



HR0000020

Mr.sc. Juraj Kurek, dipl. ing.  
Elteh, d.o.o.  
Rijeka, Hrvatska

## **USPOREDBA DOBAVE ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ TERMoeLEKTRANE I ALTERNATIVNIH IZVORA NA JADRANU**

### ***Sažetak***

Jadransko priobalje, zaobalje i otoci najpogodnija su područja u RH gdje se mogu postići poželjni efekti u realizaciji alternativnih rješenja za dobavu energije kao zamjena za dobavu električne energije iz termoelektrane na ugljen, kako sa stajališta energetske tako i financijskih rezultata.

Troškovi ulaganja u termoelektoranu od 100 MW poslužili su za procjenu efekata koji bi se dobili ulaganjem u alternativna rješenja (sunce, vjetar, male hidroelektrane i biomasa), kao i racionalizaciju potrošnje i uštedu postojećih energenata.

Unatoč činjenici da se alternativni programi mogu provoditi parcijalno, da se ulaganja mogu financirati iz ušteta, bez sustavnog rješenja financiranja na razini zemlje ne mogu se očekivati značajniji rezultati.

## **ELECTRICITY SUPPLY FROM THERMAL POWER PLANTS AND ALTERNATIVE SOURCES AT THE ADRIATIC COAST**

### ***Abstract***

The Croatian coastline with its numerous islands offers the most appropriate region in the whole of Croatia for the realisation of energy supply from alternative sources as a substitute for the electricity supplied from coal-driven thermal power plants, not only from the point of view of energy but also financial results.

Investment costs of a 100 MW thermal power plant served for the estimation of results which would be achieved with the introduction of alternative sources (the sun, small hydro power plants and biomass) as well as for the rationalisation of consumption and savings of the existing energy sources.

The alternative programmes can be conducted partially and the investments financed from savings. However, without a systematic solution for the whole country no significant results can be expected.

## 1. UVOD

Ovaj rad želi usporediti mogućnosti koje mogu pružiti troškovi ulaganja (gradnja, prijenos, distribucija i gubici) za opskrbu korisnika električnom energijom iz termoelektrane na ugljen s mogućnostima koje pružaju ulaganja za povećanje energetske efikasnosti i dobivanje energije iz alternativnih izvora.

Pri analizi potrebno je usporediti sve efekte u rješavanju energetske problema, zaštite okoliša i upošljavanja.

Veliki energetske objekti imaju smisla samo u onim područjima gdje postoji odgovarajuća potrošnja energije, jer oni proizvode energiju samo ukoliko država socijalizira ogromne ekološke, gospodarske i druge štete koje oni prouzrokuju.

Nasuprot tomu, sunce, vjetar, biomasa, male hidroelektrane, geotermalna energija, a pogotovo efikasno korištenje energenata mogu biti prihvatljiva energetska alternativa za treće tisućljeće. Naša jadranska obala je rijetko naseljena, što vrijedi posebice za otoke, ali i za znatna područja u priobalju i zaobalju. U takvim područjima velika energetika nema što ponuditi, osim ekološke zagađenosti i devastacije prostora.

Cijelo razmatranje uzima za temelj troškove izgradnje termoelektrane od 100 MW, uz troškove gradnje od 2.000 USD/kW i to samo radi dobivanja razmjera troškova koji se kreću u tim okvirima.

## 2. KARAKTERISTIKA PROIZVODNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE U RH

### 2.1. Današnje stanje

Proizvodnja električne energije u RH u 1997., prema izvorima proizvodnje, bila je:

	GWh	%
▪ HIDROELEKTRANE	5.298,3	54,71
▪ TERMOELEKTRANE	2.969,9	30,67
▪ JAVNE I IND. TOPLANE	1.415,8	14,62
▪ ALTERNATIVNI IZVORI	-----	-----
<b>UKUPNO</b>	<b>9.684,0</b>	<b>100,00</b>

Kratka karakteristika:

- Centralizirani – veliki sustavi sudjeluju s 85,38%,
- Decentralizirani sustavi (javne i industrijske toplane) sudjeluju s 14,62%,
- Alternativni izvori, kao decentralizirani sustavi, ne pojavljuju u godišnjem pregledu ENERGIJA U HRVATSKOJ 1993.-1997., premda postoje određeni instalirani kapaciteti.

## **2.2. Elektroenergetska situacija u budućnosti**

Elektroenergetičari zemalja EU ukazuju na sljedeće tendencije – smjerove kretanja: uštedu energije i zaštitu okoliša koja će se integrirati u strategiju elektroprivrede, liberalizaciju tržišta elektroenergetike.

Današnja situacija u RH je u stvarnosti daleko od navedenih kretanja, no ubrzo će se morati početi prilagođavati, što bez mogućnosti decentraliziranih (alternativnih sustava) nije moguće. Područje jadranske obale, priobalja, zaobalja i otoka svojim položajem i svojim resursima, najpogodnije je da se ozbiljno krene tim putem.

## **3. DOBAVA ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ TERMOELEKTRANE**

Troškovi opskrbe krajnjeg korisnika električnom energijom izgradnjom termocentrale sadrže:

- troškove izgradnje (izgradnja elektrane, prienos, distribucija, gubici električne energije),
- troškove energije (proizvodni troškovi i gubici),
- troškove ekozaštite (7-9%),
- troškove pogona i održavanja (3% od investicije).

Troškovi izgradnje termoelektrane na ugljen kreću se od 1.200 do 2.000 USD/kW, na temelju studija za TE od 385 MW na Jadranu. Uzimajući kao temelj za ovaj rad TE od 100 MW, računat će se s 2.000 USD/kW. TE od 100 MW uz godišnji rad od 25% vremena daje 216 GWh električne energije po cijeni od 50 USD/MWh.

## **4. ALTERNATIVNE MOGUĆNOSTI**

Ušteda energije i zaštita okoliša se sve više traži i u tome se razvija jedno značajno tržište budućnosti. Kao alternativne mogućnosti dobave energije zato, osim klasičnih alternativnih izvora, pribrajamo i UŠTEĐENU ENERGIJU. "EKOLOŠKI VATI" zamjenjuju proizvedenu energiju jer ih ne treba proizvesti, a korisnici su zadovoljeni. Isporuka čiste energije će samo djelomično određivati tržišta budućnosti (centralni sustavi). Prednost će imati uslužne djelatnosti koje rade na području štedljive i prirodi sklone uporabe energije. Zato što je racionalizacija prvenstveno način razmišljanja, a potom ponašanje, potrebno je uložiti mnogo vremena, truda i sredstava da se na tom putu učine maleni koraci u smjeru ostvarivanja zacrtanih ciljeva i programa.

Realne alternativne mogućnosti u okvirima našeg razmatranja su:

- racionalizacija potrošnje energenata,
- korištenje sunčeve energije za dobivanje tople potrošne vode i grijanja (NT),
- male hidroelektrane vjetroelektrane,
- korištenje biomase i bioplina (OTPAD).

Da bi se uvidjelo što se može, iz raspoloživih sredstava (investicijski troškovi TE) načiniti, potrebno je postaviti okvirne troškove pojedinih izvora (DEM/kW) i okvirne cijene dobivene energije (Dem/kWh) kao globalnu orijentaciju.

## **Cijene električne energije**

Pri izboru izvora ekonomičnost proizvodnje energije jedan je od najvažnijih elemenata. Važni su i drugi čimbenici koji se temelje na prihvaćenoj energetskej dugoročnoj strategiji i prihvaćenim općim gospodarskim pravcima razvitka. Osim toga, na odluke utječu:

- međunarodni odnosi,
- međudržavni odnosi,
- učinci na okoliš.

S obzirom da su navedeni odnosi kod nas nejasni, dugoročno nedefinirani, ostajemo na:

- ekonomskim usporedbama,
- usporedbama učinaka koji se odnose na područje koju razmatramo: područje jadranskog priobalja i otoka.

Orijentacioni troškovi ulaganja u pojedina postrojenja su:

	USD/kW
▪ parni kotao na ugljen	1.150 – 1.430
▪ plinske turbine	340
▪ velike hidroelektrane	1.840 – 2.760
▪ male hidroelektrane	1.150 – 3.450
▪ vjetar uz obalu	1.200

Troškovi proizvodnje električne energije za pojedine izvore kreću se oko ovih iznosa:

▪ male hidroelektrane	20	USD/MWh
▪ vjetar	50	USD/MWh
▪ sunce	150	USD/MWh
▪ sagorivi otpaci	225	USD/MWh
▪ šumski otpad	115	USD/MWh
▪ parni kotlovi na ugljen	58	USD/MWh
▪ današnji ekonomski limit	50	USD/MWh (9 Pf/kWh, tj. 0,36 kn/kWh)

U prosječnim okolnostima troškovi proizvodnje energije su oko 60% cijene energije na mjestu potrošnje.

## **5. PREGLED MOGUĆIH ULAGANJA S UČINCIMA**

Od svih navadenih mogućnosti alternativnih izvora u bližoj ili daljnjoj budućnosti, u ovom trenutku najrealnije je obraditi:

- učinkovito korištenje energije,
- korištenje sunčeve energije za pripremu tople potrošne vode (NT – sustavi),
- korištenje energije vjetra,
- biomasu,
- male hidroelektrane

kao orijentaciju koja se može prema potrebi proširiti i na ostale mogućnosti izvora energije.

Za navedene izvore karakteristične su sljedeće veličine:

Izvori	Inv. trošak (DEM/kW)	Cijena energije (DEM/kWh)
Učinkovito korištenje	1.110,00	
Sunčeva energija	1.000,00	0,060
Vjetar	2.179,00	0,112
Biomasa	1.300,00	0,112
Male hidroelektrane	2.000,00	0,050

Uzimajući troškove izgradnje termoelektrane od 100 MW u iznosu od 364 milijuna DEM kao temelj, pretpostavit ćemo ove postotke ulaganja u pojedine dijelove alternativnog programa:

TERMOELEKTRANA 100 MW	364.000.000 DEM
30 % - učinkovito korištenje	109.200.000 DEM
30 % - sunce NT - sustavi	109.200.000 DEM
20 % - male hidroelektrane	72.000.000 DEM
10 % - vjetar	36.400.000 DEM
10 % - biomasa	36.400.000 DEM

U nastavku će se pokušati procijeniti što se tim sredstvima može učiniti na alternativnom programu, uz pretpostavku da raspoložemo s dovoljno resursa i potencijala za uštede (struje, vode, goriva).

#### **Učinkovito korištenje resursa:**

U ovom razmatranju dani su detaljniji podaci samo za uštedu električne energije i za korištenje energije sunca za pripremu tople potrošne vode, s obzirom da su to područja koja su danas najzanimljivija za ulaganja.

#### **5.1. Električna energija**

U ovom razmatranju uzete su u obzir mogućnosti uštede električne energije (kWh, kW<sub>max</sub>).

##### **UŠTEDA EL. ENERGIJE (5%)**

Ulaganje: 10.920.000 DEM

Ušteta: 25,1 MWh/god.

##### **UŠTEDA NA VRŠNOJ SNAZI (20%)**

Ulaganje: 98.280.000 DEM

Ušteta: 50,0 kW/po sustavu/mjes.

Ulaganje po sustavu: 50.000 DEM

Broj sustava: 1965

Smanjenje kW<sub>max</sub> : 98,3 MW/mjes.

## 5.2. Sunčeva energija

Ulaganje:	109.200.000	DEM
Ulaganje po m <sup>2</sup> kolektora:	1.000	DEM
Površina kolektora:	109.200	m <sup>2</sup>
Dobivena energija:	1.000	kWh/m <sup>2</sup> /god.
Dobivena energija:	109,2	GWh/god.

### Pregled ulaganja i efekata

Opis	ras.sred. DEM	DEM/kW	MW	t(h)	GWh	DEM/kWh
▪ Racionalizacija	109.200.000	1.110	182	2.800	280	0,080
STRUJA (kWh)	10.920.000	----	----	----	----	0,025
STRUJA (kW)	98.280.000	1.000	22,9	----	----	----
▪ Sunce (NT)	109.200.000	1.000	109,2	1.400	152	0,060
▪ Male HE	72.800.000	2.000	36	1.000	36	0,050
▪ Vjetar	36.400.000	2.179	16,7	1.000	16,7	0,112
▪ Biomasa	36.400.00	1.300	28	1.000	28	0,112
<b>UKUPNO</b>	<b>364.000.000</b>		<b>379,1</b>	<b>512,7</b>		
<b>TE</b>	<b>364.000.000</b>		<b>100,0</b>	<b>216,0</b>		<b>0,080</b>

## 6. USPOREDBE

### 6.1. Usporedba energetske učinkovitosti

Uzimajući prikaze iz POPISA EFEKATA s rezervom, ipak je i u najpesimističnijoj varijanti jasno vidljivo:

- da se ulaganjem u TE od 100 MW dobiva el. energija od 216 GWh/god. (računajući s prosječnim radom TE od 2.800 h, kao u RH 1997.),
- da se istim ulaganjem može "pokriti" 371,9 MW, dakle 3,71 puta veća snaga,
- da se može "pokriti" 512,7 GWh el. energije, dakle  $512,7/216 =$  oko 2,5 puta više energije,
- da se cijene te el. energije kreću od 0,050 do 0,112 DEM/kWh, prema 0,080 DEM/kWh iz TE.

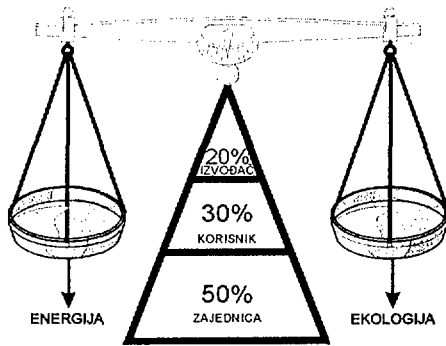
### 6.2. Problematika financiranja

Unatoč jasno vidljivim energetske prednostima, problematika financiranja je najteži problem, jer financirati jedan objekt s velikim iznosom je jedan problem, a financirati alternativna rješenja je sasvim drugi.

Financiranje alternativnih rješenja mora počivati na piramidi interesa koja će obuhvatiti:

- energetske politiku – opskrbu,
- zaštitu okoliša – smanjenjem zagađenja zraka,
- zaposlenje lokalnog stanovništva,
- smanjenje uvoza goriva (ugljen, nafta, plin).

Poželjni raspored financiranja prema interesu prikazuje ova slika:



Treba pri tome napomenuti da financiranje energetske učinkovitosti može biti izravno vezano uz uštede ostvarene u svakom projektu, dok se financiranje zaštite okoliša i uvođenje sunčevih kolektora (obnovljivih izvora energije) mora financirati, promatrajući dugoročne interese, pretežito od strane šire zajednice.

### 6.3. Usporedba popratnih učinaka

S obzirom da se u ovom radu želi dati usporedba opskrbe za oba sustava, potrebno je navesti osnovne karakteristike popratnih učinaka za centralistički i decentralistički pristup opskrbi električnom energijom.

#### **Centralistički ili "tvrdi" put karakterizira:**

- sustav tvrdih tehnologija (neobnovljivi izvori), centralno se upravlja i odluke su u rukama birokratske, političke i tehničke elite kojima su građani potpuno prepušteni,
- počiva na nekoliko skupih, visokokompliciranih i nepreglednih tehnologija,
- veliki je sigurnosni rizik za ljude i okoliš,
- počiva na uvozu goriva (ugljen, nafta, plin),
- centralno financiranje.

#### **Decentralistički put ili sustav "meke" tehnologije karakterizira:**

- počiva na prirodi, okolišu i ljudima,
- koristi trajna, prijateljska energetska strujanja u prirodi (sunce, vjetar, voda, bioenergija),
- koristi "ekološke vate" koji su ušteđeni,
- počiva na jednostavnim preglednim tehnologijama koje mnogi ljudi mogu primijeniti i nadzirati,
- veličina i prostorna podjela koji su prilagođeni konačnom korisniku,
- po kvaliteti energije prilagođeni su potrebama krajnjeg korisnika,
- proizvode decentraliziranu energiju, a opskrba se sastoji od mnogo uvijek skromnih dijelova koji osiguravaju visok stupanj sigurnosti.

## **7. ZAKLJUČCI**

1. Svi raspoloživi resursi na jadranskom priobalju, zaobalju i otocima pružaju mogućnosti opskrbe energijom na alternativan način, umjesto električne energije iz TE od 100 MW, uz ista ili čak i manja financijska sredstva.
2. Racionalizacija potrošnje energenata i uštede u troškovima koje oni stvaraju, značajno mogu potpomoći ostvarenje zamisli u točki 1.
3. Osnovna prepreka za realizaciju su financijske konstrukcije sa svim prednostima i manama za pojedine sudionike kako "tvrdog" programa tako i alternativnih izvora.
4. Financiranje alternativnih programa mora biti temeljeno na općim interesima. Olakšavajuća okolnost je u tome da se programi mogu provoditi parcijalno, da se ulaganja većim dijelom mogu financirati iz otplata uz potporu, u raznim oblicima, inicijalnih sredstava za realizaciju prvog stupnja ulaganja.
5. U širem kontekstu državne politike treba imati u vidu da decentralizirani, lokalni sustavi omogućavaju znatnu zaposlenost, a također i svjetske trendove kod kojih zaštita okoliša, uz opskrbu iz alternativnih izvora i učinkovito korištenje energije, sve više dolazi do izražaja.

## **LITERATURA**

- [1] "Energija u hrvatskoj 1993.-1997.", Ministarstvo gospodarstva RH 1998.
- [2] "Strategija energetskog razvoja RH", Ministarstvo gospodarstva RH i EI "Hrvoje Požar" 1998.
- [3] Prof. dr. Natko Urli, dipl. ing. : "Obnovljeni izvori energije u Hrvatskoj", 2. FORUM HED-a 1993.
- [4] B. Franković, B. Hrastnik, Lj. Miščević, N. Urli: "Solarni ogledni projekti za jadransko priobalje i otoke", Energy and Environment 1998.
- [5] Prof. dr. Dietmar Winje: "Tržište budućnosti: ušteda energije", Strompraxis 2/95