

CURRICULUM VITAE**Vladimir Potočnik**

Address: D. Golika 38,
Zagreb, Croatia
Tel. ++385 (0)1 3665 205
e-mail:
vladimir.potocnik@zg.t-com.hr

Born in Travnik in 1936. In 1960 graduated from the Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture in Zagreb, where he won a master's degree in 1975. He speaks English, German, French and Russian language.

From 1960 to 2001 he was employed with Elektroprojekt Zagreb, and participated in and lead more than one hundred projects in Croatia (waste-fired CHP Plant Zagreb, Combined Thermal Power Plant Jertovac, CHP Zagreb, Nuclear Power Plant Prevlaka, etc.) and abroad (Diesel-operated power plant Lesvos Greece, Thermal Power Plant Kandla India, Hydro Power Plant Martinsville USA, Thermal Power Plant Al Shemal Iraq, Nuclear Power Plant Krško Slovenia, etc.). He initiated a number of projects in Croatia (revitalisation of thermal power plants, cogenerations, renewable energy sources, etc.). He participates in defining waste management strategy and legislation in Croatia, drawing up the National Energy Program BIOEN and the First National Communication of the Republic of Croatia to the UNFCCC. He is active in the Committee for Environmental Impact Assessment appointed by the of the Ministry of Environmental Protection and Physical Planning.

Published more than 60 papers in professional publications and proceedings of the meetings.

Author of two books:

- Obrada komunalnog otpada – Svjetska iskustva, 1997. (Municipal Waste Treatment – Global Experience)
- Obnovljivi izvori energije i zaštita okoliša u Hrvatskoj, 2002. (Renewable Energy Sources and Environmental Protection in Croatia)

Translated the book: J. Skitt, 1000 Terms of Waste Management, 1995.

Mr. sc. Vladimir Potočnik
Zagreb, Hrvatska

NEISKORIŠTENI ENERGETSKI RESURSI REPUBLIKE HRVATSKE

Sažetak

Hrvatska ima vrlo skromne resurse fosilnih goriva i relativno velike neiskorištene resurse za povećanje energetske učinkovitosti i korištenje obnovljivih izvora energije. Energetska ovisnost o uvozu je blizu 60 posto i stalno raste, povećavajući već ozbiljan inozemni dug Hrvatske. Iskorištavanjem potencijala tih resursa do 2020. godine Hrvatska bi mogla gotovo potpuno eliminirati uvoz fosilnih goriva, smanjiti inozemni dug i štetne utjecaje energetike na okoliš, klimu i zdravlje, te povećati domaće zapošljavanje.

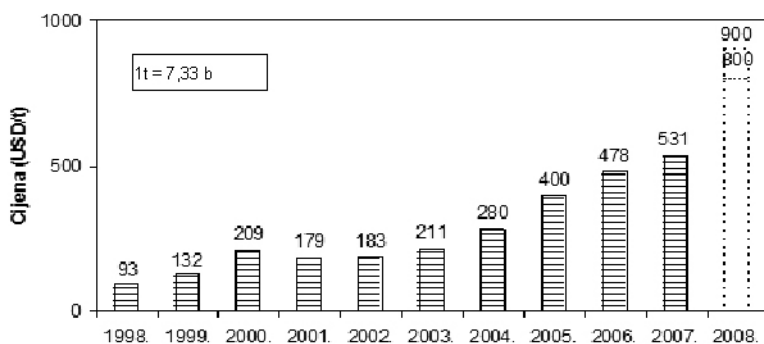
UNUSED ENERGY RESOURCES OF THE REPUBLIC OF CROATIA

Abstract

Croatia has very modest fossil fuels resources and relatively large unused potentials of increasing energy efficiency and renewable energy sources. Energy import dependency is close to 60 percent and constantly rising, thus increasing already considerable Croatian foreign debt. By using potential of these resources until the year 2020 Croatia could almost totally eliminate fossil fuels import, reduce foreign debt as well as energy systems' harmful influences on environment, climate and health, and increase domestic employment.

1. UVOD

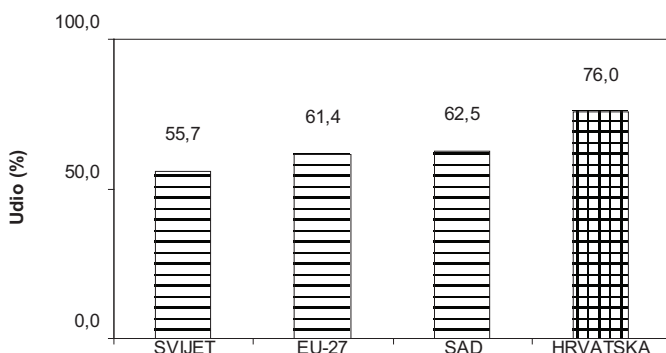
Suvremena energetika s dominantnom ulogom fosilnih goriva (ugljen, nafta, prirodni plin) negativno utječe na nacionalnu sigurnost većine zemalja. Razlozi tome leže u stalnom oscilirajućem rastu cijena tih goriva (slika 1), njihovom utjecaju na klimatske promjene, onečišćenje okoliša i narušavanju ljudskog zdravlja te u izazivanju brojnih ratnih sukoba.



Slika 1. Uvozne cijene nafte Brent (1)

U posljednjih deset godina aktualne cijene nafte na svjetskom tržištu gotovo su se udeseterostručile, što je rast daleko veći od inflacije i devalvacije američkog dolara. U proljeće 2008. čak su jednog trenutka dostigle rekordnih 1060 USD/t (145 USD/b). Uvozne cijene prirodnog plina i ugljena prate rast cijena nafte s određenom zadržkom i u nešto manjim iznosima.

Hrvatska energetika je pretjerano ovisna o nafti i plinu (slika 2).



Slika 2. Udio nafte i plina u potrošnji primarne energije 2005. (1)

Po udjelu sve rizičnijih i skupljih goriva nafte i prirodnog plina Hrvatska je znatno iznad prosjeka svijeta (36%), EU-27 (24%) i SAD (22%). U Hrvatskoj je energetska ovisnost o uvozu u 2005. bila 59 posto iznad prosjeka EU-27 (oko 52%), a i dalje raste.

Vanjskotrgovinski robni deficit Hrvatske neprestano raste i dostigao je 2007. oko 10 milijardi eura (oko 15 milijardi USD), a inozemni dug je narastao na 35 milijardi eura (blizu 8000 EUR-a po stanovniku ili oko 23000 EUR-a po zaposlenom), čemu je najviše doprinio sektor energetike.

Sve su to dovoljni razlozi da se Hrvatska počne preusmjeravati s uvoza energije na povećano iskorištavanje svojih neiskorištenih energetske resursa, i to:

- povećanje energetske učinkovitosti (uštede energije)

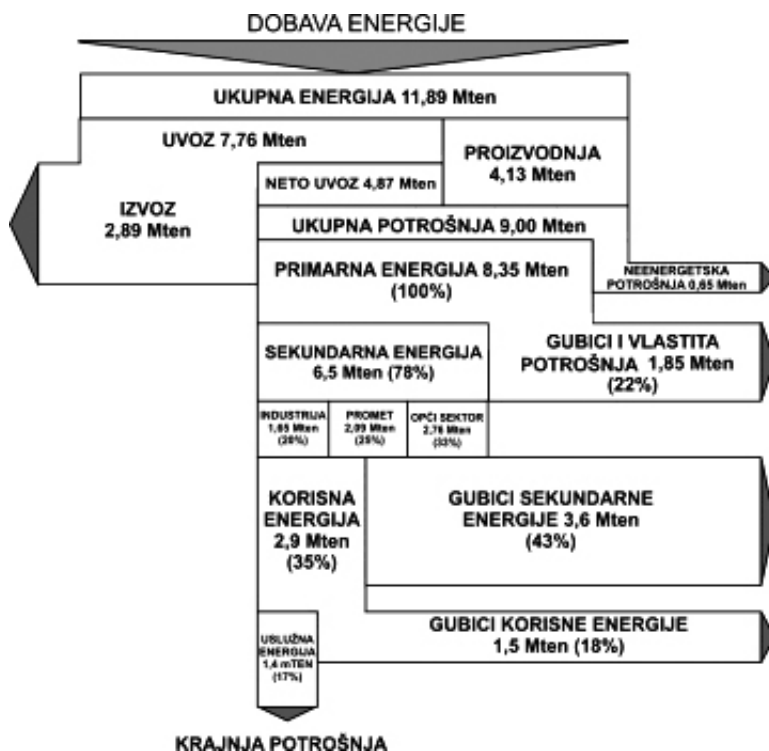
- korištenje obnovljivih izvora energije i
- preostalih fosilnih goriva

Većim iskorištavanjem domaćih energetske resursa ne samo što se smanjuje energetska ovisnost i vanjskotrgovinski deficit, nego se postižu i drugi pozitivni učinci kao što su:

- povećanje energetske i nacionalne sigurnosti
- povećano domaće zapošljavanje i osposobljavanje domaće industrije za izvoz
- bolji izgledi za regionalni i ruralni razvoj
- lakše ispunjavanje obveza iz Kyoto protokola o ublažavanju klimatskih promjena i
- smanjenje štetnih emisija u okoliš

2. POVEĆANJE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

Hrvatski energetske sustav sadrži brojne gubitke energije, čijim smanjivanjem se može postići povećanje energetske učinkovitosti (slika 3).



Slika 3. Sankeyev dijagram toka energije za Hrvatsku 2006. (2)

Pojednostavljeni Sankeyev dijagram toka energije za Hrvatsku pokazuje da se od ukupne primarne energije svega oko 17 posto koristi kao uslužna energija za zadovoljavanje energetske potreba krajnjih potrošača. Znači da se čak oko 83 posto primarne energije gubi u pretvorbama i transportu energije.

Smanjenje gubitaka energije može se postići iskorištavanjem potencijala ušteda sekundarne i primarne energije.

2.1. Potencijal ušteda sekundarne energije

U svim sektorima potrošnje energije (industrija, promet i opći sektor) postoje znatni potencijali ušteda energije primjenom uglavnom poznatih i provjerenih postupaka i tehnologija (tablica 1).

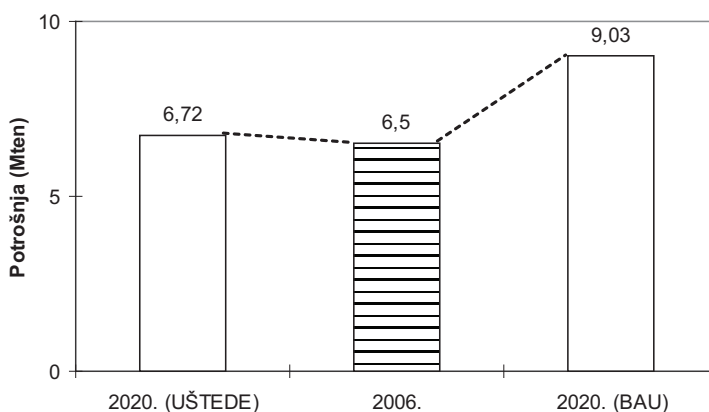
Tablica 1. Procjena potencijala uštede sekundarne energije u sektorima potrošnje Hrvatske (3).

| SEKTOR | POTROŠNJA ENERGIJE (Mten) | | POTENCIJAL UŠTEDA 2020. | | POTROŠNJA ENERGIJE 2020. (Mten) |
|-------------|---------------------------|-------------|-------------------------|------|---------------------------------|
| | 2006. | 2020. (BAU) | Mten | % | |
| Industrija | 1,65 | 2,18 | 0,52 | 24 | 1,66 |
| Promet | 2,09 | 2,95 | 0,74 | 25 | 2,21 |
| Opći sektor | 2,76 | 3,90 | 1,05 | 27 | 2,85 |
| UKUPNO | 6,50 | 9,03 | 2,31 | 25,6 | 6,72 |

BAU = Business As Usual (dosadašnji trend)

Procjena za Hrvatsku napravljena je prema procjeni za EU (3).

Prema toj procjeni potencijal ušteda sekundarne energije kreće se oko 25 posto energije, koja bi se u 2020. potrošila u scenariju BAU bez iskorištavanja toga potencijala (slika 4).



Slika 4. Potrošnja sekundarne energije u Hrvatskoj sa i bez ušteda do 2020.

Potrošnja sekundarne energije bi u Hrvatskoj porasla do 2020. godine za oko 39 posto bez iskorištavanja potencijala ušteda energije, a s njegovim iskorištavanjem bi se zadržala

gotovo na istoj razini kao 2006. godine. Ušteda sekundarne energije od 2,31 Mten u 2020. značila bi uštedu od oko 3 Mten primarne energije te godine.

2.2. Mjere za ostvarenje potencijala uštede sekundarne energije

Kako bi se ostvarili potencijali ušteda sekundarne energije politika bi trebala osigurati odgovarajuće doprinose i financiranje za potrebe mjera po sektorima potrošnje energije.

2.2.1. Industrija

- Kogeneracija ili kombinirana proizvodnja električne i toplinske energije
- Iskorištavanje otpadne topline i otpadnih goriva
- Smanjivanje toplinskih gubitaka zgrada, opreme i cjevovoda
- Pravilan pogon i održavanje energetskih i tehnoloških postrojenja
- Recikliranje komponenata industrijskog otpada za proizvodnju sekundarnih sirovina
- Smanjivanje jalove električne snage
- Zamjena postojećeg primarnog energenta ekonomičnijim
- Mjerenje potroška svih vrsta energije po pogonima
- Poboljšanja, zamjene i ukidanje tehnoloških procesa koji troše velike količine energije po jedinici proizvoda

2.2.2. Promet

Mjere na strani dobave (infrastruktura, vozila):

- Ulaganja u prometnu infrastrukturu treba više usmjeriti na održive vrste prometa (nemotorizirani, željeznički, brodski), nego na cestovni i zračni promet
- Cijene prometa trebaju odražavati stvarne marginalne troškove s eksternalijama
- Subvencije automobilima i teretnjacima treba ukidati
- Uvođenje pješačkih i ekoloških zona u gradovima
- Stimulacija čistijih vozila, penalizacija nečistih
- Prometne trake za javni promet, biciklističke i pješačke staze u gradovima
- Inteligentni prometni sustavi
- Besplatna parkirališta na periferijama gradova
- Biciklistički terminali
- Prostorno planiranje kompaktnih naselja, pogodnih za pješake

Mjere na strani potrošnje (korisnici):

- Edukacija za održivi promet i prometnu kulturu
- Program ekovožnje za štedljivu i sigurnu vožnju
- Zajednička vožnja ("carsharing"), ponajprije između stana i radnog mjesta
- Korištenje telekomunikacija za rad kod kuće i sastanke
- Autostopiranje

- Bolje korištenje kapaciteta javnog prometa
- Ograničenje maksimalnih brzina na cestama i ulicama

Tehnološke mjere:

- Klasična vozila sa smanjenom potrošnjom goriva i emisija štetnih plinova
- Klasična vozila na autopljin, osim što su ekološki povoljnija od vozila na benzin i dizelsko gorivo, trenutno su i ekonomski povoljnija zbog znatno nižih cijena autoplina
- Biogoriva (biodizel, etanol) su se počela brzo širiti, ali su se javili problemi kod biogoriva prve generacije (iz uljane repice i kukuruza) zbog eventualnog negativnog utjecaja na cijenu hrane. Primjenom tehnologija druge generacije biogoriva (iz poljoprivrednih i šumskih ostataka), koje se sada razvija, taj problem nestaje.
- Gorive ćelije pogonjene vodikom, čijim izgaranjem nastaje samo voda, koja ne oštećuje okoliš i zdravlje. Razvoj infrastrukture za distribuciju i punjenje vodika zahtijevat će određeno vrijeme uz rješavanje problema eksplozivnosti vodika.
- Elektrifikacija prometa uvođenjem elektrovozila i hibridnih elektrovozila (HEV) predmet je opsežnog razvoja diljem svijeta. Za širu primjenu postoje dobri izgledi zbog veće učinkovitosti pogonskih elektromotora u odnosu na termomotore, bržeg rasta potrošnje električne energije od potrošnje fosilnih goriva, te zbog šireg izbora sirovina za proizvodnju električne energije, uključivo iz obnovljivih izvora energije.

2.2.3. Opći sektor (kućanstva, usluge, itd.)

- Zamjena žarulja štednom rasvjetom
- Primjena štedljivih kućanskih, uslužnih i uredskih aparata
- Smanjenje toplinskih gubitaka novih zgrada primjenom pasivnih (potrošnja topline manja od 15 kWh/m², god) i niskoenergetskih (< 50 kWh/m², god) kuća, kao i sanacijom postojećih zgrada prilikom njihove obnove
- Individualno mjerenje potrošnje i regulacija topline po uzoru na električnu energiju i prirodni plin potiče štednju te vrste energije kao najvećeg potrošača energije u kućanstvima
- Primjena centraliziranih i daljinskih sustava grijanja i hlađenja u kombinaciji s kogeneracijom toplinske i električne energije ili trigeneracijom toplinske, rashladne i električne energije
- Energetski pregledi zgrada na temelju kojih se preporučuju mjere za njihove energetske sanacije radi smanjenja potrošnje svih oblika energije
- Edukacija potrošača energije u lokalnim energetskim savjetovalištim
- Državne i javne zgrade trebaju prednjačiti u primjeni mjera za štednju energije
- Recikliranje komponenata komunalnog i ostalog otpada za ponovno korištenje i proizvodnju sekundarnih sirovina i energije

2.3. Potencijal ušteda primarne energije

Moguće uštede primarne energije sastoje se od dvije komponente:

- Smanjenje gubitaka i vlastite potrošnje primarne energije
- Ušteda sekundarne energije prenijete na razinu primarne energije

Smanjenje gubitaka i vlastite potrošnje primarne energije

Gubici i vlastita potrošnja primarne energije ostvaruju se u transformaciji i transportu električne energije, nafte i plina (tablica 2).

Tablica 2. Gubici i vlastita potrošnja primarne energije u Hrvatskoj u 2006. (2)

| VRSTA GUBITAKA | IZNOS GUBITAKA (Mten) | | | UDIO (%) |
|-------------------------|-----------------------|--------------|--------|----------|
| | El. energija | Nafta i plin | Ukupno | |
| Transformacija energije | 0,85 | 0,05 | 0,90 | 49 |
| Vlastita potrošnja | 0,18 | 0,52 | 0,70 | 38 |
| Transport energije | 0,10 | 0,15 | 0,25 | 13 |
| UKUPNO | 1,13 | 0,72 | 1,85 | 100 |
| UDIO (%) | 61 | 39 | 100 | - |

Najveći gubici primarne energije ostvaruju se u proizvodnji električne energije (termoelektrane) u vlastitoj potrošnji nafte i plina (ukupno oko 74%).

U scenariju BAU ti gubici bi se do 2020. povećali za oko 33 posto na 2,55 Mten. Potencijal ušteda se procjenjuje na 0,65 Mten (oko 25%), tako da bi u štedljivom scenariju gubici primarne energije porasli svega na 1,9 Mten u 2020. godini.

Mjere za smanjenje gubitaka primarne energije:

- Iskorištenje otpadne topline termoelektrana (50-70% uložene primarne energije) kogeneracijom za grijanja u zgradarstvu, poljoprivredi, marikulturi itd.
- Revitalizacija postojećih elektrana radi povećanja ekonomičnosti i produženja životnog vijeka za prosječno 20 godina
- Smanjivanje vlastite potrošnje rafinerija nafte nakon njihove modernizacije itd.

2.4. Uštede sekundarne energije

Potencijal ušteda sekundarne energije (tablica1) od 2,31 Mten u 2020. godini povećava se na razini primarne energije pa iznosi:

$2,31 / 0,78 = 2,96$ Mten u 2020. godini

Potencijal povećanja energetske učinkovitosti

Potencijal povećanja energetske učinkovitosti, odnosno ušteda energije u Hrvatskoj za 2020. godinu sastoji se od dvije najvažnije sastavnice:

- Uštede sekundarne energije 2,96 (82%)
 - Smanjenja gubitaka primarne energije 0,65 (18%)
- Ukupno 3,61 Mten/god

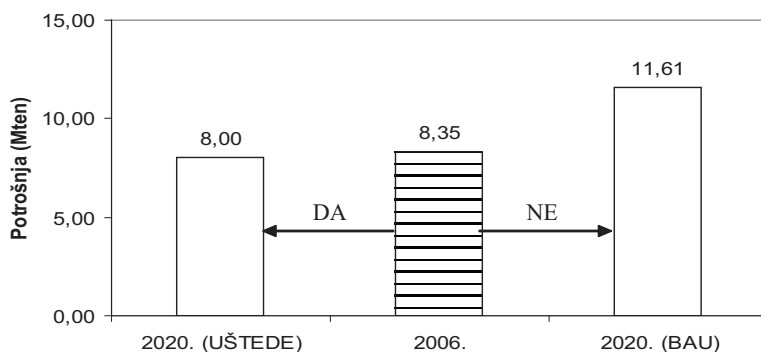
Čak oko 4/5 potencijala povećanja energetske učinkovitosti, odnosno ušteda energije leži u sektorima potrošnje sekundarne energije (industrija, promet, opći sektor), a 1/5 potencijala je u području primarne energije (elektrane, rafinerije itd.).

Predviđena potrošnja energije u Hrvatskoj 2020. godine sa i bez iskorištavanja potencijala ušteda energije prikazana je u tablici 3. i na slici 5.

Tablica 3. Projekcija potrošnje energije u Hrvatskoj do 2020.

| ENERGIJA | POTROŠNJA ENERGIJE (Mten) | | | UŠTEDE 2020. (Mten/god) |
|------------|---------------------------|-------------|------------|----------------------------|
| | 2006. | 2020. (BAU) | 2020. (ŠT) | |
| Sekundarna | 6,5 | 9,03 | 6,72 | 2,31 |
| Primarna | 8,35 | 11,61 | 8,0 | 3,61 |

Opaska: Bez neenergetske potrošnje



Slika 5. Potrošnja primarne energije u Hrvatskoj do 2020. sa i bez ušteda energije

Iskorištavanjem potencijala ušteda energije Hrvatska bi u 2020. godini mogla smanjiti potrošnju primarne energije za oko 30 posto u odnosu na dosadašnji trend potrošnje (BAU).

3. OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE

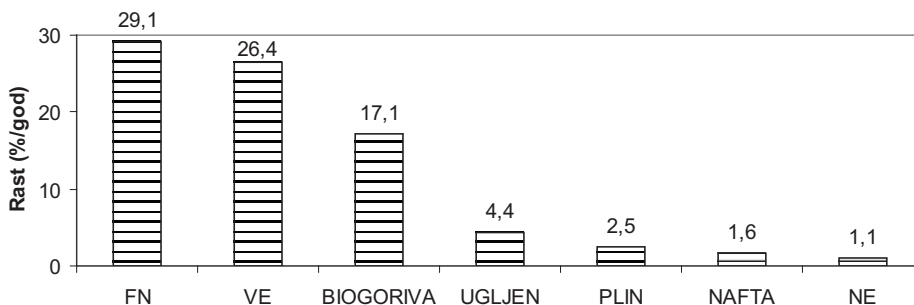
Obnovljivi izvori energije (OIE) predstavljaju skup perspektivnih izvora energije, koji neznatno oštećuju klimu, okoliš i zdravlje, ne uzrokuju krize i ratove te potiču lokalni razvoj.

Uz energetske učinkovitost, OIE su glavni element u borbi protiv klimatskih promjena. Njihove pozitivne karakteristike znatno nadmašuju one negativne (cijene bez eksternih troškova, vremenska promjenjivost i velike površine nekih OIE), tako da se danas intenzivno razvijaju i šire diljem svijeta.

Iz OIE se proizvode različiti oblici sekundarne energije, kao što su električna, toplinska i rashladna energija, kao i motorna goriva.

OIE se ponekad dijele na konvencionalne OIE (velike HE i eventualno drvo) i nove ili nekonvencionalne OIE (VE, SE, male HE, biomasa i otpad, geotermija).

Posljednjih godina neke vrste OIE (VE, SE, biogoriva) dvoznamenkastim godišnjim rastom postale su najbrže rastući energetske izvori u svijetu, zahvaljujući djelomično financijskim poticajima OIE i smanjivanju subvencija fosilnim gorivima (slika 6).



Slika 6. Svjetski rast energetske izvora 2000.-2005.

U razdoblju od 2000.-2005. najbrže su rasle OIE: Sunčeva FN energija, vjetroenergija i biogoriva. Taj trend se nastavlja.

3.1. Vrste potencijala OIE

Razlikuju se sljedeće vrste potencijala OIE:

- Prirodni (teoretski) potencijal je ukupni raspoloživi potencijal OIE
- Tehnički potencijal je dio prirodnog potencijala koji se može koristiti raspoloživim tehnologijama uz zadana ograničenja prostora i okoliša
- Ekonomski potencijal je dio tehničkog potencijala koji se u vrijeme procjenjivanja najviše isplati za društvo u cjelini

Razvojem tehnologija i masovnom proizvodnjom tehnički i ekonomski potencijali u pravilu rastu

3.2. Potencijali OIE u Hrvatskoj (4; 5)

Za Hrvatsku su zanimljive sve vrste OIE osim onih specifičnih za oceane (plima – oseka, morski valovi itd.)

- Vjetroenergija se u Hrvatskoj može koristiti na kopnu i moru. Trenutno je izražen interes za gradnju oko 1500 MW elektrana, dok je prihvatljivost postojeće elektromreže za oko 400 MW. Dosad su izgrađene 2 VE snage 20-ak MW.
- Sunčeva energija u Hrvatskoj zrači dnevno prosječno oko 3,6 kWh/m², a može se koristiti za hlađenje, grijanje i pripremu tople vode (solarni kolektori) ili proizvodnju električne energije pomoću fotonaponskih solarnih ćelija ili solarnih tornjeva. Posebno je zanimljivo korištenje krovova i fasada zgrada za iskorištavanje solarne energije. U novije vrijeme se istražuju i mogućnosti korištenja specijalnog asfalta na cestama i

parkiralištima, kao i čeličnih konstrukcija sa solarnim bojama.

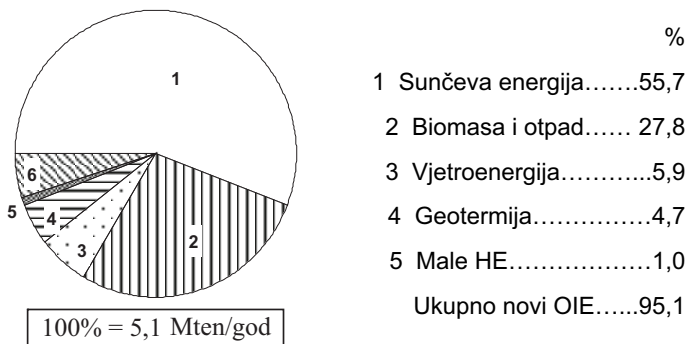
- Biomasa i otpad su važan oblik OIE za proizvodnju električne i toplinske energije i biogoriva, a obuhvaća sljedeće vrste:
- poljoprivredna biomasa (ostaci ratarske i stočarske proizvodnje, energetske plantaže)
- šumski i drveni otpad, uključivo energetske plantaže i
- otpad i otpadne vode (komunalni i industrijski otpad, teški rafinerijski ostaci, muljevi iz pročistača otpadnih voda), alge.
- Geotermija koristi toplinu geotermalnih voda za proizvodnju toplinske i električne energije. Kontinentalni dio Hrvatske ima geotermalni gradijent 50°C/km, što je znatno iznad svjetskog prosjeka. U novije vrijeme se istražuju i razvijaju tehnologije vrućih suhih stijena (HDR – Hot Dry Rock), koji bi znatno povećali potencijale geotermalne energije.
- Hidroenergija uobičajeno sadrži male hidroelektrane (ispod 5÷10 MWe) i velike hidroelektrane. Velike HE daju blizu 50 posto proizvodnje električne energije u Hrvatskoj, ali je zadnja HE puštena u pogon još 1988., a sad je u gradnji HE Lešće. Kako bi se izbjegli problemi s velikim HE zbog brana i akumulacijskih jezera, u novije vrijeme se za veće rijeke razmatra mogućnost gradnje hidrokinetičkih elektrana, kojima vi se ti problemi izbjegli.

Tablica 4. prikazuje procjenu potencijala primarne energije OIE u Hrvatskoj.

Tablica 4. Potencijali primarne energije OIE u Hrvatskoj (4; 5)

| VRSTA ENERGIJE | POTENCIJAL (Mten/god) | | | KORIŠTENJE 2006. (Mten) | NEISKORIŠTENI EK.POT. (Mten/god) |
|------------------|-----------------------|----------|-----------|-------------------------|----------------------------------|
| | Prirodni | Tehnički | Ekonomski | | |
| Vjetroenergija | 23,20 | 1,89 | 0,30 | 0 | 0,3 |
| Sunčeva energija | 6383,34 | 71,60 | 2,84 | 0 | 2,84 |
| Biomasa i otpad | 3,72 | 2,22 | 1,77 | 0,35 | 1,42 |
| Geotermija | 11,90 | 1,18 | 0,24 | 0 | 0,24 |
| Male HE | 0,12 | 0,08 | 0,06 | 0,01 | 0,05 |
| Ukupno novi OIE | 6422,28 | 76,97 | 5,21 | 0,36 | 4,85 |
| Velike HE | 1,72 | 1,03 | 0,79 | 0,54 | 0,25 |
| UKUPNO | 6425,00 | 78,00 | 6,00 | 0,90 | 5,10 |

Struktura neiskorištenog ekonomskog potencijala OIE u Hrvatskoj prikazana je na slici 7.



Slika 7. Struktura neiskorištenog ekonomskog potencijala OIE u Hrvatskoj

Najveći potencijal je u Sunčevoj energiji, slijedi biomasa i otpad zatim VE, HE i geotermija.

Od ekonomskog potencijala OIE iskorišteno je ukupno oko 15 posto, i to novi OIE oko 7 posto a velike HE oko 68 posto.

Od tehničkog potencijala OIE iskorišteno je ukupno oko 1,2 posto, i to novi OIE oko 0,5 posto, a velike HE oko 52 posto.

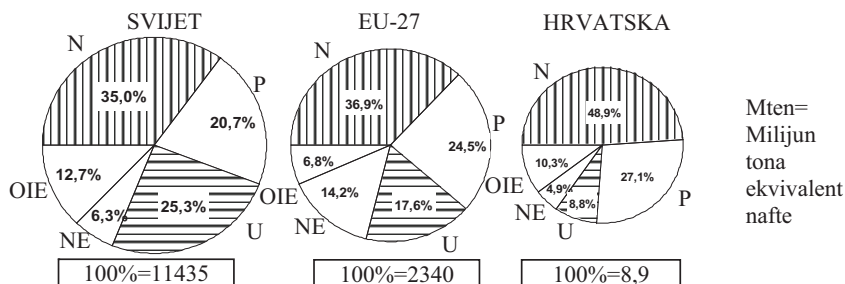
3.3. Zapreke za iskorištavanje potencijala OIE i energetske učinkovitosti (EE)

Najvažnije zapreke za iskorištavanje OIE i EE u Hrvatskoj su sljedeće:

- Niska razina informiranosti i edukacije potrošača energije, administrativnog aparata i energetske struke o mogućnostima primjene OIE i EE
- Neodgovarajuća zakonska regulativa koja nedovoljno potiče širenje OIE i EE, osobito u području biogoriva, toplinske i rashladne energije
- Relativno visoke subvencije za fosilna goriva, najviše u obliku nereálnih cijena energenata, navodno zbog zaštite potrošača
- Nerazvijeni financijski instrumenti za poticanje izgradnje objekata i infrastrukture OIE i provedbu zahvata EE
- Pretežno negativni stav velikih energetskih kompanija (INA, HEP) koje još smatraju da su OIE "previše ovisni o čudima prirode", a da im EE smanjuje prodaju energenata, prihode i dobit

4. PREOSTALA FOSILNA GORIVA

Fosilna goriva (N – nafta, P – prirodni plin, U – ugljen) danas dominiraju u svjetskoj energetici s udjelom od oko 80 posto u potrošnji primarne energije (slika 8).



Slika 8. Struktura potrošnje primarne energije 2005. (2; 6)

Udio fosilnih goriva u potrošnji primarne energije u svijetu iznosi oko 81 posto, u EU-27 oko 79 posto, a u Hrvatskoj oko 85 posto zahvaljujući visokom udjelu nafte i plina (76%).

Rezerve fosilnih goriva nejednoliko su raspoređene diljem svijeta i uglavnom se ne podudaraju s područjima najveće potrošnje, osim djelomično u slučaju rezervi ugljena, koje su najveće u SAD-u, gdje je i potrošnja najveća. Najviše nafte i prirodnog plina troši se u SAD-u i Europi, gdje su i rezerve najmanje.

4.1. Nafta

Kretanje dokazanih (bilančnih) rezervi i proizvodnja nafte u Hrvatskoj prikazana je u tablici 5.

Tablica 5. Dokazane rezerve i proizvodnja nafte u Hrvatskoj (2)

| GODINA | 1990. | 1995. | 2000. | 2005. | 2006. |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Rezerve (Mt) | 27,5 | 19,44 | 10,56 | 8,58 | 8,92 |
| Proizvodnja (Mt/god) | 2,5 | 1,5 | 1,2 | 0,95 | 0,92 |
| Statičko trajanje rezervi (god) | 11,0 | 12,3 | 8,7 | 9,1 | 9,7 |

Mt = milijun tona

Dokazane rezerve i proizvodnja nafte u Hrvatskoj se od 1990.-2000. smanjuju, a zatim se blago povećavaju zahvaljujući intenziviranju iscrpljivanja i proizvodnji u inozemstvu.

Domaća proizvodnja nafte pokriva oko 20 posto potrošnje nafte u rafinerijama, dok se oko 80 posto nafte uvozi iz raznih zemalja. U tijeku je modernizacija rafinerija nafte u Sisku i Rijeci, kojom bi se uz proizvodnju kvalitetnijih goriva povećali rafinerijski kapaciteti za oko 50 posto.

4.2. Prirodni plin

Razvoj dokazanih (bilančnih) rezervi i proizvodnja prirodnog plina u Hrvatskoj prikazan je u tablici 6.

Tablica 6. Dokazane rezerve i proizvodnja prirodnog plina u Hrvatskoj (2).

| GODINA | 1990. | 1995. | 2000. | 2005. | 2006. |
|-----------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Rezerve (10^9 m^3) | 48,48 | 38,88 | 29,20 | 30,36 | 30,11 |
| Proizvodnja ($10^9 \text{ m}^3/\text{god}$) | 1,98 | 1,97 | 1,66 | 2,28 | 2,71 |
| Statičko trajanje rezervi (god) | 24,5 | 19,8 | 17,6 | 13,3 | 11,1 |
| Potrošnja ($10^9 \text{ m}^3/\text{god}$) | N.P. | N.P. | N.P. | 2,91 | 2,88 |
| Neto uvoz ($10^9 \text{ m}^3/\text{god}$) | N.P. | N.P. | N.P. | 0,63 | 0,17 |

Dokazane rezerve i proizvodnja prirodnog plina u Hrvatskoj se od 1990.-2000. smanjuju, a zatim eksploatacijom nalazišta u sjevernom Jadranu nešto rastu. Plin se uvozi iz Rusije, a izvozi se u Italiju, koja je suvlasnik plinskih polja u sjevernom Jadranu. Tek će se vidjeti kako će utjecati većinsko preuzimanje INE od strane mađarskog MOL-a na proizvodnju plina i nafte u Hrvatskoj.

4.3. Ugljen

Od 1999. rezerve ugljena u Hrvatskoj klasificirane su kao izvanbilančne i prikazane su u tablici 7.

Tablica 7. Dokazane rezerve ugljena u Hrvatskoj 2006.

| VRSTA UGLJENA | REZERVE | |
|---------------|---------|------|
| | Mt | Mten |
| Kameni | 3,72 | 2,6 |
| Mrki | 3,65 | 1,3 |
| Lignit | 37,79 | 6,3 |
| UKUPNO | 45,16 | 10,2 |

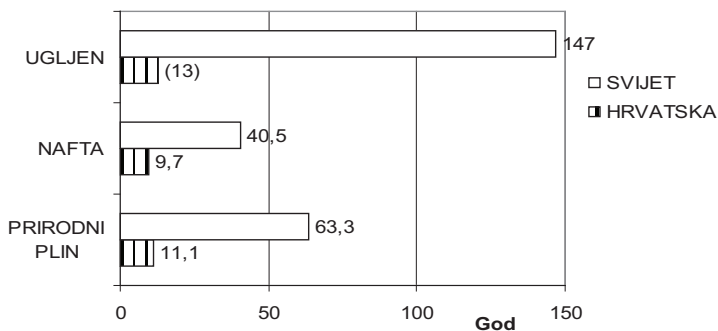
Mt = milijun tona

Mten = milijun tona ekvivalent nafte

Potrošnja ugljena i koksa u Hrvatskoj od 1,19 Mt/god podmiruje se iz uvoza.

4.4. Statičko trajanje rezervi

Statička trajanja dokazanih rezervi fosilnih goriva na bazi aktualne potrošnje goriva za svijet i Hrvatsku prikazano je na slici 8.



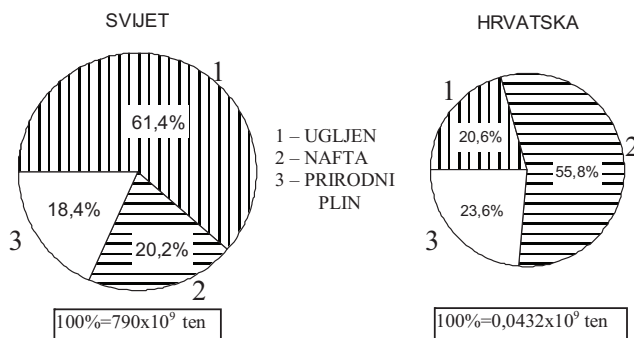
Slika 8. Statičko trajanje rezervi fosilnih goriva krajem 2006 (1; 2)

Statička trajanja rezervi nafte i prirodnog plina u Hrvatskoj su daleko manja od svjetskog prosjeka. Prikazano trajanje zaliha za ugljen odnosi se na slučaj kada bi se sva potrošnja ugljena u Hrvatskoj pokrila iz domaćih rezervi, koje se na koriste od 1990-ih.

4.5. Ukupne dokazane rezerve fosilnih goriva

Dokazane rezerve fosilnih goriva u Hrvatskoj krajem 2006. čine (Mten):

- Nafta $9,69 \text{ Mm}^3 \times 0,92 = 8,9$
- Prirodni plin $30,11 \times 10^9 \text{ m}^3 : 1250 \text{ m}^3/\text{ten} = 24,1$
- Ugljen 10,2 (ne koristi se)
- Ukupno 43,2 Mten



Slika 9. prikazuje dokazane rezerve fosilnih goriva za svijet (7) i Hrvatsku.

Svedemo li te rezerve na stanovnike dobivamo specifične dokazane rezerve fosilnih goriva (ten/stan):

- Svijet 120

- Hrvatska 9 (7,4 bez ugljena)

Specifične dokazane rezerve fosilnih goriva po stanovniku u svijetu su 13,3 (16,2 bez ugljena u Hrvatskoj) puta veće nego u Hrvatskoj.

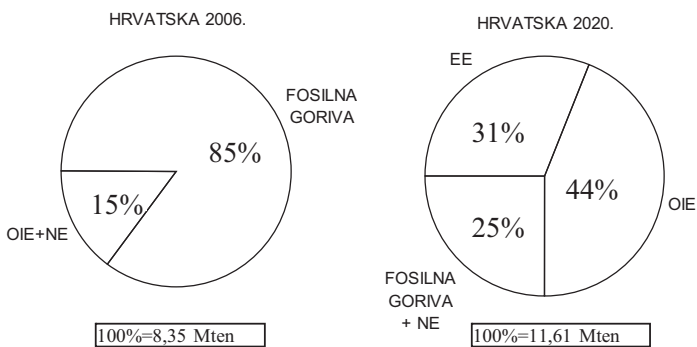
Dakle, Hrvatska je izrazito oskudna fosilnim gorivima.

5. ZAKLJUČAK

Neiskorišteni energetske resursi u Hrvatskoj sadrže:

- Povećanje energetske učinkovitosti (EE) 3,61
- Korištenje obnovljivi izvori energije OIE 5,1
- Ugljen 10,2 Mten : 25 god = 0,4
- Ukupno 9,11 Mten/god

Polazeći od slike 5. struktura potrošnje primarne energije u 2020. godini prikazana je na slici 10.



Slika 10. Struktura primarne energije u Hrvatskoj

Iskorištavanjem potencijala povećanja energetske učinkovitosti (EE) i obnovljivih izvora energije (EE) do 2020. godine u Hrvatskoj bi se gotovo potpuno mogao eliminirati uvoz fosilnih goriva, povećati domaće zapošljavanje i smanjiti štetne utjecaje energetike na okoliš, klimu i zdravlje.

6. LITERATURA

- [1] BP Statistical Review of World Energy, June 2008
- [2] Energija u Hrvatskoj 2006, Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva Hrvatske
- [3] 2020 Vision: Saving our Energy, European Commission, Brussels 2007
- [4] Nacionalni energetske pogoni, El Hrvoje Požar, Zagreb 1998.-2001.
- [5] V. Potočnik, Obnovljivi izvori energije i zaštita okoliša, MZOPU Zagreb, 2002.
- [6] EU Energy and Transport in Figures, Statistical Pocketbook 2007/2008, EC Luxembourg
- [7] V. Potočnik, Energetska revolucija protiv klimatskih promjena, 16. Forum HED, Zagreb 2007.