

MOGUĆNOST PRIMENE I EKONOMSKA OPRAVDANOST IZGRADNJE VETROELEKTRANA

POTENTION AND ECONOMIC VALIDITY OF CONSTUCTIONING WIND PLANTS

Stekić I. *, Simonović V. *

Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Kraljice Marije 16

Rezime: U radu su prikazani tehničko-tehnološki potencijali u proizvodnji električne energije pomoću energetske sistema koji koriste energiju vetra. Izvedena je opservacija vetroelektrana sa aspekta investicionih troškova, troškova rada i održavanja, troškova finansiranja, proizvodnih i eksternih troškova. Prikazano je i poredjenje cena proizvodnje električne energije vetroelektrana sa konvencionalnim izvorima energije kao i buduće tendencije cena. I pored nedostataka vetroelektrana svetske tendencije u proizvodnji električne energije usmerene su ka podsticaju njihovog razvoja, tako da je prikazana ekonomska opravdanost i isplativost.

Ključne reči: obnovljivi izvori energije, energija vetra, vetrogenerator, vetroelektrane, ekonomska isplativost

Abstract: This study has shown technical-technological potential in production of electric energy by energy systems that use wind energy. Observation of wind energy systems is managed with aspect of capital expenses, labor and maintenance, financial, production and external costs. Comparison of wind energy production costs with conventional is being shown, as like as future price tendencies. Despite deficiency of wind plants, world trends in production of electrical energy are towards theirs development, and economic validity was shown.

Key words: renewable energy sources, wind energy, wind turbine, wind plants, economic validity

1. UVOD

Svetska energetska kriza, izazvana poremećajima na tržištu nafte, primorala je mnoge zemlje sveta da ozbiljnije i dugoročnije sagledaju razne energetske mogućnosti i da potraže prava rešenja. Poslednjih nekoliko godina svet je, takodje počeo da shvata da je ekološka kriza još ozbiljnija od energetske. Budući da iz delatnosti vezanih za energetiku proističe glavna pretnja čovekovojoj okolini, rešavanje energetskeg problema postalo je u isto vreme značajno i sa ekološke strane. Stoga su obnovljivi i čisti izvori energije došli u prvi plan. Iscrpljenje konvencionalnih izvora energije danas je postalo sagledivo i jasno je da se moraju tražiti novi izvori energije. Nasuprot konvencionalnim izvorima stoje obnovljivi izvori energije: sunce, vetar i geotermalna energija. Pored toga što su neiscrpn, ovi izvori su i najčistiji i stoga najprihvatljiviji sa ekološke tačke gledišta, a imaju osobinu da su neotuđivi. Trenutni razvoj iskorištavanja energije vetra sve više ide u smeru izgradnje vetroelektrana(VE). Vetroelektranu predstavlja veći broj vetrogeneratora koji su zajedno povezani i efikasnost ovakvog grupisanja

* Ivana Stekić, diplomirani inženjer mašinstva, istekic@yahoo.com, Vojislav Simonović, diplomirani inženjer mašinstva, vojislav@venividisimonovic.com, Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu.

vetrogeneratora raste svakim danom. Usprkos povećanoj ukupnoj efikasnosti, veliki problem ostaje u tome da nema mnogo dobrih lokacija za vetroelektrane budući da je potrebna velika površina u kojoj duvaju relativno jaki i, što je i najvažnije, stalni vetrovi. Za svaku moguću lokaciju potrebno je pre gradnje napraviti opsežna istraživanja godišnjih kapaciteta vetra da bi se mogla unapred izračunati količina energije koja se može proizvesti na datoj lokaciji. Količina dostupne energije je glavni razlog zbog kojeg se koriste detaljna istraživanja pre konačne investicije u određenu vetroelektranu. Da bi se dobila količina dostupne energije investitori moraju saradivati s meteorolozima da bi se dobio meteorološki model lokacije koji se kasnije koristi za računanje efikasnosti mogućeg projekta farme vetrenjača i da bi se dobio odgovor na pitanje da li je projekt isplativ na datoj lokaciji.

2. ANALIZA MOGUĆNOSTI IZGRADNJE VETROELEKTRANA

Pri izgradnji vetroelektrana treba voditi računa o dve osnovne grupe srodnih činioca:

- energetske-ekonomskim i tehničko-tehnološkim
- prostorno-planskim i ekološkim.

Pod energetske-ekonomskim i tehničko-tehnološkim činiocima podrazumevaju se najpre stvarne, fizičke mogućnosti za izgradnju vetroelektrane (VE), odnosno za proizvodnju električne iz kinetičke energije vetra uz sto manje moguće troškove. To znači da za odabir lokacije za izgradnju VE najpre treba ispitati postoje li zadovoljavajuće brzine i smerovi vetra, a zatim i mogućnosti za samu izgradnju, odnosno za dopremu opreme, izvođenje radova, priključivanje na mrežu, održavanje itd.

S druge strane, pod prostorno-planskim i ekološkim činiocima se podrazumevaju mogućnosti za izgradnju VE s obzirom na uslove koji postoje u prostoru: odgovarajuće dokumente prostornog uređenja koji postoje na nekom području (gradu, opštini) i zahteve zaštite okoline (očuvanja same okoline ili biljnog i životinjskog sveta).

Osnovne osobine o kojima treba voditi računa pri planiranju prostora za izgradnju VE:

- VE se uglavnom grade na neizgrađenim površinama (izvan naselja), najčešće na poljoprivrednom zemljištu ili čak na moru, pri čemu treba pronaći optimum između energetske (razvod mreže), izvedene (mogućnosti izgradnje), prostorno-planske (određene odgovarajućim dokumentima) i ekološke zahteva (zaštita okoline);
- VE su visoke gradjevine (vrh lopatice može biti i do 100 m iznad tla);
- ako se VE sastoji od više jedinica, prostor između njih (razmak najčešće iznosi između 200 i 500 m) može se iskoristiti u druge svrhe, pri čemu se celo postrojenje ili njegovi delovi u pravilu ne ograđuju;
- nakon isteka veka trajanja (oko 20 godina), postrojenje se lako uklanja;
- interna se elektro mreža izvodi podzemno pa je spolja nevidljiva.

Kako izgradnja vetroelektrane, u poredjenju s drugim energetskim postrojenjima, traje srazmerno kratko (nekoliko nedelja), najveći deo celog procesa otpada na razne pripremne postupke, odnosno ponajviše na prikupljanje potrebne dokumentacije. Celi se postupak, od zamisli do pogona, može sažeti u nekoliko koraka:

- zamisao o izgradnji i odabir mogućih lokacija;
- prikupljanje potrebnih podataka i prethodna istraživanja na mestu budućeg postrojenja (merjenja brzine i smera vetra, ispitivanje vlasništva nad zemljištem, itd);
- izrada idejnog rešenja;
- postupak dobijanja odluke o lokacijskim uslovima, odnosno lokacijske dozvole;
- završna studija (ekonomsko-finansijska analiza);
- rešavanje imovinsko-pravnih odnosa na zemljištu (kupovina, zakup, najam, koncesija, itd.);
- izrada glavnog projekta i dobijanje gradjevinske dozvole;
- izgradnja postrojenja;
- sprovođenje pogonskih ispitivanja i dobijanje dozvole;
- priključivanje na mrežu i pogon.

3. EKONOMSKE OSNOVE IZGRADNJE VETROELEKTRANA

Tokom svog eksploatacionog veka vetroelektrana ostvaruje prihode na osnovu prodaje proizvedene električne energije i tako pokrivati rashode i nastojati ostvarivati dobit. Pri tome se rashodi, odnosno troškovi izgradnje i pogona VE mogu se podeliti na:

- investicione troškove (najveći deo ukupnih rashoda);
- troškove pogona i održavanja (čine od 1,5 do 3% ukupnih rashoda);
- troškove za poreze i doprinose, troškove finansiranja, i sl.;
- proizvodne troškove;
- spoljne troškove.

Troškovi investicije se dele na troškove uslovljene lokacijom i troškove izgradnje. Troškovi uslovljeni lokacijom obuhvataju troškove nekretnina (otkupa, zakupa, najma, koncesija i s tim povezanih administrativnih troškova), izgradnje pristupnih magistrala, električne i telekomunikacione mreže i dodatnih infrastrukturnih sadržaja. Troškovi izgradnje uključuju sve troškove potrebne za fizičku izgradnju postrojenja na odabranoj lokaciji:

- izrade potrebne investicijsko-tehničke dokumentacije (prikupljanje podataka o vetru, izrada studije isplativosti, studije uticaja na okolinu, projekta itd);
- dobijanja potrebnih dozvola (lokacijske, građevinske, i sl);
- nabavke opreme i rezervnih delova (čini oko 70% svih troškova izgradnje);
- zemljišnih i građevinskih radova (pripremu zemljišta, temeljenje, razvodjenje mreže, itd.);
- radova na postavljanju opreme (podizanju stuba, kućista, rotora, itd.);
- priključivanja na mrežu, obuke osoblja i održavanje postrojenja.

Investicioni troškovi se kreću između 75% i 90% ukupne cene koštanja. Ukupna investiciona ulaganja su oko 1000 US\$ po kilovatu instalisane snage [9]. Međutim ovo nije striktna vrednost jer ekonomsko merilo ima odlučujući uticaj tj. prelaskom sa mašine od 150kW na 600kW cena se grubo utrostručuje iako je snaga povećana četiri puta. Razlog je da količina neophodne energije za izgradnju vetrogeneratora od 150kW nije mnogo različita od one potrebne za vetrogenerator od 600kW. Trenutno su najekonomičniji vetrogeneratori u opsegu 500-750kW i njihove cene su relativno niske. Kada se odlučuje o veličini vetrogeneratora ne uzima se samo u obzir i cena instalisanog kW npr. manji vetrogenerator je profitabilniji u oblastima sa slabijim vetrom. Cena savremenih vetrogeneratora sa prečnikom od 45m je negde oko 700 €/kW. Najekonomičnija veličina vetrogeneratora se menjala tokom godina i da još uvek raste. Često se koristi termin "referentna cena" da se označi cena energije proračunata korišćenjem standardnih procedura, sa fiksnim kamatnim stopama i mora se razlikovati od cena relevantnih za pojedine države. Može se uočiti silazni trend produkcionih troškova vetrogeneratora, i predviđa se njegov dalji pad usled poboljšanja građevnog materijala i optimizacije generatora i menjača. Instalacioni troškovi variraju kako variraju troškovi prilaza (puteva) i troškovi temelja u zavisnosti od tipa zemljišta. Najveći deo troškova odlazi na sam vetrogenerator (rotor, generator, prenosni mehanizam).

Balansni troškovi su prikazani u tabeli 1.[9] i dati su u % od cene vetrogeneratora. Troškovi se smanjuju za 25% prelaskom sa mašine od 300kW na mašinu od 1MW.

Tabela 1. Analiza balansnih troškova[9]

| Investicije | % |
|---------------------|-------|
| Temelj | 5-11 |
| Električne veze | 5-11 |
| Zemljište | 0-5.7 |
| Troškovi planiranja | 1.5-3 |

| | |
|-----------------------|--------|
| Dozvole | 3-8 |
| Infrastruktura | 2-4 |
| Menadžment | 3-6 |
| Razni troškovi | 2-4 |
| Povezivanje sa mrežom | 7.5-15 |
| TOTAL | 15-40 |

Pošto za vetrogeneratore nema troškova za gorivo, troškovi rada i održavanja idu na rad elektrane i održavanja. Prosečni vek trajanja vetrogeneratora se procenjuje na dvadesetak godina, odnosno na oko 120 000 radnih sati tokom veka trajanja od 20 godina, dok vek trajanja temelja može biti i do 50 godina. Isti temelji mogli bi se iskoristiti dva puta, to jest za postavljanje dve generacije vetrogeneratora. Vreme raspoloživosti vetroelektrana izuzetno veliko i može iznositi čak 98%, pri čemu bi se redovni pregledi i poprake vetroelektrane po pravilu trebali izvoditi svakih šest meseci. Iskustva pokazuju da su troškovi održavanja vrlo niski kod novih vetrogeneratora ali rastu njegovim starenjem. Za novije vetrogeneratore procenjena vrednost troškova održavanja je 1.5-2% godišnje. Ukupni troškovi se mogu iskazati i preko proizvedenog kW i iznose 1-2 c€/kW. Ovo uključuje zakup zemljišta, održavanje i osiguranje. Operacionalni troškovi variraju od zemlje do zemlje i između mesta za izgradnju. Nemački podaci ukazuju da se troškovi osiguranja i garancija prepolove pri prelasku sa 200kW na 500kW i kreću se od oko 25 €/kW za 200kW mašine i padaju na 15 €/kW za 500kW mašine. Trenutne cene energije za odgovarajuće eolske farme srednje veličine cene od 850 €/kW su 9.6c€/kW za brzinu vetra od 5m/s i padaju na 3.4 c€/kW za brzinu od 10m/s.

Troškovi finansiranja se jakom razlikuju od zemlje do zemlje. Možemo reći da su troškovi finansiranja u padu kako raste poverenje u ovu tehnologiju. Ekonomičnost vetroelektrana povezanih u mrežu zavisi od finansijske perspektive (koliko brzo i sa kojom kamatom žele investitori povraćaj sredstava). Dalja regulatorna politika kao što su primeri investicionih subvencija doprinose smanjenju potreba za troškove investiranja i donose pouzdanost u investiranje u eolsku energiju. Direktna podrška privatnim investicijama je u funkciji stvaranja tržišta i usled toga uspostavljanje nove industrije. Najčešći modeli za stimulaciju tržišta uključuju:

- Javne fondove za demonstracione projekte
- Direktnu podršku investicionom trošku (% od ukupnog troška ili određeni iznos po instalisanom kW)
- Podršku kroz premije za električnu energiju iz eolskih elektrana
- Finansijska inicijativa - specijalni zajmovi, povoljne kamatne stope itd.

Instalacioni troškovi imaju tendenciju porasta sa porastom brzine vetra. Ovo reflektuje činjenicu da investitori mogu priuštiti veće troškove ako dobijaju veći prinos. Povećanje brzine sa 8m/s na 9m/s povećaće izlaznu snagu za 10%.

Prihod od vetroelektrana je osnova ekonomskih investicija koji se odnose na proizvodne troškove. Produktivnost vetrogeneratora je porasla sa razvojem tehnologije, a i postajale su sve jeftinije i efikasnije. Postoje dva glavna faktora koja utiču na sposobnost vetrogeneratora da proizvodi energiju, a zbog toga i na mogući prihod. Prvi faktor jesu same komponente vetrogeneratora kao što su rotor, prenosni sistem, veličina generatora i mogućnost vetrogeneratora da radi kada je vetar raspoloživ. Drugi faktor je da priroda vetra ima odlučujuću ulogu na izlaznu energiju. Što je veća produktivnost vetrogeneratora to je cena generisane električne energije niža. Potpuno slobodno tržište električne energije ne postoji, već cena pored cene proizvodnje zavisi od različitih efekata koji utiču na tržište (porezi, subvencije).

Da bi odredili pravu cenu generisanja električne energije moramo uzeti u obzir i eksterne troškove. To su troškovi ljudskog zdravlja i zaštite sredine koji trenutno nisu prikazani u tržišnoj ceni

energije. Oni se takođe označavaju kao društveni troškovi. Evropska istraživanja ustanovila su poredive podatke eksternih troškova različitih tehnologija proizvodnje električne energije. Podaci su zasnovani na analizi nekoliko životnih ciklusa, uključujući aspekte kao što su trošenje resursa, transport, proizvodnja, uništenje i odlaganje. Rezultati ove analize u Danskim uslovima, pokazuju da su eksterni troškovi vetrogeneratora znatno niži od svih ostalih tehnologija, tabela 2.[9]

Tabela 2. Poredjene eksternih troškova vetrogeneratora i drugih tehnologija[9]

| Tehnologija | Eksterni troškovi c€/kWh |
|--------------------------------|--------------------------|
| Offshore vetroelektrana | 0.67-3.65 |
| Vetroelektrana na kopnu | 0.59-2.55 |
| Prirodni gas (el.energija) | 7.11-80 |
| Biogas elektrana (el.energija) | 4.36-16.12 |
| Biogas elektrana (grejanje) | 1.32-4.57 |

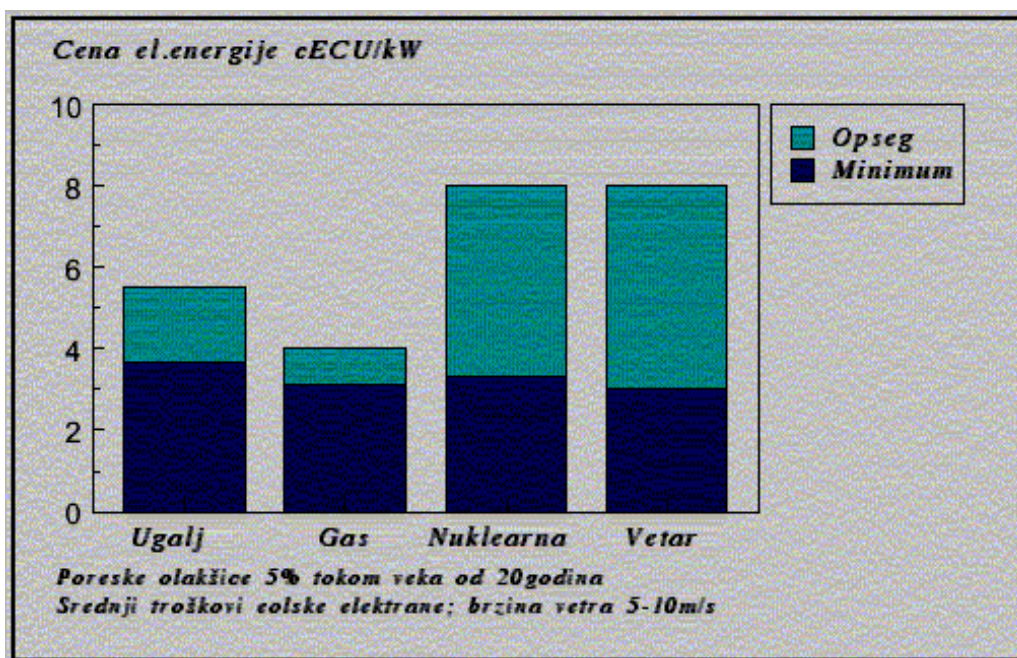
Cena energije vetroelektrana zavisi od brzine vetra, pa zbog analize treba napraviti vezu između brzine vetra i produktivnosti mašine (u kWh/m² i kWh/kW). Podaci o proizvodnji energije za više modernih turbina pokazuju da faktor kapaciteta je oko 0.2 pri 6m/s, penje se na 0.45 pri 9m/s, dok je "prinos" oko 750 kWh/m² pri 6m/s i raste do 1600 kWh/m² pri 9m/s. Lokalne brzine vetrova široko variraju u celoj Evropi. Najbolja mesta za vetroelektrane su mesta gde su prosečne brzine vetra od 8m/s do 10m/s. Širok opseg kamatnih stopa i drugih faktora mora biti uvažen i zato razlikujemo najniže, srednje i najviše cene energije. Pregled se odnosi na vetrogeneratore od 600-750kW. Pretpostavimo da instalacioni troškovi rastu sa brzinom vetra preko 7m/s za 8% po m/s. Proizvodnja energije je dobijena uz pretpostavku da su pouzdanost i drugi gubici 10% od ukupne energije (stvarni gubici su čak i manji, pošto je pouzdanost oko 98% postignuta, ali garantovani nivo je oko 95% i čini osnovu investicionih odluka). Cena energije je oko 9.6 c€/kWh pri 5m/s i opada do 3.4 c€/kWh pri 10m/s.

Cene električne energije iz vetroelektrana su u stalnom padu poslednjih 20 godina i trenutno se mogu ekonomski porediti sa cenom iz konvencionalnih izvora (ugalj, gas, nafta...). Cene izgradnje i održavanja konvencionalnih (termo) izvora električne energije takođe variraju u zavisnosti od mesta izgradnje i lokalnih propisa. Status i cene različitih tehnologija date su u tabeli 3.[9]

Tabela 3. Poredjenje cena električne energije[9]

| Tehnologija | Investicioni troškovi €/kW | Troškovi goriva €/kWh | Troškovi održavanja €/kWh | Konačna cena €/kWh |
|-------------|----------------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------|
| Gas | 450-700 | 1.7-2 | 0.4-0.6 | 3.1-4 |
| Ugalj | 1000-1300 | 1.8-2.3 | 0.7-1 | 3.7-5.5 |
| Nuklearna | 1200-2000 | 0.7-0.9 | 0.8-1 | 3.3-8 |

Cena električne energije dobijena je uz primenu poreskih olakšica od 5% tokom veka od 20 godina. Na slici 1.[9] upoređene su dobijene vrednosti cene električne energije iz termo i vetroelektrana.



Slika 1. Poređenje cena električne energije[9]

Postoji više faktora koji izazivaju stalni pad cene vjetro-energetskog sistema:

- trend ka većim vjetrogeneratorima;
- pad cene izgradnje infrastrukture;
- moguća redukcija cene sirovina.

Podaci iz Evropske studije o obnovljivoj energiji pokazuju da vjetro može postati jedan od najjeftinijih obnovljivih izvora energije, sa cenom energije u okviru cene iz termalnih izvora. Za energiju vjetrova procenjeno je da će cena padati za 8%-15% za svako udvostručenje proizvodnje. Uz svako usavršavanje tehnologije, boljeg razumevanja opterećenja vjetrova i osobina materijala cena će padati još i više. Najnovija Evropska studija o obnovljivoj energiji (TERES II) dolazi do zaključka da će budući razvoj i istraživanja omogućiti značajna tehnološka unapređenja i procenjuje da će do 2020. investicioni troškovi biti 50-75% od današnjeg nivoa. Sve ovo će omogućiti da se podižu vjetroelektrane i na lokacijama sa nižim brzinama vjetrova. Podaci iz ove studije ukazuju da bi energija vjetrova u budućnosti mogla postati jedna od najekonomičnijih, pošto povećani zahtevi za gasom i njegove male rezerve već imaju uticaj na njegovu cenu.

Jedan od najnepovoljnijih aspekata vjetroelektrana jeste taj što imaju varijabilnu i stohastičku proizvodnju (proizvodnju koja se ne može predvideti). Zbog ovog razloga ne bi trebalo da udeo vjetroelektrana pređe 10% u snazi svih elektrana elektroenergetskog sistema. Mada i ovo nisu striktno vrednosti pošto već postoje države gde udeo vjetroelektrana prelazi 10% npr. Danska. Udeo ovih elektrana moguće je povećati ako se osigura akumulisanje energije. Neka od mogućih rešenja jesu kombinovanje vjetroelektrana sa pumpno-akumulacionim postrojenjima ili solarnim elektranama. Višak električne energije dobijene iz vjetrogeneratora moguće je iskoristiti za kompresiju vazduha koji se zatim uskladišti u nadzemnim ili podzemnim rezervoarima. U pogodnom trenutku taj se vazduh može iskoristiti za pokretanje turbina. Višak električne energije se može upotrebiti i za elektrolizu vode, a dobijeni hidrogen može poslužiti kao gorivo u npr. gorivnim ćelijama. Na ovaj način postiže se vremenska nezavisnost između proizvodnje električne energije u elektro-energetskom sistemu i potrošnje potrošača. Međutim ni jedno od ovih rešenja nije povoljno jer troškovi izgradnje elektrana drugih tipova uz vjetroelektranu ili troškovi uskladištenja energije mogu biti veći od troškova izgradnje same vjetroelektrane. Problemi koji se još javljaju u vezi sa radom vjetroelektrana jesu buka pri prolasku

krila kroz zavetrinu stuba i buka koju prave lopatice pri kretanju kroz vazduh, ometanje elektromagnetnih talasa, mehaničke vibracije, zauzimanja površine zemljišta. Svi ovi problemi su razvojem tehnologija uglavnom prevaziđeni tj. svedeni na minimum negativni uticaji ili ih uopšte i nema.

4. RAZVOJ TRŽIŠTA ENERGIJE VETRA U SVETU

Tržište proizvodnje električne energije uz pomoć vetra je u velikoj ekspanziji još od početka 1990 i tendencija rasta se nastavlja i dalje. Iako su prvi koraci u razvoju energije vetra načinjeni u SAD, pravi predvodnik razvoja ovog sektora jeste Evropa.

Države Europske unije (EU) zadale su ambiciozan cilj da povećaju udeo obnovljivih izvora energije sa 8.5% u 2005 godini na 20% celokupne potrošnje energije u EU do 2020 godine[3]. Ovo povećanje udela obnovljivih izvora energije je nužni doprinos u borbi sa globalnim klimatskim promenama i veliki pomak ka većoj energetske nezavisnosti unije što je takođe vrlo važan dugoročni cilj država članica Europske unije. Bolja kontrola energetske zavisnosti je sve važnija zbog visokih cena sirove nafte i nestabilne političke i ekonomske situacije u Ukrajini, a ta situacija uvijek može rezultirati smanjenim snabdevanjem unije prirodnim plinom iz Rusije. Ova inicijativa Europske unije na području obnovljivih izvora energije trenutno daje više od 350.000 radnih mesta sa godišnjim prometom od preko 30 milijardi eura, a zbog toga je Europska unija svjetski lider u području razvoja, upotrebe i instalacije tehnologija za iskorištavanje obnovljivih izvora energije.

Nemačka ima više od trećine od ukupne instalirane snage vetrogeneratora u svetu, tj. oko 22.400 MW na kraju 2007. Za poredjenje, SAD ima samo oko 16.800 MW na kraju 2007, a to je malo ukoliko se gleda površina SAD-a.

Sjedinjene Američke Države u odnosu na države Evropske unije imaju veliku prednost u svojoj veličini jer neke evropske države već sad imaju problema s prostorom za instalaciju novih vetrogeneratora, a neke se već odlučuju i za offshore elektrane na vetar. Europska unija planira, do 2025 godine[10], instalaciju 50.000 MW offshore vetroelektrana u područjima gde je more plitko. Instalacija vetroelektrana u plitkoj vodi je znatno komplikovanija i skuplja od instalacije na kopnu, a glavni problem je zapravo u stabilizaciji vetrogeneratora koji moraju biti izuzetno stabilni za proizvodnju električne energije. Još jedan od problema postavljanja vetroelektrana u oblastima priobalja je problem korozije materijala što znači da se moraju upotrebljavati skuplji nekorozivni materijali. Dodatni problem javlja se i kod prenosa električne energije do obale jer se moraju postaviti podvodni kablovi. Uz sve ove nedostatke, offshore vetroelektrane imaju i mnoge prednosti. Offshore generatori mogu biti mnogo veće od onih na kopnu, a to povećava njihovu efikasnosti i količinu električne energije koju su sposobne proizvesti. Uz to na pučini duvaju mnogo pogodniji vetrovi.

SAD imaju planove povećanja udela energije vetra instalacijom vetrogeneratora uz severoistočnu obalu koja ima vrlo prikladne vremenske uslove. Planirano je da se instalira oko 70.000 MW vetrogeneratora do 2025 godine. Ovo bi bilo povećanje za nekoliko puta u odnosu na današnje stanje i značilo bi da se SAD konačno počinju ozbiljnije okretati prema obnovljivim izvorima energije. U ovom trenutku postoje ograničenja zbog toga jer je instalacija vetrogeneratora u vodi dubljoj od 20 metara trenutno nije još moguća. Rešenjem ovog problema bi se u budućnosti moglo proizvoditi mnogo više energije vetra (projektovanjem npr. plutajućih vetroelektrana i sličnim projektima). Ukoliko ovi projekti istraživanja budu uspešni, cena električne energije proizvedene na taj način mogla bi biti čak i manja od trenutnih 4-6 centi. Ukoliko se cena smanji na manje od četiri centa tada bi to bilo otprilike pola od trenutne prosečne cene električne energije u SAD-u koja je oko 8 centi po kWh.

Srbija ima potencijal da godišnje iz obnovljivih izvora proizvede 4,89 miliona ten (tona ekvivalentne nafte)[8]. Ukoliko imamo u vidu da je domaća proizvodnja energije u 2007. godini iznosila 8,79 miliona ten, možemo zaključiti da bi Srbija polovinu primarne energije mogla da proizvede iz obnovljivih izvora. Godišnje se iz obnovljivih izvora proizvede 0,86 miliona ten, odnosno

iskorišćava se samo 18% od ukupnih potencijala - i to se gotovo u potpunosti odnosi na proizvodnju električne energije u velikim hidroelektranama (instalirane snage preko 10 MW).

5. ZAKLJUČAK

Energija vetra je brzo rastući deo sektora obnovljivih izvora energije koji sve više počinje otkrivati svoje prave potencijale, a to je prepoznato i od mnogih država koje sve više i više ulažu u instalacije novih vetrogeneratora i istraživanje tehnologija koje bi mogle poboljšati iskorištavanje energije vetra. Kako raste popularnost energije vetra, smanjuju se troškovi proizvodnje električne energije u vetrogeneratorima i s time energije vetra postaje sve konkurentnija tradicionalnim fosilnim gorivima. Sve to rezultira još snažnijom orijentacijom pojedinih država prema tome da se gradi još više vetrogeneratora i da se pokuša što je više električne energije proizvoditi iz energije vetra.

Evropska unija je svetski lider u domenu razvoja i upotrebe obnovljivih izvora energije s preko 350.000 radnih mesta i više od 30 milijardi eura prometa u ovom sektoru. Plan je se dostići udeo od 20% obnovljive energije do 2020 godine.

Dok države Evropske unije (osobito Danska i Nemačka) vode put, Sjedinjene Američke Države u zadnje vreme takođe počinju napredovati prema tome da povećaju udeo energije vetra u ukupnoj količini energije koja se troši u SAD-u. Uzevši u obzir potencijal energije vetra, posebno sa razvojem offshore vetrogeneratora, sektor iskorištavanja energije vetra radi velike korake prema tome da postanu ozbiljna alternativa fosilnim gorivima.

U Srbiji postoje pogodne lokacije za izgradnju vetrogeneratora, na kojima bi se u perspektivi moglo instalirati oko 1,300 MW vetrogeneratorskih proizvodnih kapaciteta i godišnje proizvesti oko 2,300 GWh električne energije.

LITERATURA

- [1] Radičević B., Mikičić D., Vukić Đ.: *Vetroenergetski potencijal u našoj zemlji i primena vetroenergije u poljoprivredi*, Poljoprivredna tehnika, Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu, br.3 2005.
- [2] Jens-Peter Molly, *Windenergie in Theorie und Praxis*, 1978.
- [3] GWEC- Global wind Energy Council, *WIND FORSE 12*, A blueprint to achieve 12% of the world's electricity from wind power by 2020, Greenpeace, Jun 2005.
- [4] Mikičić D., Đurišić Ž., Radičević B.: *Vetrogeneratori kao perspektivni izvori električne energije*, Elektroprivreda, br.4, 2002.
- [5] Mikičić D., Đurišić Ž., Radičević B.: *Globalna procena o količini električne energije koja bi se mogla dobiti pomoću vetrogeneratora u Srbiji I Crnoj Gori*, Elektrotehnički fakultet, Beograd, Jun 2003.
- [6] *Mogućnost korišćenja energije vetra za proizvodnju električne energije*, EPS, Beograd, 2002.
- [7] Topić R. I dr.: *Mogućnost, opravdanost I optimizacija parametara game rešenja uređaja za korišćenje energije vetra*, Izveštaj za OZN Smederevo, 1986.
- [8] Ministarstvo rudarstva i energetike, www.mem.sr.gov.yu.
- [9] Centar za razvoj ekološke svesti, www.well.org.sr.
- [10] *Obnovljivi izvori energije*, www.izvorienergije.com
- [11] Stekić I.: *Energija vetra*, Seminarski rad, Projektovanje i konstruisanje poljoprivrednih postrojenja, Mašinski fakultet, Beograd, 2006.