

MJESTO I ULOGA ENERGETSKE EFIKASNOSTI I OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U ENERGETSKOJ OPSKRBI SPLITSKO-DALMATINSKE ŽUPANIJE

Dr. sc. Branka Jelavić – dr. sc. Mislav Majstrovic, Zagreb

UDK 620.9:621.311.1
PREGLEDNI ČLANAK

Opisano je mjesto i uloga energetske efikasnosti i obnovljivih izvora energije u energetskej opskrbi Splitsko-dalmatinske županije. Prikazan je energetski potencijal malih hidroelektrana, sunčeve energije, energije vjetra i biomase, energetske efikasnosti i kogeneracije, te energetske efikasnosti u zgradarstvu. Također su opisana područja primjene, provedena ekonomska evaluacija, te navedene potrebne mjere i organizacija provedbe programa.

Ključne riječi: energetski potencijal obnovljivih izvora, mjere za povećanje učinkovitosti korištenja energije.

1. UVOD

U ožujku 1997. godine odlukom Vlade Republike Hrvatske pokrenuto je deset Nacionalnih energetskih programa (NEP), koji se odnose na plinifikaciju, povećanje energetske efikasnosti, obnovljive izvore energije i zaštitu okoliša [1]. Ideja o pokretanju tih programa inicirana je već u prvim rezultatima znanstveno-istraživačkog programa PROHES - Razvoj i organizacija hrvatskog energetskog sektora, 1995. godine, kada je jasno pokazano da su Nacionalni energetski programi važan preduvjet izrade nove energetske strategije. Radi se o sljedećih deset Nacionalnih energetskih programa:

1. PLINCRO - program plinifikacije Hrvatske
2. KOGEN - program kogeneracije
3. MIEE - mreža industrijske energetske efikasnosti
4. MAHE - program izgradnje malih hidroelektrana
5. SUNEN - program korištenja energije sunca
6. BIOEN - program korištenja energije biomase i otpada
7. ENWIND - program korištenja energije vjetra
8. GEOEN - program korištenja geotermalne energije
9. KUENZgrada - program energetske efikasnosti u zgradarstvu
10. KUENcts- program energetske efikasnosti centraliziranih toplinskih sustava.

Rezultati prve faze rada na Nacionalnim energetskim programima prezentirani su javnosti u svibnju 1998. godine. Tiskano je ukupno 11 knjiga, od čega po jedna za svaki NEP i jedanaesta Uvodna knjiga.

Za svaki Nacionalni energetski program, u zasebnoj knjizi, razrađeno je sljedeće:

- osnovne karakteristike programa i iskustva drugih
- analiza energetskog potencijala programa za Hrvatsku

- tehničke i tehnološke karakteristike programa
- ekološke karakteristike i doprinos zaštiti okoliša
- ekonomske i financijske karakteristike
- zakonodavno okruženje i potrebne izmjene i dopune
- mjere za provedbu programa
- organizacija provedbe programa
- pilot programi
- marketing i obrazovanje.

Rezultati Nacionalnih energetskih programa, zajedno sa svim studijama, koje su napravljene u okviru PROHES projekta, omogućili su izradu nacrtu Strategije energetskog razvitka Republike Hrvatske za potrebe Ministarstva gospodarstva [2], koji je dovršen u srpnju 1998. godine.

Nacrt Strategije donosi kompletnu reformu energetskog sektora, a time ujedno započinje i proces tranzicije. Mjere, koje su potrebne da se Strategija realizira su:

- **konceptualne**, što znači prihvaćanje Strategije od strane Vlade Republike Hrvatske i Hrvatskog državnog sabora
- **zakonodavne**, što znači izradu novih zakona (predlaže se izrada Zakona o energiji, Zakona o tržištu plina, Zakona o tržištu nafte i naftnih derivata, Zakona o tržištu električne energije, Zakona o regulaciji javnih usluga, te izmjena i dopuna postojećeg zakonodavstva)
- **restrukturiranje i privatizacija** (predlaže se zadržati javno (državno) vlasništvo za prijenosnu (transportnu) i distribucijsku mrežu, pri čemu se tržište otvara korak po korak na strani potrošnje i na strani proizvodnje)
- **ekonomske** (predlaže se izrada novih tarifnih sustava za prodaju energije u umreženim sustavima: plin, električna i toplinska energija, osnivanje posebnog fonda: NEP_{fonda} za financiranje programa i sl.)

- **organizacijske i institucionalne** (predlaže se izrada Programa provedbe Strategije, osnivanje Nacionalnog energetskeg vijeća, energetske centara po županijama i velikim energetskeg tvrtkama itd.)
- **edukativne, informativne i promotivne.**

Bitno je istaknuti da su Nacionalni energetske programi sastavni dio nacarta nove energetske strategije, koja predlaže niz mjera za uklanjanje prepreka razvitku plinifikacije, energetske efikasnosti i obnovljivih izvora energije u Republici Hrvatskoj. Prijedlog nove strategije energetskeg razvitka Republike Hrvatske je u saborskoj proceduri i teško je reći kada će biti prihvaćen. No, bez obzira na samu proceduru, koja će zasigurno imati svoj vremenski tijek, niz postojećih dokumenata Europske unije (EU), koji se bave problematikom energetske efikasnosti i obnovljivih izvora energije ukazuju na njihovu važnost i značaj u određivanju strateških i ekoloških ciljeva razvijenih europskih zemalja. Jasno je da ukoliko želimo biti dio Europe, Hrvatska mora postati kompatibilna u svakom, pa i u ovom energetskeg smislu.

Važno je napomenuti da je Europska komisija nakon dokumenta pod nazivom "*White paper*" (u prijevodu "Bijeli članak") iz 1997. godine [1], koji je po prvi put postavio čvrsti kvantificirani cilj da se do 2010. godine na razini Europske unije 12 posto ukupnih energetskeg potreba pokrije iz obnovljivih izvora (što je dvostruko u odnosu na današnje stanje), izradila dokument pod nazivom "*Campaign for Take-off*" (u slobodnom prijevodu "Inicijalna kampanja"), čiji je glavni zadatak podizanje interesa za obnovljive izvore energije u industriji, u javnosti i među investitorima. Naime, u "*White paper-u*" posebno su izdvojena tri sektora koji su tehnološki zreli (ili blizu tome) i koji trebaju postati temelj provedbe sveukupne strategije korištenja obnovljivih izvora, ali koji trebaju inicijalni stimulans i potporu za njihov ubrzani prodor na tržište. To su sunce, vjetar i biomasa, a ovim novim dokumentom unutar svakog sektora postavljeni su indikativni ciljevi za pojedine aplikacije ili tehnološke segmente u razdoblju od 1999. do 2003. godine. Također, definirani su mehanizmi stimulacije i opseg financiranja u prvoj fazi do 2003. godine. Konačani cilj ovih mjera je pobuđivanje privatnog ulagačkog interesa koji bi u realizaciji ciljeva kampanje trebao sudjelovati sa 75 - 80 posto financijskog učešća, dok će ostalo doći iz javnih fondova. Ciljevi kampanje su:

- 1 000 000 fotonaponskih (PV) sustava
- 15 milijuna m² solarnih kolektora
- 10 000 MW instaliranih u vjetro generatorima
- 10 000 MW kogeneracije na biomasi
- 1 000 000 stanova grijanih na biomasi
- 1 000 MW instaliranih na bioplin
- 5 milijuna tona tekućeg biogoriva,

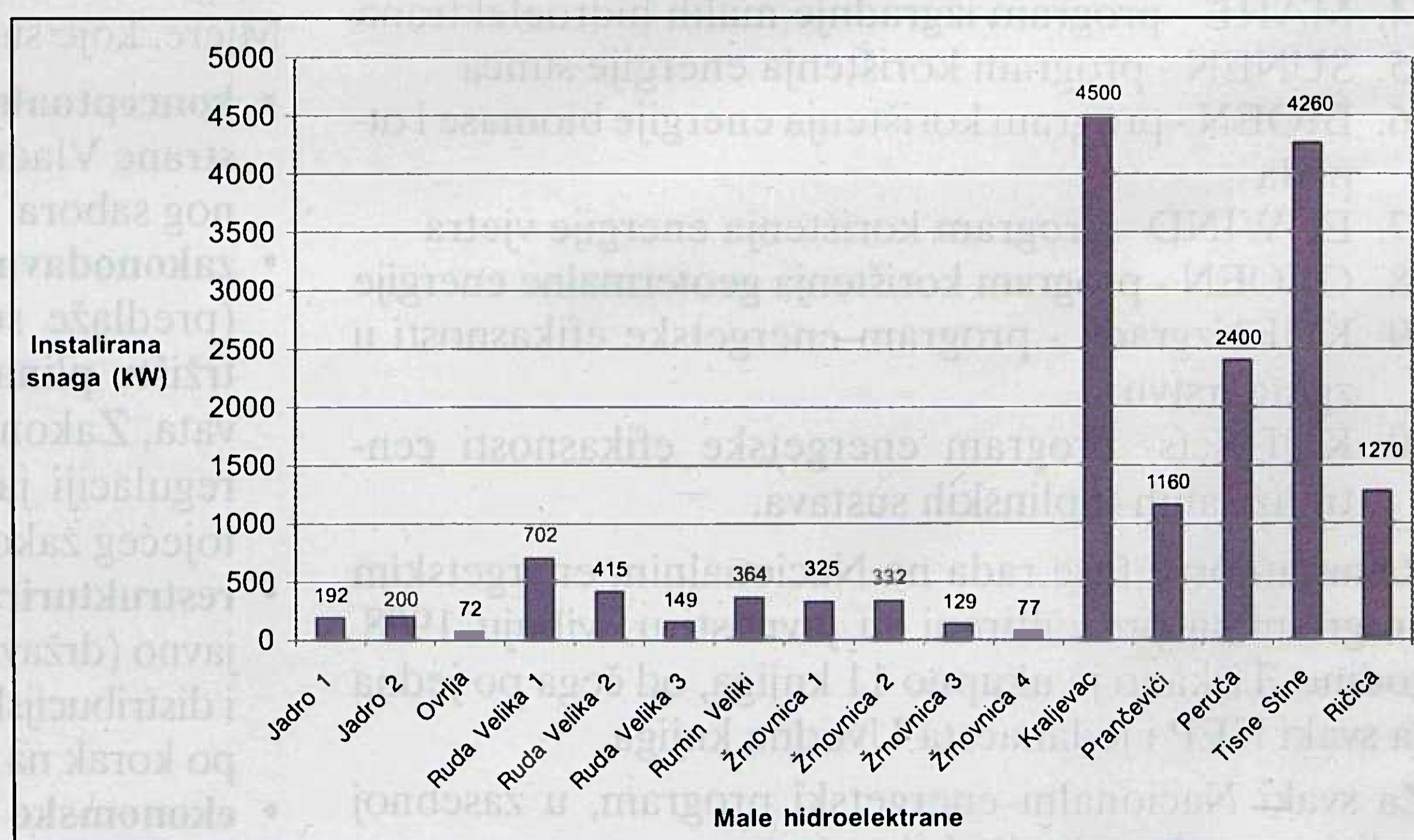
za što je potrebno oko 228 milijuna kuna. U provedbi ove kampanje bitna je suradnja na nacionalnoj razini, ali isto tako i na razini regija, što znači da će lokalna vlast igrati važnu ulogu u budućoj energetskeg strategiji Europe. Na tragu takovih opredjeljenja je i dugogodišnja suradnja Splitsko-dalmatinske županije i Energetskeg instituta "Hrvoje Požar", koja je rezultirala nizom projekata, pri čemu je posljednji upravo na temu mogućnosti energetske efikasnosti i obnovljivih izvora u Županiji [7]. Znakovito je da je Splitsko-dalmatinska županija prva hrvatska županija, koja je dala izraditi ovakovu studiju, a slijedit će je i ostale. U ovoj Županiji istraženi su potencijali, područja primjene, ekonomska isplativost kao i organizacija provedbe programa energetske efikasnosti i obnovljivih izvora energije.

2. POTENCIJALI

Da bi se mogla istražiti uloga obnovljivih izvora i energetske efikasnosti na razvoj energetskeg sektora bilo koje društvene zajednice, pa tako i Županije, potrebno je prvo istražiti njihove potencijale. U skladu s tim u Splitsko-dalmatinskoj županiji istraživani su energetskeg potencijal: malih hidroelektrana, sunčeve energije, energije vjetra, energija biomase, te energetske efikasnosti i kogeneracije.

2.1. Energetskeg potencijal malih hidroelektrana

Istraživanja energetskeg potencijala malih hidroelektrana počela su još u ranim osamdesetim. Pri tom se pod pojmom malih hidroelektrana podrazumijevaju hidroelektrane čija je instalirana radna snaga manja od 5 MW. U "Katastru malih vodnih snaga u Hrvatskoj" [5] obrađeno je devet vodotoka u Splitsko-dalmatinskoj županiji. Najnovijim istraživanjima u sklopu Projekta MAHE otišlo se korak dalje u smjeru sagledavanja tehnički iskoristivog potencijala (slika 1).



Slika 1. Ukupni tehnički iskoristivi potencijal u Splitsko-dalmatinskoj županiji

Osim do sada analiziranih prije spomenutih vodotokova u ovoj Županiji postoje još neki, kao npr.: Karakašica, Vrlika, Vrba, Sija, Matica itd. Razvoj novih turbina omogućit će iskorištavanje i ovih potencijala. U slijedećoj tablici prikazana je moguća godišnja proizvodnja malih hidroelektrana na osnovi do sada istraženih protoka. Za preostale vodotoke potrebno je izvršiti daljnja istraživanja protoka, a potom i moguće proizvodnje.

Tablica 1. Moguća proizvodnja malih hidroelektrana

Objekt	Stupanj iskorištenja kapaciteta (%)	Broj sati rada godišnje (h)	Moguća godišnja proizvodnja elektr. energije (MWh)
Jadro 2	59.1	5179	1035.7
Ovrlja 1	66.3	5809	418.3
Ruda Velika 1	71.7	6281	16080.0
Rumin Veliki 1	38.1	3333	1700.0
Rumin Veliki 2	41.9	3667	11000.0

2.2. Potencijal sunčeve energije

Dosadašnja istraživanja pokazuju da je ukupno godišnje globalno zračenje sunca u Splitsko-dalmatinskoj županiji 1550 kWh/m² god. Županija ima u prosjeku 2500 sunčanih sati godišnje, dok je za otoke Hvar i Vis prosjek 2700 sunčanih sati godišnje. Ukupna površina Županije uključujući otoke je 4572 km². Tehnički iskoristivi potencijal koji je raspoloživ za pretvorbu u druge korisne oblike energije (toplinska i električna) ovisi o veličini apsorpcijske površine.

2.3. Energetski potencijal vjetra

Za procjenu prirodnog energetskog potencijala vjetra potrebno je poznavati prostornu razdiobu srednje godišnje brzine vjetra. Ova brzina ne može poslužiti kao direktni pokazatelj mogućnosti proizvodnje električne energije, ali kvalitetno može poslužiti kao indikator prisutnosti vjetra i pomoći prigodom odabira područja koja bi trebalo detaljnije istraživati. U skladu s tim, potencijalne lokacije za konverziju energije vjetra u električnu na osnovi mezoskalnog modela su prikazane u tablici 2. Analiza iskoristivog potencijala istražena je za spomenute mikrolokacije. Pri tom je napravljena simulacija rada i moguće proizvodnje električne energije na osnovi srednjih brzina vjetra i komercijalno dostupnih vjetroturbina (VT). Na kraju je dana procjena broja jedinica i ukupne instalirane snage vjetroturbina te moguće godišnje proizvodnje. Procijenjena moguća proizvodnja na osnovi srednje godišnje brzine vjetra može znatno odstupati od stvarnosti i može poslužiti samo kao indikator, a ne veličina na osnovi koje bi se donosile poslovne odluke. Da bi se dobio uvid u moguću proizvodnju potrebno je na svakoj potencijalnoj

lokaciji izvršiti odgovarajuća mjerenja brzine vjetra kroz duže vremensko razdoblje. Ova mjerenja su do danas instalirana samo na lokaciji Stupišće i nedovoljnog su opsega da bi se imao kompletan uvid u promjene brzina vjetra. Zbog toga su potrebna daljnja detaljna istraživanja brzine vjetra na spomenutoj lokaciji, ali i na ostalim lokacijama.

Tablica 2. Potencijalne mikrolokacije vjetroelektrana

Lokacija	Lokalni naziv	P _{VTI} = 600 kW			P _{VTI} = 750 kW		
		broj VT	MW	GWh	broj VT	MW	MWh
Vis 3	Široko brdo	7	4.2	11.7	6	4.5	11.8
Vis 4	Hum	6	3.6	10.9	5	3.7	10.7
Stupišće	Stupišće	9	5.4	12.3	8	6.0	13.0
Zagora 3	Botići	7	4.2	8.9	7	5.3	10.6
Kaštela 1	Kaštela	42	25.2	60.6	39	29.3	66.8
Mosor 2	Kostanje	13	7.8	23.6	12	9.0	25.5
Dovanj 1	Dovanj	23	13.8	36.4	22	16.5	41.2
Ukupno		107	64.2	164.4	99	74.3	179.6

2.4. Energetski potencijal biomase

Pod pojmom biomase u Županiji podrazumijeva se: ogrjevno drvo i drvena masa iz održavanja šuma, ostaci s opožarenih površina, ostaci i otpad iz vinograda i ostaci i otpad iz uzgoja i prerade maslina. Iskoristivi potencijal biomase u energetskom smislu prikazan je u slijedećoj tablici.

Tablica 3. Iskoristivi energetski potencijal biomase

Vrsta biomase	Energetski potencijal (PJ)
Ostaci i otpad iz poljoprivrede	1.75
Ogrjevno drvo	2.40
Šumski otpad	1.41
Oštećena i nagorena drvena masa	0.49
Ukupno	6.05

2.5. Energetska efikasnost i kogeneracija

Mogućnosti poboljšanja energetske efikasnosti istraživana je u industriji, sektoru usluga te posebno u zgradarstvu. Sektor industrije čine skupine velikih potrošača električne energije (preko 10 000 MWh godišnje) kao što su: proizvodnja i obrada metala, proizvodnja nemetalnih i mineralnih proizvoda i materijala za građevinarstvo, gradnja i popravak brodova i čamaca, skupljanje, pročišćavanje i distribucija vode, proizvodnja kemikalija, kemijskih i farmaceutskih proizvoda, proizvodnja hrane i pića te proizvodnja tekstila. Na osnovi provedenih istraživanja može se zaključiti da

je kod velikih potrošača toplinske energije u industriji moguće postići uštede toplinske energije od 20 - 30 posto. Podizanjem energetske efikasnosti u industriji na području Županije moguće je smanjenje potrošnje električne energije reda veličine 30 do 50 GWh godišnje, i toplinske energije za 15 000 do 25 000 GJ. U uslužnom sektoru moguća su također poboljšanja. Na primjer kod zdravstvenih ustanova moguće je energetsku potrošnju smanjiti za 10 posto, u određenim slučajevima potrošnju topline i preko 20 posto, a da se razina usluge ne smanji. U skladu s tim, u zdravstvenim ustanovama na području Županije moguće je godišnju potrošnju električne energije smanjiti za 800 do 1000 MWh, a potrošnju toplinske energije za 1200 do 1500 GJ. Kod turističkih objekata bitan faktor za određivanje razine energetske efikasnosti je popunjenost kapaciteta. Uz prosječnu popunjenost od 36 posto i uz iskustvene karakteristike, analiza energetske potrošnje u hotelskim objektima Splitsko-dalmatinske županije pokazuje da su hoteli najznačajniji potrošači topline u uslužnom sektoru Županije. U skladu s navedenim, uz primjenu sveobuhvatnih mjera energetske efikasnosti, kod hotelskih objekata na području Splitsko-dalmatinske županije ocijenjeno je da je potencijal mogućih ušteda reda veličine 4500 MWh godišnje za električnu energiju, odnosno 50 000 GJ godišnje za toplinsku energiju.

Kogeneracija može biti primijenjena u industriji i u uslužnom sektoru. Nakon provedenih istraživanja, primjena kogeneracije u cijeloj Županiji je moguća u 9 poduzeća (od ukupno 113 analiziranih) s ukupno procijenjenom vrijednosti od 9,6 MW_e. U sektoru usluga identificirano je 30 od 103 analiziranih lokacija u hotelima. Okvirni potencijal za kogeneraciju u hotelima je 28,8 MW_e, dok se kod većih bolničkih objekata procjenjuje oko 3 MW_e. Ukupna procjena energetskog potencijala za kogeneraciju bi bila: visoka projekcija - 60 MW_e, srednja projekcija - 40 MW_e, niska projekcija - 20 MW_e.

Znatna potrošnja energije u Županiji otpada na kućanstva, od čega se veliki dio koristi za grijanje. Sadašnja potrošnja korisne energije za grijanje kućanstava, prema provedenim istraživanjima, sudjeluje s 56 posto u ukupnoj toplinskoj potrošnji (grijanje, priprema tople vode i kuhanje), odnosno s 38 posto u ukupnoj potrošnji energije. Prognoza budućih potreba korisne energije za grijanje kućanstava zasniva se na slijedećim pretpostavkama [6]: broj "starih" kućanstava se u odnosu na baznu godinu (1996.) smanjuje, broj "novih" kućanstava s boljim termičkim karakteristikama se povećava uz pretpostavljenu (promjenjivu) godišnju stopu rasta, mijenja se struktura kućanstava prema tipovima kućanstava (stanovi u zgradi, obiteljske kuće) i načinu grijanja (centralno, sobno), prosječna grijana površina se povećava s porastom standarda. Ukupna ušteda za grijanje postojećih kućanstava s aspekta povećanja energetske učinkovitosti je prikazana u slijedećoj tablici.

Tablica 4. Ušteda korisne energije u Županiji

God.	Obiteljske kuće s centralnim grijanjem (TJ)	Stanovi u zgradama s centralnim grijanjem (TJ)	Obiteljske kuće sa sobnim grijanjem (TJ)	Stanovi u zgradi sa sobnim grijanjem (TJ)	Ukupno (TJ)
2000.	3.4	1.4	7.6	2.1	14.4
2020.	128.7	31.4	103.8	26.0	289.9

3. PODRUČJE PRIMJENE

Područja primjene obnovljivih izvora energije, energetske efikasnosti i kogeneracije analizirana su u skladu s tehničkim mogućnostima i tehnološkim dostignućima.

3.1. Male hidroelektrane

Male hidroelektrane mogu u osnovi biti građene kao samostalni objekti za proizvodnju električne energije ili višenamjenski objekti. Proizvodnja električne energije može biti za vlastite potrebe, za prodaju trećim licima ili jedno i drugo. Kao višenamjenski objekti, pored proizvodnje električne energije, mogu biti: zaštitni vodoprivredni objekti, vodocrpilišta, ribogojilišta, mostovi, rekreacijsko-turistički objekti, stari mlinovi i vodenice kao povijesni spomenici itd. U većini slučajeva pogodne lokacije za izgradnju malih hidroelektrana su udaljene od urbanih zona i nalaze se relativno daleko od mjesta priključka na elektroenergetski sustav što u nekim slučajevima može ograničiti mogućnost isporuke električne energije. Općenito se smatra da je u ekonomskom smislu ova udaljenost prihvatljiva ako je manja od 1000 m. Važno je napomenuti da na ovu udaljenost značajno utječe veličina hidroelektrane i njena moguća godišnja proizvodnja. U Splitsko-dalmatinskoj županiji predviđa se da će većina malih hidroelektrana imati priključak na 10 kV naponskoj razini, osim za elektrane vrlo malih snaga (manjih od 100 kW) koje se mogu priključiti na 0.4 kV mrežu. Približne udaljenosti potencijalnih lokacija malih hidroelektrana od mjesta priključka u postojećoj elektro-distributivnoj mreži dane su u tablici 5.

Tablica 5. Približne udaljenosti potencijalnih lokacija od mjesta priključka

Lokacija	Instalirana snaga (kW)	Udaljenost lokacije od distributivne mreže (m)	
		Naponska razina 10 (kV)	Naponska razina 0.4 (kV)
Jadro 2	200	200	-
Ovrlja 1	72	100	100
Ruda Velika 1	2650	800	-
Rumin Veliki 1	510	1200	-
Rumin Veliki 2	1500-4800	200	-

3.2. Sunčeva energija

Sunčeva energija se može koristiti u termičkim i fotonaponskim sustavima. Termički sustavi se mogu podijeliti u dvije osnovne grupe s temperaturnog aspekta i to niskotemperaturni (40-80°C) i visokotemperaturni (80-350°C). Niskotemperaturni sustavi se koriste: za pripremu tople vode (PTV) za kućanstva, hotele, pansionere, kampove i ugostiteljske objekte, za grijanje staklenika, za grijanje zgrada, za sušenje poljoprivrednih proizvoda itd. Ovi sustavi mogu imati široku primjenu u Splitsko-dalmatinskoj županiji. Njihove veličine i mjesta korištenja su predmet daljnjih istraživanja. Visokotemperaturni sustavi se mogu koristiti: za pripremu vrele vode i pare za daljinsko grijanje (do 110°C), za pripremu procesne topline za apsorpcione rashladne sustave (do 120°C), pripremu vrele vode i pare za industriju (do 280°C), pripremu procesne topline za proizvodnju električne energije (do 350°C). Oni s današnjeg aspekta nemaju značajniju primjenu u Županiji.

Značajno područje primjene sunčeve energije s toplinskog aspekta je tzv. pasivna primjena. To znači da novogradnje u Županiji treba graditi kao štedljive solarne zgrade. One imaju značajno manje konvekcijske i ventilacijske gubitke i pored toga pasivno koriste sunčevu energiju. Takve zgrade u Županiji mogu rutinski smanjiti potrošnju topline za grijanje do razine 40-60 kWh/m²god. Nova naselja treba planirati i projektirati tako da se vodi računa o obliku i orijentaciji svake zgrade, međusobnim prostornim odnosima među objektima i zelenim površinama, građevinskim materijalima koji pored svoje osnovne uloge imaju utjecaj i na energetska potrošnja, itd. Za takve zgrade energetska potrošnja za grijanje pala bi na vrijednosti od oko 30 kWh/m²god., što je značajno, jer je sadašnja prosječna potrošnja topline za grijanje u Županiji na razini od 80-120 kWh/m²god. S aspekta hlađenja (klimatizacije) one trebaju 15-20 kWh/m²god., dok do sada izgrađene zgrade trebaju 40-60 kWh/m²god.

Fotonaponski sustavi s energetske aspekta nemaju u ovom trenutku značajniju primjenu.

3.3. Energija vjetra

Komercijalno prisutna tehnologija omogućava da se izgrade vjetroelektrane koje mogu biti integrirane: u elektroenergetski sustav, u sustav vodoopskrbe za desalinaciju morske vode na otocima, u hibridne sustave i u individualne sustave. U buduću bi se mogle graditi i offshore vjetroelektrane za proizvodnju električne energije. Energija vjetra, kao i sunčeva energija, ima stohastički karakter. Korelacijska veza njihove raspoloživosti i zahtjeva potrošača u Županiji je slaba, pa se priključkom vjetroelektrana na elektroenergetski sustav Hrvatske rješava ovaj problem. Udaljenosti vjetroparka na spomenutim lokacijama od točke mogućeg priključka na elektroenergetski sustav (TS 35/10 kV ili TS 10/0.4 kV) dane su u slijedećoj tablici.

Tablica 6. Infrastruktura na lokacijama vjetroelektrana

Lokacija	Udaljenost (km)	Ostala infrastruktura na lokaciji
Vis 3	6	nema
Vis 4	4	neprikladno
Stupište	3	ima
Zagora 3	6	neprikladno
Kaštela 1	5	nema
Mosor 2	2	nema
Dovanj 1	2	nema

3.4. Energija biomase

Moguća područja energetske iskoristivosti biomase u Splitsko-dalmatinskoj županiji su: iskorištavanje ostataka i otpada iz uljara u kogeneracijskim postrojenjima (kao dodatno gorivo mogu poslužiti i sve ostale vrste biomase), iskorištavanje gradskog otpada u većim gradovima, iskorištavanje drvene mase s opožarenih površina i od čišćenja šuma na otocima u malim sustavima područnog grijanja, te male kogeneracije na drvo i poljoprivrednu biomasu s mogućnošću suizgaranja otpada na otocima i u unutrašnjosti.

3.5. Mjere energetske efikasnosti

Analiza energetske efikasnosti provodi se po pojedinim sektorima i po pojedinim oblicima energetske potrošnje u Županiji. Povećanje djelotvornosti potrošnje energije je skup mjera koji rezultira prvenstveno smanjenjem financijskih izdataka. Uslužni sektor je jedan od sektora gdje su potencijalne uštede najveće. U slijedećoj tablici prikazane su mjere za racionalizaciju potrošnje energije s potencijalnim uštedama u ugostiteljskom sektoru. Analogno je napravljeno i za ostale sektore.

Tablica 7. Mjere energetske efikasnosti u uslužnom sektoru

Vrsta objekta	Moguće uštede	Zahvat
<i>Električna energija</i>		
Hoteli općenito	20%	Upravljanje rasvjetom Upravljanje klimom Solarni kolektori
Restorani i kuhinje	20%	Regulacija rasvjete Solarni kolektori
<i>Gorivo za grijanje</i>		
Veći objekti s kotlovnica	30%	Analiza potrošnje Regulacija Revitalizacija kotlova Solarni kolektori
<i>Voda</i>		
Veći hoteli (više katnice)	30%	Analiza gubitaka Redukcija tlaka po katovima Štedne armature
Manji objekti	20%	Štedne armature

Imajući u vidu rezultate analize energetske sektora Splitsko-dalmatinske županije može se konstatirati da će se na ovom području u budućnosti najvjerojatnije koristiti kogeneracija na bazi motora s unutrašnjim sagorijevanjem.

4. EVALUACIJA EKONOMSKE ISPLATIVOSTI

Na osnovi prije prezentiranih istraživanja procjenjuje se ekonomska isplativost primjene obnovljivih izvora energije.

4.1. Male hidroelektrane

U skladu s Nacionalnim programom MAHE detaljnije je razmatrano pet potencijalnih lokacija poteza korištenja, i to: Jadro 2, Ovrnja 1, Ruda Velika 1, Rumin Veliki 1 i Rumin Veliki 2, za koje će u nastavku biti predstavljeni rezultati okvirne financijsko-ekonomske analize. Potrebno je naglasiti da su ulazni energetske-ekonomski parametri rezultat grubih procjena vrijednosti i strukture investicija. Spomenute vrijednosti i struktura investicija prikazani su u tablici 8.

Tablica 8. Procjena investicija u materijalnu imovinu

Struktura investicija	Iznos u 1000 kuna				
	Vodotok				
	Jadro 2	Ovrnja 1	Ruda Velika 1	Rumin Veliki 1	Rumin Veliki 2
Instalirana snaga (kW)	200	72	2 560	510	3 000
Građevinski radovi	1 869	821	10 498	2 624	13 123
Oprema	1 869	821	10 498	2 625	13 123
hidromehanička oprema	83	36	466	117	583
elektrostrojarska oprema	1 578	693	8 863	2 216	11 080
veza s mrežom	208	92	1 169	292	1 460
Ostala ulaganja	415	182	2 333	583	2 916
Ukupno	4 153	1 824	23 329	5 832	29 162

Razina cijena 5.7.1999. god. (Srednji tečaj HNB na dan 5.7.1999. godine za 1 DEM = 3,8882 Kn, za 1 EUR = 7,5893 Kn)

Jedna od metoda za ekonomsko vrednovanje projekta je Metoda razdoblja povrata investicije. Njome se utvrđuje vrijeme potrebno da bi projekt povratio uložena sredstva, odnosno to je vrijeme tijekom kojeg je potrebno pribirati neto pozitivne novčane tijekom u razdoblju poslovanja da bi se zbroj negativnih neto novčanih tijekomova iz razdoblja izvedbe sveo na nulu. Kao kriterij za ocjenu po ovoj metodi definiran je vijek projekta od 10 godina kao najduže prihvatljivo razdoblje povrata investicije, a rezultati dobiveni ovom metodom prikazani su u slijedećoj tablici.

Tablica 9. Rezultati analize metodom razdoblja povrata investicije

Projekt	Razdoblje povrata investicije (godina)	Prihvatljivost projekta s obzirom na zadani kriterij
Jadro 2	20	Neprihvatljiv
Ovrnja1	znatno veće od 20	Neprihvatljiv
Ruda Velika 1	7	Prihvatljiv
Rumin Veliki 1	20	Neprihvatljiv
Rumin Veliki 2	12	Neprihvatljiv

4.2. Sunčeva energija

Isplativost termalnih solarnih tehnologija u usporedbi s konvencionalnim tehnologijama utvrđuje se na osnovi vremena povratka (dodatne) investicije u solarnu opremu. Dodatna investicija u solarnu opremu štodi konvencionalno gorivo, čime se vraćaju uložena sredstva. Na osnovi analize novčanih tijekomova u razdoblju 15 godišnje proizvodnje topline iz konvencionalnih i solarnih postrojenja, te na bazi iste prodajne cijene toplinske energije, utvrđeno je da se dodatna solarna investicija vraća u razdoblju od 7-9 godina. Isplativost fotonaponskih solarnih tehnologija u usporedbi s konvencionalnim tehnologijama utvrđuje se jednako kao i za termoopremu, tj. na osnovi vremena povratka (dodatne) investicije u solarnu opremu. Na osnovi provedene analize novčanih tijekomova u razdoblju 15-godišnje proizvodnje električne energije iz konvencionalnih i solarnih postrojenja, te na osnovu iste prodajne cijene električne energije, utvrđeno je da se dodatna solarna investicija vraća u razdoblju od 9-18 godina.

4.3. Energija vjetra

U tablici 10 sumarno su prikazani glavni rezultati analize ekonomske isplativosti projekta vjetroelektrana za proizvodnju električne energije. Uz pretpostavljene komercijalne uvjete poslovanja (kamata na kredit 8 posto, vrijeme otplate 5 godina), diskontnu stopu 12 posto te kriterije prihvata projekta s internom stopom povrata (IRR) od 12 posto, svi analizirani projekti pokazali su se nerentabilnim, ali u blizini zadanih kriterija nalaze se projekti na mikrolokacijama Vis 4 i Mosor 2.

Tablica 10. Glavni ekonomski pokazatelji za ocjenu projekata

	Vis 3	Vis 4	Stu-pišće	Za-gora 3	Kašte-la 1	Mo-sor 2	Do-vinij 1
Tražena interna stopa povrata, IRR (%)	9.52	10.87	7.24	6.28	7.51	10.75	9.35
Indeks profitabilnosti prema zadanoj IRR 12%	0.86	0.93	0.73	0.68	0.75	0.93	0.85
Razdoblje povrata investicije (god.)	9.3	8.5	10.9	11.7	10.7	8.6	9.4

Niska otkupna cijena električne energije, nepovoljni uvjeti financiranja, te nepostojanje direktnih ili indirektnih poticajnih mehanizama glavni su razlozi nerentabilnosti projekata prema definiranim kriterijima, unatoč prirodnim uvjetima i potencijalu vjetra na odabranim mikrolokacijama kakav se u većini europskih zemalja danas pretvara u profitabilne projekte.

4.4. Energija biomase

U Splitsko-dalmatinskoj županiji do sada nisu podizani značajniji objekti za korištenje energije biomase. Iskustva iz ostalih dijelova Hrvatske, a pogotovo iz razvijenih mediteranskih zemalja pokazuju da u pojedinim slučajevima energetska iskorištavanje biomase može biti isplativo. Tako na primjer, vrednujući planiranu godišnju proizvodnju energije iz malog kogeneracijskog postrojenja na biomasu snage 5 MW, toplinsku energiju prema prosječnoj cijeni od 24,36 kn/GJ te prodaju električne energije u mrežu prema cijeni od 0,34 kn/kWh, projekt ostvaruje povrat početnog novčanog ulaganja za pet godina, likvidan je u svim godinama vijeka trajanja, pa prema tome i prihvatljiv za izvedbu.

5. ULOGA OBNOVLJIVIH IZVORA S ASPEKTA ENERGETSKE SUPSTITUCIJE I ZAPOSŁJAVANJA

Da bi se sagledala uloga obnovljivih izvora energije u elektroenergetskom sektoru istražen je njihov udio u pokrivanju ukupne potrošnje energije. Ukupna energetska potrošnja u Splitsko-dalmatinskoj županiji je prema [6]:

Tablica 11. Ukupna energetska potrošnja Županije

Potrošnja		
God.	2000.	2020.
Ukupna toplinska energetska potrošnja (TJ)	6288.1	10001.9
Ukupna netoplinska energetska potrošnja (TJ)	3149.5	6927.2
Ukupno (TJ)	9437.6	16929.1

U skladu s prije izloženim energetska doprinos obnovljivih izvora energije u pokrivanju ukupne potrošnje u fizikalnim jedinicama te u postocima prikazan je tablici 12. Pri tom su postotne vrijednosti računane na osnovi ukupne energetske potrošnje iz prethodne tablice.

Teško je procijeniti mogućnosti otvaranja novih radnih mjesta u sektoru obnovljivih izvora energije [4]. Tek kada pojedini sektor dosegne određeni stupanj razvitka moguće je dati neku realniju viziju za budućnost.

Tablica 12. Udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj energetska potrošnji

Obnovljivi izvori					
Godina		2000.		2020.	
		TJ	%	TJ	%
Male hidroelektrane		360	3.8	360	2.1
Sunčeva energija	kućanstva	4	0.04	148	0.8
	uslužni sektor	21	0.22	126	0.7
	poljoprivreda	0	0.0	50	0.3
	ukupno	25	0.26	274	1.8
Energija vjetra		612	6.5	612	3.6
Biomasa		1524	16.1	2300	13.6
Ukupno		2546	26.9	3870	22.9

Osim toga svaka tehnologija obnovljivih izvora ima svoje karakteristike, koje bitno utječu na mogućnost zapošljavanja. Biomasa može pridonjeti otvaranju značajnog broja novih radnih mjesta na strani proizvodnje sirovine, dok fotonaponski sustavi stvaraju nova radna mjesta na strani održavanja. Što se tiče malih hidroelektrana ne očekuje se stvaranje dodatnih radnih mjesta u Europi.

Detaljne procjene dodatnih radnih mjesta napravljene su na razini Europske unije (EU) u TERES II studiji, koja je koristila program SAFIRE za određivanje budućeg prodora obnovljivih izvora na tržište. Prema tom modelu u 2010. godini razvitak obnovljivih izvora energije mogao bi ostvariti 500 000 novih radnih mjesta izravno u pripadnoj industriji i neizravno u ostalim sektorima. U ovoj brojci uključen je i mogući gubitak radnih mjesta u drugim energetska sektorima. Treba napomenuti da sektorske studije za pojedine obnovljive izvore daju značajno veće brojke (za vjetar 190 000 do 320 000 novih radnih mjesta, za fotonaponske sustave 100 000, za kolektorske sustave 250 000, a za biomasu čak 1 000 000 novih radnih mjesta). Bez obzira na gornja neslaganja treba napomenuti da je mogućnost kreiranja novih radnih mjesta značajna i stoga pridonosi razvitku lokalne zajednice.

Promatrano za Splitsko-dalmatinsku županiju može se procijeniti da bi 1 TJ/god. supstituirane niskotemperaturne topline otvorio jedno novo radno mjesto, dok bi svaki MW instalirane fotonaponske opreme otvorio u prosjeku 20-30 novih radnih mjesta. Kod vjetroelektrane treba računati sa 2-3 čovjeka/MW, a za biomasu s otprilike 130 ljudi/PJ. Treba napomenuti da se radi o procjenama načinjenim prema dostupnim podacima iz literature. Realnije brojke dat će tek vlastito iskustvo u ovom području, uz primjenu za to razvijenih programskih paketa. U slijedećoj tablici prikazan je procijenjeni broj novih radnih mjesta do 2020. god.

Tablica 13. Nova radna mjesta

Procjena novih radnih mjesta			
	Specifično zapošljavanje	do 2000. god.	do 2020. god.
Male hidroelektrane	2 radna mjesta/MW	0	32
Sunčeva energija	1 radno mjesto/(TJ/god)	25	274
Energija vjetra	2 radna mjesta/MW	12	150
Biomasa	130 radnih mjesta/PJ	195	299
Ukupno		232	755

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu obrađeni su obnovljivi izvori i mogućnosti povećanja energetske efikasnosti na području Splitsko-dalmatinske županije.

Uloga obnovljivih izvora s aspekta energetske supstitucije

Procjena tehnički iskoristivog potencijala malih hidroelektrana u Županiji je oko 100 GWh. Treba istaknuti da se radi o još nepotpuno definiranim tehničkim rješenjima te o iznosu koji u sebi ne uključuje ograničenja uslijed biološkog minimuma. Iz tog razloga za očekivati je da će uslijed usvajanja zahtjeva i uvjeta zaštite prirode i okoliša te kulturne baštine ovaj iznos biti znatno smanjen, a o veličini tog smanjenja moći će se reći nešto više tek nakon završetka izrade noveliranih tehničkih rješenja za promatrane lokacije. Energetski potencijal solarne energije u Županiji procijenjen je kao supstitucijski potencijal za PTV u kućanstvima (od 4 do 148 TJ u 2020. god.) i uslužnom sektoru (od 21 do 126 TJ u 2020. god.), te za sektor poljoprivrede (od 0 do 50 TJ u 2020. god.). Radi se o konzervativnoj procjeni na osnovi sadašnje tehnologije i cijena. Energetski potencijal energije vjetra procijenjen je na 170 GWh prema studiji ENWIND [3], na osnovi današnje tehnologije i komercijalnih uvjeta. Procjena budućeg potencijala vrlo je složena zbog nepoznavanja važnih ulaznih parametara (preciznih mjerenja, proračuna potencijala, razvitka tehnologija, konkurentnosti tehnologija itd.). Procijenjeno je da će energetski potencijal biomase od sadašnjih 6 PJ narasti do 9 PJ u 2020. god. Sadašnja potrošnja energije biomase u Županiji je na razini 1 500 TJ, a procijenjeno je da bi ta potrošnja mogla narasti do 2 300 TJ u 2020. god. Treba naglasiti da će ukupni budući doprinos obnovljivih izvora biti u funkciji cijene drugih energenata, ali i cijelog okruženja u smislu poticajnih mjera na nacionalnoj i županijskoj razini.

Za pojedine programe budući zadaci su sljedeći:

• MAHE - program izgradnje malih hidroelektrana

S ciljem dobivanja potpune informacije o ukupnom energetskom potencijalu malih hidroelektrana na

području Splitsko – dalmatinske županije potrebno je izvršiti projektantske obrade i za preostale vodotoke koji prema suvremenim trendovima mogu biti iskorišteni u energetske svrhe. U tom smislu preporuka je izrada studije na razini osnovnog tehničkog rješenja za sve ostale vodotoke koji nisu dovedeni do tog stupnja obrade, čime bi konačno bio jednoznačno definiran ukupni realno ostvariv potencijal u Splitsko – dalmatinskoj županiji.

• SUNEN - program korištenja energije sunca

Dosadašnja razmatranja, posebno ekonomsko-financijske analize, pokazale su da pretvorba sunčeve energije na maloj skali, posebice u korisnu niskotemperturnu i visokotemperturnu toplinu, u današnjem društvu i ekonomskom okruženju nije konkurentna konvencionalnim (fosilnim) tehnologijama, primjerice u kućanstvima i obiteljskim kućama, u malim ugostiteljskim objektima, odnosno u malim smještajnim objektima. Vrijeme povratka investicije u takvim slučajevima često je duže od 10 godina, pa takve solarne aplikacije zasad teško nalaze krajnjeg korisnika i kupca. Stvaranje povoljnog okruženja na nacionalnoj i županijskoj razini nužan je uvjet razvitka ovog programa.

• ENWIND - program korištenja energije vjetra

Energija vjetra ekološki je čist resurs po čemu se uklapa u održive razvojne planove, ali i suvremene europske trendove. Ubrzavanje njegovog korištenja zahtijeva i aktivniju ulogu lokalnih zajednica, a obzirom na trenutno stanje najizrazitija je potreba za preciznijim meteorološkim podlogama vjetra. Obavljanje mjerenja su svrhom analize makrolokacija do razine mikrolokacija, bilo putem najma ili kupovine mjerne opreme, donijelo bi pozitivne pomake i stvorilo bazu podataka temeljem koje bi bilo moguće i detaljnije planiranje u prostornim planovima Splitsko-dalmatinske županije.

• BIOEN - program korištenja energije biomase i otpada

Uvođenje suvremenih tehnologija korištenja biomase za proizvodnju energije uz istodobnu zaštitu okoliša predstavlja najvažniji zadatak u budućem korištenju energije biomase na ovom području. Dodatno treba naglasiti znatne turističko-promidžbene, ali i socijalno-ekonomske učinke korištenja energije biomase.

Kao najizgledniji tipovi biomase, čijem bi korištenju u budućnosti trebalo posvetiti najveću pozornost, smatraju se:

- ogrjevno drvo i drvna masa iz održavanja šuma,
- ostaci s opožarenih površina,
- ostaci i otpad iz vinogradarstva te
- ostaci i otpad iz proizvodnje i prerade maslina.

• MIEE - mreža industrijske energetske efikasnosti

Važno je napomenuti da stvarni podaci o potrošnji snažno ovise o trenutnoj privrednoj situaciji, jer mnogi

industrijski subjekti uslijed raznih poteškoća imaju pad proizvodnje pa tako i energetske potrošnje. Stoga ovdje navedeno ne treba strogo promatrati kao prikaz postojeće potrošnje, već kao okvir sadašnjeg mogućeg dosega unutar kojeg su analizirani potencijali mogućih ušteda.

• **KOGEN - program kogeneracije**

Sve navedeno je tehnički potencijal koji se mora potvrditi provođenjem preciznijih studija za pojedine objekte. Također je realno očekivati da će se budućim gospodarskim razvojem ukazati i značajnije mogućnosti za izgradnju kogeneracijskih postrojenja, posebno za korištenje energije biomase te izvedbu hibridnih sustava.

• **KUENZgrada - program energetske efikasnosti u zgradarstvu**

U okviru aktivnosti predlaže se:

- Analiza građevinske legislative na području Županije i prijedlog prilagodbi koje bi olakšale provođenje mjera energetske efikasnosti.
- Koncipiranje sustava labeliranja zgrada i kategorizacija zgrada po naseljima.
- Edukacija za projektiranje i gradnju energetski efikasnih zgrada s uključenim aktivnim i pasivnim sustavima u okviru Županijskog energetskeg centra.
- Izrada preporuka i pravilnika za sanaciju, rekonstrukciju i gradnju javnog fonda zgrada (istovjetna je akcija u pripremi na državnoj razini).

Uloga obnovljivih izvora s aspekta zapošljavanja

Na osnovi provedenih analiza procjenjuje se da bi do 2020 god. u Splitsko-dalmatinskoj županiji bilo otvorno oko 755 novih radnih mjesta s aspekta korištenja obnovljivih izvora energije. Treba napomenuti da se radi o procjenama načinjenim prema dostupnim podacima iz literature. Realnije brojke dat će tek vlastito iskustvo u ovom području, uz primjenu za to razvijenih programskih paketa.

LITERATURA

- [1] GRANIĆ, G., JELAVIĆ, B. i autori: "Nacionalni energetski programi", Uvodna knjiga, Zagreb: Energetski institut "Hrvoje Požar", 1998.
- [2] GRANIĆ, G., JELAVIĆ, B. i autori: "Strategija energetskog razvitka Republike Hrvatske", Nacrt Zagreb: Energetski institut "Hrvoje Požar", 1998.
- [3] L. HORVÁTH i drugi autori: "ENWIND – Program korištenja energije vjetra, preliminarni rezultati i buduće aktivnosti", Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb, 1998.
- [4] Commission of the European Communities – Energy for the Future: "Renewable Sources of Energy", White Paper for a Community Strategy and Action Plan, Brussels, 1997.

- [5] Elektroprojekt: "Katastar malih vodnih snaga", Zagreb, 1985. god.
- [6] BOŠNJAK, R., VUK, B., PEŠUT, D., MAJSTROVIĆ, M., GOIĆ, R., SUTLOVIĆ, E., MUDNIĆ, E., VUJČIĆ, R.: "Energetski razvitak Županije splitsko-dalmatinske, Energetska bilanca i predviđanje energetske potrebe do 2020. godine", Zagreb, srpanj 1998.
- [7] GRANIĆ, G., JELAVIĆ, B., MAJSTROVIĆ, M. i autori: "Mjesto i uloga energetske efikasnosti i obnovljivih izvora energije na području Splitsko-dalmatinske županije", Zagreb, listopad 1999.

POSITION AND ROLE OF ENERGY EFFICIENCY AND RENEWABLE ENERGY RESOURCES IN ENERGY SUPPLY OF SPLIT-DALMATIA COUNTY

The paper describes the position and role of energy efficiency and renewable energy resources in energy supply of Split-Dalmatia County. Included are energy potentials of small hydro power plants, solar, wind and biomass energy as well as energy efficiency, co-generation and building energy efficiency. Possible application fields, economic evaluation, as well as measures and organisation of the programme implementation are also referred to.

ENERGIEVERSORGUNG DER GESPANNSCHAFT FÜR SPLIT UND DALMATIEN: STELLUNG UND ROLLE DER WIRKUNGSVOLLEN NUTZUNG DER ENERGIE UND DER ERNEUBAREN ENERGIEQUELLEN

Im Artikel ist Stellung und Rolle der wirkungsvollen Nutzung der Energie und der erneubaren Energiequellen in der Energieversorgung der Gespanschaft für Split und Dalmatien beschrieben worden. Dargestellt sind: energetische Reserven der kleinen Wasserkraftwerke, der Sonnenenergie, der Energie des Windes und der Biomasse, weiters die wirkungsvolle Energienutzung im Wohnbau und mittels der Erzeugung in Wärmekraftwerken. Dazu sind Anwendungsgebiete beschrieben, wirtschaftliche Bewertung durchgeführt und notwendige Maßnahmen sowie Durchführungsorganisation angegeben.

Naslov pisaca:

Dr. sc. Branka Jelavić, dipl. ing.
dr. sc. Mislav Majstrovic, dipl. ing.
Energetski institut "Hrvoje Požar"
Ulica grada Vukovara 37,
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
 2000-01-28.