cijena iznosili su za siječanj i veljaču 111.2, a za razdoblje od ožujka do lipnja 94,3.

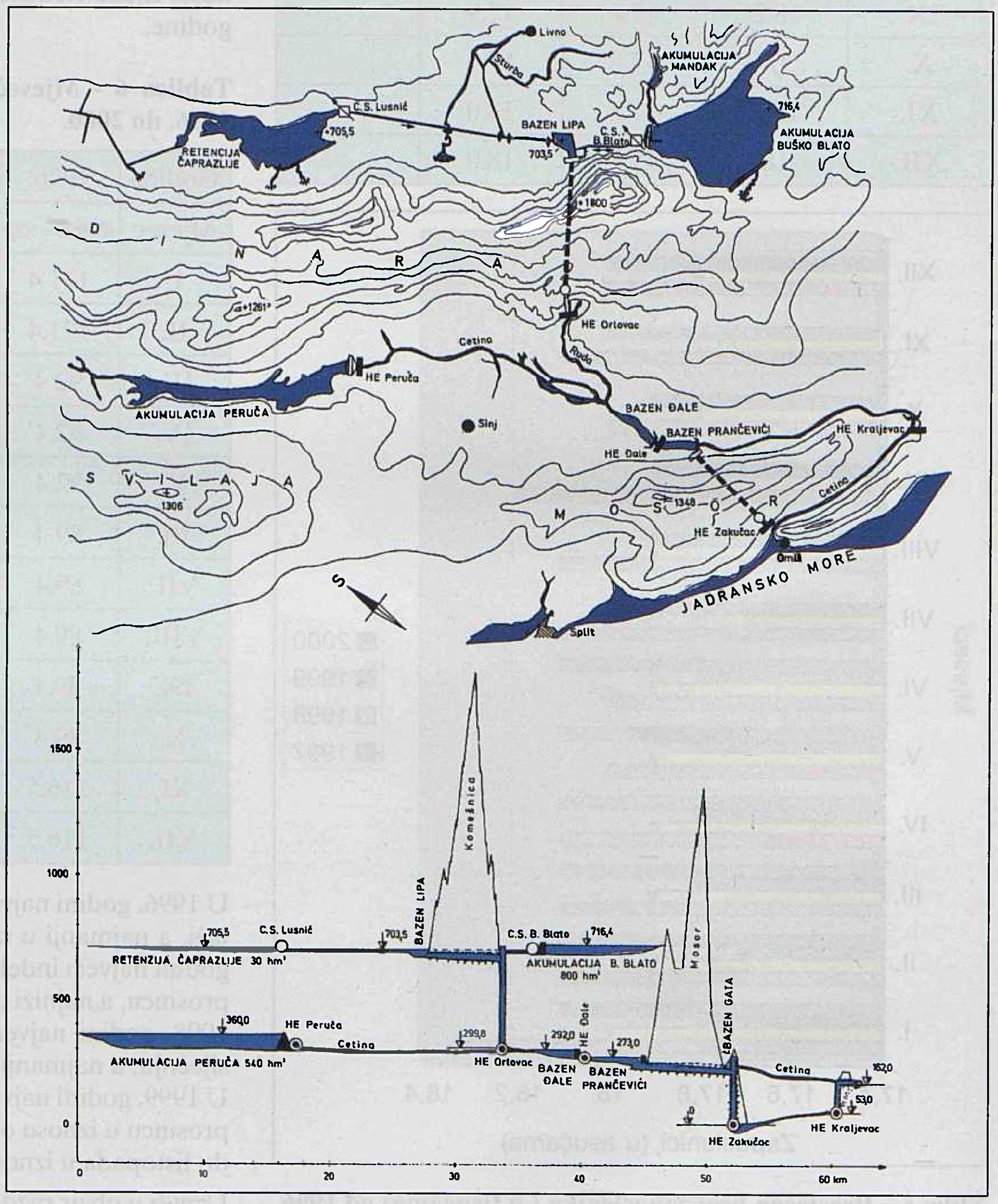
40 GODINA STATISTIČKOG PRAĆENJA HE PERUČA

HE Peruča i brana Peruča prvi su korak u realizaciji koncepcije energetskog korištenja šireg sliva rijeke Cetine. To je pribranska elektrana na rijeci Cetini, oko 14 km uzvodno od Sinja, s akumulacijom za godišnje izravnavanje protoka za nizvodne hidroelektrane na Cetini. Pregradom dobiveni pad koristi se u HE Peruča. Na slici 1 prikazana je situacija hidroenergetskog sustava Cetine, odnosno HE Peruče. Prikazivanjem uzdužnog profila predočen je visinski položaj akumulacijskog bazena Peruča u odnosu na ostale stepenice energetskog korištenja hidropotencijala šireg sliva Cetine.

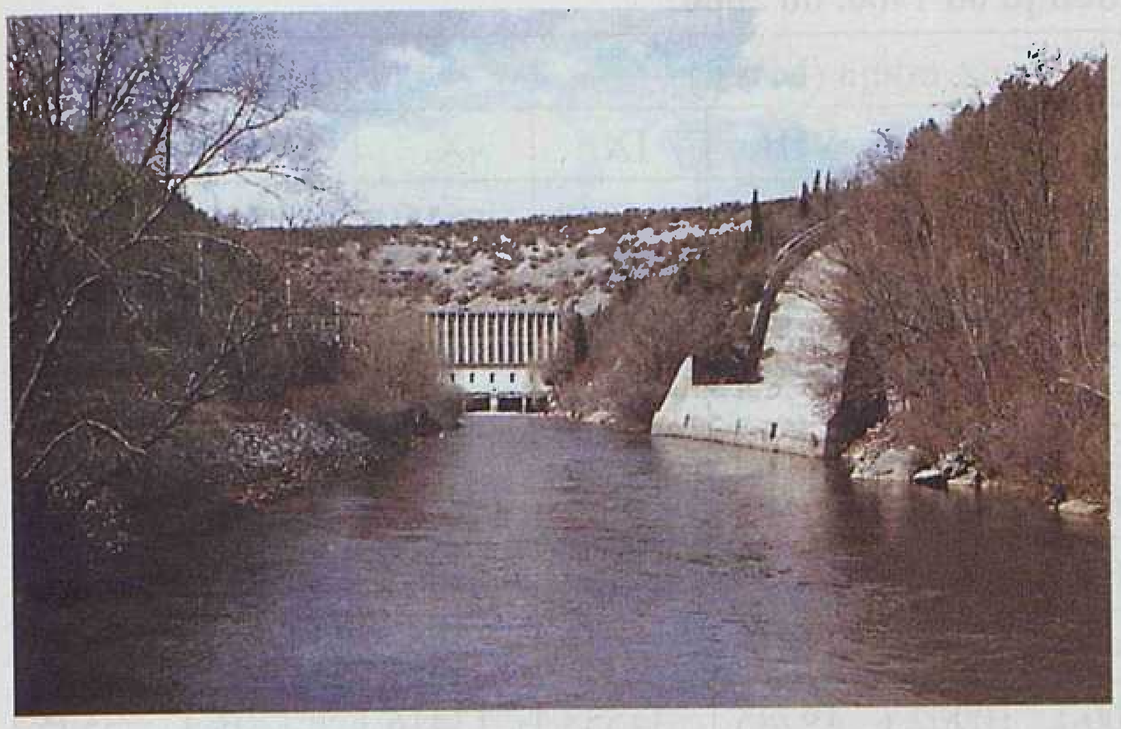
Jezero Peruča, ukupnog sadržaja 541 km^3 pri usporu vode na koti 360 m n.m., tvori gravitacijska nasuta brana. Za odvod velike vode izvedena je na lijevoj strani preljevna zapornica 5 x 10 m, čelične konstrukcije u jednom polju i kapaciteta 340 m^3/s. Osim preljevne zapornice, za odvod velikih voda izveden je i temeljni ispust kao tunel koji u luku obilazi branu s desne strane. Dovod vode do turbine izveden je tunelom koji na lijevoj obali obilazi branu s ulaznim uređajem na početku, odnosno razdjelnim cjevovodom ispred preturbinskih zatvarača. Tunel dužine 300m, ima promjer 6,7 m. Promjer razdjelnog cjevovoda se smanjuje i pred leptirastim predturbinskim zatvaračem iznosi 3,8 m. Na slici 2 prikazana je brana, strojarnica i slapište preljeva HE Peruča.

Brana Peruča teško je oštećena pčetkom 1993. godine kada je u injekcijskoj galeriji i na preljevnoj građevini brane aktiviran na pet mjesta eksploziv. Kako u svijetu nije zabilježen niti jedan primjer takvog nasilnog rušenja brane, nisu se mogla koristiti svjetska iskustva pri saniranju oštećenja. Radi toga su se morali provesti opsežni istražni radovi da se utvrde oštećenja i odabere način sanacije. U jesen 1995. godine oštećenja su sanirana i brana je ponovno u punoj svojo funkciji.

Strojarnica s pomoćnim prostorijama i rasklopno postrojenje smješteni su ispod brane. Za srednji neto pad od 41 m i instalirani protok 120 m^3 ugrađena su dva agregata vertikalne izvedbe s Francis turbinama. Kako je osnovna funkcija akumulacije Peruča izravnanje voda za nizvodna, energetski vrednija postrojenja, rad agregata HE Peruča određen je tim zahtjevom. Osnovni podaci prikazani su u tablici 1.



Slika 1 - Situacija i uzdužni profil hidroenergetskog sustava Cetine



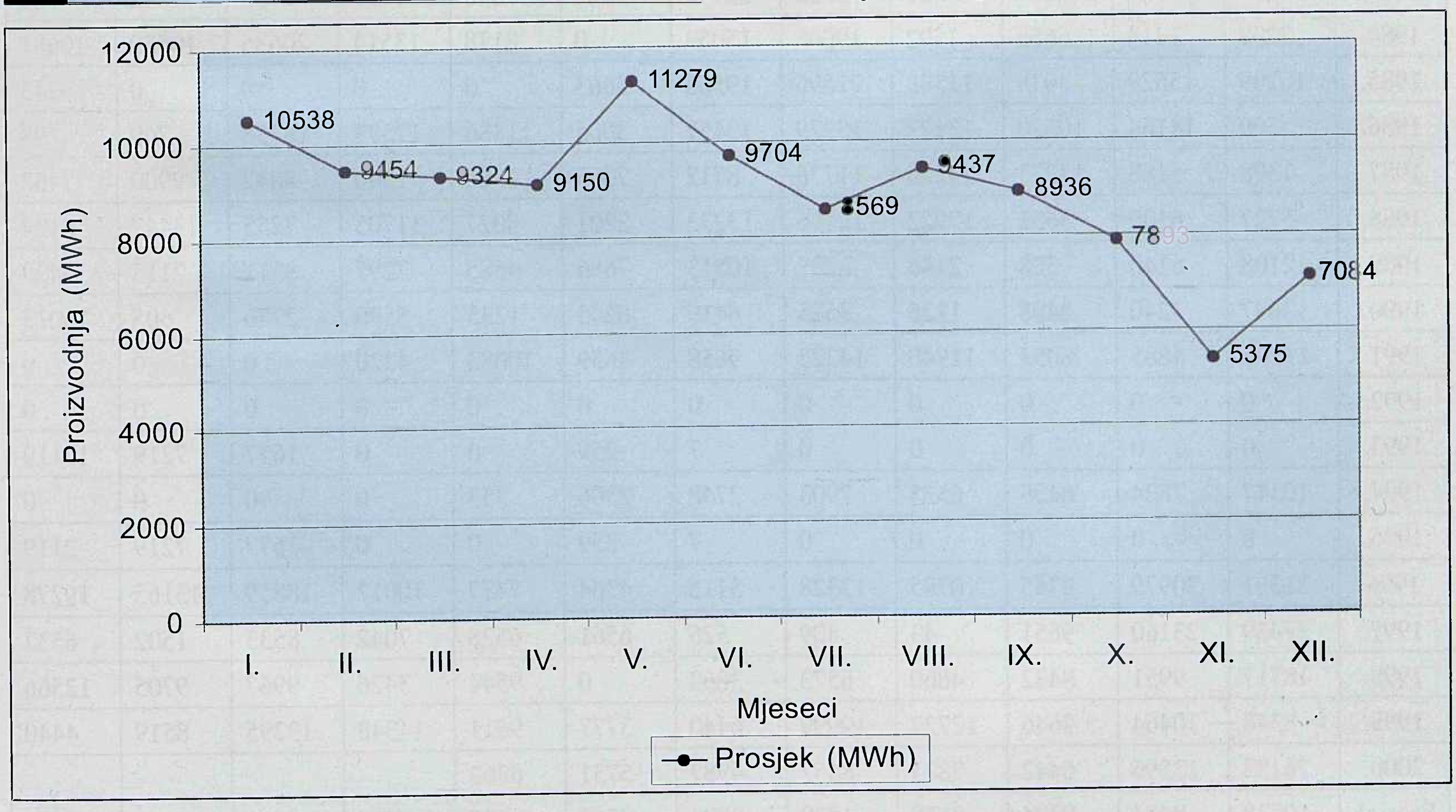
Slika 2 - HE Peruča - brana i strojarnica

Tablica 1 - HE Peruča - Osnovni podaci

Akumulacija		
	Uspor	
	- maksimalni radni (m n. m.)	360,0
	- maksimalni preljevni (m n. m.)	361,2
	- minimalni radni (m n. m.)	320,0
	Volumen	
	- maksimalnog uspora (hm^3)	541,249
	- minimalnog uspora (hm^3)	31,914
	- korisni (hm^3)	509,335
	Energetska vrijednost korisnog volumena akumulacije (GWh) na pragu:	
	HE Peruča	45,0
	HE Zakučac	295,0
	HE Peruča + HE Zakučac	340,0
Hidroelektrana		
	Bruto padovi (m)	55,14/44,34/15,14
	Konstruktivni pad turbine (m)	41
	Srednje energetski ekvivalent (kWh/m^3)	0,089
	Broj agregata	2
	Snaga turbina (MW)	21,3
	Snaga generatora (MVA)	26
	Faktor snage (cos ö)	0,80
	Instalirana snaga elektrane (MW)	41,6
	Instalirani protok (m^3/s)	2 x 60
	Brzina vrtnje agergata (min^{-1})	187,5
Energija		
	Maksimalna godišnja (GWh)	179,7
	Minimalna godišnja (GWh)	11,3
	Prosječna godišnja (GWh)	106,7

Generator je snage 26 MVA i cosö = 0,8. Generatorski napon je 10,5 kV, broj polova 32 i brzine 187,5 min^{-1}. Za regulaciju napona služi amplidinska regulacija. Generatori su u blok-spoju s transformatorima prijenosnog omjera 10,5/115,5 kV i snage 26 MVA. Dalekovodom 110 kV povezana je HE Peruča s mrežom preko čvorišta 380/220/110 kV Konjsko. Također je na sabirnice 110 kV vezan mrežni regulacijski transformator snage 12,5 MVA, prijenosnog omjera 11012%/31,5 kV preko kojeg se mrežom 30 kV napajaju okolna naselja Sinj, Vrlika i vlastita potrošnja elektrane.

U tablici 2 te dijagramom na slici 3 prikazana je po godinama prosječna mjesečna proizvodnja električne energije HE Peruča u razdoblju od 1960. do 2000. godine. Elektrana je stavljena u pogon u rujnu 1960. godine, pa su prikazani podaci do rujna 2000. godine.



Slika 3 - HE Peruča - Prosječna mjesečna proizvodnja od 1960. do 2000.

Tablica 2 - HE Peruča - Prosječna mjesečna proizvodnja u razdoblju od 1960. do 2000.

Mjesec / Godina	Prosječna mjesečna proizvodnja (MWh)											
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
1960.									1848	5150	12552	23167
1961.	27505	20831	9183	5384	1530	1137	10515	14880	8225	322	596	7170
1962.	19961	12156	2375	19792	12255	9779	9435	15703	12972	3759	8250	2310
1963.	13527	18214	10443	16349	11997	13453	13287	14210	21516	12009	0	553
1964.	8713	8919	3826	3607	18861	11860	5248	7506	9488	708	220	15228
1965.	20447	19827	20107	11546	14058	17782	20005	19148	12985	0	0	1916
1966.	10498	4831	17341	7961	13220	12842	12247	14877	15710	4997	2599	18493
1967.	17025	13173	13924	8611	14200	12800	10902	19785	11553	13416	0	3525
1968.	5321	3075	11285	6805	9320	2969	10364	13405	13474	16055	28	2047
1969.	4562	3451	17349	14636	21649	10236	14703	18320	15930	15713	1115	2030
1970.	65	14601	34950	29499	21271	11650	11782	13750	19655	14167	4039	4241
1971.	681	2426	8423	9882	13631	10717	12883	15695	13220	9502	1220	6770
1972.	4090	2204	8695	11825	14990	11025	11699	11580	11490	13620	5730	7535
1973.	3430	1905	5432	1460	3000	2007	5040	6969	3081	3194	2205	0
1974.	49	528	3757	10313	4165	9045	11583	9879	12747	23134	26189	14147
1975.	16727	9002	6661	724	4890	6820	4874	8604	13040	8700	7882	8918
1976.	9131	9637	10470	6006	14267	16731	14840	11015	5548	1687	9825	23758
1977.	24434	11347	16420	19473	13236	14036	14505	9296	6561	12388	5662	4176
1978.	2872	10937	25390	18250	26941	20449	19011	17866	7416	9009	6266	1783
1979.	3669	8162	12315	16343	16127	10310	11553	15857	13157	5467	4804	9561
1980.	15275	16338	3717	15542	23770	16949	16573	9082	7667	13315	9309	15314
1981.	20367	9851	3991	9228	8526	11808	14492	9392	6882	6882	6749	829
1982.	13687	20656	8079	1643	6182	10709	18102	7980	3686	2070	8214	2814
1983.	18163	13842	12894	4881	6722	22740	9322	7646	7477	2468	1812	969
1984.	2238	1214	6685	1592	19005	15053	0	8178	13514	20635	10559	10681
1985.	10209	15529	4039	11543	21696	19563	5663	0	0	0	0	243
1986.	309	14164	10520	13172	15779	13457	3005	11486	17377	16758	769	98
1987.	1308	5188	14773	14226	11776	8712	7065	4582	7590	8042	9900	7462
1988.	5727	6100	8691	17922	12196	13233	2201	5027	11705	7255	13447	8124
1989.	12108	6140	328	2146	2297	10513	7686	4585	7297	8511	7115	6429
1990.	3697	3240	2488	1126	3525	6419	6243	1235	5590	2776	605	16013
1991.	13205	4885	8053	11940	14322	9658	4659	10083	4220	0	0	0
1992.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1993.	0	0	0	0	0	7	259	0	0	1677	7219	12119
1994.	10447	7824	6458	6535	7903	2748	2306	353	0	0	0	0
1995.	0	0	0	0	0	7	259	0	0	1677	7219	2119
1996	21391	20979	9745	10785	12328	5115	4364	7477	10012	18859	13165	19278
1997.	27439	23160	9651	43	409	525	6561	6528	7042	8533	1502	6537
1998.	18717	9951	8432	4660	6573	3862	0	9544	3426	9967	9705	12566
1999.	8348	10464	9646	12722	19999	6440	3777	9611	14348	13295	8519	4440
2000.	26192	13395	6442	7825	8557	4987	5731	6362				
Prosjek	10538	9454	9324	9150	11279	9704	8569	9437	8936	7893	5375	7084

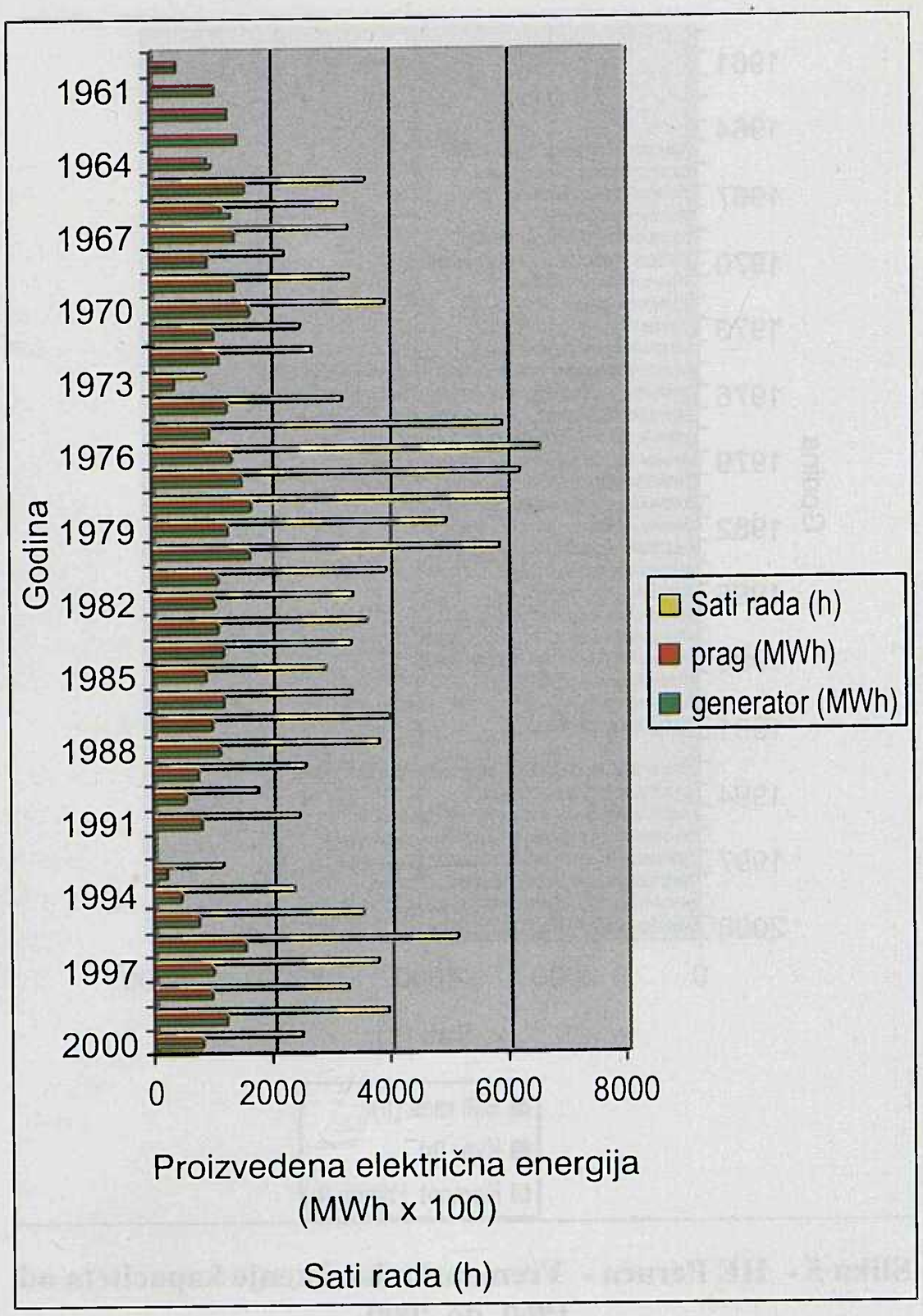
Tijekom 40-godišnjeg rada ostvarena je prosječna mjesečna proizvodnja električne energije HE Peruča u iznosu od 8895 MWh. Najviša prosječna mjesečna proizvodnja električne energije ostvarena je u mjesecu svibnju u iznosu od 11279 MWh, dok je najniža ostvarena u studenome u iznosu od 5375 MWh. Treba napomenuti da u razdoblju od 1991. do 1993. godina za vrijeme rata elektrana nije proizvodila električnu energiju.

Prema statističkim podacima, korištenje kapaciteta HE Peruča tijekom 40-godišnjeg rada prikazano je u tablici 3 te dijagramima na slikama 4, 5, 6 i 7. Prikazana je proizvodnja na generatoru i pragu elektrane, te sati rada, trajanja kvara i sati remonta i njege.

Tablica 3 - HE Peruča - Korištenje kapaciteta od 1960. do 2000.

Godina	Proizvodnja električne energije na:		Sati rada	Kvar	Remont i njega
	generatoru (MWh)	na pragu (MWh)	(h)	(h)	(h)
2000.	79491	79257	2476	0	3379
1999.	121609	121216	3938	0	418
1998.	97403	97042	3260	329	938
1997.	97930	97666	3766	0	540
1996.	153498	153274	5116	0	0
1995.	75557	75541	3525	672	624
1994.	44574	44574	2373	672	0
1993.	21388	21388	1153	4619	0
1992.	0	0	0	0	0
1991.	81025	80781	2453	0	12
1990.	52957	52626	1748	0	1706
1989.	75163	74809	2544	0	348
1988.	111626	111205	3800	0	680
1987.	98305	97900	3996	0	328
1986.	118092	117686	3349	96	1160
1985.	88485	88096	29100	35	1542
1984.	117532	117171	3332	20	341
1983.	108936	108562	3608	0	424
1982.	103395	102985	3371	0	522
1981.	108997	107591	3927	0	44
1980.	162851	162399	5861	0	241
1979.	127325	126870	4952	0	554
1978.	166190	165782	6020	0	216
1977.	151534	147976	6193	0	0
1976.	132915	132182	6558	0	56
1975.	96842	96498	5913	0	0
1974.	125641	125298	3207	0	0
1973.	37723	37101	898	0	0
1972.	113025	112694	2692	0	0
1971.	104879	104557	2497	0	0
1970.	165406	165087	3939	0	0
1969.	139830	139493	3329	0	0
1968.	94078	93788	2240	0	0
1967.	138702	138453	3318	0	0
1966.	135078	118961	3140	0	0
1965.	157627	157537	3603	0	0
1964.	100866	94027			
1963.	145529	144903			
1962.	128747	128233			
1961.	107278	106849			
1960.	42717	42546			
Ukupno	4232550	4290604	151195*	6443*	14073*

* bez podataka za razdoblje od 1960. do 1964. godine.



Slika 4 - HE Peruča - Proizvodnja električne energije od 1960. do 2000.

Kao što je vidljivo iz dijagrama na slici 4, najveća proizvodnja na generatoru ostvarena je u 1978. godini u iznosu od 166,2 GWh, odnosno na pragu elektrane 165,8 GWh.

Najmanja proizvodnja ostvarena je 1973. godine na generatoru 37,7 GWh te na pragu 37,1 GWh. U 40-godišnjem razdoblju ova hidroelektrana je proizvela 4203 GWh. Proizvodnja bi bila i veća da nije bilo poteškoća koje su je zadesile tijekom rata.

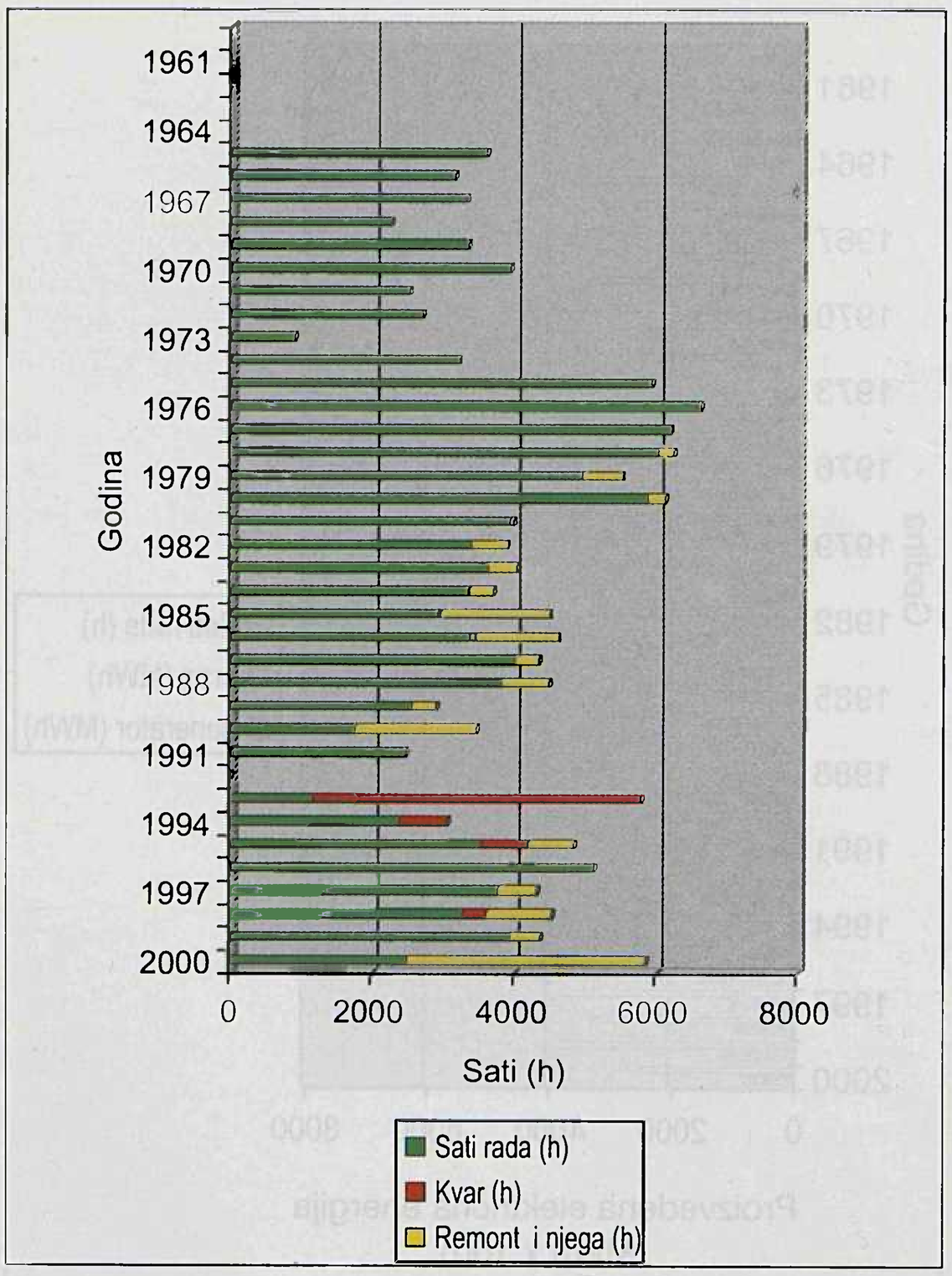
Na dijagramima na slikama 5, 6 i 7 prikazano je vremensko korištenje kapaciteta hidroelektrane.

Zabilježeni ukupni sati rada tijekom 35 godina rada iznose 191195 sati. Tijekom prvih pet godina rada nisu zabilježeni niti radni sati, a niti podaci o kvaru i njezi. Vjerojatno je da tih početnih godina rada nije bilo kvarova, a nije bila ni potrebna posebna njega.

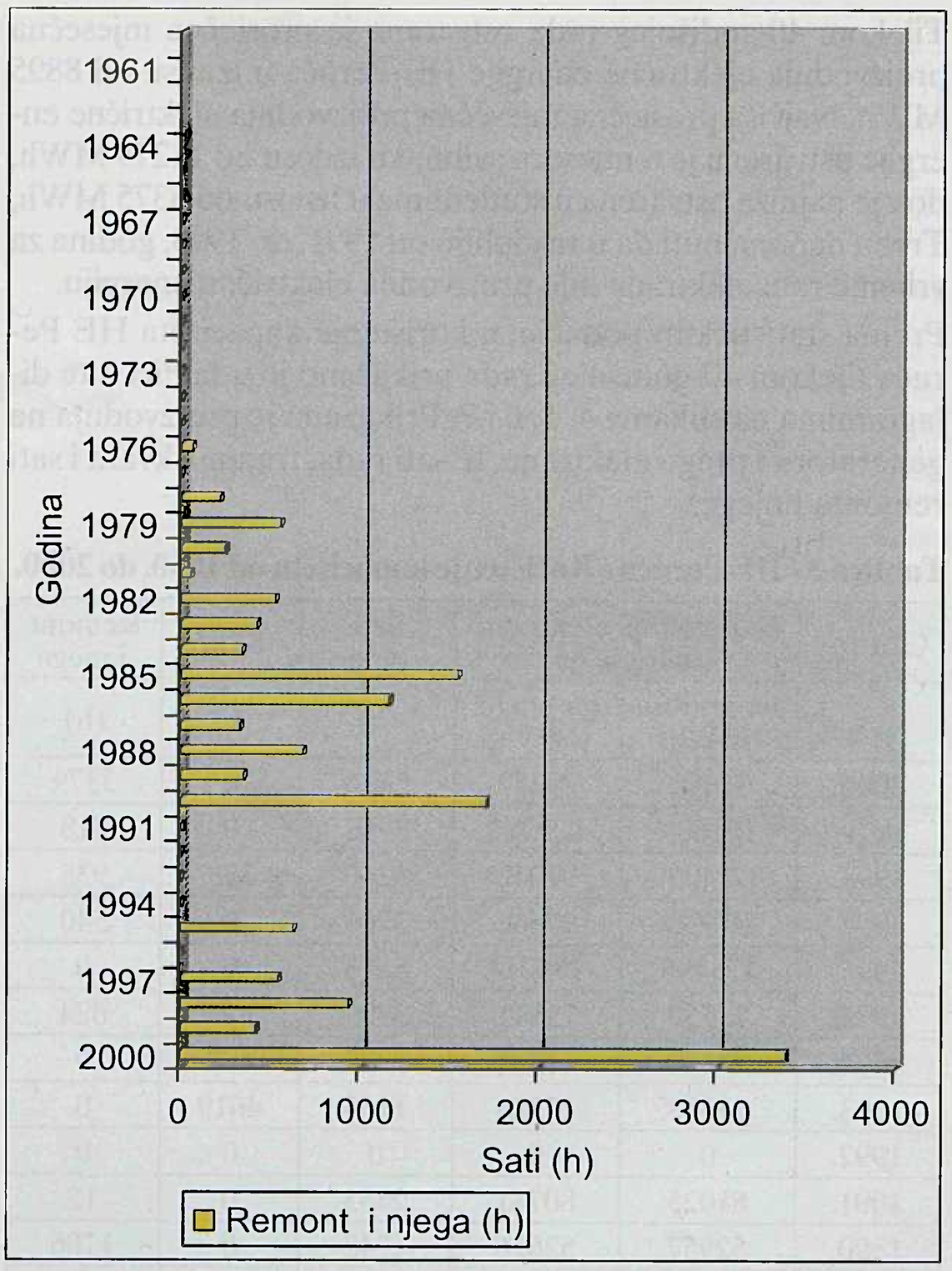
Prema statistici hidroelektrana je tijekom svog radnog vijeka bila izvan pogona zbog kvara 6443 sata, dok je zaremonte i njegu utrošeno 14073 sata.

Kako proizvodnja električne energije u hidroelektranama ovisi o protoku na koji nije moguće utjecati, ono na što se može utjecati stanje je postrojenja, odnosno ono što se zove pogonska spremnost.

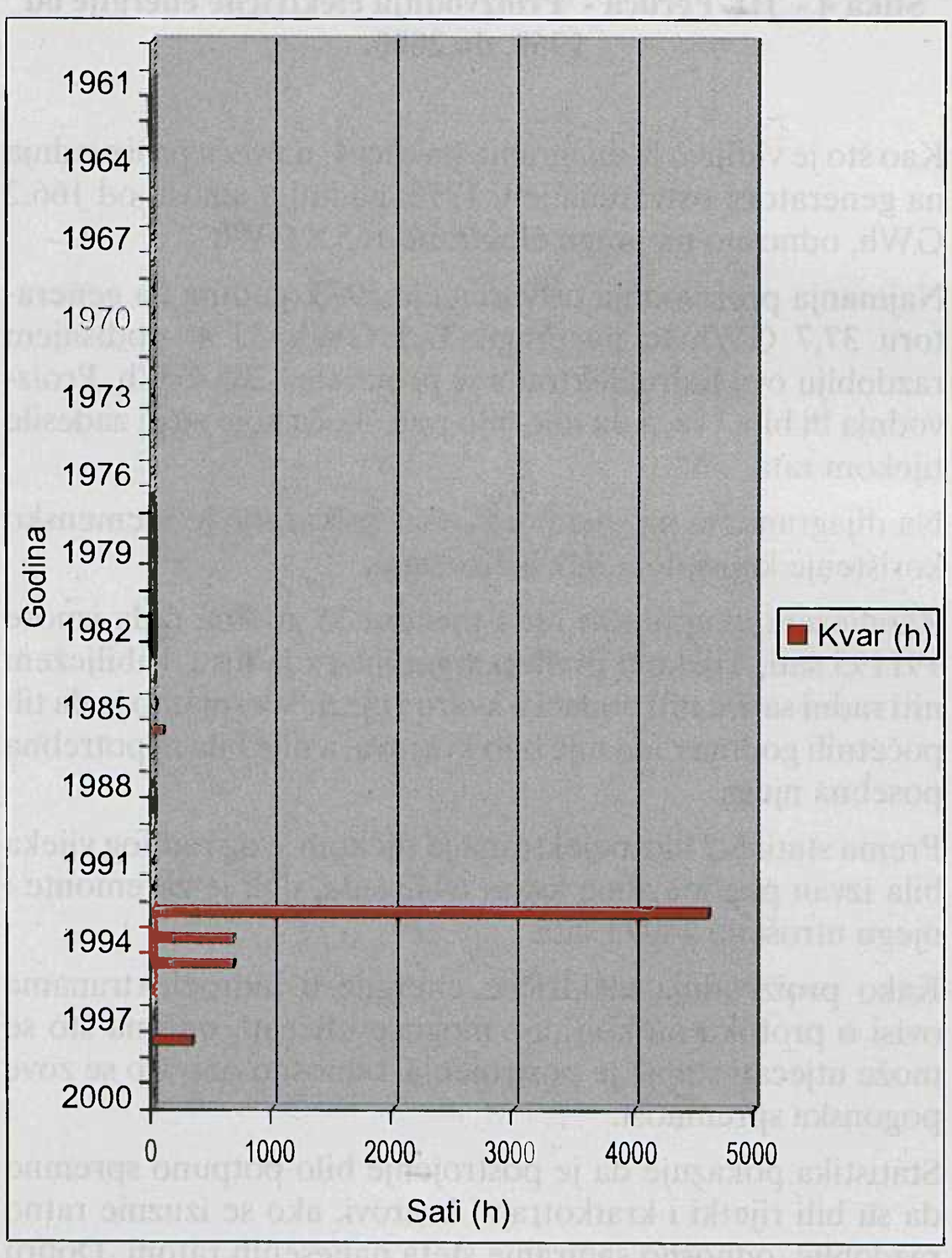
Statistika pokazuje da je postrojenje bilo potpuno spremno da su bili rijetki i kratkotrajni kvarovi, ako se izuzme ratno razdoblje, odnosno saniranje šteta nanesenih ratom. Dobru spremnost postrojenja svakako treba zahvaliti zaposlenicima.



Slika 5 - HE Peruča - Vremensko korištenje kapaciteta od 1960. do 2000.



Slika 7 - HE Peruča - Utrošeno vrijeme na remont i njegu od 1960. do 2000.



Slika 6 - HE Peruča - Dužina trajanja kvara (h) od 1960. do 2000.

SBK

POTPISANI NOVI UGOVORI S ENRON-om

U rujnu ove godine potpisani su novi ugovori između Hrvatske elektroprivrede i američkog ENRON-a. Potpisivanjem ovih ugovora prestaju vrijediti raniji ugovori sklopljeni u ljetu 1999. godine. Novi ugovori odnose se na:

- sporazumni raskid Ugovora o izgradnji TE Jertovec, kojim je ENRON trebao izgraditi TE Jertovec kapaciteta 240 MW i njome upravljati 20 godina, a HEP plaćati godišnju naknadu i nabavljati gorivo
- sporazumni raskid Ugovora o kupoprodaji električne energije, prema kojem je HEP bila obvezna kupovati električnu energiju od ENRON-a u razdoblju od 28 mjeseci.
- novi Ugovor o kupoprodaji električne energije
- novi Ugovor o pravu gradnje termoelektrane na lokaciji Jertovec, kojim ENRON ima pravo i mogućnosti, prema potrebama tržišta izgraditi vlastitu elektranu na plin, ali bez obveze HEP-a o kupnji energije.
- Ugovor o suradnji HEP-a i ENRON-a, koji ne obvezuje niti jednu stranu, ali izražava spremnost za suradnju u uvjetima liberalizacije i transformacije europskog energetskog tržišta.

SBK

NEJEDNAKA OTVORENOST SLOBODNOG TRŽIŠTA ELEKTRIČNE ENERGIJE U ZEMLJAMA EUROPSKE UNIJE

Udruga njemačkih elektrana (VDEW) u Frankfurtu objavila je da su samo 4 države od njih petnaest u EU 100% otvorile slobodno tržište električnom energijom. To su: Švedska, Finska, V. Britanija i Njemačka. Prosječna otvorenost tržišta u EU iznosila je u svibnju 2000. godine 63%. Danska je otvorila tržište 90%, a zatim slijede u velikom razmaku Španjolska (42%), Nizozemska (35%), Portugal (33%) i Belgija (33%). Velika tržišta električne energije u Italiji i Francuskoj otvorene su tek 30%, a u Austriji 27%. Ništa nije učinjeno na liberalizaciji tržišta u Luksemburgu, Grčkoj i Irskoj.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 13

Mrk

SLOBODNO TRŽIŠTE ELEKTRIČNOM ENERGIJOM IMA ZA POSLJEDICU POVEĆANJE PRODUKTIVNOSTI, ALI SMANJENJE RADNIH MJESTA

Prema podacima VDEW u Njemačkoj u elektroprivredi se broj radnih mjesta znatno smanjio nakon udruživanja poduzeća i otvaranja slobodnog tržišta električnom energijom. Dok je godine 1991. bilo u elektroprivredi 217590 djelatnika, taj je broj u godini 1999. iznosio samo 150000, što čini smanjenje od preko 30%.

Produktivnost je znatno porasla. U godini 1991. otpalo je na pojedinog uposlenog oko 2 milijuna prodanih kWh, a taj se broj u godini 1999. povećao na 3,1 milijun kWh ili okruglo 50% preko nivoa u godini 1991.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 13

Mrk

UNAPREĐENJE NUKLEARNE TEHNOLOGIJE

Na slobodnom tržištu električne energije i nuklearne elektrane moraju biti konkurentne. To se može postići u prvome redu smanjenjem troškova proizvodnje, a mnoge se uštede mogu postići u kružnom tijeku nuklearnog goriva.

Tvrtka Siemens - Energieerzengug (KWU) razvila je mnoge mogućnosti upravo na tom sektoru.

Predstavnik Siemensa iznio je mnoge mjere koje može poduzeti njegova tvrtka za optimiranje kružnog tijeka nuklearnog goriva. Uspjelo je podignuti korisnost goriva za nekih 40%, što smanjuje troškove proizvodnje za 16 do 17% uz nesmanjenu sigurnost. Tvrtka sudjeluje u Njemačkoj u nabavi goriva za 70% što omogućuje izvjesne uštede.

Da uzmogne ponuditi najnovija dostignuća i rješenja u nuklearnoj tehnici, sklopila je tvrtka Siemens partnerstvo s francuskom tvrtkom Framatom, koja dolazi iz zemlje koja ima široku bazu u nuklearnoj tehnici pa može dati u različitim funkcijama know - how.

Produkti i usluge Siemens - KWU su konkurentne u natjecanju na slobodnom tržištu, kao i inovacije razvojnih odjela. Tvrtka može, uzimajući u obzir i ostale uvjete naći optimalno rješenje za specifičnu nuklearnu elektranu uz suradnju vlasnika elektrane. U partnerstvu s Framatomom tvrtka Siemens - KWU bit će najjača europska tvrtka na nuklearnom sektoru.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 13

Mrk

25 GODINA NJEMAČKE UDRUGE ZA SOLARNU ENERGIJU

U svibnju 2000. godine, prigodom 25-godišnjice postojanja, održan je u Berlinu sastanak članova njemačke savezne udruge za solarnu energiju (BSE). Na skupu su izneseni mnogi zanimljivi podaci o razvoju solarne energije.

Općenito je konstatirano da je do sada proizvodnja električne energije iz sunčevih elektrana omogućena samo uz obilnu dotaciju. Činjenica je da ukupna proizvodnja električne energije iz sunčevih elektrana u svijetu iznosi, godine 1999., 48 GWh. Te je godine Njemačka imala vršnu instaliranu snagu u sunčevim elektranama 64 MW, a njihova je proizvodnja iznosila tek 0,006% ukupne bruto proizvodnje. Jak poticaj za povećanje sunčeve energije u Njemačkoj bio je projekt "100 000 krovova" i zakon o obnovljivoj energiji. Preuzeta energija u javnu mrežu plaća se 0.98 DEM/kWh.

Koncem godine 1999. kreditna banka za izgradnju odobrila je zajmove za 3576 fotonaponskih uređaja. To odgovara ukupnoj vršnoj snazi od 10 MW. U prvom kvartalu godine 2000. već je predano 5000 traženja zajma, čime će se izgraditi ukupna vršna snaga od 32 MW. To sve pokazuje o kojem se značajnom potencijalu radi.

U diskusijama na skupu, grijanje suncem ušlo je u drugi plan. U Njemačkoj je na krovovima, godine 1998., bilo smješteno oko 300.000 kolektora s površinom od oko 2,5 milijuna m^2. U godini 1999. prodano je 16% više takvih uređaja nego prethodne 1998. godine. Budući da se i za sunčeve kolektore može tražiti državna potpora, u razdoblju od rujna 1999. do travnja 2000. godine, zaprimljeno je ukupno 22.690 traženja čime bi se izgradilo 184688 m^2 površine sunčevih kolektora.

Program potpomaganja Savezna vlade i vlada pokrajina omogućuje da si svatko može priuštiti ugradnju sunčevih termičkih uređaja.

No, ne smije se zaboraviti da razvoj i izrada takvih uređaja traži nova radna mjesta i donosi korist njemačkom izvoznom gospodarstvu.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 13

Mrk

NOVI POTICAJNI NJEMAČKI ENERGETSKI ZAKON

Novi njemački zakon o korištenju obnovljive energije (EEG), koji je stupio na snagu 1. travnja 2000. godine stvorio je pravu euforiju proizvođača i korisnika vjetroelektrana. Već danas je novčani promet u području regenerativne tehnologije dosegao svotu od 7 milijardi DEM, uz otvaranje 28000 novih radnih mjesta. U korištenju obnovljive energije

najnaprednija je u Njemačkoj pokrajini Nordheim - Westfalen (NRW). Naročito u korištenju vjetra, pa treba istaknuti potporu pokrajinske vlade projektu "Razvojni projekt vjetrenog kola, snage 2,5 MW". Tvrtka Bersig - Energy izgradila je serijsko-vjetreni energetski uređaj "N-80", u okviru spomenutog projekta, na ispitnoj lokaciji Grevenbroick. Projekt je procijenjen na ukupno 9 milijuna DEM, a uz pokrajinsku vladu financijsku je potporu dala i EU.

U godini 1999. u Njemačkoj je bilo novo izgrađeno 1700 vjetroelektrana, ukupne snage oko 1600 MW. Time se u Njemačkoj ukupno okretalo 7900 vjetrenih kola, snage 4400 MW. Samo u pokrajini NRW, poduzeća koja rade u području obnovljive energije, imala su promet od 1,13 milijardi DEM i osigurala 3400 radnih mjesta. Ukupno su direktno ili indirektno u ovom sektoru uposlena 1100 poduzeća. Uska suradnja banke, proizvođača i korisnika donijela je svima znatne koristi.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 13

Mrk

BAYERNWERK NA SLOBODNOM EUROPSKOM ELEKTROENERGETSKOM TRŽIŠTU

Europsko elektroenergetsko slobodno tržište sve se više širi, osobito nakon otvaranja Francuske. Poznata njemačka elektroprivredna tvrtka Bayernwerk sklopila je s američkom tvrtkom Owens-Corning (koja proizvodi staklena vlakna) ugovor o opskrbi električnom energijom njihove tvornice u francuskom mjestu Ardoise. Time je ova njemačka tvrtka proširila svoju prisutnost i na Francusku. Do sada je ona, osim u Njemačkoj, djelovala u Italiji, Austriji, Mađarskoj, Češkoj i Švicarskoj.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 15

Mrk

GUBICI U NJEMAČKOJ ELEKTRIČNOJ MREŽI

Energetski gubici pri prijenosu električne energije su neizbježni. Oni danas u zapadnom dijelu Njemačke dosežu granicu tehničko-ekonomske mogućnosti. Mnogo su lošije prilike u istočnom dijelu zemlje. Ulažu se velike investicije u električnu mrežu, kako bi gubici pali na razinu gubitaka zapadnog dijela mreže.

U godini 1999. gubici u električnoj mreži Njemačke iznosili su 28,2 milijarde kWh, što je 5,5% ukupne njemačke potrošnje. Prethodne, 1998. godine gubici su iznosili 5,6%.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 15

Mrk

UGLJEN VRLO POVOLJAN ENERGENT

Savez njemačkih uvoznika ugljena izvijestio je da prošla 1999. godina nije bila povoljna za uvoz ugljena, ali su perspektive povoljnije. Morski se promet kamenim ugljenom samo malo povećao, ali se očekuje znatno povećanje zbog potražnje jugoistočnih azijskih zemalja. Zemlje EU su uz zemlje jugoistočne Azije najveći uvoznici ugljena. Među zemljama EU najveći je uvoznik Njemačka, unatoč padu uvoza od 21% u 1999. godini. U usporedbi s naftom i prirodnim plinom, ugljen postaje sve povoljniji energent.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 15

Mrk

PRIVATIZACIJA POLJSKE ELEKTROPRIVREDE

Energetska gospodarstva srednje i istočne Europe vrlo su slična. Potrošnja električne energije stagnira ili raste vrlo polagano. Počinje prestrukturiranje energetskog sektora prema principima tržišnog gospodarstva, no to teče vrlo sporo. Infrastruktura je u vrlo lošem stanju. Zemlje su opterećene ekološkim problemima, a sigurnost nuklearnih elektrana je niska. Unatoč mnogim kritikama Poljska je najstabilnija država za investicije.

Proizvodnja električne energije porasla je u Poljskoj u razdoblju od 1991. do 1996. za 4%. Uvoz električne energije je prestao, a potrošnja je pala za 4,7%. Glavni poljski energent je ugljen, koji u proizvodnji električne energije sudjeluje s 98%. Poljska se ubraja u 6 najvećih izvoznika ugljena na svijetu. U posljednje je vrijeme porastao udio nafte i plina. Domaći prirodni plin pokriva oko 40% potrošnje. Predviđa se da će se uporaba plina znatno povećati, jer plinovod za zapad iz Rusije prolazi kroz Poljsku.

Poljski energetski sustav najveći je u tom dijelu Europe s instaliranih 33000 MW. Od 1997. liberalizirano je energetsko tržište, pa će se tijekom godine 2000. otvoriti elektroenergetska burza u Varšavi. Predviđa se da će se do godine 2003. otvoriti poljsko elektroenergetsko tržište i za strance. Za sada električna energija iz Poljske nije u internacionalnom smislu konkurentna. Za trgovce električnom energijom zanimljivo je unutarnje poljsko tržište.

Vrijednost poljske elektroenergetike procijenjena je na 60 milijardi DEM, a vrijednost joj pada godišnje za 20%. Zbog toga vlada želi provesti privatizaciju do 2002. godine. Interes stranih investitora umanjuje visoka ekonomska nestabilnost, nerazjašnjena nadležnost javnih uprava i relativno niske cijene električne energije.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 15

Mrk

VLASNICI ELEKTRIČNE PRIJENOSNE MREŽE U EU PLANIRAJU ZNATNO POVEĆANJE CIJENE PRIJENOSA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Namjera vlasnika električne mreže u EU da osjetno povećaju cijene prijenosa električne energije preko granica zemalja EU nikako nije u skladu sa slobodnim elektroenergetskim tržištem. To je zaključila Udruga industrijsko-energetskog gospodarstva (VIK) Njemačke. Odnos troškova prijenosa i količine prenesene električne energije nikako ne traže povišenje.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 15

Mrk

DEMONSTRACIJSKA POSTROJENJA GORIVIH ĆELIJA

U lipnju 2000. godine stavljena je u Berlinu u pogon elektrana-toplana sa PEM gorivim ćelijama. Kao osnovni pogonski energent služi zemni plin. Snaga je postrojenja 250 kW električnih i 230 kW toplinskih uz korisnost od 35% (Vidi Energija, god. 47 (1998), br. 5 i god. 48 (1999) br. 1). To je prvo takvo postrojenje u Europi u tom redu snage pa predstavlja pilot-uredaj u toj kategoriji. Nakon višegodišnje

uporabe u praktičnom pogonu i jednogodišnjeg intenzivnog mjerenja, steći će se iskustva za daljnju optimizaciju i mogućnost uporabe stacionarnih i mobilnih uređaja. Postrojenje je postavljeno u prostor toplane Treptow. Projekt i realizaciju omogućila su elektroprivredna poduzeća Bewag, Edf, HEW, Preusen Eelektra i Veag. Dobavljač je tvrtka Alstom, a izvedba je kanadske tvrtke Ballard. Ukoliko uspije ovaj demonstracijski projekt, Alstom i Ballard namjeravaju osnovati posebno društvo koje će u Europi pokrenuti serijsku proizvodnju takvih postrojenja.

Takav sustav s PEM gorivim ćelijama ima prednosti pred konkurentnim sustavima:

- PEM gorive ćelije mogu biti stacionarne i mobilne
- PEM gorive ćelije imaju najveću koncentraciju snage
- Radna temperatura PEM ćelija od 90°C u korisnom je području za grijanje i pripremu tople vode.

Na istraživanju i usavršavanju gorivih ćelija rade mnoga proizvodna poduzeća uz suradnju s elektroprivedom, koja namjerava takvu tehnologiju koristiti u decentraliziranom napajanju električnom energijom.

U Njemačkoj se u tom području mnogo angažira elektroprivredno poduzeće Preusen Elektra. U gradu Gelsenkirchenu testira ovo poduzeće gorive ćelije koje je izradila Vallant-PenglPower, snage 4,6 kW električnih i 35 kW termičkih, namijenjena za zgrade. Za sličnu se svrhu gradi također uredaj PEMFC, koji dobavlja tvrtka Dais Analitic iz Hamburga, snage 3 kW električkih i 8 kW termičkih. Uređaj će se ugraditi kao pilot-uredaj u upravnu zgradu Preusen Elektra.

Kraj Frankfurta već je više od godinu dana u pogonu postrojenje gorivih ćelija, snage 200 kW električnih i 220 kW termičkih.

Radom ovakvih demonstracijskih postrojenja dobivaju se vrlo vrijedna iskustva i know-how.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 15

Mrk

RECIKLAŽA RASTALNIH OSIGURAČA

Društvo za unaprjeđenje reciklaže umetaka nisko i visokonaponskih osigurača, prema raspoloživim podacima, u godini 1999. reciklirano je 125 t metalnog krša. Pri tome je vraćeno u proizvodnju 20 t bakra i 319 kg srebra (Vidi Energija, god. 47 (1998) br. 4). To je mali nazadak od 10% prema prethodnoj godini. Svako poduzeće sakuplja odbačene osigurače, a društvo organizira besplatan odvoz. Kad se proda sav reciklirani materijal i naplate svi troškovi, višak novaca se daje za unaprjeđenje u području rastalnih osigurača.

Društvo za reciklažu smatra se dobrovoljnim društvom za očuvanje okoliša, a osnovalo ga je 7 velikih poduzeća koja proizvode rastalne osigurače.

Unatoč inače nepovoljnim prilikama i padu cijena sirovina, u godini 1999., dobiven je višak od 25000 DEM. Ta je svota dana tehničkom sveučilištu u Ilmenau da organizira skup za studente i stručnjake na kojem će se raspravljati o iskustvima u proizvodnji i uporabi rastalnih osigurača.

Prvi "Dan električnih rastalnih osigurača" trebao bi se održati 26. listopada 2000. godine.

Elektrizitätswirtschaft, god. 99(2000), br. 15

Mrk

VDE POSVEĆUJE MNOGO BRIGE INŽENJERSKOM PODMLADKU

Tijekom godine 1999. njemačka udruga elektrotehničara VDE (Verband der Elektrotechnik, Elektronik, Informatik e. V.) i dalje je proširila svoje međunarodne veze. Prilikom velike svjetske izložbe u Hannoveru VDE je organizirala prvi svjetski kongres o mikrotehnologiji. Naročito je težište svog djelovanja stavila na unaprjedenje inženjerskog podmladka. Zabrinuta je činjenicom da se na elektrotehniku i informatiku svake godine upisuje sve manje studenata. Dok se godine 1990. upisalo njih 25000, godine 1999. samo 13164. U međuvremenu nastao je manjak inženjera iz struke, a predvida se da će se u idućim godinama manjak sve više osjećati. Putem različitih priredbi VDE informira đačke udruge, učitelje i roditelje o atraktivnosti i perspektivnosti studija elektrotehnike i informatike kako bi povećao zanimanje za taj studij.

ETZ, god. 121(2000), br. 11-12

Mrk

NORME ZA ELEKTROOTPAD

Njemačka elektrotehnička komisija (DKE) pri DIN i VDE osnovala je komitet s ciljem da izradi osnovnu normu o pogodnosti reciklaže elektrootpada. Normom bi se utvrdili kriteriji za pogodnost reciklaže elektrotehničkog otpada. Komisija bi u početku djelovala u području elektrotehnike, a zatim i šire.

Prijedlog norme dala bi DKE na medunarodnu diskusiju.

ETZ, god. 121(2000), br. 11-12

Mrk

PREDNOSTI VAKUUMSKIH PREKIDAČA

Prema izlaganju i tvrdnji inženjera D. Samanna, budućnost srednjonaponskih prekidača je u vakuumskoj tehnici. Princip sklapanja takovih prekidača ima tolike prednosti da će se u bliskoj budućnosti znatno povećati njihova uporaba. Vrlo su pozitivna mišljenja dosadašnjih korisnika. Zanimljivo je spomenuti da svi proizvođači SF_6 prekidača imaju kao alternativu i vakuumske prekidače.

ETZ, god. 121(2000), br. 13-14

Mrk

ELEKTROPRIVREDNA PODUZEĆA U MAĐARSKOJ

Tijekom devedesetih godina počela je privatizacija elektroprivrede u Europi, pa je privatizirana i madarska elektroprivreda. Po novoj organizaciji električnu energiju dobavlja šest poduzeća:

Dédász, Démász, Édász, Elmü, Emasz i Titász. Vlasnici su poduzeća uz državu i privatni madarski investitori i međunarodni koncerni kao npr. Bayernwerk AG i EdF. Razdiobu električne energije preuzimaju vlastita poduzeća.

Vlasnik mađarske osnovne prijenosne mreže je poduzeće MVM AG iz Budimpešte. Obuhvaćeni su dalekovodi 400 kV, 220 kV i neki 120 kV. Poduzeće MWM vlasnik je i nekih elektrana, npr. termoelektrane Paks.

Gradnja dalekovoda i transformatorskih stanica, kao i nadzor nad svim stanicama 400 kV obavlja poduzeće OVIT AG iz Budimpešte.

ETZ, god. 121(2000), br. 15

Mrk

KABELSKO EUROPSKO TRŽIŠTE

Otvaranjem slobodnog tržišta diljem Europe nastala je velika konkurencija dobavljača električne energije. Oko 50% proizvodnje električne energije u zapadnoj Europi daju četiri grupe elektroprivrednih poduzeća: EdF, ENEL, Viag/VEW i RWE/VEW. Kupci na slobodnom tržištu u povoljnom su položaju i vrše veliki pritisak na dobavljače. Čuju se prijedlozi da bi trebalo izdati antidamping zakon, slično kao u SAD i time olakšati pritiske.

Posljedica opće deregulacije je veliko smanjenje investicija elektroprivrednog sektora, što, pak stavlja proizvođače elektroopreme u težak položaj. Iznimka nije niti kabelsko tržište u Njemačkoj. Malo olakšanje predstavlja projekt, koji je pred završetkom, podzemnog kabelskog voda 400 kV, duljine 5 km, u Berlinu. Još je jedan veliki kabelski projekt u tijeku. To je istosmjerna visokonaponska kabelska podmorska veza 250 kV, duljine 2x63,5 km, između Irske i Škotske.

Na europskom kabelskom tržištu su dvije tendencije razvoja: na zapadu tržište stagnira, a na istoku raste.

ETZ, god. 121(2000), br. 15

Mrk

SIEMENS GRADI NAJVEĆU SOLARNU ELEKTRANU U AFRICI

Kao glavni poduzetnik, tvrtka Siemens gradi u Nigeriji za sada najveću fotonaponsku hibridnu elektranu. Vršna snaga solarnog dijela elektrane iznosi 51,6 kW, s površinom ćelija od oko 360 m^2. Solarna je elektrana priključena na sustav baterija koje omogućuju ne samo neprekidno napajanje električnom energijom već prilikom ispada mreže ili dizelskog agregata (od 135 kVA) napajanje važnih potrošača nastavlja više od četiri dana. Kvalitetu dobave električne energije osigurava visoko dinamičan uređaj za kompenzaciju jalove snage s kontinuiranom regulacijom.

ETZ, god. 121(2000), br. 15

Mrk

POMANJKANJE STRUČNJAKA IZ PODRUČJA INFORMATIČKE TEHNOLOGIJE

U Njemačkoj se osjeća veliko pomanjkanje stručnjaka iz područja informatičke tehnologije (IT). Traže se apsolventi četiriju novih IT zvanja i to: elektroničar IT sustava, stručni informatičar, trgovac IT sustava, trgovac u području informatike. U potražnji IT stručnjaka ne traži se na prvome mjestu diploma o visokoj stručnoj spremi, već stručno znanje.

Prema analizi njemačkog saveznog instituta za zvanja (BIBB) u 60% natječaja za primanje na radno mjesto u IT zvanju, prosječno su tek petorica došla na informatički razgovor. Osim toga pokazalo se da za svako drugo slobodno radno mjesto treba raspisati natječaj barem dva puta. Kod 64% natjecatelja pokazao se manjak specifičnih znanja. Tijekom pola godine svako oglašeno radno mjesto u IT području nije bilo zauzeto.

ETZ, god. 121(2000), br. 17

Mrk

RAZVOJNE I ISTRAŽIVAČKE POTREBE 21. STOLJEĆA

Gledajući unatrag, u proteklih 100 godina, električna energija je bila primarni pokretač modernog društva. Isto tako u budućnosti ona će biti ključni pokretač razvoja novih tržišta, proizvoda i usluga. Dvadeset i prvo stoljeće susrest će se s tri ključna problema: ubrzanog širenja svjetske populacije, njihovih ekonomskih potreba i zadovoljenja potrošnje iz novih izvora. Da bi se riješila trilema populacija - napredak - zaštita okoliša, morat će se razvijati nove znanosti i tehnologije. Da bi oblikovali viziju budućnosti, okupili su se na zajedničkom planu istraživanja inovacija u elektrotehnici ETR (Electricity Technology Roadmap) energetska industrija, vladine organizacije, R&D organizacije, zaštitari okoliša, akademije i drugi. Zapravo, primarni motiv je restrukturiranje energetske industrije da bi ostala konkurentna na globalnom tržištu. ETR je identificirao nekoliko ključnih ciljeva kao prioritet investiranja u budućnosti. To su:

- povećanje pouzdanosti opskrbe električnom energijom
- osigurati potrošačima energetsku i integriranu i interaktivnu komunikacijsku uslugu
- razvijanjem novih tehnologija u elektrotehnici povećati produktivnosti
- kontrolirati i smanjiti emisije stakleničkih plinova
- populaciji u rastu osigurati čistu energiju i kvalitetno življenje.

Da bi se ostvarili postavljeni ciljevi potrebna su investiranja u R&D. Iako je to poznato, u prošlom desetljeću privatni i javni sektor zemalja članica OECD reducirali su investicije u R&D. To se i dalje nastavlja.

U SAD su izdvajanja korporacija za R&D manja od 0,3 % od prodaje. U Velikoj Britaniji, u vrijeme porasta deregulacije, prema procjeni IAE, izdvajanja za R&D se kreću od 0,1 do 0,3 % od prodaje. Posljedica tih smanjenih izdvajanja je orijentacija na kratkoročne programe, dok za srednjoročne i dugoročne nedostaje sredstava. Sredstva namijenjena za R&D u javnom sektoru također se smanjuju jer se smanjuje potpora države. Tako je američki savezni proračun za energetska istraživanja smanjen gotovo za 30 %, njemački za 71 %, nizozemski za 28 %, a japanski za oko 10 %. Razlozi velikog pada državne potpore R&D je dostupnost jeftine energije na konkurentskom energetskom tržištu te nastojanje vlada da se smanje proračuni. U isto vrijeme i državni i lokalni programi za kompenzaciju tih nedostataka kao i pokrivanje potreba R&D specifičnih za pojedinu regiju, teže reduciranju olakšica.

Da bi se zajednički plan ETR ostvario preporučuje se slijedeće:

- investiranje u inovacije
- suradnja na R&D
- raspodjela strateških fondova
- povećanje sredstava
- poticanje inovacija
- utjecaj na političke stavove.

Zbog navedenog, nacionalne bi vlade morale shvatiti da investicije u inovacije traže podršku i privatnog i javnog sektora. Istraživački programi trebaju naglasiti veće uključivanje zemalja u razvoju, naročito u pitanjima zaštite okoliša i klimatskih promjena. Da bi se proveo sveobuhvatni plan energetskog razvoja potrebna je globalna suradnja.

Nadalje, potrebni su katalizatori za suradnju u R&D u novim oblicima i na različitim razinama. Taj proces u tijeku može biti pilot projekt za istraživanje različitih mogućnostima. Na kraju, bit će potreban novi paket formalnih olakšica za suradnju , kako bi se kreirali tehnološki alati za proučavanje klimatskih promjena i održivog razvoja.

Ograničena sredstva trebaju se plasirati tamo gdje će imati najveći utjecaj. Većina istraživanja privatnog sektora odnose se na kratkoročna nastojanja smanjenja troškova. Međutim, potrebno se usmjeriti na komercijalna pitanja koja će osigurati potencijal za proboje u znanosti i tehnologiji.

Postojeća sredstva namijenjena za R&D nisu dostatna i ona se trebaju povećati za najmanje 5 milijardi američkih dolara na godinu. Investiranje u efikasniju i čišću tehnologiju uvijek će se isplatiti mnogo puta.

Potrebno je istražiti poticajne mjere za inovacije. Danas su napori usmjereni na osiguranje poticajnih kredita za privatna R&D. To se vidi u povećanju javnih investicija u granična istraživanja, omogućavanje edukacije, širenje suradnje između industrije, sveučilišta i vlada te bolja zaštita intelektualnog vlasništva.

Mora se proširiti uloga znanosti i tehnologije u oblikovanju političkih odluka.

Power Industry Development, 2000.

SBK

"ŠTO-AKO" SCENARIJI ZA PROGNOZIRANJE CIJENE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Izuzetno je teško prognozirati cijenu električne energije u razdoblju od 20 godina zbog mnogo nepoznanica , a malo sigurnosti. Tako investiranje u elektroenergetska postrojenja i za davatelje kredita (kreditore) i za one koji uzimaju kredit (investitore) predstavlja rizik zbog nerealno visoko prognoziranih cijena električne energije. Kreditori koji temelje svoje odluke o investiranju na prognozama profita koje pretpostavljaju rast cijena električne energije, mogu se suočiti s potcijenjenim rizikom. Dva su razloga, zbog kojih bi trebali biti oprezni u pogledu projekcije cijena koje inkorporiraju tržišne modele. Jedan je, što je iz iskustva poznato da je teško razlučiti ne samo trendove cijena već i njihov smjer. Drugi je razlog, što se električna energija kao roba za prodaju pojavljuje na tržištu kratko vrijeme i pri tom se pokazalo da ima nestabilnu cijenu.

Kompleksni modeli, koji se koriste, temelje se na brojnim pretpostavkama i teorijama - većinom dovoljno razumnima – o funkcioniranju tržišta električne energije. Isto tako oslanjaju se na podatke iz prošlosti o funkcioniranju i ekonomskim karakteristikama postrojenja. No, ti podaci mogu biti problematični. Naime, dovoljna je čak i mala promjena bilo koje karakteristike, npr. stopa inflacije može izazvati velike promjene u budućoj cijeni električne energije. Osim toga, podaci iz prošlosti su iz vremena kada nije bilo konkurencije na tržištu električne energije.

U najboljem slučaju modeli mogu samo osigurati uvid u različitost mogućih tržišnih scenarija. Modeli se mogu koristiti na dva načina:

- kako bi se identificirali složeni i promjenljivi odnosi cijena goriva i električne energije, tehnologije i potražnje električne energije te
- da služe kao alati za testiranje različitih pretpostavki.

Mogu pomoći u okvirnoj kvantifikaciji pretpostavljenog rizika prilikom investiranja u elektroenergetska postrojenja. Ilistrirajući odnose među brojnim tehnološkim, ekonomskim i tržišnim faktorima koji određuju stvarnu cijenu električne energije, modeli određivanja cijena mogu pomoći investitorima da shvate koncepte i načela koji proizlaze iz novog konkurentskog tržišta.

Prema kompaniji Standard & Poor's modeli su djelomično korisni u identificiranju mogućih odgovora projekta na različite oblike tržišnog stresa. Razumijevanje modela, u svakom slučaju, nije nadomjestak za jasno razumijevanje konkurentskog elektroenergetskog gospodarstva i onoga što stvarni podaci tržišta otkrivaju. U krajnjem slučaju, to je ono što određuje procjenu kreditne sposobnosti investitora.

Standard & Poor's uzima u obzir nekoliko pokazatelja konkurentnosti, jer jedan pokazatelj sam po sebi ne može odgovarajuće obuhvatiti rizik tržišta. Uobičajeni pokazatelji, poput kvote za pokrivanje dugova, dolaze u drugi plan. Koriste se analize osjetljivosti, koje pojedinačno prilagođavaju stavke u prihodu (proračuna troškova, prednosti), kao indikator radije od pokazatelja kreditne sposobnosti. Modeli koji su danas u uporabi teže precjenjivanju kreditnih sposobnosti, jer je u današnjim uvjetima vrlo teško točno predvidjeti ponašanje tržišta i cijena.

Zbog toga Standard & Poor's koristi pristup koji se temelji na analizama scenarija koji uzimaju u obzir različita tržišna kretanja i njihove moguće implikacije za profil kredita.

Kako god se gleda, kreditori ne bi trebali smatrati postojeće modele beskorisnima , već radije vrijednim alatima koji mogu pružiti uvid u način kako djeluje tržište električne energije u konkurentskim uvjetima.

Global Energy Business, May/June 2000.

SBK

BUDUĆNOST AMERIČKIH NUKLEARNIH ELEKTRANA

Po prvi put od ožujka 1979. godine, kada se dogodila nesreća u nuklearnoj elektrani Otok tri milje, budućnost nuklearne energije u Sjevernoj Americi čini se svijetlom. Iako se javno ne govori o gradnji novih nuklearnih postrojenja, pozornost privlači kupovina i preuzimanje postojećih nuklearnih elektrana. One na tržištu ovog momenta imaju nisku cijenu. Zbog toga novi vlasnici mogu tržištu ponuditi električnu energiju s nižom cijenom. Situacija je tim povoljnija što se više traži smanjenje emisija stakleničkih plinova iz termoelektrana na ugljen. Za razliku od toga regulativni pritisak na nuklearne elektrane se smanjuje, uglavnom zahvaljujući pritisku Kongresa na Komisiju za nuklearnu regulativu. Osim toga, u prilog nuklearnim elektranama ide i činjenica da se 75 % proizvodnih troškova odnosi na sam pogon elektrane, dok se troškovi proizvodnje u termoelektranama pretežno sastoje od troškova goriva - čak 85 %. To omogućava nuklearnim elektranama da reduciraju troškove, jer je mnogo lakše kontrolirati troškove pogona nego goriva.

Danas se vrijeme promjene nuklearnog goriva i remonta nuklearnih elektrana drastično smanjilo u odnosu na razdoblje od prije desetak godina te se kreće u granicama ispod dvadeset dana. Uz to ide redukcija izloženosti radijaciji, poboljšanje sigurnosti itd.

Kao primjer može poslužiti nuklearna elektrana Quad Cities, gdje je nedavno završen remont. Za sastavljanje reaktora bilo

im je potrebno nekoliko sati više od 17 dana. Ovo je samo posljednji od niza uspjeha u toj nuklearki. Osim toga vrijeme godišnje izloženosti radijaciji tijekom 1999. godine bilo je najniže u 27-godišnjem pogonu elektrane. K tome, vlasnici smatraju velikim dostignućem što reaktor radi u prosjeku s 89 % kapaciteta, dobivajući tako 4 milijuna MWh više električne energije u odnosu na protekle godine.

Global Energy Business, May/June 2000.

SBK

ENERGETSKA INDUSTRIJA RAZVIJA NOVE KONTROLNE SUSTAVE

Rast potrošnje energije, deregulacija i rastuća konkurencija na energetskom tržištu postavljaju pred energetsku industriju nove zahtjeve za upravljanje i mjerenja. U istraživačkim centrima i centrima za razvoj ubrzano se radi na razvoju i primjeni nove tehnologije iz područja sustava kontrole koji bi odgovarao novom modelu tržišta energije. Ne može se više oslanjati na centralizirane izvore energije. U budućnosti se očekuju mali, prilagođeni okolišu izvori i proizvođači energije locirani na mjestu potrošnje.

Energetska industrija mora voditi računa o javnom interesu, prvenstveno o zaštiti okoliša (zaštita od buke, estetsko uklapanje u okoliš energetskih postrojenja i mreža, emisija staklenič kih plinova, itd.). Novi sustavi kontrole temelje se na mikroprocesorima i komunikacijskoj tehnologiji te minijaturizaciji. Sve se više pozornosti posvećuje maksimiranju funkcija sustava, poboljšanju daljinskog promatranja te obradi podataka.

Nove komunikacijske tehnologije (mobilne, satelitske telekomunikacije) omogućavaju monitoring, bez obzira gdje se objekt nalazi.

Power Industry Development, 2000.

SBK

Energija

Godište 49 (2000) Br. 6

Časopis Hrvatske elektroprivrede

Uredništvo i uprava
Zagreb, Ulica grada Vukovara 37
Godišnja pretplata 480,00 kn

ENERGIJA 1342

UDK 681.3
PREGLEDNI ČLANAK

ENERGIJA 49/2000/6, 437-457

PREGLED IEEE 802.3/Ethernet NORME – II dio: FIZIČKI SLOJ

Mr. sc. Suzana Javornik Vončina, dipl. ing.

Hrvatska elektroprivreda, Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska

Članak daje pregled strukture fizičkog sloja IEEE 802.3 LAN-a. Opisane su fizičke izvedbe brzine prijenosa 10 Mb/s (Ethernet) na koaksijalnim kabelima, kabelima s upredenim paricama i optičkim kabelima, te izvedbe brzine prijenosa 100 Mb/s (Fast Ethernet) i izvedbe brzine prijenosa 1000 Mb/s (Gigabit Ethernet) na kabelima s upredenim paricama i optičkim kabelima.

(Lit. 10, sl. 13 – original na hrvatskom jeziku)

Autor
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/6/437-457/2000.

ENERGIJA 1343

UDK 644.1
PREGLEDNI ČLANAK

ENERGIJA 49/2000/6, 405-415

TEHNOLOŠKE I EKONOMSKE KARAKTERISTIKE NACIONALNOG PROGRAMA ENERGETSKE EFIKASNOSTI U ZGRADARSTVU - $KUEN_{ZGRADA}$

Mr. sc. Vesna Kolega, dipl. ing.

Energetski institut "Hrvoje Požar", Savska cesta 163, 10000 Zagreb, Hrvatska

U članku je analizirana ekonomska opravdanost ulaganja u poboljšanje toplinske zaštite zgrada, te opisane tehnološke karakteristike i kriteriji odabira toplinsko-izolacijskih materijala. Nadalje, dan je prikaz suvremenih dostignuća pasivne sunčane arhitekture s ciljem povećanja energetske efikasnosti i zaštite okoliša u zgradarstvu.

(Lit. 10, sl. 3 – original na hrvatskom jeziku)

Autor
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/6/405-415/2000.

ENERGIJA 1344

UDK 621.311
STRUČNI ČLANAK

ENERGIJA 49/2000/6, 431-436

OSIGURANJE KVALITETE I STRUČNI NADZOR TIJEKOM IZGRADNJE KOGENERACIJSKOG POSTROJENJA I VISOKOTLAČNOG PLINOVODA S PMRS U PLIVI – SAVSKI MAROF

Hrvoje Štingl, dipl. ing. - Ante Barbić, dipl. ing. - Miroslav Blažičko, dipl. ing. - Mladen Žuri, dipl. ing. - Stjepan Hršak, dipl. ing.

EKONERG HOLDING d.d., Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska

Članak je obuhvatio aktivno učešće službe osiguranja kvalitete u ralizaciji projekta energetskog postrojenja od zamisli do realizacije. Sve aktivnosti od ugovaranja, projektiranja, narudžbe opreme, gradnje, funkcionalnih ispitivanja pa do puštanja postrojenja u pogon su bile pod stalnim paskom QA specijalista. Prikazano je da služba osiguranja s timom ovlaštenih inženjera ništa nije prepuštala slučaju i dobrom organiziranošću postigla je da us rezultati brige o kvaliteti polučili iznenađujuću uspješnost u izvršenju kvalitetnog posla bez prekoračenja planiranog roka i cijene Projekta.

(Lit. -, sl. 4 – original na hrvatskom jeziku)

Autori
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/6/431-436/2000.

Energija 1344 UDK 621.311

1. Osiguranje kvalitete i stručni nadzor tijekom izgradnje kogeneracijskog postrojenja i visokotlačnog plinovoda s PMRS u Plivi – Savski Marof

I. *Štingl H. - Barbić A. - Blažičko M. - Žuri M. - Hršak S.*

II. EKONERG HOLDING d.d., Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska

izgradnja kogeneracijskog postrojenja
izgradnja visokotlačnog plinovoda s PMRS
osiguranje kvalitete
stručni nadzor

Energija 1343 UDK 644.1

1. Tehnološke i ekonomske karakteristike nacionalnog programa energetske efikasnosti u zgradarstvu – $KUEN_{zgrada}$

I. *Kolega V.*

II. Energetski institut "Hrvoje Požar", Savska cesta 163, 10000 Zagreb, Hrvatska

toplinska izolacija
energetska efikasnost
pasivna sunčana arhitektura

Energija 1342 UDK 681.3

1. Pregled IEEE 802.3/Ethernet Norme – II dio: Fizički sloj

I. *Javornik Vončina S.*

II. Hrvatska elektroprivreda, Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska

normizacija
lokalna računalna mreža
LAN
Ethernet
CSMA/CD
kodiranje
primopredajnik

Energija

Godište 49 (2000) Br. 6

Časopis Hrvatske elektroprivrede

Uredništvo i uprava
Zagreb, Ulica grada Vukovara 37
Godišnja pretplata 480,00 kn

ENERGIJA 1345

UDK 621.31.311
STRUČNI ČLANAK

ENERGIJA 49/2000/6, 423-430

BUDUĆE EMISIJE UGLJIČNOG DIOKSIDA IZ HRVATSKOG ELEKTROENERGETSKOG SUSTAVA

Maja Božičević, dipl. ing. - Željko Tomšić, dipl. ing. - Dražen Jakšić, dipl. ing.

Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zavod za visoki napon i energetiku Unska 3, 10000 Zagreb

Hrvatska je jedna od zemalja potpisnica Protokola iz Kyota koji ju obvezuje da emisiju stakleničkih plinova smanji za 5% u odnosu na razinu emisija iz bazne godine. Protokol će stupiti na snagu tek nakon što ga ratificira 55 zemalja potpisnica koje sudjeluju s 55% u emisijama stakleničkih plinova zemalja obuhvaćenih Aneksom B Protokola iz Kyota. Hrvatski državni Sabor do danas nije ratificirao Protokol. Međutim, iako ne predstavlja zakonsku obvezu, Protokol određuje važan okvir za planiranje razvitka svake države, pa tako i Hrvatske. Očekuje se da će hrvatske vlasti izabrati 1990. kao baznu godinu u odnosu na koju će se analizirati buduće emisije stakleničkih plinova. Kako proizvodnja električne energije igra značajnu ulogu u ukupnoj emisiji stakleničkih plinova, mogućnosti smanjenja tih emisija koje potječu iz elektroenergetskog sustava moraju se razmotriti s posebnom pažnjom. Provedena je usporedba tri hipotetska razvojna scenarija hrvatskog EES-a te su razmotrene poteškoće pred kojima će se naći sustav u slučaju da će se ukupna emisija iz sustava morati smanjiti za 5% u odnosu na emisije iz 1990. Kako nuklearne elektrane predstavljaju razvijenu i gospodarski prihvtljivu tehnologiju za proizvodnju električne energije čiji pogon ne uzrokuje emisiju ugljičnogbdioksida, razmotrena je mogućnost smanjenja buduće emisije ugljičnog dioksida iz hrvatskog elektroenergetskog sustava uporabom nuklerne energije. Prikazane su tri razvojne opcije sustava koje se međusobno razlikuju po broju nuklearnih elektrana u pogonu, kao i emisije ugljičnog dioksida u svakoj od opcija. Izračunato je smanjenje emisije ugljičnog dioksida koje bi bilo rezultat zamjene dijela elektrana ložcnih fosilnim gorivom nuklearnim elektranama. Procijenjeno je koliko je nuklearnih elektrana u pogonu potrebno da bi se u razdoblju do 2030. godine emisija ugljičnog dioksida iz hrvatskog EES-a zadržala na razini koja je za 5% niža od razine iz 1990. godine.

(Lit. 7, sl. 7 – original na hrvatskom jeziku)

Autori
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/6/423-430/2000.

ENERGIJA 1346

UDK 621.3.017.21
IZVORNI ZNANSTVENI ČLANAK

ENERGIJA 49/2000/6, 417-421

ZAGRIJAVANJE VODIČA UVAŽAVAJUĆI TEMPERATURNO OVISNE FIZIKALNE VELIČINE

Franc Jakl, dipl . ing.

ELES Ljubljana, Sektor za razvoj, Vetrinjska 2, 2000 Maribor

Miro Žunec, dipl. ing.

Elektro Maribor, Služba za obratovanje, Vetrinjska 2, 2000 Maribor

Članak razmatra adijabatsko zagrijavanje golih vodiča i zaštitnog užeta kod nadzemnih vodova u uvjetima kratkog spoja, pri čemu se odvođenje topline sa površine vodiča tijekom procesa zagrijavanja zanemaruje. Članak donosi pregled metodološkog pristupa sa strane studijske radne grupe za vodiče WG 22.12 Electrical Aspects of Overhead Lines u okviru studijskog komiteta za nadzemne vodove međunarodne CIGRE s odgovarajućim metodama za izračun temperature vodiča u nestacionarnim uvjetima kratkog spoja. Prikazani su rezultati izračuna temperature pri adijabatskom zagrijavanju za najnepovoljniji slučaj kratkog spoja u elektroenergetskom sustavu u trajanju od 1 sekunde na različitim vodičima i zaštitnim užetima, uzimajući u obzir nekonstantne vrijednosti za specifičnu toplinu vodiča (temperaturne ovisnosti).

(Lit. 8, sl. 4 – original na hrvatskom jeziku)

Autori
ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/6/417-421/2000.

Energija 1346

UDK 621.3.017.21

1. Zagrijavanje vodiča uvažavajući temperaturno ovisne fizikalne veličine
I. *Jakl F. – Žunec M.*
II. ELES Ljubljana, Sektor za razvoj, Vetrinjska 2, 2000 Maribor -
Elektro Maribor, Služba za obratovanje, Vetrinjska 2,
2000 Maribor

nadzemni vodovi
vodiči
adijabatsko zagrijavanje
zaštitna užad
promjena provjesa

Energija 1345

UDK 621.31.311

1. Buduće emisije ugljičnog dioksida iz hrvatskog elektroenergetskog sustava
I. *Božičević M. - Tomšić Ž. - Jakšić D.*
II. Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zavod za visoki napon i energetiku, Unska 3, 10000 Zagreb

Protokol iz Kyota
hrvatski elektroenergetski sustav
ugljični dioksid

Energija

Volume 49 (2000) Nº 6

Review of electricity of Croatia

Editorial and advertisements offices:
Zagreb, Ulica grada Vukovara 37
Subscription rate for 6 numbers p.a. USD 95

ENERGIJA 1342

UDK 681.3
SUBJECT REVIEW

ENERGIJA 49/2000/6, 437-457

REVIEW OF IEEE 802.3/Ethernet STANDARD – Part II: PHYSICAL LAYER

Suzana Javornik Vončina, M. Sc.

Hrvatska elektroprivreda, Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Croatia

The paper gives an overview of the physical layer structure of the IEEE 802.3 LAN. Described are physical realisations of transmission capabilities of 10 Mbps (Ethernet) over coaxial cables, twisted pair cables and optical cables, as well as implementations with transmission capabilities of 100 Mbps (Fast Ethernet) and 1,000 Mbps (Gigabit Ethernet) over twisted pair cables and optical cables.

(No. of References: 10, Fig.: 13 – original in Croatian)

Author

ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/6/437-457/2000.

ENERGIJA 1343

UDK 644.1
SUBJECT REVIEW

ENERGIJA 49/2000/6, 405-415

TECHNOLOGICAL AND ECONOMIC CHARACTERISTICS OF NATIONAL ENERGY EFFICIENCY PROGRAMME IN BUILDINGS – KUEN Building

Vesna Kolega, M. Sc.

Energetski institut "Hrvoje Požar", Savska cesta 163, 10000 Zagreb, Croatia

The paper analyses the economic justification of investment into buildings' heat insulation and describes the technological characteristics as well as the choice criteria of heat insulation materials.
Furthermore, an overview of current achievements in passive solar architecture is given with the aim of increasing energy efficiency and environmental protection in buildings.

(No. of References: 10, Fig.: 3 – original in Croatian)

Author

ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/6/405-415/2000.

ENERGIJA 1344

UDK 621.311
PROFESSIONAL PAPER

ENERGIJA 49/2000/6, 431-436

QUALITY ASSURANCE AND EXPERT SUPERVISION DURING CONSTRUCTION OF CO-GENERATION PLANT AND HIGH PRESSURE GAS PIPELINE WITH RMS IN PLIVA - SAVSKI MAROF

Hrvoje Štingl, B. Sc. - Ante Barbić, B. Sc. – Miroslav Blažičko, B. Sc. – Mladen Žuri, B. Sc. – Stjepan Hršak, B. Sc.

EKONERG HOLDING d.d., Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Croatia

The paper describes the active role of the quality assurance (QA) service during project realisation from the idea to realisation. All activities beginning with contracting, design, equipment order, construction, functional testing to trial operation were under permanent control of QA experts. It is shown that the QA service together with authorised engineers did not allow any mistakes and by its good quality assurance organisation unexpected success in the job realisation was obtained without any time delay and within costs foreseen.

(No. of References: -, Fig.: 4 – original in Croatian)

Authors

ISSN 0013-7448
ENJAAC 49/6/431-436/2000.

ENERGIJA 1344

UDK 621.311

1. Quality Assurance and Expert Supervision during Construction of Co-generation Plant and High Pressure Gas Pipeline with RMS in Pliva – Savski Marof

I. *Štingl H.- Barbić A.-Blažičko M.-Žuri M.-Hršak S.*

II. EKONERG HOLDING d.d., Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Croatia

Co-generation Plant Construction
High Pressure Gas Pipeline Construction with RMS
Quality Assurance
Expert Supervision

ENERGIJA 1343

UDK 644.1

1. Technological and Economic Characteristics Of National Energy Efficiency Programme in Buildings – KUEN Building

I. *Kolega V.*

II. Energetski institut "Hrvoje Požar", Savska cesta 163, 10000 Zagreb, Croatia

Heat Insulation
Energy Efficiency
Passive Solar Architecture

ENERGIJA 1342

UDK 681.3

1. Review of IEEE 802.3/Ethernet Standard – Part II Physical Layer

I. *Javornik Vončina S.*

II. Hrvatska elektroprivreda, Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Croatia

Standardisation
Local Computer Network
LAN
Ethernet
Fast Ethernet
Gigabit Ethernet
CSMA/CD
Encoding
Transceiver

Energija

Volume 49 (2000) Nº 6

Review of electricity of Croatia

Editorial and advertisements offices:
Zagreb, Ulica grada Vukovara 37
Subscription rate for 6 numbers p.a. USD 95

ENERGIJA 1345

UDK 621.31.311
PROFESSIONAL PAPER

ENERGIJA 49/2000/6, 423-430

FUTURE CARBON DIOXIDE EMISSIONS FROM THE CROATIAN ELECTRIC POWER SYSTEM

Maja Božičević, B. Sc. – Željko Tomšić, B. Sc. – Dražen Jakšić, B. Sc.

Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zavod za visoki napon i energetiku, Unska 3, 10 000 Zagreb, Croatia

Croatia is one of the countries that signed the Kyoto Protocol obliging it to reduce the emission of green-house gasses (GHG) by 5 per cent related to the emission of the reference year. The Protocol is going to become effective only after the ratification of 55 countries that signed it, which are responsible for 55 per cent of the GHG emissions from countries included in Annex B of the Kyoto Protocol. The Croatian Parliament has not signed the Protocol yet. However, although it is not a legal obligation, Protocol creates an important framework for development planning of each country, thus also for Croatia. It is expected that the Croatian government will choose 1990 as the reference year in relation to which future GHG emissions will be analysed. As the electric energy production plays an important role in the total GHG emissions, the possibilities to reduce these emissions are to be analysed very carefully. Three different Croatian electric power system development scenarios have been analysed and the difficulties the system is going to face if total emissions are to be reduced by 5 per cent related to 1990. As nuclear plants present a developed and economically justified technology for electric energy production with no carbon dioxide emissions, the possibility to reduce future carbon dioxide emissions from the Croatian electric power system using nuclear power has been analysed. Three different development scenarios are given, differing from each other by having various numbers of nuclear power plants and the corresponding carbon dioxide emission in each option. The reduction of carbon dioxide emissions is calculated as a result of exchange of a part of fossil fuel fired plants into nuclear plants. It is estimated how many nuclear plants will have to be built until the year 2030 to keep the carbon dioxide from the Croatian electric power system on the 5 per cent level less than in 1990.

(No. of References: 7, Fig.: 7 – original in Croatian)

Authors

ISSN 0013-7448

ENJAAC 49/6/423-430/2000.

ENERGIJA 1346

UDK 621.3.017.21
ORIGINAL SCIENTIFIC PAPER

ENERGIJA 49/2000/6, 417-421

CONDUCTOR HEATING TAKING INTO ACCOUNT PHYSICAL TEMPERATURE DEPENDENT VALUES

Franc Jakl, B. Sc.

ELES Ljubljana, Sektor za razvoj, Vetrinjska 2, 2000 Maribor, Slovenia

Miro Žunec, B. Sc.

Elektro Maribor, Služba za obratovanje, Vetrinjska 2, 2000 Maribor, Slovenia

The paper considers the adiabatic heating of bare conductor and shielding wire OF overhead lines in the circumstances of short-circuit, whereby the heat conducted from the line surface during heating process is neglected. The paper brings an overview of the methodological approach of the study group for WG 22.12 conductors, *Electrical Aspects of Overhead Lines in the field of the Study Committee for Overhead Lines of the international CIGRE Organisation,* with corresponding calculation methods for conductor temperature in non-stationary short-circuit. The results of temperature calculation by adiabatic heating for the worst short-circuit case in an electric power system of duration of 1 second on different conductors and shielding wires are given, taking into account non constant values for the specific heating rate of a temperature dependent conductor.

(No. of References: 8, Fig.: 4 – original in Croatian)

Authors

ISSN 0013-7448

ENJAAC 49/6/417-421/2000.

ENERGIJA 1346 UDK 621.3.017.21

1. Conductor Heating Taking into Account Physical Temperature Dependent Values
I. *Jakl F.-Žunec M.*
II. ELES Ljubljana, Sektor za razvoj, Vetrinjska 2, 2000 Maribor, Slovenia - Elektro Maribor, Služba za obratovanje, Vetrinjska 2, 2000 Maribor, Slovenia

Overhead Lines
Conductors
Shielding Wires
Adiabatic Heating
Sag Change

ENERGIJA 1345 UDK 621.31.311

1. Future Carbon Dioxide Emissions from the Croatian Electric Power System
I. *Božičević M. – Tomšić Ž. – Jakšić D.*
II. Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zavod za visoki napon i energetiku, Unska 3, 10 000 Zagreb, Croatia

Kyoto Protocol
Croatian Electric Power System
Carbon Dioxide