

**HRVATSKI KOMITET MEĐUNARODNE KONFERENCIJE
ZA VELIKE ELEKTRIČNE SISTEME**

**STUDIJSKI KOMITET 21
KABELI VISOKOG NAPONA**

DRUGI SIMPOZIJ O ENERGETSKIM KABELIMA

Pula, 6. - 8. listopada 1996.

IZVJEŠTAJ O RADU



**HRVATSKI KOMITET MEĐUNARODNE KONFERENCIJE
ZA VELIKE ELEKTRIČNE SISTEME**

**STUDIJSKI KOMITET 21
KABELI VISOKOG NAPONA**

DRUGI SIMPOZIJ O ENERGETSKIM KABELIMA

Pula, 6. - 8. listopada 1996.

IZVJEŠTAJ O RADU



Nakladnik:
Hrvatski komitet CIGRÉ

Urednik:
Vesna Velebir

Tisak:
Sveučilišna tiskara d.o.o. Zagreb

IZVJEŠTAJ O RADU

Mr. sc. BORIS ŽIVKOVIĆ, predsjednik STK 21

U Puli je od 6. do 8. listopada 1996. održan Drugi simpozij o energetskim kabelima u organizaciji studijskog komiteta HK CIGRÉ broj 21 - Kabeli visokog napona.

DOMAĆIN SIMPOZIJA bila je HRVATSKA ELEKTROPRIVREDA D. D. DISTRIBUCIJSKO PODRUČJE ELEKTROISTRA PULA.

POKROVITELJI SU BILI:

Hrvatske elektroprivreda
Dalekovod, Zagreb
Elka, Zagreb
TEP, Zagreb
Brodmerkur, Split
Elektromaterijal, Rijeka
Elektropromet, Zagreb
Raychem EL-EN-TEL, Zagreb
Asea Brown Boveri, Zagreb
C&G i 3M, Zagreb
Elplast, Zagreb
Metal-elektro, Donja zelina
Metal produkt, Zagreb
ZOLD, Jušići

POČASNI ODBOR SIMPOZIJA

Predsjednik

DAMIR BEGOVIĆ, dipl. ing. Generalni direktor HEP-a

Članovi:

Mr. sc. LUCIANO DELBIANCO, župan Istarske županije, Pazin
Dr. sc. IGOR ŠTOKOVIĆ, gradonačelnik, Pula
Dr. sc. STANKO BAKIĆ, dipl. oec., direktor društva, Elka d.d. Zagreb
DAMIR CRNIČKI, dipl. ing., direktor Elplast, Zagreb
VINKO ĆURKOVIĆ, dipl. ing., direktor društva, Dalekovod d. d. Zagreb
DARKO EISENHUTH, dipl. ing., direktor Asea Brown Boveri d.o.o. Zagreb
Mr. sc. JOSIP KLJUČARIĆ, dipl. oec., direktor društva, Elektropromet d.d. Zagreb
Mr. sc. ANĐELKO KRPAN, dipl. oec., direktor društva, Elektromaterijal d.d. Rijeka
ZVONIMIR KUČKO, dipl. ing., direktor Raychem EL-EN-TEL, Zagreb
ANTE LETICA, dipl. oec., generalni direktor, Brodmerkur Split
Mr. sc. VIKTOR LOVRENČIĆ, dipl. ing., direktor C&G Zagreb
MILAN ZLOPAŠA, dipl. oec., glavni direktor, TEP d.d. Zagreb

ORGANIZACIJSKI ODBOR

Predsjednik

IVAN FABRIS, dipl. ing., direktor HEP d.d. DP Elektroistra Pula

Članovi:

Mr. sc. BORIS ŽIVKOVIĆ, upravitelj, HEP DP Elektrodalmacija Split Pogon Trogir
Dr. sc. ZORKO CVETKOVIĆ, HK CIGRÉ Zagreb
MATO MIJIĆ, dipl. ing., HEP DP Elektrodalmacija Split
Mr. sc. ELIO STERPIN, HEP DP Elektroistra Pula
DAVOR MIŠKOVIĆ, dipl. ing., HEP DP Elektroistra Pula
VESNA VELEBIR, oec., HK CIGRÉ, Zagreb

Simpozij je otvorio predsjednik STK 21 - Kabeli visokog napona mr. sc. BORIS ŽIVKOVIĆ te nakon intoniranja državne himne Republike Hrvatske pozdravne riječi uputili su:

- MILAN BOBETKO, dipl. ing., predsjednik HK CIGRE
- IVAN FABRIS, dipl. ing., predsjednik Organizacijskog odbora
- Mr. sc. BORIS ŽIVKOVIĆ, predsjednik STK 21
- Mr. sc. LUCIANO DELBIANCO, župan Istarske županije, Pazin
- VINKO ĆURKOVIĆ, dipl. ing., direktor Dalekovoda, Zagreb
- Dr. sc. ZORKO CVETKOVIĆ, tajnik HK CIGRE



Svečano otvorenje: u predsjedništvu sjede (slijeva na desno) Z. Cvetković, M. Bobetko, I. Fabris, B. Živković

Za ovaj simpozij STK 21 je usvojio sljedeće

Preferencijalne teme:

1. Materijali i konstrukcija za kabele i kabelski pribor
2. Problematika podmorskih, srednje i visokonaponskih kabela
3. Uvjeti skladištenja, transporta i polaganja kabela, detekcija kvarova
4. Distribucijske i prijenosne kabelske mreže, prijelazne pojave, kontrola stanja, komunikacije
5. Tipizacija, standardizacija i propisi za energetske kabelske instalacije.

Ukupno je podneseno 16 referata koji su razmatrani u pet radnih skupina.

Grupa I.	Konstrukcija kabela i kabelski materijali
Grupa II.	Kabelski pribor i polaganje kabela
Grupa III.	Eksploatacija kabela
Grupa IV.	Kabelske mreže
Grupa V.	Standardi i propisi

Tijekom simpozija organiziran je OKRUGLI STOL, koji je održan 7. listopada na temu "JADRANSKI OTOCI 35kV".

U predvorju hotela više firmi prezentiralo je svoj proizvodni program na panoima i s uzorcima iz proizvodnog programa.

Izložbene panoe i uzorke izložili su:

Elplast, Zagreb
C&G i 3M, Zagreb
Raychem EI-EN-TEL, Zagreb
Dalekovod, Zagreb
TEP, Zagreb
Metal produkt, Zagreb

Pozdravni govor i uvodni referat podnio je predsjednik STK 21 mr. sc. BORIS ŽIVKOVIĆ

Štovane kolegice i kolege, dopustite da se ukratko osvrnem na dosadašnji rad STK 21 HK CIGRÉ.

Studijski komitet 21 za energetske kabele konstituiran je 10. ožujka 1992. temeljem zaključaka osnivačke skupštine HK CIGRÉ, s ciljem promicanja tehničke kulture na području kabelske tehnike u suradnji sa stručnim institucijama u zemlji i inozemstvu.

Program rada STK 21 temelji se na razmjeni stručno-znanstvenih spoznaja, iskustava i mišljenja te proučavanja određenih tema s ciljem unapređenja tehnike i sticanja novih spoznaja, a što se postiže sudjelovanjem na savjetovanjima, simpozijima, stručnim konzultacijama te radom u radnim skupinama.

Formirano je 5 radnih skupina koje prate tehnička dostignuća određenog područja.

Radne skupine su:

- kabele 110 kV i višeg napona
- kabelski pribor
- polaganje kabela
- podmorski kabele
- mjerenje i ispitivanje kabela.

Rezultat takvog rada bilo je organiziranje Prvog simpozija o energetskim kabelima prije dvije godine u Splitu (listopad 1994. godine).

Na prvom i na drugom savjetovanju HK CIGRÉ, sudjelovali smo s nekoliko referata.

Ove godine održana je konferencija CIGRÉ u Parizu na kojoj smo sudjelovali s jednim referatom, a tamo je bilo nazočno nekoliko naših članova.

Nadamo se da ćemo i ubuduće sudjelovati u radu svih značajnijih stručnih skupova u zemlji i inozemstvu te na taj način opravdati rad ovog stručno-znanstvenog tijela.

Štovane kolegice i kolege, dragi gosti, posljednjih nekoliko godina svjedoci smo polaganja većeg broja podmorskih energetskih kabela koji su omogućili kvalitetno i pouzdano napajanje električnom energijom većine naših naseljenih otoka.

Položeni su kabele različitih naponskih razina, od 110 kV do 35 kV te 20 kV i 10 kV.

Većinu kabela polagali su strani izvođači uz pripomoć djelatnika HEP-a dok su kabele polagane 1995. i tijekom 1996. godine djelatnici HEP-a polagali samostalno.

110 kV kabele polagani su za vrijeme rata s ciljem energetskog povezivanja Sjeverne i Južne Hrvatske podmorskim kabelom preko (sjeverno-hrvatskih) otoka. Ovaj projekt rađen je pod nazivom "Otočna veza 110 kV".

Sastavni dio ovog projekta bila je i nabava opreme za samostalno polaganje podmorskih kabela.

Druga velika investicija HEP-a nazvana je "Jadranski otoci 35 kV", a obuhvatila je polaganje 100 km podmorskih kabela, polaganje kopnenih spojnih kabela dionica, izgradnju, rekonstrukciju ili nadopunu većeg broja transformatorskih stranica te ostale prateće poslove (npr. nadopunu VP i sl.).

Glavninu polaganja podmorskih kabela 110 kV i 35 kV obavila je švedska firma ABB sa svojim danskim odnosno nizozemskim podizvođačima.

Polaganje svih kopnenih kabela dionica obavili su djelatnici HEP-a samostalno.

Međutim, neke od podmorskih kablskih dionica polagali su djelatnici HEP-a samostalno jer je ranije godinu i pol stigla oprema za samostalno polaganje.

S tom opremom je položeno, popravljeno ili izvađeno iz mora ukupno 15 podmorskih kabela i to:

- | | |
|---------------------------|--------------------------------------|
| 1. Pelješac - Korčula | položen novi kabel 20 kV |
| 2. Pelješac - Mljet | izvađen stari kabel 10 kV |
| 3. Korčula - Lastovo | izvađen stari kabel 10 kV |
| 4. Lošinj - Koludarac | položen novi kabel 35 kV |
| 5. Koludarac - Lošinj | položen novi kabel 35 kV |
| 6. Prvić - Srima | položen novi kabel 20 kV |
| 7. Biograd - Katarina | izvađen stari kabel 10 kV (popravak) |
| 8. Biograd - Katarina | položen izvađeni kabel 10 kV |
| 9. Tribunj - Logorun | izvađen stari kabel 35 kV |
| 10. Tribunj - Logorun | položen novi kabel 35 kV |
| 11. Movar - Smokvica | položen izvađeni kabel 10 kV |
| 12. Rogoznica - Movar | položen izvađeni kabel 10 kV |
| 13. Rogoznica - Kopača | položen izvađeni kabel 10 kV |
| 14. Šparadići - Pristanić | položen izvađeni kabel 10 kV |
| 15. Brodarica - Krapanj | položen izvađeni kabel 10 kV |

Cijenjene dame i gospodo, problematika podmorskih kabela opisana je u većem broju referata ovog Simpozija, ali bih posebno istaknuo organiziranje "Okruglog stola" na temu projekta "Jadranski otoci 35 kV", sutra u ponedjeljak u 19,30 sati.

Na kraju se nadam da će svi pripremljeni referati biti zanimljivi i poučni svim sudionicima ovog Simpozija.

REFERATI I ZAKLJUČCI

Grupa I - KONSTRUKCIJA KABELA I KABELSKI MATERIJALI

Predsjednik: ZDRAVKO PAMIĆ, dipl. ing.

Stručni izvjestitelj: BRANKO PAIĆ, dipl. ing.

Radna skupina prezentirala je samo jedan referat

1-01 Distributivni kabel kao uzemljivač u visokonaponskom postrojenju

BRANKO PAIĆ, dipl. ing., ZDRAVKO PAMIĆ, dipl. ing., ELKA, Zagreb



Predsjedništvo grupe I. - Z. Pamić, B. Paić

ZAKLJUČCI:

- Nedvojbeno je dokazano, na već izgrađenim kabelskim sustavima, da u područjima s visokim specifičnim otporom tla, posebna kabelska konstrukcija, bitno smanjuje razinu potencijala koji se iznosi iz VN postrojenja.

Grupa II - KABELSKI PRIBOR I POLAGANJE KABELA

Predsjednik: PETAR ČERINA, dipl. ing.

Stručni izjavitelj: Mr. sc. IVO DESPOT

Rad radne skupine odvijao se kroz prezentaciju 6 referata i to:

- 2-01 **Univerzalni i ekonomični sustav kabelskih priključnih adaptera za SF₆ - izolirana postrojenja**
JOSIP BOŠNJAK, dipl. ing., EL-EN-TEL, Zagreb
- 2-02 **Komparacijska analiza izvedbe priobalne zaštite u eksploataciji podmorskih 110 kV uljnih kabela**
SREČKO ALJINOVIĆ, dipl. ing., HEP - Prijenosno područje, Split
- 2-03 **Vađenje podmorskih kabela 10 kV na dionicama "Pelješac - Mljet" i "Korčula - Lastovo"**
Mr. sc. BORIS ŽIVKOVIĆ, dipl. ing., MATO MIJIĆ, dipl. ing., HEP - DP Elektrodalmacija Split
- 2-04 **Prethodni i istražni radovi na trasi kabela**
IVO ŠEGVIĆ, dipl. ing., HEP - Odjel izgradnje prijenosne mreže Split
- 2-05 **Tehnika hladnoskupljajućih materijala novina i veća pouzdanost kabelskih spojnica i završetaka**
Mr. sc. VIKTOR LOVRENČIĆ, dipl. ing., C&G, Zagreb
- 2-06 **Jadranski otoci 35 kV transport i polaganje podmorskih kabela**
PETAR ČERINA, dipl. ing., Split



Predsjedništvo grupe II. - P. Čerina, I. Despot

ZAKLJUČCI

Referat 2-01

- Predstavljeni adapter omogućuje priključak SF₆ postrojenja na svaki srednjenaponski kabel bilo da je uljni ili plastični
- Prednost ovakvog rješenja su: nepotrebno održavanje, sigurna zabrtvljenost, kompaktnost i pogonska sigurnost.

Referat 2-02

- Nakon eksploatacije od preko 25 godina potrebna je sanacija na većini priobalnih zaštita
- Budući su veća oštećenja priobalnih zaštita na manjim dubinama potrebno je prilikom projektiranja novih kabela trasa uložiti sredstva u istražne radove iznova kako bi se odabrala najoptimalnija trasa (minimalni utjecaj morskih valova i struja)
- Prilikom projektiranja kabela podmorskih trasa potrebno je, postaviti ulazno-izlazne točke tamo gdje čovjek neće destruktivno djelovati na kabele i priobalne zaštite

Referat 2-03

- Vađenje starih podmorskih kabela složeni je radni zahvat kojeg su djelatnici HEP-a uspješno izveli
- Kod polaganja svih kabala potrebno je iz više razloga predvidjeti vađenje starih, pokvarenih kabela
- Oprema koju posjeduje HEP omogućuje bilo kakva polaganja novih ili vađenje starih podmorskih kabela, bilo energetskih ili telekomunikacijskih

Referat 2-04

- Prilikom projektiranja kopneno-podmorskih kabela trasa potrebno je izvršiti niz prethodnih istražnih radova kako bi se odabralo pravo tehničko rješenje
- Nužno je izvršiti: Geotehničke istražne radove, ispitivanje geoelektričkih značajki tla, mjerenje toplinskih značajki tla i materijala za posteljicu, hidrografsko geološke istražne radove, oceanografska istraživanja i proračun kratkog spoja

Referat 2-05

- Hladnoskupljajući materijali, spojnice i završetci, u svijetu imaju četvrt stoljetnu tradiciju i iskustvo koje zbog mnogih pozitivnih osobina ima sve veću primjenu u distribucijama električne energije širom svijeta
- Potrebno je dopuniti gransku normu Direkcije za distribuciju Hrvatske elektroprivrede, oznake N.033.01. klasifikacijskog broja 4.10/92 naziva "Tehnički uvjeti za izbor i polaganje elektroenergetskih kabela nazivnog napona 1 kV do 35 kV u dijelu kabelski pribor s hladnoskupljajućom tehnologijom srednjenaponskih spojnica i završetaka

Referat 2-06

- Transport 100 km 35 kV podmorskog kabela u jednoj duljini iz Švedske u Hrvatsku posebnost je velike HEP-ove investicije pod radnim nazivom "Jadranski otoci 35 kV"
- Metoda precizne navigacije upotrebljena na brodu polagaču mora biti osnov za sva buduća polaganja podmorskih kabela koja će djelatnici HEP-a izvesti samostalno

Grupa III - EKSPLOATACIJA KABELA

Predsjednik: JOSIP ANTIĆ, dipl. ing.

Stručni izvjestitelj: Mr. sc. BORIS ŽIVKOVIĆ, dipl. ing.

Radna skupina predstavila je 4 referata i to:

- 3-01 Eksploatacija postojećih uljnih kabela nazivnog napona 10 kV, pod naponom 20 kV**
ENIO BUGARIN, dipl. ing., DAVOR MIŠKOVIĆ, dipl. ing., mr. sc. ELIO STERPIN, dipl. ing., HEP- DP Elektroistra Pula
- 3-02 Sanacija podmorskih kabela "Otočne 110 kV veze"**
BRUNO ŠAINA, dipl. ing., HEP - Prijenosno područje Opatija, ZDRAVKO BLEČIĆ, el. tehn., HEP- Direkcija za upravljanje i prijenos Rijeka
- 3-03 Prilog izboru metaloksidnih odvodnika prenapona namijenjenih zaštiti plašteva kabela koji su uzemljeni samo na jednom kraju**
Dr. sc. IVAN SARAJČEV, dipl. ing., Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje Split
- 3-04 Utjecaj posolice na vanjsku izolaciju 110 kV kabela stаница u projektu "Otočna veza"**
Mr. sc. JOSIP SAVIČEVIĆ, dipl. ing., HEP - Projektni biro Split



Predsjedništvo grupe III. - J. Antić, B. Živković

ZAKLJUČCI

Referat 3.01

- Četverogodišnje iskustvo u pogonu 10 kV uljnih kabela IPO 13 pod naponom 20 kV pokazala su se dobra. Pri takvom radu potrebno je zamijeniti sav spojni pribor
- Konstrukcija 10 kV kabela XHP 48 i njegova izolacija govore da bi i ovaj kabel mogao raditi pod naponom 20 kV
- Predlažu se odgovarajuća ispitivanja tvornici kabela ELKA kako bi se utvrdili svi kriteriji za rad 10 kV XHP kabela za rad pod naponom 20 kV
- Referat zbog svoje aktualnosti treba nadopuniti novim pogonskim iskustvima i prezentirati na 3. savjetovanju HK CIGRÉ 1997. godine u Cavtatu
- Poseban prilog ovom referatu dat će proizvođač kabela i spojnog materijala

Referat 3-02

- Kod projektiranja budućih podmorskih trasa potrebno je provesti detaljne istražne radove
- Snimanje podmorskih trasa tijekom polaganja ili nakon polaganja trebala bi biti obveza investitora bez izuzetaka

Referat 3-03

- Na stvarnom primjeru kablenskog voda, s plaštevima uzemljenim samo na jednom kraju prikazan je odabir metal-oksidnog odvodnika prenapona namijenjenog zaštiti plašteva navedenog kablenskog voda na neuzemljenom kraju
- Referat je predložen za prikaz na 3. savjetovanju HK CIGRÉ 1997. godine u Cavtatu

Referat 3-04

- Problem posebice 110 kV kablenskih stanica riješen je zamjenom provodnih izolatora novim većih izolatorskih sposobnosti
- Potrebno je sistematsko praćenje pogonskih događaja, te obrada klimatskih prilika u kablenskim stanicama kako bi se utvrdila ispravnost ovog tehničkog rješenja

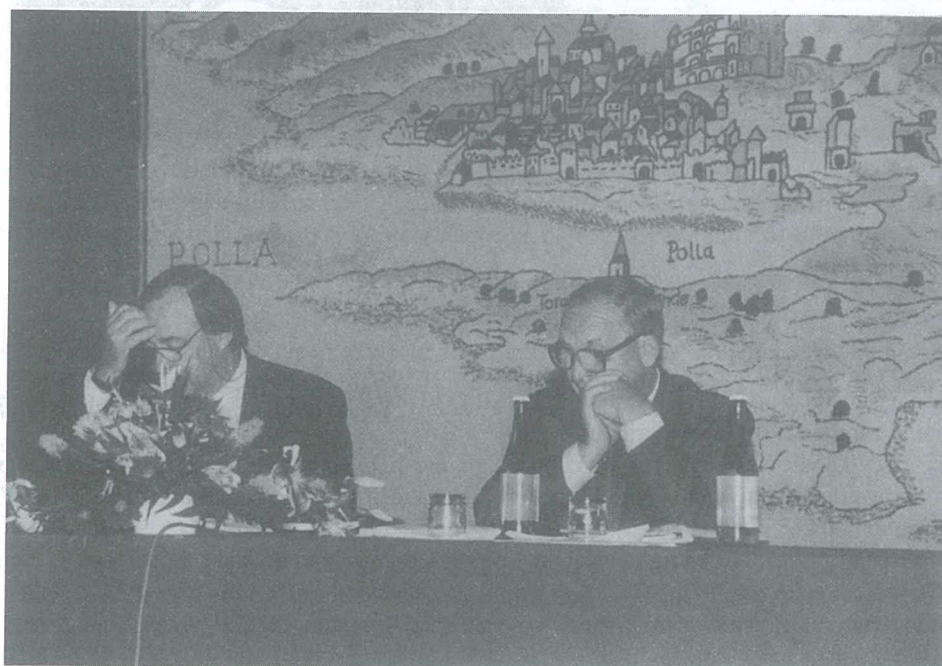
Grupa IV - KABELSKE MREŽE

Predsjednik: Mr. sc. VOJMIR DVORNIK, dipl. ing.

Stručni izvijestitelj: BRUNO ŠAINA, dipl. ing.

Rad radne skupine odvijao se kroz 3 referata i to:

- 4-01 Problematika pripreme, projektiranja i izgradnje većih kabelskih raspleta u urbanim središtima i starim gradskim jezgrama**
IVO SANTICA, dipl. ing., HEP - DP Elektrodalmacija Split
- 4-02 Kabela veza 110 kV TS Dugi Rat - KS Lozna Mala**
Mr. sc. JOSIP SAVIČEVIĆ, dipl. ing., HEP - Projektni biro Split, IVO ŠEGVIĆ, dipl. ing., HEP - Odjel izgradnje prijenosne mreže Split, DARKO BIUK, dipl. ing., HEP - Projektni biro Split
- 4-03 Analiza iznošenja potencijala u sustavu uzemljenja kombiniranih kabelsko-zračnih vodova 110 kV**
Mr. sc. IVAN MEDIC, dipl. ing., Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje Split



Predsjedništvo grupe IV. - V. Dvornik, B. Šaina

ZAKLJUČCI

Referat 4-01

- Uobičajena praksa redovitih sastanka svih instalatera (HPT, HEP, vodovod i kanalizacija, ceste) u gradovima pokazala se ispravnom jer se izbjegava mogućnost višestrukog prekopavanja istih ulica

Referat 4-02

- U posljednjih nekoliko godina stečena su dragocjena iskustva na području projektiranja i polaganja visokonaponskih podzemnih i podmorskih kabela s izolacijom iz umreženog polietilena
- Istražni radovi vezani za konfiguraciju i geološki sastav morskog dna pokazali su se nedostatni jer nisu otkrili pojedinačne stjenovite neravnine na dnu mora.

Referat 4-03.

- Postavljanje suvremenih kabela 110 kV sa dobro vodljivim plaštevima i armaturama, zahtjeva kod analiza raspodjele struja i potencijala nastalih pri jednofaznom kratkom spoju, modeliranje sustava uzemljenja složenog od više 110 kV stanica te određivanje mjesta "nehomogenosti" vodova i reduciranih struja na tim mjestima.

Predsjedavajući: ZDRAVKO PAMIĆ, dipl. ing.
Stručni izvjestitelj: ENIO BUGARIN, dipl. ing.

Radna skupina prezentirala je 2 referata i to:

- 5-01 Standard za energetske kabele 1 kV do 35 kV,**
BRANKO PAIĆ, dipl. ing., ELKA Zagreb
- 5-02 Utjecaji energetskih kabela 110 kV Dugi Rat - Brač na telekomunikacijske vodove**
SLAVKO SAŠA, dipl. ing., - HEP - sektor za inženjering Split

ZAKLJUČCI



Predsjedništvo grupe V. - Z. Pamić, E. Bugarin

Referat 5-01

- Neophodno je pristupiti izradi HRN za energetske kabele nazivnog napona od 1kV do 35 kV radi odabira, prometa, provjere kakvoće i primjene kabela na hrvatskom tržištu
- Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo (DZNM) treba pristupiti osnivanju komisije IEC za energetske kabele, zbog osiguranja uvjeta za izradu hrvatskih normi
- Interni propisi proizvođača kabela ELKA mogu se prihvatiti kao osnova za izradu hrvatskih normi

Referat 5-02

- Telekomunikacijski vodovi sa metalnim vodičima još će dugo biti u uporabi te će se analiza utjecaja energetskih kabela na TK vodove još dugo razmatrati
- Rezultati proračuna napona opasnosti pokazuju velika odstupanja između klasičnog načina proračuna i proračuna s raspodjelom struja u pasivnim vodičima
- Referat je predložen za 3. savjetovanje HK CIGRÉ 1997. godine u Cavtatu