

UDK: 631.621.313

Originalan naučni rad
Original scientific paper

VETROENERGETSKI POTENCIJAL U NAŠOJ ZEMLJI I PRIMENA VETROENERGIJE U POLJOPRIVREDI

Branko Radičević¹, Dušan Mikičić², Đukan Vukić¹

¹Poljoprivredni fakultet – Beograd

²Elektrotehnički fakultet – Beograd

Sadržaj: Vetroenergetika danas predstavlja modernu, tehnički i tehnološki visokorazvijenu industriju sa najvećim trendom razvoja u poslednjoj deceniji (oko 32%). U ukupnoj proizvodnji električne energije u svetu energija vetra danas učestvuje sa oko 0,6%. Međutim, sudeći po svetskim trendovima ovaj procenat bi u narednih nekoliko decenija trebao da dostigne i fantastičnih 20%. U radu je analizirana raspoloživa energija vetra u Srbiji i Crnoj Gori i pokazano je da je vetar energetski resurs naše zemlje čiji potencijal iznosi oko 20 TWh/godini (~10 GW) i čijim aktiviranjem bi se značajno povećali instalisani kapaciteti i raznovrsnost energetskih resursa, smanjila zavisnost od uvoza sve skupljih energetskih sirovina (nafta, gas) i omogućila intenzivnija primena vetroenergije u poljoprivredi.

Ključne reči: energetski potencijali vetra, vetrogeneratori, energija, primena u poljoprivredi.

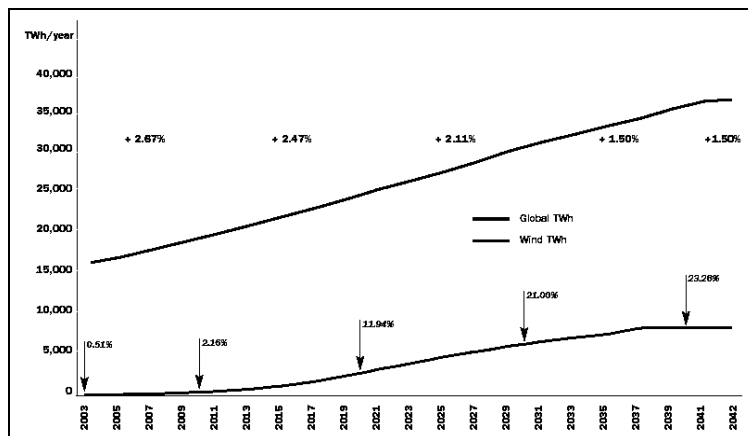
1. UVOD

Intenzivan razvoj vetroenergetike u poslednjoj deceniji omogućila je pre svega moderna industrija vetrogeneratora, u kojoj je izvršen snažan razvoj novih kompozitnih materijala, električnih mašina, energetske elektronike, uz nova znanja i konstrukcije u oblasti aeromehanike. Tehnički iskoristiv vetroenergetski potencijal u svetu iznosi preko 100000 TWh/god. i višestruko je veći od hidropotencijala (oko 15000 TWh/god.). Samo na pogodnim lokacijama u svetu (gde je srednja brzina vetra od 5 do 12 m/s) moguće je dobiti više nego dovoljno električne energije za ceo svet.

U ukupnoj proizvodnji električne energije u svetu energija vetra početkom 2005. godine učestvuje sa oko 0,6% (~100 TWh/god.), a u zemljama EU sa oko 3% (iz 34,2 GW instalisanih kapaciteta dobija se oko 75 TWh/god. električne energije u EU). U oko 55 zemalja u svetu instalisano je oko 48000 MW kapaciteta (tabela 1), od toga 72% u Evropi. S obzirom da ne postoje tehnička i ekonomska ograničenja, kao i barijere po pitanju resursa realno se očekuje da do 2020. godine učešće električne energije koja se dobija od vetra iznosi 12% od ukupnih svetskih potreba za električnom energijom, a u narednih nekoliko decenija i čak 20% (slika 1), [1]. Današnja cena električne energije koja se dobija od vetra je tipično od ~3 €centi/kWh (za 3600 časova punog godišnjeg iskorišćenja) do ~8 €centi/kWh (za 2000 časova godišnjeg iskorišćenja), [2].

Tabela 1. Instalirani vetroenergetski kapaciteti i proizvodnja električne energije od vetra u svetu

Zemlja/Region	Ukupno instalirani kapaciteti do kraja 2004. god.	Prosečan broj časova punog opterećenja	Prosečna vrednost faktora snage	Proizvedena električna energija u 2004. god.
	MW	h	%	TWh /god.
Nemačka	16649	1794	20,5	29,87
Španija	8263	2100	24,0	17,35
USA	6750	2300	26,3	15,53
Danska	3083	2250	25,7	6,94
Indija	3000	1800	20,5	5,40
Holandija	1081	2100	24,0	2,27
Italija	1261	2000	22,8	2,52
Velika Britanija	889	2628	30,0	2,34
Kina	769	2100	24,0	1,61
Grčka	587	2500	28,5	1,47
Švedska	478	2100	24,0	1,00
Ostatak sveta	5102	2000	22,8	10,20
Ukupno	47912	2014 (prosek)	23% (prosek)	96,50



Slika 1. Udeo električne energije dobijene u vetrogeneratorima i projektovana globalna potrošnja električne energije

2. VETROENERGETSKI POTENCIJAL I ANALIZA POGODNIH LOKACIJA ZA IZGRADNJU VETROGENERATORA U SCG

Očigledno je da se iskustvo kod modelovanja mnogih fizičkih procesa može primeniti i kod određivanja globalnog vetropotencijala neke zemlje ili regiona. Ma kakav matematički model da se odabere ili isprojektuje on gotovo nikada ne daje pouzdane konačne rezultate, ali je koristan za lociranje određene pojave, i u slučaju definisanja globalnog vetropotencijala model je koristan za lociranje oblasti koje bi u budućnosti trebalo detaljnije ispitati i preciznim merenjima utvrditi njihov stvarni potencijal. Osnovni razlog za velike razlike u procenama vetroenergetskog potencijala je visoka senzitivnost energije vetra od brzine koja je funkcija velikog broja kako meteoroloških tako i topografskih parametara. Pogrešna procena nekog od parametara može dovesti do višestruke greške u proceni vetropotencijala.

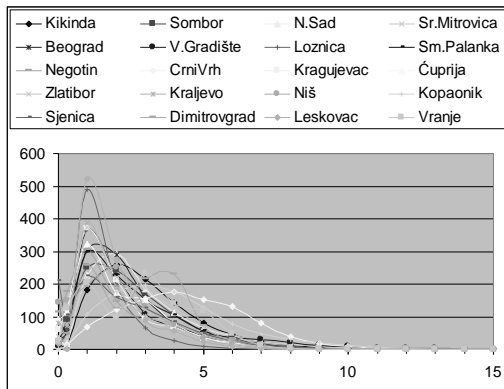
Za potrebe analize vetra u SCG u svrhu proizvodnje električne energije, **korišćena je uporedna metoda**, koje se sastojala iz tri glavne faze:

1. Uspostavljanje geografske, topološke i demografske sličnosti između SCG i Danske, koja ima najveće iskustvo u oblasti vetroenergetike, kao i verifikovane procene svog globalnog vetroenergetskog potencijala kroz značajna izgrađena vetroenergetska postrojenja.

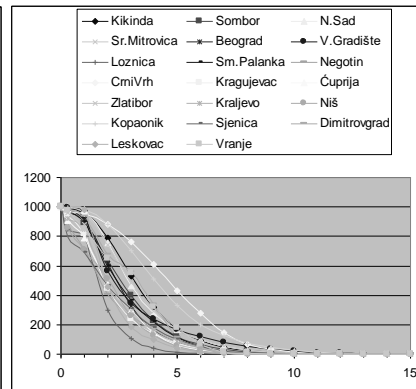
2. Utvrđivanje klimatoloških i fizičkih karakteristika vetra (srednje brzine, učestalosti brzina, učestalosti tišina), identifikovanje perspektivnih zona za izgradnju farmi vetrogeneratora i utvrđivanja ukupnih površina i klasifikovanja istih prema pogodnosti za proizvodnju električne energije od vetra.

3. Procena tehnički iskoristivog vetropotencijala u SCG.

Osnova za analizu fizičko-mehaničkih karakteristika vetra u SCG, je bio skup raspoloživih anemografskih merenja brzine i pravca vetra, iz više anemografskih stanica u periodu 1991-2000 godina. Najpre je izvršeno određivanje učestalosti pojavljivanja srednje satne brzine vetra za svih 20 stanica, za sve mesece, sezone i godine i dobijena je empirijska raspodela učestalosti brzine vetra (slika 2). Učestalost pojavljivanja pojedinih vrednosti brzine vetra, predstavlja prosečnu učestalost na godišnjem nivou i odnosi se na visinu 10 m iznad tla, na kojoj se, po pravilu, nalaze prijemni delovi anemografa na glavnim meteo stanicama. Poznavanje empirijskih raspodela učestalosti pojavljivanja pojedinih vrednosti brzine vetra, omogućuje dobijanje validnih informacija o učestalosti određene ili veće brzine vetra. Takav kvantitativan prikaz za obrađene anemografske stanice je dat na slici 3, [5].



Slika 2. Empirijska raspodela godišnjih tišina i učestalosti časovnih srednjih brzina vetra (od 0 – 15 m/s), u promilima



Slika 3. Prosečna godišnja učestalost tišina i srednjih godišnjih brzina vetra (od 0 – 15 m/s), po anemografskim podacima, u promilima

S obzirom da je početkom 2005. godine Danska zemlja koja je prva u svetu po učešću vetroenergije u ukupnoj proizvodnji električne energije - oko 20% (instalirano oko 3100 MW kapaciteta), koristeći metodu uporedne analize uspostavljena je određena geografska, topološka i demografska sličnost između SCG i Danske i na osnovu takve analize procenjen vetroenergetski potencijal SCG. *Danska je uzeta da bude zemlja za poređenje, jer prema preporukama Evropske Komisije za vetroenergiju iz 2004. godine, Danska je dobila referentni indeks vetroenergetskog potencijala (vrednost 100) i resursi vetra svih drugih zemalja se tretiraju u odnosu na Dansku.*

Za potrebe analize same metode, u smislu određivanja perspektivnih zona za proizvodnju električne energije od vetra, izvršena je rekonstrukcija vrednosti parametara vetra sa horizontalnom rezolucijom od 500x500 m na teritoriji SCG. Rezolucija modela (500x500 metara) uslovlila je podelu teritorije SCG na više oblasti sa referentnim meteo stanicama. Sledeći korak je bio izrada karte vetroenergetskih resursa Danske. Površina teritorije Danske (~44000 km²) je podeljena na 1,1 milion kvadrata oblika 200x200 m i srednja brzina vetra je određena za svaki kvadrat.

Pored izgrađenih preko 3100 MW u vetrogeneratorskim kapacitetima, dugoročni planovi Danske (do 2030. godine) su izgradnja ukupno 10000 MW kapaciteta (od kojih će većina biti na moru), koji bi proizvodili oko 50% nacionalnih potreba za električnom energijom. Vetroenergetski resursi Danske se procenjuju na oko 20000 MW, od čega je oko 50% koncentrisano u morskim, a 50% u kopnenim vetrovima.

Kopneni vetrovi u Srbiji i Crnoj Gori su oko 30% slabiji nego u Danskoj, tj.:

$$v_{sr(SCG)} \sim 0,7 \cdot v_{sr(D)} \Rightarrow P_{sr(SCG)} \sim 0,7^3 \cdot P_{sr(D)} \approx 0,343 \cdot P_{sr(D)} \quad (1)$$

Za procenu iskoristivog vetroenergetskog potencijala uzet je tipičan vetrogenerator sa sledećim karakteristikama: nominalna snaga 1500 kW, nominalna brzina 15 m/s, brzina pokretanja 4 m/s, brzina zaustavljanja 25 m/s, prečnik rotora 62 m, standardna visina stuba 60 m, površina zone rotora 3018 m², godišnja proizvodnja električne energije: $E=0,2 \cdot 1,5 \text{ MW} \cdot 8760 \text{ h}=2628 \text{ MWh/god}$. Optimalna površina zemljišta koju zauzima jedan VG gore navedenog tipa, primenom rastojanja od 7D u opredeljujućem pravcu vetra najvećeg potencijala, a 4D upravno na opredeljujući pravac vetra iznosi $7D \times 4D=28D^2$ (107632 m²). Ukupan broj VG koji može da se smesti na 1 km² je $n_{vg} \approx 9 \text{ VG/km}^2$, a odgovarajuća instalisana snaga: $9 \text{ VTG/km}^2 \times 1,5 \text{ MW}=13,5 \text{ MW/km}^2$.

Površina teritorije Danske koja će u budućnosti biti popunjena sa maksimalnim brojem vetrogeneratora je:

$$A_{f(Danske)} = VP_{(Danske)} \cdot P_m^{-1} = 10000 \text{ MW} \cdot 0,074 \frac{\text{km}^2}{\text{MW}} = 740 \text{ km}^2 \quad (2)$$

pa je faktor popunjenosti teritorije sa vetrogeneratorima za Dansku:

$$f_{(Danske)} = \frac{A_{f(Danske)}}{A_{(Danske)}} = \frac{740}{44000} = 0,017 = 1,7\% \quad (3)$$

Faktor ispunje teritorije vetrogeneratorima (koji zavisi od gustine naseljenosti teritorije) za SCG iznosi:

$$f_{(SCG)} = f_{(Danske)} \frac{\rho_{(Danske)}}{\rho_{(SCG)}} = 0,017 \frac{120}{100} = 0,02 (2\%) \quad (4)$$

pa se dobija površina teritorije SCG koja u budućnosti može biti popunjena sa maksimalnim brojem vetrogeneratora:

$$A_{f(SCG)} = f_{(SCG)} A_{(SCG)} = 0,02 \cdot 102000 = 2040 \text{ km}^2 \quad (5)$$

Uporedna analiza energetskeg potencijala vetra u SCG i Danskoj je izvršena na osnovu sledeće formule, [3]:

$$VP_{(SCG)} = VP_{(Danske)} \cdot \frac{A_{f(SCG)}}{A_{f(Danske)}} \cdot \left(\frac{v_{sr(SCG)}}{v_{sr(Danske)}} \right)^3 = 10 \text{ GW} \cdot \frac{2040 \text{ km}^2}{740 \text{ km}^2} \cdot (0,7)^3 \approx 9,5 \text{ GW} \quad (6)$$

Dakle, može se proceniti da je tehnički iskoristiv vetropotencijal na kopnu SCG oko (9-10) GW (za srednju godišnju brzinu vetra $v_{sr} > 5,1$ m/s koja je određena na bazi desetominutnih prosečnih brzina vetra na visini od 50 m iznad tla). Pošto južni Jadran spada u srednje vetrovita mora i na Crnogorskom primorju bi se mogli instalirati značajni kapaciteti.

Regioni i područja u našoj zemlji u kojima postoje potencijalno pogodne lokacije za izgradnju vetrogeneratora sa navedenim srednjim godišnjim brzinama vetra su:

a) Panonska nizija, severno iznad Dunava, odnosno šira oblast košavskog područja i Podunavlje je izuzetno bogato vetrom, sa najvećom brzinom vetra između 20 i 30 m/s i $v_{sr} \approx 6$ m/s. Ova oblast pokriva oko 2000 km² i pogodna je za izgradnju vetrogeneratora (oko 1500-2000 MW), jer je izgrađena putna infrastruktura, postoji električna mreža, blizina velikih centara potrošnje električne energije i slično;

b) Istočni delovi Srbije - Stara planina, Ozren, Vlasinska visoravan, Suva planina, Deli Jovan, Crni Vrh. U ovim regionima postoje lokacije čija je srednja brzina vetra $v_{sr} > 6,5$ m/s, što odgovara snazi $P_{sr}=(300-400)$ W/m². Ova oblast prostorno pokriva oko 3000 km² i u njoj bi se u perspektivi moglo izgraditi oko 2500 MW instalisane snage VG;

c) Pešter, Zlatibor, Žabljak, Bjelasica, Kopaonik, Divčibare su planinske oblasti bogate vetrom ($v_{sr} > 6$ m/s), gde bi se merenjem mogle utvrditi pogodne mikrolokacije (na visinama preko 800 m) za izgradnju vetrogeneratora (ukupne snage oko 3000 MW);

d) Crnogorsko primorje, odnosno pojas morske obale od Ulcinja do Herceg Novog širine oko 20 km, odnosno površine od oko 1000 km². U ovoj oblasti su vetrovi srednje brzine $v_{sr} > 7$ m/s i snage $P_{sr}=(400-600)$ W/m². Takođe je ova oblast pogodna za izgradnju vetrogeneratora i sa drugih aspekata (nije šumovita, blizina električne mreže, nemaju se problemi vizuelnog uticaja na sredinu) i ovde bi se moglo izgraditi oko (1000-1500) MW vetrogeneratora. Duž Crnogorskog primorja postoji dosta lokacija sa visokim grebenima i brdima (lokacije iznad Budve, Tivta, Kotor i slično) u kojima srednja snaga vetra na visinama od 50 m može biti i preko 1000 W/m². Takođe, u zapadnim delovima Crne Gore ima dosta područja potencijalno pogodnih za korišćenje energije vetra.

3. OCENA RESURSA VETRA U SCG

Pretpostavke koje su korišćene za procenu tehničkog potencijala vetra u SCG za proizvodnju električne energije su: za graničnu brzinu vetra uzeta je brzina od 4 m/s, u analizi je korišćen vetrogenerator nominalne snage 1,5 MW, za koeficijent iskorišćenja kapaciteta vetrogeneratora pretpostavljena je tipična vrednost od 0,23, usvojena vrednost za koeficijent iskorišćenja površine zemljišta je 0,02 (20%). Tehnički iskoristiv potencijal vetra u SCG, ako se aktiviraju zone sa srednjom brzinom vetra većom od 5,1 m/s, omogućava izgradnju 10000 MW vetrogeneratorskih kapaciteta. Ovi kapaciteti, uz pretpostavku niskog koeficijenta iskorišćenja kapaciteta od 0,23 (23%) mogli bi da proizvedu oko 22 TWh godišnje električne energije (tabela 2). Realni scenario izgradnje vetrogeneratora u Srbiji i Crnoj Gori je da se u prvih petnaest godina instalira oko 100 MW kapaciteta godišnje, što bi obezbedilo, na kraju ovog perioda, oko 10% električne energije na ekološki najprihvatljiviji način:

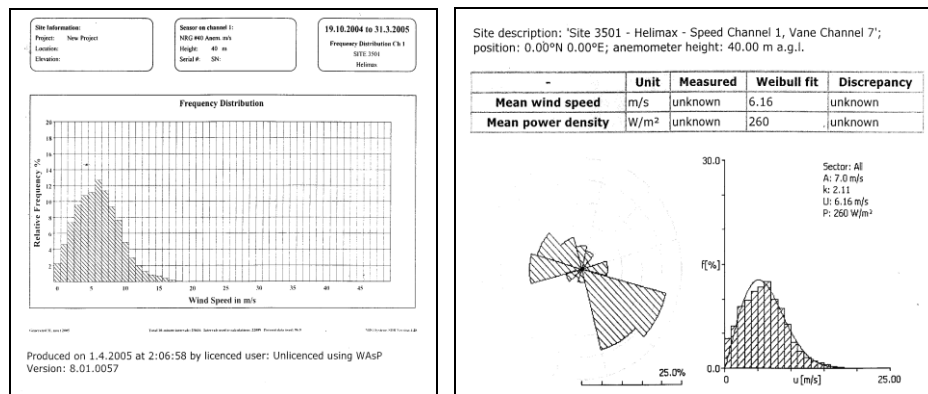
$$E_{(posle.15.god.)} = \eta \cdot P_{(posle.15.god.)} \cdot t = 0,23 \cdot 100 \text{ MW} / \text{god} \cdot 15 \text{ god} \cdot 8760 \text{ h} = 3 \text{ TWh} / \text{god} \quad (7)$$

Tabela 2. Tehnički iskoristiv vetroenergetski potencijal i procena godišnje proizvodnje električne energije od vetra u SCG

Brzina vetra	Ukupna površina zemljišta	Korisna površina zemljišta	Broj vetrogeneratora	Instalisani kapacitet	Proizvodnja električne energije od vetra
m/s	km ²	km ²	-	MW	TWh/god.
≥5,1	3 600	X 0,2 → 720	X 9,3 → ~6700	X 1,5 → ~10000	6700x0,23x1, 5x10 ⁻⁶ x 8760 → ~20

4. REZULTATI MERENJA NA POJEDINIM MIKROLOKACIJAMA

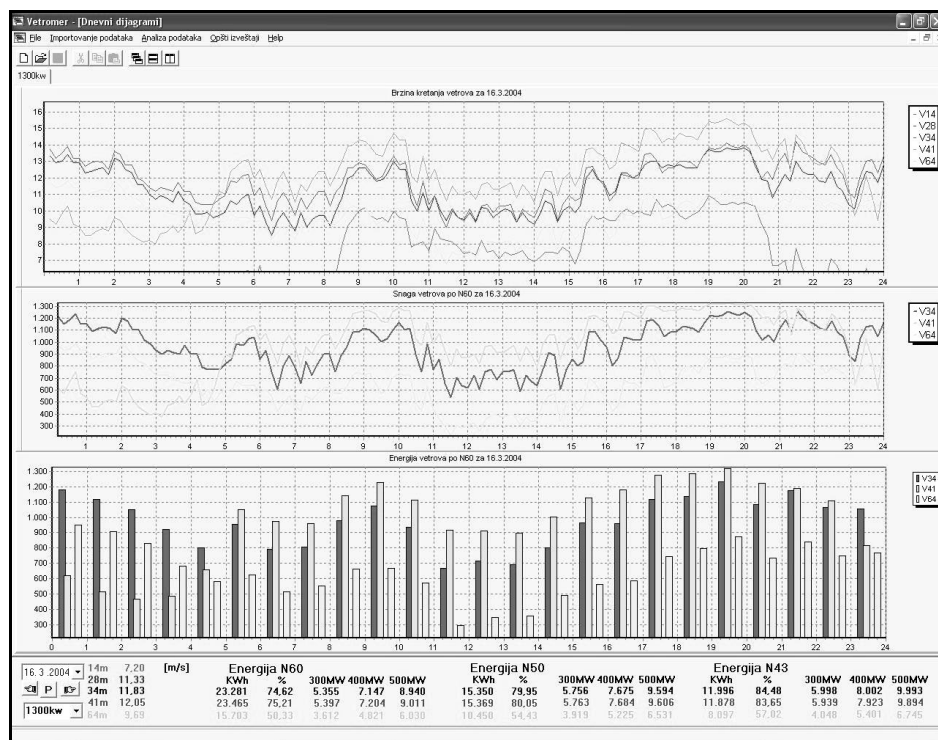
Radi verifikovanja rezultata, izvršena su merenja karakterističnih parametara vetra na više lokacije u SCG. U ovom radu će biti prikazani rezultati za dve karakteristične lokacije: prva lokacija je u Vojvodini (mesto Dolovo, kod Pančeva) - *ravničarski predeo*, a druga je u jugozapadnom delu Srbije (Vlasinsko jezero) - *planinska oblast*.



Slika 4. Merenje karakterističnih parametara vetra na lokaciji Dolovo

U mestu Dolovo sredinom 2004. godine postavljen je anemometrijski stub i pomoću instrumenata firme NRG na visini 40 m od tla obavljena su merenja od početka oktobra 2004. godine pa do danas. Rezultati merenja karakterističnih parametara vetra za period 19.10.2004. - 31.03.2005. su dati slici 4. U ovom periodu najveća srednja brzina vetra je bila zabeležena u novembru ($v_{sr} = 6,6$ m/s), dominantan pravac vetra je jugoistočni, a prosečna srednja brzina vetra bila je $v_{sr} = 6,16$ m/s. Koristeći program WASP 8.0 i uzimajući u obzir topografiju terena dobijena je odgovarajuća gustina snage vetra za ovaj period od $P_{sr} = 260$ W/m² (klasa vetrova >3) i sasvim zadovoljavajuća frekvencija pojava brzina vetra većih od 5,1 m/s, pa je ova lokacija pogodna za buduću izgradnju vetrogeneratora. Procenjena srednja godišnja brzina vetra na ovoj lokaciji je $v_{sr} = 6,0$ m/s, pa srednja godišnja vrednost električne energije po m² rotora turbine koja se može dobiti na ovoj lokaciji iznosi: $E_{el} = 3,2 \cdot v_{sr}^3 = 3,2 \cdot 6^3 \approx 690$ kWh / m² god.

Hidrometeorološka merenja vetra na Vlasinskoj visoravni (1212 m) pokazuju da je ona izrazito vetrovita sa izraženim jugo-zapadnim vetrovima, pri čemu postoji više lokacija koje su potencijalno pogodne za izgradnju značajnih vetrogeneratorskih postrojenja. I u topografskom i meteorološkom pogledu region Vlasinskog jezera je pogodan za izgradnju farmi vetrogeneratora (nije pretežno šumovit i nema oštre planinske vence) pa je hrapavost terena relativno mala, što pogoduje u pogledu visinskog profila brzine vetra i laminarnosti strujanja. Takođe, u ovom regionu se ima relativno malo snežnih padavina, pa je i u tom pogledu povoljan.



Slika 5. Sume vrednosti brzine, snage i energije vetra na lokaciji Vlasina

Na lokaciji Vlasinsko jezero meren je kvalitet vetra od 26.05.2003. – 26.05.2005. (ukupno 24 meseci). Postavljeno je pet istih anemometarskih stubova na karakterističnim lokacijama u ovom regionu. Merni instrumenti, nabavljeni od nemačke firme Lambrecht iz Göttingena, su postavljeni na 5 visinskih nivoa (14 m, 28 m, 34 m, 41 m i 64 m) na stubovima ukupne visine 65 m iznad tla (+2,5 m ispod tla u betonski temelj).

Na slici 5. prikazani su rezultati merenja za jedan prosečan dan (16. mart 2004.). Analizirajući podatke očigledno je da Vlasinsko jezero predstavlja izuzetno dobru lokaciju za buduću izgradnju vetrogeneratora, jer srednja godišnja brzina vetra iznosi oko 9 m/s na visini 41 m, čemu odgovara gustina snage vetra oko 800 W/m² (klasa vetra >6). Srednja godišnja vrednost električne energije po m² rotora turbine koja se može dobiti na ovoj lokaciji je: $E_d \approx 2300 \text{ kWh} / \text{m}^2 \text{ god.}$

5. PRIMENA VETROENERGIJE U POLJOPRIVREDI

Vetrogeneratori (VG) se generalno mogu podeliti u dve grupe: VG koji su priključeni na mrežu i VG koji rade autonomno. Koristeći obnovljivu, čistu i besplatnu energiju vetra, vetrogeneratori većih snaga (preko 500 kW) koji su pojedinačno ili u grupama priključeni na električnu mrežu, bi mogli uspešno da se koriste za budući razvoj industrije i poljoprivrede, kao i za proizvodnju električne energije za desetine hiljada naših domaćinstava i poljoprivrednih gazdinstava. Pošto VG zauzimaju relativno malu površinu zemljišta oni se mogu instalirati i na obradivom zemljištu, tako da poljoprivredni proizvođači mogu nesmetano obavljati setvu/žetvu, a stoka može neometano da pase u okolini VG. Opšti trend u svetu je da sve veći broj vlasnika ustupa deo obradivog zemljišta na lokacijama na kojima postoje povoljni vetroenergetski resursi za izgradnju VG. U proseku distributivne kompanije plaćaju od 2000\$ - 5000\$ godišnje za svaki VG. S obzirom da kompletna instalacija VG traje izuzetno kratko (od 3-4 meseca) i pošto je vek trajanja prosečnog VG oko 30 godina sa periodičnim remontima, eventualno ometanje procesa poljoprivredne proizvodnje je kratkotrajno.

Dakle, kada farmeri ustupaju deo svog poljoprivrednog zemljišta za vetrogeneratore oni nemaju nikakve obaveze oko održavanja tih VG koji su priključeni na regionalnu distributivnu mrežu, ali i ne dobijaju direktno struju od njih. Sa druge strane pojedini farmeri koji imaju velika gazdinstva i koji su veliki potrošači električne energije samostalno kupuju i instaliraju VG na svom zemljištu i potom ih priključuju na električnu mrežu, pri čemu lokalna distributivna kompanija propisuje uslove priključenja, limitira snagu i broj VG i otkupljuje višak električne energije (obično po subvencioniranim cenama).

Vetrogeneratori srednjih snaga mogli bi se koristiti u hibridnim energetske sistemima koji su kombinovani sa drugim izvorima (fotonaponskim, hidro, dizel) i koji se mogu koristiti u poljoprivredi za navodnjavanje/odvodnjavanje, za napajanje električnih pumpi za vodu, punjenje akumulatora i gorivnih ćelija i kod mašina koje kao gorivo koriste vodonik (snaga ovih vetrogeneratora je od 10-300 kW i ovakva snaga nije isplativa za povezivanje na električnu mrežu). Mali samostalni vetrogeneratori snage ispod 10-50 kW, mogli bi da se koriste za napajanje vodenih pumpi, grejanje, osvetljenje, punjenje akumulatora i gorivnih ćelija itd. Tipična primena VG u poljoprivredi je za pogon električnih generatora za pumpanje vode za stoku (električne pumpe su dosta efikasnije i pouzdanije od mehaničkih višekrilnih pumpi koje su se godinama koristile, a takođe ove pumpe su dosta jeftinije od dizel agregata). Značajne primene su moguće kod napajanja strujom električnih ograda za čuvanje stoke, za osvetljenje poljoprivrednih domaćinstava i farmi i za napajanje malih električnih sistema koji kontrolišu i nadgledaju daljinsku opremu, uključujući i zaštitne sisteme. Ove primene su posebno važne na udaljenim delovima farmi gde je skupo razvlačenje energetske kablova. Dalja primena VG u poljoprivredi je kod električnih ventilatora za cirkulaciju vazduha u farmama, živinarnicama, stajama, zatim za napajanje sistema za hlađenje/grejanje i klimatizaciju, kod sistema za ishranu stoke i živine, kod kompresora i pumpi za uzgoj riba, kod različitih sistema za navodnjavanje i za pogon pumpi za crpenje vode.

6. ZAKLJUČAK

Dalje usavršavanje tehnologije vetrogeneratora dovodi do permanentnog povećanja efikasnosti vetrogeneratora i pada cene električne energije koju oni proizvode, nasuprot porasta cene energije iz elektrana na fosilna goriva zbog iscrpljenosti izvora i ekoloških problema konverzije. Preliminarne analize vetroenergetskih resursa u SCG na bazi namenskih merenja pokazale su da i u našoj zemlji postoje regioni sa značajnim vetroenergetskim potencijalom na kojima je moguća ekonomski isplativa izgradnja vetrogeneratorskih postrojenja. Globalni vetroenergetski potencijal u SCG procenjen je na oko 10 GW (~20 TWh/god.). Slaba ekonomska moć da se u potpunosti direktnim inicijativama podrži razvoj i implementacija vetroturbina u elektroenergetski sistem je glavni faktor koji karakteriše našu zemlju. Najbolje rešenje bi verovatno bilo obrazovanje i realizacija poreskih inicijativa u kombinaciji sa nekim direktnim novčanim ulaganjima. U Zakonu o energetici Republike Srbije iz jula 2004. godine vetroelektrane su konačno dobile status povlašćenog proizvođača električne energije.

LITERATURA

- [1] GWEC - Global Wind Energy Council, *WIND FORCE 12*, A blueprint to achieve 12% of the world's electricity from wind power by 2020, Greenpeace, Jun 2005.
- [2] Manwell J.F., et al: *Wind Energy Explained: Theory, Design and Application*, John Wiley and Sons Ltd, april 2002.
- [3] 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.
- [4] Mikičić D., Đurišić Ž., Radičević B.: *Vetrogeneratori kao perspektivni izvori električne energije*, Elektroprivreda, br. 4, 2002. str. 5-17
- [5] *Mogućnost korišćenja energije vetra za proizvodnju električne energije*, EPS, Beograd, 2002.

AVAILABLE WIND ENERGY POTENTIAL IN OUR COUNTRY AND APPLICATION OF WIND ENERGY IN AGRICULTURE

Branko Radičević¹, Dušan Mikičić², Đukan Vukić¹

¹*Faculty of Agriculture – Belgrade*

²*Faculty of Electrical Engineering – Belgrade*

Abstract: Today, wind energetics is a modern, technically and technologically highly developed industry, with the biggest trend of development in the last decade (about 32%). In the entire today's production of electric energy in the world, wind energy accounts for about 0.6%. However, judging by world trends, this percentage should reach a fantastic 20% in the next several decades. In this paper we analyze the availability of wind energy in Serbia and Montenegro. It is shown in this paper that the potential of wind energy in our country is about 20 TWh/year (~10 GW) whose activation would greatly enlarge already installed capacities, increase the diversity of types of energy sources and reduce the dependence on the importation of raw energy sources. In this way, wind generators could be used very successfully in agriculture.

Key words: *wind energy potential, wind generators, energy, application in agriculture.*

