



HR9700060

**HRVATSKO
ENERGETSKO DRUŠTVO
MINISTARSTVO ZNANOSTI
I TEHNOLOGIJE RH
MINISTARSTVO
GOSPODARSTVA RH
HRVATSKA GOSPODARSKA
KOMORA**

**5. FORUM:
DAN ENERGIJE U
HRVATSKOJ**

5. forum

Očekivanja u
potrošnji energije
do 2020. godine



**HRVATSKO
ENERGETSKO DRUŠTVO
MINISTARSTVO ZNANOSTI
I TEHNOLOGIJE RH
MINISTARSTVO
GOSPODARSTVA RH
HRVATSKA GOSPODARSKA
KOMORA**

**5. FORUM:
DAN ENERGIJE U
HRVATSKOJ**

Zbornik radova
13. prosinca
1996.

Očekivanja u
potrošnji energije
do 2020. godine



World Energy Council
CONSEIL MONDIAL DE L'ENERGIE

Izdavač:

Hrvatsko energetska društvo
Zagreb, Ulica grada Vukovara 37

Za izdavača:

Dr. sc. Goran Granić

Glavni urednik:

Dr. sc. Goran Granić

Grafički design:

Bruketa & Žinić - Design studio

Priprema za tisak:

Teovizija d.o.o. Zagreb, Kaptol 13

Copyright:

Hrvatsko energetska društvo
Zagreb, Ulica grada Vukovara 37

Tisak: 

Naklada: 350 primjeraka

ISBN 953-96345-3-9

5. Forum:

OČEKIVANJA U POTROŠNJI ENERGIJE DO 2020. GODINE

Kazalo

Predgovor	5
Poruka WEC za 1997.: Energetska samodovoljnost prijeti održivosti	7
<i>Ž. Miljenović:</i> Projekcije razvitka Hrvatske u razdoblju 1996. - 2020.	11
<i>D. Pešut, G. Slipac:</i> Potrebe energije do 2025. godine u Hrvatskoj	23
<i>A. Reuter, R. Kühner, N. Wohlgemuth:</i> Energy Models: Methods and Trends	41
<i>Z. Hill:</i> Zamke prognoziranja potrošnje energije	57
<i>V. Kramberger:</i> Energetska strategija Republike Hrvatske do 2010. godine (Prijedlog)	65
<i>G. Granić:</i> Energetska efikasnost: stvarnost ili samo želja? Što Hrvatska treba učiniti?	95
<i>V. Krstulović:</i> Mreža industrijske energetske efikasnosti (MIEE)	115
<i>M. Matić:</i> Kakvu energetske politiku trebamo?	127
<i>M. Kalea:</i> Regionalni aspekt opskrbe energijom - primjer Slavonije i Baranje	133
<i>S. Kolundžić, G. Sekulić:</i> Strategija opskrbe plinom do 2020. godine	143
<i>S. Mavrović, D. Matić:</i> Osvrt na mogućnosti opskrbe Republike Hrvatske prirodnim plinom	161
<i>J. Szito, G. Molnar:</i> Perspectives of natural gas Consumption in Hungary up to 2010	187
<i>Z. Oklopčić:</i> Simulacija opskrbe potrošača plinom tijekom ogrjevnog sezone	205
<i>M. Kamenski, V. Potočnik:</i> Program nefosilnih energenata u Hrvatskoj (Program NFE)	221

K. Jelić, S. Čubrić, I. Kevrić:	
Geotermijska energija u svijetu i Hrvatskoj do 2020. godine	229
Ž. Krajčević:	
Bioplin - Austrijska iskustva i potrebe Hrvatske	241
T. Krička, S. Plietić:	
Upotreba bio-mase kukuruza u procesu sušenja	251
S. Plietić, T. Krička:	
Uljana repica u energetske-proizvodnom krugu	259
B. Staniša, B. Krivak:	
Analiza mogućnosti povećanja energetske učinkovitosti spojnog procesa EL-TO Zagreb	271
S. Tomašić-Škevin:	
Efikasnije upravljanje potrošnjom boljom povezanošću s potrošačima i kvalitetnijom bazom podataka	287
M. Šander:	
Ekološki i gospodarstveni izazovi pri projektiranju energetskih postrojenja . . .	299

PREDGOVOR

Ovogodišnji V. Forum posvećen je potrošnji energije. Nakon oslobođenja okupiranih područja i pomaka u procesu mirne reintegracije Podunavlja u ustavnopravni sustav Republike Hrvatske, razmišljanja su okreću prema budućnosti, gospodarskom razvoju i povećanju standarda. Potrošnja energije je posljedica investicijskih odluka, izbora i odluka potrošača. Pitanja, koliko će se energije trošiti i kako će se trošiti sve više zaokupljaju civilizirani svijet. Održivi razvoj je izbor puta između energetske samodovoljnosti i trajne skrbi o okolišu. Hrvatskoj se također sve više nameću ta ista pitanja skrbi o gospodarskom razvoju i zaštiti okoliša.

Za izbor hrvatskog energetskeg puta nema jednostavnog recepta kojeg bi se moglo preslikati, jer je okruženje u kojem se razvija energetski sektor prema svim elementima neponovljiv od zemlje do zemlje. Međutim, postoje osnovna načela koja će se morati ugraditi u sustav organizirane energetike kako bi se uspostavila ravnoteža između nužnih ekonomskih zakonitosti u energetskeg sektoru, sigurnosti države, energetske efikasnosti i zaštite okoliša. Važna pretpostavka organizirane energetike je suradnja i partnerstvo svih, od državnih vlasti, energetskeg kuća, znanosti i struke, lokalne zajednice i građana. Ciljevi održivog razvoja trebaju biti prihvatljivi, razumljivi i provedivi svima koji sudjeluju u energetskeg sektoru. Posebnu ulogu pri uspostavi organizirane energetike ima državna uprava.

Referati koji će biti publicirani u ovom zborniku i prezentirani na V. Forumu, pomoći će pojašnjavanju odnosa u energetskeg sektoru pri uspostavljanju sustava organizirane energetike u kojem će biti mjesta za sve one koji mogu, znaju i žele unaprijediti energetski sektor.

HED

Predsjednik

Dr. Goran Granić

PORUKA WEC ZA 1997. GODINU

Svjetsko energetska vijeće je nevladina nekomercijalna multienergetska organizacija, s članovima u stotinjak zemalja, koje troše više od 90% svjetske potrošnje energije.

WEC ovdje svraća pozornost donositelja odluka, diljem svjetskih energetske i srodnih sektora, na ona pitanja kojima, s gledišta WEC-a, treba dati mnogo viši prioritet. Od donositelja odluka se traži da žurnije rade na tim pitanjima. Ova je poruka upućena prvenstveno njima.

ENERGETSKA SAMODOVOLJNOST PRIJETI ODRŽIVOSTI

1. Globalna energetska scena

Za većinu ljudi u industrijaliziranim zemljama zalihe energije ne čine se kao neki problem. One su rijetko kada bile toliko obilne. Rezerve fosilnih goriva su bogate. Izgleda da ih je moguće iskorištavati tijekom čitavog sljedećeg stoljeća, pod uvjetom zadovoljavajućeg tehnološkog napretka i raspoloživosti odgovarajućeg kapitala. To je, razumljivo, stvorilo široko raširen osjećaj samodovoljnosti među potrošačima, što samo prikriva velik broj važnih pitanja. Ovdje se usredotočujemo na jedno od njih - dugoročnu usklađenost ekonomskog napretka i zaštite okoliša.

Unatoč očitom obilju fosilnih goriva, 40% svjetskog stanovništva - više od 2 milijarde ljudi - uglavnom u zemljama u razvitku, danas nemaju pristup komercijalnoj energiji. Zbog toga oni ne mogu zadovoljiti svoje osnovne potrebe, a sugestije o samodovoljnosti su za njih beznačajne ili uvredljive. Ove zajednice nisu u stanju uspjeti se na prvu stepenicu ekonomskog razvitka te se moraju oslanjati na ogrjevno drvo i otpatke za dobivanje svoje energije.

Budući da će se svjetsko stanovništvo vjerojatno udvostručiti tijekom sljedećeg stoljeća, a najveće povećanje bit će u zemljama u razvitku, stresovi uzrokovani manjkom energije će se povećati ukoliko im se odlučno ne suprotstavimo. Ako im se ne bude uspješno pristupilo, pogoršanje dugoročne situacije moglo bi imati dalekosežne geopolitičke posljedice kao i izrazito nepovoljan utjecaj na okoliš - uništavanje šuma i eroziju tla.

Međutim, uz pretpostavku da komercijalna energija uspije postati dostupna, tada će današnje zemlje u razvitku apsorbirati većinu dodatne potražnje. Zemlje u razvitku sada čine 35% svjetske potrošnje, a mnoge već pate od loše kvalitete lokalnog zraka. Do 2050. godine one će vjerojatno koristiti više od 60% svjetske primarne energije. Danas, industrijalizirane zemlje, više od bilo koje druge skupine zemalja, doprinose

emisiji u atmosferu od izgaranja fosilnih goriva. Do 2020. godine primarni će emitenti postati zemlje u razvitku, a njihov udio će se nastaviti povećavati - iako na nižim razinama emisije po stanovniku nego u razvijenim zemljama.

Čak i uz velika poboljšanja u energetske efikasnosti, u nadolazećim desetljećima svijet će trošiti mnogo više energije. Prema većini scenarija, rad WEC-a ukazuje na, barem, udvostručenje do 2050. godine. Uz stalan napredak tehnologije i investiranje potrebnih financijskih sredstava, čini se da bi bilo dovoljno dostupne nafte, plina i ugljena za podmirivanje većine tih budućih potreba. Postoje nekonvencionalni izvori nafte i plina koje treba iskoristiti. Fosilna goriva će, i u predvidivoj budućnosti, nastaviti prevladavati u potrošnji energije.

Međutim, da bi se uskladilo rastuće korištenje energije, kao podrška ekonomskom i društvenom razvitku, sa zaštitom okoliša, potrebno je uložiti velike napore za:

- poboljšanje ekološke prihvatljivosti fosilnih goriva;
- brže povećanje efikasnosti opskrbe i korištenja svih oblika energije; i
- povećati korištenje nefosilnih oblika energije.

2. Potrebno je odmah djelovati

Usklađivanje ekonomskog i društvenog razvitka, utemeljenog na povećanoj potrošnji energije, sa zaštitom okoliša, često se označava kao *"put do održivog razvoja"*. To traži doista globalno nastojanje, predvođeno od strane industrijaliziranih zemalja.

WEC stoga zastupa:

- Stvaranje, iznad svega, brzih i djelotvornih mjerila za podizanje globalne energetske efikasnosti. Stopa energetske intenzivnosti (energija potrebna za proizvodnju jedinice bruto domaćeg proizvoda) u mnogim zemljama nastavlja padati po dugoročnoj stopi od samo 1%. To je daleko od onog što je moguće postići efikasnijim korištenjem današnje tehnologije. Sredstva za postizanje povećane efikasnosti uključuju
 - velike napore putem nacionalnih obrazovnih i reklamnih kampanje;
 - poticaje za povećanje efikasnosti vozila i generatora električne energije;
 - ohrabrivanje industrije i krajnjih korisnika da investiraju u novu, energetske efikasnu, kapitalnu opremu.
- Širenje institucionalnog djelovanja na poboljšanje međunarodnog transfera najrazvijenije energetske tehnologije i tehnologije za zaštitu okoliša. Uspješni primjeri, iz postojećih shema, uključuju nedavnu inicijativu za električnu energiju *Skupine sedmorice* i aspekte projekta *PHARE* Europske unije.
- Poticanje približavanja potrošačkih cijena energije tržišnim cijenama. Tamo gdje to povlači za sobom postupno ukidanje subvencija, vjerojatno će u, mnogim

zemljama, biti potrebno neko vrijeme. Međutim, na kraju će jedino potpuno tržišne cijene obeshrabriti rasipanje i neefikasnost - te omogućiti postojanje potrebnog kapitala za financiranje zahtijevanih investicija u infrastrukturu.

- Učinkovitije korištenje izdataka za istraživanje i razvitak. Svijet će do 2050. godine morati koristiti sve oblike energije da bi zadovoljio svoje potrebe, a u skladu s tim potreban je kontinuirani napredak tehnologije za sve oblike energije. Posebnu pozornost treba obratiti na istraživanje, razvitak, demonstracijske projekte i financiranje novih obnovljivih (sunce, vjetar, biomasa, itd.) oblika energije, budući da oni još uvijek nisu potpuno komercijalno razvijeni. Uz odgovarajuću podršku udio zaliha obnovljive energije, sadašnji je tek 2%, može dostići 5% - 8% rastućih svjetskih potreba za energijom do 2020. godine. To je posebno važno za mnoge zemlje u razvitku.
- Poduzimanje troškovno-účinkovitih preventivnih mjera radi reduciranja emisija u atmosferu. Posebno su potrebna ubrzana poboljšanja ekoloških karakteristika fosilnih goriva putem tehnologije čistog ugljena, manje zagađivanje benzinskih i dizelskih motora, efikasnije energetske jedinice i poboljšano reduciranje zagađivanja.
- Proširivanje principa *“zagađivač plaća”*, i odlučni naponi za postizanje široko prihvaćenih mjernih standarda u svezi s utjecajima na okoliš i troškovima.
- Utvrđivanje uvjeta pod kojima nuklearna energija može ostvariti povećan doprinos opskrbi energijom. To znači osiguravanje visokih sigurnosnih karakteristika i dobru radnu praksu, te demonstriranje mogućnosti sigurnog rukovanja nuklearnim otpadom. Nuklearna se industrija treba pobrinuti da ove činjenice budu uspješno priopćene i da ih široka javnost razumije.

Predložena djelovanja mogu osigurati prijeko potrebne osnove budućeg, održivog razvitka energetike.

3. Potreban je opći angažman

Potrebni su ogromni budući resursi za tehnološki razvitak, financiranje projekata, upravljanje povećanjem potražnje za energijom zbog povećanja broja stanovnika i ekonomskog razvitka, kao i za poboljšanje pristupa komercijalnim energetskim zalihama za 2 milijarde ljudi širom svijeta, koji su danas bez njih. Raspon potreba govori da se energetske sustavi mogu mijenjati samo postupno. Za razvitak sutrašnjih sustava bit će potrebno mnogo godina. Potrebna su desetljeća da bi se stvorila zahtijevana kritična masa za utjecanje na globalnoj razini. Ukoliko se **sada** ne poduzme akcija za ubrzanje ovih procesa, preuzima se rizik kompromitiranja buduće održivosti proizvodnje i korištenja energije - na štetu svih nas.

Projekcije razvitka Hrvatske u razdoblju 1996. - 2020.

1. Uvod

U referatu se daje sažetak studije "Gospodarski razvitak Hrvatske do 2020. godine", koju je izradila skupina autora pod mojim vodstvom za potrebe projekta "Razvoj i organizacija hrvatskog energetskog sektora".

Studija sadrži analizu proteklog razdoblja od 1991. do 1995. godine., zatim makroekonomske, sektorske i regionalne projekcije gospodarskog porasta te demografske projekcije do 2020. godine. U referatu ću se zadržati na projektivnom dijelu studije, posebno na makroekonomskim aspektima.

Osnovna je svrha studije da posluži u definiranju potražnje za energijom u procesu planiranja ponude domaćeg energetskog sektora i ukupne ponude energije.

Dugoročne projekcije usmjerene su na osnovne trendove i njihove glavne odrednice.

Polazna je pretpostavka da su osnovne društvene preferencije vrijednosti demokracije i tržišnog gospodarstva utemeljenog na privatnom vlasništvu, kako je to određeno Ustavom.

Također se pretpostavlja da će se pronaći stabilno političko rješenje krize u regiji, te da je strateški cilj Hrvatske uključanje u Europsku uniju.

Unutrašnja konzistentnost i provedivost globalnih i sektorskih projekcija provjeravane su u okviru makroekonomskog modela RMSM-x, razvijenog u suradnji sa Svjetskom bankom.

2. Makroekonomske projekcije

Projekcije kretanja osnovnih makroekonomskih agregata u razdoblju 1996.-2020. polaze od ostvarenih gospodarskih kretanja u prethodnom razdoblju i ocjene polaznog trenutka, uključujući i osnovne strukturne karakteristike gospodarstva, od pretpostavki o globalnim ciljevima i instrumentima ekonomske politike te od pretpostavki o osnovnim trendovima u okruženju.

Projekcije uzimaju u obzir i nalaze suvremene teorije gospodarskog rasta o glavnim faktorima toga rasta, te posebno o glavnim determinantama konvergencije u stupnju razvijenosti između manje i više razvijenih zemalja.

Koja su glavna obilježja hrvatskog gospodarstva koja bitno predodređuju moguće ciljeve razvitka i strategiju njihovog ostvarivanja? Prvo, Hrvatska je zemlja u tranziciji iz socijalističkog u tržišni model gospodarstva koji je utemeljen na slobodnoj inicijativi i pretežno privatnom vlasništvu. Stoga se kao cilj u idućem razdoblju nameće dovršenje toga procesa tranzicije. Pri tome se može približno odrediti vremenski period za dovršenje formalnog dijela tog procesa, tj. izgradnju pravnog i institucionalnog okruženja tržišnog gospodarstva. Nasuprot tome, faza dozrijevanja, odnosno prilagođavanja prakse novom okviru, svakako će dulje trajati. Koliko dugo, teško je predvidjeti. Sigurno je jedino to da će obje faze trajati relativno kraće nego što je trajala izvorna geneza tržišnog modela u danas razvijenim zapadnim zemljama.

Drugo, Hrvatska se po razini nacionalnog dohotka *per capita* od oko 4000 USD u 1995. godini svrstava među zemlje u razvitku sa srednjim dohotkom. Zaostajanje za najrazvijenijim europskim zemljama iznosi oko sedam puta. Ukoliko se uzmu u obzir razlike u kupovnoj moći koje proizlaze iz različite strukture relativnih cijena, tada se zaostajanje smanjuje na oko četiri do pet puta. Takav položaj nameće za cilj približavanje Hrvatske stupnju razvijenosti razvijenih zemalja, što znači potrebu ostvarenja znatno bržeg rasta od razvijenih europskih zemalja.

Treće, Hrvatska, kao mala zemlja u blizini snažne europske integracije, nužno mora težiti što većoj otvorenosti kao trajnom strateškom opredjeljenju da bi iskoristila pozitivne učinke za svoj razvitak od strane rastuće integracije, odnosno internacionalizaciju gospodarskih aktivnosti, kao glavnog obilježja svjetske ekonomije.

Sva tri cilja, koja proizlaze iz strukturnih obilježja hrvatskog gospodarstva, povezuju se u strateškom cilju integriranja Hrvatske u Europsku uniju, odnosno u međunarodni financijski i trgovinski poredak čiju institucionalnu strukturu čine međunarodne financijske institucije, napose Međunarodni monetarni fond i Svjetska trgovinska organizacija.

Integracija u Europsku uniju proces je u kojem će se dovršiti tranzicija gospodarstva u tržišni model kompatibilan razvijenim zapadnoeuropskim zemljama, ostvariti približavanje razvijenosti Hrvatske stupnju razvijenosti zemlja članica, te konačno ostvariti puna internacionalizacija njenog gospodarstva.

Proces integracije imat će svoje faze koje će odražavati stupanj integriranosti i iskazivati se u institucionalnom obliku koji će odgovarati dostignutom stupnju integriranosti.

U sklopu procesa integracije dovršavat će se i tranzicija u tržišni model gospodarstva, stupanj razvijenosti približit će se razvijenim europskim zemljama, a koncepcija i strategija razvitka temeljit će se na što većoj otvorenosti gospodarstva.

Svi ti elementi koncepcije i strategije razvitka međusobno se prožimaju i podržavaju.

Iz ekonomske teorije, koja ima potvrdu i u empirijskim istraživanjima, poznato je da približavanje stupnja razvijenosti, odnosno brže relativno povećanje *per capita* dohotka manje razvijenih zemalja ovisi o sukladnosti dugoročnih ciljeva. Razlike u dugoročnim ciljevima mogu odražavati razlike u sociokulturološkim faktorima, odnosno preferencijama, kao što su npr. odnos prema radnom naporu, štednji, fertilitetu i sl. Ipak, najvažniji izvor razlike proizlazi iz razlike u politikama koje provode vlade. Vladina politika kroz svoj utjecaj na poticaje za investiranje i za efikasnim poslovanjem, bitno određuje dugoročni ciljni položaj, a time i proces približavanja u stupnju razvijenosti. Postoji li tendencija da i vladine politike konvergiraju prema politikama koje potiču rast, te koje su determinante tog procesa, još su uvijek pitanja otvorena za istraživanje.

Razmatrajući navedene ciljeve razvitka Hrvatske u tom teorijsko-analitičkom okviru, može se reći da ima osnove za ostvarivanje konvergencije prema stupnju razvijenosti najrazvijenijih europskih zemalja. Naime, u Hrvatskoj se odnos prema spomenutim ključnim determinantama dugoročne razvojne ciljne pozicije bitno ne razlikuje od toga odnosa u Zapadnoj Europi. Sličnost društvenih preferencija dobila je i svoje *utjelovljenje* u zakonskom i institucionalnom okviru nakon promjena na prijelazu iz osamdesetih u devedesete godine.

U tom sklopu, svakako je najznačajnija promjena vlasničkih odnosa, odnosno izgradnja cjelovitog sustava zaštite privatnog vlasništva, zbog svog prevladavajućeg utjecaja na motivacijsku strukturu važnu za štednju, investiranje i ekonomsku efikasnost. Stoga je jedna od naših temeljnih pretpostavki za projekcije rasta da će se taj proces dovršiti u najskorijoj budućnosti.

Prilagođavajući svoje ciljeve i instrumente, odnosno djelovanje, tržišnom modelu gospodarstva, i gospodarska se politika Vlade transformirala u pravcu koji povoljno utječe na gospodarski rast. Pri tome gospodarskom politikom ne podrazumijevamo samo klasična područja monetarne i fiskalne politike već i širi sustav mehanizama koji djeluju u okviru osnovnog institucionalnog okvira određenog Ustavom i osnovnim sustavnim zakonima. Na tom su segmentu, ipak, moguće i potrebne značajne promjene da bi se približavanje razvijenim zemljama odvijalo zadovoljavajućom brzinom.

Uz dovršenje sustava koji efikasno štiti vlasnička prava te održavanje postignute monetarne stabilnosti, dva su segmenta gospodarske politike ključna za stvaranje pretpostavki za visok stabilan gospodarski rast. Oba su segmenta vezana uz štednju i investicije, koji su, uz ljudski kapital, ključne varijable za dinamiku rasta.

Prvo, rehabilitacijom bankarskog sustava te dovršenjem izgradnje pravnog i institucionalnog okvira za razvitak tržišta kapitala, moraju se stvoriti uvjeti za efikasno funkcioniranje financijskog sustava da bi se osigurala odgovarajuća mobilizacija i alokacija štednje.

Drugo, odgovarajućom fiskalnom politikom, odnosno politikom poreza i politikom javne potrošnje, moraju se stvoriti stimulativni uvjeti za povećanje štednje i investicija. Tako se porezno opterećenje mora uskladiti s razinom koja prevladava u razvijenim zemljama, vodeći računa o dostignutom stupnju razvijenosti. Zatim, razina javnih rashoda mora se uskladiti s prihodima da bi se izbjegli veći deficiti, a time i istiskivanje privatnih investicija. Isto tako, struktura javnih rashoda mora se promijeniti u smjeru manjih izdataka za vojne potrebe i subvencije, a povećati za ulaganja u fizičku i socijalnu infrastrukturu, odnosno u ljudski kapital, dakle, u obrazovanje, zdravstvo te znanost i tehnologiju.

Navedene su promjene u gospodarskoj politici glavne pretpostavke koje su ugrađene u scenarij koji je korišten za makroekonomske projekcije rasta od 1996. do 2020. godine. One se izводе iz ocjene stanja u polaznom trenutku koje karakterizira neprikladan finacijski sustav, visoka porezna opterećenja te visoka razina i neodgovarajuća struktura javnih rashoda. Ta su obilježja, zajedno s nezaokruženim vlasničkim sustavom, u sadašnjem trenutku osnovna prepreka za rast gospodarstva.

Nadalje, ono što je u polaznom trenutku već u najvećoj mjeri i dostignuto, a važno je za strategiju rasta otvorenog malog gospodarstva utemeljenu na privatnom sektoru, jest visok stupanj deregulacije i liberalizacije gospodarskog sustava.

Polazeći od navedenih pretpostavki konceptijsko-strategijskog karaktera, razvijen je scenarij rasta u okviru kojeg su izvedene projekcije osnovnih makroekonomskih agregata.

Osnovni makroekonomski scenarij rasta je sljedeći:

1. Investicije i izvoz robe i nefaktorskih usluga najdinamičnije su makroekonomske kategorije. Brzi porast investicija osnovni je preduvjet za povećanje produktivnosti rada koja je glavni izvor gospodarskog porasta, posebno u uvjetima sporog povećanja ponude radne snage određene demografskim činiteljima. Visoko povećanje izvoza osnovni je preduvjet gospodarskog porasta malog gospodarstva u kojem je veličina domaćeg tržišta prirodno ograničenje rastu.

2. Značajan dio investicija financira se priljevom sredstava iz inozemstva.

3. Brže povećanje izvoza od uvoza osigurava platno-bilančnu održivost porasta jer osigurava zadržavanje vanjskog duga na razini koja omogućuje uredno servisiranje duga, odnosno izbjegavanje dužničke krize, te nesmetan tijek u inozemstvo dohotka inozemnog kapitala investiranog u zemlji. Posljedično, domaća se apsorpcija povećava sporije od bruto domaćeg proizvoda da bi se priliv sredstava iz inozemstva zadržao u dugom roku na održivoj razini.

4. Agregat domaće potrošnje ima relativno najsporiji porast, pri čemu se javna potrošnja povećava sporije od osobne potrošnje.

5. Opisana kretanja osnovnih makroekonomskih agregata u prethodnim točkama rezultiraju povećanjem domaće štednje te smanjenjem korištenja inozemne štednje.

Osnovne kvantifikacije makroekonomskih projekcija koje su izvedene iz spomenutih općih pretpostavki i osnovnog scenarija rasta prikazane su u tablici 1.

U razdoblju 1996.-2005. osnovni makroekonomski agregat, bruto domaći proizvod (BDP), raste po trendnoj stopi od 4,9% godišnje.

Ubrzavanje gospodarskog rasta u odnosu na porast u 1994. i 1995. godini uklapa se u prognoze Svjetske banke o ubrzanju rasta u zemljama u razvitku Istočne i Središnje Europe u kontekstu ubrzanja rasta svih zemalja u razvitku. Prognozirana stopa za Istočnu i Srednju Europu za razdoblje 1995.-2004. iznosi 3,9%, a za sve zemlje u razvitku 4,9%. Usporedbe radi, prognoze rasta za isto razdoblje za zemlje OECD-a iznose 2,8%, a za svijet u cjelini 3,3%.

Brža stopa porasta BDP-a u Hrvatskoj od njegova porasta u skupini zemalja Istočne i Srednje Europe temelji se na tome da Hrvatska pripada skupini zemalja u tranziciji koje su najviše odmakle u tom procesu te na povoljnim učincima rješavanja političke krize koja je u prethodnom razdoblju utjecala na relativno nižu razinu gospodarske aktivnosti koja služi za polazište u projekciji.

U cijelom razdoblju od 1996. do 2005. godine održava se stabilnost cijena (prosječna stopa inflacije od 3,5%), a nešto je brža dinamika povećanja cijena od svjetske inflacije uzrokovana prilagođavanjem relativnih cijena relativnim cijenama u razvijenim zemljama, što rezultira blagom aprecijacijom realnog tečaja. Aprecijacija tečaja se više nego kompenzira povećanjem relativne produktivnosti.

Značajan priljev inozemnih sredstava, koji karakterizira cijelo razdoblje, odvija se najvećim dijelom putem izravnih inozemnih ulaganja i repatrijacije sredstava domaćeg stanovništva pa se vanjska zaduženost, kao odnos vanjskog duga i BDP-a, zadržava u području relativno niske zaduženosti (20-30%).

Prema ostvarenom stupnju razvitka, mjerenom dohotkom *per capita*, Hrvatska bi u 2005. godini, s oko 9000 USD po glavi stanovnika, smanjila zaostajanje za najrazvijenijim europskim zemljama, te dostigla stupanj razvijenosti skupine manje razvijenih zemalja Europske unije s početka 90-tih.

Brže povećanje razmjene sa svijetom od povećanja BDP-a pokazuje dinamičan porast integriranosti domaćeg u svjetsko gospodarstvo.

U razdoblju od 2006. do 2020. godine povećanje BDP-a postupno se usporava s porastom stupnja razvijenosti i s prelaskom iz faze oporavka i nadoknađivanja izgubljenog porasta u razdoblju krize u fazu stabilnog održivog rasta. Prosječna stopa povećanja BDP-a iznosi 4,5% s tendencijom blagog smanjenja.

Brže povećanje investicija i izvoza od povećanja osobne i javne potrošne rezultiraju i značajnim promjenama strukture finalne raspodjele BDP-a (vidi tablicu 1). Tako se udio izvoza robe i usluga povećava sa 44,3% u razdoblju 1996.-2005. na 47,2% u razdoblju 2006.-2020., odnosno na 48,9% u zadnjem petogodištu. Nakon znatnijeg povećanja udjela investicija već u razdoblju 1996.-2005. koji je dostigao 19,3%, u razdoblju 2006.-2020. investicije povećavaju svoj udio i stabiliziraju se na razini od oko 22,5% BDP-a. Istovremeno, ukupna potrošnja smanjuje svoj udio u BDP-u s 88,7% na 79,3%, pri čemu se osobna potrošnja smanjuje sa 61,5% na 56,3%, a javna potrošnja s 27,2% na 23,1%.

Opisanim se strukturnim promjenama finalna potražnja u hrvatskom gospodarstvu približava sadašnjoj strukturi potražnje u gospodarstvima razvijenih zapadnoeuropskih zemalja.

Važna pretpostavka gospodarskog rasta je stabilnost makroekonomskog i institucionalnog okruženja osigurana vjerodostojnom gospodarskom politikom.

Krajem razdoblja, dakle 2020. godine, Hrvatska bi s *per capita* dohotkom od oko 28000 USD dostigla stupanj razvijenosti najrazvijenih europskih zemalja s početka 90-tih te smanjila razliku u stupnju razvijenosti.

3. Sektorske projekcije

Polazišna sektorska struktura gospodarstva u 1995. godini karakteristična je za srednje razvijenu industrijsku zemlju s nepotpuno razvijenom tržišnom strukturom zbog utjecaja specifičnog institucionalnog okvira koji je prevladavao u razdoblju do početka devedesetih.

U odnosu na Europsku uniju, najveće se razlike odnose na znatno manji udio tržišnih usluga te znatno veći udio poljoprivrede u ukupnoj dodanoj vrijednosti gospodarstva.

Polazeći od pretpostavke da će se struktura hrvatskog gospodarstva mijenjati u smjeru približavanja strukturi razvijenih tržišnih gospodarstava sa sličnim društvenim preferencijama, te uzimajući u obzir karakteristike određene položajem i prirodnim resursima Hrvatske kao i ukupan razvojni scenarij, odnosno strukturu potražnje, sektore hrvatskog gospodarstva prema projiciranoj dinamici rasta u razdoblju 1996.-2020. možemo svrstati u tri skupine:

a) propulzivni sektori: financijske i druge poslovne usluge; promet i veze; turizam i ugostiteljstvo (prosječne stope porasta u promatranom razdoblju kretat će se od 6,9 do 7,5 %);

b) sektori s umjerenijim rastom: graditeljstvo; industrija i rudarstvo; obrtništvo i osobne usluge; trgovina; društvene i državne usluge (prosječne stope porasta od 4,4 do 5,7%);

c) sektori sa sporijim rastom: poljoprivreda i ribarstvo; šumarstvo, vodoprivreda, stambeno-komunalna djelatnost (prosječne stope porasta od 1 do 3,2%).

Prvu skupinu čine sektori koji su karakteristični za razvijeno tržišno gospodarstvo te su do sada bili nedovoljno razvijeni ili ih uopće nije bilo te se stoga očekuje njihov natprosječan porast, odnosno nastanak, te sektori u kojima Hrvatska ima prirodne komparativne prednosti, a koji su zbog političke krize u široj regiji bili značajno depresirani te se očekuje njihov dinamičan oporavak.

Drugu skupinu čine tradicionalni sektori karakteristični za industrijalizirane zemlje u kojima Hrvatska ima značajne potencijale u smislu tradicije te fizičkog i ljudskog kapitala i za koje su značajne konkurentske prednosti koje se kontinuirano mijenjaju. Uz njih, u ovu skupinu pripadaju i sektori karakteristični za razvijena civilna društva s razvijenom mrežom socijalnih institucija neprofitnog karaktera.

Treću skupinu čine sektori primarne proizvodnje čija je dinamika vezana uz ograničene prirodne resurse te uz demografske i urbanizacijske trendove.

Rast gospodarstva odnosno pojedinih sektora odvijat će se u općim uvjetima nastavka globalizacije ekonomije, zaoštavanja konkurencije na svim tržištima i dinamičnog tehnološkog napretka.

Osnovna supstanca suvremenog proizvoda ili usluge sve više postaje ideja. Kao osnovni, i to nematerijalni resurs, pojavljuje se informacija. Osnovne značajke informacije kao resursa su: neiscrpnost, široka potražnja, mala potrošnja energije, ekološka prihvatljivost, a kao jedino ograničenje nameće se ljudska sposobnost u korištenju informacije. Dakle, gospodarstvo informatičkog društva temeljit će se na resursu koji, ne samo što se obnavlja, već se i sam proizvodi. Sastavni dio radne aktivnosti postat će permanentno učenje, tako da će edukacija zaposlenih biti osobito značajna.

U takvom globalnom kontekstu industrijska politika u Hrvatskoj ne bi trebala biti usmjerena prema pojedinim sektorima, već bi horizontalnim mjerama trebala poticati razvitak ključnih čimbenika rasta i osiguravati fleksibilno funkcioniranje svih segmenta tržišta da bi se olakšao proces trajnog strukturnog prilagođavanja promjenama u okruženju.

Težište razvitka pomicat će se od radnointenzivnih sektora prema informacijama i znanjem intenzivnim sektorima. U gospodarstvu će sve više prevladavati međunarodna razmjena usluga koja će biti omogućena suvremenim telekomunikacijama i informatičkom tehnologijom. To će, uz opću marketizaciju gospodarstva, biti i odlučujući činitelj dinamičnog porasta telekomunikacijskih usluga te ostalih poslov-

nih usluga u Hrvatskoj. Dematerijalizacija će zahvatiti i industrijsku proizvodnju. Već danas u svijetu u posve proizvodnim djelatnostima prevladavaju neproizvodne aktivnosti kao što su marketing, logistika, financiranje i dr.

Ukupna kretanja u cijelom projektivnom razdoblju trebala bi rezultirati gospodarskom strukturom koja će biti slična postojećoj strukturi zemljama članicama Europske unije. Istovremeno, promjene gospodarske strukture u tim zemljama bit će sporije, tako da će se sadašnje razlike smanjiti.

Tržišne usluge bi 2020. godine stvarale oko 48% dodane vrijednosti hrvatskog gospodarstva, što zajedno sa socijalnim i državnim uslugama čini oko 66% (odnosno, korekcijom za dio obrtništva koji pripada industriji, oko 63%). U zemljama Europske unije usluge su 1992. u prosjeku stvarale 64,3% ukupne dodane vrijednosti (vidi tablice 22 i 44).

Industrija, koju prema međunarodnoj klasifikaciji čine prerađivačka industrija i graditeljstvo, ostvarila bi udio od oko 25%, odnosno oko 28% uz korekciju za industrijski dio obrtništva. Poljoprivreda (uključujući ribarstvo, šumarstvo i vodoprivredu) smanjit će svoj udio na oko 8%.

Promjene u gospodarskoj strukturi, pod utjecajem promjena u strukturi potražnje i razlike u kretanju produktivnosti u pojedinim sektorima, odrazit će se i na sektorsku potražnju za radnom snagom, odnosno na strukturu zaposlenosti po sektorima.

4. Regionalne projekcije

Projekcije povećanja bruto domaćeg proizvoda (u stalnim faktorskim cijenama iz 1994.) po makroregijama, uz prethodno navedene pretpostavke makroekonomskog i sektorskog scenarija rasta, uvjetovane su gospodarskom strukturom po regijama i različitim projekcijama rasta po djelatnostima, različitim intenzitetima obnove po regijama (koja će naročito utjecati na rast do 2005. godine), čimbenikom dostizanja izgubljenog rasta zbog ratnih zbivanja, očekivanim stupnjem integriranja gospodarske strukture regija u svjetsko tržište, promjenama u regionalnoj strukturi potražnje te učincima regionalne gospodarske politike i lokalne inicijative.

U razdoblju od 1996. do 2005. godine brži porast dodane vrijednosti od prosjeka Hrvatske prema našim projekcijama ostvarile bi južna Hrvatska (6,1% prosječno godišnje) te jugozapadna i istočna Hrvatska (po 5,4%), a nešto sporiji sjeverozapadna Hrvatska (5%). Brži rast južne i istočne Hrvatske generiran je efektima obnove i s tim povezanim natprosječnim porastom graditeljstva i stambeno-komunalne djelatnosti, zatim porastom prometa i veza koji će dostizati zaostatak uvjetovan ratom te u sektoru tržišnih usluga bržim porastom trgovine, ugostiteljstva i turizma te obrtništva.

U razdoblju od 2006. do 2020. godine, kada već budu u velikoj mjeri iscrpljeni učinci obnove i tranzicijskog restrukturiranja i prilagodbi, dolazi do postupnog usporavanja

i približavanja dinamike rasta u svim makroregijama, s tim da rast u dvije razvijenije regije, sjeverozapadnoj i jugozapadnoj Hrvatskoj (4,8% i 4,9% prosječno godišnje), prati dinamiku prosječnog rasta cijele Hrvatske (4,9%). Rast u južnoj Hrvatskoj (5,4%) iznad je prosječnog uslijed većeg doprinosa porastu pojedinih djelatnosti tržišnog uslužnog sektora i industrije, a stočna Hrvatska ostvaruje niži rast (4,5%) zbog utjecaja nepovoljnije gospodarske strukture.

5. Projekcija demografskih kretanja u razdoblju 1996.-2021. godine

Ostvarena demografska kretanja do 1991. godine utjecati će na priljev u radni kontingent sljedećih dvadeset godina, tj. do 2011. godine, a negativan prirodni priraštaj iz razdoblja 1991.-1996. i 1996.-2001. godina (bitno manji broj rođenih) utjecat će na priljev u radni kontingent između 2011.-2021. godine.

Priljev u radni kontingent pri niskim ili visokim varijantama promjene nataliteta u razdoblju projekcije neće bitnije utjecati na veličinu radnog kontingenta (jer rođeni danas ulaze u radni kontingent tek za 20 godina, tj. nakon 2016. godine).

Ono što bitno može utjecati na veličinu i karakteristike radnog kontingenta u razdoblju do 2021. godine jest saldo migracija.

Stabiliziranjem političkih prilika otvara se prostor za snažniji ekonomski napredak, a koji, uz razrađeni provedbeni dio populacijske politike, stvara pretpostavke za umjerenе pozitivne promjene stopa fertiliteta.

Očekivani pozitivan saldo migracija temelji se na pretpostavci da će se procesi preseljavanja, uzrokovani burnim političkim prilikama, uglavnom dovršiti do 2001. godine, te da će opet ekonomski čimbenici biti glavni motiv preseljavanja stanovništva uz utjecaj stanovite imigracijske politike.

U odnosu na 1996. godinu, povećanje broja stanovništva u cijelom razdoblju projekcije iznosi 1,17%, ili 0,5 promila prosječno godišnje.

Projicirane rezerve radne snage pokazuju da 1996. godine na svakih 1,79 zaposlenih dolazi po jedan član rezervne radne snage, dok 2021. godine na svakih 2,91 zaposlena dolazi po jedan član rezervne radne snage.

To pokazuje da će biti potrebno bitnije povećati stope aktivnosti stanovništva i po dobi i po spolu, kako bi se postojećim opsegom ponude rada zadovoljila potražnja. Tome će doprinjeti i očekivano smanjenje prosječnog trajanja školovanja uz razvijanje sustava permanentnog obrazovanja, intenzivniji sektorski transferi te produženje radnog vijeka (do 65 godina starosti i za žene).

Prema našim projekcijama, udio zaposlenih u radnom kontingentu u Hrvatskoj 1996. godine iznosit će 47,2%, 2001. godine 46,7%, 2006. godine 48,7%, 2011. godine 50,8%, 2016. godine 55,0%, a 2021. godine 60,0%, što je na razini razvijenih zemalja u 80-tim godinama.

Tablica 1

GLAVNI MAKROEKONOMSKI INDIKATORI, 1996.-2020.

	1996.-2000.	2001.-2005.	1996.-2005.	2006.-2010.	2011.-2015.	2016.-2020.	2006.-2020.	1996.-2020.
Realne stope porasta u %:								
Bruto domaći proizvod, trž. cijene	4,8	5,0	4,9	4,8	4,5	4,2	4,5	4,7
Domaća apsorpcija	4,2	4,4	4,3	4,4	4,0	3,4	3,9	4,1
Investicije	12,3	7,3	9,8	6,8	4,8	4,2	5,2	7,1
Javne investicije	16,3	3,1	9,7	4,8	-0,1	4,2	3,0	5,7
Privatne investicije	11,9	8,7	10,3	7,2	5,8	4,2	5,7	7,6
Ukupna potrošnja	2,7	3,7	3,2	3,7	3,7	3,1	3,5	3,4
Javna potrošnja	1,1	3,0	2,0	3,4	3,6	2,9	3,3	2,8
Privatna potrošnja	3,5	4,0	3,8	3,8	3,8	3,2	3,6	3,7
Izvoz robe i usluga	8,0	6,2	7,1	6,3	6,0	5,8	6,0	6,4
Uvoz robe i usluga	6,3	5,1	5,7	5,5	5,1	4,6	5,1	5,3
Fiskalni indikatori								
Bilanca opće države/BDP	-1,5	-0,8	-1,2	-0,2	0,1	0,5	0,1	-0,4
Ukupni prihodi/BDP	46,8	43,0	44,9	40,4	38,7	36,9	38,7	41,2
Ukupni rashodi/BDP	48,4	43,7	46,1	40,7	38,6	36,4	38,6	41,6
Udjeli u BDP-u, tekuće cijene:								
Bilanca robe i usluga	-9,6	-6,3	-8,0	-4,0	-2,1	0,6	-1,8	-4,3
Izvoz robe i usluga	43,9	44,8	44,3	45,6	47,0	48,9	47,2	46,0
Uvoz robe i usluga	53,5	51,1	52,3	49,6	49,0	48,3	49,0	50,3
Ukupna potrošnja	91,6	85,7	88,7	81,9	79,3	76,8	79,3	83,1
Osobna potrošnja	63,2	59,9	61,5	57,9	56,1	54,7	56,3	58,4
Javna potrošnja	28,4	25,9	27,2	24,0	23,2	22,1	23,1	24,7
Investicije	18,0	20,6	19,3	22,0	22,8	22,6	22,5	21,2
Privatne investicije	12,8	16,2	14,5	17,7	19,0	19,2	18,6	17,0
Javne investicije	5,2	4,4	4,8	4,3	3,8	3,4	3,8	4,2

Izvor: ocjene autora

Tablica 2

PROJEKCIJE DODANE VRIJEDNOSTI, ZAPOSLENOSTI I PROIZVODNOSTI RADA, 1996. - 2020.

	- prosječne stope rasta u postocima							
	1996.-2000.	2001.-2005.	1996.-2005.	2006.-2010.	2011.-2015.	2016.-2020.	2006.-2020.	1996.-2020.
UKUPNO								
-dodana vrijednost	4,9	5,6	5,3	5,1	4,8	4,8	4,9	5,0
-zaposleni	-0,2	0,8	0,3	1,0	1,1	1,1	1,1	0,8
-proizvodnost	5,1	4,8	5,0	4,1	3,7	3,7	3,8	4,2
POLJOPRIVREDA								
-dodana vrijednost	3,5	3,0	3,3	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1
-zaposleni	-1,4	-1,5	-1,5	-1,5	-1,1	-1,1	-1,2	-1,3
-proizvodnost	4,9	4,5	4,8	4,5	4,1	4,1	4,2	4,4
INDUSTRIJA								
-dodana vrijednost	5,3	5,2	5,3	5,1	4,8	4,7	4,9	5,0
-zaposleni	-1,3	0,0	-0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,1
-proizvodnost	6,6	5,2	5,9	4,7	4,4	4,3	4,5	4,9
USLUGE								
-dodana vrijednost	5,0	6,3	5,6	5,4	5,0	5,0	5,1	5,3
-zaposleni	1,0	2,0	1,5	1,9	2,0	2,0	2,0	1,7
-proizvodnost	4,0	4,3	4,1	3,5	3,0	3,0	3,1	3,6

Izvor: Ocjene autora

Napomena: Prema temeljnoj podjeli privrednih djelatnosti koja se primjenjuje u Europskoj uniji u ove skupine djelatnosti uključeni su.

- u poljoprivredu - poljoprivreda i ribarstvo, šumarstvo, vodoprivreda
- u industriju - industrija i graditeljstvo
- u usluge - promet i veze, trgovina, ugostiteljstvo i turizam, obrtništvo i osobne i usluge, stambeno-komunalna djelatnost, financijske i druge usluge, usluge društvene i države.

Dodana vrijednost u faktorskim cijenama.

Tablica 3

STRUKTURA UKUPNE DODANE VRIJEDNOSTI
PO DJELATNOSTIMA U HRVATSKOJ 1995. I 2020.

	Struktura u postocima			
	-stalne cijene 1994.		-tekuće cijene	
	1995.	2020.	1995.	2020.
Industrija i rudarstvo	21,4	20,8	19,9	19,5
Poljoprivreda i ribarstvo	11,7	7,6	11,1	7,3
Šumarstvo	1,2	0,6	1,2	0,6
Vodoprivreda	0,3	0,1	0,3	0,1
Graditeljstvo	3,7	4,3	3,9	4,6
Promet i veze	7,3	11,6	7,3	11,8
Trgovina	8,8	7,9	8,3	7,5
Ugostiteljstvo i turizam	3,5	5,4	3,4	5,2
Obrtništvo i osobne usluge	3,5	3,4	3,9	3,7
Stambeno-komunalne djelatnosti	8,3	3,1	8,3	3,1
Financijske i druge usluge	9,7	17,4	9,1	16,4
Usluge društvene, države	20,6	17,8	23,3	20,2
UKUPNO	100,0	100,0	100,0	100,0

Napomena: Dodana vrijednost u cijenama faktora



Mr. Damir Pešut, dipl. ing.
Energetski institut "Hrvoje Požar"
Mr. Goran Slipac, dipl. ing.
Hrvatska elektroprivreda

POTREBE ENERGIJE DO 2025. GODINE U HRVATSKOJ

SAŽETAK

U ovom se radu predstavljaju prvi, radni rezultati predviđanja energetskih potreba do 2025. godine u Hrvatskoj, koje se provodi u okviru projekta PROHES. Analizirana je buduća potreba korisne topline, motornih goriva i električne energije za netoplinke namjene. Istraživanje je u tijeku, razrađuje se više scenarija, a rezultati koji će uključivati i potrebe primarne energije očekuju se sredinom 1997. godine.

SUMMARY

In this work are presented first, working results of forecasting energy needs by the year 2025 in Croatia, what is being carried out as a part of the Project PROHES. Future needs for useful heat, motor fuels and electricity for nonthermal purposes, have been analysed. Research still continues, more scenarios are being worked out, and its results, that will also include primary energy needs, are expected in the middle of the year 1997.

Uvod

Normativni, *end-use* modeli za dugoročno predviđanje potrošnje finalne energije, temeljeni na MEDEE¹ metodologiji, u Hrvatskoj se primjenjuju već deset godina (od 1986. godine). Takav postupak, na temelju scenarija razvitka društveno-ekonomskih odrednica potrošnje, daje odraz (sliku) potrošnje. Najvažniji dio postupka su dobra baza podataka i, po mogućnosti, što točnije utvrđene osnovne odrednice gospodarskog porasta. Nažalost, u proteklih deset godina nije bilo ni jedne službene (kvantificirane) dugoročne strategije ili plana gospodarskog razvitka. Uglavnom su takve neslužbene analize do 1991. godine rađene u Ekonomskom institutu u Zagrebu, ili su bile koordinirane iz tog instituta, uz sudjelovanje niza drugih institucija i pojedina-

1 MEDEE (Model for Energy Demand Evaluation) je matematički tehno-ekonomski model za dugoročno predviđanje potrošnje finalne energije koji su 1974. godine o "Institutu za ekonomiju i pravo u energetici" u Grenobleu u Francuskoj uspostavili B. Chateau i B. Lapillonnie. Taj postupak omogućava relativno jednostavno uvažavanje utjecaja svih relevantnih odrednica energetske potrošnje kao što su rast i struktura domaćeg proizvoda, demografski rast, stambeni standard, mobilnost stanovništva, specifičnosti klime, promjene učinkovitosti korištenja energije, navike i običaje itd.

ca. Na temelju takvih procjena gospodarskog rasta napravljena su normativna predviđanja potrošnje finalne energije 1986. i 1991. godine. Horizonti predviđanja su bile 2020. i 2010. godina, a u oba slučaja se radilo o očekivanoj dugoročnoj stopi gospodarskog porasta od oko 4%. U obje je analize slika energetske potrošnje iskazana elastičnošću ukupne finalne potrošnje bila 0,5, odnosno 0,57, a ukupne raspoložive potrošnje električne energije 0,82, odnosno 0,75. Analiza iz 1994. godine, objavljena 1995. godine u prethodnim rezultatima PROHES-a, temeljila se na procjeni gospodarskog porasta autora energetskih analiza, sa elastičnostima sličnim prethodnim studijama.

Nastavak istraživanja u projektu PROHES je u tijeku, a u ovom radu predstavljamo dosadašnje rezultate na predviđanju korisnih toplinskih potreba, potreba motornih goriva i netoplinke električne energije u Hrvatskoj do 2025. godine. Posebno se obrađuju mogućnosti normativnog postupka u tako dugoročnom predviđanju, nužnost i spektakularnih scenarija, kao i niz poboljšanja u integralnom postupku predviđanja u odnosu na dosadašnje analize.

Referentni scenarij

Razvitak osnovnih odrednica energetske potrošnje u Hrvatskoj do 2025. godine utvrđen je sveobuhvatnim istraživanjem ekspertnih timova tijekom prve polovice 1996. godine.

U istraživanju je sudjelovalo oko pedeset eksperata iz odgovarajućih instituta i fakulteta, te državnih agencija.

Rezultati tih istraživanja su opisani u sedam elaborata:

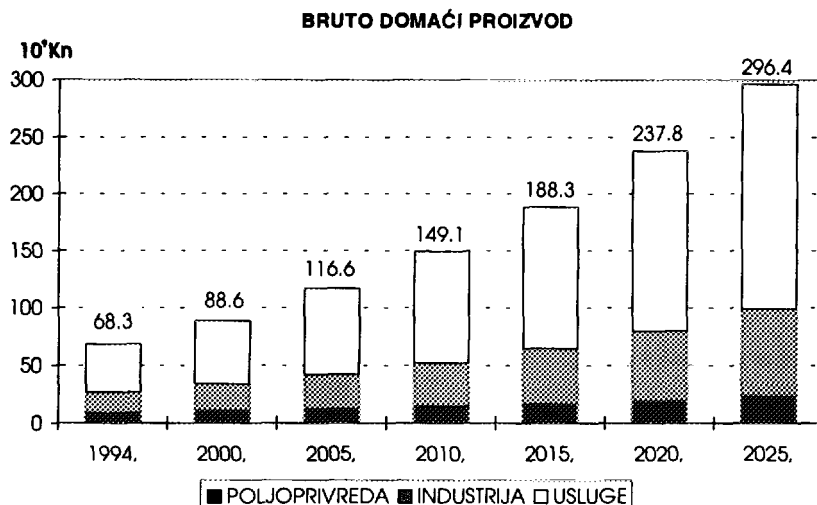
- razvitak gospodarstva
- razvitak industrije
- razvitak uslužnog sektora
- razvitak prometa
- razvitak graditeljstva
- razvitak šumarstva
- razvitak poljoprivrede.

Ti su rezultati ujedno i osnovni elementi referentnog scenarija.

Gospodarski razvitak

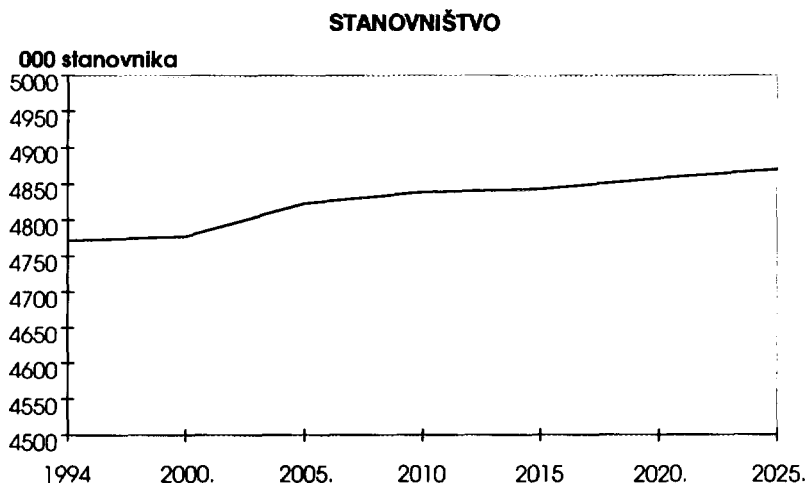
Uz osnovnu pretpostavku o integraciji Hrvatske u Europu i konačnom brzom i povoljnom završetku političke i ratne situacije na prostoru bivše Jugoslavije očekivan je najviši mogući dugoročni gospodarski porast od 5% godišnje do 2025. godine. Pri tome bi se polazna, vrlo povoljna struktura GDP sa 60% od uslužnog sektora, do

2025. godine još više razvijala u smjeru povećanja udjela uslužnih djelatnosti sve do 66%. Premda nešto sporiji, porast industrije u odnosu na ukupan gospodarski porast, značio bi ipak značajno povećanje industrijske aktivnosti.



Porast stanovništva

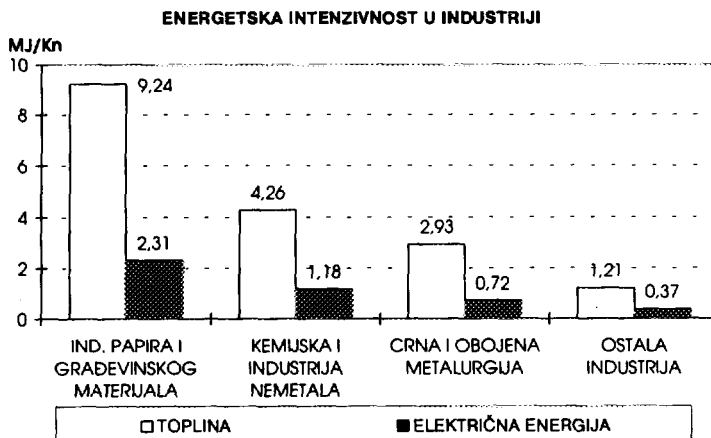
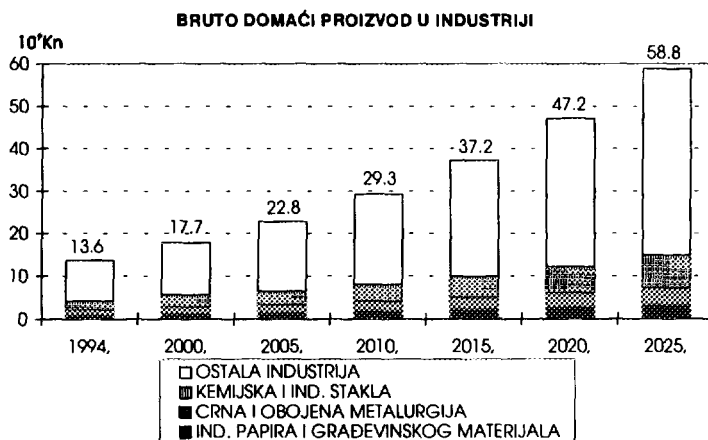
Fertilitet u Hrvatskoj je manji od 2, a posljednjih je godina broj umrlih osoba veći od broja rođenih. U takvoj će situaciji blagi porast od 4,77 milijuna stanovnika na 4,87 milijuna do 2025. godine biti rezultat imigracije u Hrvatsku iz susjednih država i iz dijaspora, zbog potreba za dodatnom radnom snagom da bi se ostvario gospodarski porast od 5% godišnje do 2025. godine.



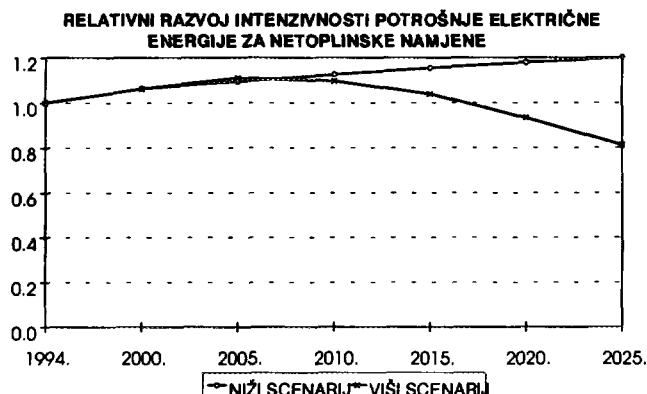
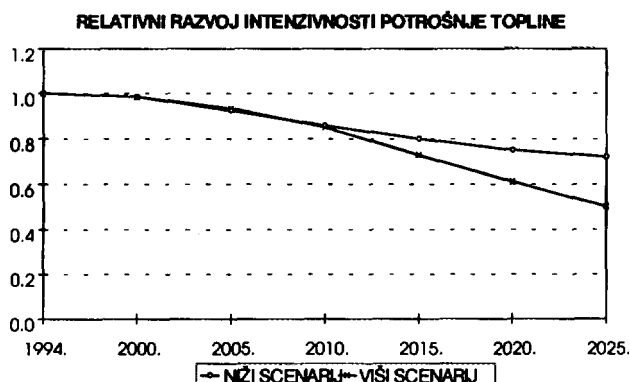
Razvitak industrije, energetske intenzivnosti i energetske potreba u industriji

Dodana vrijednost industrije je u Hrvatskoj danas upola manja nego 1990. godine. To je rezultat ubrzanog procesa restrukturiranja, izazvanog ratom i propadanjem poduzeća gubitaka. Najčešće su to bila poduzeća iz energetski intenzivnih djelatnosti. Današnja je struktura industrije vrlo povoljna, sa svega 30% udjela energetski intenzivnih djelatnosti, koje će se do 2025. godine smanjiti na 25%. Struktura industrije je modelirana prema udjelu u energetskej potrošnji i energetskej intenzivnosti. Grupacija "Ostali" sa 70% dodane vrijednosti industrije troši samo 30% energije, a tri energetski intenzivne grupacije bazičnih materijala, obrnuto, čine samo 30% dodane vrijednosti industrije, ali pri tome troše čak 70 % finalne energije industrije.

Razvitak je energetske intenzivnosti korisne topline i netoplinke električne energije temeljen na sljedećim pretpostavkama. Prvo, u hrvatskoj industriji nije bilo značajnijih investicija već gotovo 15 godina, što znači da je procesna tehnologija stara 15 do 20



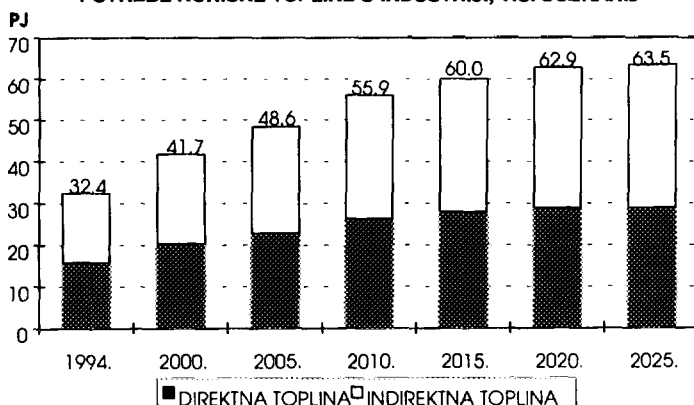
godina i da je tehnička intenzivnost i do 50% veća nego u razvijenim zemljama Zapada. Postupna zamjena starih tehnologija će se odvijati idućih 10 do 15 godina sa stalnim smanjivanjem energetske intenzivnosti topline. Uz taj efekt očekuje se i znatno veća konkurentnost industrijskih proizvoda nakon 2010. godine na europskom i svjetskom tržištu, što znači i više cijene po jedinici naturalnog proizvoda, nego što je to danas. Konkretno, u ovom se scenariju očekuje da će kvalitetom i energetskom intenzivnošću proizvodi hrvatske industrije oko 2015. godine biti jednaki onima kakve danas proizvodi industrija gospodarski najrazvijenijih zemalja. To bi za energetske intenzivnost topline značilo relativno smanjenje za 50%, ili linearno za 1,6% godišnje do 2025. godine. Sličan se razvitak očekuje i za intenzivnost netoplinске električne energije, s tim da bi ona do 2010. godine porasla do 10% većeg iznosa, a nakon toga bi se do 2025. godine vratila i niže od polaznih vrijednosti.



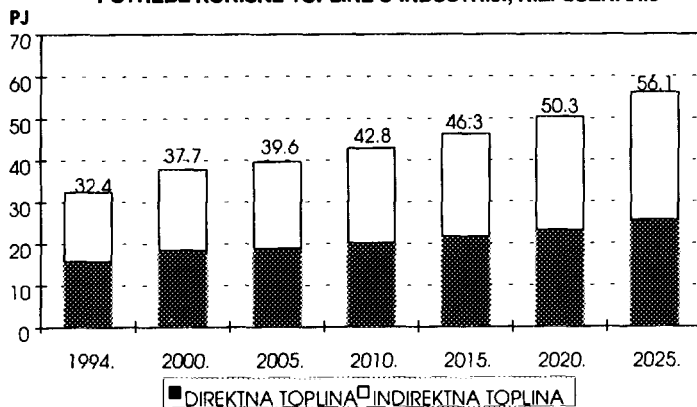
Takav bi scenarij značio povećanje korisnih toplinskih potreba u industriji za dva puta do 2025. godine, s tim da bi razina potrošnje korisne topline iz 1990. godine bila postignuta tek 2010. godine. Pri tome bi, nešto bržim porastom grupacije nebazne industrije, udio industrijske pare i vrele vode prešao 50% u odnosu na toplinu

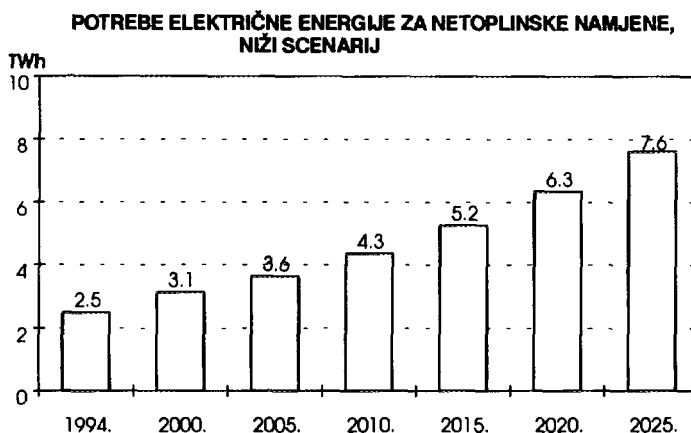
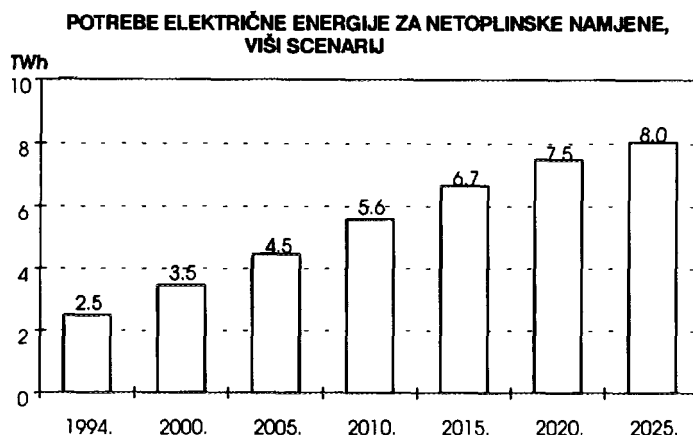
proizvedenu izravnim zagrijavanjem. Porast električne energije za netoplinke namjene bi bio sporiji od porasta dodane vrijednosti industrije. U slučaju da hrvatska industrija ne bi bila u stanju postići konkurentnost na međunarodnom tržištu, ni povećanje dodane vrijednosti industrije neće biti takvo kao u polaznom scenariju. Uz porast industrije dugoročno do 3,3% godišnje i intenzivnosti potrošnje topline i netoplinke električne energije će biti znatno lošije nego u polaznom scenariju, ali bi energetske potrebe bile još uvijek manje. Dinamičan porast nekonkurentne i neučinkovite industrije tada više nije moguć.

POTREBE KORISNE TOPLINE U INDUSTRIJI, VIŠI SCENARIJ



POTREBE KORISNE TOPLINE U INDUSTRIJI, NIŽI SCENARIJ



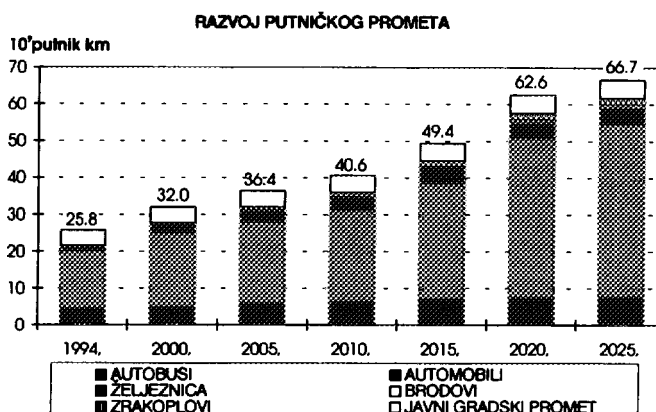
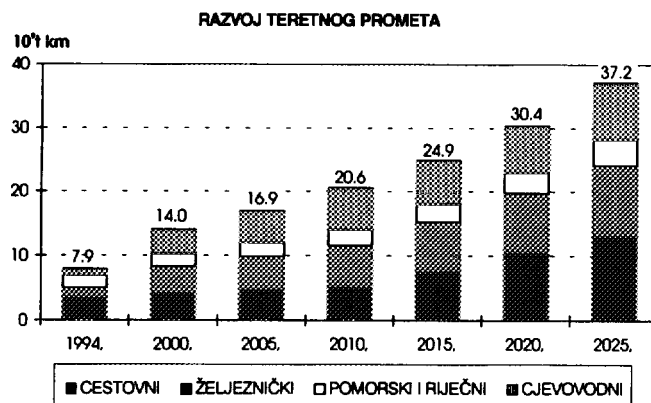


Razvitak energetske potrebe u prometu

Hrvatska je u nedavnoj prošlosti bila zemlja s izrazitim prometnim tranzitom i turizmom. To se očekuje i u budućnosti. Obje karakteristike imaju značajan utjecaj na prometnu situaciju i na potrošnju motornih goriva u Hrvatskoj.

U robnom se prometu očekuje podjednaki porast i željezničkog i cestovnog robnog prometa, a posebno značajno povećanje očekuje se u cjevovodnom prijenosu roba, ponajprije energenata, nafte i prirodnog plina.

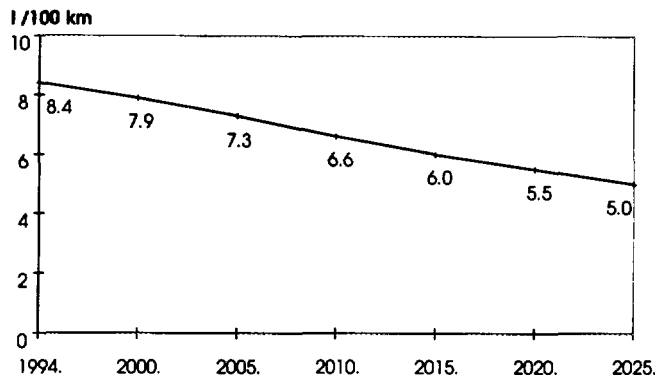
U putničkom se prometu očekuje porast mobilnosti stanovništva do 13000 km po stanovniku godišnje, što je danas razina mobilnosti u razvijenim zemljama Europe. U toj mobilnosti sve veći i veći udio imat će osobni automobili, i to u međugradskom prometu, pogotovo nakon 2010. godine, kada se očekuje završetak izgradnje osnovne mreže autocesta u Hrvatskoj.



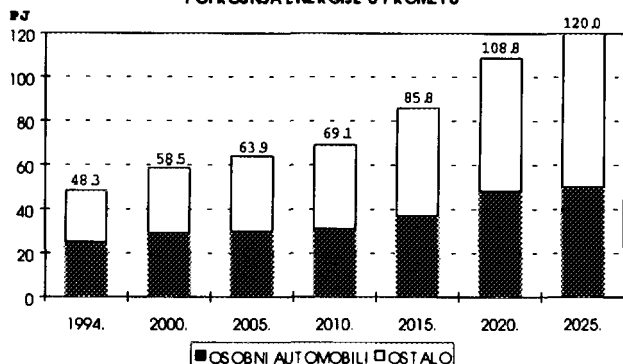
Uz tako izrazit porast prometne aktivnosti, očekuje se i značajno smanjenje specifične potrošnje goriva, pogotovo osobnih automobila, s današnjih 8,4 lit/100 km na 5 lit/100 km u međugradskoj vožnji.

Potrošnja finalne energije u prometu u razdoblju do 2025. godine ostvariti će najveći porast i to za 2,5 puta. Unatoč osjetnom tehničkom napretku kod osobnih automobila, u strukturi potrošnje oni sudjeluju s gotovo 50%. U slučaju nižeg scenarija, tj. sporijeg gospodarskog porasta, potrošnja će u prometu biti u kašnjenju ne više od deset godina. Tako neugodan porast potrošnje motornih goriva u prometu i još neugodniji utjecaj na okoliš već danas stvaraju probleme u gospodarski najrazvijenijim zemljama. Naime, u tim je zemljama u posljednjih nepunih deset godina promet, u strukturi finalne potrošnje energije, sa zastupljenosti do 25% prešao više od 30%. Uz uvjet da se potvrde pretpostavke o efektu staklenika zbog emisije štetnih plinova u atmosferu, moguće je da će se nakon 2010. godine već globalno provoditi politike preusmjeravanja osobnog putničkog prometa u javni, bilo porezom na motorna goriva, bilo ograničavanjem godišnje prijednog puta osobnim automobilima, što bi imalo osjetnog utjecaja na smanjenje potrošnje energije i emisije štetnih tvari u prometu.

POTROŠNJA AUTOMOBILA U MEĐUGRADESKOM PROMETU

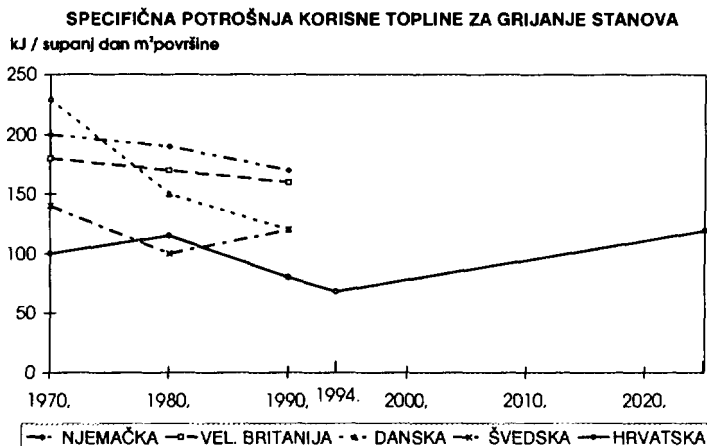
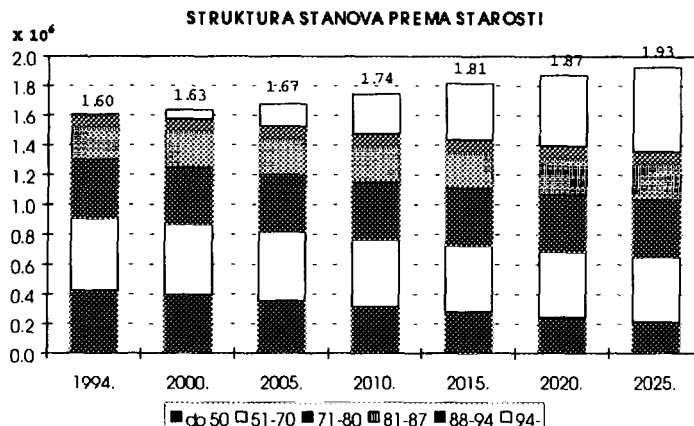


POTROŠNJA ENERGIJE U PROMETU

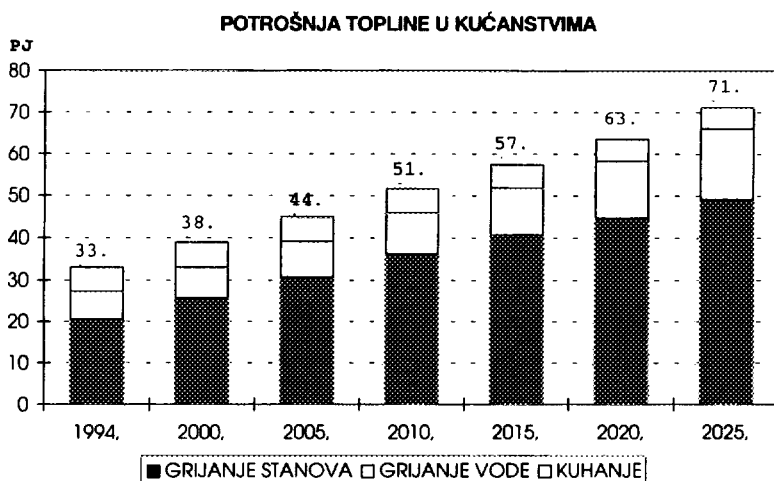
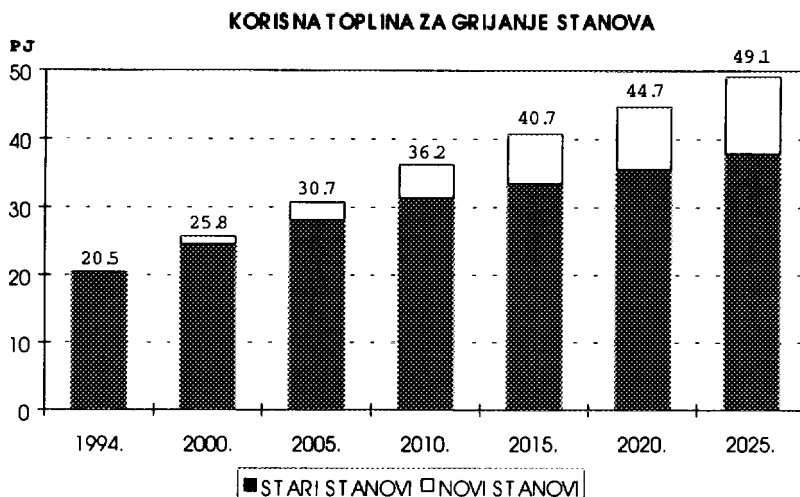


Kućanstva, intenzivnost grijanja stanova i potrošnja električne energije

Očekuje se da će današnji broj od 2,9 stanovnika po stanu, 2025. godine iznositi 2,5, što predviđa povećanje broja stanova za 18,7%. Međutim, u strukturi današnjih stanova velik je udio onih izgrađenih do 1900. i 1950. godine, te je stoga pretpostavljena značajna demolacija. Rezultat je da bi 2025. godine 30% stanova bili stanovi izgrađeni nakon 1994. godine, tj. novi stanovi. Za nove je stanove pretpostavljeno striktno pridržavanje propisa o toplinskoj izolaciji, koji bi u odnosu na danas do 2015. godine bili dvostruko oštriji (50 kWh/m²). Modeliranjem centralno grijanih i sobno grijanih stanova utvrđeno je da današnja potrošnja korisne topline za grijanje stanova odgovara kvalitetnom grijanju (na 20°C) svega 40% ukupne površine stanova. Naravno, to je rezultat niske kupovne moći stanovništva. Za budućnost je pretpostavljen porast udjela centralno grijanih stanova, poboljšanje toplinske izolacije starih stanova za 10%, porast kupovne moći i porast postotka ukupne površine stanova koja je kvalitetno grijana. Rezultanta svih modeliranih veličina pokazuje povećanje današnje potrošnje topline za grijanje prostora od 50 kWh/m² na 88 kWh/m², što je razina potrošnje koju danas imaju zemlje Europe s najboljim programima poboljšanja toplinske izolacije stanova.

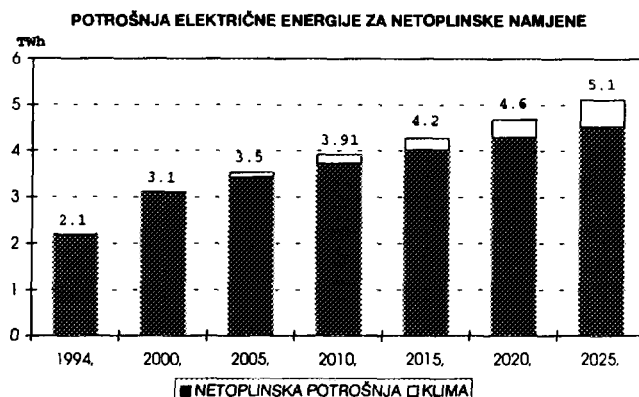
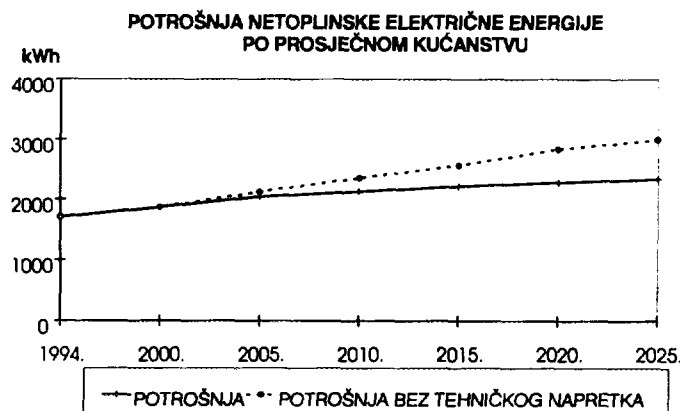


U strukturi toplinskih potreba za grijanje stanova, 30% novih stanova bi 2025. godine činilo oko 20% potreba, a glavninu udvostručenja potrebne topline za grijanje stanova čine stari stanovi izgrađeni do 1994. godine. Poboljšanje toplinske izolacije starih stanova od 10% do 2025. godine pretpostavlja zamjenu jednostrukog ostakljivanja prozora višestrukim, te zahvate kao što je toplinska izolacija tavanaške deke u samostojećim obiteljskim kućama. Daljnje poboljšanje toplinske izolacije starih stanova je vjerojatno moguće samo uz smišljenu i organiziranu akciju, s definiranom politikom i odgovarajućom regulativom.



U ukupnim toplinskim potrebama kućanstava, koje bi se u referentnom scenariju do 2025. godine povećale nešto više od dva puta, uz grijanje stanova porasle bi potrebe za toplinom za zagrijavanje sanitarne vode, dok bi se toplinske potrebe za kuhanjem čak nešto smanjile.

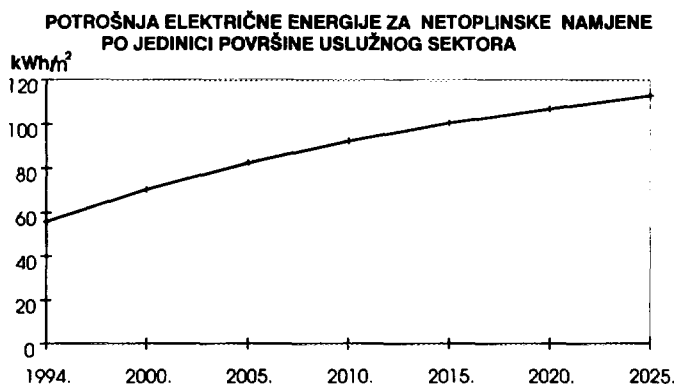
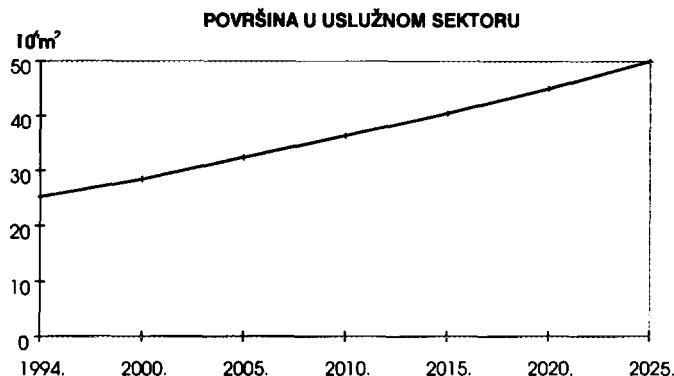
Potrošnja električne energije za netoplinke namjene po prosječnom stanu u Hrvatskoj je relativno velika u odnosu na kupovnu moć stanovništva. Jedan od bitnih razloga je i neekonomska cijena električne energije za kućanstva. Modeliranjem zastupljenosti kućanskih uređaja i normativa potrošnje po kućanskom uređaju utvrđeno je povećanje do 2350 kWh po kućanstvu. Pri tome je uvaženi i očekivani tehnički napredak, tako da bi bez njega u 2025. godini ta potrošnja iznosila više od 3000 kWh po kućanstvu.



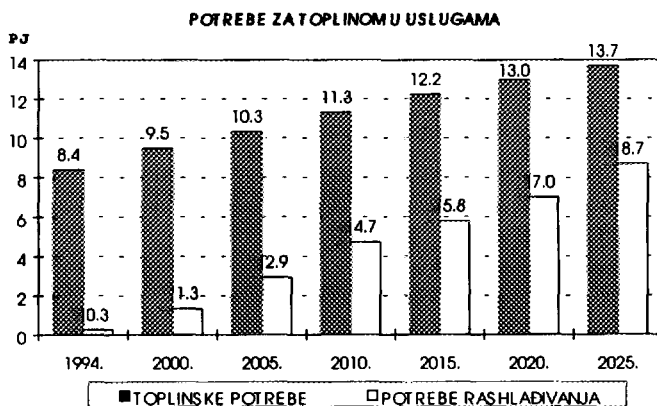
Ukupna bi se potrošnja električne energije za netoplinške namjene u kućanstvima, zajedno s potrošnjom električne energije za kondicioniranje zraka u stanovima, do 2025. godine povećala za 2,3 puta.

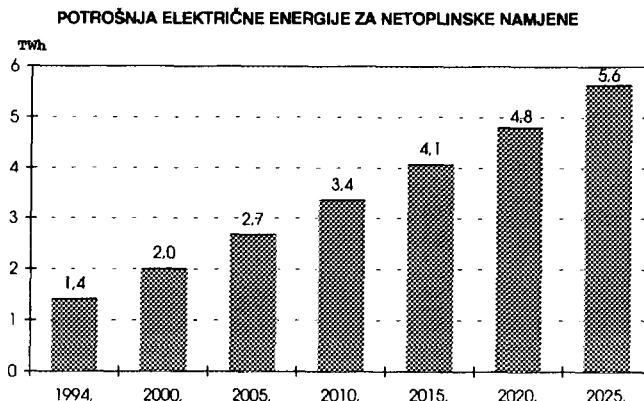
Uslužni sektor

Kvadratura uslužnog prostora po zaposlenom u uslužnom sektoru je oko 35 m², što je za zemlju u tranziciji relativno velik iznos. Uz očekivani daljnji porast broja zaposlenih u ovom sektoru i povećanje kvadrature po zaposlenom, ocijenjeno je udvostručenje ukupne površine uslužnog sektora do 2025. godine. No, ta veličina nije u zasićenju i nakon 2025. će se ona i dalje povećavati još barem za 30%, da bi dosegla standarde razvijenih zemalja Europe. Netoplinška potrošnja električne energije po m² uslužnog sektora danas zaostaje iza razine razvijenih zemalja, pa se očekuje njezin daljnji porast iznad 100 kWh/m². Također je značajan i porast površine koja će biti klimatizirana.



Budući da će do 2025. godine čak 50% površine uslužnog sektora biti novogradnja sa znatno boljom toplinskom izolacijom, ukupan bi porast toplinskih potreba bio 1,6 puta. Dinamičnim povećanjem kvalitete usluga porast će udio klimatizirane površine u staroj površini, a glavina nove površine će već u izgradnji biti opremljena centralnim sustavom održavanja kvalitete zraka. U ukupnoj količini topline koju će trebati odvoditi konkurirat će električne energija i prirodni plin.



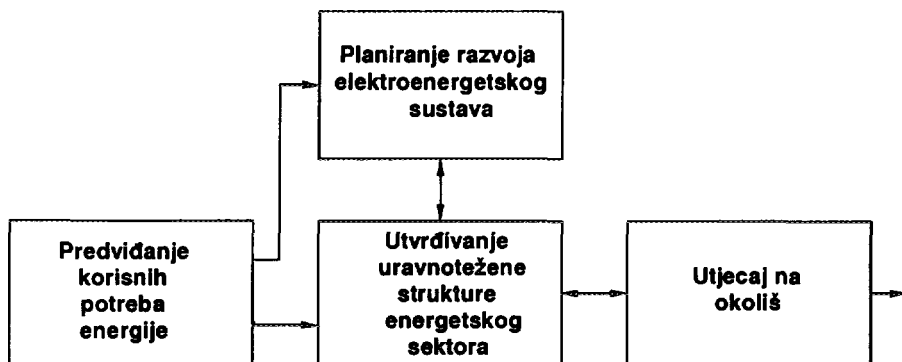


Povećanje potrošnje električne energije za netoplinke namjene u uslužnom sektoru pratit će porast dodane vrijednosti u uslužnom sektoru, te bi do 2025. godine ta potrošnja bila 4 puta veća.

Procedura utvrđivanja finalne i primarne potrošnje energije te utjecaja energetskog sustava na okoliš

Predočene analize čine radne rezultate samo za osnovni (referentni scenarij) i objavljuju se samo zbog prigode ovog savjetovanja. Trenutno se još radi na dovršavanju osnovnog scenarija, priprema se niži scenarij i provode analize osjetljivosti. Na temelju tako utvrđenih korisnih potreba energije kod krajnjih potrošača, procedura utvrđivanja finalne i primarne potrošnje energije će se po prvi puta u Hrvatskoj izvesti modelom koji će, minimiziranjem varijabilnih i kapitalnih troškova u energetskom sustavu, utvrditi uravnotežene odnose pojedinih konkurentnih energenata, ponajprije za toplinske potrebe. Pri tome se modelira vrlo detaljna mreža energetskih tijekova i tijekova troškova u svakom od energetskih podsustava. Te su aktivnosti također u tijeku, a rezultati se očekuju u ljeto 1997. godine. No, usporedno s pripremama na modeliranju energetskih tokova izvodi se i klasična procedura za planiranje razvitka elektroenergetskog sustava, čiji rezultati nakon toga ulaze u modul za utvrđivanje strukture cijelog energetskog sustava. Krajnji modul u proceduri je utvrđivanje utjecaja energetskog sustava na okoliš.

S obzirom na potrebu za preliminarnom procjenom buduće potrošnje električne energije, referentni je scenarij obrađen uz pretpostavku maksimalnog prodora prirodnog plina u finalnu potrošnju. To bi imalo najznačajniji utjecaj na potrošnju konkurentnih energenata za toplinske potrebe u kućanstvima i uslugama i za kondicioniranje zraka u uslužnom sektoru.



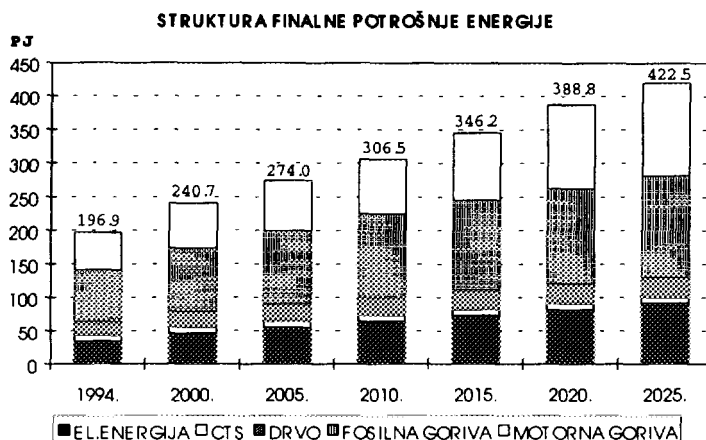
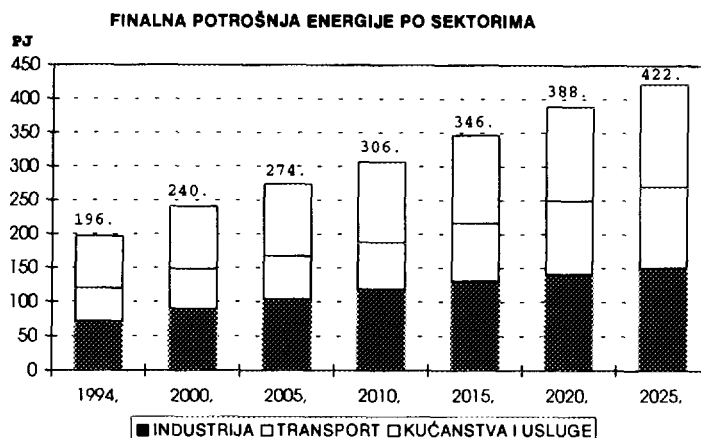
Zastupljenost električne energije u toplinskoj potrošnji kućanstava je: za grijanje prostorija 13%, za pripremu tople vode 40%, a za kuhanje 35%. Danas je na mrežu prirodnog plina spojeno 15 % kućanstava, i to u kontinentalnom dijelu Hrvatske, što pokriva 25% potreba za grijanjem. Pretpostavljena je maksimalna plinifikacija od 35% kućanstava i pokrivanje do 45% potreba za grijanjem stanova. Uz takve pretpostavke zastupljenost električne energije u grijanju stanova je dugoročno smanjena na 6%, dok su zastupljenost za pripremu tople vode i za kuhanje zadržane iste kao i u baznoj godini.

U uslužnom sektoru je pretpostavljeno da će se prirodnim plinom pokriti potrebe za kondicioniranje zraka od 40% u novoizgrađenom prostoru. Između ostalog pretpostavljeno je 50%-tno povećanje korištenja ogrjevnog drveta (kao biomase) i zadržavanje daljinske topline iz javnih toplana na današnjoj apsolutnoj razini. Zastupljenost sunčeve energije, geotermijske energije i toplinskih crpki za sada još nije detaljno modelirana.

Struktura finalne potrošnje energije

Na temelju referentnog scenarija treba očekivati 2,1 puta veću finalnu potrošnju do 2025. godine. U strukturi bi se zbio i izraziti porast potrošnje u prometu, čija bi se zastupljenost do 2025. godine približila 30%. Unatoč osjetnog apsolutnog porasta zastupljenost kućanstava i usluga bi se smanjila.

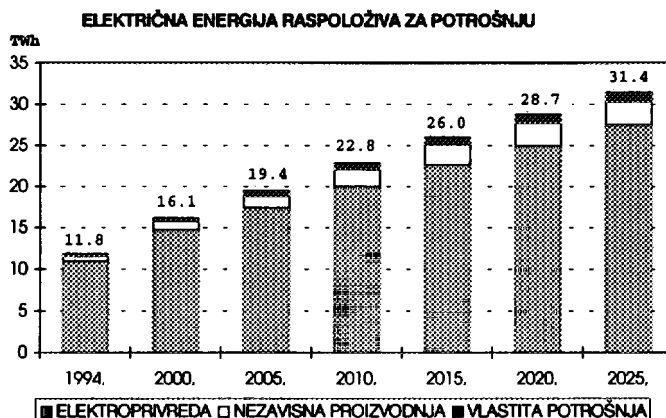
U strukturi energenata izrazito veliki skok bi doživjela motorna goriva (33% 2025. godine), smanjila bi se zastupljenost fosilnih goriva za toplinske namjene, a povećala zastupljenost električne energije sa 17% u baznoj godini na 21% 2025. godine. Očekuje se i apsolutno povećanje upotrebe ogrjevnog drveta (biomase) te sunčeve energije za toplinske namjene.



Bilanca električne energije

U ovom se scenariju očekuje izraziti porast potrošnje električne energije u uslužnom sektoru, zatim u industriji, a manji u kućanstvima. Potrebe za električnom energijom koje bi trebalo pokriti elektroprivredno poduzeće HEP, bi s 11 TWh 1994. godine narasle na 27,5 TWh u 2025. godini.

Ukupno raspoloživa električna energija na razini generatora bi s 12 TWh porasla na 31 TWh, tj. mjereno po stanovniku s 2500 kWh na 6500 kWh.



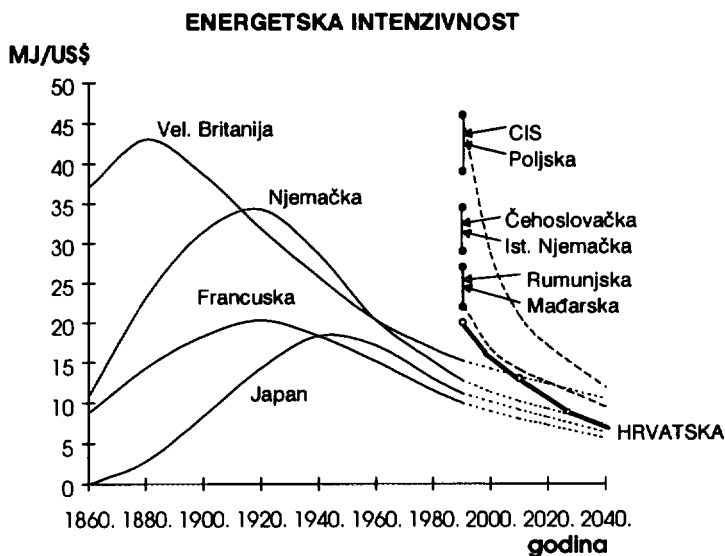
Stope rasta i elastičnosti

Uz prosječnu stopu povećanja GDP u promatranom razdoblju od 4,85%, ukupna bi finalna energija porasla 2,49%, što je elastičnost od 0,51.

Ukupne potrebe električne energije u Hrvatskoj bi po ovom scenariju rasle za 3,20% godišnje, što je elastičnost prema GDP samo 0,66.

Usporedba ukupne intenzivnosti

Uz procjenu potrošnje primarne energije prema finalnoj potrošnji iz ovog scenarija, intenzivnost primarne potrošnje u Hrvatskoj bi se oko 2020. godin približila razvijenim zemljama.



Zaključak

Ove prve analize energetske potrebe krajnjih potrošača za trideset godina unaprijed pokazuju da će zbog niza neizvjesnosti biti nužno razviti više scenarija s nekoliko podvarijanti.

Dosadašnji rezultati upućuju na to da će se, uz dvostruko poboljšanje energetske efikasnosti, hrvatska industrija približiti učinkovitosti i konkurentnosti proizvoda razvijenih zemalja, ali da će to ipak biti praćeno udvostručenjem današnje potrošnje energije.

Izgradnjom modernih prometnica tranzitni i turistički karakter Hrvatske će doći do punog izražaja, ali će to unatoč znatnim tehničkim poboljšanjima u specifičnoj potrošnji motornih goriva, zajedno s gospodarskim porastom, izazvati nagli porast potrošnje motornih goriva. Promet će u strukturi energetske potrošnje ostvariti najveće povećanje.

Porast životnog standarda će omogućiti i znatno bolji standard grijanja stanova. Poboljšanje toplinske izolacije starih stanova najveći je potencijal u smanjenju toplinskih potreba kućanstava.

Uslužni sektor će udvostručenjem svoje površine postajati sve značajniji potrošač topline, a posebno električne energije, te energije potrebne za kondicioniranje zraka u prostorijama.

Uz maksimalno moguć gospodarski rast Hrvatske od oko 5% godišnje do 2025. godine, tj. uz četiri puta veći domaći proizvod može se očekivati udvostručenje današnjih energetske potrebe.



Energy Models: Methods and Trends

- 1 Introduction
- 2 Classes of Energy Models
- 3 Progress in Computer Technology
- 4 Methodological Progress
- 5 Novel Tasks
- 6 Conclusions
- 7 References

1 Introduction

Energy environmental and economical systems do not allow for experimentation since this would be dangerous, too expensive or even impossible. Instead, mathematical models are applied for energy planning. Experimenting is replaced by varying the structure and some parameters of 'energy models', computing the values of dependent parameters, comparing variations, and interpreting their outcomings.

Energy models are as old as computers. In this article the major new developments in energy modeling will be pointed out. We distinguish between 3 reasons of new developments: progress in computer technology, methodological progress and novel tasks of energy system analysis and planning.

2 Classes of Energy Models

Even though a taxonomy of energy models can be by no means complete, the description of some of the most frequently applied types of models will be given: Process Engineering (PE) Models, Computable General Equilibrium (CGE) Models, Macroeconomic Growth (MG) Models and Aggregate Optimization (AO) Models which are coupled PE and MG models.

-
- 1 Dr. Albrecht Reuter is head of the Division of Energy Management and Planning, Verbundplan, Klagenfurt
 - 2 Rolf Kühner is senior scientist
IER Institute for Energy Economics and the Rational Use of Energy, University of Stuttgart
 - 3 Dr. Norbert Wohlgemuth is assistant professor in the Department of Economy, University of Klagenfurt

Process Engineering Models

MARKAL [3], EFOM [17] MESSAGE [11] and LEAP were the most frequently used process engineering models for energy policy analysis of the eighties and beginning nineties. The following description of MESSAGE by Messner and Strubegger [11] can serve as a general description of the basic characteristics of process engineering models:

In first approximation MESSAGE could be labeled a physical flow model. Given a vector of demands for specified goods or services, it assures sufficient supply, utilizing the technologies and resources considered. In its usual application the model is used to evaluate energy systems, but any other problem dealing with commodity flows, where specified demands are to be met by a given set of supply options could be modeled.

The backbone of MESSAGE is the technical description of the modeled system. This includes the definition of the categories of energy forms (commodities) considered and actually used, as well as the definition of the energy services to be provided. The technologies are defined by their inputs and outputs, the efficiency and the degree of variability among complementary inputs or outputs.

By all these definitions of energy carriers and technologies a so-called energy chain is structured, where the energy flows from supply to the demand side. The supplying energy carriers have to be specified in light of the actual problem. Limits on the amounts available inside the region/area and import possibilities have to be considered. Together with the demand, that is exogenous to the model, the technical system provides the basic set of constraints: The demand has to be met by the energy flowing from domestic resources and imports through the modeled energy chain.

Process engineering models are mainly used for policy evaluation or strategic issues from a governmental perspective. Examples are the evaluation of cost efficient emission reduction strategies on a regional or national level but also for power plant and refinery operation planning and for long term capacity planning. They are either simulation or optimization models.

Process engineering models are dynamic, i.e. they calculate several periods which are connected by storage of resources, intermediate commodities and production capacities. Models applied for capacity planning or emission reduction do not only account for commodity flows but also for existing capacities and minimize the total system cost including construction of additional units and operations. Process engineering models are also denoted as 'bottom-up' models.

Computable General Equilibrium (CGE) Models

The theory of general equilibrium assumes that there is a multitude of suppliers and demanders for energy, non-energy commodities and primary factors of production which act individually on markets. It assumes that the market shares of all actors are small enough so that nobody can influence the market prices. Commodity prices result only of the optimizational behavior of the actors and of their technological and social restrictions. The following description of CGE models is given by Kydes et al.[6]:

<General equilibrium models use underlying behavioral relationships derived from utility maximization by households and cost minimization by firms to explicitly incorporate links between the energy sector and the rest of the economy. These links arise because energy demand is derived from the demand for other goods and services and energy supply in turn requires inputs of capital, labor, and intermediate goods. Explicitly incorporating them provides information about how relative product and factor prices, and the intertemporal allocation of resources, are influenced by policy measures or technological change.

Typical CGE market participants include producers and other commercial firms, households, the government, and a rest-of-the-world sector. Production is divided into distinct commodity groups, a subset of which includes various primary and secondary energy sources. Such disaggregation by commodity type permits price-induced substitution away from energy-intensive products in response to policy changes. Total demand for each sector's output consists of intermediate demands by other firms and final demands by households, government, and foreign importers. Firms choose their inputs of primary factors (labor and capital), demand for intermediate goods, and level of investment by minimizing costs due to their technological options. This minimizing of input requirements is accompanied by a maximizing of the outputs of the producing sectors. Same is true for the household sector where the consumer behavior is directed by a maximization of the quality of services and the relative prices of goods and services. This profit and stability maximization determines the time-path of consumption spending, savings, and labor supply. The government collects taxes, distributes transfers, and purchases goods and services.

There is a single stock of capital that is allocated among all sectors, and the supply of capital available in each period is the result of past investments as represented by an accumulation equation. Output and factor prices vary so that activity levels satisfy equilibrium conditions governing the model's behavioral relationships:

(a) prices adjust so that the demand for each industry output equals its supply;

(b) wages adjust so that the demand for labor by producing sector equals the labor supply of households;

(c) interest rates adjust so that total demand for capital by firms equals the supply of capital;

(d) government final demands are determined by the income-expenditure identity for the public sector;

The mapping of the energy supply system in CGE models is less detailed.

CGE models permit the simulation of price-induced substitution away from or towards energy-intensive products in response to policy changes. Starting with a benchmark, the effects of exogenous actions, e.g. the implementation of carbon taxes can be examined. Such actions cause variations of the benchmark price relations and induce adaptation processes to achieve a new equilibrium. According to Böhringer [1], the main questions being examined by applying CGE models are:

- What are the main properties of cost efficient and fair greenhouse gas reduction strategies?
- What is the impact of environmental taxes on the whole economy?
- How is the competitiveness of a national economy affected by national energy and environmental taxes?
- What are the national and international consequences of electricity market deregulation measures?

Macroeconomic Growth Models

Manne's MACRO [7], which shall serve as an example for MG models, has been designed for energy policy analysis. The following description of MACRO is by Kydes et al.[6]:

<MACRO represents aggregate output> of the non-energy sectors <by a nested, nonlinear production function that employs the primary factors capital and labor together with electricity and non-electricity energy as inputs. The allocation of output between final consumption, investment, and energy expenditures is determined by maximizing the discounted utility of consumption, with optional constraints on regional or global CO₂ emissions. This optimization problem is dynamic due to resource depletion and the accumulation of capital stock. So a lower rate of current investment reduces the amount of output available for future consumption. The aggregate production function in the MACRO-model calculates the demand for electric and non-electric energy as a function of annual GDP growth, exogenous own- and cross-price elasticities, and relative factor price changes. Given this demand for energy products, a conventional linear programming analysis equating factor shadow prices to long-run costs is applied to determine detailed least-cost supply patterns.>

In energy system analysis and planning, MG models are rarely applied solitary. Mostly they are linked to PE models of the energy supply sectors. Such combined models are denoted Aggregate Optimization Models.

Aggregate Optimization Models

MARKAL-MACRO by Manne and Wene[9] is an example of an Aggregate Optimization (AO) Model. Demands for electric and non-electric energy are endogeneously determined by the activity of the non-energy sectors and by price induced and autonomous conservation in the energy supply sectors. The MG model of the non-energy sectors and the PE model of the energy sectors are linked by flows of electric and non-electric energy from MARKAL into MACRO and energy cost payments from MACRO into MARKAL. Energy supply costs enter into MACRO through the period-by-period constraints governing the allocation of aggregate output between consumption, investment, and energy cost payments. While the objective of a stand-alone MARKAL model is to minimize the overall energy supply costs, MARKAL-MACRO maximizes the discounted utility of energy consumption over time.

In the seventies and eighties, AO models have been applied to examine the interrelations between the energy supply system and the other sectors [7]. Recently they have been used to estimate the consequences of international mandates to limit CO₂ emissions and to calculate the carbon tax required to reach specified reduction targets [8].

3 Progress in Computer Technology

The tremendous progress in computer hardware technology and recent software developments open up a new dimension of energy planning.

While in the past energy models were designed on a stand-alone basis, where for each program a specific data-input format was required, modern energy models have direct access to database systems. Standardized formats allow access of data bases from different models and for different purposes. The relational database system, the most widespread one in the energy field, is capable and suitable of taking over a large part of the functionality which was formerly provided by the models. The energy models on the other hand can concentrate on sophisticated mathematical algorithms. New model-design tools assist the analyst to develop the topology of his system model in a user-friendly environment. The GAMS-system is an example of such a development. Recently GAMS-versions of the EFOM and Markal models were developed. The handling of energy models, which some years ago required in-depth knowledge of the operating system is being replaced by comfortable graphically oriented user guides.

The development of PC-networks and possibilities of international data and model exchange provoked the development of energy information systems. In the German

IKARUS project for example, data, models and results can be communicated all over Germany. Another example is the Environmental Manual, a World Bank /GTZ/Öko-Institute development, is freely available on the Internet. Teams of energy modelers, which are working jointly on one task may exchange their formulation of text elements in the final report through the Internet (as has been the case in writing this paper).

Data intensive programs which use sophisticated optimization algorithms were not subject to numerical solving a decade ago. Modern computer technology makes it possible to concentrate on the issue to be solved rather than being idle with waiting for the optimization results. Parallel and distributed computing might even allow an almost dimensionless modeling detail, although these developments are still in the infants stage today.

Generally spoken the progress in computer hardware and software make the energy planners life easier, allows him to concentrate on the planning task and gives way to answer to new demanding and more sophisticated questions.

4 Methodological Progress

Recently, some ideas, methods and algorithms developed in other areas of science and research were successfully adopted by energy planning: Stochastic Programming and Fuzzy Linear Programming are applied to incorporate uncertainties into energy models and neural networks are used for the estimation of short-term electricity demand. Another issue worth mentioning is the synthesis of CGE and PE models in order to overcome the disadvantages of both modeling approaches [1].

Incorporation of Uncertainties into Energy Models

Uncertainty is the basic problem of every planning. Canz [2] distincts 3 kinds of uncertainties:

1. Parameter uncertainties adress the fact that the values of some exogenously defined parameters cannot be specified exactly. An example from energy system planning is an assumed future price of a fuel type.
2. Data uncertainties are introduced by aggregating information, by incorrect statistics etc.. Some examples from energy system planning are the aggregation of individual power plants to generic types and all related data such as efficiency or specific costs.
3. Decision uncertainties reflect the fact that the decision-making process cannot be captured in mathematical models. For example, it does not make sense, that the acceptance of a solution changes from being entirely feasible to being completely infeasible within very small ranges.

A special effect which is caused by parameter and data uncertainties in linear programming PE models is called 'penny-switching', i.e., the sensitivity of computation results to the coefficients of the objective function. LP models tend to favor extreme solutions instead of mixing various strategies.

Applying a scenario approach to overcome the problem of uncertainty is rather labor intensive and requires vast modeling experience. Moreover, it can result in a large number of model runs or in model outcomes that are not robust with respect to small changes in the model parameters.

A major drawback of conventional PE models is the use of point estimates for uncertain input parameters. Stochastic Linear Programming PE models [4] overcome this kind of problem by explicitly introducing distribution functions for technology parameters and for the expert's opinions of future costs. While this approach only allows for addressing data and parameter uncertainties, fuzzy linear programming offers the opportunity to explicitly incorporate all three types of uncertainty in a mathematical model [2].

Estimation of Short-Term Electricity Demand with Neural Networks

Neural networks are applied to generate short term prognoses of electricity demand [19]. Using meteorological information together with type-of-day characteristics as inputs and electricity demand as an output, the network is adapted to typical situations of the past in a learning phase. Thereafter, it is able to calculate a demand value according to the present meteorological situation and other input data.

Synthesis of CGE and PE Modeling

Despite its strengths in consistent energy policy evaluation the 'top-down' CGE approach is often criticized because of its lack of detailed technological information regarding the energy system.

Within CGE models the production of different energy sectors is typically described at an aggregated level by means of neoclassical production functions which capture transformation possibilities through elasticities. Reliable estimates for these parameters are crucial for the empirical evaluation of the quantitative effects induced by alternative energy policy strategies. Unfortunately, empirical estimates on elasticities are rare and differ quite a lot with respect to the underlying assumptions. Moreover, most CGE models employ simple functional forms such as separable nested CES functions which restrict the numerical scope to which empirical estimates of elasticities can be incorporated. The rudimentary representation of the energy system is the reason for the skepticism of many energy system analysts who rather sacrifice the overall economic perspective for the richness of technological detail. They favor 'bottom-up' process engineering models which provide a precise technological description of the energy system while neglecting the interactions with the rest of the economy. In the PE framework a large number of technologies capture the impacts

of exogenous energy policy constraints on the energy system such as substitution of energy carriers, process substitution, process improvements (gross efficiency improvement, emission reduction) or energy savings. Yet, if economy-wide feedback is important, the PE approach is obviously inappropriate.

It is often overlooked that the differences between both approaches are less of a theoretical nature but simply relate to the level of aggregation and the scope of *ceteris paribus* assumptions. As pointed out in previous methodological papers ([10], [18]) general economic theory provides a unifying concept for both approaches. CGE modeling can incorporate both - PE and top-down neoclassical production functions - within a uniform mathematical format: It can be shown that the approach of formulating and solving a general equilibrium problem as a complementary problem (CP) accommodates the hybrid description of production possibilities in energy policy modeling: To enhance the credibility of the analysis, those energy sectors whose technological options are of major importance for the policy issue can be represented through PE. To restrict data requirements as well as the dimensionality of a complex-world model, the technological options of the remaining production sectors can be described by means of continuous neoclassical production functions. Given the recent availability of commercial software for model formulation and solution in the complementarity format [15] the computer-based implementation of the PE/CGE synthesis is straightforward.

5 Novel Tasks

Impressive advances in computing capability coupled with new modeling methodologies allow the (numerical) solving of complex problems in all fields of research, not only in energy modeling. Over time new fields of research have been developed which, even when assuming the availability of necessary computing power and methods, would not have been considered relevant only a few years ago. An almost 'classical' example for a novel task is the issue of climate change which is 'on the agenda' for only a relatively short time. In this section some of the novel tasks in energy modeling are mentioned which in future are likely to constitute major challenges for energy modeling.

Task I: Model Integration

Integration of models can be seen from all three perspectives considered in this paper (advances in computing power and methodology as well as integration as result of new tasks to be solved). In principle, models can be integrated by several dimensions:

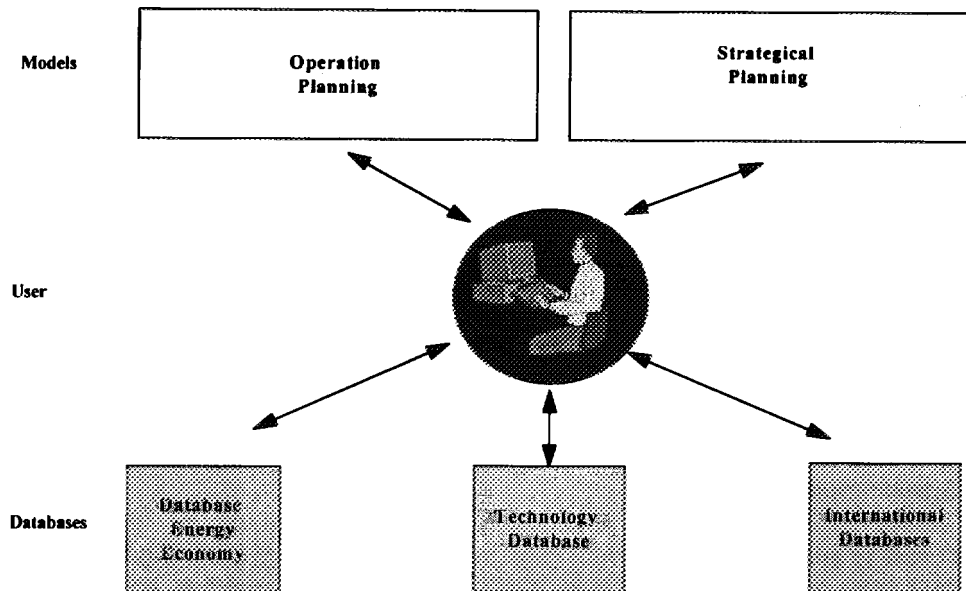


Figure 1: Model Integration

1. History shows that there is a need for greater integration of individual sectoral 'stand-alone' models in a more general modeling framework. In a first step, this type of integration primarily facilitates the technical aspects of model running, e.g. automatic data exchange between the models involved and, more elegantly, the definition of a common data base (format) which can be accessed by all individual models. This kind of integration assures a consistent definition of variables used. As a result of this type of integration, issues considered can be modeled on a more general level by looking at a problem from a wider perspective. This kind of integration would be the combination of individual energy sub-sector models which, previously, were used independently. For example, in the transformation system of an energy system, power generation models and refinery models could be integrated to model the transformation system of an energy system more comprehensively. This type of model integration could be defined as *horizontal integration*.

2. Also there is need for better integration of sectoral and general economic models in an energy/environment modeling context. This kind of approach is, in principle, already covered by conventional CGE models. A problem with this approach is the treatment of exogenous technical progress which needs improvement. A feature of this model type is their top-down perspective since they are dealing with highly aggregated variables even though the economy is disaggregated into subsectors. For this model type, more *vertical integration* needs to be achieved.

3. A third dimension of model integration is that of process engineering approaches and (macro) economic models (Wene, 1996). A sloppy description for this kind of

integration would be the integration of top-down-approaches and bottom-up-approaches. In energy modeling, bridging of the trade-off between macroeconomic energy-economy interactions and the energy sector detail of bottom-up-models continues to be a principal challenge for long term energy/environment modeling. A first step in this direction is the so-called 'soft linking' of models. In this case results from one model are fed into another model. Optima can be calculated by iterative running of both models. This type of integration could be called *cross-integration*.

Task II: Long Term Modeling

To a larger extent energy models will be asked to respond to hypothetical questions covering longer time periods involving technologies known but not yet adopted. Long term modeling has become relevant with the issue of meeting global environmental problems.

- Environmental Policy

In order to analyze ways of reducing global warming, energy modeling will have to play a more prominent role in future. 'Old' definitions of short, medium and long term perspectives must be seen in context: in environment modeling, a planning/projection horizon of, let's say, twenty years is absolutely short term while for other energy models, (for example power plant dispatching,) it is definitely too long a perspective. In general it is technically easy to extend the projection horizon of a model. The problem that arises is that, for example in the case of an econometric model, the model results become statistically very weak because they are based on only relatively few observations compared with the length of the projection period.

Given the change of relative prices, for example upon introduction of environmental taxes, there is a need for models analyzing the possibilities of new, less polluting (i.e. energy saving) technologies. Endogenisation of technological change in both, production and consumption, will have to play an increasing role in future environmental modeling. [12]

- Solving Environmental Problems 1: Joint Implementation (JI)

Environmental issues and energy related problems are many and of diverse nature. They can be local, such as oil spills, or regional and transboundary, such as the impact of SO₂ emissions. Environmental issues can also be of global nature, such as greenhouse gas (GHG) emissions which are suspected to contribute to long term climatic changes. Therefore, the control of gases with global warming potential should be implemented globally and in a cost-effective way. Benefits of JI can be financial, technological, social and political. Modeling these effects of JI on industrialised and developing countries constitutes a major challenge for the future.

- Solving Environmental Problems 2: Life cycle analysis

Assessment of technologies must not only be made at their 'point of use' but their energetic (and environmental) impacts have to be seen from a 'holistic' perspective. A generalisation of the classical life cycle analysis in the sense of *full* life cycle analysis, i.e. incorporation of the full length of energy chain of technologies/processes remains a challenge. In an environmental context, life cycle analysis also can be applied to greenhouse gases: the global warming potential of all gases with climate change potential has to be taken into account over their full cycle length in order to be able to formulate effective mitigation policies.

Task III: Externalities / Optimal taxation of energy use and environmental damage

Energy pricing often constitutes an important barrier to change. Externalities of energy use (typically negative ones) are rarely taken into account. Charging the full costs of different technologies should include not only economic but also social and environmental components: land use, noise, pollution, climate impact, risks and effects of large accidents, visual impacts, degree of supply security and safety.

Today, in many studies the environmental consequences of changes in economic activity are the principal focus of analysis. However, many forms of environmental regulation also affect other sectors. Consequently, there is a tendency to underestimate total environmental benefits since these positive externalities are typically not accounted for. Introduction of a CO₂ tax, for example, will in general result in a reduction of CO₂ emissions. This reduction is likely also to reduce other environmental problems (e.g. the production of waste). Future perspectives for economic energy and environmental modeling will therefore require the use of cost-benefit-techniques in order to identify more comprehensively social benefits and costs associated with economic activity and/or policy. By internalising these social costs and benefits into prices, and therefore models, social optima can be calculated.

One way of incorporating externalities is to tax the economic activities causing them. The design of an optimal taxation policy is of great importance also because of its welfare implications. The conventional reaction of increased taxation on energy use is substitution away from energy to other factors of production. Modeling impacts of energy taxes has become a field of research in the early nineties. The OECD GREEN [13] model can be considered the model that induced substantial research on the question of how energy taxes could contribute to a reduction of GHG emission, particularly CO₂ emissions from burning of fossil fuels.

In the case of CO₂ emissions reduction, there are three principal paths available: apart from measures to increase (technical) efficiency of energy use and demand side approaches to restrain energy use, a transition to renewable energies is the third chief instrument to achieve a CO₂ emissions reduction. An energy taxation policy therefore has to assess all three routes that could result in the goals to be achieved.

Task IV: Optimal tariffs and prices

Though delivering the bases for setting of optimal tariffs is an old task of energy planning, more and more frame conditions have to be considered. Not only the cost truth is required of setting tariffs in relation to the actual cost of supply, but also social and macro economic concerns have to be considered. Energy pricing is also a major instrument for boosting the economy, raising the competitiveness of the industry and for inducing energy savings. This leads to an unpredecessing complexity of the task to set optimal tariffs and energy prices.

Task V: Communal Energy Planning

A further step would be to examine the consequences of a more normative use of economic policy instruments developed to reduce not only energy consumption but also materials use and thereby to reduce environmental pollution and the use of natural resources in a more general sense. In order to achieve this goal, attempts will have to be made to relate economic and taxation policies to technology change and through technological change to changes in factor inputs.

Modeling a policy integration will be needed. The next step of integration solve issues of modelling cogeneration and district heating; renewable energies; education and training; transport; water. Special emphasis have to be laid on:

- changing lifestyles
- advances in telecommunication and
- urban structure (urban density, decentralisation of employment and commercial activities) [14]

Task VI: Integrated Resource Planning (IRP)

Integrated resource planning started from so-called Demand Side Management (DSM) which in the United States has become a veritable industry after the 'energy crisis':

- Isolated optimization of demand side: DSM
- Isolated optimization of supply side: SSM
- Joint optimization of DS and SS: LCP/IRP (DSM+SSM=LCP/IRP)

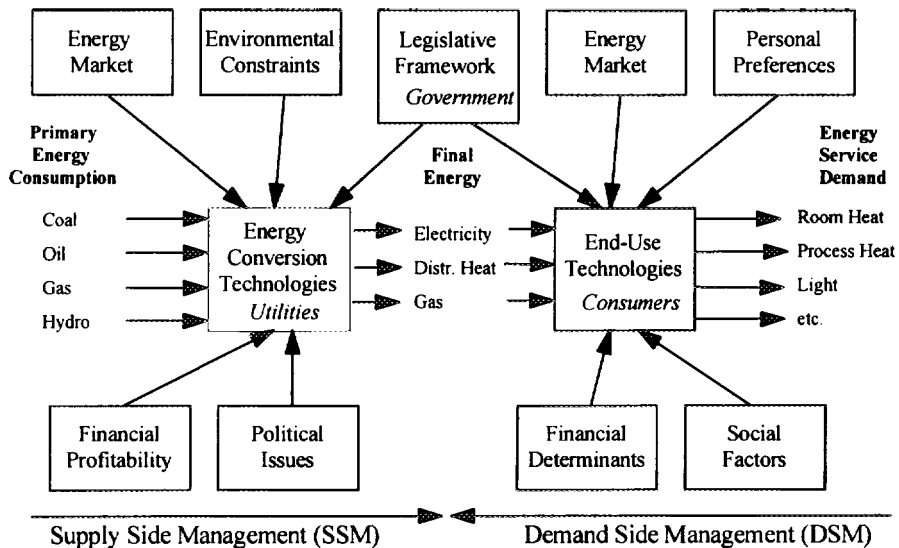


Figure 2: The Energy System in Integrated Resource Planning

So far, IRP is applied only to electricity applications. As a next degree of generalisation, the idea of IRP could be applied to all energy services. This would result in an optimization of not only the 'electricity-type' of energy services but lead to an optimization of all energy services which are, principally, fuel-independent. This fuel-independence could be called *Energy Service Management (ESM)* - in analogy to DSM/SSM. Under such a regime, utilities' role would change from the energy producer to the energy service provider. More comprehensive analytical tools, i.e. models, will be highly necessary in future.

Task VII: Optimisation of power plant operation on a daily, weekly and yearly basis and optimisation of power expansion planning

Here the main task is the harmonisation of the different models optimised for modelling the different aspects of power supply planning each. The output of one model serves as input for next model. 'Cascading' of models as one form of model integration.

The critical question is how best to model dynamics. Implicit in this question is how to best model expectations and how to reflect the effect of different vintages of capital given the limitations of existing capital measures.

6 Conclusions

- Computer technology is improving, but the knowledge and experience of the expert is still most important in rational energy planning.
- The methodological progress is not yet operational, but the implementation is necessary to solve tomorrow's problems.
- Novel tasks require system analytical approaches on an international and interdisciplinary level.

7 References

1. Böhringer, Ch.: Allgemeine Gleichgewichtsmodelle als Instrument der energie- und umweltpolitischen Analyse. Verlag Peter Lang, 1996.
2. Canz, T.: Fuzzy Linear Programming in DSS for Energy System Planning. Laxenburg : International Institute for Applied Systems Analysis, 1996 (WP 96-132).
3. Fishbone, L.G. et al.: User's Guide for MARKAL : A Multi-Period, Linear-Programming Model for Energy Systems Analysis. BNL/KFA Version 2.0. Upton : Brookhaven National Laboratory, 1983 (BNL-51701).
4. Golodnikov, A.; Gritsevskii, A.; Messner, S.: A Stochastic Version of the Dynamic Linear Programming Model MESSAGE III. International Institute for Applied Systems Analysis. Laxenburg, 1995 (WP 95-94).
5. Jepma, C. J. (editor): The Feasibility of Joint Implementation. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht/The Netherlands. 1995.
6. Kydes, A.S.; Shaw, S.H.; McDonald, D.F.: Beyond the Horizon: Recent Directions in Long-Term Energy Modeling. In: Energy 20 (1995) 2, pp.131-149.
7. Manne, A.S.: ETA-MACRO: A Model of Energy Economy Interactions. In: Pindyck, R.S. (editor): Advances in the Economics of Energy and Resources. Vol.2. Greenwich: JAI Press, 1979, pp.205-234.
8. Manne, A.S.; Richels, R.G.: Buying Greenhouse Insurance : The Economic Costs of Carbon Dioxide Emmission Limits. MIT Press. Cambridge/Mass., 1992.
9. Manne, A.S.; Wene, C.O.: MARKAL-MACRO: A Linked Model for Energy Economy Analysis. : Brookhaven National Laboratory. Upton, 1992 (BNL-47161).
10. Mathiesen, L.: Computation of Economic Equilibrium by a Sequence of Linear Complementarity Problems. In: A. Manne (editor): Economic Equilibrium : Model Formulation and Solution, Mathematical Programming Study 23 (1985), pp. 144-162.
11. Messner, S.; Strubegger, M.: User's Guide for MESSAGE III. International Institute for Applied Systems Analysis. Laxenburg , 1995 (WP 95-69).

12. Messner, S.: Endogenized Technological Learning in an Energy Systems Model. International Institute for Applied Systems Analysis. Laxenburg, 1995 (WP 95-114).
13. OECD (editor): The Economic Costs of Reducing CO2 Emissions. OECD Economic Studies. Special Issue No. 19. Paris, 1993.
14. OECD (editor) Urban Energy Handbook. Good Local Practice. Paris, 1995.
15. Rutherford, T.F.: Extensions of GAMS for Complementarity Problems Arising in Applied Economic Analysis, Discussion Paper. Department of Economics. University of Colorado. Boulder, 1994.
16. Sioshansi F. P.: DSM in Transition: From Mandates to Markets. In: Energy Policy 24 (1996) 4.
17. van der Voort, E. et al.: Energy Supply Modelling Package EFOM-12C : Mark I : Part I - Mathematical Description. CARBAY. Louvain-la-Neuve/Belgium, 1984.
18. Weyant, J.P. (1985), General Economic Equilibrium as a Unifying Concept in Energy Economic Modeling. In: Management Science 31 (1985), pp. 548-563.
19. Wilckens, C.H.; Kusterer, H: Lastprognose mit neuronalen Netzen. VDI/GET-Tagung "Fortschrittliche Energiewandlung und -anwendung, 29./30. März in Essen. VDI-Verlag. Düsseldorf, 1995.



dr. sc. Zlatko Hill

ZAMKE PROGNOZIRANJA POTROŠNJE ENERGIJE

Moto: Povijest ljudskih zablude jednako je bogata kao i povijest ljudskih dostignuća.

SAŽETAK

Potaknut prijašnjim kontinuiranim promašajima prognoza potrošnje energije u svijetu, čija je temeljna značajka megalomanija, autor iznosi svoja gledišta o uzrocima takvih pojava.

Temeljnim uzrokom smatra usko profesionalni pristup zatvorenih sredina – logika *cerclea* – neosjetljivih na socio-ekonomske utjecaje na čovječanstvo općenito i posebno na potrošnju energije.

Uz to, posebno razmatra poguban utjecaj voluntarizma.

ABSTRACT

Urged by earlier continuous failures in forecasting the consumption of energy in the world, essentially characterized by megalomania, the author presents his views on the causes of such occurrences.

Fundamental cause is considered – logic of a circle – insensitive to social and economic effects on the humanity in general and particularly to the energy consumption.

Besides, a lethal influence of voluntarism has been specially studied as well.

UVOD

Upravo kolosalni promašaji u prognozama (buduće) potrošnje energije, toliko karakteristični za prognoze iz sedamdesetih godina, nastale u okrilju WEC, već su višestruko obrađeni i od strane ovog autora (lit. 1). Takve prognoze, uključujući među njih i one bivše jugoslavenske, a unutar njih i hrvatske, navode na istraživanje (neka-dašnjeg) pristupa takvim prognozama i traženje uzroka tim velikim promašajima.

Uz podsjećanje da je npr. WEC 1977. godine predviđao u 2000. godini ukupnu potrošnju energije od 13,84 GTOE, 1980. godine (po baznom scenariju) 12,90, a 1986. godine 11,1 (i 12,9) (lit. 1), a da je u 1995. godini potrošnja bila svega 8,1 GTOE (lit. 2), te da uz prosječnu stopu povećanja ostvarenu između 1990. i 1995. (1,02%) može u 2000. godini doseći 8,574 ili zaokruženo 8,6 GTOE – znači da je stupanj pouzdanosti prognoze potrošnje energije WEC-a iz 1977. godine iznosio 0,621, iz 1980. godine 0,667, a iz 1986. godine svega 0,774.

Nije uopće potrebno raspredati da takve prognoze diskvalificiraju prognozere.

Istražujući uzroke takvih prognoza, koji prije svega dolaze zbog bagateliziranja socio-ekonomskih odrednica, može se ipak utvrditi područje, dapače i uža kvalifikacija skupa pogrešaka u pristupu prognozama. Ukratko, pogreške se rastežu od područja mitomanije (statistika je panacea) do megalomanije (etatističke, nacionalističke), uz, kako je već navedeno, bagateliziranje, a moguće i nepoznavanje temeljnih socio-ekonomskih odrednica relevantnih za, općenito govoreći, razvitak čovječanstva u svim oblastima.

1. STATISTIKA – POČETAK ILI KRAJ (ANALIZA)?

Statistika – znanstvena disciplina, ali nipošto znanost sama po sebi, u svojim širokim područjima (osim dijelom matematičke statistike, poput teorije vjerojnosti) izučava posljedice pojava i njihovih međusobnih odnosa, a ni u kojem slučaju ne izučava nastajanje i uzroke nastajanja tih pojava.

Najviše pomutnje u primjeni statistike izazvala je postavka o ekstrapolaciji trenda prema kojoj se razvitak neke pojave u n -tom vremenu može očekivati da bude isti kao u jednakom vremenu do tada. Možda bi uz ovaj primjer trebalo navesti i mogućnosti manipulacija, pa i manipulacije sa stratificiranim uzorcima u kojima je stratum proizvoljno odabran. Najpoznatiji "zaključak" je onaj, po kojem zemlje u razvoju sa stanovitim zakašnjenjem "zakonito" prolaze put kojim su već prošle razvijene zemlje.

Na području kompleksne energetike u nekim je krugovima vrijedio zaključak da će npr. Hrvatska trošiti po jedinici narodnog dohotka isto toliko energije kao i Zapadna Europa, a da se pri tome nije uopće analizirala struktura narodnog dohotka, tendencije kompleksnog razvitka, a pogotovo nisu uzete u obzir tendencije razvitka na području kompleksne energetike, kao što su elastičnost potrošnje, promjene odnosa između potrošnje primarne i finalne energije i sl.

Bez daljnjeg generaliziranja, ili navođenja primjera, zaključimo da se općenito ne može raspravljati o tome, hoće li se neka pojava razvijati (npr.) po stopi porasta 2% ili 3% godišnje – jer to je skolastika (koliko anđela može plesati na vrhu igle?), nego isključivo o činjenicama koje uvjetuju razvitak neke pojave (povećanje proizvodnje, povećanje potražnje, promjena strukture potražnje, povećanje bogatstva, razvitak tehnologija i sl.).

2. MEGALOMANIJA

Općenito poznati zaključak da, pri jednakoj stopi porasta, Δ (delta) prirasta biva sve veća, te da teži k beskonačnosti – u prognozama biva često zanemaren.

Uz to, u sredinama koje zbog bilo kojeg razloga zaostaju za svojim uzorima, zakonito se rađa težnja dostizanja tih uzora pri čemu se idealizira i put kojim su prošli ti uzori, i vlastite mogućnosti ubrzanog razvitka.

Uobičajena zakonitost, poznata iz marketinških istraživanja, ukazuje da je visok porast potražnje uobičajen pri (uspješnom) plasmanu novog proizvoda, a da postupno dolazi do saturacije potražnje. Kod teoretičara veoma udaljenih od socioloških znanosti i posebno, kako to jedan autor - autoritet na svom području naziva (lit.3), kod sociologije (psihologije) korisnika, mehanicistički pristup je jedini mogući pristup. Poznato je pravilo da će svako istraživanje koje se bavi minimalnim brojem segmenata biti lakše, ali zato i nepouzdanije, od kompleksnog istraživanja.

Ovdje ćemo navesti samo jedan primjer:

Uz činjenicu da se, po pravilu, površno prilazi i istraživanju dostignute strukture GDP-a, a osobito uvjetima dostignuća te veličine, a još površnije uvjetima pod kojima se on može povećavati u budućnosti, (ovom autoru) nije poznato da se u istraživanjima koja dotiču područje kompleksne energetike bilo gdje istražuje stvarna raspoloživost GDP-a (u budućnosti). Naime, vanjsko-trgovinska razmjena, a pogotovo oblast javnih financija, prije svega otplata dugova (*debt service*), ne samo da određuju raspoloživost stvarnog GDP-a nego i određuju mogućnosti budućeg porasta narodnog bogatstva.

Izostanak realnog pristupa ocjeni buduće potražnje postoji i kod anketiranja (budućih) korisnika – potrošača, pa ankete bez sustavne (kompleksne) analize ne mogu biti pouzdanim vodičem za izravne zaključke. Iz iskustva je poznato da su odgovori u anketama najčešće obojeni optimističkim gledištima, gotovo nikad pesimističkim. A zbir optimizma je megaloptimizam. drugačije zvan megalomanija.

Ako ovim zastranjivanjima pribrojimo i politička, etatistička zastranjivanja (naime, što je stupanj demokracije manji, etatizam i pojačana propaganda stranke na vlasti bit će veći), obećanja o svijetloj budućnosti, područje megalomanskih utjecaja, u ovom konkretnom slučaju visokog porasta narodnog bogatstva, ali i buduće potrošnje energije – bit će veća.

3. VOLUNTARIZAM

Definicija voluntarizma* u ovom posve određenom području (prognoze potrošnje energije) zahtijeva precizno definiranje suprotnog pojma – *profesionalizma*.

* Filozofski pravac koji volju smatra osnovom svakog psihičkog akta, spoznajnoteoretskog procesa ili temeljnom osobinom samog bitka. U prenesenom značenju volja može nadomjestiti znanje.

Uz to, valjalo bi jednom razjasniti tko je energetičar: je li to svaki pojedinac koji se bavi nekim poslom u području energetike (npr. ložać parnog kotla), onaj koji proučava, pa i predaje na učilištima neku, izvan svake sumnje, energetske disciplinu (npr. konstrukciju kotlova, prijenos energije, preradu nafte), ali bez afiniteta prema srodnim energetske disciplinama – ili je (kompleksni) energetičar onaj koji, respektirajući sva relevantna znanja, promatra i izučava, sam ili u skupini, energetiku kao kompleksno područje.

Možda bi (tolerantan) odgovor bio da je svaki od njih energetičar, ali kompetencije i profesionalnost su im vrlo različite.

Raspredajući pojam *voluntarizma* (voljnosti, ali ne i kompetentnosti bavljenja nekim područjem) na ovaj način dolazimo do zaključka da se voluntarizam može pojaviti i unutar struke u širem smislu.

I voluntarizam se pojavljuje. Zakonito.

Pri tome je uvijek opasniji onaj iznutra, nego izvana, jer nosioci voluntarizma unutar (šire) struke uživaju reputaciju normalno stečenu na svom profesionalnom području, pa taj svoj ugled "*ulažu*" na drugo područje.

Primjeri?

"Nomina sunt odiosa".

Ali sjetimo se ekspertiza o velikoj (budućoj) potrošnji naftnih derivata, o ekspanziji potrošnje prirodnog plina, o opravdanosti izgradnje energetske intenzivnih industrija u energetske siromašnoj zemlji, o primjeni gorivih ćelija, o pogonu automobila korištenjem solarne energije, o ...

Svaka je od tih "ekspertiza" mogla utjecati, ili je i utjecala, na prognoze buduće potrošnje energije.

O bagateliziranju odrednica buduće potrošnje energije koje su često autorima prognoza više ili manje nepoznate (konstelacija kapitala u energetske granama, rentabilnost pojedinih energetske oblasti, troškovi, pa i – zašto da ne navedemo? – efikasnost konverzije energije i već prije spomenuta odrednica o realno raspoloživom narodnom dohotku) bolje da ne raspredamo.

Zahtijevalo bi to barem poglavlje, a studiozni pristup tom području, uz navođenje primjera – cijelu knjigu.

4. INERCIJA. "NOLI TURBARE CIRCULOS MEOS"

Inercija je kao što je opće poznato nepokretnost, negibljivost, pasivnost, ali i lijenost, tupost (lit. 4), a zakon inercije (I. zakon mehanike) glasi: Svako tijelo ustraje u stanju mirovanja ili jednolikog gibanja po pravcu, dok ga vanjska sila ne prisili da to stanje promijeni.

"Objektivnost kriterija na bilo kojem području ne može nastati sama po sebi (*Eo ipso*). Samozadovoljnost graniči sa idiotizmom, a stvaranje vlastitih kriterija može se karakterizirati na više načina: kao logika *cercle*a, ali i kao puki provincijalizam. Svi prijelazi između tih dviju definicija (*cercle* ipak pretpostavlja po, u načelu, pozitivnim kriterijima izabrano društvo, ali nekomunikativno) također po logici stvari odbacuju definicija sustav vrijednosti utvrđen u društvima koja ih okružuju" (lit. 5,*).

S teorijom sistema graniče i teorije o sjajnoj usamljenosti (*splendid isolation*), a svim tim nazorima zajedničko je jedno: samo(zado)voljnost i bijeg od preispitivanja stajališta.

Ne samo domaća iskustva (na području energetskih programa i projekcija) ukazuju da su tvorci najboljih rješenja tražili i po pravilu dobivali zaštitu (u obliku odbijanja rasprava o spornim dijelima) od strane državnih ili staleških moćnika. U bezazlenijim slučajevima je i staleški *cercle* zaštićivao svojeg člana lažnom solidarnošću od kritika izvana.

Primjer: Osim primjera iz uvoda s imenom spomenutim tzv. *leader* autorom koji se i sada "bavi prognozama potrošnje energije" sjetimo se i domaće prakse, pa i od 1991. godine naovamo.

Jedino je u priči autor izjave "*Noli turbare...*" bio ubijen. Po pravilu takvi (autori) žive dugo i sretno, pažljivo osluškujući što bi drugi željeli da im oni učine. I to im i učine!

5. IZBJEGAVANJE ZAMKI

Ako su zamke prepoznate, a "sistem je otvoren" (nije narcisoidan), njihovo je izbjegavanje zakonito, barem za razumna bića.

U energetici, na posebnom području prognoza potrošnje energije, koje bi trebalo biti sintezom svih relevantnih znanja u ovom radu tek nabrojanih, može se ipak parafrazirati stara, potihlo izrečena, tvrdnja: "*Eppur si muove*".

Možda prvi realističan pristup prognozama buduće potrošnje energije za svijet u cjelini, a posebno za Europsku uniju potječe iz 1989. godine (lit. 7a), premda se institucije i prognozeri međusobno razlikuju i premda još uvijek računaju s relativno visokim rastom potrošnje energije (2% i više od 2% godišnje).

U 1992. godini računa se već s prosječnom stopom porasta potrošnje finalne energije za cijeli svijet u razdoblju 1990. - 2005. od 1,9% godišnje (lit. 7b).

* Premda razmatranja o sistemima potječu u filozofiji još iz razdoblja dominacije skolastike i protežu se do kraja XIX. stoljeća, relevantna za moderne nazore jest teorija sistema koja u žarište promatranja stavlja tzv. "otvorene" i "zatvorene" sisteme, usp. lit. 6.

IIASA (*Inetrantional Institute for Applied Systems Analysis*) za potrebe WEC u 1995. godini izrađuje "radni papir" pod naslovom: "*Global Energy Perspectives do 2050 and Beyond*" (lit. 7C), prema kojem porast potrošnje finalne energije između 1990. i (lit. 7c) 2020. iznosi, po šest različitih scenarija, između prihvatljivih 1% i 2% godišnje. No bez (opravdane) zlobe možemo primijetiti da se u takvim slučajevima, u kojima se varijante prognoze razlikuju čak 100%, više radi o vježbama iz matematičke statistike (prije svega teoriji vjerojatnosti) nego o analizi u koju se ulaže znanstveni autoritet autora.

I konačno, 1996. godine *Europska komisija* objavljuje (lit. 7d) novi radni scenarij o projekciji razvitka potrošnje energije do 2020. godine u kojem su, kao i u prijašnjem, ali u većoj mjeri, izbjegnute sve uobičajene zamke, što se može nazrijeti već iz naziva scenarija.

U četiri scenarija nazvana: *Konvencionalna mudrost* (Conventional Wisdom), *Bojno polje* (Battlefield), *Pretjerano tržište* (Hypermarket) i *Utjecaj foruma – Integrirajući* (Forum) variraju se različiti utjecaji, ali konačni rezultati nisu bitno različiti. Prema prvom scenariju, prosječni porast potrošnje finalne energije u razdoblju 1990. - 2020. godine iznositi će za cijeli svijet 1,5% godišnje, a za Europsku uniju 0,9%. Prema drugom scenariju, rast potrošnje za Europsku uniju za isto razdoblje iznositi će 0,7% godišnje, prema trećem 1,1% godišnje, a prema četvrtom 0,8% godišnje.

Pretpostavke na kojima počivaju četiri scenarija dobrim dijelom mogu se nazrijeti i iz naslova, a kako se po predloženim rezultatima (barem za Europsku uniju) vidi, razlike između scenarija nisu prevelike (detaljniji uvid ukazuje da su razlike dijelom nastale i zbog vremenskog pomaka relevantnih utjecaja). Moglo bi se tvrditi da je temeljni razlog takvim rezultatima ipak *ratio – pamet* koja je prisutna u svim scenarijima, a eksterne odrednice (krize, različiti utjecaj državnih i naddržavnih institucija, stupnjevi ekonomskih intergracija i sl.) su odrednice na koje ne mogu utjecati samo energetičari.

LITERATURA

- 1a. Z. Hill, *Porast društvenog bogatstva - razvitak potrošnje energije – narušene ravnoteže*, Nafta, Zagreb, 36 (1985) 5, str. 225 - 232
- 1b. Z. Hill, *Najčešće greške primjene statistike u energetske i posebno naftnoj privredi*, Nafta, Zagreb, 43 (1992) 7, str. 363 - 375
- 1c. Z. Hill, *Svjetska energetika na prijelazu stoljeća*, EGE, Zagreb, 2 (1994) 8, str. 20, 21
- 1d. Z. Hill, *Energetika i ekonomski zakoni, usklađivanje ili konfrontacija*, IX. Međunarodni susret stručnjaka za plin, Zbornik radova, Opatija, 1994.
2. *BP Statistical Review of World Energy 1996*, The BP Company p. 1. c., Britanic House, London

3. B. Sorokin, *Osnove socijalne psihologije za studente prava*, Narodne novine, Zagreb, 1970.
4. *Enciklopedija Leksikografskog zavoda* (svezak III.)
5. Z. Hill, *Pouke prošlosti – odrednice budućnosti*, Nafta, Zagreb, **43** (1992) 2-3, str. 97-103
6. R. Stojanović, *Veliki ekonomski sistemi*, Savremena administracija, Beograd, 1983.
- 7a. *Energy in Europe, Major Themes in Energy*, Special Issue, September 1989, Commission of the European Communities Brussels (Table II-5)
- 7b. *Energy in Europe, A View to the Future*, Special Issue, September 1992, Commission of the European Communities, Brussels, 1992 (str. 79)
- 7c. N. Nakićenović, J.M. Jefferson, *Global Energy Perspectives to 2025 and Beyond*, Working Paper, IIASA, Luxemburg 1995, WP-95-137 (Table A II.)
- 7d. *Energy in Europe, European Energy to 2020, A scenario Approach, Special Issue – Spring 1990, European Commission*



**REPUBLIKA HRVATSKA
MINISTARSTVO GOSPODARSTVA
Projekt PROHES**

Izrađeno u Energetskom institutu "Hrvoje Požar"
i dopunjeno nakon rasprave na tijelima PROHES-a

ENERGETSKA STRATEGIJA REPUBLIKE HRVATSKE DO 2010. GODINE (Prijedlog)

SAŽETAK

U radu je prikazan prijedlog ENERGETSKE STRATEGIJE REPUBLIKE HRVATSKE DO 2020. GODINE. Prijedlog strategije izrađen je na temelju prethodnih rezultata projekta "RAZVOJ I ORGANIZACIJA HRVATSKOG ENERGETSKOG SEKTORA" - PROHES tiskanih u srpnju 1995. godine. Rasprava o prijedlogu strategije provedena je u tijelima PROHES-a (Upravnom odboru i Stručnom savjetu) i dopunjena prijedlozima iz rasprave.

SUMMARY

In this paper a proposal on the ENERGY STRATEGY OF THE REPUBLIC OF CROATIA BY THE YEAR 2020 has been presented. The proposal has been worked out on the basis of the preliminary results of the project "CROATIAN ENERGY SECTOR DEVELOPMENT AND ORGANIZATION" - PROHES printed in July 1995. The discussion on the strategy suggestion has been carried out in the bodies of the PROHES (Board of Directors and Experts Council) and supplemented with suggestions on the discussion.

1. UVOD

Održivi razvitak, sigurnost opskrbe, energetska efikasnost, tržišni odnosi i zaštita okoliša osnovni su ciljevi energetske politike Hrvatske.

Energetski sektor Hrvatske dijeli sudbinu ostalih gospodarskih sektora Hrvatske. Rat je izazvao razaranja, prekide opskrbe, a zajedno s promjenama u gospodarskom sektoru, smanjenje potrošnje svih oblika energije. I bez rata bi u hrvatskom energetskom sektoru, zbog promijenjenog političkog, vlasničkog i gospodarskog sustava, bilo nužno načiniti strukturne promjene, a rat je ukupne prilike učinio još težim.

Vlada Republike Hrvatske pokrenula je izradu znanstvenoistraživačkog programa restrukturiranja i razvitka energetskeg sektora (**Projekt razvoja i organizacije hrvatskoga energetskeg sektora - PROHES**) u kojem bi se odredile sve nužne promjene za izgradnju organiziranog energetskeg sektora primjerenog razvijenim zemljama. Te se promjene odnose na energetske, ekonomske, zakonodavne i organizacijske aspekte energetskeg sektora Hrvatske. Također, restrukturiranje energetskeg sektora pretpostavlja i promjenu odnosa prema energetskej efikasnosti i korištenju svih potencijalnih izvora energije.

Već na početku rada na PROHES-u uočeni su temeljni problemi, postavljeni prioritetni ciljevi i određene smjernice rješavanja pojedinih problema hrvatskoga energetskeg sektora. Ključna je spoznaja za restrukturiranje hrvatskoga energetskeg sektora da se radi o procesu za kojega je važno ostvariti potrebno zakonodavstveno, ekonomsko i organizacijsko okruženje, te stvoriti instucionalne pretpostavke za njegovu realizaciju.

Održivi razvitak, sigurnost opskrbe, energetska efikasnost, tržišni odnosi i zaštita okoliša osnovni su ciljevi energetske politike Hrvatske. U ovim globalnim ciljevima sadržani su i elementi novog geostrateškog položaja Republike Hrvatske i zadaci energetske politike koji iz toga proizlaze. Navedeni ciljevi energetske politike čine civilizacijski odnos prema energiji i odgovornost prema budućnosti, a slični su ciljevima energetske politike razvijenih zemalja. Naravno, znatno veći problem je postaviti provedbene programe energetske i gospodarske politike s obzirom na ukupne promjene u zemljama u tranziciji jer neke od mjera, kao primjerice ekonomska cijena energije, u izravnom su sukobu sa socijalnim stanjem tih zemalja.

Načelo održivog razvitka pretpostavlja racionalno korištenje svih energetskeg izvora, sve veću diverzifikaciju izvora, korištenje obnovljivih izvora, postizanje učinaka u pogledu zaštite okoliša, kao i sklapanje obvezujućih međunarodnih ugovora vezanih uz očuvanje okoliša.

U strategiji energetskeg razvitka predstavljeni su ciljevi, razine problema, osnovni parametri energetskeg razvitka, međuovisnost potrebnih aktivnosti te naznake pristupa rješavanju pojedinih problema. Organizirani pristup rješavanju problema energetskeg sektora zahtijeva uspostavu ravnoteže interesa između države, proizvođača energije i građana, bez obzira što se često radi i o sukobu interesa.

Proizvodnja energije čini nužnu gospodarsku aktivnost za podmirenje potreba gospodarstva i građana hrvatske države. Međutim, iskustva istočnih zemalja u planskoj privredi i iskustva zapadnih zemalja u tržišnoj privredi pokazuju da se gospodarenje energijom mora voditi po pravilima tržišta, bez obzira što država na stanoviti način intervenira svojim mjerama na tržištu energenata ili uspostavlja nadzorne mehanizme za zaštitu interesa građana. Iz tog razloga nema alternative ekonomskoj cijeni energije, pa je jedan od složenijih zadataka doseći ekonomsku cijenu i uspostaviti kvalitetne tarifne sustave za prodaju energije umreženih sustava (električna energija, plin i toplina).

Povećanje efikasnosti korištenja energije i veće korištenje obnovljivih izvora energije je jedno od značajnih ciljeva energetske politike, a država će skrbiti o tome putem zakonodavstva i poticajnim mjerama. Također, pravilnim izborom i kvalitetom energenata moguće je trajno doprinositi zaštiti okoliša.

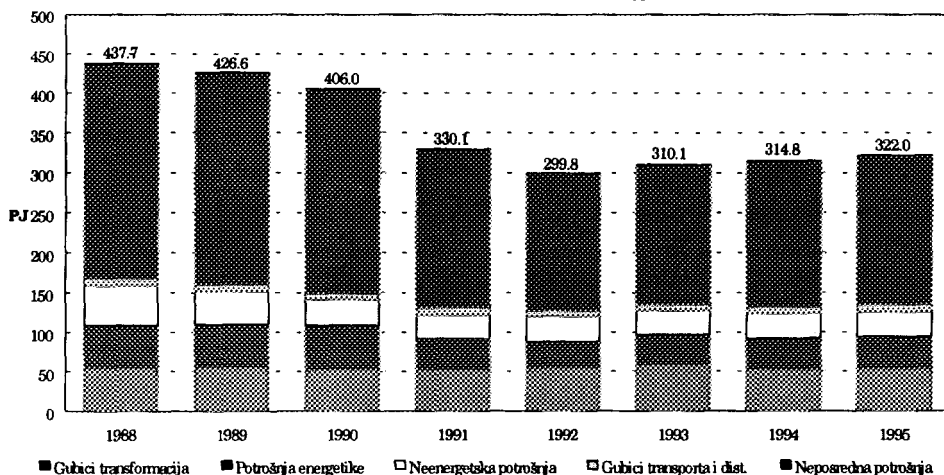
2. STANJE ENERGETSKOG SEKTORA

Minimalna potrošnja energije bila je u 1992. godini, njezino smanjenje iznosilo je 31,5% u odnosu na potrošnju u 1988. godini. Od 1993. ostvaruje se umjeren porast, s tim da je razina dostignuta u 1995. godini još uvijek osjetno niža od one koja je bila na početku promatranog razdoblja.

Minimalna potrošnja energije bila je u 1992. godini, njezino smanjenje iznosilo je 31,5% u odnosu na potrošnju u 1988. godini. Od 1993. ostvaruje se umjeren porast, s tim da je razina dostignuta u 1995. godini još uvijek osjetno niža od one koja je bila na početku promatranog razdoblja.

U 1995. godini potrošnja primarne energije je iznosila 322,05 PJ. Prema ostvarenoj ukupnoj potrošnji energije po stanovniku od 67,57 GJ Hrvatska je tek na 27. mjestu u Europi (iza nas su samo Turska i Albanija), što je pokazatelj relativne gospodarske nerazvijenosti i nižeg životnog standarda u odnosu na razvijene zemlje. Slika je još nepovoljnija ako se tome doda činjenica da se od 1989. godine pogoršava energetska intenzivnost jer je u promatranom razdoblju potrošnja energije rasla brže od povećanja bruto domaćeg proizvoda. Prema tom pokazatelju Hrvatska je ipak još uvijek u malo povoljnijem položaju u odnosu na zemlje u tranziciji, pa čak i u odnosu na Norvešku, Grčku i Island.

Slika 1. Struktura potrošnje energije

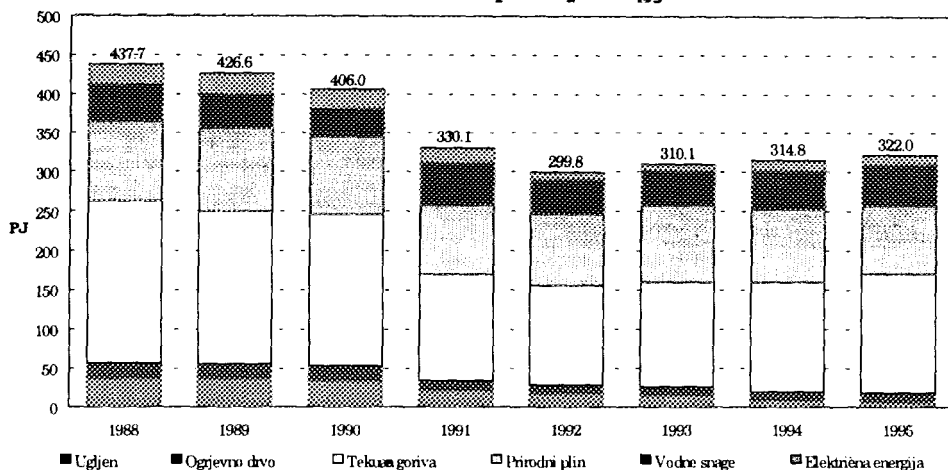


Izvor: tablica 1 u prilogu

Najviše energije se troši u neposrednoj potrošnji (industrija, promet i opća potrošnja) (58,2%), zatim u energetske sektoru (12,1%) te u neenergetskoj potrošnji (9,9%). Gubici transformacije su 17%, a transporta i distribucije energije 2,8% (1995.).

Od primarnih energenata najveći udio u potrošnji imaju tekuća goriva, (47,3%), zatim prirodni plin (27%), a slijede vodne snage (16,1%), električna energija (razlika uvoza i izvoza) (3,9%), ogrjevno drvo (3,4%) i ugljen (2,3%).

Slika 2. Struktura potrošnje energije

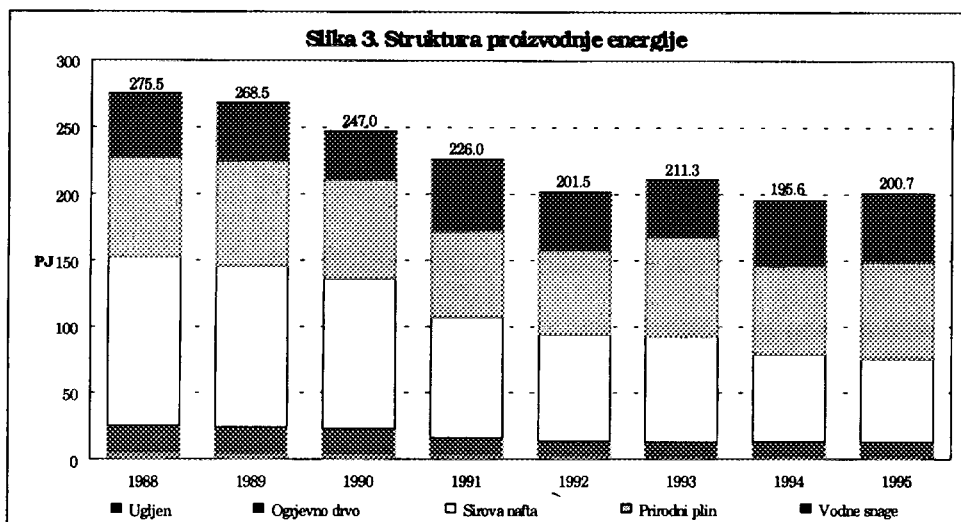


Izvor: tablica 1 u prilogu

Ukupna potrošnja energije u Hrvatskoj podmirivala se vlastitom proizvodnjom primarne energije od 61% do 68% i uvozom od 32% do 39%. Najmanji udio uvoza bio je u razdoblju između 1991. i 1993. godine, ali ne zbog povećane proizvodnje primarne energije, već zbog vrlo niske ukupne potrošnje energije.

U 1995. godini vlastitom proizvodnjom primarne energije zadovoljeno je 62,3% ukupnih potreba i taj je iznos na razini odnosa u prijeratnim godinama. Međutim, proizvodnja primarne energije u 1995. godini je za 27,2% manja nego u 1988. godini, na što je najviše utjecalo smanjenje proizvodnje nafte (slika 3).

Proizvodnja nafte i kondenzata u 1995. godine iznosila je 1,757 milijuna tona, od čega na inozemnim koncesijama (u Angoli i Egiptu) 256.000 tona. Preradom nafte u rafinerijama od 5,4 milijuna tona osigurale su se potrebe domaćeg tržišta, a dio derivata se izvezao. Kapaciteti primarne prerade od 8,8 milijuna tona (u Sisku, Rijeci i Zagrebu) omogućavaju veću proizvodnju derivata od potreba domaćeg tržišta. Kapacitet transporta nafte Jadranskim naftovodom također je jedan od povoljnosti za budući razvitak rafinerijske prerade. Međutim, zahtjevi za kvalitetom derivata sa smanjenim sadržajem olova, sumpora i drugih zagađivača, zatim novi odnosi između cijena derivata i nafte traže hitna i značajna ulaganja u rafinerijske kapacitete.



Izvor: tablica 2 u prilogu

Domaćom proizvodnjom prirodnog plina u 1995. godini od 1,996 milijardi m³ plina bilo je pokriveno 83% potreba domaćeg tržišta. Smanjenje potrošnje plina od početka 90-tih godina utjecalo je i na pad njegove proizvodnje. U strukturi potrošnje najveći je udio neposredne potrošnje (46%), proizvodnje umjetnih gnojiva (26%), vlastite potrošnje proizvođača plina (10%), zatim proizvodnje električne i toplinske energije (9%), te industrijskih energana (9%).

Električna energija proizvodi se u termoelektranama, hidroelektranama i javnim toplanama, a manji se dio proizvodi u industrijskim energanama. U četiri termoelektrane (TE Plomin, TE Rijeka, TE Sisak i KTE Jertovec) instalirano je 935 MW, a u tri javne toplane (TE-TO Zagreb, EL-TO Zagreb i TE-TO Osijek) instalirano je 315 MW električne snage i 1610 MW toplinske snage. U jedanaest akumulacijskih hidroelektrana instalirano je 1684 MW, u sedam protočnih 362 MW i u četiri male hidroelektrane 14 MW. Snaga dizelskih elektrana nabavljenih u okviru tzv. "Interventnog programa za Dalmaciju" je 51 MW, a ukupna snaga industrijskih energana iznosi oko 340 MW. Republika Hrvatska vlasnik je polovice (332 MW) nuklearne elektrane Krško u susjednoj Republici Sloveniji, a električna energija u njoj proizvedena ne tretira se kao domaća proizvodnja već kao uvoz. U tijeku je rješavanje statusnog i pravnog uređenja odnosa u ovome objektu nakon raspada Jugoslavije. Stupanj djelovanja termoelektrana iznosi oko 36 posto, što znači da se u proizvodnji električne energije gubi 64 posto ulazne energije, a osim toga vlastita potrošnja u termoelektranama iznosi 3-7 posto od proizvedene električne energije. Stupanj djelovanja u javnim toplanama, u kojima se proizvodi električna energija i para i vrela voda, iznosi oko 85 posto, a vlastita potrošnja oko 10 posto od ukupne izlazne energije.

Trenutno je nedostupno 650 MW snage instalirane u termoelektranama na ugljen smještenim u tzv. SR Jugoslaviji te Bosni i Hercegovini na koje Republika Hrvatska polaže vlasnička ili druga prava.

Para i vrela voda, osim u javnim toplanama, proizvode se i u javnim kotlovnica. To su manja postrojenja za opskrbu toplotom nekoliko zgrada, a postoje u većim hrvatskim gradovima, u Zagrebu, Splitu, Rijeci, Osijeku, Zadru, Karlovcu, Slavon-skom Brodu i Varaždinu. U njihovom pogonu ostvaruje se stupanj djelovanja od 80 do 85 posto. U ukupnoj proizvodnji pare i vrela vode javne kotlovnice sudjeluju i do 20 posto.

3. OSNOVE RAZVITKA ENERGETSKOGA SEKTORA

Hrvatska, zbog geopoložaja, ima komparativne prednosti u dobavi i transportu energije koje može iskoristiti. Zahvaljujući svojim transportnim kapacitetima Hrvatska se treba uključiti u tržište energije srednje Europe.

Osnovni ciljevi energetskog i gospodarskog razvoja proizlaze iz koncepta održivog razvitka koji pretpostavlja osiguranje dovoljnih količina svih oblika energije, sigurnu opskrbu potrošača, trajnu skrb o povećanju energetske efikasnosti, korištenje obnovljivih izvora energije i zaštitu okoliša. Hrvatska, zbog siromaštva u primarnim oblicima energije te gospodarskih interesa koji upućuju na industrije i tehnologije manje rizične po okoliš, mora dimenzionirati svoj energetski sustav prema svojim potrebama.

Sigurna opskrba potrošača nameće ugradnju sigurnosnih kriterija u planiranju uvoza i dobavnih pravaca energenata za umrežene sustave. Hrvatska mora za elektropri-vredu i plinsko gospodarstvo osigurati dva ili više dobavnih pravaca.

Zemljopisni oblik i geopolitički položaj Hrvatske, ratno iskustvo u posljednjih nekoliko godina, te procjene sigurnosne situacije u idućem razdoblju, nameću potrebu planiranja takvog rasporeda izvora i ključnih energetskih objekata koji će u svim uvjetima smanjiti rizike u opskrbi potrošača.

Hrvatska, zbog geopoložaja, ima komparativne prednosti u dobavi i transportu energije koje može iskoristiti. Zahvaljujući svojim transportnim kapacitetima (sadašnjim i budućim) Hrvatska se treba uključiti u tržište energije srednje Europe. Važno je naglasiti da Hrvatska zbog svoje veličine, poput mnogih drugih zemalja srednje Europe, nije u stanju unutar zemlje stvoriti kvalitetno tržište energije, već ga treba uspostaviti u zajedništvu s ostalim zemljama srednje Europe. Također, važno je naglasiti da će Hrvatska zadovoljavati dio svojih budućih potreba za energijom realizacijom međunarodnih projekata.

Zaštita okoliša treba biti integralni dio ukupne razvojne politike Hrvatske. Utjecaj energetskog sektora, lokalno, regionalno i globalno, podrazumijeva probleme vezane uz kvalitetu zraka, kvalitetu površinskih i podzemnih voda, kvalitetu tla, utjecaj buke i vibracija, dodijavanje mirisom, vizualne i estetske aspekte utjecaja, potencijalne opasnosti od nezgoda i zauzeće zemljišta. U planiranju zaštite okoliša prvenstveno treba voditi računa o zaštiti zdravlja ljudi, ali također i o zaštiti šumskog

ekosustava, posebno u središnjem dijelu Hrvatske (Gorski kotar) gdje je stupanj oštećenosti crnogoričnih stabala poprimio vrlo ozbiljne razmjere.

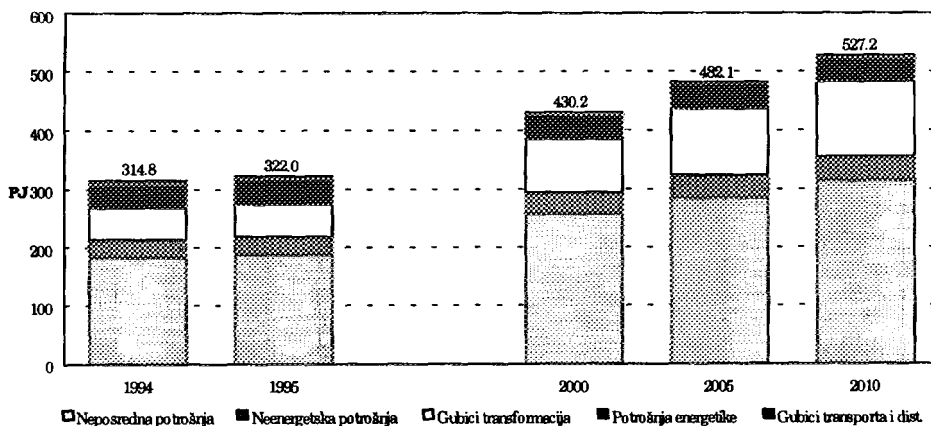
Planiranje prema konceptu održivosti treba promicati na svim razinama: prilikom planiranja izgradnje pojedinih objekata, planiranja energetske opskrbe gradova, zatim izrade županijskih planova i nacionalne strategije. Ciljevi i postignuti rezultati trebaju biti dostupni javnosti, a značajnu pažnju treba pridati obrazovanju.

4. RAZVITAK ENERGETSKOGA SUSTAVA DO 2010. GODINE

Najveći se prirast potrošnje energije očekuje u općoj potrošnji i to posebno u uslužnom sektoru i kućanstvima.

Razvitak hrvatskoga gospodarstva do 2010. godine, s predviđenim porastom bruto domaćeg proizvoda od 5% godišnje, tražit će sporiji porast ukupne potrošnje energije od 3,3% godišnje. Pritom će se neposredna potrošnja energije povećavati prosječnom godišnjom stopom od 3,5%, neenergetska potrošnja stopom od 1,5% dok će potrošnja energetskog sektora padati za 0,5%. S obzirom da su rat i tranzicija najviše djelovali na razinu gospodarskih aktivnosti u industriji, i oporavak će u ovom sektoru biti praćen malo bržim povećanjem potrošnje energije. Međutim, najveći se prirast potrošnje energije očekuje u općoj potrošnji i to posebno u uslužnom sektoru i kućanstvima. Ugljen, koji je tijekom prve polovice devedesetih praktički nestao iz neposredne potrošnje energije, vratit će se na prijašnje pozicije, ali će tada u strukturi potrošnje biti relativno skromno zastupljen. Potrošnja ogrjevnog drva se predviđa u područjima gdje je to ekonomski opravdano i imat će lokalno značenje. Najveći porast u neposrednoj potrošnji ostvarit će električna energija i prirodni plin i to u uslužnom sektoru i kućanstvima. Do 2010. godine se može očekivati i zamjetnije korištenje obnovljivih izvora, posebno energije sunca i biomase.

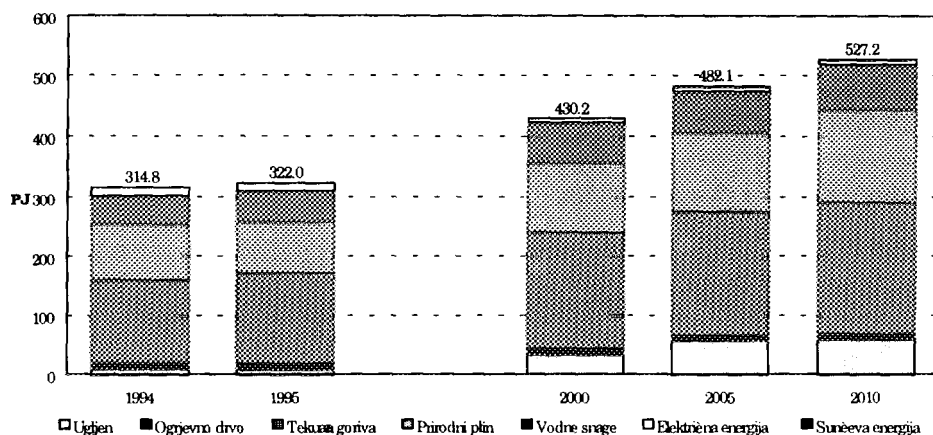
Slika 4. Potrošnja energije do 2010.



Izvor: tablica 3 u prilogu

Na temelju načinjenih predviđanja potreba fosilnih goriva, motornih goriva, koksa, električne energije i daljinske topline određena je struktura oblika energije u neposrednoj potrošnji energije, kao i potrošnja u tri osnovna podsektora. Razvitak potrošnje do 2010. godine prikazan je u tablici 3 u prilogu i na slikama 4. i 5.

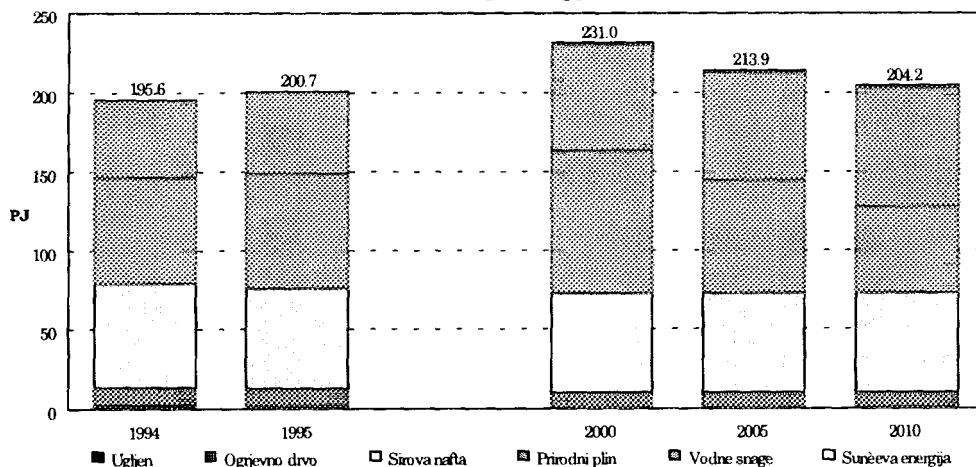
Slika 5. Potrošnja energije do 2010.



Izvor: tablica 3 u prilogu

Ukupne potrebe pojedinih energenata u budućnosti će se zadovoljavati vlastitom proizvodnjom primarne energije i uvozom. U tablici 4 u prilogu i na slici 6. prikazana je mogućnost proizvodnje primarne energije. Razlika do ukupnih potreba osigurati će se uvozom.

Slika 6. Proizvodnja energije do 2010.



Izvor: tablica 4 u prilogu

5. PROIZVODNJA I POTREBA ZA ENERGIJOM

Razdoblje do 2010. godine razlikovat će se po energetskej efikasnosti i razini organiziranosti u vođenja energetske politike. Vrijeme do 2000. godine proteći će u pripremama za uspostavljanje modela organiziranog i institucionalnog upravljanja energetskim sektorom, oblikovanju i primjeni nacionalnih energetskih programa. Nakon 2000. godine, a posebno nakon 2005. godine, mogu se očekivati prvi značajniji rezultati takvih aktivnosti.

Potražnja za primarnim oblicima energije ovisit će o tempu i strukturnih promjena gospodarstva, o procesima energetske efikasnosti i o ostvarenju programa kogeneracije, programa korištenja obnovljivih izvora, kao i ostalih nacionalnih programa. Zbog toga kvantifikacije u ovom dokumentu treba promatrati kao orijentacijske veličine, a moguće su i preraspodjele u potrošnji između prirodnog plina i ugljena.

Razdoblje do 2010. godine razlikovat će se po energetskej efikasnosti i razini organiziranosti u vođenja energetske politike. Vrijeme do 2000. godine proteći će u pripremama za uspostavljanje modela organiziranog i institucionalnog upravljanja energetskim sektorom, oblikovanju i primjeni nacionalnih energetskih programa. Nakon 2000. godine, a posebno nakon 2005. godine, mogu se očekivati prvi značajniji rezultati takvih aktivnosti.

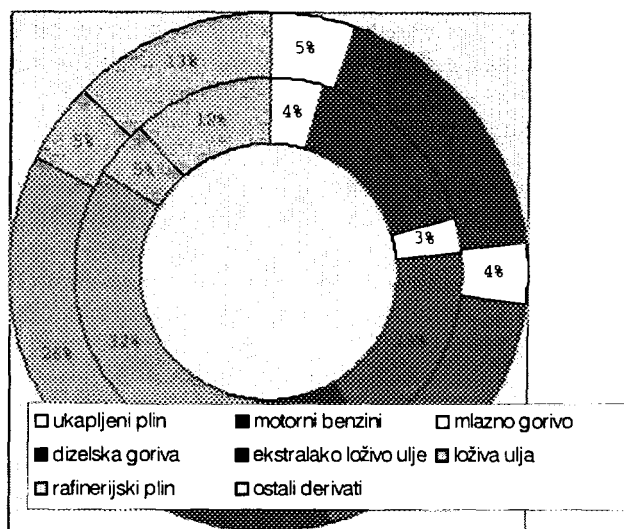
Važna komponenta energetskog planiranja je suodgovornost državnih organa i lokalnih zajednica za planiranje i provođenje energetske politike. Ta se suodgovornost treba realizirati u partnerskom odnosu, u posebnoj skrbi države za proizvodnju, dobavu i transport energije, a lokalnih zajednice za proizvodnju od lokalnog značenja i efikasnost korištenja energije kod krajnjeg potrošača. Javnost rada je pretpostavka partnerskih odnosa, a odgovornost pretpostavka rješavanja interesnih sukoba, od kojih su najveći oni oko lokacija za izgradnju energetskih izvora. Osiguranje lokacija za izgradnju energetskih izvora su za male zemlje kao što je Hrvatska jedan od temelja samostalnosti.

Proizvodnja prirodnog plina i nafte u Hrvatskoj će se u promatranom razdoblju značajno smanjiti, a proizvodnja ugljena će prestati. Hrvatska će sve više ovisiti o uvozu energije, što će zahtijevati veći stupanj pouzdanosti u dobavi energije. Posebnu pažnju treba posvetiti prirodnom plinu, ne samo kao energentu koji je sa stajališta zaštite okoliša najprihvatljiviji, već kao nositelju restrukturiranja energetskog sektora.

5.1. Nafta i derivati

Na osnovi bilančnih rezervi od 17 milijuna tona na dan (31. prosinca 1995.) proizvodnja sirove nafte u razdoblju od 2000. do 2010. se predviđa da će biti oko 1,5 milijuna tona godišnje. Potražnja za derivatima se ocjenjuje na 4,8 milijuna tona u 2000. i 5,3 milijuna tona u 2010. godini (slika 7).

Slika 7. Struktura potrošnje derivata 2000. i 2010. godine



U strukturi potrošnje derivata najbrži će biti porast potrošnje motornih goriva kao posljedica ubrzanog razvitka prometa i gospodarstva. S obzirom na ulogu utekućenog naftnog plina u plinifikaciji Hrvatske, posebno novih područja, i to kao prethodnika prirodnog plinu ili kao stalnog energetskeg izvora, njegova potrošnja će se također povećavati, posebno do 2000. godine. Uz ovakvu dinamiku i strukturu potrošnje povećat će se i udio vrednijih derivata u ukupnoj potrošnji i proizvodnji derivata.

S obzirom na raspoložive rafinerijske kapacitete, jedan od strateških ciljeva domaće prerada nafte je i opskrba inozemnih tržišta, posebno susjednih zemalja. Ukupna prerada nafte bi mogla iznositi 6,6 milijuna tona u 2000. i 7,8 milijuna tona u 2010. godini. Za ostvarenje ovog cilja nužna su ulaganja u modernizaciju rafinerija radi: postizanja europske kvalitete proizvoda; povećanja dubine prerade i prinosa profitabilnih proizvoda; dovođenja troškova na konkurentsku razinu, posebno utroška energije i udjela vlastite potrošnje; postizanja optimalne fleksibilnosti rada rafinerija, te zaštite okoliša. U protivnom će gospodarska opravdanost zadržavanja u pogonu postojećih rafinerijskih postrojenja biti upitna. Naglašava se da je za ostvarenje takve strategije prerade nafte, unatoč dovoljnim primarnim kapacitetima, potrebno uložiti velika sredstva u revitalizaciju i izgradnju novih sekundarnih rafinerijskih kapaciteta, čime bi kvaliteta proizvedenih derivata dosegla zadovoljavajuću razinu, a vlastita potrošnja rafinerija bi se dovela u prihvatljive okvire.

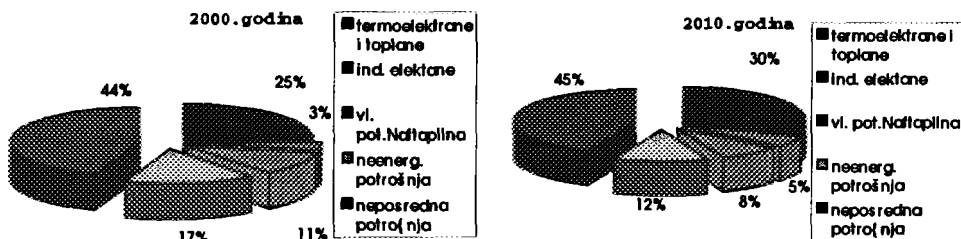
5.2. Prirodni plin

Na osnovi bilančnih rezervi plina od 39 milijardi m³ (na dan 31. prosinca 1995.) predviđa se pad proizvodnje s 90,71 PJ (2,4 milijarde m³) u 2000. godini na 54,25 PJ (1,335 milijarde m³) u 2010. godini.

Od novih nalazišta plina u Republici Hrvatskoj predviđen je početak eksploatacije plinskih polja u sjeverozapadnom dijelu Jadrana u 1998. godini na osnovi zajedničkog ulaganja i sporazuma o podjeli proizvodnje između INE i talijanskog AGIP-a. Prognozirana godišnja količina plina s tih polja za domaće tržište u razdoblju od 1999. do 2003. godine iznosi od 331 do 417 milijuna m³, nakon čega slijedi postupno smanjenje proizvodnje i to na manje od 200 milijuna m³ u 2011. godini, odnosno na manje od 100 milijuna m³ u 2013. godini. Početak korištenja drugih polja osiguralo bi dulji rok eksploatacije plina iz sjevernog Jadrana. Veći dio tog plina koristio bi se u Istarskoj i Primorsko-goranskoj županiji, a planira se i gradnja transportnog sustava za plin koji će povezati veći dio hrvatskih županija.

Potreba za prirodnim plinom se procjenjuje na 116,21 PJ ($3150 \cdot 10^6 \text{ m}^3$) u 2000. godini te na 152,40 PJ ($4215 \cdot 10^6 \text{ m}^3$) u 2010. godini, tako da proizlazi da se u 2000. godini iz uvoza mora osigurati $750 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, a u 2010. godini $2880 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ prirodnog plina. Porast potreba za prirodnim plinom planira se u energetske transformacijama za proizvodnju električne energije i pare te vrele vode s oko $880 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ u 2000. godini na oko $1500 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ u 2010. godini, i u sektoru neposredne potrošnje, s oko $1400 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ na oko $1840 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ u istom razdoblju (slika 8). Za ostvarenje tako predviđenog porasta potrošnje prirodnog plina potrebna su značajna ulaganja u plinsku infrastrukturu i objekte, što se planira ostvariti na osnovi projektnog financiranja, odnosno većim dijelom kreditima, a manjim dijelom iz vlastitih sredstava proizvođača i potrošača plina te lokalnih zajednica. To obuhvaća i ulaganja u stimuliranje povoljne strukture potrošnje i ravnomjernijeg opterećenja plinske mreže.

Slika 8. Struktura potrošnje plina do 2010. godine



U razdoblju do 2010. godine mogući dobavljači prirodnog plina za Hrvatsku su: Rusija (povećanje uvoza), Alžir (putem plinovoda, uz tranzit preko Italije i Slovenije ili putem Adria LNG terminala na Krku), te eventualno Norveška. Izgradnja Adria LNG terminala ima ne samo energetske, nego stratešku i gospodarsku važnost i tom se

projektu treba posvetiti najveća pozornost. U slučaju izgradnje plinovoda Iran/Europa može se računati na opskrbu i iz ovog smjera, ali ne prije 2010. godine. Važno je naglasiti nužnost razrade strategije uvoza plina usmjerene prema diverzifikaciji izvora opskrbe.

Prirodni plin, kao najčistije fosilno gorivo, treba prioritarno usmjeravati u mala ložišta i gusto naseljena gradska područja, gdje treba izbjegavati kruta goriva. Korištenje plina za proizvodnju električne energije ekonomski je opravdano samo u kombiniranim postrojenjima velike učinkovitosti pretvorbe. Značajniju primjenu plina može se očekivati u prometu, posebno u gradskom prometu, a također i u rashladnim uređajima.

Programu daljnje plinifikacije Hrvatske, kao i mogućim primjenama kojima se može povećati efikasnost korištenja energije i smanjenje utjecaja na okoliš, potrebno je posvetiti posebnu pozornost kao jednom od temeljnih nacionalnih energetskega programa.

5.3. Kruta goriva

Iako su u Hrvatskoj utvrđene pridobive zalihe kamenog ugljena od 3.365 tisuća tona, mrkog ugljena od 2.840 tisuća tona i lignita od 33.298 tisuća tona, ekonomski uvjeti eksploatacije su tako nepovoljni da se u budućnosti ne predviđa vlastita proizvodnja ugljena, te će se ukupno potrebne količine ugljena osiguravati iz uvoza. Zbog proizvodnje električne energije ukupne potrebe ugljena porast će s 32,61 PJ u 2000. na 57,21 PJ u 2010. godini. To znači da će u 2000. godini biti potrebno uvesti ukupno 1.476 tisuća tona ugljena: 904 tisuće tona kamenog ugljena, 504 tisuće tona mrkog ugljena i lignita te 68 tisuća tona koksa. Od toga bi se u termoelektranama utrošilo 777 tisuća tona kamenog ugljena, industrija bi utrošila 455 tisuća tona kamenog ugljena, mrkog ugljena, lignita i koksa, a opća potrošnja 244 tisuće mrkog ugljena i lignita. U 2010. godini ukupan uvoz ugljena dosegao bi 2.381 tisuću tona, od čega bi kameni ugljen sudjelovao s 1.857 tisuća tona, mrki ugljen i lignit s 422 tisuće tona, a koks sa 102 tisuće tona. Od toga bi termoelektrane utrošile 1.764 tisuće tona kamenog ugljena, industrija bi potrošila 392 tisuće tona kamenog ugljena, mrkog ugljena, lignita i koksa, a opća potrošnja 225 tisuća tona mrkog ugljena i lignita.

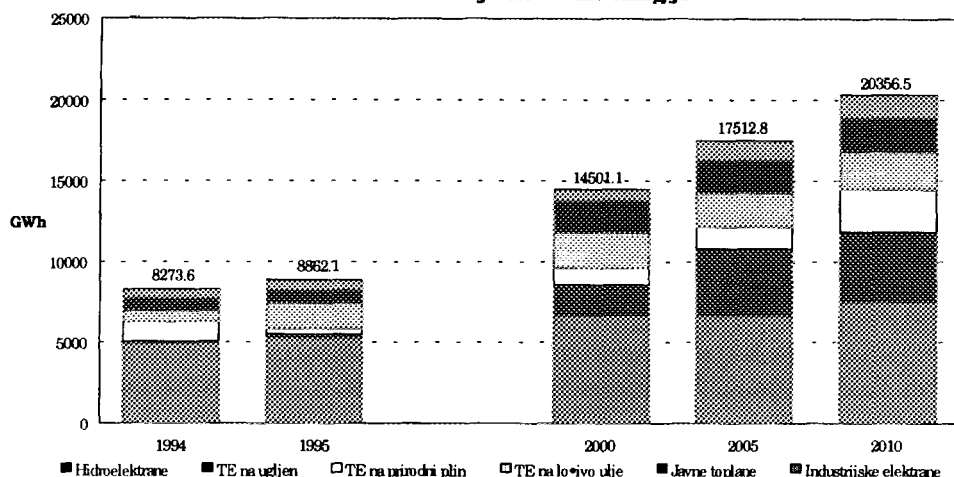
U skupinu krutih goriva pripada i ogrjevno drvo, čija će se ukupno predviđena buduća potrošnja od 10 PJ (oko $1110 \cdot 10^3 \text{ m}^3$) osigurati iskorištavanjem vlastitih šuma.

5.4. Električna energija

Vodne snage bi sudjelovale u strukturi ukupno potrebne energije u 2010. godini sa 75,4 PJ. Predviđeni porast proizvodnje električne energije iz vodnih snaga u budućnosti temeljen je na izgradnji novih te rekonstrukcijama postojećih hidroelektrana. Električna energija, koja se također pojavljuje u strukturi ukupno potrebne energije, odnosi se na količine koje se planiraju osigurati iz uvoza (uključivo elek-

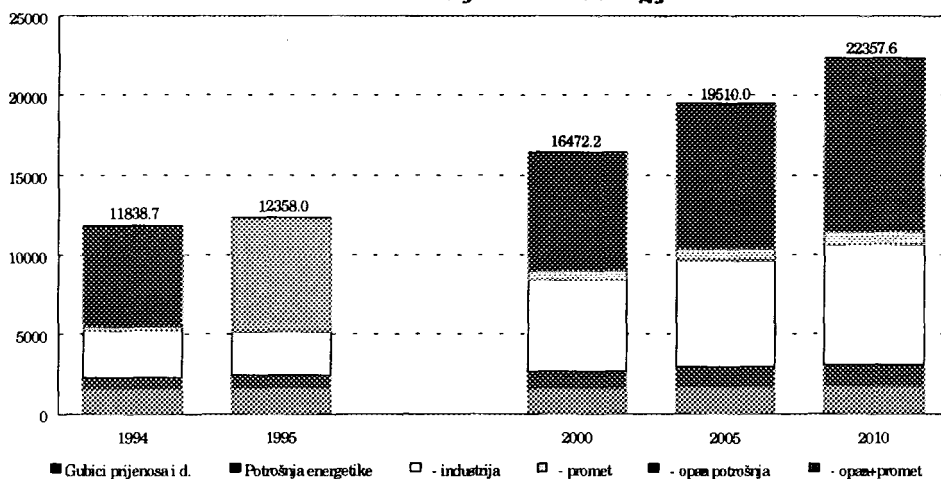
trična energija proizvedena u našem dijelu NE Krško). Tako se mora postupiti zato da u ukupnim potrebama ne bi došlo do dvostrukog obračunavanja energije, jer je primarna energija za proizvodnju električne energije već sadržana u energentima iz kojih se ona proizvodi, tj. u ugljenu, prirodnom plinu, tekućim gorivima i vodnim snagama). U tablici 5 u prilogu, kao i na dvije iduće slike, prikazan je plan proizvodnje, uvoza i potrošnje električne energije u glavnim sektorima.

Slika 9. Proizvodnja električne energije



Izvor: tablica 5 u prilogu

Slika 10. Potrošnja električne energije



Izvor: tablica 5 u prilogu

Da bi se ostvarila predviđena proizvodnja i potrošnja električne energije, do 2000. godine treba završiti izgradnju TE Plomin 2 snage 210 MW i dogradnju TE-TO Zagreb snage 120 - 140 MW. U razdoblju do 2010. ukupno je potrebno izgraditi oko 930 MW, i to u kombiniranim plinskim elektranama visokog stupnja korisnosti (oko 400 MW), u termoelektranama na uvozni ugljen (350 MW) i u hidroelektranama (180 MW). Struktura potrebne izgradnje nije još konačna i tema je daljnjih analiza. Program buduće izgradnje vezan je i uz problem osiguranja lokacija za izgradnju novih proizvodnih kapaciteta. Potrebnu izgradnju proizvodnih kapaciteta u elektroenergetskom sustavu treba pratiti i odgovarajućim ulaganjima u razvitak prijenosne i distributivne električne mreže.

Diverzifikacija opskrbe izvorima energije kao cilj energetske politike i konkurentnost nuklearne energetike ukazuju na ulogu koju ona objektivno može imati u energetskom razvitku. Međutim, budućnost nuklearne energetike, kako u svijetu tako i u Hrvatskoj, će ovisiti o njezinoj prihvatljivosti za javnost i vladu, koja je upitna zbog zabrinutosti za nuklearnu sigurnost, te transport i odlaganje nuklearnog otpada.

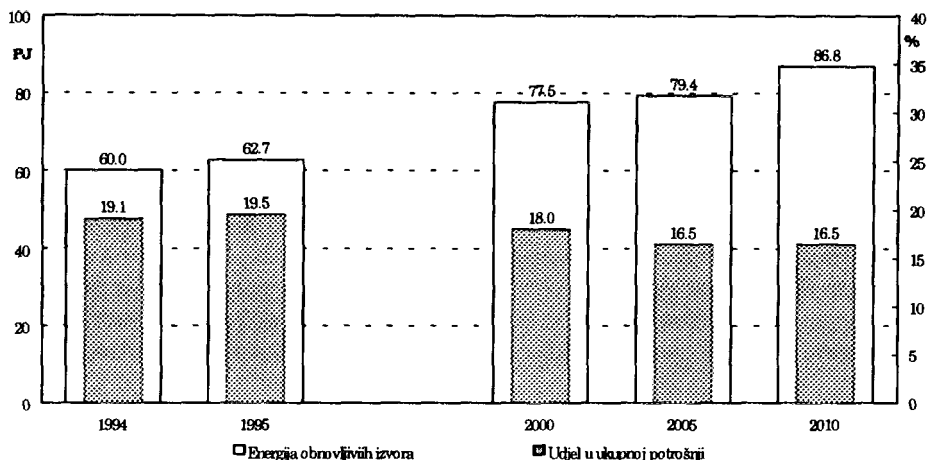
5.5 Para i vrela voda

U ukupno potrebnoj energiji sadržana je i energija, u obliku prirodnog plina i tekućeg goriva, za proizvodnju pare i vrele vode koja se koristi u neposrednoj potrošnji. Za nju je predviđeno povećanje potrošnje od 10,06 PJ u 2000. godini na 12,57 PJ u 2010. godini. Za osiguranje takvog porasta treba u javnim toplanama i u javnim kotlovnica do 2010. godine izgraditi oko 320 MW toplinske snage.

5.6. Obnovljivi izvori i izvori energije od lokalnog značenja

Ogrjevno drvo i vodne snage su jedini od obnovljivih izvora energije koji su u dosadašnjoj opskrbi potrošača u Hrvatskoj zauzimali značajnije mjesto. U razdoblju od 1988. do 1995. godine njihov je udio u ukupnoj potrošnji energije iznosio od 14 do 20 posto. Za buduće razdoblje do 2010. godine oni će zadržati svoju poziciju, tako da će im udio u 2000. godini iznositi oko 18 posto, a u 2010. oko 16 posto, s tim da će svoj udio u opskrbi imati i drugi obnovljivi izvori, primjerice Sunčeva energija. Na slici 11. prikazana je energija iz obnovljivih izvora kao i njihov udio u ukupno utrošenoj (potrebnoj) energiji.

Slika 11. Obnovljivi izvori energije



Najznačajniji drugi obnovljivi izvori, odnosno izvori od lokalnog značenja, na čije se korištenje u idućem razdoblju mnogo više računa su:

- **Sunce**, sa značajnim potencijalom u jadranskom priobalju i na otocima, posebice za osiguranje nisko kvalitetne topline (do 80°C), a također i kao izvor električne energije iz sunčevih ćelija za potrebe manjih i izoliranih potrošača, primjerice na manjim i neelektrificiranim jadranskim otocima.
- **Vjetar** ima značajniji potencijal samo na vanjskim dalmatinskim otocima (Vis, Lastovo...) i može se koristiti za proizvodnju električne energije, topline, kao i za navodnjavanje.
- **Biomasa**, posebno ona drvnog podrijetla i bioplin, mogu imati značajan lokalni potencijal, prvenstveno za potrebe grijanja i pripremu vruće (vrele) vode i pare, ali i za manju proizvodnju električne energije.
- **Male hidroelektrane (mHE)** do 5 MW_{el} instalirane snage, posebice one male, od vodenice s cca 10 kW_{el} pa do manjih mHE, snage do 100 kW_{el} imaju značajnu perspektivu na svim malim vodotokovima, a posebno u novooslobođenim područjima za neposredne potrebe lokalnih proizvodnih kapaciteta.
- **Geotermalna energija** ima perspektivu u područjima između Save i Drave, a posebice tamo gdje nisu potrebna skupa bušenja, jer podaci o takvim izvorima već postoje.

Razvitak novih izvora, kao strateško opredjeljenja ukupnog energetskog razvitka, odnosi se posebno i na **kogeneracije** kao povoljno rješenje za industriju, turizam, zdravstvo i za ostale uslužne djelatnosti. Na Jadranu je moguća njihova primjena u kombinaciji s **dizalicama topline** i termalnim sunčevim apsorberima (ne kolektorima!), jer istovremeno rješavaju grijanje, hlađenje, klimatizaciju i pripremu sanitarne tople vode, a otpadna se toplina koristi za pogon staklenika i za predgrijavanje ventiliranog zraka tijekom zime s iskorištenjem koje prelazi 85%.

Povećanje korištenja obnovljivih i izgradnja izvora energije od lokalnog značenja temelji svoju budućnost na decentraliziranoj i ekološki čistoj proizvodnji energije, vodeći prvenstveno računa o racionalnom gospodarenju s lokalno raspoloživim energetske i drugim resursima. Iako će se u korištenju obnovljivih izvora i izgradnji izvora od lokalnog značenja koristiti cijeli prostor Hrvatske, vrijedno je zbog svojih karakteristika spomenuti jadransko priobalje s otocima.

Realno se može očekivati da će doprinosi novih obnovljivih i izvora od lokalnog značenja biti u granicama 10% energetske (prvenstveno termičke) potrošnje u Republici Hrvatskoj. Međutim, lokalno promatrajući, osobito u priobalju i na otocima, ovi izvori po EU-metodologiji mogu na razini komunalnog gospodarstva postići na nekim manjim područjima udjele do čak 40% energetske potreba tih područja, što bi, uz turizam, bio značajan gospodarski poticaj razvitku lokalnih zajednica.

5.7. Decentralizirana proizvodnja energije

Stvaranje i razvitak decentraliziranih energetske sustava s korištenjem fosilnih i obnovljivih izvora energije zadovoljavaju osnovna načela hrvatske energetske strategije, a komplementarni su centralnom energetske sustavu, nadopunjujući ga i olakšavajući ostvarenje osnovnih ciljeva energetske politike, kao što su sigurna i što jeftinija dobava energenata u svim dijelovima države. Ovi sustavi se trebaju primjenjivati na onim područjima gdje postoji potreba za toplinom/hladnoćom, a to je uglavnom pri rekonstrukciji postojećih i izgradnji novih kotlovnica u gradovima i industrijskim pogonima te radi poboljšanja uvjeta opskrbe energijom na otocima.

Energetski izvori za decentralizirane sustave su kvalitetna fosilna goriva (prirodni i utekućeni plinovi te laki derivati), obnovljivi izvori te otpadni plinovi.

Uobičajeni projekti za decentralizirane energetske sustave su: komunalne kogeneracijske energane, hotelske kogeneracijske energane, kogeneracijske energane za bolnice, škole i druge javne zgrade, kotlovnice centralnog toplinskog sustava, industrijske kogeneracije i dr.

6. ZAŠTITA OKOLIŠA I ENERGETIKA

Osnovni cilj u pogledu zaštite okoliša je svođenje utjecaja energetske sektora unutar prihvatnog kapaciteta okoliša, uzimajući u obzir i doprinos ostalih gospodarskih grana i aktivnosti. Razmjerno svom udjelu u gospodarskom i društvenom razvitku, energetski sektor treba snositi odgovornost i prema zaštiti okoliša, što znači da treba preuzeti svoj dio obveza u provedbi koncepta održivog razvitka.

Daljnji razvitak energetske sustava planirat će se integralno energetske-ekološki (INEREKO), po konceptu koji je prihvaćen u Europi. Za svaki aspekt utjecaja potrebno je izdvojiti ključne indikatore onečišćenja/utjecaja koji će se trajno pratiti i definirati

njihovu granično održivu razinu. Utvrđivanje udjela energetskog sektora po pojedinim indikatorima omogućit će trajan nadzor i upravljanje utjecajem.

Instrumenti za ostvarenje postavljenih ciljeva trebaju biti kombinacija različitih pristupa. Njihova se provedba u najvećoj mjeri treba temeljiti na zakonskoj obvezi, ali i na drugim načelima kao što su dobrovoljni sporazumi, poticajne mjere i ekonomski instrumenti. Vrlo je značajna vlastita inicijativa koja će sama po sebi proizići iz tržišnih odnosa i zahtjeva javnosti. U ostvarenju ciljeva potrebno je partnerstvo državnih organa, energetskog sektora (gospodarstva) i javnosti.

S obzirom da je energetski sustav Hrvatske relativno malen, s prepoznatljivim i već poznatim velikim izvorima emisije i "sivim" točkama, potrebno je, tamo gdje je to moguće, izbjegavati generalna rješenja. Veliki energetski sustavi trebali bi sami predložiti optimalne načine sanacije, a ponegdje i predlagati zajednička rješenja. U njima treba snažno poticati razvitak vlastitih sustava za upravljanje okolišem s krajnjim ciljem usvajanja budućeg standarda zaštite okoliša ISO 14000. Uspostava vlastitih sustava za upravljanje okolišem može djelotvorno ubrzati rješavanje problema, posebno onih za koje ne postoji zakonodavna osnova ili nije osiguran djelotvoran nadzor (buka, dodijavanje mirisom, uklanjanje u krajolik itd.).

U strategiji prilagođavanja zahtjevima zaštite okoliša treba razlikovati postojeće uređaje od novih. To se jednako odnosi na stacionarna energetska postrojenja i promet. Postojeći uređaji u većini slučajeva ne mogu podnijeti dodatne troškove suvremenih mjera zaštite, a često postoje i tehnička ograničenja za primjenu suvremenih mjera i za pregradnju. U svijetu je prihvaćeno mišljenje da se bitna poboljšanja i zamjena tehnologije mogu ostvariti u rokovima ne kraćim od 10 do 15 godina (Program djelovanja u zaštiti okoliša za Srednju i Istočnu Europu, 1994.).

Nova postrojenja trebaju biti u skladu s danas općeprihvaćenim principom primjene najboljih raspoloživih tehnologija koje ne zahtijevaju pretjerane troškove (engleski: *Best Available Technology not Entailing Excessive Cost* - BATNEEC). U slučaju ispuštanja vrlo otrovnih i/ili kancerogenih tvari, kao što su recimo neki teški metali, furani i dioksini, treba težiti "nultom" ispuštanju, a to znači primjeni najboljih raspoloživih tehnologija (engleski: *Best Available Technology* - BAT).

Također je potrebno promicati rješenja s dvostrukim pozitivnim efektom: sa stajališta ekonomije i okoliša. Primjeri su kogeneracijska proizvodnja električne energije, nove čišće tehnologije izgaranja, aditivni izvori energije itd. U tom smislu državni organi uprave trebali bi osigurati preduvjete za preuzimanje međunarodnih potpora i kredita, u cilju postizanja konkurentnosti ovih rješenja u odnosu na klasična. Značajnu ulogu treba imati i racionalizacija potrošnje energije na strani potrošača, pri čemu i proizvođači energije trebaju naći svoj interes u smanjenju potreba (snage i energije) krajnjih korisnika.

S obzirom na različitost utjecaja i specifičnosti, konkretne mjere za energetski sektor mogu se podijeliti po sljedećim glavnim skupinama: 1) termoelektrane-toplane, 2)

industrijske energane i peći, 3) rafinerije, 4) ložišta u kućanstvima, maloj privredi i ustanovama, 5) postrojenja za pridobivanje, transport i distribuciju goriva, 6) mobilni izvori (cestovni i izvancestovni promet), 7) nuklearne elektrane, 8) hidroelektrane i 9) aditivni izvori. Za navedene skupine potrebno je trajno pratiti utjecaj putem indikatora onečišćenja.

S gledišta zaštite zdravlja, postavljenog kao prvenstveni cilj, potrebno je u što većoj mjeri smanjiti utjecaj prometa i onečišćenja iz malih ložišta. Iz ovih izvora ugroženo je najviše populacije i zbog toga prioritetno treba njihov utjecaj smanjiti.

S obzirom na očekivani porast broja vozila i povećanje mobilnosti potrebno je što prije razmotriti rokove za obvezno uvođenje katalizatora na novim vozilima i uvođenje dizelskog goriva s manje od 0,2% sumpora. U gradovima, ovisno o stanju kakvoće zraka, trebalo bi propisati upotrebu dizelskih vozila klase *Euro I-IV* u sektoru javnog prometa. Korištenje bezolovnog benzina danas je na razini 22%, a treba težiti potpunoj supstituciji olovnih benzina. Osim uvođenja strogih propisa za nova vozila, koji u početnoj fazi mogu biti selektivni, potrebno je pojačati inspekciju postojećih vozila, promicati javni transport i željeznički prijevoz robe. Od alternativnih goriva značajna se poboljšanja mogu postići pregradnjom vozila na prirodni plin čime se smanjuje potrošnja goriva i onečišćenje.

Prirodni plin kao najčistije fosilno gorivo treba prioritetno usmjeravati u mala ložišta i gusto naseljene gradske zone, gdje treba izbjegavati kruta goriva. U područjima većih toplinskih gustoća alternativa je toplifikacija, uz primjenu učinkovite regulacije i naplate prema individualnoj potrošnji. Zabranjivanje korištenja pojedinih energenata trebalo bi izbjegavati, izuzev samo za kućanstva i mala ložišta, dok za ostale izvore zaštitu treba temeljiti na standardima emisije. Korištenje plina za proizvodnju električne energije u novim postrojenjima trebalo bi biti samo u kombiniranim plinskim postrojenjima velike učinkovitosti pretvorbe.

Glede daljinskog transporta onečišćenja, problema zakiseljavanja, eutrofikacije, pojave visokih koncentracija ozona i transporta teških metala, potrebno je aktivno sudjelovanje u okviru Konvencije o daljinskom prekograničnom transportu onečišćenja. Kao izraziti "uvoznici" onečišćenja trebamo inzistirati na ispunjenju obveza Konvencije i njenih protokola, posebno od zemalja čiji je utjecaj na našem području veći od našeg vlastitog.

Mjere koje predlažemo u nastavku, a odnose se na emisije SO₂, NO_x i CO₂, pretpostavljaju primjenu europskih standarda za sve nove stacionarne energetske objekte, uz spomenuti BATNEEC princip. Za ostvarenje ciljeva vezanih uz emisiju SO₂ i NO_x ključno je smanjenje emisije iz postojećih objekata i dinamika zamjene postojećeg korpusa vozila ekološki čistijim novim vozilima.

Termoelektrane i rafinerije čine 55% emisije SO₂, stoga je smanjenje ili sprečavanje porasta emisije iz ovih izvora presudno za ispunjenje postavljenih ciljeva. Postojeći bi izvori trebali smanjiti emisiju barem za 35-40 posto u odnosu na 1990. godinu.

Presudnu ulogu ima smanjenje emisije iz TE Plomin 1, koja će pretežito koristiti uvozni niskosumporni ugljen. Također, bitno je snižavanje sadržaja sumpora u teškome loživom ulju na razinu nižu od 1%.

Problemi se mogu očekivati u reguliranju emisije NO_x, budući da najveći dio dolazi od prometa (60%). Na ložištima, osim onim najvećim, pregradnja teško da može doći u obzir. Najveća postrojenja mogla bi uz velike napore smanjiti emisiju najviše do 30%, što bi u ukupnoj bilanci pridonijelo smanjenju od samo 5-10 posto. Analize su pokazale da bi u slučaju najvećeg porasta potrošnje, bilo moguće "zamrznuti" emisiju na razini iz 1990. godine, ako bi 90% vozila u sljedećih 15 godina imalo ugrađen trostazni katalizator.

Kao i u drugim zemljama najveći će problem biti sprečavanje porasta emisije CO₂. Analize pokazuju da i u slučaju nižih stopa porasta potrošnje energije, uz pretpostavku značajnog povećanja učinkovitosti pretvorbe i racionalizacije potrošnje (povećanje učinkovitosti uređaja za transformaciju energije, ušteda na strani potrošača, poboljšanje toplinske izolacije na postojećim objektima za 10% i budućim za 30%, smanjenje potrošnje cestovnih vozila za 35% itd.), neće biti moguće ostvariti zamrzavanje emisije na razini iz 1990. godine. Dodatne analize trebaju pokazati što se može postići uvođenjem takse na emisiju CO₂, kao mjere koja je vrlo izvjesna.

Glede zaštite voda od onečišćenja, postojeća regulativa postavlja vrlo stroge zahtjeve, no zbog nedjelotvornog nadzora ovaj problem velikim dijelom ovisi o ekološkoj savjesti zagađivača. U tom pogledu nešto je bolja situacija s nadzorom toplinskog opterećenja u termoelektranama, ali i ovdje ekscresne situacije nisu isključene. U zaštiti voda dužnu pažnju treba posvetiti mogućim izljevanjima uslijed nezgoda u rafinerijama i prilikom transporta i distribucije goriva. Nova regulativa o zbrinjavanju opasnog otpada daje preduvjete za djelotvornu zaštitu, ali trebat će vremena da se ona u potpunosti usvoji u praksi. Na državnoj razini potrebno je što prije osigurati prikladno zbrinjavanje opasnog otpada, u čemu prednost treba dati termičkoj obradi. S gledišta zauzeća zemljišta i vizualnih nagrđenja nova velika postrojenja treba uklapati u krajolik prihvatljivim arhitektonskim rješenjima i kultivacijom prirodnog okoliša te poticanjem tzv. višenamjenskih projekata, kao što je korištenje otpadne topline za poljoprivredu, hortikulturu i rekreaciju u okolici energetske objekata. Problemu buke potrebno je posvetiti više pažnje, pri čemu je prvenstveni naglasak na prometu.

7. ENERGETSKA POLITIKA I SIGURNOST OPSKRBE

Sigurna isporuka energije, uz energetska i ekonomski učinkovit sustav te zaštitu okoliša - temeljne su pretpostavke razvitka gospodarstva i življenja uopće.

7.1. Ciljevi energetske politike

Energetska strategija Republike Hrvatske polazi od temeljnih načela energetske politike, ekonomske politike kao i politike zaštite okoliša. Sigurna isporuka energije, uz energetska i ekonomski učinkovit sustav - temeljne su pretpostavke razvitka gospodarstva i življenja uopće.

Dinamika privatizacije energetskega sektora kao i konačni rezultati znatno će se razlikovati od privatizacije ostalog dijela gospodarstva. Uloga države u energetskega sektoru je ne samo u vlasničkom odnosu već i u postavljanju energetske politike, stvaranju okruženja za efikasno gospodarenje energijom, promociji i poticanju realizacije nacionalnih programa te izgradnji i provođenju svih oblika nadzora. U poslove države pripadaju: zaštita interesa potrošača, smanjenje utjecaja prirodnih monopola, jačanje konkurencije, povećavanje sigurnosti opskrbe osiguravanje učinkovitosti u funkcioniranju energetskega sektora i jačanje međunarodnih veza u svrhu stvaranja sustava kompatibilnog u tehničkom, organizacijskom i financijskom pogledu s onima u (prvenstveno) susjednim zemljama Europe.

Ciljevi energetske politike su:

- **Pouzdana i sigurna opskrba energijom uz minimalne troškove:** Krize na Bliskom Istoku podsjećaju nas na stalnu nesigurnost energetskega tržišta zbog političkih i ostalih potresa. Nadalje, ne treba zanemariti niti činjenicu da je energija značajan činitelj mnogim djelatnostima, kao i osobnoj potrošnji stanovništva. Stoga je ključna zadaća energetske politike zemlje sigurna isporuka energije, uz što niže troškove. Za Hrvatsku je to osobito važno kako iz gospodarskih, tako i političko-strateških razloga, odnosno kao temelj gospodarske i političke neovisnosti zemlje. Uz sigurnost opskrbe potrošača energijom vezana je i diverzifikacija energetskega izvora u smislu otklanjanja energetske ovisnosti o jednom izvoru energije, kao i diverzifikacija dobavljača, posebno u strateški osjetljivim područjima.
- **Restrukturiranje i privatizacija:** Restrukturiranje naftnog i plinskog sektora započelo je donošenjem Zakona o osnivanju javnog poduzeća INA-Industrija nafte, kojeg je donio Sabor Republike Hrvatske 5. listopada 1990. godine, a na osnovi kojeg je INA postala javno poduzeće s potpunom odgovornošću u državnom vlasništvu. Reorganizacija INE je nastavljena u srpnju 1993. godine preoblikovanjem javnog poduzeća u dioničko društvo, a s aspekta Zakona o trgovačkim društvima INA je od travnja 1995. godine organizirana kao koncern. Makroorganizacijsku organizacijsku strukturu INA-grupe čine pravne osobe koje su ovisna društva (petrokemijske djelatnosti) u odnosu na vladajuće društvo INA d.d. (maticu) (naftni sektor).

Proces restrukturiranja INE će se nastaviti na temelju analize stanja i strategije razvitka. Privatizacija će se odvijati u skladu s razvojnim ciljevima, a što će biti povezano s ulaganjima u novi razvitak, ali i s privatizacijom postojećih dijelova dioničkog društva. Time će se mijenjati vlasnička struktura naftnog i plinskog sektora.

- Program restrukturiranja Hrvatske elektroprivrede započeo je donošenjem Izmjena i dopuna Zakona o elektroprivredi. Ključni koraci u realizaciji programa restrukturiranja HEP-a su: razdvajanje sekundarnih od temeljnih djelatnosti, uz moguću organizaciju sekundarnih djelatnosti kao podružnica ili njihovom privatizacijom, uspostavljanje sustava internog računovodstva i financija, kako bi se omogućila kontrola i upravljanje novčanim tijekovima, za podružnice i za HEP kao cjelinu; osnivanje troškovnih, a kasnije i profitnih centara, postupna prodaja dionica uz zadržavanje većine dionica u vlasništvu Republike Hrvatske, čime bi se sačuvao državni interes u elektroenergetskom sektoru; osnivanjem mješovitih poduzeća.
- Predviđa se privatizacija ostalih poduzeća u energetsom sektoru, onih koja su od regionalnog ili lokalnog značenja. Također su važni procesi osnivanja novih privatnih poduzeća, kao i strana ulaganja u energetske sektor, što nije samo pitanje kapitala, već i tehnološkog, organizacijskog i upravljačkog napretka energetskega sektora Hrvatske.
- **Učinkovito energetske tržište:** Hrvatska se danas, u uvjetima sve jače međunarodne konkurencije, mora prilagoditi zahtjevima međunarodnog tržišta. Riječ je o prihvatanju svjetskih kriterija i normativa učinkovitosti i funkcionalnosti. To se postiže stvaranjem institucija i mehanizama koji omogućuju pristup svjetskim tržišnim gospodarstvima. Uvođenje ekonomskih odnosa u energetsom sektoru Hrvatske zbiva se u okolnostima prelaska Hrvatske na koncepciju razvitka putem pluralizma vlasništva, pluralizma tržišta i političkog pluralizma i to je nužnost za pokretanje svih pozitivnih procesa u energetsom sektoru. Europska energetska povelja koju je Hrvatska potpisala obvezuje na stvaranje tržišnih odnosa u energetsom sektoru.
- **Nadzor energetskega sektora Hrvatske:** Nadzor se provodi radi sprečavanja prirodnih monopola u ostvarivanju profita onih poduzeća koji ih inače ne bi zaradili u uvjetima konkurencije. Prirodni monopol ima poduzeće koje bi bez intervencije države ili od države izabranog tijela moglo, uslijed pomanjkanja konkurencije, u duljem vremenskom razdoblju ostvarivati visoki profit. Glavni cilj nadzora je veća učinkovitost energetskega sektora koja uključuje učinkovitost pogona i održavanja i zadovoljenje potražnje za svim oblicima energije. To znači pouzdanu isporuku energije uz minimalan trošak, kao i proizvodnju energije uz minimalan trošak. Kapitalna intenzivnost energetskega sektora kao i dug životni vijek energetskega objekata čine izbor prave investicijske odluke ključnim za razinu učinkovitosti, a cijene trebaju odražavati troškove uložene u podmirenje potrošnje i potrošačima davati pravilne signale za izbor energenata. Nadzor treba obuhvatiti djelatnost proizvodnje, prijenosa i distribucije električne energije, plina i topline, a provodi se putem posebnog regulatornog tijela. Ključ

uspješnog nadzora svakog regulatornog tijela je dobivanje potrebnih informacija od određenih subjekata.

- **Energetska efikasnost i racionalno gospodarenje energijom:** Uspostavljanjem ekonomske cijene energenata za krajnje potrošače, njihovim realnim paritetima, te organiziranjem energetskeg sektora u skladu s načelima modernog tržišnog poslovanja u europskom okruženju, u Hrvatskoj će se ostvariti nužne pretpostavke za stvarno racionalno gospodarenje energijom i provođenje održivog razvitka u energetici koje između ostalog podrazumijeva i stalno povećavanje energetske efikasnosti. Da bi se ono i ostvarilo što brže i u značajnijoj mjeri u Zakon o energetici i posebno u Zakon o elektroprivredi potrebno je uvesti obvezu dugoročnog planiranja energetskeg razvitka koje uzima u obzir sve raspoložive resurse, između njih i postojeću potrošnju (*tzv. Integrated Resource Planning - IRP*). Na taj će se način postići nekoliko dugoročnih gospodarskih efekata od kojih su najznačajniji smanjenje kapitalnih ulaganja u energetiku i omogućavanje da se taj kapital alokira u profitnije gospodarske grane poput turizma i slično, te smanjenje emisije štetnih tvari i prilikom proizvodnje i prilikom potrošnje energije.

Zakonskom regulativom će se definirati obveza i procedura primjene upravljanja potrošnjom energije (*tzv. Demand Side Management - DSM*) u elektroenergetici, toplinarskoj djelatnosti i distribuciji prirodnog plina. Isto tako, definirat će se mjere i akcije kojima će država i lokalne vlasti poticati smanjenje potrošnje energije, u obliku poreznih olakšica, kreditiranja, eventualnog oslobađanja od carine i slično.

U cilju ostvarenja optimalnog korištenja svih raspoloživih resursa, zakonski će se definirati procedura obvezatnog otkupa autonomno proizvedene električne energije u jedinicama kapaciteta do 5 MW, po cijeni koja odgovara izbjegnutoj trošku elektroprivrede za proizvodnju iste energije u svojim postrojenjima. Obveza će se odnositi na autonomnu proizvodnju bilo iz malih termoelektrana ili kogenerativnih jedinica na fosilno gorivo ili iz malih elektrana na obnovljive izvore energije - biomasu, vjetar, sunčevu energiju, geotermalnu, hidroenergiju i slično.

Radi povećanja energetske efikasnosti kod potrošača izgrađivat će se i zakonska regulativa kojom će se normirati najviša dopuštena razina specifične energetske potrošnje pojedinih tipova trošila, te posebno normativi toplinske vodljivosti materijala koji se koriste u graditeljstvu. Jednako tako uvest će se obveza vidljivog označavanja (*labeliranja*) specifične energetske potrošnje kućanskih uređaja u prodaji. Radi postizanja općih gospodarskih koristi priprema ovih akcija će se provoditi koordinirano s domaćim proizvođačima kućanskih uređaja, odnosno trošila i građevinskih materijala.

Stalno povećavanje energetske efikasnosti će u kontekstu održivog razvitka sasvim sigurno postati kodeks svakodnevnog ponašanja, što se najlakše i najdjelotvornije postiže obrazovanjem, kako najmlađih, tako i odraslih osoba. U tom cilju će se pripremiti institucionalni preduvjeti i obrazovni programi od predškolskog odgoja do javnih medija.

Naveden je čitav niz dugoročnih mjera i akcija na čijoj pripremi trebaju raditi timovi stručnjaka raznih profila. Njihovo istraživanje, pripremanje i provođenje će se

ostvarivati u okviru tzv. nacionalnih programa, od kojih su neki već najavljeni u projektu PROHES.

- **Znanstveni i tehnološki razvitak:** Ulaganjem u energetske razvoj, razvijaju se i druge gospodarske grane i djelatnosti, nove tehnologije kao i znanstvene institucije, odnosno znanstveni stručni kadar svih profila. Upravo je vrijednost kvalitetnog znanstveno stručnog rada od osobite važnosti, uzme li se u obzir cijena vanjskih usluga i uvoznih tehnologija. Ulaganje u vlastito znanje i tehnologije se višestruko isplati.
- **Zaštita okoliša i održivi razvoj:** Hrvatska se, donošenjem Zakona o zaštiti okoliša, odredila prema kvaliteti zaštite okoliša. S obzirom da problem zaštite okoliša nije svojstven samo Hrvatskoj, treba ga sagledavati globalno, interregionalno.

Stoga je potrebno: razviti pozitivan stav javnosti prema izgradnji energetskih objekata (umanjiti ili izbjeći "nimby" sindrom), objektivno putem medija informirati javnost o utjecaju pojedinih tehnologija na okoliš i o stanju okoliša, izgraditi zakonsku regulativu u zaštiti provođenja preuzetih obveza i zaštite lokalnog stanovništva, osigurati partnerske odnose između državnih i lokalnih vlasti te investitora u energetske objekte, lokalnoj zajednici na čijem je području energetski objekt izgrađen osigurati dio sredstava u obliku rente, kao nadoknadu za izgublenu dobit.

7.2. Mjere energetske politike

Za dostizanje organiziranog energetskog sektora nužno je poticati njegov razvoj djelujući istodobno ekonomskim, finansijskim, fiskalnim, administracijskim i informativnim mjerama. S obzirom na važnost zacrtanih ciljeva energetske politike, osobito je važno istodobno djelovanje svih raspoloživih mjera. Korištenje ovih mjera čini glavninu utjecaja države na organizaciju i razvoj energetskog sektora zemlje. Razvojne opcije će biti pod utjecajem zadovoljenja energetske sigurnosti (sigurnost opskrbe potrošača), ekonomske konkurentnosti (tržišni uvjeti) i zaštite okoliša.

Aktivnosti i mjere energetske politike su:

- **Istraživanje i razvoj:** Jedna od pretpostavki napretka društva, te stoga i jedna od aktivnosti hrvatske energetske politike, svakako je razvoj znanosti i korištenje rezultata znanstvenih istraživanja, te na takvom utemeljenju, tehničko-tehnološki razvoj. Zbog toga bi trebalo, između ostalog, na državnoj razini formirati fondove za primijenjeni znanstveno istraživački rad za poticanje energetske učinkovitosti i racionalnog gospodarenja energijom te za poticanje razvitka obnovljivih izvora energije
- **Financijska pomoć** (primjerice pri uvođenju novih tehnologija): Intenziviranjem znanstvenog i tehnološkog razvitka u energetskom sektoru Hrvatske, osigurati će se razvoj novih ili unaprijediti postojeće tehnologije. Uvođenje novih učinkovitijih tehnologija zahtijeva finansijsku pomoć države: izravnu - sniženjem cijena ili neizravnu - uvođenjem poreznih i drugih olakšica, subvencioniranjem i dr.

- **Politika cijena i porezi:** Cijene energenata će se i dalje slobodno formirati, a država će regulirati cijene energenata iz umreženih sustava (plina, električne energije i topline). Prodajne cijene energenata kod krajnjih potrošača će odražavati trošak koji oni stvaraju. U njima će biti uključen i trošak razvitka. Pritom se u cijenu koju plaća krajnji potrošač ne smiju računavati troškovi razvitka koje su oni već u bivšem sustavu platili. Radi konkurentnosti domaćeg gospodarstva cijene energenata će se moći povećati, uz konzultacije s vladom, i to postupno do razine prosječnih cijena na europskom tržištu. Kod toga će se voditi računa o povećanju bruto domaćeg proizvoda, osobnog standarda. Politikom poreza i carina država će stimulirati potrošnju ekološki prihvatljivijih energenata. Dio sredstava od oporezivanja i uvoznih carina od energenata s većim sadržajem zagađivala koristit će se za financiranje nacionalnih programa PENU, SUNEN, BIOEN, ENWIND, GEOEN, KUEN i dr.
- **Financiranje razvitka:** Financiranje novog razvitka energetskeg sektora temeljit će se na profitabilnosti novih objekata i uređaja. Izvori sredstava trebaju biti uglavnom krediti i ulozi energetskih i drugih gospodarskih tvrtki, a manjim dijelom država, lokalne zajednice i građani. Dakle, projektno financiranje bit će prevladavajući oblik financiranja, što će utjecati i na promjenu vlasničke strukture u energetskom sektoru prema privatnom vlasništvu. Dio sredstava za izgradnju plinske distribucijske mreže osiguravat će krajnji potrošači i lokalne zajednice. Elektroenergetske objekte će financirati i tzv. nezavisni proizvođači energije (IPP). To su društva s ograničenom odgovornošću u vlasništvu ulagača, koja proizvode električnu energiju ili za prodaju na veliko elektroprivredi ili na malo industrijskim i drugim kupcima. Postoji više oblika takvih društava, ovisno o strukturi vlasništva. Financiranje programa energetske efikasnosti te programa obnovljivih (bez vodnih snaga) izvora energije bit će jednim dijelom iz posebnih fondova države i lokalnih zajednica (20-50%), a ostalo na komercijalnoj osnovi.
- **Razvitak domaće opreme:** Osigurat će se uvjeti za povećanje konkurentnosti domaćih proizvođača energetske opreme. To se odnosi na:
 - financijsku pomoć za razvitak i unaprjeđenje kako postojećih tehnologija tako i pripremu i usvajanje novih tehnologija;
 - donošenje odgovarajuće regulative i mjera za poticanje domaće industrije, kao npr. takvo financiranje izgradnje energetskih objekata koje će omogućiti sudjelovanje i domaćih proizvođača, uvođenje elemenata osiguranja plaćanja za domaće isporučitelje kao i instituciju osiguranja, osiguranje kredita za kreditiranje proizvodnje po prihvatljivim kamatnim stopama, rješenje barem djelomičnog kreditiranja većih izvoznih poslova, zatim sa Svjetskom bankom i Europskom bankom za obnovu i razvitak utvrditi postotak preferenciranja domaće industrije i sl.
 U nacionalnom programu kogeneracije posebno će se odrediti mogućnosti i angažman domaćih proizvođača energetske opreme.
- **Informiranje, savjeti i obrazovanje potrošača:** Za potrošače će od koristi biti informacije i savjeti o raspoloživosti energenata, o troškovima opskrbe energijom, raspoloživim trošilima i tehnologijama te o prognozama budućeg kretanja cijena energije.
- **Međunarodna suradnja:** U energetskom sektoru Hrvatska danas prepoznaje europske i svjetske tendencije. Stoga je nužnost njezina orijentacija prema interregionalnom, čak sveeuropskom sagledavanju pitanja energetike. U okviru

državne suverenosti i suverenih prava nad vlastitim energetskekim izvorima i u kontekstu političke i gospodarske suradnje s drugim državama, na području energetike Hrvatska razvija suradnju koja uključuje: suradnju u izgradnji i primjeni energetske politike, uzajamni pristup tehničkim i ekonomskim podacima, utvrđivanje stabilnog zakonskog okvira za razvitak i istraživanje energetskih izvora, razmjenu informacija s područja tehnologije i *know-how*, uključujući aktivnosti glede školovanja i usavršavanja zaposlenih.

8. ENERGETSKI NACIONALNI RAZVOJNI PROGRAMI

Nacionalni energetskeki programi uključuju brojne zakonske, ekonomske i promotivne mjere koje pokreću država, županija i gradovi, te zainteresirane pravne i fizičke osobe, a zbog povećanja energetske učinkovitosti i zaštite okoliša.

Pokretanje nacionalnih razvojnih programa u energetici Hrvatske ima za cilj povećanje energetske učinkovitosti, veće korištenje plina i obnovljivih izvora energije i povećanu zaštitu okoliša. Programi uključuju brojne zakonske, ekonomske i promotivne mjere koje pokreću država, županija i gradovi, te zainteresirane pravne i fizičke osobe, a zbog povećanja energetske učinkovitosti i zaštite okoliša. Prema rezultatima prethodnih istraživanja, potrebno je pokrenuti devet nacionalnih programa. Mogući novi programi, kao primjerice iz djelatnosti prometa i agrara, bit će predmetom daljnjeg praćenja.

Za svaki program u nastavku istraživanja odredit će se njegov realni potencijal, potrebne mjere i zakonska regulativa, dinamika ostvarivanja i nositelji njegove realizacije.

PLINCRO - Program plinifikacije Hrvatske

PLINCRO -	Program plinifikacije Hrvatske
KOGEN -	Program kogeneracije u Hrvatskoj
PENU -	Program energetske učinkovitosti
MAHE -	Program izgradnje malih hidroelektrana
SUNEN -	Program korištenja Sunčeve energije
BIOEN -	Program korištenja biomase i otpada
ENWIND -	Program korištenja energije vjetra
GEOEN -	Program korištenja geotermalne energije
KUEN -	Program gospodarenja energijom u kućanstvima

Danas, osim sjevernog i sjeveroistočnog dijela zemlje, gdje je plinifikacija i dalje u tijeku, zapadni i južni dio Hrvatske nije pokriven mrežom plinovoda, već tek manjim dijelom ukapljenim plinom (propan-butan). Postoji potreba i realna mogućnost dovođenja ovog oblika energije u te dijelove zemlje. Cilj je programa plinifikacija cijelog područja Hrvatske, uvažavajući gospodarsko-energetsku nužnost i ekološke zahtjeve, da se tržištu energijom (kupcima) u Hrvatskoj ponudi kvalitetan energent, vodeći računa o kriterijima ekonomske isplativosti ulaganja. Program obuhvaća organizaciju, zakonsku regulativu, cijene, financiranje, poticajne mjere, regionalni aspekt opskrbe, dinamiku i sve ostalo važno za realizaciju programa. Zbog značaja plinifikacije, vladine institucije će kontinuirano predlagati poticajne mjere za ubrzanje plinifikacije, posebno novih regija, područja primjene i sl.

KOGEN - Program kogeneracije u Hrvatskoj

Kogeneracija ili zajednička proizvodnja električne i toplinske energije, jedan je od ključnih elemenata restrukturiranja hrvatske energetike. Usporedi li se proizvodnja električne energije u termoelekttranama i topline u kotlovnica, kogeneracijom se osiguravaju bolja energetska učinkovitost i korist putem uštede u gorivu, s prihvatljivim utjecajem na okoliš. Osobito velik prodor na tržištu razvijenih zemalja postoji kod malih kogeneracijskih sustava za plinske i dizelske motore, te za plinske turbine u industriji i uslužnoj djelatnosti. Prednost je i u uključivanju domaće industrije proizvođača ovih postrojenja, kao i povoljni učinci na okoliš u smislu smanjenja emisije ispušnih plinova. Za uspješniji razvitak kogeneracije potrebno je riješiti pravni okvir za otkup električne energije (stabilnost cijena), dobivanje odobrenja (zakonom razlikovati male termoelektre od velikih u smislu dobivanja odobrenja i suglasnosti za rad), osigurati informiranje budućih, potencijalnih korisnika, kao i pomoć pri izradi studija izvodljivosti itd.

PENU - Program energetske učinkovitosti

Ovim će se programom obuhvatiti planiranje energetskog razvitka primjenom upravljanja potrošnjom energije (*Demand Side Management*) i metodom najmanjeg troška (*Least Cost Method*). Koncept sveobuhvatnog planiranja potrošnje i proizvodnje energije (*Integrated Resource Planning*) uključuje opcije na strani potrošnje (učinkovitija potrošnja energije krajnjih potrošača i upravljanje opterećenjem - *Load Management*), kao i opcije glede proizvodnje energije (mali decentralizirani i obnovljivi izvori energije, neobnovljivi izvori energije, veliki obnovljivi izvori i veliki konvencionalni izvori energije). Program će rezultirati brojnim mjerama povećanja učinkovitosti kod potrošača uključivanjem u energetski sektor energetski učinkovitijih trošila (svjetiljke, hladnjaci itd.).

MAHE - Program izgradnje malih hidroelektrana

Odlukom Upravnog odbora HEP-a iz siječnja 1994. godine, Hrvatska je elektropriroda spremna otkupiti svu električnu energiju iz malih elektrana snage do 5 MW, u opsegu u kojem elektrane budu u stanju proizvoditi električnu energiju prema cijeni utvrđenoj u postotku od prosječne prodajne cijene (u ovisnosti o snazi male hidroelektrane). Katalogom malih hidroelektrana utvrđen je raspoloživi energetski potenci-

jal malih hidroelektrana u Hrvatskoj. Za buduće ulagače potrebno je osigurati siguran otkup električne energije iz malih hidroelektrana i jednostavnu pravnu regulativu za dobivanje lokacijskog odobrenja. Problem je, prvenstveno, pravne naravi. Programom će se odrediti poticajne mjere i način pomoći budućim ulagačima, informiranje i promocija programa.

SUNEN - Program korištenja Sunčeve energije

Sunčeva energija zauzima značajno mjesto među obnovljivim izvorima energije. Primjenjuje se na dva načina: pretvorbom u toplinsku i u električnu energiju. Ekološki je čista, ne treba je uvoziti. Za korištenje Sunčeve energije u kućanstvima i uslužnim djelatnostima (turizam), osobito su prikladni hrvatski otoci i priobalje. Programom će se poticati korištenje Sunčeve energije u zemlji.

BIOEN - Program korištenja biomase

Premda se danas biomasa prvenstveno koristi kao ogrjevno drvo, programom se planira korištenje drvenih otpadaka, slame, bioplina i pretvaranje biomase u tekuća goriva (etanol, metanol) za korištenje u prometu ili kao sirovine u kemijskoj industriji. Stoga uzgoj bilja kao energetske sirovine može postati konkurencija proizvodnji i uzgoju bilja u prehrambene svrhe ili, pak, korištenju drva u neenergetske svrhe. Biljni i životinjski otpaci, te komunalni otpad, također čine energetske potencijal koji je moguće iskoristiti u poljoprivredi, stočarskim farmama i urbanim sredinama. Programom će se definirati institucijski okvir za pokretanje ovih aktivnosti i njihovo tehničko izvođenje.

ENWIND - Program korištenja energije vjetra

Europska unija namjerava do 2030. godine 10 posto svojih potreba za energijom podmiriti korištenjem energije vjetra. Za izradu programa u Hrvatskoj potrebno je izraditi institucijski okvir, pronaći primjerene lokacije, utvrditi politiku financiranja i mjere poticanja korištenja energije vjetra.

GEOEN - Program korištenja geotermalne energije

U panonskom su dijelu Hrvatske utvrđeni geotermalni gradijenti viši od europskog prosjeka, što na pojedinim lokacijama može rezultirati ekonomski isplativom proizvodnjom električne energije. Moguće je korištenje topline iz geotermalnih izvora u poljoprivredi, u lječilištima i hotelima, te stambenim objektima. Programom će se osigurati pretpostavke za izvođenje i korištenje isplativih projekata.

KUEN - Program gospodarenja energijom u kućanstvima

U kućanstvima se više od dvije trećine toplinske potrošnje utroši na grijanje prostora. Ekonomski isplativim tehničkim i organizacijskim mjerama moguće je djelovati na smanjenje potrošnje energije u kućanstvima, uz jednaku korisnu potrošnju

topline. To vrijedi i za potrošnju električne energije u kućanstvima. Rezultate treba očekivati i u novogradnji stambenih objekata, koji će biti projektirani i izvedeni tako da smanjuju potrošnju energije do razine isplativosti. Cilj programa je, također, upoznavanje i osposobljavanje javnosti (stanovništva) za razumijevanje i prihvaćanje mogućih opcija, bilo da se radi o postojećim stanovima ili o budućoj izgradnji ili kupovini stanova.

9. PRILOG (Tablice)

Tablica 1. Struktura ukupno utrošene energije									1995/98
PJ	1998	1999	1990	1991	1992	1993	1994	1995	%
- Gubici transformacija	55.62	57.40	53.65	53.54	55.76	59.85	53.37	54.76	-0.2
- Potrošnja energetike	53.31	52.69	54.90	38.19	31.73	37.20	38.20	39.10	-4.3
- Neenergetska potrošnja	50.31	41.86	32.79	29.23	32.56	29.84	31.84	31.90	-6.3
- Gubici transporta i dist.	8.63	8.58	7.71	10.55	7.35	8.19	8.40	8.96	0.5
- Neposredna potrošnja	269.86	266.11	256.90	198.58	172.37	174.99	183.03	187.33	-5.1
Ukupna potrošnja	437.73	426.64	405.96	330.10	299.77	310.08	314.85	322.05	-4.3
- Ugljen	36.86	36.13	34.07	22.03	17.80	15.84	9.26	7.42	-20.5
- Ogrjevno drvo	19.70	19.45	19.16	12.34	10.77	10.19	10.86	10.90	-8.1
- Tekuća goriva	206.80	193.82	192.60	135.40	127.29	133.73	139.50	152.46	-4.3
- Prirodni plin	100.52	105.90	98.22	87.80	90.53	98.49	93.27	86.93	-2.1
- Vodne snage	48.00	43.51	36.49	53.45	43.34	43.45	49.12	51.75	1.1
- Električna energija	25.84	27.84	25.42	19.08	10.03	8.37	12.83	12.59	-9.8

Tablica 2. Proizvodnja primarne energije									1995/98
PJ	1998	1999	1990	1991	1992	1993	1994	1995	%
Ugljen	5.57	4.58	4.21	3.81	3.02	2.74	2.48	2.0	-13.9
Ogrjevno drvo	19.70	19.45	19.16	12.34	10.77	10.19	10.86	10.9	-8.1
Sirova nafta	127.43	121.58	112.89	91.16	80.24	79.31	66.01	62.8	-9.5
Prirodni plin	74.77	79.38	74.27	65.25	64.15	75.58	67.09	73.3	-0.3
Vodne snage	48.00	43.51	36.49	53.45	43.34	43.45	49.12	51.8	1.1
UKUPNO	275.47	268.50	247.02	226.01	201.53	211.26	195.57	200.70	-4.4

Tablica 3. Struktura ukupno utrošene energije						2010/95
PJ	1994	1995	2000	2005	2010	%
- Gubici transformacija	53.37	54.76	91.54	113.41	127.39	5.8
- Potrošnja energetike	38.20	39.10	37.53	37.36	36.22	-0.5
- Neenergetska potrošnja	31.84	31.90	37.13	39.24	41.49	1.8
- Gubici transporta i dist.	8.40	8.96	7.72	8.06	8.40	-0.4
- Neposredna potrošnja	183.03	187.33	256.24	284.00	313.69	3.5
Ukupna potrošnja	314.85	322.05	430.16	482.07	527.20	3.3
- Ugljen	9.26	7.42	32.61	56.39	57.21	14.6
- Ogrjevno drvo	10.86	10.90	10.00	10.00	10.00	-0.6
- Tekuća goriva	139.50	152.46	196.70	208.22	223.54	2.6
- Prirodni plin	93.27	86.93	116.21	130.89	152.40	3.8
- Vodne snage	49.12	51.75	66.85	68.38	75.40	2.5
- Električna energija	12.83	12.59	7.10	7.19	7.20	-3.7
- Sunčeva energija			0.69	1.00	1.45	

Tablica 4. <i>Proizvodnja primarne energije</i>							2010/05
PJ	1994	1995		2000	2005	2010	%
Ugljen	2.48	1.96		0.00	0.00	0.00	...
Ogrijevno drvo	10.86	10.90		10.00	10.00	10.00	-0.6
Sirova nafta	66.01	62.81		62.80	62.80	62.80	0.0
Prirodni plin	67.09	73.28		90.71	71.69	54.52	-2.0
Vodne snage	49.12	51.75		66.85	68.38	75.40	2.5
Sunčeva energija				0.69	1.00	1.45	...
UKUPNO	195.57	200.70		231.05	213.87	204.17	0.6

Tablica 5. <i>Proizvodnja, uvoz i potrošnja električne energije</i>							2010/05 (94)
GWh	1994	1995		2000	2005	2010	%
Proizvodnja na generatoru	8273.6	8862.10		14501.0	17512.8	20366.5	5.7
- hidroelektrane	4929.5	5264.5		6676.8	6684.5	7550.3	2.4
- TE na ugljen	87.0	224.2		1877.3	4145.2	4285.4	21.7
- TE na prirodni plin	1232.8	327.0		1078.0	1337.9	2635.2	14.9
- TE na loživo ulje	700.2	1558.5		2188.5	2111.3	2384.2	2.9
- javne toplane	762.6	855.6		1940.4	1983.8	2039.4	6.0
- industrijske elektrane	561.5	632.3		740.0	1250.0	1462.0	5.7
Uvoz	3565.1	3495.9		1971.2	1997.2	2001.1	-3.7
Raspokrivo	11838.7	12358.0		16472.2	19510.0	22367.6	4.0
Gubici prijenosa i distribucije	1584.1	1659.6		1641.0	1707.0	1776.0	0.5
Potrošnja energetike	672.5	771.8		992.9	1211.5	1296.1	3.5
Neposredna potrošnja	5582.1	5926.6		13538.2	16091.5	19285.5	4.5
- industrija	2971.7	2694.7		5784.3	6723.5	7571.0	7.1
- promet	237.6	...		579.3	707.3	833.7	8.2
- opća potrošnja	6372.8	...		7474.7	9160.7	10880.7	3.4



Dr. Goran Granić, dipl. ing.
Energetski institut "Hrvoje Požar"

ENERGETSKA EFIKASNOST: STVARNOST ILI SAMO ŽELJA? ŠTO HRVATSKA TREBA UČINITI?

Budućnost neće biti kakvu
želimo nego kakvu stvaramo

SAŽETAK

U radu je problem energetske efikasnosti analiziran kao dio strategije održivog razvitka i zaštite okoliša. Obrađene su međuovisnosti u složenom postupku uspostavljanja organiziranog energetskog sektora u kojem će energetska efikasnost biti jedan od temeljnih zadataka. Na temelju iskustava zemalja Europske unije postavljen je model za Hrvatsku. Prepoznate su aktivnosti, institucije i koraci koje je potrebno načiniti da u Hrvatskoj zaživi proces efikasnog gospodarenja energijom kao trajna skrb svih koji su na bilo koji način uključeni u energetski sektor.

SUMMARY

During work the problem of energy efficiency has been analysed as a part of sustainable development and environment protection strategy. Interrelations within the complex procedure of setting an organised energy sector in which the energy efficiency will be one of the fundamental tasks, have been worked out. Based on the experience of European Union countries the model for Croatia has been made. The activities, institution and steps necessary to be taken in order to start the process of efficient energy management as permanent care of all those who are in any way included in energy sector, have been recognised.

1. UVOD

Održivi razvitak, energetska efikasnost i zaštita okoliša prihvaćeni su kao civilizacijski ciljevi. Nema zemlje koja ih nije uključila u svoje strateške planove, ako ne stvarno onda bar deklarativno. To je također i dio programa gotovo svih političkih stranaka, nevladinih udruga za zaštitu okoliša i javnosti, ako se javnošću može smatrati ono što piše i što se govori u medijima.

Prema tome osnovno pitanje **nije izbor cilja nego način realizacije**. Iskustva pokazuju da nije dovoljno samo to željeti ili problem promatrati samo s tehničkog aspekta, kao što se uglavnom u prošlosti događalo, nego riješiti sve zakonske,

institucionalne, ekonomske i organizacijske pretpostavke da bi se svi procesi započeli i ostvarivali u mogućoj i poželjnoj dinamici.

Pri programiranju aktivnosti za održivi razvitak, energetska efikasnost od posebne su važnosti tehnološki razvitak i ljudski faktor. Ako ne postoji kritična razina znanja i stručnjaka, i najkvalitetniji programi mogu, uz sve ostale pretpostavke, ostati nerealizirani.

2. ENERGETSKA EFIKASNOST

Energetska efikasnost je u središtu energetske politike iz više razloga. Među najvažnije razloge mogu se ubrojiti: ograničenost energetskih resursa, problemi u zaštiti okoliša koji su posljedica intenzivnog razvitka i porasta standarda, te troškovi energije. Iako su ti razlozi energetičarima bili poznati i znatno prije, tek su posljednjih desetak godina pokrenute značajnije aktivnosti i ostvareni rezultati u povećanju energetske efikasnosti. Zašto?

U posljednjem desetljeću načinjen je značajniji napredak u pravima čovjeka i utjecaju javnosti putem medija i nevladinih udruga i institucija. Jačanjem prava čovjeka rastao je pritisak javnosti za zaštitu okoliša, a posredno i za problem energetske efikasnosti. Energetska efikasnost je dobila važan poticaj u sociološkom aspektu problema i, uz tri prije spomenuta razloga, u zemljama zapadne demokracije uspostavljen je sustav organizirane energetike s visokim stupnjem odgovornosti i skrbi za okoliš.

Najvećim dijelom energetska efikasnost omogućava tehnološki razvitak, ali i organiziranost. U stvarnom životu energetska efikasnost se isključivo mjeri ekonomskim pokazateljima, pa je prvenstveno treba promatrati kao gospodarski problem ili interes.

Na temelju iskustava zapadnih zemalja, jer u zemljama komunističkog sustava i planske privrede nije bilo pozitivnih primjera, mogu se izdvojiti posebni uvjeti koji se moraju osigurati da bi proces povećanja energetske efikasnosti započeo i imao prepoznatljive rezultate. To su:

1.	Demokratski i pravni sustav koji osigurava dosljednu primjenu zakona i zaštitu interesa građana;
2.	Tržišno gospodarstvo i odnosi u energetskom sektoru temeljeni na stvarnim cijenama;
3.	Uspostavljen zakonodavni, institucionalni i organizacijski sustav u energetskom sektoru koji može potaknuti energetska efikasnost;
4.	Gospodarstvo u porastu, poduzeća s budućnošću i prikladna kupovna moć građana.

Demokratski politički sustav osigurava donošenje kvalitetnih zakonskih rješenja, mogućnost građanske inicijative, participaciju u odlučivanju kod rizičnih objekata i veći utjecaj javnosti. Funkcioniranje pravnog sustava omogućuje dosljednu primjenu zakona, sankcioniranje prekršitelja i minimiziranje (stvarnije nego eliminiranje) političke moći u primjeni zakona.

Tržišno gospodarstvo i trajna nesigurnost na tržištu, potiču racionalno gospodarenje svim resursima, pa tako i energijom. Dakako da je važno da su u energetske sektoru uspostavljeni stvarni odnosi cijena, usklađeni s međunarodnim tržištem. To je i najveći problem zemalja u tranziciji, jer socijalni status stanovništva usporava proces dostizanja ekonomske cijene energije.

Energetsku efikasnost nije moguće povećati bez organiziranog pristupa problemu putem kojeg se iskazuje jasan interes države. Može se uspostaviti jednostavna korelacija povećanja energetske efikasnosti i organiziranosti države. Pod pojmom organiziranosti države podrazumijeva se kvalitetno zakonodavstvo, uspostavljanje odgovarajućih institucija i organiziranje svih aktivnosti za racionalno korištenje stručnih, znanstvenih i financijskih potencijala.

Važna komponenta za realizaciju procesa povećanja energetske efikasnosti je stanje u gospodarstvu i razina kupovne moći građana. Energetska efikasnost odnosi se na gospodarskog subjekta ili građanina s imenom i prezimenom. Tvrtke koje nemaju budućnost, ili su u velikim financijskim poteškoćama, nisu subjekti koji se mogu uključiti u proces povećanja energetske efikasnosti. To se, također, odnosi i na građane čija je kupovna moć mala.

Skrb za povećanje energetske efikasnosti odnosi se na:

1.	proizvodnju, transformaciju, prijenos ili transport, distribuciju i potrošnju energije;
2.	izbor energenta, što uključuje i korištenje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije, vodeći računa o energetske potencijalu svakog obnovljivog izvora, rezervama neobnovljivih izvora i mogućnostima nabave energije na međunarodnom tržištu, te sigurnost opskrbe;
3.	ograničenja u emisiji štetnih tvari i poticanje tehnološkog razvitka za povećanjem stupnja korisnosti postrojenja;
4.	optimiziranje procesa proizvodnje energije u slučajevima istodobne potrošnje topline i električne energije;
5.	standarizacija trošila u potrošnji energije i poticanje tehnološkog razvitka za smanjenje potrošnje energije;
6.	razvitak informatike i sustava za upravljanje što omogućava kvalitetniju organizaciju tehnoloških procesa tvrtki u gospodarstvu.

Važna je pretpostavka za postizanje energetske efikasnosti njezin odabir za primarni cilj energetske politike. Takvo opredjeljenje može pokrenuti sve potrebne aktivnosti u zakonodavnom, institucionalnom, organizacijskom, financijskom i tehnološkom planu da bi se oživotvorio program energetske efikasnosti.

Pristup planiranju može također utjecati na razinu energetske efikasnosti. Nakon iskustava u parcijalnim planiranjima, na razini jednog energenta, ili jednog podsustava, danas se sve više primjenjuju u planiranju energetskog sektora metode integriranog planiranja *Least Cost Planning* (LCP) koje u jednak odnos stavljaju moguće aktivnosti u povećanju energetske efikasnosti na strani proizvodnje energije i na strani potrošnje energije.

Nužan je faktor za povećanje energetske efikasnosti ulaganje u znanje koje će poticati, proizvesti, pratiti i primjenjivati tehnološki razvitak. Iskustva razvijenih zemalja pokazuju da se organizirani pristup, s jasnim ciljevima i dugoročnim programima, višestruko isplati i da zapravo nema alternativu.

3. ISKUSTVA ZEMALJA EUROPSKE UNIJE

U razvijenim zemljama Europske unije, Amerike, Kanade, Australije i Novog Zelanda nastoje stvoriti uvjete u kojima bi energetski sektori njihovih gospodarstava mogli dati najcjelovitiji mogući doprinos održivom razvitku kao i dobrobiti njihovog stanovništva i okoliša. U formuliranju energetskih politika, utemeljenje slobodnih i otvorenih tržišta je osnovna polazišna točka. Sa stajališta odgovornosti vlada, posebno se naglašava energetska sigurnost i zaštita okoliša. Razvijene zemlje prepoznaju važnost rastuće globalne međuovisnosti u energiji. Stoga one nastoje unaprijediti djelotvoran rad međunarodnih energetskih tržišta i ohrabriti dijalog sa svim sudionicima.

Energetska politika razvijenih zemalja ima sljedeće ciljeve:

1.	Diverzifikacija, efikasnost i fleksibilnost unutar energetskog sektora su osnovni uvjeti dugoročne energetske sigurnosti: goriva korištena unutar i između sektora i izvori tih goriva trebaju biti različiti koliko god je to izvedivo;
2.	Energetski sustavi trebaju imati sposobnost trenutnog reagiranja i fleksibilnost u energetskim potrebama. U nekim slučajevima to zahtijeva zajedničku akciju više zemalja;
3.	Ekološki održiva opskrba i korištenje energije je temeljna odrednica za postizanje tih zajedničkih ciljeva. Donositelj odluka trebaju nastojati minimizirati nepovoljne utjecaje energetskih aktivnosti na okolinu, isto kao što odluke o okolini trebaju uzeti u obzir energetske posljedice. Intervencije vlade trebaju, gdje je to izvedivo, obratiti pažnju na načelo: <i>zagađivač plaća</i> ;
4..	Ekološki prihvatljiviji izvori energije trebaju biti poticani i razvijani. Bitno je čisto i efikasno korištenje fosilnih goriva. Također je prioritetan razvitak ekonomičnih nefosilnih izvora;
5..	Poboljšana energetska efikasnost može unaprijediti zaštitu okoline i energetsku sigurnost na troškovno-efektivan način. Za realiziranje tih mogućnosti potreban je veliki napor vlada i svih korisnika energije;
6.	Kontinuirano istraživanje, razvitak i prihvaćanje novih i poboljšanih energetskih tehnologija na tržištu daju ključan doprinos za postizanje prethodno izloženih ciljeva. Treba poticati međunarodnu suradnju u razvitku i širenju energetskih tehnologija;
7..	Neiskrivljene cijene energije omogućuju tržištima efikasno funkcioniranje. Cijene energije se ne smiju umjetno držati nižim od troškova oskrbe da bi se promovirali socijalni ili industrijski ciljevi. Koliko je to potrebno i izvedivo, troškovi se zaštite okoliša, vezani uz proizvodnju energije i njeno korištenje, trebaju odraziti na cijene;
8.	Slobodna i otvorena trgovina i siguran okvir za investiranje doprinose efikasnosti energetskih tržišta i energetskoj sigurnosti;
9.	Suradnja između svih sudionika na energetskom tržištu pomaže unapređenju informiranosti i razumijevanja i potiče razvoj efikasnih, ekološki prihvatljivih i fleksibilnih energetskih sustava i tržišta diljem svijeta.

Zemlje Europske unije, pojedinačno, ali i zajednički, pokrenule su niz aktivnosti u cilju povećanja energetske efikasnosti i smanjenja štetnog djelovanja na okoliš. To se odnosi na ukupni energetski sektor, a uključuje:

1.	proizvodnju, transformaciju, prijenos ili transport i distribuciju energije
2.	industriju i procese
3.	zgrade i kućanstva
4.	aparate i opremu
5.	transport robe i putnika.

Od aktivnosti koje se poduzimaju na području energetske efikasnosti, a koje su najčešće u svim zemljama, mogu se istaknuti:

1.	povećanje stupnja korisnosti termo i hidroizvora i korištenje plinskih kombiniranih elektrana
2.	kogeneracija i grijanje gradskih okruga
3.	povećanje korištenja obnovljivih izvora energije (sunce, vjetar, biomasa, geotermalna energija i male hidroelektrane)
4.	povećanje energetske efikasnosti u industrijskim procesima, najčešće po granama i organizirano
5.	zakonodavstvo, povećanje toplinske izolacije, energetske upravljanje u javnim zgradama, izbor energenta, korištenje obnovljivih izvora
6.	unapređenje energetske efikasnosti električnih aparata i osvjetljenja, te uređaja za hlađenje
7.	organizacija transporta, uvođenje električne energije i plina, prvenstveno u javnom sektoru, smanjenje potrošnje goriva.

Razvijene zemlje su spoznale da pitanja energetske efikasnosti i zaštite okoliša nisu takve prirode da se mogu rješavati slučajnim događajima. Međunarodne obveze i javno mnijenje s jedne strane, te zahtjevi tržišta za racionalnim gospodarenjem energijom i smanjenjem troškova s druge strane, pokrenuli su vlade, energetske tvrtke i regionalne zajednice k stvaranju organizirane skrbi za energetske efikasnost. U tako organiziranom sustavu važna je podjela poslova i odgovornosti:

1.	vlade, ministarstva zadužena za energetiku, znanost i tehnološki razvitak, zaštitu okoliša i gospodarstvo – oni su zaduženi za uspostavu cjelokupnog sustava energetske efikasnosti i za posebnu skrb u dijelu aktivnosti izvan područja energetske tvrtke (elektroprivrede, naftnih i plinskih tvrtki), za obnovljive izvore i energetiku u javnom sektoru;
2.	odgovorni institut, ili agencija, skrbi za izradu strategije energetske efikasnosti, organizira znanstveni i stručni rad, vodi nacionalne programe, promiče ciljeve nadzire realizaciju projekata energetske efikasnosti i sudjeluje u obrazovanju;
3.	energetske tvrtke, ovisno o vlasništvu i veličini, preuzimaju odgovornost za energetske efikasnosti u području vlastite djelatnosti;
4.	regionalne i lokalne uprave skrbe o efikasnosti energetske potrošnje, korištenju obnovljivih izvora i lokalnoj proizvodnji energije;
5.	znanstvene institucije, stručne institucije, fakulteti i konzalting tvrtke – se uključuju se u poslove putem odgovornog instituta ili agencije, po potrebi u specijalnim programima, prema potrebama pojedinih projekata i zahtjevima energetske tvrtke i investitora.

Za realizaciju ciljeva energetske politike Europske unije, kojima se nastoji postići ravnoteža energetskog razvitka i zaštite okoliša korištenjem raspoloživih i ekonomski opravdanih tehnologija, pokrenuto je niz programa. Dio programa odnosi se i na pomoć zemljama srednje i istočne Europe kroz zajednički rad tvrtki iz Europske unije i tvrtki iz zemalja srednje i istočne Europe. Važniji programi su:

Program	Pokretač programa	Vrsta programa
SYNERGY	EU	Energetska politika i strategija u suradnji s nečlanicama EU
THERMIE	EU	Širenje tehnologija u energetici
SAVE	EU	Racionalno korištenje energije: promocija, regulatorno djelovanje, informacija, trgovina
ALTENER	EU	Obnovljivi izvori energije: promocija, regulatorno djelovanje, informacija, trgovina
PHARE	EU	Tehnička pomoć i sufinanciranje investicija u zemljama srednje Europe
TACIS	Vijeće Europe	Tehnička pomoć u zemljama bivšeg SSSR-a
ENERGETSKA EFIKASNOST 2000	Europska komisija za Europu	Poticanje suradnje u energetske učinkovitim i čistim tehnologijama sa zemljama srednje i istočne Europe

Svaka zemlja Europske unije ima i vlastite fondove na državnoj i regionalnoj razini za realizaciju nacionalnih ciljeva energetske efikasnosti i zaštite okoliša.

Tabela 3.1. Aktivnosti zemalja Europske unije na povećanju energetske efikasnosti i zaštite okoliša

Zemlja	Proizvodnja, transformacija i distribucija energije	Industrija i procesi	Stambeno/komercijalno/institucionalno		Transport
			Zgrade i kućanstva Šifre/označavanje	Aparati i oprema	
Austrija	Sporazumi o korištenju snage vjetra, sunca, biomase i kogeneracije za proizvodnju struje	Energetske revizije za industrijske potrošače energije			
Belgija	Proizvodnja električne energije: korištenje plinskih/parnih turbina; unapređenje kogeneracije (sporazumi)	(Sporazumi s industrijskim skupinama o očuvanju energije; energetske revizije i podrška energetskom <i>managementu</i>)		(Standardi energetske efikasnosti za električne aparate)	
Danska	Električne usluge: korištenje snage vjetra, proizvodnja CHP iz biomase; (unapređenje plinskog grijanja okruga)	(Energetske uštede za <i>offshore</i> proizvođače nafte i plina, rafinerije); sporazumi s operaterima efekta staklenika da podrže mjere energetske efikasnosti	(Energetski <i>management</i> u javnim zgradama)	(Zamjenjivanje neefikasnih aparata)	
Finska		Granski ugovori za uštede topline i električne energije, ciljevi za procesne industrije i SME-i; energetske revizije	Toplinske i uštede električne energije za javne zgrade		Ciljevi vezani uz uštede goriva za djelovanje javnog sektora
Francuska	Unapređenje obnovljive energije; vjetar i hidroenergija. Korištenje alternativne energije u ruralnim područjima.	(Mogući sporazumi o uštedama energije za energetski intenzivne industrije)	Korištenje drvne energije; energetske revizije i efikasno osvjetljenje u javnim zgradama; kućno označavanje	Unapređenje energetski efikasnih električnih aparata i osvjetljenja	Sporazum o unapređenju električnih vozila i vozila na prirodni plin
Njemačka	Ciljevi smanjenja emisije CO ₂ za električne usluge, kompanije za opskrbu plinom i vodom	Ciljevi za smanjenje emisije CO ₂ ili ciljevi energetskog smanjenja sa specifičnim ciljevima za 16 industrijskih sektora		(Energetska efikasnost za aparate); ekološko označavanje proizvoda	25% smanjenje u potrošnji goriva novih automobila od 1990. do 2005. godine
Grčka		Investicijske obveze za štednju energije u industrijskim skupinama; energetske revizije			
Irska	Porast korištenja obnovljivih izvora i biomase za proizvodnju energije	Samorevizije i izvještaj o računima kompanije za energiju	Rangiranje kućne energije uključeno u građevinske propise	Označavanje za rashladne uređaje i perilice	
Italija		(Mogući sporazumi o energetskoj efikasnosti za procese i korištenje alternativnih goriva)			

Nizozemska	Usluge: programi energetske efikasnosti (stabiliziranje emisije CO ₂ do 2010. godine), smanjenje NO _x ; korištenje CHP, zemnog plina, i obnovljivih izvora	Ciljevi očuvanja energije za industrijske sektore	Dugoročni sporazumi o očuvanju energije. Izolacija, energetske efikasno grijanje u kućanstvima i tvrtkama	Energetski efikasni hladionici i zamrzivači	Efikasna logistika za teretni promet
Norveška		Izveštavanje o korištenju energije za industrijske skupine: Mreža industrijske energetske efikasnosti			
Portugal		Sporazumi o zagađivačko / energetskim smanjenjima unutar industrijskog sektora			
Španjolska	Unapređenje supstitucije goriva, CHP i obnovljivi izvori	Ciljevi uštede energije industrijskih skupina / kompanija, DSM programi za 7 sektora			[Ciljevi efikasnosti goriva do 1986. godine]
Švedska	Unapređenje CHP proizvodnje iz biogoriva; solarna proizvodnja topline, snaga vjetra i priključci na okružni sustav grijanja	Korporacijska obveza energetske efikasne proizvodnje i procesa	Energetsko označavanje za zgrade i kućanstva		Demonstracijski programi alternativnih motornih goriva za vozne parkove
Švicarska	Povećanje obnovljivih izvora i biomase za proizvodnju energije	Obveza energetske efikasnosti za industrijske potrošače	Ciljevi energetske efikasnosti za javne zgrade / bolnice	Ciljevi efikasnosti i naljepnice za električne aparate	Ciljevi: 15% efikasnosti goriva za automobile od 1996. do 2001. godine
Velika Britanija	Cilj povećanja CHP kapaciteta; smjernice za smanjenje metana iz naftnih i plinskih instalacija	Kampanja o obvezi energetske efikasnosti poduzeća; <i>Ekološki management</i> i revizijska shema; sporazum za korištenje HFC	Shema rangiranja kućne energije	Označavanje za hladionike / zamrzivače	Cilj je 10% efikasnosti goriva za automobile do 2005. godine
Europska unija		<i>Ekološki management</i> i revizijski plan za kompanije o smanjenju ispuštanja CO ₂		Plan ekološkog označavanja za perilice rublja i suša	(Sporazum s automobilskom industrijom o efikasnosti ispuštanja goriva)

Tumač: () planirano ili predloženo; [] ukinuto

Izvor: *Energy Policies of IEA Countries, 1996 Review*

Sve zemlje Europske unije su energetske efikasnost i korištenje obnovljivih izvora podigle na razinu posebne skrbi državne uprave. U institucionalnom smislu u svakoj zemlji postoji institut ili agencija koja organizira izradu energetskih programa, priprema stručne podloge za ministarstva, a u nekim zemljama i upravlja posebnim fondovima koji su osnovani za te svrhe. Instituti i agencije Europske unije povezali su se institucionalno u mrežu *EUROPEAN ENERGY NETWORK - E^{NR}*. U okviru mreže programiraju se istraživanja i aktivnosti od zajedničkog interesa

Podloge za koncipiranje energetske strategije i politike u pravilu su zadaci takvih agencija i institucija. Posebnu skrb svaka vlada vodi o energetske efikasnosti korištenja obnovljivih izvora, pri čemu se pokazalo da nema pomaka bez angažmana odgovarajućih ministarstava. Upravo je to područje izvan interesa nacionalnih elektroprivrednih ili naftnih kompanija i jedino je moguće da vlada, odnosno odgovarajuće ministarstvo, skrbi o tome.

Osim aktivnosti na tehnološkom razvitku, aktivnosti instituta i agencija iz *Mreže E^{NR}* odnose se također na potrebno zakonodavstvo, fiskalne i monetarne mjere, organiziranje i upravljanje odgovarajućim fondovima koji se koriste za stimuliranje povećanja energetske efikasnosti i zaštite okoliša. Također, predmet rada agencija i instituta iz mreže *E^{NR}* je promocija energetske politike, informiranje, rad s potrošačima i obrazovanje. Zajedničke aktivnosti *Mreže E^{NR}* su:

Radna skupina	Aktivnosti
Istraživanje i razvitak	Europske RDT strategije
Ne-tehnologija	Utjecajno ljudsko ponašanje, vježbanje i obrazovanje, dobrovoljni sporazumi, alati korporacija
Transport	Zajednički stav o energiji i okolišu, transportna politika s europskim motrištem
Pokazatelji energetske efikasnosti	Međudržavna usporedba pokazatelja energetske efikasnosti
Aparati energetske efikasnosti	Npr. studija o mokrim aparatima (perilice suđa, sušila, perilice rublja), video i audio uređaji

Područje interesa: u okviru svojih djelatnosti *Mreža E^{NR}* planira zajedničke aktivnosti u zemljama središnje i istočne Europe, razvijenim zemljama i mediteranskim zemljama.

Tablica 3.2 Instituti i agencije uključene u mrežu EⁿR

ZEMLJA	USTANOVA	OSNIVAČI I STATUS	AKTIVNOSTI	OSTALO
Austrija	E.V.A.	Austrijska energetska i razvojna institucija, vlada, energetske tvrke, regije	Energetska strategija i politika, energetska efikasnost, obnovljivi izvori, tehnologije, informacije, pomoć potrošačima	20 zaposlenih
Danska	DEA	Ministarstvo energije	Nacionalni energetske programi, energetska efikasnost i obnovljivi izvori, socijalno-ekonomski problemi korištenja energije	250 specijalista
Finska	TEKES	Ministarstvo trgovine i industrije	Nacionalna politika, energetska efikasnost, obnovljivi izvori, fosilni izvori, nuklearna fuzija	200 zaposlenih i proračun od 230 milijuna ECU
Francuska	ADAME	Ministarstvo zaštite okoliša, industrije i razvitka	Energetska efikasnost, obnovljivi izvori, zaštita okoliša i energije ...	700 zaposlenih i proračun od 300 milijuna FF i za programe 1,3 milijardi FF
Njemačka	KFA-BEO	Ministarstvo znanosti, razvitka i tehnologije	Energetski programi i strategija, energetska efikasnost, obnovljivi izvori, fosilni izvori	Proračun 272 milijuna DEM za energiju / 180 zaposlenih
Grčka	CRES	Ministarstvo industrije, energije i tehnologije	Energetska politika i strategija, energetska efikasnost, obnovljivi izvori, promocija, obrazovanje	125 zaposlenih, 100 specijalista i 25 pomoćno osoblje
Irska	IRISH ENERGY CENTAR	Ministarstvo transporta, energije i komunikacija	Energetska efikasnost, obnovljivi izvori, promocija energetske politike, stručna pomoć potrošačima ...	30 zaposlenih u suradnji s drugim institucijama

Italija	ENEA	Parlament	Energetska strategija, energetska efikasnost, obnovljivi izvori, transport, tehnologija, promocija, obrazovanje ...	4300 zaposlenih, 600 u energetskej efikasnosti i obnovljivim izvorima, proračun 775 milijardi TL, 450 milijardi TL vladine institucije
Luksemburg	ADE	Ministarstvo energije i elektroprivreda	Racionalno korištenje energije i obnovljivi izvori	150 LF
Nizozemska	NOVEM	Stručni servis ministarstava	Energetska strategija i politika, energetska efikasnost, obnovljivi izvori itd.	130 milijuna ECU 280 zaposlenih
Norveška	IFE	Nezavisna fundacija koja servisira potrebe Ministarstva industrije i energije, energetske proizvođače i potrošače	Nacionalna energetska politika, energetska efikasnost, obnovljivi izvori, fiskalne i monetarne mjere, promocija energetske politike ...	600 zaposlenih
Portugal	CCE	Ministarstvo industrije i energije	Energetska politika i strategija, energetska efikasnost, obnovljivi izvori, promocija i obrazovanje	35 zaposlenih
Španjolska	IDEA	Ministarstvo industrije i energije	Energetska politika, energetska efikasnost, kogeneracija, obnovljivi izvori	130 zaposlenih
Švedska	NUTEK	Ministarstvo industrije i trgovine	Nacionalni energetske programi, energetska efikasnost, obnovljivi izvori i promocija energetske politike	410 specijalista
Velika Britanija	ETSU	Nacionalni energetske centar	Energetska efikasnost, obnovljivi izvori, tehnologije, pomoć potrošačima, informiranje	300 zaposlenih i 240 specijalista

Izvor: Bilten mreže EⁿR.

4. HRVATSKI PLAN

Hrvatska je na početku aktivnosti u definiranju programa energetske efikasnosti. Do 1990. godine energetska efikasnost uglavnom se tretirala kao tehnički problem. Manjim je dijelom to bio ekonomski problem ili problem u opskrbi određenih vrsta energenata. Kao i sve ostale zemlje bez tržišnog gospodarstva, sporo se reagiralo na tzv. "naftnu krizu" u prvoj polovici sedamdesetih godina. Iako se krajem osamdesetih godina počeo prepoznavati interes građana za građansku inicijativu, svi su procesi bili kontrolirani od strane vlasti tako da se dopuštalo samo ono što nije posebno štetno za vlast ili će vlast od tog imati koristi.

Nakon demokratskih izbora 1990. godine pojačan je interes za građanski inicijativu. Formiran je velik broj političkih stranaka i nevladinih udruga. Posebno je velik broj nevladinih udruga iz zaštite okoliša. Tijekom šest godina rad tih udruga je oscilirao, neke su se udruge ugasile ili pasivizirale, a neke su zadržale kontinuitet djelovanja. Gotovo sve su bile zainteresirane za energetske sektor i zaštitu okoliša, te energetske efikasnost. Ukupna ocjena prethodnog razdoblja je pozitivna, građanska inicijativa se nametnula i bez nje je teško zamisliti buduću Hrvatsku.

U energetske sektoru značajniji potezi hrvatskih vlasti odnosili su se na dvije najveće hrvatske tvrtke: INU i HEP, i to na zakonsko uređivanje njihovog statusa, vlasničkih odnosa i moguće privatizacije. Ostala pitanja iz energetske sektora tek se trebaju zakonodavno urediti, što je u velikom dijelu i razumljivo jer je u prvih šest godina na prvom mjestu bila sigurna opskrba, a druga su pitanja ostala za iduće razdoblje.

Ono po čemu se hrvatska energetika izdvaja od ostalih zemalja srednje i istočne Europe, ili od zemalja u tranziciji, jest to da je snažnije zakoračila u dostizanje ekonomskih cijena energije. Zbog socijalnih problema nastupio je zastoj i nepoznata je dinamika budućih koraka. U pozitivne mjere koje su do sada napravljene ulazi i odluka HEP-a o otkupu električne energije iz malih proizvodnih objekata. Iako ta odluka nema zakonsku snagu, ona ukazuje na smjer u kojem treba tražiti dobra rješenja.

4.1. STRATEGIJA I CILJEVI ENERGETSKE EFIKASNOSTI

U proljeće 1990. godine pokrenut je projekt *PROHES (Razvoj i organizacija hrvatskog energetske sektora)*. Zbog financijskih razloga projekt je stvarno započeo početkom 1996. godine. U srpnju 1995. godine, izrađeni su prethodni rezultati u kojima su naznačeni pravci istraživanja i ciljevi.

Hrvatska – kao i svaka druga mala europska zemlja ograničenih resursa, u kojoj ne postoji mogućnost da se razvije tržište kao u zemljama koje imaju 30, 70, 150 ili 250 milijuna stanovnika – mora organizirano skrbiti za energetske sektor, energetske efikasnost, obnovljive izvore i zaštitu okoliša. Ključnu ulogu u svim aspektima

organiziranog energetskeg sektora trebaju imati vlada i odgovorna ministarstva i državne uprave. Prema ustrojstvu iz prosinca 1996. to su:

1.	Ministarstvo gospodarstva	stožerno mjesto za vođenje projekta organiziranog energetskeg sektora, odgovorno za državne fondove i realizaciju nacionalnih programa
2.	Ministarstvo znanosti i tehnologije	odgovorno za tehnološki aspekt promjena u energetskeg sektoru i energetske efikasnost
3.	Državna uprava za zaštitu okoliša.	odgovorno za zaštitu okoliša

Spomenuta ministarstva i državna uprava odgovorni su za izradu strategije i ciljeva energetske efikasnosti i zaštite okoliša u sklopu ukupne strategije energetskeg razvitka Republike Hrvatske. Važna je predradnja u postupku utvrđivanja strategije i ciljeva, a nakon toga i akcijskog plana, izrada stručnih podloga putem kojih bi se odredio sadržaj i dinamika realizacije nacionalnih programa i ostalih aktivnosti u energetskeg sektoru. U mnogim područjima energetske efikasnosti dosada nisu provedena temeljita istraživanja prema kojim bi se utvrdio stvarni potencijal energetske efikasnosti i potrebne aktivnosti. Radi toga je nužno za sve nacionalne programe provesti istraživanja koja bi obuhvatila sljedeće:

	AKTIVNOST
1.	Osnovne karakteristike programa i iskustva razvijenih zemalja
2.	Analiza energetskeg potencijala energetskeg programa
3.	Tehničke karakteristike energetskeg programa
4.	Ekološke karakteristike i doprinos zaštiti okoliša
5.	Financijske karakteristike
6.	Zakonodavno okruženje i potrebne dopune i izmjene
7.	Mjere za provedbu programa
8.	Organizacija provedbe programa
9.	Pilot program
10.	Marketing i obrazovanje

Prema prethodnim rezultatima PROHES-a predviđeno je 9 nacionalnih programa. Na temelju iskustva zemalja Europske unije, tom se popisu može dodati i program koji obrađuje problem transporta. Nacionalni energetskegi programi koji bi trebali činiti dio nacionalne strategije povećanja energetske efikasnosti i zaštite okoliša su:

Nacionalni razvojni programi	
PLINCRO	Program plinifikacije Hrvatske
KOGEN	Program kogeneracije u Hrvatskoj
PENU	Program energetske učinkovitosti
MAHE	Program izgradnje malih hidroelektrana
SOLEN	Program korištenja Sunčeve energije
BIOEN	Program korištenja biomase i otpada
ENWIND	Program korištenja energije vjetra
GEOEN	Program korištenja geotermalne energije
KUEN	Program korištenja energije u kućanstvu
TRANCRO	Program transporta

Svaki od nacionalnih programa ima svoje posebnosti, mogućnosti i dinamiku realizacije, a kad je riječ o obnovljivim izvorima, i prostor na kojem se može realizirati. Stoga je važno da se za svaki program posebno odrede ciljevi i dinamika realizacije, te potrebni uvjeti realizacije.

4.2. FINANCIRANJE PROGRAMA ENERGETSKE EFIKASNOSTI

Organizirana skrb o energetskej efikasnosti i zaštiti okoliša ima svoju cijenu. Jednim dijelom, realizacijom programa energetske efikasnosti, sredstva se vraćaju i, u pravilu, u tržišnim gospodarstvima u kojima postoje neiskrivljeni odnosi između cijena pojedinih oblika energije, sredstva uložena u programe energetske efikasnosti vraćaju se vrlo brzo (3-5 godina). Manji dio ulaganja u energetskej efikasnost, posebno obnovljive izvore, neće brzo ostvariti izravne koristi, ali dugoročno znači ulaganje u kvalitetu okoliša što je dugoročni dobitak za ovaj naraštaj i za one koji dolaze nakon nas.

Na razini države mogu se prepoznati tri aktivnosti: energetska efikasnost, tehnološki razvitak i zaštita okoliša – čiji bi nositelji bili odgovarajuća ministarstva i državna uprava. Za realizaciju tih aktivnosti u zemljama Europske unije formiraju se odgovarajući fondovi, koriste sredstva proračuna, sredstva zainteresiranih i sredstva financijskih institucija i banaka. U Hrvatskoj, na temelju iskustva zemalja Europske unije, bilo bi potrebno formirati ove fondove:

Fond	Odgovorna institucija	Izvori sredstava
Fond energetske efikasnosti	Ministarstvo gospodarstva	energetski sektor državni proračun europski fondovi banke i fin. institucije
Fond tehnološkog razvitka	Ministarstvo znanosti i tehnologije	1. državni proračun 2. gospodarstvo 3. energetski sektor 4. europski fondovi
Fond zaštite okoliša	Državna uprava za zaštitu okoliša	1. zagađivači 2. državni proračun 3. europski fondovi 4. banke i fin. institucije

Iako je opredjeljenje Vlade Republike Hrvatske da se ne formiraju posebni fondovi, moguće je unutar jedinstvenog financijskog sustava Republike Hrvatske, odnosno državnog proračuna, pronaći prikladna rješenja koja bi omogućila ostvarenje cilja, a ne bi narušavali financijski sustav države.

Za fond energetske efikasnosti moguća su 4 izvora, od kojih je svakako najvažniji onaj da se iz energetskog sektora, prodajom energenata, namiču sredstva za stimuliranje energetske efikasnosti. Ovaj dio fonda moguće je ostvariti i bez povećanja državnog proračuna. Budući da se radi prvenstveno o ulaganjima u projekte koji trebaju vraćati uložena sredstva moguće je koristiti i neka posebna sredstva iz energetskog sektora (primjerice ako se formira fond za dekomisiju nuklearnih elektrana).

Za sve fondove važna je buduća suradnja s institucijama Europske unije o odgovarajućim fondovima, kako u postavljanju strateških ciljeva tako i u realizaciji pojedinih programa.

Kod fonda tehnološkog razvitka važno je da se između sljedećih institucija: Ministarstvo gospodarstva - energetski sektor - gospodarstvo - Ministarstvo znanosti i tehnologije, utvrde prioritete i ciljevi istraživanja, a u funkciji toga i sredstva i izvori za realizaciju programa.

Fond zaštite okoliša i njegovu usklađenost s ostala dva fonda trebalo bi realizirati na sličan način kao što je to u zemljama Europske unije. Temeljni izvor sredstava za financiranje programa tog fonda su zagađivači.

4.3. ORGANIZACIJA

U realizaciji programa aktivnosti na povećanju energetske efikasnosti mogu se prepoznati tri subjekta od kojih svaki, u okviru svoje odgovornosti, treba realizirati dio aktivnosti na povećanju energetske efikasnosti, naravno uz ukupnu koordinaciju Ministarstva gospodarstva.

1.	Ministarstvo gospodarstva	realizacija nacionalnih programa i javnog sektora
2.	HEP	elektroenergetski sektor
3.	INA	plinski i naftni sektor

Za izradu strategije energetske efikasnosti i za realizaciju nacionalnih programa formiran je Energetski institut "Hrvoje Požar" da u skladu s iskustvima zemalja Europske unije sustavno radi na uspostavi organiziranog gospodarenja energijom. U konceptu organizacije istraživanja u energetskom sektoru, u kojem je Energetski institut stožerna institucija, a on ostvaruje suradnju s više od dvadesetak instituta, fakulteta i privatnih konzalting agencija, moguće je kvalitetno servisirati sve potrebe

energetskog sektora Hrvatske. Naravno, nije potrebno posebno napomenuti da je nužna suradnja s institucijama iz zemalja Europske unije.

U HEP-u i INI potrebno je izraditi programe povećanja energetske efikasnosti te odrediti ciljeve i dinamiku u skladu s ukupnim ciljevima za Republiku Hrvatsku. Nameće se potreba da se i institucionalno, unutar spomenutih tvrtki, formiraju centri koji bi koordinirali sve aktivnosti na povećanju energetske efikasnosti.

Važna komponenta je regionalno planiranje i regionalna skrb za energetske efikasnosti. U raspodjeli poslova na državnu i regionalnu razinu (županija ili više županija, ako postoje zajednički interesi), na nižoj je razini primarna skrb o potrošnji, obnovljivim izvorima i lokalnoj proizvodnji. U budućnosti će biti nužno organizirati regionalne centre koji bi, u koordinaciji, sa županijskim upravama, Ministarstvom gospodarstva i Energetskim institutom "Hrvoje Požar" trajno skrbili o energetske efikasnosti na svom području. Regionalni centri ne moraju u formalnom smislu biti institucije, već organizirane stručne i znanstvene institucije okupljene oko projekta pod vodstvom odgovornih osoba iz županijskog poglavarstva zaduženih za energetiku.

5. MIŠLJENJA I PREPORUKE

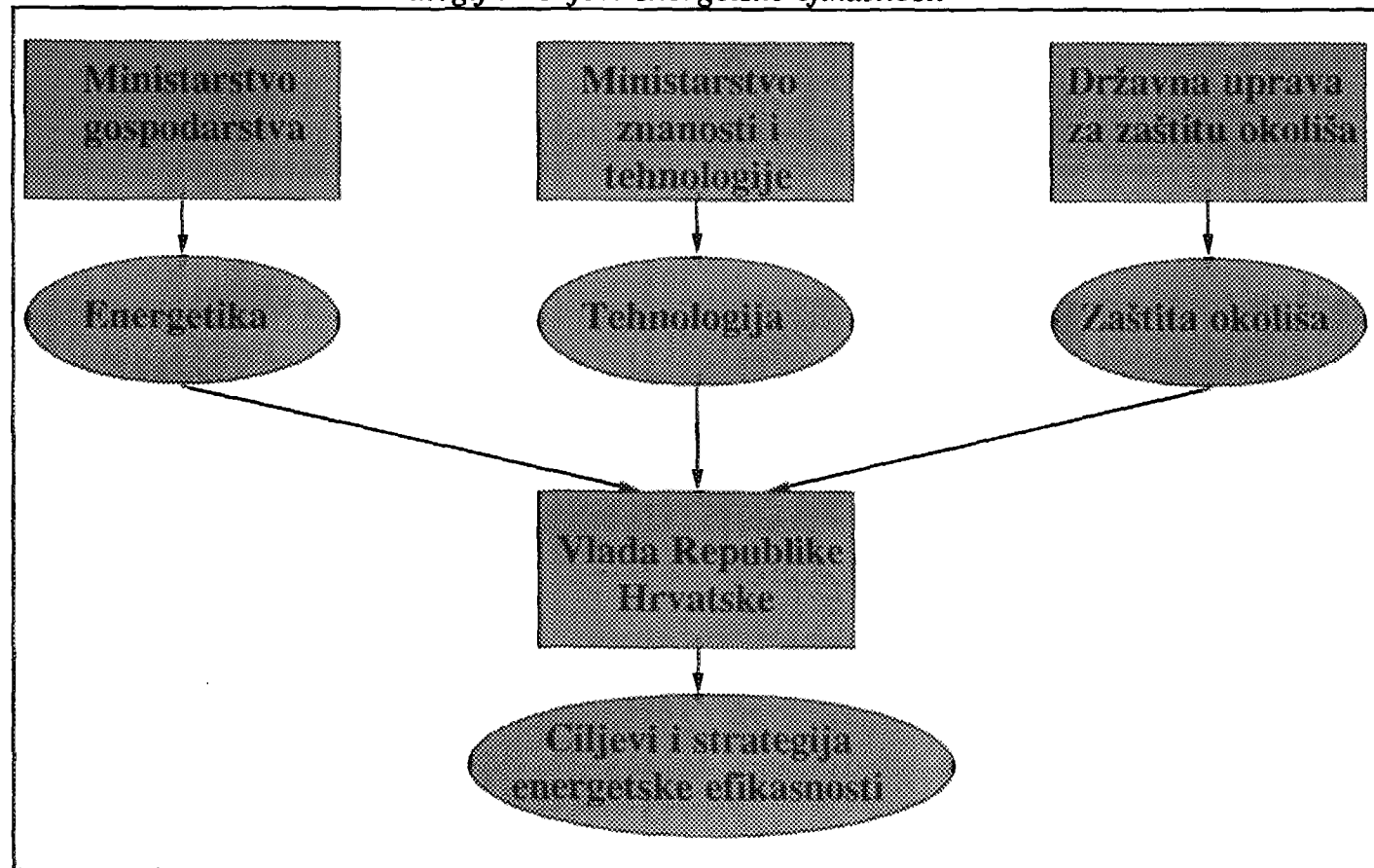
Ni jedna zemlja, pa ni Hrvatska, ne može ostati samo na željama kada je u pitanju energetska efikasnost i zaštita okoliša. Povećanje energetske efikasnosti može postati stvarnost, a za što je potrebno stvoriti odgovarajuće pretpostavke.

Potrebno je izraditi strategiju energetske efikasnosti i zaštite okoliša u skladu s potrebama i mogućnostima gospodarstva i države, koristeći sva pozitivna iskustva zemalja Europske unije. Iz strategije bi se odredili jasni ciljevi i definirao akcijski plan u svim područjima energetske efikasnosti.

Za realizaciju svih programa energetske efikasnosti potrebno je stvoriti zakonodavno, institucionalno okruženje, te pokrenuti sve institute prikupljanja financijskih sredstava za realizaciju programa energetske efikasnosti i trajne skrbi o gospodarstvu energijom i zaštiti okoliša.

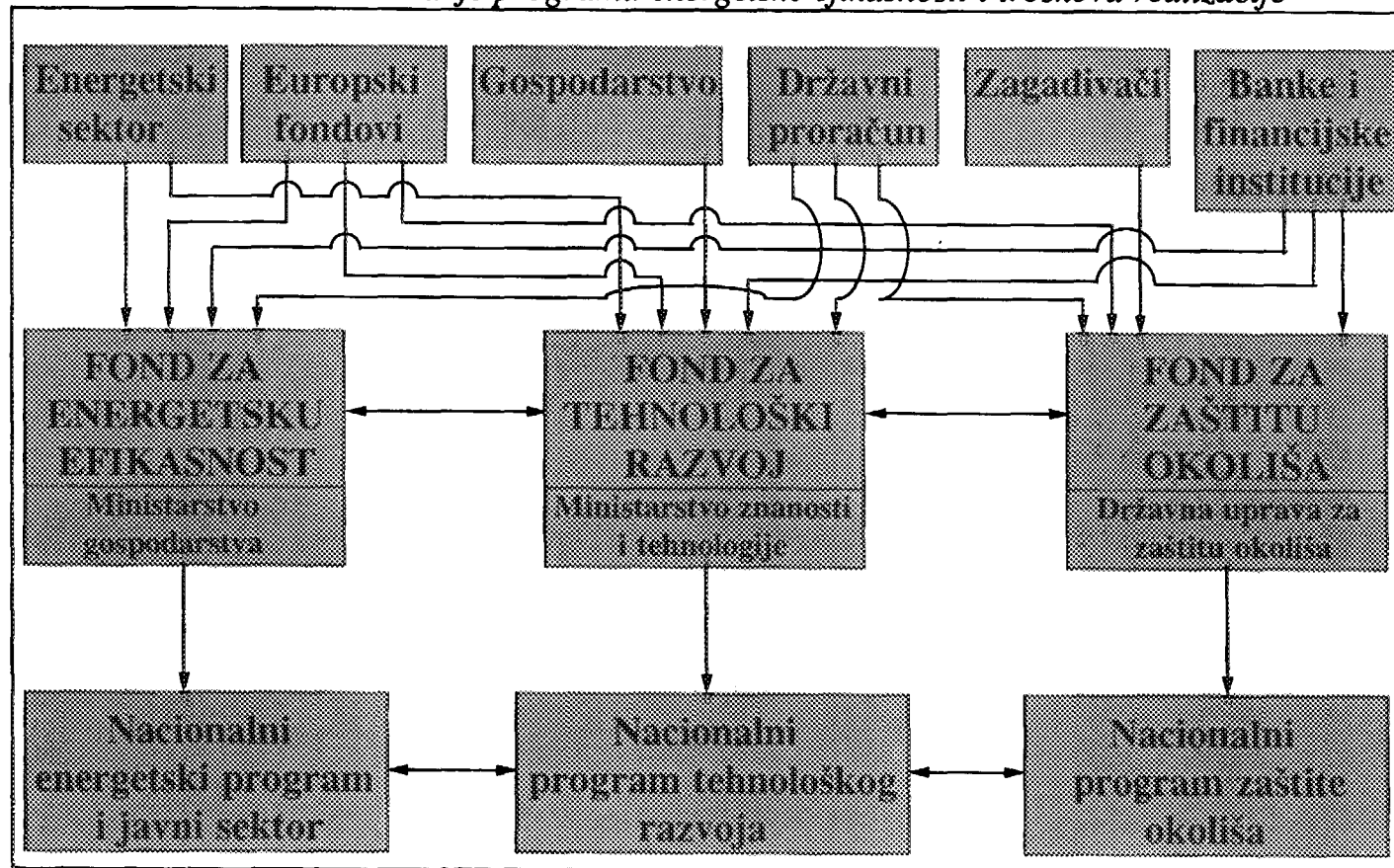
LITERATURA

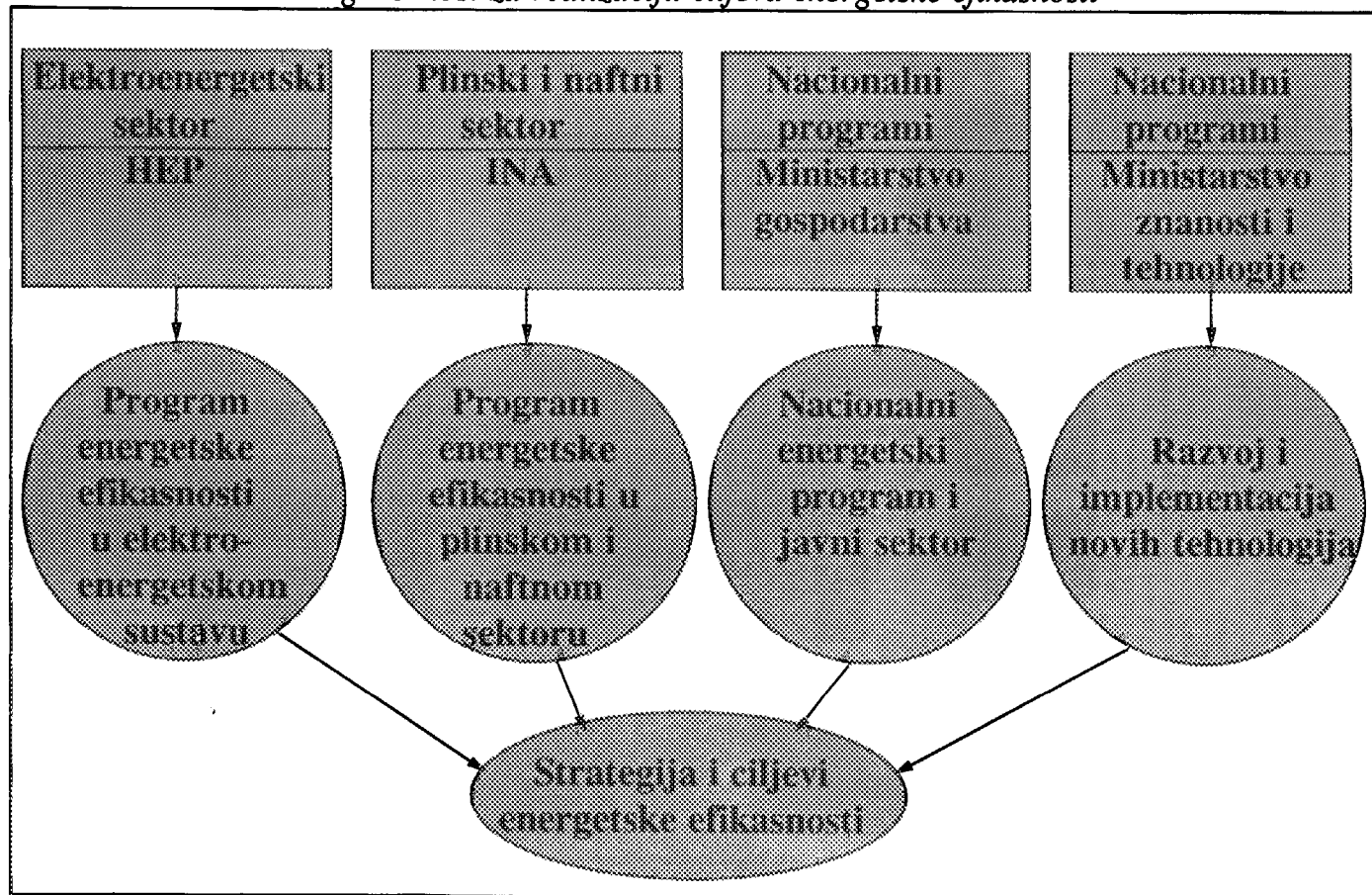
1. Granić G. i drugi: *Razvoj i organizacija hrvatskog energetskog sektora - Prethodni rezultati*, Energetski institut "Hrvoje Požar", 1995.
2. *For a European Union Energy Policy*, European Commission Green Paper, 1995.
3. *Energy Policies of IEA Countries*, IEA, 1996. Review
4. *Competition and New Technology in the Electric Power Sector*, IEA 1996.
5. *Bilten mreže E^oR*

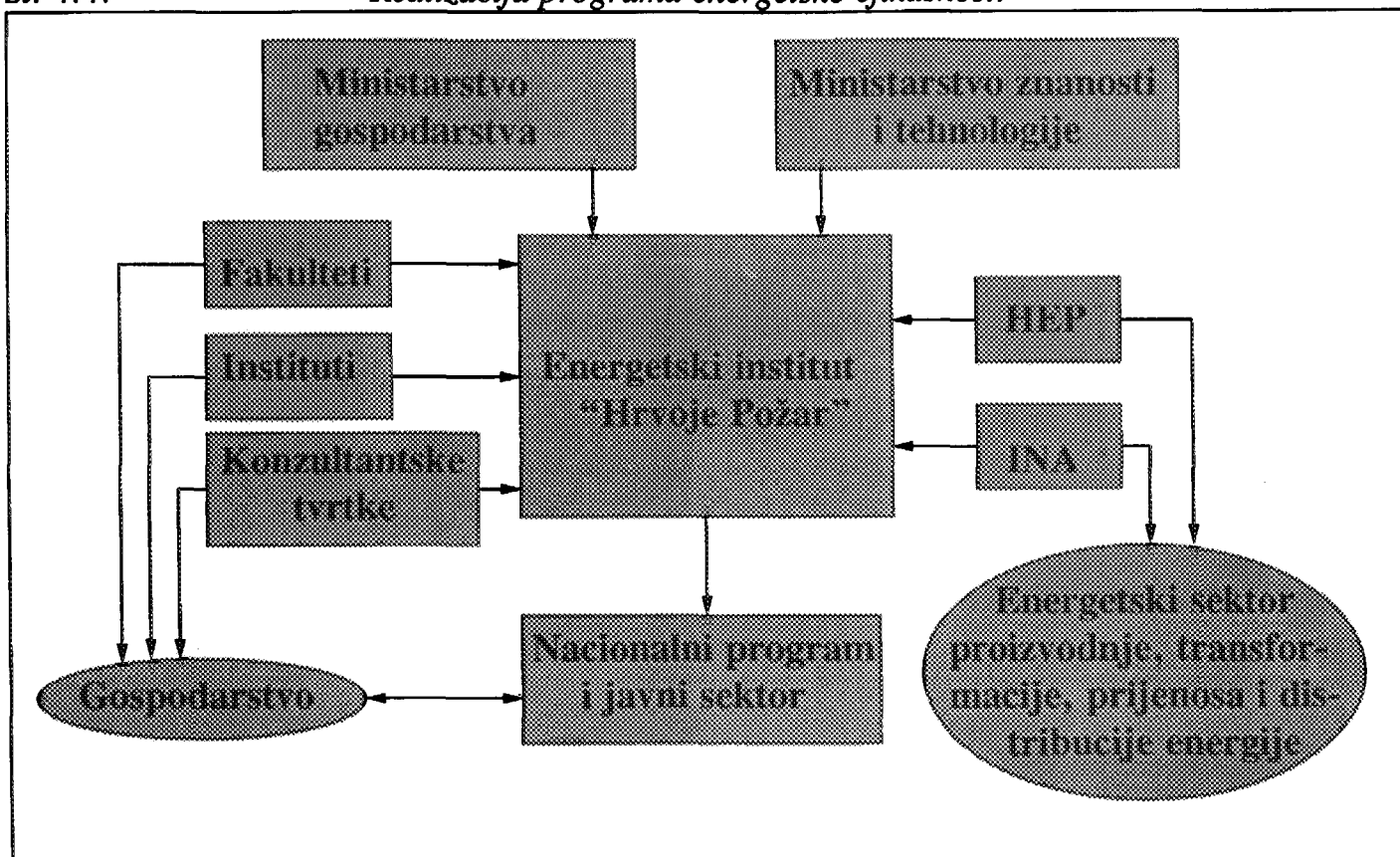


Sl. 4.2.

Financiranje programa energetske efikasnosti i troškova realizacije









Vedran Krstulović, dipl. ing.
Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb

MREŽA INDUSTRIJSKE ENERGETSKE EFIKASNOSTI (MIEE)

Sažetak

Upoznavanje s idejom mreže za poboljšanje industrijske energetske efikasnosti, međunarodne aktivnosti na tom području, neka iskustva drugih, ciljevi i plan izgradnje takve mreže u Hrvatskoj.

Summary

Introduction of the idea of a network for the increase of the industrial energy efficiency, international activities in that area, some experiences, targets and plan of the building of such network in Croatia.

Uvod

Promatran sa strane, svaki sektor djelatnosti koji je veći potrošač energije - prvenstveno industrija, turizam, transport, javni sektor, stanovanje itd. - nameće potrebu razmatranja njezinog efikasnijeg korištenja. Posebno to vrijedi za industriju, koja, kao dinamičan sektor s brзом povratnom spregom osjetljivosti ulaznih troškova na konačnu cijenu proizvoda, te iznimno utjecajan na gospodarstvo cjelokupne zajednice i relativno nestabilan u uvjetima tranzicije, čini plodno područje za uvođenje mjera energetske efikasnosti.

No, istraživački se pristup problemu, uzimajući u obzir sve posredne i neposredne faktore i modelirajući situaciju na dulji vremenski rok, u mnogim točkama razlikuje od pragmatičarskog pristupa neposrednog djelatnika u sektoru-energetskom potrošaču, pristupa ograničenog najčešće na neposredne utjecaje i nesklonog opsežnijem planiranju. Također, nedostatak relevantnih informacija i najnovijih saznanja o općem i tehnološkom razvitku i o iskustvima s područja efikasnosti, te svijesti o utjecaju na okoliš, čini glavnu prepreku poboljšanju energetske efikasnosti u industriji.. Veće industrijske tvrtke obično smatraju da imaju dovoljno vlastitih, "domaćih" saznanja iz ovog područja, a individualne srednje i manje proizvodne jedinice s jedne strane, same nemaju kvalitetan izvor informacija o ovom problemu, dok, s druge strane, sebe promatraju kao malog izdvojenog potrošača, a ne kao dio industrijskog sustava, pa ovom pitanju ne daju prioritet.

Dakle, uvođenje interakcije između industrijskih energetskih potrošača, međusobno i s kompetentnim institucijama, u smislu razmjene informacija, iskustava, metoda

managementa i svih drugih relevantnih saznanja, snažno bi ubrzalo povećanje energetske učinkovitosti. Budući da je ovo pitanje globalne razine, u razvijenim industrijskim zemljama nastala je ideja o uspostavi mreže industrijske energetske efikasnosti (*industrial energy efficiency network - IEEN*) kao faktoru postizanja bolje koordinacije između mjera energetske učinkovitosti i aktivnosti u industrijskom sektoru.

Ovdje razmatrana ideja o takvoj mreži potječe iz Kanade, a u europske uvjete prenijeli su je norveški energetičari. Tijekom 80-tih godina u Kanadi je proveden *CIPEC - Canadian Industry's Programme for Energy Conservation*, Kanadski industrijski program za očuvanje energije. Godine 1988. su na studijski put u Kanadu i na prezentaciju tog programa pozvani predstavnici norveške industrije, norveške vlade te *Instituta za energetske tehnologije* iz Kjellera (*Institutt for energiteknikk - IFE*). Ideja je prenesena u Norvešku i prilagođena uvjetima norveške industrije. Uspostavljena je mreža industrijske energetske efikasnosti, pri čemu je glavnu ulogu promicatelja imao institut IFE. Tijekom vremena mreža je obuhvatila 12 industrijskih sektora s otprilike 470 individualnih tvrtki-članica, dokazavši rezultatima punu opravdanost svog uvođenja.

Potreba za uvođenjem mreže industrijske energetske efikasnosti pokazala se širom Europe. Možemo govoriti o institucionaliziranim djelatnostima na području industrijske energetske efikasnosti u Europskoj uniji, o aktivnostima instituta IFE u zapadnoj Europi izvan norveških granica i o, za nas najzanimljivijem, IFE-ovom promoviranju mreže u zemljama srednje i istočne Europe, pri čemu se prvenstveno misli na zemlje u tranziciji, uz moguću podršku norveških vladinih institucija i europskih energetskih programa.

Energetski Institut "Hrvoje Požar" uspostavio je intenzivne kontakte s IFE-om, posebno s njegovim Odjelom za energetske sustave koji je zadužen za IEEN, i iz toga je proizašla zamisao o razmatranju uspostavljanja mreže industrijske energetske efikasnosti u Hrvatskoj - MIEE.

Imajući to na umu, korisno je pobliže razmotriti dosadašnja iskustva drugih na ovom području.

Norveška iskustva

Prikaz razvitka mreže industrijske energetske efikasnosti u Norveškoj je značajan već stoga što je Institut za energetske tehnologije IFE najznačajniji promotor uvođenja sličnih programa u novim europskim područjima, te njegove djelatnosti možemo promatrati kao referentan model za praćenje dosadašnjih i budućih projekata uvođenja ove mreže.

Kao što je navedeno, zamisao o uspostavljanju mreže u Norveškoj nastala je pri upoznavanju kanadskog programa CIPEC. Godine 1989. norveške su vlasti

podržale projekt osnivanja mreže (IEEN), a IFE-u je dodijeljena uloga operativne institucije za industriju, u čija zaduženja ulaze djelatnosti sekretarijata kao i svakodnevni administrativni poslovi.

Svrha je mreže:

- dati norveškoj industriji više kompetencije u području postizanja efikasnijeg i ekološki prihvatljivijeg korištenja energije;
- dati industriji kvalitetniju podršku za donošenje pravilnih odluka koje se odnose na korištenje energije;
- uspostaviti dvosmjernu komunikaciju između struktura vlasti i industrije;
- djelovati kao okvir za programe financirane od strane vlade namijenjene poboljšanju efikasnog i ekološki prihvatljivog korištenja energije.

Kao temeljne zamisli o mreži uzete su ove pretpostavke:

- u svakoj industrijskoj tvrtki potrebna je jedna osoba za kontakt;
- ta osoba u svojoj organizaciji treba imati istaknut položaj u djelatnostima koje se tiču korištenja energije;
- ona treba biti primalac i distributer informacija s mreže;
- ta osoba treba također biti odgovorna za statističke energetske izvještaje o svojoj tvrtki;
- sva statistička izvješća iz tvrtki-članica mreže bila bi anonimno prezentirana vladinim institucijama;
- mreža bi trebala biti organizirana kao projekt s upravnim odborom, gdje bi predstavnici industrije bili u većini;
- mreža bi bila financirana od strane vlade, a industrija bi doprinijela svojim kadrovskim potencijalom.

Nakon osnivanja godine 1989., razvitak IEEN bio je ovakav:

- krenulo se s probnim razdobljem od otprilike godinu dana, a inicijalno su bila uključena tri industrijska sektora: papirna industrija i industrija drvne pulpe, mljekarstva i ljevarstva industrija;
- probno je razdoblje postupno preraslo u trajnu upotrebu mreže;
- u 1995. godini započeto je novo razdoblje u projektu, čije se trajanje predviđa do kraja 1998;
- krajem 1995. bilo je uključeno 12 industrijskih sektora s 456 industrijskih društava-korisnika mreže.

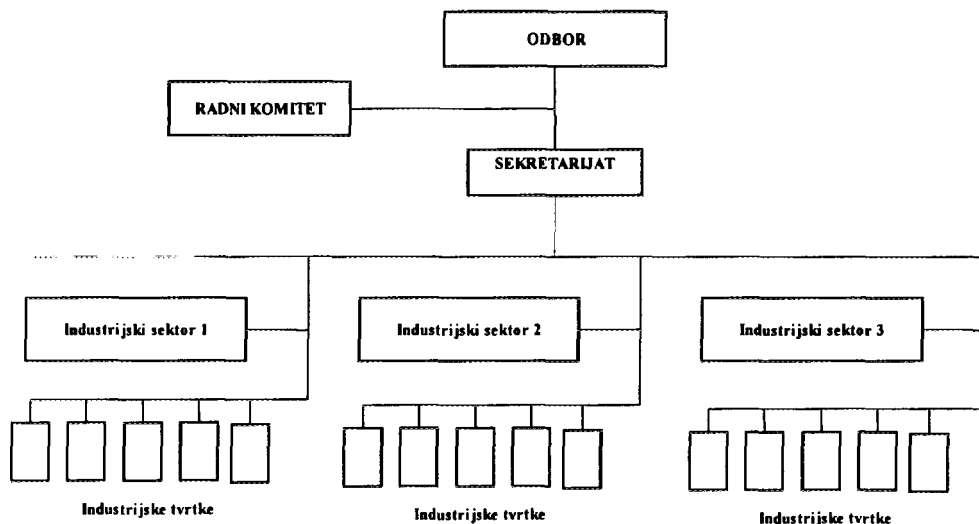
Aktivnosti IEEN su sljedeće:

- prikupljanje podataka za energetske statistike od industrijskih tvrtki;
- kompiliranje i prezentacija statističkog materijala;
- izdavanje statističkih podataka s komentarima u obliku godišnjih izvještaja;
- distribucija informacija o energetici (kvartalni bilteni, brošure s informacijama itd.);
- seminari i sastanci po sektorima s osobama za kontakt;
- pružanje savjeta iz energetike, korištenje usluga kompetentnih konzultanata;
- promoviranje postrojenja s interesantnom i relevantnom tehnologijom;
- tehnološke studije.

Budući da se norveška mreža pokazala vrlo funkcionalnom, korisno je razmotriti njenu organizacijsku strukturu kao mogući inicijalni model za uspostavu vlastite mreže.

Mreža je u potpunosti financirana od strane vlade, putem Norveške uprave za vodne resurse i energiju. IFE je posrednik između vlade i industrije i član upravnog odbora.

Schema organizacije:



Upravni odbor čine:

- po jedan predstavnik iz svakog industrijskog sektora
- jedan predstavnik IFE-a (operativna osoba)
- predsjedavajući, koji je uvijek predstavnik industrije.

Radni komitet čine 4 osobe:

- predsjedavajući iz upravnog odbora
- 2 predstavnika industrije, jedan mora biti iz sektora koji je intenzivni potrošač
- 1 predstavnika IFE-a.

Upravni se odbor sastaje 2-3 puta godišnje.

Radni komitet je izvršni organ odbora i priprema odluke odboru na odobrenje.

Dosadašnja opća iskustva s norveškom mrežom:

- Vođenje statistike:
 - navodi svaku industrijsku tvrtku na uspostavu sustava za energetske nadzor;
 - navodi ovlaštenu osobu iz svake tvrtke da jednom godišnje sjedne i temeljito razmotri način korištenja energije;
 - daje priliku za usporedbu specifične potrošnje energije s drugim sličnim tvrtkama;
 - daje priliku praćenja vlastite energetske potrošnje iz godine u godinu.
- Informiranje: informacije dolaze do osobe za kontakt koja je izvorno zainteresirana za energetske sektor.
- Kontakti s vladinim institucijama: industrija ima put kojim može prenositi vladinim institucijama svoja stajališta.

Zapadnoeuropska iskustva, EⁿR

Norveški IFE je, kao koordinacijska ustanova, angažiran na razvitku mreža energetske efikasnosti u Portugalu, Španjolskoj, Grčkoj i Austriji, koje se provode u sklopu europskog programa THERMIE.

Zapadnoeuropske ustanove koje se bave energetske efikasnošću povezale su se u udruhu pod nazivom *The European Energy Network - Europska energetska mreža*, najčešće označavanom kraticom EⁿR. Po vlastitoj definiciji, radi se o udruzi europskih organizacija koje su u svojim zemljama zadužene za planiranje i *management* nacionalnim znanstveno-istraživačkim, demonstracijskim i promidžbenim programima u području racionalnog korištenja energije (*RUE - Rational Use of Energy*) i obnovljivih izvora energije (*RE - Renewable Energy*).

EⁿR svoju djelatnost vidi u ohrabrivanju i olakšavanju razmjene informacija, iskustava i stručnih usluga među svojim članovima. Pritom održava kontakt s energetskim programima europske unije (*THERMIE, SAVE, SYNERGY*, itd.), i uspostavlja most između administracije EU i nacionalnih programa. Osnovna aktivnost je dakle razm-

jena informacija. Da bi rezultat djelovanja bio što pragmatičniji i bliži stvarnim uvjetima, osnivaju se radne skupine (*working groups*) s jasno definiranim zadacima i ciljevima. Da bi se dobile prave stručne analize u odgovarajućim područjima, EⁿR je postavila načelo otvorenosti radnih skupina sudjelovanju kvalificiranih trećih osoba.

Osnovne aktivnosti radnih skupina provode se po sljedećim načelima: dijeljenje znanja i iskustva, zajedničke studije, interakcija s Europskom komisijom i međunarodne aktivnosti.

Deklarativno, posebno se težište stavlja na buduću suradnju sa zemljama srednje i istočne Europe, a tokom 1995. godine ustanovljene su radne skupine za suradnju s mediteranskim zemljama i zemljama u razvitku.

Po svojoj strukturi, EⁿR je klub koji okuplja stručnost i znanje 15 nacionalnih agencija za *management* energijom. Trenutno sve zemlje Europske unije, osim Belgije, imaju svojeg predstavnika, također i Norveška. Klupska Povelja potpisana 1991. u Strasbourgu od strane 10 inicijalnih članova dala je okvir za široku suradnju na europskoj razini. Organizacijski, EⁿR je dobrovoljna nevladina udruga bez vlastitog proračuna. Nastoji imati što manji administrativni aparat, održava dva redovna sastanka godišnje, ima predsjednika i sekretarijat po načelu godišnje rotacije, osniva radne skupine, i ugovore sklapa putem svojih članova.

U konkretnim uspostavljanjima mreža energetske efikasnosti, izvještaji EⁿR-a ističu pozitivan pristup izgradnji mreže od dna prema vrhu, uz zaobilazanje formalne birokracije. Potiče se princip dobrovoljnosti dijeljenja znanja, stručnosti i iskustva s drugima, kako bi se članovima i cijeloj udruzi dala "dodana vrijednost".

Dakle, kontakti s EⁿR trebali bi omogućiti pristup dragocjenom izvoru informacija.

Predstavljanje mreže u srednjeeuropskim i istočnoeuropskim zemljama; poljski primjer

Djelatnici norveškog IFE-a su, u okviru inicijative za uspostavu mreže industrijske energetske efikasnosti u zemljama srednje i istočne Europe, uspostavili kontakt s kompetentnim osobama u Poljskoj, te je inicirano stvaranje poljske mreže. Pri Institutu za nuklearnu fiziku iz Krakowa je osnovan Centar za energetske efikasnost, kao partner za provedbu svih odgovarajućih djelatnosti.

U preliminarnim analizama, postavljeni su glavni razlozi za uvođenje mreže tog tipa u Poljskoj. Pretpostavljeno je da je specifična potrošnja energije (i vode) puno veća nego u zapadnoeuropskim industrijama zbog sljedećeg:

– nedostatak odgovarajućeg energetskog managementa

- nedostatak informacija i suvremenih znanja o općem i tehnološkom napretku u području energetske efikasnosti
- zastarjela tehnologija.

Za kompenzaciju toga razmatrane su ove aktivnosti:

- seminari i tečajevi za rukovodeće i tehničko osoblje
- organizacijske mjere unutar pojedinih tvrtki
- nadgledanje potrošnje energije i vode
- procjena mogućih ušteda energije (i vode) i postavljanje ciljeva
- mjere energetske efikasnosti za izbjegavanje ili smanjenje troškova
- pažljiva priprema velikih investicija.

I tu se uvodi pojam mreže energetske efikasnosti. Za njen glavni objekt postavlja se unapređenje sposobnosti industrijskih tvrtki da donose pravilne odluke u pitanjima koja se tiču korištenja energije (i vode) i zaštite okoliša. Pritom se pretpostavlja:

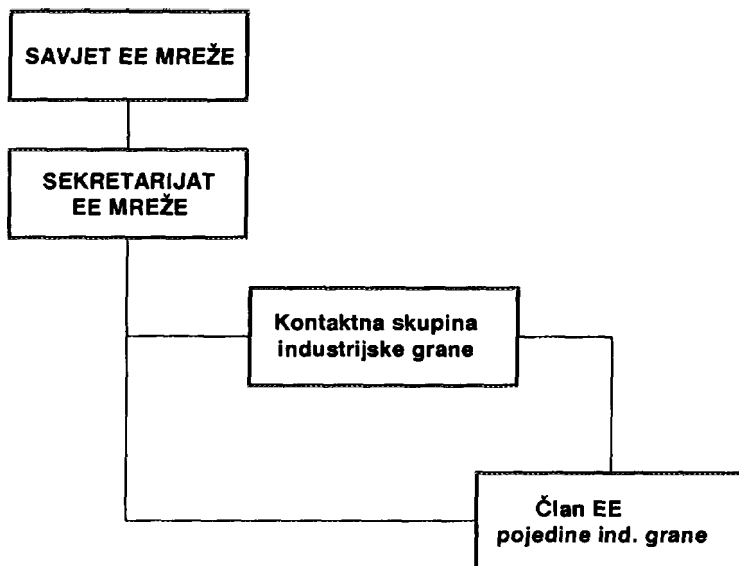
- odluke o ovim pitanjima donose se unutar samih tvrtki i sva nastala dobit pripada njima;
- važno je zapamtiti da je ovim putem postignuto dugoročno smanjenje troškova i ono utječe na dobit tvrtke.

Za postizanje ovog cilja usredotočilo se na:

- aktivnosti informiranja i motiviranja
- podršku konzaltingu i analizama iz energetike
- distribuciju energetskih analiza oglednih tvrtki
- poredbene statistike o specifičnoj potrošnji energije
- studije prema industrijskim sektorima i tehnologijama.

Planirana organizacija poljske mreže energetske efikasnosti

Shematski prikaz:



Članovi savjeta mreže:

- po jedan član iz svake industrijske grane
- predstavnik norveškog IFE-a
- predstavnik Centra za energetske efikasnosti/IFJ, Krakow.

Za sudionika aktivnosti EE mreže bio bi pozvan i predstavnik poljskog Ministarstva poljoprivrede i prehrane, te *Nacionalne agencije za očuvanje energije* (privatna organizacija s razvijenom aktivnošću iz ovog područja).

Savjet EE mreže odobrava plan aktivnosti i pronalazi lokacije za pojedine aktivnosti.

Sekretarijat EE mreže priprema godišnji plan aktivnosti i druge materijale za Savjet i vodi dnevne poslove vezane uz djelovanje mreže.

Svaka tvrtka-članica ovlašćuje jednu svoju osobu za pitanja mreže.

Smatrat će se potrebnim ustanoviti kontaktnu skupinu u svakoj industrijskoj grani. Te bi skupine razvile listu prioriteta aktivnosti po granama i inicirale međunarodnu suradnju.

Uspostava *Mreže industrijske energetske efikasnosti* u Hrvatskoj - MIEE

Nakon intenzivnih kontakata između norveškog IFE-a i Energetskog instituta "Hrvoje Požar" iz Zagreba i saznanja o stupnju razvitka energetskih mreža na svjetskoj razini, ukazala se potreba promišljanja o mreži industrijske energetske efikasnosti na našim prostorima.

Danas je specifična energetska potrošnja u Hrvatskoj na skromnoj razini, prvenstveno zbog izravnih i neizravnih posljedica ratne agresije. Unatoč tome, potreba za gospodarskom obnovom i rastom, uz nedostatnost vlastitih energetskih izvora, kao i nužnost ustanovljenja kvalitetnije politike cijena energenata, uz rastuću svijest o zaštiti okoliša, i odmah i dugoročno, nameće unapređenje efikasnosti u korištenju energije.

Uz to, Hrvatska se, kao i druge zemlje u tranziciji, susreće s nedostatnim iskustvima iz energetske efikasnosti, zastarjelim tehnološkim traktom i drugim tipičnim problemima iz ovog područja.

Sagledavši navedena iskustva drugih, izgradnja vlastite *Mreže energetske efikasnosti* (MIEE) čini se najboljim pristupom.

Projekt njene izgradnje može ubrzati provođenje drugih nacionalnih energetskih programa i s njima se dobro povezati.

Za ciljeve osnivanja MIEE u Hrvatskoj možemo postaviti ovo:

- osnovni: povećanje energetske efikasnosti u hrvatskim uvjetima
- ostvarenje neposrednijeg kontakta između industrijskih tvrtki, proizvođača energije, konzultantskih organizacija i stručnjaka te državnih institucija u zajedničkom interesu povećanja energetske efikasnosti
- obuhvaćanje industrije, turizma, dijela javnog sektora (bolnice itd.)
- uključivanje projekatana iz oblasti vezanih uz energetiku, njihovo uvođenje u informiranje i školovanje putem seminara i davanje veće uloge njima u odlučivanju o pitanjima energetske efikasnosti
- povezivanje hrvatskih znanstveno-stručnih ustanova (instituti, fakulteti itd.) iz različitih sektora oko pitanja energetike
- ostvarenje kontakata hrvatskih ustanova sa srodnim ustanovama u inozemstvu
- ostvarenje kontakata s EU-institucijama u svrhu uključivanja Hrvatske u energetske programe
- povezivanje s nacionalnim energetskim projektima drugih zemalja.

Organizacija MIEE

Načelo organiziranja mreže početno se može s pouzdanošću temeljiti na strukturi postojećih zapadnoeuropskih mreža, čime bi se iskoristila njihova iskustva o najučinkovitijim putevima međusobnog kontaktiranja.

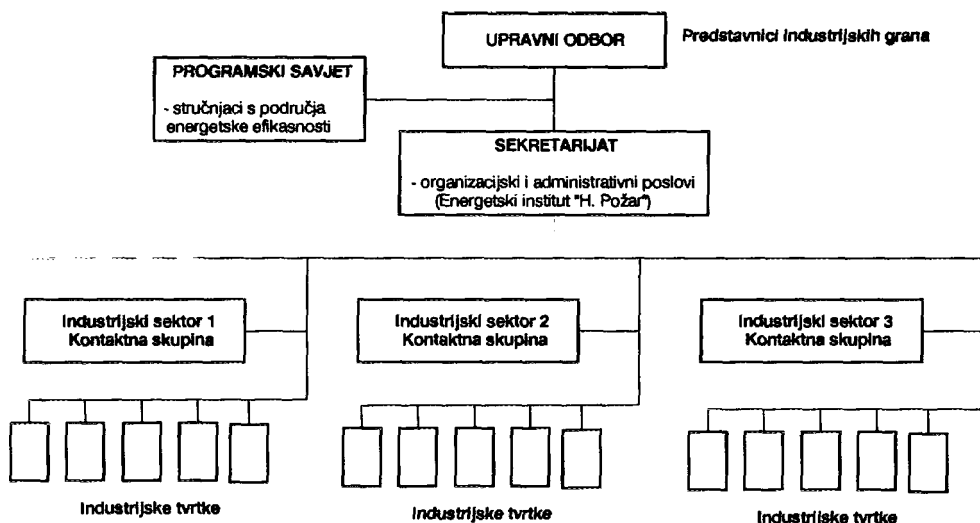
Upravni odbor MIEE bio bi sastavljen od predstavnika industrijskih grana, Ministarstva gospodarstva, Hrvatske gospodarske komore i Energetskog instituta "Hrvoje Požar".

Programski savjet MIEE bio bi sastavljen od pet do sedam stručnjaka s područja energetske efikasnosti u industriji.

Industrijske tvrtke bile bi podijeljene u sektore, a svaki sektor koordinirala bi **kontaktna skupina**.

Organizacijske i administrativne poslove mreže, dakle poslove **sekretarijata MIEE** obavljao bi Energetski institut "Hrvoje Požar".

Organizacijska shema:



Financiranje MIEE

Cijeli projekt financirao bi se iz članarina članica, sredstava europskih fondova i sredstava proračuna koja će se u budućnosti usmjeravati na povećanje energetske efikasnosti.

Plan aktivnosti

Aktivnosti za ostvarenje projekta izgradnje MIEE preuzeo bi Energetski institut "H. Požar".

Pristup bi tekao prema slijedećem rasporedu:

- tijekom 1997. godine postaviti osnovne pretpostavke za početak probnog rada mreže; intenzivirati kontakte s institutom IFE koji nudi svu potrebnu pomoć i posredništvo u kontaktima s norveškim i europskim institucijama u svrhu dobivanja sredstava iz postojećih fondova;
- distribuirati informacije o projektu, izgraditi propagandni sustav mreže, nastojati zainteresirati potencijalne sudionike u projektu;
- započeti pilot-projekt, uključivši inicijalno dvije industrijske grane prema pregledu energetske potrošnje, pogodne bi bile bazna kemijska i prehrambena industrija;
- trajanje pilot-projekta bilo bi 1-2 godine, nakon čega bi MIEE prerasla u redovni program.

Zaključak

Ideja o uvođenju *Mreže industrijske energetske efikasnosti* u Hrvatsku nastala je i potvrdila se u kontaktima s institucijama koje se ostvarenjem takvih mreža bave na europskoj razini, prvenstveno s norveškim IFE-om, europskim klubom EⁿR, pri sudjelovanju na norveško-poljskom seminaru "*Mreža industrijske energetske efikasnosti - norveška iskustva i poljska očekivanja*" u Varšavi u studenome 1996. i drugima.

Proširivši se inicijalno iz Kanade, mreže takvog tipa dale su u razvijenim industrijskim zemljama dobre rezultate, prvenstveno u razmjeni saznanja i iskustava, kao važnom uvjetu za postizanje veće efikasnosti. Dobar odjek u javnosti, sve osjetljivijoj na ekološke aspekte, pospješuje razvitak takvih mreža.

Posebna situacija u kojoj se nalaze zemlje u tranziciji pojačala je interes zapadnih institucija koje se bave mrežom industrijske energetske efikasnosti za propagiranjem i uvođenjem mreže u tim zemljama, posebno u srednjeeuropskim i istočnoeuropskim. Pritom se kao mogućnost stavljaju na raspolaganje sredstva europskih fondova (*THERMIE*, *SYNERGY*, *SAVE*, itd).

Unatoč ratnim posljedicama, Hrvatska se nalazi u dobroj situaciji za iniciranje uvođenja takve mreže, jer se uvodi globalno kvalitetnije promišljanje nacionalne energetike, razvijene su institucije i inicirani nacionalni energetski programi (prvenstveno u okviru *Projekta razvoja hrvatskog energetskeg sektora - PROHES*), te se, općenito gledano, nalazimo na početku novog ciklusa rasta i planiranja, uz ostvarenu samostalnost u odlučivanju i planiranju vlastitih interesa.

Uz to, ostvareni su odlični kontakti s odgovarajućim inozemnim institucijama koje nude svoje usluge i posredništvo.

Dodavši mogućnost uključivanja u međunarodne fondove, te mogućnost transfera znanja i, potencijalno, tehnologije, možemo zaključiti da je današnji trenutak prilika koju treba iskoristiti za uvođenje *Mreže industrijske energetske efikasnosti - MIEE*.



Dr. Mirko Matić, dipl. ing.
"INGPROJEKT" Zagreb

KAKVU ENERGETSKU POLITIKU TREBAMO?

Sažetak

U radu se daju osnovne odrednice energetske politike koje bi trebale biti ugrađene u program razvitka energetike Republike Hrvatske.

Polazi se od temeljne postavke da je mnogo lakše potrošačima smanjiti vlastitu potrošnju energije nego državi graditi nove energetske objekte.

WHAT ENERGY POLICY WE NEED?

Summary

In this paper are presented basic guidelines of Croatian energy policy which should be a part of the program of energy development in Croatia.

It starts from a basic postulate that is more easily for consumers to cut down the energy consumption than for a government to build new energy objects.

Vrijeme u kojem živimo odlikuje se nerazumno velikom potrošnjom energije zbog povećanih ljudskih aktivnosti i neučinkovite uporabe. Tako izrazita potrošnja energije nastala je kao posljedica brzog razvitka znanosti i tehnologije koji su omogućili brz razvitak industrije kao glavnog potrošača energije. Povećana potrošnja energije uzrokovala je zagađenost okoliša, što je prouzročilo narušavanje prirodne ravnoteže.

Takav razvitak događaja potaknuo je međunarodnu zajednicu i njezine nacionalne organizacije da počnu ozbiljnije razmišljati o učinkovitom korištenju i štednji energije, kao i novim izvorima energije koji bi omogućili kontroliran razvitak tehnologije, a da pritom znatnije ne utječu na promjenu čovjekova okoliša. Učinkovito korištenje i štednja energije postali su danas aktualniji nego ikad prije, zato što smanjenje potrošnje energije nije samo pitanje energetike nego i ekologije jer se razmjerno smanjuje i zagađenost okoliša koji je isto toliko važan za čovjekov opstanak koliko i energija. Zbog ekoloških problema došli smo u apsurdnu situaciju da se čovjek mora

štititi od katastrofalnih posljedica koje je sam prouzročio rješavajući temeljne probleme suvremenog života.

Učinkovito korištenje i štednja energije postali su izuzetno važni čimbenici opstanka industrijskog čovjeka jer se na taj način dolazi do energetske resursa brzo, jeftino i na ekološki čist način. Naša nastojanja valja usmjeriti bržem propagiranju učinkovitije uporabe i štednje energije. Smanjenje potrošnje energije njezinom učinkovitom uporabom i štednjom značilo bi upotrijebiti manje energije, a da se time ne ograniče ekonomske ili neke druge aktivnosti. Drugačije rečeno, to je obavljanje istih poslova uz manju potrošnju energije. Ako se s manje energije mogu postići isti učinci u proizvodnji, prijevozu i ugodnosti življenja, onda to, svakako, treba i činiti.

Mnogi svjetski energetske eksperti misle da će, ako ne bude radikalnih promjena u odnosu društva prema energiji, potrebe za energijom biti veće nego što im mogu podmiriti prirodni resursi. Jedan je od glavnih problema u tome što treba *utrošiti energiju* da bi se *dobila energija*. Mnoga pristupačna i jeftina fosilna goriva već su eksploatirana, a energija potrebna da bi se iskoristio ostatak goriva može biti jednaka energiji koju sadrže ta goriva. Vrlo važna i bitna za našu budućnost jest čista energija fosilnih goriva, a ne ukupna energija. To je ona energija koja se dobije kad se od energije koju sadrži gorivo odbije energija koja se utroši za dobivanje goriva.

Učinkovita uporaba energije je osnova za očuvanje zdravog gospodarstva i njegova kontinuiranog porasta. Ako bi se dio novca koji se izdvaja za izgradnju energetske objekata odvojio za poticanje uporabe obnovljivih izvora energije i učinkovitu uporabu energije, smanjila bi se potreba za izgradnjom energetske objekata, a smanjila bi se i naša ovisnost o fosilnim gorivima. Najveća korist bilo bi povećanje državne energetske sigurnosti i očuvanje čovjekova okoliša.

Smanjenjem potrošnje energije učinkovitom uporabom i štednjom energije postiže se:

1. smanjenje zagađenja okoliša smanjenjem dimnih plinova, otpadne vode i otpada,
2. smanjenje utroška energije i vremena za proizvodnju energije, a uštedena energija i vrijeme mogu se upotrijebiti u proizvodne i razvojne svrhe,
3. produljava se vrijeme korištenja energenata jer resursi dulje traju,
4. za svaku uštedenu energetske jedinice u primjeni uštede se 2 do 10 jedinica primarne energije,
5. moguće je lakše i brže doći do energije uštedom nego uporabom novih energetske izvora,
6. kapital koji se ulaže u nove energetske izvore može se uložiti u gospodarstvu u druge svrhe.

Sve veći zahtjevi društva za povećanom potrošnjom energije u svrhu održavanja progresivnog gospodarskog razvitka i višeg životnog standarda ljudi, traže bolje gospodarenje energijom. Učinkovita uporaba i štednja energije treba biti glavni dio

dugoročnog rješenja energetskeg problema. To bi omogućilo da se produlji vrijeme uporabe ograničenih resursa fosilnih goriva, da se smanji ovisnost o novim energetskim izvorima, da se smanje ukupni energetski troškovi i da se poveća zaštita okoliša.

U sklopu ekonomskog razvitka društva treba voditi takvu energetskeg politiku koja bi težila nultom porastu potrošnje energije u idućem razdoblju, a da se pritom ne stvore ekonomske teškoće. Postoje valjani pokazatelji koji upućuju na to da bi odlučna nastojanja i ustrajnost u provedbi mjera učinkovite uporabe i štednje energije mogli postati jedan od obećavajućih putova koji vode u stabilnu ekonomiju za dulje razdoblje, što bi moglo utjecati na smanjenje troškova za energiju i povećanje zaposlenosti. To bi mogao biti bitniji čimbenik za stvaranje ekonomskog blagostanja.

Odlučnost društva da provede mjere učinkovite uporabe i štednje energije može potaći mnoge nove poslove u gospodarstvu i povećati zaposlenost. Otvorili bi se novi poslovi za proizvodnju, prodaju, postavljanje i održavanje opreme i uređaja namijenjenih uštedi energije. To bi moglo poticajno djelovati na povećanje proizvodnosti u gospodarstvu kao cjelini. Ako bi se oprema i uređaji proizvodili u većim količinama, to bi moglo smanjiti troškove proizvodnje pa bi njihova prodajna cijena mogla biti niža. Još ako se prodaja uređaja i opreme stimulira povoljnim kreditima i oslobađanjem od poreza na promet, realno je pretpostaviti da društvo može ostvariti program nultog porasta potrošnje energije.

Zbog ograničenosti zadovoljavanja energetskeg potreba iz vlastitih izvora, a vezano s tim i uvozne ovisnosti, potrebno je u privredi razvijati proizvodnju koja traži najmanji utrošak energije po jedinici proizvoda. Treba težiti takvom razvitku u strukturi gospodarstva koji će te činjenice uzeti u obzir. Pritom je potrebno preispitati politiku društvenog razvitka i privrednu strukturu u odnosu prema energetskim izvorima u Hrvatskoj, jer se više ne može računati s jeftinom energijom.

Program potrošnje energije treba postaviti restriktivno, a da bi se to ostvarilo, nužno je pokrenuti aktivnosti u pogledu promjene strategije razvitka gospodarstva i poduzeti odgovarajuće mjere:

1. težište gospodarskog razvitka treba biti na manje energetski intenzivnoj industrijskoj proizvodnji s djelatnostima koje osiguravaju brži razvitak privrede i društva,
2. razvijati i primjenjivati nove tehnologije koje bi povećale produktivnost i smanjile potrošnju energije po jedinici proizvoda,
3. usmjeravati potrošače na korištenje onih oblika energije kojima bi se postigla najveća ukupna energetska učinkovitost,
4. osigurati veći stupanj korištenja prirodnog plina kao energenta, osobito u kućanstvima i svuda gdje je umjesto elektroenergije moguće koristiti prirodni plin,
5. poticati i stimulirati uporabu obnovljivih izvora energije; solarne i geotermičke energije, energije vjetrova i malih vodnih hidroelektrana te energiju biomase,

6. poticati i stimulirati proizvođače opreme, strojeva i uređaja da proizvode opremu strojeve i uređaje koji će imati veću energetska učinkovitost,
7. poticati stimulativnim mjerama učinkovito korištenje i štednju svih oblika energije te razviti i primjenu novih tehnologija,
8. poticati stimulativnim mjerama primjenu sustava za kogeneraciju, posebno onih koji će kao gorivo koristiti biomasu i komunalni i industrijski otpad,
9. donijeti zakon s pratećom regulativom o učinkovitom korištenju i štednji energije,
10. izraditi tarifni sustav za prodaju energije utemeljen na realnom odnosu cijena energenata poštujući njihovu energetska, eksergetska i ekološka vrijednost.

Smanjenje potrošnje energije može se najbolje ostvariti primjenom cjelovitog programa učinkovitog korištenja i štednje energije. Iskustva mnogih zemalja pokazuju da se dobrim nadzorom, održavanjem i rukovanjem potrošača energije može smanjiti potrošnja energije do 10% bez financijskih ulaganja, do 15% modifikacijom postojećih tehnoloških rješenja koja zahtijevaju stanovita financijska ulaganja, a isti postotak mogao bi se ostvariti primjenom novih tehnoloških rješenja i nove tehnološke opreme.

Približno 40% primarne energije u Hrvatskoj troši se za grijanje i hlađenje zgrada, a barem na 50% od tako utrošene energije imamo utjecaja pri projektiranju zgrada. Tu su i najveće mogućnosti za smanjenje potrošnje energije. Dobrim urbanističkim rješenjem naselja, izborom energetske optimalne veličine i oblika zgrada, smanjenjem visine boravišnog i radnog prostora i smanjenjem površine ostakljenja zgrada moguće je smanjiti potrošnju energije do 12%. Uporabom stvarnih projektnih temperatura vanjskog zraka i primjenom novog načina proračuna gubitaka topline u zgradama moguće je smanjiti potrošnju energije do 15%. Primjenom ekonomskih koeficijenata prolaza topline, što znači pojačanom toplinskom zaštitom zgrada, moguće je smanjiti potrošnju energije do 30%.

Ako bi se primijenili ekonomski koeficijenti prolaza topline kod zgrade s 50 stanova pokrili bi se troškovi pojačane toplinske izolacije smanjenjem troškova sustava za opskrbu energijom i još bi se u investiciji uštedjelo 10.000 DEM, a godišnje bi se uštedjelo i 15 tona loživog ulja. To se može iskazati i na drugi način, da svaki kilovatsat utrošene energije za proizvodnju toplinskog izolatora godišnje uštedi najmanje dva kilovatsata toplinske energije pri grijanju zgrade. Teško je povjerovati da postoji neka investicija čija bi rentabilnost bila veća nego što je to ekonomska toplinska izolacija zgrada.

Nerazumno je, a i energetska neprihvatljivo, graditi nove energetske objekte za proizvodnju električne energije da bi tu energiju koristili za grijanje boravišnog i radnog prostora. Električna energija je prvenstveno namijenjena za obavljanje rada jer se više od 90% te energije može pretvoriti u koristan rad.

Svaka državna politika koja više potiče i pomaže programe i projekte za eksploataciju fosilnih goriva i izgradnju energetskih objekata nego programe za učinkovito korištenje energije, može u gospodarstvu prouzročiti stanje u kome se energija neće moći učinkovito rabiti, a da ne nastupe ozbiljni ekonomski poremećaji.

Ne smije se dopustiti da mi kao država nekontrolirano trošimo energiju i energente koje uvozimo i kojima ne raspolažemo u dovoljnim količinama. Ako se to dopusti, to bi moglo ozbiljno oslabiti naš gospodarski sustav i naš položaj u svijetu. Naš strateški cilj treba biti energetska nezavisnost i zdravo gospodarstvo.

I na kraju, moram se upitati imaju li četiri naraštaja čovječanstva moralno pravo i smije li dopustiti da oni tijekom 300 godina potroše sve dostupne resurse fosilnih goriva koje je priroda stvarala milijunima godina, a ostalo čovječanstvo ih nije potrošilo za dva milijuna godina, koliko je poznato da čovjek obitava na zemlji? Kakvo opravdanje pred svojom savjesti možemo imati da trošimo energente koji ne pripadaju samo nama nego i budućim naraštajima, a ti budućí naraštaji nisu u mogućnosti da nam se suprostave? To su zabrinjavajuće činjenice o kojima čovječanstvo mora ozbiljno razmisliti.



Marijan Kalea, dipl. ing.
Hrvatska elektroprivreda, Osijek

REGIONALNI ASPEKT OPSKRBE ENERGIJOM - PRIMJER SLAVONIJE I BARANJE

Sažetak

U radu se iznose značajke ukupnih kretanja, te kretanja prema oblicima i prema sektorima opskrbe energijom Slavonije i Baranje u razdoblju 1985. – 1990. godine, te se posebno prikazuje utjecaj ratnih zbivanja na opskrbu u 1991. godini. Iza toga, u skladu s prirodno-gospodarskim osobitostima Hrvatske, na primjeru i iskustvu Slavonije i Baranje, iznose se neke teze o mogućem regionalnom pristupu opskrbi energijom u Hrvatskoj.

REGIONAL ASPECT OF ENERGY SUPPLY - SLAVONIJA AND BARANJA EXAMPLE

Summary

In this paper are given characteristics of total energy supply and tendencies according to sources and sectors of energy consumption in Slavonija and Baranja, between year 1985 and 1990. Separately are given war influences to energy supply in the year 1991. There are also given, based on natural-economical characteristics of Croatia, on example and experience of Slavonija and Baranja, some thesis about possibly regional approach to energy supply in Croatia.

1. Uvod

Iznosi se pregled rezultata opsežnog istraživanja koje je poduzeto neposredno prije rata 1991./92. godine od strane skupine autora okupljenih oko Elektrotehničkog fakulteta u Osijeku na projektu *Efikasnost korištenja energije*, radi sagledavanja značajki opskrbe energijom područja Slavonije i Baranje (ti su autori: dr. M. Ivanović, D. Karavidović, mr. I. Balićević, D. Jakić, mr. D. Maras, S. Beg i M. Kalea). Rat je njihov rad - neokončan - prekinuo. Ipak, verificirani su i homogenizirani podaci, te je izražen cjeloviti njihov pregled, no bez detaljne analize i sinteze poruka. Ovaj rad koristi glavne nalaze iz opsežnih separata tog istraživanja.

Najprije se iznose značajke ukupnih kretanja, te kretanja prema oblicima i prema sektorima opskrbe energijom Slavonije i Baranje u razdoblju 1985. – 1990. godine, te se posebno prikazuje utjecaj ratnih zbivanja na opskrbu u 1991. godini. Zaključno, u skladu s prirodno-gospodarskim osobitostima Hrvatske, na primjeru i iskustvu Slavonije i Baranje, iznose se neke teze o mogućem regionalnom pristupu opskrbi energijom u Hrvatskoj.

2. Obuhvat

Promatrano područje je teritorij Slavonije i Baranje koji obuhvaća 14 ondašnjih općina (stanje 1989.): Beli Manastir, Donji Miholjac, Đakovo, Našice, Nova Gradiška (podaci za električnu energiju ne obuhvaćaju područje Nove Gradiške), Orahovica, Osijek, Slatina, Slavonski Brod, Požega, Valpovo, Vinkovci, Vukovar (podaci za električnu energiju ne obuhvaćaju područje Iloka i okolice) i Županja. Područje ima površinu 11090 km² a broj stanovnika 892035 (1991. /5/). Nalazi se na oko 45 stupnjeva sjeverne geografske širine, s najnižom temperaturom od oko -25°C i najvišom od oko +40°C.

U Republici Hrvatskoj promatrano područje sudjeluje s (1989.): 19,0% prema broju stanovnika, 15,7% prema broju radnika, 15,4% prema narodnom dohotku i 19,6% površinom (5).

Promatra se vrijednost i struktura finalne energije na mjestu predaje te energije – iz javnih energetske poduzeća - njezinim korisnicima, potrošačima. Blokove kotlovnice, industrijske kotlovnice, energane i toplane promatraju se kao korisnici određenog oblika energije iz javnih energetske poduzeća, a ne kao isporučioči transformiranih oblika svojoj finalnoj potrošnji. Termoelektrana-toplana u Osijeku (jedina javna elektrana na području) promatra se kao isporučilac električne energije i topline, a ne kao korisnik tekućeg goriva i plina.

Prate se kretanja sljedećih oblika korištenja energije i načina njihove isporuke:

Oblik energije	Način isporuke
– električna energija	pri 110kV, 35kV, 10kV i pri niskom naponu
– toplota	para, vrela voda
– plinovita goriva	prirodni plin, naftni (kaptažni) plin, tekući naftni plin
– tekuća goriva	motorski benzin, dizelsko gorivo, mlazno gorivo, ekstralako i lako loživo ulje, teško loživo ulje
– kruta goriva	koks, kameni ugljen, mrki ugljen, lignit

Energetski ekvivalenti jednaki su onima primijenjenim u *Energetskoj bilanci Hrvatske* (4). Nije obuhvaćeno ogrjevno drvo; nije se raspolagalo podacima (vjerojatno bi vrijednost krutih goriva bila barem dvostruko veća od iskazane da je uključeno i ogrjevno drvo). O potrošnji ostalih krutih goriva raspolagalo se s podacima samo za godine 1988. do 1991. Za prethodne tri godine vrijednosti su ekstrapolirane na način da se očuva udio krutih goriva u ukupnoj energiji iz 1988. godine.

Za svaki oblik energije promatrani su udjeli u sektorima finalnog korištenja:

Sektor korištenja	Podsektori
- industrija	
- promet	
- opća potrošnja	domaćinstva, ostala potrošnja

Budući da su početkom svibnja 1991. godine započela neposredna ratna zbivanja na ovom području, ta godina nije reprezentativna za kretanja u prethodnom višegodišnjem razdoblju. Stoga su sva kretanja promatrana u prijeratnom nizu, od 1985. do 1990. godine, i iskazivana prosječnim godišnjim stopama - iz omjera krajnje (u 1990. godini) i početne vrijednosti (u 1985. godini). Ostvarenja u 1991. godini ipak se iznose radi uvida utjecaja prve ratne godine na opskrbu.

3. Prirodni energetske resursi područja

Područje Slavonije i Baranje značajno je bogatije izvorima primarne energije od prosječnih hrvatskih prilika. Ovdje su u iskorištavanju nalazišta nafte, kaptačnog i prirodnog plina. Time je opskrbljenost vlastitim energetske izvorima u 1982. godini (dakako, iskazano energetske ekvivalentima - neovisno o strukturi) bila oko 2,5 puta veća od opskrbljenosti Hrvatske (2). Međutim, izvori nafte i plina u predstojećem vremenu prelaze u fazu iscrpljenja. Neiskorišteni hidropotencijal Drave i Save je reda veličine 500 GWh/god. Ukupni potencijal vodnih snaga čini oko 1/15 hrvatskih (6), prilike su ovdje znatno ispod prosječnih hrvatskih prilika.

Zbog geografskog položaja i reljefa, područje je oduvijek bilo korišteno za polaganje transportnih puteva - cesta već od rimskog doba, a željezničkih pruga od najranijeg doba željeznice u nas. Područjem prolazi magistralni plinovod uz Dravu, dovršava se onaj uz Savu, također ovim područjem prolazi Jadranski naftovod, te sjeverni elektroenergetski dalekovodni potez u mreži 400 kV.

Rashladni potencijal rijeka omogućio bi izgradnju termoelektričnih objekata za proizvodnju električne energije, osobito na Dunavu (reda veličine 1000 MW, za hrvatsku stranu). Osobitosti slavonskog gorja omogućuju razmatranje lokacije odlagališta posebnog otpada.

4. Ukupna kretanja u opskrbi energijom u razdoblju 1985. – 1990. godine

Kretanje ukupne energije predane potrošačima iz javnih energetske poduzeća na području Slavonije i Baranje vidljivo je kao zbrojna vrijednost u tab. 1 ili tab. 2. Riječ je o apsolutnoj razini od oko 37 PJ. To je oko 13,7% finalne energije Hrvatske (koja je tada iznosila oko 270 PJ).

Obuhvat ovog rada, donekle različit od obuhvata u (4), ipak dopušta ukupnu usporedbu; ovdje je izostavljeno ogrjevno drvo, što smanjuje ukupno iskazanu količinu, ali obuhvat energije predane toplanama (a ne energije isporučene iz toplana), povećava ukupno iskazanu količinu - ako su ta dva utjecaja podjednaka tada se kompenziraju u ukupnom iskazu.

Promatrano samo za sebe (ne sagledavajući učinke koji su pri tome postignuti), ostvareno kretanje i stanje su zadovoljavajući: praktično radi se o stagnaciji, odnosno laganom padu u neposrednom prijeratnom razdoblju (i ne pretjeratnom padu u prvoj ratnoj godini). Takvo kretanje ostvareno je tada i u Hrvatskoj u cjelini. Ukažimo da je efikasnost korištenja energije nešto bolja u Slavoniji i Baranji od hrvatske efikasnosti: slavonskim udjelom od 13,7% u hrvatskoj energiji ostvaren je udio od 15,4% u narodnom dohotku.

Ukupna potrošnja je zbroj potrošnje svih sektora, a opća potrošnja je zbroj potrošnje u kućanstvima i ostale potrošnje.

Tadašnja općina Osijek, dakako, šira od grada Osijeka, s razinom od oko 10 PJ energije predane potrošačima, prema (3), čini nešto više od četvrtine energetske potreba Slavonije i Baranje.

5. Kretanja prema oblicima opskrbe energijom

Kretanje energije predane na korištenje iz javnih energetske poduzeća potrošačima na području Slavonije i Baranje prema oblicima predaje te energije prikazano je u tablici 1. Glavne osobitosti petogodišnjeg prijeratnog kretanja i nastalog stanja su:

- najveći udio imaju tekuća goriva (nešto manje od 40%, 1990.), no njihova se potražnja smanjuje prihvatljivom godišnjom stopom (većom od 2%)
- vrlo velik je dostignuti udio plinovitih goriva (gotovo 30%, 1990.), s najvećom stopom ostvarenog porasta (oko 3%), što je naglašeno prihvatljivo
- udio električne energije je na razini hrvatskoga (oko 18%), što je s te strane u redu, ali je općenito neprimjereno našim ekonomskim mogućnostima
- korištenje krutih goriva ostvarilo je najveći pad u promatranom razdoblju, što je primamljivo, ali je opet pitanje je li i ekonomski utemeljeno (ili je više rezultat

komoditeta potrošača, nemara dobavljača i neopravdano visoke krajnje cijene krutih goriva)

– toplina iz centraliziranog toplinskog sustava (CTS) nije karakteristična za Slavoniju i Baranju (jer se javno isporučuje samo u Osijeku), sudjeluje s nešto više od 3% u ukupnoj finalnoj opskrbi energijom.

Plemenitiji oblici energije (elektrika, toplina iz CTS, plinovita goriva), na kraju promatranog razdoblja čine oko 50% ukupne energije predane potrošačima, a na početku promatranog razdoblja taj je udio bio oko 43%.

Tablica 1

ENERGIJA PREDANA NA KORIŠTENJE PREMA OBLICIMA U SLAVONIJI I BARANJI (PJ) I PROSJEČNA GODIŠNJA STOPA PORASTA 1990./1985. (u postocima)

Oblik energije	1985.	1986.	1987.	1988.	1989.	1990.	1991.	90./85.
El. energija	5,88	6,12	6,34	6,18	6,25	6,13	4,95	0,82
Toplina iz CTS	1,15	1,07	1,22	1,20	1,20	1,19	1,06	0,69
Plin. goriva	8,70	9,71	9,93	10,28	10,29	10,07	8,46	2,96
Tekuća goriva	14,84	14,60	14,06	13,85	14,19	13,20	10,75	-2,31
Kruta goriva	5,68	5,86	5,87	5,82	5,19	4,44	2,64	-12,63
Ukupno	36,25	37,36	37,41	37,12	37,12	35,02	27,87	-0,69

Iskazani prirodnim jedinicama, vrijednosti pojedinih oblika energije predane na korištenje u 1990. godini su:

– električna energija	1700 GWh
– toplina iz CTS	330 G Wh
– plinovita goriva	290 Mm ³
– tekuća goriva	300000 t
– kruta goriva (bez drva)	320000 t.

6. Kretanja opskrbe energijom po sektorima potrošnje

Kretanje energije predane na korištenje iz javnih energetskih poduzeća potrošačima na području Slavonije i Baranje prema sektorima predaje te energije prikazano je u tablici 2. Glavne osobitosti petogodišnjeg prijeratnog kretanja i nastalog stanja su:

– najveće smanjenje potrošnje energije ostvarila je industrija (prosječnom stopom višom od 2,5%), vrlo vjerojatno uz povećanje efikasnosti korištenja energije, jer je udio plemenitijih oblika energije u industriji porastao s 58% (1985.) na čak 73% (1990.), a tekuća goriva opala su s 22% (1985.) na samo 9% (1990.)

– najveće povećanje potrošnje energije ostvareno je u prometu (prosječnom stopom višom od 2%), vrlo vjerojatno bez odgovarajućeg povećanja dohotka ostvarenog prometom; na to ukazuje promjena strukture goriva: znatno se povećava motorski benzin (stopom od 5,5%), a smanjuje dizelsko gorivo (stopom -1,6%), pogotovo opada korištenje mlaznog goriva (praktički je desetkovano u tih pet godina) – povećava se dakle neproduktivni promet osobnih i sličnih vozila, a opada promet teretnih vozila

– kućanstva u 1990. godini koriste približno jednako energije kao u 1985. godini, time je zaustavljen porast u tom neproduktivnom sektoru, uz naglašeno povoljnu promjenu strukture po oblicima: plin raste stopom od čak 18%, toplina iz CTS preko 7%, kruta goriva opadaju stopom od oko 12%, a električna je opala stopom od 2%

– ostala potrošnja (poljoprivreda, komunalna potrošnja, opće društvene djelatnosti, obrt, usluge i sl.) ima podjednak udio i podjednako kretanje kao i kućanstva povoljnije bi bilo da je ostvaren stanoviti porast za takve, produktivne potrebe.

U usporedbi s Hrvatskom u cjelini, ostvarena kretanja i postignuto stanje po sektorima povoljnije je u Slavoniji i Baranji od prosječnih prilika: industrija ima veći udio, promet i kućanstva imaju manji udio, a ostala potrošnja ima veći udio u Slavoniji i Baranji nego u Hrvatskoj u cjelini. Ta usporedba s Hrvatskom učinjena je na trogodišnjem prosjeku 1988. – 1990. godine.

Tablica 2

ENERGIJA PREDANA NA KORIŠTENJE PREMA SEKTORIMA U SLAVONIJI I BARANJI (PJ) I PROSJEČNA GODIŠNJA STOPA PORASTA 1990./1985. (u postocima)

Sektor korišt.	1985.	1986.	1987.	1988.	1989.	1990.	1991.	90./85.
Industrija	16,87	17,53	17,15	16,54	16,03	14,82	11,63	-2,55
Promet	6,92	7,49	7,58	7,69	7,80	7,70	5,49	2,16
Opća potrošnja	12,47	12,34	12,69	12,88	13,29	12,50	10,75	0,05
- kućanstva	5,94	5,80	5,99	6,16	6,51	6,04	4,99	0,32
- ostala potr.	6,53	6,54	6,69	6,72	6,79	6,47	5,77	-0,19
Ukupno	36,25	37,36	37,41	37,12	37,12	35,02	27,87	-0,69

7. Opskrba energijom u prvoj ratnoj godini (1991.)

Ratna razaranja, otežavanje i zamiranje gospodarskih i društvenih djelatnosti, privremena okupacija dijela teritorija (oko 25%) i otežanje dobave i isporuke energije, prouzrokovali su smanjenje potrošnje energije u 1991. godini. To smanjenje u odnosu na 1990. godinu iznosi u Slavoniji i Baranji oko 20%. Neočekivano, u Hrvatskoj je to smanjenje veće (oko 23%, (7) - očito je na drugim područjima bila veća pogodnost ratom i usporenija tekuća sanacija objekata, kako na strani korištenja energije - tako i na strani dobave energije.

Prema čestoci i prostornom zahvatu udara u 1991. godini, to ukazuje na solidno ratno funkcioniranje javnih energetske poduzeća i svekolikih gospodarskih i društvenih djelatnosti na području Slavonije i Baranje. Neke značajke (usporedba 1991./1990.):

- najviše je opala potrošnja u prometu, gotovo 30%; zastalo je ono što nije bilo moguće ili nužno da prometuje u ratu

- najmanje je zastala opća potrošnja, oko 10%; naglašena diverzifikacija, fleksibilnost i nužda da taj sektor funkcionira i u ratu, najmanje je izložen razaranja i najlakše mu se suprotstavlja

- industrija je koristila oko 22% manje energije, no u posljednjoj mirnodopskoj godini, zaustavljena je ili onemogućavana je u Vukovaru, Borovu, Osijeku, Valpovu, Vinkovcima, Županji i Slavonskom Brodu; ipak je pad manji nego što bi se očekivalo

- kućanstva su koristila 18% manje energije; zbog rata je velik broj obitelji privremeno napustio ili trajno ostao bez svojih domova, ali je život u ratnim uvjetima vodio neracionalnijem korištenju energije te je pad manji nego što bi se očekivalo, ostvareno je povećanje korištenja prirodnog plina od čak 18%, a u Osijeku i topline iz CTS od oko 3%.

U općoj potrošnji gotovo je zadržano korištenje tekućih goriva, prirodnog plina i topline iz CTS kao u predratnoj godini, a električna je više prigušena no u kućanstvima - vjerojatno je ovdje izbjegavana njezina znatnija supstitucija za grijanje.

Svi oblici energije koji se do krajnjih potrošača dobivaju mrežom (električna, toplota iz CTS i prirodni plin) pokazali su se žilavijim prema ratnim okolnostima, a oni koji se doturaju vozilima naglašeno osjetljivijim. Premda, ako bi bilo dovoljno pripremnog vremena za rat, pravodobna bi distribucija i diverzifikacija tekućih, a osobito krutih goriva, pružala veću sigurnost i tekuću neovisnost lokalne obrane. U slavonsko-baranjskim domaćinstvima u prvoj je ratnoj godini ostvareno korištenje samo polovine tekućih goriva i čak samo trećine krutih goriva u odnosu prema posljednjoj predratnoj godini.

8. Teze o regionalnom pristupu opskrbi energijom

Primjereno prirodno-gospodarskim osobitostima Hrvatske, na primjeru i iskustvu Slavonije i Baranje u dosadašnjem razvoju opskrbe energijom, pa - nezaobilazno - i ratnom iskustvu, mogle bi se glavne okosnice regionalnog pristupa opskrbi energijom u Hrvatskoj sažeti na sljedeći način:

- **energetska bilanca** sagledava se na razini države, vodeći računa o osobitostima potreba i mogućnosti opskrbe pojedinih regija

- regionalna parcelacija za sagledavanje energetske opskrbe bila bi preuska na županijskoj matrici Hrvatske, čini se najprimjerenijim promatranje četiri **makroregije** (Osijek, Zagreb, Rijeka, Split), uz dodatna gledanja na subregionalne osobitosti (primjerice, veliki grad Zagreb, ostala makroregionalna središta, Međimurje, Istra) ili interregionalne osobitosti (primjerice Podravina, otoci) i izlučivanje županijskih izvoda iz makroregionalnih cjelina

- **pouzdanost** opskrbe je ključna, prema zemljopisnom obliku Hrvatske te interregionalnoj nehomogenosti Hrvatske; bitna je diverzifikacija ključnih energetskih čvorova i glavnih prijenosnih linija

- **pridobivanje** prirodnih oblika energije, **prihvat** uvozne energije i **transformacija oblika** odvija se u objektima, dakako, prirodno uvjetovanih lokacija na pojedinim regijama, ali dimenzioniranih na državnoj razini; neprihvatljivost **apriornog odbojnog stava** regija prema svim ključnim energetskim objektima (radi "*čiste hrane*" ili "*čiste obale*", da navedemo samo dva uobičajena argumenta odbijanja); nužno je mirenje prirodnih zadanosti za dobavu, pridobivanje, preobrazbe i prijenos energije, te zbrinjavanje otpada, s prirodnom mogućnostima za što učinkovitije korištenje energije

- potreba i nužda prekograničnog energetskog povezivanja ne služi rješenju osnovne dobave energije pojedinoj makroregiji, svaka makroregija mora imati **energetski koridor prema ostaloj Hrvatskoj** dimenzioniran za normalne potrebe u pogledu kapaciteta i pouzdanosti

- **transport preko Hrvatske** za potrebe drugih zemalja mora omogućavati participaciju regije u korištenju transportiranog oblika energije ili na drugi način to treba supstituirati

- korištenje **nekonvencionalnih izvora energije** i **upravljanje potrošnjom energije** naglašeno su regionalno obilježeni, te je njihovo sagledavanje i izbor, a potom i edukacijsko promicanje i organizacijsko-financijsko poticanje - područje najneposrednijih regionalnih preokupacija.

Dokumentacija:

- (1) Grupa autora: *Razvoj elektroenergetike u Slavoniji i Baranji do 2000. godine*, IZE, Zagreb, 1978.
- (2) Grupa autora: *Razvoj energetike Slavonije i Baranje do 2000. godine*, IZE, Zagreb, 1987.
- (3) Grupa autora: *Opskrba Osijeka energijom*, JAZU, Zavod za znanstveni rad Osijek i Elektrotehnički fakultet Sveučilišta u Osijeku, 1990.
- (4) B. Vuk: *Energetske bilance Hrvatske 1988. – 1990.*, IZE, Zagreb, 1991.
- (5) *Statistički kalendar Jugoslavije 1991.*, SZS, Beograd, 1991.
- (6) H. Požar: *Opskrba Slavonije energijom*, Prvi znanstveni sabor Slavonije i Baranje, Požega 1980.
- (7) B. Vuk: *Energija u Hrvatskoj 1990. – 1994.*, Ministarstvo gospodarstva, Zagreb, 1995.



dr. Stevo Kolundžić
dr. Gordana Sekulić

STRATEGIJA OPSKRBE PLINOM DO 2020. GODINE

SAŽETAK

Razvitak hrvatskog gospodarstva sagledava se uz ubrzaniji (u odnosu na posljednjih pet godina) i djelotvorniji razvitak energetskog sektora. U tome je posebno značenje plina koji već danas sudjeluje s 27% (1995.) u potrošnji energije, a prema procjenama potrošnje do 2020. godine, taj udio će se povećavati.

Zato je izbor odgovarajuće **strategije opskrbe plinom** jedno od ključnih zadataka kako plinskih tvrtki i države.

U radu se prikazuju **ocjene potrošnje plina i mogućnosti (izvori) opskrbe**. Zatim se analiziraju **osnovni uvjeti i strateške aktivnosti** koje je nužno provoditi radi ostvarenja veće potrošnje plina, a sve to u skladu s europskim i svjetskim trenovima globalizacije plinske industrije i ujednačavanja uvjeta njezinog poslovanja i razvitka.

Među uvjetima ključno mjesto pripada pouzdanosti **opskrbe** i aktivnostima kojima se ona postiže. Slijedi problematika **cijena plina** i nužnost njihovog porasta i kako to ostvariti, budući da o tome ovisi financiranje budućeg razvitka plinske infrastrukture i objekata. U ostvarenju uspješne strategije opskrbe plinom bit će nužno pravodobno donijeti i provoditi odgovarajuću **regulativu** (tarifni sustav cijena, porezi, privatizacija, mjere sigurnosti i sl.), koja će biti slična regulativi zemalja tržišne ekonomije, s obzirom na globalno značenje plinske industrije i opredjeljenje hrvatske države da se intenzivnije uključi u svjetsko gospodarstvo.

SUMMARY

Development of Croatian economy manifests itself through more rapid (as distinguished from the last 5 years) and more effective development of energy sector. There is a substantial impact of gas which makes already 27% (in 1995) of energy consumption. According to consumption estimates, this share will continue to grow till 2020.

That is the main reason for both gas industry and the state to find an appropriate **gas-supply strategy**.

In this report there are **gas-consumption estimates and possible supply-sources**. Furthermore, **essential conditions and strategies** are analysed here, necessary for the increase of gas consumption, matching with global European and world trends

of expanding the gas industry world-wide and balancing conditions of gas transactions and development.

One of the most important condition is **safety of delivery** and the corresponding activities. Then there is the issue of **gas prices**: how to achieve the necessary price-increase, which makes the main source of financing the future infrastructure facilities and gas projects. It will be necessary to devise and apply the adequate **regulations** (such as price rates system, taxes, privatisation, safety measures, etc.) promptly, and thus successfully realise the gas-supply strategy. These regulations would resemble those in countries with market economy according to global importance of gas industry and Croatian orientation to more intensive participation in world economy.

UVOD

Danas, kada prirodni plin sudjeluje s 27% (1995.) u potrošnji energije u Hrvatskoj, a može se očekivati da će se taj udio povećati do 2010., postavlja se strateško pitanje: "Što možemo očekivati i raditi u duljem strategijskom periodu **do 2020.?**" Raspoloživost, pouzdanost opskrbe, konkurentnost plina u odnosu na druge energente, ekološke razvojne prednosti, odrednice su budućeg položaja prirodnog plina na specifičnom energetsom tržištu. To su ujedno i odrednice kako globalne strategije potrošnje plina tako i njezine izvedbene strategije opskrbe plinom.

Stvaranje tržišne ekonomije, potpisivanje europske energetske povelje, pristupanje udrugama slobodne trgovine, očekivanje pristupanja EU, dodatno će zaoštriti tržišne uvjete i ubrzati procese restrukturiranja, pa energetske proizvođači moraju umnogostručiti napore da steknu refleksije koje povijesno nisu stjecali, barem ne u razdoblju druge polovice ovog stoljeća.

Spoznaja o utjecaju ekonomike obujma, traženje "vrednijih" tržišta i niša uz saznanje da je nužno imati i velike i male kupce, i vrednija i manje vrijedna tržišta, praćeno pravodobnim aktivnostima, utjecat će dugoročno i dodatno na "mjesto i ulogu prirodnog plina u energetici", a iskazivat će se ukupnom potrošnjom, udjelima i zaradom.

Ako prihvatimo, a rasprave o strategiji energetskega razvoja Hrvatske tijekom 1996. godine su to potvrdile, da su osnovna uporišta dugoročne energetske politike konkurentnost, pouzdanost opskrbe i zaštita okoliša, tada plin ima sve uvjete da pridonese ostvarenju tih ciljeva ekološkog razvojnog koncepta hrvatskog gospodarstva i energetskega sektora.

Postojeći, relativno visok udio plina u ukupnoj energetskega potrošnji, povoljnost je za gospodarstvo. Međutim, očekivano smanjenje domaće proizvodnje do 2010. godine, povećanje ovisnosti o uvozu, postojanje samo jednog pravca uvoza (iz Rusije) te samo jedno skladište plina, elementi su nesigurnosti buduće potrošnje, pa je

povećanje pouzdanosti opskrbe plinom strateška misija hrvatske vlade, pri čemu plinske i druge tvrke imaju ulogu provedbe aktivnosti za ostvarenje te misije.

Svrha ovog rada je da prikaže neke vizije i podloge, kako za shvaćanja tako i za provedbu što uspješnije strategije opskrbe plinom Hrvatske za sljedećih 25 godina.

1. POTROŠNJA PRIRODNOG PLINA

1.1. Potrošnja plina do 1995.

U proteklih dvadesetak godina plin je u Hrvatskoj postao, uz naftu, dominantan izvor energije s udjelom od 27% u 1995. godini. To je posljedica raspoloživosti plina iz domaće proizvodnje, ali i smanjenja potrošnje ostalih energenata (nafte, ugljena), uslijed ekoloških i ekonomskih prednosti plina, ali i smanjenja gospodarskih aktivnosti početkom devedesetih godina. Tako je udio plina u strukturi potrošnje primarne energije 1975. godine bio svega 8,5% u Hrvatskoj, a u Zapadnoj Europi čak 13,3%. Nakon dvadeset godina, taj udio u Hrvatskoj je veći za 7 strukturnih postotaka nego u Europi, gdje iznosi 19,7%.

Tablica 1. Udio prirodnog plina u potrošnji primarne i finalne energije u Hrvatskoj i Europi

- postoci (%)

Godina	Udio plina u primarnoj potrošnji energije u Hrvatskoj	Udio plina u finalnoj potrošnji energije u Hrvatskoj	Udio plina u primarnoj potrošnji energije u Europi	Udio plina u finalnoj potrošnji energije u Europi
1975.	8,5	—	13,3	—
1980.	12,6	10,1	14,6	—
1987.	20,7	18,5	16,4	23,1
1988.	19,9	—	16,0	—
1989.	20,2	—	16,5	—
1995.	27,0	20,4	19,7	23,8

Izvori. 1. BP statistical review of world energy (razna godišta)

2. Republika Hrvatska, Ministarstvo gospodarstva: Energija u Hrvatskoj (razna godišta)

Međutim, ako usporedimo strukturu potrošnje prirodnog plina, uočavamo goleme razlike između strukture potrošnje u Hrvatskoj i Europi (tablica 2). Dok su kućanstva dominantna u potrošnji plina u Europi, u Hrvatskoj je to neenergetska potrošnja, ali i industrija (uključene i termoelektrane), koji pri postojećoj tehnologiji ne podnose visoke cijene plina. Ovakva struktura potrošnje je ujedno i ograničenje porasta cijena plina, a i porasta potrošnje. Zato je promjena strukture potrošnje plina jedno od strateških zadataka u idućem razdoblju.

Tablica 2. Struktura potrošnje plina u Europi i Hrvatskoj u 1992. godini
- u postocima (%)

	Ukupno	Neenergetska potrošnja	Industrija	Kućanstva i dr.
Europska unija	100,00	1,95	34,85	60,20
Hrvatska	100,00	39,65	37,65	22,70

Izvor: United Nations, Annual Bulletin of Gas Statistics for Europe and North America, Vol XXXVIII, 1994

Posebna pozornost, s obzirom na predviđanja budućnosti, daje se kretanjima potrošnje plina u Hrvatskoj od 1990. do 1995. godine. Smanjenje potrošnje posljedica je smanjenih gospodarskih aktivnosti i strukturnih promjena izazvanih ratom i ratnim uvjetima poslovanja i življenja. Potrošnja plina, uz oscilacije u pojedinim godinama, u 1995. godini je bila manja za oko 300 mil. m³ nego u 1990., a uz smanjenje bruto domaćeg proizvoda za 32%.

Najveće su se promjene u potrošnji plina dogodile u sektoru industrije, gdje je pad potrošnje bio značajan, tako da se i udio industrije u ukupnoj potrošnji plina smanjio za 9 strukturnih postotaka. To je posljedica smanjenja industrijske proizvodnje za 44%. Slične tendencije su bile i kod vlastite potrošnje i u sektoru energetske transformacije. Smanjena potrošnja u energetskim transformacijama je posljedica i pojave konkurencije, odnosno ponude jeftinijih tekućih goriva čiji se neekološki sastav tolerirao (i ne samo po sadržaju sumpora).

Potrošnja plina u širokoj potrošnji se umjereno povećavala (uz oscilacije u kućanstvima), kao posljedica preorijentacije kućanstava, male privrede i dr. na plin kao povoljan i jeftin energent. Nažalost, taj porast je bio praćen (u ratnim uvjetima) i neplaćanjem računa za plin što je dodatno stimuliralo potrošnju u ovom sektoru. Potrošnja plina za proizvodnju umjetnih gnojiva gotovo se dvostruko povećala, što je posljedica povećanja izvoza.

Ovakva struktura potrošnje (uz relativno visok udio potrošača koji plaćaju niže cijene plina) djeluje nepovoljno na ekonomiku plinske industrije i njezin razvitak.

1.2. Scenariji potrošnje prirodnog plina do 2020.

Brojni će činitelji biti bitni za budući razvitak potrošnje plina. Pritom se u ovom trenutku uočavaju tri pristupa predviđanja dugoročne potrošnje plina u kojim se pristupima sagledavaju buduće razvojne perspektive zemlje; nova gospodarska politika, nova energetska strategija u kojoj će upravo plin udovoljiti njezinim osnovnim ciljevima, početak procesa privatizacije u energetskom sektoru, dinamičan porast cijena plina, visoka investicijska ulaganja i dr.

Prvi pristup je marketinški, kojim se, na temelju analiza sadašnjih i budućih tržišta, daju (od strane INE) prognoze potrošnje plina (tablica 3).

Tablica 3. Očekivana struktura potrošnje plina

Godina	Široka potrošnja		Industrijska potrošnja		Neenergetska potrošnja		Energetske transformacije		Vlastita energetska potrošnja*		Ostala potrošnja		Ukupno	
	10 ⁶ m ³	%	10 ⁶ m ³	%	10 ⁶ m ³	%	10 ⁶ m ³	%	10 ⁶ m ³	%	10 ⁶ m ³	%	10 ⁶ m ³	PJ
1995.	452	19	637	27	614	26	435	18	230	10	0		2368	84,4
2000.	619	18,4	920	27,4	515	15,3	1000	29,8	245	7,3	60	1,8	3359	112,0
2005.	850	23,7	1000	27,5	515	14,1	1000	27,5	206	5,7	65	1,8	3636	121,2
2010.	1005	25,7	1130	28,8	515	13,2	1000	25,5	196	5,0	70	1,8	3916	130,5
2020.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	6300-7400	210-246,6

NAPOMENE: - 1m³ prirodnog plina odgovara 33,33 MJ (donja ogrjevna moć)
- podaci za 2020. godinu su procjene autora

U ovom scenariju ubrzani porast široke potrošnje uvjetovao bi povećanje njezinog udjela na oko 26% u 2010. To je kvalitativno velik skok. Istovremeno, s obzirom na kapitalnu intenzivnost širenja tog sektora, predviđeni porast nije nerealan. No, apsolutni porast (2010./1995.) za 2,17 puta upućuje na nužnost širenja plinske mreže na nova distributivna područja. Prema prethodnim istraživanjima, Istra i Kvarner, Karlovac, Sisak, N. Gradiška imaju potencijal potrošnje od oko 500 mil. m³/g. Njemačko iskustvo upućuje na 50-60% gustoće potrošnje tek u desetoj godini.

Industrijska potrošnja bi se, udjelom, morala smanjivati do 2010. godine iako bi apsolutno malo porasla (2010./1995. - 33%). S obzirom da je industrijska proizvodnja prepolovljena u odnosu na predratno vrijeme, onda se može očekivati i na obnavljanje nekih proizvodnji na postojećim kapacitetima. No, posve je sigurno da će se specifična potrošnja energije morati smanjivati. U svijetu se to postiže boljim i učinkovitijim procesima i trošilima.

Jednako tako valja očekivati pad potrošnje energije za grijanje i to zbog usavršavanja trošila, ali i zbog građevinskih materijala boljih izolacijskih svojstava i energetske bolje gradnje zgrada. Valja vjerovati da će se primijeniti iskustva drugih, npr. Njemačke gdje se kombiniranim metodama ekonomskog poticanja i propisa potiče i očekuje smanjenje potrošnje energije za grijanje i do 30%.

Neenergetska potrošnja, što je zapravo plin za proizvodnju mineralnih gnojiva, očekuje se da bi stagnirala u apsolutnim veličinama, a relativno bi joj se udjel smanjivao (s nerazumno visokog do 1995. godine, na oko 13% u 2010. i 7 do 8% u 2020.).

Energetske transformacije, dakle plin u proizvodnji struje, apsolutno bi porastao za 2,5 puta a relativno bi dostigao udio od oko 25% u ukupnoj potrošnji.

Perspektivnost plina u ovom sektoru sagledava se u prednostima izgradnje TE na plin. U *Prijedlogu osnova energetske politike Hrvatske do 2010. godine* predviđa se potrošnja plina u sektoru energetskih transformacija od 1,84 milijardi m³ u 2010. godini, a 880 milijuna m³ u 2000. godini to zahtijeva izgradnju 400 MW kombiniranih plinskih elektrana visokog stupnja korisnosti (tablica 4.).

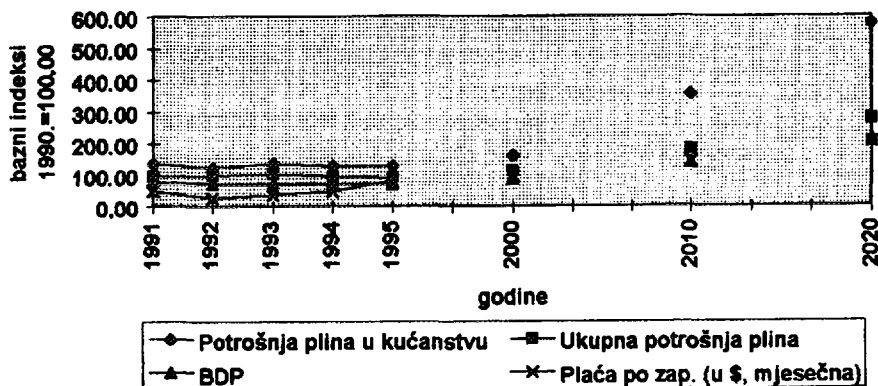
Tablica 4. Struktura proizvodnje električne energije do 2010. godine
- u postocima (%)

	1995.	2000.	2010.
Ukupno	100,00	100,00	100,00
hidroelektrane	59,40	48,04	37,09
TE na ugljen	2,53	12,95	21,05
TE na prirodni plin	3,69	7,43	12,95
TE na tekuće ulje	17,59	15,09	11,71
javne toplane	9,65	13,38	10,02
industrijske elektrane	7,13	5,10	7,18

Polazeći od pretpostavke da će se od ukupno 1730 MW novih TE i NE, za koje se predviđa da bi mogle biti izgrađene od 2010. do 2020., barem 46% odnositi na plin, tada bi se u 2020. udio TE na plin od ukupnih TE i povećao za narednih 1200 MW u odnosu na današnje stanje.

Drugi pristup, odnosno scenarij predviđanja buduće potrošnje plina je globalni, u kojem se na temelju nekih ekonomskih parametara procjenjuje buduća potrošnja plina (slika 1.).

Slika 1. Kretanje potrošnje plina i nekih makroekonomskih pokazatelja u Republici Hrvatskoj od 1991. do 2020. godine



Potrošnja plina u Hrvatskoj bi 2010. godine mogla biti i veća od marketinških prognoza i mogla bi iznositi 4,8 milijardi m³, a 2020. i 7,4 milijardi m³.

Osnovne pretpostavke ovakvog porasta potrošnje plina su:¹

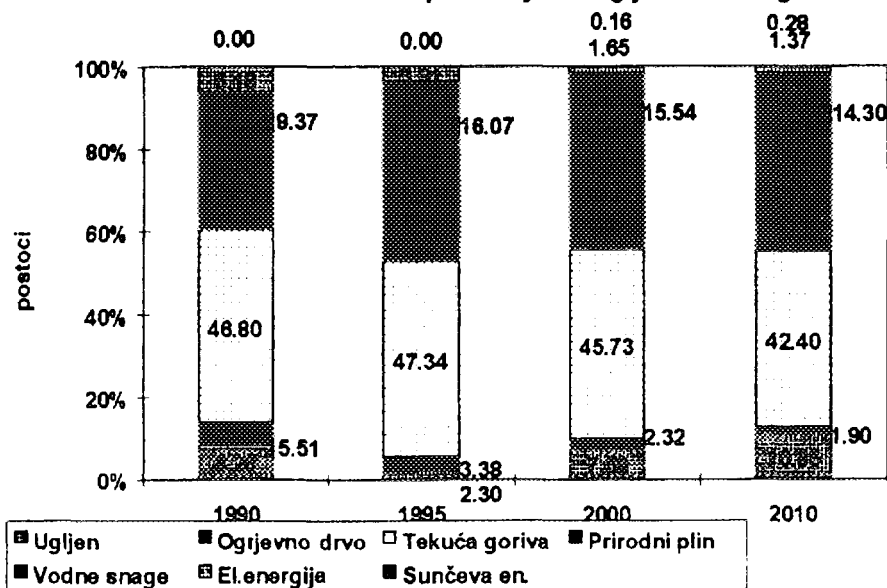
- da je kretanje potrošnje plina slično dinamici kretanja BDP (slika 1)²,
- porast bruto domaćeg proizvoda od 4,7% godišnje u razdoblju od 1996. do 2020., i to: 4,8% 1996.-2000., 5% 2001.-2005., 4,8% 2006.-2010., 4,5% 2011.-2015., 4,2% 2016.-2020.,
- porast investicija od 7,1% godišnje u razdoblju od 1996. do 2020., i to: 12,3% 1996.-2000., 7,3% 2001.-2005., 6,8% 2006.-2010., 4,8% 2011.-2015., 4,2% 2016.-2020.,
- porast privatne potrošnje 3,7% godišnje u razdoblju od 1996. do 2020., i to: 3,5% 1996.-2000., 4% 2001.-2005., 3,8% 2006.-2010., 3,8% 2011.-2015., 3,2% 2016.-2020.,
- porast cijena usklađen s dinamikom porasta privatne potrošnje.

Postoji i **treći scenarij** potrošnje plina koji je sagledan u *Prijedlogu energetskeg razvitka* Hrvatske prema kojem bi potrošnja plina u 2000. godini bila 3,150 milijardi m³ (116,21 PJ), a 2010. godine 4,215 milijardi m³ (152,4 PJ). Porast potrošnje od 1996. do 2000. bi bio 6%, a od 2001. do 2010. 2,8% godišnje, prema porastu potrošnje ukupne energije od 6%, odnosno 2,06%. Time bi udio plina u ukupnoj potrošnji energije 2010. godine bio 29%, prema 27% u 1995. godini (slika 2). Ako pretpostavimo rast BDP od 4,3% od 2011.-2020. te koeficijent intenzivnosti između porasta potrošnje energije i porasta BDP od 0,66, koliko se planira i za razdoblje 1996. do 2010., tada bi se potrošnja energije povećavala stopom od 2,8%, i u 2020. godini bi iznosila 694 PJ. Ukoliko bi se udio plina povećao samo za jedan strukturni postotak i bio 30% od ukupne energetske potražnje, tada bi potražnja za plinom mogla iznositi 6,3 milijardi m³. U ovom scenariju porast potrošnje plina bi bio dinamički gotovo izjednačen s porastom potrošnje ukupne energije.

1 Energetski institut "Hrvoje Požar", PROHES, Gospodarski razvitak Hrvatske do 2020. godine, Zagreb, lipnja 1996.

2 U razdoblju 1991.-1995. dinamika je kretanja potrošnje plina je bila slična dinamici kretanja BDP, a vrlo različita od dinamike kretanja plaća po zaposlenom, primanja po kućanstvu, cijenama i sl.

Slika 2. Struktura potrošnje energije do 2010. godine



Buduća će potrošnja plina ovisiti i o razvitku pojedinih sektora potrošnje. Posebno je značajno očekivanja promjena u sektoru elektroenergetike.

Bitan činitelj buduće potražnje za plinom bit će njegova **konkurentnost** u odnosu na druge energente.

2. KONKURENTNOST PLINA

U Hrvatskoj se očekuje primjena cijene prirodnog plina dobivene na temelju kombiniranog modela i pariteta sa sirovom naftom (*crude oil parity*), tržišne konkurentnosti (*market value principle*) te nabavne cijene uvoznog plina (FCO granica zemlje). Prva dva načela su ugrađena i u cijenu uvoznog plina. Za primjenu drugog načela, koje počiva na cijeni alternativnih goriva (supstituta), uvećanoj za pogodnost plina, prethodno moraju biti uspostavljeni logični odnosi (pariteti) u cijenama energenata.

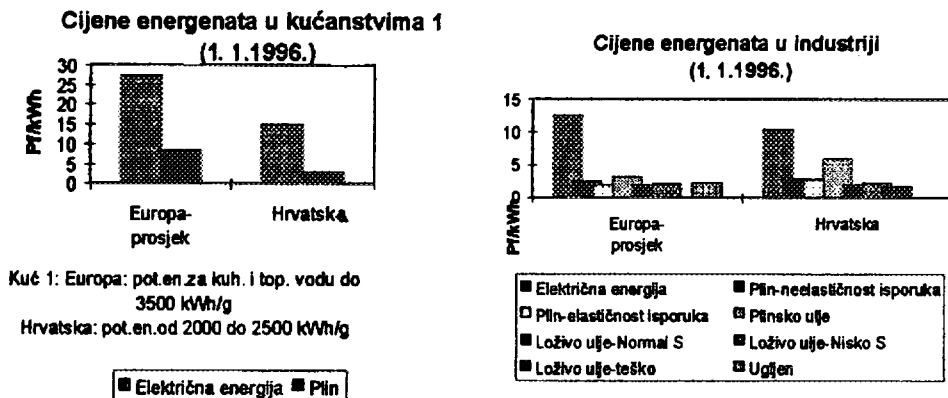
Budući da se dobavu plina čini 30% uvozni plin, a 70% domaći, održavanje niske cijene plina izravno alimentira potrošače, a uvozni se plin financira iz cijene domaćeg.

U postojećim odnosima cijena prirodnog plina i supstituta, cijena prirodnog plina je konkurentna.

Dovođenje cijena prirodnog plina na razinu europskih cijena u višegodišnjem razdoblju znači oko 2,5 puta višu cijenu za krajnjeg potrošača. To je realno uz očekivani

porast društvenog proizvoda i osobnog standarda. Sve to uz realne odnose cijena energentima, posebno supstitutima (slika 3).

Slika 3. Cijene plina u Hrvatskoj i Europi u kućanstvima 1 i industriji

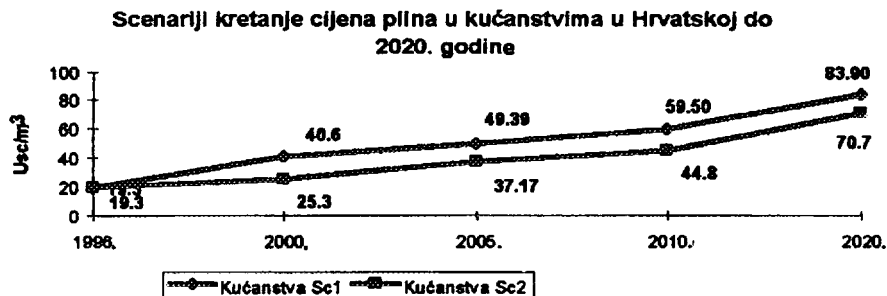


Jedan od bitnih uvjeta daljnjeg razvitka plinskog sektora, posebno s aspekta investiranja u nove objekte nabave plina i distribucije, ali ne manje i u istraživanja i proizvodnju, ovisit će o budućim cijenama plina, nabavnih i za krajnje potrošače.

Nabavne cijene plina će ovisiti o budućem trendu cijena plina na svjetskom tržištu. Jedan od činitelja koji će utjecati na ta kretanja su cijene nafte koje su do sada bile uglavnom više od cijena plina, ali se ta razlika posljednjih godina smanjuje.

Sljedeći bitan činitelj je politika cijena plina u Republici Hrvatskoj. Njezini temelji mogu se vidjeti u *Prijedlogu osnova energetske politike do 2010. godine*, u kojem se naglašavaju tržišni kriteriji formiranja cijena i financiranja investicija u energetici. To znači povećanje cijena plina, ali kojom dinamikom ovisit će o kretanju gospodarskih aktivnosti, standardu stanovništva i drugim činiocima (slika 4).

Slika 4.



Osnovne pretpostavke ovakvog povećanja cijena su:

U scenariju 1: Dostizanje današnje razine cijene plina u EU u 2000. godini. To znači porast od 20,4 % godišnje i 5,8 puta je viši od porasta privatne potrošnje (3,5%). U ovom scenariju bi porast cijena plina do 2005. bio 4% godišnje, kao i privatne potrošnje.

U scenariju 2: Porast cijena do 2000. i 2005. godine dvostruko je brži od privatne potrošnje (7% godišnje do 2000. i 8% godišnje do 2005.).

U scenarijima 1 i 2 porast cijena plina bio bi jednak porastu privatne potrošnje od 3,8% u razdoblju od 2006. do 2010., 3,8% u razdoblju od 2011.-2015. i 3,2% od 2010.do 2020. godine.

3. NOVA GOSPODARSKA I ENERGETSKA POLITIKA

Nužnost daljnjeg gospodarskog razvitka za koji je potrebno više energije, povećanje pouzdanosti opskrbe i trošenje ekološki prihvatljivih energenata, određuju plin kao energent koji tome može udovoljiti. Ostvarenje tog cilja će olakšati novi zakonodavni okvir, čije su tri bitne odrednice: tržišna ekonomija, pluralizam vlasništva i politički pluralizam.

Glavna načela novog zakonodavnog okvira su:

- zaštita potrošača
- slobodna konkurencija na domaćem tržištu i suzbijanje monopola
- slobodan pristup energetske izvorima i kapitalnim transportnim sredstvima
- jednaki uvjeti ulaganja za domaće i strane investitore
- restrukturiranje i privatizacija
- slični uvjeti osnivanja i poslovanja trgovačkih društava kao i u razvijenim zemljama
- slobodno formiranje cijene energenata uz konzultacije s vladom.

Ova načela su implementirana u zakone koji se primjenjuju ili će se uskoro primjenjivati, a što bi trebalo omogućiti ubrzaniji i kvalitetniji razvitak, između ostalog, i plinskog gospodarstva.

Strana ulaganja su uređena *Zakonom o trgovačkim društvima* (od 1. siječnja 1995.) prema kojem je inozemni ulagač u pogledu prava i obveza te pravnog položaja u trgovačkom društvu izjednačen s domaćim osobama. Na temelju tog Zakona strana osoba može uložiti kapital u RH na ugovornoj osnovi, uložiti kapital u trgovačko društvo, uložiti kapital u banku, štedionicu ili osiguranje, otvoriti obrt ili djelovati kao trgovac pojedinac, dobiti koncesiju za gospodarsko korištenje prirodnih bogatstava ili drugih dobara od interesa za Hrvatsku, sudjelovati u poslovima BOT (izgraditi, pustiti u rad, prenijeti), BOOT (izgraditi, posjedovati, pustiti u rad, prenijeti). Strana

osoba može sama ili s drugom stranom ili domaćom osobom osnovati javno trgovačko društvo, komanditno društvo, dioničko društvo, društvo s ograničenom odgovornošću i tajno društvo.

Novi **porezni sustav** je također vrlo značajan za uvjete poslovanja i razvoja. Porez na dohodak iznosi 25-35%, ovisno o visini dohotka. Uz to postoje i prirezi (od 5-22,5%) koje utvrđuju lokalni organi vlasti.

Oporezivanje proizvoda i usluga uređeno je *Zakonom o porezu na promet proizvoda i usluga* (do 1. siječnja 1997.), te *Zakonom o posebnom porezu* (za naftne derivate i dr.). Porezne stope su određene *Tarifom poreza na promet proizvoda* i iznose 5-20%. Porez na promet usluga plaća se na usluge koje se obavljaju uz naknadu i iznosi 10%. Taj porez se ne plaća na promet naftnih derivata, električne energije, plina i dr. Od 1. siječnja 1997. primjenjivat će se porez na dodanu vrijednost (PDV). Stopa poreza iznositi će 22% za isporuke svih vrsta dobara i usluga, osim onih za koje se ne plaća porez.

Porez na promet nekretnina plaća se po stopi od 5%. Posebnim zakonom o poreznim povlasticama na nekim područjima propisuje se neplaćanje poreza na promet nekretnina na područjima RH od posebnog interesa, čime se želi, uz ostale porezne olakšice, stimulirati povratak prognanika i naseljavanje tih područja, kao i njihov gospodarski razvitak.

Devizno poslovanje s inozemstvom temelji se na *Zakonu o osnovama deviznog sustava, deviznom poslovanju i prometu zlata* kojim je utvrđeno da se devizama raspolaže slobodno te da se kupnja i prodaja deviza obavlja na deviznom tržištu. Prema tom zakonu prijenos dobiti strane osobe u inozemstvo je slobodan.

Posljednje tri godine u RH je ukinuta neposredna kontrola trgovine s inozemstvom te su smanjene carinske stope, koje iznose 2,5% na uvoz sirovima i poluproizvoda, dok za uvoz proizvoda koji se proizvode u zemlji postoje zaštitne carine od 20-25%. Za uvoz nafte, prirodnog plina i električne energije ne plaćaju se carine.

Posebno je značajno istaknuti da se ne plaća carina na uvoz investicijske opreme ukoliko ulaganje strane osobe nije kraće od 5 godina, te da ulog strane osobe iznosi najmanje 20% od ukupnog ulaganja.

Za područje energetike bitna je **regulativa istraživanja i proizvodnje energetskih sirovina**, što sadržava *Zakon o rudarstvu, Zakon o koncesijama i Pomorski zakon, te Zakon o geološkim istraživanjima*. Zakonom o rudarstvu je utvrđeno da je rudno blago u vlasništvu RH (na temelju odredbi Ustava RH). Za proizvodnju mineralnih sirovina, plaća se naknada općini, odnosno gradu na čijem se području obavlja proizvodnja, i to u iznosu od 2,5% prihoda od prodaje. Zakonom o koncesiji utvrđeno je da koncesiju za istraživanje i proizvodnju nafte i plina daje Vlada RH. Odluka o koncesiji donosi se na temelju javnog prikupljanja ponuda ili javnog natječaja ili na

zahtjev, ako je to određeno posebnim zakonom (kao npr. Zakonom o rudarstvu za istraživanje i proizvodnju nafte i plina).

Plinsko gospodarstvo Republike Hrvatske danas je **organizirano** u nekoliko oblika. Sektor proizvodnje nafte i plina, Sektor za dobavu, transport i prodaju plina, postaju profitni centri dioničkog društva INA, Zagreb, koje je dio INA-koncerna (koji je potpuno u državnom vlasništvu). Distribucija plina je uglavnom organizirana kao javna komunalna djelatnost s počecima privatizacije manjeg broja tih organizacija.

Privatizacija hrvatskog gospodarstva je dio ekonomskih aktivnosti i razvojne strategije. U tijeku je druga faza procesa privatizacije u kojoj se udjeli i dionice trgovačkih društava, koji su u portfelju *Fonda za privatizaciju*, podaju na javnoj dražbi ili javnim prikupljanjem ponuda. Odluku o privatizaciji pravnih osoba u vlasništvu RH donosi vlada na prijedlog *Ministarstva privatizacije*, a po prethodno pribavljenom mišljenju nadležnog ministarstva.

Slijedom procesa restrukturiranja i privatizacije dioničkog društva INA, koji se očekuje u nekoliko idućih godina, a posebno izgradnjom novih plinskih mreža i objekata, pojavit će se i novi oblici vlasništva, tako da bi buduća njegova struktura mogla biti ovakva:

- Istraživanje, proizvodnja, transport i veleprodaja – dio decentraliziranog sustava integrirane naftno-plinske-petrokemijske kompanije s manjinskim državnim vlasništvom, gdje kompanija kontrolira ključne dijelove poslovanja. Država bi trebala utjecati na poslovanje, na temelju udjela u vlasništvu, imenovanjem svog predstavnika u upravnim organima ili sporazumima o strateškim planovima. Novim ulaganjima (stranim i domaćim) mijenjat će se struktura vlasništva ove djelatnosti.
- Transport plina djelatnost u vlasništvu investitora (privatno, državno/regionalno/mjesno). To se posebno odnosi na nove objekte.
- LNG sustav u vlasništvu investitora (miješano vlasništvo: privatno, državno/regionalno/mjesno);
- Distribucije regionalne javne djelatnosti koje mogu biti u privatnom vlasništvu i/ili u vlasništvu regionalnih organa vlasti itd.

Jedan od bitnih činitelja daljnjeg razvitka plinskog gospodarstva bit će cijene plina. Prema Zakonu o kontroli cijena cijene plina se slobodno formiraju. Međutim, prema Odluci vlade i Uredbi ministra gospodarstva, pri promjeni cijene potrebna je konzultacija s vladinim tijelima. S obzirom na visok udio plina u strukturi današnje energetske potrošnje, njegove ekonomske i ekološke prednosti i opredijeljenost za porast njegove potrošnje, očekuje se daljnja suradnja između plinske industrije i vlade radi utvrđivanja politike i dinamike porasta cijena plina.

4. PODRUČJA NOVIH PRIMJENA U POTROŠNJI PRIRODNOG PLINA - NOVA TRŽIŠTA PLINA

Nova tržišta prirodnog plina, a na kojima on može biti konkurentan, svakako su: proizvodnja električne energije, promet, te klimatizacija velikih prostora.

4.1. Plin u proizvodnji električne energije

Potrošnja plina u proizvodnji električne energije ima svoju budućnost u Hrvatskoj, posebno u kogeneracijskim postrojenjima. Ocjene potencijalnog kapaciteta se kreću na razini 400 MW.

Istraživanja provedena u INI ukazuju na posebnu pogodnost takvih postrojenja u procesnoj industriji. Zamjenom postojećih energana (instalirani kapacitet od oko 150 MW), moglo bi se njih 50-70% nadomjestiti kogeneracijama s efektom prepolovljenja troškova energije.

Male kogeneracije su posebno ekonomične za bolnice i hotele, a donekle i za trgovinske centre i urede.

4.2. Prirodni plin u prometu

Kao mala zemlja, Hrvatska nema samostalnost u razvitku tržišta u prometu, već se trebaju slijediti tendencije razvijenih zemalja. Ekološki pritisak i zagađenje gradova, uglavnom kao posljedica prometa, upućuju sve više na traženje alternativnih rješenja. Električni automobili, kao zamjena postojećih s motorima s unutarnjim sagorijevanjem, ne omogućuju skoro konkurentnu primjenu.

Stoga je sve više prisutan trend trošenja plina, i to komprimiranog prirodnog plina.

U Italiji, taj oblik potrošnje posljednjih godina čini oko 0,5% od ukupne potrošnje.

S obzirom da se danas značajne količine derivata u Hrvatskoj koriste u prometnoj djelatnosti može se očekivati supstituiranje dijela tih količina prirodnim plinom.

Za supstituciju se može uzimati u obzir samo cestovni promet i individualni, ali ne i riječni, pomorski, zračni i željeznički. Tako gledajući, supstitucija se može odnositi na dio količine od oko 700.000 tona.

4.3. Potrošnja plina za kondicioniranje

Rashladni uređaji na plinski pogon (na razini inozemnih cijena i iskustava), pouzdano su isplativi u primjeni u uredskim prostorima većim od 50.000 m³, trgovinskim centrima većim od 60.000 m³ i hotelima s više od 350 soba. U tim uvjetima je vrijeme povrata uloženog kapitala 3 do 5 godina.

Velika prilika za prirodni plin, za taj oblik potrošnje, trebala bi biti modernizacija našeg turizma, a komponente modernizacije su kondicioniranje hotela, pa i grijanje radi produljenja sezone. Međutim, ako je realno očekivati da će to biti trend u Istri i Hrvatskom primorju, a oni i donose više od 50% turističkog priljeva, onda bi širenje plinske mreže moralo vremenski biti usklađeno s očekivanom modernizacijom turizma. Teško je procijeniti potencijalni kapacitet, osim saznanja da se radi o oko 0,5 MW snage po hotelu (300 - 500 kreveta) za potrebe hlađenja.

5. IZVORI OPSKRBE DO 2020.

Kombinirana dobava plina iz domaćih izvora i uvoza, s današnjim udjelom domaćeg plina od 70%, mijenjat će se tako da će taj domaći udio padati na oko 29-35% u 2010. i možda 9,5-11% u 2020. godini.

Prema današnjem stanju zaliha plina, teško je izbjeći postupno smanjenje domaće proizvodnje. U slučaju intenziviranja istraživanja u zemlji, moguće je popraviti stanje zaliha i domaću proizvodnju. Bez intenziviranja istraživanja može se očekivati daljnje smanjenje domaće proizvodnje, time i udjela u ukupnoj dobavi, sukladno prikazu u tablici 5.

Na osnovi ocjena potražnje i domaće proizvodnje prirodnog plina do 2020.godine, povećavat će se uvoz plina u Hrvatskoj i to na oko 1 milijardi m³ u 2000. godini na 2,5-3,4 milijardi m³ u 2010. godini i 5,6-6,7 milijardi m³ u 2020. godini.

Tablica 5. Potražnja i izvori ponude plina do 2020. godine

- u tisućama m³

	1995.	2000. marke- linški	2000. energet- ski	2010. marke- linški	2010. glo- balni	2010. energet- ski	2020. marke- linški	2020. globalni	2020. energt.
Domaća proizvodnja	1966,4	2357	2357	1379	1379	1379	700	700	700
Uvoz	273,9	1002	793	2537	3421	2838	...	6700	5600
Sukto hlađenja	127,6	0	0	0	0	0	0	0	0
UKUPNO	2367,9	3359	3150	3916	4800	4218	...	7400	6300

5.1. Domaća proizvodnja plina

Prema dugoročnim sagledavanjima u 2010. godini, kako je rečeno, očekuje se još samo 30% plina iz domaćih izvora. Od 2010. prema 2020. treba očekivati daljnje smanjenje proizvodnje domaćeg plina.

Budući da će porasti (koncesijsko) istraživanje nafte i plina u inozemstvu i budući da je teško očekivati pronalaženje plina koji bi se mogao fizički i rentabilno dopremiti na hrvatsko tržište (za razliku od nafte), onda treba računati sa stalnim porastom

uvoza plina. Radi toga je potrebno ocjeniti realne mogućnosti uvoza i pravodobno ga osigurati.

Uvoz pak, mora biti oslonjen na europske i/ili regionalne projekte opskrbe plinom.

5.2. Scenariji uvoza plina u Hrvatsku do 2020. godine

Uz do sada osigurani uvoz iz Rusije od 1,2 milijardi m³/g (bruto), predviđa se novi izvor - uvoz ukapljenog prirodnog plina, s početkom između 2003. i 2005. u količini od 1,8 milijardi m³/g.

Uz postupno opadajuću domaću proizvodnju i 3 milijarde m³/g uvoza, očekivana potrošnja bi bila zadovoljena do 2005. (a eventualno, uz sporiji porast, i do 2010. godine).

Ako ne bi došlo do realizacije Adria LNG projekta, onda se već nakon 2000. treba ugovoriti alternativa. Ako se realizira LNG, onda nakon 2010. treba osigurati nove dodatne izvore.

Ima više mogućnosti rješavanja opskrbe za svaki od navedenih scenarija.

Alternativa zakašnjelom LNG projektu u količini do cca 1,0 milijarde m³/g može biti alžirski plin, transportiran *Transmedom* preko Italije i/ili daljnji porast uvoza ruskog plina.

U slučaju zaustavljanja LNG projekta, uz uvedenu alternativu, trebalo bi računati na dvije dodatne:

- norveški plin i
- ruski plin.

Za nove količine, potrebne nakon 2010., ali svakako do 2020., pojavit će se i novi izvori. Jedan od mogućih je iranski projekt koji je danas u studijskoj fazi, a jedna od opcija je kopneni transport plinovodom preko Turske i Balkana u srednju Europu.

Može se očekivati da će se oko izvora Irana, Katara, Omana, Abu-Dabija, pa i drugih, formirati snažni multinacionalni konzorciji koji će nuditi plin i u zemlji-potrošaču, ali naravno po drugim cjenovnim uvjetima u odnosu na one koje će imati partneri.

6. ZAKLJUČAK

Strategija opskrbe plinom Republike Hrvatske ovisi o više čimbenika. Temeljni je, svakako - porast potrošnje, što ovisi o ukupnim gospodarskim kretanjima, kretanjima energetske potrošnje, energetske strategiji i politici, ali i o utjecajima iz okruženja,

kao što su članstvo u europskim udrugama, europska energetska povelja, brzina privatizacije u naftnom i plinskom gospodarstvu.

Uz sve te ograde, potrošnja od gotovo 4 milijarde m³ plina u 2010. godini se može smatrati vrlo konzervativnom. Potrošnja u 2020. se procjenjuje između 6,3 i 7,4 milijardi m³. Pa ma koliko se ovaj porast do 2020. činio visokim, on bi bio još uvijek bio sporiji nego što je bio u razdoblju od 1975. do 1995. godine. S obzirom na očekivani ekološko-gospodarski razvitak Hrvatske, plin bi, s obzirom na svoje prednosti, mogao imati udio od 30-tak % u potrošnji ukupne energije.

Opskrba plinom do 2005. godine je uglavnom zacrtana. Potrebno je definirati:

- alternative za opskrbu do 2005./2010.,
- pratiti one projekte koji mogu biti izvori opskrbe za razdoblje nakon 2010. godine.

7. LITERATURA

1. *BP statistical review of world energy* (razna godišta)
2. Čičko A. Herak J.: *Politika cijena i tarifa prirodnog plina u Hrvatskoj, IX. međunarodni susret stručnjaka za plin*, Opatija, 1994. (zbornik)
3. Energetski institut "Hrvoje Požar": *PROHES, Osnove energetske politike Republike Hrvatske do 2010. godine* (radni materijal), Zagreb, lipanj 1996.
4. Granić G., Pešut D.: *Energetske potrebe Hrvatske s naglaskom na proizvodnju električne energije*, zbornik - okrugli stol "Jesu li Hrvatskoj potrebne termoelektrane na uvozni ugljen kao jedna od razvojnih opcija?", HED/CIGRE, Zagreb, 25. lipnja 1996.
5. Hrvatska gospodarska komora: *Kako poslovati u Hrvatskoj*, 1995.
6. Hrvatski fond za privatizaciju: *Investiranje u Hrvatskoj*, Privatizacija, Zagreb, srpanj 1996.
7. IEA/AIE, OECD: *Natural gas prospects and policies*, Paris 1991.
8. IEA/AIE, OECD: *The IEA natural gas security study*, OECD, Paris 1995.
9. INA, Razvoj: *Mogućnosti opskrbe hrvatskog tržišta prirodnim plinom*, Zagreb, kolovoz 1995.
10. INA-Naftaplin: *Temeljne odrednice razvoja plinoopskrbnog sustava RH*, Zagreb, svibanj 1995.
11. Jureković T, Fostać S.: *Ukupna energetska opskrba prirodnim plinom*, IX. međunarodni susret stručnjaka za plin, Opatija, 1994. (Zbornik).
12. Kolundžić S, Friščić J., Šourek M.: *Approach to the Adriatic area gas Network extension program, Natural gas in the Mediterranean*, 28.-29. travnja 1996., Milano (Separat).

13. Kolundžić S., Friščić J., Šourek M.: *Hrvatska - partner u razvoju plinskog gospodarstva u području srednje Europe*, XI. međunarodni susret stručnjaka za plin, Opatija, 1996. (zbornik).
14. Kolundžić S., M.Šourek: *Mogućnosti dobave plina i raspoložive količine za proizvodnju električne energije*, okrugli stol (HED, CIGRE) "Jesu li Hrvatskoj potrebne termoelektrane na uvozni ugljen kao jedna od razvojnih opcija?!" Zagreb, 25.06.1996., Zbornik.
15. Kolundžić S., Sekulić G.: *Okvir za budućnost hrvatskog plinskog gospodarstva*, XI. međunarodni susret stručnjaka za plin, Opatija, 1996. (zbornik).
16. Kolundžić S.: Doprinos kompleksnom modeliranju sistema proizvodnje i opskrbe tržišta prirodnim plinom (doktorska disertacija), Zagreb, ožujak 1995.
17. Kolundžić S.: Natural gas market and prices, *Nafta* 45 (11) 559-570 (1994).
18. Kolundžić S.: The situation on the Adria LNG project activities, *Nafta* 47 (3) 97-100 (1995).
19. Krajina B., Stevo Kolundžić: *Ukapljeni naftni plin miješan sa zrakom kao prethodnik prirodnom plinu*, *Nafta*, 45 (2) 105-115 (1994).
20. Protić R.: *Utjecaj razvoja novih tehnologija, opreme i materijala na dinamičnu potrošnju prirodnog plina*, IX. međunarodni susret stručnjaka za plin, Opatija, 1994. (Zbornik).
21. Republika Hrvatska, Ministarstvo gospodarstva: *Energija u Hrvatskoj* (razna godišta).
22. Sekulić S.: *Strateško planiranje u uvjetima tržišne globalizacije nacionalne naftne privrede* (doktorska disertacija), Zagreb, 1993.
23. United Nations: *Annual Bulletin of Gas Statistics for Europe and nord America*, Vol XXXVIII, 1994.
24. Znidarčić I., D. Karačić: *Prirodni plin na svjetskom tržištu*, IX. međunarodni susret stručnjaka za plin, Opatija, 1994. (zbornik).



Sanja Mavrović, dipl. ing.
Davor Matić, dipl. ing.
Energetski institut "Hrvoje Požar"

OSVRT NA MOGUĆNOSTI OPSKRBE REPUBLIKE HRVATSKE PRIRODNIM PLINOM

SAŽETAK

Europa i Hrvatska trenutno podmiruju svoje potrebe za prirodnim plinom iz vlastite proizvodnje s oko 70% i uvozom iz vanjskih izvora od 30%. Od ukupnog uvoza iz vanjskih izvora, 20% čini uvoz iz Rusije, a 10% uvoz iz Alžira, dok Hrvatska uvozi prirodni plin samo iz Rusije. Analize i predviđanja razvitka energetskog sektora pokazuju da će se potrošnja prirodnog plina u Europi do 2010. godine udvostručiti i da će po nekim procjenama iznositi 555-651 milijarde m³/god. Isto tako, očekuje se značajan porast potrošnje plina u Hrvatskoj. Procjena potrebnog uvoza, prema INI, i procjena prema prethodnim rezultatima programa PROHES, dakle iz dva međusobno nezavisna izvora, u velikoj se mjeri podudaraju, pri čemu se prognozirani potreban uvoz 2010. godine kreće između 2 i 3 milijarde m³, ovisno o razmatranom scenariju. Zbog očekivanog skokovitog porasta potražnje, Europa se okreće novim projektima s ciljem boljeg povezivanja putem plinovoda i LNG lanca. Novi projekti obuhvaćaju izgradnju nove ruske plinovodne transportne mreže, izgradnju dodatnih transportnih plinovoda iz Sjevernog mora, povećanje kapaciteta plinovoda koji dopremaju plin iz Alžira, spoj Velike Britanije i kontinenta, te nove plinovodne i LNG pravce s Bliskog Istoka i središnje Azije. Hrvatska bi se trebala uključiti u neki od ovih projekata ukoliko želi osigurati dodatne potrebne količine plina i eventualno ostvariti diverzifikaciju opskrbe.

SUMMARY

Europe and Croatia meet 70% of their total natural gas demand from indigenous production and import other 30% (20% from the Russian Federation and 10 % from Algeria). Croatia imports gas only from Russia. Forecasts and analysis of energy sector development point out that natural gas consumption will be doubled till 2010 when it will reach approximately 555-651 bcm. Natural gas consumption is expected to rise significantly in Croatia. Estimations of required import made by INA and PROHES -preliminary results, are similar. It has been expected that future import in 2010 will be between 2 and 3 bcm depending on considered scenario. Due to expectations of rising gas demand, Europe is turning on to new projects aiming to better connections by pipelines and LNG chains. New projects are considering constructions of new Russian transmission lines, additional lines from North Sea, increasing capacity of lines from Algeria, UK interconnection with Continent, and

new pipelines and LNG routes from Middle East and Central Asia. Involvement in some the above mentioned projects is of importance for Croatia because it enables additional natural gas quantities and diversification of sources.

1. UVOD

Prema prognozama, potražnja za prirodnim plinom u Republici Hrvatskoj bilježit će i u budućnosti stalan porast, uz istovremeni trend kontinuiranog pada domaće proizvodnje. S obzirom da popularnost prirodnog plina zbog njegovih ekoloških, tehničkih i tehnoloških prednosti ima za posljedicu stalan porast potražnje i u Europi u cjelini, buduća opskrba Republike Hrvatske prirodnim plinom ovisi, osim o ekonomskim uvjetima, sve više o mogućnostima (slobodnom kapacitetu) za njegov transport.

2. ZALIHE PLINA U SVIJETU I OČEKIVNA POTRAŽNJA PRIRODNOG PLINA U EUROPI

2.1. Zalihe plina u svijetu

Da bi se uopće razmišljalo o opskrbi plinom potrebno je znati potencijal pojedinih zemalja, odnosno količinske kapacitete. U posljednjih desetak godina dokazane zalihe plina u svijetu značajano su porasle. Procijenjene zalihe plina 1985. godine iznosile su 96200 milijardi m^3 , 1990. godine približno 134000 milijardi m^3 , a 1994. godine oko 146000 milijardi m^3 (tablica 2.1). Usporede li se ta dva podatka, zalihe plina su porasle u razdoblju od 1985. do 1994. za 66%, a u razdoblju od 1990. do 1994. za 11%.

Otprilike 34% zaliha prirodnog plina nalazi se u Rusiji, a 31% na Bliskom Istoku. Zalihe plina u Europi (ne uključujući zemlje bivšeg SSSR-a) iznose 8100 milijardi m^3 , što je samo 5,5% ukupnih svjetskih zaliha. Međutim, zalihe plina u Norveškoj, Nizozemskoj i Velikoj Britaniji čine 67% zaliha prirodnog plina Europe.

TABLICA 2.1. Dokazane zalihe plina u svijetu (milijardi m³)

	1990.	1991.	1992.	1993.	1994.	%	Predviđeno trajanje zaliha u godinama
SVIJET	134219	141561	145210	146999	146190	100,0	67
BLISKI ISTOK	37909	43056	44801	45075	45150	30,9	više od 250
Iran	17010	19800	20700	21000	21000	14,4	više od 250
Katar	4613	6428	7079	7070	7080	4,8	više od 250
Ujed.Arap.Emirati	563	5793	5795	5770	5800	4,0	193
Saudijska Arabija	5070	5056	5236	5020	5250	3,6	164
Irak	3107	3100	3100	3100	3100	2,1	više od 250
Kuvajt	1394	1386	1371	1384	1480	1,0	više od 250
Oman*	-	-	-	-	600	0,4	-
Jemen*	-	-	-	-	481	0,3	-
AFRIKA	8597	9696	9783	9977	9900	6,8	139
Alžir	3300	3627	3650	3700	3650	2,5	73
Nigerija	2808	3400	3400	3451	3450	2,4	više od 250
Libija	1208	1309	1299	1289	1280	0,9	213
Egipat*	-	-	-	-	595	0,4	-
SJ. AMERIKA	9621	9460	8570	8515	8690	5,9	11
SAD	4796	4732	4673	4600	4520	3,1	8
Kanada	2765	2719	1917	1934	2240	1,5	13
Meksiko	2060	2009	1980	1972	1930	1,3	52
JUŽ AMERIKA	5053	5152	5275	5563	5350	3,7	89
Venecuela	3429	3530	3650	3910	3900	2,7	163
AZIJA I AUSTRALIJA	10344	10490	11932	12421	12300	8,4	66
Australija	2015	2294	2986	2950	2920	2,0	104
Malezija	1640	1921	1926	2148	2100	1,4	100
Indonezija	2590	1836	1824	1954	1900	1,3	37
Kina	1000	1003	1400	1700	1700	1,2	100
BIVŠI SSSR	54530	55600	56700	57250	56500 *57500	38,9	79
Rusija	47000	48000	49100	49500	49000 *47000	33,6	81
Turkmenistan	2720	2800	2750	2800	2780	1,9	78
Kazahstan	1830	1800	1800	1900	1900	1,3	216
Uzbekistan	1820	1800	1800	1800	1780	1,2	40
Ukrajina	1070	1040	1070	1050	1040	0,7	58
EUROPA (bez SSSR-a)	8165	8107	8203	8198	8100	5,5	31
Norveška	2757	2738	2760	2805	2800	1,9	104
Nizozemska	2113	2086	2061	2010	2000	1,4	25
Velika Britanija	1420	1435	1580	1550	1500 *630	1,0	21
Njemačka	347	349	342	340	354	0,2	19
Danska	-	-	-	-	**200	0,1	-
Hrvatska					***39	0,03	

Izvori: Energie Daten, Nationale und internationale Entwicklung, Bundesministerium für Wirtschaft, 1995

* Energy Supply and Delivery Systems and Technologies, World Energy Council 16th Congress, Tokyo, 8-13 October, 1995

** Natural gas Cooperation in the Baltic region, United Nations, Slovenija, 19-21 March, 1996

*** Podaci od 31.prosinca1995.

2.2. Potražnja prirodnog plina u Europi

Prema dostupnim podacima i prema analizama pojedinih studija, očekuje se porast potražnje prirodnog plina kako u Europi i svijetu tako i u Hrvatskoj. Prema studiji SOFREGAZ-a, već 2000. godine, ukoliko se ne prošire postojeći ugovori o opskrbi i ne realiziraju novi projekti, doći će do razlike između potražnje i mogućih dobavnih količina. Stoga, uz proširenje ugovora s već postojećim dobavljačima, Europa traži nove potencijalne pravce dobave. Novi projekti koji će biti aktualni za opskrbu Europe mogli bi omogućiti Hrvatskoj dodatne količine plina, ako ne na izravan onda na neizravan način.

TABLICA 2.2. Razlika između potražnje i opskrbe (milijardi m³)

OECD / ZAPADNA EUROPA												
	1991.	1992.	1993.	2000.			2005.			2010.		
				niski	srednji	visoki	niski	srednji	visoki	niski	srednji	visoki
Potražnja	307	312	323	376	386	412	404	426	472	431	471	541
Proizvodnja	187	189	200		191			195			197	
Uvoz	122	123	123		181			175			149	
Alžir	31	32	31		54			49			44	
CIS	64	63	65		70			61			42	
Norveška	25	26	25		49			57			57	
Libija	2	2	2		3			3			1	
Nigerija					5			5			5	
UKUPNA RAZLIKA				4	14	40	34	56	102	84	125	194
Ukupna razlika ukoliko se opskrbni ugovori ne prošire do 2010.				4	14	40	19	41	87	44	85	154

SREDNJA I ISTOČNA EUROPA												
	1991.	1992.	1993.	2000.			2005.			2010.		
				niski	srednji	visoki	niski	srednji	visoki	niski	srednji	visoki
Potražnja	82	71	68	63	74	88	66	78	103	72	89	129
Proizvodnja	34	31	31		24			20			18	
Uvoz	48	40	37	39	50	64	45	58	82	53	70	111
UKUPNA RAZLIKA				- 6	5	20	1	13	38	8	26	66

Izvor: Gas interconnection study, executive summary, final version - April 1995, SOFREGAS

3. MAGISTRALNA PLINSKA MREŽA EUROPE

Duljina transportne plinske mreže u zapadnoj Europi povećala se od 123300 km na 171900 km u razdoblju od 1980. do 1990. Povećanje iznosi 39% i nešto je veće od porasta potrošnje plina u istom razdoblju. U posljednjih nekoliko godina izgrađen je velik broj novih plinovoda za međunarodni transport da bi se poboljšala opskrba, odnosno ostvarila diverzifikacija izvora. Buduće povezivanje plinske mreže doprinijet će jačanju sigurnosti opskrbe, tj. smanjenju rizika prekida opskrbe plinom. Isto tako, doprinijet će većoj iskorištenosti skladišnih kapaciteta i ekonomskoj opravdanosti udaljenih izvora opskrbe, te omogućiti sklapanje ugovora o opskrbi plinom s većom fleksibilnošću. Postoje brojne ideje o proširivanju, odnosno o izgradnji novih plinovoda da bi se povećala sigurnost opskrbe. Poznato je da se približno 70% europskih rezervi plina nalazi u Sjevernom moru i Nizozemskoj (ne uključujući zemlje bivšeg SSSR-a).

Trenutno u Europi postoje četiri glavna pravca opskrbe zapadne, srednje i istočne Europe. Glavni plinovodni pravci počinju u Rusiji, Sjevernom moru, Nizozemskoj i Alžiru. Prikaz europske transportne plinovodne mreže ilustriran je na slici 3.1.

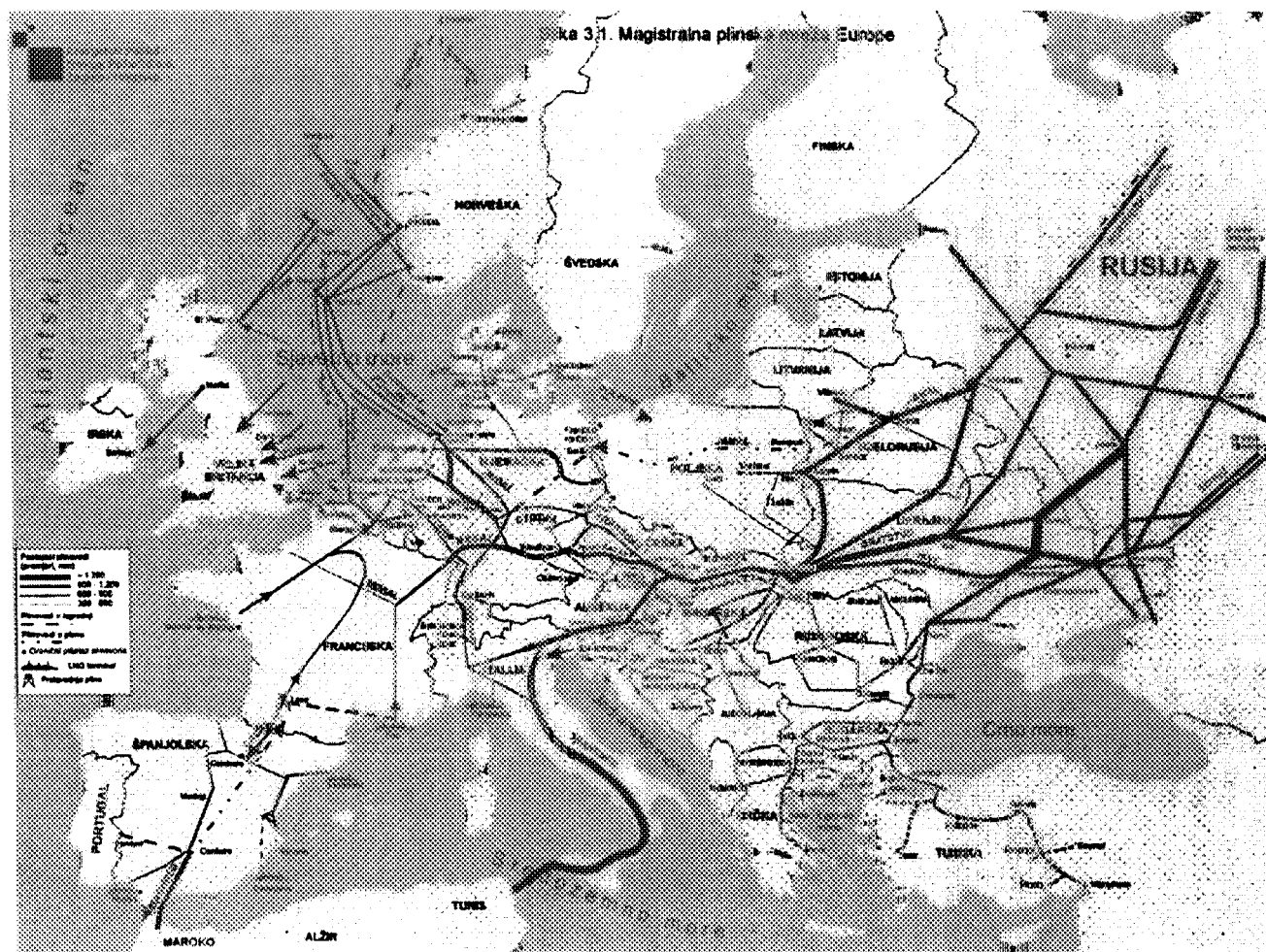
3.1. Plinovodi koji prenose ruski plin za europsko tržište

Plinovodi kojima se transportira ruski plin za europsko tržište završavaju na granici Ukrajine i Bjelorusije, gdje se obavlja primopredaja plina.

Tablica 3.1. Sustav izvoznih plinovoda Ruske Federacije

	POČETNA TOČKA	PLINOVOD	ULAZ (milijardi m ³ /god)	TOČKA IZVOZA	IZLAZ (milijardi m ³ /god)	TRŽIŠTE
	Središnji koridor (sadrži 15 linija promjera 1420 mm i prenosi oko 430 milijardi m ³ /god.)					
1	Urengoj	URENGOJ	28	Uzhgorod Kobrin	16 7	Njemačka, Francuska, Italija, Poljska, Mađarska, Jugoslavija
2	Jamburg	PROGRESS	28	Uzhgorod	25	Češka, Slovačka, Njemačka, Italija, Francuska, Švicarska, Slovenija, Austrija
	Južni koridor					
3	Orenburg	SOYUZ	28	Uzhgorod	20 3	Češka, Slovačka, Njemačka, Francuska, Italija, Mađarska, Jugoslavija
	Sjeverni koridor					
4	Vuktyl	SIYANIE SEVERA (Northern Lights)	22	Brest Imatra Uzhgorod	3 4 12	Poljska, Finska, Njemačka, Italija, Austrija
	UKUPNI IZVOZNI KAPACITET				90	
	Uzhgorod				73	

IZVOR: IEA, "Natural gas transportation", Paris, 1994.



Središnji i južni koridori iz Rusije se nastavljaju dalje kroz Ukrajinu gdje je ukrajinska plinska kompanija Ukgazprom "operater" tog dijela visokotlačne transportne mreže.

Ruski i turkmenistanski plin (oko 120 milijardi m³/god.) prolaze Ukrajinom prema tržištima Slovačke, Češke, Austrije, Mađarske, Slovenije, Hrvatske, Italije, Njemačke, Francuske, Švicarske, Rumunjske, Bugarske, Grčke i Turske. Šest glavnih linija, počinju u Ukrajini kod grada Sumy i Novoposkov i završavaju u Slovačkoj kod Uzhgoroda. Od Uzhgoroda se protežu plinovodi prema Slovačkoj, Češkoj i Njemačkoj, kroz Njemačku za Francusku i Švicarsku, zatim iz Slovačke prema Austriji i Njemačkoj, kroz Austriju za Italiju, Sloveniju i Hrvatsku, te od Uzhgoroda prema Mađarskoj, Jugoslaviji i BiH.

Plinovodi koji prolaze Ukrajinom su *Bratstvo*¹, *Sojuz*², *ogranak Siyanie Severa*³ (eng. *Northern Lights*) i plinovodni sustav koji prolazi kroz Novoposkov i Shebelinku. Posljednji je kapaciteta 33 milijarde m³. Jedan dio tog sustava prenosi ruski plin u regiju Kavkaz u Rusiji, a drugi prema Balkanu kroz dva koridora. Jedan koridor započinje u Shebelinci, a drugi kod grada Jelets u Rusiji. Plinovod koji započinje u Shebelinci je plinovod **PRIJATELJSTVO** (eng. *Friendship*). Tim plinovodom transportira se plin u Rumunjsku, a spojen je sa plinovodom *Soyuz (Union)*. Oba plinovoda (*Prijateljstvo* i plinovod koji započinje u Jeletsu), završavaju kod Ismaila, gdje se obavlja primopredaja plina s Rumunjskom. Od Rumunjske se nastavlja transport prema Bugarskoj i Turskoj. Ulazni kapacitet kod Shebelinke je 20 milijardi m³, a izlazni kod Ismaila 15 milijardi m³.

Plinovod od ukrajinsko - poljske granice prenosi ruski plin za Poljsku. Plinovod je spojen s ruskim plinovodom *Bratstvo* iz polja Orenburg i Jamburg.

Sjeverni koridor koji čini plinovodni sustav *Siyanie Severa* (engl. *Northern Lights*) i prolazi Rusijom nastavlja se kroz Bjelorusiju, te se na taj način obavlja transport ruskog plina za Poljsku i Ukrajinu.

Plinovodi koji prenose ruski plin ukrajinskim teritorijem za zapadni i srednji dio Europe

Većina plinovoda koja idu iz Rusije za zapadnu i srednju Europu sastaju se kod primopredajne stanice Uzhgorod na ukrajinsko-slovačkoj granici. Od Uzhgoroda kroz Slovačku prolaze plinovodni sustavi **TRANSGAS** i **BRATSTVO**. Od Slovačke, četiri ogranka plinovoda idu prema Baumgartenu za Austriju. Plinovodni sustav *Transgas* se nastavlja dalje kroz Češku i završava na njemačkoj granici, a sastoji se

1 Bratstvo se sastoji od tri linije i transportira plin od Kijeva do Uzhgoroda i dalje u Slovačku. Ulazni kapacitet kod Kijeva iznosi 3,5 milijarde m³.

2 Primopredaja ruskog plina iz plinovodnog sustava **SOYUZ** obavlja se na ukrajinskoj granici kod Novoposkova i završava zapadno od Uzhgoroda.

3 Primopredaja plina iz sustava *Siyanie Severa* (engl. *Northern Lights*) je na sjeveru Ukrajine, na bjeloruskoj granici.

od pet linija građenih u četiri faze (Transgas 1, 2, 3 i 4), ukupnog kapaciteta 75 milijardi m³/god.

TRANSGAS 1 se sastoji od dvije linije ukupnog kapaciteta 28 milijardi m³/god. Ruta plinovoda je od Uzhgoroda kroz Slovačku i Češku do Hora Sv. Kateriny na njemačkoj granici. **TRANSGAS 2** ima istu rutu kao i *Transgas 1* do grada Brno u Češkoj, a zatim se nastavlja prema Waidhausu (njemačkoj granici). Nazivni kapacitet iznosi 9 milijardi m³/god. **TRANSGAS 3** je konstruiran kao produženje plinovoda *Soyuz* od Orenburga, za dopremu plina istočnoj Europi. *Transgas 3* prati rutu *Transgasa 2*. Nazivni kapacitet plinovoda je 16 milijardi m³/god. **TRANSGAS 4** je produženje *Urengoj* plinovoda i prati rutu *Transgasa 2*. Nazivni kapacitet *Transgasa 4* iznosi 22 milijarde m³/god.

S obzirom da se *Transgas* sustav u Češkoj dijeli na dva dijela, prvi dio završava kod grada Hora Sv. Kateriny, a drugi kod Waidhausa u Njemačkoj. Od Hore se nastavlja plinovod **STEGAL**⁴ kojim se doprema plin za njemačko tržište. Od Waidhausa kroz Njemačku prema Francuskoj se proteže plinovod **MEGAL**⁵, koji ima transportni kapacitet 11.40 milijardi m³.

Kao što je naznačeno, četiri linije slovačkog *Transgasa* se nastavljaju prema Baumgartenu (Austriji). Kroz Austriju prolaze tri glavna plinovoda (*WAG*, *TAG* i *SOL*) kojima se transportira plin dalje za Njemačku, Italiju, Sloveniju i Hrvatsku. Ukupni tranzit kroz Austriju iznosio je prošle godine 17,86 milijardi m³/god. od čega 13,27 milijardi m³ za Italiju, 3,91 milijardi m³ za Francusku i 0,68 milijardi m³ za Hrvatsku.

Plinovod **WAG**⁶ (*The West Austrian Gasleitung pipeline*) prolazi Austrijom do Njemačke i spaja se na njemački plinovod **MEGAL**. Tranzitni kapacitet plinovoda iznosi 3,7 milijardi m³.

Plinovod **TAG**⁷ (*Trans Austrian Gasleitung*), prolazi Austrijom i obavlja tranzit za Italiju. Plinovod se sastoji od dvije paralelne linije *TAG 1* i *TAG 2* ukupnog kapaciteta 16 milijardi m³, a tranzitnog 13,7 milijardi m³.

Plinovod **SOL** (*Sud-Ost-Leitung*) je ogranak plinovoda *TAG 1* i transportira ruski plin iz Austrije prema Sloveniji i Hrvatskoj. Tranzitni kapacitet je 1,3 milijardi m³.

Plinovod **HAG** (*Hungary-Austria Gasline*) je izgradila austrijska kompanija ÖMV i mađarska kompanija MOL. Tim plinovodom je spojen Baumgarten na austrijsko-slovačkoj granici sa Györom u Mađarskoj. Kapacitet plinovoda iznosi 4,5 milijarde

4 Plinovodi Midal i Stegal su realizirani zajedničkim ulaganjem kompanija Gazprom i Wintershall/BASF. To je ujedno i prvo ulaganje Rusije u zapadnoj Europi.

5 Vlasničke udjele u plinovodu **Megal** imaju kompanije Ruhrgas (50%), GdF (43%), ÖMV (5%) i fundacija "Megal" u Nizozemskoj (2%).

6 Vlasnici **WAG** plinovoda su ÖMV (51%), GdF (44%) i Ruhrgas (5%).

7 Vlasnici **TAG** plinovoda su kompanije ÖMV (51%) i SNAM (49%).

m³/god. Dvije trećine kapaciteta je rezervirala kompanija MOL, a ostalu trećinu ÖMV. Plinovod je završen ove godine.

Drugi dio plinovoda kojima se transportira plin iz Rusije čine sustavi koji se iz Ukrajine, točnije Uzhgoroda, nastavljaju prema Mađarskoj, Jugoslaviji te Bosni i Hercegovini.

Opskrba Mađarske ruskim plinom je započela u svibnju 1975. godine proširenom linijom plinovoda *Bratsvo*. Mađarski ogranak plinovoda *Bratsvo* je kapaciteta 11 milijardi m³/god. i spojen je sa Ukrajinom što omogućuje dopremu plina iz ostalih ruskih izvoznih plinovoda. Plinovod se proteže od ukrajinske granice do Zsamboka i Györa, te jugozapadno prema Blatom jezeru i južno do Szegeđa prema granici s Jugoslavijom.

3.2. Plinovodi koji prenose plin iz Sjevernog mora za europsko tržište

Osim ruskog plina u Europu, osobito u zapadnu, plin se uvozi iz Sjevernog mora rutom po kopnenom dijelu Belgije, Njemačke i Velike Britanije. Inače, plin iz Sjevernog mora uvoze, osim ove tri zemlje, Francuska, Španjolska, Nizozemska i Austrija.

Karakteristike plinovoda iz Sjevernog mora

Plinovodi kojima se transportira plin iz Sjevernog mora (tj. iz norveških polja) su "offshore" sekcije, kojima je odredište kopno Njemačke, Belgije i Velike Britanije.

Plinovodni sustav **ZEEPIPE I**⁸ transportira plin od polja Sleipner do Zeebruggea u Belgiji. Kapacitet plinovoda iznosi 11,7-13 milijardi m³. *Zeepipe* je konstruiran da bi dopremao plin iz različitih polja Sjevernog mora na kontinentalni dio Europe. Plinovod je započeo radom 1993. god.

Plinovodom **ZEEPIPE II** ostvarena je veza sa plinskim poljem Troll. Plinovod čine dvije linije. Prva linija je produžetak od polja Sleipner do Kollsnesa na norveškoj obali. Kapacitet te linije iznosi 37 milijuna m³/dan i završena je ove godine. Druga linija uključuje proširenje od platforme 16/11S do Kollsnesa kapaciteta 50 milijuna m³/dan. Od Kollsnesa su produžene dvije linije do polja Troll i drugih plinskih polja.

Od Zeebruggea kroz Belgiju proteže se plinovod **SEGEO**⁹ (*Societe Europeenne du Gazoduc Est Ouest*) kojim se transportira norveški plin za belgijsko, francusko i španjolsko tržište. Transitni kapacitet plinovoda iznosi 5,7 milijardi m³.

8 **Zeepipe** je "joint venture" partnera projekta razrade Troll/Sleipner polja (Statoil, Norsk Hydro, Shell, Esso, Elf, Saga Petroleum, Conoco i Total). "Operator" Zeepipe je Statoil.

9 Plinovod SEGEO je u vlasništvu 75% Distrigaza i 25% Gaz de France. Distrigaz i GdF posjeduju postrojenja i transportne ugovore, a "operator" plinovoda je Distrigaz.

Plinovodi **STATPIPE/NORPIPE**¹⁰ počinju u poljima Sjevernog mora, a spojeni su s Emdenom u Njemačkoj. Kapacitet plinovoda iznosi 19,4 milijardi m³/god. Plinovodi su započeli radom 1977. godine.

Plinovodom **EUROPIPE I**¹¹ transportira se plin iz polja Troll do Dornumersielu na njemačkoj obali. Ukupni kapacitet plinovoda iznosi 12,4 milijardi m³. Plinovod je započeo radom u listopadu 1995. god.

Od Emdena kroz Njemačku se proteže plinovod **MIDAL**¹² kojim se transportira norveški plin koji je dopremljen plinovodima *Statpipe/Norpipe i Europipe I*.

Plinovodni spoj od obale Sjevernog mora do Wilhelmshavena omogućuje transport norveškog plina plinovodom **NETRA**¹³ (*Norddeutsche Erdgas-Transversale*) u istočnu Njemačku. Kapacitet plinovoda je 16 - 18 milijardi m³/god.

Plinovodom **FRIGG**¹⁴ transportira se plin iz polja Frigg do St. Fergusa u Velikoj Britaniji i opskrbljuje britansko područje. Kapacitet plinovoda iznosi 10,9 milijardi m³, a 1993. god. bilo je iskorišteno svega 4,5 milijarde m³.

3.3. Plinovodi koji prenose nizozemski plin

Za opskrbu Belgije, Francuske, Njemačke, Švicarske i Italije od velikog je značenja i nizozemski plin.

Od Nizozemske se plin transportira kroz Belgiju prema Francuskoj. Tranzitni kapacitet iznosi 5,5 milijardi m³. Kroz Francusku se nastavlja daljnji transport prema Španjolskoj.

Druga transportna ruta nizozemskog plina je kroz Njemačku plinovodom **TENP**.¹⁵ Tranzitni kapacitet plinovoda iznosi 6,3 milijardi m³. Plinovod prolazi Njemačkom do granice sa Švicarskom. Kroz Švicarsku se nastavlja plinovod **TRANZITGAS**¹⁶ za

10 U plinovodima **Statpipe/Norpipe** su uključene dvije kompanije. Jedna je "partnership" Statpipe grupe u kojoj su članovi Statoil u udjelu od 58%, zatim Elf 10%, Norsk Hydro 8%, Mobil 7%, Esso 5%, Shell 5%, Total 3%, Saga Petroleum 2%, Conoco 2%. Druga je korporacija Norpipe u kojoj su Statpipe i Phillips grupa dioničari svaki sa udjelom od 50%. "Operator" Statpipe je Statoil, a Norpipe Phillips.

11 **Europipe** je dio Zeepipe "joint venture" projekta.

12 Plinovodi **Midal** i **Stegal** su realizirani zajedničkim ulaganjem kompanija Gazprom i Wintershall/BASF. To je ujedno i prvo ulaganje Rusije u zapadni dio Europe.

13 Vlasničke udjele u plinovodu **Netra** imaju BEB Erdgas i Erdöl GmbH (Hanover), Ruhrgas AG (Essen), Den norske stats oljeselskap a.s. (Statoil, Stavanger) i Norsk Hydro Produksjon a.s. (Oslo).

14 Plinovod **Frigg** u norveškom dijelu je u vlasništvu kompanija Elf (26%), Norsk Hydro (33%), Total (17%) i Statoil (24%), a u britanskom dijelu u vlasništvu kompanija Total (33%) i Elf (67%).

15 Plinovod **Tenp** je 51% u vlasništvu Ruhrgasa, a 49% u vlasništvu SNAM-a.

16 Plinovod **Tranzitgas** je 51% u vlasništvu Swissgasa, 46% SNAM-a i 3% Essoa.

Italiju i na taj način se doprema nizozemski plin na talijansko tržište. Maksimalni uvozni kapacitet *TENP/Tranzitgas* plinovoda iznosi 7 milijardi m³/god.

3.4. Plinovodi koji prenose alžirski plin za europsko tržište

Plin iz Alžira je još jedan izvor opskrbe europskog tržišta. Trenutno su uvoz putem plinovoda osigurale Italija, Slovenija i Španjolska.

Plinovodima **Transmed I i II**¹⁷ transportira se plin Italiji i Sloveniji. Plinovodi se sastoje od "onshore" i "offshore" sekcija. "Onshore" plinovodi se sastoje od dijela koji prolazi Alžinom, Tunisom, Sicilijom i ostalim dijelom Italije, a "offshore" plinovodi prolaze sicilijanskim i mesinskim prolazom. Plinovodi povezuju plinsko polje Hassi R'Mel (u Alžiru) i grad Minerbio u dolini rijeke Po (u Italiji). Uvozni kapacitet plinovoda iznosi 14 milijardi m³. Dodavanjem novih kompresorskih stanica (3 u Alžiru i 2 u Italiji) omogućeno je povećanje kapaciteta na 26 milijardi m³/god.

Slovenska transportna mreža je spojena na zapadu (kod Nove Gorice) s talijanskom plinskom mrežom iz koje dobiva plin iz Alžira.

Sljedeći plinovod koji počinje u Alžiru je **MAGHREB** kojim će se dopremati plin za španjolsko tržište. Plinovod **MAGHREB** se proteže od Alžira (polja Hassi RMel) do Cordobe u Španjolskoj kroz Maroko i Gibraltarski prolaz. Opskrba Španjolske trebala bi iznositi 6 milijardi m³ do 2000. god., a 2,5 milijardi m³/god. transportirat će se iz Španjolske u Portugal. Izgradnja plinovoda je započela 1994. godine i završena je ove godine. Od Cordobe se jedna linija odvaja za Badajoz u Portugalu. Kapacitet plinovoda iznosi 10,5 milijardi m³/god.

3.5. Plinovodi za opskrbu Europe u planu i u izgradnji

S obzirom da su u Rusiji na poluotoku Jamal otkrivene velike količine plina očekuje se da će to biti vrlo pouzdan izvor opskrbe Europe u budućnosti. Glavni plan je doprema plina iz Jamala plinovodom **JAMAL** kroz Bjelorusiju i Poljsku do Frankfurta na Odri u Njemačkoj. Ovaj plinovod će omogućiti novi spoj Rusije i europskog tržišta. To će poboljšati djelotvornost europske plinske mreže doprinoseći učinkovitosti opskrbljivača i povećanju pouzdanosti protoka plina. Prema zadnjim podacima, prvi dio poljske sekcije je pred završetkom, a početak konstrukcije kroz ostale zemlje započet će u prosincu ove godine. Kapacitet plinovoda 2010. godine trebao bi iznositi 67 milijardi m³. Završetak se očekuje sredinom 1999. godine.

Ruski Gazprom i talijanski Edison Gas razmatraju **izgradnju** plinovoda **VOLTA**. Studija, odnosno razmatranje tog projekta, kojim je predviđeno povezivanje Italije i Rusije plinovodom kapaciteta 10 milijardi m³/god., očekuje se krajem 1996. god. Plinovod bi bio duljine 1000 km i transportirao bi ruski plin do doline rijeke Po u Italiji. Plinovod bi se kretao od Ukrajine, preko Slovačke, Mađarske, Slovenije.

17 Plinovod **Transmed** je 50% u vlasništvu SNAM-a i 50% alžirske kompanije Sonatracha.

Kroz Češku i Slovačku u **izgradnji** je nova linija sustava *Transgas* koji će osigurati dodatni kapacitet od 11,2 milijardi m³/god. Tom izgradnjom će se zadovoljiti uvjeti ugovora između Wintershalla i VNG-a. Plinovod će prolaziti Slovačkom i Češkom do Hora Sv. Kateriny na njemačkoj granici prateći rutu *Transgasa 1*. Završetak izgradnje plinovoda očekuje se 1999. god.

U Austriji je u **planu**, do kraja 1997. godine, proširenje kapaciteta plinovoda **TAG**, na 30 milijardi m³ što je 30% više od sadašnjeg kapaciteta. Isto tako u **planu** je izgradnja plinovoda **PENTALINE** koji će prolaziti od južnog do sjevernog dijela Austrije. Ukupni volumen iznositi će oko 10 milijardi m³, a svega 1 milijarda m³ je namijenjena austrijskom tržištu. Glavni cilj je spoj češkog *Transgasa* i **TAG** plinovoda. Prema literaturi, početak radova očekuje se 1997./1998. godine.

U Norveškoj je u **izgradnji** plinovod **EUROPIPE II**. Izgradnja je započela 1994. i trajat će do 1998./99. godine, a puštanje u pogon očekuje se oko 2000. god. Kapacitet plinovoda iznositi će 12 milijardi m³/god., a ruta plinovoda je od grada Karsto na norveškoj obali do Nordeneya na njemačkoj obali.

Isto tako, u **planu** je izgradnja plinovoda **NORFRA** koji bi dobivao plin iz polja Sleipner s odredištem u Dunkerqueu u Francuskoj. Odluka o izgradnji donesena je u rujnu 1995. godine, međutim početak izgradnje se očekuje u ljeto 1997. godine. Kapacitet plinovoda iznositi će 12 milijardi m³/god., a završetak, odnosno stavljanje u pogon planira se u listopadu 1998. godine.

Prema najnovijim podacima nizozemski distributer Delta Nutsbedrijven je najavio **izgradnju** plinovoda duljine 50 km za prijenos plina iz Interkonektora u južnu Nizozemsku. Taj plinovod će spajati Zalzate, na belgijskoj granici, i Ossendrecht u južnoj nizozemskoj regiji. Početni kapacitet bi bio 5 milijardi m³/god., uz mogućnost proširenja na 10 milijardi m³/god.

U Njemačkoj je u **izgradnji** plinovod **WEDAL** (*Westdeutschland-Andbindungs-Leitung*) koji će transportirati nizozemski plin od grada Aachena, na belgijsko-nizozemskoj granici, do Berlina.

U Italiji je u **planu** nakon 2000. godine povećanje kapaciteta *Transmed* plinovoda na 30 milijardi m³/god. dodavanjem novih kompresorskih stanica.

U Španjolskoj je u **planu**, oko 2000. godine, proširenje plinovoda **MAGHREB**. Cilj je proširenje sustava za transport alžirskog plina od Cordobe prema Pirinejima. Kapacitet će se povećati dodavanjem novih kompresorskih stanica na 18,5 milijardi m³/god.

U prosincu 1994. godine donesena je odluka o gradnji plinovoda **UK-Continent Gas Interconnector** između Velike Britanije i kontinenta. Kapacitet bi iznosio 20 milijardi m³/god. Tim plinovodom će se najvjerojatnije transportirati plin i u suprotnom smjeru (kontinent-Velika Britanija), a uvoziti će se eventualno LNG koji će se dopremati u

Belgiju i ruski plin. Konstrukcija je započeta ove godine, dok se početak rada plinovoda očekuje u listopadu 1998. godine. Plinovod će se kretati od britanske plinovodne mreže u Bactonu do Zeebruggea u Belgiji. Maksimalni izlazni tlak u Bactonu iznositi će 130 bara, a u Zeebruggeu 70 bara. Maksimalni protok na relaciji Bacton-Zeebrugge bi bio 20 milijardi m³/god., što iznosi 55 milijuna m³/dan, a na relaciji Zeebrugge-Bacton 11 milijardi m³/god. (30 milijuna m³/dan).

Tablica 3.2. Kompanije koje sudjeluju u izgradnji i korištenju kapaciteta *Interconnectora*

KOMPANIJA	KAPACITET (milijardi m ³ /god.)	Udio u plinovodu (%)
Amerada Hess	1	5
British Petroleum	2	10
British Gas	8	40
Conoco	2	10
Distrigaz	1	5
Elf	2	10
National Power	1	5
RAO "Gazprom"	2	10
Ruhrigas	1	5

IZVOR: Marie-Francoise Chabreliet, Planned Gas Pipelines around the World, Cedigaz

4. PROGNOZA VLASTITE PROIZVODNJE I UVOZA U RAZDOBLJU DO 2010. GODINE

Bilančne rezerve prirodnog plina u Republici Hrvatskoj iznosile su 31. prosinca 1995. godine 39 milijardi m³ (prema podacima Ministarstva gospodarstva). Ilustracije radi, u 1995. godini, proizvodnja iz domaćih izvora iznosila je približno 1,608 milijardi m³ (14% više nego u 1994. godini), a uvoz 0,274 milijardi m³ odnosno 63% manje nego u 1994. godini. Potrošačima je isporučeno ukupno 2,01 milijardi m³. U nastavku su za Republiku Hrvatsku prikazane dvije prognoze moguće buduće proizvodnje prirodnog plina (i potreba za uvozom) do 2010. godine.

Tablica 4.1. prikazuje prognozu na temelju **prethodnih rezultata** programa PRO-HES, za višu i nižu razinu potrošnje prirodnog plina.

Tablica 4.1. Bilanca prirodnog plina za višu i nižu razinu potrošnje u razdoblju do 2010. godine - PROHES "Prethodni rezultati"

milijardi m ³ god.	2000.	2005.		2010.	
- viša razina -					
Proizvodnja	2,399	1,840		1,335	
Uvoz	0,750	min 1,741	max. 2,292	min 2,531	max. 3,072
Ukupna potrošnja	3,150	min 3,581	max. 4,132	min 3,867	max. 4,407
- niža razina -					
Proizvodnja	1,669	1,840		1,335	
Uvoz	0,750	1,278		min 2,083	max. 2,423
Ukupna potrošnja	2,419	3,118		3,417	3,758

Izvor: Energetski institut "Hrvoje Požar", "PROHES - Prethodni rezultati" Zagreb, srpanj 1995.

Tablica 4.2. prikazuje razinu proizvodnje prirodnog plina (odnosno potrebnog uvoza), u razdoblju do 2010. godine prema prognozama INE.

Tablica 4.2. Bilanca prirodnog plina u razdoblju do 2010. godine - INA

milijardi m ³ god.	1995.	2000.	2005.	2010.
Proizvodnja	1,959	2,357	2,298	1,379
Vlastita potrošnja	0,097	0,090	0,084	0,034
Raspoloživo za tržište	1,862	2,267	2,214	1,345
Uvoz (iz Rusije)	0,670	1,092	1,092	1,092
Ukupno raspoloživo za tržište	2,532	3,359	3,306	2,437
Prognoza potražnje/potrošnje	2,532	3,359	3,636	3,916
Razlika - novi izvori	0	0	-0,330	-1,479

Izvor: Kolundžić S, Šourek M, "Mogućnosti dobave plina i raspoložive količine za proizvodnju električne energije", Okrugli stol, "Jesu li Hrvatskoj potrebne elektrane na ugljen kao jedna od razvojnih opcija", Zagreb, 25. lipnja 1996.

Prema oba izvora, u 2000. godini, uz postojeći uvoz iz Rusije, vlastita je proizvodnja dovoljna da zadovolji potrebe tržišta. Potreba za dodatnim uvozom iskazat će se najkasnije 2005. godine. Ako pak promatramo ukupan potreban uvoz 2010. godine, možemo zaključiti da će se kretati između 2 i 3 milijarde m³, ovisno o razmatranom scenariju. Potrebno je naglasiti da se radi o prethodnim rezultatima programa PROHES.

5. PRAVCI OPSKRBE PRIRODNIM PLINOM ZNAČAJNI ZA REPUBLIKU HRVATSKU

5.1. Transport putem plinovoda

Kratkoročno, potencijalni izvori opskrbe Republike Hrvatske jesu: Rusija (povećanje uvoznih količina), Norveška i Alžir, a dugoročno zemlje središnje Azije (Turkmenistan i eventualno Kazahstan), odnosno Bliskog Istoka (Iran). Analiza provedena u nastavku razmišljanje je na temelju dostupne literature.

5.1.1. Mogućnosti opskrbe Hrvatske dodatnim količinama ruskog plina

Budući da je cilj diverzifikacija izvora opskrbe u odnosu na ruski plin, potrebne dodatne količine najvjerojatnije neće biti osigurane iz ovog izvora, ali su ipak razmotrene neke mogućnosti. Dosadašnji uvoz odvijao se uz tranzit preko Ukrajine, Slovačke (*Transgas* sustavom), Austrije (plinovodima *TAG* i *SOL*), i Slovenije (plinovodom *M1* Ceršak-Rogatec). Za područje bivše Jugoslavije općenito, ruski plin je dopreman plinovodom *Soyuz* (iz polja Orenburg, u neposrednoj blizini granice sa Kazahstanom), odnosno *Urengoj* (iz polja u zapadnom Sibiru).

Pri transportu postojećim sustavom ruskih izvoznih plinovoda, problem je njihov slobodni kapacitet. Slobodan kapacitet plinovoda "središnjeg koridora", krajem 1995. godine, kod Uzhgoroda na ulazu u *Transgas* sustav, prema lit. 5, bio je popunjen u cjelini, dok je na relaciji Uzhgorod-Mađarska postojao slobodan kapacitet od 2,2 milijarde m³. Dio kapaciteta središnjeg koridora koji je trenutno popunjen plinom namijenjenim njemačkom tržištu i transportiran kroz Češku i Slovačku *Transgas* sustavom (Ruhrgasu 30,1 milijardi m³, Wintershallu 4,075 milijardi m³ i Verbundnetzgasu 7,975 milijardi m³ u 1996. godini, ukupno 42,15 milijardi m³), mogao bi biti oslobođen realizacijom izgradnje *Jamal* plinovoda. Naravno, ovo vrijedi ukoliko se ostvari pretpostavka da će opskrba bivše istočne Njemačke i sjevernog dijela zapadne Njemačke biti ostvarena *Jamalom*, dok bi južna Njemačka zadržala stari pravac opskrbe. Oslobođene količine bile bi naravno, zbog prirode dugoročnih ugovora, i dalje vlasništvo navedenih kompanija.

U koridoru u kojem se odvijao i transport plina iz središnje Azije (plinovodi iz Turkmenistana preko teritorija Uzbekistana i Kazahstana do spoja s plinovodom *Soyuz*), prema lit. 5, postojao je krajem 1995. godine slobodan kapacitet od 22,7 milijardi m³. Ruski *Gazprom* je stoga (prema lit. 5), u mogućnosti ostvariti kupovinu jeftinog plina iz središnje Azije i prodati ga na europskom tržištu. Ovakve planove imaju British Gas i AGIP, kojima je plin dostupan na osnovi "Sporazuma o podjeli proizvodnje", (udjeli su: British Gas 42,5%, AGIP 42,5%, Gazprom 15%), vezanog uz razradu polja Karachaganak u Kazahstanu. Privremeni sporazum bit će na snazi od 2 do 4 godine, a u međuvremenu mora biti postignut konačni sporazum o transportu unutar licence za proizvodnju. Sporazum bi morao sadržavati i rusku

garanciju pristupa transportnim plinovodima Gazproma. Plin bi bio namijenjen europskom tržištu.¹⁸

Nepoznanica u ovom slučaju je slobodni kapacitet ruskih plinovoda iz ovog pravca prema Uzhgorodu (prije svega *Soyuz*)¹⁹. Sve zemlje koje se nalaze na ruti plinovoda imaju planove za diverzifikaciju izvora opskrbe u odnosu na ruski plin. Ukoliko promatramo situaciju 2000. godine sa stajališta dodatnog uvoza (opterećenja sustava), grčka DEPA planira uvoz do 3 milijarde m³ ruskog plina, turski BOTAS do 10,5 milijardi m³, i WIEH za Rumunjsku²⁰ do 5 milijardi m³. Količine koje bi trebale iskoristiti Makedonija i Albanija, trenutno nisu poznate. Mađarska planira dodatne 2 milijarde m³ ruskog plina, čime bi svoj uvozni kapacitet iz Uzhgoroda popunila u cjelini, što se podudara sa podatkom o njegovu slobodnom kapacitetu od 2,2 milijarde m³, prema lit. 5. Uvoz Srbije i BiH mogao bi 2000. godine doseći razinu od 6 milijardi m³, koliko je prema ugovoru trebalo biti ostvareno 1997. godine. Međutim, sva opskrba se ne odvija putem *Soyuz* plinovoda, jer je od ukupnog kapaciteta *Urengoj* plinovoda ("središnji koridor") od 28 milijardi m³, 7 namijenjeno Mađarskoj i bivšoj Jugoslaviji.

Transport od Uzhgoroda do Hrvatske čini drugi problem. Jedna od razmatranih mogućnosti je preko teritorija Slovačke, Austrije i Slovenije (postojeći pravac), a druga preko teritorija Slovačke, Austrije i Mađarske, uz spoj sa sjevernim dijelom prstena transportnog sustava INE, te samim tim s magistralnim pravcem Varaždin-Koprivnica-Budrovac-Virovitica-Donji Miholjac-Osijek, na čijoj se trasi ujedno nalazi potencijalna lokacija za buduće podzemno skladište plina (Bokšić).

Kapacitet slovačkih tranzitnih plinovoda od 75 milijardi m³ popunjen je u cjelini. Ukupni kapacitet bi do 2000. godine trebao biti povećan na 82 milijarde m³, ali je i on po svemu sudeći unaprijed popunjen i služi za realizaciju ugovora sa njemačkim Wintershallom i VNG-em. Razvojni planovi slovačkog SPP-a, o potencijalu za ostvarivanje ukupnog kapaciteta od 100 milijardi m³ godišnje ne uključuju termine njihova provođenja, ali bi do 2005. godine, kad se u Hrvatskoj očekuje prva pojava manjka opskrbe, dio ovih planova mogao biti realiziran. Dio količina bi mogao biti oslobođen

18 Točne količine do sada nisu utvrđene. British Gas je do sada jedino Češkoj ponudio plin iz ovog izvora, početna količina iznosi 200 milijuna m³

19 *Soyuz* plinovod spojen je s plinovodom Shebelinka-Izmail (kapaciteta 20 milijardi m³ godišnje), koji opskrbljuje prirodnim plinom Moldovu, Rumunjsku, Bugarsku i Tursku, a od 1. srpnja 1997. godine i Grčku. S obzirom da se opskrba navedenih zemalja odvija iz barem dva izvora, nemoguće je utvrditi trenutno slobodan kapacitet oba plinovoda, jer dostupna literatura navodi ukupan uvoz, ali ne i njegov udio u svakom pojedinom plinovodu. Situacija je dodatno otežana činjenicom da se plin iz *Soyuz* plinovoda namijenjen tržištima Češke, Slovačke, Njemačke, Francuske, Mađarske i bivše Jugoslavije, miješa sa plinom dopremljenim "središnjim koridorom", te je nemoguće utvrditi količinu koja pripada samo *Soyuz* plinovodu.

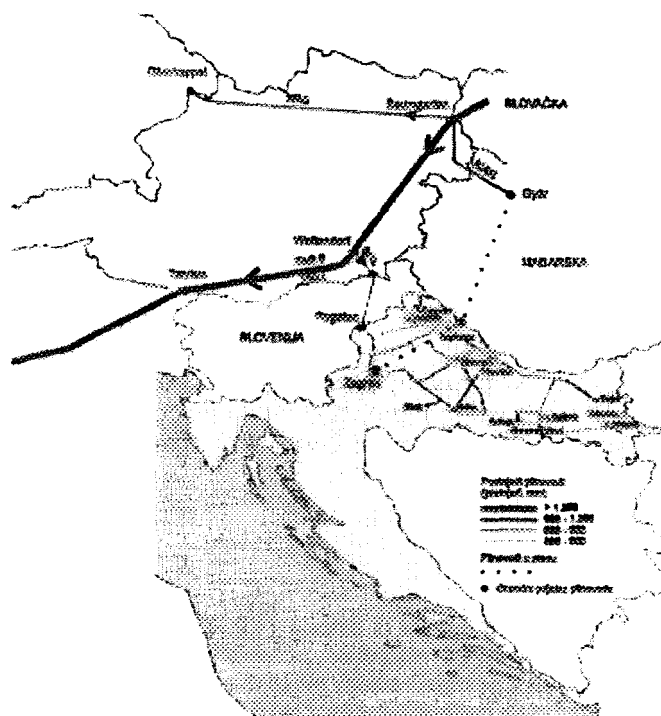
20 Postojeći ugovori Romgaza sa Gazpromom isteci će do 1998. godine. Obnova postojećih ugovora, te uvoz novih količina ovisit će o mogućnosti plaćanja putem robne razmjene zbog nedostatka čvrste valute.

izgradnjom *Jamal* sustava, ali treba u obzir uzeti i predviđeni porast potrošnje plina u samoj Slovačkoj sa 5,9 milijardi m³ (1992.) na 10 milijardi m³ u 2010. godini, te u Češkoj, koja planira porast uvoza sa 6,9 milijardi m³ (1993.) na 11,4 milijardi m³ (2005).

Daljnji transport kroz Austriju odvijao bi se i dalje *TAG* plinovodom (čiji bi postojeći kapacitet od 16 milijardi m³ do kraja 1997. godine mogao biti povećan na 30 milijardi m³) i dalje uz izgradnju novog plinovoda kroz Sloveniju paralelnog postojećem plinovodu Ceršak-Rogatec.

Druga potencijalna mogućnost (uz osigurani transport kroz Slovačku do Austrije), je transport kroz *HAG* plinovod na relaciji Baumgarten-Győr, pri čemu je od 3,5 milijarde m³ kapaciteta dostupnog mađarskom MOL-u, već rezervirana 1 milijarda m³ (ugovor sa Ruhrgasom). Spoj sa plinskim sustavom Republike Hrvatske mogao

Slika 5.1. Potencijalni pravac uvoza prirodnog plina putem plinovoda *HAG*



Izvor: European Gas Markets, April 1996.

bi biti ostvaren kao na slici 5.1. Postoje indikacije da će Mađarska iskoristiti cjelokupan kapacitet HAG-a za potrebe vlastite rastuće potrošnje²¹, ali usprkos svemu, HAG čini potencijalni transportni pravac, naročito ako se uzme u obzir da je predviđeni manjak opskrbe u Hrvatskoj 2005. godine od 330 milijuna m³ (prema INI) relativno mali. Izgrađena infrastruktura na relaciji od Győra do hrvatske granice mogla bi biti iskorištena pri eventualnom spoju sa plinovodom Turkmenistan-Iran-Turska-Europa, ukoliko dođe do realizacije njegove izgradnje.

Umjesto fizičke dopreme, potrebna količina ruskog plina mogla bi biti osigurana na osnovi preuzimanja dijela količina onih kompanija koje ga preuzimaju u Baumgartenu (Ruhrigas, ÖMV, GdF, SNAM), od kojih su značajne posljednje dvije²², jer je Ruhrigas svoje količine preusmjerio MOL-u, a ÖMV ima problema s vlastitim manjkovima opskrbe. Podsjetimo, SNAM ima 49% udjela u TAG plinovodu (preostalih 51% drži ÖMV), a struktura vlasništva u WAG plinovodu je: ÖMV 51%, Gaz de France 44% i Ruhrigas 5%.

Što se tiče opskrbe putem **Volta plinovoda**, u slučaju realizacije njegove izgradnje, polaganjem novog plinovoda kroz Ukrajinu riješio bi se problem zagušenja kroz postojeće plinovode, a opskrba Hrvatske mogla bi se odvijati ili spojem s plinovodom na mađarskom teritoriju (uz prethodno opisani spoj sa sjevernim dijelom plinskog sustava Republike Hrvatske), ili spojem na slovenskom teritoriju (u razmatranju su trenutno dvije potencijalne rute kroz Sloveniju). Projekt je trenutno na razini izrade studije izvodljivosti, odnosno utvrđivanja potencijala za plasman prirodnog plina na području Italije. Edison Gas tvrdi da je u stanju osigurati tržište za plasman do 10 milijardi m³ bez količina predviđenih Molfacone projektom (planirani kapacitet LNG terminala u Molfaconeu povećan je na 10 milijardi m³ godišnje s prvobitnih 5). Međutim, prema lit. 12, SNAM je u pregovorima s Gazpromom o uvozu dodatnih 8 milijardi m³ od 2001. godine u okviru postojećih ugovora o opskrbi, čime bi prema vlastitim tvrdnjama osigurao više plina nego što je potrebno na talijanskom tržištu, a računa i na plin iz Kazahstana u vlasništvu AGIP-a. Premda izvor ne analizira pitanje transporta, planovi za talijanski uvoz ruskog plina sužavaju Republici Hrvatskoj prostor za uvoz dodatnih količina iz ovog izvora, ali otvaraju mogućnosti za preuzimanje dijela SNAM-ovih količina, ukoliko zaista dođe do pojave prognozirano suviška plina na talijanskom tržištu.

21 Predviđena potrošnja u 2010. godini trebala bi iznositi 11,2 milijardi m³. Uvoz putem postojećih ugovora pokriva količinu od 4,8 milijardi m³, na "spot" tržištu nabavlja dodatnih 0,5 milijardi m³ ruskog plina, a kroz postojeći sustav može uvesti dodatnih 2 milijardi m³ što čini ukupno 7,3 milijardi m³, a uz dodatni uvoz kroz HAG plinovod od 3,5 milijardi m³ ukupno 10,8 milijardi m³. MOL o iskorištavanju dodatnog kapaciteta pregovara sa Gaz de Franceom, SNAM-om i Statoilom.

22 Ali, ukoliko Austrija iskoristi opciju uvoza dodatnih 500 milijuna m³, neće biti moguće preuzeti potrebne količine od 330 milijuna m³ (osim toga, s GdF-om pregovara i MOL).

5.1.2. Mogućnosti opskrbe Hrvatske alžirskim plinom

Uvoz alžirskog plina mogao bi biti ostvaren kroz povećani kapacitet *Transmed* plinovoda²³ (24 milijarde m³ u 1995./96. godini, odnosno 30 milijardi m³ u 2005. godini), uz tranzit preko Italije i Slovenije. Prema podacima alžirskog Sonatracha koje je preuzela IEA (tablica 5.1.), slobodan kapacitet *Transmeda* u 2005. godini iznosi maksimalno do 4,65 milijardi m³ (pri čemu nisu u obzir uzete količine iz stavke "Ostale europske zemlje", jer je za njih logičniji pravac opskrbe plinovod *Maghreb*). Relativno malen slobodan kapacitet uvjetuje potrebu za što skorijim početkom pregovora, s obzirom da je vjerojatno dodatno smanjen u razdoblju od objavljivanja podataka (1995. godina). Za tranzit preko Slovenije potrebna je izgradnja novog plinovoda. Druga potencijalna mogućnost je zamjena za dio količina ruskog plina namijenjenih SNAM-u kod Baumgartena, uz tranzit preko Mađarske (HAG) ili Slovenije (novi plinovod paralelan postojećem uvoznom plinovodu), uz plaćanje tranzitne tarife kao za uvoz alžirskog plina (model primijenjen u Sloveniji).

Tablica 5.1. Mogući alžirski izvoz u budućnosti i slobodni kapacitet (milijarde m³/god.)

	1992.	1995.-96.	2000.	2005.	2010.
Izvozni kapaciteti					
LNG postrojenja	21,14	32,5	32,50-35,90	32,50-35,90	32,50-35,90
Transmed plinovod	16,00	24,00	25,50	30,00	30,00
Maghreb-Europa	-	8,00	10,50	18,50	18,50
Ukupno:	37,14	64,50	68,50-71,90	81,00-84,40	81,40-84,40
LNG - Ugovorene količine i moguća opskrba					
Gaz de France	9,21	10,15	10,15	8,65	8,65
Enagas (Španjolska)	3,94	3,25	3,75	3,85	3,85
Distrigaz (Belgija)	4,57	4,80	5,00	5,00	5,00
ENEL (Italija)	0,59	-	2,00	2,00	2,00
Etats-Unis	1,26	3,00	5,00-7,00	7,00-8,00	8,00-10,00
DEPA (Grčka)	-	0,20	0,60	0,60	0,60
BOTAS (Turska)	-	1,00	2,00	2,00	2,00-3,00
Portugal	-	-	-	0,20	0,20
Ukupno:	19,57	22,40	28,50-30,50	29,10-32,10	30,10-35,10
Plinovodi - ugovorene količine i moguća opskrba					
SNAM (Italija)	14,75	19,25	19,25	19,25	19,25
ENEL (Italija)	-	4,00	4,00	4,00	4,00
Enagas (Španjolska)	-	0,60	6,00	6,00	6,00
Petrol (Slovenija)	0,15	0,30	0,60	0,60	0,60
Portugal	-	0,50	2,50	2,50	2,50
Maroko	-	0,30	1,50	1,50	1,70
Tunis	0,70	1,00	1,50	1,50	1,50
Ostale europske zemlje	-	-	-	6,00-8,00	6,00-8,00
Ukupno:	15,60	25,95	35,35	41,35-43,35	41,55-43,55
Ukupna opskrba (ugovorena i moguća)	35,17	48,35	63,85-65,85	70,45-75,45	71,65-78,65
Slobodan kapacitet					
LNG	1,57	10,10	5,40-4,00	3,80-3,40	2,40-0,80
Plinovodi	0,40	6,05	0,65	7,15-5,15	6,95-4,95
Sveukupno:	1,97	16,15	6,05-4,65	10,95-8,55	9,35-5,75

Izvor: IEA, "The IEA Natural gas security Study", Paris, 1995.

23 Prenosi plin za Tunis, talijanski SNAM i ENEL, te slovenski Petrol.

5.1.3. Mogućnosti opskrbe Hrvatske norveškim plinom

Za uvoz norveškog plina, značajan je sporazum postignut između GFU-a (engl. *Gas Negotiating Committee*) i češkog Transgasa, o uvozu 3 milijarde m³ prirodnog plina godišnje u razdoblju od 30 godina, jer prema lit. 7, norveški izvoznici prirodnog plina namjeravaju slične ugovore ponuditi Mađarskoj, Slovačkoj, Sloveniji, Poljskoj i Hrvatskoj. Pritom razmatraju mogućnost iskorištavanja slobodnog kapaciteta čeških podzemnih skladišta plina, čime bi formiranje novih tržišta bilo olakšano. Na ovaj način, GFU bi prekinuo apsolutnu dominaciju Gazproma u ovom dijelu Europe. Postavlja se pitanje transporta, jer sporazumi o tranzitu nisu još sklopljeni niti u aktualnom češkom primjeru²⁴. Uz osiguran transport preko Njemačke do čeških podzemnih skladišta, o daljnjem transportu do Mađarske, Slovenije i Hrvatske može se trenutno samo nagađati, iako bi vjerojatno bio ostvaren preko teritorija Austrije. Za sada postoje samo pretpostavke planiraju li iskoristiti potencijalni *Penta* plinovod (koji bi između ostalog trebao spajati plinovode *TAG* i *WAG*, uz daljnji spoj sa češkim *Transgasom*), koji je izvorno predviđen i za dopremu plina iz ADRIA LNG terminala. Naime, u slučaju realizacije LNG projekta Molfacone, iz kojeg bi plin bio namijenjen samo talijanskom tržištu, dio kapaciteta *Penta* plinovoda ostao bi slobodan. Planirani kapacitet plinovoda inače iznosi 10 milijardi m³, od čega je 1 milijarda m³ namijenjena austrijskom tržištu. Na ovaj način bi ujedno bila osigurana fizička opskrba Austrije norveškim plinom (kojeg trenutno dobiva putem zamjene za ruski plin²⁵), te opskrba Italije.

5.1.4. Mogućnosti opskrbe Hrvatske plinom iz Bliskog Istoka i Središnje Azije

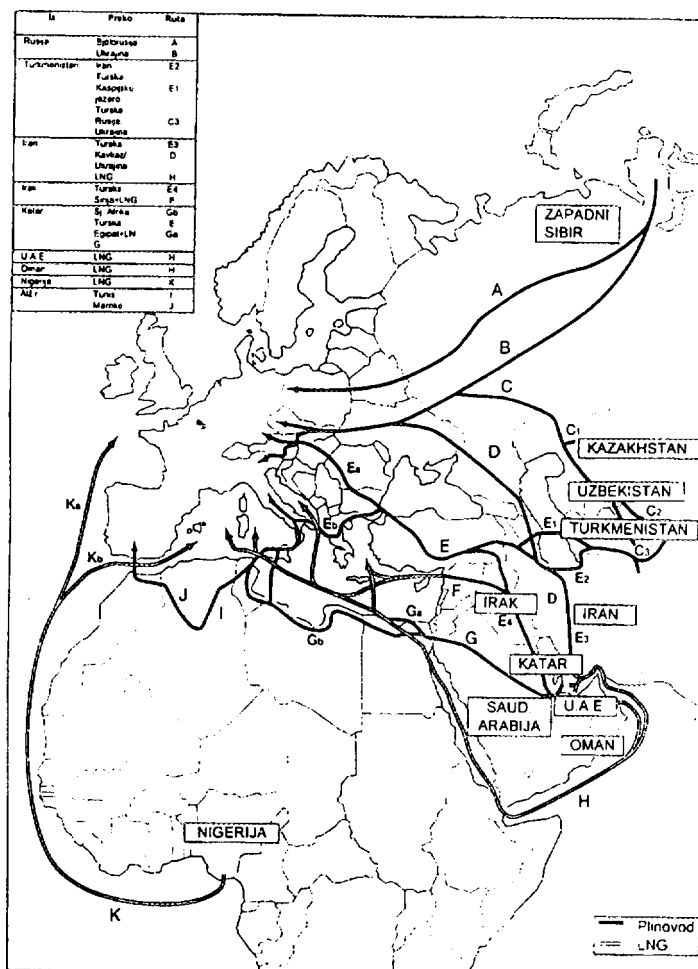
Opskrba Hrvatske iz ovog pravca bila bi ostvarena plinovodom Turkmenistan-Iran-Turska-Bugarska-Rumunjska-Mađarska-Austrija-zapadna Europa (ili Slovenija-Italija-zapadna Europa) što je prikazano na slici 5.2. (pravac C₃-E₂-E-E_a). Planirani kapacitet plinovoda (na iransko-turskoj granici) iznosi 41 milijardu m³ godišnje. Prema Botasu, izgradnja sekcije do turske granice bi trebala započeti 1996. godine, a izvori financiranja (za ovu sekciju) su osigurani. Turska je ugovorila uvoz 15 milijardi m³ turkmenskog plina do 2010. godine i 10 milijardi m³ iranskog plina do 2005. godine, što znači da za europsko tržište preostaje 16 milijardi m³. Na ovaj izvor opskrbe računaju sve zemlje na njegovoj ruti (Bugarska, Grčka, Rumunjska i Mađarska). Ovaj izvor bi trebao biti dovoljan za osiguravanje potrebnog uvoza od 1,479

24 Prema neslužbenim izvorima, predviđen je transport od polja u Sjevernom moru do Dornuma na njemačkoj obali i dalje *Netra* plinovodom (kapaciteta 16-18 milijardi m³ godišnje, u vlasništvu 37,5% Ruhrgasa, 37,5% BEB-a, 18,6% Statoila i 6,2% Norsk Hydroa prema Berlinu, odakle bi bio transportiran do češke granice mrežom u vlasništvu Ruhrgasa ili Verbundnetz Gasa. Druga mogućnost je zamjena za ruski plin namijenjen Njemačkoj i transportiran *Transgasom*.

25 ÖMV je ugovorio uvoz do 1 milijarde m³ godišnje norveškog plina. Plin se ne isporučuje fizički do Austrije preko njemačke mreže, već ÖMV preuzima istu količinu ruskog plina transportiranog kroz Austriju plinovodom *WAG*. ÖMV i AFG (Austria Ferngas), pregovaraju o uvozu dodatnih 500 milijuna m³ godišnje na ovaj način.

milijardi m³, koliko će prema INI Hrvatskoj nedostajati 2010. godine. Za uvoz iran-skog plina izravan interes također pokazuju: GdF (Francuska), Ruhrgas (Njemačka), ÖMV (Austrija), Enagas (Španjolska), CPP (Češka Republika) i SPP (Slovačka) koji su članovi "Gas Europe Consortium". Izgradnja plinovoda od polja Korpedzhe u zapadnom Turkmenistanu do Kurt-Koya u Iranu trebala bi biti završena 1997. godine. Realizacija izgradnje plinovoda do Europe ne očekuje se (u najpovoljnijem slučaju) prije 2005. godine. Na plinovod Turkmenistan-Iran-Turska-Europa moguć je u doglednoj budućnosti i spoj Kazahstana (čije rezerve iznose 70% rezervi Turkmenistana).

Slika 5.2. Prikaz potencijalnih pravaca za dugoročnu opskrbu Europe - udaljeni izvori



Izvor: Hafner M, Grenon M, Issa El Said, Tawila M, "A new role of energy transit for the Mediterranean: Long distance and long term natural gas and electricity supply for the Mediterranean and Europe", World Energy Council 16th Congress, Tokyo, 8-13 October 1995.

5.2. Transport LNG-a

Uvoz LNG-a aktualan je u slučaju realizacije izgradnje ADRIA LNG terminala, kojeg trenutno ugrožavaju planovi SNAM-a i ENEL-a za izgradnju LNG terminala u Molfaconeu pored Trsta.

5.2.1. Dobavljači

Trenutno nezauzeti kapacitet alžirskih postrojenja za ukapljivanje u 2005. godini kreće se između 1,4 i 1,8 milijardi m³, a u 2010. godini maksimalno 1,4 milijarde m³ (količine navedene u tablici 5.1. potrebno je umanjiti za 2 milijarde m³ koje je u međuvremenu rezervirala Turska; 1 milijarda m³ uz početak uvoza 1997. i 1 milijarda m³ uz početak uvoza 1999. godine). Uz alžirski Sonatrach, potencijalni dobavljač je nigerijski NLNG, koji prema IEA raspolaže sa slobodnim kapacitetom postrojenja za ukapljivanje od 1 milijarde m³. Međutim, ukoliko ENEL iskoristi opciju uvoza dodatne 1 milijarde m³, kapacitet će biti popunjen u cjelini. Projekt "Eurogas" (kapaciteta 8,25 milijardi m³), kojem je cilj bio izvoz LNG-a iz Katara u Europu (primarno u Italiju) trenutno je zaustavljen. Ugovore o uvozu iz ovog pravca do sada je potpisala Turska (3 milijarde m³ počevši od 1999. godine iz Rasgas projekta). Postoji mogućnost uvoza iz Omana realizacijom lokalnog LNG projekta (sudionici: 51% Oman, 34% Shell, 4% Total, 2% Oman-Partex, 3% Mitsubishi Corporation, 3% Mitsui and Company, 1% Itochu), nominalnog kapaciteta 12,4 milijuna tona godišnje (približno 17 milijardi m³ godišnje). Potencijalni kupac je Italija, premda je tržište projekta na tržištima Južne Koreje, Japana i Kine. Preliminarnim sporazumima i pismima namjere do sada je rezerviran kapacitet od 11,5 milijardi m³ (bez Italije). Mogućnost "spot" nabavke LNG-a trenutno je vezana uz uvoz iz Abu Dhabia i Australije (premda pojedine japanske kompanije namjeravaju zakupiti dio kapaciteta trenutno dostupan za "spot" prodaju). Od novih projekata, za područje Republike Hrvatske interesantan je novi LNG projekt za izvoz plina iz Jemena (udjeli: 70% Jemen Gas Corp. 30% Total), kapaciteta 5 milijuna tona godišnje (približno 6,9 milijardi m³), uz početak rada (najvjerojatnije) 2000. godine. Za sada nisu izneseni podaci o potencijalnim kupcima. Problem pri nabavci LNG-a iz Trinidada i Tobaga (predviđeni kapacitet postrojenja iznosi 2,7 milijuna tona što je približno 3,7 milijardi m³ godišnje, od čega je 50% namijenjeno europskom tržištu), te Venezuele (predviđeni kapacitet 5,9 milijuna tona odnosno 8 milijardi m³ godišnje), je velik broj zainteresiranih europskih kupaca (Italija, Španjolska, Francuska, Njemačka, Velika Britanija).

5.2.2. Planovi izgradnje prihvatnih LNG terminala

U nastavku je iznesen kratak opis planova za izgradnju novih LNG terminala, odnosno za proširenje kapaciteta postojećih, s obzirom da to izravno utječe na dostupnu količinu LNG-a. Rumunjska razmatra mogućnost izgradnje LNG terminala kod Konstantinopola, uz mogućnost izvoza u Bugarsku, Srbiju i Mađarsku²⁶. Grčka gradi terminal na otoku Revithousa pored Atene, ali njegovu opskrbu namjerava

26 Vlade navedenih zemalja pristale su da provedu istraživanje tržišta koje bi trebala slijediti studija izvodljivosti ukoliko rezultati budu pozitivni, te stoga za sada nema podataka o kapacitetu.

obavljati putem već zaključenog 21-godišnjeg ugovora sa Alžiirom. Turska razmatra proširenje postojećeg LNG terminala Marmara Ereğlisi s 2 na 5-6 milijardi m³ godišnje, a u pripremi je izgradnja LNG terminala kod Iskenderuna. Za sada planira opskrbu putem postojećih ugovora s Alžiirom i Katarom. U Španjolskoj, u tijeku su radovi na proširenju prihvatnog terminala La Huelva kako bi mogao primiti tankere većeg kapaciteta, a u planu je proširenje kapaciteta terminala u Barceloni. Za opskrbu terminala, uz uvoz putem postojećih ugovora s Alžiirom i Libijom, osigurala je 1 milijardu m³ nigerijskog plina, a pregovara sa Trinidadom i Tobagom o uvozu 1,5 milijardi m³ počevši od 1999. godine. I na kraju, vezano uz planirani LNG terminal u Molfaconeu kapaciteta do 10 milijardi m³, treba spomenuti da je ENEL do sada s nigerijskim NLNG-om zaključio ugovor o uvozu 3,5 milijardi m³ godišnje, uz mogućnost povećanja na 4,5 milijardi m³ godišnje.

7. Prognoza cijene plina iz pojedinih pravaca opskrbe

S obzirom da je ekonomija ključni parametar pri analizi problema opskrbe prirodnim plinom, na kraju članka je radi ilustracije iznesen pregled aktualne cijene plina iz postojećih izvora (tablica 7.1), uz usporedbu s prognoziranom cijenom plina iz razmatranih potencijalnih projekata opskrbe (tablica 7.2).

Tablica 7.1. Uvozna cijena plina pojedinih europskih zemalja (cijena na granici) - rujna 1996. (USD/MMBTU)

PREMA/OD	BIVŠI SSSR	NIZOZEM- SKA	NORVEŠKA	ALŽIR	LIBIJA	PROSJEK
Belgija	-	2,88	2,90	2,87	-	2,88
Francuska	2,74	2,87	2,89	2,77	-	2,82
Njemačka	2,69	2,85	2,82	-	-	2,79
Italija	2,64	2,87	-	3,02	-	2,84
Nizozemska	-	2,86	-	-	-	2,86
Španjolska	-	-	2,98	2,62	2,72	2,77
Velika Britanija	-	-	2,72	-	-	2,72
Prosjeak	2,69	2,87	2,86	2,82	2,72	2,79

Izvor: World Gas Intelligence, September 13, 1996.

Podaci u stupcu "Libija" odnose se na cijenu LNG-a, jednako kao i podaci u stupcu "Alžir" (osim u slučaju Italije do koje se transport, kao što je navedeno, odvija *Transmed* plinovodom. Razina cijene je približno ujednačena i određena trenutnom cijenom nafte i naftnih derivata na europskom tržištu.

Tablica 7.2. Procjena troškova opskrbe prirodnim plinom - potencijalni pravci opskrbe-Pauwels (USD/MMBTU)²⁷

Izvor i ruta	Ukupni troškovi minimalna (osnovna) cijena	Transportni troškovi IRR ²⁷ =10%	Tranzitne tarife	Proizvodni troškovi	Način transporta
Libija -Italija (10 milijardi m ³)	2,71	2,21	0,00	0,50	"onshore" plinovod+LNG
Nigerija - Italija	2,97	2,27	0,00	0,70	LNG
Katar: plinovod Ashkelon -LNG Italija	3,28	2,78	0,00	0,50	"onshore" + "offshore" plinovod +LNG
Katar: plinovod Sidi Kerir - LNG Italija	3,32	2,82	0,00	0,50	"onshore" + "offshore" plinovod +LNG
Rusija: Jamal - najbliža europska granica	3,37	1,98	0,64	0,75	"onshore" plinovod
Nigerija - Italija	3,40	2,70	0,00	0,70	LNG
Katar - Italija	3,51	3,01	0,00	0,50	"offshore" plinovod + LNG
Oman - Italija	3,57	3,07	0,00	0,50	"offshore" plinovod + LNG
Iran: plinovod do Turske, dalje LNG do Italije	3,75	2,82	0,43	0,50	"offshore" plinovod + LNG
Venezuela - EU12	3,83	2,73	0,00	1,10	LNG
Iran-Turska-Italija	4,09	2,04	1,55	0,50	"onshore" plinovod
Turkmenistan: plinovod od Turske - dalje LNG do Italije	4,25	2,85	0,90	0,50	"onshore" plinovod+LNG
Turkmenistan - Turska -Italija	4,38	1,88	2,00	0,50	"onshore" plinovod

Izvor: IEA, "The IEA Natural gas security Study", Paris, 1995.

* rabljeni tankeri

Podaci u tablici 7.2. čine prognozirane "ukupne troškove opskrbe". Ovi troškovi uključuju troškove proizvodnje, transporta i tranzitnih tarifa. Stoga, su minimalna (osnovna) cijena opskrbe plinom iz pojedinog pravca. Radi mogućnosti usporedbe, potrebno je navesti da je za 2010. godinu, Pauwels prognozirao prodajnu tržišnu cijenu prirodnog plina od 2,6 USD/MMBTU, ukoliko cijena sirove nafte u istom razdoblju bude iznosila 18 USD/barel, a cijena ugljena 45 USD/tona, odnosno prodajnu cijenu plina od 4,1 USD/MMBTU, uz prodajnu cijenu sirove nafte od 29 USD/barel, i prodajnu cijenu ugljena od 57 USD/tona.

27 Internal rate of return - interna stopa rentabilnosti

7. ZAKLJUČAK

Prema analizama, uz postojeći uvoz ruskog plina, dodatni će uvoz biti potrebno ostvariti najkasnije 2005. godine. Dodatni uvoz iz ovog izvora ovisit će o slobodnim kapacitetima plinovoda koji bi se mogli pojaviti puštanjem u rad plinovoda *JAMAL*. Također, opskrba ruskim plinom mogla bi biti ostvarena realizacijom projekta *VOLTA*.

Analiza mogućnosti opskrbe norveškim plinom, temelji se na mogućem sporazumu s norveškim GFU (što je Češka već učinila) koji, prema dostupnim podacima, ima namjeru, osim Hrvatskoj, ponuditi slične sporazume Mađarskoj, Slovačkoj, Sloveniji i Poljskoj.

Uvoz alžirskog plina mogao bi biti ostvaren putem proširenog kapaciteta plinovoda *Transmed* (uz tranzit preko Italije i Slovenije), čiji (prema dostupnim podacima), trenutno nerezerviran kapacitet u 2005. godini iznosi 4,65 milijardi m³.

Za opskrbu u daljnjoj budućnosti (2010. godine i dalje), uz transport putem plinovoda, za Republiku Hrvatsku značajniji su projekti za opskrbu plinom zapadne Europe iz Bliskog Istoka (Irana), odnosno iz Središnje Azije (Turkmenistana), uz tranzit preko Turske (i dalje preko Bugarske, Rumunjske i Mađarske do Austrije, ili preko Slovenije do Italije u drugoj varijanti).

Glede mogućnosti uvoza LNG-a realizacijom izgradnje ADRIA LNG terminala, potrebno je upozoriti da u Europi, posebno Mediteranu, postoji velika potražnja za slobodnim kapacitetom postrojenja za ukapljivanje. Trenutno nezauzeti kapacitet alžirskih postrojenja za ukapljivanje (u 2005. godini), kreće se između 1,4 i 1,8 milijardi m³. Potencijalni dobavljač također je i nigerijski NLNG (slobodni kapacitet do 1 milijarde m³). Od novih projekata, za područje Republike Hrvatske, značajan je novi LNG projekt za izvoz plina iz Jemena, kapaciteta 5 milijuna tona godišnje (približno 6,9 milijardi m³), uz početak rada (najvjerojatnije) 2000. godine, te za izvoz LNG-a iz Omana (slobodni kapacitet do 5,5 milijardi m³).

Prema prognozama Pauwelsa, cijena LNG-a iz novih projekata kretat će se od 3,26 do 3,83 USD/MMBTU, a iz novih projekata putem plinovoda do 4,38 USD/MMBTU.

Perspectives of Natural Gas Consumption in Hungary up to 2010

Before 1945 natural gas was regarded and treated as an associate gas of crude oil production and was primarily used for re-injection to maintain and/or build up pressure in the reservoir. Most gas was simply emitted into the air.

Discovery of natural gas reserves at Hajdúszoboszló was a milestone in the history of natural gas production and sales, as this enabled the country to begin to use natural gas as a new energy carrier, in addition to crude oil. Development of gas reserves in the lowland also resulted in a major re-structuring in the Hungarian energy structure. The gas plant at Hajdúszoboszló was completed in 1963, then enhanced and upgraded, so by 1996 the first major natural gas base of Hungary was completed (Diagram 1.)

Hajdúszoboszló was then followed by Berekfürdő, Kardoskút and Szank. Discoveries of significant petroleum accumulations at Algyő enabled the country to implement long term development projects.

Increasing natural gas consumption began to require gas import in 1975 and the Hungarian natural gas business has been developing smoothly and reliably for 21 years, with the contribution of this import.

Role of hydrocarbons in the Hungarian energy supply

Hydrocarbons have a remarkably high 62 % share in primary energy sources, within that the share of natural gas is 34%, which is quite outstanding and its further growth needs serious consideration (Diagram 2.)

Development in Hungarian natural gas consumption

Natural gas sales in 1996 will most likely be near 12.5 bcm as a result of an extraordinarily long winter and cold autumn (Diagram 3.)

Demands seem to be 14.7-15.4 bcm by 2000, 15-16.5 bcm by 2005 and 15.1-17 bcm by 2010 (Diagrams 4-5.)

Consumption band forecasts will primarily depend on the following factors:

- power station development concept (coal, natural gas or nuclear)
- progress in natural gas infill (commitments made by the GDCs)

- industrial growth (chemical, fertiliser, metallurgy and glass sectors)
- natural gas prices (falling very short of the prices of competitive energy)
- the new tariff system to be introduced (it may become a regulatory tool)
- prices of substitute products (fuel oil, gas oil, turbine oil)
- implementation of projects aiming at residue processing.

Residential gas consumption

Re-selling of gas has a 75% share in the total natural gas business turnover, and 42% of that is sold directly to residential consumers. This represents 30% of the total natural gas consumption in Hungary.

Hungary has 3113 settlements and 1473 of these were connected to the system by 31 December 1995 (Diagram 6.)

GDCs have prepared medium-term plans to connect 658 settlements to the gas distribution system by the end of 1998.

There have been some smaller gas distribution companies established (or are being established) like ZAB and WAW with business plans forecasting some 200 other settlements to be connected to the network.

If all these plans are implemented, the coverage ratio will increase to 75%, representing 231 settlements by the end of 1998.

A further 350-550 settlements will be connected to the gas system between 1998 and 2010, resulting in a very high coverage ratio - 85-93%.

The number of residential gas consumers connected to the network will also increase within the specific settlements. There are nearly 4 million households and 2.3 are supplied with piped gas. 800.000 households will be connected to the system by 2010 and 3.3 million households will thus be supplied from the pipeline (Diagram 7.).

Peak shaving

While securing the volumes required for annual gas consumption the gas supplier should specifically focus on meeting seasonal demands. There has been a trend of gradually increasing peak demands in the past few years and this will continue. The company fully implements an ambitious summer storage (injection) program to be prepared for ever-increasing winter gas requirements (Diagram 8.).

In the long term we expect a major growth in temperature sensitive gas consumption. The following resources will be used to meet such demands:

(Diagram 9.)

- domestic gas production - it will have a depletion curve from the present rate of 4.5 bcm to 3 bcm by 2000
- increasing imports of natural gas produced from concession operations abroad from 2005 to compensate for declining domestic production rates, i.e. 600 mcm in 2005, and 1 bcm in 2010
- gas received as payment of transit tariff after gas transiting Hungary will increase from present 350 mcm up to 600 mcm by 2010, i.e. increasing gas transit operations are expected
- natural gas imports in gradually increasing volumes, i.e. from the present 8 bcm/y up to 9.9-10.6 bcm by 2005, 10.1-11.8 bcm by 2005 and 10.6-12.4 bcm by 2010, subject to consumption patterns.

Daily peak demand typically was 65 mcm/d in winter 1995-96, and this will grow up to 99 mcm/d by 2010 (Diagram 10.).

Import

Natural gas supplied by RAO GAZPROM will continue to be the dominant and far by the most significant component in the import structure. In fact this has been a reliable partner for the last 21 years without any interruption in supply. The government intends to pursue the policy of supply diversification and in this context gas supplies from Western Europe have become a reality. The HAG pipeline was commissioned on 1 October 1996 and thus gas can be supplied from Western sources. The volumes of such supplies will greatly depend on prices and have a relatively lower importance in the total consumption. Such volumes will possibly not exceed 2-3 bcm even by 2010.

Negotiations are under way to secure long term gas supplies and they will be - *hopefully and successfully - concluded by the end of the year.*

Seasonal daily peak demands will be met from the following sources: (Diagram 11.)

- to secure flexibility in domestic gas production (developments)
- to increase opportunities for import supplies (new channels, e.g. HAG, DTR)
- to develop and introduce new price and tariff systems
- to develop underground gas storage capacities (existing, under construction and potential storage facilities).

Underground gas storage for peak-shaving

The required storage capacities (mobile gas) and withdrawal capacities of such storage facilities can be calculated from peak demands as presented hereof. Geolo-

gical features, producing and depleted gas fields and expansion of existing storage plants provide ample opportunities to meet the goal: some 30% of gas consumption demands will be secured from domestic gas storage facilities.

Commercial storage

In addition to providing supplies for peak-shaving in Hungary gas storage can become a good business in itself (toll storage or transit pipeline-related storage services), moreover it will also improve the security of supply.

Strategic storage

The government is expected to prepare its concept on the development of strategic storage capacities and storage operations. There are various concepts triggering stormy responses from the sector. Construction of strategic underground gas storage facilities, including economics and return have not been properly justified and explained and would most likely lead to growing consumer prices in a pricing system that offers plenty of room for improvement.

Economic issues of the gas business

Mr. Lawrence offered a projection of the gas sector in a publication in OGJ some 20 years ago and he wrote: "The gas business has got some problems in 1997 but who does not have problems in the energy sector? I am certain that the gas sector will secure a wider range of efficient and economic services with higher profitability for more consumers than today."

Keeping in view the price regulatory system in place from 1997 until 2001 it is feasible that the Hungarian gas business will be able to secure the level of profitability referred to above only after 2001. The rest of the quotation is valid, as far as the problems are concerned.

The price of natural gas imports, with dominant share in gas supplies, unexpectedly increased last year due to higher prices of substitute products (gas oil, fuel oil). As a consequence of the inadequate pricing system this price increase could not be transferred onto the consumers. The current gas prices in Hungary would provide coverage to purchase import gas at a price of 76.7 USD/1000 m³, ignoring the costs of domestication and transportation, storage and distribution. The current import prices, i.e. nearly 100 USD/1000m³ consumes all the planned operating profit. IN 1996 MOL will suffer a loss of HUF 30 billion.

Issues related to low gas prices:

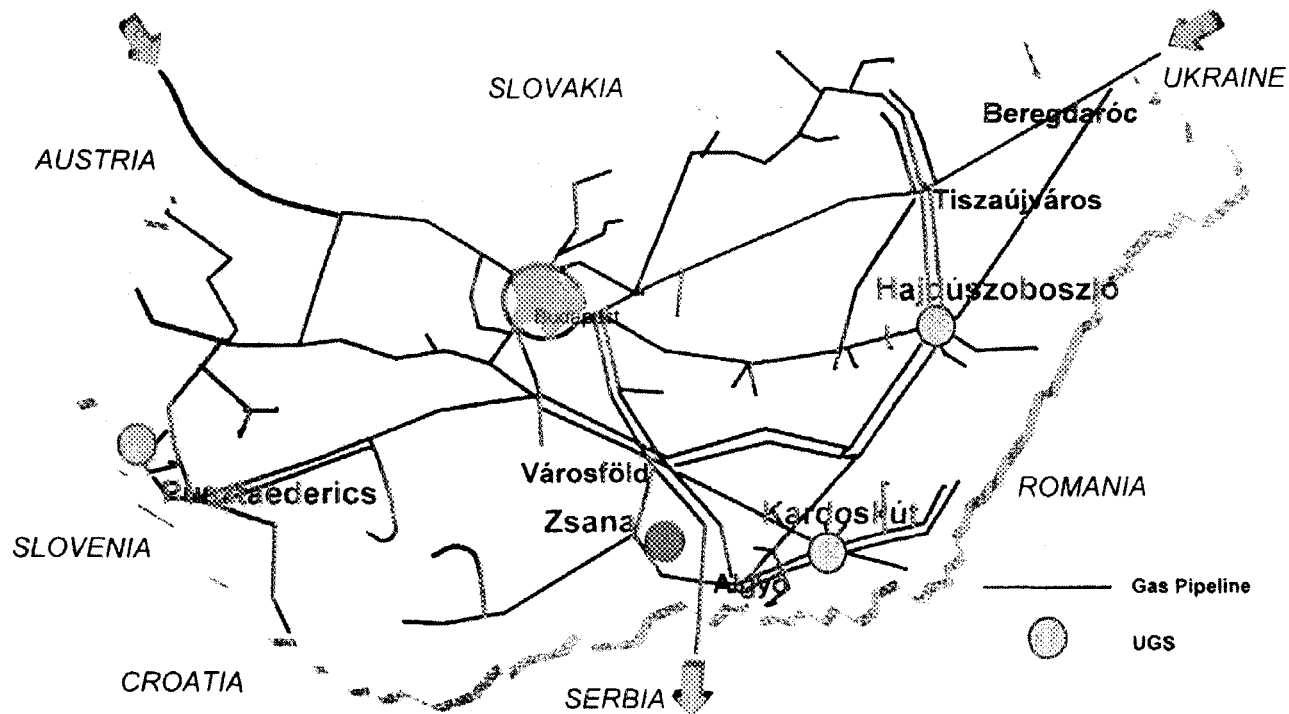
- it is an incentive for gas consumption towards the economy and households, however the share of natural gas in the energy balance is already fairly high

- increasing consumption will increase the share of imports in the overall supply, triggering a higher level of exposure. Import risks are high (monopolistic supplier)
- in the event of energy price crisis the economy will be paralysed
- social political motivations can not be enforced - without consequences - on account of the gas sector.

How to reduce import risks:

- to open new supply channels (e.g. HAG) (Diagram 12.)
- to join EU gas systems (technical and commercial)
- to expand storage operations (30%)
- to construct international transit pipelines across the country (South Trans Danubian Transit Pipeline is a national interest - the optimum option should be selected).

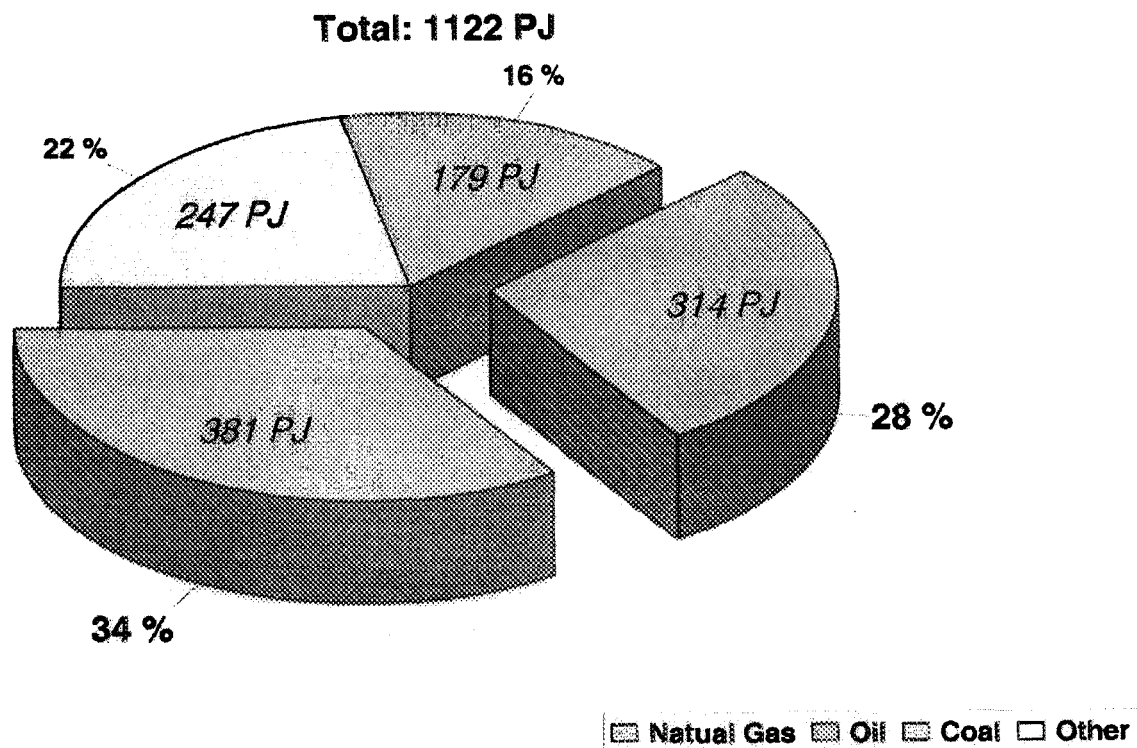
HIGH PRESSURE PIPELINE SYSTEM AND LOCATION OF UGS FACILITIES





ROLE OF HYDROCARBONS IN THE HUNGARIAN PRIMARY ENERGY CONSUMPTION

193



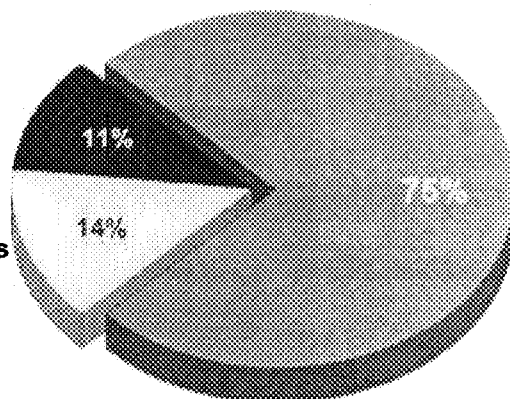


EXPECTED GAS SALES OF MOL FOR 1996

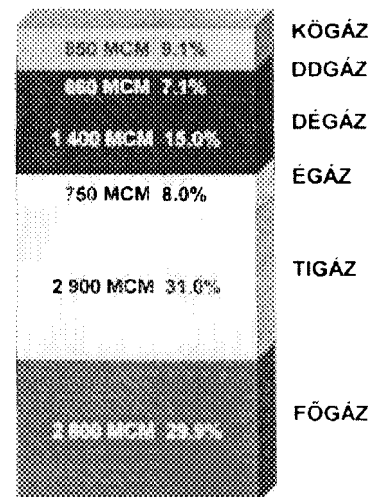
Total: 12 430 MCM

Industry
1 340 MCM

Power
generations
1 730 MCM



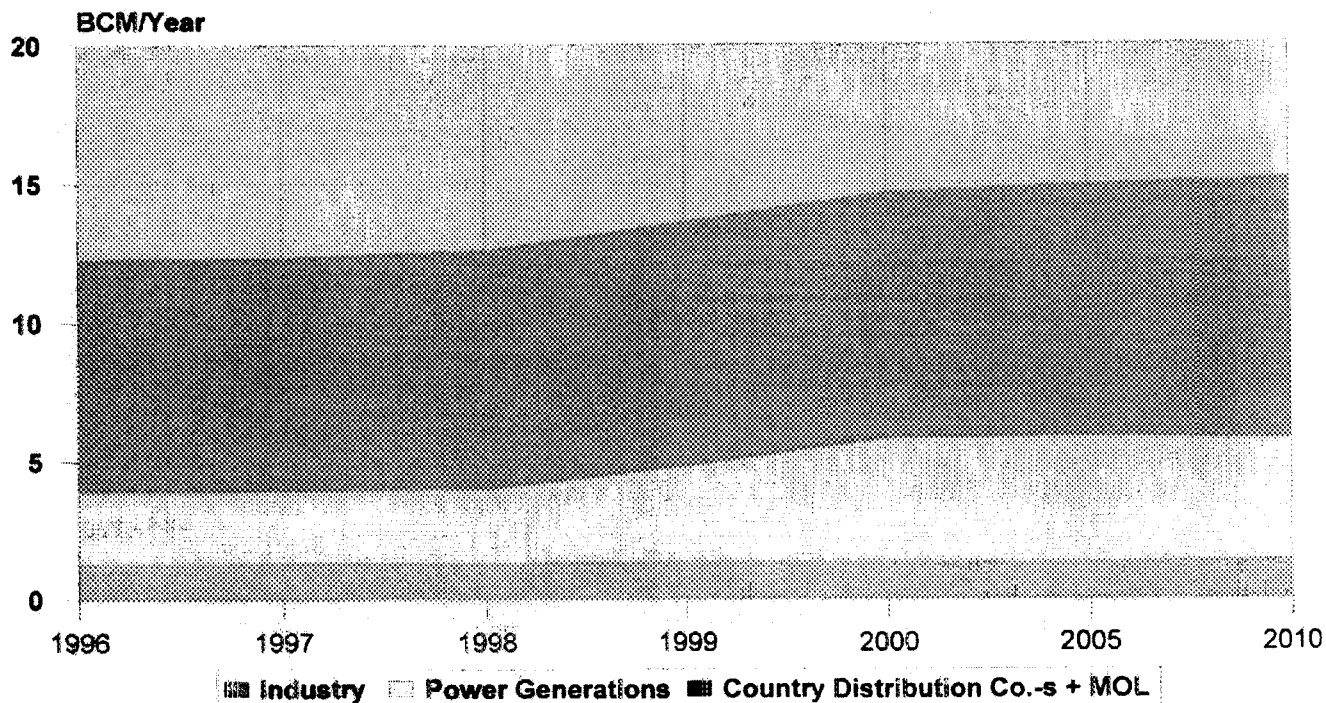
GDCs
(with small power station)
9 360 MCM





EXPECTED NATURAL GAS CONSUMPTION (minimum)

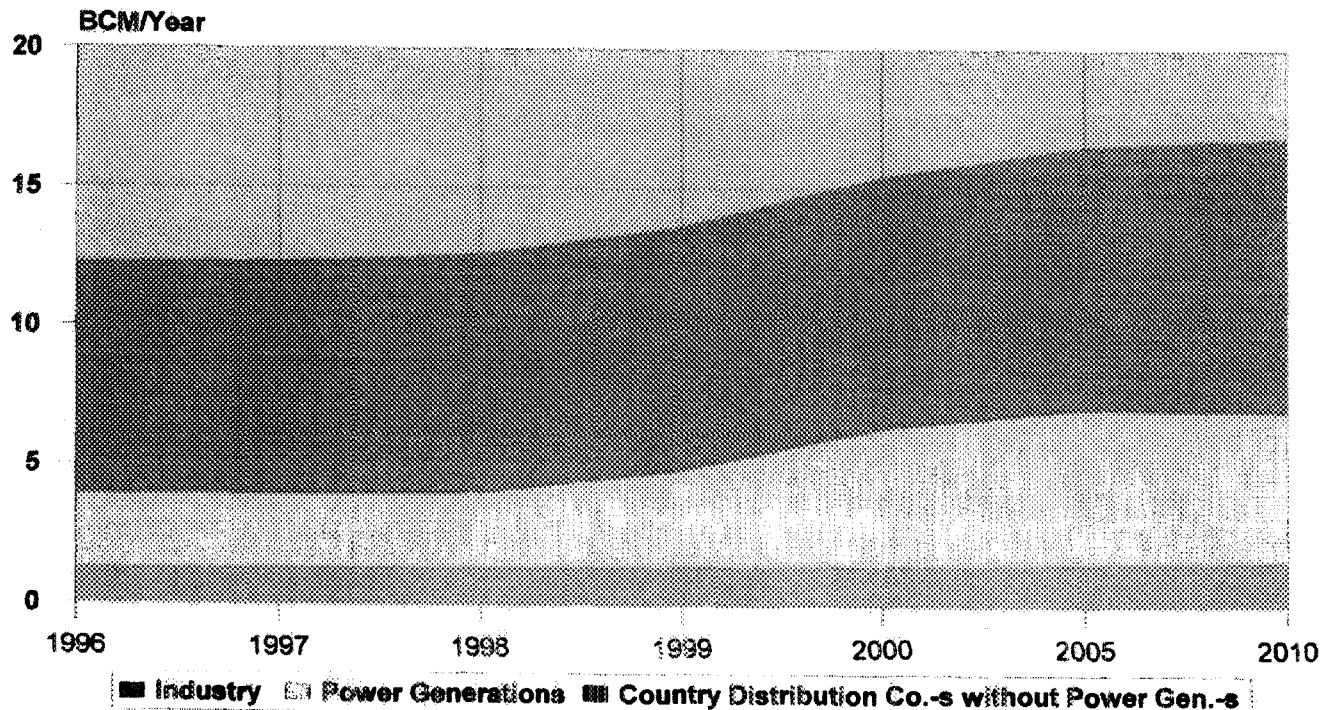
1996-2010





EXPECTED NATURAL GAS CONSUMPTION (maximum)

1996-2010

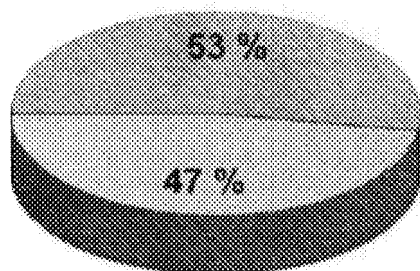




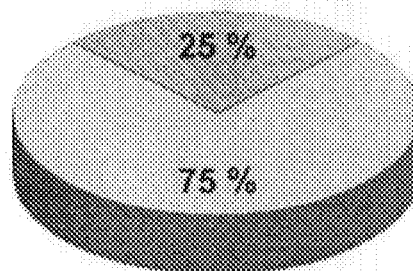
COVERAGE OF HUNGARIAN SETTLEMENTS

Number of settlements: 3113

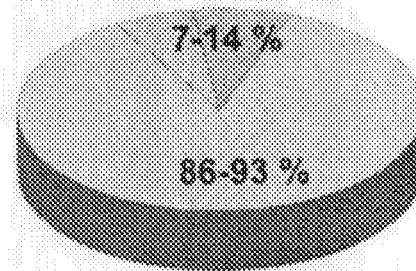
31. dec 1995.



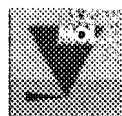
31. dec 1998.



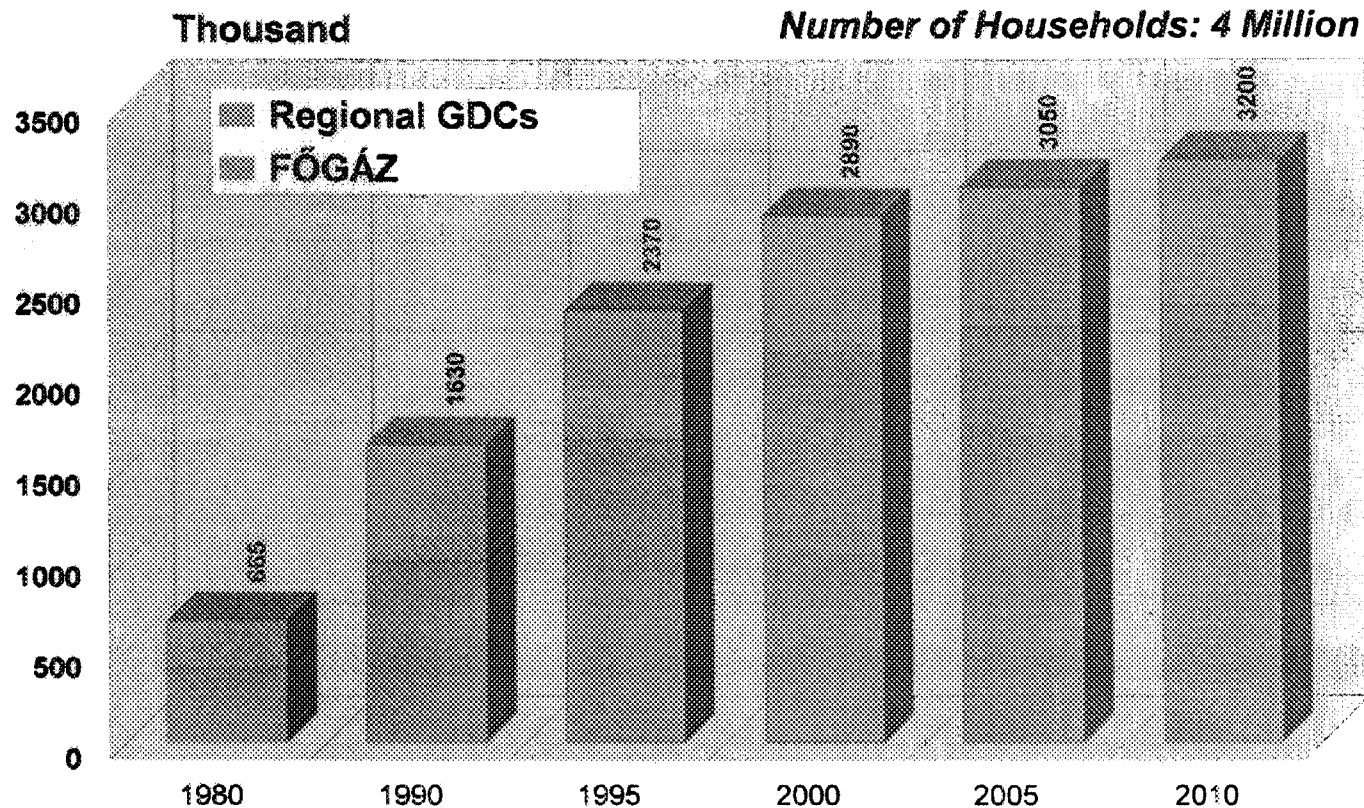
31. dec 2010.



■ With gas supply
■ Without gas supply



NUMBER OF HOUSEHOLD CONSUMERS

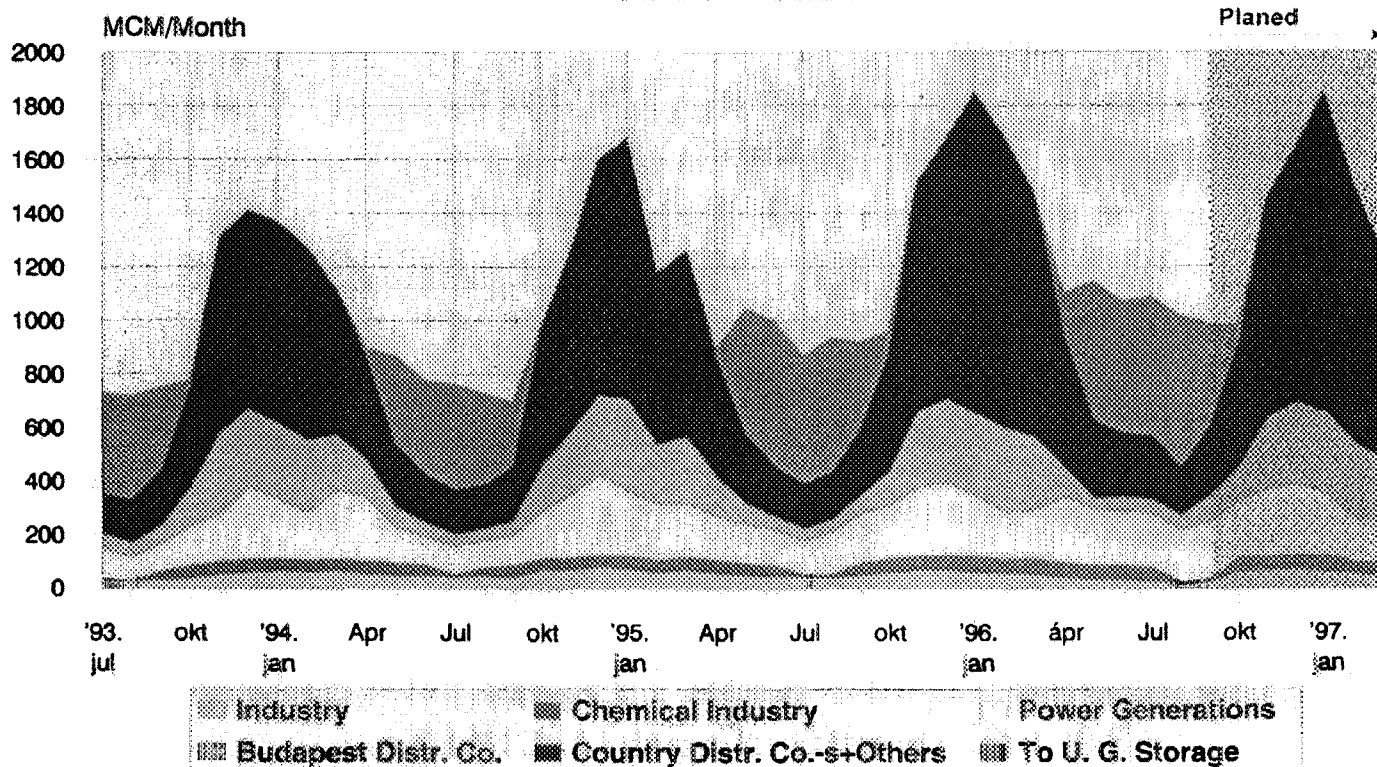




STRUCTURE OF GAS CONSUMPTION

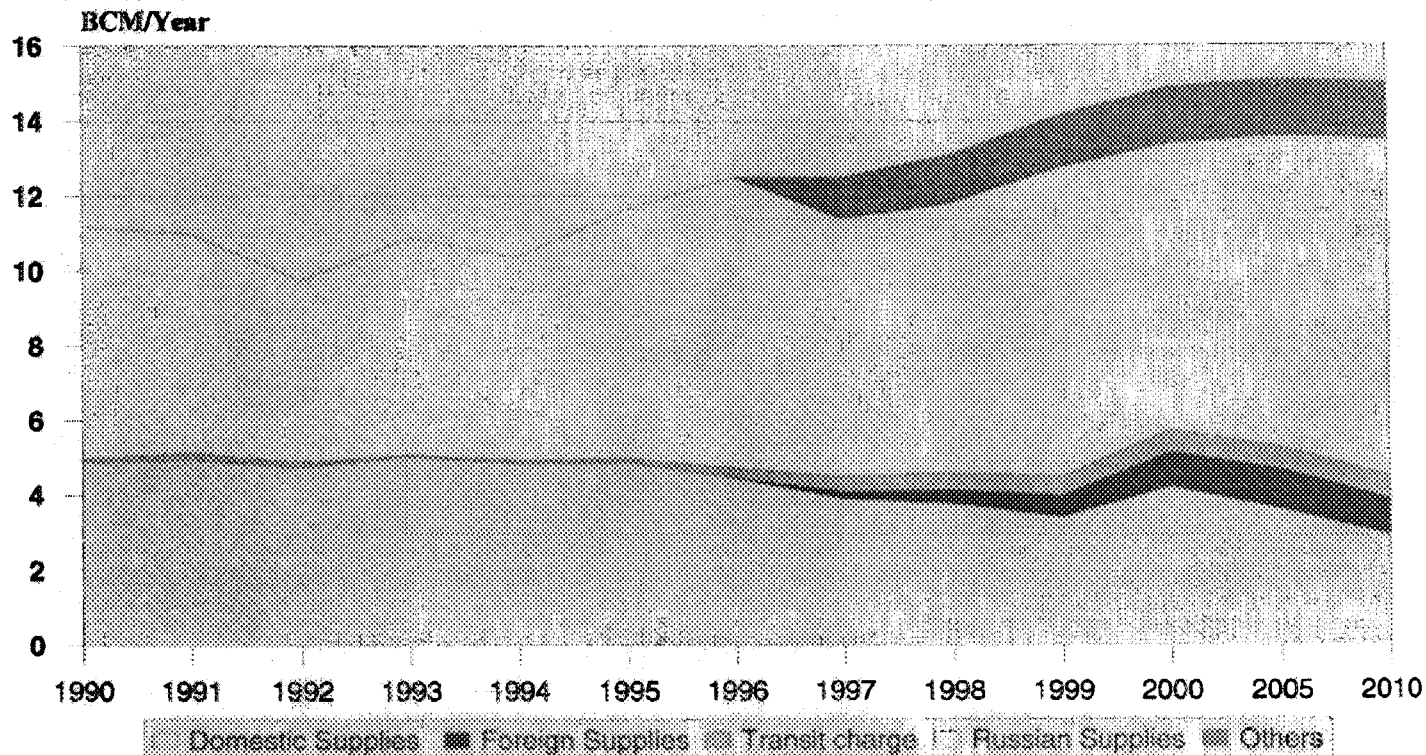
199

1993 - 1997





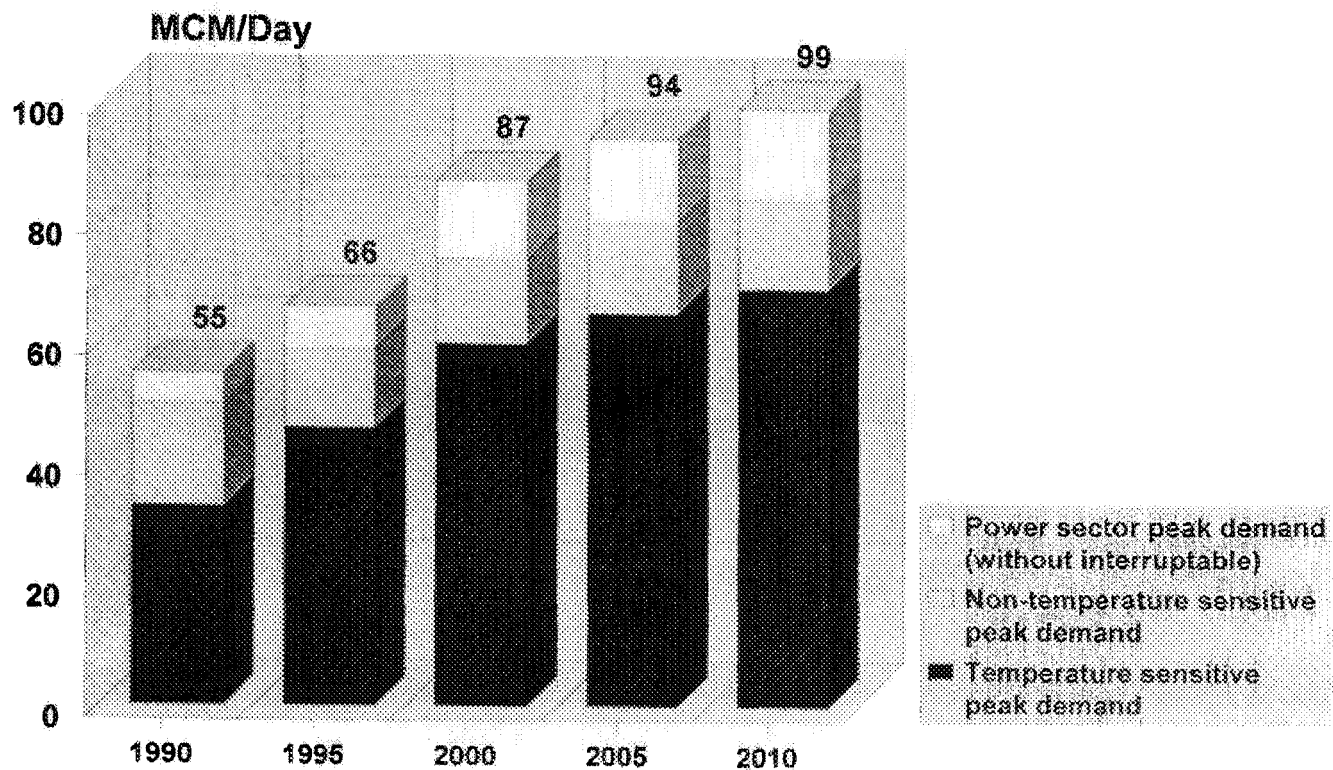
STRUCTURE OF GAS SUPPLIES





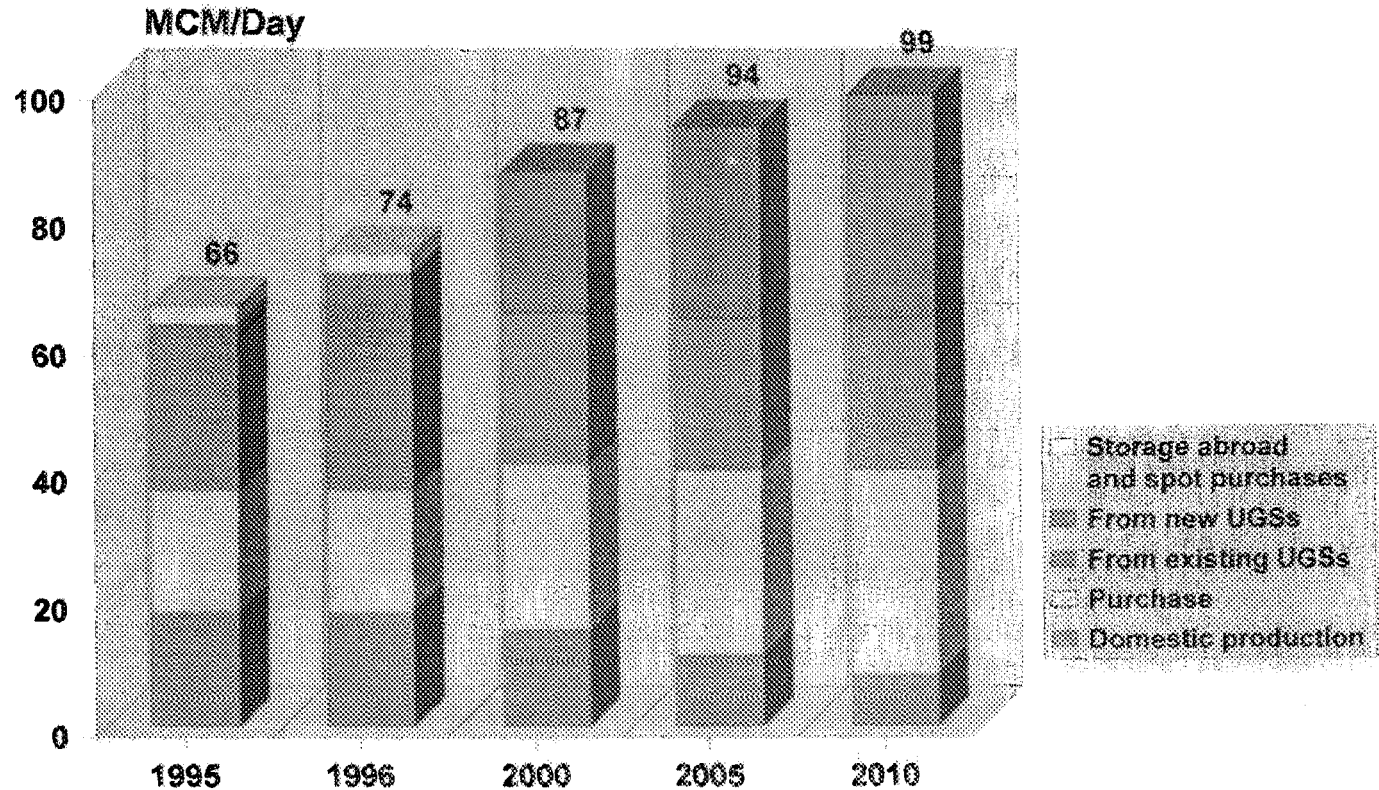
PEAK DEMAND STRUCTURE

201

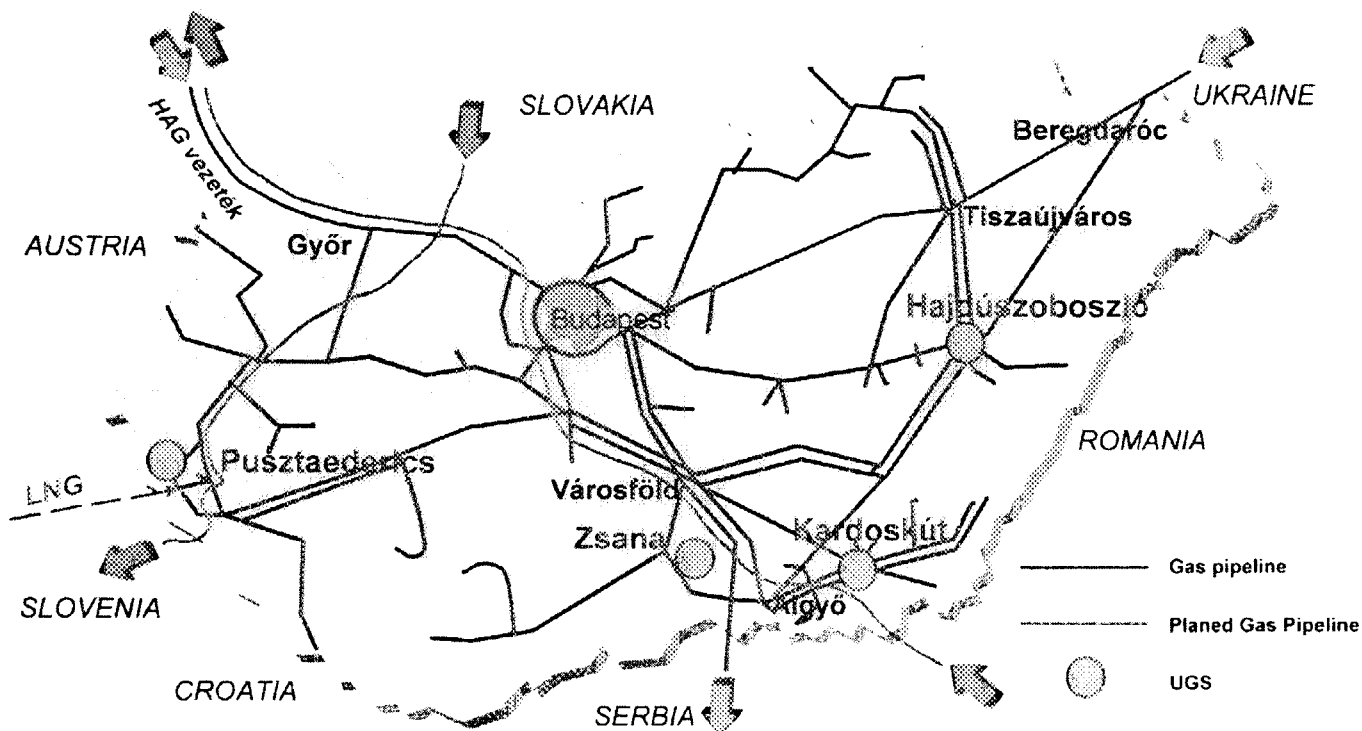




STRUCTURE OF PEAK SHAVING



HIGH PRESSURE PIPELINE SYSTEM AND LOCATION OF UGS FACILITIES





Zdravko Oklopčić
INA - Naftaplin, Zagreb

SIMULACIJA OPSKRBE POTROŠAČA PLINOM TIJEKOM OGRJEVNE SEZONE

Sažetak

U članku se opisuje stohastički simulacijski model opskrbe potrošača plinom po danima ogrjevnne sezone. Dobava plina simulirana je na temelju stalne domaće proizvodnje i uvoza, te promjenljive proizvodnje iz podzemnog skladišta, ovisno o stanju napunjenosti skladišta i trenutnim potrebama. Osnova za simulaciju potrošnje je stohastička ovisnost potrošnje o srednjoj dnevnoj temperaturi i tipu dana na temelju regresijskog modela. Srednje dnevne temperature zraka, kao jedan od osnovnih uzroka varijacija potrošnje plina, simulirane su, na temelju statističkih karakteristika i vlastitih mjerenja srednje dnevne temperature, kao autoregresijski proces prvog reda.

Korištenjem razvijenog simulacijskog modela određene su statističke karakteristike (očekivana vrijednost, standardna devijacija) za dnevnu potrošnju plina i razliku između maksimalne dnevne dobave i dnevnih potreba potrošača (margina sigurnosti opskrbe) za sve dane u sezoni. Dana je definicija sigurnosti opskrbe i određene su vjerojatnosti pojave kritične opskrbe za sve dane u sezoni i različite margine sigurnosti. Također su određene očekivane vrijednosti i statistička odstupanja trajanja ugrožene opskrbe u ovisnosti o različitim marginama sigurnosti. Prognozirano je očekivano kretanje i moguća odstupanja zaliha u podzemnom skladištu za plin. Prognozirani kapacitet proizvodnje plina iz skladišta uspoređen je s prognoziranim potrebama, te na temelju toga ukazano na moguća uska grla u opskrbi plinom.

SIMULATION OF GAS SUPPLY AND CONSUMPTION DURING HEATING SEASON

Summary

In this paper stochastic simulation model of gas supply and consumption during heating season is described. The simulation of gas supply is based on constant import and domestic production and varying production of underground storage which depends on current needs and quantity of gas in the storage. The basis for consumption simulation is the stochastic relationship between gas consumption and mean daily air temperature and type of the day, expressed in the form of linear regression model. Mean daily air temperatures, as one of basic causes of daily gas

consumption variations, are simulated, on the basis of statistical characteristics and own air temperature measurements, as a first order autoregression model.

By using the developed simulation model the statistical characteristics (expectation, standard deviation) of daily gas consumption and the difference between maximum possible daily supply and consumption (delivery safety margin) are derived for all days in the season. The definition of gas delivery safety is given and critical gas delivery probabilities for all days in the season and different safety margins are determined. Also, statistical characteristics of critical delivery duration depending on different safety margins are determined. Expected course and possible variation of gas reserves status for underground storage is predicted. Predicted gas storage delivery rate is compared against predicted requirements, and on the basis of this comparison possible bottlenecks in gas delivery to consumers and course of future actions are indicated.

1. UVOD

Prilikom izrade planova opskrbe potrošača plinom obično se barata čvrstim brojkama dobivenim na osnovi mogućnosti dobave, s jedne strane, i izraženih potreba od potrošača, s druge strane. Međutim, iznosi potrošnje u različitim vremenskim intervalima (dan, tjedan) u stohastičkoj su ovisnosti o nizu drugih varijabli od kojih su najznačajniji meteorološki parametri i tip dana (radni dan, subota ili praznik). Od meteoroloških parametara najvažnija i najistraženija je ovisnost o temperaturi zraka. Kada se unaprijed promatra dulji vremenski interval meteorološki parametri se mogu promatrati kao nezavisne slučajne varijable opisane odgovarajućim razdiobama vjerojatnosti. Dakle, potrošnja plina je zavisna slučajna varijabla čije je parametre potrebno istražiti da bi se mogao utvrditi raspon variranja potrošnje oko očekivanih vrijednosti.

S druge strane, dobava plina nije konstantna. Pored nepredviđenih, duljih ili kraćih, ispada proizvodnih kapaciteta, kapacitet dobave plina opada s vremenom u skladu s tempom praznjenja skladišta plina. Budući da se stohastičke varijacije potrošnje preslikavaju na stanje skladišta, to će stanje i kapacitet proizvodnje skladišta na početku ogrjevnog sezone biti potpuno determinirani, a prema kraju će sezone poprimati sve izraženiji stohastički karakter.

Čak i u slučaju da su planovi opskrbe potrošača plinom tokom ogrjevnog sezone izrađeni potpuno korektno (u smislu ispravne procjene očekivanih vrijednosti mogućnosti dobave i potreba potrošača), moguće su različite situacije u kojima će, zbog stohastičkog ponašanja cjelokupnog sustava, biti ugrožena opskrba potrošača plinom.

Pored aspekta zadovoljavanja stanovitih kriterija sigurnosti opskrbe potrošača plinom, pojavljuje se i ekonomski aspekt, vrlo značajan za dobavljača, a to je potreba

određivanja optimalne količine plina koji će se uskladištiti za predstojeću ogrjevnu sezonu.

Ovaj je rad pokušaj da se stvori alat pomoću kojega će se moći odrediti karakter stohastičkog ponašanja potrošnje plina tijekom ogrjevnog sezone, a u vezi s tim i cjelokupnog plinskog transportnog sustava, s ciljem da se za predstojeću ogrjevnu sezonu dade bolja procjena sigurnosti opskrbe potrošača plinom i da se planira optimalna dobava plina. Dugoročno, analizom ponašanja transportnog sustava, treba otkriti potencijalna uska grla i ukazati na moguće starteške pravce razvoja.

Razvijena metoda temelji se na *Monte Carlo simulaciji*, a realizirana je korištenjem mogućnosti programskog paketa EXCEL.

2. OPIS METODE SIMULACIJE

Metoda se temelji na kreiranju većeg broja mogućih scenarija kretanja srednje dnevne temperature tijekom ogrjevnog sezone (01.listopada - 30.travnja) i s tim u vezi određivanju kretanja dnevne potrošnje plina u ovisnosti o srednjoj dnevnoj temperaturi i tipu dana. Dalje se onda određuje ponašanje cjelokupnog sustava. Tako dobiveni podaci o konkretnom ponašanju sustava za mnogo različitih slučajno odabranih scenarija kretanja srednje dnevne temperature zraka služe kao osnova za određivanje statističkih parametara ponašanja plinskog transportnog sustava.

Potrošači plina svrstani su u dvije skupine - u prvoj skupini (direktni industrijski potrošači: petrokemija, HEP, industrija, interna potrošnja) potrošnja ne ovisi bitno o temperaturi zraka, dok kod druge skupine (široka potrošnja) postoji jasno izražena ovisnost o srednjoj dnevnoj temperaturi zraka i tipu dana (radni dan, subota, praznik). Dakle, ukupna dnevna potrošnja plina u i -tom danu ogrjevnog sezone može se izraziti na sljedeći način:

$$Q(i) = Q_i + Q_s(i)$$

gdje su: $Q(i)$ - ukupna dnevna potrošnja, Q_i - dnevna potrošnja skupine direktnih industrijskih potrošača i $Q_s(i)$ - dnevna potrošnja skupine široka potrošnja.

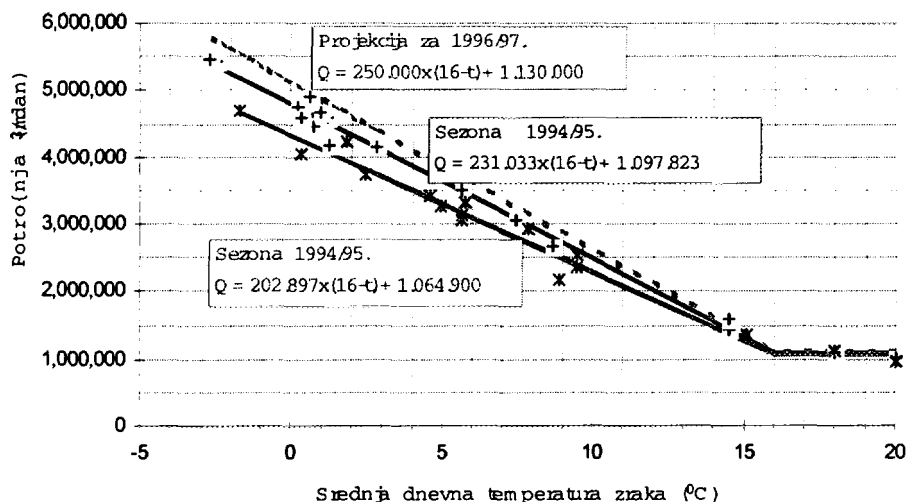
Iznos Q_i konstantan je tijekom izvođenja simulacije, a određen je na osnovi sklopljenih ugovora s velikim potrošačima i mjerenja za skupinu malih industrijskih potrošača. Iznos Q_s ovisi o srednjoj dnevnoj temperaturi zraka i tipu dana prema linearnom regresijskom modelu:

$$Q_s(i) = A(d) + B(d)(16 - t_{sr}(i)) + q(i)$$

gdje su: $A(d)$ i $B(d)$ - parametri regresijskog modela, $d = 1, 2$ ili 3 - tip dana i $t_{sr}(i)$ - srednja dnevna temperatura zraka u i -tom danu sezone, te $q(i)$ - rezidualna stohastička komponenta potrošnje. Za dane u kojima je srednja dnevna temperatura veća

od 16°C parametar $B(d)$ poprima vrijednost 0. Rezidualna stohastička komponenta $q(i)$ statistički je neovisna o srednjoj dnevnoj temperaturi t_{sr} i danu i , a podliježe normalnoj razdiobi s očekivanjem 0 i standardnom devijacijom jednako srednjoj kvadratnoj pogreški regresijskog modela.

Pretpostavljeno je da su parametri regresijskog modela A i B konstantni tijekom jedne sezone, a mijenjaju se od sezone do sezone. Na slici 1. prikazane su linije regresije za sezone 1994./95. i 1995./96., te projekcija za sezonu 1996./97. Podaci prikazani na toj slici odnose se na prosječan dan u sezoni. Stvarni iznosi parametara A i B, korigirani za utjecaj tipa dana, za sezonu 1996./97. prikazani su u tablici 1.



Slika 1. Prikaz regresijske ovisnosti dnevnog iznosa široke potrošnje o srednjoj dnevnoj temperaturi zraka za prosječan dan

Parametri	Tip dana		
	Radni	Subota	Praznik
	1	2	3
A (m^3/dan)	1,150,000	1,100,000	1,050,000
B ($\text{m}^3/^{\circ}\text{C dan}$)	260,000	230,000	210,000

Tablica 1. Procjena iznosa parametara A i B regresijskog modela ovisnosti dnevnog iznosa široke potrošnje o srednjoj dnevnoj temperaturi za različite tipove dana (1 - radni dan, 2 - subota, 3 - praznik) za ogrjevnu sezonu 1996./97.

Srednja dnevna temperatura zraka u *i*-tom danu sezone sastoji se iz tri komponente: očekivane vrijednosti za taj dan u sezoni, autoregresijskog dijela ovisnog o stvarnoj temperaturi u prethodnim danima i rezidualnog stohastičkog dijela. Dakle,

$$t_{sr}(i) = T(i) + d(i) + t(i)$$

gdje su: $T(i)$ - očekivana vrijednost srednje dnevne temperature za *i*-ti dan dobivena kao 7-dnevni klizni srednjak srednjih dnevnih temperatura u 30-godišnjem intervalu; $d(i)$ - autoregresijska komponenta odstupanja od očekivane vrijednosti; $t(i)$ - rezidualna stohastička komponenta odstupanja od očekivane vrijednosti.

Komponenta $d(i)$ određuje se na temelju autoregresijskog modela prvog reda na sljedeći način:

$$d(i) = a \cdot [d(i-1) + t(i-1)]$$

Parametar *a* jednak je prvom članu autokorelacijske funkcije srednjih dnevnih temperatura. Iznos parametra *a* približno je jednak koeficijentu autokorelacije određenom na temelju vlastitih mjerenja srednje dnevne temperature za područje sjeverne Hrvatske u sezonama 1994./95. i 1995./96.¹

Rezidualna stohastička komponenta odstupanja od srednje dnevne temperature podliježe normalnoj razdiobi s očekivanjem 0 i standardnom devijacijom $\sigma_t(i)$:

$$\sigma_t(i) = k \cdot \sigma(i)$$

gdje su: $\sigma(i)$ - standardna devijacija srednje dnevne temperature za *i*-ti dan dobivena na osnovu 30-godišnjeg intervala meteoroloških promatranja, *k* - koeficijent izračunan iz parametara *a* i glasi:

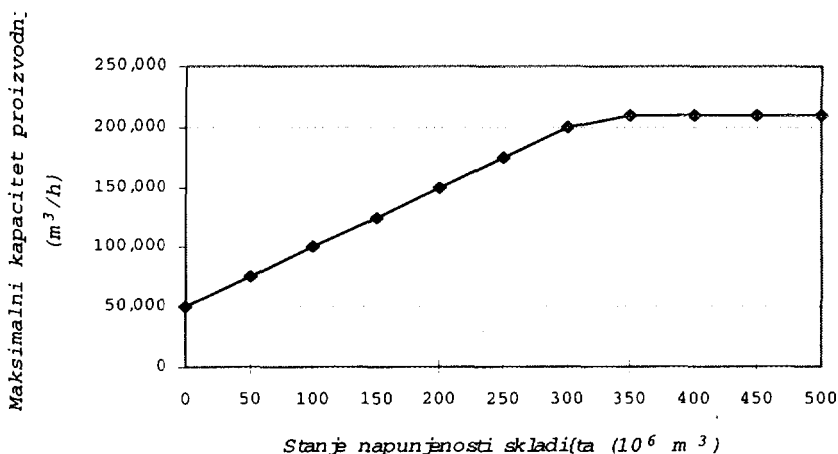
$$k = \sqrt{1-a^2}$$

Potrebe potrošača za plinom tijekom ogrjevne sezone namiruju se iz sljedećih izvora: domaća proizvodnja, uvoz iz Rusije i podzemno skladište plina Okoli. Za prva dva izvora pretpostavljeno je da tijekom ogrjevne sezone opskrbljuju plinsku mrežu kontinuirano maksimalnim mogućim količinama, dok proizvodnja iz podzemnog

¹ Predloženi način pretpostavlja ergodičnost odstupanja srednje dnevne temperature od očekivanih vrijednosti. U stvarnosti ta pretpostavka nije točna, tako da predložena metoda unosi usrednjavanje autokorelacijskog utjecaja na srednju dnevnu temperaturu. Egzaktni postupak zahtijevao bi da parametar *a* bude funkcija vremena jer je autokorelacijska funkcija ovisna o poziciji dana unutar sezone, a određuje se na temelju 30-godišnjeg intervala meteoroloških promatranja. Zbog nedostupnosti izmjerenih vrijednosti za autokorelacijsku funkciju koeficijent *a* podešen je tako da statističke karakteristike (prosječna vrijednost i standardna devijacija srednje dnevne temperature i sezonska razdioba stupanj-dana) skupa od 100 slučajno generiranih zima budu sukladne odgovarajućim karakteristikama dobivenim na osnovi 30-godišnjeg intervala meteoroloških promatranja.

skladišta ovisi o trenutnoj količini plina u skladištu, dakle smanjuje se približavanjem kraja sezone. Osim toga, u skladištu je tijekom ljeta uskladištena i stanovita količina plina za potrebe slovenskog poduzeća Geoplin. Dnevne isporuke plina Geoplinu kreću se, u ovisnosti o srednjoj dnevnoj temperaturi, od 0 do 720.000 m³/dan u koracima od 120.000 m³/dan. Ovisnost isporučene količine i srednje dnevne temperature je deterministička i podešena je tako da se u prosječnoj zimi isporuči cjelokupna količina plina koja je uskladištena za potrošače u Sloveniji.

Režim proizvodnje iz podzemnog skladišta svakodnevno se mijenja u ovisnosti o kretanju potrošnje Naftaplina i Geoplinu. U pravilu, skladište mora proizvesti količinu plina jednaku razlici između ukupnih obveza Naftaplina prema domaćim potrošačima i Geoplinu i mogućnosti dobave iz domaćih izvora i uvoza. Kapacitet proizvodnje skladišta funkcija je stanja napunjenosti skladišta i prikazan je na slici 2.



Slika 2. Prikaz ovisnosti kapaciteta proizvodnje plina iz podzemnog skladišta za plin Okoli o stanju napunjenosti skladišta

Povećanje potrošnje plina kompenzira se povećavanjem proizvodnje iz skladišta. Kada proizvodnja skladišta dođe do svoje maksimalne vrijednosti mora se početi s redukcijom potrošnje (obično isključivanjem vršnih potrošača).

ANALIZA REZULTATA SIMULACIJE

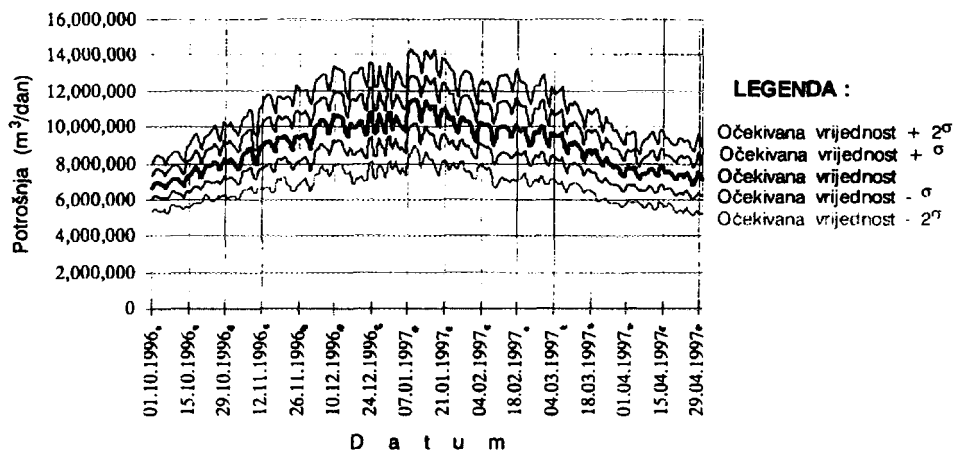
Pri planiranju izvođenja simulacije pošlo se od pretpostavki koje bitno utječu na konačan ishod simulacije. To su: maksimalni iznos domaće proizvodnje plina i uvoza, ukupna količina uskladištenog plina na početku sezone, količina plina uskladištenog za Geoplin, ukupna potrošnja direktnih potrošača (petrokemija, HEP i ostala industrija) i interna potrošnja Naftaplina. U tablici 2. dan je prikaz osnovnih polaznih parametara korištenih u simulaciji ogrjevnice sezone 1996./97.

Nakon izvedenih proračuna o ponašanju plinskog transportnog sustava u 100 različitim scenarija izračunani su pokazatelji koji kompleksnije opisuju očekivano ponašanje sustava u idućoj sezoni.

	Količine plina	
	(m ³ /dan)	(m ³ /h)
Dobava		
Domaća proizvodnja	5,300,000	220,833
Uvoz	2,500,000	104,167
Podzemno skladište	Ovisno o stanju skladišta	
Potrošnja		
Petrokemija, HEP, ostala industrija	4,200,000	175,000
Interna potrošnja	650,000	27,083
Široka potrošnja	Ovisno o temperaturi i tipu dana	
Geoplin	Ovisno o temperaturi	
Stanje skladišta 01.10.96.		
UKUPNO (m ³)	380,000,000	
GEOPLIN (m ³)	50,000,000	

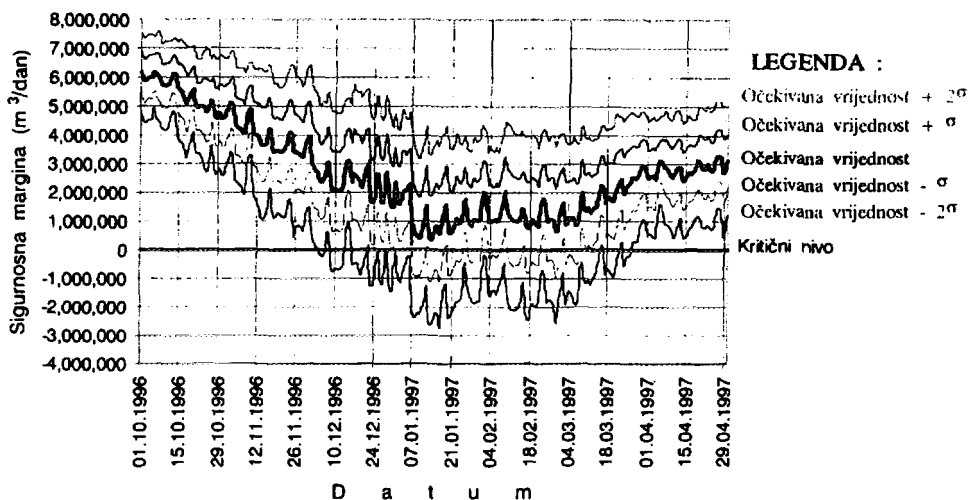
Tablica 2. Polazni parametri za simulaciju opskrbe plinom u ogrjevnoj sezoni 1996./97.

Najvažniji pokazatelj koji nas najprije zanima jest prognoza kretanja potrošnje tijekom ogrjevnje sezone, pri čemu se pod potrošnjom smatraju sve obveze isporuke plina potrošačima u Naftaplinu i izvan njega, te Geoplinu u Republici Sloveniji. Na slici 3. prikazana je prognoza kretanja očekivanog (najvjerojatnijeg) iznosa potrošnje s granicama mogućih varijacija. Ako se pretpostavi normalna razdioba odstupanja od srednje vrijednosti tada se može očekivati da će stvarne vrijednosti varirati u cca 68% slučajeva unutar granica $\pm\sigma$, odnosno u cca 95% slučajeva unutar granica $\pm 2\sigma$.



Sl. 3. Prikaz prognoze kretanja ukupnih obveza prema potrošačima u ogrjevnoj sezoni 1996./97.

Jedan od vrlo značajnih pojmova koji se često koristi kada se govori o opskrbi plinom, a da se ne zna točno što on znači, jest *sigurnost opskrbe*. U ovom radu sigurnost opskrbe definirana je kao *vjerojatnost* da će u nekom danu ogrjevne sezone sve potrebe potrošača za plinom biti zadovoljene. Obratan pojam od sigurnosti opskrbe je *ugroženost opskrbe* koja se definira kao vjerojatnost da isporučitelj plina neće moći zadovoljiti sve potrebe potrošača. *Ugroženost opskrbe* obično se povezuje s određenom sigurnosnom marginom.



Sl. 4. Prikaz prognozirane krivulje sigurnosne margine u ogrjevnoj sezoni 1996./97.

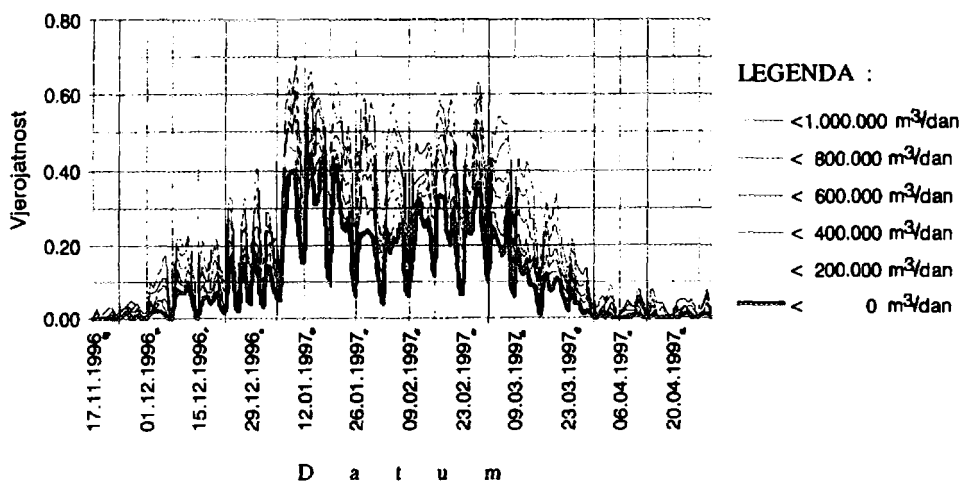
Sigurnosna margina opskrbe definirana je kao razlika između maksimalno moguće dobave i stvarnih potreba potrošača plina (uključujući i Geoplin koji ima prioritet u opskrbi). Sigurnosna margina manja od nule znači da nije moguće zadovoljiti sve potrebe potrošača, čak ni uz maksimalno moguću dobavu. Sigurnosna margina manja od nekog iznosa *m* znači da će opskrba biti ugrožena ako zbog bilo kojeg razloga dođe do smanjenja dobave većeg od iznosa *m*. Na slici 4. prikazano je kretanje očekivanih iznosa sigurnosne margine tijekom cijele sezone 1996./97. uz granice variranja $\pm \sigma$ i $\pm 2\sigma$. Treba ukazati na činjenicu da krivulja očekivanih vrijednosti sigurnosne margine nikada ne pada ispod kritičnog nivoa, ali u ekstremnim slučajevima moguće su pojave manjka plina većeg i od 2.000.000 m³/dan.

Na slici 5. prikazane su vjerojatnosti pojavljivanja sigurnosnih margina manjih od određenih iznosa. Iz slike se vrlo jasno razaznaje da je na početku (do 1. 12. 96.) i na kraju sezone (nakon 30. 3. 97.) sigurnost opskrbe potrošača plinom vrlo visoka. Također je jasno vidljiv tjedni ritam tijekom krivulje vjerojatnosti uzrokovan relativno manjom potrošnjom za vrijeme vikenda.

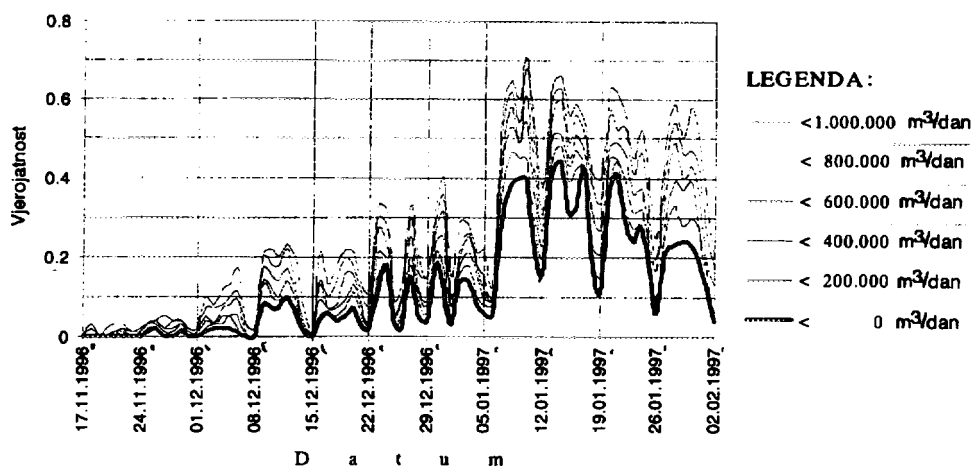
Period u kojem su moguće pojave ugrožene opskrbe (1. 12. 96. - 23. 3. 97.) može se podijeliti u dva dijela. Prvi dio (15. 12. 96. - 2. 2. 97.), detaljnije prikazan na slici 6.,

podudara se s najhladnijim periodom zime, iz čega slijedi da je ugroženost u tom periodu prvenstveno uzrokovana pojavom ekstremno visokih iznosa potrošnje zbog niskih temperatura i nemogućnošću skladišta da odgovori na ekstremno visoke zahtjeve. Drugi dio (9. 2. 97. - 23. 3. 97.), detaljnije prikazan na slici 7., nije prvenstveno uzrokovan niskim temperaturama (koje se još uvijek mogu pojaviti) nego smanjenjem kapaciteta proizvodnje plina iz skladišta zbog sve manje količine plina koja se nalazi u skladištu.

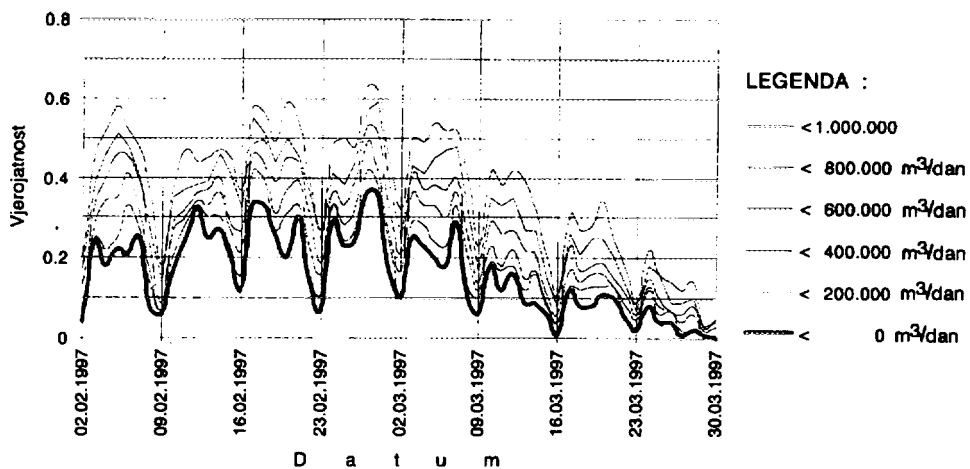
Trajanje ugrožene opskrbe je ukupan broj dana u jednoj sezoni u kojima se može očekivati ugrožena opskrba za različite sigurnosne margine. Izračunano trajanje ugrožene opskrbe za sigurnosnu marginu 0 iznosi 18,5 dana, što znači da se može očekivati u cijeloj sezoni 18 - 19 dana kada će potrebe potrošača biti veće od mogućnosti dobave. Iznos trajanja ugroženosti za veće sigurnosne margine interpretira se kao broj dana u sezoni u kojima bi bila moguća ugrožena opskrba kada bi tih dana došlo do smanjenja dobave za iznos veći od sigurnosne margine. Na slici 7. prikazana je krivulja trajanja ugrožene opskrbe. Važno je uočiti relativno velik raspon variranja mogućih trajanja ugroženosti oko očekivane vrijednosti.



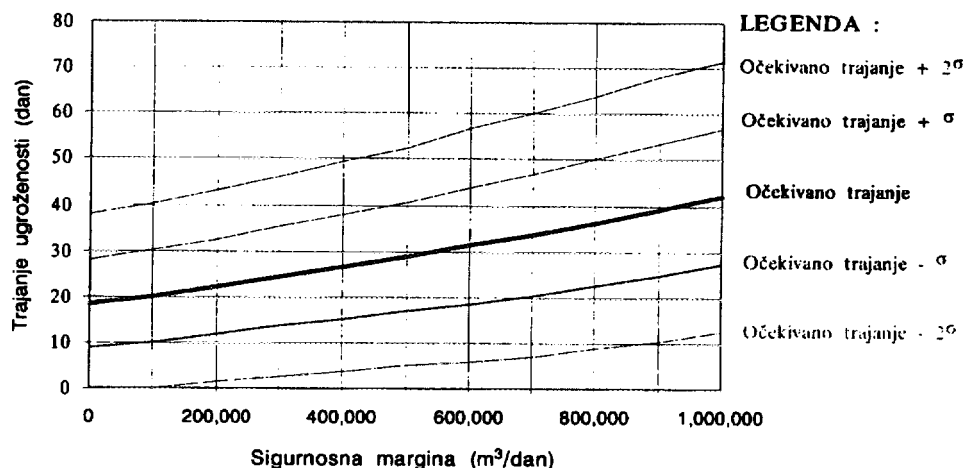
Sl. 5. Prikaz vjerojatnosti pojavljivanja ugrožene opskrbe u odnosu na različite sigurnosne margine u ogrjevnoj sezoni 1996./97.



Sl. 6. Prikaz vjerojatnosti pojavljivanja ugrožene opskrbe u odnosu na različite sigurnosne margine u prvom dijelu ogrjevnje sezone 1996./97.



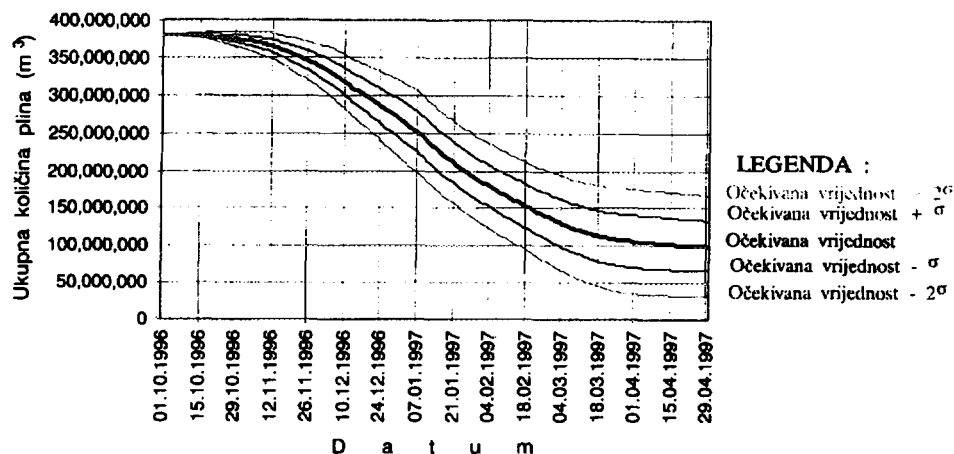
Sl. 7. Prikaz vjerojatnosti pojavljivanja ugrožene opskrbe plinom u odnosu na različite sigurnosne margine u drugom dijelu ogrjevnje sezone 1996./97.



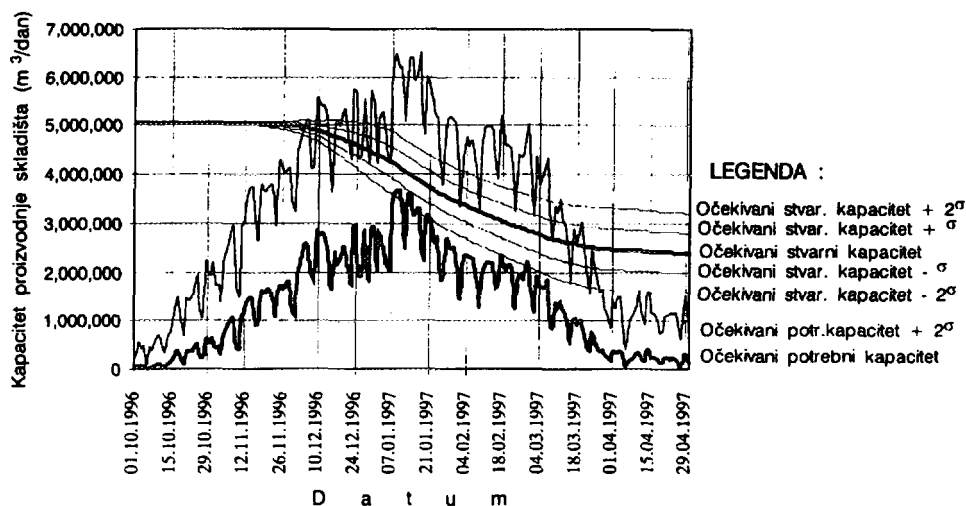
Sl. 8. Prikaz krivulje trajanja ugroženosti opskrbe

Iz dosadašnjeg izlaganja vidljivo je da je skladište plina vrlo važan faktor sigurne opskrbe potrošača plinom. Postoje dva osnovna parametra koji određuju ponašanje skladišta tijekom ogrjevnice sezone. To su kapacitet skladištenja (ukupna količina plina koja se može spremati u skladište) i kapacitet proizvodnje skladišta (maksimalni kontinuirani protok iz skladišta u mrežu pri danom stanju napunjenosti skladišta). Kapacitet skladištenja za PSP Okoli iznosi 500 milijuna m^3 plina. Kapacitet proizvodnje ovisan je o stanju napunjenosti skladišta, kako je to prikazano na slici 2.

Količina plina u skladištu smanjuje se tijekom ogrjevnice sezone u ovisnosti o potrebama potrošača, a time se smanjuje i kapacitet proizvodnje. Budući da su potrebe potrošača stohastičkog karaktera, i stanje će napunjenosti skladišta od potpuno determiniranog iznosa na početku sezone poprimati sve više stohastički karakter prema kraju sezone. Na slici 9. prikazano je očekivano kretanje s rasponom mogućih varijacija količine plina u skladištu za sezonu 1996./97. Iako skladište nije na početku sezone bilo potpuno napunjeno, vidljivo je da na kraju sezone ostaje neutrošeno cca 100 milijuna m^3 plina (očekivano), a u slučaju izuzetno oštrog zime još uvijek ostaje neutrošeno cca 35 milijuna m^3 plina. S druge strane vidjeli smo da postoje nezamislive mogućnosti pojave ugroženosti opskrbe potrošača plinom.



Sl. 9. Prikaz kretanja količine plina u skladištu tokom ogrjevne sezone 1996./97.



Sl. 10. Prikaz prognoziranoj tijeka stvarnog i potrebnog kapaciteta proizvodnje plina iz skladišta s mogućim odstupanjima u ogrjevnoj sezoni 1996./97.

Zbog smanjivanja količine plina u skladištu opada mogući kapacitet proizvodnje, dok se istovremeno u prvom dijelu sezone povećavaju potrebe za plinom iz skladišta. Vremenski tijek očekivanih vrijednosti stvarnog i potrebnog kapaciteta proizvodnje s rasponima odstupanja od očekivanih vrijednosti prikazan je na slici 10. Vidljivo

je da se u tijeku gotovo četiri mjeseca ogrjevnne sezone mogu pojaviti slučajevi kada skladište nije u stanju proizvesti dovoljne količine plina.

Sumarni pokazatelji dobiveni simulacijom za cijelu ogrjevnnu sezonu prikazani u tablici 3. Vidljivo je da je domaća proizvodnja za oko 49 milijuna m³ manja od maksimalno moguće zbog toga što, posebno na početku, a i na kraju sezone, ima dana kada su potrebe potrošača male, tako da osim isključivanja skladišta treba smanjivati i domaću proizvodnju. U većini slučajeva radi se o količinama manjim od praga kod kojeg se uključuje utiskivanje u skladište. Druga je važna činjenica da na kraju sezone u skladištu ostaje cca 26% početne količine plina, s mogućim varijacijama i do 44%.

S druge strane, zbog velikih vršnih potrošnji u hladnom dijelu sezone, jedan se relativno mali dio potreba potrošača ne može zadovoljiti. Ta je količina i u najgorem slučaju manja od količine preostalog plina u skladištu.

	Očekivana vrijednost (m ³)	Standardna devijacija (m ³)
Dobava		
Domaća proizvodnja	1,073,938,958	12,453,116
Uvoz	530,000,000	–
Podzemno skladište	280,948,458	33,842,782
UKUPNO - dobava	1,884,887,416	40,215,375
Potrošnja		
Petrokemija, HEP, ostala industrija	890,400,000	–
Interna potrošnja	137,800,000	–
Široka potrošnja	824,937,271	43,979,706
Geoplin	45,856,800	5,220,125
UKUPNO - potrošnja, potrebe	1,898,994,071	48,484,993
Nepodmireni iznos potrošnje	14,106,655	10,902,688
UKUPNO - potrošnja, isporučeno	1,884,887,416	40,215,375
Stanje skladišta 30.04.97.		
UKUPNO (m ³)	99,190,730	33,895,413
GEOLIN (m ³)	4,143,200	5,220,125

Tabela 3. Sažeti prikaz najvažnijih rezultata simulacije za ogrjevnnu sezonu 1996./97.

Analizom slika 9. i 10. te tablice 3. može se zaključiti da kapacitet skladišta u ovom trenutku nije značajan problem, nego kapacitet proizvodnje iz skladišta zbog relativno velike mogućnosti ugrožene opskrbe s jedne strane i velike količine plina (novca) koji ostaje zamrznut u skladištu. Zbog toga bi, u dugoročnom sagledavanju rješavanja problematike opskrbe potrošača plinom, prvi korak trebao biti povećavanje kapaciteta proizvodnje (i utiskivanja) postojećeg podzemnog skladišta ili, alternativno, izgradnja manjeg kratkoročnog skladišta. Tek nakon toga bi došla na red izgradnja drugog velikog sezonskog skladišta za plin. Treća mogućnost je (zbog

malog iznosa nepodmirenih potreba) uvođenje prave kategorije vršnih potrošača koji bi se u vrijeme visokih količina potrošnje prebacivali na alternativno gorivo.

Koncept simulacije stohastičkog ponašanja plinskog sustava izložen u ovom radu može se proširiti i na dva skladišta, odnosno mogu se uvesti vršni potrošači, radi određivanja optimalnog tipa i kapaciteta novog skladišta, te režima rada cjelokupnog sustava.

ZAKLJUČAK

Razvijeni postupak simulacije opskrbe potrošača plinom tijekom ogrjevnog sezone omogućava kompleksnije sagledavanje te problematike. Na temelju modela određena je dnevna prognoza kretanja ukupnih obveza prema potrošačima plina s granicama mogućih odstupanja od prognoziranih vrijednosti. Definirani su pojmovi sigurnosti i ugroženosti opskrbe potrošača plinom te omogućeno njihovo kvantificiranje i vremensko pozicioniranje unutar sezone. Osim razmatranja obaveza isporučitelja plina prema potrošačima, razmatran je i aspekt dobave plina iz različitih izvora. Ustanovljeno je da postoje neka uska grla u opskrbi uzrokovana ekstremno visokim potrošnjama zbog hladnoće ili padom kapaciteta proizvodnje skladišta u drugom dijelu sezone. Ovaj rad pokazuje da, nasuprot uobičajenom mišljenju, ukupni volumen skladišta u ovom trenutku nije problematičan. Iako skladište na početku sezone nije bilo potpuno napunjeno (76%), očekivano stanje na kraju sezone iznosi 26% početnog stanja, uz napomenu da i u najgorem slučaju u skladištu ostaje više od 30 milijuna m³ plina. Najveći problem u idućih nekoliko godina bit će opskrba potrošača u vrijeme ekstremno visoke dnevne potrošnje, te pažnju treba usmjeriti u tom pravcu.

Razvijeni postupak simulacije omogućava ne samo prognoziranje ponašanja za sezonu unaprijed nego i reevaluaciju stanja plinskog transportnog sustava u tijeku sezone. Na temelju rezultata takvih reevaluacija mogu se poduzimati kratkoročni aranžmani radi izbjegavanja nepoželjnih situacija.

Metoda se može prilagoditi i proširiti tako da omogućava simulaciju drugačije koncepcije opskrbe potrošača plinom. Na taj način ova metoda postaje alat za evaluaciju i dimenzioniranje različitih koncepcija i varijanti sustava opskrbe plinom.

LITERATURA

1. *Studija temperaturnih parametara nizinskog dijela Hrvatske*, Republički hidrometeorološki zavod Republike Hrvatske, Centar za meteorološka istraživanja, Zagreb, 1992.
2. Z. Oklopčić, M. Gajić-Čapka, K. Zaninović, V. Vučetić, *Planiranje potrošnje plina i karakteristike temperature zraka*, IX. Međunarodni susret stručnjaka za plin, Opatija, 1994.
3. Z. Oklopčić, *Procjena potrošnje plina u ekstremnim vremenskim uvjetima*, Izvanredne meteorološke i hidrološke prilike 1994. u Hrvatskoj, Vol. 18, Zagreb, 1995.
4. W. Volk, *Applied Statistics for Engineers*, Mc Graw-Hill Book Company, New York, 1969.
5. S. M. Bozic, *Digital and Kalman Filtering*, Edward Arnold (Publishers) Ltd., London, 1979.
6. *Interna dokumentacija INA-Naftaplina*, Zagreb



Miroslav Kamenski, Zagreb
Vladimir Potočnik, Zagreb

PROGRAM NEFOSILNIH ENERGENATA U HRVATSKOJ (Program NFE)

Sažetak

Predloženi Program NFE (racionalno korištenje energije i obnovljivi energenti) uvažava iskustva Europske unije (EU) i činjenice o oskudnim zalihama fosilnih goriva i relativno niskoj energetskej efikasnosti u Hrvatskoj.

Od provedbe Programa NFE očekuje se smanjenje porasta uvoza fosilnih goriva i onečišćenja okoliša, popravljjanje vanjskotrgovinske bilance i doprinos zapošljavanju domaće radne snage.

CROATIAN NON-FOSSIL ENERGY PROGRAMME (NFE Program)

Summary

Proposed NFE Program (rational energy use and renewable energy) takes into account European Union experience and the facts of scarce fossil fuel reserves and relatively low energy efficiency in Croatia. Implementation of the NFE Program is expected to reduce fossil fuels import growth and environmental pollution, to improve import-export trade balance and to contribute to the new local jobs.

Uvod

Pojam nefosilnih energenata (NFE) u ovom radu obuhvaća:

- racionalno korištenje energije (RKE) i
- obnovljive energente (solarna energija, male HE, biomasa, otpad, geotermija, vjetar itd.).

Osnovni ciljevi povećanja korištenja NFE su:

- povećanje energetske efikasnosti (ENEF), odnosno smanjenje energetske intenzivnosti, (ENIN),

- povećanje sigurnosti opskrbe energijom putem smanjenja energetske ovisnosti o uvozu,
- smanjenje ukupnih troškova energije, uključivo “vanjskih” troškova,
- smanjenje onečišćenja okoliša i
- veća zaposlenost domaće radne snage.

Sustavno korištenje i razvitak NFE počeli su u razvijenom svijetu 1973. godine kao odgovor na energetske krize izazvanu naglim povećanjem cijena nafte i ostalih energenata (“prvi naftni šok”). Razvitak NFE nije zaustavljen ni nakon smanjenja i stabiliziranja cijena energenata 1986. godine, jer su se kao dodatni motivi pojavili zastoji u razvitku nuklearne energetike nakon akcidenata u NE *Otok 3 milje* (SAD) 1979. i NE *Černobilj* (Ukrajina) 1986., te rastuća svijest o ugroženosti zdravlja ljudi i okoliša od fosilnih energenata (CO₂ - “efekt staklenika”). Za dvadesetak godina sustavnog razvitka NFE u razvijenim državama postignuti su zapaženi rezultati u povećanju ENEF, smanjenju energetske ovisnosti i zaštiti zdravlja i okoliša, a taj se trend nastavlja.

U Hrvatskoj je sustavno korištenje NFE započelo s desetak godina zakašnjenja (1983.) i do 1990., kad je prekinuto, dalo je relativno dobre rezultate.

Ovaj rad jest prijedlog *Programa NFE* u Hrvatskoj, utemeljenog na pozitivnim svjetskim iskustvima, njime se želi obnoviti istraživanje na tom važnom području energetike.

Svjetska iskustva

a) Razvijene države

Područje NFE sa svoje dvije glavne sastavnice (RKE i obnovljivi energenti) čini širok skup perspektivnih aktivnosti, koje su našle odgovarajuće mjesto u energetske politici i praksi razvijenog svijeta, kao i u brojnim energetskim poduzećima (elektroprivrede, naftne kompanije itd.) širom svijeta.

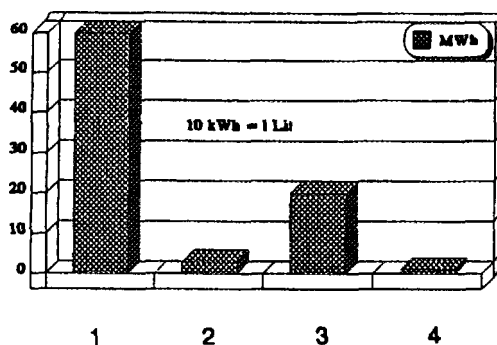
Pri tom je RKE danas znatno zanimljivije područje djelatnosti, jer je većina tehnologije RKE tržišno sazrela, a potencijal je relativno velik i dobrim dijelom neiskorišten. To pokazuje i pojednostavljena energetska bilanca bivše Zapadne Njemačke, prikazana na slici 1.

ENERGIJA			TIPIČNI GUBICI
D O B A V A	↓ 100%		
	PRIMARNA	⇒	30%
	↓ 70%		
P O T R O Š N J A	SEKUNDARNA	⇒	10% (7%)
	↓ 63%		
	FINALNA	⇒	50% (31%)
E N E R G E T S K E U S L U G E	↓ 32%		
	KORISNA	⇒	80% (26%)
	↓ 6%		

Slika 1. Energetska bilanca, Njemačka 1980.¹

Kao što se vidi, put od primarne energije (fosilna i nuklearna goriva, vodne snage itd.) do energetske usluge kod potrošača (grijanje, transport itd.) u pravilu je dug i pun gubitaka energije. Gubici su veći u fazi potrošnje (31 + 26 = 57% primarne energije) nego u fazi dobave (30 + 7 = 37% primarne energije). Stoga su i mogućnosti uštede (RKE) veće u fazi potrošnje energije, premda se u pravilu slabije koriste. Energetska bilanca svijeta 1990. slična je Njemačkoj 1980., samo što se više gubitaka stvara kod pretvorbe finalne u korisnu energiju².

Dva tipična primjera mogućih ušteda energije u fazi potrošnje energije prikazana su na slici 2.



1. Tipična kuća
2. Štedljiva kuća
3. Tipični auto
4. Štedljivi auto

Slika 2. Moguće godišnje uštede energije kod tipičnih potrošača¹

Prikazani primjeri masovnih potrošača energije (kuće i automobili) pokazuju da danas postoje tehnološka rješenja kojima se jednake energetske usluge (grijanje i prijevoz) mogu ostvariti s desetak puta manjom potrošnjom energije u odnosu na današnje tipične potrošače energije. Primjena takvih i brojnih drugih tehnologija dovela je u razvijenom svijetu posljednjih dvadesetak godina do znatnog povećanja ENEF. Tako je, na primjer, u 21 državi IEA (International Energy Agency) u razdoblju od 1973. do 1989. ENEF prosječno se godišnje povećavala za 1,8%³.

Takav porast ENEF rezultirao je smanjenjem porasta potrošnje primarne i finalne energije nakon energetske krize 1973. u svijetu (prosječno 2% godišnje), a naročito u razvijenim državama (prosječno je Europske unije 0,8% godišnje). Prognoze predviđaju zadržavanje toga trenda.^{4,5}

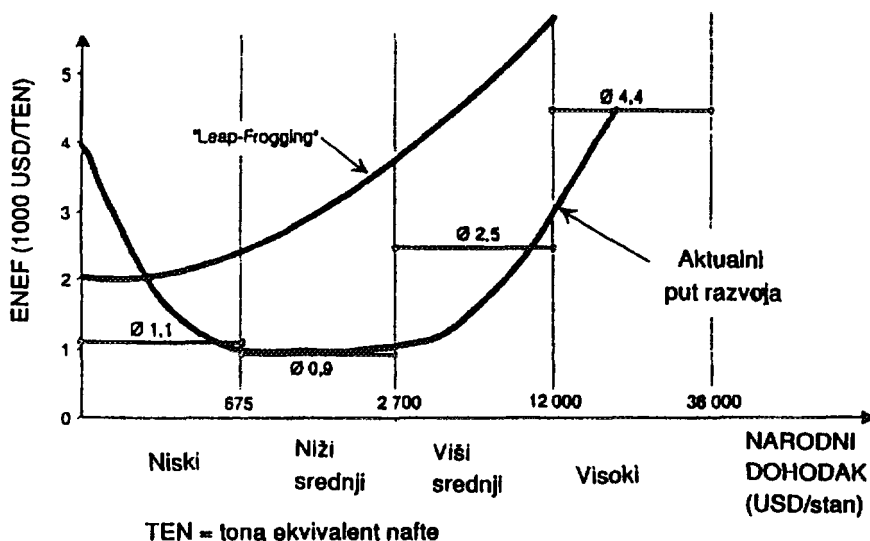
Obnovljivi energenti (osim velikih HE) još imaju skromnu ulogu u svjetskoj energetici, ali je njihov porast u posljednjih 20 godina brži od prosjeka, a takav se trend nastavlja. Primjerice EU planira utrostručiti proizvodnju električne energije iz obnovljivih energenata do 2005. (*Altener program*)⁴. Tehnologije korištenja obnovljivih energenata su u priličnoj mjeri komercijalizirane (male HE, solarne toplinske, vjetar, otpad) ili su na putu bliske komercijalizacije (biogoriva, solarna energija itd.). Planirana internalizacija vanjskih troškova energije, odnosno uključivanje troškova okoliša u cijenu energije, uz povoljnu poreznu politiku, doprinijet će bržem prodoru obnovljivih energenata.

b) Države u razvitku

Više od 80% svjetskog stanovništva država u razvitku troši znatno manje energije po stanovniku, ima osjetno nižu ENEF i brži porast potrošnje energije u odnosu na razvijene države.

Tu se postavlja važno pitanje: Trebaju li države u razvitku ići putem razvijenih, odnosno brže povećavati potrošnju energije nego ENEF i korištenje obnovljivih energenata, doprinoseći time u velikoj mjeri porastu potrošnje energije i onečišćenja u svijetu, ili obratno?

Odgovor se može naći na slici 3.⁶



Slika 3. Odnos između stupnja razvitka (narodni dohodak) i energetske efikasnosti država, 1992.

U cilju postizanja održivog razvitka u svijetu predlaže se da države u razvitku krenu putem skokovitog povećanja energetske efikasnosti (*"leap frogging"*), umjesto da nastave dosadašnjim putem brzog porasta potrošnje energije.

Takvu energetske politiku država u razvitku podupire i podupirat će razvijeni svijet: finansijski, tehnološki, organizacijski i na druge načine. O tome svjedoči niz programa pomoći koji uključuju razvitak energetske efikasnosti i obnovljivih energenata, sa sve većim udjelom država u razvitku kao korisnika pomoći. To su u EU programi *PHARE*, *Joule*, *Thermie*, *Altener*, *SAVE*, *Sinergija* itd. Na tom području vrlo su aktivne mnoge poznate banke kao što su Svjetska banka (WB), EIB, EBRD itd.

Stanje u Hrvatskoj

U Hrvatskoj su programi RKE počeli 1983. i trajali do 1990. godine. Tijekom tih 7 godina postignuti su relativno dobri rezultati u uštedama fosilnih energenata.⁷

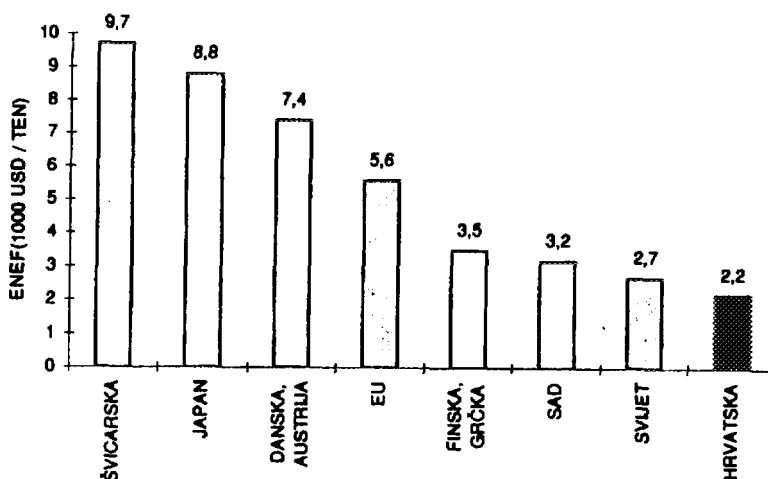
Izrađen je *"Program RKE u Hrvatskoj"* i usvojen u Saboru siječnja 1989., ali je uglavnom ostao mrtvo slovo na papiru.

Od 1990. godine učinjena su četiri pokušaja definiranja energetske politike Republike Hrvatske. Danas važeći PROHES i na njemu utemeljene *"Osnove energetske politike RH do 2010."* (lipanj 1996.) predlažu razvitak hrvatske energetike na temelju

znatnog povećanja uvoza energenata i energetske opreme, dok RKE i obnovljivi energenti (osim velikih HE) ostaju nedovoljno određeni.

Za 1996. godinu Ministarstvo gospodarstva predložilo je Vladi RH financiranje nekoliko projekata iz toga područja, ali je zbog nedostatka sredstava taj prijedlog pomaknut na 1997. godinu.

Slika 4 daje usporedbu primarne energetske efikasnosti Hrvatske i razvijenog svijeta^{8,9,10,11}. Podaci su iz 1993., osim za Hrvatsku (iz 1995.), kad je narodni dohodak procijenjen prema metodologiji MMF.



Slika 4. Energetska efikasnost Hrvatske (1995.) i razvijenih država (1993.)

Energetska efikasnost ENEf u Hrvatskoj je 2,5 puta niža od prosjeka Europske unije (EU) i zaostaje iza svih 15 država EU. Gotovo pet puta je manja od vodeće Švicarske, a četiri puta manja od Japana. Od svjetskog prosjeka ENEf u Hrvatskoj zaostaje oko 20%.

Sve to ukazuje na potrebu, da se sustavnije poradi na povećanju energetske efikasnosti u Hrvatskoj kroz *Program NFE*.

Program nefosilnih energenata (NFE) u Hrvatskoj

Ciljevi Programa NFE su povećanje korištenja obnovljivih energenata i porast ENEf u svim sektorima hrvatske energetike, ponajprije u fazi potrošnje energije, gdje su moguće najveće uštede energije.

Područja djelovanja su:

a) Obnovljivi energenti

- solarna energija (solarni kolektori, pasivna solarna arhitektura, solarne elektrane)
- gradski otpad (energane na otpad i deponijski plin)
- muljni plin iz uređaja za čišćenje gradskih otpadnih voda
- drvni, šumski i poljoprivredni otpad
- geotermijska energija
- male HE
- energija vjetra itd.

b) Racionalno korištenje energije (RKE)

- smanjenje gubitaka u prijenosu energije
- kompenzacija jalovih snaga
- primjena štedljivih trošila električne energije u kućanstvima i javnom sektoru
- kogeneracija električne i toplinske energije
- smanjenje gubitaka energije u zgradarstvu ("energetska kuća")
- korištenje otpadne topline vode, zraka i sl.
- korištenje otpadnih goriva
- učinkovitija vozila itd.

Provedba Programa NFE bi se ostvarila sljedećim aktivnostima:

- natječaji za financijsku potporu projektima NFE od studija do izvedbe
- zakonodavna podrška u obliku donošenja odgovarajućih zakona, pravilnika, propisa i sl.
- edukacija potrošača energije putem masmedija, savjetovališta, publikacija itd.

Kriteriji za izbor prioritetnih projekata na natječajima:

- ekonomičnost (rok otplate ulaganja itd.)
- zaštita okoliša (smanjenje onečišćenja)
- smanjenje energetske ovisnosti (ušteta fosilnih goriva)
- zapošljavanje domaće radne snage itd.

Izvori financiranja bi se trebali naći u području energetike i zaštite okoliša i zdravlja, kao na primjer:

- ekološki porez na fosilna goriva,
- ekološka lipa za kWh električne energije proizvedene u Hrvatskoj,
- dio energetske investicije iz državnih i lokalnih proračuna,
- međunarodna pomoć itd.

Organizaciju provedbe Programa NFE trebalo bi povjeriti nadležnom Ministarstvu gospodarstva (MG) i Energetskom institutu "Hrvoje Požar".

Očekivani rezultati provedbe *Programa NFE* su sljedeći:

- a) *Gospodarski* - povećanje konkurentnosti gospodarstva zbog smanjenja troškova za energiju i pozitivan utjecaj na vanjskotrgovinsku bilancu;
- b) *Okolišni* - bolja zaštita okoliša i zdravlja zbog smanjenja onečišćenja, pozitivan utjecaj na klimatske promjene;
- c) *Društveni* - bolje prihvaćanje energetike od strane javnosti zbog doprinosa NFE zaštiti okoliša, regionalnom razvitku i zapošljavanju;
- d) *Međunarodni* - doprinos ulasku Hrvatske u EU, jer se *Program NFE* uklapa u europsku energetske politiku.

Zaključak

Predloženi *Program nefosilnih energenata* (NFE) u Hrvatskoj nalazi se na crti energetske politike Europske unije i drugih razvijenih država.

Njegovim usvajanjem i provedbom Hrvatska može postići niz pozitivnih učinaka u energetici, zaštiti okoliša i zdravlja, gospodarstvu i u ukupnom društvenom životu.

Literatura

1. H. Bossel, *Umweltwissen: Daten, Fakten, Zusammenhänge*, Springer Verlag Berlin, Zweite Auflage 1994.
2. P. V. Gilli, N. Nakićenović, R. Kurz, *First- and Second - Law Efficiencies of the Global and Regional Energy System*, WEC 16th Congress, Tokyo 10.1995. (referat 3.1.16).
3. *Energy Efficiency and the Environment*, OECD/IEA Paris 1991.
4. *For a European Union Energy Policy, Green Paper*, European Commission, Luxembourg 1995.
5. *An Energy Policy for the European Union, White Paper*, European Commission, Luxembourg 1996.
6. T. Amelung, U. Rücker, *Leap-Frogging: A Way to Foster Sustainable Development in the Energy Sector*, WEC 16th Congress, Tokyo 10.1995 (referat 4.3.15)
7. M. Kamenski, *Spoznanje i efekti organiziranog sufinanciranja racionalizacije potrošnje energije*, Savjetovanje RKE u svrhu zaštite čovjekove okoline, Zadar 7.-19. svibnja 1990.
8. *Eurostat Yearbook '95*, Luxembourg 1996.
9. *Der Fischer Weltalmanach '96*.
10. *Energija u Hrvatskoj 1990-1994*, Godišnji energetske pregled, Ministarstvo gospodarstva RH 12.1995.
11. *Croatian Business Opportunities*, Croatian Chamber of Economy, Zagreb 7.1996.



K. Jelić*, S. Čubrić** i I. Kevrić*

GEOTERMIJSKA ENERGIJA U SVIJETU I HRVATSKOJ DO 2020. GODINE

Ključne riječi: *geotermijska energija, svijet, Hrvatska, geotermijske električne centrale, direktno grijanje.*

Sažetak

Potrošnja geotermijske energije u balneološkoj primjeni, grijanju prostora, proizvodnji električne struje i drugim namjenama u svijetu se stalno povećava. Tijekom zadnjeg desetljeća u Hrvatskoj se, osim tradicionalnog korištenja iz prirodnih termomineralnih izvora, ova energija dobiva i iz geotermijskih polja otkrivenih dubokim istražnim bušenjem u potrazi za ugljikovodicima. U ovom se radu analizira sadašnje stanje geotermijske energije u svijetu i Hrvatskoj te projicira njezina neposredna budućnost. Dani su i podaci o energetske potencijalu našeg dijela Panonskog bazena s perspektivnim lokacijama za dobivanje ove ekološki vrlo prihvatljive i djelomično obnovljive energije.

GEOTHERMAL ENERGY IN CROATIA AND THE WORLD UNTIL 2020.

Key words: *geothermal energy, world, Croatia, geothermal power plant, direct heating.*

Abstract

The use of geothermal energy in watering place, heating, the production of electric power, and for other purposes is increasing throughout the world.

Over the past ten years, besides traditional production from natural thermal wells, this energy has also been produced in Croatia from geothermal wells discovered as a result of deep exploration drilling for hydrocarbons.

* Prof. dr. Krešimir Jelić i Igor Kevrić, dipl. ing., RGN fakultet, Pierottijeva 6, Zagreb, Hrvatska, tel. 440-060, fax. 440-008

** Doc. dr. Srećko Čubrić, INA-Naftaplin, Šubićeva 29, Zagreb, Hrvatska

This paper analyses the current state of geothermal energy both in the world and in Croatia, and makes projections about its immediate future.

Energy potential data on the Croatian part of the Panonian basin are given along with perspective locations for producing this ecologically acceptable and partially reusable energy.

Uvod

Uporaba geotermijske energije putem balneološke primjene termomineralnih voda seže u daleku ljudsku povijest, dok se njezina uporaba za grijanje spominje već nekoliko stoljeća. Pretvorba ove energije u električnu počela je u Larderellu, Italija, 1904. godine, gdje je iskorištena pojava pare na površini za pokretanje parnog klipnog stroja i električnog generatora od 15 kW.

Danas je u svijetu instalirana snaga geotermijskih električnih centrala oko 7.000 MW_e, a one daju nešto manje od pola posto ukupno proizvedene električne energije, ali s većim gradijentom porasta, te značajnim udjelom među tzv. alternativnim ili dopunskim izvorima energije. Instalirana snaga geotermijske energije u svijetu, koja se koristi za grijanje i druge namjene, iznosi oko 8.500 MW_t. Porast primjene geotermijske energije osobito je značajan nakon naglog skoka cijena nafte 1973. godine, te u zadnje vrijeme zbog sve oštrijih zahtjeva zaštite ljudskog okoliša.

Uz smanjena ulaganja u istraživanja i povećanu brzinu iscrpljivanja dosada utvrđenih rezervi ugljikovodika u bliskoj se budućnosti može očekivati nova "naftna kriza" i skok cijena ovog danas glavnog energenta. Ovo potkrepljuje i činjenica da se danas u svijetu godišnje proizvede $3,7 \cdot 10^9$ m³ nafte iz utvrđenih rezervi od $162 \cdot 10^9$ m³, a otkriva se samo $1,3 \cdot 10^9$ m³ novih rezervi godišnje. Neki veliki su proizvođači premašili svoj proizvodni maksimum (SAD, zemlje bivšeg SSSR-a), dok će ga neki drugi uskoro dostići (Saudijska Arabija, Kuvajt, Irak, Iran i Abu Dabi). Vjerojatno će ovih pet bliskoistočnih zemalja od sadašnjeg udjela u proizvodnji od 27% do 2010. godine dostići udio od 60%, a time i mogućnost diktiranja cijena, odnosno njihovog povišenja. Prema *US Energy Information Administration (EIA)*, potražnja za energijom u svijetu porast će od 1993. do 2015. godine za 55%, s tim da će se udio nafte smanjiti s 39% na 37%, udio prirodnog plina povećati s 22% na 25%, udio nuklearne energije smanjiti s 5% na 3%, udio ugljena ostat će isti, dok će udio hidroenergije i drugih obnovljivih energija (u koje ulazi i geotermijska) porasti s 8% na 9,2% ("Nafta", br. 9, 1996., Zagreb). Ove prognoze upućuju i na ozbiljnija istraživanja geotermijske energije, čije su rezerve gotovo neiscrpive, a posebnu pozornost treba dati lokalitetima gdje se s današnjom tehnikom može ekonomično pridobivati ili djelomično zamijeniti energente koji više zagađuju okoliš.

Hrvatski dio Panonskog bazena, s višim geotermijskim gradijentima i toplinskim tokovima od prosječnih u svijetu, pruža mogućnost veće proizvodnje ove energije osobito za grijanja u poljoprivrednoj proizvodnji, a jednim skromnijim udjelom i u

proizvodnji električne energije putem binarnih elektrana s nižim temperaturama radnog fluida.

Direktna uporaba geotermijske energije

Geotoplina se iz unutrašnjosti Zemlje prema površini prenosi gotovo kontinuirano putem cirkulacije podzemnih voda koje se na površini pojavljuju kao prirodni termalni izvori, ili se bušotinama uspostavlja komunikacija podzemlja s površinom. Temperature ovih voda uglavnom su od 20°C do 90°C , a u područjima s višim geotermijskim gradijentima i područjima s mlađim magmatskim aktivnostima iz dubokih bušotina se mogu dobiti fluidi temperatura i iznad 300°C . Ova se toplina u manjem opsegu crpi i iz podzemnih pitkih voda s temperaturama ispod 20°C , uz uporabu toplinskih crpki.

Geotermijska energija najviše se rabi u direktnom zagrijavanju prostorija, kupališta, staklenika, ribogojilišta i dr. Instalirane snage i dobivene energije za ove namjene u pojedinim zemljama dane su u tablici 1, a udjeli njezine primjene prikazani su slikom 1 (lit. 1).

U svijetu je, za direktnu uporabu, u 1995. god. instalirano 8243 MW_t , što je, u odnosu na 8064 MW_t u 1990. godini skromno povećanje od svega 2%. No, količina uporabljene vode u ovom je razdoblju porasla od 31.800 kg/s na 36.000 kg/s ili za 13%, a dobivena energija porasla je od 61.747 TJ/god. na 105.741 TJ/god. ili za 71%. Osim, vjerojatno, boljeg iskorištenja topline, D. H. Freeston (lit. 1) upozorava da su neke zemlje iskazale energetske potencijal umjesto uporabe, pa bi realniji bio porast bliži onom iz razdoblja 1985. – 1990. god. od 12%. Ako kao ekstrapolaciju prihvatimo petogodišnji porast od 13% do 2020. godine, možemo očekivati snagu oko 15.000 MW_t i energiju oko 200.000 TJ/god.

Zemlja	Protok [kg/s]	Snaga [MW _t]	Energija [TJ/god.]	Faktor prosječnog opterećenja
Island	5794,0	1443,0	21158,0	0,57
Kina	8628,0	1915,0	16981,0	0,28
SAD	3905,0	1874,0	13890,0	0,23
Gruzija	1363,0	245,0	7689,0	1,0
Japan	1670,0	318,0	6978,0	0,69
Novi Zeland	353,0	264,0	6614,0	0,79
Mađarska	1714,0	340,0	5861,0	0,54
Italija	1612,0	307,0	3629,0	0,37
Švicarska	120,0	110,0	3470,0	1,0
Francuska	2971,0	337,0	3190,0	0,3
Rusija	1240,0	210,0	2422,0	0,37
Srbija	892,0	80,0	2375,0	0,94
Turska	700,0	140,0	1987,0	0,45
Slovačka	353,0	99,7	1808,0	0,57
Alžir	550,0	100,0	1657,0	0,5
Rumunjska	300,0	130,0	1230,0	0,30
Izrael	1217,0	44,2	1196,0	0,84
Švedska	455,0	47,0	960,0	0,0
Slovenija	573,0	39,1	780,0	0,63
Poljska	298,0	63,0	740,0	0,37
Makedonija	761,0	69,5	509,6	0,23
Austrija	173,0	19,5	184,0	0,3
Grčka	242,0	23,2	133,0	0,22
Belgija	57,9	3,9	101,6	0,82
Gvatemala	12,0	2,64	83,0	1,00
Hrvatska	75,0	15,0	70,0	0,16
Njemačka	44,3	3,5	45,0	0,4
Argentina	0,0	0,0	0,0	0,0
Ukupno	36073,0	8243,0	105741,0	0,40*

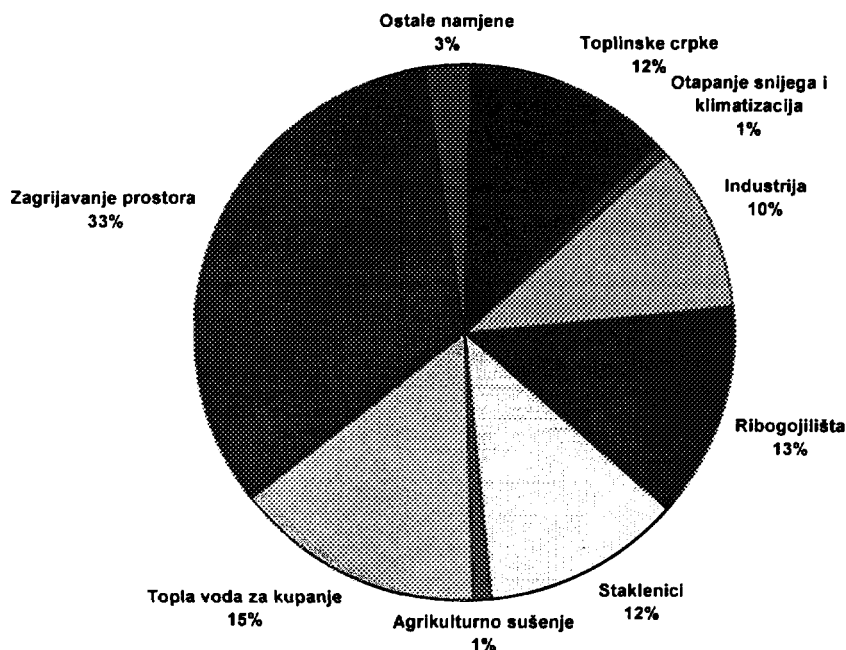
*Na temelju ukupne snage i energije

Tablica 1. Direktna uporaba geotermijske energije

Table 1. Direct uses of geothermal energy

Utvrđena toplinska snaga termalnih izvora i nekih iskušanih dubokih bušotina, koje su uglavnom bušene za istraživanje ugljikovodika, u Hrvatskoj je 1987. god. u Panonskom bazenu iznosi oko 92 MW_t. Ova je snaga izračunana putem temperaturne razlike izljevne vode i srednje godišnje temperature okoliša, te količine vode koju daju izvori ili bušotine u jedinici vremena. Kasnijim analizama još nekih potencijalno proizvodnih bušotina kao što su: zagrebačko geotermijsko polje s temperaturama vode od 58°C do 82°C i proizvodnjom od 3,4 do 92 l/s, Lunjkavac-Kutnjak 125°C i 78 l/s, Velika Ciglena 170°C i 24 l/s, Ivanić Grad 60°C i 2 l/s, Ferdinandovac 125°C i 50

l/s te Babina Greda 125⁰C i 100 l/s, dobivena je ukupna snaga od 312 MW_t. Budući da je u pregledu svjetske proizvodnje u tablici 1. uglavnom izračunana snaga i energija iz uporabljenih količina termalnih voda i temperaturnih razlika na ulazu i izlazu iz potrošača, ovako izračunani energetske potencijal za Hrvatsku nije uvršten u tablicu, nego je, po literaturi 3, uvrštena samo toplinska snaga i energija koja se dobiva iz geotermijskih polja Zagreba i Bizovca sa skromnim faktorom opterećenja od 0,16.



Slika 1. Godišnja raspodjela korištenja geotermalne energije u svijetu

Figure 1. Distribution of the annual geothermal energy utilisation

Analizom iskorištenja i faktora opterećenja za ostale prirodne i bušotinske izvore Hrvatske trebalo bi doći do točnijih energetskih podataka današnjeg stanja i napraviti projekciju za budućnost.

Ekstrapolacijom podataka iz tablice 1, uz gradijent porasta od 13% za petogodišnje razdoblje, u 2020. god. u Hrvatskoj bi bila instalirana snaga od skromnih 28 MW_t, a to je svega 9% danas iskazanog potencijala, te vrlo malo iskorištenje energije od 130 TJ/god. Već sada bi se iskazani niski faktor opterećenja mogao povisiti putem priključenja novih potrošača kao što su Fakultet za fizičku kulturu i Studentski dom uz športsko-rekreacijski centar "Mladost", Zagreb, koji se već jedno desetljeće gospodarski i ekološki vrlo uspješno grije termalnom vodom temperature oko 80C, koja izlazi iz jedne proizvodne bušotine i vraća se u utisnu bušotinu bez ikakve dodatne energije.

Geotermijska električna energija

Najzanimljiviji oblik uporabe geotermijske energije je njezina pretvorba u električnu energiju, koja ima bolju mogućnost prijenosa putem već razgranatog sustava, uz puno manje gubitke. Do danas instalirane geotermijske električne centrale pretežito koriste visokotemperaturnu vodu i paru iznad 180°C, koje se javljaju u područjima s recentnim magmatskim aktivnostima.

Kod njih se električni generatori pogone parnim turbinama za koje se para izdvaja iz vruće vode ili se direktno pregrijana para iz bušotine uvodi u turbinu. Manji je broj električnih centrala s binarnim i kombiniranim sustavom, gdje turbine okreću lakohlapivi fluidi u zatvorenom sekundarnom krugu, koji se griju fluidima iz bušotina s nižom entalpijom i temperaturama od 100°C do 180°C. Instalirani kapaciteti ovih elektrana u odnosu na ukupne kapacitete su manji od 10%.

Instalirana snaga geotermijske električne energije u svijetu (MWe)				
	1975. god.	1990. god.	1995. god.	predviđeno 2000. god.
SAD	502,0	2774,6	2816,7	3395,0
Filipini	0,0	891,0	1227,0	1978,0
Meksiko	78,5	700,0	753,0	960,0
Italija	417,6	545,0	631,7	856,0
Japan	70,0	214,6	413,7	600,0
Indonezija	0,0	144,8	309,8	1080,0
Novi Zeland	202,0	283,2	286,0	440,0
Salvador	0,0	95,0	105,0	165,0
Kostarika	0,0	0,0	55,0	170,0
Island	2,5	44,6	49,4	n
Kenija	0,0	45,0	45,0	n
Nikaragva	0,0	35,0	35,0	n
Kina	0,0	19,2	28,8	81,0
Turska	0,5	20,6	20,6	125,0
Rusija	5,7	11,0	11,0	110,0
Portugal-Azori	0,0	3,0	5,0	n
Francuska	0,0	4,2	4,2	n
Argentina	0,0	0,7	0,7	n
Tajland	0,0	0,3	0,3	n
Australija	0,0	0,0	0,2	n
Ukupno	1278,8	5831,8	6798,1	> 9960,0

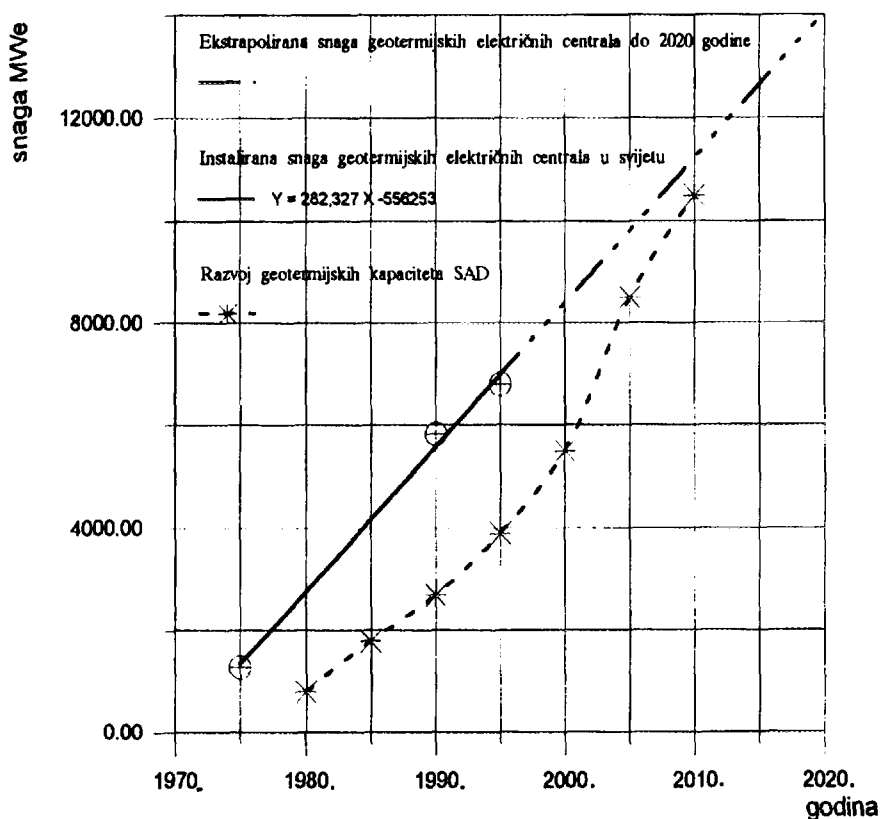
Tablica 2. Instalirana snaga geotermijske električne energije u svijetu

Table 2. World Wide installed geothermal power generation capacity

Danas se eksperimentira i s turbinama kod kojih bi se, uz toplinski, koristio i mehanički potencijal mješavine ležišnih fluida (para, voda i plinova), a uz sekundarni binarni ciklus koristila bi se i toplota izlaznog niskoentalpijskog fluida za neke druge namjene.

Prema literaturi 4. i 5. u tablici 2. dan je pregled instaliranih snaga geotermijskih električnih centrala u pojedinim zemljama u svijetu, u vremenu od 1975. do 1995. godine. Iz ovih podataka je uočljivo da neke zemlje, kao što su SAD, Filipini, Meksiko, Indonezija i Japan, naglo povećavaju proizvodnju uz predviđeno veća ulaganja u sljedećem petogodišnjem razdoblju.

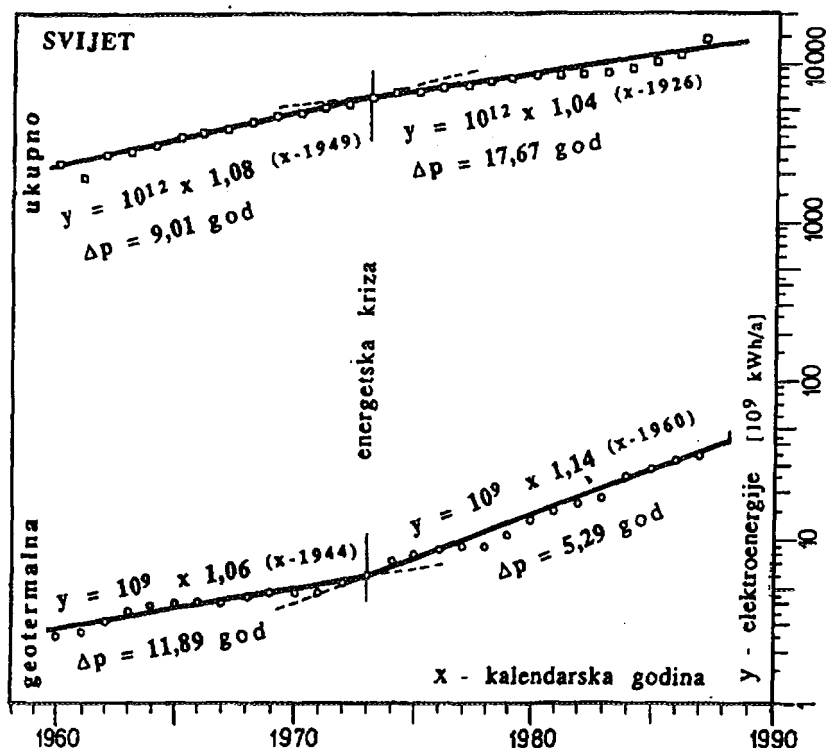
Podaci iz tablice 2. prikazani su i na slici 2, gdje je linearnom regresijom dobivena ovisnost instaliranih snaga o vremenu. Iz ekstrapolacije ove regresije do 2020. godine proizlazi da će u svijetu tada biti instalirano oko 14.000 MW_e, što je u odnosu na sadašnje stanje skoro dvostruki kapacitet. Ovo je prilično realno očekivanje, jer slično predviđanje za SAD ima i U.S. *Department of Energy* iz 1992. godine, a to je na ovoj slici ucrtano crtkanom krivuljom.



Slika 2. Instalirana snaga geotermijskih električnih centrala u svijetu

Figure 2. Installed geothermal power plant in the world

Analizom razvitka proizvodnje geotermijske električne energije te ukupne električne energije u svijetu bavila se i F. Srdar (lit. 6). Podaci o ovoj proizvodnji po godinama uzeti su iz statističkih godišnjaka Ujedinjenih naroda i izjednačeni s eksponencijalnom funkcijom, te prikazani slikom 3. Regresija ima lom u 1973. god., kada se zbog naglog povećanja cijene ugljikovodika gradijent povećanja ukupne proizvodnje električne energije smanjuje, a povećava gradijent porasta geotermijske. Ekstrapolacijom proizvodnje geotermijske električne energije do 2020. godine po ovoj bi se funkciji došlo do snage instaliranih kapaciteta od preko 400.000 MW_e, što je skoro nemoguće, te se u bliskoj budućnosti može očekivati smanjenje ovog gradijenta, ali može se očekivati i veće povećanje od onog iskazanog linearnom regresijom.



Slika 3. Trendovi razvitka primjene geotermijske energije
Figure 3. Development trends of geothermal energy

Hrvatska nema proizvodnje geotermijske električne energije, ali je studija konzultantske firme "Virikir-Orkint" iz Reykjavika, Island, napravljena 1995. god. za potrebe "INA-Naftaplina" (lit. 3), pokazala da se iz bušotina Velike Ciglene s temperaturom vode od 170°C može ekonomično proizvoditi električna energija u centrali snage oko 5 MW_e s binarnim postrojenjem. Budući da se istraživanjima u svijetu smanjuju

investicijska ulaganja po jedinici proizvodnje u ovakvim centralama, za pretpostaviti je da će u Hrvatskoj i neka druga geotermijska polja sa svojim znatnim toplinskim kapacitetima postati zanimljiva za ekonomičnu proizvodnju geotermijske električne energije.

Temperature i toplinski tokovi u tlu Hrvatske

Analizirajući veliki broj temperaturnih i drugih geofizičkih mjerenja u tlu i dubokim bušotinama za istraživanje i eksploataciju ugljikovodika, dobivene su karte temperatura, temperaturnih gradijenata i toplinskog toka za Hrvatsku, a one su uključene i u geotermijske karte Europe i svijeta. Prosječni geotermijski gradijenti za južnu Hrvatsku su $(1,8 \pm 0,3) \cdot 10^{-2} \text{ }^{\circ}\text{Cm}^{-1}$, dok su za panonsku Hrvatsku prosječni gradijenti $(4,9 \pm 0,7) \cdot 10^{-2} \text{ }^{\circ}\text{Cm}^{-1}$, a prosječni su kondukcijski toplinski tokovi $(29 \pm 6) \text{ mWm}^{-2}$ i $(76 \pm 10) \text{ mWm}^{-2}$. Iz ovoga proizlazi da je tlo južne Hrvatske znatno hladnije, a tlo sjeverne Hrvatske toplije od svjetskog prosjeka s temperaturnim gradijentom od $3 \cdot 10^{-2} \text{ }^{\circ}\text{Cm}^{-1}$ i toplinskim tokom od 63 mWm^{-2} . Iz temperatura i specifične topline stijena izračunano je da prizma površine 1 km^2 i dubine 5 km u ovom dijelu Panonskog bazena ima pohranjenu toplinu od $1,34 \cdot 10^{18} \text{ J}$, ili $32 \cdot 10^6 \text{ t}$ ekvivalentne nafte. Ova relativno velika količina energije čeka nova ili poboljšana tehničko-ekonomska rješenja za eksploataciju, a danas se bavimo lokacijama gdje je koncentracija topline veća i gdje su u dubini vodonosnici s dobrim kolektorskim svojstvima. Na slikama 4. i 5. prikazane su izolinije temperatura na dubini od 2000 m i kondukcijski toplinski tok.

Ovdje su posebno zanimljiva područja Panonskog bazena, gdje se geotermijska energija može koristiti, ili se već koristi, za grijanje prostora, odnosno zanimljive su lokacije gdje imamo povišene temperature i toplinske tokove uz mogućnost dobivanja veće količine slojne vode ili pare za pokretanje geotermijskih električnih centrala. Za geotermijsku anomaliju sjeveroistočno od Zagreba dokazano je da može dati ekonomičnu geotermijsku električnu energiju, dok je anomalija južno od Zagreba iskorištena za uspješno grijanje sportskog centra "Mladost". U ovom području su do danas registrirane temperature više od 240°C u bušotinama dubina oko 5 km , što nagovještava mogućnost i direktne uporabe zasićene pare za pokretanje turbina i generatora.

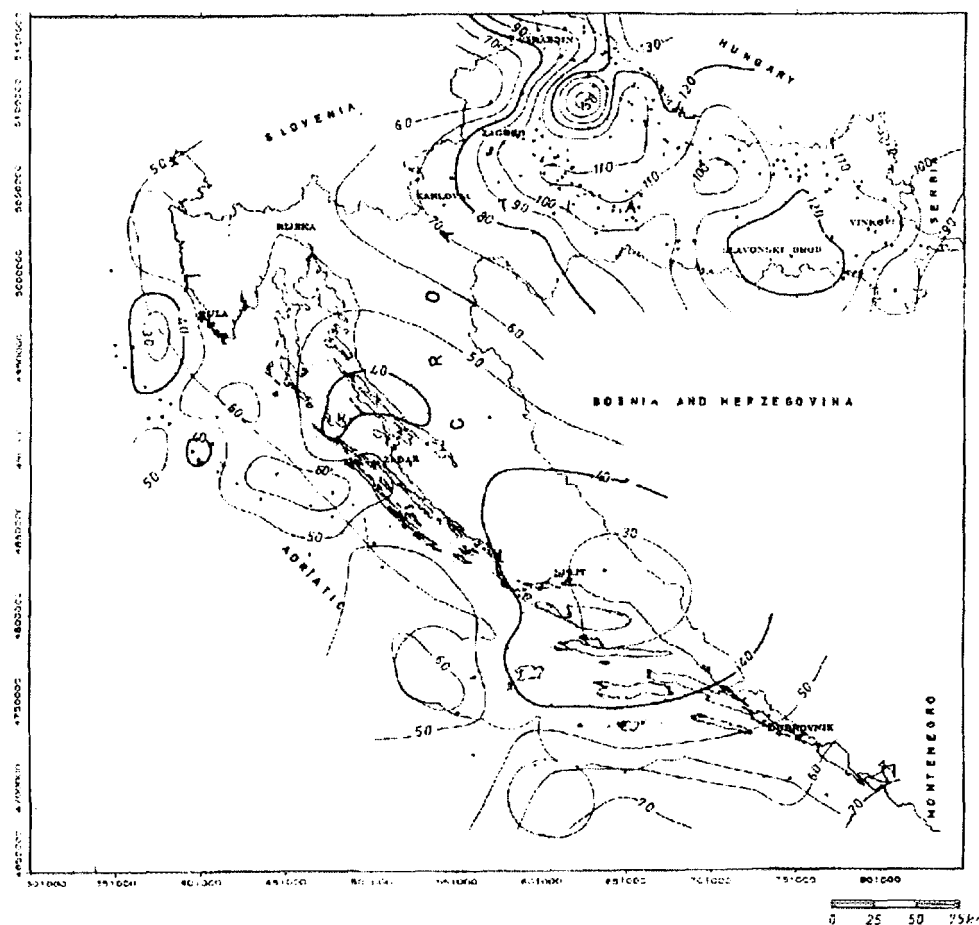
Zaključak

Zemljina unutrašnjost sadrži gotovo neiscrpne zalihe geotermijske energije, koja je djelomično i obnovljiva, ali se na današnjem stupnju tehničkog i ekonomskog razvoja samo djelomično rabi uglavnom na lokacijama s novijom magmatskom aktivnošću, odnosno tamo gdje je na manjim dubinama viša temperatura uz povoljne hidrogeološke značajke. Skoro da nema zemlje gdje se geotermijska energija iz podzemne vode i s nižom entalpijom ne bi mogla rabiti za direktno ili indirektno grijanje prostora. Neke zemlje, kao što su Filipini, već sada svoje potrebe za

grijanjem i električnom energijom mogu dobrim dijelom zadovoljiti geotermijskom energijom.

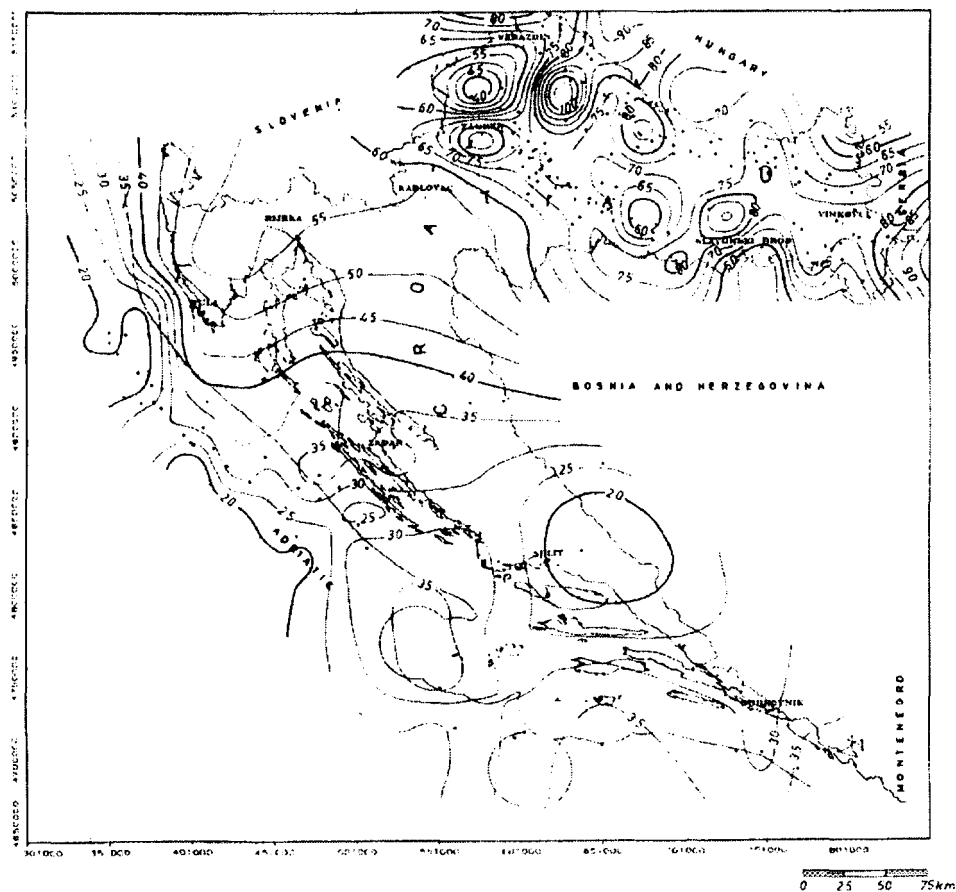
Neke od prednosti ove energije su: stalna vremenska raspoloživost, manja zagađenost ljudskog okoliša po jedinici proizvoda i pad proizvodnih troškova koji su u proizvodnji geoelektrične energije u SAD-u 1980. god. bili 8,5 centi/kWh, a 1990. god. 6 centi/kWh.

Svjetska proizvodnja geotermijske električne energije, u odnosu na ukupnu električnu energiju, je ispod 0,5%, ali je gradijent porasta proizvodnje veći, pa uz očekivani porast cijena ugljikovodika, oštrije zahtjeve za smanjenjem emisije produkata izgaranja fosilnih goriva i uz smanjenje troškova njezine proizvodnje ispod 4 centa/kWh, može se očekivati njezin brži porast.



Slika 4. Temperature na dubini 2000 m (°C)
Figure 4. Temperatures at 2000 m depth (°C)

U Hrvatskoj je osobito zanimljivo područje Panonskog bazena s temperaturnim gradijentima i toplinskim tokovima višim od svjetskog prosjeka, gdje bi se veća količina geotermijske energije mogla koristiti u poljoprivrednoj proizvodnji te nekim industrijskim granama, a na povoljnim lokacijama i za skromniju proizvodnju geotermijske električne energije uz uporabu binarnih elektrana.



Slika 5. Toplinski tok (mW/m^2)
Figure 5. Heat flow (mW/m^2)

Literatura:

1. D. H. Freeston: *Direct uses of geothermal energy 1995.*, Proceedings, World Geothermal Congress, Florence, Italy, 1995.
2. S. Stanković, S. Kolbah, K. Jelić i dr.: *Energetski potencijal značajnih termalnih i termomineralnih voda Jugoslavije*, Zbornik radova, DIT, Komitet za geofiziku, Beograd, 1987.
3. S. Čubrić: *Present status and development trends of geothermal energy use in the World and Republic of Croatia*, "Nafta", 47(4), Zagreb, 1996.
4. L. J. Patrick Muffler: *Present status of resources development*, Proceedings, Second United Nations Symposium on the Development and Use of Geothermal Resources, San Francisco, USA, 1975.
5. Gerald W. Huttner: *The status of geothermal power production 1990-1994*, Proceedings, World Geothermal Congress, Florence, Italy, 1995.
6. F. Srdar: *Mogućnosti korištenja geotermijske energije Vuilleumier-ovim ciklusom*, Disertacija, RGN fakultet, Zagreb, 1996.
7. S. Čubrić, K. Jelić: *Geothermal resource potential of the Republic of Croatia*, Proceedings, World Geothermal Congress, Florence, Italy, 1995.
8. K. Jelić: *Stacionarna geotermijska energija u Savskoj i Dravskoj potolini Panonskog bazena SR Hrvatske*, "Nafta", 38(6), Zagreb, 1987.
9. K. Jelić, I. Kevrić, O. Krasić: *Temperatura i toplinski tok u tlu Hrvatske*, Zbornik radova 1. Hrvatskog geološkog kongresa, Opatija, 1995.



Želimir Krajčević:

BIOPLIN - AUSTRIJSKA ISKUSTVA I POTREBE HRVATSKE

Sažetak

Organski ostaci nakon prerade u bioplinском postrojenju ne zagađuju okolinu i mogu se upotrijebiti kao prvorazredno gnojivo. Ujedno se ti ostaci putem bioplina mogu koristiti za suproizvodnju toplinske i elektroenergije, u tom slučaju jedno govedo daje najmanje 1,7 kWh/dan električne i 3,4 kWh/dan toplinske energije.

Kada se svinjska gnojnica neprerađena ispušta u okoliš, a za grijanje zgrada istog gospodarstva se koristi neko od neobnovljivih goriva – učinjena je osim mjerljive i nemjerljiva šteta: zagađenjem okoliša, odnosno ekosustava zraka, vode i bilja.

Opreznom prosudbom predviđa se da u Austriji ima mogućnosti za 40.000 pogona bioplina; što bi u suproizvodnji dalo 3,6 milijardi kWh elektroenergije - a u Hrvatskoj?

BIOGAS - AUSTRIAN EXPERIENCES AND CROATIAN NEEDS

Summary

Organic rest after processing within the biogas plant operation do not pollute the enviroment and may be used as a first class fertiliser; and additionally they can be used as biogas in cogeneration operation of head and current, in which case one head of cattle would provide at least 1.7 kWh of electrical energy and 3.4 kWh of heat each day.

In such casses that the pig's manure is being released unprocessed from a farm operation into the eccological environment; and for the heating generation on the farm one of the standard unrenewable fuels is being consumed, a double harm has been effected - one that can be measured and the other which can not even be estimated: pollution of fresh air, water and flora life supplay.

In a careful estimate Austria provides premises for 40.000 biogas processing plants which would generate 3.6 Billion kWh of electric energy within the cogeneration operations. What about Croatia?

Uvodna napomena

Ovaj referat je napisan po nagovoru te uz svesrdnu podršku i pomoć prijatelja. Međutim, to je bilo moguće tek nakon što nam je dobrotom gospode iz Gospodarske komore Štajerske iz Graza u Austriji, omogućeno da vidimo dva postrojenja bioplina, te prikupimo mnoštvo podataka i literature. Obilje podataka o stanju našeg gospodarstva, koje djelomično koristim u ovom referatu, dobio sam ljubaznošću zaposlenika Državnog zavoda za statistiku. Svima najsrdačnije zahvaljujem.

Bioplin = energent

Bioplin proizveden na seoskim gospodarstvima ili postrojenjima za pročišćavanje otpadnih voda ili s odlagališta smeća, a zatim upotrebljavan kao obnovljivi izvor energije, čini život na seoskim gospodarstvima udobnijim i jeftinijim.

Troškovi života na seoskim gospodarstvima i troškovi za pročišćavanje otpadnih voda, sanacija odlagališta smeća, smanjuju se iskorištavanjem bioplina. Uzgojem i preradom stoke, te preradom poljoprivrednih kultura, dolazi do nagomilavanja otpada. Taj se otpad u zatvorenim prostorima (bez zraka) razgrađuje pomoću dušičnih bakterija, koje u toj razgradnji stvaraju smjesu plinova koje nazivamo bioplin, a čiji je glavni sastojak metan. Kod proizvodnje i prerade hrane nužno se stvaraju zagađenja, odnosno nije sve iskoristivo za našu prehranu. Taj neiskoristivi dio, nagomilan i odložen u prirodi, čini zagađenje koje smo obvezni otkloniti. U svrhu potpune prerade i otklanjanja organskih ostataka, može se koristiti bioplinsko postrojenje iz kojeg dobivamo bioplin i bioplinsku gnojnicu. Korist od proizvodnje bioplina je dakle povrat uložених sredstava za zaštitu okoliša putem iskorištavanja bioplina kao energenta i povrat uložених sredstava putem kotštenja bioplinske gnojnice, jer se ne moraju kupovati mineralna gnojiva, a povećava se urod poljoprivrednih kultura.

U statističkom ispitivanju koje je obuhvatilo 10 gospodarstava u Austriji kao motiv za gradnju bioplinskih postrojenja navedeno je:

Primarni motivi:

- 3 slučaja: trebalo je obnoviti humus; spoznaja da je bioplinska gnojnica podnošljivija za tlo od neprerađene gnojnice; dobivanje bolje gnojnice
- 2 slučaja: dobivanje energije iz gnoja i dobivanje ukupne vlastite električne i termoenergije
- 2 slučaja: jaki smrad
- 1 slučaj: otežani odvoz gnojnice
- 1 slučaj: trebalo je popraviti i obnoviti jamu za gnojnicu da ne zagađuje podzemne vode
- 1 slučaj: prelazak gospodarstva na ekološku poljoprivredu.

Sekundarni motivi:

- 4 slučaja: smanjenje visokih troškova za potrebe energije; dobivanje energije iz gnojja; visoke potrebe za vlastitom energijom
- 3 slučaja: zbog velikog mirisnog zagađenja; čisto gospodarstvo - bez smrada
- 2 slučaja: bolja upotreba gnojiva; želja za poboljšanjem gnojja
- 1 slučaj: zbog velike upotrebe mineralnog gnojiva.

Za tih deset oglednih bioplinskih postrojenja u Republici Austriji (lit.1) zanimljivi su i sljedeći podaci:

1. prosječna starost bioplinskog postrojenja je 8,1 godina, a kreće se u granicama od 3 do 18 godina
2. najčešće se prerađuje gnojnica od više vrsta domaćih životinja, pa je na tih deset gospodarstava upotrebljena gnojnica od: goveda (8 slučajeva), svinja (6 slučajeva), kokoši (5 slučajeva) i konja (1 slučaj)
3. prosječan broj životinja na tih deset gospodarstava je 85,7 stočnih jedinica, a pojedina imaju 30 do 200 stočnih jedinica
4. prosječna proizvodnja bioplina je $124 \text{ m}^3/\text{dan}$, odnosno $1,5 \text{ m}^3/\text{SJ}/\text{dan}$
5. od deset oglednih gospodarstava bioplin se na 9 upotrebljava za suproizvodnju električne i toplinske energije.

Stočna jedinica, ili kraće SJ, označuje životinju ili životinje mase 500 kg. Tako krava mase 600 kg čini 1,2 SJ, a svinja u tovu mase 60 kg čini 0,12 SJ.

Što je bioplin?

Za razliku od tehničkih plinovitih goriva, koja dobivamo u raznim proizvodnim postupcima, postoje i prirodna plinovita goriva (lit. 2): zemni plin i močvarni plin koji se nalaze i stvaraju u prirodi. Zemni plin je čest pratilac nafte i ustanovljen je na više mjesta u Hrvatskoj.

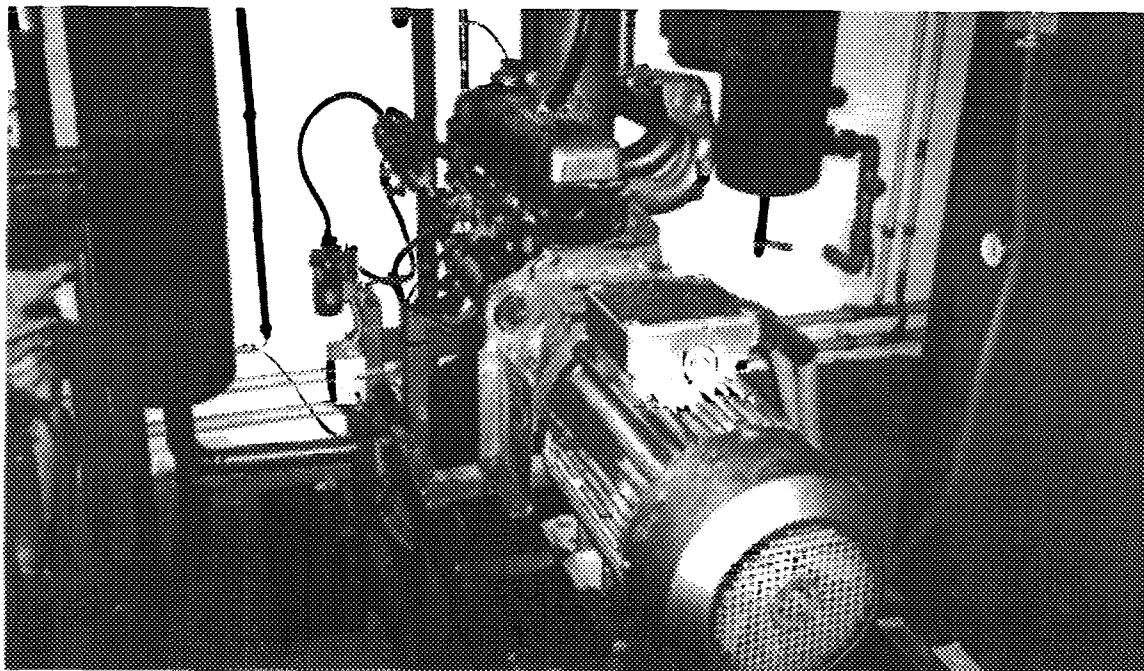
Močvarni plin stvara se u prirodi razgradnjom raznih organskih tvari, bez prisustva zraka, uz pomoć dušičnih bakterija. Globalno, najviše močvarnog plina nastaje u prirodi u probavnom traktu preživača, na rižinim poljima, te u stajaćim vodama; sveukupno 780 milijuna tona/god metana, koji je glavni sastojak močvarnog plina.

Bioplin je po sastavu i postanku isti kao močvarni plin, međutim bioplin nastaje u kontroliranim uvjetima bioplinskih postrojenja na seoskim gospodarstvima, pri pročišćavanju otpadnih voda, na odlagalištima smeća i drugdje. Bioplin čine: metan (60-90% vol.), ugljični dioksid (35-10% vol.), te (ukupno do 5% vol.) sumporovodik, vodik, dušik i eventualno neki drugi plinovi, ovisno o organskim tvarima iz kojih je potekao bioplin. Ogrjevna moć bioplina je $6,0 - 7,5 \text{ kWh}/\text{Nm}^3$, odnosno kao 0,6 litara loživa ulja u prosjeku po normnom volumenskom metru bioplina.

Što sa bioplinom rade naši susjedi?

Nas nekoliko entuzijasta nastojali smo u Hrvatskoj pronaći neko bioplinско postrojenje u radu, o čemu se prije govorilo u sredstvima priopćavanja. To nam jednostavno nije polazilo za rukom. Raspitivali smo se i kod naših susjeda u Sloveniji, pa smo doznali da postoje bioplinска postrojenja na pročišćavanju otpadnih voda, ali ne na seoskim gospodarstvima (mala postrojenja), koja su nas zanimala. Zahvaljujući sretnim okolnostima stupili smo u vezu sa gospodom iz Gospodarske komore Štajerske, te dogovorili posjet i razgledavanje bioplinских postrojenja na dva seoska gospodarstva. Priznajem da smo bili toliko iznenađeni onim što nam je pokazano da od čuđenja nismo imali spremna pitanja.

Na gospodarstvu Fiedlerovih, koje smo prvo posjetili, uzgajaju se odojci, te ih zajedno s krmačama ima oko 240. U gnojnicu ulazi međutim i mjesni biootpad, otpad susjednih ugostiteljskih radnji, ali i gnojica s nekoliko susjednih gospodarstava. Postrojenje je izrađeno uglavnom vlastitim snagama i vlastitim financijskim sredstvima, uz stručnu pomoć vlasti. Uloženo je 1.400.000 ATS. Fermentor, spremnik u kojem se vrši razgradnja organskih tvari bez prisustva zraka, te se pomoću dušičnih bakterija stvara plin, ima promjer od 10 m, dubinu 3 m, ukopan je potpuno u zemlju, izrađen je od betona, a na dnu ima podno grijanje. Bioplin se pomoću dvaju asinhronih agregata od po 25 kW_{el} svaki, u suproizvodnji pretvara u električnu i



Suproizvodnja u bioplinскоj strojarnici Fiedlerovih

toplinsku energiju. Pola toplinske energije vraća se u fermentor putem podnog grijanja radi održavanja potrebne topline za rast dušičnih bakterija. Struja se troši za vlastite potrebe, ali se najvećim dijelom prodaje u mrežu. Preostala toplota se koristi za zagrijavanje stambenih i gospodarskih prostorija, a ostalo prema potrebi. Pritisak plina u fermentoru je 4 mbara, te nisu potrebne nikakve posebne zaštitne mjere. Plinosprema se nalazi u zatvorenoj prostoriji i izrađena je od plastične folije.

Na gospodarstvu Durlacherovih koristi se prvenstveno gnojnica vlastitih kokoši nesilica kojih ima 80.000 komada. Osim gnojnice vlastitog gospodarstva, koja čini 80% ukupno prerađene gnojnice, koristi se gnojnica biljnih prerađivača iz susjedstva. To je komina koja ostaje nakon destilacije žestokih alkoholnih pića i ostatak repice iz koje je prethodno odvojeno dizelsko gorivo. U bioplinskom pogonu Durlacherovih, koristi se bez ostatka komina voća i pretvara se u bioplin i gnojnicu, kao i ostatak repice bogati glicerinima, koji obilno daju bioplin i, razumljivo, gnojnicu. Postrojenje je izvedeno prema patentu BIMA, te je kompjutorski vođeno. Fermentor je veličine 800 m³. Plin pogoni dva sinkrona agregata, svaki snage 60 kW_{el}. Struja se najviše koristi za vlastite potrebe, a toplota za zagrijavanje gospodarskih zgrada te za sušenje kukuruza u silosima. Cijena postrojenja je 12.000.000 ATS. Zanimljivo je da je odluka za gradnju bioplinskog postrojenja donešena kod Durlacherovih zato što je taj posjed imao premalo zemljišta u odnosu na broj i vrstu uzgajanih životinja.

Da ne bi morali dokupiti zemlju ili smanjiti proizvodnju jaja, Durlacherovi su gnojnicu koju daju njihove kokoši učinili bezopasnom za okolinu preradom u bioplinskom postrojenju. Dobit od uštede struje u iznosu od 1.000.000 ATS/god. bila je drugorazrednog značenja; ona samo smanjuje teret investicije, kao i ušteda novca koji je prije trošen za mineralno gnojivo i loživo ulje za sušenje kukuruza u silosima.

Procjenjuje se da je moguće širom Austrije ekonomično voditi i 40.000 bioplinskih pogona na seoskim gospodarstvima, industriji i mjesnim zajedničkim pogonima. Na taj način dobilo bi se na cijelom području iz biološkog otpada otprilike 1,8 milijardi volumenskih metara bioplina na godinu (lit.1).

Za preradu u bioplinskim postrojenjima, kako je već i spominjano, pogodni su (lit.1 i 3):

- | | |
|--|---|
| - stajska gnojnica | - otpad šećerne repe (lišće i drugo) |
| - biootpad kućanstva | - otpad od voća i povrća pri konzerviranju |
| - biootpad ugostiteljstva (ulja i masti) | - svježa trava, djetelina, kukuruzovina |
| - klaonički otpad | - silaže: trava, kukuruz |
| - mulj od pročišćavanja voda | - slama: ječma, zobi, repice, raži, pšenice |
| - komina od vina i rakije | - otpad pri proizvodnji piva i kvasca, i drugo. |

Osim posebnih bioplinskih postrojenja, uvode se, naročito u Danskoj, zajednička postrojenja.

Vidjeti smo na primjeru postrojenja Fiedlerovih da individualno postrojenje može prerasti u zajedničko, ovisno o stupnju svijesti u pojedinoj mjesnoj zajednici. Za razliku od Fiedlerovog pogona, uhodani zajednički pogoni, koji su zbog svoje

veliĉine jeftiniji s obzirom na prerađene koliĉine i dobiveni bioplin, zajedniĉki pogoni dijele i prerađenu gnojnicu i dobiveni bioplin, koji je tada proveden do gospodarstva ukljuĉenog u bioplinsku zajednicu.

Dakle, da je iskorišten i prerađen najveći dio biološkog otpada u Austriji bilo bi moguće proizvesti 3,6 TWh elektroenergije, a u suproizvodnji i toliku koliĉinu iskoristive topline (lit.1).

Predvidive mogućnosti Štajerske za prerađu u bioplinskim postrojenjima su, uz primjenu suproizvodnje elektriĉne i toplinske energije, 5,4 PJ (lit. 3). U tu svrhu potrebno je izgraditi oko 16.000 bioplinskih postrojenja veliĉina kojih je prikazana u tablici.

Veliĉina postrojenja		Broj (kom.)
SJ	Godišnji učinak (GJ / god)	
30	354,8	8.446
50	591,3	5.068
100	1.182,6	2.534

Tablica: Broj potrebnih postrojenja u Štajerskoj (lit. 3)

Opskrba energijom zemalja Europske zajednice temelji se uglavnom na neobnovljivim izvorima energije, i to 84% ukupnog udjela. Energenti su u 1992. godini bili su: ugljen 21%, nafta 44%, plin 19%, a ostalo su ĉinili atomska energija i obnovljivi izvori energije (lit. 4). Takovo stanje uzrokovano je jeftinim fosilnim gorivima, poglavito naftom, i jeftinim dolarom, obraĉunskom sredstvu za cijene nafte. Međutim, pri izgaranju jedne tone nafte stvara se 2,8 tona ugljiĉnog dioksida, koji kao plinoviti otpad odlazi u okolni zrak.

Ukupne potrebe energije zemalja Europske zajednice iznose oko 1.310 Mt_{oe} godišnje (oe - ekvivalent goriva toplinske vrijednosti nafte). Pretpostavlja se i predlaže da se ukupne potrebe energije zadrže na istoj razini potrošnje u planovima razvitka do 2025. godine. Nastoji se, međutim, da udio energije od obnovljivih izvora u ukupnom utrošku energije bitno poraste, i to na 20% i više.

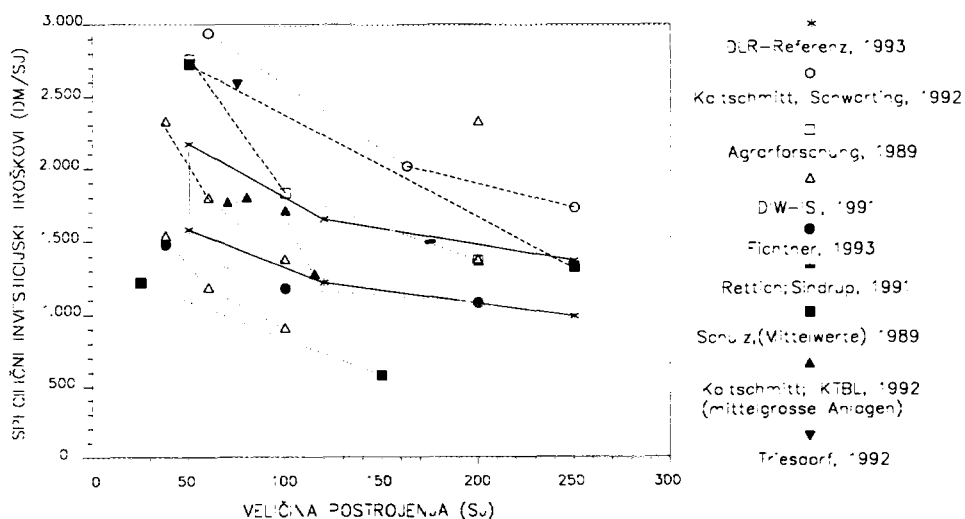
Koliko stoji bioplinsko postrojenje?

Odgovor na pitanje povrata sredstava od izgrađenih bioplinskih postrojenja, složen je stoga što takovo postrojenje daje raznovrsnu, ĉesto nemjerljivu korist, a ne samo energetska učinkovitost. (Zar naš odnos prema okolišu nije pitanje etike?) Prilikom

vrednovanja bioplinske gnojnice, proizvoda bioplinskog postrojenja, ne uzima se u obzir bolja gnojidba, uspješnija zaštita podzemnih voda putem smanjenog unošenja nitrata i emisije plinova koji izazivaju učinak staklenika, poboljšanje tla, bolji režim gnojidbe.

Novčana protuvrijednost bioplinske gnojnice upotrebljene kao gnojivo i zaštitno sredstvo za usjeve, izračunana je u Njemačkoj i iznosi 90 do 125 DEM godišnje po stočnoj jedinici.

Cijena zaštite okoline od organskog otpada za zemlju usmjerenu turizmu, kao što su Austrija i Hrvatska, nije mjerljiva. Mjerljiva je cijena izgradnje bioplinskih postrojenja u odnosu na troškove ulaganja, u ovisnosti o veličini postrojenja (mjereno u stočnim jedinicama), što je prikazano na dijagramu (lit.1).

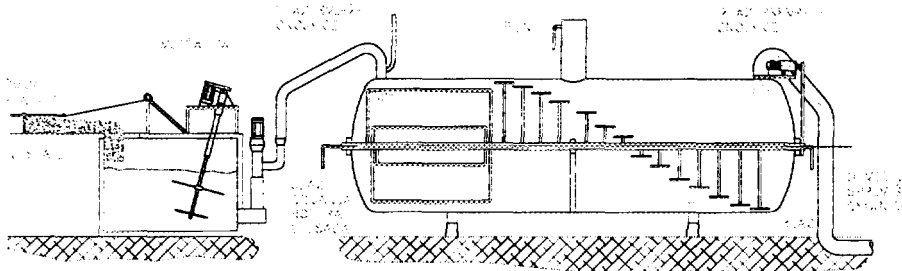


Dijagram: Troškovi zasebnih bioplinskih postrojenja

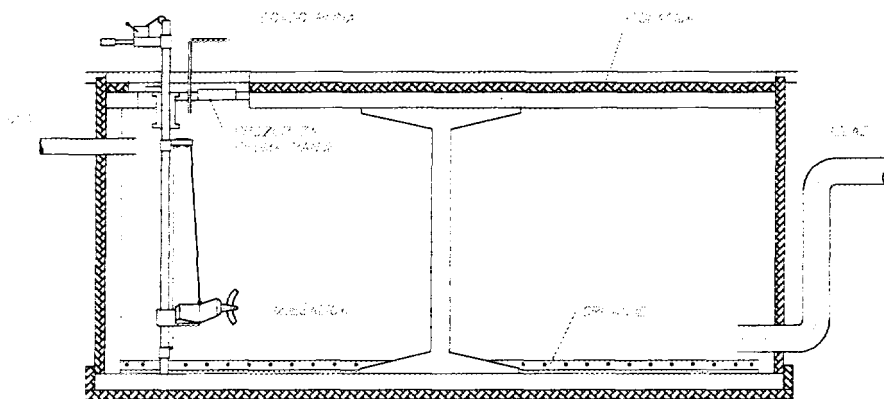
Potrebe Hrvatske

Prioritetna privredna grana u Hrvatskoj je turizam, a za to su potrebni: hrana, čist okoliš i sređena infrastruktura. Sada nam nedostaje hrane i energije, s obzirom da hranu i energiju uvozimo, a okoliš nam je slabo zaštićen. Vezano uz našu prioritetnu privrednu granu, bioplinska postrojenja upravo daju: proizvodnju zdrave i jeftinije hrane, zaštitu okoliša i omogućuju proizvodnju jeftine električne i toplinske energije u malim decentraliziranim jedinicama.

Tipično bioplinско postrojenje sadrži: jamu za sakupljanje i miješanje, fermentor, bazen za prerađenu gnojnicu, plinospremu i strojarnicu. Dva tipa fermentora prikazani su na crtežima. U strojarnici gotovo svih bioplinских postrojenja, nalazi se agregat za suproizvodnju elektroenergije i topline.



(Lit. 1)



(Lit. 3)

Crteži različitih tipova fermentora

Pri izgradnji bioplinских postrojenja najveći posao su građevinski radovi, nakon što je odabran temperaturni režim, veličina fermentora i oblik fermentora.

U Austriji se grade bioplinска postrojenja na gospodarstvima koja imaju 30 ili više stočnih jedinica stoke u tovu, te se dobiva energetska protuvrijednost od 22 litre loživа ulja dnevno (lit. 3) na takvom gospodarstvu.

U Hrvatskoj je prilikom popisa stanovništva 1991. godine zabilježeno ovakovo stanje na seoskim gospodarstvima:

<i>Vrsta stoke</i>	<i>Ukupno grla</i>	<i>Broj gospodarstava</i>	<i>Broj gospodarstava</i>
goveda	529.920	445 (s 16-20 grla)	276 (s više od 20 grla)
svinje	1.264.888	4.059 (s 21-50 grla)	362 (s više od 50 grla)
ovce	706.210	3.448 (s 21-50 grla)	527 (s više od 50 grla)
koze	147.144		
perad	7.330.487		

Prosjek ukupnog broja stoke i prinosa poljoprivrednih kultura u Hrvatskoj:

goveda	657.000	grla
svinje	1.397.000	grla
konji	28.000	grla
ovce	602.400	grla
perad	14.391.20	kom
	0	
voće	134.806	t
grožđe	392.613	t
sijeno (djetelina, lucerna, livade, pašnjaci)	1.192.534	t
šećerna repa	820.914	t.

Preradom se prosječno godišnje dobiva u Hrvatskoj:

meso (u klaonicama)	171.667	t
konzerviranje voća i povrća	111.216	t
šećera	226.105	t
rakije (od šljivica i voća)	34.851	hl
vina	2.053.000	hl.

U svim fazama prerade poljoprivrednih proizvoda i stoke u hranu i piće, ostaju velike količine neprerađenog otpada, koji može, prerađen u bioplinskom postrojenju, davati energiju i gnojivo. Treba napomenuti da je utrošak mineralnih gnojiva i minerala prosječno u Hrvatskoj 383.211 t/godišnje. Za tu količinu mineralnog gnojiva utrošene su velike količine energije (za domaću proizvodnju) ili deviza (za uvoz). Bioplinska gnojnica, vidljivo na primjeru bioplinskih postrojenja u Austriji, gotovo potpuno zamjenjuje mineralna gnojiva (ostaju energija ili devize).

Zaključak

U našoj blizini - Republici Austriji – već desetak godina uspješno rade manja i srednja bioplinna postrojenja. Radi se o pogonima, smještenim većinom na seoskim gospodarstvima, koji koriste stajsku gnojnicu i razni drugi organski otpad .

Tehničkih nepoznanica za izvedbu bioplinnih postrojenja nema. Naši susjedi u Austriji voljni su nam pokazati svoja dostignuća, te možemo očekivati i njihovu stručnu i tehničku pomoć za izgradnju bioplinnih postrojenja u Hrvatskoj.

Neprijeporne su potrebe za čistim okolišem, dobrim i jeftinim gnojivom, te energijom u našoj zemlji. Postoji i "repromaterijal" za bioplinna postrojenja; koja bi objedinila rješenje više problema: ekologije, energetike i zdrave obilne hrane u Hrvatskoj.

Pitanje je vremena kada će otpočeti izgradnja bioplinnih postrojenja u Hrvatskoj. To ovisi o tome kada će Hrvatska usmjeriti novčana sredstva u *trojstvo*: poljoprivredu i stočarstvo, zaštitu okoliša i proizvodnju energije - putem izgradnje bioplinnih postrojenja.

Literatura

1. Walter Graf: *Biogas für Österreich* / Österreichische Hochschülerschaft
2. Miroslav Mikulčić: *Motori 1* / Školska knjiga - Zagreb
3. *BOKU - Landtechnik* / Universität für Bodenkultur Wien; Institut für Land-, Umwelt- und Energietechnik
4. *Biomasse - Strategien* / Österreichischer Biomasse - Verband
5. Publikacije *Državnog zavoda za statistiku RH* u Zagrebu
6. Dunja Desnica: *Bio-plin, mogućnosti i praktična rješenja*



Doc. dr. sc. TAJANA KRIČKA

Dr. sc. STJEPAN PLIESTIĆ

AGRONOMSKI FAKULTET

Zavod za poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport

UPOTREBA BIOMASE KUKURUZA (ZEA MAYS) U PROCESU SUŠENJA

SAŽETAK

Kukuruz, uz pšenicu i rižu, najznačajnija je ratarska kultura u svjetskoj poljoprivrednoj proizvodnji. Prosječno, u posljednjih 10 godina, Republika Hrvatska proizvodi oko 2.000.000 tona kukuruza godišnje. Od toga se za potrebe ljudske i životinjske prehrane, te sjemenskog materijala osuši oko 1.000.000 tona. Ta količina materijala zahtijeva, ovisno o vlažnosti zrna, između 35.000 do 40.000 tona ekvivalenta nafte.

Zbog toga će se u ovom radu obraditi mogućnosti zamjene fosilnih goriva biomasom kukuruza preostalom nakon berbe, te uštede fosilnih goriva.

THE USE OF CORN (ZEA MAYS) BIO-MASS IN DRYING PROCESS

SUMMARY

The most important agricultural crop in the world, besides wheat and rice is corn. In the last 10 years, Republic Croatia has produced about 2,000,000 tons of corn. Most of that is used for food and feed and for seed production and it is 1,000,000 tons in quantity. This quantity demands between 35,000 to 40,000 tons of oil.

For the reason, this paper describes the possibilities of the substitution of oil with corn bio-mass after harvesting.

1. OPĆENITO O SUŠENJU KUKURUZA (ZEA MAYS)

Sušenje je jedan od najstarijih načina konzerviranja robe. Tehnološkim postupkom sušenja povećava se koncentracija sadržanih sastojaka (šećer, škrob, i dr.), odnosno povećava se osmotski tlak u zrnu tako da je otežana hranidba mikroorganizama.

U procesu sušenja zrna kukuruza najčešće se primjenjuju dva tehnološka postupka: jednofazno i dvofazno. Jednofazno sušenje je takav tehnološki postupak se zrno

kukuruza početne vlažnosti (u našim uvjetima između 30% i 35%) u jednom prolazu osuši i ohladi u sušari na konačnu vlažnost od 14%. Kod dvofaznog sušenja zrno se suši od početne vlažnosti do vlažnosti od 18% do 22%. Zatim se bez hlađenja stavlja u silosni odjeljak da odleži između 8 i 12 sati. Za to vrijeme se vlažnost zrna približno izjednači. Takovo se zrno tada dosušuje do konačne vlažnosti i nakon toga se hladi. Ovim se načinom sušenja štedi toplinska energija i povećava kapacitet sušare.

U ovisnosti o njegovoj namjeni, je li merkantilni ili sjemenski kukuruz, zrno kukuruza suši se u dva osnovna režima i to:

- merkantilni kukuruz na temperaturi zraka od 120°C do 250°C;
- sjemenski kukuruz na temperaturi zraka do najviše 42°C.

Proces sušenja kod merkantilnog kukuruza, u ovisnosti o vlažnosti i hibridu zrna i kapacitetu sušare, traje između 3 do 8 sati.

Kod sjemenskog kukuruza situacija je potpuno drugačija. Sjemenski kukuruz, zbog zaštite klice, ubire se isključivo strojevima beračima (za razliku od merkantilnog koji se ubire kombajnima i u sušaru se doprema zrno). To znači da se sjemenski kukuruz na sušenje doprema zajedno s oklasom. Zbog morfološke građe, odnosno perikarpa zrna, sušenje se zrna u udjelu od 95% obavlja preko klice. To znači, da bi se zrno moglo osušiti oklasak mora biti suši. Zbog toga proces sušenja sjemenskog kukuruza prosječno traje između 60 do 100 sati.

2. UTROŠAK ENERGIJE ZA SUŠENJE ZRNA KUKURUZA

U Republici Hrvatskoj energija za sušenje uglavnom se podmiruje iz fosilnih goriva. U 49% slučajeva suši se merkantilni kukuruz dvofazno, a 51% jednofazno. Nadalje, pri tome je korišteno 41,37% plina, 37,31 % loživa ulja, 15,86% mazuta i 5,46% ugljena.

Kod sjemenskog kukuruza jednofazno sušenje koristi 83,3% sušara, a 16,7 % dvofazno. Isti postotni udio kao gorivo koristi plin, odnosno oklasak. (Izvor podataka su ankete.)

Potrošnja energije uglavnom ovisi o postotnom udjelu vlage u zrnu kukuruza koje se suši. Primjerice, ako se suši zrno kukuruza prosječne vlažnosti 25%, troši se oko 315 kWh po toni zrna (1130 MJ). Međutim, pri prosječnoj vlažnosti od 30%, potrošnja se povećava na 510 kWh po toni zrna (1840 MJ), a pri 40% vlage zrna čak na 690 kWh/t (2.500 MJ).

3. PROIZVODNJA MERKANTILNOG KUKURUZA I UKUPNA POTROŠNJA ENERGIJE ZA SUŠENJE ZRNA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Posljednjih godina kukuruz u svjetskim razmjerima zauzima važno mjesto i u strateškom smislu, tako da je danas kukuruz, zajedno s naftom, na prvom mjestu po važnosti.

U Republici Hrvatskoj, nažalost, kao posljedica rata bilježi se smanjenje proizvodnje kukuruza. Tako je u razdoblju od 1990. do 1994. godine ukupna proizvodnja smanjena s prosječno 2.500.000 tona zrna prije rata, na 1.800.000 tona (tablica 1).

Danas se suši oko 50% ukupnog prinosa s površina zasijanih kukuruzom, dok druga polovica ide u silažu. Energija potrebna za sušenje mase može se izračunati iz energije potrebne za isparavanje vode i energije kojom se ugrije i ohladi zrno. Ova energija je jednaka energiji koju je unio zrak iz okoline i energije koja je potrošena za propuhivanje tijekom sušenja. Energija potrebna za isparavanje vode iz zrna veća je od energije potrebne za isparavanje vode sa slobodne površine. U tablici 1 prikazana je proizvodnja merkantilnog kukuruza i ukupna potrošnja energije za sušenje.

Tablica 1 - Proizvodnja osušenog merkantilnog kukuruza i utrošak goriva (t)

Godina	Površine pod kukuruzom (ha)	Ukupna proizvodnja zrna kukuruza	Osušeno kukuruza (t)	Utrošena količina fosilnih goriva
1990.	503.000	1.950.011	975.000	36.370
1991.	488.000	2.387.533	1.193.700	44.530
1992.	370.000	1.357.663	678.000	25.290
1993.	373.000	1.671.819	835.900	31.180
1994.	371.000	1.686.992	843.500	31.460

3.1. Biomasa merkantilnog kukuruza (*Zea mays*) kao goriva

Nakon berbe kukuruza na obrađenom zemljištu ostaje kukuruzovina, stabljika s lišćem, oklasak i komušina, češće nazvana biomasa. Budući da je prosječni odnos zrna i mase (tzv. žetveni omjer) 53% : 47%, proizlazi da biomase ima približno koliko i zrna. Ako se razluče kukuruzovina i oklasak, tada je njihov odnos prosječno 82% : 18%. U tablici 2 prikazane su dobivene vrijednosti.

Tablica 2 - Proizvodnja kukuruza i njegove biomase

Godina	Ukupna proizvodnja zrna kukuruza (t)	Biomasa kukuruza (t)	Kukuruzovina (t)	Oklasak (t)
1990.	1.950.011	1.729.255	1.417.989	311.266
1991.	2.387.533	2.117.246	1.736.142	381.104
1992.	1.357.663	1.203.965	987.251	216.714
1993.	1.671.819	1.482.556	1.215.696	266.860
1994.	1.686.992	1.496.012	1.226.730	269.282

Međutim, postoje oprečna mišljenja o korištenju te biomase. Neosporno je da se ona mora prvenstveno vraćati u zemlju, zbog poboljšanja zemljišta i stvaranja humusa, ali je sporna količina te mase. Iako manja skupina stručnjaka smatra da se treba zaorati cjelokupna masa, preporuča se zaoravanje između 30% i 50% te mase.

Nadalje, oko 20% navedene mase danas se pokupi s polja i koristi kao stočna hrana ili kao stelja. Znači da od navedene biomase kukuruza ostaje minimalno 30% (tablica 3).

Donja ogrjevna vrijednost kukuruzne stabljike može se izraziti na osnovi njene vlažnosti (w) i to:

$$H_d = -186,82 (w) + 19.002,44 \text{ (kJ/kg)}$$

iz čega proizlazi da je donja ogrjevna vrijednost pri 20% vlažnosti kukuruzne stabljike 15.266 kJ/kg, a pri 30% vlažnosti 3.398 kJ/kg. Usporede li se dobivene vrijednosti s prosječnom donjom ogrjevnom vrijednošću nafte ($H_d \approx 42.000$ kJ/kg) proizlazi da je odnos energetske vrijednosti nafte i kukuruzne stabljike pri 10% vlažnosti 2,75, a pri 20% vlažnosti 1 : 3,13.

Za oklasak donja ogrjevna vrijednost iznosi:

$$H_d = -184,68 (w) + 18.888,82 \text{ (kJ/kg)}$$

Proizlazi da je donja ogrjevna vrijednost oklaska pri vlažnosti od 20%, 15.195 kJ/kg, a pri 30% vlažnosti 13.348 kJ/kg. Odnos energetske vrijednosti nafte i oklaska je 1:2,76 za 20%, te 1:3,15 za 30% vlage u oklasku.

Dobivene vrijednosti daju omjer energetske vrijednosti nafte spram biomase kukuruza 1:3. U tablici 3 prikazane su izgubljene vrijednosti tona ekvivalenta nafte (TEN) dobivene iz biomase kukuruza.

3.2. Stvarno dobivene energetske vrijednosti iz biomase merkantilnog kukuruza

Berba kukuruza u Hrvatskoj započinje, kao što je rečeno, pri prosječnoj vlažnosti zrna između 30 do 35%. Tada vlažnost kukuruzovine i oklasak bude oko 35-40%. Za izgaranje takovih visokovlažnih materijala potrebna su posebna ložišta, koja su razvijena posljednjih godina i koriste se.

Visoka vlažnost i mala nasipna masa ($120 - 230 \text{ kg/m}^3$) onemogućuju trajnije skladištenje biomase, zahtijevaju velike skladišne prostore i otežavaju transport. Zbog toga, ostavi li se masa dva do tri dana nakon kombajniranja na polju, vlaga će u stabiljici biti oko 20%. Nakon toga kukuruzovina se strojevima skuplja i preša u bale težine 25 do 250 kg i odvozi do skladišta. Tu se dosušuje ili dorađuje peletiranjem ili briketiranjem (nasipna masa $650 - 750 \text{ kg/m}^3$).

Za sakupljanje biomase i za transport do 30 km udaljenosti troši se 6 - 7% od vrijednosti njene energije. Dodatno još se troši za sušenje mase dodatnih 14% i za peletiranje još 10%. Proizlazi da treba uložiti 31% vrijednosti njene energije. U tablici 3 dane su stvarno dobivene vrijednosti tona ekvivalenta nafte iz biomase kukuruza.

Tablica 3 - Ukupno proizvedena količina biomase kukuruza i stvarno dobiveni TEN

Godina	BIOMASA (30 %)		UKUPNO	TEN	Stvarno dobiveni TEN
	Kukuruzovina (t)	Oklasak (t)			
1990.	425.397	93.380	518.777	172.926	119.319
1991.	520.843	114.331	635.174	211.725	146.090
1992.	296.175	65.014	361.189	120.396	83.073
1993.	364.709	80.058	444.767	148.256	102.297
1994.	368.019	80.785	448.804	149.601	103.225

Usporedi li se utrošena količina fosilnih goriva za sušenje zrna kukuruza u razdoblju od 1990. do 1994. godine (tablica 1) s ostvarenom količinom TEN-a iz bio-mase kukuruza (tablica 3), može se utvrditi da danas Republika Hrvatska proizvodi dva puta više goriva, nego što je potrebno za proces sušenja merkantilnog kukuruza.

4. PROIZVODNJA SJEMENSKOG KUKURUZA I UKUPNA POTROŠNJA ENERGIJE

Osim navedene ukupne proizvodnje merkantilnog kukuruza, nigdje, pa ni u statističkim ljetopisima Republike Hrvatske, ne postoji poseban prikaz proizvodnje sjemenskog kukuruza. Prema vlastitim istraživanjima, Republika Hrvatska je u razdoblju od 1990. - 1994. godine osušila između 6.000 i 10.000 t sjemenskog kukuruza.

Promatrajući ukupnu masu zrna nakon ubiranja, smatra se da je prosječna težina oklaska oko 9%.

Zbog navedenih tehnoloških postupaka sušenja sjemenskog kukuruza (jednofazno i dvofazno) najčešća vlažnost oklaska iznosi oko 10% (u 83,3% slučajeva), odnosno 20% (u 16,7% slučajeva). Tako za oklasak s 10% vlažnosti donja ogrjevna vrijednost iznosi 17.042 kJ/kg, a za oklasak 20% vlažnosti iznosi 15.195 kJ/kg. Usporedimo li tako dobivene vrijednosti s prosječnom donjom ogrjevnom vrijednošću nafte ($H_d = 42.000$ kJ/kg) dobiva se odnos 1:2,46 za 10% vlažnosti i 1:2,76 za 20% vlažnosti oklaska. Pri tome se za proces sušenja utrošilo između 330 i 450 tona goriva.

4.1. Stvarno dobivene energetske vrijednosti oklaska sjemenskog kukuruza

Sjemenski kukuruz u Hrvatskoj ubire se s prosječno nešto nižom vlagom od merkantilnog (oko 28%). Berba se izvodi strojevima beračima, kako bi se omogućilo sušenje sjemena na klipu do runjenja.

Zbog toga, energetski promatrano, za proces sušenja najvažniji je dio biomase sjemenskog kukuruza oklasak. Naime, nakon procesa runjenja i daljnje dorade sjemenskog materijala, oklasak prosječne vlažnosti oko 10% ostaje kao otpad koji se najčešće baca ili pali. Problemi i troškovi vezani uz skupljanje, transport i sušenje oklaska ovime otpadaju. Proizlazi da je Hrvatska u promatranom razdoblju izgubila između 540 i 900 t oklaska prosječne energetske vrijednosti $H_d = 17.042$ kJ/kg, odnosno 219,5 do 366 t nafte.

Usporedi li se to s ukupno utrošenom količinom energije proizlazi da se sjemenski kukuruz može osušiti vlastitim oklaskom kao gorivom, što se na pilot-postrojenju u Vinkovcima - sjemenarstvo - i dokazalo.

ZAKLJUČAK

1. Danas kukuruzovina čini u proizvodnji kukuruza najveći energetski potencijal. Masovnije korištenje, zbog povećane vlažnosti kukuruzovine i male nasipne mase, moralo bi se vezati uz liniju sušenja i briketiranja. Na taj bi se način dobio kvalitetan energent (15.266 kJ/kg) uz povećanu nasipnu masu (oko 700 kg/m³).

Linije proizvodnje briketa (zbog transportnih troškova) trebalo bi graditi bliže zasijanim površinama. Briketi bi se mogli koristiti, osim za sušenje zrna, i u kotlovnica industrije, kao i u toplinskim stanicama za centralno grijanje, no ložišta moraju biti za to predviđena.

2. Oklasak kukuruza ima dovoljno energije (17.042 kJ/kg) za sušenje zrna kukuruza kojeg nosi. To se jednostavno može koristiti kod sušare sjemenskog kukuruza gdje je oklasak već prikupljen i najčešće je otpad. Takove sušare, zbog sadržaja vode u

oklasku i stvaranja vode pri izgaranju, kao i zbog požarne opasnosti, trebaju imati izmjenjivač topline, kao i posebno izvedena ložišta.

Ako bi se u tome uspjelo bila bi riješena zamjena najvećeg dijela fosilnih goriva koja se koriste za sušenje zrna kukuruza, kao i ostalih poljoprivrednih proizvoda, njihovom biomasom.

LITERATURA

1. Bočkinac, D. i sur. (1987): *Pravodobno izdvajanje i upotreba otpada sušenja i skladištenja kukuruza u ishrani stoka - garancija očuvanja visoke kvalitete i dobrih financijskih efekata*. III. savjetovanje tehnologa sušenja i skladištenja, Stubičke Toplice
2. Green, B.M. (1978): *Eating oil - energy use in food production*, Westview Press, Boulder
3. Katić, Z., Krička, Tajana, Pliestić, S. (1990): *Zdravstveni, tehnološki i energetski aspekt problematike konzerviranja zrnatih ratarskih proizvoda*, Međunarodni kongres "Energija i zaštita čovjekove okoline", Opatija
4. Katić, Z. (1994): *Sušenje i sušare u poljoprivredi*, Skripta - III. dio, Agronomski fakultet, Zagreb
5. Krička, Tajana (1985): *Efikasnost korištenja kukuruznog oklaska u sušarama s direktnim zagrijavanjem zraka*, Krmiva, Zagreb
6. Nikola, S. (1993): *Energija nusprodukata biomasa Hrvatske - potencijali, stanje korištenja i perspektive*, IX. Međunarodno savjetovanje tehnologa sušenja i skladištenja, Zbornik radova, Stubičke Toplice
7. Stanhill, G. (1984): *Energy and Agriculture*, Springer - Verlag, New York
8. Ujević, A. (1988): *Tehnologija dorade i čuvanje sjemena*, Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagreb
9. (1990): *Anketna upitnica*, Zavod za poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport, Agronomski fakultet, Zagreb
10. (1991): *Anketna upitnica*, Zavod za poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport, Agronomski fakultet, Zagreb
11. (1992): *Anketna upitnica*, Zavod za poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport, Agronomski fakultet, Zagreb
12. (1993): *Anketna upitnica*, Zavod za poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport, Agronomski fakultet, Zagreb
13. (1994): *Anketna upitnica*, Zavod za poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport, Agronomski fakultet, Zagreb



Dr. sc. STJEPAN PLIESTIĆ
Doc. dr. sc. TAJANA KRIČKA

AGRONOMSKI FAKULTET

Zavod za poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport

ULJANA REPICA U ENERGETSKO - PROIZVODNOM KRUGU

SAŽETAK

Uporaba repičinog ulja (etil estera) kao energenta u pojedinim zemljama zapadne Europe već se godinama intenzivno ispituje, a posljednjih nekoliko godina i primjenjuje.

Proizvodnja etil estera na bazi uljane repice ima potpuno opravdanje samo zbog energetske vrijednosti metil estera kao pogonskog goriva za motore s unutarnjim izgaranjem.

No, osim RME-a (repičin metil ester), kao primarnog produkta u proizvodnji uljane repice, pojavljuju se i nezanemarivi sekundarni proizvodi.

1. Sačma i pogača uljane repice - služi kao proteinska hrana gotovo za sve vrste i kategorije sitne i krupne stoke.

2. Slama - može se koristiti kao dodatni izvor toplinske energije.

3. Biljni ostaci - postupkom zaoravanja povećava se sadržaj humusa, te poboljšava struktura tla.

Energetska vrijednost slame gotovo je jednaka energetske vrijednosti primarnog proizvoda. Ipak, najveće značenje i vrijednost imaju sačma i pogača uljane repice, posebice primjenom novih kultivara. Novi "00" kultivari, osim ulja visoke kakvoće, imaju i znatno poboljšanu kakvoću sačme; smanjen je sadržaj glukozinolata na manje od 25 mmol/g, te sadržaj ERUCA kiselina, što omogućuje njeno iskorištavanje u krmnim smjesama u znatno većoj količini.

OILSEED RAPE IN ENERGETIC CIRCLE

SUMMARY

The usage of methyl - ester (biofuel) on the basis of oilseed rape in some countries of West Europe is investigated as energy source, and a few years ago was in experimental application.

Oilseed rape is one of the major oilseed crops intended for the production of methyl-ester, especially for internal combustion engines. But, except for primary methyl-ester, secondary produces are:

1. Oil cakes or crushed oil seeds - usage value is enormous, especially if it is used as a feed for all livestock categories.
2. Oilseed rape hay - its use as a means of energy source is gaining in importance.
3. Remains of the plant are used for activating the soil fauna and improving the whole soil structure.

New "00" cultivars have high - quality oil and improved meal quality; also, then have reduced amount of glucosinolates - below 25 mmol/g, and ERUCA acid, which enabled their use as feed in serve quantity.

1. UVOD

Oko 1800. godine u Europi su se vodile raspre o svjetskoj katastrofi. Thomas Robert Malthus (1766. -1834.) predviđao je da zbog gladi ljudskoj vrsti prijeti nestanak. Predviđao je nužnost uništenja čovječanstva ukoliko se u idućih 100 godina taj problem ne riješi. Thomas R. Malthus je bio nacionalni ekonom i socijalni filozof koji se kao znanstvenik oslanjao na tada poznate činjenice. On dakle nije pripadao prorocima, koji su, kao primjerice Nostradamus, na temelju nadahnuća izricali mračna predskazanja. Njega je prije svega zabrinjavala ekspanzija stanovništva. Porast broja stanovnika bio je rezultat značajnih koraka u medicini, poboljšanja higijene, te produljenja životne dobi. Taj trend se nastavlja do današnjih dana, a prema nekim predviđanjima 2000. godine broj stanovnika na Zemlji trebao bi premašiti 6 milijardi, a 2025. godine čak 8,2 milijarde.

Porast broja stanovnika veže i povećanu potrebu za hranom, što pak povlači i povećane energetske potrebe, dok se, općenito gledano, plodne površine smanjuju. To trenutno nije slučaj u Hrvatskoj, jer je prilično poljoprivrednih površina neoobrađeno, i to uglavnom zbog, za poljoprivredne proizvođače, nejasne strategije razvitka poljoprivrede.

Velika je energetska kriza prije dvadesetak godina pokazala da je vrijeme jeftine energije prošlost. Republika Hrvatska mora uvidjeti i planirati energetske budućnost s obzirom na svoje siromaštvo klasičnim energentima i već poprilično iskorištenim vodnim potencijalom – s jedne strane – i teoretski velikim mogućnostima poljoprivrede kao proizvođača energenata za, prije svega, vlastite potrebe, a potom i za potrebe tržišta – s druge strane.

Dakle, postavlja se nekoliko ključnih zadataka u daljnjem procesu razvitka poljoprivrede:

1. neobrađene površine angažirati u proizvodnji ekonomski opravdanih i višestruko iskoristivih proizvoda
2. novim agrotehničkim mjerama osigurati dovoljno hrane za predviđenu ekspanziju stanovništva
3. primjenom novih tehničko-tehnoloških sustava izvršiti racionalizaciju utroška energije
4. pronaći alternativne izvore energije, posebice iz područja poljoprivredne proizvodnje, koje bi bile ostvarive s načelom "iz poljoprivrede - u poljoprivredu"

Zavod za poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu već se niz godina bavi tom problematikom.

Imajući u vidu da proizvodnja hrane ima i strateško značenje, nužno je stoga osigurati dovoljne količine goriva za poljoprivrednu proizvodnju. Svakako je jedno od mogućih rješenja već prije navedeno intenzivnije iskorištavanje poljoprivrednih potencijala. Osim toga, ne samo da proizvodnja hrane, već i proizvodnja dovoljnih količina energije za vlastite potrebe ima strateško značenje, osigurava nezavisnost i eliminaciju svih mogućih opterećenja, kako ekonomskih, tako i političkih.

Opće je poznato da su tekuća fosilna goriva temeljna i da prevladavaju u pogonu poljoprivrednih strojeva, posebice traktora, kamiona, kombajna i drugog. U takvoj situaciji, s obzirom na broj navedenih sredstava, ekonomski bi bilo potpuno neprihvatljivo ići na razvitak motora koji bi koristili neko drugo pogonsko gorivo. Potrebno je stoga nastojati prilagoditi gorivo postojećim konstrukcijama motora. To je jedan od temeljnih zahtjeva da bi se mogla načiniti zamjena fosilnih goriva. Drugi, ali ne manje važan zahtjev jest da to novo gorivo bude obnovljivo. Ovdje se pod pojmom obnovljivosti podrazumijeva obnovljivost u stvarnom vremenu, te se i biljna proizvodnja (biljogojstvo) može prihvatiti kao temelj obnovljivosti energetske izvora.

Stoga se je i uporaba biomaterijala za energetske potrebe razvijala u pravcu proizvodnje komponenata smjese za pogon motora SUI, kao što su alkohol (Brazil) ili esteri uljarica (Europa).

Takva se istraživanja mogućnosti zamjene dizelskog goriva (nafta D-2) biljnim uljima u Europi provode već niz godina. Postignuti rezultati ukazuju da je moguće proizvesti gorivo na bazi biljnih ulja koje može vrlo kvalitetno zamijeniti dosadašnje pogonsko gorivo D-2 (naftu). Danas se u Europi proizvode znatne količine biodizel goriva. Tako, naprimjer, Njemačka ga proizvodi oko 450.000 tona godišnje, Francuska između 350 i 400.000 t/god, Italija oko 140.000 t/god. Belgija 120.000 tona godišnje (Steiner, 1995.)

2. ANALIZA STANJA

Republika Hrvatska raspolaže s približno 190.274 dvoosovinskih traktora, ukupno instalirane snage od 5.708.086 kW, s oko 5 951 kombajna i oko 3 100 poljoprivrednih kamiona (tablica 1. prosjek 1991. - 94.)

Tablica 1.: Broj traktora (dvoosovinskih), kombajna i poljoprivrednih kamiona, te ukupno instalirana snaga u RH. Prosjek 1991. - 1994. (izvor: Statistički ljetopis RH)

GODINA	TRAKTORI		KOMBAJNI		POLJ. KAMIONI
	Broj	Ukupno kW	Broj	Ukupno kW	Broj
U K U P N O					
91. - 94.	190.274	5.708.086	5.951	-	3.081
POLJOPRIVREDNA PODUZEĆA I ZADRUGE					
91. - 94.	4.150	307.401	1.026	117.828	517
INDIVIDUALNA PROIZVODNJA					
91. - 94.	186.124	5.700.685	4.925	-	2.564

Prosječno vrijeme uporabe traktora u individualnom sektoru je od 350 do 450 sati godišnje, dok je u poljoprivrednim poduzećima i zadrugama od 650 do 1050 sati godišnje.

S ovim brojem traktora obrađeno je u prosjeku (1991. - 1994. god.) oko 1.632.750 hektara poljoprivrednih površina, na kojima su prevladavale pšenica i kukuruz (tablica 2.).

Proces poljoprivredne proizvodnje vrlo je složen i energetski zahtjevan, te je tijekom tog procesa nužno obaviti mnoštvo radnih operacija u kojima sudjeluju traktori kao pogonski strojevi (tablica 3.).

Ukupna potrošnja energije (putem goriva) za mehanizirane postupke u poljoprivrednoj proizvodnji prikazana je u tablici 4.

Tablica 2.:Proizvodnja osnovnih poljoprivrednih kultura i utrošak goriva
 Prosjek 1991. - 1994. (izvor: Statistički ljetopis RH)

PROSJEK 91. - 94.	POŽNJEVNA POVRŠINA (000 ha)	UTROŠENO GORIVO (t)	UKUPNA PROIZVODNJA (t)	UTROŠAK GORIVA (kg/t)
PŠENICA	225.75	20.091.75	947.723.75	21.75
KUKURUZ	400.50	43.254.00	1.776.001.75	24.85
ULJ. REPICA	11.91	1.024.25	26.001.25	39.20

Tablica 3.:Prosječne vrijednosti utroška goriva i energije u proizvodnji kukuruza,
 pšenice i uljane repice. Prosjek 1991. - 1994. (izvor: PROHES)

VRSTE RADOVA	KUKURUZ		PŠENICA		ULJANA REPICA	
	Utrosak goriva (kg/ha)	Utrosak energije (MJ/ha)	Utrosak goriva (kg/ha)	Utrosak energije (MJ/ha)	Utrosak goriva (kg/ha)	Utrosak energije (MJ/ha)
ORANJE	35	1.470	30	1.260	30	1.260
TANJURANJE (3x)	21	882	14	588	14	588
GNOJIDBA (2X)	8	336	9	378	6	252
SJETVA	4	168	5	210	5	210
ZASTITA I NJEGA	10	420	6	252	6	252
BERBA I ŽETVA	20	840	15	630	15	630
PRIJEVOZ	10	420	10	420	10	420
UKUPNO	108	4.536	89	3.738	86	3.612

Tablica 4.:Ukupna potrošnja energije (putem goriva) za mehaizirane postupke u
 poljoprivrednoj proizvodnji . Prosjek 1991. - 1994. (izvor: Statistički ljetopis RH)

	Utrosak goriva (tona)	Utrosak energije (000 MJ)
RATARSTVO	88.119.75	3.701.029.5
POVRTLARSTVO	13.264.75	557.119.5
VOCARSTVO	1.421.00	59.682.0
VINOGRADARSTVO	1.445.0	60.735.0
UKUPNO	104.250.5	4.378.566.0
STOCARSTVO (MWh)	44.682.0 (295.5 t)	12.412.0
SVEUKUPNO	104.546.0	4.390.978.0

Uočljivo je iz ove analize da se godišnje samo za mehanizirane postupke u poljoprivrednoj proizvodnji troši u prosjeku oko 105.000 tona nafte (D-2), što po današnjim maloprodajnim cijenama (3,74 kn/l) iznosi 465.478.619 kn (132.993.891 DEM) odnosno za loživo ulje (2,33 kn/l) iznosi 289.990.690 kn (82.854.483 DEM).

Poljoprivredna je proizvodnja, što je vidljivo i iz ove analize, značajan potrošač fosilnih goriva, odnosno nafte i naftnih derivata.

Na proizvodnju biodiezel goriva u nekim europskim zemljama odlučili su se prije svega zbog velikih naknada koje su države osiguravale poljoprivrednim proizvođačima za proizvodnju žitarica, posebice zbog toga što je i svjetska tržišna cijena žitarica bila u stalnom opadanju. Zbog takve situacije postavljen je primarni cilj da se površine zasiju drugim poljoprivrednim kulturama, te tako smanji proizvodnja žitarica.

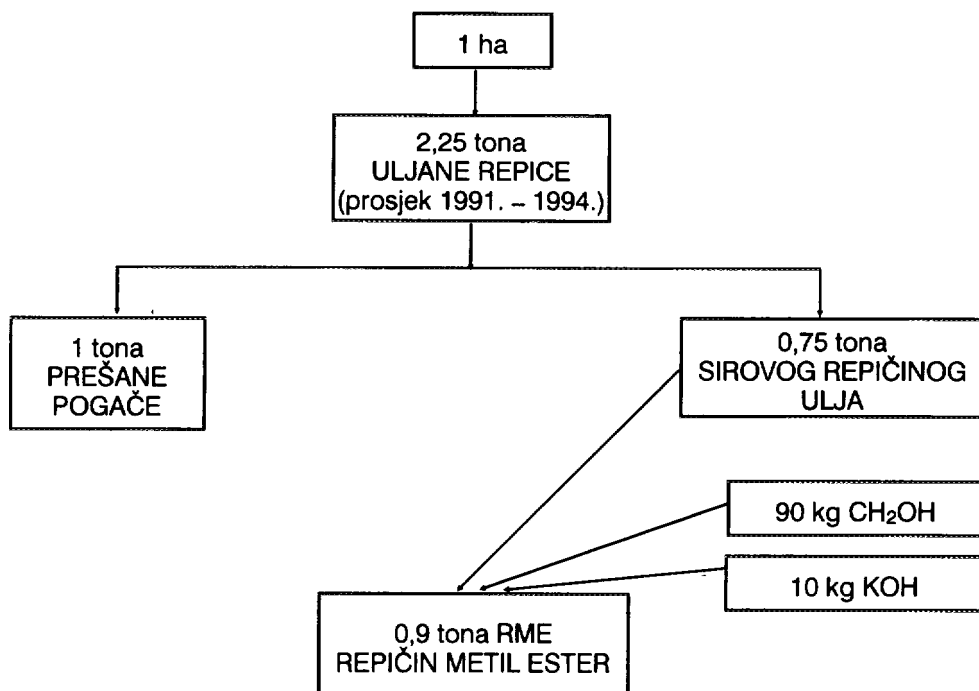
No, u Hrvatskoj to ne bi trebao biti presudan razlog, već bi proizvodnja biodiezel goriva imala višestruko značenje, prije svega političko-ekonomsko.

Tom bi se primjenom postiglo sljedeće:

- angažiranje svih obradivih poljoprivrednih površina
- povratak pučanstva na dosada okupirana područja
- proizvodnja nesubvencioniranih kultura
- djelomično rasterećenje energetskog sustava zemlje
- samoopskrba poljoprivrede pogonskim gorivom i gorivom za sušenje poljoprivrednih proizvoda
- smanjenje uvoza nafte, soje, troškova izvoznih naknada i dr.,

a s obzirom na ratnu situaciju koju smo imali ovih godina, ta bi proizvodnja mogla biti popraćena i nekim državnim poticajnim mjerama.

3. PROIZVODNJA RME U HRVATSKOJ



Slika 1.: Dijagram materijalne bilance proizvodnje RME

U Hrvatskoj je pod uljanom repicom bilo 11.911,5 ha (tablica 2., prosjek 1991. - 94.), što bi prema materijalnoj bilanci (slika 1.) bilo dostatno za proizvodnju 10.720,35 tona RME, odnosno 12.210.000 litara. Ukupne potrebe u primarnoj poljoprivrednoj proizvodnji RH iznose oko 105.000 tona goriva (bez dorade), za što bi trebalo zasijati površinu od oko 120.000 hektara. Za proizvodnju uljane repice na tim površinama trebalo bi oko 9.960 tona goriva, što daje razliku od 8.936 tona u odnosu na današnje stanje. Ukupne ratarske obradive površine RH iznose 1.632.750 hektara. Dakle, da bismo podmirili poljoprivredne potrebe za energijom trebali bismo zasijati 1/14 ratarskih površina i pri tom primijeniti i nove kultivare uljane repice. Novi "00" kultivari, osim povećanog prinosa, zatim ulja visoke kakvoće, imaju i znatno poboljšanu kakvoću sačme; smanjen je sadržaj glukozinolata na manje od 25 mmol/g, te sadržaj ERUCA kiseline, što omogućuje njeno iskorištavanje u krmnim smjesama u znatno većoj količini.

4. PROIZVODNJA BIODIZEL ULJA

Primjena biljnog ulja kao pogonskog goriva moguća je u tri oblika:

- izravno - za tu svrhu potreban je posebno konstruiran motor
- smjesa nafte i bioulja
- pretvorbeni proces esterifikacije.

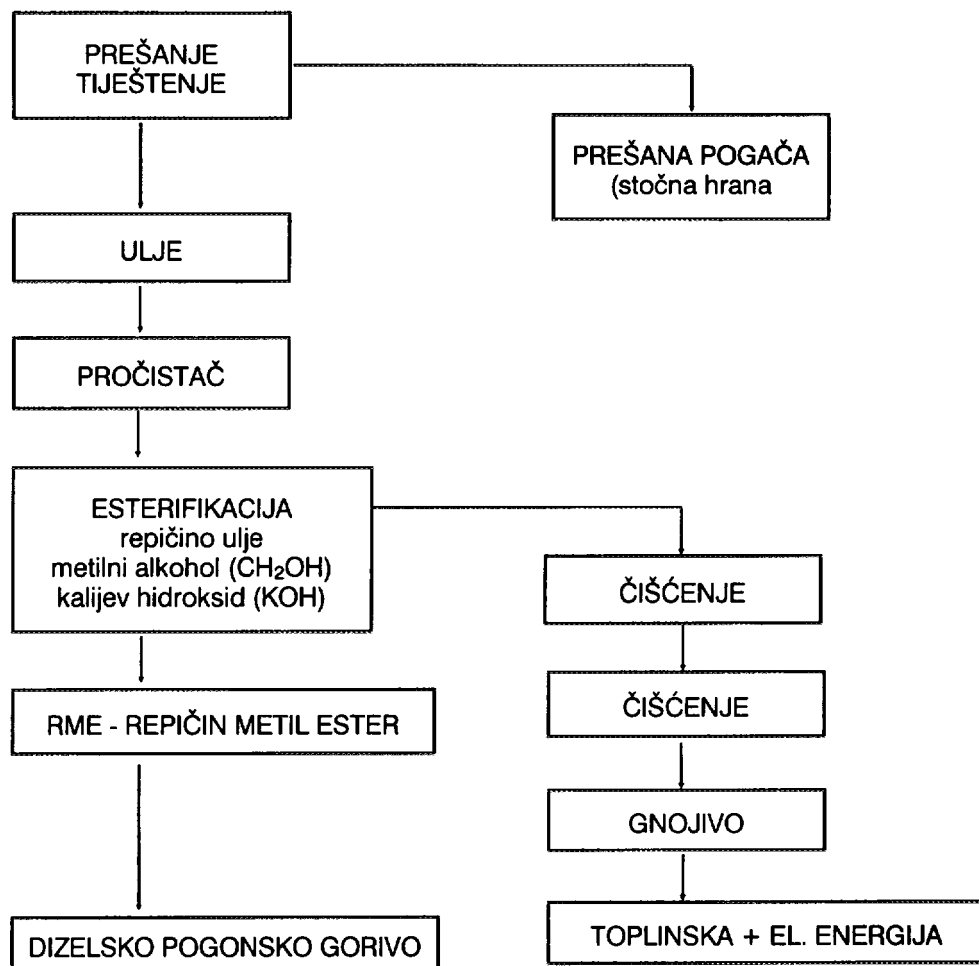
U ovom radu bit će prikazan proces esterifikacije, odnosno proces proizvodnje repičinog metil estera (RME).

Proces esterifikacije je proces pretvaranja masti, odnosno ulja, u vezi s alkoholom (metanol, etanol), a nastali proizvod tog kemijskog postupka je RME. U tom procesu esterifikacije dodaje se hladno prešanom ulju repice alkohol metanol, te se uz pomoć kalijevog hidroksida (KOH), koji je katalizator, velike molekule triglicerida razdvajaju. Metil esteri, glavni proizvodi ove kemijske reakcije, imaju znatno manji viskozitet, jer imaju manju molekularnu masu, te se time približavaju klasičnom dizelskom gorivu na bazi ugljikovodika. Nakon reakcije alkalna se faza glicerina, koja se ne miješa s masnim kiselinama, taloži i kasnije odstranjuje. Sirova faza estera se potom ispire otopinom vode i limunske kiseline, da bi se odstranili KOH, CH_2OH i glicerol iz lake frakcije.

Tablicom 5. prikazani su parametri proizvedenog RME-a i klasičnog dizelskog goriva.

Tablica 5.: Karakteristike RME i klasičnog dizelskog goriva (Parrer, 1994.)

ELEMENTI	JEDINICE	RME	DIESEL
Uglik	%	77.5	87.0
Vodik	%	12.1	13.0
Kisik	%	10.4	0
Sumpor	%	0.002	0.15
Ogrijevna vrijednost	MJ/kg	37.2	42.2
Gustoća (15 °C)	t/m3	0.878	0.840
Cetanski broj		48	50
Točka paljenja	C	111	81
viskozitet (20 °C)	cSt	7.97	5.77
Proizvodi izgaranja			
Voda	kg/kg	1.08	1.16
Uglik-dioksidi	kg/kg	2.84	3.19
Sumpor dioksid	g/kg	0.04	3.0



Slika 2. : Dijagram tijeka procesa esterifikacije

5. EMISIJE PRI UPORABI RME

Prema svjetskim istraživanjima (Steiner 1992; Parrer 1994; Worgetter 1991 i dr.) utvrđeno je da se pri izgaranju repičinog estera oslobađa toliko ugljičnog dioksida koliko je biljci potrebno za njen razvitak.

Pri usporedbi motora pokretanog klasičnim dizelskim gorivom i motora pokretanog gorivom RME, traktora srednje snage utvrđeno je da:

- C-monoksidi i N-oksidi emisijski su u postupnom porastu
- emisija S-dioksida, jednog od najopasnijih onečišćivača okoliša, pri izgaranju RME je gotovo zanemariva.

6. NUSPRODUKTI U PROIZVODNJI RME

Proizvodi koji nastaju u procesu proizvodnje RME nikako se ne smiju smatrati nusproduktima, već sekundarnim proizvodima, iz razloga što bi cijela proizvodnja RME-a postala neekonomičnom. Iz slike 2. je vidljivo da su ti sekundarni proizvodi pogača i glicerol.

Pogača se dobiva postupkom tiještenja uljarica u visokotlačnim prešama. U normalnim uvjetima sadrži još oko 12% ulja i vlažnosti je oko 8%. Navedenu pogaču moguće je rabiti kao stočnu hranu (uvjet "00" kultivari); organsko gnojivo (veliki sadržaj proteina), te kao gorivo (još uvijek ima visok sadržaj ulja).

Glicerol, te njegovi derivati, nalaze svoju primjenu u kemijskoj industriji. No, glicerol, dobiven u postupku proizvodnje RME onečišćen je i njegovo privođenje namjeni prouzročilo bi dodatne visoke troškove. Glicerol dobiven u procesu proizvodnje RME-a ipak se može vrlo uspješno iskoristiti kao:

- tekuće gorivo
- kruto gorivo - miješanjem s piljevinom i drugim otpadima drvne industrije - briketiranjem
- tekuće gnojivo - miješanje s tekućim stajnjakom
- etanol - proizvodnja alkohola koji može biti zamjena za metanol.

Cijena pilot – postrojenja dnevnog kapaciteta 12 tona uljane repice na svjetskom tržištu je oko 227.500.000 kn (65.000.000 DEM).

7. ZAKLJUČCI

1. RH ima sve preduvjete za uspješnu proizvodnju biodizel goriva .
2. Biodizel gorivo, odnosno RME, uz primjenu određenih normi može uspješno zamijeniti klasično dizel gorivo, bez ikakvih posljedica za motor i okoliš.
3. Sekundarni produkti proizvodnje RME postižu dodatne financijske efekte, koji bi mogli stimulirati i stočarstvo (pogača - ishrana stoke).
4. Ekonomska bilanca ne može se temeljiti isključivo na usporedbi sa klasičnim dizelskim gorivom, već je nužno uzeti u obzir i ekološku stranu, kao i obnovljivost .

8. LITERATURA

1. WORGETTER, M. (1991.): *Pilotprojekt Biodiesel*; Forschungsberichte der Bundesanstalt fuer Landtechnik, Wieselburg, Heft Nr. 25.
2. HANSER, A. (1994.): *Biodiesel-produktion in Oesterreich*; Zbornik radova, X. međunarodno savjetovanje tehnologa sušenja i skladištenja, Stubičke Toplice 1994.
3. PARRER, F. (1994.): *Eko - diesel projekt*; Zbornik radova, X. međunarodno savjetovanje tehnologa sušenja i skladištenja, Stubičke Toplice 1994.
4. HAMMERSCHMIDT, G; STEINER, W. (1992.): *Biodiesel-produktion* ; Zbornik radova, X. međunarodno savjetovanje tehnologa sušenja i skladištenja, Stubičke Toplice 1992.
5. MUNACK, A., KRAHL, J., VELLGUHT, G. (1993.): *RME - Einsatz in Traktoren*. Landtechnik, Nr.8/9. 1993.
6. STEINER, W. (1995.): *Usmena priopćenja autora*.
7. *Statistički ljetopis RH*, 1995., Zagreb (1996)

NEXT PAGE(S)
left BLANK



HR9700077

Prof. dr. sc. Branko Staniša, dipl. ing.
Tehnički fakultet, Rijeka
Bolto Krivak, dipl. Ing.
Hrvatska elektroprivreda

ANALIZA MOGUĆNOSTI POVEĆANJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI SPOJNOG PROCESA EL-TO ZAGREB

Ključne riječi: energija, eksergija, anergija, spojni proces, KOMBI spojni proces, parni spojni proces, plinski spojni proces

SAŽETAK

U planiranju izgradnje novih proizvodnih kapaciteta za proizvodnju energije, pored ekonomičnosti, treba voditi računa o racionalnom korištenju primarnog energenta, te o utjecaju na okolinu. Posebno mjesto u tome može imati proizvodnja električne i toplinske energije u spojnom procesu. U pogonu EL-TO Zagreb analizirani su proizvodni kapaciteti spojnog procesa. Razmatrana je rekonstrukcija i revitalizacija postojećih jedinica, te izgradnja novih glede porasta potrošnje energije. Centralni toplinski sustav promatran je sa stajališta mogućnosti uštede goriva u spojnom procesu proizvodnje toplinske i električne energije. Za iznos uštede energije potrebna je manja eksploatacija prirodnih resursa, što na konačnu energetske opskrbu ima isti efekt kao da su povećani prirodni energetske izvori.

SUMMARY

In the erection planing of new generation capacity, beside the profitability, there is need to taken in account the rational consumption of primary energy, and the environmental protection. The main rules could have cogenerations of the heat and power. In power plant EL-TO Zagreb there are analysed generating capacity of the cogeneration process. There is considered reconstruction and revitalisation's of existing generating units, and erections of new one, all in the purpose to meet the growing heat demand. The district heating system is considered from the point as opportunity in energy saving capacity in the cogeneration of heat and power. For the amount of the energy saved there is need for less primary energy to be consumed, and this in finally means that for the some energy demands it has the some effect as the natural energy resources are expanded.

UVOD

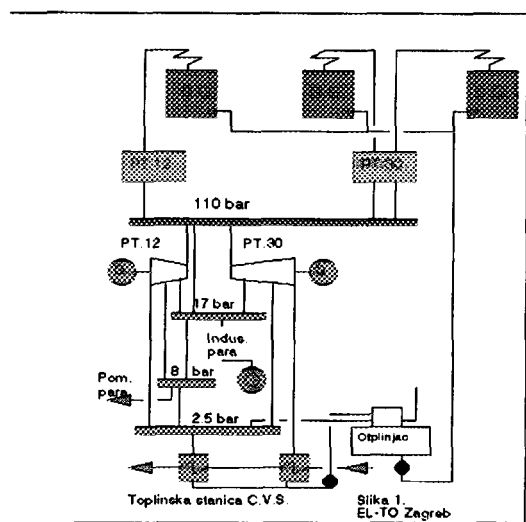
Grad Zagreb ima približno milijun stanovnika, te razvijenu procesnu industriju koja zahtijeva velike količine industrijske pare. Zagreb, se nalazi u klimatskom području srednje Europe, s prosječnom temperaturom 3 °C zimi, 20 °C ljeti i 12 °C preko cijele godine. Iz tih razloga, Zagreb se smatra pogodnim gradom za razvitak centralnog toplinskog sustava. U Zagrebu postoje dvije elektrane-toplane, u vlasništvu Hrvatske elektroprivrede (HEP). U obje elektrane proizvodi se električna i toplinska energija u spojnom procesu. Približno jedna trećina stambenih površina grada i oko jedna polovica potreba u industrijskoj pari opskrbljuje se toplinskom energijom putem centralnog toplinskog sustava.

Razvitak centralnog toplinskog sustava u Zagrebu započeo je početkom 50-tih godina, isporukom pare iz EL-TO obližnjoj industriji. Time je nekadašnja gradska elektrana postala gradska elektrana-toplana.

Prvo moderno postrojenje spojnog procesa električne snage po 2 x 32 MW_{el} i po 110 MW_t toplinske snage, pušteno je u pogon 1962. godine u TE-TO Zagreb u istočnom dijelu grada (1). To se smatra početak razvitka modernog centralnog toplinskog sustava u Zagrebu. U početku je gorivo za termoelektiranu-toplanu bio ugljen lignit iz Zagorskih ugljenokopa. Potkraj 60-tih godina postrojenje je rekonstruirano i ugljen je zamijenjen teškim loživim uljem. Potkraj sedamdesetih godina u Zagreb je dovedena mreža prirodnog plina, te se od tada u gradskim toplanama koriste paralelno i u približno jednakom omjeru prirodni plin i teško loživo ulje. Godine 1981. u TE-TO Zagreb puštena je još jedna jedinica spojnog procesa električne snage 110 MW_{el} i 210 MW_t toplinske snage u vrelovodnom grijanju.

Elektrana-toplana (EL-TO) Zagreb smještena je u zapadnom dijelu grada i opskrbljuje taj dio grada vrelom vodom za centralni vrelovodni sustav (CVS) i industrijskom parom centralni parni sustav (CPS). EL-TO Zagreb je prvi puta puštena u pogon 1907. godine kao gradska elektrana. U 50-tim godinama počeo je razvitak centralnog toplinskog sustava (CPS). Godine 1969. u EL-TO Zagreb puštena je u pogon proizvodna jedinica spojnog procesa električne snage 12 MW_{el} i toplinske 65 MW_t. U 1980 godini puštena je u pogon druga jedinica spojnog procesa električne snage 30 MW_{el} i toplinske snage 125 MW_t. Obje proizvodne jedinice koriste se za proizvodnju topline za pokrivanja baznog toplinskog opterećenja. Za vršno opterećenje koriste se niskotlačni generatori pare i vrele vode.

OSNOVNI PODACI ZA ELEKTRANU-TOPLANU ZAGREB



Slika 1. Osnovna toplinska shema EL-TO Zagreb, postojeće stanje

U prvim počecima razvitka CTS-a određeni su parametri industrijske pare za centralni parni sustav (CPS) i vrele vode za centralni vrelovodni sustav (CVS), te se oni i danas koriste. Tlak na ulazu svježe pare u parne turbine je 11 MPa, a temperatura 515 °C. Sustav industrijske pare na polaznom parovodu ima tlak od 1,7 MPa, a temperaturu od 230 °C.

Centralni vrelovodni sustav projektiran je za temperaturu zraka okoliša $t_o = -15$ °C, kod te temperature zraka okoliša temperatura vode u sustavu je 150 °C u polaznom, a 70 °C u povratnom vodu. Osnovna shema postojećeg pogona EL-TO spojnog procesa prikazana je na slici 1. U proizvodnoj jedinici PT.12 proizvodi se 35 MW_t industrijske pare, 30 MW_t topline za vrelovodno grijanje i 12 MW električne energije. Proizvodna jedinica PT.30 daje 85 MW_t industrijske pare, 40 MW_t topline za vrelovodno grijanje i 30 MW električne energije. Postojeći kapaciteti proizvodnih jedinica u EL-TO dani su u tablici 1.

Tablica 1. Instalirani proizvodni kapaciteti u EL-TO Zagreb u MW i MW_t

Proizvodna jedinica	Industrijska para	Vrelovodno grijanje	Električna energija
PT.12	35	30	12
PT.30	85	40	30

RAZMATRANE VARIJANTE ZA POVEĆANJE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

Povećanjem energetske učinkovitosti postojećih blokova zadovoljava se porast potrošnje energije novih proizvodnih kapaciteta EL-TO Zagreb. Za povećanje energetske učinkovitosti potrebno je pronaći optimalno rješenje za rekonstrukciju i revitalizaciju jedinica spojnog procesa i pronaći najpovoljnije rješenje za budući razvitak pogona. Kod toga su postavljeni polazni zahtjevi:

- Potrebno je koristiti postojeću opremu u najvećoj mogućoj mjeri.
- Potrebno je proizvesti što je moguće više električne energije u protutlačnom radu.
- Proizvodnja električne energije u kondezacijskom radu treba biti što je moguće manja, zbog ograničenja lokacije.

Da bi se zadovoljili ovi zahtjevi razmatrana su tri osnovna varijantna rješenja,

V1; Rekonstrukcije postojećih jedinica,

V2; Dogradnja plinskih turbina na proizvodnu jedinicu PT.30;

V2.a; Dogradnja dviju manjih plinskih turbina ispred postojećih generatora pare K8 i K9,

V2.b; Izgradnja jedne plinske turbine i generatora pare na ispušne plinove, paralelno s postojećim generatorima pare.

V3; Izgradnje nove KOMBI proizvodne jedinice spojnog procesa;

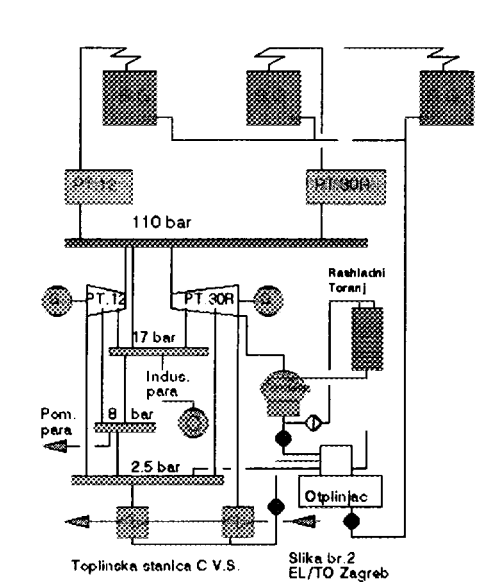
V3.a; KOPT.95,

V3.b; KOPT.165.

U varijanti V1 obaviti će se rekonstrukcija postojećih proizvodnih jedinica spojnog procesa na sljedeći način:

Na jedinici broj 1 (PT.12) obaviti će se generalni remont, čime će se produžiti njezin životni vijek za neko vrijeme, njezina osnovna shema i kapacitet proizvodnje topline i električne energije pri tome se neće mijenjati.

Na jedinici broj 2 (PT.30) također će se obaviti generalni remont, pri čemu će se rekonstruirati niskotlačni dio parne turbine i ugraditi uštrcni kondezator kapaciteta 48 MJ/s. Time će se povećati protok pare u niskotlačni dio parne turbine i električna snaga jedinice, te omogućiti njezin pogon tijekom čitave godine. Ovako dograđena proizvodna jedinica PT.30 označavat će se oznakom PT.30R.

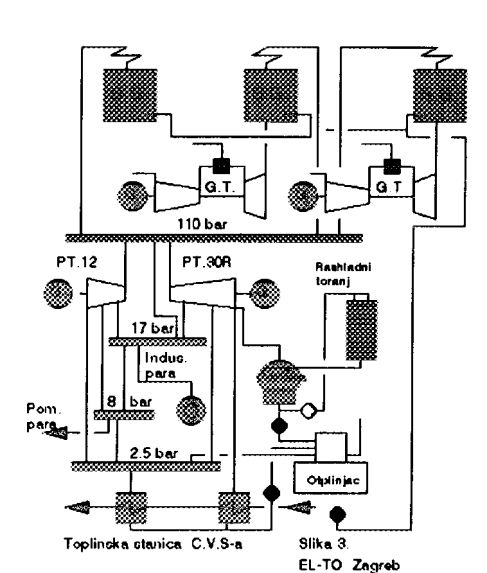


Slika 2. Osnovna toplinska shema EL-TO Zagreb, varijanta V1

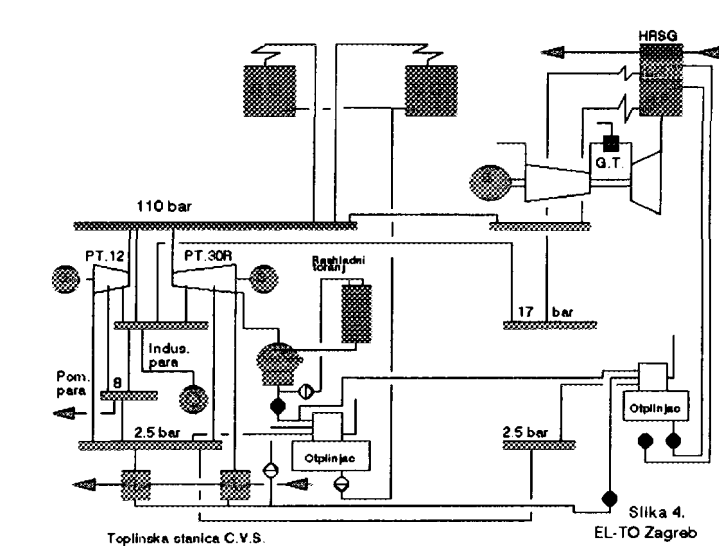
U varijantnom rješenju V2, pored rekonstrukcije niskotlačnog dijela parne turbine proizvodne jedinice broj 2 i izgradnje užtrcnog kondezatora, dogradit će se jedna ili dvije plinske turbine, čime će se povećati električna snaga jedinice spojnog procesa PT.30R (3).

Varijantom V2a predviđaju se dvije manje plinske turbine ispred postojećih generatora pare K8 i K9. Tom izgradnjom povećava se električna snaga jedinice za oko 80%, dok toplinska snaga jedinice ostaje gotovo nepromijenjena.

U varijantnom rješenju V2b predviđa se, umjesto izgradnje dviju manjih plinskih turbina ispred postojećih generatora pare, izgradnja jedne plinske turbine i jednog generatora pare na ispušne plinove (HRSG) paralelno s postojećim generatorima pare. U ovom rješenju povećava se električna snaga za više od 200% i kapacitet proizvodnje topline više od oko 20%. Osnovni shematski prikaz rekonstrukcije i dogradnje plinskim turbinama u varijanti V2 prikazani su na slikama 3 i 4.



Slika 3. Osnovna toplinska shema EL-TO Zagreb, varijanta V2a

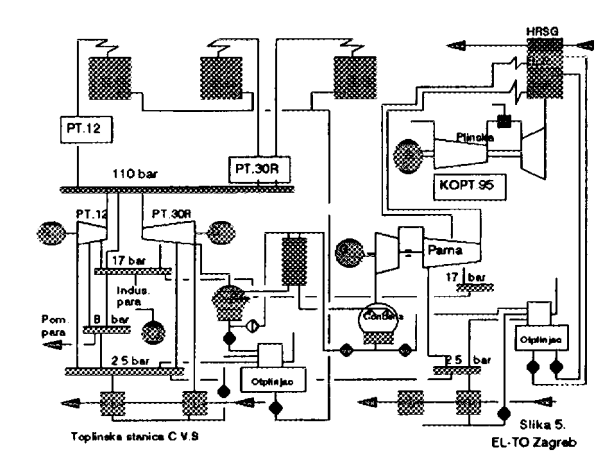


Slika 4. Osnovna toplinska shema EL-TO Zagreb, varijanta V2b

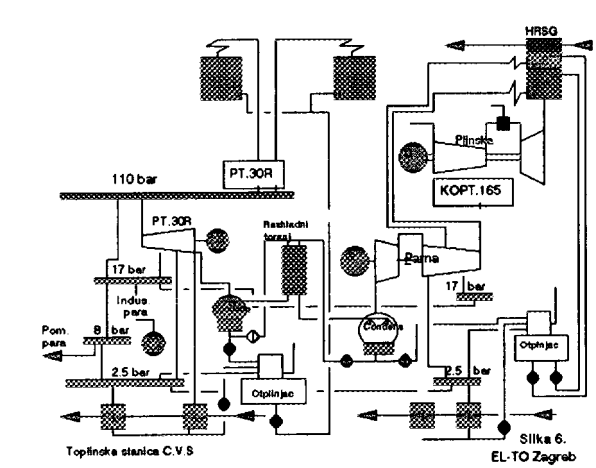
U varijantnom rješenju V3 razmatrana su dva osnovna rješenja, izgradnja jedne KOMBI proizvodne jedinice spojnog procesa električne snage 95 MW_{el} i 165 MW_{el} .

Varijanta V3a, električne snage 95 MW (KOPT.95): proizvodna jedinica KOMBI spojnog procesa sastoji se od jedne plinske turbine električne snage od oko 70 MW_{el}, jednog generatora pare na ispušne plinove (HRSG) i jedne kondenzacijsko oduzimne parne turbine odgovarajuće snage. Proizvodna će jedinica spojnog procesa broj 1 ostati u pogonu.

U varijanti V3b, električne snage 165 MW_{el} (KOPT.165): proizvodna jedinice KOMBI spojnog procesa sastoji se od jedne ili dvije plinske turbine električne snage 120 MW_{el}, te odgovarajućih HRSG i jedne kondenzacijsko/oduzimne parne turbine. U ovom rješenju proizvodna jedinica broj 1 neće ostati u pogonu. Osnovni shematski prikaz KOMBI proizvodnih jedinica varijanti V3 s jednom plinskom turbinom prikazan je na slikama 5 i 6. Osnovni tehnički podaci za sva razmatrana varijantna rješenja dani su u tablici 2.



Slika 5. Osnovna toplinska shema EL-TO KOPT. 95 varijanta V3a



Slika 6. Osnovna toplinska shema EL-TO KOPT.165 varijanta V3b

Tablica 2. Kapacitet proizvodnje toplinske i električne energije jedinica spojnog procesa u EL-TO

Varijanta	Jedinice spojnog procesa	Električna snaga		Toplinska snaga	
		Protutlak	Kondenzacija	Industrijska para	Ogrjevana toplina
		MW	MW	MW _i	MW _t
Postojeće stanje	PT.12+PT.30	42	-	120	70
V1	PT.12+PT.30R	46	36	90	100
V2.a.	PT.12+(PT.30R+2.GT.13)	72	62	95	100
V2.b.	PT.12+(PT.30R+GT.70)	112	102	100	115
V3.a	PT.12+PT.30R+KOPT.95	136	134	110	175
V3.b.	PT.30R+KOPT.165	179	200	115	180

PROIZVODNJA TOPLINSKE ENERGIJE

Toplinska energija za pokrivanje baznog dijela dijagrama toplinskog opterećenja proizvodi se u jedinicama spojnog procesa, dok se vršna energija proizvodi u vršnim generatorima pare i vrele vode. Proizvodnja toplinske energije izračunava se pomoću dijagrama trajanja toplinskog opterećenja za vrelovodni i parni sustav. Princip redoslijeda angažiranja jedinica je takav da je jedinica koja za istu količinu proizvedene toplinske energije proizvede veću količinu električne energije prva bazna jedinica, a ona s manjom proizvodnjom električne energije zauzima gornji dio dijagrama trajanja opterećenja. U tablici 3. prikazana je prosječna godišnja proizvodnja toplinske energije za jedinice spojnog procesa i vršne jedinice za razmatrana varijantna rješenja.

Tablica 3. Proizvodnja toplinske energije na pragu EL-TO u TJ/g

Razmatrana varijanta	Jedinice spojnog procesa	PT.12	PT.30	KOPT	Vršne jedinice	UKUPNO
Postojeće stanje	PT.12+PT.30	900	2770	-	1000	4670
V1.	PT.12+PT.30R	960	2710	-	1000	4670
V2.a.	PT.12+(PT.30R+2.GT.13)	960	2720	-	990	4670
V2.b.	PT.12+(PT.30R+GT.70)	860	3100	-	710	4670
V3.a.	PT.12+PT.30R+KOPT.95	620	1610	2180	260	4670
V3.b.	PT.30R+KOPT.165	-	830	3640	200	4670

Koeficijent spojnog procesa α

Koeficijent spojnog procesa jest odnos instalirane snage u kapacitetu proizvodnje topline jedinica spojnog procesa prema toplinskoj snazi konzuma na pragu toplane. Koeficijent u proizvodnji industrijske pare označava se sa α_i , a u ogrjevnoj toplini sa α_o . Koeficijent računa se prema izrazu:

$$\alpha = Q_{t.sp.} / Q_t (MW_t / MW_i) \quad (1)$$

gdje je $Q_{t.sp.}$ instalirana snaga spojnog procesa, Q_t toplinska snaga konzuma na pragu toplane. Prosječne vrijednosti koeficijenta α_i i α_o dane su u tablici 4.

Tablica 4. Vrijednosti koeficijenta α

Varijanta	Jedinica spojnog procesa	α_i	α_o
Postojeće stanje	PT.12+PT.30	0,75	0,23
V1.	PT.12+PT.30R	0,56	0,32
V2.a.	PT.12. + (PT.30R+2.GT.13)	0,59	0,32
V2.b.	PT.12+ (PT.30R+GT.70)	0,62	0,37
V3.a.	PT.12+PT.30R+KOPT.95	0,69	0,56
V3.b.	PT.30R+KOPT.165	0,72	0,58

PROIZVODNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Centralni toplinski sustav opremljen proizvodnim jedinicama spojnog procesa ima stanoviti kapacitet proizvodnje električne energije sa stupnjem korisnog djelovanja koji je približno jednak onom u proizvodnji topline. To znači da se u spojnog procesu može iz jedinice energije dovedene primarnim energentom proizvesti više toplinske i električne energije nego u dva ekvivalentna toplinska procesa, posebno za proizvodnju toplinske, a posebno električne energije.

Koeficijent protutlačne proizvodnje električne energije

Količina proizvedene električne energije u spojnog procesu po jedinici proizvedene topline označava se koeficijentom n u $\text{kW}_{\text{el.p.}}/\text{kW}_{\text{t.sp}}$. Koeficijent n čini količinu proizvedene električne energije po jedinici proizvedene toplinske energije u spojnog procesu. Ovaj koeficijent ovisi o temperaturnim razinama i dijelovima toplinskih procesa. Općenito, n se u proizvodnji industrijske pare označava s n_i , a u proizvodnji ogrjevne topline s n_o .

Ovisno o vrsti postrojenja spojnog procesa, može se faktor proizvodnje električne energije podijeliti i posebno određivati u plinskom, parnom ili KOMBI spojnog procesu.

Kod parnog spojnog procesa faktor n je odnos proizvedene električne energije i topline u pari na oduzimanjima na parnoj turbini. On se mijenja ovisno o tome na kojem se tlaku oduzimanje pare odvija. Tehnički govoreći, ima toliko raznih n -ova na koliko se tlakova vrši oduzimanje pare. On je također ovisan i o režimima rada, tj. o ekspanzijskoj krivulji pare u parnoj turbini. Vrijednost koeficijenta n za parni spojni proces prikazana je izrazom:

$$n = P_{\text{el.}} / Q_{\text{t.}}, (\text{kW}_{\text{el}} / \text{kW}_{\text{t}}) \quad (2)$$

gdje su $P_{\text{el.p.}}$ i $Q_{\text{t.sp.}}$ odgovarajuća električna i toplinska snaga jedinica u spojnog procesu, na pragu jedinice.

U KOMBI spojnog procesu faktor n je odnos proizvedene električne energije u plinskoj i parnoj turbini i topline dobivene na oduzimanjima pare na parnoj turbini i

iskoristive topline iz ispušnih plinova. KOMBI toplinski proces čini više odvojenih toplinskih procesa, pa se suglasno s time pojavljuje više veličina faktora n . U tablici 5. dane su prosječne vrijednosti za faktore n_i i n_o , posebno za plinski dio spojnog procesa, a posebno za parni i KOMBI dio spojnog procesa.

Tablica 5. Prosječne vrijednosti za koeficijente n za jedinice spojnog procesa EL-TO Zagreb

Proizvodna jedinica	Za parni i KOMBI proces		Za plinski proces
	" n_i "	" n_o "	" n_i " = " n_o "
PT.12	0,095	0,200	-
PT.30	0,155	0,370	-
PT.30R	0,155	0,370	-
(PT.30R+2.GT.13)	0,305	0,550	-
(PT.30R+GT.70)	0,535	0,825	0,630
KOPT.95	0,800	1,00	0,630
KOPT.165	0,800	1,00	0,645

Kapacitet proizvodnje električne energije u protutlačnom režimu rada spojnog procesa

Kapacitet protutlačne proizvodnje spojnog procesa je umnožak zbroja koeficijenata n pa se proizvodnja toplinske energije u spojnog procesu izračunava prema sljedećem izrazu.

$$W_{el.p.} = \sum W_{t.i} \times n_i + \sum W_{t.o} \times n_o, \text{ (GWh/g)} \quad (3)$$

gdje su $W_{t.i}$ i $W_{t.o}$. odgovarajuće proizvodnje industrijsku pare i ogrjevne topline u spojnog procesu, a n_i i n_o odnosni koeficijenti protutlačne proizvodnje električne energije.

U tablici 6. dane su moguće proizvodnje električne energije u protutlačnom radu promatranih varijantnih rješenja.

Tablica 6. Proizvodnja električne energije u protutlačnom radu na pragu EL-TO u GWh/g

Promatrana varijanta	Jedinice spojnog procesa	PT.12	PT.30	KOPT	UKUPNO
Postojeće stanje	PT.12+PR.30	40	160	-	200
V1.	PT.12+PT.30R	38	180	-	218
V2.a.	PT.12+(PT.30R+2.GT.13)	38	330	-	368
V2.b.	PT.12+(PT.30R+T.70)	34	616	-	650
V3.a.	PT.12+PT.30R+KOPT.95	20	93	577	690
V3.b.	PT.30R+KOPT.165	-	50	835	885

STUPANJ KORISNOG DJELOVANJA TOPLINSKIH PROCESA

Dobro je poznato da se energetske potrebe mogu zadovoljiti manjim utroškom primarnih energenata na više različitih načina, kao što su:

- boljim korištenjem energije na mjestu potrošnje,
- eliminacijom proizvodnih i transportnih gubitaka energije,
- ± izborom toplinskog procesa s većim stupnjem korisnog djelovanja.

U ovom radu analizirano je nekoliko točaka koje će pokazati stupanj efikasnosti ukupnog gospodarenja energijom. Općenito govoreći, potrošači se opskrbljuju toplinom za ogrjev, industrijskom parom, te električnom energijom za električne potrebe, a sve vrste energije proizvode se iz fosilnih goriva u termoenergetskim postrojenjima. Postavlja se pitanje kako najbolje iskoristiti primarnu energiju dovedenu gorivom u dobivanju najpovoljnijih energetske rezultata.

Stupanj korisnog djelovanja direktnog toplinskog procesa proizvodnje topline

Pretvaranjem energije goriva u toplinu pojavljuju se stanoviti toplinski gubici, a također se troši neka pomoćna energija za pumpanja, ventiliranja itd. Stupanj korisnog djelovanja prikazan je izrazom:

$$\eta_t = Q_t / Q_g \times 100 \quad (\%) \quad (4)$$

gdje su Q_t toplinska snaga, Q_g toplinska snaga energije dovedene gorivom.

Proizvedena topline manja je od topline dovedene gorivom za razne gubitke energije, te za iznos energije utrošene za pomoćna energetska napajanja. Ovaj odnos prikazan je izrazom:

$$Q_t = Q_g - (Q_{gub.} + Q_{pom.}) \quad (MW_t) \quad (5)$$

gdje su u $Q_{gub.}$ izraženi svi gubici u procesu proizvodnje, $Q_{pom.}$ uključuje sva pomoćna napajanja izražena u gorivu.

Stupanj korisnog djelovanja direktnog toplinskog procesa proizvodnje električne energije

Proizvodnja električne energije u termoenergetskom postrojenju u kondenzacijskom radu također je popraćena gubicima. Ona, pored gubitaka energije u proizvodnji topline, ostvaruje još i gubitke pretvorbe topline u električnu energiju. Osnovni izraz stupnja korisnog djelovanja toplinskog procesa u kondenzacijskom radu dan je u izrazu:

$$\eta_{el.} = P_{el.} / Q_g \times 100(\%) \quad (6)$$

Električna snaga $P_{el.}$ na pragu proizvodne jedinice, manja je od snage energije dovedene gorivom za: gubitke u proizvodnji topline, te gubitke u pretvorbi toplinske energije u električnu.

Toplinski gubici i energetske potrebe za pomoćna napajana čine iste gubitke kao i kod proizvodnje topline, uvećane za gubitke ostvarene na postrojenju turbogenera-tora. Ali pored tih gubitaka postoje još mehanički i električni gubici $Q_{gub.el}$, te gubici kondenzacije Q_k . Gubici u procesu proizvodnje električne energije, izraženi u energiji goriva, prikazani su u izrazu:

$$Q_{gub.el} = Q_g - (Q_{gub.t.} + Q_{gub.el.} + Q_{pom.} + Q_k) \text{ (MJ/s)} \quad (7)$$

Stupanj korisnog djelovanja spojnog procesu proizvodnje topline i električne energije

Proizvodnja električne energije u kondezacijskom toplinskom procesu zahtijeva predaju topline u okolinu (hladni toplinski rezervoar), što je uzrokovano prirodnim stanjem procesa u proizvodnji mehaničkog rada. Ti energetske gubici razlikuju se od drugih gubitaka energije i mogu se nazvati "energija".

Spojni proces je takav toplinski proces u kojem se "energija" predaje rashladnom mediju na višoj temperaturi od temperature okoline, te se koristiti kao toplina. U spojnog procesu odabire se takav put vođenja toplinskog procesa da se razmjenjuje relativno maleno smanjenje proizvodnje električne energije, umjesto koje se proizvodi relativno više topline.

Stupanj korisnog djelovanja spojnog procesa proizvodnje topline i električne ener-gije određen je tako da se proizvedena električna energija podijeli razlikom topline dovedene gorivom i onog dijela topline koji se utroši za proizvodnju topline. Stupanj korisnog djelovanja spojnog procesa prikazan je izrazom:

$$\eta_{el.p.} = \frac{W_{el.p.}}{Q_g - Q_t / \eta_{t.sp}} \times 100 \quad (\%) \quad (8)$$

Vrijednosti stupnja korisnog djelovanja na pragu proizvodnih jedinica spojnog pro-cesa u EL-TO prikazane su u tablici 7.

Tablica 7. Stupanj korisnog djelovanja u proizvodnji topline i električne energije na pragu proizvodnih jedinica spojnog procesa

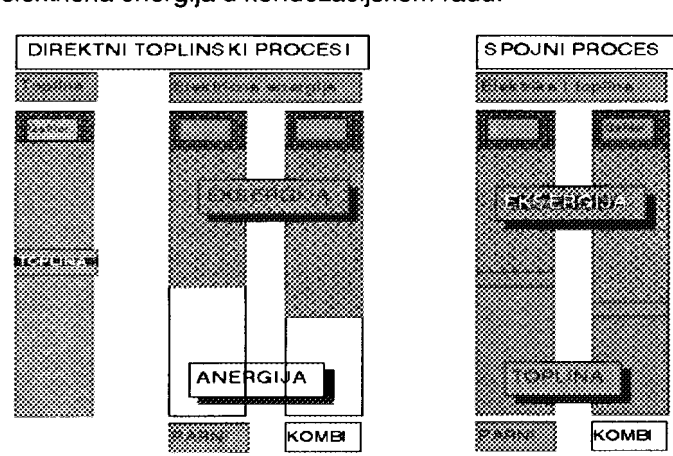
Proizvodna jedinica	Stupanj korisnog djelovanja (%)		
	Toplina	Električna energija	
		Protutlačna	Kondenzacijska
PT.12	88,5	80,0	-
PT.30	88,5	82,0	-
PT.30R	88,5	84,0	28,5
(PT.30R+2.GT.13)	88,5	85,5	35,5
(PT.30R+GT.70)	88,5	85,5	40,5
KOPT.95	88,5	86,0	51,0
KOPT.165	88,5	86,0	51,0

U daljnjoj analizi pretpostavljeno je da je stupanj korisnog djelovanja u svim jedinicama i svim procesima jednak. On se u stvarnosti vrlo malo mijenja, te ova pretpostavka omogućuje da se rezultati uspoređuju jednodimenzionalno. Tj. mijenja se samo stupanj korisnog djelovanja u proizvodnji električne energije.

Iz tablice 7. vidljivo je da je stupanj korisnog djelovanja proizvodnje električne energije u spojnog procesu približno jednak onom za toplinu, te da je za sve jedinice spojnog procesa približno isti. Naime, on ovisi prije svega o toplinskim gubicima i potrošnji energije za pomoćna napajanja. Tj. ne ovisi o tipu toplinskog procesa već o kvaliteti izvedbe postrojena. Zbog toga, da bi se odredila efikasnost ili *dobrota* spojnog procesa, koristi se eksergetska analiza.

EKSERGETSKA ANALIZA

Na slici 7. prikazana je eksergetska analiza parnog i KOMBI spojnog procesa s dva odvojena direktna toplinska procesa u kojima se proizvodi odvojeno toplina i električna energija u kondenzacijskom radu.

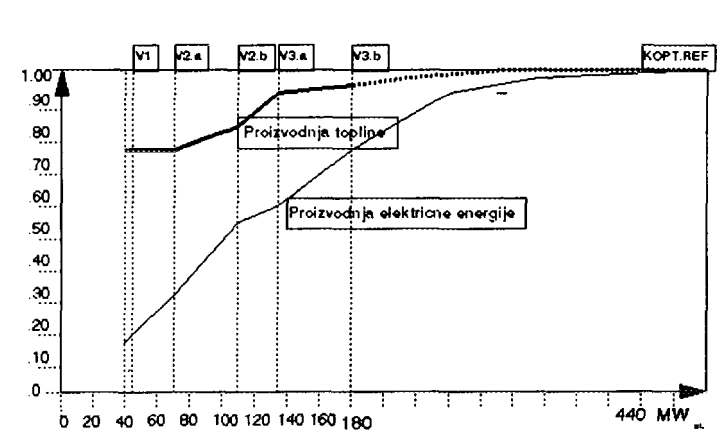


Slika 7. Usporedni dijagramski prikaz proizvodnje toplinske i električne energije u spojnog procesu i dva odvojena toplinska procesa

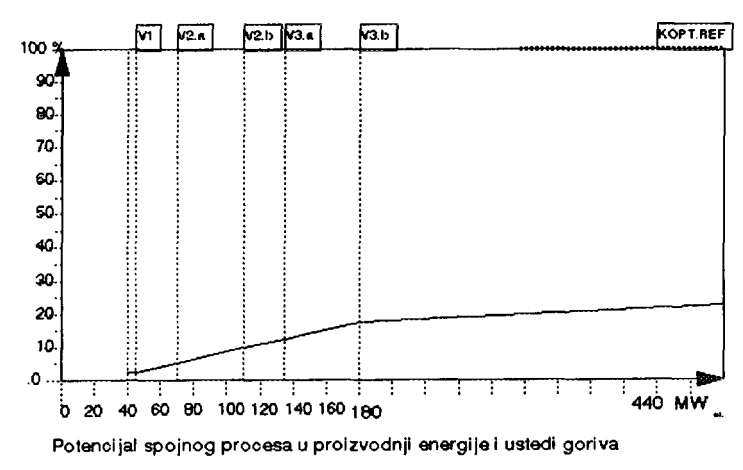
U eksergetskoj analizi za određivanje dobrote spojnog procesa koristilo se, pored stupnja korisnog djelovanja, i ostale faktore. Iz slike 7. koristi se činjenica da je proizvodnje električne energije u kondenzacijskom radu uvijek povezana s gubicima kondenzacije. Ne ulazeći u druge načine smanjenja gubitaka, kao što je povećanje početne temperature procesa, spojni proces omogućuje da se za maleni eksergetski potencijal pare na oduzimanju proizvodi znatna količina topline. Na taj se način obilaznim putem povećava eksergetski potencijal energetskog izvora.

Usporedba dobrote spojnog procesa za različita varijantna rješenja

Dvije ili više jedinica spojnog procesa mogu se međusobno uspoređivati prema udjelu energije koju svaki od njih može proizvesti prema nekom referentnom spojnom ili direktnom procesu proizvodnje iste količine toplinske i električne energije. U promatranoj eksergetskoj analizi uspoređivana je količina energije koja se proizvodi u pojedinom varijantnom rješenju u odnosu na određeni referentni spojni proces. Rezultati usporedbe utroška i uštede goriva za CVS EL-TO Zagreb dani su u dijagramu na slici 8 za proizvodnju energije i na slici 9 za uštedu u gorivu.



Slika 8. Dijagramski prikaz proizvodnje toplinske i električne energije u promatranim varijantnim rješenjima u odnosu na referentni spojni proces



Slika 9. Ušteda goriva u odnosu na referentni direktni proces

Iz slika 8 i 9 je vidljiva ušteda goriva u CTS EL/TO Zagreb. Najpovoljnija varijanta glede uštede goriva je varijanta V3b. Izgradnjom 50% kapaciteta u KOMBI spojnomo procesu postiže se 85% učinkovitosti uštede primarnog energenta.

ZAKLJUČAK

Spojno se proces može smatrati prirodnim energetsom, budući da se ušteda goriva može izraziti u fizikalnim jedinicama. Potencijal uštede goriva ima relativnu fizikalnu vrijednost jer se odnosi na referentni proces, ali s ekonomskog gledišta on čini stvarnu uštedu primarnog energenta, odnosno on smanjuje za taj iznos potrebu eksploatacije prirodnih izvora i na taj način štedi postojeće izvore.

U ovoj analizi za EL-TO Zagreb, pokazuje se da najveći doprinos uštedi goriva daju plinske turbine, a tek u manjoj mjeri parne turbine. Uzimajući u obzir i ekonomske faktore, pokazalo se da se mogu postići značajne uštede u utrošku primarnog energenta ugradnjom plinskih turbina uz postojeće parne turbine. Na taj se način postižu, pored energetskih, i ekonomski efekti.

LITERATURA

- (1) Staniša B., *Dosadašnji razvoj i daljne mogućnosti proizvodnje parnih turbina za potrebu industrijskih energana i javnih toplana*. Tehničke informacije Jugoturbina i TPK 17 (2) 1983. str. 99-106.
- (2) Beg M. Spudić I., *KOMBI i kogeneracija postrojenja svjetski trend u proizvodnji električne i toplinske energije*. Forum: 2. dan energije u Hrvatskoj. Nove tehnologije i gospodarenje energijom. Zagreb. 1993. Zbornik radova. 243-251.
- (3) Staniša B., *Svojstva suvremenih kombiniranih plinsko-parnih turbinskih postrojenja*. Strojstvo 36(3/4). 1994. str. 169-182.
- (4) Vogel. M., *Gas Turbine the "prime movers" of modern power plant engineering*. ABBReview (5). 1994. str. 11-15.
- (5) Olhbovskij. G. G., *Razработка perspektivnih GTY SŠA*, Teploenergetika (9), 1994. 61-69.
- (6) Smith. D. J., *Combined Cycle gas turbines: The technology of choice for new power plants*,. Power engineering international 3(3), 1995. str. 21-25.
- (7) Heienschild. R., Jury. W., *Kombi-Kraftwerke mit höchsten Wirkungsgraden und niedrigsten Emissionen unter Einsatz der Gasturbine GT26*, VGB Kraftwerkstechnik 75(6). 1995, str. 487-493.
- (8) Farmer. B., Filten. K., *Design 60% net efficiency in Frame 7/9H steam-cooled CLGT*. Gas Turbine World 25(3), 1995. str. 12-20.
- (9) Mesarić, N., *Projekt rekonstrukcije EL-TO u kombi-proces*, Elektroprojekt. Zagreb 1992.

- (10) *Tehničko strojarski projekt dogradnje plinskih turbina ispred generatora pare K8 i K9 EL-TO* Zagreb.
- (11) Staniša. B., *Rekonstrukcija parnoturbinskog postrojenja snage 30 MW u EL-TO Zagreb u KOMBI proces*. Zbornik radova FSB XIX (1995).
- (12) Krivak. B., *Plinske turbine*. Savez energetičara Hrvatske. Zagreb 1988.



Sonja Tomašić-Škevin, dipl. ing.
Hrvatska elektroprivreda
Zagreb

EFIKASNIJE UPRAVLJANJE POTROŠNJOM BOLJOM POVEZANOŠĆU S POTROŠAČIMA I KVALITETNIJOM BAZOM PODATAKA

Sažetak

U referatu se opisuje kako nove tehnologije utječu na rad elektroenergetskog sustava, te kako se poboljšanjem veze između elektroprivrede i potrošača može izgraditi dobra baza podataka potrebna za djelotvoran *Program upravljanja potrošnjom*.

WITH BETTER CONNECTION BETWEEN UTILITY AND ITS CUSTOMERS AND WITH MORE QUALITY DATABASE TOWARD MORE EFFICIENTLY DSM PROGRAM

Abstract

In this paper new demand-side technologies and their influence on power system are described. Better connection between utility and its customers is the most important thing for build up good data-base and that database is base for efficient usage of DSM program.

1. UVOD

Jedan od glavnih pokazatelja razvitka u nekoj zemlji je potrošena količina električne energije po stanovniku. Prema ukupnoj potrošnji i maksimalnom opterećenju elektroenergetskog sustava u 1995. godini Hrvatska se nalazila na razini od prije petnaest godina. Da bismo se što prije vratili na točku s koje je krenuo pad potrošnje potreban nam je ubrzan razvitak. Zbog ekonomske i političke situacije, ali i ratnih razaranja, Hrvatska je ostala bez nekoliko svojih velikih potrošača, ali i bez stanovite količine energije iz elektrana izvan teritorija Republike Hrvatske (650 MW instalirane snage). Želimo li svojoj zemlji brži napredak trebamo joj osigurati dovoljnu količinu energije, poglavito električne, jer nema obnove i razvitka bez dovoljne količine

kvalitetne električne energije. No, HEP može i mora utjecati na obnovu tako da bude što kvalitetnije obavljena da naša domovina ne bi dobrovoljno pristala na deponiranje starih i energetske neefikasnih tehnologija kojih se Europa nastoji riješiti. Da bi se u nove kuće ugrađivali novi tipovi materijala koji smanjuju rasipanje topline, ali i gradila industrijska postrojenja koja imaju zadovoljavajuću iskoristivost energije, vlada u suradnji s elektroprivredom treba imati poticajne programe. Elektroprivreda bi predviđeni porast potrošnje električne energije uslijed obnove postojeće industrije i razvitka nove, ma kako se ona temeljila na štedljivijim procesima, na dosadašnji način mogla pratiti izgradnjom novih ili proširenjem starih kapacitete (termoelektrana ili hidroelektrana), ali i ostalim programima među kojima i *Programom upravljanja potrošnjom* (engl. *Demand Side Management*, kratica DSM). Kako želimo da naša predviđanja buduće potrošnje, tj. potražnje za električnom energijom, budu što točnija, između ostalog treba biti uspostavljena bolja veza između proizvođača (elektroprivrede) i njenih potrošača.

Današnje je stanje takvo da je glavna veza između elektroprivrede i njezinih potrošača putem naplate isporučene energije ili davanja hitnih usluga.

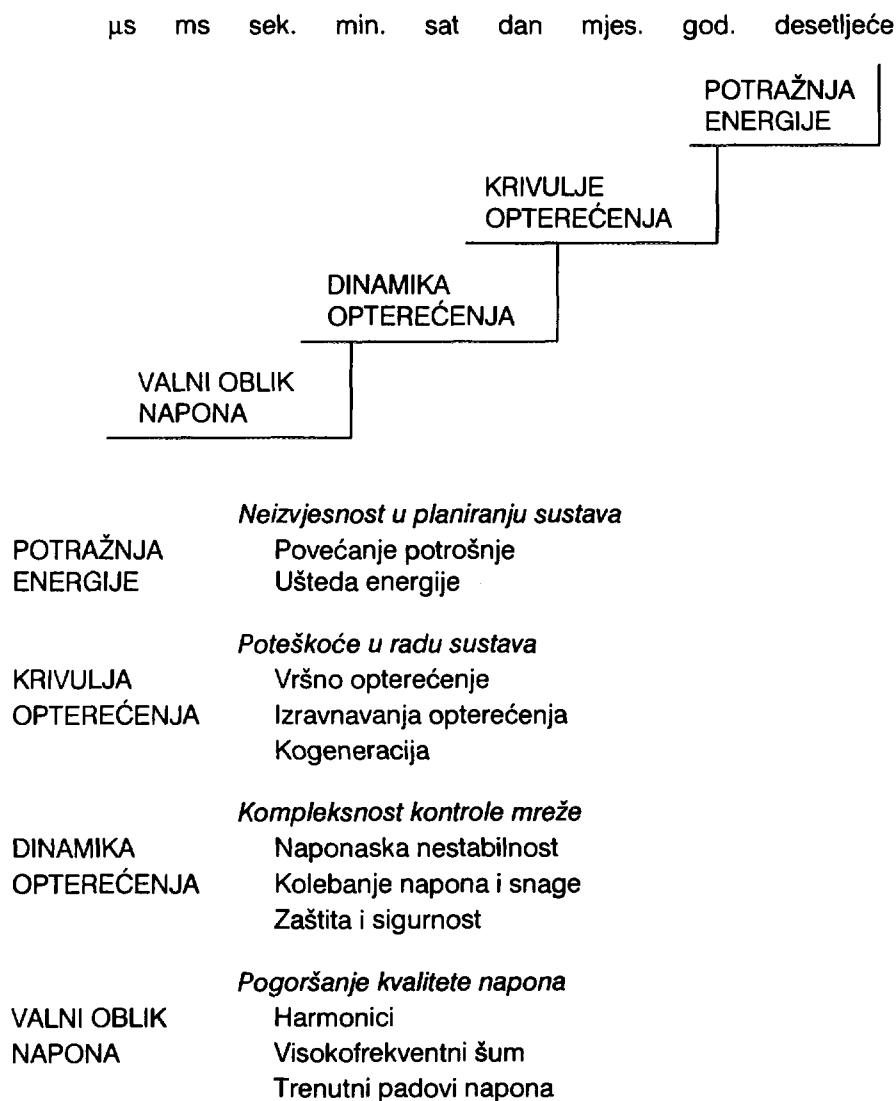
2. NOVE TEHNOLOGIJE

Razne nove energetske efikasnije tehnologije se sve više ugrađuju u dijelove elektroenergetskog sustava. Takvi se uređaji koriste ne samo u kućanstvima već i u poslovnim zgradama i industrijskim postrojenjima. Oni su vrlo kvalitetne izvedbe s mogućnošću bolje kontrole (npr. tehnike neizrazite regulacije, engl. *fuzzy regulation*) i promoviraju štednju energije. Njihovo polje primjene se vrlo brzo širi, a taj trend će se nastaviti i u sljedećem stoljeću (lit.1).

Stoga, što će se sve više i više primjenjivati takvi novi uređaji (novije tehnološke izvedbe) uz njih će ići i njihovi raznoliki utjecaji koji mogu imati značajan upliv na buduće zahtjeve za električnom energijom i na razvitak elektroenergetskog sustava. Da ne bi došlo do ozbiljnih poremećaja u radu sustava treba poduzeti stanovite korake, te se moraju tražiti sasvim nova rješenja kod elektroprivrede i potrošača temeljena na promatranju mnogobrojnih primjera s novim tehnološkim izvedbama. Provedena je analiza (radna skupina 37.17 DSM, CIGR) različitih utjecaja od strane potrošača. Kao rezultat dobivene su četiri kategorije utjecaja na elektroenergetski sustav (tj. na planiranje rada EES-a) (lit.1):

- nesigurnost planiranja EES-a (poglavito prognoza potrošnje)
- teškoće pri radu sustava zbog promjene u krivulji trajanja opterećenja
- kompleksnost nadzora mreže zbog nove dinamike opterećenja
- pogoršanje kvalitete oblika napona uzrokovane višim harmonicima (iskrivljen valni oblik).

Svaki od ovih utjecaja ima određen vremenski period u kojem djeluje (od μ s do godine) (slika 1). Premda utječu na sveukupni sustav (proizvodnja, prijenos i distribucija), svaki je od njih povezan s nekim dijelom elektroenergetskog sustava. Da bi se izbjegli loši utjecaji važni koraci trebaju biti poduzeti od strane elektroprivrede ili od strane potrošača ili od obje strane.



Slika 1. Utjecaji energetski učinkovitijih uređaja na elektroenergetski sustav

Glavna je briga elektroprivrede buduća potražnja. Glavni izvor prihoda elektroprivrede ovisi o količini prodanih kWh, te ona mora imati instaliranu snagu koja će moći zadovoljiti vršna opterećenja. Nove tehnologije na strani potrošnje imaju upliva u promjeni ukupne potrošnje i vršnog opterećenja (kWh/kW) na dva kontradiktorna načina:

- povećanje elektrifikacije koje ima za posljedicu povećanje potrošnje
- štedna oprema koja smanjuje potražnju za energijom (ušteda energije).

Povećanje potrošnje

Proces elektrifikacije na različite načine pridonosi racionalnom korištenju energije jer je električna energija najisplativiji oblik korištenja energije (od izvora do krajnjih korisnika). Široka primjena naprednih uređaja (*demand side appliances*) glavni je izvor porasta kWh/kW. Orijentacija k povećanju potrošnje u noćnim satima će također u budućnosti povećati potrošnju kWh. Omjer električne energije u ukupnoj energiji bit će povećan u 21. stoljeću (lit.1).

Ušteda energije

U posljednje vrijeme većina električnih uređaja imaju povećanu efikasnost. U mnogim razvijenim zemljama ušteda energije u kućanstvima je sve više izražena. Sve su zastupljeniji TV aparati, hladnjaci i klima-uređaji nove generacije. Naravno da će takve tendencije biti i u ostalim zemljama. Zbog toga će se povećavati i potreba za dodatnom instaliranom snagom u elektranama i dodatnim prijenosnim kapacitetima zbog zadovoljenja marginalnih potreba. Pa ipak, napredak u uštedi energije neće ovisiti samo o tehnološkim aspektima već i o sustavu naplate, tj. cijeni.

3. ELEKTROPRIVREDA I POTROŠAČI

Elektroprivreda se treba putem *Programa upravljanja potrošnjom* koncentrirati na poboljšanje kvalitete davanja usluga. Prvenstveno se tu misli na kvalitetnu isporuku električne energije, ali i na davanje informacija zanimljivih potrošačima. Pored toga, povećanje vlastite efikasnosti i smanjenje zagađenja okoline bili bi osnovni ciljevi rada elektroprivrede. Da bi naponi elektroprivrede na smanjenju zagađenja okoline bili što sveobuhvatniji, potrebno je među potrošačima poticati svijest o tome.

Održavanjem edukativnih tribina i osposobljavanjem informativnih servisa pružale bi se usluge potrošačima od informacije o troškovima instalacije, tehničkim aspektima problema, održavanje i efikasnije korištenje novih tehnologija (izbora efikasnijeg trošila - klima-uređaja, svjetiljaka, hladnjaka) do tarifne politike i mogućnosti sklapanja povoljnijih ugovora za velike potrošače.

Mehanizam provođenja *Programa upravljanja potrošnjom* mora biti vrlo poticajan. Nažalost, očekivanja potrošača uvelike se razlikuju od očekivanja proizvođača (elek-

troprivrede), a pomirenje tih razlika ključ je uspjeha. Napredne elektroprivrede su shvatile da je njihov budući uspjeh nerazdvojno povezan s uspjehom njihovih kupaca (potrošača). Elektroprivreda mora stvarati ugled kod potrošača i steći njihovo povjerenje. Akcije poduzete radi bolje suradnje mogle bi biti :

- proširenje asortimana davanja usluga (organiziranje profesionalnih i dobro informiranih savjetovališta za potrošače)
- potpuna energetska ekspertiza za kupce velikih industrijskih postrojenja
- strategijski *Program upravljanja potrošnjom* (ravnopravnim kombiniranjem zahvata na područjima korištenja i opskrbe električnom energijom da bi se izvorne potrebe zajednice podmirile uz najmanja ulaganja - najmanje utrošene energije i najmanje opterećenje okoline).

Povećanje dobiti elektroprivrede doći će od uspjeha njenih potrošača i od udjela u davanju posebnih (netipičnih) usluga. Uspjeh potrošača usko je povezan s povećanjem potrošnje električne energije, a to je jednako povećanju proizvodnje električne energije.

Glavni razlozi zbog kojih bi se elektroprivreda trebala baviti pitanjem davanja usluga potrošačima su:

- tržište cijena (tarifna politika) ponekad daje krive signale potrošačima (zbog toga što se potrošački kriterij investiranja bitno razlikuje od elektroprivrednog ili zbog drugih razloga)
- koristeći se *Programom upravljanja potrošnjom* kao dijelom strategije davanja usluge potrošačima
- elektroprivrede treba postati jedan od glavnih čimbenika postizanja veće efikasnosti korištenja energije u državi ili regiji.

Podmirenje potreba potrošača potrebno je postići na ekonomski efikasan način.

4. PROGRAM UPRAVLJANJA POTROŠNJOM (DSM program)

Upravljanje potrošnjom (DSM - *demand side management*) generički je pojam za akcije u cilju smanjenja ili pomaka potrošnje do određenih granica. DSM je podijeljen na:

- program održanja (kojem je u prvom redu cilj smanjenje potrošnje i utjecaj na vršno opterećenje),
- program upravljanja potrošnjom - akcije s ciljem smanjenje vršnog opterećenja (i nisu pod izravnom kontrolom elektroprivrede) i
- program upravljanja potrošnjom, dispečiranjem - akcije smanjenja potrošnje cijelog sustava tako da se u dogovoru s nekim potrošačima smanji opterećenja (slanjem poruka).

Programi upravljanja potrošnjom pomažu organizacijama (elektroprivredi, vodoprivredi ili cijeloj vladi) da razviju, prikažu, lansiraju i procijene (tj. numerički izraze) programe i načine promoviranja efikasnijeg korištenja energije.

Upravljanje potrošnjom se odnosi na načine, smjerove i metode rada koji ekonomično povećavaju učinkovitost korištenja energije. Namjena je programa da ohrabri potrošače da efikasnije koriste energiju. Kao rezultat dobivamo uštedu snage i uštedu energije.

Uzimajući u obzir potrebe potrošača, a u skladu sa *Sveukupnim planiranjem izvora (Integrated Resource Planning)* kriteriji procesa planiranja su :

- minimiranje investicijskih troškova i troškova proizvodnje kroz planirani period,
- opskrba električnom energijom s prihvatljivom pouzdanošću,
- minimiranje utjecaja na okolinu,
- prilagođenje financijskim zahtjevima (troškovima) elektroprivrede,
- ograničenje rizika povezanog uz odluke za budućnost.

Raznolikost izvora energije na strani proizvodnje važna je zbog njene sigurnosti. Kada su ekonomski opravdani treba uzeti u obzir obnovljive izvore energije i energetski efikasnije tehnologije.

Program upravljanja potrošnjom ovisi o sposobnosti elektroprivrede i državnih planera da uravnoteže proizvodnju i potražnju. Modeliranje dinamike potražnje zahtijeva detaljniju informaciju od one za modeliranje strategije razvitka proizvodnje te je zbog toga potrebna izrada što opširnije baze podataka.

OSNOVNI ZADATAK DSM programa u budućnosti je izravnavanje vrhova i popunjavanje dolina na dijagramu opterećenja.

KORIST od DSM programa - izbjegnuti troškovi električne energije, plina, vode, uključujući izbjegnuto zagađivanje okoline - treba biti određena količinski, egzaktno.

TROŠAK kod provođenja DSM programa - porast troškova mjerenja efikasnosti, troškovi marketinga, troškovi administracije i troškovi proračuna programa - također trebaju biti kvantificirani.

Troškovi i dobit trebaju biti uspoređeni već prilikom planiranja.

PRETPOSTAVKA DSM programa je postojanje čiste društvene koristi od njegove uporabe za povećanje iskoristivosti energije kod potrošača. Takvi programi se ne temelje samo na davanju podataka potrošačima već i na strani proizvođača razvijaju se i primjenjuju spoznaja stečena kroz DSM programe pri planiranju izvora.

PROBLEM DSM programa je taj što se tijekom njegovog provođenja može pokazati da će doći do gubitaka, kada će privatna dobit premašiti društvenu i tada elektroprivreda može imati velike teškoće u financiranju takvog DSM programa. Pri tome je problem kako uvjeriti državu da d novac za nešto što joj donosi gubitak. Zato je potrebno potpuno odrediti zakonske osnove prije negoli ih se počne primjenjivati.

U tranzijentnim zemljama postoje velike mogućnosti uštede i na strani proizvodnje i na strani potrošnje. To je djelomično stoga što državne elektroprivrede imaju vrlo malo ugrađenih mehanizama pobude ili provjere kojima bi se mogla postići visoka efikasnost.

Danas postoji čvrsta potreba za obnavljanjem i nadogradnjom procesa i tehnologija u postojećim energetske postrojenjima da bi se povećala njihova produktivnost. Obnavljanje i nadogradnju trebali bi započeti boljim održavanjem da bi se povećala raspoloživost elektrana i smanjili gubici (tehnički) cijelog sustava.

Stoga će se mnoge elektroprivrede morati koncentrirati na program smanjenja gubitaka prijenosa i distribucije kao i na izradi bolje baze podataka krajnjih potrošača.

Budući da su odnosi između svih vladinih institucija, elektroprivrede i potrošača regulirani zakonskim odredbama nužne su zakonske reforme za redefiniranje nadzora nad energetske sektorom.

Osnovna zapreka razvitku DSM-a je slaba kvaliteta odziva cijena (*price signals*). Politika cijena treba davati jasan signal reflektirajući pravo stanje cijene električne energije.

Kao jedan od mogućih početaka provođenja programa *Upravljanja potrošnjom* (nakon što se napravi dobra baza podataka) bio bi identificiranje desetak najvećih potrošača u svakom distributivnim područjima i njihovo povezivanje s dispečerskim centrom gdje bi bile poznate njihove karakteristike i gdje bi ih se po potrebi isključivalo na dogovoren kraći interval da bi se poboljšale karakteristike sustava, a ti potrošači bi jeftinije plaćali struju. Dakle, putem tarifne politike poboljšavaju se prilike u elektroenergetskom sustavu. Primjerice, u Francuskoj, moguće je smanjenje do 45% vršnog opterećenja zimi pomoću tarfine politike (lit.1).

5. RAZVITAK PROGRAMA - STVARANJE BAZE - KONKRETNI KORACI

CILJ PROJEKTA trebao bi biti razvitak *Programa upravljanja potrošnjom* putem razvitka novih tehnika modeliranja zahtjeva za električnom energijom i njenim transportom. Projekt bi se bavio prostornim rasporedom infrastrukture, te društveno-ekonomskim podacima potrebnim za razvitak programa. Nadalje je važno identificirati izvore za pravilno prikupljanje i održavanje podataka.

Prvi korak DSM bio bi prikupljanje podataka o potrošačima, krajnjim korisnicima i njihovoj potrošnji (stvaranje "osobne" krivulje trajanja opterećenja svakog potrošača, tj. svake skupine potrošača). Naravno, potrebno je obaviti usklađivanje tih podataka da bi bilo moguće njihovo uspoređivanje na istoj razini (kompatibilnost, spojivost).

PRVI KORAK bi bio prikupljanje potrebnih podataka za pravilan rad program.

Ti podaci su - koliko i kako neka skupina potrošača utječe na vršno opterećenje (jer je to ona snaga koja nas najviše stoji). Zanima nas koliko pojedini krajnji korisnik (potrošač) pridonosi vršnom opterećenju sustava. Zbog jednostavnijeg praćenja podataka i daljnje analize potrošači bi bili podijeljeni u određene skupine. Te skupine bi bile: kućanstva, poljoprivreda, trgovina i industrija.

Za sve njih vrlo važan podatak je vrsta goriva za grijanje.

Kućanstva bi dalje bila podijeljena na jednoobiteljska ili višeobiteljska.

Poljoprivreda je podijeljena na mljekare, navodnjavanje te ostale farme.

Trgovina (uslužne djelatnosti) je podijeljena po podvrstama.

Industrija je podijeljena po djelatnostima: drvna, kemijska, metaloprerađivačka

Za bazu iskoristivih podataka za program DSM-a potrebno je znati i stanovite podatke o krajnjim korisnicima. Izračunavanje tih podataka mora biti standardizirano i pod zakonskom kontrolom. Najznačajniji od tih podataka su troškovi, i to troškovi instalacije (instaliranja), dodatni troškovi, troškovi održavanja. Ostali potrebni podaci su: vijek trajanja instalacija, godišnja potrošnja energije (kWh/god), uštede energije, prikladnost izabranog uzorka.

Potrebno je postojanje tri baze međusobno povezanih podataka: jedne koja se tiče krajnjih korisnika, druge u kojoj su profili potrošnje i treće u kojoj su vršna opterećenja.

DRUGI bi korak bio procjena maksimalnog tehničkog potencijala (MTP) za poboljšanje efikasnosti. MTP je definiran kao trenutno zadovoljenje svih postojećih krajnjih potrošača sa svom raspoloživom maksimalno efikasnom tehnologijom u vrijeme analize. Dakako da je to teoretski rezultat i da nikako ne može biti dostignut u stvarnosti, no MTP je ipak koristan početni podatak pomoću kojeg je moguće postaviti gornju granicu, a koji pomaže pri otkrivanju dijelova tržišta s najvećim potencijalom uštede.

Kao **TREĆI** se korak poduzima proučavanje posebnih tehničkih izvedbi i proučavanje mjera za određivanje koja je od tehnologija isplativija, npr. instalacija koje tehnologije će donijeti uštedu putem odgađanja troškova zbog proširenja kapaciteta.

POUZDANOST UPOTREBE PODATAKA (ili kraće pouzdanost podataka) izražava se u stupnjevima kvalitete od 1 do 5. Stupanj 1 znači da se proračun temelji na izmjerenim vrijednostima reprezentativnog uzorka. Stupanj 5 znači da su proračuni izvedeni na osnovi procjene (*educated guess*).

Pretraživanje datoteka i učitavanje podataka bilo bi jednostavno i vrlo fleksibilno. Baza bi dopuštala jednostavno *on-line* pretraživanje na bilo kojoj razini i području. Pitanja mogu biti vrlo kompleksna ili vrlo sužena, npr. mogu se tražiti tehnološke opcije grijanja prostorija u određenom sektoru ili se može pitati kako korištenje plinskog grijanja može utjecati na uštedu energije u kućanstvu.

Potreban je poseban program za utvrđivanje korisnosti (dobiti) od mjera i DSM programa. Kao ulazni podaci koriste se troškovi, tehnička svojstva i prihvatljivost DSM mjera od strane korisnika. Te mjere mogu se specificirati individualno ili kao dio DSM programa. Takav model obuhvaća dvije osnovne komponente: ponudu i potražnju. Modul koji se bavi potražnjom obuhvaća troškove i utjecaj na izvore korištene u sustavu, a modul koji se bavi ponudom određuje količinu uštedenih izvora u elektroprivredi zbog korištenja DSM-a, uključujući uštedu u proizvodnji, gorivu i smanjenje emisije otrovnih tvari u zrak.

PROCJENE programa (određivanje vrijednosti) trebaju načiniti nezavisno elektroprivreda i njegovi stvaratelji. Procjena dizajna na početku pomaže osiguranju prilagodbe predloženih programa. Zahtijeva se također da je program u suglasju sa zakonima i standardima države. Zakonodavac ovdje igra vrlo važnu ulogu jer putem zakonskih odredbi postavlja određeni sustav pokrivanja troškova elektroprivrede izazvane programom *Upravljanja potrošnjom* i poticanje nagrađivanje elektroprivrede koja provodi programe. Ciljevi DSM programa moraju biti važni i za elektroprivredu, ali i za sveukupno pučanstvo, tj. cijelu državu. Potrebno je istražiti utjecaje različitih društvenih režima naplate troškova za "izbjegavanje" proizvodnje i investiranje u različite DSM programe.

OCJENA uspješnosti programa može se definirati na različite načine:

- putem zadovoljenja potreba za energijom (kao jednim od osnovnih ciljeva)
- putem sudjelovanja potrošača
- visok postotak zadovoljanih potrošača ,
- profitabilnost.

ZAKLJUČAK

Samo globali pristup energetsom pitanju koji uključuje sve oblike energije učinit će energetska strategiju sposobnom za zadovoljenje sveukupnih potreba za energijom. Poboljšanje efikasnosti korištenja energije kod krajnjih korisnika jedan je od najdjelotvornijih načina za postizanje povećanja iskorištenja energije na djelotvoran način. Na takav način smanjuje se energija potrebna društvu i smanjuje potreba za dodatnim investiranjem u nova energetska postrojenja i stoga povećava ukupna količina sredstava za ostale nacionalne potrebe. Budući da je uz svaku novu energetska jedinicu neizbježno prisutno stanovito zagađenje okoline i taj faktor nije za zanemarivanje.

Treba učiniti velik napor da bi se uočili i procijenili **podaci** potrebni za *Program upravljanja potrošnjom* s ciljem usklađivanja zahtjeva potražnje s proizvodnjom električne energije. Prikupljanje **podataka** zahtijeva dugoročni plan istraživanja temeljen na iskustvu jer su za neke podatke potrebna višegodišnja mjerenja. Ključ uspjeha programa koji promoviraju efikasnije korištenje kod krajnjih korisnika nalazi se u kombinaciji djelotvornog tarifnog sustava, dugoročnog smanjenja marginalnih troškova, zakonskog reguliranja očuvanja okoline (pokrivajući sve tipove zagađenja) kao i građevinske standarde povezane s očuvanjem energije, zakone tržišta i investiranja koji omogućavaju jednostavniji pristup energetske efikasnijoj tehnologiji. Za uspjeh ovog programa potrebna je porezna politika koja "kažnjava" proizvodnju i uvoz energetske neefikasne robe i tehnologije i koja nagrađuje one efikasne, procjena standarada (regionalnih i nacionalnih) za energetske efikasnije uređaje i opremu (označavanje izabranih uređaja), načini poticanja industrije, kućanstava i trgovine da koriste energetske efikasniju tehnologiju i opremu.

U Sjedinjenim Američkim Državama komercijalni i industrijski programi omogućuju 60-70% ušteda energije. Najveći izvori uštede energije su građevinski standardi i državni i općinski standardi za uređaje, a glavni dio gotovo svakog DSM programa je poboljšanje efikasnosti rasvjete u komercijalnim zgradama (lit.3).

Kod zakona o zagađivanju okoline potrebno je izbjeći ekskluzivno ili jako naglašeno usredotočenje na elektroprivredu. Pravila igre trebaju biti jednaka za sve zagađivače, bez obzira o kojoj se vrsti industrije radi. Također je potrebno prikupiti pravila igre s dostatnim informacijama o gubicima i o izbjegavanju šteta redukcijom emisija otrovnih plinova.

Kao što je poznato iz ekonomije, što tarife bolje oslikavaju marginalne troškove u sustavu, potrošači su bolje suočeni s troškovima koje stvaraju (lit.4).

Literatura:

1. K.Takahashi, R.M.Maliszewski, F.Meslier, P.Wallace, L.Salvaderi, T.Watanabe: *"Impact of New Demand Side Technologies on Power Systems"*, CIGRÉ 1996, 37-202
2. Working Group 37.11: *"IRP/DSM/LCP and Their Effect on Power System Planning"*, CIGRÉ 1996, 37-203
3. *Electricity Report California Energy Commission '90*
4. Max F. A. Welling: *"From Plain Energy Distributor to Supplier of Energy Services"*, WEC Tokyo '95, 1.1.01.
5. V. Manuel Baptista: *"Electric System Planning the Role of Uncertainty in the Supply/Demand Analysis"*, WEC Tokyo '95, 2.4.11.
6. F. N. Premind: *"Technological and Policy Concideration in Promoting demand Side Management in Developing Countries in Asia"*, WEC Tokyo '95, 3.2.15.
7. A. Meier: *"The Status of Demand Side Management in the United States"*, WEC Tokyo '95, 3.2.01.
8. B. Biewald at Tellus Institute: *"Demand-Side Management Model for Analysis and Planning"*, Internet, kolovoz 1996.
9. H. Elmeer at Energy Center of Wisconsin: *"The Wisconsin Demand-Side Options Database"*, Internet, kolovoz 1996.
10. Demand-Side Team at Arizona State University: *"Demand Side Management"*, Internet, kolovoz 1996.



mr. Miroslav Šander, dipl. ing. stroj.
Elektroprojekt, d. d.

EKOLOŠKI I GOSPODARSTVENI IZAZOVI PRI PROJEKTIRANJU ENERGETSKIH POSTROJENJA

SAŽETAK

U procesu projektiranja sažimlju se i međusobno suprotstavljaju ekološki i gospodarstveni zahtjevi prema elektrani koja će se graditi.

Zahtjevi na zaštitu okoliša, izrečeni u zakonima, u regulativi i međunarodnim propisima, često povećavaju troškove izgradnje, što onda povećava investicijske troškove i troškove proizvodnje energije. Projektant mora naći kompromis između suprotstavljenih zahtjeva. U članku je prikazan odnos tehnologije i ekologije s aspekta projektiranja, s posebnim naglaskom na zagađivanju zraka. Prikazan je utjecaj zagađivanja zraka na ljudsko zdravlje i odnos inženjera prema toj specifično zdravstvenoj problematiki. Također se pokušava prikazati postojeće svjetske standarde i moralne dileme u uravnotežavanju troškova i zaštite okoliša.

ABSTRACT

In design process of Thermal Power Plant various ecological and economic contradictory interests are brought in focus. Requests on Environmental protection written in laws, standards and International Treaties are increasing Investment costs and Energy production costs.

In a design phase there is a task to reconcile these contradictory requests. The paper presents relationship between Technology and environmental protection with a focus on Air Pollution.

Air Pollution and Human Health is considered taking in account the role of design phase in Thermal Power Plants project and Human Health problems. International laws and standards are presented with moral dilemmas concerning low investment costs and high environmental standards.

1. UVOD

Ekologija u projektiranju znači zadovoljavanje postojeće regulative određenim novčanim sredstvima i postojećom tehničkom razinom energetskih strojeva, respektirajući najnovije znanstvene spoznaje i nastojeći ih ugraditi u projektna rješenja.

Projektant mora u prvi plan stavljati zaštitu okoliša, ali to zahtijeva tehničke i gospodarsvene kompromise.

Projektant ne smije o ekologiji razmišljati apstraktno i stavljati njezine zahtjeve u daleku utopijsku budućnost nego mora konkretno, danas i ovdje, prihvatiti da je svaki energetski objekt nužno zlo koje se mora uskladiti sa zahtjevima zaštite okoliša.

Energetsko postrojenje, a posebice termoelektrana, zagađuje okoliš tako što u njega unosi neki otpad. Smanjivanjem otpada, njegovim odvođenjem i raspodjelom projektant svodi zagađivanje okoliša na minimum.

Ukoliko je znatan njegov utjecaj pri odabiru glavne opreme onda on treba uskladiti zahtjeve za zaštitu okoliša s tehničkim zahtjevima za opremu, uz minimalne troškove. Savjest projektanta treba se ravnati prema onim kriterijima koji smanjuju lokalno i globalno zagađivanje, koji umanjuju nepovoljne globalne klimatske promjene i koji dugoročno umanjuju opasnost za ljudsko zdravlje.

Pri projektiranju i odabiru tehnologija za termoelektrane nužno je uzeti u obzir ekološke zahtjeve. Tvrdimo da se ekologija u energetici s praktične točke gledišta mora shvatiti šire nego što je uobičajeno, tj. ne samo u smislu zbrinjavanja tekućeg, krutog i plinovitog otpada, te toplinskog ugrožavanja, nego se mora uzeti u obzir i zaštita od požara, buke kao i estetski zahtjevi. Dominantno pitanje ipak ostaju ispušni plinovi, i to posebno NO_x na lokalnoj razini, a pokušaj smanjenja CO₂ na globalnoj razini.

2. ODABIR TEHNOLOGIJE

Odabir tehnologije nije samo tehnička odluka temeljena na najboljim tehničkim rješenjima, već je ona i gospodarstvena, politička i psihološka. Naime, o izboru tehnologije ne odlučuje samo projektant nego ponajprije investitor koji predstavlja gospodarstvenu moć iza koje obično stoji država, a ona putem energetske politike ostvaruje dugoročne gospodarstvene planove. Odluka o odabiru neke tehnologije činiti stanoviti kompromis političkih odnosa, a koji su, u krajnjoj liniji, psihološki odnosi, tj. konkretno, to su realne ili fiktivne suprotive: *za plin a protiv ugljena, za fosilna goriva a protiv nuklearne energije, protiv elektrana a za čisti okoliš* itd. U pozadini se kriju različiti gospodarstveni interesi, različita mišljenja i pogledi, što je normalno za otvoreno tržište i otvoreno društvo. Djelujući putem informacijskih medija nijedna od tih interesnih strana ne bi smjela zaboraviti da je i ona, zauzimajući se za određenu tehničku opciju, ujedno i projektant postrojenja. Ili, drugim riječima, svatko tko sudjeluje u odabiru tehnologije trebao bi uzeti u obzir da se danas ne može bez proizvodnje energije kao što se ne može ni bez zdravog okoliša.

Odabir tehnologije budućeg energetskog postrojenja je određen s više čimbenika od kojih su zasigurno najvažniji:

- A. očekivana potrošnja energije
- B. gospodarstveno stanje zemlje koja gradi elektranu
- C. energetske izvore u zemlji i cijene energenata na svjetskom tržištu
- D. stupanj djelovanja elektrane, on je posebno značajan za termoelektrane (a u ovom članku naglasak je na termoelektranama)
- E. pouzdanost i raspoloživost ponuđene tehnologije
- F. ekološka problematika vezana uz odabranu tehnologiju, tj. stupanj zagađivanja okoliša postrojenja odabrane tehnologije.

U slučaju termoenergetskih postrojenja toplinski stupanj djelovanja postrojenja je svakako najvažniji čimbenik. On je početkom stoljeća iznosio svega nekoliko postotaka, da bi oko 1960. godine dosegao i 40%. Daljnji porast ovisi prvenstveno o novim materijalima. Istovremeno se cijena energije od 320 c/kwh smanjila na svega nekoliko centa po kilovatsatu [1]. Stupanj djelovanja postrojenja sigurno ne čini samo toplinski stupanj djelovanja glavnog toplinskog stroja, ali ćemo ovdje od njega početi, jer poboljšanje toplinskog stupnja djelovanja glavnog toplinskog stroja bitno doprinosi poboljšanju ukupnog stupnja djelovanja elektrane. Definiramo li ga kao omjer između snage na stezaljkama generatora i toplinske energije privedene stroju u jedinici vremena

$$\eta_T = \frac{P_{gen} [W]}{Q_{dov} [J / s]} \quad (2.1)$$

Iako pokazujemo da je specifični potrošak topline recipročna vrijednost stupnja djelovanja, tj.

$$SPT = \frac{Q_{dov}}{P_{gen}} \cdot 3600. \quad (2.2)$$

Množimo s 3600 stoga da bi SPT izrazili u kJ/kWh. Količina privedene topline je razmjerna ogrjevnoj moći goriva H_d ŠkJ/kgČ i potrebnoj količini goriva B u jedinici vremena [kg/s]:

$$Q_{dov} = B \cdot H_d [kJ / s]. \quad (2.3)$$

Iz toga se vidi da je potrebna količina goriva

$$B \text{ [kg / s]} = \frac{SPT \text{ [kJ / kWh]} \cdot P_{gen} \text{ [kW]}}{H_d \text{ [kJ / kg]} \cdot 3600 \cdot \text{[s / h]}} \quad (2.4)$$

Jasno je da boljim (manjim) specifičnim potroškom SPT smanjujemo potrebnu količinu goriva B [kg/s], što je od bitne gospodarsvene i ekološke važnosti. Snaga P_{gen} u odabiru tehnologije određena je očekivanom potrošnjom energije kao i financijskim mogućnostima investitora (točka A i B), dok će energetske izvori u zemlji i cijena energenata na svjetskom tržištu odrediti vrstu goriva, a time i H_d .

Jedan od mogućih pregled suvremenih tehnologija dan je u tablici 2.1 [2].

Letimičan pogled na tablicu pokazuje da je plin kao gorivo nadmoćan ugljenu po cijeni i po emisiji ispušnih plinova, kao i po stupnju djelovanja. No, tog zemnog plina, uz postojeću svjetsku potrošnju ima svega za još 120 godina, dok ugljena ima za sljedećih 1500 godina, što ukazuje na to da projektant i investitor moraju uzeti u obzir i stabilnost cijene goriva.

Iako odabrana tehnologija određuje η , tj. SPT, i nakon odabira tehnologije projektant može i mora pokušati poboljšati SPT. Zahtjevi projektanta za smanjenjem SPT moraju imati potporu investitora, a nemoguće ih je ostvariti bez suradnje isporučitelja glavne energetske opreme. Primjerice, u slučaju čistog parnoturbinskog postrojenja kondenzacijskog tipa, poboljšanja se mogu ostvariti konstrukcijskim izmjenama na parnoj turbini i to:

- na privodu pare na ventilima svježeg pare i regulacijskim ventilima
- na akcijskom kolu i sapnicama
- na strujnom aparatu visokotlačnog dijela turbine
- u protočnom ST (srednjetačnom) dijelu turbine i NT (niskotlačnom) dijelu turbine.

Bit spomenutih konstrukcijskih izmjena čini prilagođavanje geometrije strujnog aparata turbine aerodinamici strujanja u glavnim režimima rada. Povećanje stupnja djelovanja parne kondenzacijske turbine funkcijski ovisi o geometriji turbine, hrapavosti, Reynoldsovom broju, koeficijentu opterećenja MU itd. Smanjenje specifičnog potroška kondenzacijske parne turbine smanjuje godišnju potrošnju goriva potrebnog za pogon turbopostrojenja, a također i cijenu generiranja energije.

Tablica 2.1. Tehnologije proizvodnje energije fosilnim gorivima

	Cijena postrojenja (USD po kilovatu snage)	Postotak redukcije emitiranog SO ₂	Emisija NO _x (miligrama po 10 ⁶ Joula el.energije)	Procjena emisije CO ₂ (CO ₂ kg/kWh)	Stupanj djelovanja postrojenja [%]
Parnoturbinsko postrojenje					
gorivo - plin	760	*	180	0,62	36 do 40
gorivo - ugljen (s pročišćavanjem dimnih plinova)	1600	90	300	0,79	34 do 40
Kombinirano postrojenje (parna i plinska turbina)					
gorivo - plin	520	*	15	0,55	47 do 51
gorivo - ugljen (uplinjen)	1700	99	25	0,73	42
Izgaranje u fluidiziranom sloju pod tlakom (ugljen)	1200	90	60	0,70	42
Plinska turbina s injektiranjem pare					
gorivo - plin	410	*	15	0,58	40
gorivo - ugljen (uplinjeni)	1300	99	25	0,73	36
Plinska turbina s injektiranjem pare i međuhlađenjem					
gorivo - plin	400	*	10	0,55	47
gorivo - ugljen (uplinjeni)	1030	99	20	0,73	42

Opisanim poboljšanjima u konstrukciji parne turbine snage 60 MW, tlaka 87 bara, temperature 510°C, smanjuje se SPT s 9179 kJ/kWh na 8978 kJ/kWh [3], što je smanjenje SPT za približno 2%. Pokazuje se da su znatne uštede u potrošnji goriva te da se smanjuje cijena generiranja energije (centi/kWh). Uočljivi dobici pri smanjenju SPT na manjoj kondenzacijskoj parnoj turbini snage 60 MW postaju značajni kod većih turbina snage 300 MW i više.

Jedan od načina gospodarstvene evaluacije poboljšanja pomoću SPT je putem godišnje cijene goriva potrebnog za pogon turbopostrojenja F [USD]:

$$F = f \cdot \sum_{i=1}^n (P_{gen_i} \cdot L_i \cdot T_i \cdot SPT_i). \quad (2.5)$$

Pri tomu je P_{gen_i} [kW] snaga na stezaljkama generatora u i -tom režimu rada, L_i faktor opterećenja u i -tom režimu rada, T_i sati rada s i -tim režimom, a SPT_i je specifični potrošak za i -ti režim rada. Oznaka f je jedinična cijena topline u USD/kJ [4].

Pored godišnje potrošnje goriva gospodarstveno nam je još važnija cijena generiranja energije R [cent/kWh].

$$R = \frac{C_n \cdot I + F_n + O_n}{G_n}, \quad (2.6)$$

gdje je I izvorna investicija, C_n stopa otplate investicije, O_n operativni troškovi za tipičnu godinu, G_n ukupno generirana energija za tipičnu godinu, dok je F_n izraz iz (2.5), ali u (2.6) je uzet za tipičnu godinu. Putem F_n SPT ulazi u (2.6) kao temeljni gospodarstveni faktor koji određuje cijenu generiranja energije, kao i troškove za gorivo u (2.5).

3. ZAKONODAVSTVO I ETIKA KAO INŽENJERSKI PROBLEM

Pretpostavka je međunarodnog i nacionalnog ekološkog zakonodavstva da ograničenja zadana u zakonima i u regulativi čine dobro svima i nisu zbog jednog naroda ili države nego zbog planete Zemlje. Međunarodno i nacionalno zakonodavstvo izviri iz općeg dobra i općeg interesa svih stanovnika planete Zemlje, posebno uzimajući u obzir dugoročno stanje zraka, vode i tla kao temelja života. Međunarodno se zakonodavstvo, u suglasju s nacionalnim zakonodavstvima, brine da bi se dugoročno održavali ciljevi viši od trenutačnih tehničkih (energetskih) ciljeva. To su norme koje bi morale biti dio inženjerske i projektantske savjesti, a treba ih spomenuti poimence:

Declaration of the UN Conference on the Human Environment, 1972, Declaration of the UN Conference on Environment and Development, 1992, World Charter for Nature, 1982, Convention for the Protection of the Ozone Layer, 1985 i Protocol on

Substances that Deplete the Ozone Layer, 1987, UN General Assembly Resolution 45/33: Protection of Global Climate for Present and Future Generations of Mankind, 1988, Framework Convention on Climate Change, 1992, Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution, 1979. i Protocol on Further Reduction of Sulphur Emissions, 1994. itd.

Dobra smjernica je američko zakonodavstvo koje slijedi "Clean Air Act" iz 1963., kojem dodaje "The Clean Air Act Amendments" iz 1970. i 1977. godine. "The Clean Air Act Amendments" traži da Agencija za zaštitu okoliša (EPA) uspostavi standarde za kakvoću zraka - *National Ambient Air Quality Standards (NAAQS)*, i to standarde za zaštitu narodnog zdravlja, kao i za zaštitu materijalne imovine. Na spomenute propise nadovezuje se čitav niz amandmana i dodatnih zakona.

Njemačka je regulativa izrečena kroz *TA-Luft (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft)*, *MAK (Maximale Arbeitsplatzkonzentration)*, te *MIK (Maximale Immissionskonzentration)* i *GFAVO (Grossfeuerungsanlagen-Verordnung)*.

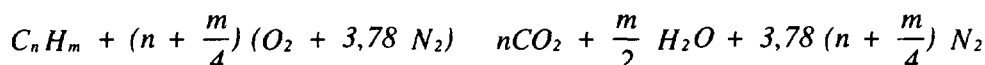
Jasno je da male zemlje slijede regulativu velikih industrijskih zemalja u vezi otpadnih plinova i voda, a njih bi se projektant i vlasnik postrojenja morali pridržavati i istovremeno iz njih crpiti osnovne smjernice glede zaštite okoliša.

Moguće je da dobici pri odabiru i projektiranju opreme navode pojedine projektante i investitore na zaobilazanje propisa i zakona, ali je očito je da oni kratkoročno štete prvo sebi, a dugoročno svima. Elektrana koja se gradi (a promatrano šire još i industrija i transportna sredstva) samo su dio svjetskog tehničkog laboratorija koji je započeo svojim radom sredinom ovog stoljeća. U tom eksperimentu, koji još traje, sudionici smo svi mi, pri čemu neke rezultate osjećamo na vlastitoj koži (vastitim plućima), a neke će osjetiti buduće generacije putem promjena koje ugrožavaju sastav atmosfere, klimu i vode te biološke vrste. Promjenu sastava atmosfere naznačuje tablica 3.1 [5], a iz nje se vidi da će se koncentracija glavnih zagađivača atmosfere početkom sljedećeg tisućljeća povećavati.

Također se vidi da će koncentracija ugljičnog dioksida (CO_2) biti gotovo dvostruko veća, što uz povećanje metana (CH_4) može uzrokovati vidljive klimatske promjene. Promjene klime su simulirane primjerice u "Geophysical Fluid Dynamics Laboratory" sveučilišta u Princetonu i u sličnim institucijama, uzimajući u obzir interakciju oceana i atmosfere te uz primjenu zakona mehanike fluida o održavanju mase, količine gibanja, energije, te jednadžbe stanja. Rezultati tzv. Globalnog cirkulacijskog modela (GCM) govore da bi udvostručenje CO_2 , ili ekvivalentno povećanje CH_4 , izazvalo prosječno povećanje temperature zemaljske površine od 3 do 5,5°C. Glavna komponenta zemnog plina CH_4 je "greenhouse gas", tj. on je jači apsorber infracrvenog zračenja od CO_2 , iako mu je vrijeme prisutnosti u atmosferi kraće. Pri ekstrakciji i transportu zemnog plina događa se znatno propuštanje u atmosferu, što je sigurno znatan globalni ekološki negativan faktor.

Možemo se nadati da je takovo neviđeno zagrijavanje rezultat nepotpunog matematičkog modela u kojem nije uzet u obzir toplinski kapacitet oceana (hlađenje), djelovanje čestica SO₂ kao nukleusa kondenzacije pa time one utječu na stvaranje oblaka (hlađenje), te da računala nisu imala dovoljno memorije za potpunu simulaciju itd. No, rezultati ukazuju na opasnosti, te na nužnost stvaranja i poštivanja međunarodnih zakona kao i prilagođavanje nacionalnih zakona, međunarodnim zakonima.

Kao graditeljima postrojenja dužnost nam je međunarodne zakone i zakone vlastite države glede zaštite okoliša praktično provoditi, a ne ih samo načelno prihvaćati. Odabir tehnologije sa što manjom emisijom CO₂ u atmosferu mora biti dio savjesti i etičkih načela projektanta i investitora. Kada bi se naime pri izboru tehnologije uzimali u obzir matematički modeli zagrijavanja zbog efekta staklenika, trebalo bi odabrati tehnologiju u kojoj nema emisije CO₂, NO_x, SO₂ itd., a to su hidroelektrane ili nuklearne elektrane. Kod fosilnih goriva emisija CO₂ je određena stehiometrijom izgaranja. Tako na primjeru stehiometrije izgaranja nekog ugljikovodika



vidimo da po svakom molu izgorenog goriva dobivamo n molova CO₂ pa je prema odabranom gorivu definirana i frakcija CO₂ u ispušnim plinovima. Čini se da mi projektanti u vezi globalnog povećanja CO₂ ne možemo ništa učiniti. No, ako se molarni odnosi pretvore u masene kilogramske odnose, onda jasnije vidimo da projektant, smanjenjem specifičnog potroška topline (SPT), može doprinijeti globalnom smanjenju CO₂. Smanjenje SPT smanjuje potrošnju goriva, što znači da za istu proizvedenu snagu izbacujemo u atmosferu manju količinu CO₂. Isto vrijedi i za ostale u smjesi ispušnih plinova.

Raspodjela voda je na Zemlji nejednolika jer je 97,41% voda u oceanima i morima, a tek 2,59% na kontinentima. Od tih 2,59% vode na kontinentalnoj masi, veći dio se ne može koristiti, tj. 99,986% se nalazi u ledenim kapama i ledenjacima ili duboko u tlu, a ostatak od 0,014% u jezerima, rijekama i vlažnom tlu. Zagađivanju voda najviše doprinosi kemijska industrija, ali nije zanemariv udio energetike putem zraka. Izbacivanjem NO_x i SO₂ u atmosferu stvaraju se kisele kiše koje doprinose kiselosti rijeka i jezera. Protiv zagađivanja voda u okolišu ne borimo se dakle samo prikupljanjem i separacijom otpadnih voda nego također smanjenjem količine ispušnih plinova koji na širem području zagađuju vodu.

Tablica 3.1. Promjena sastava atmosfere

PLIN	GLAVNI ANTROPOGENI IZVORI	ANTROPOGENA UKUPNA EMISIJA PO GODINI U (10^6 tona)	PROSJEČNO VRIJEME PRISUTNOSTI U ATMOSFERI	PRIBLIŽNA KONCENTRACIJA PRIJE 100 GODINA (ppb)	PRIBLIŽNA SADAŠNJA KONCENTRACIJA (ppb)	KONCENTRACIJA 2030. GODINE (ppb)
Ugljični monoksid (CO)	Izgaranje fosilnih goriva i biomasa	700/2000	mjeseci	40 do 80 na sjevernoj polukugli, a južna je polukugla čista	100 do 200 sjeverna polukugla	Vjerojatno će se povećati
Ugljični dioksid (CO ₂)	Izgaranje fosilnih goriva i požari u šumama	5500/č5500	100 godina	290 000	350 000	400 000 do 550 000
Metan CH ₄	Rižina polja, stoka, proizvodnja i transport zemnog plina	300 do 400/500	10 godina	900	1700	2200 do 2500
NO _x plinovi	Izgaranje fosilnih goriva i biomasa	20 do 30/30 do 50	dani	0,001 do 7	0,001 do 50	0,001 do 50
Dušični oksid N ₂ O	Dušična gnojiva, požari u šumama, izgaranje biomasa	6/25	170 godina	285	310	330 do 350
Sumporni dioksid	Izgaranje fosilnih goriva i taljenje ruda	100 do 130/150 do 200	dani i tjedni	0,03	0,03 do 50	0,03 do 50

*ppb = *parts per billion* (10^9) – milijardinka

4. PROJEKTIRANJE TERMOENERGETSKOG POSTROJENJA

Ukupan stupanj djelovanja termoenergetskog postrojenja izražavamo ovako

$$\eta = \eta_T \cdot \eta_K \cdot \eta_C \cdot \eta_E \cdot \eta_{TR} \cdot \eta_Z. \quad (4.1)$$

Najveći naponi za poboljšanje ukupnog stupnja djelovanja koncentrirani su na η_T (2.1), ali naponi projektanta ne mogu biti usmjereni samo na glavni toplinski stroj nego i na η_K stupanj djelovanja kotla, η_C stupanj djelovanja cjevovoda, η_E stupanj djelovanja elektroopreme te stupanj djelovanje transformatora η_{TR} . Napominjeno da je η_G stupanj djelovanja generatora u ovom razmatranju uključen u η_T jer snagu mjerimo na stezaljkama generatora.¹

Povećanjem ukupnog stupnja djelovanja termoenergetskog postrojenja smanjujemo ukupni specifični potrošak topline SPT i time doprinosimo manjem zagađivanju okoliša. S η_Z je označen stupanj djelovanja opreme za zaštitu okoliša čiji je zadatak smanjiti zagađivanje okoliša (odsumporavanje ispušnih plinova, smanjenje dušičnih oksida u plinovima itd.), a koja, prigradnjom na glavnu opremu, smanjuje stupanj djelovanja te opreme. Ako je odabrana neka od tehnologije, prema tablici 2.1, ali nisu definirani svi parametri odabrane tehnologije projektantu ostaje čitav niz mogućnosti poboljšanja pojedinih stupnjeva djelovanja u (4.1), kao i igra s parametrima postrojenja.

Novom generacijom čelika moguće je povećanje tlaka i temperature postrojenja. Prema slici 4.1 može se povećanjem tlaka s 250 bara na 300 bara i temperature s 540°C na 600°C dignuti ukupni stupanj djelovanja za približno 1,5%. Dvostruko međupregrijanje pare povećava η za približno 1%. Smanjenje tlaka u kondenzatoru s 0,065 bara na 0,03 bara moglo bi povećati h za daljnjih 2%. Kao što sl. 4.1 pokazuje, za postrojenje loženo ugljenom, poboljšanje stupnja djelovanja moglo bi teoretski dosegnuti i do 46%. Tako *PreussenElektra* u Lübeck-Siemsu najavljuje za svoje postrojenje od 400 MW stupanj djelovanja od 45%. No, to treba uvijek uzimati s rezervom jer se nameće pitanje koliko dugo će postrojenje raditi s takvim η i jesu li sva mjerenja bila dovoljno objektivna.

Predgrijavanje napojne vode doprinosi povećanju η , ali uz termodinamičku optimizaciju i gospodarstvenu evaluaciju broja predgrijača. Projektna i tehnička razrada detalja koji se mogu činiti nevažnim, doprinosi daljnjem povećanju η , ali, što je najvažnije, održavanju tog stupnja djelovanja kroz dulji životni vijek postrojenja, jer nije nevažno hoćemo li stupanj djelovanja od 40% imati samo prvu godinu pogona ili ćemo ga uspjeti održati i u idućih deset. U takvu tehničku razradu spada transport

1 Spomenimo samo da bi uvođenje supravodljivih generatora, ovisno o opterećenju povećalo $\eta_g = 97,5$ do 98,5% na $\eta_g = 99$ do 99,5%,

i priprema goriva, rashladna voda, cjevovodi i armature, mjerenje, regulacija i upravljanje postrojenjem, kemijska priprema vode itd.

Poboljšanje stupnja djelovanja elektroopreme, generatora i transformatora je posebno poglavlje i zahtijeva posebnu elaboraciju. Spomenimo ovdje samo najvažniji aspekt povećanja η na elektromotornim pogonima, a to je projektna štednja energije na elektromotorima crpki, ventilatora itd. Crpke i ventilatori s elektromotorima rade po Q-H krivulji i u različitim bi režimima pogona morali mijenjati izlaznu snagu da bi učinkovito štedjeli energiju. No, ukoliko su projektirani tako da viši tlak u sustavu ili manju količinu medija u sustavu postizemo prigušivanjem, stupanj djelovanja elektromotornih pogona je vrlo nizak, često oko 31%. Ugradnjom elektromotora s prilagodljivom brzinom vrtnje stupanj djelovanja elektromotornog pogona (primjerice crpke) možemo povećati na ~72%. U slučaju loše projektirane elektromotorne crpke s cjevovodom, tipične vrijednosti mogu biti $\eta_{\text{motora}} = 0,9$, $\eta_{\text{spojke}} = 0,8$, $\eta_{\text{pumpe}} = 0,77$, $\eta_{\text{prigušenja}} = 0,66$ i $\eta_{\text{cjevovod}} = 0,69$, što međusobno pomnoženo daje $\eta_{\text{MOT.POG}} = 0,31$. U slučaju prilagodljive brzine vrtnje $\eta_{\text{motora}} = 0,91$, $\eta_{\text{spojke}} = 0,99$, $\eta_{\text{crpke}} = 0,88$ i $\eta_{\text{cjevovod}} = 0,90$ što daje $\eta_{\text{MOT.POG}} = 0,72$. Pri tome pretpostavljamo ugradnju bolje crpke, spojke i optimalizaciju cjevovoda.

Posebni dio projektiranja je prigradnja opreme za zaštitu okoliša. Zaštitu okoliša bi trebalo započeti izborom tehnologije (tablica 2.1), ali budući da to često nije moguće, mora se postići kompromis između boljeg η_z i cijene opreme za zaštitu okoliša (vidjeti sl. 5.1). Izbor opreme za odstranjivanje krutih čestica, odsumporavanje i uklanjanje dušičnih oksida i usklađivanje s glavnom opremom nije jedini zadatak projektanta. Pored opreme za zaštitu zraka projektant se mora pobrinuti i o otpadnim vodama (separatori, filtri) i o toplinskom zagađivanju okolnih voda, te o akustičkom zagađivanju urbane sredine. Tome dodajemo još jednu *heretičku* misao u vezi zaštite okoliša: zaštita od požara i estetika energetskeg postrojenja. Zaštita od požara se ne smatra zaštitom okoliša, već zaštitom od ekscesne situacije, ali recimo da je svaki veliki požar ujedno i veliko zagađivanje okoliša. Ukoliko ulažemo u zaštitu od požara, time i preventivno ulažemo u zaštitu okoliša.

Energetsko postrojenje je novi tip arhitekture i estetike, ono ne mora *a priori* biti neestetično i odvratno, dapače na njega se može gledati kao na novi izražaj moderne industrijske civilizacije, ali pod uvjetom da se unosi odgovarajuća kompozicija boja i oblika.

5. ZAGAĐENJE ZRAKA I LJUDSKO ZDRAVLJE

Preporuke Svjetske zdravstvene organizacije (WHO) su dobar vodič i normativ za ocjenu kakvoće zraka.

U tablici 5.1 dane su granične vrijednosti za zaštitu zdravlja, a u tablici 5.2 granične vrijednosti za zaštitu vegetacije. Te su vrijednosti dugoročni cilj. Za vrijednosti manje od tih ne očekuje se mjerljiv utjecaj na vegetaciji ni na zdravlju ljudi čak niti pri trajnoj izloženosti [13].

Tablica 5.1. Smjernice za zaštitu zdravlja - granične vrijednosti u $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [13]

PLIN	Granične vrijednosti (kg/m^3)	Prisutnost u atmosferi	IZVOR
SO ₂	40-60 100-125	1 godina 24 sati	80/779/EEC
NO ₂	50 80 150 400	medijan 1-satnih 1 godina 24 sati 1 sat	85/203/EEC TA/Luft 1986 1987 WHO 1987 WHO
CO	30000	1 sat	1987 WHO
O ₃	150-200	1 sat	987 WHO
Lebdeće čestice (mjerene kao crni dim)	40-60 100-150	1 godina 24 sati	80/779/EEC 1987 WHO

Tablica 5.2. Smjernice za zaštitu vegetacije, WHO 1987 [13]

Tvar	Smjernica	Vrijeme uprosječivanja
SO ₂	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 god 24 sati
Ukupno taloženje sumpora	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 god
NO ₂	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 god 4 sata
Ukupno taloženje dušika	3 g/m^3	1 god
O ₃	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 sat 24 sata prosjeak za veg. razdoblje

Pri projektiranju novog postrojenja, pitanje ljudskog zdravlja vezanog uz zagađenost zraka često se čini deplasiranim i beznačajnim. Međutim nije tako!

Zanemarivanje značenja objavljenih istraživanja vezanosti ljudskog zdravlja i zagađivanja atmosfere je zapravo zanemarivanje etike u prevlasti tehnike, kao i zanemarivanje morala u prevlasti profita. Samo letimičan pogled na istraživanje odnosa između zagađenog zraka i plućnih bolesti daje naznaku o njihovoj uzročno-posljedičnoj vezi. U pogledu bronhitisa [6] nekoliko britanskih istraživača, nakon eliminacije populacijske gustoće, nalaze značajnu ovisnost između bronhitisa i zagađenosti zraka. Higgins (1996) [7] pokazuje da je kronični bronhitis prisutniji u urbanim sredinama nego u zdravijim seoskim sredinama. Švedanin Cederlöf [8] pokazuje na blizancima uzevši u obzir naviku pušenja i povijest stanovanja, značajniju prisutnost bronhitisa kod onog blizanca koji puši i živi u urbanoj sredini.

Starija su istraživanja pokazala izravnu vezu između povećane zagađenosti zraka i upale pluća, tuberkuloze i astme. Čitav niz istraživanja u SAD-u ukazuje na povećanu smrtnost od raka pluća u zagađenim urbanim sredinama, a slični rezultati dobiveni su i u nekim drugim visokoindustrializiranim zemljama, pri čemu je uzeta u obzir okolnost pušenja ili nepušenja. Za tumore nekih drugih organa (želudac, rak prostate) statistički je pronađena veza između zagađenosti zraka i spomenutih tumora.

Već davne 1943. godine Mills je u klasičnoj studiji o utjecaju zagađenog zraka na upalu pluća [9] pokazao značajne ovisnosti između stope smrtnosti od upale pluća i zagađenosti zraka.

Japanski istraživači Yoshida, Takatsuka i Kitabatake (1969) na primjeru trinaestorice pacijenata s područja Tokia i Jokohame dokazuju da su tjedni napadi astme vezani uz povećanu koncentraciju sumpornog dioksida u atmosferi.

Popriličan broj istraživača dokazuje vezu između razine zagađenosti zraka i kardiovaskularnih bolesti. Tako već spomenuti Cederlöf pokazuje, na primjeru blizanaca, da *angina pectoris* prevladava kod blizanca koji puši i živi u urbanoj sredini. Spomenuta istraživanja dokazuju da zagađenost zraka, ako i nije glavni uzrok neke bolesti, ona svakako jest značajan faktor.

Pogrešno bi bilo zaključiti da sva opasnost od zagađivanja okoliša dolazi od elektroprivrede. Neki se odnosi mogu vidjeti iz tablice 5.3 koja daje podatke o količini otpadnih plinova za SR Njemačku za 1984. god. [10].

Iz tablice se vidi da je 1984. godine u Njemačkoj izbačeno $7,4 \cdot 10^6$ tona CO, $2,6 \cdot 10^6$ tona SO₂ i $3 \cdot 10^6$ tona NO_x. Najveći udio emisije CO (59,2%) i NO_x (57,3%) čini promet, dok je po emisiji SO₂ (62,9%) na prvom mjestu elektroprivreda. Elektroprivreda je odmah nakon prometa po emisiji NO_x (27,7%). U SAD-u su emisije naravno još veće. Tako je u 1974. godini emisija NO_x ukupno iznosila $23 \cdot 10^6$ tona, od čega je transport izbacio $10,1 \cdot 10^6$ tona, a izgaranje u energetici, industriji i kućanstvima $11,8 \cdot 10^6$ tona [11].

IZVOR	CO [%]	SO ₂ [%]	NO _x * [%]	ORGANSKI SPOJEVI [%]	PEPEO [%]
Elektroprivreda	0,6	62,9	27,7	1,1	23,5
Kućanstva mala gospodarstva	21,5	9,5	4,3	3,8	8,8
Industrija	18,7	24,0	10,7	8,7	57,0
Promet	59,2	3,6	57,3	45,2	10,7
Proizvodnja otapala	0	0	0	41,2	0
Ukupna emisija (10 ⁶ tona)	7,4	2,6	3,0	1,8	0,65

Tablica 5.3. Plinovita otpadna emisija u postocima u SR Njemačkoj 1984. godine (NO_x* preračunan u NO₂)

Projektant energetskog postrojenja ne može lamentirati nad problemima zagađivanja okoliša već se treba, u skladu sa zakonodavstvom i etičkim načelima boriti se za optimalnu strategiju zaštite okoliša. On, pored zaštite okoliša, ugradnjom uređaja za zaštitu mora razmišljati i o ukupnom stupnju djelovanja elektrane η (4.1). Povećanjem ukupnog η smanjuje se zagađivanje okoliša, ali prigradnjom se uređaja (η_z) nužno i umanjuje ukupni η . Pored toga, mora se razmišljati i o troškovnoj strani dugoročne strane zaštite okoliša prema slici 5.1 [12]. Budući da smo u ovom članku stavili naglasak na zagađivanje zraka, putem njega, zagađivanje vode, na apscisi je nanesena kakvoća zraka, a na ordinati troškovi zaštite okoliša. Razlikujemo dvije vrste troškova, kontrolne troškove, tj. troškove opreme za zaštitu okoliša, te troškove štete nastale u okolišu zbog zagađivanja zraka. Ti troškovi štete uključenju materijalne gubitke zbog zagađivanja (žetva, voda), ugrožavanje ljudskog zdravlja, štete na materijalnim dobrima itd.

Mali stupanj zagađivanja zraka znači visoke kontrolne troškove, dok nisko ulaganje u opremu za zaštitu okoliša znači visoke troškove štete na okolišu, tj. ljudskom zdravlju. Ukupni troškovi zaštite okoliša dobivaju se zbrajanjem kontrolnih troškova i troškova štete, pri čemu nam je cilj minimizirati ukupne troškove. Postavlja se pitanje koliko smo, kao projektanti, investitori i ljudi, spremni ulagati u troškove zaštite okoliša jer troškove štete teško možemo kvantificirati. Zapravo ovo pitanje donosi još jedno novo, koliko su ljudi uopće spremni svjesno prihvatiti da smanjenje ugrožavanja njihovog zdravlja znači odricanje od tehničkih pogodnosti. Procjene ugrožavanja ljudskog zdravlja su malobrojne i mnogi sumnjaju u njih. Jedan pokušaj procjene troškova zdravlja od zagađivanja zraka dan je u tablici 5.4 [Lave i Seskin 1970] [12].

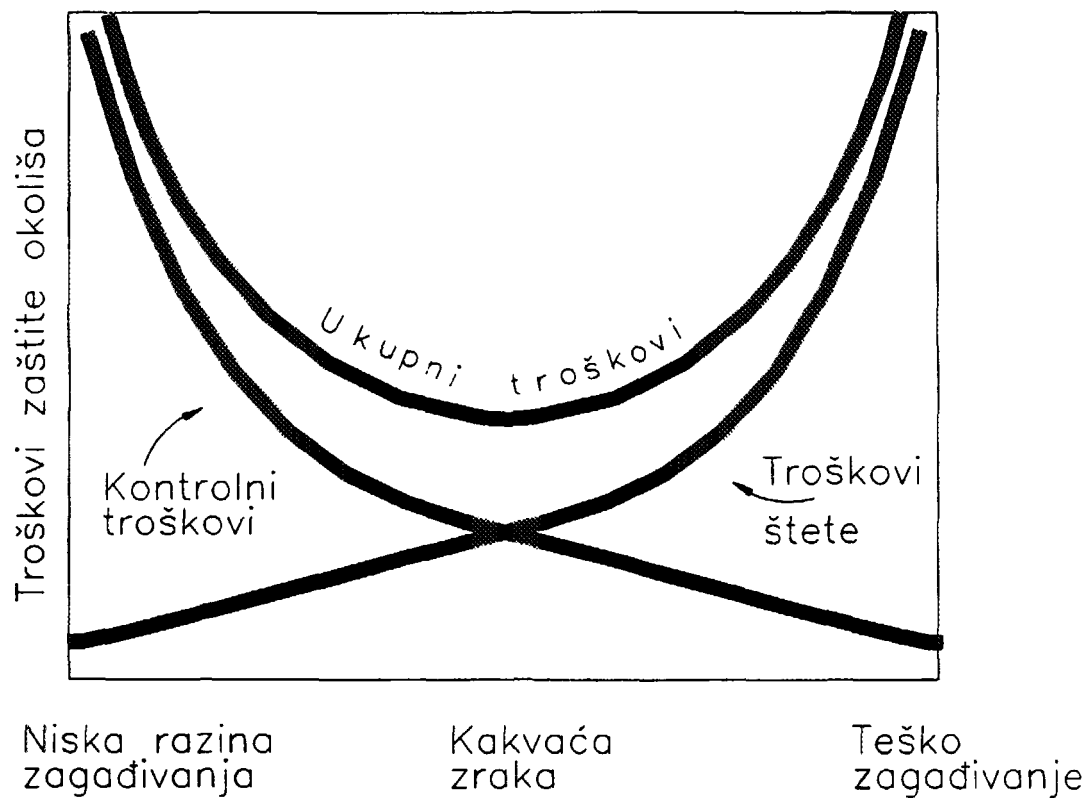
Bolest	Ukupni godišnji troškovi [10 ⁶ USD]	Procjena [%] smanjenja bolesti za 50%-tnu redukciju u zagađivanju zraka	Procjena ušteda za 50%-tnu redukciju u zagađivanju zraka [10 ⁶ USD]
Plućne bolesti	4887	25	1222
Rak pluća	135	25	33
Kardiovaskularne bolesti	4680	10	468
Rak	2600	15	390
			2100

6. ZAKLJUČAK

Pri izgradnji termoenergetskih postrojenja ukupni stupanj djelovanja je osnovica na koju projektant može praktično djelovati nakon što je tehnologija već odabrana. Putem poboljšanja stupnja djelovanja može doprinositi zaštiti okoliša smanjenjem količine nepoželjnih ispušnih plinova za istu proizvedenu snagu. Stupanj djelovanja je recipročan vrijednosti specifičnog potroška topline [SPT], pa povećanjem η smanjujemo SPT, čime gospodarstveno povećavamo učinak postrojenja putem manje godišnje potrošnje goriva te smanjenja cijene generiranja energije. Ukoliko pojam projektanta shvaćamo šire, tj. kao sve zainteresirane strane pri gradnji novog postrojenja, onda taj "projektant" treba uzeti u obzir očekivanu potrošnju energije, gospodarstveno stanje, tehnologije koje mu se nude, njihovu pouzdanost i raspoloživost, ekološku problematiku te nastojati da se odabere ona tehnologija koja će biti optimalna glede spomenutih točaka.

Sigurno je da su nuklearna tehnologija i hidroenergetska postrojenja u ekološkoj prednosti pred termoenergetskim postrojenjima, ali ni ona nisu ekološki apsolutno čista. Kod nuklearnih postrojenja moguće su ekscesne situacije, čemu su primjer Černobilj i Three Miles Island, a kod hidroenergetskih postrojenja javljaju se popratne pojave uništavanja ekosustava nizvodno od brane, zbog toga što je rijeka postala hladnija u akumulaciji (Colorado) ili problemi biološkog minimuma, ako rijeka ne teče starim koritom (Cetina) ili problem erozije, nestajanja pitke vode itd.

"Projektant", shvaćen šire nego što je uobičajeno, dužan je poštivati međunarodno i nacionalno zakonodavstvo. Premda zna da ga ta zakonodavstva mogu vrlo teško "dohvatiti" zbog teškoća u mjerenju ekološke polucije "njegov" postrojenja, on bi trebao imati na umu etička načela, da bismo planetu Zemlja sačuvali životnom (njezin zrak, vodu, tlo) za sebe i buduće generacije.



Sl.5.1 Troškovi zaštite okoliša kao zbroj kontrolnih troškova i troškova štete

LITERATURA

- [1] R.Hirsch, *"Technology and Transformation in the American Electric Utility Industry"*, Cambridge 1989.
- [2] W.Fulkerson, R.Roddie, *"Energy from Fossil Fuels"*, Scientific American, 1990.
- [3] M. Šander, Z.Kovačević, *"Analiza SPT-e na standardnoj kondenzacijskoj turbini snage 60 MW"*, Dubrovnik 1996, Zbornik radova.
- [4] Bartelet R.L., Mulder J.E. i Sheldon R.C., *"Steam Turbine Performance and Economics"*, McGraw-Hill 1958.
- [5] T.E.Graedel Paul J.Crutzen, *"The Changing Atmosphere"*, Scientific American, 1989.
- [6] Stocks P., *"Cancer and Bronchitis Mortality in Relation to Atmospheric Deposit and Smoke"*, British Medical Journal vol.1, 1959.
- [7] Higgins I.T.T., *"Air Pollution and Chronic Respiratory Disease"*, ASHRAE Journal vol.8., 1966.
- [8] Cederlöf R., *"Urban factor and Prevalence of Respiratory Symptoms and Angina Pectoris"*, Archives of Environmental Health, 1966.
- [9] Mills C.A., *"Urban Air Pollution and Respiratory Diseases"*, American Journal of Hygiene vol. 37, 1943.
- [10] Heintz A., Reinhardt G., *"Chemie und Umwelt"*, Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig 1991.
- [11] U.S. Environmental Protection Agency, *"Air Quality Criteria for Oxides of Nitrogen"*, Report No. EPA-600/8-82-026 (1982)
- [12] Flagen R.C., J.H. Seinfeld, *"Fundamentals of Air Pollution Engineering"*, Prentice Hall 1988.
- [13] Malbaša N. i ostali, *"Prethodna studija utjecaja na okoliš nove kombi jedinice u TE-TO Zagreb"*, Ekolog, 1995.



**ZA ENERGETSKU BUDUĆNOST
HRVATSKA EL^EKTROPRIVREDA**



HOTEL
“LAGUNA”

10000 Zagreb, Kranjčevićeva 29

tel: +385 1 33 35 33 fax: +385 1 33 41 85

*340 soba s kupaoonom/WC, telefonom, color-TV,
minibarom, sušilom za kosu - 3 sale za sastanke,
klimatizirane (max 200 osoba) - à la carte
restaurant - aperitiv, snack i café bar - trgovina suvenira
- fitness - solarij i sauna - frirerski i kozmetički salon
- rent a car - 5 minuta vožnje autom do željezničke
stanice - pola sata vožnje do aerodroma*

DELIKATES IVIĆ **✦ DALMATINSKA KUĆA ✦**

vl. JASENKA IVIĆ

Zagreb, Vlaška 64

Tel: 01/442-967

442-711

Nudimo Vam:

- *Svakodnevni izbor suježih školjki, riba i mekušaca*
- *Salate od istih*
- *Salate od povrća*
- *Hladna pečenja*
- *Veliki izbor sendviča i kolača*
- *Domaći i uvozni suhomesnati proizvodi i sirevi*
- *Miljevački pršut i panceta*

Vršimo usluge izrade cocktail sendviča, hladnih narezaka i kolača

ORGANIZIRAMO SVEČANE PRIJEME!

KONČAR

ELEKTROINDUSTRIJA d.d.

KONČAR - GENERATORI, d.o.o.

KONČAR - ELEKTRIČNI VISOKONAPONSKI APARATI, d.d

KONČAR - ELEKTRIČNI APARATI SREDNJEG NAPONA, d.d.

KONČAR - SKLOPNA POSTROJENJA, d.d.

KONČAR - DISTRIBUTIVNI I SPECIJALNI TRANSFORMATORI, d.d.

KONČAR - ENERGETSKI TRANSFORMATORI, d.o.o.

KONČAR - MJERNI TRANSFORMATORI, d.d.

KONČAR - ELEKTRONIKA I INFORMATIKA, d.o.o.

KONČAR - ELEKTRIČNE LOKOMOTIVE, d.d.

KONČAR - INŽENJERING ZA ENERGETIKU I TRANSPORT, d.d.

KONČAR - MONTAŽNI INŽENJERING, d.d.

ORGANIZIRAN KAO GRUPA POSLOVNO SAMOSTALNIH DRUŠTAVA,

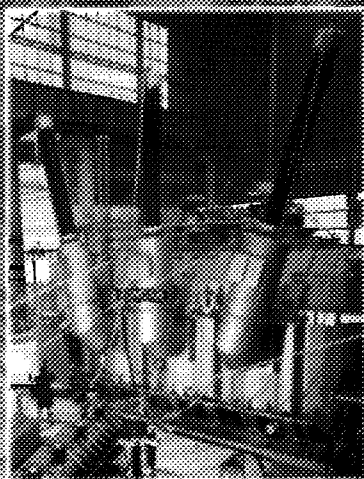
KONČAR

SINERGIJOM RAZVOJNIH, KADROVSKIH I MARKETINŠKIH FUNKCIJA
PREDSTAVLJA OKOSNICU HRVATSKE ELEKTROINDUSTRIJE
GRUPU KONČAR ČINE 46 DRUŠTAVA U ZEMLJI I 10 U INOZEMSTVU.
OSNOVNE DJELATNOSTI DRUŠTAVA GRUPE KONČAR SU

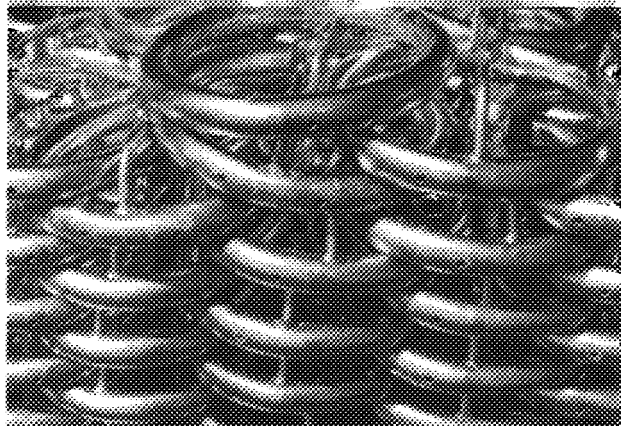
- Oprema i postrojenja za proizvodnju, prijenos i distribuciju električne energije
- Električna oprema za industrijska postrojenja i brodogradnju
- Pogonska tehnika i električni aparati srednjeg i niskog napona
- Ugostiteljska oprema, dizala i pomične stepenice te druga električna oprema u graditeljstvu
- Kućanski aparati
- Lokomotive, tramvaji te električna oprema za vlakove

KONČAR JE ZAINTERESIRAN ZA SVE VRSTE POSLOVNE SURADNJE

- Zajedničku proizvodnju
- Zajednički nastup na trećim tržištima
- Zajednička ulaganja
- Prijenos znanja i tehnologije



DALEKOVOD



U sklopu svoje djelatnosti DALEKOVOD projektira, gradi, montira i proizvodi:

- distribucijske mreže i vodove napona 0,4 - 500 kV
- trafostanice i poskupna postrojenja napona 0,4 - 500 kV
- kontaktne mreže za elektroenergetiku
- polaganja podzemnih i nadzemnih energetskih i PTT kabela
- rasvjetu prometnica, sportskih i drugih objekata
- portale i nosače aparata za energetske i prometne objekte
- zaštitne i sigurnosne opreme, portale, nosače za prometnu signalizaciju i putokaze na svim prometnicama i autocestama
- čelično-rešetkaste i limene stupove za mreže i vodove napona 0,4-500 kV, PTT vodove i kontaktne mreže
- ovjesnu i spornu opremu za mreže, vodove, trafostanice i kontaktne mreže
- rasvjetne, reflektorske, antenske i televizijske stupove
- specijalna rješenja za elektroprijenosne i prometne objekte, alate i indukcijske uređaje.

Za sve te djelatnosti DALEKOVOD ima poznate i priznate dugogodišnje referencije o brzini i kvalitetnoj gradnji kao i kvalitetu isporučene opreme. DALEKOVOD vrlo uspješno rješava i uključuje svim zahtjevima projektne odnosno tenderske dokumentacije na domaćem i inozemnom tržištu.

DALEKOVOD

Ulica grada Vukovara 37
HR-10000 Zagreb, Croatia
Electric Power Company for Design,
Manufacture and Construction
Tel: +385 1 51 13 25
+385 1 5125 111
Fax: +385 1 53 06 06
+385 1 51 17 54
Tlx: 599 21858



**ENERGETIKA
MARKETING**
d.o.o. ZA TEHNIČKE I
POSLOVNE USLUGE

✉ **10000 ZAGREB • Sokolska 25 • HRVATSKA**

☎ **01/17 12 56** 📠 **01/17 24 29** e-mail: **energmar@alf.tel.hr**

baza podataka:

**POSJEDUJEMO DATOTEKU S VIŠE OD 9000
INŽENJERA I TEHNIČARA NAŠE STRUKE**

nakladnik:



**REDAKCIJA
ČASOPISA**



EEZE

ENERGETIKA • GOSPODARSTVO • EKOLOGIJA • ETIKA

132 STRANICA... + PRILOG, od toga 66 stranice u boji

posjetite nas na internetu:

<http://www.tel.hr/energetika-marketing>

mi smo nakladnik:

Aleksandar GREGURIĆ - Smjernice za projektiranje i izradu
izdanje: 1994. **NISKOTLAČNIH LIMENIH KANALA za ventilaciju i klimatizaciju**

**58 stranica...
A4 format**

Vladimir STRELEC & suradnici - PLINARSKI PRIRUČNIK,
izdanje: 1995. **5. prošireno i revidirano izdanje**

**808 stranica...
A5 format**

Miljenko ŠUNIĆ - EFIKASNOST KOGENERACIJSKIH POSTROJENJA
izdanje: 1996.

**176 stranica...
B5 format**

Stjepan BADANJAK - OSNOVE INŽENJERINGA U IZGRADNJI
izdanje: 1996.

**272 stranice...
B5 format**

organiziram: prezentacije, promocije, savjetovanja, simpozije,



inter klima '97
Zagreb

DUBROVNIK '98

**ENERGETSKA I
PROCESNA POSTROJENJA**

ATM - SIEMENS

ATM - SIEMENS

ATM - SIEMENS



HOTEL INTER·CONTINENTAL ZAGREB



Hotel Inter Continental Zagreb, de luxe hotel u samom središtu grada s osobljem koje svim svojim gostima pruža vrhunsku uslugu. Moderno preuređeni banketni prostori s prekrasnom Kristalnom dvoranom, pružaju mogućnost organiziranja i održavanja kongresa, seminara, sajmova i nezaboravnih svadbenih večera.

Pored toga, naš hotel mnogo čini na polju ekologije a jedan od glavnih ciljeva je smanjenje potrošnje električne energije, te opremanje hotela s ekološki prihvatljivom opremom.

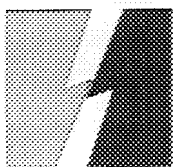
Hotel Inter Continental Vas očekuje!



Kršnjavoga 1, 10000 Zagreb, Croatia Tel: (01) 455 34 11 Fax: (01) 44 44 31

Domaća valuta / *Local Currency*: Komercijalna banka, Zagreb • 30 102 - 601 - 28 031

Strana valuta / *Foreign Currency*: Zagrebačka banka, Zagreb • 30 101 - 620 - 16 - 71 00 - 325 48 87



HRVATSKA ELEKTROPRIVREDA d.d.

HR-10000 ZAGREB, Ulica grada Vukovara 37

Direkcija za distribuciju

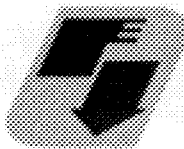
DP ELEKTROISTRA - PULA

HR-52100 Pula, Vergerijeva 10

Cijenjeni potrošači,

u namjeri Vašeg upoznavanja s novim pojmovima koji se sve češće koriste na relaciji
HEP --- Potrošač električne energije u nastavku slijede približa objašnjenja.

ELEKTRIČNO BROJILO	- uređaj s kojim se mjeri potrošnja električne energije kod potrošača - uređaj koji može mjeriti potrošnju el. energije u jednoj, dvije ili tri tarife
EL. BROJILO S MJERENJEM SNAGE	- uređaj s kojim se mjeri i potrošnja električne energije i mjesečna obračunska snaga - uređaj koji može mjeriti potrošnju el. energije i obračunsku snagu u jednoj, dvije ili tri tarife
VIŠA TARIFA	- tarifa koja traje od 17⁰⁰ do 21⁰⁰ po zimskom računanju vremena a od 18⁰⁰ do 22⁰⁰ po ljetnom računanju vremena - tarifa koja je najskuplja od tri tarife
SREDNJA TARIFA	- tarifa koja traje od 7⁰⁰ do 17⁰⁰ po zimskom računanju vremena (8⁰⁰ do 18⁰⁰ po ljetnom računanju vremena) - tarifa koja je 2.5 puta jeftinija od više tarife
NIŽA TARIFA	- tarifa koja traje od 21⁰⁰ do 7⁰⁰ po zimskom rač. vrem. (22⁰⁰ do 8⁰⁰ po ljetnom računanju vremena) - tarifa koja je najjeftinija od tri tarife (30% jeftinija od srednje tarife)
UPRAVLJANA POTROŠNJA	- potrošnja određenih "akumulacionih" trošila (bojler, termoakumulaciona peć i sl.) kod kategorije potrošača "kucanstvo" s čijim uključanjem daljinski upravlja HEP - potrošnja koja u toku 24 sata traje najmanje 9 sati a čija je cijena 10% niža od cijene NT - potrošnja koja se zasad može koristiti samo na područjima pogona Pula, Rovinj, Poreč i Buje
MTU PRIJEMNIK	- uređaj koji se postavlja uz električna brojila a služi za prebacivanje tarifa na brojilu - uređaj koji služi za uključenje i isključenje upravljane potrošnje - uređaj koji se zasad koristi na područjima pogona Pula, Rovinj, Poreč i Buje
OBRAČUNSKA SNAGA	- snaga koje se potrošaču obračunava u svakom mjesečnom računu - snaga koja se utvrđuje na temelju snage ugrađenog limitatora ili na temelju mjes. potrošnje el. energije, odnosno kod potrošača koji imaju ugrađeno el. brojilo s mjerenjem snage, na temelju izmjerene snage u mjesečnom obračunskom razdoblju
LIMITATOR	- uređaj čija je osnovna funkcija isključenje el. instalacije potrošača kada ukupna snaga svih istovremeno uključenih trošila prijede snagu limitatora uređaj koji se postavlja u stan potrošača, kako bi ga u slučaju njegovog isključenja potrošač sam mogao uključiti pošto prethodno isključi "suvišno trošilo"
ZAŠTITNI UREĐAJ DIF. STRUJE (FID-sklopka)	- zaštitna sklopka koja ima svrhu da automatski isključi el. instalaciju za slučaj kvara na istoj te da na taj način zaštiti potrošača od električnog udara
POTROŠAČKI TELEFON 9820	- broj na koji možete dobiti sve informacije i obavijesti bitne za potrošače - broj besplatan za sve potrošače



ELEKTROPROMET

DIONIČKO DRUŠTVO ZA UNUTARNJU I VANJSKU TRGOVINU
Avenija Dubrovnik 6-8, HR-10020 Zagreb, Hrvatska



Središnja poslovna zgrada Elektroprometa d.d.

1946.-1996.

kuća vašeg povjerenja
50 godina

USPJEŠNOG POSLOVANJA

SJEDIŠTE:

HR-10020 ZAGREB, AV. DUBROVNIK 6-8

Tel.: cent. 01 65 29-211 Fax: 65 20-821

**POSLOVNE JEDINICE ELEKTROPROMETA
U HRVATSKOJ: Z A G R E B**

OSIJEK - VARAŽDIN - PULA

RIJEKA - SPLIT - ZADAR

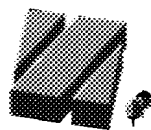
GOSPIĆ

SPECIJALIZIRANE PRODAVAONICE:

**ZAGREB, OSIJEK, RIJEKA, ZADAR, GOSPIĆ,
ĐAKOVO, NOVALJA, STARIGRAD/PAKLENICA**



Skladišno transportni kompleks - Jastrebarsko



G. P. Z A G O R J E

TEHNOBETON d.o.o.

V A R A Ž D I N P. MIŠKINE 49

telefon: 042/ 212 688, telefaks: 042/212 670

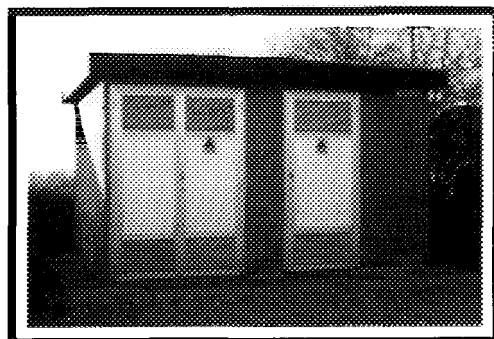
NAŠ PROGRAM ARMIRANOBETONSKIH PROIZVODA ZA ELEKTRODISTRIBUCIJU

- armiranobetonski okrugli stupovi za nisko i srednjenaponske
električne vodove

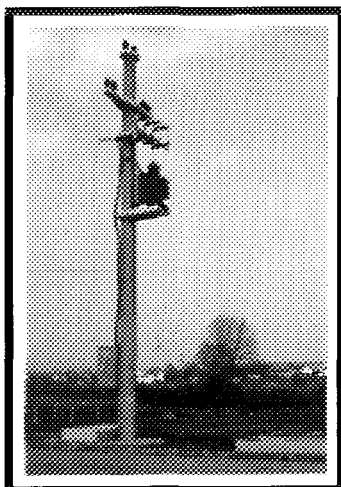
- armiranobetonski

pove

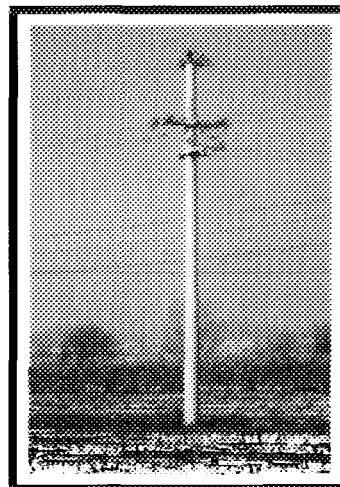
ce za postrojenja transformatorskih



TS MTS 12 (24)-630(1000)

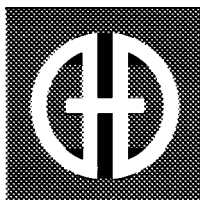


stupna transformatorska stanica



armiranobetonski stup

TRADICIJA - UGLED - KVALITETA



ĐURO ĐAKOVIĆ HOLDING d.d.

SLAVONSKI BROD HRVATSKA

35 000 SLAVONSKI BROD
Dr. Mile Budaka 1

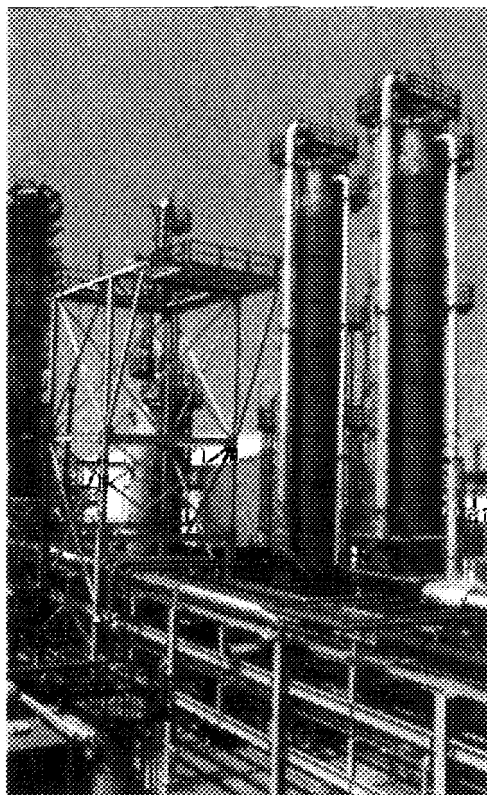
ĐURO ĐAKOVIĆ

Tel: +385 35/44 62 56

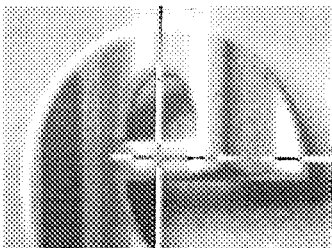
+385 35/44 58 98

Fax: +385 35/44 41 08

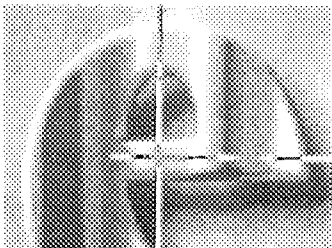
- ☐ **FINANCIJSKI I STRATEŠKI
HOLDING MANAGEMENT**
- ☐ **OPREMA ZA PROCESNU I
PETROKEMIJSKU INDUSTRIJU**
- ☐ **OPREMA ZA ENERGETIKU**
- ☐ **INŽENJERING**
- ☐ **MONTAŽA**
- ☐ **ELEKTROMONTAŽA**



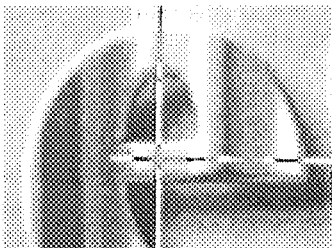
- VAŠ POUZDAN PARTNER -

EKON  RG

H O L D I N G

EKON  RG

H O L D I N G

EKON  RG

H O L D I N G

CJELOVITI SUSTAV GOSPODARENJA OTPADOM GRADA ZAGREBA

UREĐENJE RADNE PLOHE SMETIŠTA "JAKUŠEVEC"



▼
G E C A L S T H O M

INTERNATIONAL

From: JM TARNAUD

To :

Company :

Bottroper Straße 400

D - 45356 ESSEN

Tel. : (49) 201 86 67 667

Fax : (49) 201 86 67 666

Fax :

Copy :

Date :

Ref. Nr.:

Subjekt:

No. of pages :

(including this one)

Please notify us by phone, if transmission was not perfect

MAB CONSULTANTS S.A.

78, rue du Rhône • 1204 GENÈVE/Suisse • Téléphone (022) 310 10 00 • Télex 421629 army ch • Téléfax (022) 310 16 16

MAB CONSULTANTS S.A.

Branch office Zagreb

Gajeva 57

HR-10000 Zagreb

REPUBLIC OF CROATIA

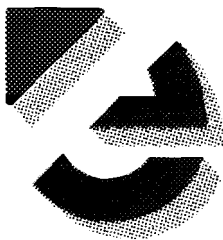
Tel.: 385.1.428 823

385.1.429 146

Fax: 385.1.428 821

MAB CONSULTANTS Geneve je autorizirana za poslove marketinga na područjima:

- Republike Hrvatske,
- Bosne i Hercegovine i
- Slovenije.



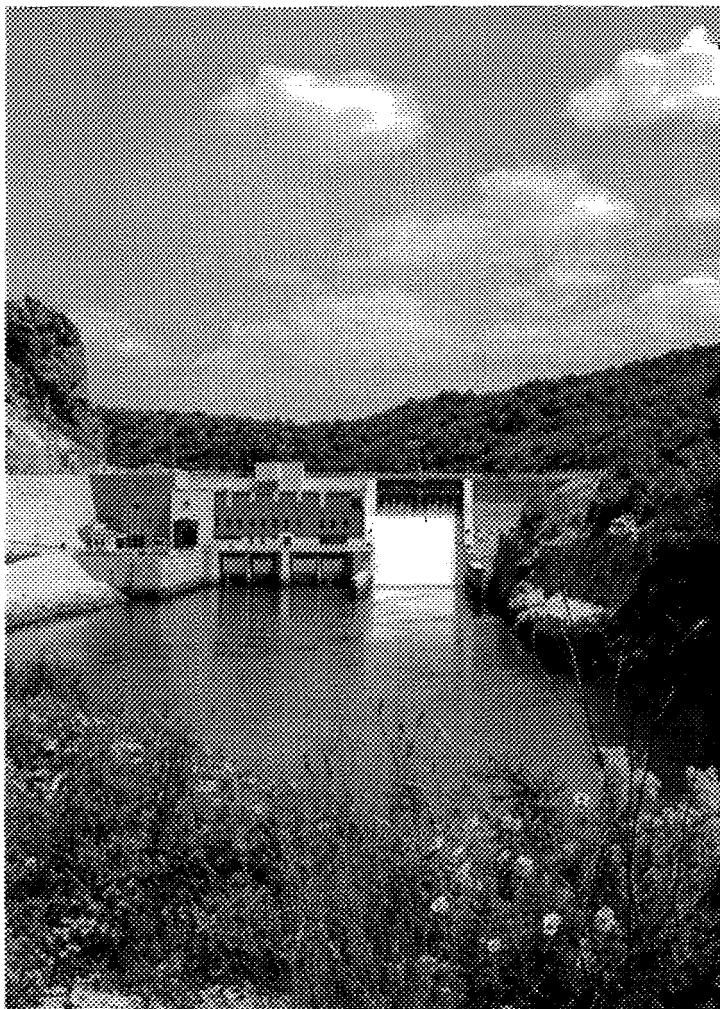
elektroprojekt d.d.

• projektiranje konzalting inženjering •

- vodoprivredne osnove
- višenamjensko korištenje voda
- sustavi navodnjavanja i odvodnje tla
- brane i akumulacije
- hidrotehnički tuneli i podzemne građevine
- hidroelektrane
- termoelektrane
- termoelektrane-toplane
- nuklearne elektrane
- javni i posebni objekti
- toplinske mreže
- industrijska postrojenja
- crpne stanice
- vodovodi i kanalizacije
- trafostanice i rasklopišta
- telekomunikacije
- automatizacija i upravljanje sustavima i procesima
- informacijski sustavi
- ekološki projekti
- nekonvencijalni izvori energije
- racionalizacija potrošnje
- revitalizacija postrojenja
- zbrinjavanje otpada

telefon: (01) 612 51 11
telefaks: (01) 53 05 04
(01) 33 65 88
(01) 53 56 99
teleks: 22179 elproz rh

**Ulica grada Vukovara 37
10000 ZAGREB, HRVATSKA**





ELKA d.d.
Utemeljena 1927. god.

TVORNICA ELEKTRIČNIH KABELA
HR-10000 ZAGREB, ŽITNJAK bb, P.P. 150
TELEFON: 01/23 32 200 TELEFAX: 01/22 38 98



PROIZVODNI PROGRAM



ENERGETSKI KABELI

- 1 kV s PVC i XLPE izolacijom
- 6 kV do 35 kV s XLPE izolacijom
- 1 kV do 35 kV s XLPE izolacijom u samonosivoj izvedbi

SAVITLJIVI I INSTALACIJSKI VODOVI I KABELI IZOLIRANI TERMOPLASTIMA

- energetski vodovi i kabeli
- automobilski vodovi

SAVITLJIVI I INSTALACIJSKI VODOVI I KABELI IZOLIRANI ELASTOMERIMA

BRODSKI KABELI

- s EPDM izolacijom i CR plaštom
- teško gorivi, s izolacijom i plaštom bez halogenih elemenata

KABELI I KONEKTORI ZA AERODROMSKE INSTALACIJE

TELEKOMUNIKACIJSKI KABELI

- telefonski kabeli s PE izolacijom
- telefonski kabeli s PVC izolacijom
- svjetlovodni kabeli

SIGNALNO-UPRAVLJAČKI, MJERNI I KABELI ZA INFORMATIČKE MREŽE

- signalno-upravljački s PVC izolacijom za napone do 1 kV
- mjerni s PE i XLPE izolacijom i PVC plaštom
- kabeli s svjetlovodnim i Cu vodičem kategorije 5 za lokalne informatičke mreže (LAN)

RUDARSKI KABELI

KABELI ZA ZAVARIVANJE

SPECIJALNI VODOVI I KABELI

- s LDPE, PA, PVC, EVA, PVDF, ETFE, Si, FEP i PFA izolacijom za radne temperature od + 70° C do + 260° C

KONFEKCIONIRANI KABELI I VODOVI

- kabelski setovi i priključci raznih namjena
- spiralni kabeli

LAKIRANA ŽICA

ALUMINIJSKA, ALU-ČELIČNA I UŽAD OD ALUMINIJSKIH LEGURA

ZAŠTITNA UŽAD SA SVJETLOVODNIM NITIMA (OPGW)

ČELIČNA UŽAD I PRIVEZNICE ZA DIZALICE, BRODOVE I DRUGE NAMJENE

IZOLACIJSKI MATERIJALI

- umreživi polietilen (XLPE)

ZAŠTIĆENA IMENA:

Elkalex-1, ELKEN, ELTEG, ELNAC, AKS, AKP/3



FABRIQUE DE CABLES ELECTRIQUES - ELECTRIC CABLE WORKS - FABRIK ELEKTRISCHER KABEL

TEP

d.d. zagreb - tvornice elektrotehničkih proizvoda

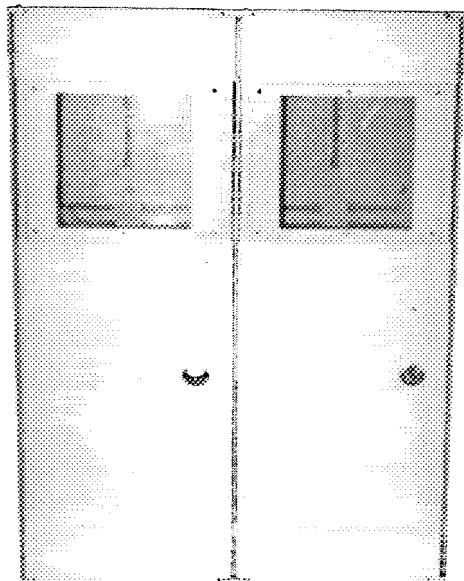
10090 ZAGREB, Medarska 69 - Telefon: 01/ 182-222, Telefax: 01/ 156-539

TEP ENTEL

Manager

Tel. 182-209

Fax. 182-373



KABELSKI PRIBOR

Prodaja 182-312

182-381

Tehnička služba 182-326

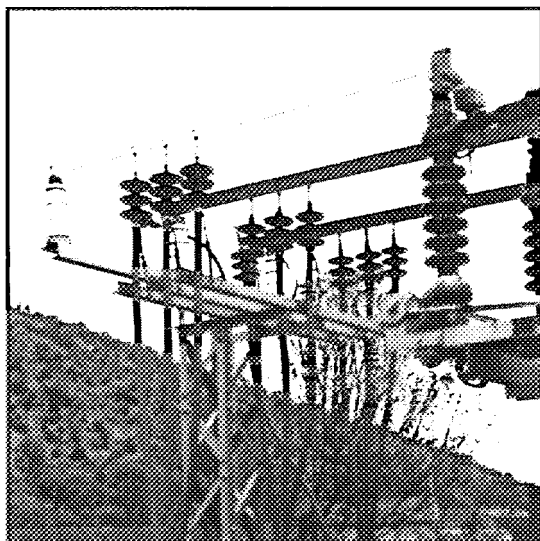
182-360

ENERGETIKA

- kableske glave 1-35 kW
- kableske spojnice 1-35 kW
- kućni priključni ormarići
- samostojeći ormari
- alat i pribor za spajanje vodiča

TELEFONIJA

- toploskupljajuće spojnice
- zaljevne spojnice
- izvodni i završni ormari i ormarići
- alat i pribor za spajanje vodiča



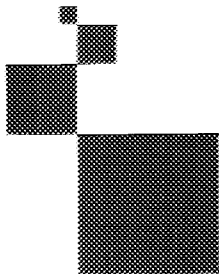
Prodaja 182-261

182-357

Tehnička služba 182-261

182-285

- EX svjetiljke
- EX razvodni uređaji
- EX signalni uređaji
- EX sklopni aparati
- EX razvodne kutije, razvodišta
- EX upravljačke kombinacije
- EX priključni pribor



Energetski institut "Hrvoje Požar" d.o.o. Zagreb / Hrvatska

ENERGETSKI INSTITUT "HRVOJE POŽAR"

Energetski institut "Hrvoje Požar" je stožerna znanstvena i stručna institucija u području globalnog planiranja energetskeg sustava i njegovih podsustava.

Znanstvena i stručna istraživanja s područja energetike na državnoj i lokalnoj razini obuhvaćaju:

- potrošnju svih oblika energije u svim sektorima potrošnje, bazu podataka i statistiku potrošnje energije, analize potrošnje u prošlosti i predviđanja za budućnost, analize odnosa i zakonitosti potrošnje energije (ukupno, po svim oblicima i po sektorima, regionalni razvoj potrošnje energije, publiciranje energetskeg bilanci itd.);
- gospodarenje energijom, analize učinkovitosti korištenja energije po sektorima i velikim potrošačima, predlaganje mjera, praćenje realizacije programa racionalnog gospodarenja energijom;
- razvoj energetskeg sustava i njegovih podsustava (električna energija, plin, naftni derivati), tehnološke i financijske probleme razvoja, podloge za planiranje korištenja prostora, zaštitu okoliša pri gradnji i korištenju energetskeg postrojenja;
- obnovljive izvore energije, analize, planiranje, poticanje, populariziranje;
- ekonomske odnose u energetskeg sustavu, politiku cijena, tarifnu, poreznu i carinsku politiku itd.;
- korištenje energetskeg sustava i njegovih podsustava, analize, razvoj metoda i modela, izobrazba kadrova.

Energetski institut "Hrvoje Požar" nositelj je projektnog zadatka PROHES (Razvoj i organizacija energetskeg sektora Hrvatske), koji bi Vladi Republike Hrvatske trebao dati smjernice za pokretanje ekonomskih, političkih, zakonskih i tehničkih mjera, neophodnih za brz i kvalitetan razvoj energetskeg sektora.

Osnivači Energetskeg instituta "Hrvoje Požar" su Republika Hrvatska (Ministarstvo znanosti i tehnologije i Ministarstvo gospodarstva), Hrvatska elektroprivreda i Industrija nafte. Institut ima 33 zaposlenih, od čega 7 doktora i 8 magistara znanosti.

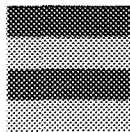


The art of being local, worldwide

Asea Brown Boveri d.o.o.
Trg J.F.Kennedyja 7
HR - 10 000 Zagreb
tel.: 01/233 53 55, faks: 01/228 836

ABB Tvornica energetskeg postrojenja d.o.o.
Mala Švarča 155
HR - 47 000 Karlovac
tel.: 047/665 200, faks: 047/335 957





Hotel Dubrovnik

Centrum CROATIA

Vas pozdravlja i poziva

na

PLESNE VEČERI

četvrtkom i petkom

zabavite se uz veselu muziku u ugodnom ambijentu

DVORANE CENTRUM

Dragi gosti Zagreba,

naš poziv je

PROVEDITE

VIKEND U ZAGREBU

(petak, subota i nedjelja)

*U cijeni naše dvoposteljne sobe uključeni su doručak,
i jedan obrok po Vašoj želji (ručak ili večera)*

D O B R O D O Š L I I I



- INDUSTRIJA NAFTE d.d. ZAGREB, HRVATSKA

INA – Industrija nafte Zagreb je dioničko društvo, koje u svom sastavu ima slijedeće djelatnosti: istraživanje i proizvodnju nafte i plina, rafinerijsku preradu u rafinerijama Rijeka, Sisak i Zagreb i prodaju rafinerijskih proizvoda na veliko, te trgovinu. INA d.d. Zagreb u svom vlasničkom portfelju s pretežnim udjelom drži djelatnosti proizvodnje mineralnih gnojiva, petrokemikalija, projektno-inženjersku djelatnost, turizam, poduzeća i predstavništva u svijetu. S ovim ovisnim društvima INA d.d. čini INA-GRUPU u kojoj je zaposleno 26.000, a u INI d.d. 17.500 djelatnika.

U 1995. godini postigli smo slijedeće rezultate:

- proizveli smo 1,7 milijuna tona nafte i plinskog kondenzata, te 1,7 milijardi m³ prirodnog plina. Uvezli smo 274 milijuna m³ plina, te tržištu isporučili 2 milijarde m³;
- preradili smo 4,9 milijuna tona nafte za vlastite potrebe, 404 tisuće tona za inozemne partnere i proizveli 4,6 milijuna tona naftnih derivata, od čega smo na domaće tržište isporučili 2,7 milijuna tona;
- proizveli smo 35.000 tona maziva, od čega 19.000 tona motornih ulja i 17.000 tona industrijskih maziva;
- proizveli smo 407.000 tona različitih petrokemikalija, od čega smo 89 posto isporučili na inozemno tržište;
- proizveli smo 1,1 milijun tona različitih vrsta mineralnih gnojiva, od čega smo oko 65 posto izvezli na strano tržište;
- u naš razvoj uložili smo 135 milijuna USD, od čega se najveći dio odnosi na INA d.d. (i to na istraživanje nafte i plina 79 milijuna USD, na rafinerijsku preradu 32 milijuna USD, te 12 milijuna USD na trgovinu. Ostatak se odnosi na društva kapitala u INA-Grupi);
- naš vanjsko-trgovinski promet iznosio je 1,6 milijardi USD, od čega se na uvoz odnosi 874 milijuna USD, a izvoz 791 milijuna USD.

Unatoč dobrim proizvodnim rezultatima u uvjetima suženog domaćeg tržišta, zbog posljedica ratnih šteta na našim postrojenjima, sudjelovanja u obnovi i rekonstrukcijama, rješavanja financijskih i ostalih otvorenih stavki iz prethodnih godina, ostvarili smo u INA-Grupi gubitak u poslovanju u iznosu od 1,2 milijarde kuna (230 milijuna USD). Iskazani rezultat odnosi se na gubitak u poslovanju, te na ispravke vrijednosti potraživanja od brodogradnje i ukalkulirane kamate za INA-Petrokemiju Kutina i DINU Omišalj (240 milijuna kuna), te ispravak vrijednosti potraživanja od kupaca i plasmana iz ranijih godina (234 milijuna kuna). Poslovi koje smo pokrenuli na financijskom i poslovnom restrukturiranju osnovnih djelatnosti INE pokazat će vidljive rezultate tek u slijedećim godinama.

Svjesni činjenice da postupno dolazi do oporavka hrvatskog gospodarstva i nas kao njegovog značajnog dijela, u Planu poslovanja za 1996. godinu planirali smo proizvodnju nafte i kondenzata od 1,7 milijuna tona, prirodnog plina 1,9 milijardi m³, derivata nafte 4,7 milijuna tona, mineralnih gnojiva 1,3 milijuna tona, te petrokemikalija od 451.000 tona. Izvoz planiramo u iznosu od 917 milijuna USD, a uvoz 971 milijuna USD, čime bi s 94% ostvarili pokrivenost uvoza izvozom, a dakako i pozitivniji financijski rezultat u poslovanju INA-Grupe i INA d.d. za 1996. godinu.

U našoj poslovnoj strategiji temeljitu pažnju poklanjamo restrukturiranju INE, koje smo etapno postavili. Do sada smo proveli pravno i organizacijsko restrukturiranje, a sada se nalazimo u procesu restrukturiranja poslovnih aktivnosti u financijskom restrukturiranju. Svrha svih ovih zadaća je da INA postane značajnom srednjoeuropskom naftnom kompanijom i da svoje dionice, nadamo se već 1999. godine, može ponuditi na londonskoj i ostalim burzama.

Zahvaljujući našim stručnjacima, svim zaposlenima, poslovnim partnerima, a nadasve našim kupcima, duboko sam uvjeren da ćemo uspješno ostvariti sve zacrtane ciljeve.