

ENERGIA

**JOURNAL
OF ENERGY**

IZDAVAČ

Hrvatska elektroprivreda d.d., Zagreb

ZA IZDAVAČA

Mr. sc. Ivan Mravak

POMOĆ U IZDAVANJU

Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa

UREĐIVAČKI SAVJET

Mr. sc. Kažimir Vrankić (predsjednik), Zagreb - doc. dr. sc. Ante Čurković, Zagreb - prof. dr. sc. Danilo Feretić, Zagreb - doc. dr. sc. Drago Jakovčević, Zagreb - mr. sc. Vitomir Komen, Rijeka - prof. dr. sc. Slavko Krajcar, Zagreb - prof. dr. sc. Siniša Petrović, Zagreb - mr. sc. Goran Slipac, Zagreb - dr. sc. Mladen Zeljko, Zagreb

UREĐIVAČKI ODBOR

Glavni urednik - Nikola Bruketa, dipl. ing., Zagreb
Glavni tajnik - mr. sc. Slavica Barta-Koštrun, Zagreb
Lektor - Branka Makovec, leksikograf, Zagreb
Metrološka recenzija - Dragan Borojević, dipl. ing., Zagreb
Prijevod - Hrvatsko društvo znanstvenih i tehničkih prevoditelja
- Prevoditeljski centar, Zagreb

UREDNIŠTVO I UPRAVA

HEP d.d. - Energija
Urednički odbor
Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska
Telefoni: +385 (1) 6321963 i 6322641
Telefaks: +385 (1) 6322143 i 6170438
e-mail: nikola.bruketa@hep.hr; slavica.barta@hep.hr;
www.hep.hr

Godišnje izlazi 6 brojeva.
Godišnja pretplata bez PDV-a (22 %) iznosi:
- za pojedince 250 kn
- za poduzeća 400 kn
- za studente 60 kn
Žiro račun kod Zagrebačke banke broj:
2360000-1400129978

Godišnja pretplata za inozemstvo iznosi USD 95
Devizni račun:
Zagrebačka banka broj: 2000006299

Grafičko uređenje omota: mr. sc. Kažimir Vrankić, Zagreb
Grafičko uređivanje: Bestias dizajn d.o.o., Zagreb
Tisak: Intergrafika d.o.o., Zagreb

Naklada: 1 500 primjeraka
Godište 55(2006)
Zagreb 2006
Broj 4, str. 377-476

Oglasi su veličine jedne stranice. Cijena oglasa je 3 000 kn bez PDV (22%).

PUBLISHED BY

Hrvatska elektroprivreda d.d., Zagreb

PUBLISHER'S REPRESENTATIVE

Ivan Mravak, MSc

SUPPORTED BY

Ministry of Science, Education and Sport

EDITORIAL COUNCIL

Kažimir Vrankić, MSc, (Chairman), Zagreb - Assistant Prof Ante Čurković, PhD, Zagreb - Prof Danilo Feretić, PhD, Zagreb - Assistant Prof Drago Jakovčević, PhD, Zagreb - Vitomir Komen, MSc, Rijeka - Prof Slavko Krajcar, PhD, Zagreb - Prof Siniša Petrović, PhD, Zagreb - Goran Slipac, MSc, Zagreb - Mladen Zeljko, PhD, Zagreb

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief - Nikola Bruketa, dipl. ing., Zagreb
Secretary - Slavica Barta-Koštrun, MSc, Zagreb
Language Editor - Branka Makovec, Lexicographer, Zagreb
Metrology - Dragan Borojević, dipl. ing., Zagreb
Translation - Croatian Association of Scientific and Technical Translators - Croatian Translation Agency, Zagreb

HEAD OFFICE AND MANAGEMENT

HEP d.d. - Energija
Editorial Board
Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Croatia
Telephone: +385 (1) 6321963 i 6322641
Fax: +385 (1) 6322143 i 6170438
e-mail: nikola.bruketa@hep.hr; slavica.barta@hep.hr;
www.hep.hr

Appears 6 times a year.
Annual subscription fee excl. VAT (22 %):
- for individual subscribers HRK 250
- for companies HRK 400
- for students HRK 60
Number of giro account with Zagrebačka Banka:
2360000-1400129978

Annual subscription fee for the overseas: USD 95
Number of foreign currency account with Zagrebačka Banka:
2000006299

Cover design: Kažimir Vrankić, MSc, Zagreb
Graphic layout: Bestias Dizajn d.o.o., Zagreb
Printed by: Intergrafika d.o.o., Zagreb

Circulation: 1,500 copies
Volume 55(2006)
Zagreb 2006
No 4, pp 377-476

Ads are the size of page. The price of an ad is HRK 3 000 excl. VAT.(22%)

SADRŽAJ

Dekanić, I., Kolundžić, S., Slipac, G.,
ENERGETSKA BUDUĆNOST HRVATSKE I OPSKRBA PLINOM
(pregledni članak)

Müller, K. P., Preveden, V., Kainer, A., Grabek, A.,
UPRAVLJANJE JAVNIM PODUZEĆIMA NA DINAMIČNIM
TRŽIŠTIMA
(pregledni članak)

Balogh, J.,
HRVATSKA I TRGOVANJE ELEKTRIČNOM ENERGIJOM U
SREDNJOJ EUROPI
(pregledni članak)

Barić, T., Boras, V., Nikolovski, S.,
ANALIZA UTJECAJA DISKONTINUITETA ELEKTRIČNE
VODLJIVOSTI TLA NA OTPOR RASPROSTRANJIVANJA UZEMLJIVAČA
(izvorni znanstveni članak)

CONTENTS

Dekanić, I., Kolundžić, S., Slipac, G.,
CROATIA'S ENERGY FUTURE AND GAS SUPPLY
(review article)

Müller, K. P., Preveden, V., Kainer, A., Grabek, A.,
MANAGING UTILITY COMPANIES IN DYNAMIC MARKETS
(review article)

Balogh, J.,
CROATIA AND ELECTRICITY TRADING IN CENTRAL EUROPE
(review article)

Barić, T., Boras, V., Nikolovski, S.,
ANALYSING THE EFFECT OF DISCONTINUITY OF ELECTRICAL
CONDUCTIVITY OF SOIL ON GROUND RESISTANCE
(original scientific article)

Časopis je ubilježen u Ministarstvu znanosti, obrazovanja i sporta pod
brojem 161 od 12.11.1992.

Časopis je indeksiran u sekundarnom bibliografskom izvoru INSPEC
- The Institution of Electrical Engineering, England.

The magazine is registered with the Ministry of Science, Education
and Sport under No. 161 since 12.11.1992.

The magazine is indexed with the secondary reference source of
INSPEC - The Institution of Electrical Engineering, England.



382-415

416-437

438-453

454-473

UREĐIVAČKA POLITIKA

Časopis Energija znanstveni je i stručni časopis s dugom tradicijom više od 50 godina. Pokriva područje elektroprivredne djelatnosti i energetike. Časopis Energija objavljuje izvorne znanstvene i stručne članke širokoga područja interesa, od specifičnih tehničkih problema do globalnih analiza procesa u području energetike.

U vrlo širokom spektru tema vezanih za funkcioniranje elektroprivredne djelatnosti i općenito energetike u tržišnim uvjetima i općoj globalizaciji, časopis ima poseban interes za specifične okolnosti ostvarivanja tih procesa u Hrvatskoj i njezinu regionalnom okruženju. Funkcioniranje i razvoj elektroenergetskih sustava u središnjoj i jugoistočnoj Europi, a posljedično i u Hrvatskoj, opterećeno je mnogobrojnim tehničko-tehnološkim, ekonomskim, pravnim i organizacijskim problemima. Namjera je časopisa da postane znanstvena i stručna tribina na kojoj će se kritički i konstruktivno elaborirati navedena problematika i ponuditi rješenja.

Časopis je posebno zainteresiran za sljedeću tematiku: opća energetika, tehnologije za proizvodnju električne energije, obnovljivi izvori i zaštita okoliša; korištenje i razvoj energetske opreme i sustava; funkcioniranje elektroenergetskoga sustava u tržišnim uvjetima poslovanja; izgradnja elektroenergetskih objekata i postrojenja; informacijski sustavi i telekomunikacije; restrukturiranje i privatizacija, reinženjering poslovnih procesa; trgovanje i opskrba električnom energijom, odnosi s kupcima; upravljanje znanjem i obrazovanje; europska i regionalna regulativa, inicijative i suradnja.

Stranice časopisa podjednako su otvorene iskustvenim i mladim autorima, te autorima iz Hrvatske i inozemstva. Takva zastupljenost autora osigurava znanje i mudrost, inventivnost i hrabrost, te pluralizam ideja koje će čitatelji časopisa, vjerujemo, cijeniti i znati dobro iskoristiti u svojem profesionalnom radu.

EDITORIAL POLICY

The journal Energija is a scientific and professional journal with more than a 50-year tradition. Covering the areas of the electricity industry and energy sector, the journal Energija publishes original scientific and professional articles with a wide area of interests, from specific technical problems to global analyses of processes in the energy sector.

Among the very broad range of topics relating to the functioning of the electricity industry and the energy sector in general in a competitive and globalizing environment, the Journal has special interest in the specific circumstances in which these processes unfold in Croatia and the region. The functioning and development of electricity systems in Central and South East Europe, consequently in Croatia too, is burdened with numerous engineering, economic, legal and organizational problems. The intention of the Journal is to become a scientific and professional forum where these problems will be critically and constructively elaborated and where solutions will be offered.

The Journal is especially interested in the following topics: energy sector in general, electricity production technologies, renewable sources and environmental protection; use and development of energy equipment and systems; functioning of the electricity system in competitive market conditions; construction of electric power facilities and plants; information systems and telecommunications; restructuring and privatization, re-engineering of business processes; electricity trade and supply, customer relations; knowledge management and training; European and regional legislation, initiatives and cooperation.

The pages of the Journal are equally open to experienced and young authors, from Croatia and abroad. Such representation of authors provides knowledge and wisdom, inventiveness and courage as well as pluralism of ideas which we believe the readers of the Journal will appreciate and know how to put to good use in their professional work.

UVOD

INTRODUCTION

Dragi čitatelji,

prije no što prokomentiram sadržaj četvrtog broja časopisa *Energija* u tekućoj godini želim se zahvaliti čitateljima koji su se javili Uredništvu časopisa sa svojim komentarima i prijedlozima u vezi časopisa. Mišljenje čitatelja nam je dragocjeno za uređivanje časopisa i veseli nas svako vaše novo pismo ili poruka.

U *Energiji* 4/2006 objavljujemo četiri članaka:

- Energetska budućnost Hrvatske i opskrba plinom,
- Upravljanje javnim poduzećima na dinamičnim tržištima,
- Hrvatska i trgovanje električnom energijom u srednjoj Europi i
- Analiza utjecaja diskontinuiteta električne vodljivosti tla na otpor rasprostiranja uzemljivača.

Prvi članak bavi se temom energetske budućnosti Hrvatske i uvjetima opskrbe plinom što su važna i aktualna pitanja, kako za Republiku Hrvatsku, tako i za Europu, pa i šire. Ova pitanja su još uvijek bez pravih i konačnih odgovora. Članak elaborira energetske okolnosti u Europi i dodatno specifične okolnosti u Hrvatskoj. Predložene su promjene u postojećem sustavu energetske opskrbe i daljnji potrebni razvoj sustava, koji bi omogućio dostatnu i sigurnu energetske opskrbu Republike Hrvatske.

Upravljanje javnim poduzećima općenito i posebno u domeni energetike je pitanje kojim se bave tvrtke u razvijenim tržišnim gospodarstvima, kao i u zemljama u tranziciji. Objavljeni članak na tu temu može poslužiti kao dobro strukturirano uputstvo za tvrtke bez većih vlastitih iskustava. Prezentiran je pristup u tri koraka kojima se može uspostaviti nova organizacija i način korporativnog upravljanja, od strateške do operativne razine. Također, komentirane su najčešće poteškoće kod promjene organizacije i načina poslovanja i predložene su metode upravljanja procesom promjena.

U trećem članku prezentirane su okolnosti trgovanja električnom energijom u srednjoj

Dear Readers,

Before commenting on the fourth issue this year of the journal *Energija*, I wish to thank the readers who have contacted the Editorial board with their comments and proposals regarding the Journal. Readers opinion is of great value to us in preparing *Energija* and we appreciate every letter and message.

In *Energija* 4/2006, we present the following four articles:

- Croatia's Energy Future and Gas Supply,
- Managing Utility Companies in Dynamic Markets,
- Croatia and Electricity Trading in Central Europe and
- Analyzing the Effect of Discontinuity of Electrical Conductivity of Soil on Ground Resistance.

The first article concerns the future of energy supply in Croatia and the situation regarding the gas supply, which are important and current questions for the Republic of Croatia, as well as Europe and beyond. These questions are still awaiting final answers. The article describes the energy supply situation in Europe, with emphasis on the specific circumstances in Croatia. Concrete proposals are offered for changes in the existing energy supply system and for continued system development, which would assure the Republic of Croatia an adequate and reliable energy supply.

The management of utilities, both generally and specifically in the domain of energetics, is a question that concerns companies in both developed market economies and countries in transition. The second article provides well-structured guidelines for companies lacking sufficient managerial experience. A three-step approach is presented, according to which it is possible to establish a new manner of organization and corporate management, from the strategic to operative levels. Furthermore, there is commentary on the most frequently encountered difficulties when there are changes in the organization and manner of operations, with methods proposed for managing the process of change.

Europi. Istaknuta su obilježja tržišta električne energije u srednjoj Europi, te odnosa tog tržišta prema susjednim područjima trgovanja. Posebno su elaborirane komparativne prednosti Republike Hrvatske koje proizlaze iz geografskog položaja i portfelja proizvodnih kapaciteta. Konstatirano je da je potencijal Hrvatske u trgovanju električnom energijom puno veći od dosad ostvarenog i u tom smislu su dani konkretni prijedlozi za potrebnu formalno-pravnu i poslovnu prilagodbu. Ukazano je i na vrlo atraktivnu mogućnost povezanog trgovanja električnom energijom i plinom.

Posljednji članak u ovom broju časopisa *Energija* bit će pravo zadovoljstvo čitateljima sklonim matematičkom modeliranju pojava u elektrotehnici, kao što je primjerice otpor rasprostiranja uzemljivača kojim se članak bavi. Razvoj elektrotehničke struke ide prema dubljem poznavanju i preciznijem proračunu pojava gdje god je to moguće. Ovaj članak je početni doprinos mogućnosti preciznijih proračuna uzemljivača položenih u nehomogeno tlo i može poslužiti kao podloga za kompleksnije proračune.

U ovom broju članke potpisuje veliki broj autora, čak njih jedanaest. Ovaj broj, više od prethodnih, karakterizira vrlo otvoreno komentiranje aktualnih situacija i predlaganje mogućih rješenja, posebno u prvom i trećem objavljenom članku. Podržavamo takav način pisanja jer je otvorenost temeljni preduvjet za bolje razumijevanje i pronalaženje rješenja.

Glavni urednik
Nikola Bruketa dipl.ing.

The third article discusses the circumstances concerning electricity trading in Central Europe, with emphasis upon the characteristics of the electricity market in Central Europe as well as the relationship of this market with neighboring regions. The comparative advantages of the Republic of Croatia, owing to its geographical position and the portfolio of its production capacities, are separately elaborated. The conclusion is reached that Croatia's potential in electricity trading is far greater than what has been achieved thus far. Specific proposals are provided for making formal legal and commercial adaptations. The highly attractive possibility of linking electricity and gas sales is also considered.

The last article in this issue of the journal *Energija* will be a genuine treat for readers interested in the mathematical modeling of electrical engineering phenomena, such as the analysis of the effect of the discontinuity of the electrical conductivity of the soil on ground resistance that the article presents. Developments in the electrical engineering field are moving toward a deeper knowledge and more precise assessment of phenomena, whenever possible. This article is an initial contribution to potentially precise computations of grounding installed in heterogeneous soils and can serve as the basis for more complex estimates.

The articles in this issue were signed by a total of eleven authors. More than the previous issues, this issue is characterized by unusually open commentary on the current situation and proposals for potential solutions, especially in the first and third articles. We support this approach because openness is a fundamental prerequisite for better understanding and finding solutions.

Editor-in-Chief
Nikola Bruketa, dipl. ing.

ENERGETSKA BUDUĆNOST HRVATSKE I OPSKRBA PLINOM CROATIA'S ENERGY FUTURE AND GAS SUPPLY

Prof. dr. sc. Igor Dekanić, Sveučilište u Zagrebu,

Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Pierottijeva 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Dr. sc. Stevo Kolundžić, INA-Industrija nafte, d.d., Avenija Većeslava

Holjevca 10, 10000 Zagreb, Hrvatska

Mr. sc. Goran Slipac, HEP d.d., Ulica Grada Vukovara 37,

10000 Zagreb, Hrvatska

Prof Igor Dekanić, PhD, University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology

and Petroleum Engineering, Pierottijeva 6, 10000 Zagreb, Croatia

Stevo Kolundžić, PhD, INA-industrija nafte, d.d., Avenija Većeslava

Holjevca 10, 10000 Zagreb, Croatia

Goran Slipac, MSc, HEP d.d., Ulica Grada Vukovara 37, 10000 Zagreb,

Croatia

U članku se analiziraju karakteristike suvremenih energetske tržišta te obilježja korištenja nafte, plina i električne energije. Obrađuje se opskrba Europe energijom, novi ciklus politizacije energetike i uloga plina u europskoj energetici te neke suvremene dileme u europskoj energetici nakon okrupnjavanja energetske tvrtki spajanjem i preuzimanjem. Analizira se potrošnja energije u Hrvatskoj, učešće plina, položaj prirodnog plina kao osnove budućeg razvoja hrvatske energetike, odnosi cijena energenata te cijene plina u Hrvatskoj. Zaključuje se kako je razdoblje jeftine energije iza nas i kako energetske projekti mogu i moraju postati ne samo sredstvo za osiguranje potrebnih količina energije za budući gospodarski razvoj već i prilika za razvoj hrvatskih tvrtki.

The characteristics of the contemporary energy markets are analyzed, as well the use of oil, gas and electricity. Europe's energy supply, the new cycle of the politicization of energetics, the role of gas in European energetics, and several contemporary dilemmas regarding European energetics following the consolidation of the energy companies via mergers and takeovers are discussed. The shares of energy consumption in Croatia, the share of gas, the position of natural gas as the basis for the future development of Croatian energetics as well as the relative cost of energy sources and the price of gas in Croatia are analyzed. It is concluded that the period of cheap energy is behind us and that energy projects can and must not only be the means for insuring the necessary amounts energy for future economic development but also an opportunity for the development of Croatian companies.

Ključne riječi: cijene energije, električna energija, energetsko tržište, energija, globalizacija, gospodarski razvoj, prirodni plin

Key words: economic development, electricity, energy, energy market, energy prices, globalization, natural gas



1 UVOD

Energetsko tržište, više od bilo kojega drugoga, ima utjecaj na globalnom planu. Danas se može govoriti o trećem dijelu razdoblja fosilnih goriva u kojem istaknutu ulogu ima plin kao sve češći energent. U suvremenoj globaliziranoj proizvodnji prirodni plin dobiva sve izraženiju geopolitičku ulogu. Na početku 21. stoljeća prirodni plin u Hrvatskoj zauzima oko 25 % ukupne energetske bilance. Potrošnja u proteklih 20 godina bilježi neprekidan rast, s iznimkom ratnih, 1990-ih godina. Plinifikacija, gradnja novih plinskih dobavnih pravaca te liberalizacija plinskog tržišta, uz transparentnu energetska politiku, trenutačno su iznimno važni elementi za strategiju energetskog razvoja. Razvoj plinskih tržišta utjecat će na globalna kretanja i učešće nafte na tržištu. Međunarodna plinska trgovina stvorit će nove ovisnosti potrošača i proizvođača, uz intenziviranje međunarodne trgovine energijom. Republika Hrvatska mora osigurati dodatne količine i pravce uvoza prirodnog plina, te uključivanje u međunarodnu trgovinu prirodnim plinom. U članku se komentira povezanost razvoja opskrbe prirodnim plinom i proizvodnje električne energije i topline.

2 MEĐUNARODNO TRŽIŠTE ENERGIJE

2.1 Struktura potrošnje primarne energije u svijetu

Strukturu potrošnje primarne energije u svijetu prikazuje slika 1. Slika 2 prikazuje strukturu potrošnje po kontinentima odnosno po svjetskim regijama. Vidljivo je kako je, osim na Srednjem istoku, učešće plina najveće u Europi i Euroaziji, tj. u Europi zajedno sa zemljama bivšeg SSSR-a, te u Sjevernoj Americi.

Potražnja nafte nakon početka 21. stoljeća rasla je intenzivnije nego desetljećima ranije. Stope porasta potrošnje nafte tijekom proteklih 15-ak godina kretale su se od 1,5 % do 2 % godišnje, a ukupna svjetska potražnja za naftom u 2004. porasla je za 3,7 % i dostigla gotovo 3,8 milijardi tona. Najveći utjecaj u tome ima gospodarstvo SAD-a, koje troši oko 1/4 svjetske proizvodnje nafte, proizvodi oko 1/3 vlastitih potreba, a tijekom 2004. potrošilo je 3 % više nego godinu prije. U Aziji je potrošnja nafte 2004. porasla 5 %, u čemu je najveći porast u Kini, čak 15 %. Potrošnja nafte u Africi također je počela rasti stopom dvostruko većom od svjetskoga prosjeka. Jedino se Europa i dalje drži na porastu od 1,8 % [1], [2], [3] i [4].

1 INTRODUCTION

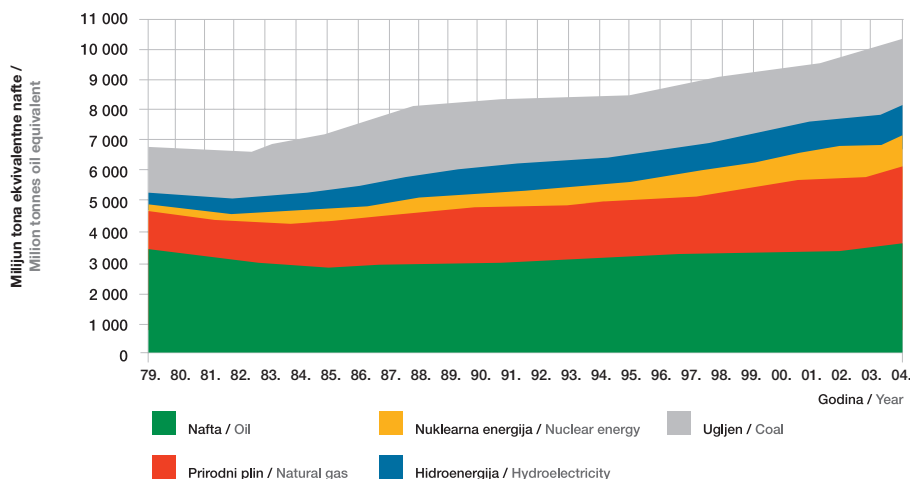
The energy market has a greater impact on the global plan than any other. Today, it is possible to speak of the third part of the period of fossil fuels, in which gas has the dominant role as an increasingly utilized energy source. In contemporary globalized production, natural gas has a growing geopolitical role. At the beginning of the 21st century, natural gas in Croatia represents approximately 25 % of the total energy balance. Consumption during the past twenty years has grown constantly, with the exception of the war years during the 1990s. Gasification, the construction of new gas supply routes and the liberalization of the gas market, with a transparent energy policy, are elements that are currently exceptionally important in the strategy of energy development. The development of the gas markets will have an impact on global trends and the share of oil on the market. The international gas trade will create new dependencies between consumers and producers, with intensification of international energy commerce. The Republic of Croatia must secure additional quantities and routes for the import of natural gas, and the inclusion of Croatia in the international natural gas trade. The article provides a comment of the connection between the development of the supply of natural gas and the production of electricity and heat.

2 THE INTERNATIONAL ENERGY MARKET

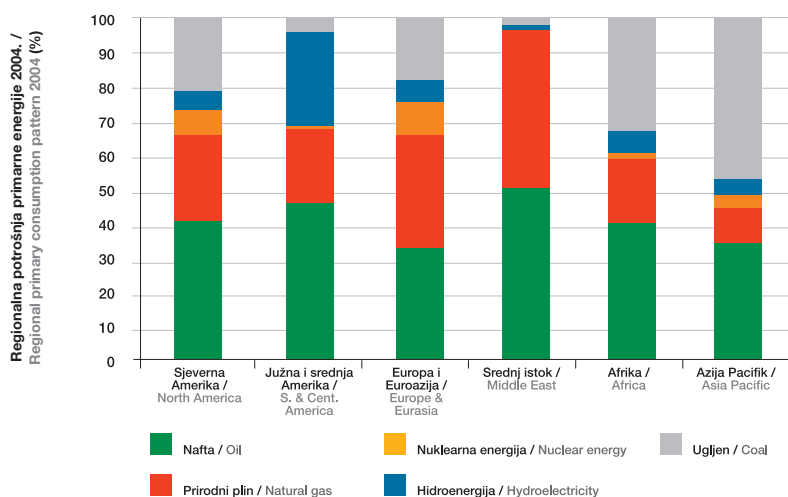
2.1 Structure of the consumption of primary energy in the world

The structure of the consumption of primary energy in the world is presented in Figure 1. In Figure 2, there is a presentation of the structure of consumption according to continents, i.e. according to global regions. We see that, except in the Middle East, the percentage of gas is highest in Europe and Eurasia, i.e. Europe together with the countries of the former Soviet Union, and in North America.

The demand for oil after the beginning of the 21st century has grown at a faster rate than during the previous decades. The rate of growth in oil consumption during the past 15 or so years ranged from 1,5 % to 2 % annually, so that the total world demand for oil in 2004 grew by 3,7 % and reached nearly 3,8 billion tons. The economy of the United States has the greatest impact in this respect, which consumes approximately one quarter of the world oil production, produces approximately 1/3 of the amount it needs for its own use, and during 2004 consumed 3 % more than during the previous year. In Asia, oil consumption increased by 5 % in 2004, with the greatest increase in China - 15 %. Oil consumption in Africa has also begun to increase by a rate that is double the world average. Only in Europe is growth holding steady at 1,8 % [1], [2], [3] and [4].



Slika 1
Struktura potrošnje
primarne energije u
svijetu
Figure 1
The structure of
world primary energy
consumption



Slika 2
Regionalni raspored
potrošnje primarne
energije
Figure 2
Regional distribution
of primary energy
consumption

Uz pretpostavku kako će svjetsko gospodarstvo do 2030. rasti po stopama od 2,8 do 3,2 % godišnje, energetske će potrebe rasti po stopama od 1,7 % godišnje. Fosilni energenti pokrivaju 80 % potreba u primarnoj energiji, a i u idućem razdoblju imat će jednak utjecaj. Uzajamno će povoljno djelovati naponi za smanjenje energetske intenzivnosti i pritisak na zaštitu okoliša, djelujući u smjeru konzervacije energije. Od 1980. do 2003. učešće prirodnog plina u svjetskoj potrošnji primarne energije poraslo je od 18 na 22 %, a u budućem razdoblju očekuje se daljnji porast globalnog učešća plina u podmirivanju energetske potrebe. Podaci o svjetskim rezervama i proizvodnji, odnosno potrošnji prirodnog plina prikazani su u tablici 1.

Assuming that the world economy will grow at annual rates of from 2,8 % to 3,2 % up to the year 2030, energy needs will increase at a rate of 1,7 % annually. Fossil fuels cover 80 % of the requirements for primary energy, and in the coming period they will have an equal impact. Efforts for reducing energy intensity and pressure for environmental protection will have a mutually beneficial effect in the direction of energy conservation. From 1980 to 2003, the share of natural gas in the global consumption of primary energy rose from 18 % to 22 %, and in the future period a continued increase in the global share of gas is anticipated for meeting energy needs. Data on the world reserves and production, i. e. consumption of natural gas are presented in Table 1.

Tablica 1 - Svjetske rezerve plina i proizvodnja (2004.)
Table 1 - World gas reserves and production (2004)

	Zalihe / Reserves 179x10 ¹² m ³	Proizvodnja / Production 2,77x10 ¹² m ³
	%	%
OPEC	49	11
FSU	32	23
OECD	10	51
DRUGI / Others	9	15

Plin je po rezervama i proizvodnji mnogo distribuiraniji od nafte, iako regije bivšeg SSSR-a (FSU) i Bliskog istoka obuhvaćaju 72 % rezervi i isto tako oko 43 % rezervi zaliže u 20 megagigantskih i supergigantskih proizvodnih polja. Zemlje OPEC-a imaju 50 % ukupnih rezervi u odnosu na 75 % naftnih. Uz realna očekivanja pozitivnih otkrića plina, sa sadašnjim vijekom zaliha koji iznosi do 70 godina, može se očekivati rast na 150 godina.

Nekonvencionalni izvori plina mnogo su veći. Tako se plin proizveden iz ugljena procjenjuje na 250 bilijuna m³, a metanski hidrati na 5 000 do 25 000 bilijuna m³. Međutim, procjenjuje se kako će u razdoblju do 2020. ponuda iz sadašnjih izvora biti za oko 1 000 milijardi m³ godišnje manja od potreba.

Ruska tvrtka Gazprom, koja je u 2004. proizvela 634 milijarde m³ plina, 60 % te količine proizvodi iz već starih polja! Ulogu sadašnjih polja Medveze, Urengoj, Jamburg morat će preuzeti nova (Štokman, Jamal), iako su u mnogo težem klimatskom pojasu. Upravo zbog geografskih pozicija novih nalazišta, kao i zbog bježanja od monopola opskrbljivača i transportera, u velikom je porastu s još većim očekivanjima trgovina ukapljenim prirodnim plinom (LNG).

U tablici 2 i 3 prikazane su stope porasta udjela LNG te ukupni opseg trgovine tim plinom.

Gas, according to reserves and production, is much more widely distributed than oil, although the regions of the former Soviet Union (FSU) and the Near East encompass 72 % of the reserves and approximately 43 % of the reserves lie in 20 mega or super gigantic production fields. The OPEC countries have 50 % of the total gas reserves in comparison to 75 % of the oil reserves. With realistic anticipation of gas discoveries, from the current expectations that reserves will last for 70 years, an increase to 150 years can be anticipated.

Unconventional sources of gas are much greater. Thus, gas produced from coal is estimated at 250 trillion m³, and methane hydrates at 5 000 to 25 000 trillion m³. Nonetheless, it is estimated that in the period up to 2020, the supply from the current sources will be approximately 1 000 billion m³ annually less than required.

The Russian company Gazprom, which in the year 2004 produced 634 billion m³ of gas, produced 60 % of this amount on fields that are already old! The role of the current fields of Medveze, Urengoj and Jamburg will have to be taken over by new ones (Štokman and Jamal), although they are in a much more severe climatic belt. It is precisely due to the geographical positions of the new fields, and in order to escape the suppliers' and transporters' monopolies, that trade in liquefied natural gas (LNG) is greatly increasing - with even greater expectations.

In Tables 2 and 3, the rates of growth in the share of LNG as well as the overall range of commerce in LNG are presented.

Tablica 2 - Stope rasta udjela LNG u razdoblju 1970.-2020.
Table 2 - The growth rates of LNG during the 1970-2020 period

Godina / Year	%
1970.	5,9
1980.	15,6
1990.	23,5
2000.	21,0
2004.	22,0
2010.	30-31
2020.	37-38

Tablica 3 - Rast trgovine LNG
Table 3 - Growth in the commerce of LNG

Godina / Year	(10 ⁹ m ³)
1985.	51
1990.	72
1995.	93
2000.	138
2004.	178
2010.	315
2020.	520

Premda je do 2004. u uvozu LNG veliki udio imala Oceanija, uz Sjevernu Ameriku i Europu, u obzorima 2010. i 2020. očekuje se da će uvoz znatnije rasti upravo u Americi i Europi. U Kataru se priprema projekt GTL, tj. pretvorba plina u tekućinu, drugi nakon onog u Maleziji, ali su ograničena očekivanja daljnjeg rasta. Očekuje se da će u 2010. biti konvertirano oko 12 milijardi m³ plina s rastom od 60 do 80 % u 2020.

Rusi najavljuju CNG, stlačeni prirodni plin, projekte koji su podobni za manje kapacitete proizvodnje (1 do 3 milijarde m³) i manje udaljenosti. GTW, iz plina u dalekovod također je opcija o kojoj se razmišlja u uvjetima liberaliziranog tržišta. Očekuje se kako će ukupne investicije u plinsku industriju u sljedećih 10 godina iznositi do 1 200 milijardi američkih dolara. Međutim, GTL, CNG, GTW kao i LNG samo su u funkciji transporta i potrošnje.

Europska energetska strategija dugo je bila utemeljena na pretpostavci kako tržišni mehanizmi uspješno rješavaju opskrbe pravce, cijene i sve dileme oko opskrbe. To je bilo moguće u okolnostima na prijelazu iz 20. u 21. stoljeće, u kojima je dovoljna ponuda energije utjecala na stabilnost cijena. Porast potražnje za naftom i nova politička destabilizacija Bliskog istoka doveli su do neravnoteže ponude i potražnje te porasta cijena nafte, koje su izazvale i promjene odnosa na tržištu, a posebno promjenu energetske strategije u Europskoj uniji. Nova politizacija energetike, porast cijena nafte nakon 2004. i porast uloge plina u opskrbi Europske unije te najave Ruske Federacije o povećanju geopolitičke uloge plina, otvorili su nove dileme, posebno što se tiče zajedničke europske energetske strategije i politike.

2.2 Opće značajke tržišta nafte

Tijekom posljednjih dvaju desetljeća 20. stoljeća ponuda nafte bila je stabilna, a potražnja je, kao posljedica gospodarske konjunktura SAD-a, zapadne Europe, Japana i jugoistočne Azije,

Although Oceania, together with North America and Europe, imported a large share of LNG up to the year 2004, it is anticipated that there will be a significance increase in America and Europe in 2010 and 2020. In Katar, a gas to liquid (GTL) project is being prepared, the second after the project in Malaysia, but there are limited expectations for further growth. It is anticipated that in 2010 approximately 12 billion m³ gas will be converted, with an increase of 60-80 % by 2020.

The Russians are announcing compressed natural gas (CNG) projects that are suitable for lower production capacities (1-3 billion m³) and shorter distances. Gas to Wire (GTW) is also an option that is being considered under the liberalized market conditions. It is anticipated that the overall investments in the gas industry during the next 10 years will amount to 1 200 billion USD. However GTL, CNG, GTW and LNG only concern transport and consumption.

The European energy strategy was long based upon the assumption that market mechanisms successfully solve supply routes, prices and all the dilemmas concerning supply. This was possible under the circumstances of the late 20th and early 21st centuries, when the energy supply was sufficient and prices were stable. Growth in the demand for oil as well as the new politics of destabilization in the Near East have led to unequal supply and demand and higher oil prices, which have altered market relationships and required the European Union to change its energy strategy. The new politicization of energy, the rise in oil prices since 2004, the growing role of gas in the supply of the European Union, and announcements by the Russian Federation on the increasing geopolitical role of gas, have posed new dilemmas, particularly regarding the common European energy strategy and policy.

2.2 General characteristics of the oil market

During the last two decades of the 20th century, the oil supply was stable and demand gradually rose in

lagano rasla. Tehnološki razvoj omogućio je pad potrošnje u prvoj polovici 1980-ih, pad cijena nafte sredinom 1980-ih i stabiliziranje tržišta krajem toga razdoblja. U strukturi potrošnje udio nafte je smanjen, ali do značajnijih promjena nije došlo. Tako je završetak stoljeća označio stabilan rast u industrijski razvijenim zemljama, međunarodni protok kapitala i puni zamah globalizacije [1], [5] i [6].

Zbivanja u Europi, koja su kulminirala stvaranjem integriranog tržišta robe, kapitala i znanja na prostoru Europske zajednice, uspostavom parlamentarne demokracije u bivšim komunističkim državama te postavljanjem visokih zahtjeva tržišta Europe u kvaliteti proizvoda, transformirala su i tržište energije u smjeru izgradnje i jačanja tzv. slobodnog energetskog tržišta. Prerastanje zajednice u Europsku uniju otvorilo je neke nove dileme, osobito što se tiče zajedničke europske energetske strategije i politike, ali i o tome će biti više riječi u drugom dijelu članka.

Nova politizacija svjetskoga naftnog tržišta počela je nakon terorističkog napada na SAD 11. rujna 2001. Cijene nafte su porasle 2004., nakon novog ciklusa političke nestabilnosti na Bliskom istoku, terorističkih atentata u Indoneziji, Španjolskoj i Velikoj Britaniji te rasplamsavanja rata u Iraku [7]. Političke napetosti utječu na globalnu nesigurnost proizvodnje i transporta nafte, a ratna opasnost pojačava spekulacije na robnim burzama, brže punjenje strateških zaliha zemalja koje si mogu dopustiti držanje strateških zaliha nafte, a sve to djeluje na porast cijena nafte [8], [9] i [10].

U pozadini globalne političke nestabilnosti i eskalacije političkih napetosti na Bliskom istoku i u drugim zemljama izvoznicama nafte i plina dolazi do jačanja protuglobalističkog raspoloženja, koje sve više poprima oblik političkih prijedora oko raspodjele dobiti od energetskih izvora [11] i [12]. U svjetlu rasta cijena nafte nakon 2004. i napregnute ravnoteže dobave i potražnje, a na drugoj strani informacija o velikim dobitima najvećih naftnih tvrtki, javlja se niz manjih zemalja proizvođača nafte i plina, odnosno režima u tim zemljama za promjene u koncesijskim uvjetima i ugovorima o podjeli proizvodnje. Tako predsjednik Čada prijeti Exxonu i drugim stranim koncesionarima dodatnim posebnim porezom, a i predsjednik Venecuele, Hugo Chavez, najavljuje slične mjere [13]. Početkom svibnja 2006. Bolivija je na inicijativu predsjednika Moralesa nacionalizirala eksploataciju i izvoz prirodnog plina [14].

consequence of the economic trends in the United States, Western Europe, Japan and Southeast Asia. Technological development contributed to a decline in consumption during the first half of the 1980s, a drop in oil prices in the mid 1980s and stabilization of the market at the end of the 1980s. Within the consumption structure, the share of oil was reduced but there were no significant changes. Thus, the end of the century was characterized by stable growth in industrially developed countries, the international flow of capital and globalization was in full swing [1], [5] and [6].

Events in Europe, culminating in the creation of an integrated market for goods, capital and knowledge in the territory of the European Community, with the establishment of parliamentary democracies in the former communist states and the imposition of the high demands of the European market regarding product quality, also transformed energy markets in the direction of the building and bolstering of the so-called free energy market. The subsequent development of the European Community into the European Union posed new dilemmas, particularly regarding common European energy strategy and policy, but this will be discussed further in the second section of this article.

New politicization of the world oil market occurred followed the terrorist attacks against the United States of America on September 11, 2001. There was a rise in the price of oil in 2004, following a new cycle of political instabilities in the Near East, terrorist assassinations in Indonesia, Spain and Great Britain; and the outbreak of war in Iraq [7]. Political tensions affect global uncertainty regarding the production and transport of oil. Wartime hazards increase speculation on the commodity markets and there is accelerated stockpiling of strategic reserves by the countries that can permit themselves to stockpile strategic oil reserves, all of which has an impact on increases in oil prices [8], [9] and [10].

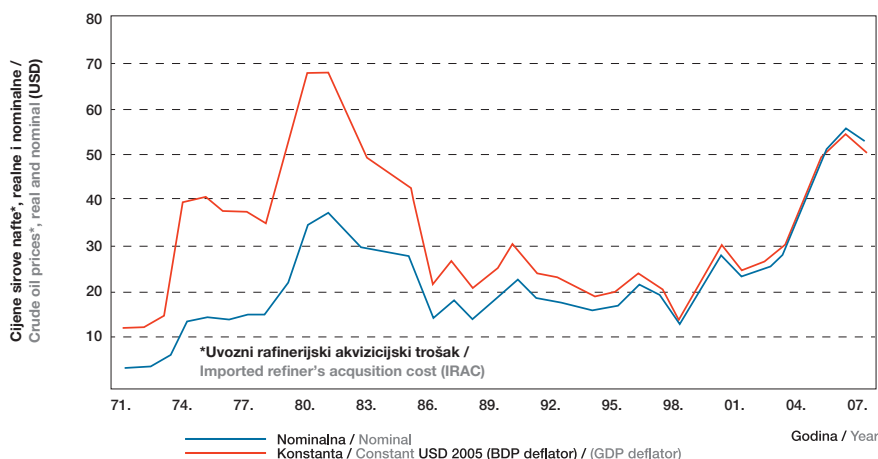
In the background of the global political instability and the escalation of political tensions in the Near East and other countries exporting oil and gas, there have been rising anti-globalist sentiments, which increasingly assume the form of political disputes concerning the allocation of profits from energy sources [11] and [12]. In light of the increases in oil prices after 2004 and the tense balance between supply and demand, and on the other side information about the huge profits made by the largest oil companies, a series of smaller countries which produce oil and gas, i.e. the regimes in these countries, have been calling for changes in the concession conditions and contracts on the distribution of production. Thus, the president of Chad is threatening Exxon and other foreign concession holders with an added special tax, and the president of Venezuela, Hugo Chavez, is announcing similar measures [13]. In early May of 2006, at the

Sve to pokazuje kako je tržište nafte ušlo u novu etapu politizacije i kako globalizacijski procesi, za razliku od očekivanja, nisu donijeli stabilno svjetsko tržište energije, već su stvorili snažna središta otpora globalizaciji i nadzoru od strane najvećih multinacionalnih energetske kompanija, koja povremeno unose znatnu nestabilnost na svjetsko tržište nafte i plina. To je, uz povećanu potražnju za naftom, rezultiralo novim skokom cijena [15], [16], [17], [18] i [19].

Na slici 3 prikazano je kretanje nominalnih i realnih cijena nafte na svjetskom tržištu. Slika 3 pokazuje dugoročan trend cijena, prema podacima američke statistike u Ministarstvu za energiju (Department of Energy) [4].

initiative of President Morales, Bolivia nationalized the exploitation and export of natural gas [14]. All of this goes to show how the oil market has entered a new stage of politicization and how the globalization processes, contrary to expectations, did not bring about a stable global energy market but instead have created powerful centers of resistance to globalization and supervision from the largest multinational energy companies, which from time to time introduce significant instability on the global oil and gas market. This, together with an increased demand for oil, resulted in sharp new price increases [15], [16], [17], [18] and [19].

In Figure 3, trends are presented in the real and nominal prices on the world oil market. Figure 3 shows the long-term price trend, according to statistics from the United States Department of Energy [4].



Slika 3
Cijena nafte
Figure 3
Crude oil prices

Cijene nafte, kao repnog energenta, bez obzira na Hubbertov vrh, danas (2005.-2007.), sutra (2020.-2030.), psihološki već djeluju na svjetsko tržište. Hubbertov vrh odnosi se na zvonoliku krivulju pravilne statističke raspodjele, s polazištem da su rezerve ograničene i da otkrića ležišta imaju približno simetrični rast i pad. K. Hubbert tom je metodom sredinom 1950-ih godina predvidio vrh zvonolike krivulje za SAD u 1970. i pad proizvodnje nakon toga, što se i dogodilo. Nastavljači te teorije pokušavaju to primijeniti na svijet. Predviđali su vrh u 1990-ima, što se nije dogodilo, zatim u 2006., ali i u razdobljima nakon 2012., 2020., pa sve do kraja prve polovice stoljeća [2] i [20].

Zašto su ta predviđanja za svijet nepouzdana? Dva su temeljna razloga. Prvo, Hubbert je to radio za SAD, na izvrsno uređenim podacima, što nije slučaj za svijet. Neki su podaci nepouzdati. Zloporabe, drugi interesi? Svejedno. Drugi je razlog u napretku tehnologija koje su djelovale

The price of oil, as a reparable energy source, regardless of Hubbert's peak, today (2005-2007) and tomorrow (2020-2030), is already psychologically affecting the world markets. Hubbert's peak refers to the bell-shaped curve of regular statistical distribution, based upon the assumption that reserves are limited and the discoveries of deposits exhibit fairly symmetrical growth and decline. In the mid 1950s, K. Hubbert forecast the peak of this bell-shaped curve for the United States in 1970, to be followed by a subsequent drop in production, which also occurred. Proponents of this theory are attempting to apply it to the world. They predicted the peak in the 1990s, which did not occur, then in 2006, but also during the periods after 2012, 2020 and even all the way up to the end of the first half of this century [2] and [20].

Why are these predictions for the world unreliable? There are two fundamental reasons. First, Hubbert worked for the United States, using highly organized data, of a caliber which is not available for the rest of

većom uspješnošću istraživanja i proizvodnje. Primjene metoda unaprjeđenog crpljenja udvostručile su primarni iscrpak, na koji Hubbert nije mogao računati. Prema tome, globalna krivulja proizvodnje pozitivno se deformira i prestaje biti zrcalno simetrična, čime se odgađa pad globalne proizvodnje nafte. Međutim, mogućnost pada proizvodnje nafte psihološki djeluje na cijene na svjetskim robnim burzama pa je i to jedan od uzroka skoka cijena nafte na svjetskom tržištu.

2.3 Uloga plina i glavna obilježja međunarodne trgovine plinom

Tržište prirodnog plina slijedi osnovne trendove nafte, iako su zamjetne i razlike. Za razliku od nafte, tržište prirodnog plina razvijalo se kao skup nacionalnih tržišta čiji se stupanj integracije mogao pratiti na makroregionalnoj razini. Uz to, potrošnja prirodnog plina tijekom proteklih desetak godina stalno je rasla, kako na svjetskoj razini tako i u Europi. U Europi su nastala dva krupna kontinentalna sustava, jedan u zapadnom dijelu kontinenta, a drugi je bio istočnoeuropski plinski sustav, nekad pod nadzorom bivšeg SSSR-a, a danas pod znatnim utjecajem Ruske Federacije.

Kako su nastajali ti sustavi? Dobivanje plina iz ugljena u mnogim europskim državama uključivo i Hrvatsku, ima stoljetnu povijest. Početkom 20. stoljeća prirodni plin bio je usputni proizvod nafte i uglavnom je spaljivan na bakljama. Otkrića ležišta plina korištena su za posebne namjene, proizvodnju čađi, umjetnoga gnojiva ili kao gorivo za neke industrijske procese. Sredinom 20. stoljeća nastaju plinski transportni sustavi u Italiji, Francuskoj, Zapadnoj Njemačkoj i Velikoj Britaniji. Proizvodnja plina iz ugljena i benzina gubi konkurentsku poziciju i nestaje, a sustavi prirodnog plina povezuju komunalne sustave, nastaju regionalni i potom državni.

Međunarodno trgovanje prirodnim plinom niče u 1960-im godinama na temelju ponude ruskog i alžirskog plina, a u 1970-ima na otkrićima plina u Sjevernome moru. Tako je Austrija 1968. počela uvoz ruskoga prirodnog plina preko Ukrajine i Čehoslovačke te transfer prema europskim zemljama. INA-Naftaplin je 1968. počeo pregovore o uvozu plina iz SSSR-a (zajedno s tvrtkama iz Srbije i Slovenije), ali su oni prekinuti zbog političkih napetosti oko ruske okupacije Čehoslovačke. Pregovori su obnovljeni 1974., a uvoz je počeo 1978. Plin se uvozio preko Slovačke i Austrije za Sloveniju i Hrvatsku, a preko Mađarske za Srbiju te Bosnu i Hercegovinu.

the world. Some of the data are unreliable. Misconduct? Other interests? It does not matter. The second reason is technological advances in exploration and production. The applied methods for maximizing oil recovery, have doubled primary recovery. Accordingly, the global production curve has been deformed in a positive manner and ceases to be symmetrical, thereby postponing the global decline in oil production. However, the potential decline in oil production has a psychological impact on the prices on the world commodity markets, which is one of the reasons for the sharp increases in oil prices on the world market.

2.3 The role of gas and the main trends in the international gas market

The natural gas market follows the basic trends in the oil market, although there are distinct differences. Unlike the oil market, the natural gas market developed as a group of national markets, whose degree of integration could be followed on the macro-regional level. Moreover, the consumption of natural gas during the past ten years has increased constantly on both the global and European levels. In Europe, two major continental systems have appeared, one in the western part of the continent, while the other is the Eastern European gas system, at one time under the supervision of the former Soviet Union and today under the considerable influence of the Russian Federation.

How did these systems come into being? Obtaining gas from coal has a history going back a century in many European countries, including Croatia. At the beginning of the 20th century, natural gas was an oil byproduct and generally burned in torches. Discoveries of gas deposits were used for special purposes, the production of soot, artificial fertilizers or as fuel in some industrial processes. In the mid 20th century, gas transport systems appeared in Italy, France, West Germany and Great Britain. Gas production from coal and gasoline lost its competitive position and disappeared, while natural gas systems were connected with municipal systems, became regional and later national.

International trading in natural gas emerged in the 1960s on the basis of offers of Russian and Algerian gas, and in the 1970s on discoveries of gas in the North Sea. Thus in 1968, Austria began to import Russian natural gas via the Ukraine and Czechoslovakia and transfer it via European countries. In 1968, INA-Naftaplin began negotiations on the import of gas from the Soviet Union (together with companies from Serbia and Slovenia) but they were suspended due to political tensions regarding the Russian occupation of Czechoslovakia. Negotiations were resumed in 1974 and import began in 1978. Gas was imported via Slovakia and Austria for Slovenia and Croatia, and via Hungary for Serbia and Bosnia & Herzegovina.

Od početka međunarodne trgovine uvriježeno je pravilo da kupac ugovara kupovinu odvojeno od tranzita i transporta plina. Također su uobičajene klauzule za kupovinu plina plati ili ostavi, što znači obvezu plaćanja bez obzira na to preuzima li ga kupac. Jedina je olakšica u ugovorenom faktoru opterećenja, obično oko 0,9, što znači elastičnost u preuzimanju od 10 %. Transport se također ugovara klauzulom tovari ili plati, a ima značenje obveznog plaćanja zakupljenoga kapaciteta, bez obzira na to koristi li ga ugovaratelj.

Tako se može reći da je međunarodna trgovina prirodnim plinom razvijena tijekom proteklih pola stoljeća. Okrupnjavanje naftne, plinske i energetske industrije u novije doba rezultiralo je novom pojavom, koja se sastoji u tome da pojedine od tih tvrtki nude preprodaju plina iz svojega portfelja, sastavljenoga od kupnje iz različitih izvora. Trgovanje LNG razvija se od sredine 1960-ih godina. Model tehnološkog lanca razvijao se na ulaganju proizvođača u terminale za ukapljivanje, ulaganju specijaliziranih tvrtki u prijevoz metanijerima i dobavljača i/ili kupaca u terminale za uplinjavanje. Nakon deregulacije energetskog tržišta i obveze pristupa trećoj strani, javila se tendencija gradnje prihvatnih terminala kao poduzetničkog ulaganja i ne nužno s kupcima kao ulagačima. Znatni rast udjela LNG u opskrbi globalizira trgovanje plinom, a tržište LNG-a pretvara u tržište prodavača.

Cijene prirodnog plina pratile su cijene nafte. Iznimke su tranzicijske zemlje istočne Europe, koje su prirodni plin dobavljale iz bivšeg SSSR-a, danas iz Ruske Federacije, pri čem su cijene plina iz političkih razloga bile niže nego za europsko tržište. Nakon 2004. i ulaska nekih zemalja istočne Europe u Europsku uniju, dobavljači nastoje nametnuti tržišne uvjete i cijene plina slične onima za isporuke na tržište Europske unije. To je posebno izraženo u odnosima između Ruske Federacije i Ukrajine nakon tzv. narandžaste revolucije, svojevrsnoga političkog odvajanja Ukrajine od Ruske Federacije i tzv. plinske krize potkraj 2005. Time je najavljena sve veća geopolitička uloga prirodnog plina [5] i [15].

2.4 Značajke tržišta i trgovanja električnom energijom

Nema sumnje da je tema tržišta električne energije jedna od najzanimljivijih u energetskim stručnim krugovima u posljednjih desetak pa i više godina. Iako to nije posebno značajno za sam uspjeh tržišta, drži se kako je početak formalnog tržišta u Europi vezan uz početak 1990-tih godina. U svijetu se početkom tržišta smatra reforma u Čileu davne 1982. godine, a u Europi privatizacija

From the beginning of international trade, there has been an established rule that the customer negotiates the purchase separately from the transit and transport of gas. There are also customary take-it-or-leave-it clauses for the purchase of gas, which means that the customer is obligated to pay whether or not the goods are taken. The only concession is in the contracted load factor, generally approximately 0,9, which means 10 % flexibility in receipt. Transport is also contracted with a ship-or-pay clause, which means the customer is obligated to pay for the transportation of the gas, even in the case that the gas is not transferred.

Thus, we can say that international trading in natural gas developed during the past half century. The consolidation of the oil, gas and energy industries in recent times resulted in a new phenomenon. It consists of an individual firm offering the resale of gas from its portfolio, that has been put together through purchases from various sources. The trade of LNG has developed since the middle of the 1960s. The model of the technological chain was developed on the basis of investment by producers in terminals for liquefying, investment by specialized companies in transport via LNG carriers and investment by suppliers and/or customers in terminals for gasification. Following the deregulation of the energy market and the obligation of third party access, a tendency developed to build receiving terminals as entrepreneurial investments, in which the customers were not necessarily the investors. The significant increase of the LNG share in supply has globalized gas trading and transformed the LNG market into a seller's market.

Natural gas prices followed oil prices, except in the transition countries of Eastern Europe which had obtained natural gas from the former Soviet Union and now from the Russian Federation, for whom gas prices were lower than on the European market for political reasons. After 2004 and entry into the European Union by several Eastern European countries, suppliers have been attempting to impose market conditions and gas prices similar to those for delivery to the markets of the European Union. This was particularly evident in relations between the Russian Federation and the Ukraine, after the so-called Orange Revolution, a type of political separation of the Ukraine from the Russian Federation, and the so-called gas crisis at the end of 2005. This heralded an increasing geopolitical role for natural gas [5] and [15].

2.4 Market characteristics and electricity trading

There is no doubt that the topic of the electricity market has been one of the most interesting in professional energy circles during the past decade or more. Although not of particular significance for the success of the market, the beginning of the formal

elektroenergetskih kompanija i uspostava poola u Engleskoj 1990. godine.

Danas su problemi uvođenja tržišta različiti, od netransparentnog odvajanja djelatnosti, bilo pravnog ili funkcionalnog, diskriminacije u pristupu treće strane, netransparentnih tarifnih sustava ili uopće zatvaranja nacionalnog tržišta i sl., a izvoriste tih problema leži u činjenici kako su neke zemlje iz EU 15 najprije postale članice, a onda provodile reformu, dok nove članice prije ulaska trebaju u potpunosti reformirati sustav.

Cijena električne energije svakako je jedan od najvažnijih pokazatelja uspješnosti uspostave tržišta električne energije. Prema statističkim podacima realna cijena električne energije padala je sve do 2000. godine, od kada se ponovno uspostavio pozitivan gradijent promjene. Ipak, u realnoj vrijednosti, cijena je 2005. godine niža nego desetak godina prije. U nominalnim vrijednostima cijena je viša za oko 10 %.

Na slici 4 prikazano je kretanje nominalnih i realnih cijena električne energije sa i bez ukupnih dodatnih davanja (bez PDV-a) na cijenu električne energije u kategoriji industrijskih kupaca.

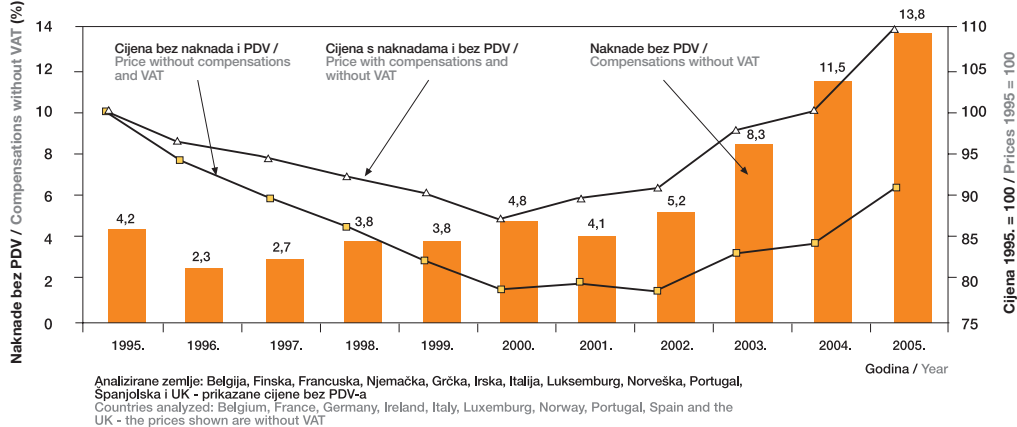
market in Europe is considered be connected with the early 1990s. In the world, the beginning of the market is considered to date back to the reform in Chile in 1982, and in Europe the privatization of electrical companies and the establishment of a pool in England date back the year 1990.

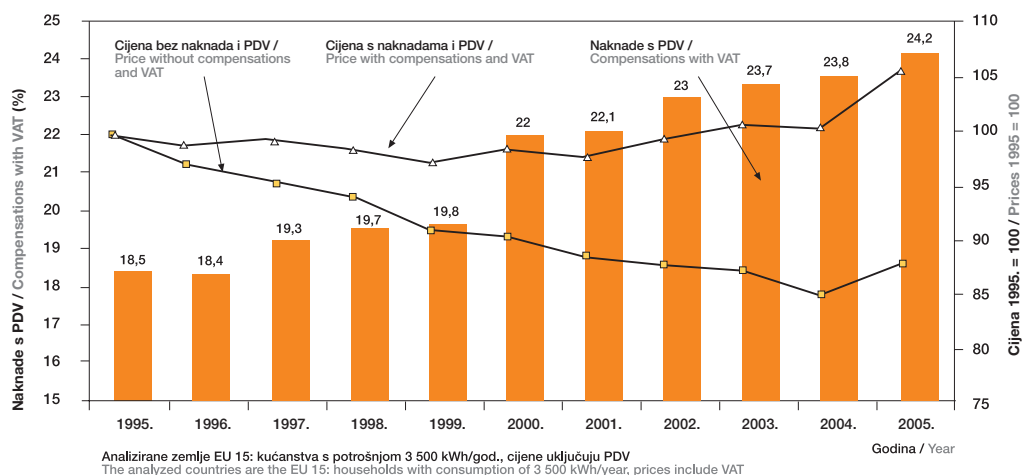
Today there are a variety of problems involved in introducing a market, from the lack of transparency in the separation of operations, whether legal or functional, discrimination regarding third party access, the lack of transparency of the tariff systems or the closing of a national market etc., and the source of these problems lies in the fact that some of the countries of the EU 15 first became members and then conducted reforms, while the new members are required to reform their systems in their entirety prior to entry.

The price of electricity is certainly one of the most important indices of the profitability of the establishment of an electricity market. According to statistical data, the real price of electricity was falling until the year 2000. Since then, it has reestablished a positive gradient of change. Nonetheless, in real value, the price in the year 2005 was lower than a decade earlier. In nominal values, the price is approximately 10 % higher.

In Figure 4, trends are presented in the nominal and real prices of electricity with and without the total additional taxes and contributions (without value-added tax) on the price of electrical energy in the category of industrial customers.

Slika 4
Nominalne i realne
cijene električne
energije za
industrijske kupce
[21]
Figure 4
Nominal and real
electricity prices for
industrial customers
[21]





Slika 5
Nominalne i realne
cijene električne
energije za kategoriju
kućanstava [21]
Figure 5
Nominal and real
electricity prices for
the household category
[21]

Sličan dijagram vrijedi i za kućanstva, slika 5, za koja su cijene s PDV-om u 2005. godini u realnim vrijednostima niže za 13 %, a u nominalnim su vrijednostima više za 5 % nego u usporedbi s cijenama iz 1995. godine. Važno je napomenuti kontekst u kojem se definira cijena električne energije od 2000. godine. Cijene energenata, ugljena, tekućih goriva i prirodnog plina, značajno su porasle u posljednjih pet godina. Kako se iz tih energenata u zemljama Europske unije proizvodi približno 51 % ukupne proizvodnje električne energije, porast cijene električne energije potpuno je očekivan. Drugi važan utjecajni faktor dodatna su davanja na cijenu električne energije, bilo da je riječ o porezima ili poticajima odnosno različitim naknadama kako je to i prikazano na slikama 4 i 5.

Tržište električne energije u Europskoj uniji zapravo je suma nacionalnih tržišta. Ključna prepreka uspostavi jedinstvenog tržišta prema tomu je puna provedba direktiva, ali i izgradnja veza između nacionalnih tržišta. Nedostajuća infrastruktura novi su interkonektivni vodovi bez kojih na postojećima dolazi do zagušenja pa se u pojedinim zonama Europske unije formiraju različite razine cijena električne energije. Prekogranična trgovina električnom energijom ne raste zadovoljavajućom stopom pa ona iznosi tek nešto više od 10 % ukupno potrošene električne energije.

Daljnji razvoj tržišta definira se kroz postizanje triju ciljeva: natjecanja u određenim segmentima tržišta energije, odnosno električne energije što vodi do učinkovite dobave ali i potrošnje električne energije, zaštite okoliša kao nespornom cilju današnjice i napose u jednome možda i najvažnijem dijelu, koji se odnosi na sigurnost opskrbe električnom energijom.

A similar diagram also applies to households, Figure 5, in which the 2005 prices including VAT are 13 % lower in real values and more than 5 % higher in nominal values than the prices from the year 1995. It is important to mention the context in which electricity prices have been defined since the year 2000. The prices of coal, liquid fuel and natural gas have risen significantly in the past five years. Since nearly 51 % of the total electricity production in the countries of the European Union comes from these energy sources, increasing electricity prices are to be fully expected. Another significant influential factor is the additional costs for electricity, including taxes, incentives or various forms of compensation, as shown in Figures 4 and 5.

The electricity market in the European Union is actually the sum of the national markets. A key barrier to the establishment of a single market is, accordingly, the complete implementation of directives but also the construction of links among the national markets. The infrastructure lacks new interconnecting lines, without which choking occurs on the existing lines, so that various electricity prices are formed in some zones of the European Union. Cross-border electricity commerce is not growing at a satisfactory rate and it amounts to somewhat more than 10 % of the total electricity consumption.

The continued development of the market is defined through the achievement of three goals: competition in certain segments of the energy market, i.e. electricity, which leads to effective supply but also the consumption of electricity, environmental protection as an undisputed goal of the present and, perhaps most importantly, the security of the electricity supply.

3 EUROPSKA ENERGETSKA POLITIKA

3.1 Opskrba Europe plinom i recentna politizacija energetskog tržišta

Na prijelazu iz 20. u 21. stoljeće Europska unija imala je dovoljno energije. Uz nešto vlastite nafte i dosta plina u Sjevernome moru, razvijena je infrastruktura za uvoz nafte iz Ruske Federacije, uvoz plina iz Ruske Federacije i sjeverne Afrike te uvoz LNG. Europske zemlje redom su prihvatile obveze iz Kyoto protokola, čak su ga jedine i provodile.

Prirodni plin dugo je vremena bio element razmjene na lokalnom ili nacionalnom tržištu, no promjene potkraj 20. i početkom 21. stoljeća dovele su ga na međunarodno tržište pa se može govoriti o globalizaciji plinskih tržišta. Ona je započela izgradnjom međunarodnih i transkontinentalnih plinovoda poput onih od Kanade do SAD-a, od Rusije i Norveške do Njemačke i Francuske, od Alžira do Italije i Španjolske, od Argentine do Čilea, od Bolivije do Brazila, pa sve od Turkmenistana do Irana. Planiranje razvoja prirodnog plina, osobito magistralnih pravaca za opskrbu plinom, postaje sve više stvar političkih odnosa, a ne samo gospodarskog razvoja, investicija i tehničkih mogućnosti za transport i održavanje.

Nakon sukoba europskih zemalja i SAD-a oko povezivanja zapadne Europe plinovodom sa SSSR-om još iz doba Hladnoga rata, obilne dobave plina iz bivšeg SSSR-a, osobito nesmetanom opskrbom plina europskih zemalja iz Ruske Federacije, potkraj 20. i početkom 21. stoljeća, učvrstilo se uvjerenje kako je tržište apsolutni regulator odnosa u energetici. To je stvorilo osjećaj energetskog obilja i sigurnosti koji je trajao sve do tzv. rusko-ukrajinske plinske krize, zimi 2005. na 2006., kad je došlo do redukcija ruske dobave plina u najnezgodnijem trenutku - usred zime i niskih temperatura. Redukcije su bile djelomične i vrlo kratkotrajne, ali su uzdrmale temelje dotadašnje europske energetske udobnosti. Tako je uz politizaciju dobave nafte s Bliskog istoka i dobava ruskoga plina također dobila jasna geopolitička obilježja. Sve je to motiviralo Europsku uniju na promjenu energetske politike i još veće napore u aktiviranju tehnoloških programa razvoja obnovljivih izvora te na poticaj za globalni energetski dogovor s Ruskom Federacijom. Kako će ti dogovori dalje ići pokazat će budućnost, no jedno je sigurno, Europska unija se iznenada suočila s glavnim energetskim problemom, a to je ovisnost o uvozu energije, pa odlučno stimulira obnovljive izvore.

3 EUROPEAN ENERGY POLICY

3.1 Europe's gas supply and the recent politicization of the energy markets

At the end of the 20th century and the beginning of the 21st century, the European Union had sufficient energy. Together with some of its own oil and enough gas from the North Sea, an infrastructure was developed for the import of oil and gas from the Russian Federation, gas from North Africa as well the import of LNG. The European countries all accepted the obligations from the Kyoto Protocol and were the only ones to implement it.

Natural gas has long been an element of exchange on the local or national markets. However, changes at the end of the 20th century and the beginning of the 21st century brought it to the international market and it is possible to speak about the globalization of the gas market. This began with the construction of international and transcontinental gas pipelines such as those from Canada to the United States, from Russia and Norway to Germany and France; from Algeria to Italy and Spain, from Argentina to Chile, from Bolivia to Brazil, and from Turkmenistan to Iran. The planning of the development of natural gas, particularly main supply pipelines, has become increasingly a matter of political relations, and not merely of economic development, investment and technical possibilities for transport and maintenance.

After the conflict between the European countries and the United States concerning the linking of Western European gas pipelines with the Soviet Union during the period of the Cold War, abundant supplies of gas from the former Soviet Union and especially the unhindered gas supply to the European countries from the Russian Federation at the end of the 20th and beginning of the 21st centuries, there was the firm conviction that the market was the absolute regulator of relations in energetics. This created a feeling of energy abundance and dependability, which lasted until the so-called Russian-Ukraine gas crisis in the winter of 2005-2006, when there was a reduction in the Russian gas supply at the worst possible time - in the middle of winter when temperatures were low. The reductions were partial and of very short duration but they undermined the foundations of the heretofore European energy complacency. Thus, together with the politicization of the oil supply from the Near East, the supply of Russian gas also acquired clear geopolitical characteristics. All of this has motivated the European Union to change energy policy and invest greater efforts in the activation of technological programs for the development of renewable sources as well as providing the impetus for a global energy agreement with the Russian Federation. The future will show how far these agreements will go but one thing is certain,

Poskupljenje nafte nakon 2004. ponovno je aktualiziralo programe razvoja obnovljivih izvora energije, osobito u zemljama Europske unije. Europska komisija je 2005. ubrzano pripremila novi strateški program - Zeleni papir o unaprjeđenju sigurnosti energetske opskrbe [22]. Među ostalim, uz intenziviranje razvoja novih energetskih tehnologija te diverzificiranje uvoza prirodnog plina i LNG, Europska unija obvezuje svoje članice na pojačano korištenje obnovljivih izvora energije, a napose na intenziviranje programa razvoja goriva biološkoga podrijetla, poput biodizela ili umiješavanja metanola u motorne benzine. Obveze Europske unije propisane su u dinamičnom porastu, od 5,75 % motornih goriva biološkog podrijetla u 2010. do čak 20 % u 2020.

3.2 Neke suvremene dileme europske energetike

Smjernice Europske unije iz 1999. kojima se energetska tržišta, postupno, otvara do 1. srpnja 2007., potaknule su, izravno i neizravno, okrupnjavanje energetskih tvrtki putem spajanja i preuzimanja. Izravno su poticane temeljem spoznaje menadžmenta o nužnosti rasta, a neizravno mjerama matičnih država koje su ponudile različite olakšice i poticaje za ulaganja u preuzimanja, u drugim državama.

Međutim, države koje to potiču na razini općih načela svim sredstvima sprječavaju preuzimanje tvrtki na domaćem području od stranih kompanija [23]. Tako je Španjolska spriječila nakanu njemačkog E.ON-a da, za ponuđenih 29 milijardi eura preuzme njihovu energetska tvrtku Endesa. Istodobno se dogodila još jedna demonstracija ekonomskog domoljublja u Francuskoj. Interes talijanske energetske tvrtke ENEL za preuzimanje francuskog SUEZ-a blokiran je i provedeno je spajanje SUEZ-a s Gaz de France. Tek će se vidjeti jesu li istinite glasine o spajanju ENI-a s ENEL-om, dviju talijanskih tvrtki, naftne i elektroenergetske, u jednu novu i donedavno neuobičajenu kombinaciju. Naime, do sada se naftne tvrtke nisu bavile spajanjem, čak ni preuzimanjem elektroenergetskih kompanija.

No i to se mijenja. Početkom svibnja 2006. objavljeno je da su OMV (naftna tvrtka) i Verbund (elektroprivredna tvrtka) dogovorile spajanje i čekaju odobrenje Europske komisije. Tako bi nastala tvrtka vrijedna 20 do 30 milijardi eura, s više od 30 TWh proizvodnje električne energije (50% austrijske potrošnje). Strateški je cilj ekspanzija uz Dunav, do uključivo Turske, uz budući plinovod Nabucco. No austrijski parlament nije odobrio spajanje OMV-a i Verbunda, zaključivši da je plan o spajanju rizik za vlasništvo austrijske

that the European Union has been confronted with its main energy problem, i.e., dependence upon the import of energy, and is decisively promoting renewable sources.

The increases in oil prices after 2004 led to the revival of the programs for the development of renewable energy sources, particularly in the countries of the European Union. In 2005, the European Commission hurriedly prepared a new strategic program - Green Paper for advancing security of the energy supply [22]. Among other things, besides the intensification of the development of new energy technologies and the diversification of the import of natural gas and LNG, the European Union has obligated its members to intensify the use of renewable energy sources, especially the program for the development of fuels of biological origin, such as biodiesel or the mixing of methanol into motor fuels. The European Union has stipulated the requirement for 5,75 % of all motor fuels to be of biological origin in 2010 and 20 % in 2020.

3.2 Some contemporary dilemmas of European energetics

The European Union guidelines from 1999, according to which the energy market will gradually open until July 1, 2007, have directly and indirectly affected the consolidation of energy companies via mergers and takeovers. Incentives are directly based on management's knowledge concerning the necessity of growth and indirectly via the measures taken by those countries that have offered various benefits and stimuli for investments in takeovers in other countries.

However, the countries that promote this on the level of general principles use all their means to prevent the takeovers of companies on their own territories by foreign companies [23]. Thus, Spain thwarted the intentions of the German company E.ON to take over the Spanish energy company Endesa for 29 billion euros. At the same time, there was another show of economic patriotism in France. The interest of the Italian energy company ENEL in taking over the French SUEZ was blocked and the merger of SUEZ with Gaz de France was implemented. It remains to be seen whether the rumors are true about the merger of ENI with ENEL, two Italian companies, oil and electricity, into one new and until recently unusual company. Up to now, oil companies did not engage in mergers, not even the takeover of electricity companies.

However, this is also changing. At the beginning of May 2006, it was announced that OMV (an oil company) and Verbund (an electrical company) have agreed upon a merger and are waiting for approval from the European Commission. This

države nad Verbundovim hidroenergetskim postrojenjima.

Istodobno, proces okrupnjavanja velikih tvrtki spajanjem i preuzimanjem, vodi prema sve manjem broju sve većih energetske kompanija i novim monopolnim situacijama. Sada već i britanski regulator (OFGEM) piše Europskoj komisiji, u svoje ime i u ime potrošača, negodujući što su svi ključni dobavljači plina i struje u vlasništvu njemačkog E.ON-a, jedne od najjačih takvih tvrtki u Europi.

Tijekom ožujka 2006. Europska unija je održala skup posvećen zajedničkoj politici u energetici. Rastući protekcionizam, suprotan procesima liberalizacije, dovodi u pitanje mnoge ranije dokumente koji su imali provedbeni karakter. Protekcionizam koji se ogleda u sprječavanju stranog preuzimanja od strane nacionalnih vlada, u izvornoj je suprotnosti s načelima protoka stranoga kapitala. Zaustavljanje liberalizacije energetskeg sektora Europske unije dovodi u pitanje temeljni cilj - rast produktivnosti i konkurentnost u odnosu na glavne ekonomske takmace Europske unije. Kako je ona uvožno ovisna o energiji, u suočenju s rastućim energetskeg potrebama ali i mogućim uvoznim ograničenjima, uz poticanje razvoja obnovljivih izvora, ponovno se razmatra nuklearna opcija. Načelno je prihvaćena obveza godišnjeg izdvajanja 120 milijardi eura za daljnja istraživanja obnovljivih izvora i razvoj nuklearne fuzije. Nuklearna energija ima svoje zagovornike (Francuska), Finska je obnovila gradnju nuklearnih elektrana, slično najavljuje i Velika Britanija, ali je šire korištenje nuklearne fisije i dalje stigmatizirano od nekih članica Europske unije.

Idilni prikazi procesa deregulacije, poglavito u zemljama EU 15, trajali su sve do 2006. Nakon krizne situacije u opskrbi plinom, zbog razmirica Rusije i Ukrajine, Europska je komisija početkom 2006. otvorila pitanje sigurnosti opskrbe energijom, a nakon eksplozije protekcionizma na slučajevima spriječenih preuzimanja, već spomenutih francuskog SUEZ-a od strane talijanskog ENEL-a i španjolske ENDESA-e od strane njemačkog E.ON-a, Europska je komisija iznova analizirala stanje provedbe deregulacije, pa se onda kaže kako u EU 25 čak 17 članica ne provodi u potpunosti liberalizaciju energetskeg tržišta. Propušta se provesti razdvajanje mreža od proizvodnje i trgovine. Nacionalne vlade štite elektroprivrede od konkurencije, a prekogranična spajanja ili ne postoje ili su nesigurna. Neki analitičari tvrde da se sve svodi na bilateralne odnose, a da jedinstveno tržište ne postoji [24].

would result in a company worth 20-30 billion euros, with electricity production of over 30 TWh (50 % of total Austrian consumption). The strategic goal is expansion along the Danube River, to and including Turkey, along the future Nabucco gas pipeline. However, the Austrian parliament did not approve the merger of OMV and Verbund, concluding that the plan for merger represents risking the Austrian state ownership of Verbund's hydroenergy installations.

At the same time, the process of the consolidation of large companies via merger and takeovers leads to an ever smaller number of ever larger energy companies and new monopoly situations. The British regulator (OFGEM) is currently writing to the European Commission, in its own behalf and on the behalf of consumers, expressing displeasure that all the key suppliers of gas and electricity are under the ownership of the German E.ON, one of the strongest such companies in Europe.

In March 2006, the European Union held a meeting devoted to a common energetics policy. Growing protectionism, contrary to the processes of liberalization, has called many earlier documents into questions that had an implementational character. The protectionism that is reflected in the prevention of takeovers by national governments is essentially contrary to the principles of the flow of foreign capital. Halting the liberalization of the energy sector in the European Union calls into question the fundamental goal - the growth of productivity and competitiveness in relation to the main economic competitors of the European Union. Since the European Union is dependent upon imported energy, confronted by growing energy requirements but also possible import limits, with incentives for the development of renewable sources, the nuclear option is being re-examined. In principle the obligation has been accepted for the annual allocation of 120 billion euros for the further study of renewable sources and the development of nuclear fusion. Nuclear energy has its advocates (France), Finland has revived the construction of nuclear power plants, Great Britain has made a similar announcement, but the broader use of nuclear fission is still stigmatized by several members of the European Union.

Idyllic presentations of the process of deregulation, especially in the EU 15 countries, continued all the way up to 2006. After the crisis situation in the gas supply due to the dispute between Russia and the Ukraine at the beginning of 2006, the European Commission opened the question of the dependability of the energy supply, and after the explosion of protectionism in the cases of the prevention of the takeovers of the previously mentioned French SUEZ by the Italian ENEL and the Spanish ENDESA by the

Kao primjeri disfunkcije tržišta, uz navedene slučajeve protekcionizma, navode se:

- baltičke države nemaju spojeva na Europsku uniju i ovisne su o Rusiji,
- Španjolska i Portugal nemaju energetske spojeve, a optužuju Francuze za izolaciju Iberijskog poluotoka od Europske unije,
- Velika Britanija ne koristi Interconnector, unatoč potrebama tržišta za plinom (procjenjuje se na 1 milijardu m³), radi držanja cijena u Velikoj Britaniji,
- Italija je u rujnu 2003. doživjela raspad elektroenergetskog sustava zbog kvara na visokonaponskoj liniji iz Švicarske,
- kao tvrtke koje dominiraju Europom ističu se GdF, EdF u Francuskoj, te E.ON i RWE u Njemačkoj,
- Poljska je zatražila osnutak svojevrsnog NATO-a za energetiku, nakon što je objavljen plan gradnje novog dovoda ruskog plina u Njemačku preko Baltika,
- Mađarska se našla u neprilici kada joj je prijetio prekid opskrbe zbog rusko-ukrajinskog spora.

Najrazvijenije zemlje svijeta, okupljene u skupini G8, početkom 2006. održale su skup pod predsjedanjem Rusije, pri čem je jedna od glavnih tema bila energetika. O tome je V. Putin objavio neku vrstu programskog članka. Uz načelne teze u tom tekstu ističe se konstatacija: Svi bismo trebali uvidjeti da energetska egoizma u modernom svijetu ne vodi nikamo. Stoga, stajalište Rusije o energetskoj sigurnosti ostaje jasno. Naše je uvjerenje da redistribucija energije, koja bi se posve vodila prioritetima male skupine najrazvijenijih zemalja, ne služi globalnom razvitku. Truditi ćemo se stvoriti energetska sigurnosni sustav, vodeći računa o interesima cijele međunarodne zajednice. Čovječanstvo treba uravnotežene potencijale kako bi se svakoj državi omogućila održiva opskrba energijom uz prohodnost svih kanala međunarodne suradnje [14]. Putinova formulacija o redistribuciji energije opis je moguće energetske opskrbe budućnosti mnogih malih zemalja.

Suvremene dileme Europe i svijeta proizlaze iz sagledavanja energetske potrebe i izvora opskrbe. Potrebe rastu, kako na osnovi sve veće potrošnje po glavi stanovnika tako i zbog brzo rastućih potreba u mnogoljudnim zemljama (Indija i Kina), a osobito zbog demografskog rasta. Samo u posljednjih četvrt stoljeća stanovništvo se povećalo s 4 na 6 milijardi, a ni predviđanja o 10 milijardi nisu u (pre)dalekom obzoru.

German E.ON, the European Commission reanalyzed the status of the implementation of deregulation. Among the EU 25, 17 member countries are not fully implementing the liberalization of the energy market. There have also been failures in the implementation of the separation of the networks from production and commerce. National governments are protecting the electrical energy industry from competition, and cross-border mergers either do not exist or are risky. Some analysts firmly assert that all of this can be reduced to bilateral relationships and that a single market does not exist [24].

As examples of market dysfunction, in addition to the previously mentioned cases of protectionism, the following are cited:

- the Baltic states do not have links with the European Union and are highly dependent upon Russia,
- Spain and Portugal do not have energy links, and they accuse the French for the isolation of the Iberian peninsula from the European Union,
- Great Britain does not use the Interconnector, despite market demands for gas (estimated at 1 billion m³), in order to maintain domestic prices,
- in September 2003, Italy experienced a breakdown in the electricity system due to a failure in the high voltage line from Switzerland,
- among the firms that dominate Europe, GdF, EdF in France, and E.ON and RWE in Germany are notable,
- Poland has sought the founding of a type of NATO for energy, after the plan was announced to construct a new pipeline for Russian gas in Germany via the Baltic,
- Hungary was surprised when it was threatened by the termination of supply due to the Russian-Ukrainian dispute.

The most developed countries of the world, the G8 countries, held a meeting at the beginning of 2006, with Russia presiding, at which one of the main topics was energetics. V. Putin released a type of program article. Besides the principal thesis in this text, the following statement caught the eye: All of us should realize that energy egoism in the modern world leads nowhere. Therefore, the position of Russia on energy dependability remains clear. It is our conviction that the redistribution of energy, that would be entirely conducted according to the priorities of the small group of the most developed countries, does not serve global development. We shall endeavor to create a dependable energy system, taking account of the interests of the entire international community. Mankind needs balanced potentials in order to make possible a sustainable supply of power sources for each country, with the free passage of all the channels of international cooperation [14]. Putin's formulation on the redistribution of energy is a description of the possible future of energy supply for many small countries.

Opskrba energijom tijekom posljednjih nekoliko godina pod utjecajem je ograničenja koja donose sporazumi o zaštiti okoliša. Šira primjena obnovljivih izvora energije suočena je s mnogim problemima, a nije zanemariva ni njihova relativna skupoća. Nakana Europske unije da uklanjanjem nacionalnih monopola s pomoću deregulacije nađe svoju konkurentsku prednost u odnosu na tržišne takmace, ušla je u fazu stvaranja manjeg broja većih energetske tvrtki, pa se naziru novi (nacionalni) monopoli [24].

Očigledno predstoji nova faza usklađivanja regulatornog režima u Europskoj uniji, sa zadaćama:

- osiguranje pouzdanosti i dostupnosti energije, a plin je u tim sagledavanjima prirodno, važan čimbenik,
- današnji je transportni sustav skup od 25, manje ili više izoliranih podsustava, pa je povezivanje jedan od prioriteta.

Čini se da je provođenje direktive o unutrašnjem plinskom tržištu (1998.) uvođenjem transparentnosti, računovodstvenim razdvajanjem u lancu djelatnosti i uvođenjem prava pristupa trećoj strani iscrpilo svoje dosege. Međunarodna je konkurencija ograničena, a time i konkuriranje plinom plinu. Pritisak na procese privatizacije, posebno u zemljama tranzicije, pogodio je nastajanje nekolicine velikih tvrtki u Europi. One slijede zakonitosti globalnog tržišta. Kako se tržište globaliziralo, tako su se i kompanije globalizirale, reći će Lord Browne iz BP-a. BP je 1908. imao povod za formiranje tvrtke na prvom otkriću nafte u Perziji. Prije desetak godina BP je imao tržišnu vrijednost od 31,6 milijardi USD, a 2005. godine 200 milijardi američkih dolara. I to je to.

The current dilemma of Europe and the rest of the world stems from the assessment of energy needs and energy supplies. Requirements are increasing due to ever greater consumption per capita, the rapidly growing needs of highly populated countries (India and China), and especially demographic growth. Only in the last quarter century, the population has increased from 4 to 6 billion, and predictions of 10 billion are not so far off on the horizon.

Energy supply during the past several years has been influenced by the limitations imposed by environmental protection agreements. The more widespread use of renewable energy sources has been confronted with many problems, and the relative costliness of such sources is not negligible. The intention of the European Union, to find its competitive advantage in relation to the market competition through the elimination of national monopolies by deregulation, has entered the phase of the creation of a small number of large energy companies, so that new (supernational) monopolies are on the horizon [24].

Obviously, there will be a new phase in the harmonization of the regulatory regime in the European Union, with specific goals:

- the reliability and accessibility of energy should be insured, and in this respect natural gas is a very important factor,
- today's transport system is a group of 25 more or less isolated subsystems, so that their linkage is one of the priorities.

It appears that the implementation of the directives on the internal gas market (1998), with the introduction of transparency, accounting separation in the chain of operations and the introduction of legal third party access, have been exhausted. International competition is limited and thereby also gas-to-gas competition. Pressure on the processes of privatization, especially in the transition countries, has been conducive to the formation of several large companies in Europe. They follow the laws of the global market. As the market has globalized, the companies have globalized, says Lord Browne from BP. In 1908, the BP company was formed when oil was first discovered in Persia. A decade ago, BP had a market value of 31,6 billion USD. In the year 2005, its market value was 200 billion USD. That is that.

4 POTROŠNJA ENERGIJE U HRVATSKOJ I UČEŠĆE PLINA

4.1 Potrošnja energije u Hrvatskoj

Potrošnja energije u nekoj zemlji, pa tako i u Republici Hrvatskoj temeljna je značajka gospodarskih aktivnosti, odnosno posljedica vođenja civiliziranog načina života. U najgrubljim analizama, između ostalih karakterističnih veličina potrošnja energije obilježena je trima veličinama: ukupnom potrošnjom energije, strukturom i naravno trendom potrošnje. Ne postoje dvije zemlje s jednakom energetske bilansom, odnosno s jednakim trima navedenim veličinama, pa se s pravom može ustvrditi kako je energetska bilanca određene zemlje zapravo njezina krvna slika. To znači da nije moguće izravno uspoređivati energetske bilance bez dublje analize uzroka, uvjeta i načina rada i tradicije potrošnje energije pa takve analize ne mogu dati upotrebljivi rezultat. Slično je i kada se uspoređuju energetske bilance svijeta ili određenih regija s energetske bilansom promatrane zemlje pa u skladu s tim kritički analizirati energetske bilance primjerice Hrvatske na temelju svjetskog uzorka ili energetske bilance neke druge zemlje nema posebnog smisla.

Energetska bilanca Hrvatske sastoji se u osnovi iz dvaju dijelova, i to prvoga, koji je odraz potrošnje energije, i drugoga, koji je odraz mogućnosti dobave odnosno transformacije primarnih oblika energije.

Prvi dio bilance, odnosno dio koji se odnosi na potrošnju energije, obično se strukturira prema sektorima potrošnje, i to industriji, uslugama, kućanstvima, prometu, poljoprivredi i ostalim sektorima, ali i prema energetske oblicima. Poznavanje i definiranje odnosno mogućnost projiciranja ključnih odrednica koje utječu na potrošnju energije temeljne su pretpostavke proračuna potreba za energijom, ali i načina utjecaja na iznos, strukturu i trendove potrošnje energije u budućnosti, što je zapravo prvi dio energetske strategije.

Drugi dio energetske bilance odnosi se na dobavu energije odnosno energetske oblika. Taj je dio strukturiran od nekoliko važnih segmenata: proizvodnje, uvoza i transformacije primarnih oblika energije te gubitaka, vlastite potrošnje i neenergetske potrošnje. Svaki od nabrojenih segmenata ima posebne značajke i mora biti predmetom posebnih analiza. Naravno da dio energetske sustava koji se odnosi na dobavu energije nije skup količina primarnih oblika energije nego međusobno značajno umrežen i međuovisan sustav koji je definiran potrebama ali i koji definira sigurnost opskrbe, jednu od

4 ENERGY CONSUMPTION IN CROATIA AND THE SHARE OF GAS

4.1 Energy consumption in Croatia

The consumption of energy in a specific country, and thus in the Republic of Croatia, is based upon the characteristics of economic activities or the consequences of leading a civilized way of life. In the most rough analyses, energy consumption is characterized by three values: total energy consumption, structure and, naturally, the consumption trend. There are no two countries with the same energy balance, i.e. with equal values for the three aforementioned values, so it can be justifiably stated that the energy balance of a specific country is actually its blood profile. This merely means that it is not possible to compare energy balances directly without a deeper analysis of the causes, conditions, manner of operations and traditions affecting energy consumption, so that such analysis cannot yield usable results. It is similar when the energy balances of the world or specific regions are compared with the energy balance of a particular country being studied, and therefore a critical analysis of the energy balance of, say, Croatia, based upon the world model or the energy balance of some other country, would not serve a special purpose.

The energy balance of Croatia basically consists of two parts, the first of which reflects energy consumption and the second reflects supply options or the transformation of primary forms of energy.

The first part of the balance, i.e. the part that refers to energy consumption, is usually structured according to the sectors of consumption, which are industry, services, households, traffic, agriculture and other sectors, but also according to forms of energy. Identifying, defining and the possibility of projecting the key determinants that influence energy consumption are the basic prerequisites for the calculation of energy requirements but also the manner of influencing the amount, structure and trends of energy consumption in the future, which is actually the first part of energy strategy.

The second part of the energy balance refers to the energy supply or the forms of energy. This part is structured from several important segments: production, import and the transformation of primary forms of energy and losses, own consumption and non-energy consumption. Each of the listed segments has special characteristics and should be subjected to separate analysis. The part of the energy system that refers to the energy supply is certainly not a collection of the quantity of primary forms of energy but a significantly mutually networked and interdependent system

najznačajnijih karakteristika energetskeg sustava i zapravo drugi važan dio energetske strategije.

S obzirom na energetske bilancu, koja je zapravo brojčani odraz energetskeg sustava, energetskei je sustav jedne zemlje specifičan i nije usporediv s istim takvim sustavom ni jedne druge zemlje te kao takav mora imati svoj specifičan razvojni put.

that is defined by requirements, which also defines the security of supply, one of the most significant characteristics of an energy system and actually the second important part of energy strategy.

Bearing in mind energy balance, which is actually the numerical expression of an energy system, it is clear that the energy system of a country is specific and not comparable to the energy system of any other country, and as such must have its own specific path of development.

Tablica 4 - Ukupna potrošnja energije u Hrvatskoj [25]
Table 4 - Total energy consumption in Croatia [25]

	1999.	2000.	2001.	2002.	2003.	2004.	2004.	1999.-2004.
	(PJ)						Struktura / Structure (%)	Stopa porasta / Growth Rate (%)
Ugljen i koks / Coal and Coke	8,04	17,15	19,36	22,89	26,18	29,70	7	29,9
Ogrijevno drvo / Firewood	13,92	15,64	12,24	12,39	15,96	15,88	4	2,7
Tekuća goriva / Liquid Fuels	183,40	160,52	164,25	175,16	192,85	179,62	44	-0,4
Prirodni plin / Natural Gas	94,05	94,98	98,87	101,10	100,45	104,66	25	2,2
Vodne snage / Water Power	61,86	56,93	65,51	52,01	46,48	69,00	17	2,2
Električna energija / Electricity	8,50	14,40	11,36	12,68	14,01	13,19	3	9,2
UKUPNO / Total	369,77	359,62	371,58	376,23	395,93	412,04		2,2

Ukupna potrošnja energije 2004. godine u Hrvatskoj (tablica 4) iznosila je 412 PJ i od 1992. godine ima pozitivan trend porasta. Tijekom 2004. godine (trenutačno posljednje godine za koju postoje potpune energetske bilance) ostvarena je tek nešto niža potrošnja nego maksimalna ostvarena krajem 1980-tih godina. Prosječna stopa porasta ukupne potrošnje energije u posljednjih je nekoliko godina 2,2 %, iako ukupna potrošnja energije ne raste kontinuirano. Najveći udio otpada na tekuća goriva, 44 %, dok je udio prirodnog plina na razini od 25 %. Hrvatska po glavi stanovnika troši 55 % prosjeka zemalja EU 15.

Proizvodnja primarnih oblika energije bila je 2004. godine na razini od 204,4 PJ i od 1999. godine raste prosječno godišnje 1,9 %. U strukturi 2004. godine najveći udio ima proizvodnja prirodnog plina s 38 %, zatim proizvodnja električne energije iz vodnih snaga 38 % i proizvodnja sirove nafte s 21 %. Stopa proizvodnje primarne energije prema tomu je niža od stope porasta ukupne potrošnje energije, a znatno niža od stope neposredne potrošnje energije.

The total energy consumption in Croatia (Table 4) amounted to 412 PJ in 2004. Since 1992, there has been a positive growth trend. During the year 2004 (currently the last year for which there are complete energy balances), there was somewhat lower consumption than the maximum reached in the late 1980s. The average rate of growth in the total energy consumption during the past several years has been 2,2 %, although total energy consumption is not continuously rising. The largest share goes to liquid fuels, 44 %, while the share of natural gas is at the level of 25 %. Per capita, the inhabitants of Croatia consume 55 % of the average for the countries of the EU 15.

The production of primary forms of energy in 2004 was at the level of 204,4 PJ and since the year 1999 the annual average increase was 1,9 %. Within the structure of the year 2004, the greatest share was the production of natural gas with 38 %, followed by the production of electricity from water power with 38 % and the production of raw petroleum with 21 %. The rate of the production of primary energy is accordingly lower than the rate of the increase in total energy consumption and significantly lower than the rate of direct energy consumption.

Uz zanemarivanje strukture energije koja se uvozi i one koja se izvozi, bilanca uvoza i izvoza pokazuje kako je Hrvatska 2004. godine uvezla 318 i izvezla 106 PJ energije. To znači da je u energetske jedinice Hrvatska uvezla 212 PJ. Trend uvoza raste, ali raste i trend izvoza, poglavito naftnih derivata.

Treba posebno razmotriti energiju za energetske transformacije te neposrednu odnosno finalnu potrošnju energije. Energija za energetske transformacije podrazumijeva energiju koja se transformira u neki drugi oblik, primjerice u električnu energiju. Po iznosu je praktično konstantna u posljednjih šest godina, ali nije i po strukturi. Raste udio ugljena i prirodnog plina, a opada udio tekućih goriva.

Finalna potrošnja energije je energija predana kupcima i ona u posljednjih nekoliko godina raste s prosječnom godišnjom stopom od 2,9 %. U strukturi najveći udio zauzimaju tekuća goriva sa 44 %, plinovita goriva s 25 % (od čega gotovo 97 % prirodni plin) i električna energija sa 17 %. Prema tome, u hrvatskoj energetici prevladavaju tekuća i plinovita goriva te električna energija.

4.2 Prirodni plin kao osnova budućeg razvoja hrvatske energetike

Prirodni plin kao energent ima znatan utjecaj na razvoj energetike. Daljnji razvoj plinskog sektora zahtijeva investicije između 4 i 5 milijardi eura tijekom idućih 5 godina. Polazeći od nove teorije razvoja, gdje se stope razvoja prosuđuju po doprinosu kapitala, doprinosu rada uključujući i faktor produktivnosti [3], spomenute investicije u energetici zadovoljavaju sva tri navedena kriterija pa mogu imati niz pozitivnih utjecaja na svekoliki razvoj Hrvatske. Dio spomenutih ulaganja treba sagledavati kroz visoke multiplikatore koji više-kratno umnožavaju efekte ulaganja, a neke, poglavito one vezane uz terminal za LNG, u funkciji novih tehnologija s posljedicama nove privredne strukture, bez kojih će biti teško prijeći prag BDP-a od 10 000 eura po stanovniku [26].

Na sličan se način mogu karakterizirati i ulaganja INE od oko 1,0 milijardu američkih dolara u modernizaciju rafinerija te ulaganja u istraživanje, odnosno razradu podmorja sjevernog Jadrana, u što su talijanski partneri i INA uložili svaki po 360 milijuna američkih dolara, ali isto tako i nova, daljnja ulaganja u istraživanje i razradu sjevernog Jadrana.

Energetika, kao infrastruktura, preduvjet je razvoja druge privrede, ali generirajući vlastiti razvoj energetika utječe na razvoj drugih koji sudjeluju

Without taking into consideration the structure of the energy that is imported and exported, the import-export balance indicates that Croatia imported 318 and exported 106 PJ of energy in the year 2004. This signifies that in energy units, Croatia imported 212 PJ. The import trend is increasing, as is the export trend - chiefly petroleum derivatives.

It is necessary to consider energy for energy transformation separately, as well as the direct or final consumption of energy. Energy for energy transformation is understood to mean energy that is transformed into some other form of energy, such as electricity. The amount has been practically constant during the past six years but not the structure. The share of coal and natural gas is increasing and the share of liquid fuels is decreasing.

Final energy consumption is energy turned over to customers. In the past several years, this energy has increased by an average annual rate of 2,9 %. Within this structure, the largest share is taken by liquid fuels with 44 %, followed by gas fuels with 25 % (of which nearly 97 % is natural gas) and electricity with 17 %. Accordingly, Croatian energy supply is dominated by liquid and gaseous fuels as well as electricity.

4.2 Natural gas as the basis for the future development of Croatian energetics

Natural gas as an energy source has a significant impact upon the development of energetics. The further development of the gas sector requires investments of between 4 and 5 billion euros during the next five years. Starting from the new theory of development, where the rates of development are assessed according to the capital contribution, labor contribution and the factor of productivity, [3], the aforementioned investments in energetics meet all three criteria and it is self-evident that they could have a series of positive impacts on the overall development of the Republic of Croatia. A portion of these investments should be viewed through high multipliers that multiply the effects of investment many times over, and some, especially those connected with the terminal for the receipt of LNG, in the function of new technologies with consequences of a new economic structure, without which it will be difficult to exceed the BDP threshold of 10 000 euros per capita [26].

In a similar manner, it is also possible to characterize INA's investment of approximately 1,0 billion USD in the modernization of the refineries and in investment in research, i.e. the study of the sea bottom of the Northern Adriatic, in which Italian partners as well as INA have each invested 360 million USD, in addition to new, further investment in the research and development of the Northern Adriatic.

u njezinu razvoju. Kada se uza sve to zna da dio energetike (INA, HEP, Plinacro, Janaf...) pripada, u našim uvjetima, u velika i srednja poduzeća, ona po definiciji daju prostor za rad i razvoj srednjoj i maloj privredi. Energetika, prema tome i prirodni plin, zadovoljavaju jednu od pet osnovnih težnji svakog čovjeka: sigurnost, hranu, potomstvo, izražavanje osobnosti i sklonište (a koje je vezano uz toplinu) [27].

Ulaganja u razvoj plinske infrastrukture zemlje obuhvaćaju:

- ulaganja radi osiguranja dostatnosti,
- ulaganja radi povećanja sigurnosti opskrbe.

Dostatnost se osigurava novim izvorima i transportnim putovima, u našem slučaju to se kombinira s diversifikacijom izvora, što povećava i sigurnost dobave, a s novim podzemnim skladištem povećava se i sigurnost opskrbe. I obratno, rješavanje povećane sigurnosti, npr. izgradnjom novih skladišta i promjenama u strukturi potrošnje, ujedno može riješiti i povećanu dostatnost. Vještina upravljanja potražnjom (DSM), sama po sebi smanjuje i oscilacije u potrošnji, kako dnevne i tjedne tako i sezonske. Grafički prikazana potrošnja sinusoidom, s pomoću DSM-a idealno bi se približila pravcu, horizontalno, paralelno apscisi, gradeći opterećenje za ljetnu potrošnju i režući zimske amplitude.

Ulaganjem u nove izvore, tj. korištenje projekta GEA za vlastitu proizvodnju plina i za uvoz putem SWOP-a, zatim otvaranjem novoga dobavnog pravca preko Mađarske te izgradnjom terminala za LNG zadovoljavaju se kriteriji sigurnosti i dostatnosti opskrbe, s uključenom diversifikacijom, ali se ne će stvoriti svi uvjeti za upravljanje potrošnjom. Za to je nužno izvršiti prekategorizaciju potrošnje tako da se uvede kategorija prekidnih potrošača te da se na razini distributera pozitivno diskriminira komercijalna kategorija.

Međutim, sigurnost i pouzdanost opskrbe krajnjih potrošača ovisi i o organiziranosti, a posljedično i o ekonomskoj snazi distribucijskog sektora, koji broji oko 36 distributera. Sadašnja organizacija većini njih ne omogućuje niske troškove poslovanja, ni akumulaciju iz koje bi mogli investirati u tehnička rješenja sigurnosti opskrbe, dnevna skladišta i/ili instalacije za vršnu potrošnju.

Energetics, as infrastructure, is a prerequisite for the development of other industries but energetics, generating its own development, influences the development of others who participate in its development. When in addition to all of this it is known that some energetics concerns (INA, HEP, Plinacro, Janaf...) are classified, under Croatian circumstances, as large and medium-sized enterprises, then by definition they provide space for the operations and development of the medium-sized and small economies. Energetics, and thus natural gas, meets one of the five basic aspirations that each person has: security, food, posterity, expression of personality and shelter (which is connected with heat) [27].

Investment in the development of the gas infrastructure includes the following:

- investment in order to insure sufficiency,
- investment in order to increase the security of supply.

Sufficiency is insured by new sources and transport routes, and in our case it is combined with the diversification of sources, which also increases the security of procurement. With the new underground storage facility, the security of the supply is increased. Conversely, solutions for increasing security, for example through the construction of new storage facilities and changes in the structure of consumption, can also resolve and increase sufficiency. Demand side management (DSM) in itself reduces oscillations in consumption: daily, weekly and seasonal. A graphic presentation of consumption with a sinusoid, using DSM, would ideally approximate a straight line, horizontal, parallel to the abscissa, constructing the load for summer consumption and limiting winter amplitudes.

Through investments in new sources, i.e. using the GEA project for the country's production of gas and SWOP for import, by opening a new supply route via Hungary and building a terminal for LNG, the criteria would be met for the security and sufficiency of supply, with the inclusion of diversification, but all the prerequisites will not be met for demand side management. For this it is necessary to perform the pre-categorization of consumption, in such a manner that the category of interruptible consumers is introduced and at the level of distributors there is positive discrimination in favor of the commercial categories.

However, the security and reliability of supply to the final consumer also depend upon the degree of organization and consequently also on the economic strength of the distribution sector, that now numbers approximately 36 distributors. The current organization does not make low operational expenses possible for most of them, nor accumulation from which they could invest in technical solutions for security of supply, daily storage and/or installations for peak consumption.

4.3 Cijena plina u Hrvatskoj

Danas hrvatsko tržište opskrbljuje jedan dobavljač (INA d. d.), unatoč tome što su ostvareni zakonski preduvjeti i što postoje tri potrošača u statusu povlaštenih, koji imaju pravo izbora dobavljača. To su HEP, Petrokemija Kutina i Pliva (za potrebe kogeneracije). Razlog što povlašteni potrošači ne koriste svoje pravo je u činjenici što se vodi politika ograničenja cijena u cjelini, znatno ispod cijena na tržištu nabave. Poznato je da se cijene plina i drugih energenata formiraju tržišno, u odnosu na konkurentne energente (plinu su konkurenti teška i laka ulja). U tome je uloga nafte kao reper odlučujuća.

S obzirom na odgovodne klauzule u uvoznim ugovorima za plin, cijene se poravnavaju prema referentnim gorivima s vremenskom zadržkom od tri do devet mjeseci. To vrijeme djeluje na poravnavanje skokova koje imaju nafta i naftni derivati te na uprosječivanje cijena u obračunskom razdoblju.

Veliki porast cijena nafte bilježi se tijekom 2004. i 2005. godine, sa stalnom tendencijom rasta. Cijene nafte odraz su prenapregnute ravnoteže ponude i potražnje uz utjecaj špekulativnih i političkih razloga. Naravno, cijene derivata u izravnoj su korelaciji s cijenom nafte (tzv. sirove) na svjetskom tržištu. U Hrvatskoj se cijene derivata formiraju prema onima na tržištu Mediterana, po načelu alternativnih izvora (Alternative cost supply). Vjerojatno smo mogli zaboraviti kako su te cijene rasle u proteklom razdoblju [5], [6] i [9].

Slika 6 pokazuje kretanje cijena mazuta (s 1 % i 3,5 % sumpora) te plinskog ulja.

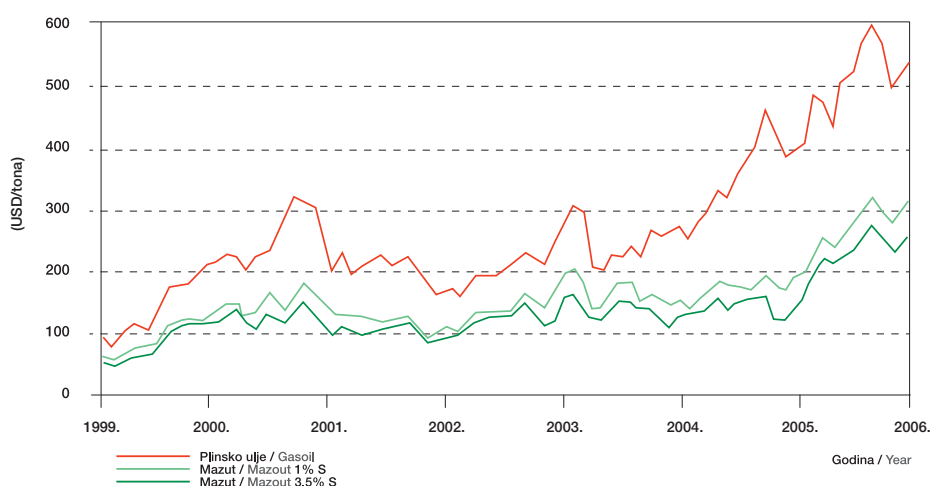
4.3 The price of gas in Croatia

Today the Croatian market is supplied by one supplier (INA d.d.), despite the fact that the legal prerequisites have been met and three consumers have the status of eligibility and are entitled to a choice of suppliers. These are HEP, Petrokemija Kutina and Pliva (for the requirements of co-generation). The reason that the eligible consumers do not exercise their right is due to the fact that there is a policy of overall price limitation, considerably below the price on the procurement market. It is a known fact that gas prices, as well as those of other energy sources, are formed on a market basis, in relation to the competing energy sources (heavy and light oil are competitors of gas). In this, the role of oil as a reper is decisive.

Taking into account the delay clause in the import contracts for gas, the prices level off according to the reference fuels with a time delay of from three to nine months. This time delay evens out the price spikes that oil and oil derivatives are subject to and the averaging of prices during the accounting period.

A great increase in oil prices was recorded during 2004 and 2005, with a constant growth tendency. Oil prices are a reflection of the overstrained balance of supply and demand, with the influence of speculative and political reasons. Of course, the prices of derivatives are in direct correlation with oil prices (so-called raw materials) on the world market. In Croatia the prices of derivatives are formed according to those on the Mediterranean market, following the principle of alternative cost supply. We probably could forget how the prices rose in the past [5], [6] and [9].

Figure 6 shows the trends in the prices of mazout (with 1 % and 3,5 % sulfur) and gasoil.



Slika 6
Kretanje cijena mazuta i plinskog ulja na Mediteranskom tržištu
Figure 6
Trends in the prices of mazout and gasoil on the Mediterranean market

Istodobno, rezultat politike ograničenja cijena poremećaj je pariteta cijena, što se vidi iz tablice 5, u kojoj je prirodni plin dvostruko jeftiniji od ložulja ekstra lakog, 2,01 prema 4,33, a ugljen je samo nešto malo jeftiniji od plina! Hrvatska (poput Češke, Mađarske, Poljske, Slovenije i Slovačke) ima cijene plina za kućanstva niže od europskog prosjeka (EU 25). Poznato je da po načelu: Svatko plaća troškove koje svojom potrošnjom izaziva, kućanstva u tržišnim ekonomijama plaćaju najvišu cijenu. Najveće oscilacije u potrošnji ima sektor potrošnje u kućanstvima. Zimska i ljetna potrošnja u Zagrebu se odnose kao 7:1, a slično je i u ostalim dijelovima Hrvatske. Te razlike prevladavaju se dobavom plina iz podzemnog skladišta. (U suprotnom, ako ne bi bilo skladišta, s obzirom na uobičajene klauzule uvoza, dobavljač bi sebi potrebnu dobavu poravnavao u preuzimanju uvoznih količina, plaćajući nepreuzete količine i nekorišteni kapacitet u plinovodu).

Cijene električne energije za kućanstva u Republici Hrvatskoj također su niže od onih u Europskoj uniji, i to za oko 30 %, za industriju su naše cijene oko 20 % ispod prosjeka istog uzorka (EU 25).

At the same time, a result of price limitation policies is the loss of price parity, as evident from Table 5, in which natural gas is twice as inexpensive as extra-light heating oil, 2,01 as opposed to 4,33, and coal is only somewhat less expensive than gas! Croatia (like the Czech Republic, Hungary, Poland, Slovenia and Slovakia) has a gas price for households which is below the European average (EU 25). It is known that according to the principle of everyone paying the costs incurred by their own consumption, households in market economies pay the highest prices. The greatest oscillations in consumption are in the sector of household consumption. Winter and summer consumption in Zagreb has a ratio of 7:1, and it is similar in the other parts of Croatia. These differences are overcome by obtaining gas from an underground storage facility. (Otherwise, if there were no storage facility, due to the customary import clause, the supplier would have to pay for unused imported gas and pipeline capacities in the pipeline).

The prices of electricity for households in the Republic of Croatia are also lower than those in the European Union by approximately 30 %. For industry, our prices are approximately 20 % below the average for the same model (EU 25).

Tablica 5 - Odnos cijena energenata prema cijeni prirodnog plina na jednakom paritetu u širokoj potrošnji (cijene na dan 30.03.2006.)
Table 5 - The ratio of the price of individual energy sources to the price of natural gas of equal parity in mass consumption (prices as of march 30, 2006)

Redni broj / Item no.	Energent / Energy source	Jedinica mjere / Unit measures	Toplinska vrijednost / Heat value	Cijena / Price	Toplinski ekvivalent (TE)/ Heat equivalent (HE)	Paritetna cijena za energiju / Equal parity energy price	Indeks cijene / Price index
		(j. mj.)	(kJ/j. mj.)	(kn/j. mj.)	(kJ/j. mj.) / 33 338,35 kJ/m ³	(kn/j. mj.) / TE/HE	
1	Prirodni plin / Natural gas	m ³	33 338,35	2,01	1,000	2,01	100
2	Propan-butan smjesa / Propane -butane mixture	kg	48 148,20	7,00	1,444	4,85	241
3	Lož-ulje ekstra lako / Extra-light heating oil	l	36 437,70	4,73	1,093	4,33	215
4	Električna energija / Electricity						
	Plavi tarifni model / Blue tariff model	kWh	3 600,60	0,72	0,108	6,65	330
	Bijeli tarifni model / White tariff model	kWh	3 600,60	0,52	0,108	4,86	241
	Narančasti tarifni model / Orange tariff model	kWh	3 600,60	1,04	0,108	9,60	477
5	Toplinarstvo / Heating plant	kWh	3 600,60	0,21	0,108	1,94	96
6	Ugljen / Coal	kg	20 100,00	0,96	0,603	1,59	79
7	Ogrjevno drvo / Firewood	m ³	6 672 500,00	360,00	200,145	1,80	89
8	Motorni benzin - Super 95 / Gasoline -super 95	l	36 100,00	7,84	1,083	7,24	359
9	Motorni benzin - Eurosuper / Gasoline -eurosuper	l	36 100,00	7,98	1,083	7,37	366
10	Diesel / Diesel	l	31 950,00	7,30	0,958	7,62	378
11	Eurodiesel / Euro-diesel	l	31 950,00	7,38	0,958	7,70	382

Sve je to još zornije na dijagramu, slika 7, koji prikazuje da je i ogrjevno drvo skuplje od ugljena i neznatno jeftinije od prirodnog plina!

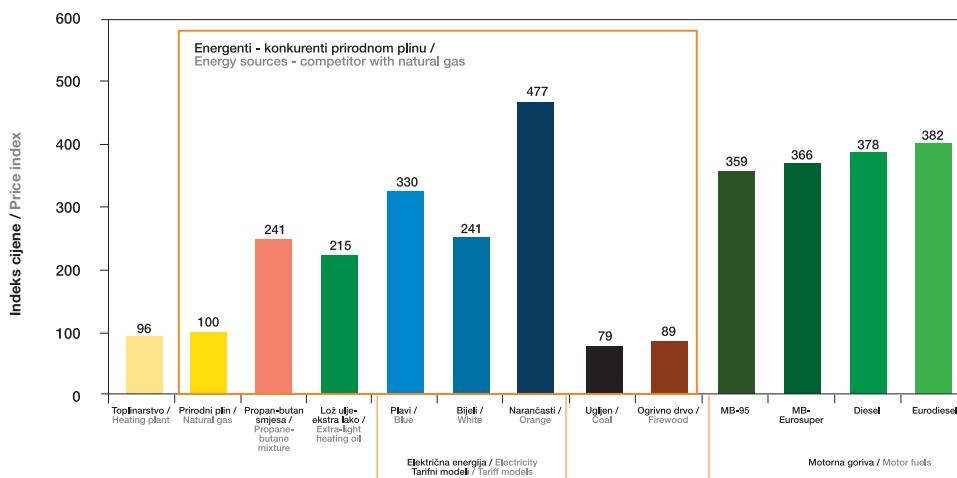
Bilo bi podcjenjivanje čitateljstva kada bi se tumačilo što su to normalni usporedni odnosi po kojima prirodni plin mora imati cijenu iznad one za lož-ulje ekstra lako. Jednako bi bilo nesmotreno objašnjavati da su s aktualnom politikom cijena i slanjem krivih signala štete mnogobrojne, sve do utjecaja na energetska učinkovitost, povećanje koje jest i mora biti jedan od stratezijskih ciljeva hrvatskoga gospodarstva.

Depreciranje cijena plina pripada svojevrsnoj tradiciji hrvatske energetike. Uz teško odustajanje od socijalnih kriterija u politici cijena energenata, zastupnici depreciranja cijena plina pokušavaju naći obrazloženje u kategoriji portfelja plina koji se sastoji od oko 45 % uvoznog i 55 % plina iz domaće proizvodnje. Za tu komponentu domaće proizvodnje pokušavaju se, tobože, odrediti troškovi proizvodnje, sa željom da se dokaže kako nije potrebno slijediti tržišne zakone.

All of this is clearer in the next diagram, Figure 7, which shows that firewood is more expensive than coal and insignificantly less expensive than natural gas!

It would be underestimating the readership to enter into an explanation of the normal comparative ratios, according to which natural gas should have a higher price than extra-light heating oil. It would be equally superfluous to explain that the actual price policy and the sending of the wrong signals are inflicting significant damage, to the point of influencing energy effectiveness, the increase of which is and must be one of the strategic goals for the entire Croatian economy.

Depressed gas prices are part of a type of tradition in Croatian energetics. In addition to the reluctant abandonment of social criteria in the policy for determining the prices of energy sources, supporters of depressed gas prices are attempting to find validation in the category of the gas portfolio, which consists of approximately 45 % imported gas and 55 % from domestic production. For this component of domestic production, there have been ostensible attempts to determine the costs of production, with the intention of proving that it is not necessary to follow market laws.



Slika 7
Odnos cijena energenata prema cijeni prirodnog plina na jednakom paritetu u širokoj potrošnji (cijene na dan 30.03.2006.)
Figure 7
The ratio of the price of individual energy sources to the price of natural gas of equal parity in mass consumption (prices as of March 30, 2006)

Pri tom se zaboravlja da domaća proizvodnja ima relativno visoke troškove jer:

- INA nastavlja intenzivna ulaganja u istraživanje nafte i plina, a troškovi istraživanja moraju teretiti i proizvedenu jedinicu plina i nafte, (kao što se investicije u istraživanje moraju osigurati iz prodanog proizvoda, dakle plina i nafte).
- Oko 70 % proizvodnje dolazi iz podravskih polja, koja opterećuju mnoge specifičnosti

It is forgotten that domestic production incurs relatively high costs, for the following reasons:

- INA is continuing intensive investment in exploration for oil and gas, and the costs of exploration must be debited to the production of a unit of gas or oil, (since funding for investment in exploration must be secured from the sale of products, i.e. gas and oil).
- Approximately 70 % of production comes from the fields of Podravina, encumbered by many

proizašle iz dubine zalijeganja ležišta, visokih temperatura i tlakova te kiseloga svojstva plina. Zbog toga su investicije u razradu i privođenje proizvodnji (čišćenje plina i zbrinjavanje štetnih komponenti), imale znatno veći opseg od klasičnih nalaza plina.

- Rastući udio plina iz podmorja sjevernog Jadrana, već samim tim što je riječ o podmorju, opterećen je velikim investicijskim ulaganjima, što u konačnici ima odraz u visokim troškovima proizvodnje.
- Ostatak plina koji se proizvodi iz desetak ostalih ležišta u Panonu stara su polja (više od dvadeset godina), koja su upravo zbog starosti i opadajuće proizvodnje u fazi rasta troškova proizvodnje.

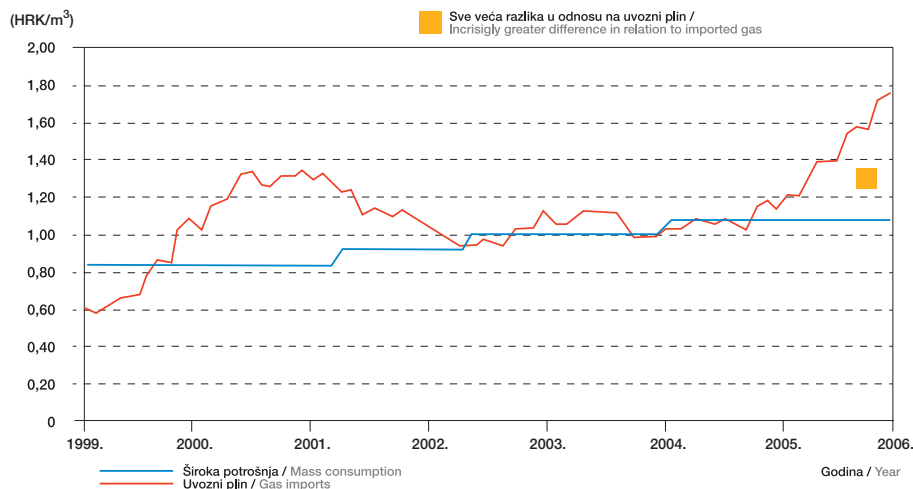
Prema tome, proizvodnja domaćeg plina nema, na žalost, one troškovne konkurentske prednosti koja bi omogućila zadržavanje cijena na sadašnjoj razini. Istodobno, nakon gotovo dvije godine nepromijenjenih cijena (slike 6, 7, 8 i 9) nastaje raskorak između naplaćene realizacije za prirodni plin i obveza za uvozni plin, a konačni je rezultat da ukupna realizacija jedva pokriva (ili ne pokriva u 2006.) obveze za uvozni plin.

specificities due to the depth of the deposits, high temperatures and high pressures, as well as the acidic nature of gas. Therefore, investments in the development and organization of production (purifying the gas and providing for the harmful components), have a significantly greater range than classical gas deposits.

- The share of gas from the offshore zone of the Northern Adriatic, due to the involvement of the offshore zone, is encumbered by large investments, which in the final analysis are reflected in high production costs.
- The remaining gas that is produced from the ten remaining deposits in the Pannonian Basin are old fields (over twenty years old), that due to their age and declining production are in the phase of incurring rising production costs.

Accordingly and unfortunately, the production of domestic gas does not have the competitive cost advantages that would allow prices to be held at the current level. At the same time, after nearly two years of unchanged prices (Figures 6, 7, 8 and 9) we have a discrepancy between the proceeds from the sales of natural gas and the obligations for imported gas, with the final result being that the total proceeds barely cover (or fail to cover in 2006) the obligations from imported gas.

Slika 8
Kretanje cijene plina u širokoj potrošnji u odnosu na cijenu uvoznog plina
Figure 8
Trends in the price of gas for mass consumption in comparison to the price of imported gas



Prebacivanje socijalnih problema na dobavljača jedan je od krupnih generatora opskrbe nesigurnosti. **Uz sve to, pred nama je vrijeme visokih cijena energije. Upravo zbog toga potrebno je osmisliti strategiju uklanjanja dispariteta cijena energenata.**

Hrvatska energetska opskrba, poput one u Europi, ima visoku uvoznu ovisnost. Budućnost, tragom direktiva Europske unije, nalaže mjere dostatne opskrbe, sigurnu opskrbu i konkurentne cijene.

Shifting social problems to the suppliers is one of the chief reasons for the insecurity of the supply.

With all of this, we are facing a time of high energy prices. It is precisely for this reason that it is necessary to devise a strategy for eliminating the disparities in the prices of energy sources.

The Croatian energy supply, like the others in Europe, is highly dependent upon imports. The future, according to European Union directives, requires measures for providing an adequate and

Poput Europe, i Hrvatska se strateški orijentirala na smanjivanje energetske intenzivnosti. Posredno i neposredno, Hrvatska ne uvećava udio nafte u energetske potrošnji, ali udio plina će rasti. Zbog toga ne bi trebalo biti prigovora [2], [7] i [20].

Hrvatsko tržište energije nema drugog izbora, osim preuzimanja europskih rješenja - ugradnje svjetskih cijena u svoje mehanizme i, naravno, proizvode. Ni u Hrvatskoj, kao ni u Europi neće doći u pitanje isplativost proizvodnje električne energije u kogeneracijama, posebno u distribuiranoj filozofiji. Neće doći u pitanje ni kombinirana postrojenja, pogotovo za vršnu potrošnju.

Cijene električne energije morat će se mijenjati prema promjenama na svjetskom tržištu goriva za proizvodnju električne energije. Velik udio hidroenergije u proizvodnji električne energije golema je prednost, ali više od polovice proizvodnje ostaje osjetljivom na promjene cijena na svjetskom tržištu.

4.4 Raspoloživost opskrbe plinom i novi opskrbni pravci

Raspoloživost opskrbe prirodnim plinom treba promatrati u ravnoteži potreba i mogućnosti u vremenu i prostoru. No raspoloživost jučer, danas i sutra nisu jednake, neovisno o potražnji plina.

Dovršetakom plinovoda u gradnji od Pule do Karlovca krajem 2006. ponuda plina na hrvatskom tržištu bit će obogaćena s novih oko 700 milijuna m³ godišnje iz otkrića u podmorju sjevernog Jadrana. U pripremi je i gradnja plinovoda iz Mađarske koji, ako se ugovori ove godine te ako se ugovori opskrba s ruskim dobavljačem preko Mađarske, u 2009. može osigurati dobavu po mogućoj i potrebnoj dinamici, do punoga kapaciteta od 1,5 milijardi m³ godišnje.

Kako se vidi na donjem dijelu slike 9, u obzoru 2010. novi uvoz mogao bi imati udjel od 33 %. Taj udjel dodatno povećava prosječnu cijenu portfelja plina.

secure supply at competitive prices. Like Europe, Croatia is strategically oriented to reducing energy intensity. Directly and indirectly, Croatia is not increasing the share of oil in energy consumption but the share of gas will increase. This should not be criticized [2], [7] and [20].

The Croatian energy market has no choice except to accept the European solutions, i.e. the incorporation of world prices into our mechanisms and, naturally, products. As with the rest of Europe, the profitability of electricity in cogenerations will not be called into question in Croatia, especially in the distributed philosophy. Combined plants will also not be called into question, especially for peak consumption.

Electricity prices will have to be adjusted to changes on the world market in the prices of the fuels used in electricity production. The high share of hydroenergy in electricity production is a great advantage but more than half of production remains vulnerable to changes in the prices on the world market.

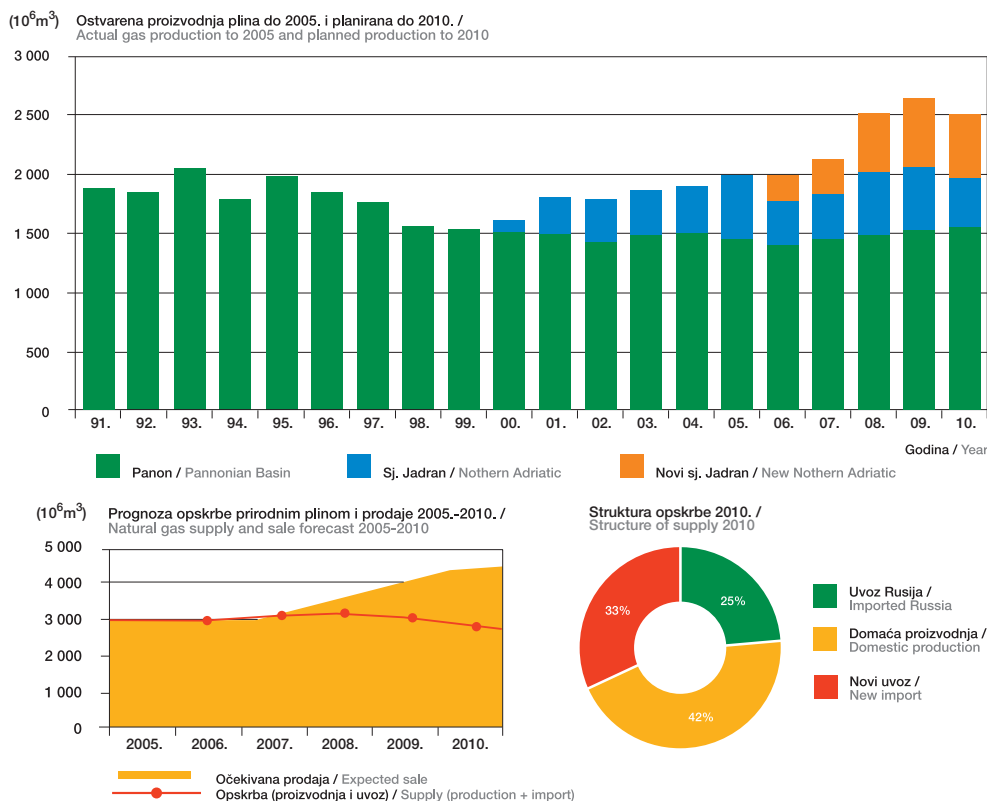
4.4 The availability of the gas supply and new supply routes

The availability of the natural gas supply should be considered in light of the balance between the demand and the possibilities in terms of time and space. However, the availability of gas has not and will not be constant, which is not dependent upon the demand.

The gas supply on the Croatian market, with the completion of the gas pipeline under construction from Pula to Karlovac at the end of 2006, will be enriched by a new 700 million m³/year from an offshore site in the North Adriatic. The construction of a gas pipeline from Hungary is also in preparation, which, if contracted this year, and if supply is contracted with the Russian supplier via Hungary, will be able to provide up to a full capacity of 1,5 billion m³/year in 2009, according to the potential and required dynamics.

As seen in the lower part of Figure 9, it is possible that new imports could have a 33 % share in 2010. This share would additionally increase the average price of the gas portfolio.

Slika 9
Ostvarena proizvodnja
plina do 2005. i
planirana do 2010.
Figure 9
Actual gas production
to 2005 and planned
production to 2010



Postojeći uvozni pravci prirodnog plina:

- **uvoz plina iz Rusije preko Velke Kapushany (SK) - Baumgarten (A) - Rogatec (SLO)** - kapacitet 1,1 milijarda m³ godišnje,
- **uvoz plina iz Italije (opcija) Gorizia (I) - slovenski transportni sustav - Rogatec (SLO)** - privremeni uvoz sa sjevernojadranskih plinskih polja, kapacitet 0,4 milijarde m³ godišnje, mogućnost zadržavanja zakupa kapaciteta s dobavom iz Sredozemlja ili zapadne Europe. Cijena tog plina bit će vrlo visoka.

Existing natural gas import routes:

- the import of gas from Russia via Velke Kapushany (SK) - Baumgarten (A) - Rogatec (SLO): 1,1 billion m³/year capacity.
- the import of gas from Italy (option) Gorizia (I) - Slovenian transport system - Rogatec (SLO): temporary import from the Northern Adriatic gas fields, 0,4 billion m³/year capacity, possibility of retain capacity for imports from Mediterranean or Western Europe. The price of this gas will be very high.

Budući potencijalni uvozni pravci prirodnog plina:

- **Casalborsetti (I) - platforma Ivana (HR) - Pula (HR) - hrvatski transportni sustav (Mala GEA)** - 0,7 milijardi m³ godišnje, mogućnost prenamjene u dobavni pravac nakon iskorištenja sjevernojadranskih polja. Eventualni dokup plina od talijanske strane, do punoga kapaciteta GEE, za sada je neizvjestan,
- **Donji Miholjac (HR) - mađarski transportni sustav** - kapacitet 1,5 milijardi m³ godišnje (2009. g.). Mogućnost dobave plina iz Mađarske, zapadne Europe (Baumgarten), Rusije (Beregovo) i Kaspijske regije izravnim spojem na projekt Nabucco, aktivnosti u

Future Potential Natural Gas Import Routes:

- **Casalborsetti (I) - Platform Ivana (HR) - Pula (HR) - Croatian transport system (Mala GEA)**: 0,7 billion m³/year; the possibility of transforming it into a supply route after the exhaustion of the Northern Adriatic fields. Eventual purpose of gas from the Italian side, up to full GEE capacity, is uncertain for now,
- **Donji Miholjac (HR) - Hungarian transport system**: 1,5 billion m³/year capacity (2009); possibility of obtaining gas from Hungary, Western Europe (Baumgarten), Russia (Beregovo) and the Caspian region with a direct connection at the Nabucco project; activities in

tijeku. Međutim, rok je upitan. Dobavljač nudi plin tek za 2012,

- **uvozni pravac preko SCG - hrvatski transportni sustav (Ilok)** - ograničenje 20 bara u transportnom sustavu SCG, mogućnost dobave iz Rusije ili Kaspijske regije spojem na projekt Nabucco neizravno preko Mađarske ili preko Rumunjske. Neizvjestan rok realizacije projekta,
- **ADRIA LNG;** prihvatni LNG terminal na Krku s partnerima iz konzorcija ALSCo-Ruhrgas (Njemačka), Total (Francuska), RWE-Transgas (Češka), OMV (Austrija), Geoplin (Slovenija), INA (Hrvatska) i drugim mogućim partnerima - maksimalni kapacitet terminala 14 milijardi m³ godišnje, INA participira s 10 %; (2011.g.), a radi se na uključivanju HEP-a s još 10 % (aktivnosti u tijeku).

Uvoz LNG preko terminala u Jadranu potvrđen je za 2012. (završetak gradnje prve faze od 5 do 6 milijardi m³ godišnje predviđa se u 2011., a druge faze, jednako velike, do 2015.). INA zauzima u svakoj fazi 10 % kapaciteta. HEP izražava nakanu ući, također s 1 milijardom opskrbe iz terminala (vjerojatno istom dinamikom kao i INA).

U 2010. godini, ako se realiziraju navedeni projekti, tržište Hrvatske raspolagalo bi s oko 4,5 milijardi m³, a u 2012. s 5,0 milijardi m³, pa i više ako HEP angažira kapacitet za sebe u terminalu. Odnos ponude i potražnje mijenja se, pa je u slučaju niskih cijena povećana potražnja i obrnuto, pri višim cijenama manja potražnja, što je najizglednije. Očekuje se da će se ravnoteža uspostaviti između 4 i 4,5 milijardi m³ u obzoru 2010. Sve to ipak upućuje na potrebe preispitivanja energetske strategije Republike Hrvatske. U vrijeme izrade aktualne strategije nisu se mogli uzeti u obzir mnogi trendovi u energetici. To nisu samo količine i cijene.

5 RAZVOJ PROIZVODNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ PRIRODNOG PLINA

5.1 Prirodni plin i električna energija - umreženi infrastrukturni sustavi

Električna energija i prirodni plin u modelima razvoja energetskih infrastrukturnih sustava imaju status umreženih energenata, koji u odnosu na neke druge energente imaju određene specifičnosti. To se u prvom redu odnosi na potrebu izgradnje infrastrukture, i to od mjesta proizvodnje sve do krajnjega kupca, odnosno do samog trošila u kojem se energija koristi za proizvodnju određene usluge. Ta je infrastruktura

progress. However, there is the question of time. The supplier will not offer gas until 2012,

- **import route via Serbia and Montenegro - Croatian transport system (Ilok)** - 20 bar limit in the transport system of Serbia and Montenegro; possible supply from Russia or the Caspian region indirectly connected at the Nabucco project via Hungary or Rumania. The date for the completion of the project is uncertain,
- **ADRIA LNG;** receiving LNG terminal on the island of Krk with partners from ALSCo consortium-Ruhrgas (Germany), Total (France), RWE-Transgas (Czech Republic), OMV (Austria), Geoplin (Slovenia) and INA (Croatia) and other potential partners: 14 billion m³/year maximum terminal capacity, INA participates with 10 %, (2011), and there is work on the inclusion of HEP with another 10 % (activities in progress).

The import of LNG via a terminal in the Adriatic has been confirmed for the year 2012 (the completion of the construction of the first phase of 5-6 billion m³/year is anticipated in 2011 and the second phase, equally large, by 2015). INA holds 10 % of capacity in each phase. HEP has also expressed the intention of entering, with 1 billion m³ supplied from the terminal (probably with the same dynamic as INA).

In the year 2010, if the aforementioned projects are realized, the Croatian market would have approximately 4,5 billion m³ available, and in 2012 it would have 5,0 billion m³, and even more if HEP engages a capacity for itself in the terminal. The supply and demand relationship in the case of low prices moves toward increased consumption and, vice versa, in the case of higher prices, which are the most likely, moves toward lower consumption. It is to be expected that such a balance will be established between 4 and 4,5 billion m³ by 2010. All of this demonstrates the need to reexamine the energy strategy of the Republic of Croatia. At the time of the preparation of the actual strategy, many trends in energetics could not be taken into account. These do not refer only to quantities and prices.

5 THE DEVELOPMENT OF ELECTRICITY PRODUCTION FROM NATURAL GAS

5.1 Natural gas and electricity - networked infrastructure systems

Electricity and natural gas in models of the development of energy infrastructure systems have the status of networked energy sources that have specific characteristics in comparison to other energy sources. In the first place, this refers to the

kapitalno intenzivna, potrebno je relativno dugo vrijeme pripreme i izgradnje, a dugačak je i životni vijek eksploatacije.

Uz vrlo složenu tehniku rada umreženih energetskih sustava, posebnu pozornost treba posvetiti izgradnji objekata odnosno pojedinih dijelova infrastrukturnih sustava koja mora biti pravodobna, ni prerana ni prekasna. Planiranje razvoja infrastrukture umreženih energenata polazi od planiranja razvoja potrošnje korisne energije koja je temelj definiranja potreba za energijom. Na temelju potreba za korisnom energijom u svim sektorima potrošnje treba analizirati strukturu energenata potrebnih za zadovoljenje potreba za korisnom energijom i definirati ih sukladno odrednicama iz energetske strategije. Prirodni plin i električna energija izravno se natječu u dijelu zadovoljenja potreba za korisnom toplinom. Međutim, najveći utjecaj na planiranje razvoja tih sustava ima proizvodnja električne energije iz prirodnog plina u kombi-plinskim termoelektrocentrama, a kako je osim proizvodnje električne energije učinkovito proizvoditi i toplinu, to se i toplina proizvedena iz takvih elektrocentra natječe s prirodnim plinom u zadovoljenju potreba za korisnom toplinom. Tako se uz električnu energiju i prirodni plin, u umrežene energetske sustave može ubrojiti i centralizirani toplinski sustav (CTS). Današnje razumijevanje ekonomike tih sustava pokazuje kako se takva postrojenja mogu graditi u blizini većih naseljenih mjesta ili većih industrijskih postrojenja koja u tehnološkim procesima koriste veće količine topline. To, naravno, ne znači da je blizina toplinskoga konzuma jedini kriterij izbora takvih postrojenja.

Prema tome, planiranje razvoja sustava umreženih energenata ne znači samo izgradnju kombi-plinskih termoelektrocentra, jer je za to potrebno imati razvijen plinski sustav i razvijen centralizirani toplinski sustav, ne znači samo razvijati plinski sustav ako nema potrebe za korisnom toplinom iz prirodnog plina. To znači da je optimum energetskog sustava postignut samo zajedničkim planiranjem umreženih energenata.

5.2 Perspektive objedinjenoga planiranja plinskog i elektroenergetskog sektora

U Europi se uspostavlja tržište električne energije i prirodnog plina u tzv. procesu konvergencije, naravno samo u državama koje imaju razvijenu plinsku mrežu. U malim energetskim sustavima, kao što je hrvatski, nije moguće planirati samo jedan sustav bez interakcije s drugim, odnosno nije moguće postići optimum između triju temeljnih odrednica u energetskoj strategiji Europske unije: uspostave tržišnih odnosa, zaštite

need for the construction of an infrastructure from the place of production to the final customer or to the final facility in which the energy is used for the production of certain services. This infrastructure is capital intensive. Relatively long preparation and construction are required, and exploitation can last a long time.

In addition to the highly complex operational technology of networked energy systems, particular attention should be devoted to the construction of objects or individual parts of infrastructure systems, which must be undertaken at the right time, neither too early nor too late. Planning the development of the infrastructure of networked energy sources starts from the planning of the development of the consumption of useful energy, which represents the basis for the definition of energy requirements. On the basis of the requirements for useful energy use, in all sectors of consumption it is necessary to analyze the structure of the energy sources needed for meeting energy requirements and define them pursuant to the provisions from the energy strategy. Natural gas and electricity directly compete for meeting useful heating requirements. However, the production of electricity from natural gas in combined gas thermoelectric power plants has the greatest impact on the planning of the development of these systems. Since heat is produced during the production of electricity, the heat produced from such plants competes with natural gas in meeting useful heating needs. In addition to electricity and natural gas, it is also possible to include centralized heating systems (CHS) in networked energy systems. The current understanding of the economics of such systems shows that such plants can be built in the vicinity of large communities or industrial plants which use large quantities of heat in technological processes. This naturally does not mean that the vicinity of the heat consumer is the sole criterion for choosing such a plant.

The networking of a system of energy sources does not only mean the construction of a combined gas thermoelectric power plant, because it is necessary to develop the gas and centralized heating systems, does not only mean the natural gas system should be developed if the heat from gas cannot be utilized. This means that an optimal energy system can only be achieved through the unified planning of networked energy sources.

5.2 Perspectives on the unified planning of the gas and electricity sector

In Europe, a market is being established for electricity and natural gas in the so-called convergence process (naturally, only for countries with developed gas networks). In small energy systems such as the Croatian system, it is not possible to plan only one

okoliša i sigurnosti opskrbe energijom, planirajući svaki sustav posebno.

U Hrvatskoj to znači zajednički rad na planiranju razvoja energetskeg sustava i njegovih sastavnica. Ponajprije se to odnosi na definiranje strukture finalnih oblika energije potrebnih kao korisna energija. Definiranje te strukture temelj je energetske strategije jer se procesi promjene strukture odvijaju vrlo polako i uz velike institucionalne napore.

Iz toga slijedi da je zajedničko planiranje temelj ostvarenja diversifikacije energenata kao i izvora, koja uključuje izbor i dobavu, odnosno pravce dobave energenata koji će omogućiti sigurnost opskrbe potrošača. To znači uključivanje u međunarodno tržište energije, osiguranje više priključaka na međunarodne mreže i dobavu iz više pravaca za sve umrežene sustave, razvoj prijenosnih i transportnih mreža, razvoj distribucijskih mreža, uvažavanje sigurnosnih ograničenja, državnih interesa i slično.

Nema sumnje kako je zaštita okoliša jedan od prioritetnih ciljeva, što u energetskeg sektoru podrazumijeva djelovanje kroz već opisanu energetskeg učinkovitost, izbor energenata i primjenu najsuremenijih tehnologija zaštite, kvalitetno zakonodavstvo i nadzor, utjecaj javnosti i obrazovanja te promociju pozitivnih primjera.

Jedna od temeljnih pretpostavki realizacije navedenoga uspostava je cijena svih oblika energije koje odražavaju troškove. Prema tome, razvoj energetskeg tržišta znači ne samo izgradnju infrastrukturnih sustava, izgradnju institucionalnih odnosa nego i uspostavu realnih tarifnih sustava.

Pretpostavka je uvođenju realnih tarifnih sustava određena razina ukupnoga domaćeg proizvoda po stanovniku. Razvoj i izgrađenost elektroenergetskeg sustava u nešto manjoj, a plinskog infrastrukturnog sustava u puno većoj mjeri, ovise i o kupovnoj moći stanovništva, odnosno stupnju razvoja određene regije ili države, što osobito dolazi do izražaja u malim zemljama s malim energetskeg sustavom.

To znači da je planiranje energetskeg sustava potrebno prilagoditi općim načelima energetske politike malih energetskeg sustava. Planiranje je vrlo bitna sastavnica dobro osmišljene energetske politike. U tom smislu može se govoriti o perspektivama objedinjenoga planiranja, pa i plinskog i elektroenergetskeg sustava kao jedino mogućega.

system at a time without considering its interaction with other systems, i.e. it is not possible to achieve the optimum among the three basic determinants, which are stated in the energy strategy of the European Union: the establishment of market relations, environmental protection and the security of the energy supply.

In Croatia, this means joint planning of the development of the energy system and its components. First of all, this refers to the definition of the structure of the final form of the energy requirements. The definition of this structure is the basis for energy strategy because the processes of structural change occur very slowly and require considerable institutional efforts.

Furthermore, joint planning is the basis for achieving the diversification of energy sources, which includes the choosing of sources and procurement routes that will insure the security of the energy supply. This means, inclusion in the international energy market, providing several connections to the international networks, procurement via several routes from all the networked systems, development of the transport networks, development of the distribution networks, and taking the security limitations, state interests etc. into account.

There is no doubt that environmental protection is one of the priority goals, which is understood in the energy sector to mean operations that emphasize energy efficiency, choice of energy sources and application of the most modern protective technology, quality legislation and supervision, the impact of public opinion and education, and the promotion of positive examples.

One of the fundamental prerequisites for the realization of the above is to set prices for each form of energy that reflect costs. Accordingly, the development of the energy market does not only mean the construction of infrastructure systems and the development of institutional relations but also the establishment of realistic tariff systems.

A prerequisite for the introduction of realistic tariff systems is the determined level of the total domestic product per capita. The development and completeness of an electricity system to a lesser extent, and a gas infrastructure to a greater extent, depends upon the purchasing power of the population, i.e. the degree of the development of a specific region or state, which is especially evident in small countries with small energy systems.

This means that the planning of an energy system must be adjusted to the general principles of the energy policies of small energy systems. Planning is a very important component of well-conceived energy policies. In this sense, it is possible to speak about unified planning, and about a gas and electricity system as the only possible system.

6 ENERGETSKI PROJEKTI - RAZVOJNE PRILIKE HRVATSKOG GOSPODARSTVA

Energetski projekti zahtijevaju velika i dugotrajna investicijska ulaganja s dalekosežnim učinkom na gospodarstvo. Njihovo je planiranje značajan razvojni pothvat i izazov. Tijekom proteklih dvaju desetljeća u Republici Hrvatskoj praktično nije bilo većih energetskih projekata. Razlozi su za to događaji oko raspada bivše Jugoslavije, agresija na Hrvatsku i stagnacija u gospodarskom razvoju naše zemlje. U tijeku tranzicije došlo je do zastoja u razvoju gospodarstva i prestanka rada dijela industrije, pa su se energetske potrebe mogle zadovoljiti i bez novih energetskih projekata.

S obzirom na rast hrvatskoga gospodarstva od 4 do 5 % i očekivanja da će se rast nastaviti te dostignuti razinu bruto domaćeg proizvoda od 7 000 eura po stanovniku, budući rast neće biti moguć bez osiguranja nove energije. Rastuće potrebe za energijom neće se moći zadovoljiti bez novih energetskih projekata. Očekuje se pristupanje naše zemlje regionalnim inicijativama poput Ugovora o energetske zajednici u jugoistočnoj Europi. Time će se stvoriti mogućnosti za ulaganje međunarodnoga kapitala za nove energetske projekte u našoj zemlji.

Potrebe osiguranja novih količina plina iz uvoza, kao što je obrazloženo u točki 4.4, aktualiziraju planiranje prihvatnog terminala Adria LNG i drugih projekata za uvoz prirodnog plina. Privatizacija energetskih djelatnosti u jugoistočnoj Europi te ulazak inozemnih kompanija na hrvatsko tržište energije i kapitala mogli bi prouzročiti preuzimanje hrvatskih energetskih tvrtki od strane inozemnih ulagača, ali i dati priliku za razvoj hrvatskoga gospodarstva. Prihvatanje energetske strategije Europske unije potaknut će razvoj novih poduzetničkih inicijativa u hrvatskoj energetici, poput intenzivnije proizvodnje obnovljivih izvora energije. Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost i ostali razvojni fondovi morat će se u većoj mjeri orijentirati na energetske projekte.

Prema sadašnjim procjenama, ukupna ulaganja u energetiku, u razdoblju do 2010., mogla bi biti na razini 5 milijardi američkih dolara. Energetski projekti ne znače samo velika ulaganja, nego su oni i razvojna prilika za hrvatsko gospodarstvo. U svakom od energetskih projekata moguće je veće uključivanje hrvatskih poduzeća. Samo tako energetika i energetski projekti postaju ne samo područje velikih investicija već i sredstvo razvoja hrvatskog gospodarstva.

6 ENERGY PROJECTS - DEVELOPMENT OPPORTUNITIES FOR THE CROATIAN ECONOMY

Energy projects require large and long-term investments with far-reaching repercussions on the economy. Their planning represents a significant developmental undertaking and challenge. During the past two decades, in the Republic of Croatia there were practically no large energetics projects. The reasons for this are related to the disintegration of the former Yugoslavia, aggression against Croatia and stagnation in the economic development of our country. During the course of transition, there has been stagnation in the development of the economy and part of industry ceased operations, so that energy requirements could be met even without new energy projects.

Considering that the growth of the Croatian economy is at 4 to 5 %, it is anticipated that growth will continue and a BDP of 7000 euros per capita will be reached, but that future growth will not be possible without securing new energy. It will not be possible to meet the growing energy requirements without new energy projects. It is anticipated that our country will join regional initiatives, such as the Treaty on the Energy Community of Southeastern Europe. Thus, possibilities will be created for the investment of international capital in our new energy projects.

The need for assuring new quantities of gas from import, as explained in Item 4.4, is being addressed in the planning of the Adria LNG receiving terminal and other projects for the import of natural gas. The privatization of energy activities in Southeastern Europe, with the entry of foreign companies on the Croatian energy market and capital, could result in the takeover of Croatian energy companies by foreign investors but also signify a development opportunity for the Croatian economy. Acceptance of the energy strategy of the European Union will prompt the development of new entrepreneurial initiatives in Croatian energetics, such as the more intensive production of renewable energy sources. The Fund for environmental protection and energy effectiveness, as well as other development funds, will have to be increasingly oriented to energy projects.

According to current estimates, the total investment in energetics during the period up to 2010 could be at the level of 5 billion USD. Energy projects do not only signify large investments but also represent a development opportunity for the Croatian economy. In each of the energy projects, greater inclusion of Croatian companies is possible. Only in this way do energetics and energy projects become not only an area of major investments but also a means for the development of Croatian economy.

7 ZAKLJUČCI

Na završetku 20. stoljeća ponuda nafte bila je stabilna, a cijene relativno niske. Tržište prirodnog plina na početku 21. stoljeća počelo je dobivati obilježja globaliziranog tržišta, poput naftnog, uz sve veći opseg međunarodne trgovine plinom te znatan rast proizvodnje LNG i trgovanja njime.

Do nove politizacije naftnog tržišta došlo je nakon terorističkog napada na SAD 11. rujna 2001. Do porasta cijena nafte dolazi 2004., nakon porasta političke nestabilnosti na Bliskom istoku, eskalacije terorizma te rasplamsavanja rata u Iraku. Političke napetosti utječu na nesigurnost proizvodnje i transporta nafte, što djeluje na porast cijena nafte, politizaciju prirodnog plina i ostalih izvora energije, te time pokazuje nestabilnost globalnog tržišta energije na početku 21. stoljeća.

Tržište električne energije također se intenzivno razvija. Cijena električne energije ključni je pokazatelj uspješnosti uspostave tržišta električne energije. Realna cijena električne energije padala je sve do 2000. godine od kada je ponovno počela rasti. Ipak, realna cijena bila je 2005. godine niža nego desetak godina prije, iako je nominalna cijena viša za oko 10 %.

Na valu jeftine nafte Europska unija provodila je strategiju apsolutiziranja tržišta, uz promicanje otvaranja i internacionalizacije energetskih tržišta, osobito u tranzicijskim zemljama istočne Europe. Smjernice Europske unije iz 1999. kojima se energetsko tržište, postupno, otvara do 1. srpnja 2007., potaknule su okrupnjavanje energetskih tvrtki putem spajanja i preuzimanja. Istodobno, taj proces vodi sve manjem broju sve većih energetskih kompanija i novim monopolističkim situacijama. Tako je na europskom energetskom tržištu stvorena skupina novih energetskih divova.

U takvim okolnostima Hrvatska se tijekom proteklog desetljeća oslanjala na znatne rezerve u energetskim kapacitetima, koje su stjecajem poslijeratne stagnacije gospodarskog rasta, prestanka s radom znatnog dijela industrije i umjerenim porastom energetske potrošnje omogućili sasvim pristojno preživljavanje bez novih energetskih investicija. Međutim, ustaljivanje gospodarskog rasta u Hrvatskoj između 4 i 5 % od 2000. do 2006. te daljnji rast tijekom sljedećih godina dramatično otvara pitanje nedostatka energije nakon 2010., a osobito prirodnog plina i električne energije.

Ako želi osigurati dovoljno energije za gospodarski rast i daljnji napredak, Hrvatska će morati ubrzati projekte za intenziviranje domaće proizvodnje

7 CONCLUSIONS

At the end of the 20th century, the oil supply was stable and prices were relatively low. The natural gas market at the beginning of the 21st century began to acquire the characteristics of a global market, similar to those of the oil market, with an increasingly greater range of international gas trade and significant growth in the production and commerce of LNG.

The recent politicization of the oil market occurred after the terrorist attack on the United States on September 11, 2001. Increases in oil prices occurred in 2004, after the intensification of political instability in the Near East, the escalation of terrorism and the outbreak of war in Iraq. Political tensions have an impact upon the dependability and transport of oil, and also affect oil price increases, politicization of natural gas and other energy sources, and thereby demonstrate the lack of stability of the global energy market at the beginning of the 21st century.

The electricity market is also developing intensively. The price of electricity is a key indicator of the successful establishment of an electricity market. The real price of electricity was declining up to the year 2000, and since then has begun rising again. Nonetheless, the real price in 2005 was lower than ten years previously, although the nominal price was approximately 10 % higher.

On the wave of cheap oil, the European Union pursued a strategy that promoted openness and the internationalization of the energy markets, particularly in the transit countries of Eastern Europe. The European Union guidelines of 1999, according to which the energy markets would gradually open until July 1, 2007, prompted the consolidation of energy companies via mergers and takeovers. At the same time, this process led to an increasingly smaller number of larger energy companies and new monopolistic situations. Thus, a group of new energy giants was created on the European energy market.

Under such circumstances, during the past decade Croatia has relied upon significant energy reserves, which were acquired during the postwar period of stagnation in economic growth. The termination of operations by a significant share of industry and moderate increases in energy consumption permitted survival without new energy investments. However, stabilized economic growth of between 4 and 5 % from 2000 to 2006 and projected growth in the coming years portend an energy shortage after 2010, particularly in natural gas and electricity.

nafta i plina, povećani uvoz prirodnog plina i LNG te izgradnju novih elektrana uz pojačano korištenje obnovljivih izvora energije i niz novih energetske projekata. U novim energetske projektima nužno je poticati doprinos domaće industrije i poduzetnika. Sve to nalaže dogradnju energetske strategije zemlje u skladu s promjenama na međunarodnom tržištu energije i potrebama prilagodbe hrvatske energetike pristupu u Europsku uniju.

Insofar as Croatia wants to secure sufficient energy for economic growth and continued advancement, it will be necessary to accelerate projects for intensifying the domestic production of oil and gas, increase the import of natural gas and LNG, build new power plants with greater utilization of renewable energy sources and implement a series of new energy projects. In these new energy projects, it will be necessary to provide incentives for contributions by domestic industry and entrepreneurs. All of this means that Croatia's energetics strategy must be adapted to the changes in the international energy market and accession to the European Union.

LITERATURA / REFERENCES

- [1] DEKANIĆ, I., The oil market structure and changes towards the year 2000., *Nafta*, 51, 4 (2000)
- [2] CAMPBELL, C. J., The Coming Oil Crisis, Petroconsultants, Brentwood, Essex, U.K., Multi-Science Publishing, 1997
- [3] BP Statistical Review of World Energy 2005, <http://www.bp.com>
- [4] International Energy Report, <http://www.eia.doe.gov>
- [5] DEKANIĆ, I., KOLUNDŽIĆ, S., KARASALIHović, D., *Stoljeće nafte: Veza između nafte, novca i moći koja je promijenila svijet, drugo izmijenjeno i dopunjeno izdanje*, Zagreb, Naklada Zadro, 2004.
- [6] YERGIN, D., *The Prize*, New York - London, Simon & Schuster, 1991
- [7] KLARE, M. T., *Krv i nafta: Opasnosti i posljedice rastuće svjetske ovisnosti o nafti*, Zagreb, Znanje, 2005.
- [8] BRZEZINSKI, Z., *Velika šahovska ploča: Američki primat i njegovi geostrateški imperativi*, Varaždin, Interland, 1999.
- [9] ENGDAHL, F. W., *Stoljeće rata*, Zagreb, AGM, 2000.
- [10] LAURENT, E., BUSHEVIH, R., *Tajna jednog sukoba*, Zagreb, Znanje, 2003.
- [11] PETTIFORD, L., HARDING, D., *Terorizam: novi svjetski rat*, Zagreb, Mozaik knjiga, 2005.
- [12] POLLACK, J., *Saudi Arabia and the United States, 1931-2002*, Middle East Review of International Affairs, Vol. 6, No. 3, September, 2002.
- [13] Pregled novih poteza revolucionarnih vlada u Venezueli i Boliviji, *Poslovni dnevnik*, 26.04.2006.
- [14] Tri prioriteta G-8: energetika, suzbijanje zaraza i prosvjeta, u prijevodu A.Salihbegovića, *Jutarnji list*, 6.3.2006.
- [15] DEKANIĆ, I., KOLUNDŽIĆ, S., KARASALIHović, D., *A Century of Oil: The Nexus of Oil, Money and Power that has Changed the World*, Zagreb, Naklada Zadro, 2005
- [16] *A National Security Strategy for a New Century*, The White House, Washington, October, 1988, <http://www.whitehouse.gov>
- [17] *The National Security Strategy of the United States of America*, The White House, Washington, September, 2002, <http://www.whitehouse.gov>
- [18] *The National Security Strategy of the United States of America*, The White House, Washington, March, 2006, <http://www.whitehouse.gov>
- [19] RADOŠEVIĆ, D., *Izazovi razvoja, zagovor nove ekonomske politike Hrvatske*, Zagreb, Politička kultura, 2005.
- [20] DEFFEYES, K. S., *Nakon nafte: Pogled s Hubbertova vrhunca*, Zagreb, MetroPress, 2005.
- [21] EURELECTRIC - Electricity Markets: Getting the Picture Straight and Boosting Market Integration, KEMA report, November 2005
- [22] European Commission, *Green Paper: Towards a European strategy for the security of energy supply*, http://europe.eu.int/index_en.htm
- [23] DOBROŠIN, M., *Europsku komisiju brine nastanak energetske monopolista*, *Poslovni dnevnik*, 02.03.2006.
- [24] PARKER, G., LAITNER, S., CATAN, T., *Lights out? How Europe is trying to fix a power failure*, *Financial Times*, April 5, 2006.
- [25] *Energija u Hrvatskoj 2004. - Godišnji energetski pregled*, MINGORP, RH / *Energy in Croatia 2004 - Annual Energy Review*, Ministry of the Economy, Labor and Entrepreneurship, the Republic of Croatia
- [26] KOLUNDŽIĆ, S., *Plinovodi i naftovodi u Hrvatskoj - stratejska infrastruktura*, (čeka objavu u časopisu *Nafta*)
- [27] GIGANTES, P., *Moć & Pohlepa, Kratka povijest svijeta*, Zagreb, Izvori, 2003.

Uredništvo primilo rukopis:
2006-07-14

Manuscript received on:
2006-07-14

Prihvaćeno:
2006-07-21

Accepted on:
2006-07-21

UPRAVLJANJE JAVNIM PODUZEĆIMA NA DINAMIČNIM TRŽIŠTIMA MANAGING UTILITY COMPANIES IN DYNAMIC MARKETS

Klaus Peter Müller, dipl. ing., MBA,

Roland Berger Strategy Consultants, Karl-Anton-Platz 1,
404074 Düsseldorf, Njemačka

Dr. sc. Vladimir Preveden, Roland Berger Strategy Consultants,
Trg bana Jelačića 5, 10000 Zagreb, Hrvatska

Alex Kainer, dipl. ing., Mr. sc. Anna Grabek,

Roland Berger Strategy Consultants, Freyung 3/2/10, 1010 Beč, Austrija

Klaus Peter Müller, dipl. ing., MBA,

Roland Berger Strategy Consultants, Karl-Anton-Platz 1,
404074 Düsseldorf, Germany

Vladimir Preveden, PhD, Roland Berger Strategy Consultants, Trg bana
Jelačića 5, 10000 Zagreb, Croatia

Alex Kainer, dipl. ing., Anna Grabek, MSc,

Roland Berger Strategy Consultants, Freyung 3/2/10, 1010 Vienna, Austria

Uznepredovala liberalizacija tržišta sve je veći izazov sustavima upravljanja kakvi se primjenjuju u javnim poduzećima. Javlja se potreba za organizacijskim i procesnim preustrojem u tri područja: strukture grupe, sustavi upravljanja i organizacija za upravljanje/financijsku analizu i praćenje. Za tvrtke u ovom sektoru bitno je da sustavno podižu razinu svojih sustava upravljanja te da usvoje najviše međunarodne standarde. No jednako je važna temeljito upravljanje promjenama kako bi se osigurala puna provedba izrađenih strategija. U ovom se članku istražuje što se može učiniti u tri spomenuta područja kako bi se osiguralo da se javnim poduzećima upravlja u skladu s najnovijim dostignućima. Teorija se potom konkretizira primjerom jednog stvarnog slučaja - riječ je o novijem projektu što ga tvrtka Roland Berger vodi za jedno srednjoeuropsko javno poduzeće.

The advance of market liberalization is posing an increasing challenge to the management systems operated by utility companies. A need for organizational and process realignment in three areas - group structures, management systems and management/financial analysis and monitoring organization - is coming to light. It is vital for companies in this sector to enhance their management systems systematically and to learn from international benchmarks. Just as important, though, is thorough change management to ensure that the strategies developed are fully implemented. This article explores what can be done in these three areas to ensure that utilities are managed in line with the state of the art. The theory is then fleshed out by a real-world case study - a recent project conducted by Roland Berger for a Central European utility company.

Ključne riječi: financijska analiza i praćenje, praćenje radnog učinka, strateško planiranje, struktura grupe, sustav upravljanja, upravljanje promjenama

Keywords: change management, financial analysis and monitoring, group structure, management system, performance monitoring, strategic planning



1 UVOD

U posljednjih nekoliko godina europska su javna poduzeća prošla kroz do sada najveća previranja. U većini regija došlo je do znatnih promjena kako u pravilima igre tako i u strukturama tržišta, i to uglavnom zbog novih regulativnih okvira (Direktive Europske unije o liberalizaciji u sektoru javnih usluga, odvajanje mreža i distribucije, itd.). Doduše, stvarna se konkurencija još razlikuje od zemlje do zemlje te je u nekim slučajevima predmet pomnog praćenja od strane Europske komisije. Međutim, općenito govoreći, javna poduzeća sa sjedištem u Europskoj uniji posljednjih su godina razvila tržišno orijentirane interne strukture i procese. Većina je zemalja zabilježila značajno učvršćenje tržišta na nacionalnoj razini. A žučna rasprava što se trenutno vodi o ostvarenju ogromnih nacionalnih i prekograničnih fuzija s ciljem stvaranja europskih šampiona (kao što su E.ON-Endesa i SUEZ-GDF) trenutno anticipira novi val konsolidacije u javnim poduzećima. Kako se tempo preobrazbe djelatnosti dosljedno pojačava, javna poduzeća nemaju drugog izbora do uspostaviti moderne procese upravljanja ako žele opstati - i prosperirati.

Ključno pitanje koje se postavlja ovim člankom glasi: Što sve to znači za hrvatske javne djelatnosti i njene ključne sudionike?

Prvo, kako se hrvatsko zakonodavstvo sve više usklađuje sa zakonodavstvom Europske unije, hrvatsko tržište javnih usluga sve će više biti ovisno o razvoju situacije na cijelom tržištu Europske unije. To će pak rezultirati u daljnjoj deregulaciji tržišta, privatizaciji državnih javnih poduzeća i ulasku sve više stranih sudionika.

Drugo, to će među lokalnim sudionicima dovesti do potrebe da brzo usvoje najiskušanije načine upravljanja i optimalne organizacijske procese. Tek će tada biti kadri dovoljno brzo reagirati na tržišne promjene i izbjeći zaostajanje za bolje pozicioniranim međunarodnim sudionicima.

Temeljem iskustva tvrtke Roland Berger s hrvatskim javnim sektorom, potreba za organizacijskim i procesnim preustrojem posebice je utvrđena u tri područja:

- strukture grupe,
- sustavi upravljanja,
- organizacija za upravljanje/financijsku analizu i praćenje.

U projektnom radu za javna poduzeća primjenjuje se trostupanjski pristup s ciljem dovođenja njihovih organizacija u sklad s potrebama tržišta. U nastavku ovog članka slijedi detaljniji prikaz spomenuta tri stupnja.

1 INTRODUCTION

The European utility industry has experienced unprecedented upheavals in the last couple of years. Both the rules of the game and market structures have changed substantially in most regions, mainly due to new regulatory frameworks (European Union directives on liberalization in the utility sector, the unbundling of networks and distribution, and so on). The degree of real competition still varies considerably from country to country and is in some cases subject to very close scrutiny by the European Commission. However, generally speaking, European Union-based utility companies have in recent years developed far more market-oriented internal structures and processes. Most countries have already witnessed significant market consolidation on a national level. And right now, the heated debate on effecting huge national and cross-border mergers to create European champions (such as E.ON-Endesa and SUEZ-GDF) is preempting a further wave of consolidation in the industry. As the pace of industry transformation consistently increases, utilities thus have no choice but to put in place modern management processes if they want to survive - and thrive.

The pivotal question addressed by this article is: What does all this mean to the Croatian utility industry and its key players?

First, as Croatian legislation is progressively harmonized with European Union law, the Croatian utility market will increasingly be intertwined with developments throughout the whole of the European Union utility market. The result will be further market deregulation, the privatization of government-owned utilities and the entry of more and more foreign players.

Second, this will create the necessity for local players to quickly adopt best-practice management and organizational processes. Only then will they be able to respond quickly enough to market changes and avoid falling behind better positioned international players.

From our experience in the Croatian utility sector, we have in particular identified the need for organizational and process realignment in three areas:

- group structures,
- management systems,
- management/financial analysis and monitoring organizations.

In our project work for utilities, we take a three-step approach to bring organizations into line with the needs of the market. The remainder of this article examines these three steps in detail.

2 DEFINIRANJE PRIKLADNE STRUKTURE GRUPE (STUPANJ 1)

Kako je prikazano na slici 1, donošenje odluke o prikladnoj zakonskoj i organizacijskoj strukturi grupe prvi je nužan korak u pravcu stvaranja modela inovativnog upravljanja. U tvrtkama javnog sektora taj je aspekt od presudne važnosti u svjetlu zahtjeva europske direktive o razdvajanju mreža. Na slici 1 prikazane su tri glavne opcije za strukturalno oblikovanje javnih grupa: financijski, strateški i operativni holding.

Naše iskustvo pokazuje da tijekom oblikovne faze organizacijske promjene, javna poduzeća često planiraju primijeniti jedan od tih modela. U praksi, međutim, stvarni je rezultat često više nalik na miješanu strukturu grupe. Jedan od glavnih razloga tome jest taj što se struktura grupe obično razvijaju tijekom vremena prilagođujući se manje-više spontano promjenljivim potrebama izrazito dinamičnog okruženja. Poneka čista rješenja što su se prije činila primjerenima često se pokazuju ne baš tako optimalnima u nekoj novoj situaciji.

Po iskustvu, najprimjerenija struktura holdinga za neku tvrtku mora se odrediti kao funkcija njenih specifičnih okolnosti. Poslovni je portfelj, dakako, ključni čimbenik. Što je portfelj raznolikiji, tim više prednosti ima model financijskog holdinga. Pored toga, čisto porezni aspekti, primjerice, isto će tako igrati značajnu ulogu u donošenju odluke u prilog jednog ili drugog modela. Drugi važan

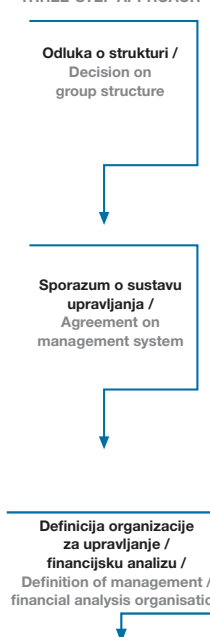
2 DEFINE THE RIGHT GROUP STRUCTURE (STEP 1)

As illustrated by Figure 1, deciding on the right legal and organizational group structure is the first necessary step toward creating a cutting-edge management model. Especially for companies in the utility sector, this aspect is of crucial importance in light of the requirements of the European unbundling directive. Figure 1 depicts the three main options for the structural design of utility groups: financial, strategic and operational holding structures.

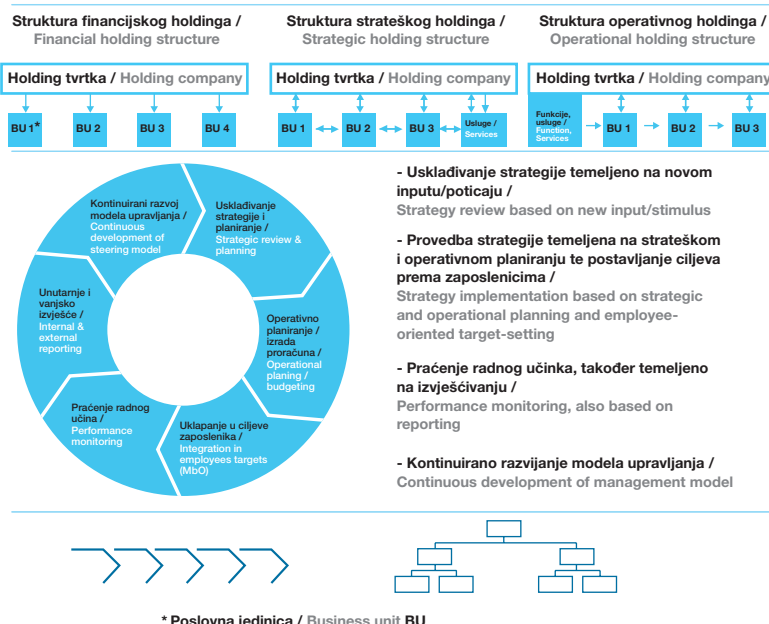
Our experience shows that, during the design phase of organizational change, utility companies frequently plan to implement one of these models. In practice, however, the reality that results is often more of a mixed group structure. One main reason is that group structure usually evolve over time, adapting more or less spontaneously to the changing needs of a highly dynamic environment. Accordingly, clear-cut solutions that seemed appropriate in the past often prove to be suboptimal in a new situation.

In our experience, the most appropriate holding structure for a given company must be determined as a function of its specific circumstances. The business portfolio is naturally a key factor. The more diversified the portfolio, the more a pure financial holding model has its advantages. In addition, pure tax considerations, for example, can likewise play

TROSTUPANJSKI PRISTUP / THREE-STEP APPROACH



OPCIJE I SADRŽAJ / OPTIONS AND CONTENT



Slika 1

Trostupanjski pristup definiranju sustava upravljanja
Figure 1
Three-step approach to defining the management system

pokretač odluka o organizacijskom obliku je vrlo često regulator - i želi da se odluke tvrtke drže na sigurnoj udaljenosti od njegova utjecaja. U takvim slučajevima, neka više integrirana struktura s modelom operativnog holdinga bit će prikladnija nego, recimo, struktura financijskog holdinga. I konačno, strateški aspekti, poput otvorenosti grupe suradnji na poslovnim pothvatima, mogu igrati značajnu ulogu u smislu utjecaja na oblik odgovarajuće strukture.

2.1 Struktura financijskog holdinga

Struktura financijskog holdinga može se smatrati idealnim oblikom za grupe diversificirane poslovne strukture. To je ujedno krajnji način uvažavanja zahtjeva Europske unije za odvajanjem mreža (pored tzv. samodostatnog modela), budući da poslovni subjekt zapravo postoji samo kao mreža združenih distribucijskih i prodajnih tvrtki. Takva ekonomična (u odnosu na druge opcije) i troškovno učinkovita holding organizacija isključivo je usmjerena na postavljanje i praćenje financijskih ciljeva. Osim nedostatka menadžerskog vodstva, glavni je nedostatak ove strukture taj što potencijalne troškovne i tržišne sinergije ostaju neiskorištene. Nadalje, često je teško iznaći ravnotežu između interesa zasebnih jedinica, kao što su veleprodajne i maloprodajne jedinice, i riješiti potencijalne sukobe kao što je rješavanje vlastitih energetske potrebe tvrtke unutar ili izvan grupe. Za tu vrst organizacijske strukture ključni indikatori učinka (KIU) jesu omjeri (kao što su ROI, ROCE i dr.) koji odražavaju financijski učinak pojedinih poslovnih jedinica ili dioničkih društava [1].

2.2 Struktura strateškog holdinga

U strukturi strateškog holdinga strateško upravljanje tvrtkama određene grupacije jest centralizirano. Takav odnos omogućava iskorištavanje potencijalnih sinergija unutar grupe, čime cijela organizacija dobiva na vrijednosti. Tu se također traže optimalna rješenja sa stanovišta grupe, umjesto optimiranja pojedine poslovne jedinice na račun cjeline. Bitne funkcije - barem one koje se odnose na standarde i postupke, kao što su financijska analiza, nadzorno praćenje i ljudski resursi - povjeravaju se holding tvrtki koja također obuhvaća odabrane usluge i zadaće na razini cijelog poslovanja (uključujući odnose s javnošću, komunikaciju, pravne poslove, marketinške funkcije itd.). Istodobno, grupa održava potpunu transparentnost pojedinačnih poslova. Veliko se značenje pridaje i financijskim indikatorima učinka i strateškim indikatorima. Takvi bi indikatori mogli, primjerice, obuhvaćati tržišni udio među odabranim potrošačima (npr.

a major role in the decision for one or the other model. Another important driver of organizational design decisions is very often also the regulator - and the desire to keep company decisions at a safe distance from its influence. In such cases, a more integrated structure with an operational holding model is more suitable than, say, a financial holding structure. Lastly, strategic considerations such as the group's openness to collaborative ventures can play a significant part in influencing the design of the appropriate structure.

2.1 Financial holding structure

A financial holding structure can be regarded as the ideal form for diversified group structures. It is also the most extreme way of accommodating the European Union unbundling requirements (apart from the stand-alone model), as the corporate entity in effect only exists as a network of associated distribution and sales companies. This lean and (relative to the other options) cost-efficient holding organization focuses exclusively on setting and monitoring financial goals. It performs no other management functions. Besides the lack of management guidance, the main disadvantage of this structure is that potential cost and market synergies remain unexploited. In addition, it often proves difficult to balance the interests of separate units, such as wholesale and retail units, and to resolve potential conflicts such as the insourcing or outsourcing of the company's own power needs. For this kind of organizational structure, the key performance indicators (KPIs) are ratios (such as ROI, ROCE, etc.) that reflect the financial performance of individual business units or shareholdings [1].

2.2 Strategic holding structure

In a strategic holding structure, the strategic management of group companies is centralized. This arrangement enables potential synergies to be tapped within the group and thereby adds value for the whole organization. It also seeks optimal solutions from a group perspective, instead of optimizing individual business units at the expense of the whole. Core functions - at least those regarding standards and procedures, such as financial analysis, monitoring and human resources - are entrusted to the holding company, which also embraces selected services and enterprise-wide tasks (including PR, communication, legal issues, marketing functions, etc.). At the same time, the group maintains a completely transparent view of the individual businesses. Great importance is attached to both financial performance indicators and strategic indicators. Such indicators could, for example, include market share among selected

velikim industrijskim potrošačima) i postizanje međunarodnih akvizicijskih ciljeva.

2.3 Struktura operativnog holdinga

Od sva tri oblika analiziranih u ovom članku ova treća opcija strukture grupe utire najbolji put za iskorištenje sinergija. Ona se osobito preporučuje za upravljanje podružnicama u okviru usko povezanih djelatnosti i/ili onih s usporedivim pokazateljima uspjeha, te za grupe za koje se pretpostavlja da su im potencijalne troškovno-prihodovne sinergije vrlo visoke. Holding tvrtka snosi punu odgovornost za bitne funkcije i zadaće na razini cijelog poslovanja. Ona također aktivno traži mogućnosti za poboljšanje učinkovitosti (npr. kroz zajedničke modele usluga i prebacivanja poslova izvan grupe i dr.). I ova je struktura izvediva opcija u javnom sektoru, budući da se podružnicama može upravljati ili kao s profitnim centrima unutar holdinga ili kao s pravno neovisnim jedinicama. Posebice u javnim djelatnostima struktura operativnog holdinga omogućava grupama da maksimiziraju učinke svojega portfelja kao i svoju moć na otvorenom tržištu. Ciljevi u obliku dobiti/gubitka kao i novčanog toka su ključni indikatori učinka na koje se takvi modeli uglavnom usmjereni.

3 DEFINIRANJE STRATEŠKIH I OPERATIVNIH POSTUPAKA ZA SUSTAV UPRAVLJANJA (STUPANJ 2)

Nakon pomnog odmjerenja razloga za i protiv svih triju opcija za javno društvo, izbor korporativne strukture odredit će kako intenzitet tako i oblik primijenjenog sustava upravljanja. Koja god se struktura usvoji, svim relevantnim sredstvima upravljanja - od usklađivanja strategije i planiranja do kontinuiranog razvoja modela upravljanja (slika 2) - mora se posvetiti dužna pozornost. Ako je struktura financijskog holdinga najprimjerenija, taj postupak valja primijeniti kako za samu holding tvrtku tako i u odnosu na eventualno izrazito diversificirane podružnice. Ako se odabere struktura operativnog holdinga, za sve se podružnice mora sačiniti jedinstveni sustav smjernica, postupaka i predložaka. U svakom slučaju, svaki postupak valja fino podesiti u skladu s definiranom strukturom grupe.

Slijed elemenata sustava upravljanja u biti je logičan. Svaki element ostaje podložan stalnom razvoju u kontekstu unutarnjih i vanjskih čimbenika (kao što su novi strateški poticaji koji dolaze sa tržišta, prilagodbe u politici plaća

customers (e.g. large industrial clients) and fulfillment of geographical acquisition targets.

2.3 Operational holding structure

Of all three forms examined in this article, this third option for a group structure creates the best way to tap synergies. It is recommended especially for the management of subsidiaries in closely related industries and/or that have comparable success factors, and for groups where potential cost and revenue synergies are assumed to be very high. The holding company shoulders full responsibility for core functions and enterprise-wide tasks. It also actively seeks opportunities to improve efficiency (e.g. through shared service and outsourcing models, etc.). This structure too is a viable option in the utility sector, since subsidiaries can be managed either as profit centers within the holding entity or as legally independent units. In the utility industry in particular, an operational holding structure enables groups to optimize their portfolio effects and maximize their power on the open market. Profit/loss targets and cash flow targets are the key performance indicators on which such models generally focus.

3 DEFINE THE STRATEGIC AND OPERATIONAL TOOLS TO BE USED IN THE MANAGEMENT SYSTEM (STEP 2)

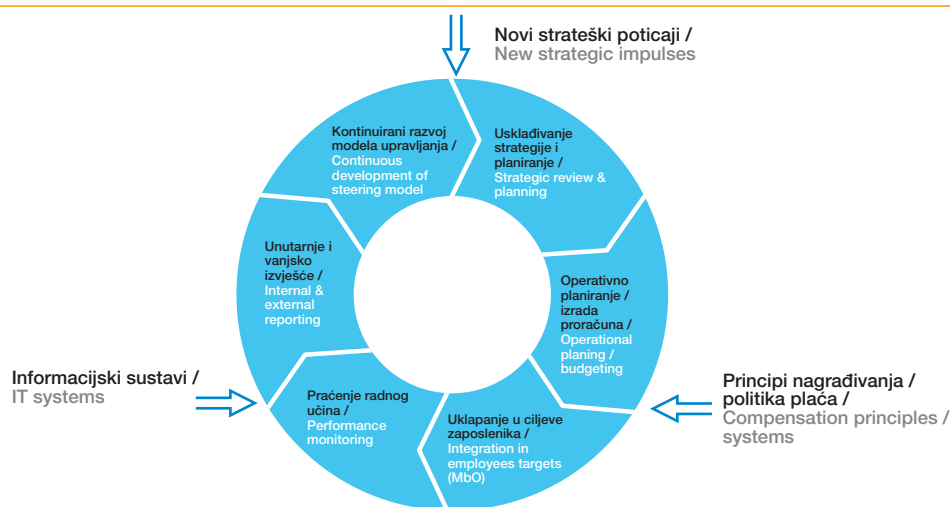
Having carefully weighed up the pros and cons of all three options for a utility group, the choice of a given corporate structure will determine both the intensity and the design of the management system applied. Whichever structure is adopted, all relevant management tools - from strategic reviews and planning to continuous development of the management model (see Figure 2) - must be given due consideration. If a financial holding structure is most appropriate, this exercise must be performed both for the holding company itself and in respect of what may be highly diversified subsidiaries. In the event that an operational holding structure is selected, a uniform system of guidelines, procedures and templates must be drawn up for all subsidiaries. Either way, each and every tool must be fine-tuned in line with the defined group structure.

The sequence of elements in the management system is essentially logical. And every element remains subject to continuous ongoing development in light of internal and external factors (such as new strategic impulses from the market, adjustments in compensation principles based on a new human

temeljene na novoj kadrovskoj politici, poboljšani informatički sustavi za izvješćivanje, novi način upravljanja itd.). Primjerice, politika tvrtke glede širine planiranja (odnosno broja ključnih indikatora učinka koje tvrtka planira pratiti) ili pak dubine planiranja (odnosno stupnja do kojeg se organizacijske jedinice agregiraju ili do kojeg se troškovne kategorije raščlanjuju dr.) izravno će se odraziti na oblik internog izvješćivanja (npr. učestalost, složenost te odgovornosti dodijeljene jedinicama za centraliziranu/decentraliziranu financijsku analizu i praćenje). Stoga se u fazi definiranja ne smiju zanemariti međuovisnosti između različitih postupaka upravljanja.

resources policy, improved IT systems for reporting, new management, etc.). For instance, a company's policy on the breadth of planning (i.e. the number of key performance indicators it plans to monitor) or the depth of planning (i.e. the degree to which organizational units are aggregated or to which cost categories are drilled down, etc.) have direct consequences for internal reporting design (e.g. frequency, complexity, and the responsibilities assigned to central/decentralized financial analysis and monitoring units). Accordingly, interdependencies between different management tools should not be overlooked during the definition phase.

Slika 2
Elementi sustava
upravljanja
Figure 2
Management system
dimensions



Dijelovi sustava upravljanja prikazani na slici 2 na tragu su tipičnog puta glavnih procesa upravljanja od grubo definiranih strateških poticaja kroz definiranje strategije, operacionalizaciju i realizaciju, do provedbe strategije i praćenja na različitim razinama agregiranja. Plaće zaposlenika povezane s radnim učinkom također su uzete u obzir. Slijedeći taj put, u narednim poglavljima daje se opći prikaz temeljnih dijelova sustava upravljanja koje valja definirati u svakom inovativnom javnom poduzeću.

The management system dimensions shown in Figure 2 trace the typical path of core management processes from roughly defined strategic impulses, through strategy definition, operationalization and implementation, to strategy implementation and monitoring at different levels of aggregation. Performance-linked employee compensation is also factored in. Following this path, the sections below outlines the basic elements of the management system to be defined at any cutting-edge utility company.

3.1 Usklađivanje strategije i planiranje

Učinkovit sustav upravljanja nije moguć bez transparentne strategije poduzeća koja se mora definirati ili barem uskladiti prema unutarnjim i vanjskim čimbenicima koji na dotično poduzeće utječu. Na tržištu dinamičnom kao što je hrvatski sektor javnih usluga, nove opcije internacionalizacije, diversifikacije, kooperacije i privatizacije izrastaju daleko češće nego na stabilnim, zrelim tržištima. U tom kontekstu, pitanja definiranja strategije (proces, odgovornosti, postupci i dr.) postaju značajnijima nego ikada prije. Dakle, prvi se korak

3.1 Strategic reviews and planning

An efficient management system is not possible without a transparent corporate strategy that must be defined or at least reviewed in line with internal and external factors affecting the company in question. In a market as dynamic as the Croatian utility sector, new options for internationalization, diversification, cooperation and privatization spring up much more frequently than in stable, mature markets. In this context, issues of strategy definition (processes, responsibilities, tools, etc.) become more important than ever. Therefore, the

mora sastojati u definiranju odnosno usklađivanju strategije poduzeća, iza čega slijedi početno strateško planiranje. Strategija je skup aktivnosti čija je svrha ispuniti srednjoročne i dugoročne ciljeve poduzeća. Stoga je posve logično da se ciljevi moraju postaviti prije nego što se pristupi definiranju strategije. Obično će uprava grupe usuglasiti te ciljeve s nadzornim odborom u sklopu višekratnog procesa usklađivanja.

Postupak koji se pokazao uspješnim kao pomoć u formuliranju i operacionalizaciji jasnih strategija jest balanced scorecard [2]. Metodu balanced scorecard razvili su 1980-tih američki profesori iz područja menadžmenta Kaplan i Norton. Otada je tu metodu primjenjivalo na tisuće tvrtki svih oblika i veličina u praktički svakoj djelatnosti širom svijeta. Jedna od glavnih prednosti tog postupka jest balansirani i međusobno povezani skup sadržaja koji upravi pruža sveobuhvatnu sliku sva četiri ključna elementa: financije, kupci, procesi i potencijali/zaposlenici. Zahvaljujući tom balansiranom pristupu, svim se sadašnjim, prošlim i anticipiranim ciljevima pridaje primjereno značenje, a dužna se pozornost posvećuje ne samo financijskim ciljevima. Druga je prednost tog postupka njegov standardizirani, strogo definirani proces. Na intenzivnim radnim sastancima rezultati poduzeća se sustavno povezuju s definiranim ciljevima, vremenskim okvirima i odgovornostima. Treće, balanced scorecard savršeno je sredstvo komunikacije unutar poduzeća, čime se unutarnjim i vanjskim zainteresiranim stranama pruža potpuno jasna slika glede položaja što ga grupa zauzima (uz pretpostavku da je grupa voljna vanjskom okruženju otkriti toliko informacija). Međutim, u mnogim javnim poduzećima jedan ključni indikator učinka obično privlači veću pozornost nego drugi indikatori. Primjerice, ROCE je ključni indikator učinka kojem mnoga javna poduzeća pridaju najveću važnost.

Početno se strateški ciljevi tvrtke za određeno razdoblje definiraju ili usklađuju kroz strukturiranu raspravu uprave. Prošli događaji, trenutna situacija i mogući budući trendovi, sve se to detaljno analizira. Strateški se ciljevi grafički prikazuju na strateškim kartama i operacionaliziraju time što im se, primjerice, dodjeljuju konkretni projekti/aktivnosti, voditelji/timovi, indikatori radnog učinka za stalno praćenje dinamike, te vremenski okviri. Za svaki se indikator utvrđuju realni rokovi. Kad je jednom definirana balanced scorecard na najvišoj razini, strateška se karta može dalje raščlaniti do razine poslovnih jedinica, regionalnih jedinica i dr. Strateški ciljevi javnog poduzeća mogu biti povećanje dobiti, povećanje tržišnog udjela, proširenje na poslovanje s dva različita energenta (od elektroenergije na plin i obratno) ili pak ispunjenje ciljeva učinkovitosti.

first step must be to define or review corporate strategy, followed by initial strategic planning. A strategy is a set of actions whose aim is to meet medium- to long-term corporate objectives. It is thus only logical that the targets must be set first before the strategy can be defined. Typically, the group's executive board will align these targets with the supervisory board in a multi-step process.

One tool with a proven track record in helping to formulate and operationalize clear strategies is the balanced scorecard [2]. The balanced scorecard method was developed in the 1980s by American management professors Kaplan and Norton. Since then, it has been implemented by thousands of companies of all shapes and sizes in every conceivable industry around the globe. One of the main advantages of this tool is its balanced and coherent set of contents, providing management with a comprehensive picture of all four key dimensions: financials, customers, processes and potential/employees. Thanks to this balanced approach, past, present and forward-looking goals are all given a fair weighting, and due attention is paid not only to financial targets. The second advantage of this tool is its standardized, strictly defined process. At intensive workshops, corporate scores are systematically assigned to defined objectives, time frames and responsibilities. Third, the balanced scorecard is a perfect tool for corporate communication, giving both internal and external stakeholders absolute clarity about where the group is at (assuming that the group wishes to disclose so much information to the outside world). In many utilities, however, one key performance indicator tends to command greater attention than the others. For instance, ROCE is the key performance indicator to which many utilities attach most importance.

Initially, the company's strategic goals for the defined time frame are defined or reviewed and adjusted in a structured management discussion. Past developments, the current situation and possible future trends are all analyzed in detail. All these strategic goals are plotted in strategy maps and operationalized by assigning specific projects/actions, managers/teams, performance indicators for ongoing progress tracking, and time frames, for example. Realistic schedules are drawn up for each indicator. Once the top-level balanced scorecard has been defined, the strategy map can be broken down to the level of business units, regional units, etc. Strategic targets set for utilities can be to raise margins, increase market share, ramp up dual fuel business (from electricity to gas or vice versa) or meet efficiency objectives, for example.

Sadržaj strateškog planiranja izvodi se izravno iz rezultata usklađivanja strategije i predstavlja ključne indikatore učinka odabrane za dotično javno poduzeće. Budući da se svi ključni indikatori učinka koji su uključeni u ovu fazu kasnije moraju podrobnije definirati u svrhe operativnog planiranja i izrade proračuna, važno je ne gubiti se u detaljima i držati se bitnog. Drugim riječima, broj indikatora i stupanj detaljnosti u različitim jedinicama i kategorijama moraju se strogo ograničiti. Iz perspektive procesa, moraju se definirati pitanja kao što su određivanje fiksnih rokova za godišnje strateško planiranje, broj stavki oko kojih se trebaju sporazumjeti holding društvo i podružnice te njihove odgovornosti.

3.2 Operativno planiranje i izrada proračuna

Temeljem detaljne raščlambe ciljeva postavljenih tijekom faze usklađivanja strategije i planiranja, sljedeći je korak razjasniti aspekte operativnog planiranja i izrade proračuna u definiranom stupnju detaljnosti. Pored tradicionalnih financijskih indikatora radnog učinka (prihodi, troškovi, ulaganja, novčani tokovi i dr.), ovdje se također moraju uzeti u obzir brojni interni indikatori (indikatori specifični za tvrtku i djelatnost), kao što su količine, marže, ključni indikatori učinka specifični za tvrtku, itd. Ipak tvrtke moraju biti svjesne relativno visokog rizika oblikovanja odviše kompleksnih i stoga neučinkovitih sadržaja, procesa i organizacijskih struktura. Jedan primjer toga bilo bi proračunsko planiranje do razine sitnih iznosa (do 100 eura) za svaki trošak tipa SAP za svaki troškovni centar. Da bismo izbjegli tu zamku, posebnu pozornost valja obratiti na aspekte učinkovitosti kad je riječ o definiranju dubine i širine operativnog planiranja. U mnogim javnim poduzećima to će biti velik izazov, budući da knjiženja često nisu precizna koliko bi trebala biti.

3.3 Povezivanje planiranja s ciljevima zaposlenika (MbO - upravljanje sukladno ciljevima)

Radi potpore provedbi strategije odgovornost za planirane ciljeve dodjeljuje se imenovanim pojedincima. Ciljevi se po potrebi mogu dalje raščlaniti. Primjena balanced scorecard u nekom javnom poduzeću također omogućava povezivanje ciljeva zaposlenika sa strategijom poduzeća - što je još jedna prednost ovoga pristupa. Omogućavajući transparentnost i pravični postupak prema ljudima, ovaj pristup razvija smisao za postupovnu pravdu koja je tako značajna za održivo upravljanje ljudskih resursima. Idealni sustav plaća u tu svrhu jest upravljanje sukladno ciljevima (MbO), pri čemu je varijabilni dio plaće vezan za individualno pridržavanje ciljeva i dobiva se povrh fiksnog dijela plaće. Potreba za povezanošću s kadrovskom

The content of strategic planning is derived directly from the results of the strategy review and features the key performance indicators selected by the utility in question. Since all the key performance indicators included in this step must later be defined in greater detail for the purposes of operational planning and budgeting, it is important to stay lean and stick to the essentials. In other words, the number of indicators and the level of detail in different units and categories must be strictly limited. From the process perspective, issues such as fixed timing for annual strategic planning, the number of items to be agreed between the holding company and the subsidiaries and the responsibilities assigned to either must be defined.

3.2 Operational planning and budgeting

Based on the top-down targets set during the strategic review and planning phase, the next step is to clarify operational planning and budgeting aspects to the defined level of detail. In addition to traditional financial performance indicators (revenue, cost, investments, cash flow, etc.), numerous internal indicators (company- and industry-specific indicators) must also be considered here (volumes, contribution margins, company-specific key performance indicators, and so on). Nevertheless, companies must in this case beware of the relatively high risk of designing content, processes and organizational structures that are too complex and therefore inefficient. One example would be budgeting with fine granularity (to EUR 100) for every single SAP cost type for each cost center. To avoid this pitfall, special attention must be paid to efficiency aspects when defining the depth and breadth of operational planning. In many utilities, this is still a major challenge as book entries are often not as accurate as they should be.

3.3 Integration of planning in employee targets (MbO)

To support strategy implementation, responsibility for planned targets is assigned to named individuals. If necessary, the targets can first be further broken down. Using a balanced scorecard in a utility also allows employee targets to be integrated in corporate strategy - yet another advantage of this approach. By enabling transparency and equitable treatment, this method fosters the sense of procedural justice that is so important to sustainable human resource management. An ideal system of compensation for this purpose is management by objectives (MbO), where variable compensation is linked to individual target compliance on top of a fixed compensation component. The need for an interface to HR policies and the HR department at this juncture is obvious and must therefore also be taken into

politikom i s kadrovskim odjelom u ovom sklopu okolnosti očita je te se stoga mora uzeti u obzir kad se definiraju sustavi upravljanja. Ipak, provedba istinskog programa varijabilne naknade koji će djelatnicima u javnim poduzećima pružiti jasan poticaj za rad ostaje i dalje delikatnom zadaćom. U djelatnostima poput prodaje, gdje su programi varijabilne naknade, zasnovani na jasnim indikatorima radnog učinka, dobro su funkcionirali desetljećima. Međutim u sektoru javnih usluga tek valja prevladati mnoge političke prepreke što stoje na putu provedbe. Djelatnici su se navikli na manje-više fiksne plaće uz male raspone između djelatnika s visokim i niskim radnim učinkom. Štoviše, tendencija je da se provedbena razdoblja određuju na godišnjoj razini. Posljedica je toga da uprava vrlo često tom pitanju ne daje visoki prioritet. Iskustvo govori da uvođenje ove vrste stimulacije u MbO sustav poduzeća daleko više motivira ključne ljude, što daje bolje rezultate za javno poduzeće.

3.4 Praćenje radnog učinka

Sljedeći važan aspekt u definiranju sustava upravljanja jest osigurati da organizacija upravljanja stalno prati individualno i skupno pridržavanje ciljeva. U tu svrhu valja razmotriti standardne mjere prilagođene potrebama svake razine i funkcije upravljanja. Kao primjer navode se zajedničke posjete glavnim kupcima, tjedni sastanci između područnih ravnatelja i njihovih prodajnih djelatnika, te česta standardizirana poslovna izvješća, itd. S druge strane, rukovoditeljima bi trebalo ostaviti dovoljno slobode za prilagodbu njihovih vlastitih sustava praćenja radnog učinka. Tako svaki rukovoditelj može dati svoj osobni pečat i sustav fino podesiti specifičnim zahtjevima svojega tima. Treba koristiti dinamične pristupe, okrenute prema naprijed, a ne one statičke, okrenute prošlosti [3].

S obzirom na sve žešću konkurenciju na tržištu, praćenje radnog učinka silno dobiva na značenju u javnom sektoru. Međutim, za većinu javnih poduzeća to vrlo često predstavlja velik paradigmatični pomak, budući da je radni učinak rijetko učinjen transparentnim. Istinski poticaji čak su još rjeđe pojave. Novi sustavi praćenja - i zamisao da ih se poveže s modelima varijabilne naknade - moraju se stoga pomno ocijeniti prije puštanja u provedbu. I tu regulator opet igra značajnu ulogu. Javna poduzeća moraju utvrditi ona područja u kojima se učinkovitost može aktivno maksimalizirati i ona područja gdje na učinkovitost bitno utječe regulator.

account when corporate management systems are defined. Even so, implementing genuinely variable compensation programs that give utility employees a clear incentive to perform remains a difficult undertaking. Even in activities such as sales, where variable compensation programs based on clear performance indicators have worked well for decades in other industries, many political hurdles to implementation have still to be overcome in the utility sector. Employees have become accustomed to more or less fixed remuneration with narrow spreads between high and low performers. Moreover, implementation periods tend to be measured in years. By consequence, management very often does not give high priority to this issue. Our experience is that grafting this kind of incentive system into an enterprise-wide MbO system has a far greater motivational impact on key people and delivers better results for the utility company.

3.4 Performance monitoring

A further important aspect when defining management systems is ensuring that individual and corporate performance and target compliance is monitored permanently by the management organization. To this end, standard measures tailored to the needs of each management level and function should be considered. Examples include tandem visits to key customers, weekly meetings between area managers and their sales forces, and frequent, standardized operational reports, etc. On the other hand, managers should be left sufficient freedom to adapt their own performance monitoring systems. In this way, each manager can make their own personal mark and fine-tune the system to the specific requirements of their team. Dynamic, forward-looking ratios should be used in place of static, historical ratios [3].

Given ever fiercer competition in the market place, performance monitoring is gaining hugely in importance in the utility arena. For most utilities, however, this very often represents a major paradigm shift, as performance has seldom been rendered transparent. Genuine incentives have been an even more rare occurrence. New monitoring systems - and the idea of linking them to variable compensation models - must therefore be evaluated carefully ahead of implementation. Again, the regulator plays a major role in this consideration. Utility companies must identify those areas in which efficiency can proactively be maximized and those areas where efficiency is essentially determined by the regulator.

3.5 Interno i vanjsko izvješćivanje

Interno i vanjsko izvješćivanje dva su korisna izvora informacija o praćenju učinka rada i o razini provedbe strategije. Na oblikovanje te sastavnice osobito snažno utječe informatički sustav koji je u primjeni (što je također od važnosti i za druge elemente sustava upravljanja, kao što je primjerice planiranje za praćenje ostvarenja individualnih i skupnih ciljeva). Na vanjsko izvješćivanje (izvješća o dobiti, bilance, izvješća o novčanom toku, itd.) također utječu čimbenici izvan određenog modela upravljanja [4]. Jedan takav primjer su regulatorni zahtjevi koje nameću lokalna opće prihvaćena načela računovodstva (GAAP - Generally Accepted Accounting Principles). Drugi je primjer međunarodna računovodstvena politika dotične grupe.

Stoga, ponajprije, analiza i usklađivanje ovog postupka upravljanja trebali bi ga oblikovati kao učinkovito, prema primatelju orijentirano interno izvješćivanje, u sadržajnom, procesnom, organizacijskom i informatičkom smislu. To će osigurati standardiziranu potporu praćenju radnog učinka. Drugo, aspekte internog i vanjskog izvješćivanja treba razmotriti u ovoj fazi. Jednako je važno pripomenuti da se načela nekog po mjeri stvorenog modela upravljanja moraju definirati prije izbora informatičkog sustava (ili prije nego što se postojeći informatički sustav prilagodi). Inače će načela upravljanja završiti tako da će se prilagoditi onome što je moguće unutar dotičnog informatičkog sustava. To je uvijek najgore rješenje za svako javno poduzeće.

3.6 Kontinuirani razvoj modela upravljanja

Taj konačni element sustava upravljanja od silne je važnosti, posebice na tako dinamičnim tržištima kao što su javne djelatnosti. Stalni razvoj i usavršavanje modela upravljanja trebali bi se institucionalizirati i postati dužnošću, recimo, odjela za strateško-financijsku analizu, ili nekog odjela za projekte koji podnosi redovna izvješća upravi. Cilj je brzo usklađivanje modela upravljanja u odgovoru na unutarnje i vanjske promjene. Primjerice, možda će biti potrebno prilagoditi praksu izvješćivanja u nekoj novostečenoj organizacijskoj jedinici. Naposljetku, svaka korporativna grupa treba stalno preispitivati svoj sustav upravljanja u svjetlu općeg razvoja na području teorije upravljanja te mogućnosti što ih nudi nova informatička tehnologija.

3.5 Internal and external reporting

Internal and external reporting are two useful sources of information about performance monitoring and about the strategy implementation level. Design of this element in particular is strongly influenced by the IT system used (which is also of relevance to other management system dimensions, such as planning for individual and group target monitoring). External reporting (income statements, balance sheets, cash flow statements, etc.) is also determined by factors other than the specific management model [4]. The regulatory requirements imposed by local GAAP are one example. The group's international accounting policies are another.

Accordingly, any analysis and adjustment of this management tool should, first, factor efficient, recipient-oriented internal reporting in to its content, process, organization and IT dimensions. This will ensure standardized support for performance monitoring. Second, aspects of the integration of internal and external reporting must be considered within this step. Equally, it is important to note that the principles of a made-to-measure management model must be defined before an IT system is chosen (or before the existing IT system is adapted). Otherwise, management principles will end up being adapted to what is possible within the IT system. That is always the worst solution for any utility company.

3.6 Continuous development of the management model

This final core element of the management system is of tremendous importance, especially in dynamic markets such as the utility industry. Continuous development and improvement of the management model should be institutionalized and assigned to, say, the Strategic Financial Analysis department, or to a project department that reports regularly to top management. The aim must be to swiftly adjust the management model in response to internal and external changes. Reporting practice may need to be adapted in a newly acquired organizational unit, for instance. Lastly, every corporate group should constantly review its management system in light of general developments in management theory and the opportunities afforded by new IT technology.

4 DEFINIRANJE ORGANIZACIJE ZA UPRAVLJANJE I FINANCIJSKU ANALIZU/ PRAĆENJE (STUPANJ 3)

Nakon donošenja odluka o strukturi grupe i o postupcima koji će se koristiti u sustavu upravljanja, slijedi treći i posljednji korak u ovom sustavnom pristupu razvijanju modela upravljanja za javna poduzeća je uklapanje definirane strukture grupe i sustava u internu organizacijsku strukturu (vidi sliku 3). Interne organizacijske strukture uvijek obuhvaćaju procese i načine ustrojavanja koji su i sami dio definicije sustava upravljanja [5].

4.1 Usklađivanje procesa upravljanja / financijske analize i praćenja s definiranim modelom upravljanja

Ponajprije, načela i sastavnice sustava upravljanja oblikovanog u fazi 2 moraju se primijeniti u procesima upravljanja / financijske analize i praćenja za cijelu grupu. Detaljni proces treba biti zacrtan za svaku od opisanih sastavnica, primjerice za strateško ili operativno planiranje. Ta definicija procesa treba obuhvaćati aspekte kao što su vremenski okviri, razina detaljnog postavljanja ciljeva od vrha nadalje za podružnice i organizacijske jedinice, broj krugova odobravanja, itd. Također se moraju detaljno razraditi dodatni procesi upravljanja / financijske analize i praćenja za cijelu grupu, za investicije i projekte (ako postoje).

4.2 Usklađivanje organizacije za upravljanje/ financijsku analizu i praćenje s definiranim modelom upravljanja i procesima upravljanja / financijske analize i praćenja

Gore opisane procese treba, naravno, provesti u okviru organizacije za upravljanje / financijsku analizu i praćenje. Stoga ti procesi moraju biti ugrađeni u definirane zadaće (odnosno u kompetencije djelatnika) i u funkcije (odnosno u uloge djelatnika). Nakon toga, moraju se utvrditi sve povezanosti između ciljnih funkcija i razviti kolaborativna rješenja. Primjerice, da bi se izbjegli naknadni sukobi, tijekom procesa planiranja mora se jasno definirati za što je odgovorno holding društvo a za što su odgovorne podružnice. Također treba razraditi kadrovske kapacitete potrebne za ispunjavanje utvrđenih zadaća i druge zadaće organiziranja (povezano sa složenosti vanjskog izvješćivanja kakvo je potrebno u svakoj zemlji te potrebnog opsega izvješćivanja za grupu, itd.). Na toj se osnovi mogu potom odmjeriti i objediniti funkcije upravljanje / financijske analize i praćenja

4 DEFINE THE MANAGEMENT AND FINANCIAL ANALYSIS/ MONITORING ORGANIZATION (STEP 3)

Following the decisions about the group structure and the tools to be used in the management system, the third and last step in this systematic approach to developing a management model for utility companies involves embedding the defined group structure and systems in the internal organizational structure (see Figure 3). Internal organizational structures always include processes and organization methods that are themselves part of the management system definition [5].

4.1 Align the management/financial analysis and monitoring processes with the defined management model

To begin with, the principles and elements of the management system designed in step two must be implemented in management/financial analysis and monitoring processes for the whole group. A detailed process must be mapped out for each of the elements described, such as strategic or operational planning. This process definition should include aspects such as time frames, the level of top-down target-setting for subsidiaries and organizational units, the number of approval loops, and so on. Additional management/financial analysis and monitoring processes for the entire group, for capital spending and for projects (where appropriate) must also be hammered out in detail.

4.2 Align the management/financial analysis and monitoring organization with the defined management model and management/financial analysis and monitoring processes

The processes specified above must, of course, be implemented within the management/financial analysis and monitoring organization. Accordingly, these processes must be anchored in defined tasks (i.e. employee competencies) and functions (i.e. employee roles). After this, all interfaces between target functions must be identified and collaborative solutions must be developed. For instance, the details of what the holding company is responsible for and what the subsidiaries are responsible for must be clearly spelled out during the planning process to avoid subsequent conflicts. The staffing capacity needed to handle the identified tasks and other of organizational development (such as the complexity of external reporting required in each country and the requisite volume of group reporting, etc.) must also be worked out. On this basis, the

kako bi se stvorila učinkovita organizacija za upravljanje / financijsku analizu i praćenje.

management/financial analysis and monitoring functions can then be sized and aggregated to craft an efficient and modern management/financial analysis and monitoring organization.

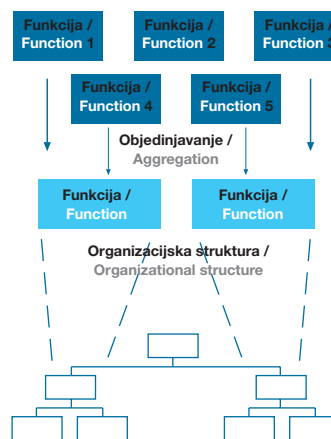
Slika 3
Definiranje organizacije za upravljanje i financijsku analizu/praćenje
Figure 3
Defining the management and financial analysis/monitoring organization

PRIMJENA U PROCESIMA UPRAVLJANJA / FINANCIJSKE ANALIZE I PRAĆENJA
IMPLEMENTATION IN MANAGEMENT / FINANCIAL ANALYSIS AND MONITORING PROCESSES

- Usklađivanje strategije i planiranje / Strategy review & planning
- Operativno planiranje / izrada proračuna / Operational planning / budgeting
- Povezivanje planiranja s ciljevima zaposlenika / Integration of planning in employees targets (MBO)
- Praćenje radnog učinka / Performance monitoring
- Interno i vanjsko izvješćivanje / Internal and external reporting
- Kontinuirani razvoj modela upravljanja / Continuous development of management model
- Specifična financijska analiza (grupa/ulaganje/projekt itd.) / Specific financial analysis (group/investment/project, etc.)

* Poslovna jedinica / Business unit BU

PRIMJENA U ORGANIZACIJI UPRAVLJANJA / FINANCIJSKE ANALIZE I PRAĆENJA
IMPLEMENTATION IN MANAGEMENT / FINANCIAL ANALYSIS AND MONITORING ORGANISATION



4.3 Primjer: Proces strateškog planiranja u jednom regionalnom energetsom poduzeću

Odabrana javna gradska tvrtka (u daljem tekstu zvana JGT) jest pružatelj različitih javnih usluga sa sjedištem u srednjoj Europi. Osim što potrošače opskrbljuje plinom i vodom, JGT je vertikalno integrirani isporučitelj električne energije. JGT je angažiran u svakoj fazi vrijednosnog lanca, uključujući proizvodnju i trgovinu, te distribuciju i prodaju električne energije. Opseg prodaje u elektro-energetskom dijelu JGT iznosi ukupno oko 250 milijuna eura. 65 % prodaje električne energije JGT proizvodi se u vlastitoj elektrani. Preostalih 35 % kupuje jedinica za trgovinu na otvorenom tržištu.

Jedinica za prodaju podijeljena je u segmente radi lakšeg pristupanja posebnim ciljnim skupinama na tržištu. Tako pojedinačni veliki potrošači (VP) koji troše preko 1 GWh godišnje čine jedan segment. Poslovni potrošači (PP) koji troše manje od 1 GWh godišnje, ali su im ipak potrebne posebne usluge poput mjerenja snage, čine drugi segment. Lokacijski raspršeni potrošači (RP), poput lanaca robnih kuća, tvore treći segment. Posljednji segment čine mali poslovni subjekti i kućanstva (MP).

Radi provedbe propisa o razdvajanju, JGT je podijelio svoje usluge duž vrijednosnog lanca na odvojene pravne subjekte. Struktura grupe potom

4.3 Case study: Strategic planning process at a regional power utility company

The municipal utility corporation selected (referred to in this case study as MUC) is a regional multi-utility provider based in Central Europe. Besides supplying gas and water, for example, MUC is a vertically integrated provider of power services. MUC is involved in every step of the value chain, including power generation and trading, distribution and sales. Sales at MUC's power unit total roughly EUR 250 million. 65 % of MUC's power sales are generated by in-house power plant. The remaining 35 % are purchased by the trading unit on the open market.

The sales unit is segmented to address specific target groups on the market. Large single customers (LC) that consume over 1 GWh/year form one segment. Business customers (BC) that consume less than 1 GWh/year but still require special services such as load measurement form the second segment. Multi-site customers (MS), such as supermarket chains, form the third segment. Small businesses and private homes (SB) make up the final segment.

To comply with unbundling legislation, MUC has split its services along the value chain into separate legal entities. The group structure was then modified to reflect this breakdown. In the past, MUC operated an operational holding structure. Following the

je promijenjena da bi odrazila tu raščlambu. Prije je JGT imao strukturu operativnog holdinga. Nakon preustroja, međutim, grupa je sada ustrojena više prema strukturi strateškog holdinga. Vrijednosni je lanac podijeljen na poslovne jedinice koje su ustrojene kao odvojeni pravni subjekti. Središnje usluge pruža uslužna organizacija čije se usluge prisutne u svim poslovnim jedinicama.

Proces razdvajanja usluga prisilio je JGT da jasno definira točke povezanosti između organizacijskih jedinica. Ovdje je prikazan strateški proces planiranja kao primjer kako se operacionaliziraju procesi upravljanja / financijske analize i praćenja u takvom organizacijskom okviru.

reorganization, however, the group is now organized more along the lines of a strategic holding structure. The value chain is divided into business units that are organized as distinct legal entities. Central services are provided by a service organization whose service lines operate across the business units.

The unbundling process has forced MUC to clearly define interfaces between the organizational units. This case study investigates the strategic planning process as an example of how to operationalize the management/financial analysis and monitoring processes within such an organizational framework.

Tablica 1 - Proces strateškog planiranja u elektroenergetskim jedinicama JGT
Table 1 - Strategic planning process at MUC power units

	Uprava / Management	Financije / Finance	Proizvodnja / Generation	Trgovina / Trading	Distribucija / Distribution	Prodaja / Sales			
						VP/LC	PP/BC	RP/MS	MP/SB
Prijedlog pretpostavki planiranja / Proposal of planing premisses	A	E	I	I	I	I	I	I	I
Usvajanje pretpostavki planiranja / Adoption of planning premisses		E	A	A	A	A	A	A	A
Formulacija predviđenog obujma / Formulation of volume forecast					E				
Distribucija predviđenog obujma / Distribution of volume forecast				I	E	I	I	I	I
Segmentirano predviđanje prodaje / Segmented sales forecast						E	E	E	E
Distribucija predviđanja prodaje / Distribution of sales forecast				I	I	E	E	E	E
Osnove strategije nabave / Procurement strategy outline			I	E					
Terminski plan proizvodnje / Generation schedule			E	I					
Objedinjavanje podataka planiranja / Aggregation of planning date		E							
Provjera prihvatljivosti / Plausibility check		E							
Distribucija podataka planiranja / Distribution of planning data		E	I	I	I	I	I	I	I
Ciklus finog podešavanja / Finetuning cycle		I	E	E	E	E	E	E	E
Objedinjavanje konačnih podataka / Aggregation of final data		E							
Provjera prihvatljivosti / Plausibility check		E							
Prezentacija upravi / Management presentation	I	E							
Zahtjevi uprave za promjenu / Management adjustment requests	E	I							
Ciklus finog podešavanja / Finetuning cycle		I	E	E	E	E	E	E	E
Usvajanje podataka planiranja / Adoption of planning data	E								
Operativna formulacija ciljeva / Transfer for operative goal formulation		E							

I = informacija / information C = savjetovanje / consulting D = odluka / decision A = sporazum / agreement E = izvršenje / execution

Tablica 1 prikazuje dijagram ICDAE (Information/ Consulting/ Decision/ Agreement/ Execution - informacije/ savjetovanje/ odluka/ sporazum/ izvršenje) procesa strateškog planiranja u JGT. Glavni pokretač procesa strateškog planiranja bio je korporativni financijski odjel čija je glavna zadaća koordinacija i upravljanje komunikacijom. Da bi pokrenuo proces planiranja, financijski je odjel predložio izvjesne pretpostavke planiranja, poput opće stope povećanja potrošnje. Nakon usvajanja definiranog skupa planskih premisa, jedinica distribucijske mreže dala je input za predviđanje primarnog obujma distribucije. Ta je prognoza poslužila kao osnova za prognozu prodaje, koja je objedinila pojedinačne segmentne prognoze utvrđene od prodajnog odjela. Prognoza prodaje sa svoje je pak strane poslužila kao osnova za jedinice za trgovinu i za proizvodnju. Temeljem prognoze prodaje, jedinica za trgovinu izradila je strategiju nabave i proizvodnje za ispunjenje projiciranog obujma prodaje. Jedinica za proizvodnju potom je izradila terminski plan proizvodnje za ostvarenje definirane strategije nabave. Nakon pojedinačnih planskih faza za svaku jedinicu, financijski odjel objedinio je sve podatke planiranja i rezultate predočio upravi. Potom su u plan uvršteni eventualni zahtjevi uprave za promjenom. Naposljetku, odobreni plan proslijeđen je operativnim jedinicama u svrhu detaljne formulacije ciljeva i izrade proračuna.

Tijekom preustroja JGT je također utvrdio dubinu planiranja kao područje kojemu su potrebna poboljšanja. Prije je planiranje bilo isključivo usmjereno na prihode. Tržišni uvjeti prisilili su JGT na pomnije planiranje u dva područja. Financijsko planiranje moralo se ojačati a indikatori procesa morali su se integrirati u proces planiranja.

S financijske strane, primarni je cilj bio detaljnije planiranje prihoda i troškova za svaki od definiranih tržišnih segmenata. Prvi se korak sastojao u tome da se podigne razina prihodovnog planiranja dodavanjem detaljnog plana obujma za svaki segment. Osim toga, unošenjem trgovinskih i proizvodnih podataka u postupak planiranja troškovni iznosi za utvrđeni obujam prodaje mogli su se utvrditi za svaki od tržišnih segmenata. To je omogućilo JGT planirati bruto dobiti za svaki tržišni segment. Uključivanjem pratećih općih i upravnih troškova u postupak planiranja, strateški je plan proširen da bi odražavao projiciranu poslovnu dobit za svaku jedinicu.

U odgovoru na pritisak tržišta, JGT je također odlučio uključiti indikatore procesa u postupak planiranja radi mjerenja učinka procesa. Ti su indikatori bili usmjereni na procese vezane za kupca, kao što su interakcija s telefonskim

Table 1 shows an ICDAE (Information/Consulting/ Decision/Agreement/Execution) diagram of the strategic planning process at MUC. The primary driver of the strategic planning process was the Corporate Finance department, whose foremost concern is coordination and delivery management. To kick-start the planning process, Corporate Finance proposed certain planning assumptions such as the general rate of increase in consumption. Once a defined set of planning premises had been adopted, the distribution grid supplied the input for the primary distribution volume forecast. This forecast served as the basis for the sales forecast, which aggregated the individual segment forecasts defined by the sales department. The sales forecast in turn served as the basis for trading and generation. Based on the sales forecast, the trading unit devised a procurement and generation strategy to meet the projected sales volume. The generation unit then devised a generation schedule to fulfill the defined procurement strategy. Following the individual planning steps for each unit, Corporate Finance aggregated all the planning data and presented the outcomes to top management. Change requests were then incorporated in the plan. Finally, the ratified plan was transferred to operational units for detailed target and budget formulation.

During this reorganization, MUC also identified the depth of planning as an area that needed improvement. In the past, planning had focused exclusively on revenue. Market conditions nevertheless forced MUC to plan more carefully in two areas. Financial planning had to be ramped up and process indicators had to be integrated in the planning process.

On the financial side, the primary goal was to plan the details of revenue and costs for each of the defined market segments. The first step was to enhance revenue planning by adding a detailed volume plan for each segment. In addition, by feeding trading and generation data into the planning procedure, cost figures for the determined sales volume could be determined for each of the market segments. This enabled MUC to plan gross profits for each market segment. By also factoring supporting, general and administrative costs (SG&A) into the planning procedure, the strategic plan was then extended to reflect projected operating profit for each unit.

In response to market pressure, MUC decided also to include process indicators in the planning procedure to measure process performance. These indicators focused on customer-related processes such as call-center interaction, complaints management and time-to-delivery. Having included these

servisom za usluge kupcima, upravljanje pritužbama i vrijeme potrebno za postupanje. Nakon što je te indikatore uključio u proces planiranja, JGT sada može formulirati jasne ciljeve za poboljšanje procesa postupanja s kupcima.

Usprkos šireg opsega planiranja, novi je proces planiranja zapravo skratio ciklus planiranja. Prije definiranja novog procesa planiranja i točaka povezanosti, proces je započeo u ožujku i bio predviđen za završetak u srpnju. Ovaj vremenski okvir smanjen je za jedan mjesec te se sada svake godine završava u lipnju. Kao i uvijek u takvim projektima, to je bilo moguće samo zahvaljujući energičnoj potpori uprave.

5 UPRAVLJANJE PROMJENAMA: SASTAVNICE USPJEŠNE PROVEDBE

Uspjeh svakog projekta u jednakoj mjeri ovisi o razvijanju zdravog modela i o učinkovitom upravljanju promjenama koje održava smjer provedbenog procesa. Svaka uspješna provedba iziskuje šest komponenti:

- jasan, iskazani i energični angažman uprave,
- organizacija za programsko upravljanje,
- provedba u skladu sa zacrtanim putem,
- praćenje provedbe,
- omogućavanje promjene kulture,
- dobro planirana komunikacija.

5.1 Jasan, iskazani i energični angažman uprave

Polazište uspješne provedbe uvijek mora biti potpora uprave promjenama koje valja izvršiti. Dva su razloga tome. S jedne strane, u ljudskoj je naravi izbjegavanje promjena. Stoga promjena često iziskuje brzu provedbu kako bi se novi uvjeti stvorili i brzo dali rezultat. Na taj način otpor nema izgleda usporiti ili zaustaviti proces. S druge strane, ako nema pritiska u pravcu promjene, a ljudi nisu u potpunosti svjesni potrebe za promjenom, provedba se može odvijati presporo i u konačnici ne ispuniti svoje ciljeve.

Iz ovih razloga neophodno je osigurati opredjeljenje uprave za provedbu. Štoviše, to opredjeljenje mora biti vidljivo u okviru organizacije. Ono se mora jasno i nedvosmisleno iskazati. Najviši menadžeri moraju osobno i odlučno signalizirati svoju nedvosmisleni angažiranost. Do ljudi mora jasno i glasno doprijeti poruka da nema alternative definiranim provedbenim mjerama.

indicators in the planning process, MUC is now able to formulate clear goals to improve its customer-facing processes.

Despite the broader scope of planning, the new planning process actually shortened the planning cycle. Before the new planning process and interfaces were defined, the process started in March and was scheduled to be completed in July. This time frame was reduced by one month and is now completed by June each year. As ever in such projects, this was only possible thanks to energetic backing from the utility's top management.

5 CHANGE MANAGEMENT: COMPONENTS OF SUCCESSFUL IMPLEMENTATION

The success of every project depends in equal parts on developing a sound model and on effective change management that keeps the implementation process right on track. Every successful implementation demands six components:

- clear, communicated and energetic commitment by top management,
- a program management organization,
- implementation in line with a structured implementation roadmap,
- implementation monitoring,
- facilitation of cultural change,
- well-planned communication.

5.1 Clear, communicated and energetic commitment by top management

The starting point for successful implementation always has to be top management backing for the changes that need to be made. There are two reasons why this is so. On the one hand, it is human nature to try to avoid and resist change. Change therefore often requires fast implementation to create new conditions and rapidly take effect. In this way, resistance does not have a chance to slow down or halt the process. On the other hand, if there is no pressure to change and people do not fully grasp the need for it, implementation may proceed too slowly and ultimately fail to meet its goals.

For these reasons, it is imperative to secure the commitment of top management to implementation. Moreover, this commitment must be visible within the organization. It must be communicated clearly and unmistakably. Top managers must personally and decisively signal their unequivocal commitment. The message that there is no

Nedostatak angažiranosti uprave najčešći je pojedinačni razlog neuspjeha provedbe.

5.2 Organizacija za programsko upravljanje

U svrhu pokretanja provedbenog procesa mora se osnovati posebna organizacijska jedinica za programsko upravljanje. Ta je jedinica odgovorna za:

- održavanje jasnog pregleda stanja svih projekata/akcija,
- osiguranje dosljednog standarda kvalitete svih projekata,
- izvješćivanje na dosljedan, standardizirani i lako usporediv način,
- stalno praćenje napretka i brzo uočavanje skretanja od planiranih miljoaka,
- osiguranje brzog poduzimanja korektivne akcije,
- podnošenje redovnih izvješća koordinacijskom odboru (i, ako je potrebno, regulatoru),
- redovno priopćavanje napretka projekata svim članovima uprave i nadzornog odbora kao i svom projektnom osoblju,
- utvrđivanje poveznica sa svim relevantnim institucijama i trgovačkim društvima.

Organizacija za programsko upravljanje obično se sastoji od voditelja projekta, koji je oslobođen redovnih operativnih poslova, središnje jedinice za praćenje provedbe i, po potrebi, nekoliko internih ili vanjskih savjetnika koji djeluju kao provedbena radna skupina u potpori ključnim akcijama.

Vrlo je važno uključiti predstavnike sindikata u fazama osmišljavanja i provedbe. Kad su potrebne dalekosežne preobrazbe s ciljem da se tvrtka učini konkurentnijom, bitno je djelovati brzo i odlučno i da sve uključene strane - uprava, sindikati, nadzorni odbor, dioničari i zaposlenici - djeluju prema istom cilju.

5.3 Provedba u skladu sa zacrtanim putem

Provedba uvijek slijedi neki zacrtani put. Pritom je zacrtana svaka pojedinačna akcija koju valja poduzeti, utvrđen je terminski plan (uključujući rokove završetka svake akcije) te je jasno navedeno tko je odgovoran za pridržavanje i ispunjavanje obveza u svim slučajevima.

Zacrtani put provedbe treba posjedovati logičku strukturu. Sve definirane akcije trebaju biti svrstane u pakete aktivnosti, a svi paketi aktivnosti trebaju biti svrstani u akcijske kategorije. Najučinkovitijom za provedbu u većini se slučajeva pokazala četvorazinska struktura koja se proteže od akcijskih kategorija sve dolje do pojedinačnih

alternative to the defined implementation measures must come across loud and clear.

The absence of top management commitment is the single most common reason why implementation fails.

5.2 A program management organization

A program management organization must be set up specifically to drive the implementation process. This unit is responsible for:

- maintaining a clear overview of the status of all projects/actions,
- guaranteeing a consistent standard of quality across all projects,
- reporting in a consistent, standardized and readily comparable way,
- constantly monitoring progress and quickly spotting deviations from planned milestones,
- ensuring that corrective action is swiftly taken,
- regularly reporting to the Steering Committee (and, where appropriate, to the regulator),
- regularly communicating projects progress to all relevant members of the management and supervisory board and to all project staff,
- defining interfaces to all relevant institutions and companies.

The program management organization usually consists of a project manager who is released from his or her regular operational tasks, a central implementation monitoring unit and, where necessary, a few internal or external consultants serving as an implementation task force to support critical actions.

It is very important to involve the representatives of unions in the conceptual design and implementation phases. Where large-scale transformations are needed to make the company more competitive, it is vital to act quickly and decisively, and for everyone involved - the management, the unions, the supervisory board, the shareholders and the employees - to pull together toward the same goal.

5.3 Implementation in line with a structured implementation roadmap

Implementation always follows an implementation roadmap. This roadmap charts every individual action that needs to be taken, specifies a timeline (including deadlines for the completion of each action, and clearly states who is responsible for compliance and fulfillment in each case.

The implementation roadmap should have a logical structure. All defined actions should be grouped into activity packages. And all activity packages

akcija. Ta struktura održava složenost u razumnim granicama, no ujedno pruža dovoljno dubine kako bi se osiguralo da ne dođe do zamagljenja važnih pojedinosti. U svakom slučaju, ovakav zacrtani put provedbe mora već u idejnoj fazi pružati cjelovitu sliku kako bi se mogla razraditi jedna logička, valjana isplanirana struktura.

Tipičan omjer između akcijskih kategorija, paketa aktivnosti i individualnih akcija jest 1:10:200.

Imenovani rukovoditelji i djelatnici obično su osobno odgovorni za provedbu akcija za koje su zaduženi. Međutim, u kritičnim projektima provedbe također je opravdano tražiti pomoć gore spomenute radne skupine. Takav sustav omogućava organizaciji za programsko upravljanje da pruži koncentriranu potporu u kritičnim fazama u okviru projekta provedbe.

Kritične faze su one faze o kojima ovisi uspjeh cijele provedbe te su obično u izrazitoj međuovisnosti s drugim fazama i akcijama. Takvim ključnim aktivnostima treba upravljati uz strogo poštovanje rokova čak kad se program odvija na vrijeme. Istodobno, sve akcije koje značajno zaostaju iza prvotnog roka provedbe također automatski postaju kritične.

5.4 Praćenje provedbe

Za kompleksne provedbene projekte uputno je raditi s nekim središnjim programom za vođenja projekta. Dva su glavna razloga zašto se preporučuje takvo sredstvo. Prvo, ono omogućava središnje pohranjivanje provedbenog statusa za svaku akciju. Drugo, u svako se vrijeme mogu izraditi ažurirana, standardizirana izvješća o napretku provedbe. Ta se izvješća mogu temeljiti na akcijama (ili skupinama aktivnosti/akcijskim kategorijama), određenim rukovoditeljima/djelatnicima ili raznim kriterijima, poput hitnosti, itd.

Uz zadovoljavajuće ispunjavanje svih tih svrha, primjenjeni program također bi trebao:

- omogućiti da složeni projekti budu strukturirani jasno i detaljno,
- poduprijeti transparentno akcijsko upravljanje,
- snažno integrirati zainteresirane strane u tim za praćenje projekta,
- pružati pristup svim informacijama značajnima za projekt,
- minimalizirati potrebu za obukom,
- biti jednostavan za konfiguriranje i prilagodbu,
- integrirati širok raspon korisnika/članova timova širom grupe,
- maksimalizirati sigurnost podataka zahvaljujući snažnom sustavu kontrole pristupa,

should be grouped into action categories. In most cases, a four-tiered structure drilling down from action categories to individual actions has proven to be most efficient for implementation. This structure keeps complexity within reasonable limits but provides sufficient depth to make sure that important details are not obscured. Whatever the case, this kind of implementation roadmap must deliver a big-picture view as early as the conceptual development phase so that a logical, well-planned structure can be fleshed out.

A typical ratio between action categories, activity packages and individual actions is 1:10:200.

Usually, the designated managers and employees are personally responsible for implementation of the actions assigned to their charge. However, in critical implementation projects, it also makes sense to call in the task force referred to above. Such a system allows the program management organization to deliver sharply focused coaching support for critical steps within the implementation project.

Critical steps are those steps on which the success of the entire implementation depends, and are normally heavily interdependent with other steps and actions. Such key activities must be managed very tightly even when programs remain on schedule. At the same time, any actions that significantly lag behind the original implementation time frame also automatically become critical.

5.4 Implementation monitoring

For complex implementation projects, it is advisable to work with a central project management tool. There are two main reasons why we recommend such a tool. One is that it permits central storage of the implementation status for each action. The other is that up-to-date, standardized reports on implementation progress can be generated at any time. These reports can be based on actions (or activity groups/action categories), specific managers/employees or various criteria such as urgency, etc.

While satisfactorily serving all these purposes, a professional tool should also:

- permit complex projects to be structured clearly and in detail,
- support transparent action management,
- strongly integrate project stakeholders in the project monitoring team,
- provide access to all information of relevance to the project,
- minimize the need for training,

- pružiti pregled cijele strukture projekta kojim se može dospjeti do pojedinačnih koraka prema područjima odgovornosti, rokovima i utjecaju,
 - olakšati standardno izvješćivanje (temeljeno na nekoj regulacijskoj funkciji):
 - radi brzog utvrđivanja devijacija,
 - radi brzog pokretanja korektivne akcije,
 - analizirati nepokrivena područja i time utvrditi i procijeniti akcije (odnosno akcijske pakete) za koje pojedinačni zaposlenici još nisu zaduženi,
 - poduprijeti kvantitativno mjerenje ispunjavanja ciljeva.
- be easy to configure and customize,
 - integrate a wide range of users/team members from across the group,
 - maximize data security thanks to a powerful access control system,
 - provide an overview of the whole project structure that can be drilled down into single steps according to areas of responsibility, deadlines and impact,
 - facilitate standard reporting (based on a traffic light function):
 - to rapidly identify deviations,
 - to swiftly initiate corrective action,
 - analyze gaps and thereby identify and assess any (packages of) actions that have not yet been assigned to individual staff members,
 - support the quantified measurement of target compliance.

5.5 Omogućavanje promjene kulture

Ako se uistinu želi da preobrazba javnog poduzeća funkcionira, ako se uistinu želi da dođe do trajne promjene, onda to obično iziskuje i promjenu stanja duha. Drugim riječima, također se mora usporedno mijenjati kultura tvrtke.

Prije liberalizacije tržišta opskrba kućanstava i industrije električnom energijom smatrala se temeljnim pravom građana i nečim što je samo po sebi razumljivo. Pitanja poput tehničke izvrsnosti zauzimala su najviše mjesto u razmišljanjima direktora javnih poduzeća. Međutim, na dereguliranom tržištu električna energija i plin su roba koja se može kupiti od najpouzdanijeg i cjenovno najpovoljnijeg dobavljača - pa i od stranog dobavljača. Prema tome, i stanje duha u javnoj tvrtki i stil upravljanja moraju postupno odstupati od isključiva usmjerenja na proizvodnju i tehnologiju i razvijati se u smjeru tržišta i potrošača. Nužna je, dakle, promjena od razmišljanja u znaku ponude prema razmišljanju u znaku potražnje.

Promjena kulture treba započeti odozgo prema dolje. Povezano, i uprava i djelatnici moraju promijeniti način na koji doživljavaju potrebe potrošača. Promjena kulture može se pospješiti selektivnim angažiranjem vanjskih menadžera i djelatnika modernijih nazora. Istodobno valja pokrenuti program obuke i program upravljanja promjenama. Jednako je važno izraditi plan razvoja ljudskih resursa, uključujući uvođenje radnih poticaja i snažan naglasak na visoko perspektivnim kadrovima [6].

Od središnje važnosti za program upravljanja promjenama jest potreba da se promjene ugrade u operativne procese prije njihove provedbe. Najbolji način da se to učini jest organizirati niz radionica uz sudjelovanje interdisciplinarnih timova iz različitih odjela pod vodstvom moderatora. Za takvo vođenje preporuča se koristiti vanjske

5.5 Facilitation of cultural change

If the transformation of a utility company is really to work, if lasting change is really to happen, this usually also demands a change of mindset. In other words, the corporate culture too must change in parallel.

Before the market was liberalized, the provision of electricity to households and industry is seen as a basic right of citizens and was more or less taken for granted. Issues such as technical excellence were uppermost in the minds of utility managers. In a deregulated market, however, electricity and gas are goods that can be bought from the most reliable and price-efficient provider - even from foreign suppliers. It follows that both the corporate mindset and the management style must gradually depart from a pure focus on production and technology and evolve in the direction of market and customer orientation. A change from supply-side thinking to demand-side thinking is thus necessary.

Cultural change should begin from the top down. However, both management and the workforce must change the way they perceive customer needs. Cultural change can be assisted by selectively grafting in outside managers and employees who have a more modern outlook. At the same time, a training program and a change management program must also be initiated. It is equally important to formulate a human resources development plan, including the introduction of performance incentives and a strong focus on high potentials [6].

Central to the change management program is the need to embed changes in operational processes before they are implemented. The best way to do this is to organize a series of workshops involving

konzultante jer oni će biti objektivniji, nisu im bliske eventualne napetosti između različitih funkcija te su tako u stanju radionice stručno pripremiti, voditi i dokumentirati.

5.6 Dobro planirana komunikacija

Nedostatak komunikacije vrlo je često glavni razlog zašto se i djelatnici i rukovoditelji opiru promjenama. Strahovanja za sigurnost radnog mjesta i nepoznavanje svrhe promjene često će dovesti do potpunog odbacivanja promjena. Tako nastaje otpor u procesu provedbe koji ponekad može ugroziti cijeli projekt.

Stoga strategija komunikacije mora predvidjeti takve osjećaje nesigurnosti i straha i s njima se pozabaviti prije nego što oni uopće dođu do izražaja. Komunikacija obično počinje na razini uprave u vezi s organiziranjem vođenja programa, a svrha i ciljevi promjene trebaju se sustavno širiti unutar organizacije.

Prvi se korak sastoji u održavanju radionica s uključenim rukovoditeljima. Ti rukovoditelji bi zatim trebali održati radionice sa svojim djelatnicima. Ovo nazivamo multiplikativnim ili kaskadnim efektom. Nakon toga širom organizacije mora uslijediti kontinuirani protok informacija. Jedna radionica nikada nije dostatna. Preporuča se niz radionica.

Ovaj proces može biti popraćen raznovrsnim komunikacijskim aktivnostima. Iskustvo pokazuje da je veoma korisno izraditi prepoznatljiv logotip i marku za fazu preobrazbe i time pružiti vizualni fokus cijelog projekta promjene. Nadalje, redovno izdavanje novina ili časopisa može imati izuzetan učinak. Tim medijem izvješćuje se o promjenama, ističu se početni uspjesi, donose se razgovori s direktorima i djelatnicima koji su odgovorni za promjene, itd.

U okviru drugih popratnih aktivnosti može se osnovati neka namjenska sekcija na intranetu tvrtke i/ili se mogu organizirati forumi i klubovi koji bi ljude okupili radi rasprave o napretku i problemima.

U nekim politički osjetljivim projektima može biti uputno organizirati visokostručnu vanjsku novinarsku suradnju. Isto se odnosi na redovnu i organiziranu komunikaciju s nadzornim odborom i s dioničarima.

interdisciplinary teams from different departments under the coaching of a moderator. It is advisable to use external consultants for this coaching, as they are better able to be objective, are unaware of any tension between different functions, and can professionally prepare, moderate and document the workshops.

5.6 Well-planned communication

Very often, lack of communication is a key reason why employees and managers alike resist change. Fears about job security and ignorance of the purpose of change can frequently lead to wholesale rejection of changes. Friction thus arises in the implementation process and can sometimes jeopardize the entire project.

The communication strategy must therefore anticipate and address these insecurities and fears before they are even expressed. Communication usually begins at the top management level in conjunction with the program management organization. Once the decision has been taken to go ahead with implementation, the purpose and objectives of change should be spread systematically within the organization.

The first step is to conduct workshops with the managers concerned. These managers should then hold workshops with their own employees. This is what we call the multiplier or cascade effect. After that, a continuous stream of information must flow throughout the organization. One workshop is never enough. A series of workshops is recommended.

A variety of communication activities can support this process. Experience shows that it is very useful to design a distinctive logo and brand for the transformation phase to provide a visual point of focus for the entire change project. In addition, producing a regular project newsletter or magazine can be singularly effective. This medium should report on changes, highlight initial successes, reproduce interviews with the managers and employees responsible for change, and so on.

Other useful supporting activities can involve setting up a dedicated section on the company's intranet and/or organizing forums and clubs where people get together to discuss progress and problem issues.

In some politically sensitive projects, it may be advisable to organize very professional external press work. The same goes for regular and organized communication with the supervisory board and the shareholders.

6 ZAKLJUČAK

U ovom članku daje se prikaz iskušanog pristupa uspostavi inovativne organizacije upravljanja i kreiranju procesa upravljanja kakvi su potrebni na današnjim dinamičnim tržištima. S obzirom na izazove koji stoje pred hrvatskim sektorom javnih usluga, svakom se sudioniku na tržištu savjetuje da razmotri mogućnost usvajanja ovog ili sličnog pristupa s ciljem osiguranja snažnog konkurentnog položaja za budućnost.

Kako bi ostala konkurentna u kontekstu poremećenih uvjeta na tržištu, javna poduzeća moraju odlučno razvijati posebnu stručnost koju će trebati za izradu i provedbu odgovarajućih modela upravljanja. Budući da mnogi sudionici na tržištu neće imati drugog izbora do promijeniti svoje organizacije, moraju se također pripremiti za profesionalno upravljanje procesom promjena.

Iskustvo s vlastitim projektima za razna javna poduzeća u zapadnoj, srednjoj i istočnoj Europi naučilo nas je niz važnih lekcija. Preobrazba je bila najuspješnija ondje gdje je uprava poduzeća shvaćala promjene što se zbivaju na tržištu i odlučila djelovati brzo i odlučno kako bi razvila jasnu strategiju za liberalizaciju tržišta. Uprava također mora shvatiti važnost da se s dioničarima (odnosno s vladom) povede konstruktivna i napredna rasprava o budućnosti njihova poduzeća. Od presudne je važnosti da uprava također mora aktivno utjecati na razvoj tržišta umjesto da dopusti da tržište (a obično i nastupanje stranih javnih tvrtki) određuje razvoj njihove tvrtke.

Kako bi mogle do kraja ustrajati, javne tvrtke moraju shvaćati promjene koje će deregulirana tržišta sa sobom neminovno donijeti. One na te promjene moraju gledati i kao na izvanrednu mogućnost rasta. Nema nikakva opravdanja da tvrtke, zastrašene opasnostima i rizicima što stoje pred njima, zabiju glavu u pijesak i odbiju poduzeti mjere pripreme za promjene.

Hrvatskim javnim poduzećima sada se otvaraju brojne i veoma konkretne mogućnosti. Tu je u prvom redu prilika da poduzeća usvoje najbolju međunarodnu praksu te stvore učinkovite, djelotvorne organizacijske strukture. Drugo, s takve pozicije snage javna će poduzeća biti u stanju potražiti međunarodne mogućnosti rasta u okolnim tržištima. Treće, tvrtke koje posluju u ovoj relativno maloj zemlji mogu aktivno potražiti strateškog partnera koji će poduprijeti njihov daljnji rast uz istodobno zadržavanje kontrole nad vlastitom sudbinom.

6 CONCLUSION

This article outlines our proven approach to setting up a cutting-edge management organization and creating the management processes that are needed by today's dynamic markets. Given the challenges that lie ahead of the Croatian utilities sector, every market player would do well to consider adopting this or a similar approach to secure a strong competitive position for the future.

To stay competitive in a context of disruptive market conditions, utility companies must decisively build up the specific expertise that they will need to design and implement adequate management models. Since many market players will have no choice but to transform their organizations, they must also prepare to manage the change process professionally.

Experience of our own projects for various utility companies in Western, Central and Eastern Europe has taught us a number of important lessons. Transformation has been most successful where the management of these companies understood the changes taking place in the market and determined to act quickly and decisively to develop a clear strategy for market liberalization. Top management must also grasp the importance of involving the shareholders (i.e. governments) in a constructive, forward-looking discussion of their company's future. Crucially, they must also actively drive market development rather than allowing the market (and usually the advent of foreign utility companies) to drive the development of their company.

To stay the course, utility companies must understand the changes that deregulated markets will inevitably bring. But they must also see these changes as a tremendous opportunity to grow. There is no reason whatsoever for companies, frightened by the dangers and hazards ahead, to bury their head in the sand and refuse to take action to prepare for change.

Numerous very real opportunities are now presenting themselves to Croatia's utilities. The first is the chance to bring companies into line with international best practices and create efficient, effective organizational structures. Second, from this position of strength, utilities will be able to pursue international growth opportunities in surrounding markets. Third, companies operating in this comparatively small country can actively seek a strategic partner to support their own further growth while retaining control of their destiny for themselves.

Načela predstavljena u ovome članku mogu pomoći svakom javnom poduzeću da na najbolji način iskoristi tržišne promjene koje će sigurno nastupiti svidalo se to njima ili ne - te da te promjene okrenu u vlastitu korist.

The principles outlined in this article can help any utility company to make the most out of the market changes that will happen whether they like them or not - and to turn these changes to their own advantage.

LITERATURA / REFERENCES

- [1] ANDERSON, L.K., SOLLENBERGER, H.M., Managerial Accounting, South Western Publishing Co., Cincinnati, Ohio, 1992.
 - [2] KAPLAN, R.S., NORTON, D.P., The Balanced Score Card: Translating Strategy into Action, Boston, Harvard Business School Press, 1996.
 - [3] BOETZL, S., SCHWILLING, A., Managing for Value: Successful Strategies for Creating Company Value, Capstone Publishing Limited, Oxford Centre for Innovation, 1999.
 - [4] BROWN, J.L., HOWAR, R.L., Managerial Accounting and Finance, Longman Group UK Ltd., London, 1989.
 - [5] GAITANIDES, M., Process Organisation, Munich, 1994.
 - [6] ROLAND BERGER STRATEGY CONSULTANTS, Study on perspectives of leadership in CEE, 2003.
-

Uredništvo primilo rukopis:
2006-07-10

Manuscript received on:
2006-07-10

Prihvaćeno:
2006- 07-20

Accepted on:
2006-07-20

Napomena: Roland Berger Strategy Consultants jedna je od vodećih svjetskih konzultantskih tvrtki koja savjetuje velika međunarodna poduzeća iz industrijskog i uslužnog sektora te javne institucije oko svih pitanja poslovnog upravljanja - od strategije do novih poslovnih procesa i struktura. Sa svoja 32 ureda prisutni su u 23 zemalje širom svijeta. Gradeći na svojem europskom nasljeđu, stvorili su široku prisutnost u srednjoj i istočnoj Europi gdje trenutno imaju sjedišta devet ureda.

Note: Roland Berger Strategy Consultants is one of the world's leading strategy consulting firms. They advise major international industry and service enterprises as well as public institutions on all issues of business management - from strategy to new business processes and structures. Their 32 offices give a presence in 23 countries worldwide. Building on their European heritage, they now have a large footprint in Central and Eastern Europe, where nine of their offices are currently based.

HRVATSKA I TRGOVANJE ELEKTRIČNOM ENERGIJOM U SREDNJOJ EUROPI CROATIA AND ELECTRICITY TRADING IN CENTRAL EUROPE

Dr. sc. Jozsef Balogh, EDF Trading, Central European Team, 71, High
Holborn, London, WC1V 6ED, Velika Britanija
Jozsef Balogh, PhD, EDF Trading, Central European Team, 71, High
Holborn, London, WC1V 6ED, United Kingdom

Članak će raspravljati o trgovanju električnom energijom u srednjoj Europi, s posebnim naglaskom na Hrvatsku. Hrvatska je terminalno i tranzitno središte: jedinstvena kombinacija na srednjoeuropskom tržištu električne energije. Objasniti će se kako aukcije prekograničnog kapaciteta utječu na cijene na tržištu električne energije srednje Europe. Slijedi rasprava o najvažnijim čimbenicima koji su značajni za hrvatsku strategiju trgovanja električnom energijom. Konačno, članak će opisati aktualni postupak tendera za električnu energiju HEP-a i dati neke preporuke kako se to može poboljšati u budućnosti.

This article will discuss electricity trading in Central Europe, with particular emphasis on Croatia. Croatia is a terminal and also a transit hub: a unique combination on the Central European electricity market. It will be explained how cross-border capacity auctions influence prices on the Central European electricity market, followed by a discussion about the most important factors that are significant for Croatia's electricity trading strategy. Finally, the article will describe the current HEP electricity tendering process and make some recommendations for possible improvements in the future.

Ključne riječi: propisi u Hrvatskoj, srednjoeuropsko tržište električne energije, trgovanje električnom energijom

Key words: Central European electricity market, electricity trading, regulation in Croatia



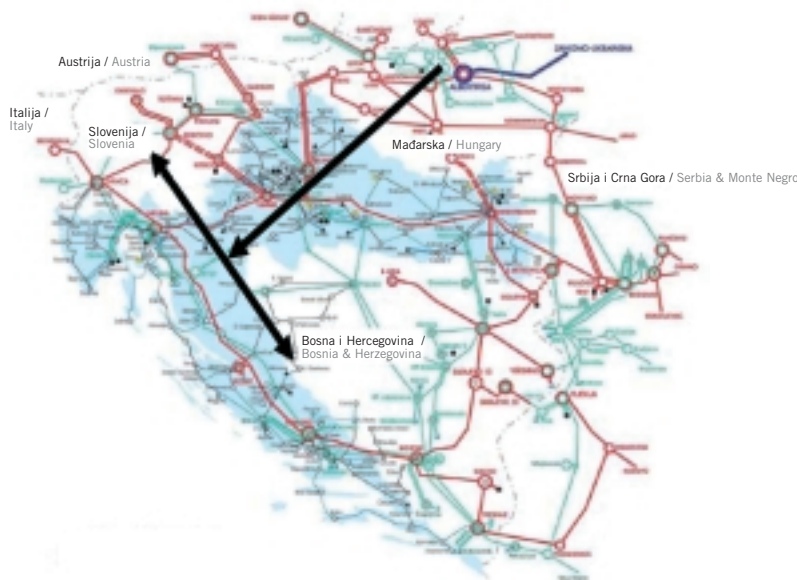
1 UVOD

Hrvatska je T-čvorište na srednjoeuropskom tržištu električne energije: Jadran je prirodna granica toka od sjevera prema jugu, a Hrvatska je veći tranzitni koridor od istoka prema zapadu zbog svog izvrznog položaja između bivše zone UCTE II i Slovenije (slika 1).

1 INTRODUCTION

Croatia is a T-junction in the Central European electricity market: the Adriatic is the natural boundary for the north to south flow, and Croatia is also a major east to west transit corridor, given its excellent location between the former UCTE II zone and Slovenia (Figure 1).

Slika 1
Hrvatsko T - čvorište
Figure 1
The Croatian T-
Junction



Prema transportnoj terminologiji, Hrvatska je terminalno i tranzitno središte: jedinstvena kombinacija na srednjoeuropskom tržištu električne energije. Ovaj će kratki članak vrlo malo reći o tome kako ovo T - čvorište radi interno, pokušat će pojasniti ulogu koju Hrvatska ima ili bi mogla imati u nastajućem srednjoeuropskom tržištu električne energije.

To borrow terms from the transport industry, Croatia is a terminal and also a transit hub: a unique combination on the Central European electricity market. This brief article will say very little about how this T-junction functions internally, it will attempt to highlight what roles Croatia does or could play on the emerging Central European power market.

2 SREDNJOEUROPSKO TRŽIŠTE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Dok političari i povjesničari desetljećima raspravljaju postoji li nešto kao Srednja Europa, u sektoru električne energije područje koje pokrivaju (od sjevera prema jugu): Poljska, Češka, Austrija, Slovačka, Mađarska, Slovenija i Hrvatska jasno je postavljeno kao izdvojeno područje. Glavne značajke koje razlikuju srednjoeuropsko tržište električne energije od tržišta Njemačke i Italije, ili od njihovih južnih (jugoistočna Europa) i istočnih (Rusija i Ukrajina) susjeda mogu se sažeti u slijedećem:

- neto izvoznici u Njemačku i Italiju,
- neto uvoznici iz jugoistočne Europe, posebno od Natsionalne Elektricheske Kompanie (NEK),

2 THE CENTRAL EUROPEAN ELECTRICITY MARKET

Although politicians and historians have been debating for decades whether there is such a thing as Central Europe, in the electricity sector the area from north to south encompassing: Poland, the Czech Republic, Austria, Slovakia, Hungary, Slovenia and Croatia has clearly established itself as an independent region. The main characteristics that set the Central European electricity market apart from its German and Italian, or from its southern (South Eastern European) and eastern (Russian and Ukrainian) neighbours may be summarized as follows:

- net exporter to Germany and Italy,
- net importer from South East Europe, especially from the Natsionalna Elektricheska Kompania (NEK),

- nisu sinkronizirani s energetske sustavom Rusije i Ukrajine, ograničena razmjena energije između UCTE i UES moguća je samo preko izdvojenih područja, od kojih je najveće Bursthyn u zapadnoj Ukrajini,
- što se tiče korištenja zajmova i upravljanja rizicima, srednjoeuropsko tržište električne energije manje je razvijeno od njihovih zapadnih susjeda, ali je svjesnije po pitanju zajmova i rizika od jugoistočne Europe ili Rusije i Ukrajine, i konačno
- Austrija je poseban slučaj - elektroindustrija te zemlje bitno se razlikuje od poljskog, češkog, slovačkog, mađarskog, slovenskog i hrvatskog tržišta. U ovom članku Austrija će stoga biti zanemarena.
- not synchronized with the Russian and Ukrainian power systems, limited exchange of power between the UCTE and UES via islands only, the largest being Bursthyn in the Western Ukraine,
- as far as credit and risk management are concerned, the Central European electricity market tends to be less developed than its Western neighbours, but has a higher awareness of credit and risk requirements than South East Europe or Russian and Ukraine, and finally
- Austria is a special case - the electricity industry of this country is fundamentally different from the Polish, Czech, Slovak, Hungarian, Slovenian and Croatian markets. For the purposes of this article, Austria will be ignored.

Što se tiče raspoloživosti električne energije u srednjoj Europi, Poljska i Češka imaju višak proizvodnih kapaciteta, dok Mađarska, Slovenija i Hrvatska nemaju dovoljno izvora. Pozicija Slovačke se mijenja: Slovenske Elektranne (SE) ranije su bile neto izvoznik, ali nakon predloženog zatvaranja nuklearne elektrane Jaslovske Bohunice Slovačka bi mogla uvoziti električnu energiju.

Moglo bi se očekivati da će energija teći od Poljske i Češke prema Mađarskoj, Sloveniji i Hrvatskoj. U praksi, situacija je malo kompliciranija. Prodaja Mađarskoj, Sloveniji i Hrvatskoj je drugi najbolji izbor za poljske i češke proizvođače: kad bi imali izbora, sav višak proizvedene električne energije u srednjoj Europi bio bi izvezen na zapad. Ali točke prelaza granice između srednje Europe i njihovih susjeda vrlo su zakrčene - budući izvoznici moraju osigurati pravo prelaska granice za pristup lukrativnim njemačkim i talijanskim tržištima električne energije. Prekogranične naknade su u posljednje vrijeme porasle do neočekivane razine. Na primjer, 2006. su godišnje prekogranične naknade iz Poljske u Njemačku bile veličine gotovo kao sama cijena električne energije u Poljskoj. Visoke prekogranične naknade znače da nešto električne energije neće naći put do njemačkih i talijanskih izvoznih tržišta. Ta preostala energija nudi se mađarskim, slovenskim i hrvatskim kupcima. Stoga su aukcije prekograničnog kapaciteta (prekogranične aukcije) glavni čimbenik u cijeni na srednjoeuropskom tržištu električne energije.

U savršenim tržišnim uvjetima, cijene će na mađarskom i hrvatskom tržištu pasti kada su izvozni kapaciteti prema Njemačkoj i Italiji ograničeni. Kada poljski i češki proizvođači ne mogu pristupiti zapadnoeuropskim tržištima, prodavat će drugoj najboljoj skupini mađarskih, slovenskih i hrvatskih kupaca. Ali srednjoeuropsko tržište električne energije za sada nije savršeno.

As far as the Central European electricity balance is concerned, Poland and the Czech Republic have excess generation capacities, while Hungary, Slovenia and Croatia have insufficient generation. Slovakia's position is changing: Slovenske Elektranne (SE) was a net exporter in the past but after the proposed decommissioning of the Jaslovske Bohunice nuclear station, Slovakia might have to import electricity.

One would expect that power would flow from Poland and the Czech towards Hungary, Slovenia and Croatia. In practice, the situation is slightly more complex. Selling to Hungary, Slovenia and Croatia is the second best option for the Polish and Czech producers: if they had a choice, all excess power generated in Central Europe would be exported to the West. However, cross-border points between Central Europe and its neighbours are heavily congested. Would-be exporters must secure cross-border rights to access the lucrative German and Italian electricity markets. Cross-border fees have recently spiked to unexpected levels. For example, the 2006 annual cross-border fees from Poland to Germany were almost as expensive as the electricity itself in Poland. High cross-border fees mean that some electricity will not find its way to the German and Italian export markets. It is this power that is left behind which is offered for sale to the Hungarian, Slovenian and Croatian buyers. This is why cross-border auctions are the main price drivers on the Central European electricity market.

Under perfect market conditions, prices on the Hungarian and Croatian electricity markets would come down when export cross-border capacities towards Germany and Italy are constrained. If the Polish and Czech producers were unable to access the Western European markets, they would sell to the second-best group of Hungarian, Slovenian and Croatian buyers. However, the Central European electricity market does not seem to be perfect for

Jedan od nezgodnih sporednih učinaka novih prekograničnih aukcija [1] je da Poljska u pravilu izvozi samo u Njemačku. Iz Poljske prema Češkoj i Slovačkoj nema godišnjih izvoznih kapaciteta, a vrlo su ograničeni i mjesečni izvozni kapaciteti. Ukratko, Poljska više ne konkurira češkim i slovačkim proizvođačima na srednjoeuropskom tržištu električne energije. Gornje promjene u raspodjeli prekograničnih kapaciteta, te predložena dekomisija nuklearnih jedinica u Slovačkoj, ne povećavaju prodajnu konkurenciju na srednjoeuropskom tržištu električne energije. U prošlosti su mađarski, slovenski i hrvatski kupci mogli birati između poljskih, čeških, slovačkih i ukrajinskih prodavača. Popis je postao manji: Poljska i Slovačka su ispale, ostavljajući Češku kao jedinog većeg izvoznika energije na srednjoeuropskom tržištu električne energije. To može oslabiti odnos između a) količine raspoloživog prekograničnog kapaciteta za izvoz i b) cijena u Mađarskoj, Sloveniji i Hrvatskoj.

Aukcije prekograničnih kapaciteta ne utječu samo na cijene, već i na vrstu proizvoda koji se aktivno prodaju. Aukcije operatora sustava su za godišnje, mjesečne i dnevne kapacitete - sukcesivno, srednjoeuropskom električnom energijom trguje se na osnovi godine, mjeseca i dana - unaprijed. Svatko tko želi trgovati električnom energijom na a) duže razdoblje, na primjer na osamnaest mjesечно razdoblje, ili b) kraća razdoblja, kao tjedno ili samo po dnevnim blokovima, preuzet će dopunske prekogranične rizike: trgovina će se ili a) proširiti na razdoblje za koji trgovac neće moći osigurati prekogranični kapacitet, ili b) neće moći u cijelosti iskoristiti prekogranični kapacitet. A to je trenutak kada mogu porasti napetosti između onoga što bi trgovci htjeli napraviti i onoga što bi njihovi kupci zapravo željeli.

Na primjer, financijska godina u nekim tvrtkama, uključivo najveće povlaštene kupce u srednjoj Europi, ne traje od siječnja do siječnja. Ove tvrtke kupovat će električnu energiju za njihovu financijsku godinu koja ne odgovara shemi prekograničnih aukcija od siječnja do siječnja. Hoće li ti kupci dobiti najbolju moguću cijenu? Vjerojatno ne - trgovci podešavaju svoje ponude tako da pokriju dopunske rizike, za na primjer, travanj - ožujak, prema siječanj - prosinac, razdoblju isporuke. Nije čudo što neki kupci vjeruju da im je bilo bolje za vrijeme starog načina: bez nominacije, bez troškova neravnoteže, bez prekograničnih naknada.

Ukratko, srednjoeuropsko tržište električne energije dvostruko je fragmentirano:

- **geografska fragmentacija:** srednjoeuropsko tržište električne energije sastoji se od velikog

the time being. One of the unfortunate side effects of the new cross-border auctions [1] is that, as a rule, Poland exports solely to Germany. There is no annual capacity and very limited monthly export capacity from Poland towards the Czech Republic and Slovakia. In short, Poland no longer competes against Czech and Slovak producers on the Central European electricity market. The aforementioned changes in the allocation of cross-border capacity, together with the proposed decommissioning of the nuclear units in Slovakia, do not increase the sell-side competition on the Central European electricity market. In the past, Hungarian, Slovenian and Croatian buyers could choose among Polish, Czech, Slovak and Ukrainian sellers. The list is getting shorter: Poland and Slovakia are out, leaving the Czech Republic as the only major exporter of power on the Central European electricity market. This may weaken the correlation between a) the amount of available cross-border capacity for export and b) prices in Hungary, Slovenia and Croatia.

Cross-border capacity auctions not only influence prices but also the kind of products actively traded. The system operators auction off annual, monthly and daily capacities. Accordingly, Central European electricity is traded on a year-ahead, month-ahead and day-ahead basis. Anyone who wants to trade electricity for a) a longer term, e.g., an eighteen month period, or b) shorter periods, such as weekly or only blocks of the day, will assume extra cross-border risks: either the trade will a) extend to a period for which the trader could not possibly secure cross-border capacity or b) not fully utilise the cross-border capacity. This is where tension between what traders would prefer to do and what their customers actually want tends to arise.

For example, the financial year of some companies, including the biggest eligible customers in Central Europe, does not run from January to January. These companies will buy electricity for their financial year which does not correspond to the January to January pattern of the cross-border auctions. Will such customers get the best possible price? It is unlikely. Traders adjust their offers to cover the extra risk, for example, April to March, as opposed to the January to December supply period. No wonder some eligible customers believe that they were better off during the old regime: no nomination, no imbalance charges, and no cross-border fees.

In short, the Central European electricity market is doubly fragmented:

- **geographical fragmentation:** the Central European electricity market consists of a

broja zemalja, no svaka nema baš veliki portfolio i

- **vremenska fragmentacija:** električna energija prodaje se kao standardni proizvod (godinu, mjesec, dan unaprijed) kako je određeno primjenljivim pravilima aukcije.

Svatko tko može najučinkovitije a) prebaciti električnu energiju između dvije točke koje su odvojene aukcijom i b) pretvoriti standardne, prekogranične proizvode u profile koji pokrivaju stvarne potrebe kupca, dobiva. Većina električne energije prodaje se izravno između prodavača i kupaca a ne preko burze električne energije. Premda Poljska, Češka, Rumunjska i Slovenija imaju vlastite burze električne energije, veličine prodaje su male, a neki trgovci imaju ograničeno povjerenje u cijene koje te burze objavljuju. Stvaranje regionalne burze električne energije već je neko vrijeme na dnevnom redu. No, gore spomenuta geografska fragmentacija srednjoeuropskog tržišta električne energije čini nemogućim ostvarenje jednog ugovora za električnu energiju od Poljske do Mađarske.

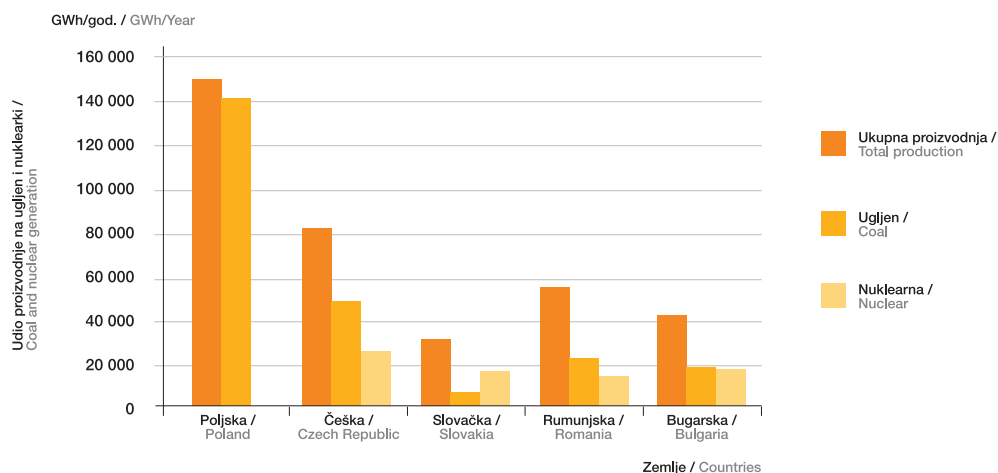
Završna točka koju ovdje treba spomenuti je da srednjoeuropsko tržište električne energije nema dovoljno fleksibilni proizvodni kapacitet. Dominantni poljski i češki prodavači imaju nuklearke i elektrane na ugljen: odlični pogoni za temeljno opterećenje, ali te proizvodne jedinice nude ograničenu fleksibilnost. Samo Rumunjska i Mađarska koriste značajne količine zemnog plina, najboljeg izvora primarne energije za pogone za vršna opterećenja.

large number of countries but each has a not particularly huge portfolio and

- **time fragmentation:** electricity is traded in standard products (year-ahead, month-ahead, day-ahead), as determined by the applicable auction rules.

Whoever can most efficiently a) transfer electricity between two points that are separated by auctions and b) turn the standard, cross-border products into profiles covering the actual customer demands, wins. The vast majority of electricity is directly traded between sellers and buyers and not via power exchanges. Although Poland, the Czech Republic, Romania and Slovenia have domestic electricity exchanges, the traded volumes are low and some traders have limited confidence in the clearing prices that the above-mentioned exchanges are publishing. The establishment of a regional electricity exchange has been on the agenda for awhile. Nevertheless, the aforementioned geographical fragmentation of the Central European electricity market makes it impossible to launch a single electricity contract that would be in demand from Poland to Hungary.

The final point to be noted here is that the Central European electricity market does not have a sufficiently flexible generation capacity. The dominant Polish and Czech sellers operate coal and nuclear stations: excellent base-load plants, but these generation units offer limited flexibility. Only Romania and Hungary are burning substantial quantities of natural gas, the best source of primary energy for peaking plants.



Slika 2
Udio proizvodnje na ugljen i nuklearke u srednjoj Europi, Rumunjskoj i Bugarskoj [2]
Figure 2
The Share of Coal and Nuclear Generation in Central Europe, Romania and Bulgaria [2]

Kako se srednjoeuropsko tržište električne energije sve više liberalizira, nedostatak fleksibilne proizvodnje električne energije sve više će biti problem. Na primjer, uvođenje dva razdoblja

As the Central European electricity market continues to be liberalised, the lack of flexible power generation will be more of a problem. For example, the introduction of two super-peak periods

maksimalnih vršnih opterećenja (08.00 - 14.00 i 18.00 - 21.00) u Mađarskoj naglasilo je činjenicu da Magyar Villamosenergia-ipari Rendszerirányító (MAVIR), ima poteškoća uravnotežiti električni sustav tijekom jutarnjih i večernjih vršnih opterećenja. Nedostatak fleksibilnosti smanjuje likvidnost na srednjoeuropskom tržištu električne energije: prodavači teže nuditi iste, standardne proizvode, dok bi kupci i trgovci htjeli kupiti samo neke sate ili profile. Kao što će biti kasnije raspravljeno, ovaj nedostatak fleksibilnosti na srednjoeuropskom tržištu električne energije stvara zanimljive mogućnosti za Hrvatsku.

Kao sažetak, srednjoeuropsko tržište električne energije upravljano je prekograničnim aukcijama, to je fragmentirano tržište, ograničene fleksibilnosti. Oni trgovci koji mogu dobiti energiju od većeg broja potencijalnih dobavljača i uključiti veći izbor granica, imaju izgleda za uspjeh.

3 HRVATSKA I SREDNJO-EUROPSKO TRŽIŠTE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Nakon ovog kratkog pregleda srednjoeuropskog tržišta električne energije, vrijeme je da se usredotočimo na Hrvatsku. Kako se hrvatsko T - čvorište povezuje s ostalim sudionicima na srednjoeuropskom tržištu električne energije? Glavne značajke hrvatskog elektroenergetskog sektora raspraviti će se u narednom tekstu.

3.1 Stalne značajke

Ovdje je najvažnija točka jedinstveni **geografski položaj** Hrvatske. Kako je spomenuto u uvodu, Hrvatska je i terminalno i tranzitno središte. Očekivalo bi se da zemlja s takovim strateškim položajem ima aktivnu ulogu u oblikovanju tranzitne politike za električnu energiju u regiji. Nažalost, to nije slučaj: Hrvatska nije član koordinacijskog tijela europskih operatora sustava (ETSO) [3]. Što se tiče ETSO-a, Hrvatska je obodna zemlja i na snazi je izvozna pristojba kada se električna energija iz Hrvatske izvozi njezinim ETSO susjedima, Sloveniji ili Mađarskoj. No nema slične pristojbe kada se električna energija uvozi u Hrvatsku. Čini se da ova razlika naglašava terminalnu prirodu hrvatskog elektroenergetskog sektora: u Hrvatsku se može uvoziti besplatno, ali se mora platiti izvozna pristojba kada se električna energija izvozi iz Hrvatske.

Iz hrvatskog ne-članstva u ETSO - proizlazi i slijedeći kuriozitet: istovremeni ulaz i izlaz električne energije na dvije granične točke (tranzit)

(8 a.m. to 2 p.m. and 6 p.m. to 9 p.m.) in Hungary highlighted the fact that Magyar Villamosenergia-ipari Rendszerirányító (MAVIR), may find it difficult to balance the electricity system during the morning and evening peaks. The lack of flexibility reduces liquidity in the Central European electricity market: sellers tend to offer the same, standard products, while eligible customers and traders would like to buy certain hours or profiles only. As will be discussed later, this lack of flexibility on the Central Europe electricity market creates an interesting opportunity for Croatia.

To summarise, Central European electricity market is a cross-border, auction-driven and fragmented market, with limited flexibility. Those traders who can source power from a wider range of potential suppliers involving a wider range of borders tend to succeed.

3 CROATIA AND THE CENTRAL EUROPEAN ELECTRICITY MARKET

After this brief overview of the Central European electricity market, it is time to focus on Croatia. How does the Croatian T-junction interact with other players on the Central European power market? The main characteristics of the Croatian power sector will be discussed below.

3.1 Fixed Characteristics

The most important point here is Croatia's unique **geographical location**. Mentioned in the introduction, Croatia is both a terminal and a transit hub. One would expect that a country with such a strategic location would take an active role in formulating the electricity transit policy in the region. Unfortunately, this is not the case: Croatia is not a member of the coordinating body for the European Transmission Operators (ETSO) [3]. As far as the ETSO is concerned, Croatia is a parameter country and a so-called injection fee is due when electricity from Croatia is exported to its ETSO-member neighbours, Slovenia or Hungary. However, there is no similar fee when electricity is imported into Croatia. This discrepancy seems to re-enforce the terminal nature of the Croatian power sector: one can import into Croatia free of charge but must pay an injection fee when exporting electricity from Croatia.

Another curiosity follows from Croatia's non-ETSO status: the simultaneous entry and exit of electricity at two border points (transit) is subject to a special charge. The charging of a transit fee is not in line

podložen je posebnoj naplati. Naplata tranzitne naknade nije u skladu s aktualnom europskom praksom. Sve kontinentalne zemlje Europske unije članice su ETSO-a i nema tranzitne naknade kada se električna energija prenosi između dvije ETSO zemlje. Treba se prisjetiti da su Poljska, Češka, Slovačka, Mađarska i Slovenija postale ETSO članice prije nego što su ušle u Europsku uniju. Otvoreno je pitanje hoće li Hrvatska slijediti istu strategiju (i, ako da, kada).

Geografski položaj također utječe na strukturu **portfolia izvora** u Hrvatskoj. Kako pokazuje tablica 1, Hrvatska dobiva više električne energije od hidro elektrana, nego bilo koja zemlja srednjoeuropskog tržišta električne energije ili jugoistočne Europe.

with the current European practice. All mainland European Union countries are ETSO members and no transit fee is due when electricity is moved between two ETSO countries. It should be recalled that Poland, the Czech Republic, Slovakia, Hungary and Slovenia became ETSO members before they joined the European Union. It seems to be an open question whether Croatia will follow the same strategy (and if so, when).

Geographical location also influences the structure of the **generation portfolio** in Croatia. As Table 1 shows, Croatia generates more electricity from hydro stations than in any other country on the Central European electricity market or in South Eastern Europe.

Tablica 1 - Hidro izvori kao postotak ukupno proizvedene električne energije [4] [5]
Table 1 - Hydro generation as a percentage of the total generated electricity [4] [5]

	Ukupna proizvodnja (GWh/god.) Total production (GWh/year)	Hidroenergija (GWh/god.) Hydro (GWh/year)	Udio hidroenergije u ukupnoj proizvodnji (%) / Hydro % of total
Poljska / Poland	151 631	3 294	2
Češka / Czech Republic	83 227	1 794	2
Slovačka / Slovakia	31 178	3 672	12
Mađarska / Hungary	34 145	171	1
Slovenija / Slovenia	14 019	3 156	23
Hrvatska / Croatia	14 955	7 001	47
Rumunjska / Romania	55 140	13 259	24
Bugarska / Bulgaria	42 533	3 234	8
Srbija i Crna Gora / Serbia and Montenegro	35 366	9 851	28

Dominantna uloga hidro izvora u Hrvatskoj prirodno proizlazi od hidroenergetskih mogućnosti zemlje. Ipak, ova preovisnost o vodi nije bez svojih problema. Ekstremno suhe ili ekstremno kišne sezone mogu predstavljati ozbiljne probleme: hrvatski energetska sustav nema dovoljnih kapaciteta izvora tijekom sušne sezone ili može imati previše vode nakon kišne sezone. Najteži scenario su suha, vruća ljeta i vlažne, blage zime. Posljednjih nekoliko ljeta/zima u srednjoj Europi bila su sve osim sezonski normalnih: sve je veća vjerojatnost da će stvarno doći do najtežeg scenarija. Kako se može riješiti problem premalo/previše vode?

U godišnjim tenderima Hrvatske elektroprivrede (više o tome u poglavlju 4. u nastavku), HEP posebno pridržava pravo prekida uvoza u ekstremnim hidrološkim okolnostima. Čini se da je to učinkovito sredstvo za scenario vlažne sezone (višak proizvodnje) - ali što kod produženih,

The dominant role of hydro generation in Croatia naturally ensues from its excellent river/mountain resources. However, this over-dependence on water is not without its problems. Extremely dry or wet seasons could present serious problems: the Croatian power system would not have sufficient generation capacity during dry seasons or might have too much water after rainy seasons. The disaster scenarios are dry, hot summers and wet, mild winters. The last few summers/winters were anything but normal in Central Europe. It is increasingly likely that the disaster scenario will actually occur. How could the problem of too little/too much water be mitigated?

Under the annual Croatian electricity tenders (more about this under Section 4, below), HEP specifically reserves the right to interrupt imports under extreme hydrological circumstances. This seems to be an effective remedy for the wet season scenario (overproduction), but what about

suhih ljeta kada se voda u rijekama i jezerima približi minimalnoj razini sigurnosti? Idealno rješenje za Hrvatsku bi bio takozvani ugovor za električnu energiju uvjetovan vremenom - količina električne energije koja bi se isporučivala HEP-u ovisila bi o stvarnim vremenskim prilikama, kao što su količina oborina i prosječna temperatura. Mnogi članci i konferencijske prezentacije bile su posvećene ugovorima za električnu energiju uvjetovane vremenom; malo je takovih ugovora stvarno potpisano, posebno na srednjoeuropskom tržištu električne energije.

Sljedeće dobro rješenje za HEP bile bi takozvane opcije kupnje ili prodaje pod uvjetima:

- unaprijed plaćena premija,
- HEP bi imao pravo (ali ne obvezu):
 - kupiti dodatnu električnu energiju (opcija kupnje) ili
 - prodati (opcija prodaje) trgovačkoj tvrtki,
- fiksne cijene.

HEP bi koristio gornji komplet opcija kupnje/prodaje u svezi s prevladavajućim vremenskim uvjetima, posebno kišom i temperaturama. Kupovao bi po fiksnim cijenama (opcija kupnje) tijekom suhe sezone i prodavao po fiksnim cijenama (opcija prodaje) tijekom kišne sezone. HEP mora s posebnom pažnjom odabrati svoje moguće partnere za poslove s gornjim opcijama: ne samo da HEP plaća unaprijed opcijsku premiju, već mora biti siguran da će potencijalni partneri stvarno isporučivati u nepovoljnim vremenskim uvjetima (vruća ljeta ili kišne zime) kada će se najvjerojatnije izvršavati opcije kupnje/prodaje. Gornji prijedlog mogao bi pokrenuti više pravnih i regulatornih tema. Na primjer, HEP možda nema statutarne ovlasti ulaska u ugovaranje opcija s trećim stranama i/ili bi trgovačka kuća trebala lokalnu dozvolu za trgovanje opcijama prodaje/kupnje u Hrvatskoj. Ipak, nikada nije prerano početi razmišljati o novijim načinima osiguranja od vremenskih rizika koji su toliko prisutni u hrvatskom sektoru proizvodnje električne energije.

Ovi vremenski rizici, naravno, ne umanjuju fleksibilnost i prednosti zaštite okoliša hidro proizvodnje. Kao što je spomenuto u poglavlju 2, srednjoeuropsko tržište električne energije nema dovoljno fleksibilnih proizvodnih jedinica. Hrvatski hidro izvori, posebno oni s akumulacijama, u jedinstvenom su položaju da od toga imaju koristi. Cijene tijekom sati maksimalnih vršnih opterećenja u Mađarskoj ili Slovačkoj mogu postići tako visoke razine cijena, da Hrvatskoj neće biti privlačno izvoziti samo u Njemačku i Italiju, već i svojim neposrednim susjedima. Prodaja tijekom sati maksimalnih vršnih opterećenja Mađarskoj ili

long, dry summers when water in storage and rivers approaches the minimum safety levels? The ideal solution for Croatia would be a so-called weather-linked electricity contract - the volume of electricity to be delivered to HEP would depend on the actual weather conditions, such as rainfall and average temperature. Many articles and conference presentations have been dedicated to weather-linked electricity contracts but few such contracts have actually been signed, especially in the Central European electricity market.

The next good solution for HEP would be to buy so-called call or put options in exchange for the following:

- a pre-paid premium,
- HEP would have the right (but no obligation):
 - to buy extra electricity from (call option) or
 - to sell (put option) to the trading house,
- fixed prices.

HEP would exercise the above set of call/put options in response to the prevailing weather conditions, especially rain and temperature. It would buy at fixed prices (call option) during dry seasons and would sell at fixed prices (put options) during wet seasons. HEP must select its potential partners for the above option deals with particular care: not only would HEP pay the option premium in advance, but it should also be confident that the potential partners will actually deliver under adverse weather conditions (hot summers or wet winters) when the call/put options are most likely to be exercised. The above proposal might raise a number of legal and regulatory issues. For example, HEP might not have statutory authorisation to enter into option agreements with third parties and/or the trading house would need a local licence to market call/put options in Croatia. Nonetheless, it is never too early to start thinking about new ways to hedge the weather risk so inherent in the Croatian power generation sector.

Of course, this weather risk does not outweigh the flexibility and environmental benefits of hydro generation. As mentioned under Section 2 above, the Central European electricity market does not have sufficiently flexible generation units. The Croatian hydro generators, especially the ones with water reservoirs, are in a unique position to profit from this. Prices during the super-peak hours could reach such a high level in Hungary or Slovakia that Croatia would find it attractive to export not only to Germany or Italy but also to its immediate neighbours. Selling during the super-peak hours to Hungary or Slovenia has the additional advantage that HEP has a pre-allocated cross-border capacity for these countries: export to Hungary or Slovenia

Sloveniji ima dopunsku prednost u tome što HEP ima pripremljene prekogranične kapacitete za ove zemlje: izvoz u Mađarsku ili Sloveniju moguć je bez dopunskih troškova prekograničnih naknada.

Što se tiče plina, veza između geografskog položaja i postojeće strukture proizvodnje hrvatskog elektroenergetskog sektora možda je manje očita. Dominantni tok plina s istoka na zapad, od Rusije do Njemačke, ne dotiče Hrvatsku: nasuprot električnoj energiji, ona nije značajnija zemlja za prijenos plina. Ruski plin za Hrvatsku teče petljom - od Slovačke preko Austrije i Slovenije te konačno do Hrvatske. Ovaj način je skup i nepouzdan: posljednji događaji početkom ove godine potvrđuju ovo stanovište. Na raspolaganju su dva moguća rješenja:

- a) kratki spoj petlje, doprema preko novog, izravnog plinovoda iz Mađarske i/ili
- b) izvori plina na jadranskoj obali (bilo prirodni plin ili tekući prirodni plin-LNG).

Točka a) možda nije jeftinije rješenje, ali izgradnja novog izravnog plinovoda iz mađarskog visokotlačnog sustava prema Hrvatskoj priprema se već vrlo dugo vremena. Međunarodni ulagač potrošio je dosta vremena na osiguravanju tog spoja kasnih 1990-tih: ništa se nije dogodilo. Izvedba novog, visokotlačnog plinovoda Mađarska - Hrvatska ponovno je bila u planovima kada je MOL uložio u INU: to bi bila veza Slavonski Brod - Donji Miholjac - Drávaszerdahely. Do danas se nije ništa dogodilo. MOL je nedavno prodao dio svog sustava transporta plina međunarodnom ulagaču koji je u postupku preprodaje ovih postrojenja ruskoj plinskoj kompaniji. Upitno je hoće li gornji plinovod Mađarska - Hrvatska biti u vrhu prioriteta za novog vlasnika mađarskog visokotlačnog plinovodnog sustava.

Kao alternativa čekanju plinovoda Slavonski Brod - Donji Miholjac - Drávaszerdahely, Hrvatska istražuje rješenje b), naime prirodni plin ili LNG s jadranske obale. S trgovačkog stanovišta, predloženi LNG terminal od posebnog je interesa. Malo je sumnji hoće li LNG imati ulogu u budućoj opskrbi Europe plinom: to je jedino mogući, premda skupi, način za smanjenje prevelike ovisnosti od ruskih isporuka. Do sada nema u radu LNG terminala u srednjoj Europi - otok Krk kao prvi konkurira poljskom projektu. Hrvatski projekt ima izgleda bolji zemljopisni položaj: predloženi poljski terminal je točno između dviju političkih super sila, Rusije i Njemačke, plus neugodno blizu Norveške, drugog većeg izvoznika plina. S druge strane, projekt Krk lako se može povezati na nastajajuće srednjoeuropsko plinsko središte Baumgarten. Novi plinovod Austria - Slovenija, koji

would be possible without incurring extra cross-border fees.

As far as gas is concerned, the link between geography and the current structure of the Croatian power generator sector is perhaps less obvious. The dominant east to west, Russia to Germany, gas flow does not touch Croatia: unlike in electricity, it is not a major gas transit country. Russian gas flows to Croatia via a hook - Slovakia to Austria to Slovenia and finally to Croatia. This arrangement is expensive and unreliable: recent events earlier this year have confirmed this point. Two potential remedies seem to be available:

- a) short-cutting the hook flow with a new, direct gas pipeline from Hungary and/or
- b) sourcing gas from the Adriatic coast (whether natural gas or liquefied natural gas-LNG).

Point a) may not be the cheaper solution but the construction of a new direct pipeline from the Hungarian high-pressure system to Croatia has been in the making for a very long time. An international investor spent a lot of time on securing this connection in the late 1990s: nothing happened. The construction of a new high-pressure Hungary - Croatia pipeline was back on the agenda when MOL invested in INA: this would be the Slavonski Brod - Donji Miholjac - Drávaszerdahely link, yet nothing has happened as of today. MOL recently sold part of its gas transmission system to an international investor who is in the process of reselling these assets with a Russian gas company. It is at best questionable whether the above Hungary-to-Croatia gas link will be a top priority for the new owner of the Hungarian high-pressure pipeline system.

As an alternative to waiting for the Slavonski Brod - Donji Miholjac - Drávaszerdahely pipeline, Croatia is exploring solution b), namely natural gas or LNG from the Adriatic coast. From a trading point of view, the proposed LNG terminal is of special interest. There is little doubt that LNG does have a role to play in the future supply of gas to Europe: this is the only viable, albeit expensive, way to reduce over-dependence on Russian supplies. There are still no working LNG terminals in Central Europe - the island of Krk is competing against a Polish project to be the first one. The Croatian project seems to have the better geographical location: the proposed Polish terminal is right between two political superpowers, Russia and Germany, plus uncomfortably close to Norway, another major gas exporter. On the other hand, the Krk project could easily be linked to the emerging Central European gas hub of Baumgarten. The new Austria-to-Slovenia gas pipeline, due to be commissioned later this year, will further increase the attractiveness of

će biti u pogonu krajem ove godine, još će povećati privlačnost projekta otok Krk: bit će jednostavnije prebacivati plin između Baumgartena i Krka bilo fizički ili putem lokacijskih ili robnih razmjena.

Lokacijska razmjena je jednostavna. Ne-hrvatska strana će isporučiti plin hrvatskoj strani u Baumgartenu, dok će hrvatska strana isporučiti plin ne-hrvatskoj strani unutar Hrvatske. Klasični dobitno-dobitni posao: obje strane štede na naknadama za transport i prekograničnim naknadama.

Robna razmjena je potencijalno složenija. Projekt Krk bi dobio dopunsku, možda neistraženu stratešku dimenziju, ako bi HEP bio pozvan da se pridruži LNG konzorciju. Treba uočiti da plin ne bi bio nova roba za HEP. HEP je već tvrtka s dvostrukim energetske oblikom, sa 60 000 plinskih potrošača. [6]

Što se tiče razmjene plina za struju, početna stanovišta su slijedeća:

- LNG se pretvara u plin na terminalu Krk da bi bio upotrebljen za proizvodnju električne energije,
- HEP ima višak proizvodnje u hidroelektranama,
- umjesto da troši plin u elektranama, HEP se može dogovoriti a) da preuzima plin na terminalu Krk i b) isporučuje električnu energiju originalnom vlasniku plina. Originalni vlasnik LNG bio bi u istom položaju kao da je proizveo električnu energiju iz plina; a HEP bi imao na raspolaganju dodatnu količinu plina za prodaju svojim kupcima.

Ukratko, glavne stalne značajke hrvatskog sektora električne energije proizlaze iz njenog geografskog položaja. Izvrstan položaj za a) prijenos električne energije i također za b) hidro proizvodnju: manja pogodnost za c) spoj plinovoda.

3.2 Promjenljive značajke

Promjenljive značajke uglavnom su u **zakonodavstvu** i **elektroprivrednoj strukturi**. Način na koji je zakonodavno regulirana i strukturirana hrvatska elektroprivreda može, ovisno o političkom stanovištu promatrača, biti relativno lako promijenjen.

Energetsko zakonodavstvo u Europi treba biti jedna od najizazovnijih tema istraživanja studenata sociologije prava. Taj dio pravne filozofije bavi se jednostavnim pitanjem: znamo što je u zakonima (de iure), ali bismo htjeli razumjeti kako se stvarno primjenjuje u praksi (de facto). Ima li razlike između a) zakonodavstva i b) stvarnosti? Ako ima, kolika

the island of Krk project: it will be easier to move gas between Baumgarten and Krk either physically or via locational or commodity swaps.

A locational swap is simple. A non-Croatia party will deliver gas to the Croatian party at Baumgarten, while the Croatian party will redeliver gas to the non-Croatian party within Croatia. A classic win-win deal: both parties save on transit and cross-border fees.

A commodity swap is potentially more complex. The Krk project would gain an extra, perhaps unexplored, strategic dimension if HEP were invited to join the LNG consortium. It should be noted that gas would not be a new commodity for HEP, anyway. HEP is already a dual-fuel utility with 60 000 gas customers [6].

As far as a gas-for-electricity swap is concerned, the starting points are as follows:

- LNG to be re-gasified at the Krk terminal will be used in power generation,
- HEP has surplus hydro generation plants,
- instead of burning the gas in a power station, HEP could agree a) to take the gas at the Krk terminal and b) deliver electricity to the original owner of the gas. The original owner of the LNG would be in the same position as if it would have generated electricity from gas, and HEP would have extra gas available for sale to its customers.

In short, the main fixed characteristics of the Croatian electricity sector ensue from its geographical position: an excellent location for a) electricity transit and also for b) hydro generation; less fortunate in terms of c) gas pipeline connection.

3.2 Temporary characteristics

Temporary characteristics are mainly about the **regulation** and **industry structure**. The way the Croatian electricity industry is regulated and structured might/could/should, depending on the political view of the observer, be changed relatively easily.

Energy regulation in Europe should be one of the most challenging research topics for students of the sociology of law. This sub-branch of legal philosophy is concerned with a simple question: we know what is in the statute books (de iure), but would like to understand how it is actually implemented in practice (de facto). Is there a gap between a) legislation and b) reality? If yes, how big is it? Why is it tolerated? And, perhaps most importantly, will legislation eventually follow reality or the other way around?

je? Zašto se tolerira? I, možda najvažnije, hoće li zakonodavstvo možda slijediti realnost ili suprotno?

Što se tiče de iure ocjene hrvatske elektroprivredne djelatnosti, razvoj je prilično optimističan: novi zakoni su doneseni u Saboru 2004., naime Zakonom o tržištu električne energije i Zakonom o energiji, postavljen je novi zakonodavni okvir, a prvi povlašteni kupac je ugovorio po novom zakonskom režimu iste godine. Europska komisija pomno je ispitala gornje dijelove zakonodavstva i našla da je posebno dobar Zakon o tržištu električne energije iz 2004. [7].

De facto slika izgleda malo složenije. Otvoreno govoreći, dvije godine od donošenja gornjih zakona u Saboru, hrvatska elektroprivredna djelatnost još uvijek je one-man-show. U Hrvatskoj nema unutarnjeg tržišta električne energije, nema dugog popisa neovisnih trgovaca, i nema likvidnosti. U tim okolnostima, potencijalni povlašteni kupci nemaju afiniteta prema promjeni dobavljača. Barem jedan međunarodni ulagač sa značajnom potrebom za električnom energijom u Hrvatskoj odlučio je ne kupovati na povlaštenom tržištu, premda je taj ulagač sistematski gurao svoje druge srednjoeuropske podružnice da ugovaraju izvan reguliranog tarifnog sustava, što je prije moguće.

Kao sažetak, Hrvatska je izgleda najbolji europski primjer liberalizacije elektroprivrede de iure prema de facto. Izgleda da postoji razlika između duha Zakona o tržištu električne energije iz 2004. i kratke povijesti liberalizacije elektroprivredne djelatnosti u Hrvatskoj. Možda će političari zaključiti da se elektroprivredni sektor s maksimalnim opterećenjem od 3 000 MW ne može uspješno liberalizirati. Posebno ne sada kada je trenutni europski trend koncentracija tržišta, kao E.On - Endesa, GdF - Suez, OMV - Verbund spajanja. Što se tiče srednjoeuropskog trgovanja električnom energijom, prihvatljiva su oba rezultata rasprave ubrzajte liberalizaciju - nemojte liberalizirati. Može se raspravljati da je lakše raditi s jednom dominantnom hrvatskom tvrtkom, nego s brojnim malim trgovcima na fragmentiranom tržištu. Što god se desilo u Hrvatskoj, treba se dogoditi brzo: postojeće razlike između de iure i de facto liberalizacije mogu umanjiti kredibilitet hrvatskog pravnog i regulatornog sustava.

Drugi dio promjenljivih značajki koji će se ovdje raspraviti je **struktura hrvatske elektroprivrede**. Postojeću situaciju lako je sažeti: HEP je potpuno integrirana tvrtka s dominantnim položajem na tržištu. To bi se uskoro moglo promijeniti, na primjer:

Potpuno strukturalno razdvajanje: Izgleda da je Europska unija sve jače frustrirana sa zakonskim razdvajanjem u europskom plinskom i

As far as the de iure part of the Croatian electricity industry is concerned, there are rather optimistic developments: new Acts of Parliament were passed in 2004, namely the Electricity Market Act and the Energy Act; a new regulatory body was set up, and the first eligible customer contracted under the new regulatory regime in the same year. The European Commission scrutinised the above pieces of legislation and found (especially) the Energy Market Act of 2004 extremely good [7].

The de facto picture seems to be a bit more complex. To put it bluntly, two years after the passage of the above Acts of Parliament, the Croatian electricity sector is still a one-man-show. There is no internal electricity market, no long list of independent traders and no liquidity in Croatia. Under these circumstances, potential eligible customers have little inclination to switch suppliers. At least one international investor with substantial electricity requirements in Croatia decided not to buy from the eligible market, although this investor systematically pushed its other Central European subsidiaries to contract out of the regulated tariff system as soon as possible.

In summation, Croatia seems to be a prime European example of de iure versus de facto electricity liberalisation. There seems to be a gap between the spirit of the Electricity Market Act of 2004 and the short history of electricity liberalisation in Croatia. Perhaps politicians will conclude that an electricity sector with a maximum load of 3 000 MW might not be successfully liberalised, especially not now, when the current European trend is market concentration, such as the E.On - Endesa, GdF - Suez, OMV - Verbund mergers. As far as Central European electricity trading is concerned, both outcomes of the speed up liberalisation - do not liberalise debate are acceptable. One might argue that it is easier to deal with one dominant Croatian incumbent than with a number of tiny traders on a fragmented market. Whatever happens in Croatia, it should happen quickly: the existing gap between de iure and de facto liberalisation may undermine the credibility of the Croatian legal and regulatory systems.

The second set of temporary characteristics to be discussed here is the **structure of the Croatian electricity industry**. The current situation could be easily summarised: HEP is a fully integrated utility with the dominant market position in Croatia. This may change soon, for example:

Full structural unbundling: The European Union seems to be increasingly frustrated with the legal unbundling in the European gas and electricity sectors. According to the Financial Times, the European Union competition commissioner wants to see full unbundling: grid companies to be separated

elektroprivrednom sektoru. Prema Financial Times-u, povjerenik Europske unije za tržišno natjecanje želi vidjeti potpuno razdvajanje: društva nadležna za mrežu da se odvoje od elektroprivredne tvrtke [8]. Velika Britanija bi bila odličan primjer: mreže za plin i električnu energiju privatizirane su neovisno od njihovih pravih vlasnika u djelatnosti plina i električne energije. Hrvatska će možda to morati razmotriti ranije od očekivanja - Europska unija može zahtijevati potpuno strukturalno razdvajanje HEP OPS-a kao uvjet povezan s punim članstvom Hrvatske u Europskoj uniji.

Zahtjev za lokalni ured: Novo zakonodavstvo zahtijevat će da trgovci osnuju hrvatske firme i da uposle lokalno osoblje. Ako bude zakonski uveden taj novi zahtjev, sektor hrvatske elektroprivrede će se pretvoriti u posao Davida (HEP) i mnogo Golijata (neovisni trgovci). Dok je općenito dobra stvar imati prilično velik broj trgovaca na tržištu, u trgovanju energijom postoji veliki problem zbog potrebe lokalnog ureda. Komparativna iskustva u drugim srednjoeuropskim zemljama (posebno Slovenija i Mađarska) pokazuju da su velika većina trgovačkih tvrtki uspostavljenih prema zakonu o lokalnom uredu, male i pod-kapitalizirane, tvrtke - poštanski sandučići.

Glavni problem sa zahtjevom lokalnog ureda su povećani kreditni rizici. Zakonski zahtjev da samo slovenska, mađarska ili hrvatska tvrtka može dobiti dozvolu u Sloveniji, Mađarskoj ili Hrvatskoj, stvara umjetni stakleni zid između a) tvrtke majke i b) njenog potkapitaliziranog lokalnog ureda. Lokalni ured očito pripada grupi, ali je posebno pravno tijelo. Glavna poruka bankrota ENRON-a (2001.) i Texas Utilities (TXU) (2002.) je bila, da broj aktivnih trgovačkih tvrtki koje pripadaju istoj grupi treba biti minimalan. Čim se od tvrtke, Trgovca energijom, zahtijeva da uspostavi lokalne trgovačke jedinice, kao Trgovac energijom (Holding) Ltd, Trgovac energijom d.d., Trgovac energijom z.o.o., Trgovac energijom Kft, itd., postoji opravdana opasnost kada stvari krenu loše, da će Trgovac energijom koristiti takozvani argument korporativne zavjese:

Trgovac energijom d.d. je neovisna firma s vlastitom zakonskom osobnošću; može li dotična tvrtka podmirivati svoje obveze ili ne, nema veze s drugim tvrtkama u grupi Trgovca energijom.

To se zapravo dogodilo kada su firme ENRON Europa otišle u stečaj krajem studenog 2001. Europske kompanije su bankrotirale, dok je majka u SAD nastavila trgovati još neko vrijeme. Također, kreditne linije prema TXU Europa odsječene su godinu dana kasnije, dok TXU u SAD još uvijek trguje. Zahtjev lokalnog ureda može pripremiti podlogu za slične katastrofe na srednjoeuropskom tržištu električne energije: poneki trgovac može loše poslove prenijeti

from utilities [8]. The United Kingdom would be an excellent example: both the gas and the electricity grids were privatised independently from their original gas/electricity owners. Croatia might have to consider the above earlier than expected - the European Union could require full structural unbundling of HEP OPS as a condition precedent to offering full European Union membership to Croatia.

Local office requirement: A new piece of legislation will require traders to set up Croatian companies and hire local staff. Should this new regulatory requirement be introduced, the Croatian electricity sector will be transformed into a David (HEP) and many Goliaths (independent traders) business. While generally it is a good thing to have a fairly large number of traders on any market, there is a fundamental problem with the local office requirement in energy trading. Comparable experience from other Central European countries (especially Slovenia and Hungary) suggests that the vast majority of trading houses set up in response to the local office requirement are tiny, under-capitalized, PO Box companies.

The main trouble with the local office requirement is increased credit risk. The regulatory requirement that only Slovenian, Hungarian or Croatian companies could be licensed in Slovenia, Hungary or Croatia creates an artificial glass wall between a) the mother company and b) its under-capitalized local office. The local office obviously belongs to the group, yet it is a separate legal entity. The main message from the ENRON (2001) and Texas Utilities (TXU) (2002) bankruptcies was that the number of active trading companies belonging to the same group should be kept to the bare minimum. As soon as a company, Energy Trader, is required to set up a number of local trading units, such as Energy Trader (Holding) Ltd, Energy Trader d.d., Energy Trader z.o.o., Energy Trader Kft, etc. there is a real danger that Energy Trader will use the so-called corporate veil argument when things start to go wrong:

Energy Trader d.d. is an independent company with its own legal personality; whether his particular company can honour its obligations or not has nothing to do with the other companies in the Energy Trader Group.

This is exactly what happened when ENRON Europe companies were put into administration in late November 2001. The European companies went bankrupt, while the US mother company carried on trading for some time. Credit lines to TXU Europe were cut off a year later, while TXU is still trading in the US. The local office requirement might prepare the ground for similar disasters in the Central European electricity market: one trader might have the temptation to transfer bad trades to a local office, put it into administration, and carry on trading. This should be

na lokalni ured, pustiti ga u stečaj, i on nastavi trgovati. To treba izbjegavati i stoga zahtjev za lokalnim uredom možda treba ponovno razmotriti.

Nadalje, hrvatska poslovna zajednica dobiti će jako malo uspostavom lokalnih trgovačkih kuća. Kao glavno pravilo, lokalne kompanije rijetko će biti kreditno sposobne: njihov registrirani kapital bit će na minimalnoj zakonskoj razini, imati će minimum gotovine u lokalnoj valuti, i možda će čak raditi po principu takozvanog čišćenja računa. Naime gotovina koja se stavlja na račun lokalne tvrtke automatski se vraća natrag tvrtki majci. Kada bi hrvatski lokalni ured namjeravao trgovati dugoročno ili s većim opsegom, kreditna potpora bi se tražila od tvrtke majke. Hrvatske trgovačke tvrtke dale bi samo uslugu izvršenja: sve strateške odluke koje zahtijeva odobrenje kredita, obavljat će se se izvan Hrvatske. Donositelji odluka možda će razmisliti jeli to dobar posao za Hrvatsku. Za pomoć ovom procesu razmišljanja, treba uočiti da će susjedi Hrvatske iz Europske unije (Slovenija i Mađarska) odbaciti zahtjev za lokalni ured, krajem ove godine [9].

avoided and hence the local office requirement may have to be re-considered.

Furthermore, the local Croatian business community would gain very little from the setting up of local trading houses. As a main rule, the local companies will rarely be creditworthy: their registered capital will be at the minimum statutory level, will have limited cash in local currency, and might even operate a so-called account sweeping policy, namely cash left on the local company's account is automatically transferred back to the mother company. When the Croatian local office intends to trade longer-term or bigger volumes, the mother companies will be asked to provide credit support. The Croatian trading companies would provide execution only services: all strategic decisions that require credit approval will be made outside Croatia. Decision makers should perhaps reconsider whether this is a good bargain for Croatia. To help this thinking process, one would note that the European Union neighbours of Croatia (Slovenia and Hungary) are due to abolish the local office requirement later this year [9].

4 POSTUPAK GODIŠNJIH TENDERA HEP-a

Ovaj dio razmatra postupak godišnjih tendera HEP-a. Kao što je spomenuto u poglavlju 2, kapacitet hrvatskih izvora ne može uvijek pokriti potrebe zemlje za električnom energijom, posebno u suhim razdobljima. HEP je odgovoran za nabavu električne energije od međunarodnih trgovaca po najboljoj mogućoj cijeni. Tenderi za godišnju nabavu električne energije izdaju se svake godine - to je najvidljiviji trgovački događaj u sektoru hrvatske elektroprivrede. Posljednji raspisi tendera imali su istu shemu:

- HEP namjerava kupovati električnu energiju godinu dana unaprijed,
- nema isporuke na hrvatske nacionalne blagdane,
- HEP pridržava pravo za prekid isporuka kod ekstremno dobrih hidroloških uvjeta,
- prihvaćaju se najniže ponude, od ponuđenih, -takozvani posljednji krug pregovora s preferiranim potencijalnim trgovačkim partnerom(ima) u posljednje je vrijeme prekinut i
- Uprava HEP-a odobrava rezultat tendera. To ni u kojem slučaju nije samo formalnost: Uprava je ranije ove godine proglasila tender neuspješnim.

To je takozvani pasivni tender - trgovci daju svoje najbolje ponude u zatvorenim kovčezima, i nemaju

4 THE HEP ANNUAL TENDERING PROCESS

This section will discuss the HEP annual tendering process. As mentioned in Section 2, Croatia's generation portfolio could not always cover the country's electricity demand, especially in dry seasons. HEP is responsible for purchasing electricity from international traders at the best possible price. Annual electricity purchase tenders are issued every year - this is the most visible trading event in the Croatian electricity sector. Recent tender invitations have had the same pattern:

- HEP intends to buy year-ahead electricity,
- no deliveries on Croatian national holidays,
- HEP reserves the right to interrupt supplies under extremely good hydrological conditions,
- the lowest offers as submitted are accepted
- so-called last round negotiations with the preferred potential trading partner(s) have been abolished recently, and
- the Managing Board of HEP approves the result of the tender. This is by no means a mere formality: the Managing Board declared a tender non-successful earlier this year.

This is a so-called passive tender - traders submit their best offers in sealed envelopes and have no opportunity to improve the price during the tender process. Comparable experience from outside Croatia shows that passive tenders have the tendency to go wrong: the price offered by one

možnosti poboljšanja cijene tijekom postupka tendera. Komparativno iskustvo izvan Hrvatske pokazuje da pasivni tenderi imaju tendenciju lošeg svršetka: cijena ponuđena od jednog trgovca otkriva se drugom, ili nestaje zatvorena koverta jednog trgovca. Trgovci ne vole takove tendere i možda neće htjeti trošiti vrijeme i sredstva za učestvovanje u budućnosti. To je loša vijest za HEP - manje trgovaca znači manje konkurenata i više cijene. Interaktivna aukcija, zasnovana na internetu, mogla bi dati bolje rezultate.

Na primjer, povlašteni kupci u srednjoj Europi upošljavaju specijalizirane IT firme da za njih rade aukcije za nabavu električne energije. Kvalificirani trgovci dobiju korisničko ime i lozinku, početna cijena je objavljena na sigurnoj web-stranici i tada IT tvrtka smanjuje cijenu za prethodno dogovoren iznos na kraju svakog kruga. Trgovci se moraju izjasniti koliko električne energije će biti voljni prodati po prevladavajućoj aukcijskoj cijeni. Podaci o a) ukupno ponuđenoj količini električne energije i b) broju trgovaca koji još učestvuju, objavljuju se na web stranici nakon svakog kruga. Aukcija je gotova kada je ukupni volumen koji nude trgovci jednak ciljanom volumenu povlaštenog kupca. Slične aukcije naveliko se koriste u, na primjer, Češkoj, Mađarskoj i Sloveniji.

Uspoređujući s sadašnjim HEP-ovim tenderima, gore opisane aukcije zasnovane na internetu imale bi dvije glavne prednosti:

Najprije, trgovci prolaze kroz postupak pretkvalifikacije. HEP to može rabiti za isključenje neželjenih trgovaca. Na primjer, HEP ne bi želio biti previše ovisan o jednom dobavljaču pa bi mogao koristiti postupak pretkvalifikacije za isključenje trgovaca koji su bili uspješni na prethodnoj aukciji za isti proizvod. Pretkvalifikacija bi također pomogla HEP-u da utvrdi koliko će trgovaca učestvovati. To može djelovati kao sustav ranog upozorenja: ako se pretkvalificira samo jedan ili dva trgovca, HEP može razmotriti odlaganje aukcije. Ukratko, pretkvalifikacija bi dala HEP-u bolji nadzor nad postupkom aukcije.

Drugo, aukcija zasnovana na internetu bila bi transparentna: i HEP i trgovci mogu pratiti kako aukcija napreduje, koliko trgovaca nudi koliko električne energije, itd. Postupak aukcije se može nadzirati, neuobičajeni se događaji uočavaju bez kašnjenja. Transparentnost je stvarno izvanredna: to je jedini način jamstva da će trgovci prihvatiti rezultate aukcije bez ljutnje. Na primjer, u MOL - E.On/Ruhrigas Programu nabave plina, dva ponuđača su kupila plin po razmjerno visokim cijenama. Ostalih desetak pretkvalificiranih trgovaca ostali su bez ičega. Bilo je transparentno, aukcija zasnovana na internetu - trgovci su imali priliku za povećanje svojih ponuda. Jedan ili dva trgovca su bili malo ljuti na konačni rezultat, no nije bilo službenih pritužbi regulatoru.

trader is disclosed to another, or one trader's sealed envelope disappears. Traders dislike such tenders and might not commit the time and resources to participate in the future. This is bad news for HEP - fewer traders mean less competition and higher prices. An Internet-based interactive auction might produce better results.

For example, eligible customers in Central Europe hire specialist IT firms to run electricity purchase auctions for them. Prequalified traders get usernames and passwords, the start price is published on a secure website and then the IT firm reduces the price by a previously agreed amount at the end of every round. Traders must declare how much electricity they would be willing to sell at the prevailing auction price. Information about a) the total amount of electricity offered and b) the number of traders still participating is published on the website after the end of each round. The auction is over when the total volume offered by the traders equals the target quantity of the eligible customer. Similar auctions are widely in use in, for example, the Czech Republic, Hungary and Slovenia.

Compared to the current HEP tenders, the above Internet-based auction would have two main advantages:

First of all, traders go through a prequalification process. HEP could use this to exclude undesirable traders. For example, HEP might not wish to be overly dependent on a single supplier and could use the prequalification process to exclude the traders that were successful at the previous auction for the same product. The prequalification would also help HEP determine how many traders are likely to participate. This could work as an early warning system: if only one or two traders prequalify, HEP might consider delaying the auction. In short, prequalification would provide HEP with better control over the auction process.

Secondly, the Internet-based auction would be transparent: both HEP and the traders could follow how the auction is progressing, how many traders are offering how much electricity etc. The auction process could be monitored and unusual practices spotted without delay. Transparency is truly a miracle: it is the only way to guarantee that traders accept auction results without any bad feeling. For example, in the MOL - E.On/Ruhrigas Gas Release Programme, two bidders bought gas at rather high prices. Another ten or so prequalified traders were left with nothing. It was a transparent, Internet-based auction - traders had a chance to increase their bids. While one or two traders were a bit upset with the final result, no official complaint was filed with the regulator.

Ukratko, aukcije zasnovane na internetu mogle bi smanjiti cijenu koju HEP plaća za električnu energiju godinu dana unaprijed. On-line godišnji tender donio bi dopunsku transparentnost i to bi bilo privlačno za veću skupinu trgovaca. Što više trgovaca učestvuje, veća je vjerojatnost da će HEP kupiti po konkurentnim cijenama.

In short, Internet-based auctions might reduce the price HEP is paying for year-ahead electricity. The on-line annual tender would bring extra transparency and this might appeal to a wider group of traders. The more traders participate, the more likely it is that HEP will buy at competitive prices.

5 ZAKLJUČAK

Srednjoeuropski energetski sektor brzo se mijenja. Novi će se nacionalni prvaci pojaviti u Austriji i Poljskoj, državna tvrtka je preuzeta u Slovačkoj, a dalje promjene vlasništva u tijeku su u Mađarskoj. Rumunjska i Bugarska mogle bi uskoro prirediti privatizacijska iznenađenja. Hrvatska izgleda kao stabilna točka u toj okolini sa stalnim promjenama. No izravno ili neizravno, gornje će promjene utjecati na način kojim Hrvatska posluje s trgovcima i tvrtkama u srednjoj Europi. Možda će liberalizacija biti ubrzana; možda će se promijeniti struktura elektroprivrede; ili oboje. Pisati više o budućem obliku hrvatske elektroprivrede bilo bi čisto nagađanje. Glavna poruka ovog članka je, što god da će budućnost donijeti Hrvatskoj, osnovni elementi uspjeha su ovdje: izvrstan položaj i mrežni priključci, plus iskusni trgovci. Za nadati se da zakonodavni problemi, na primjer, zahtjev za lokalni ured ili nedostatak transparentnosti, neće spriječiti Hrvatsku u korištenju njenih punih mogućnosti kao srednjoeuropskog trgovačkog središta za električnu energiju.

5 CONCLUSION

The Central European energy sector is changing rapidly. New national champions will emerge in Austria and Poland, the incumbent utility has been taken over in Slovakia, and further ownership changes are due in Hungary. Romania and Bulgaria might produce some privatisation surprises soon. Croatia seems to be a stable point in this ever-changing environment. Nonetheless, directly or indirectly, the above changes will influence the way Croatia interacts with other traders and utilities in Central Europe. Perhaps liberalisation will be accelerated; perhaps the structure of the industry will change - or both. Writing more about the future shape of the Croatian electricity sector would be pure speculation. The main message of this article is that whatever the future brings for Croatia, the basic ingredients for success are there: excellent location and grid connections, plus experienced traders. It is to be hoped that regulatory problems, for example, the local office requirement, or the lack of transparency will not prevent Croatia from realising its full potential as a Central European electricity trading hub.

LITERATURA / REFERENCES

- [1] <http://www.e-trace.biz>
- [2] IEA Energy Statistics, www.iea.org
- [3] www.etso-net.org
- [4] IEA Energy Statistics, www.iea.org
- [5] HEP, Osnovni podaci, 2004. / HEP Basic Data, 2004.
- [6] HEP, Godišnje izvješće, 2004., / HEP, Annual Report, 2004.
- [7] AFRIĆ, V., VIŠKOVIĆ, A., Upravljanje znanjem i održivi razvoj, *Energija*, god. 55(2006.), br. 1. / Knowledge Management and Sustainable Development, *Energija*, vol. 55(2006), No. 1
- [8] The Financial Times, Friday, 19 May 2006
- [9] CEE to ease restrictions on power trading, *European Daily Electricity Markets (The Heren Report)*, 31 May 2006

Uredništvo primilo rukopis:
2006-06-24

Manuscript received on:
2006-06-24

Prihvaćeno:
2006-07-29

Accepted on:
2006-07-29

Napomena: Ovaj članak predstavlja osobno viđenje autora. Ništa ovdje objavljeno neće se navoditi kao službena politika EDF Trading po bilo kojoj razmatranoj temi.

Note: This article reflects the private views of the author. Nothing published here should be quoted as the official policy of EDF Trading on any of the topics discussed above.

ANALIZA UTJECAJA DISKONTINUITETA ELEKTRIČNE VODLJIVOSTI TLA NA OTPOR RASPROSTIRANJA UZEMLJIVAČA ANALYSING THE EFFECT OF DISCONTINUITY OF ELECTRICAL CONDUCTIVITY OF SOIL ON GROUND RESISTANCE

Mr. sc. Tomislav Barić, doc. dr. sc. Vedran Boras, prof. dr. sc. Srete Nikolovski,
Sveučilište J. J. Strossmayer, Elektrotehnički fakultet,
Kneza Trpimira 2 b, 31000 Osijek, Hrvatska
Tomislav Barić, MSc, Assistant Prof Vedran Boras, PhD,
Prof Srete Nikolovski, PhD,
University of J. J. Strossmayer, Faculty of Electrical Engineering,
Kneza Trpimira 2b, 31000 Osijek Croatia

U članku je osim direktne primjene metode odslikavanja prikazana i primjena složenog odslikavanja, koje se javlja u slučajevima s dvije i više granica diskontinuiteta specifične električne vodljivosti. U radu je analiziran utjecaj zanemarenog odslikavanja pri određivanju otpora rasprostiranja uzemljivača, u slučaju kada se tlo modelira kao jednoslojno. Zatim je analizirana pogreška zbog modeliranja jednoslojnog tla koje se po svojoj naravi najtočnije opisuje kao dvoslojno. Prilikom modeliranja tla korištena je tehnika jednostavnog i složenog odslikavanja. Radi jednostavnosti izlaganja i usporedivosti modela za uzemljivač je odabran obični vodoravno ukopan cilindrični vodič. Dobiveni rezultati prikazani su analitički i grafički te objašnjeni.

In addition to the direct application of the method of images the article shows the application of complex images in the cases with two or more discontinuity boundaries of the specific electrical conductivity. The article analyzes the effect of neglected images in determining ground resistance, in a single-layer soil model, and goes on to analyse the error due to modelling single-layer soil which by its characteristics is most accurately described as double-layer. In modelling the soil the technique of simple and complex images was applied. To keep the presentation simple and make the models comparable, a normal horizontally inserted cylindrical conductor was taken as ground conductor. The results obtained are shown analytically and graphically and discussed.

Ključne riječi: metoda odslikavanja, otpor rasprostiranja, složeno odslikavanje, višeslojno tlo
Key words: complex imaging, ground resistance, method of images, multi-layer soil



1 UVOD

Proračun otpora rasprostiranja uzemljivača do pojave danas vrlo dostupnih osobnih računala (PC) obavljao se najčešće primjenom empirijskih izraza. Kako je broj mogućih geometrijskih sastavnica vodiča koji tvore uzemljivač praktično beskonačan, empirijskim izrazima pokriven je vrlo mali broj, i to uglavnom vrlo jednostavnih i najčešće korištenih geometrijskih struktura uzemljivača. Osim navedenoga takvi izrazi najčešće su izvedeni ili utvrđeni mjerenjem i pod pretpostavkom jednoslojnoga homogenog tla u koji je ukopan uzemljivač. Utjecaj višestrukih diskontinuiteta specifične električne vodljivosti tla primjenom empirijskih izraza zanemarivalo se i/ili u najboljem slučaju svodilo na primjenu korekcijskih faktora, kojima se uvažavala navedena pojava. Pritom je važno spomenuti da su višestruki diskontinuiteti specifične električne vodljivosti tla pravilo u praksi, a ne pitanje akademske točnosti rezultata proračuna otpora rasprostiranja.

Svrha je ovog članka pokazati opći postupak u proračunu otpora rasprostiranja uzemljivača pri uvažavanju višeslojnog tla primjenom metode odslikavanja. Utjecaj višeslojne strukture tla na električne prilike u tlu najlakše je uvažiti primjenom metode odslikavanja izvora polja (struje odvoda uzemljivača), a samim tim i vodiča uzemljivača na granici diskontinuiteta specifične električne vodljivosti. U članku je prikazana implementacija dobivenih rezultata za proračune otpora rasprostiranja.

Radi jednostavnosti i jasnoće izlaganja prvo je prikazan izvod izraza za proračun otpora rasprostiranja vrlo duboko vodoravno ukopanog cilindričnog vodiča u tlu, a zatim su isti izrazi prošireni kako bi se uvažio utjecaj diskontinuiteta specifične električne vodljivosti na granici tlo-zrak primjenom metode odslikavanja. Pod pojmom vrlo duboko ukopanog uzemljivača misli se na dubinu ukopavanja koja je nekoliko puta veća od najizraženije dimenzije uzemljivača. Dobiveni analitički izrazi prikazani su u obliku koji je lako implementirati u algoritme za numeričke postupke poput metode momenata (MoM) za analizu složenih uzemljivača poput mrežastoga, zvjezdastog itd. Implementacija zaključaka i izraza laka je jer su navedeni složeniji uzemljivači sastavljeni od traka ili cijevi.

Zatim je prikazana primjena metode odslikavanja u slučaju kada se uzemljivač nalazi u dvoslojnom tlu. Iako je promatrani uzemljivač obična cijev kružnoga poprečnog presjeka, izrazi prikazani u ovom radu vrijede i za češće korištene trakaste uzemljivače pravokutnoga poprečnog presjeka,

1 INTRODUCTION

Until the arrival of the presently ubiquitous personal computers, the calculation of ground resistance was mostly carried out by means of empirical expressions. The number of possible geometrical components of the conductors forming the ground conductor being practically infinite, empirical expressions covered a very small number of mostly very simple and most frequently used geometric structures of ground conductors. Moreover, such expressions were more often derived or determined by measurement under the assumption of a single-layer homogenous soil into which the ground conductor is buried. The effect of multiple discontinuities of the specific electric conductivity of the soil was neglected in empirical expressions and/or reduced to the application of correction factors to make up for this occurrence at the best. It is important to note here that multiple discontinuities of the specific electric conductivity of the soil is a matter of practical rule, not a matter of academic accuracy of the results of the calculation of ground resistance.

The purpose of this article is to demonstrate the general proceeding in the calculation of ground resistance taking into account multi-layer soil by employing the method of images. The effect of the multi-layer structure of the soil on the electrical conditions in the soil is easiest to capture by employing the method of field source images (leakage current of the ground conductor) and thus of the ground conductor on the discontinuity boundary of the specific electrical conductivity. The article further shows the implementation of the results obtained in the computation of ground resistance.

For the sake of simplicity and clarity, first the derivation of the expressions for the computation of ground resistance for a very deeply buried horizontal cylindrical conductor is shown, and then the same expressions are enlarged to take into account the effect of discontinuity of the specific electrical conductivity at the soil-air boundary by using the method of images. Very deeply buried ground conductor involves the depth several times the biggest dimension of the ground conductor. The analytical expressions obtained are presented in the form that is easy to implement in algorithms for a numerical procedure such as the method of moments (MoM) to analyse complex ground conductors such as mesh grid type, star type etc. The implementation of the conclusions and expressions is easy because of the reference to more complex ground conductors made of strips or pipes.

jer se isti modeliraju uz pomoć ekvivalentnog radijusa [1]. U svim je proračunima zanemaren utjecaj spojnih vodova na uzemljivač, jer je njihov doprinos u smanjenju otpora rasprostiranja uzemljivača zanemari.

2 FIZIKALNI MODELI TLA

U svrhu pojednostavljenja fizikalne slike te izgradnje što jednostavnijeg matematičkog aparata kojemu je točnost unutar prethodno zadanih granica, a modeli međusobno usporedivi, u prvom scenariju pretpostavlja se da je uzemljivač duboko ukopan, na taj način se može zanemariti utjecaj diskontinuiteta specifične električne vodljivosti na granici tlo-zrak. Iako je na taj način svjesno učinjena pogreška fizikalnog modela, prema kojemu se redovito ne može zanemariti utjecaj odslikavanja vodiča, primjenom ovakvog modela može se lako donijeti sud o utjecaju različitih vrsta diskontinuiteta specifične električne vodljivosti na resultantni otpor rasprostiranja uzemljivača. Nadalje, potpuno je svejedno što je za analizu utjecaja diskontinuiteta specifične električne vodljivosti tla odabran jednostavni cilindrični vodič, jer se utjecaj višestrukih diskontinuiteta na analogan način analizira i u slučaju složenog uzemljivača ako mu je dominantna dimenzija u ravnini s ravninama diskontinuiteta specifične električne vodljivosti tla, što će detaljnije biti pojašnjeno u sljedećem radu.

2.1 Vrlo duboko ukopan uzemljivač u jednoslojnom anizotropnom homogenom tlu

Kada je uzemljivač vrlo duboko ukopan u tlo, tj. kada je njegova najistaknutija dimenzija mnogo manja od dubine ukopavanja, tada se utjecaj diskontinuiteta specifične električne vodljivosti na granici tlo-zrak, na električne prilike u okolini uzemljivača mogu zanemariti (slika 1). U tom slučaju određivanje otpora rasprostiranja uzemljivača provodi se kao da je sav prostor oko uzemljivača tlo, a granice tlo-zrak nema. Iako su okolnosti pod kojima se taj slučaj javlja rijetke, inženjeri često primjenjuju ovu tehniku za procjenu vrijednosti otpora rasprostiranja uzemljivača, a poslije uvažavaju granicu tlo-zrak u proračunima. U ovome radu za specifičnu električnu vodljivost medija upotrebljava se oznaka κ , umjesto γ , koja prema [2] označava valnu konstantu.

This is followed by a description of the method of images when the ground conductor is buried in double-layer soil. Although the observed ground conductor is a normal pipe with circular cross-section, the expressions shown in this article also apply to the more frequently used strip ground conductors with rectangular cross-section, because the expressions are modelled by means of an equivalent radius [1]. In all the calculations the effect of the connection lines on the ground conductor is neglected, because their contribution to reducing ground resistance is negligible.

2 PHYSICAL SOIL MODELS

To simplify the physical picture and create the simplest possible mathematical mechanism with its accuracy within the preset limits and the models comparable with each other, under the first scenario we shall assume that the ground conductor is buried deep, so we may ignore the effect of discontinuity of the specific electrical conductivity at the soil-air boundary. Although this way an error has deliberately been made in the physical model - stating that the effect of the conductor images cannot, as a rule, be ignored - so that using such a model makes it easy to make a judgement about the effect of different types of discontinuity of the specific electrical conductivity on the resultant ground resistance. Furthermore, it is absolutely irrelevant that for the analysis of the effects of the discontinuity of the electrical conductivity of the soil a simple cylindrical conductor was chosen, because the effect of multiple discontinuities is analysed analogously in case of a complex ground conductor as well, if its dominant dimension is on the same plane with the planes of the discontinuity of the specific electrical conductivity of the soil, which will be explained in detail in the following article.

2.1 Very deeply buried ground conductor in single-layer anisotropic homogenous soil

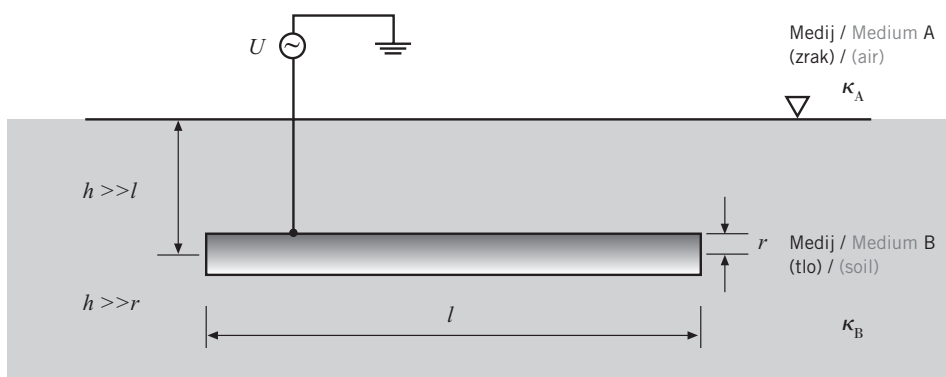
If the ground conductor is buried very deep in the soil i.e. when its biggest dimension is much smaller than the depth to which it is buried, the effect of the discontinuity of the specific electrical conductivity on the soil-air boundary, on the electrical conditions in the surroundings of the ground conductor, can be ignored. In such a case determining ground resistance is carried out as if the entire area around the ground conductor is soil and there is no soil-air boundary. Although the circumstances under which this is the case rarely occur, engineers often use this technique to estimate the value of ground resistance, only to take the soil-air boundary into account in their later computations. In this article the specific electrical conductivity is marked κ instead of γ which according to [2] stands for wave constant.

Slika 1

Dvodimenzionalni prikaz
vrlo duboko ukopanog
cjevastog uzemljivača u
jednoslojno anizotropno
homogeno tlo

Figure 1

2D-rendering of a deeply
buried pipe conductor in
single-layer anisotropic
homogenous soil

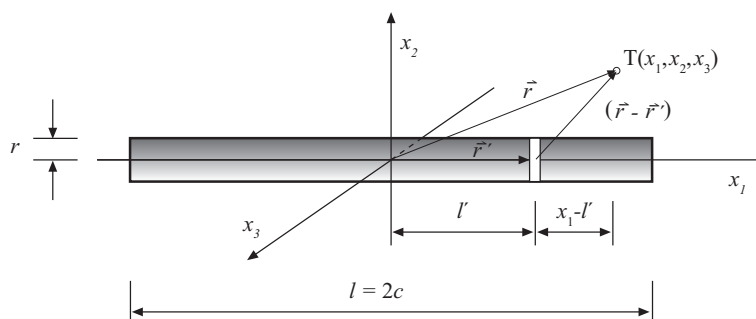


Neka je ravan vodič duljine l i radijusa (polumjera) r smješten u neograničenom prostoru specifične električne vodljivosti κ , u kojem nema nikakvih izvora polja (osim onog na promatranom vodiču). U tom slučaju riječ je o usamljenom vodiču u prostoru. Takav pristup zadaći omogućava zanemarivanje vanjskih utjecaji na električne prilike na vodiču i njegovu okolišu. Pretpostavlja se da je u vodič injektirana struja i , te da ona u cijelosti istječe iz njega (jednadžba kontinuiteta). Ishodište pravokutnog koordinatnog sustava smješteno je u središte vodiča tako da se jedinični vektor e_{x1} podudara s osi vodiča. Koordinatni sustav predstavljen je poopćenim koordinatama x_1, x_2 i x_3 , kako je to prikazano slikom 2. Točka promatranja označena je s $T(x_1, x_2 \text{ i } x_3)$, a njezin položaj u odnosu na koordinatni početak predstavljen je vektorom $\vec{r}$.

Let us assume that a straight conductor with length l and radius r is placed in an unlimited space with the specific electrical conductivity κ , in which there are no field sources (except the one on the conductor observed). In such a case we speak of a lone conductor in a space. Such an approach to the task makes it possible to ignore the external effects on the electrical conditions on the conductor and its surroundings. Let us assume that electricity i was injected in the conductor and that it fully flows out of it (continuity equation). The starting point for the rectangular coordinate system is placed at the center of the conductor so that the unit vector e_{x1} corresponds with the conductor axis. The coordinate system is represented by generalised coordinates x_1, x_2 and x_3 , as shown in Figure 2. The point of observation is marked $T(x_1, x_2 \text{ and } x_3)$ and its position relative to the coordinate start is represented by vector $\vec{r}$.

Slika 2

Usamljeni ravni
vodič smješten u
neograničenom
prostoru i relevantna
geometrija
Figure 2
Lone straight
conductor placed in
unlimited space and
relevant geometry



Primjenom metode superpozicije, električni potencijal u točki promatranja $T(x_1, x_2 \text{ i } x_3)$, može se odrediti kao beskonačni zbroj svih električnih potencijala koji uzrokuju točkasti izvori smješteni duž osi vodiča. Kako je veza između linijskog i točkastog izvora dana s $i = \lambda(\vec{r}') \Delta l'$, a beskonačna suma integralom, uporabom izraza za skalarni potencijal u okolišu točkastog izvora iznos potencijala u točki $T(x_1, x_2 \text{ i } x_3)$, glasi:

Using the method of superposition, the electrical potential at the observation point $T(x_1, x_2 \text{ and } x_3)$ can be determined as an infinite sum of all the electrical potentials caused by spot sources located along the conductor axis. Since the connection between a line and a spot source is determined as $\Delta i = \lambda(\vec{r}') \Delta l'$, and the infinite sum as an integral, using the expression for the scalar potential in the surroundings of the spot source the amount of the potential at the point $T(x_1, x_2 \text{ and } x_3)$ reads:

$$\varphi(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\kappa} \int_{l'} \frac{\lambda(r')}{R(\vec{r}, \vec{r}')} dl' = \frac{1}{4\pi\kappa} \int_{l'} \frac{\lambda(r')}{|\vec{r} - \vec{r}'|} dl', \quad (1)$$

gdje su: $\vec{r}(x'_1, x'_2 \text{ i } x'_3)$, $\vec{r}(x_1, x_2 \text{ i } x_3)$ koordinate izvora polja i točke promatranja, dl' put integracije, $R(\vec{r}, \vec{r}')$ udaljenost između izvora i točke promatranja, a κ specifična električna vodljivost tla (S/m).

whereas: $\vec{r}(x'_1, x'_2 \text{ and } x'_3)$, $\vec{r}(x_1, x_2 \text{ and } x_3)$, are coordinates of the field source and the observation point, dl' is the path of integration, $R(\vec{r}, \vec{r}')$ is the distance between the source and the observation point, and κ is the specific electrical conductivity of the soil (S/m).

Udaljenost $R(\vec{r}, \vec{r}')$ između izvora i točke promatranja u proširenijem zapisu glasi:

The distance of $R(\vec{r}, \vec{r}')$ from the source and the observation point in the extended expression reads:

$$R(\vec{r}, \vec{r}') = |\vec{r} - \vec{r}'| = \sqrt{(x_1 - l')^2 + x_2^2 + x_3^2}. \quad (2)$$

Uz pretpostavku da je linijska gustoća izvora polja konstantna veličina $\lambda(r') = \text{const} = \lambda$ na putu integracije, izraz (1) može se zapisati kao:

Assuming that the line density of the field source is a constant value $\lambda(r') = \text{const} = \lambda$ on the integration path, expression (1) can be described as:

$$\varphi(r) = \frac{\lambda}{4\pi\kappa} \int_{-c}^{+c} \frac{1}{\sqrt{(x_1 - l')^2 + x_2^2 + x_3^2}} dl'. \quad (3)$$

Integriranjem izraza (3) i uvrštavanjem donje $-c$ i gornje granice $+c$ dobiva se izraz za potencijal u okolini ravnog tankog vodiča (štapa) koji uključuje i njegovu površinu, a koji glasi:

By integrating expression (3) and adding the lower $-c$ and upper $+c$ border we arrive at the expression for the potential in the surroundings of the straight thin conductor (rod) which includes its surface area and reads:

$$\varphi(x_1, x_2, x_3) = \frac{\lambda}{4\pi\kappa} \ln \frac{x_1 + c + \sqrt{(x_1 + c)^2 + x_2^2 + x_3^2}}{x_1 - c + \sqrt{(x_1 - c)^2 + x_2^2 + x_3^2}}. \quad (4)$$

Odnosno kako je $i = \lambda l'$ izraz (4) može se zapisati kao:

This means that since $i = \lambda l'$ expression (4) can be noted as:

$$\varphi(x_1, x_2, x_3) = \frac{i}{4\pi\kappa l} \ln \frac{x_1 + c + \sqrt{(x_1 + c)^2 + x_2^2 + x_3^2}}{x_1 - c + \sqrt{(x_1 - c)^2 + x_2^2 + x_3^2}}. \quad (5)$$

Otpor rasprostiranja određuje se iz omjera potencijala uzemljivača i struje koja ga je uzrokovala $R_u = \varphi_u / i$. Potencijal uzemljivača najlakše je odrediti u njegovoj sredini, tj. u točki $T(x_1 = 0, x_2 = r, x_3 = 0)$ te se dobiva [3]:

$$\varphi_u = \frac{i}{4\pi\kappa l} \ln \frac{c + \sqrt{c^2 + r^2}}{-c + \sqrt{c^2 + r^2}}. \quad (6)$$

Dijeljenjem izraza (6) sa strujom dobiva se izraz za otpor rasprostiranja usamljenoga cjevastog uzemljivača [3], koji glasi:

$$R_u = \frac{1}{4\pi\kappa l} \ln \frac{l/2 + \sqrt{(l/2)^2 + r^2}}{-l/2 + \sqrt{(l/2)^2 + r^2}}. \quad (7)$$

Kako se potencijal na površini cilindričnog vodiča mijenja od kraja prema sredini za točnije proračune bolje je upotrebljavati srednji potencijal uzemljivača kao potencijal na kojem se nalazi uzemljivač. Srednja vrijednost potencijala na površini uzemljivača glasi:

$$\varphi_{SR} = \frac{i}{4\pi\kappa l^2} \int_{-c}^{+c} \ln \frac{x_1 + c + \sqrt{(x_1 + c)^2 + r^2}}{x_1 - c + \sqrt{(x_1 - c)^2 + r^2}} dx_1. \quad (8)$$

Integracija je u tom slučaju mnogo složenija, a kao rezultat dobiva se:

$$\varphi_{SR} = \frac{1}{4\pi\kappa l^2} \left[l \ln \frac{l + \sqrt{l^2 + r^2}}{-l + \sqrt{l^2 + r^2}} + 2 \left(r - \sqrt{r^2 + l^2} \right) \right]. \quad (9)$$

Analognim postupkom, tj. dijeljenjem izraza (9) sa strujom i dobiva se izraz za otpor rasprostiranja cjevastog uzemljivača [1]:

$$R_u = \frac{1}{4\pi\kappa l} \left[\ln \frac{l + \sqrt{l^2 + r^2}}{-l + \sqrt{l^2 + r^2}} + 2 \left(\frac{r}{l} - \sqrt{1 + \left(\frac{r}{l} \right)^2} \right) \right]. \quad (10)$$

Izraz (7) može se smatrati pojednostavnjenjem izraza (10) u slučaju kada je duljina vodiča uzemljivača u odnosu na njegov radijus takva da vrijedi $l/r > 100$. U suprotnom, kod kratkih i debelih cijevi treba upotrebljavati izraz (10), koji inače vrijedi za sve omjere duljine i radijusa vodiča koji se koriste u praksi.

Ground resistance is determined from the ratio of the ground potential and the current that caused it $R_u = \varphi_u / i$. The potential of the ground is easiest to determine at its center i.e. at point $T(x_1 = 0, x_2 = r, x_3 = 0)$, where we obtain [3]:

By dividing expression (6) by current we arrive at the expression for ground resistance of a lone pipe conductor [3], which reads:

Since the potential on the surface of the cylindrical conductor is changing from the end towards the middle, it is better to use the mean potential of the ground conductor as the potential on which the ground conductor is located, to obtain more accurate calculations. The mean value of the potentials on the surface of the ground conductor reads:

The integration in this case is much more complex, and the result is:

In an analogous procedure i.e. by dividing expression (9) by current i we arrive at the expression for ground resistance of the pipe conductor [1]:

Expression (7) can be seen as a simplified expression (10) when the length of the ground conductor relative to its radius makes $l/r > 100$ applicable. Otherwise, in case of short and thick pipes, expression (10) should be used, which is generally valid for all the ratios between length and radius of the conductor that are used in practice.

2.2 Jednoslojni model tla

U slučaju jednoslojnog modela tla postoji samo jedna granica diskontinuiteta specifične električne vodljivosti, tj. granica tlo-zrak. Utjecaj tog diskontinuiteta na električne prilike u tlu uvažava se primjenom metode odslikavanja. U tu svrhu svaki izvor polja (struje odvoda iz uzemljivača), a time i svi vodiči uzemljivača ako je on složen uzemljivač imaju svoju sliku u području iza granice diskontinuiteta specifične električne vodljivosti, odatle i slijedi naziv te metode. Kako je položaj odslikanih izvora polja lako odrediti, teži je zadatak odrediti njihov iznos. U tu svrhu mogu se primijeniti zaključci iz elektrostatičke i odslikavanja na ravni i teorema prema kojemu se oni prenose na strujna polja uz odgovarajuću zamjenu varijabli. Više detalja o toj problematici i analogiji između strujnih i električnih polja može se pronaći u [2], [4].

Granični uvjeti koje mora zadovoljiti strujno polje prilikom prelaska granice dvaju medija različitih vodljivosti prema [2] i [4] su:

$$\vec{n} \times (\vec{J}_A - \vec{J}_B) = 0, \quad (11)$$

odnosno:

$$\vec{n} \cdot (\vec{J}_A - \vec{J}_B) = 0, \quad (12)$$

gdje je:

$\vec{n}$ - vektor normale na ravninu diskontinuiteta električne vodljivosti,
 $\vec{J}_A$ - gustoća struje u mediju A na granici diskontinuiteta električne vodljivosti,
 $\vec{J}_B$ - gustoća struje u mediju B na granici diskontinuiteta električne vodljivosti.

Prema izrazu (11) tangencijalna komponenta strujnog polja na granici diskontinuiteta specifične električne vodljivosti ostaje nepromijenjena, dok prema izrazu (12) normalna komponenta strujnog polja granicu diskontinuiteta prelazi kontinuirano [5].

Za ilustraciju slika 3a prikazuje izgled strujnog polja u okolini cijevi položene paralelno s ravninom koja razdvaja dva medija različitih specifičnih električnih vodljivosti κ_A i κ_B . Strujno polje u poluprostoru B, tj. mediju B odgovaraju strujnom polju kao da je sav prostor ispunjen medijem B

2.2 Single-layer soil model

In case of a single-layer soil model there is only one discontinuity boundary of the specific electrical conductivity i.e. the soil-air boundary. The effect of this discontinuity on the electrical conditions in the soil is taken into account by applying the method of images. To this end each field source (leakage current of the ground conductor), and all the conductors in case of a complex ground conductor type, have their images in the area behind the discontinuity boundary of the specific electrical conductivity, which is how the method got its name. Though the positions of the images of the field sources are easy to determine, it is more difficult to determine their value. To this end the conclusions of electrostatics and the images on the plane and the theorem may be used, according to which they are transferred to current fields with an appropriate exchange of variables. For more details on this subjects and the analogy between the current and the electrical fields see [2], [4].

Boundary conditions to be fulfilled by a current field in crossing the boundary between two media of differing conductivity according to [3] and [4] are:

whereas:

$\vec{n}$ - normal vector of the plane of the discontinuity of the electrical conductivity,
 $\vec{J}_A$ - current density in medium A on the discontinuity boundary of the electrical conductivity,
 $\vec{J}_B$ - current density in medium B on the discontinuity boundary of the electrical conductivity.

According to expression (11) the tangential component of the current field on the discontinuity boundary of the specific electrical conductivity remains unchanged, whereas according to expression (12) the normal component of the current field continuously crosses the discontinuity boundary [5].

To illustrate, Figure 3a shows the appearance of the current field around the pipe placed in parallel with the plane dividing two media of different specific electrical conductivity κ_A and κ_B . The current field in half-space B i.e. medium B corresponds to the

te da postoji još jedan izvor polja, koji se nalazi u poluprostoru A, tj. mediju A na udaljenosti od granice diskontinuiteta specifične električne vodljivosti koja odgovara udaljenosti originalnog vodiča od iste (slika 3b). Iz toga proizlazi da se zadaća rješavanja polja u okolini uzemljivača može riješiti tehnikom odslikavanja vodiča na granici diskontinuiteta specifične električne vodljivosti.

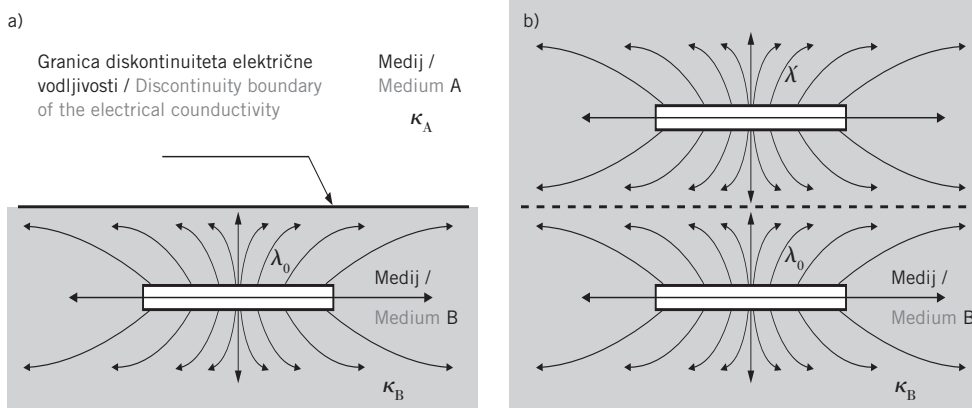
current field as if the entire space were filled with medium B and as if there were another field source in half-space A i.e. medium A at the distance from the discontinuity boundary of the specific electrical conductivity which corresponds to the distance of the original conductor from the same (Figure 3b). It follows that the task of dealing with the field around the ground conductor can be fulfilled by the method of images for the conductor on the discontinuity boundary of the specific electrical conductivity.

Slika 3

Izgled strujnog polja u mediju B u slučaju kada on graniči s medijem drugačije vodljivosti (medij A) i ekvivalentni sustav s odslikanim izvorima polja

Figure 3

Appearance of the current field in medium B when it borders on a medium with different conductivity (medium A) and equivalent system with field source images



Rješavanjem (11) i (12) dobiva se izraz za iznos odslikane linijske gustoće struje u području A (medij A), koji glasi:

Solving (11) and (12) we arrive at the expression for the value of images for line density of the current in space A (medium A), which reads:

$$\lambda'_A = \frac{\kappa_B - \kappa_A}{\kappa_B + \kappa_A} \lambda_0. \quad (13)$$

U tom trenutku valja iskoristiti podatke iz prakse [6], odnosno konkretne vrijednosti specifične električne vodljivosti tla i zraka i uvrstiti ih u prethodni izraz. Specifična električna vodljivost tla kreće se u rasponu od 10^{-2} do 10^{-3} S/m, dok je specifična električna vodljivost zraka reda 10^{-18} S/m. Uvrštavanjem posljednjih podataka u jednadžbu (13) dobiva se:

At this point, we use data from the practice [6] or specific values of the electrical conductivity of soil and air and include them in the expression above. The specific electrical conductivity of the soil ranges from 10^{-2} to 10^{-3} S/m, whereas the specific electrical conductivity of the air is 10^{-18} S/m. By including these data in equation (13) we get:

$$\lambda' = \lambda_0 \frac{10^{-2}/10^{-18} - 1}{10^{-2}/10^{-18} + 1} = \lambda_0 \frac{10^{16} - 1}{10^{16} + 1} \approx \lambda_0. \quad (14)$$

Za specifičnu električnu vodljivost tla od $\kappa = 0,01$ S/m (tipična specifična električna vodljivost tla u Slavoniji) pogreška aproksimacije prema [7] u odnosu na egzaktnu vrijednost iznosi:

For the specific electrical conductivity of $\kappa = 0,01$ S/m (typical specific electrical conductivity of the soil in Slavonia) the approximation error according to [7] with regard to the exact value is:

$$p \% = \frac{\lambda_0 - \frac{10^{16} - 1}{10^{16} + 1} \lambda_0}{\frac{10^{16} - 1}{10^{16} + 1} \lambda_0} \cdot 100 \% = 2 \cdot 10^{-14} \% , \quad (15)$$

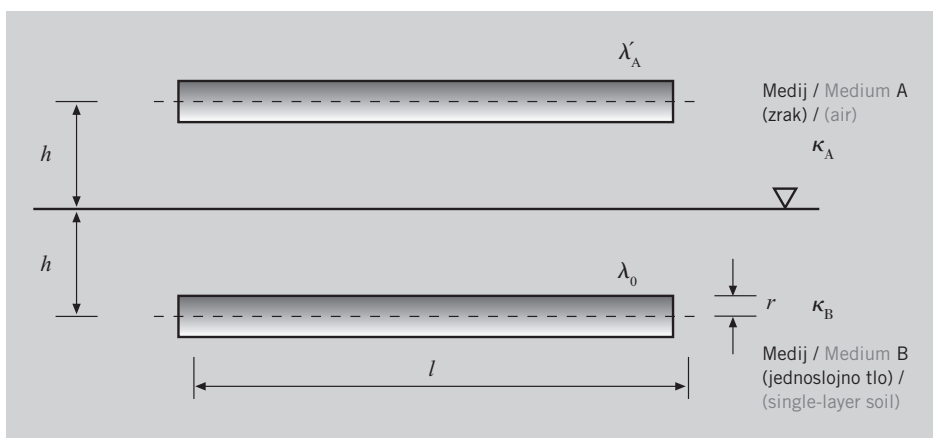
Za specifičnu električnu vodljivost tla od $\kappa = 0,001$ S/m (isušeno tlo) pogreška aproksimacije u odnosu na egzaktnu vrijednost iznosi:

For the specific electrical conductivity of $\kappa = 0,001$ S/m (dry soil) with regard to the exact value is:

$$p \% = \frac{\lambda_0 - \frac{10^{15} - 1}{10^{15} + 1} \lambda_0}{\frac{10^{15} - 1}{10^{15} + 1} \lambda_0} \cdot 100 \% = 2 \cdot 10^{-13} \% , \quad (16)$$

što je izvrsna aproksimacija jer je pogreška zanemariva i kreće se u rasponu od $10^{-13} \%$ do $10^{-14} \%$, za sve slučajeve koji mogu nastupiti u praksi, odnosno za raspon specifične električne vodljivosti tla od $\kappa = 0,01$ S/m do $\kappa = 0,001$ S/m. Dakle, **gotovo bez ikakve pogreške u računu može se koristiti približni izraz** za iznos odslikanog izvora polja iznad tla, prema kojem je $\lambda' = \lambda_0$. Iz prethodno iznesenoga slijedi da je relativno jednostavno formiranje Greenovih funkcija kada je riječ o jednoslojnom tlu. Dobiveni rezultat primjenjiv je za analitičko izvođenje otpora rasprostiranja jednostavnijih uzemljivača, poput cijevi, trake, prstena, ploče itd. Uvažavanje diskontinuiteta specifične električne vodljivosti na granici tlo-zrak na električne prilike u tlu podrazumijeva uvažavanje porasta potencijala uzemljivača nastalog zbog slike vodiča u poluprostoru A (medij A-zrak), što je prikazano slikom 4.

which is an excellent approximation, because the error is negligible, ranging from $10^{-13} \%$ to $10^{-14} \%$ in all the cases that may occur in practice for the range of the specific electrical soil conductivity from $\kappa = 0,01$ S/m to $\kappa = 0,001$ S/m. Consequently, almost **without any error in the calculation, we may use the approximate expression** for the amount of the field source image above the ground, according to which $\lambda' = \lambda_0$. It follows that setting up Green's functions is relatively simple when it comes to single-layer soil. The result obtained is applicable to the analytical derivation of ground resistance of simpler ground conductors such as pipes, strips, rings, plates etc. Taking into account the discontinuity of the specific electrical conductivity at the boundary between soil and air on the electrical conditions in the soil includes recognising the increase in the potential of the ground due to the image of the conductor in half-space A (medium A-air), as shown in Figure 4.



Slika 4

Dvodimenzionalni prikaz cilindričnog vodoravno ukopanog uzemljivača u jednoslojno anizotropno homogeno tlo

Figure 4
2D rendering of the cylindrical horizontally buried ground conductor in single-layer anisotropic homogenous soil

Potencijal vodiča uzemljivača φ_u u ovom slučaju jednak je zbroju potencijala koji nastaje na njemu zbog vlastite struje odvoda φ_A koji je dan izrazima

The potential of the ground conductor φ_u in this case equals the sum of potentials occurring on it because of its own leakage current φ_A as noted in

(6) i (9) i potencijala nastalog uslijed odslikanog vodiča $\varphi_{\lambda'}$ iznad tla koji se nalazi od aksijalne osi originalnog vodiča na udaljenosti $2h$, tj. vrijedi $\varphi_u = \varphi_{\lambda} + \varphi_{\lambda'}$. Ukupni potencijal na površini vodiča glasi:

$$\varphi_u = \frac{i}{4\pi\kappa l} \left[\ln \frac{l/2 + \sqrt{(l/2)^2 + r^2}}{-l/2 + \sqrt{(l/2)^2 + r^2}} + \ln \frac{l/2 + \sqrt{(l/2)^2 + (2h)^2}}{-l/2 + \sqrt{(l/2)^2 + (2h)^2}} \right]. \quad (17)$$

Kada se potencijal na površini vodiča određuje primjenom metode srednjeg potencijala, uvažavajući utjecaj odslikanog izvora polja, taj ukupni potencijal na površini vodiča uzemljivača iznosi:

expressions (6) and (9), and the potential occurring on account of the conductor image $\varphi_{\lambda'}$ above the ground at the distance from the axial axis of the original conductor of $2h$ i.e. $\varphi_u = \varphi_{\lambda} + \varphi_{\lambda'}$. The total potential on the surface of the conductor reads:

When the potential on the surface of the conductor is determined by applying the method of mean potential, taking into account the effect of the field source image the total potential on the surface of the ground conductor is:

$$\varphi_u = \frac{i}{4\pi\kappa l} \left[\ln \frac{l + \sqrt{l^2 + r^2}}{-l + \sqrt{l^2 + r^2}} + \ln \frac{l + \sqrt{l^2 + (2h-r)^2}}{-l + \sqrt{l^2 + (2h-r)^2}} + 2 \left(\frac{2h-r}{l} - \sqrt{1 + \left(\frac{r}{l}\right)^2} - \sqrt{1 + \left(\frac{2h-r}{l}\right)^2} \right) \right]. \quad (18)$$

Dijeljenjem prethodnih dvaju izraza sa strujom i , koja je uzrok potencijalu, dobivaju se izrazi za otpor rasprostiranja vodoravno ukopanog cjevastog uzemljivača za slučaj kada je uvažena granica tlo-zrak. Kako je dvostruka udaljenost od aksijalne osi vodiča do slike ($2h$) puno veća od radijusa vodiča uzemljivača (r), tj. vrijedi $2h \gg r$, pojednostavnjeni izrazi kojima se uvažavaju odslikani izvori polja glase:

Dividing the two expressions above by current i , which is the cause of the potential, we arrive at the expressions for ground resistance of a horizontally buried pipe conductor when the soil-air boundary is taken into account. Since the double distance from the axial axis from the conductor to the image charge ($2h$) is much bigger than the radius of the ground conductor (r) i.e. $2h \gg r$, the simplified expressions taking into account the field source images read:

$$R_u = \frac{1}{4\pi\kappa l} \left[\ln \frac{l/2 + \sqrt{(l/2)^2 + r^2}}{-l/2 + \sqrt{(l/2)^2 + r^2}} + \ln \frac{l/2 + \sqrt{(l/2)^2 + (2h)^2}}{-l/2 + \sqrt{(l/2)^2 + (2h)^2}} \right], \quad (19)$$

$$R_u = \frac{1}{4\pi\kappa l} \left[\ln \frac{l + \sqrt{l^2 + r^2}}{-l + \sqrt{l^2 + r^2}} + \ln \frac{l + \sqrt{l^2 + (2h)^2}}{-l + \sqrt{l^2 + (2h)^2}} + 2 \left(\frac{2h}{l} - \sqrt{1 + \left(\frac{r}{l}\right)^2} - \sqrt{1 + \left(\frac{2h}{l}\right)^2} \right) \right], \quad (20)$$

gdje je:

l - aksijalna duljina uzemljivača (m),
 r - radijus (polumjer) uzemljivača (m),
 κ - specifična električna vodljivost tla (S/m),
 h - dubina ukopavanja uzemljivača (m).

whereas:

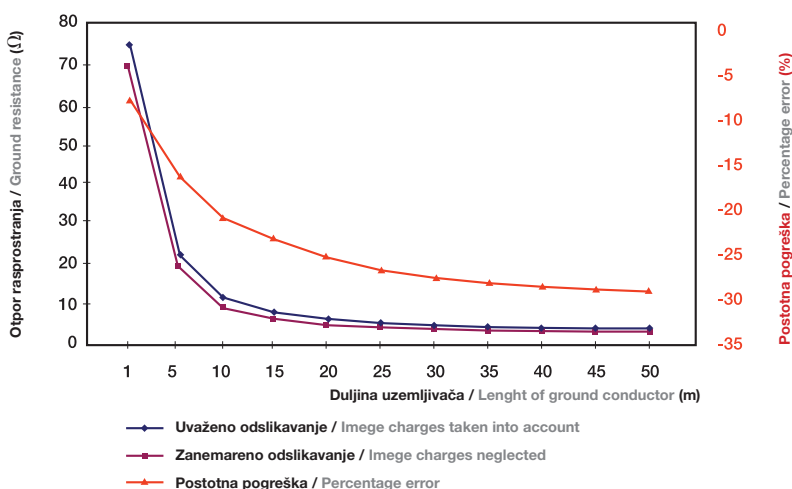
l - axial length of ground conductor (m),
 r - radius of ground conductor (m),
 κ - specific electrical conductivity of the soil (S/m),
 h - depth to which the ground conductor is buried (m).

Na slici 5 grafički je prikazan otpor rasprostiranja horizontalno ukopanoga cjevastog uzemljivača u slučajevima kada je uvažena granica diskontinuiteta specifične električne vodljivosti tlo-zrak (plava

Figure 5 graphically shows the ground resistance of a horizontally buried pipe conductor when the discontinuity boundary of the specific electrical conductivity between soil and air (blue curve) is

krivulja) i u slučaju kada je ista zanemarena (ružičasta krivulja). Otpor rasprostiranja određen je izrazima (10) i (20). Ujedno je prikazana i postotna pogreška koja nastaje zanemarivanjem granice tlo-zrak (crvena krivulja).

taken into account, and when it is not (pink curve). Ground resistance is determined by expressions (10) and (20). Figure 5 also shows the percentage error which occurs when the soil-air boundary is neglected (red curve).



Slika 5

Otpor rasprostiranja horizontalno ukopanoga cjevastog uzemljivača u funkciji njegove duljine s utjecajem i bez utjecaja granice tlo-zrak i postotna pogreška u njezinu zanemarivanju

Figure 5

Ground resistance of a horizontally buried pipe conductor considering its length with and without the effect of the soil-air boundary, and percentage error in case of neglecting the same

Tablica 1 - Otpor rasprostiranja horizontalno ukopanoga cjevastog uzemljivača s utjecajem i bez utjecaja granice tlo-zrak i postotna pogreška u njezinu zanemarivanju

Table 1 - Ground resistance of a horizontally buried pipe conductor with and without the effect of the soil-air boundary, and percentage error in case of neglecting the same

Duljina vodiča / Conductor length (m)	Otpor rasprostiranja*/Ground resistance (Ω)		Pogreška / Error (%)
	Zanemarena granica tlo-zrak / Neglected soil-air boundary	Uvažena granica tlo-zrak / Soil-air boundary taken into account	
1	68,569	74,041	-7,392
10	10,507	13,363	-21,371
50	2,613	3,663	-28,648
100	1,417	2,050	-30,869

* Radijus vodiča je 0,01 m, a dubina ukopavanja 0,7 m. / The radius of the conductor is 0,01 m, and the depth to which it is buried is 0,7 m.

Iz slike 3 i tablice 1 lako je zapaziti da porastom duljine uzemljivača u odnosu na dubinu ukopavanja raste i pogreška ako se zanemari diskontinuitet specifične električne vodljivosti na granici tlo-zrak. Kod dugih uzemljivača pogreška je veća od 30 %. Ujedno je važno napomenuti da je pogreška negativna, što je otežavajuća okolnost jer ako se zanemari odslikavanje, uzemljivač će biti poddimenzioniran, odnosno imat će prevelik otpor rasprostiranja, što rezultira skupim postupcima sanacije u praksi. Iz toga je lako zaključiti da se granica tlo-zrak mora uvažavati u svim slučajevima koji mogu nastupiti u praksi.

Figure 3 and Table 1 clearly show that with the increase in the length of the ground conductor in relation to the depth to which the conductor is buried the error also increases if the discontinuity of the specific electrical conductivity at the soil-air boundary is neglected. In long ground conductors the error exceeds 30 %. It is also important to note that the error is negative, which is an aggravating circumstance, because if image charge is neglected the ground conductor will be undersized, i.e. it will have too big ground resistance, which results in expensive rehabilitation procedures in practice. Consequently, the soil-air boundary must be considered in the cases that may appear in practice.

Svaka važnija studija ili proračun uzemljivača zahtijevat će uvažavanje i višestruke vertikalne promjene specifične električne vodljivosti tla. Vertikalna promjena specifične električne vodljivosti tla, može biti uzrokovana: isušivanjem površinskog sloja tla ljeti, zaleđivanjem površinskog sloja zimi, različitim kemijskim sastavom, različitom granulacijom, posipavanjem tla šljuncom ili asfaltom (u postrojenjima).

Bez obzira na narav uzroka promjene specifične električne vodljivosti, takvi se slučajevi najčešće rješavaju primjenom metode višestrukih odslikavanja. U tu svrhu koriste se prenamijenjeni prethodno izvedeni izrazi za iznos i položaj odslikanih linijskih gustoća struje u dvoslojnom vodljivom mediju. Tehnički zanimljivi slučajevi nastupaju kada se (u prethodnom slučaju) uzemljivač nalazi iznad sloja koji ima mali specifični električni otpor tla, tj. veliku specifičnu električnu vodljivost, tj. kada je površinski sloj tla isušen ljeti ili zaleđen zimi, te u drugom slučaju kada se on nalazi u sloju s manjim specifičnim električnim otporom tla, tj. većom specifičnom vodljivosti, tj. kada je uzemljivač u krškom predjelu gdje je velik specifični električni otpor tla, a u rov s uzemljivačem nanescena je zemlja povoljnije vodljivosti te u slučajevima kada je specifična električna otpornost tla gornjeg sloja niža od specifičnog električnog otpora tla donjeg sloja. Oba navedena slučaja analiziraju se primjenom dvoslojnog modela tla, prikazanom u sljedećem poglavlju.

2.3 Dvoslojni model tla - uzemljivač u gornjem sloju tla

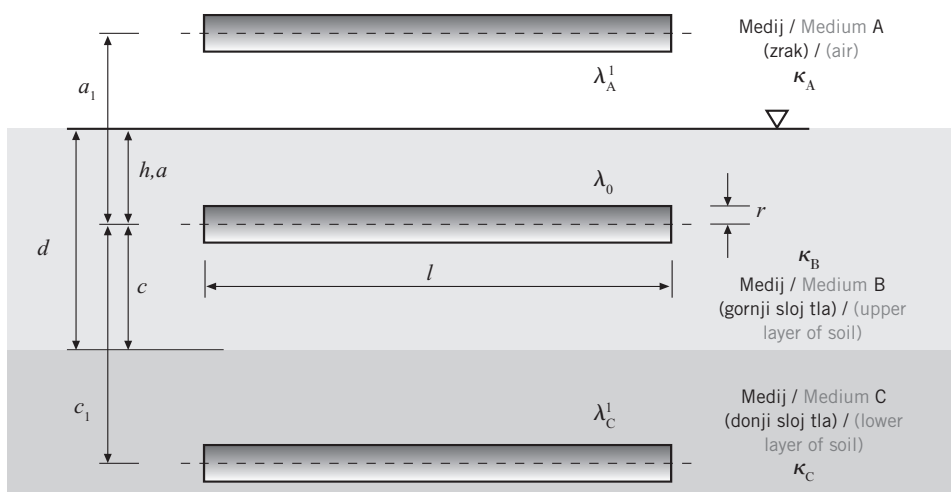
U ovom poglavlju detaljno je prikazan zanimljiv i tehnički veoma važan slučaj. Neka je izvor polja (linijska gustoća struje λ_0) postavljen u sloju tla B, koji razdvaja dva poluprostora-tla različitih specifičnih električnih vodljivosti, kao što je to prikazano slikom 6. Potrebno je odrediti iznose i položaje odslikanih linijskih gustoća struje tako da se može s visokom točnošću odrediti iznos skalarnog električnog potencijala u području u kojemu se nalazi izvor (područje B). Tri medija različitih specifičnih električnih vodljivosti označeni su slovima A, B i C, što odgovara specifičnim električnim vodljivostima medija: κ_A , κ_B i κ_C . Izvor polja je linijska gustoća struje λ_0 , koja se nalazi na udaljenosti a od poluprostora A (zrak), odnosno na udaljenosti c od poluprostora C. Iznosi i položaji odslikanih linijskih gustoća struja u poluprostorima A i C određuju se uz pomoć izraza za slučaj kada ravnina razdvaja dva poluprostora različitih specifičnih električnih vodljivosti [8].

Every major study or computation of the ground conductor will also require taking into account the multiple vertical change in the specific electrical conductivity of the soil. The vertical change in the specific electrical conductivity of the soil may be caused by: drying of the surface layer in the summer, freezing of the surface layer in the winter, different chemical composition, different granulation, covering the soil with gravel or asphalt (at plant facilities).

Notwithstanding the nature of the cause of the change in the specific electrical conductivity, such cases are most frequently dealt with by using the method of multiple images. To this end the previously derived expressions for the amount and position of image line density of the current in a double-layer medium is used. Technically interesting instances occur when in the aforementioned case the ground conductor is placed above the soil with low specific soil resistivity i.e. high specific electrical conductivity, that is when the surface layer of the soil is dried up in the summer or frozen in the winter, and in another case, when the conductor is placed in a layer with low specific soil resistivity i.e. with a higher specific conductivity, notably in a karstic area where there is a great specific soil resistivity, and the trench with the ground conductor is filled with earth of more favourable conductivity. Also in the cases when the specific soil resistivity of the upper layer is lower than the specific soil resistivity of the lower layer. Both these cases can be analysed by using a double-layer soil model, presented in the following section.

2.3 Double-layer soil model - ground conductor in the upper soil layer

This section describes an interesting and technically very important case which will be dealt with in detail. Let us assume that the field source (line density of the current λ_0) is placed in the B layer of the soil which divides two half-spaces - the soils with different specific electrical conductivity, as shown in Figure 6. It is necessary to determine the amounts and positions of image line densities so that it is possible to determine with high accuracy the amount of scalar electrical potential in the area in which the source is positioned (area B). Three media with differing specific electrical conductivity are marked by the letters A, B and C, corresponding to the specific electrical conductivity of the media: κ_A , κ_B and κ_C . Field source is the current density λ_0 which is placed at the distance a from the half-space A (air), i.e. at the distance c from the half-space C. The amounts and positions of the image line densities of the currents in half-spaces A and C are determined by means of the expression for the case when the plane divides two half-spaces of different specific electrical conductivities [8].



Slika 6
Dvodimenzionalni prikaz ukopanog cjevastog uzemljivača
Figure 6
2D rendering of buried pipe conductor

Iz izraza za iznose odslikanih linijskih gustoća struja

From the expressions for the amounts of line density images of currents

$$\lambda_{A'}^1 = \frac{\kappa_B - \kappa_A}{\kappa_B + \kappa_A} \lambda_0. \quad (21)$$

Slike linijske gustoće struje koje nastaju u području A (A-zrak) imat će indeks A dolje, tj. λ_A , a redni broj slike (k) u tom području označavat će se indeksom gore $\lambda^{(k)}$ pa će potpuno indeksiranje odslikanih linijskih gustoća struja koje se nalaze u području A imati oznaku $\lambda_A^{(k)}$. Isto vrijedi i za područje C, te je k -ta slika u području C prikazana kao $\lambda_C^{(k)}$.

The images of line density of the current occurring in area A (A-air) will have lower index A i.e. λ_A , and the ordinal number of the image (k) will in such a case be marked by the upper index $\lambda^{(k)}$, so that full indexing of line density images of currents in area A will be marked $\lambda_A^{(k)}$. The same applies to area C, and the k image in area C is represented as $\lambda_C^{(k)}$.

Prve slike originalnog izvora polja u područjima A i C imaju sljedeće iznose i položaje u odnosu na vodič uzemljivača:

The first images of the original field source in the areas A and C have the following amounts and positions in relation to the ground conductor:

$$\lambda_{A'}^{(1)} = \frac{\kappa_B - \kappa_A}{\kappa_B + \kappa_A} \lambda_0 = \alpha \lambda_0, \quad (22)$$

a udaljenost od aksijalne osi uzemljivača iznosi $a_1 = 2a$,

and the distance from the axial axis of the ground conductor is $a_1 = 2a$,

$$\lambda_{C'}^{(1)} = \frac{\kappa_B - \kappa_C}{\kappa_B + \kappa_C} \lambda_0 = \beta \lambda_0, \quad (23)$$

a udaljenost od aksijalne osi uzemljivača iznosi $c_1 = 2c$.

and the distance from the axial axis of the ground conductor is $c_1 = 2c$.

Ponavljanjem postupka za $\lambda_A^{(1)}$ i $\lambda_C^{(1)}$ dobivaju se položaji i iznosi slika linijskih gustoća struje drugoga reda:

$$\lambda_A^{(2)} = \alpha \lambda_C^{(1)} = (\alpha\beta) \lambda_0,$$

$$a_2 = 2c_1 = 4c,$$

$$\lambda_C^{(2)} = \beta \lambda_A^{(1)} = (\beta\alpha) \lambda_0,$$

$$c_2 = 2a_1 = 4a.$$

Analognim postupkom za treću iteraciju $k = 3$ dobiva se:

$$\lambda_A^{(3)} = \alpha \lambda_C^{(2)} = \alpha(\beta\alpha) \lambda_0,$$

$$a_3 = 2b_2 = 2 \cdot (4a) = 8a,$$

$$\lambda_C^{(3)} = \beta \lambda_A^{(2)} = \beta(\alpha\beta) \lambda_0,$$

$$c_3 = 2a_2 = 2 \cdot (4c) = 8c.$$

Na osnovi tih triju iteracija može se odrediti sljedeća shema prikazana slikom 7 prema kojoj se mogu određivati iznosi odslikanih linijskih gustoća struje i njihove udaljenosti od koordinatnog početka (položaj izvora polje-uzemljivač).

Repeating the procedure for $\lambda_A^{(1)}$ and $\lambda_C^{(1)}$ we obtain the positions and amounts of the images of line densities of the currents of the second order:

$$\lambda_A^{(2)} = \alpha \lambda_C^{(1)} = (\alpha\beta) \lambda_0,$$

$$a_2 = 2c_1 = 4c,$$

$$\lambda_C^{(2)} = \beta \lambda_A^{(1)} = (\beta\alpha) \lambda_0,$$

$$c_2 = 2a_1 = 4a.$$

By an analogous procedure for a third iteration $k = 3$ we obtain:

$$\lambda_A^{(3)} = \alpha \lambda_C^{(2)} = \alpha(\beta\alpha) \lambda_0,$$

$$a_3 = 2b_2 = 2 \cdot (4a) = 8a,$$

$$\lambda_C^{(3)} = \beta \lambda_A^{(2)} = \beta(\alpha\beta) \lambda_0,$$

$$c_3 = 2a_2 = 2 \cdot (4c) = 8c.$$

On the basis of these three iterations we can determine the next schematic shown in Figure 7 according to which we can determine the amounts of the images of current line density and their distance from the coordinant start (position of the field source-ground conductor).

Figure 7

Shematski prikaz određivanja faktora odslikavanja i udaljenosti slike vodiča od aksijalne osi originalnog vodiča uzemljivača
Figure 7
Schematic of the image factor and distance of the conductor image from the axial axis of the original ground conductor

Redni broj slike / No. of image	Slika izvora polja u području / Image of field source in area A		Izvor (original) / Source (original) λ_0	Slika izvora polja u području / Image of field source in area C	
	Položaj / Position	Iznos / Amount		Iznos / Amount	Položaj / Position
1	$-2a$	$\alpha \cdot \lambda_0$		$\beta \cdot \lambda_0$	$2c$
2	$-2a - 2c$	$\alpha\beta \cdot \lambda_0$		$\alpha\beta \cdot \lambda_0$	$2a + 2c$
3	$-4a - 2c$	$\alpha^2\beta \cdot \lambda_0$		$\alpha\beta^2 \cdot \lambda_0$	$2a + 4c$
4	$-4a - 4c$	$\alpha^2\beta^2 \cdot \lambda_0$		$\alpha^2\beta^2 \cdot \lambda_0$	$4a + 4c$
5	$-6a - 4c$	$\alpha^3\beta^2 \cdot \lambda_0$		$\alpha^2\beta^3 \cdot \lambda_0$	$4a + 6c$
$2n$	$-2n(a+c)$	$\alpha^n\beta^n \cdot \lambda_0$		$\alpha^n\beta^n \cdot \lambda_0$	$2n(a+c)$
$2n+1$	$-2n(a+c) - 2a$	$\alpha^{n+1}\beta^n \cdot \lambda_0$		$\alpha^n\beta^{n+1} \cdot \lambda_0$	$2n(a+c) + 2c$
Preslikavanje s faktorom / Image with factor α			Preslikavanje s faktorom / Image with factor β		

Primjenom zaključka iz točke 2.2 slijedi da je koeficijent $\alpha = 1$. Otpor rasprostiranja horizontalnog cjevastog uzemljivača ukopanog u dvoslojno tlo uvažavajući slike do drugog reda glasi:

On the basis of the conclusion in section 2.2 it is easy to find that the coefficient $\alpha = 1$. Ground resistance for a horizontal pipe conductor buried in a two-layer soil, considering the images up to the second order, reads:

$$R_e = \frac{1}{4\pi\kappa_B l} [(f_1 + g_1) + \alpha(f_2 + g_2) + \beta(f_3 + g_3) + 2\alpha\beta(f_4 + g_4)], \quad (24)$$

gdje su funkcije f i g dane izrazima:

with the functions f and g given in expressions:

$$f_1 = \ln \frac{l + \sqrt{l^2 + r^2}}{-l + \sqrt{l^2 + r^2}}, \quad (25)$$

$$g_1 = 2 \left(\frac{r}{l} - \sqrt{1 + \left(\frac{r}{l} \right)^2} \right), \quad (26)$$

$$f_2 = \ln \frac{l + \sqrt{l^2 + 4a^2}}{-l + \sqrt{l^2 + 4a^2}}, \quad (27)$$

$$g_2 = 2 \left(\frac{2a}{l} - \sqrt{1 + \left(\frac{2a}{l} \right)^2} \right), \quad (28)$$

$$f_3 = \ln \frac{l + \sqrt{l^2 + 4c^2}}{-l + \sqrt{l^2 + 4c^2}}, \quad (29)$$

$$g_3 = 2 \left(\frac{2c}{l} - \sqrt{1 + \left(\frac{2c}{l} \right)^2} \right), \quad (30)$$

$$f_4 = \ln \frac{l + \sqrt{l^2 + 4(a+c)^2}}{-l + \sqrt{l^2 + 4(a+c)^2}}, \quad (31)$$

$$g_4 = 2 \left(\frac{2(a+c)}{l} - \sqrt{1 + \left(\frac{2(a+c)}{l} \right)^2} \right). \quad (32)$$

Primjena prethodnih izraza može se ilustrirati numeričkim primjerom.

Here is a numerical example as an illustration of the expressions referred to above.

Neka se vodič trakastog uzemljivača ekvivalentnog radijusa 1,5 cm i duljine 50 m nalazi u gornjem sloju tla kojemu se specifični električni otpor mijenja sezonski te se kreće od 200-500 Ωm , a debljina sloja na mjestu polaganja uzemljivača približno je 1 m. Uzemljivač je ukopan na 0,7 m ispod površine tla. Donji sloj tla nije podložan u većoj mjeri sezonskim varijacijama otpora na mjestu ukopavanja te mu je specifična otpornost približno 100 Ωm . Potrebno je odrediti otpor rasprostiranja uzemljivača pri nepovoljnim sezonskim varijacijama otpora površinskog tla.

Bez tehnike višestrukog odslikavanja procijenilo bi se otpor rasprostiranja uzemljivača u slučaju da je sve tlo specifičnog električnog otpora 300 Ωm . Tada se uvažavanjem odslikavanja na granici tlo zrak prema izrazu (20) dobiva za otpor rasprostiranja cijevi $R_u = 10,601 \Omega$. Odnosno u slučaju da je sve tlo specifičnog električnog otpora 100 Ωm , otpor rasprostiranja iznosi $R_u = 3,534 \Omega$. Stvarni otpor rasprostiranja bio bi manji od 10,601 Ω , a veći od 3,534 Ω . Mogla bi se uzeti srednja vrijednost koja bi iznosila $R_u = 7,068 \Omega$. Točna vrijednost otpora prema (24) iznosi $R_u = 5,812 \Omega$.

Pogreška procijenjene vrijednosti iznosi 21,6 %, gdje je za točnu vrijednost uzet otpor rasprostiranja od $R_u = 5,812 \Omega$. To je nedopustivo velika pogreška, te je ujedno na tom numeričkom primjeru opravdana uporaba izraza (24), koji uvažava dvoslojnu strukturu tla. Na slici 8 grafički je prikazana ovisnost otpora rasprostiranja u dvoslojnom tlu dobivenog prema izrazu (24), koji se predlaže za uporabu u takvom slučaju i procijenjene (srednje) vrijednosti otpora rasprostiranja određene na način prikazan u numeričkom primjeru.

A strip conductor with the equivalent radius of 1,5 cm and 50 m length is placed in the upper layer of the soil whose specific electrical resistivity changes with the seasons, ranging from 200 to 500 Ωm , and the thickness of the layer at the point where the ground conductor is buried is approximately 1 m. The ground conductor is buried to 0,7 m under the surface. The lower layer of the soil is not subject to major seasonal variations in resistivity at the point where the conductor is buried, and its specific resistivity is approximately 100 Ωm . It is necessary to determine ground resistance for unfavourable seasonal variations of the upper soil resistivity.

Without the technique of multiple images we would estimate ground resistance assuming the entire soil to have the specific electrical resistivity of 300 Ωm . Then taking into account the images on the soil-air boundary according to expression (20), the pipe ground resistance of $R_u = 10,601 \Omega$ is obtained. In case the entire soil has the specific electrical resistivity of 100 Ωm , the ground resistance is $R_u = 3,534 \Omega$. The actual ground resistance would be less than 10,601 Ω and greater than 3,534 Ω . We could take the mean value which would be $R_u = 7,068 \Omega$. The exact value of resistance according to (24) is $R_u = 5,812 \Omega$.

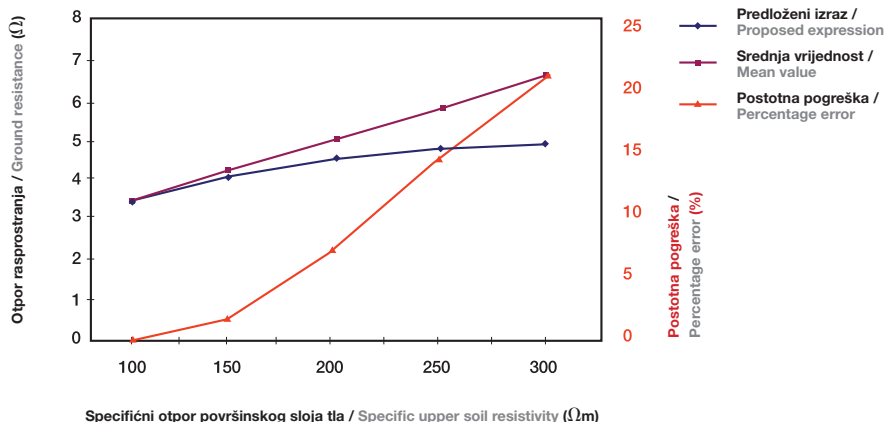
The error of the estimated value is 21,6 %, with ground resistance $R_u = 5,812 \Omega$ taken as the accurate value, which is an impermissibly big error, so in this numerical example it is justified to use expression (24) which takes into account the two-layer soil structure. Figure 8 shows the dependence of the ground resistance in a two-layer soil obtained from expression (24) which we propose to use in such a case, and the estimated (mean) value of ground resistance determined in the manner shown in the numerical example.

Slika 8

Otpor rasprostiranja vodoravno ukopane trake u funkciji specifične otpornosti površinskog sloja tla za jednoslojni i dvoslojni model tla i postotna pogreška

Figure 8

Ground resistance of a horizontally buried strip conductor considering the specific upper soil resistivity in a single-layer and in a double-layer soil model, and percentage error.



Valja naglasiti da pogreška koja nastaje zanemarivanjem dvoslojne strukture tla ovisi u prvom redu o **omjeru otpora gornjeg i donjeg sloja** tla i veća je što je navedeni omjer veći, a manje ovisi o dubini ukopavanja i debljini površinskog sloja. Slike višeg reda (>2) nije potrebno uvažavati ako se ne traži veća točnost, ali je to u praksi nepotrebno, jer će korekcija biti neznatna u odnosu na nesigurnost mjernih podataka o otporu tla i debljini površinskog sloja tla. Na osnovi slike 8 i numeričkog primjera lako je zaključiti da ako se očekuje znatnija vertikalna promjena specifičnog električnog otpora tla, tada se **obvezno mora uvažavati** dvoslojna struktura tla.

3 ZAKLJUČAK

Temeljem dobivenih rezultata otpora rasprostiranja jednostavnog vodoravno ukopanog cjevastog uzemljivača uporabom različitih modela tla može se zaključiti da minimalno korektni proračun otpora rasprostiranja uzemljivača podrazumijeva jednoslojni model tla, koji govoreći tehnikom odslikavanja uključuje originalni vodič i njegovu sliku iznad tla. Pogreška određivanja otpora rasprostiranja uzemljivača koja bi nastupila zanemarivanjem tog jednostavnog odslikavanja u praktičnim slučajevima kod dugih trakastih uzemljivača dosegla bi nedopustivo visoku razinu od preko 30 %.

Nadalje, kako je u praksi nerealno očekivati jednoslojno tlo, za točnije proračune i u slučajevima kada se očekuju velike razlike između specifičnih otpornosti gornjeg i donjeg sloja tla obavezna je uporaba dvoslojnog modela tla. Pritom je u većini praktičnih slučajeva dovoljno uvažiti slike vodiča do drugog reda s obiju strana granica diskontinuiteta električne vodljivosti. Pogreška koja bi nastupila prilikom proračuna otpora rasprostiranja u slučaju tla s velikom razlikom specifične otpornosti gornjeg i donjeg sloja kreće se do oko 20 % u većini praktičnih slučajeva. Iako je u ovom radu prikazan slučaj kada je gornji sloj tla s manjom specifičnom otpornosti isti, zaključci vrijede i u obrnutom slučaju. U radu je na praktički najjednostavnijem primjeru uzemljivača prikazana implementacija metode odslikavanja, analizirana točnost modela, a analogni isti postupci mogu se koristiti i za složenije uzemljivače poput zvjezdastog, prstenastog, mrežastog itd., što će biti prikazano u idućem radu.

Prilikom analize utjecaja višeslojnosti tla na složenije tipove uzemljivača, a primjenom rezultata prikazanih u ovom radu, potrebno je uspoređivati najistaknutiju dimenziju složenog uzemljivača

It needs to be said here that the error occurring in neglecting the two-layer soil structure primarily depends on the **ratio between the upper layer resistivity and the lower layer resistivity**, increasing with the ratio, and less on the depth to which the conductor is buried and the thickness of the surface layer. The images of a higher order (>2) need not be taken into account if no particular accuracy is required, and in practice this is unnecessary because the correction will be insignificant compared with the uncertainty of the measurement data of ground resistance and thickness of the upper layer of the soil. On the basis of Figure 8 and the numerical example it is easy to conclude that if a substantial vertical change in the specific soil resistivity is expected, then **it is obligatory to take into account** the double-layer soil structure.

3 CONCLUSION

On the basis of the ground resistance results obtained for a simple horizontally buried pipe conductor by using various soil models, we may conclude that a minimum correct computation of ground resistance applies to the single-layer soil model, which in terms of the technique of images includes the original conductor and its image above the ground. The error in determining ground resistance which would occur if this simple images were neglected in practical cases with long strip conductors would reach the impermissibly high level of more than 30 %.

Furthermore, since it is unrealistic to expect single-layer soil in practice, for more accurate computations and in cases when big differences are expected between the specific resistivity of the upper and the lower layers of the soil it is obligatory to use the double-layer model of the soil. In most cases in practice it suffices to take into account the conductor images up to the second order on both sides of discontinuity boundaries of the electrical conductivity. The error that would occur in the computation of the ground resistance in the soil with a high difference in the specific resistivity between the upper and the lower soil layers reaches up to about 20 % in most practical cases. Although this article has shown a case when the upper layer of the soil has lower specific soil resistivity, the same conclusion applies in the opposite case. The article shows the implementation of the method of images practically on the simplest example of the ground conductor, analysing the accuracy of the model, and analogous procedures can be used for more complex ground conductors such as star, ring and mesh type conductors etc., which will be presented in the article to follow.

koja je u ravni s ravnom diskontinuiteta otpora s debljinom slojeva tla, te dubinom ukopavanja [6]. U ovom radu namjerno su prikazani izvodi izraza kako bi se čitateljima koji razvijaju vlastita softverska rješenja primjenom metode momenata (MoM) omogućila lakša implementacija krajnjih rezultata ovoga članka, tj. iznosa i položaja odslikanih izvora polja (vodiča) u njihov softver. Više detalja o numeričkim postupcima pri proračunu otpora rasprostiranja zainteresirani čitatelj može naći u [9], [10], [11] i [12]. Prednosti i nedostaci pojedinih numeričkih postupaka opisani su u [8]. Autori ovog rada pripremaju članak u kojem će biti prikazana implementacija dobivenih izraza za proračune složenijih uzemljivača u višeslojnom tlu primjenom metode momenata. Želja je autora potaknuti inženjere u praksi na uporabu složenijih tehnika odslikavanja.

In analysing the effect of multiple layers on more complex types of ground conductors, and using the results shown in this article, it is necessary to compare the biggest dimension of a complex ground conductor which is level with the plane of resistance discontinuity following the thickness of soil layers and the depth to which the conductor is buried [6]. In this article we have deliberately shown the derivations of the expressions to enable the readers who are developing their own software solutions by applying the method of moments (MoM) to more easily implement the end results from this article i.e. the amounts and positions of field source (conductor) images in their software. More details about numerical procedures in the computation of ground resistance can be found in [9], [10], [11] and [12]. The pros and cons of specific numerical procedures are described in [8]. The authors of this article are preparing an article in which they will show the implementation of the expressions obtained for the computations involving more complex ground conductors in a multi-layer soil by applying the method of moments. The wish of the authors is to encourage engineers to use more complex techniques of images in practice.

LITERATURA / REFERENCES

- [1] MAJDANČIĆ, F., Uzemljivači i sustavi uzemljenja, Graphis, Zagreb, 2004.
- [2] HAZNADAR, Z., ŠTIH, Ž., Elektromagnetizam, Školska knjiga, Zagreb, 1997.
- [3] POŽAR, H., Visokonaponska rasklopna postrojenja, Tehnička knjiga, Zagreb, 1990.
- [4] HAZNADAR, Z., ŠTIH, Ž., Electromagnetics Fields, Waves and Numerical Methods, IOS Press, Ohmsha, Amsterdam, ISBN: 1383-7281, Volume 20, 2000
- [5] THOMAS, B. A. SENIOR, VOLAKIS, J. L., Approximate boundary conditions in electromagnetics, IEE, London, 1995, ISBN 0-85296-849-3
- [6] An American National Standard IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding, Revision of IEEE std. 80-1976, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. New York, 1986, ISBN 471-85393-3
- [7] GODEC, Z., Iskazivanje mjernog rezultata, Graphis, Zagreb, 1995., ISBN 953-96399-1-3
- [8] BARIĆ, T., Numerička metoda momenata u analizi jednostavnih i složenih uzemljivačkih sustava, Magistarski rad, Osijek, 2004.
- [9] BERBEROVIĆ, S., HAZNADAR, Z., ŠTIH, Ž., Method of Moments in Analysis of Grounding Systems, Engineering Analysis with Boundary elements, vol. 27, ISSUE 4, 2003
- [10] BARIĆ, T., HAZNADAR, Z., NIKOLOVSKI, S., Numerički algoritam za proračun otpora rasprostiranja štapnog uzemljivača primjenom metode integralnih jednadžbi, ENERGIJA, Časopis hrvatske elektroprivrede, Broj 4., Zagreb, 2004.
- [11] MA, J., DAWALIBI, F. P., Modern Computational Methods for the Design and Analysis of Power System Grounding, Proceedings of the 1998 International Conference on Power System Technology, Beijing, August 18-21, 1998
- [12] POPOVIĆ, B. D., Zbornik problema iz elektromagnetike, Građevinska knjiga, Beograd, 1972.

Uredništvo primilo rukopis:
2006-02-09

Manuscript received on:
2006-02-09

Prihvaćeno:
2006-04-19

Approved on:
2006-04-19

UPUTE AUTORIMA

UPUTSTVO ZA RUKOPIS

1. Časopis Energija objavljuje članke koji do sada nisu objavljeni u nekom drugom časopisu.
2. Radovi se pišu na hrvatskom ili engleskom jeziku, u trećem licu, na jednoj stranici papira, počinju s uvodom i završavaju sa zaključkom, u dvostrukom proredu i s dostatnim marginama. Stranice se označavaju uzastopnim brojevima.
3. Radovi u pravilu ne mogu biti dulji od 14 stranica časopisa Energija (oko 9000 riječi).
4. Ime i prezime autora, znanstvena ili stručna titula, naziv i adresa tvrtke u kojoj autor radi i e-mail adresa navode se odvojeno.
5. Iznad teksta samoga rada treba biti sažetak od najviše 250 riječi. Sažetak treba biti zaokružena cjelina razumljiva prosječnom čitatelju izvan konteksta samoga rada. Nakon sažetka navode se ključne riječi.
6. Članci se pišu u Word-u sa slikama u tekstu ili u posebnim file-ovima u tiff formatu, 1:1, rezolucije namanje 300 dpi.
7. Članci se pišu bez bilješki na dnu stranice.
8. Matematički izrazi, grčka slova i drugi znakovi trebaju biti jasno napisani s dostatnim razmacima.
9. Literatura koja se koristi u tekstu navodi se u uglatoj zagradi pod brojem pod kojim je navedena na kraju članka. Korištena literatura navodi se na kraju članka redom kojim je spomenuta u članku. Ako rad na koji se upućuje ima tri ili više autora, navodi se prvi autor i potom et al. Nazivi časopisa se navode u neskrćenom obliku.

Časopis

[1] FRAZIER, L., FODOR, J. D., The sausage machine: A new two-stage parsing model. *Cognition*, 6 (1978), 291- 325

Knjiga

[5] NAGAO, M., Knowledge and Inference. Academic Press, Boston, 1988.

Referat

[7] WATROUS, R. L., SHASTRI, L., Learning phonetic features using connectionist networks: An experiment in speech recognition. Presented at the Proceedings of the IEEE International Conference on Neural Networks, (1987) San Diego, CA

Neobjavljena izvješće/teze

[10] ROZENBLIT, J. W., A conceptual basis for model-based system design. PhD Thesis, Wayne State University, Detroit, Michigan, 1985.

10. Članak je prihvaćen za objavljivanje ako ga pozitivno ocijene dva stručna recenzenta. U postupku recenzije članci se kategoriziraju na sljedeći način:
 - izvorni znanstveni članci - radovi koji sadrže do sada još neobjavljene rezultate izvornih istraživanja u potpunom obliku,
 - prethodna priopćenja - radovi koji sadrže do sada još neobjavljene rezultate izvornih istraživanja u preliminarnom obliku,
 - pregledni članci - radovi koji sadrže izvoran, sažet i kritički prikaz jednog područja ili njegova dijela u kojem autor i sam aktivno sudjeluje - mora biti naglašena uloga autorovog izvornog doprinosa u tom području u odnosu na već objavljene radove, kao i pregled tih radova,
 - stručni članci - radovi koji sadrže korisne priloge iz struke i za struku, a ne moraju predstavljati izvorna istraživanja.
11. Članci se lektoriraju i provodi se metrološka recenzija.
12. Članci se dostavljaju u elektroničkom obliku i 1 primjerak u tiskanom obliku na adresu:
HEP d.d. - Energija
N/r tajnika Uredivačkog odbora - mr. sc. Slavica Barta-Koštrun
Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Hrvatska
Tel.: +385 (1) 632 2641
Faks: +385 (1) 617 0438
e-mail: slavica.barta@hep.hr

KOREKTURA I AUTORSKI PRIMJERC

1. Autori su dužni izvršiti korekturu svoga rada prije objavljivanja. Veće promjene teksta u toj fazi neće se prihvatiti.
2. Autori dobivaju besplatno 5 primjeraka časopisa u kojemu je objavljen njihov članak. Naknada za objavljeni članak obračunava se prema Odluci o visini autorskih honorara časopisa Energija.

AUTORSKO PRAVO

1. Autorsko pravo na sve objavljene materijale ima časopis Energija.
2. Autori moraju telefaksom dostaviti popunjeni obrazac o autorskom pravu nakon prihvaćanja članka.
3. Autori koji žele koristiti materijale koji su prethodno objavljeni u časopisu Energija trebaju se obratiti izdavaču.

1. Energija journal publishes articles never before published in another periodical.
2. Articles are written in Croatian or English, in the third person, on one paper side, beginning with an introduction and ending with a conclusion, with double line spacing and adequate margins. Pages are numbered consecutively.
3. As a rule articles cannot exceed 14 pages of the Energija journal (about 9000 words).
4. The name of the author and his/her academic title, the name and address of the company of the author's employment, and e-mail address, are noted separately.
5. The text of the article is preceded by a summary of max. 250 words. The summary is a rounded off whole comprehensible to an average reader apart from the context of the article. The summary is followed by the listing of the key words.
6. Articles are written in MS Word with pictures embedded or as separate TIFF files, 1:1, min. 300 dpi.
7. Articles are written without bottom-of-page footnotes.
8. Mathematical expressions, Greek letters and other symbols must be clearly written with sufficient spacing.
9. The sources mentioned in the text of the article are only to be referenced by the number under which it is listed at the end of the article. References are listed at the end of the article in the order in which they are mentioned in the text of the article. If a work referenced has three or more authors, the first author is mentioned followed by the indication et al. Names of journals are given in full.

Journal

[1] FRAZIER, L., FODOR, J. D., *The sausage machine: A new two-stage parsing model.*
Cognition, 6 (1978), 291-325

Book

[5] NAGAO, M., *Knowledge and Inference.* Academic Press, Boston, 1988.

Conference paper

[7] WATROUS, R. L., SHASTRI, L., *Learning phonetic features using connectionist networks: An experiment in speech recognition.* Presented at the *Proceedings of the IEEE International Conference on Neural Networks*, (1987) San Diego, CA

Unpublished report/theses

[10] ROZENBLIT, J. W., *A conceptual basis for model-based system design.* PhD Thesis, Wayne State University, Detroit, Michigan, 1985.

10. An article will be accepted for publication if it is positively evaluated by two professional reviewers. In the review, articles are categorised as follows:
 - original scientific articles - works containing hitherto unpublished full results of original research,
 - preliminary information - works containing hitherto unpublished preliminary results of original research,
 - review articles - works containing the original, summarized and critical review from the field or from a part of the field in which the author of the article is himself/herself involved - the role of the author's original contribution to the field must be noted with regard to already published works, and an overview of such works provided,
 - professional articles - works containing useful contributions from the profession and for the profession, not necessarily derived from original research.
11. Articles will undergo language editing and metrological reviews.
12. Articles are to be submitted in a machine-readable form plus one printout to the following address:
HEP d.d. - Energija
N/r tajnika Uređivačkog odbora - mr. sc. Slavica Barta-Koštrun
Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb, Croatia
Tel.: +385 (1) 632 2641
Fax: +385 (1) 617 0438
e-mail: slavica.barta@hep.hr

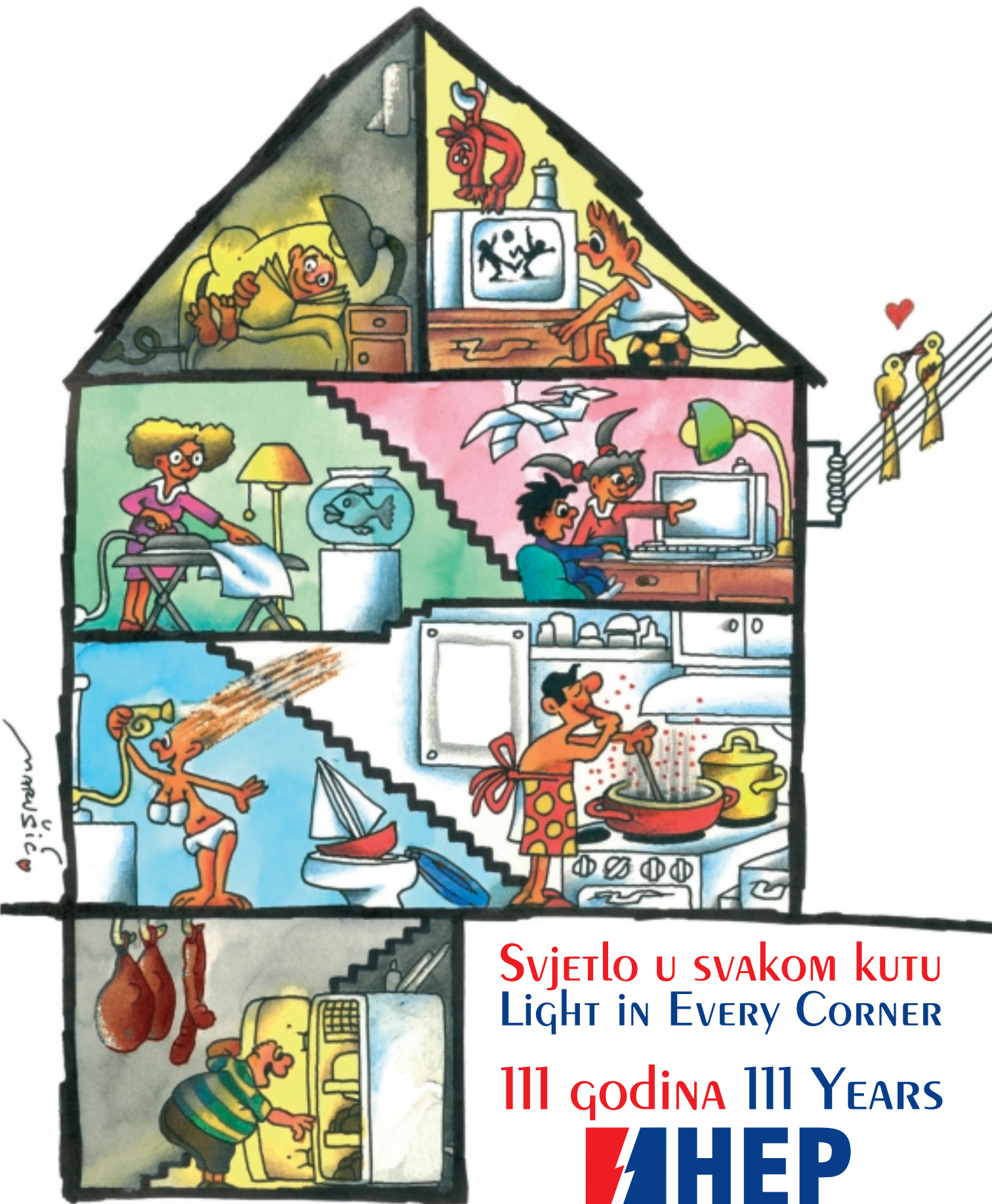
CORRECTIONS AND FREE COPIES FOR AUTHORS

1. Authors are required to make the corrections in their works prior to publication. Major alterations of the text at the stage of publication will not be accepted.
2. Authors will receive free of charge 5 copies of the Journal in which their respective articles appear. The fee for an article published will be calculated in accordance with the Decision on the Fees for the Authors of the Energija journal.

COPYRIGHT

1. The copyright on all the materials published belongs to the Energija journal.
2. Authors must fax in a filled out copyright form when their articles have been accepted.
3. Authors wishing to use the materials published in the Energija journal need to contact the publisher.

INSTRUCTIONS TO AUTHORS



Svjeto u svakom kutu
Light in Every Corner

111 godina 111 Years

HEP