

Prof. dr MOMIR ĐUROVIĆ

ŠTA JE NOVO U ALTERNATIVNIM IZVORIMA ENERGIJE

WHAT IS NEW IN ALTERNATIVE ENERGY SOURCES

Abstract: The review of alternative energy sources is given. In particular there are given the tendencies in new technologies, efficiency, cost, and global prospects of use. Various types of sources are discussed in particular: photovoltaic, wind, hot water, geothermal, sea energy (waves, tide), biomass. Many valuable data are presented in the article.

1. UVOD

U prošlosti jedan faktor je obeležavao tehničku konfiguraciju elektroenergetskih sistema širom sveta. To je bila ekonomičnost koja je počivala na vodenim i parnim turbinama. Kao posledica svi energetske sistemi u svetu imali su isti oblik. Generatorske jedinice, po pravilu, velikih snaga, udaljene od centra potrošnje generisale su sinhronizovanu naizmjeničnu struju koja je isporučivana potrošačima preko mreže dugačkih visokonaponskih vodova. Da bi se održavala stabilnost sinhronizovane mreže naizmjenične struje, generatori, koji

su povezani na nju, morali su biti pod nekim oblikom centralne kontrole i dispečinga.

Potreba za prenosnom mrežom, kao i potreba za centralizovanom kontrolom, značila je da su svi ovi sistemi radili kao monopoli pod kontrolom države. U tom pogledu, investicije koje bi za šest ili više godina rezultirale u jednoj ili više elektrana morale bi se otplaćivati radom tih elektrana i sistema u periodu od dvadeset i više godina. Potrošači bi plaćali sve ono što je bio investicioni trošak elektrane, kao i troškove koji proizlaze iz rada sistema, kao što su, na primer, kontrola reaktivne snage i učestanosti, kao i sve štete nastale u mreži i generatorima koje utiču na stabilnost rada, čak i u uslovima teških havarija, bez obzira.

1980. godine prvo u Čileu, posle u UK, a potom u talasu koji se širi of Argentine do Finske, i Poljske do Novog Zelanda vlade su počele da liberalizuju njihove elektroenergetske sisteme. Originalna ideja kojom se težilo privatizovati ove sisteme rezultirala je ubrzo u uvođenju konkurencije u sistemima koji su pre toga bili državni monopoli. Mnogi političari i vlade su, i pored, svakodnevnih, velikih industrijskih promena u ovome stoleću, očekivali da elektroenergetski sistemi ostanu nepromenjeni i funkcionišu na isti način, večno. Oni su se u tome, očigledno, prevarili.

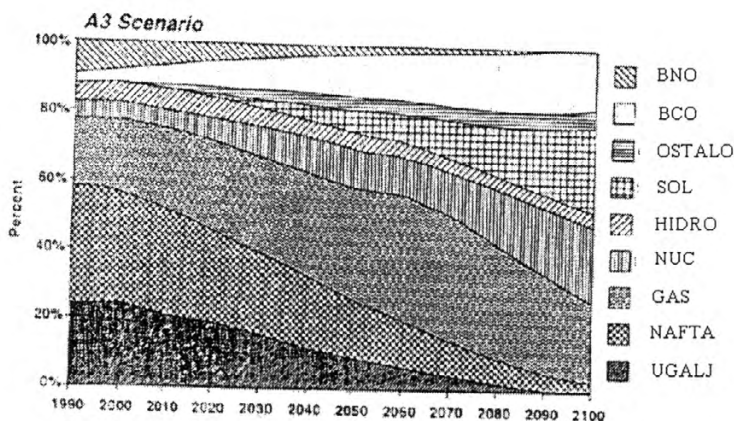
Promene u elektroenergetskim sistemima, ili kako se popularno kaže "transformacija elektriciteta" (*transforming electricity*), danas su, svima je već jasno, neminovne i one su posledica: *tehničkih inovacija, liberalizacije, finansijskog pritiska na tržištu i ekoloških ograničenja.*

Kao iznenađenje, naročito političarima, nova goriva i nove tehnologije za generisanje električne energije počele su da se pojavljuju na tržištu. Tako, na primer, 1950. godine prirodni gas je značio nepogodu i opasnost na naftnim poljima. 1970-ih godina to je već bilo dragoceno gorivo, da bi 1990-tih godina to postalo gorivo izbora za sagorevanje u električnim centralama u mnogim krajevima sveta. U isto vreme gasne turbine, koje su zadugo bile veoma neefikasne i skupe za upotrebu, izuzev za generisanje vršne energije, postale su tehnologije izbora u procesima generisanja električne energije.

Gasne turbine su se pokazale veoma ekonomične i efikasne. Tako, na primer, gasne turbine koje se koriste u kombinovanom

ciklusu sagorevanja kod termoelektrana mogu biti konstruisane i stavljene u pogon za period manji od tri godine, imajući stepen iskorišćenja i preko 50% (ABB, English Electric). One ne zahtevaju pohranjivanje goriva ili otpada i relativno tiho i čisto rade. Postrojenja sa gasnim turbinama su modularna. Sve ovo čini da se ona mogu graditi u neposrednoj blizini potrošača. U slučaju kada korisnici zahtevaju jednovremeno generisanje električne energije i toplote (zagrevanje), kogeneracija sa gasnim turbinama je još atraktivniji izbor.

Napredak u tehnologijama gasnih turbina, kao i korišćenje prirodnog gasa u generisanju električne energije, počelo je da menja osnovne premise koje su vladale u elektroenergetskim sistemima celo stoleće.

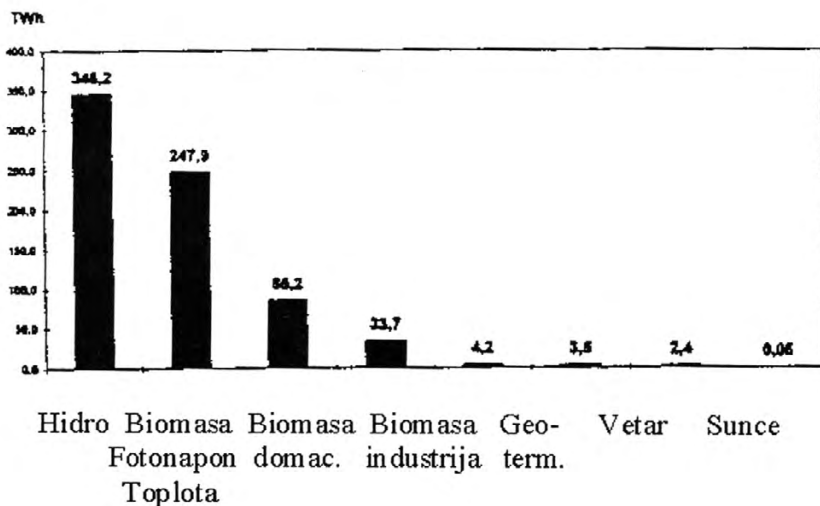


Slika 1. Predviđanja WCE u proizvodnji električne energije do 2100. godine

Do skoro je smatran kao najbolji onaj sistem koji je imao velike električne centrale, po pravilu izgrađene negde udaljeno od potrošača. Danas, boljim sistemom smatraće se onaj kod kojeg su upošljene električne centrale koje su manje snage i koje su, verovatno, postavljene bliže centru potrošnje. Tradicionalna, centralizovana, konfiguracija elektroenergetskih sistema ustupa polako, ali sigurno, mesto sve više decentralizovanoj konfiguraciji, sa više manjih

generatorskih jedinica koje teže da budu ravnomerno raspoređene u sistemu.

Sa pojavom novih struktura energetske sistema postaju izlišne mustre rada koje su važile u tradicionalnim elektroenergetskim sistemima. Drugim rečima, danas je težnja, da svaki generator radi sa svojim potrošačima. Ovakvi sistemi uvode nove probleme u radu elektroenergetskih sistema, kao što su posebni problemi sa stabilnošću, kvalitetom energije, pouzdanošću snabdevanja, a naročito u planiranju razvoja.



Slika 2. Energija obnovljivih izvora u svetu

Međutim, najveće promene u tehnologijama se ne dešavaju u sistemima velikih snaga, već, nasuprot u sistemima malih snaga. Tako, mnogi proizvođači gasnih turbina već demonstriraju "mini" i "mikro" gasne turbine čija veličina je nekoliko desetina kilovata, pa čak i reda desetine vati (MIT). Dovoljno velike da snabdevaju kancelarije ili individualna industrijska postrojenja. Gorivne ćelije, takođe, pokazuju značajan napredak u razvoju. Postaju jeftinije, pouzdanije, dugotrajnije i sa većim stepenom korisnosti. Mnoge druge tehnologije koje koriste obnovljivu energiju, kao što su: solarne ćelije, vetrogeneratori, biomasa, energija okeana samo su deo onoga što najavljuje otvaranje sasvim novog tržišta u oblasti energetike.

Ove tehnologije teže da rezultiraju u uređajima koji imaju relativno male snage. Tako individualni vetrogeneratori teško da će se pojaviti veće snage od nekoliko MW (5-6). Čak i najveća postrojenja za kogeneraciju na bazi biomase su reda ispod 100 MW (da bi se izbeglo transportovanje goriva niske energetske moći). Postrojenja fotonaponskih ćelija još uvek su daleko od takvih snaga.

Vremenom, pod uticajem decentralizacije i tehničkih inovacija, generisanje energije na licu mesta i lokalni elektroenergetski sistemi postaće mnogo uobičajeniji, ne samo u zemljama u razvoju već i u zemljama OECD. Sve će to rezultirati u fascinantnom broju različitih mogućnosti i specijalnosti, kako bi se optimizirao stepen iskorišćenja, ekonomičnost generisanja i ekonomičnost potrošnje električne energije.

Uopšteno rečeno, bolji servis u elektroenergetici sa manjim efektima na okolinu, lokalno i globalno, značiće manje generatorske jedinice postavljene bliže potrošaču, kao i lokalne sisteme koji su optimizirani za visoku efikasnost i bolje performanse.

Ovakvi energetske sistemi koji se sastoje od mnogo decentralizovanih jedinica postaju veoma pogodni za izvore obnovljive energije svih vrsta. Oni neće istisnuti konvencionalne izvore preko noći, ali će izvori obnovljive energije biti komercijalno prisutni mnogo brže nego što se to očekuje. U tom smislu, poslednjih nekoliko godina, zabeleženo je veoma brzo prestrukturiranje naftnih kompanija u svetu na kompanije koje se bave i izvorima obnovljive energije, što je još jedanput iznenadilo političare, naročito, u razvijenim zemljama sveta.

2. NOVI I OBNOVLJIVI IZVORI

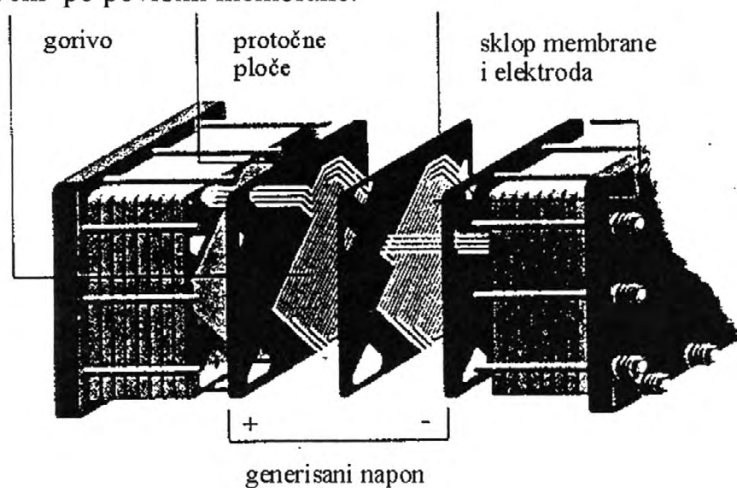
Šta je novo na tržištu izvora obnovljive energije? Mnogo toga! Toliko da ni daleko veći prostor ne bi omogućio da se kaže sve ono što je već tu oko nas. Svi ti izvori obnovljive energije nisu na istom stepenu razvijenosti i ne obećavaju podjednaku primenljivost i efikasnost. No, neki od njih su već danas prisutni u toj meri da postaju veoma atraktivni za svakodnevnu primenu.

Gorivne ćelije su potencijalno jedinstven izvor čiste energije. Izum protonske izmenjivačke membrane (*Proton exchange*

membranes - PEM) omogućio je da se ključni delovi gorivne ćelije: anoda, katoda i elektrolit konstruišu kao veoma kompaktna jedinica. Membranski sklop je srce *PEM*-a koji kada je snabdeven gorivom i vazduhom generiše električnu energiju gustine snage oko 1W po cm² aktivne površine membranskog sklopa. Primarni cilj današnjih tehnologija je smanjenje cene protonske izmenjivačke membrane. Cena koja se može očekivati u bliskoj budućnosti je reda \$10/kW, odnosno \$50/m² (*Nafion*). U razvoju je, danas, više različitih membrana. Tako jedan tip, koji obećava da bude jeftiniji, je *DUPont*-ova polisulfonovana fluoropolimerska membrana, drugi je sulfonovana *PEEK* membrana (*Hoechst/AVENTS*), kao i potencijalno ceo opseg "radiation grafted" membrana (*Poul Scherrer*).

Gorivne ćelije su veliki izazov za automobilsku industriju što je, prvenstveno, uslovljeno veoma rigoroznim ekološkim normama u domenu štetnosti izduvnih gasova. Tako, u SAD postavljen je cilj da do 2004. godine budu u proizvodnji automobili sa motorima koji će trošiti 3 litra na 100 km. U Kaliforniji teže *ZEV* (nula emisiona vozila). U Evropi je aktuelan cilj 140g CO₂/km do 2003. godine, što je ekvivalentno 6 litara na 100 km (sada 8 l/100 km). Sva je prilika da će ovaj broj u Evropi biti reduciran na 120gCO₂/km, odnosno 5litara/100km. Ostvarivanje ovih ciljeva vidi se korišćenjem gorivnih ćelija koje se smatraju najatraktivnijom zamenom za motore sa unutrašnjim sagorevanjem. U tom smislu je, već, *Ballard Power Systems* (Vankouver) počeo da proizvodi jedinice od 5kW sa gustinom snage 0.2 kW/litru (1990). Danas Daimler Kraiser, inače vodeći u ovoj oblasti, generiše 50kW pri gustini od 1kW/litru, što zadovoljava ciljeve postavljene u transportu. Ostali proizvođači automobila, kao General Motors, Toyota, Mazda, Volkswagen, Volvo, Citroen, Reno, Pežo na istoj su liniji istraživanja. Kod ovih gorivnih ćelija vodonik se smatra idelanom elektrolitom zbog ZE. U tom smislu poseban problem je proizvodnja vodonika na samom vozilu. Tako Ballard i Mercedes imaju prototipove autobusa koji rade sa rezervoarima vodonika postavljenim na krovovima. Te verzije su ekvivalentne dizel agregatima. U svakom pogledu: komforu, pouzdanosti, ubrzanju, nosivosti. Druga mogućnost je generisanje vodonika na licu mesta, u vozilu. U tu svrhu koriste se ugljovodonici, isključivo zbog velike vrednosti gustine energije. Daimler Kraiser i Tojota su demonstrirali upotrebu metanola kao kompromisa između gorivne infrastrukture i

jednostavnosti proizvodnje goriva na licu mesta. U svrhu dobijanja vodonika pojavio se parcijalno oksidirajući reaktor (Mercedes i Sell). Tako, na primer, uređaj HotSpot postiže 75% maksimalne proizvodnje vodonika iz metanola za samo 20 sekundi posle hladnog starta, a 100% za manje od minuta. Metanolska gorivna ćelija (*Direct metanol fuel cell*) je PEM sa punjenjem tečnog gasa koja radi na mešavini metanola i vode sa vazduhom. Sa ovim ćelijama postignuta je gustina od 0.2 kW/cm^2 po površini membrane.



Slika 3. Gorivna ćelija

Izgleda da će gorivne ćelije brzo biti kompetentni izvor energije na tržištu. Kao prvo, vidi se tržište autobusa i postrojenja za snabdevanje rezidencijalnih naselja. Autobusko tržište već je počelo da se razvija sa vozilima koja su u probnoj komercijalnoj upotrebi. Tržište energijom u domaćinstvima biće sledeći, veliki izazov. Takođe, sve velike automobilske kompanije ispituju mogućnost upotrebe gorivnih ćelija u putničkim automobilima. Vođstvo pripada Dajmleer-Krajsler-u, koji najavljuju da će njihovi pronalasci biti korišćeni masovno u A-klasi vozila sa gorivnim ćelijama, sa minimalnom proizvodnjom od 40.000 jedinica godišnje do 2004. godine. Krajsler, Ford i General motors takođe tvrde da imaju slična vozila spremna za proizvodnju.

Tabela I. Usporedni pokazatelji približnih cena za gorivne ćelije u stacionarnim i transportnim postrojenjima.

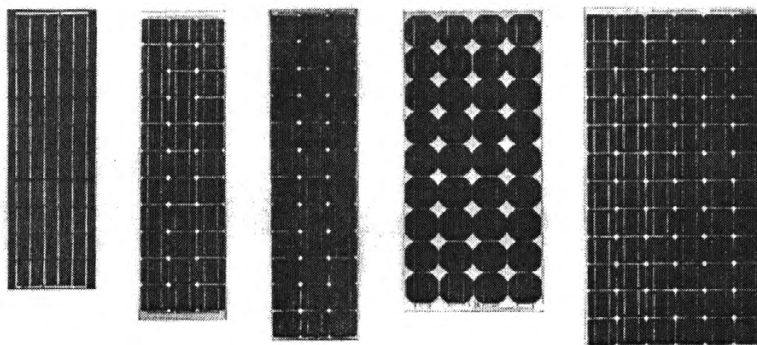
Primena	GĆ-sistem cena (\$/kW)	GĆ-stacionarno cena (\$/kW)	Životni vek (sati)
Stacionarna snaga	1500	500	40000
Teška vozila	500	250	10000
Putnička vozila	50	25	4000

Porast tržišta **fotonaponskih ćelija (PV)** je stabilan i u proseku 15% godišnje u poslednjih 20 godina, i to nezavisno od cene ćelija. Nasuprot tome, da bi bile tržišno kompetitivne mnoge kompanije u proizvodnji PV su snižavale cene u prošlosti u toj meri da su pretrpele velike gubitke i prestale da rade. Prepoznaje se danas nekoliko tržišta fotonaponskih ćelija. Tržište koje je usmereno ka sistemima koji rade van elektroenergetskih sistema, kao i tradicionalna tržišta, nisu osetljiva na cene i zavise uglavnom od kreditne politike. Sistemi koji su instalisani u naseljima i koji nisu povezani na elektroenergetske sisteme mogu se razvrstati na ona koja su usmerena ka fasadama i ona usmerena ka krovovima (debljina ćelija 25mm - *Sanyo*). Ovo je postala veoma atraktivna oblast koja, trenutno, ima najveći rast proizvodnje i ugradnje u oblasti PV. To je posledica: zamene postojećeg, vladinih politika, ili interesa ljudi za ekološku (zelenu) energiju. Tržište centralizovanih jedinica koje bi bile povezane na elektroenergetski sistem ili bi snabdevale električnom energijom veće potrošače, veoma je osetljivo na cene, za razliku od prethodnih. Ovo tržište biće atraktivno tek onda kada se pojave nove tehnologije koje će omogućiti proizvodnju novih, velikih razmera PV ćelija, što će garantovati mnogo nižu cenu (na primer, 1USA\$/W- što neki predviđaju da će se desiti u sledećih deset godina).

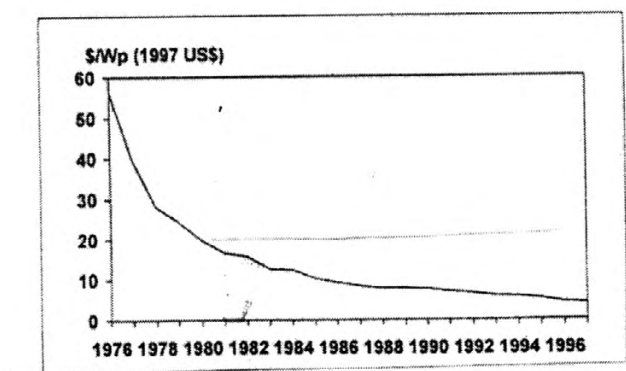
Još uvek najatraktivnija tehnologija u gradnji PV je na bazi monokristalne ili polikristalne silicijumske strukture solarne ćelije. Ćelije na bazi amornog silicijuma još uvek se ne mogu, u većini karakteristika, porediti sa prethodnim. U istraživačkim laboratorijama se radi i na novim tipovima ćelija, na primer, titanijumskim. No, one su još uvek daleko od tržišta.

Tabela II. Segmenti tržišta PV.

Tradicionalno tržište	Van sistema	U naseljima	Mreža
Komunikacije	Seoska elektrifikacija	Fasade	EES
Pumpanje vode	Zemlje u razvoju	Krovovi	Nezavisna proizvodnja
Udaljena snaga (releji i sl.)	Elektrifikacija sela	Ostalo (osvetljenje)	
Vladini demo projekti	Naselja u divljini		



Slika 4. Tipičan izgled PV ćelija



Slika 5. Cena PV modula

Posebno, danas, je aktuelno uvođenje automatike u izradi fotonaponskih ćelija. Kako su kristalno silicijumske PV ćelije lomljive i kako se proizvode u velikom broju, postoji potreba za automatizacijom proizvodnih linija. Razloga je za to više. Najočigledniji je taj, kako neke računice pokazuju, što ukoliko dođe do loma ćelija kada one stignu u proces sklapanja modula onda je njihova cena preko USA\$ 2/ W. 1% loma u MW-im postrojenjima znači 100-e kW gubitaka. Sa druge strane, automatizacija poboljšava ne samo sigurnost u proizvodnji već i kvalitet proizvoda.

Danas se smatra uobičajeno da se do 4,000 modula (36 ćelija po modulu) asemblira ručno, naročito u zemljama gde je radna snaga jeftina. Međutim, pri količinama koje se primiču 100,000 modula godišnje potrebno je uposliti neki stepen automatizacije. U tome smislu automatizacija u proizvodnji PV ćelija i modula je veoma atraktivna oblast danas. Takvi sistemi omogućavaju komunikaciju sa računarima koji vrše monitoring proizvodnje, analiziraju rezultate i određuju radnje kada je potrebno izvršiti korekcije u nekoj stepenici proizvodnje.

Više je elemenata koji utiču na tržište PV. Jedan od njih je i kvalitet. Samo nekoliko proizvođača nudi 20-25-o godišnju garanciju. Zabeleženi su mnogi kvarovi na dosadašnjim instalacijama i prestanak njihovog rada. Takođe, degradacija kvaliteta PV ćelije, naročito kod onih na bazi amorfnim silicijuma veoma je prisutna. Ovaj problem je na putu da bude rešen dogovorom koji su postigli proizvođači i potrošači zajedno (*PV Global Approval Program – PV GAP*).

Danas je odomaćeno shvatanje da je PV energija budućnost. Mnogi nisu svesni onoga što PV tržište već danas nudi i znači. U svakodnevnom životu ljudi nisu svesni da bez PV, već danas ne bi bilo na primer, globalnih komunikacija, globalne elektronske pošte, Interneta, telefona, TV, telefaksa ili GPS (*global positioning system*) pošto su sateliti koji se koriste u te svrhe 100% snabdevani energijom iz PV.

Danas se finansijski obrt PV industrije meri milijardom dolara u svetu. Ukoliko bi se shvatilo da većina PV tržišta nije uopšte osetljiva na cenu i da se tržište može osvojiti reklamom, a ne snižavanjem cena, PV industrija bi bila u boljem položaju.

Veoma je intenzivan razvoj novih kapaciteta za proizvodnju PV ćelija u svetu. Tako, primera radi, *Kyocera* (Japan) investira 10

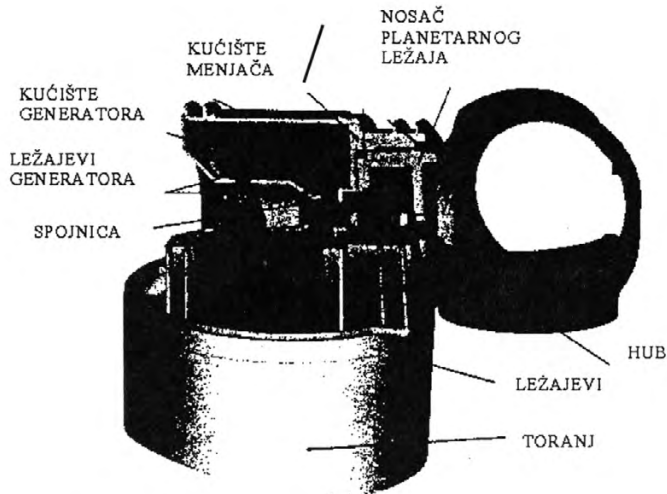
milijardi jena da bi povećala proizvodne kapacitete na 100 MW godišnje u periodu do 2003. godine. BP planira da sa obrta od \$ 1,000,000 godišnje postigne obrt od 1,000,000,000 USA\$./ godišnje, itd.

Vetrogeneratori su, danas, najatraktivniji izvori obnovljive energije. Hiljade vetrogeneratora uspešno generiše električnu energiju širom sveta. Već se tržišno najavljuju komercijalni vetrogeneratori (*Active Stall* tehnologija) snage 2 MW. Vestasove turbine snage 1.65 MW su trenutno najveće na tržištu. Prečnik rotora im je 72 m (ukupna težina 180 tona - 102 za toranj, 55 tona za postolje sa generatorom i 23 temelj). Nove tehnologije koje se najavljuju su Multibrid (*Aerodyn Energiesystem*- Nesa biće teške 200T) sa kojim će se graditi jedinice reda 5 MW čije turbine će imati prečnik rotora, prema nekim računicama 150 m. Ovom tehnologijom izbegnuta je korozija zbog soli. Cilj je ove tehnologije da inkapsulira sve delove pri niskoj brzini rotora. Četiri osnovne karakteristike ove tehnologije su:

- jednostepeni prenos sa generatorom male brzine,
- ležišta rotora sa zupčanicima koji su integrisani u planetarnim nosačima ležajeva (*reinforced planet carrier bearing*)
- integracija reduktora, generatorskog kućišta i osovine u jednu livenu strukturu, i
- specijalna geometrija propelera, rotorove osovine i prečnika vrha stuba.

Problem vetrogeneratora koji se grade na vodi je u enormnim troškovima montaže tako da jedinice moraju da budu velike snage kako bi se investicija isplatila.

Posebno su atraktivne farme vetrogeneratora. Turbine kod ovih farma odvojene su međusobno najmanje za 5-10 visina tornja tako da je svega 1% zemljišta zauzeto tornjevima i prilaznim putevima. Megavatne mašine su odvojene međusobno čak između 1/2 do 1 km. Niti građevine niti šume može biti na tim površinama, te one mogu biti upotrebljene za poljoprivredu, zabavu, ekologiju.



Slika 6. Tehnologija inkapsuliranih vetrogeneratora

Vetrogeneratori generišu buku i to od vrhova elisa (visoke učestanosti), kao i zbog toga što elise prolaze pored tornjeva, i od mašina, naročito menjačke kutije (niske učestanosti), ali ona zadovoljava kritični nivo od 40 dB, što je potrebno za miran san. Vetrogeneratori su aktivni proizvođači elektromagnetskih smetnji. TV, FM i radari ometani su sa metalnim delovima rotora koji se kreće. Sa smetnjama u TV i FM signalima nije teško izaći na kraj ugrađujući dodatne repetitorske stanice. No, još uvek je problem sa radarima, što mora biti uvaženo. Ostali nedostaci koji utiču na okolinu, kao što je broj ptica koje stradaju i drugo, nisu van statističkih podataka koji se javljaju kod dalekovoda, automobila na autoputevima, staklenih površina i drugi uređaji.

Korišćenje vetrogeneratora za generisanje električne energije postaje sve atraktivnije. Tako, na primer, u Evropi se planira instalisanje do 2000. godine - 10,000 MW, do 2010. godine - 40.000 MW, do 2020. godine 100.000 MW (*European Commissions White Paper on Renewables*). Treba ovo uporediti sa 1990. godinom, kada je bilo samo 473 MW.



Slika 7. Tipični vetrogeneratori

Tabela III. EWEA ciljevi u korišćenju vetra.

Godina	Ostvareno	Planirano
2000.	4000 MW	8000 MW
2005.	11500 MW	
2010.	25000 MW	40000 MW
2020.		100000MW
2030.	100000MW	

Totalni obrt **bioloških materijala** po stanovniku na zemlji je 40 tona godišnje. Ovaj materijal raste i odumire u prirodnim ciklusima uz emisiju i absorpciju atmosferskih gasova i isparenja. Ovi procesi ne samo da čine atmosferu već i uslovljavaju život na zemlji. Ceo ovaj sistem još uvek je nepoznate osetljivosti. Komercijalna upotreba biomase mora biti shvaćena u tom smislu, ekološkom, ne samo zbog ekonomskih pokazatelja, već i zbog mogućnosti narušavanja osnovnih vrednosti u atmosferi. Korišćenje biomase mora biti u duhu prirode, a ne u duhu njenog uništenja. Ona se u tehnološkim procesima koristi za generisanje električne energije (toplote) i za proizvodnju goriva.

Postoje tri glavne klase biogoriva. To su termohemijska (direktno sagorevanje, *coopinging*, *pyrolysis*, gasifikacija), biohemijski (anerobična destilacija, *biophotolysis*) i agrohemijski (prirodna ulja, *exudates*). Korišćenje termohemijske klase biogoriva najčešće je za potrebe generisanja električne energije, dok se agrohemijska goriva koriste za pokretanje motora sa unutrašnjim sagorevanjem.

Tabela IV: Troškovi korišćenja biomase tipičnog postrojenja.

Kapitalni trošak		
komponenta	\$ (milioni)	\$/kW
gasificirano postrojenje	15.0	267
turbine	43.1	770
ukupno	58.1	1037
Troškovi rada		
komponenta	\$ (milioni) godišnje	centi/kWh
kapitalni	11.6	2.63
gorivo	7.17	1.62
osoblje	0.56	0.13
ostalo	1.18	0.27
ukupno	20.51	4.65

Porast stepena iskorišćenja i smanjenja troškova u proizvodnji električne energije iz biomase počiva danas, uglavnom, na tehnologijama gasifikacije i adaptaciji gasnih turbina i kombinovanog ciklusa koje su osvojene u upotrebi prirodnog gasa. Gasifikacija biomase zahteva manje rigorozne temperaturne uslove (800 -850 °C) i pritisak, i rezultira u relativno nizakom nivou sumpora. Takođe, upotreba biomase je ograničena na kapacitete do 80 MW, prvenstveno cenom njenog transporta. Ove karakteristike su uslovile različitosti u odnosu na tehnologije prisutne kod uglja, mada su one u tesnoj korelaciji sa onim kod integrisane gasifikacije uglja kombinovane sa tehnologijom kombinovanog ciklusa (*IGCC*).

Biomasa se ne koristi samo za proizvodnju električne energije, već je prisutna i u proizvodnji biodizela. Tako EC predviđa 2% tržišta za biodizel do 2010. godine, a po FORUM scenariju 12% do 2020. godine. Osnovne karakteristike biodizela date su u poređenju sa fosilnim dizel gorivom u tabeli IV.

Cena današnjih instalacija je \$1800/kW, dok se očekuje da padne na (1300-1100)\$/kW. Što se tiče same biomase, i tu postoje odgovarajući problemi. Tako, da bi se obezbedilo 30 GW biomase do 2020. godine *NREL* je utvrdio potrebu za 3 miliona akri¹ do 2010, a 11-12 miliona akri do 2020. godine. Danas su ostaci biomase na tržištu oko \$9/toni, ali ti izvori su ograničeni. Tekuća cena biomase

¹ 1 akra=4040m²

(stočne hrane) je \$36/toni. Očekivano povećanje prinosa sa 6 tona/akri na 8 tona/akri, ima za cilj smanjenje cene na \$ 18-27/tona.

Tabela V: Fizičko-hemijske osobine biodizela u poređenju sa fosilnim dizelom

Osobine	jedinica	dizel (En 590-1993)	biodizel (FAMA) DIN E51.606-1997.
gustina pri 15°C	kg/m ³	820-860	875-900
viskozitet pri 40°C	mm ² /s	2.0-4.5	3.5-5.0
zapaljivost	°C	>55	>110
sumpor	%(m/m)	<0.2	<0.01
Ostale osobine			biodizel(RME)
sadržaj kiseonika	%(m/m)	0.0	10.9
kalorična moć	MJ/dm ³	35.6	32.9
stepen korisnosti	%	38.2	40.7

(izvor: Walter 1992.)

Poslednjih nekoliko godina je pokazalo veoma intenzivan porast u proizvodnji energije iz biodizela.

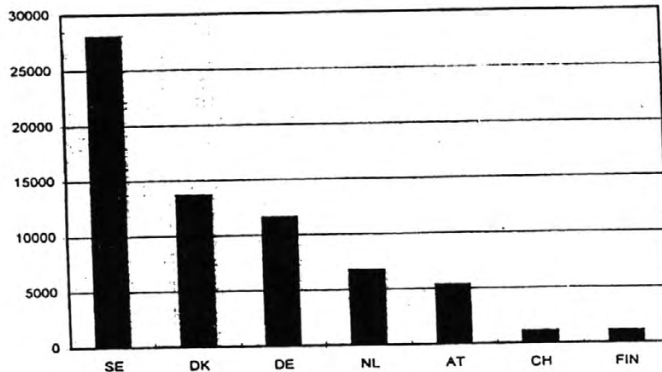
Tako, već danas, u pogonu su ili izgradnji postrojenja na slamu veličine 36 MW (Ely-V.B.), na otpadno drvo od maslina 17 MW (Piza-Italija), 75 MW na recikliranoj biomasi (Minnesota) i mnoga druga.

Aktuelna predviđanja WEC ukazuju na to da će konvencionalna i nekonvencionalna biomasa krajem sledećeg stoleća biti značajan izvor energije (Slika 1).

Veoma atraktivna tehnologija, čija primena je u velikoj ekspanziji, jeste korišćenje **direktnog sunčevog isijanja** (toplote). Mnoge tehnologije su prisutne: zagrevanje vode za svrhu grejanja, proizvodnja električne energije, topljenje metala...

Toplotni kolektori sa crnim hromiranjem su standardno i najpopularnije rešenje, za obezbeđenje tople vode za domaćinstva i industriju. Na tržištu postoji raznovrsnost modula i mnogo proizvođača. Trenutno, najveće postrojenje u izgradnji za zagrevanje i obezbeđenje tople vode je ono za Olimpijsko naselje u Sidneju (Olimpijada 2000) koje treba da obezbedi potrebe za toplom vodom za 5000 ljudi (*Solarhart*). U mnogim zemljama kreditna i poreska

politika veoma agresivno stimuliše individualne potrošače u primeni toplotnih kolektora.

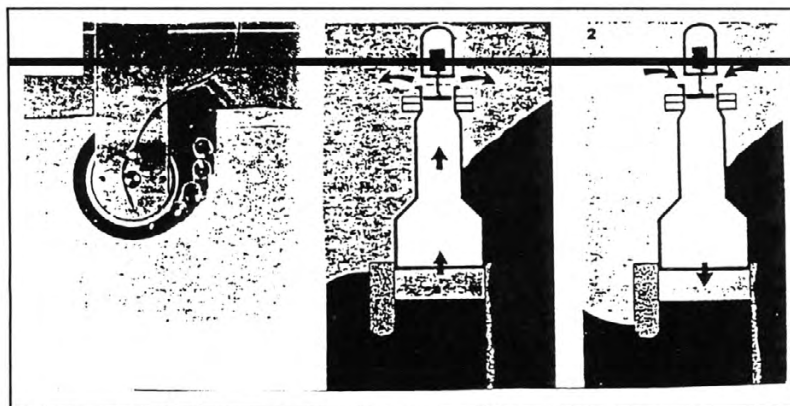


Toplotna sunčeva postrojenja u Evropi (>500 m²). SE-Švedska, DK-Danska, DE-Nemačka, NL-Holandija, AT- Austrija, CH-Švajcarsa, FIN-Finska

Slika 8. Toplotna sunčeva postrojenja po zemljama Evrope.

Postrojenja koja koriste toplotu isijanja sunca za generisanje pare (100°C i 400°C) koja potom pokreće turbine, grade se danas i do veličine od nekoliko desetina MW. Postoje pojedinačne instalacije snage i 100-e MW.

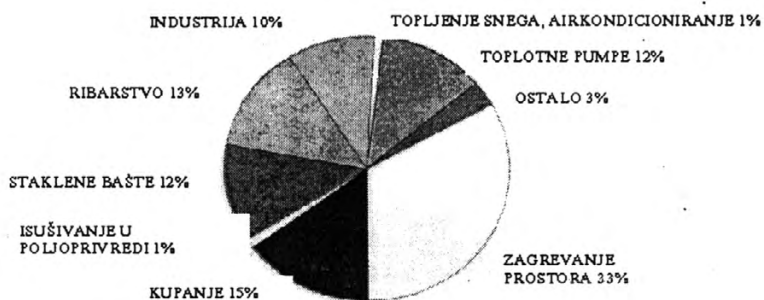
Jedna od tehnologija koja obećava počiva na korišćenju **energija okeana**: plime - oseke i energije talasa. Već postoje elektrane na energiji plime (240 MW *La Rance*). Energija talasa se koristi na mestu udara talasa u kopno i na samoj površini mora (plutajući generatori). Jedna od atraktivnih tehnologija počiva na zahvatanju talasa, a potom sužavanju kanala kako bi se kinetička energija talasa iskoristila za povećanje njegove visine, te prema tome obezbedila odgovarajuća akumulacija. Druge poznate tehnologije počivaju na korišćenju komprimovanog vazduha dobijenog udarom talasa u obalu, kao i različite tehnologije koje upošljavaju plutajuće generatore.



Slika 9. Neke od tehnologija koje koriste energiju talasa.

Procenjuju se velike energetske rezerve u energiji okeana. Tako, Danci su predvideli svojim istraživanjima da mogu iskoristiti (*Vaveplanbe*) 1800 MW u Severnom moru, i 7000 MW na Britanskoj i Irskoj obali Atlantskog okeana. Svrha njihovih istraživanja, u koja ulažu 1.000.000.000 USA\$, identična je onim koja su u svoje vreme preduzeli u energiji vetra. Preduhitriti druge.

U korišćenju **geotermalne energije** nema puno novog. Koristi se za zagrevanje i za generisanje električne energije. Danas je u svetu instalisano ukupno 7953 MW, od čega najviše u USA i na Filipinima.



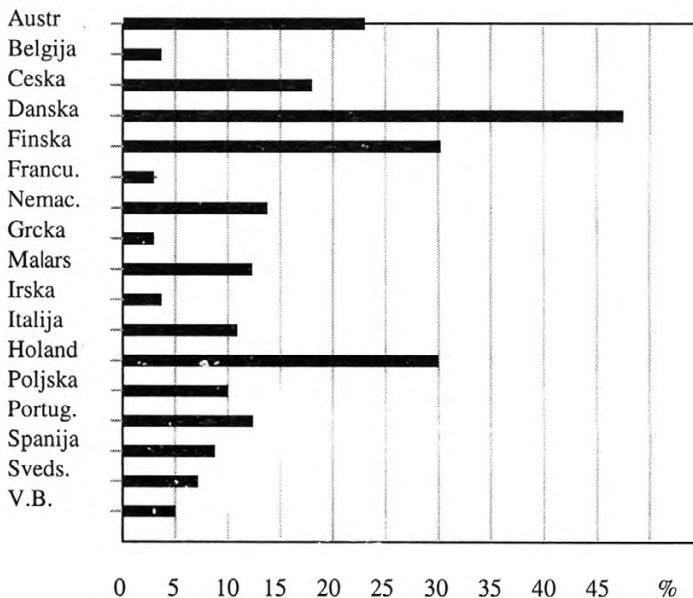
Slika 10. Korišćenje geotermalne energije u svrhu direktnog zagrevanja

Mada nije izvor obnovljive energije, kogeneracija je danas u centru pažnje mnogih koji utiču na energetska politiku, i to kako sa aspekta povećanja kompetitivnosti tako i s aspekta zaštite čovekove okoline i mogućnosti korišćenja u tehnološkom procesu obnovljivih izvora energije. Najčešće pogonsko gorivo u procesima kogeneracije je prirodni gas, ali postoje u svetu brojne instalacije koje počivaju na biomasi ili industrijskom ili urbanom otpadu.

Kogeneracija je simultana proizvodnja električne i toplotne energije. U tom procesu, ukoliko se on optimizira, sledeće su prednosti:

- povećanje efikasnosti u konverziji energije (90% i više);
- manja emisija štetnih gasova, a naročito CO₂ kao ključnog u stvaranju efekta staklene bašte
- velike finansijske uštede, i
- prilika da se uspostavi decentralizovani sistem generisanja električne energije.

Na tržištu su prisutne najmanje jedinice od 1 kW (za domaćinstva), pa do 100/150 MW za industrijsku upotrebu.



Slika 11. Kogeneracija kao deo nacionalne proizvodnje snage.

Još mnoge tehnologije su prisutne na tržištu ili u istraživačkim laboratorijama.

Oblast alternativnih izvora energije je danas veoma aktuelna i propulzivna. WEC predviđa da će udeo energije generisane u ovim izvorima do kraja 21. stoleća prevazići 40% (Slika 1.) ukupne generisane energije. Drugi scenariji, kao na primer Faktor 4, prognoziraju još veće prisustvo obnovljivih izvora. U međuvremenu, potrebno je rešiti još mnogo tehnoloških problema. Najvažniji, na koje je skoncentrisana naučna i tehnološka populacija su :

- usvajanje novih tehnologija za propelere kod vetrogeneratora, za nove izolacione materijale, bojlere i enkapsulirane (*embeded*) solarne ćelije;
- prilagođavanje mikroelektronike tehnologiji kod solarnih ćelija, kao i automatizacija, na primer, kod rada invertora ili punjača baterija;
- upotreba biotehnologija da bi se poboljšala produktivnost biomase, ili da bi se razvio novi soj biomase;
- upotreba novih softverskih tehnologija u oblasti simulacije, automatizacije i obrazovanja (multimedija).

Može se, na kraju, upitati: Na šta će ličiti "održivi elektricitet", i kako se može dospeti od sadašnjeg stanja do njega? Liberalizacija, prirodni gas i gasne turbine, alternativni izvori energije dali su inicijalni podsticaj koji je bio potreban. Ekološki zahtevi, koji iz dana u dan postaju sve rigorozniji, doprinose značajno ovom procesu. Mada je prirodni gas, kao gorivo, veoma privlačan, još uvek je to fosilno gorivo. U tom smislu obnovljivi izvori energije su čisti i ne emituju ugljen dioksid. Prirodni gas je pokrenuo tranziciju koja će sigurno završiti obnovljivim izvorima energije.

LITERATURA

1. Appleyby, P.: *Renewables in the future energy supply*, st.50-61, REW, No.4, Vol.2, Jul 1999.
2. Badin J.: *Biomass greens US power production*, REW, st.40-45, Vol.1, No.3, Novembar 1999.
3. Bucher: *Photovoltaic Energy for 21st Century*, Clean Energy 2000. Geneve, Januar 2000.
4. *Clean 'N' Geen Energy* – www.go-green.com, 1998
5. *Coming of age*, REW, st.12-27, Vol.2, No.6, Jul 1999.
6. *Energy for tomorow renewable energy program*, Wisconsy Electric, www.wisenergy.com, 1998
7. Đurović M.: *Korišćenje energije vetra*, Mediteran 1992.
8. Hannicken, P.: *Factor 4: A new world energy Strategy*, Clean Energy 2000, Geneva, Januar 2000.
9. Horozar, D., Brushwood, J.S.: *Renewable prospects in todays conventional power generation market*, st.34-, REW, Vol.2, No4, July 1999
10. Jamieson P. et al: *Technological development for offshore wind*, REW, st. 64-71, Vol.2, No.3, Maj 1999.
11. Kay R.: *The GAP for photovoltaic (PV GAP)*, Clean Energy 2000, Januar 2000, Geneve
12. Nakićenović N. et al: *Global Energy perspectives*, Cambridge University Press 1998.
13. Minett, S.: *Cogeneration: its role in the future energy market of the European Union*, st.156-167, REW, Vol.2, No.6, Jul 1999.
14. Mirasgedis S. et al: *Solar Energy and the abatement of atmospheric emission*, Renewable Energy, st.325-339, Vol.7, No.4, 1996.
15. Obasi, G.O.P.: *Statement at the opening of the Millenium Conference on Energy, Environment and Clean Mobility*, Clean Energy 2000, Geneve, Januar 2000.
16. *Photovoltaic News*, WREN NEWS, Winter 1999.
17. San Martin S.: *Global climate changes and the challenges for renewable energy*, Renewable Energy, Perth I, Pergamon 1998.

18. Taborer H.Z.: *Solar energy and peace*, WREC, Pergamon Press, st. 92-99, Vol.1, 1990.
19. Varadi P.: *PV-why are we waiting*, REW, st.12-19, Vol.1, No.3, 1998
20. *Wind Force 10*, REW, st.40-61, Vol.2, No.6, Novembar 1999
21. Wright P.M.: *Geothermal Energy – a clean sustainble source*, REW, st.20-25, Vol.1, No.3, Novembar 1998.
22. Yota s.: *Trilemma, Central Research Institute of Electric Power Industry*, Tokyo 1995.

