

ISKORISTIVI VETROENERGETSKI POTENCIJAL U VOJVODINI I PRIMENA VETROENERGIJE U POLJOPRIVREDI

AVAILABLE WIND ENERGY POTENTIAL IN VOJVODINA AND APPLICATION OF WIND ENERGY IN AGRICULTURE

Radičević, B. *, Mikičić, D. **

REZIME

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 2020. godini trebao da iznosi 12 %, a u narednih nekoliko decenija i fantastičnih 20 %. U radu je analizirana raspoloživa energija vetra u Vojvodini i pokazano je da je vetar energetski resurs ovog dela naše zemlje čiji potencijal iznosi oko 4 TWh/godini (~ 2 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 Vojvodine.

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

SUMMARY

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 amount to 12% in 2020, and in the next several decades it should reach a fantastic 20%. In this paper we analyze the availability of wind energy in Vojvodina. It is shown in this paper that the potential of wind energy in Vojvodina is about 4 TWh/year (~ 2 GW) whose activation would greatly enlarge already installed capacities, increase the diversity of types of energy sources and reduce the dependance on the importation of raw energy sources. In this way, wind generators could be used very successfully in agriculture.

Keywords: wind energy potential, wind generators, energy, application in agriculture

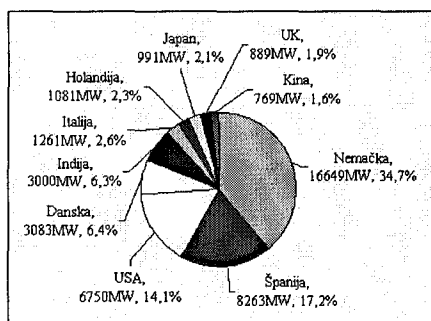
* asist. Branko Radičević, dipl. inž. el., Poljoprivredni fakultet - Institut za poljoprivrednu tehniku, Nemanjina 6, 11080 Beograd – Zemun, branko@agrifaculty.bg.ac.yu

** dr Dušan Mikičić, red. prof., Elektrotehnički fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73, 11000 Beograd

UVOD

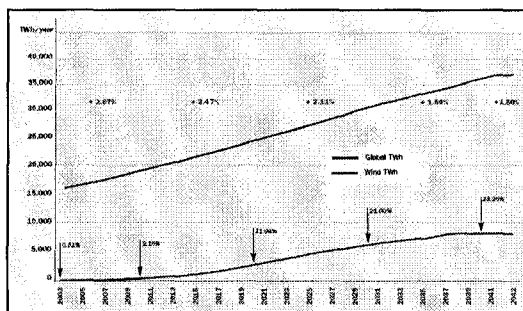
Ograničene rezerve fosilnih goriva i ekološki problemi izazvani njihovom eksploatacijom, usloveli su intenzivan razvoj obnovljivih i distribuiranih izvora električne energije krajem XX i početkom ovog veka. Vetroenergetika predstavlja oblast energetike sa najvećim trendom razvoja u poslednjoj deceniji. Ovakav trend razvoja 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. Perspektive daljeg razvoja vetroenergetike su izrazito optimističke s obzirom da resursi tehnički iskoristivog vetra višestruko prevazilaze trenutne globalne potrebe za električnom energijom u svetu, [3].

U ukupnoj proizvodnji električne energije u svetu energija vetra početkom 2005. godine učestvuje sa oko 0,6 %, tj. oko 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 (slika 1), od toga 72% u Evropi, [5]. 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 fantastičnih 20 % (slika 2). 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 punog godišnjeg iskorišćenja), [4].



Sl.1. Ukupna instalisana snaga vetrogeneratora u deset vodećih zemalja u svetu - januar 2005.

Fig. 1. Installed power of wind generators in ten leading countries - january 2005.



Sl.2. Udeo električne energije dobijene u vetrogeneratorima i projektovana globalna potrošnja električne energije, pri čemu procenti predstavljaju povećanje globalnih potreba za električnom energijom
Fig. 2.. Projected global electricity consumption and wind electricity output

KARAKTERISTIKE VETROVA U VOJVODINI

Vojvodina je kao ravničarski predeo, bogata kvalitetnim vetrom (manje turbulentnosti, stabilnijeg pravca brzine i veće gustine vazduha u odnosu na planinske lokacije) i takođe ima relativno malo snežnih padavina i pogodnu putnu infrastrukturu. Vazдушna strujanja u Vojvodini imaju poseban značaj s obzirom na relativno veliku učestalost vetrova iz različitih pravaca u toku godine i zbog pretežno poljoprivrednog karaktera područja pri čemu je posebno

važno zadržavanje vode u biljkama i zemljištu i smanjivanje isparavanja. Vetar u Vojvodini ima veliki uticaj i na formiranje klime, jer donosi osobine onog područja odakle vazдушna masa potiče i na taj način ima ulogu modifikatora klime. Prosečna čestina javljanja vetrova iz pojedinih pravaca i pojave tišina u godini, prikazani su podacima učešća u odnosu na ukupan broj osmatranja i izraženi su u promilima (tabela 1).

Tabela 1. Godišnja prosečna čestina vetrova i tišina u Vojvodini u promilima, RHMZ
Table 1. Average annual frequency of wind and calm in Vojvodina in per mill, RHMZ

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
Sombor	172	79	100	99	70	70	97	169	144
Palić	97	114	55	111	66	98	97	166	196
Vrbas	75	113	108	160	35	92	110	176	131
Novi Sad	92	51	79	211	39	57	150	177	144
Kikinda	117	91	50	184	127	77	91	153	110
Zrenjanin	117	84	53	207	134	61	123	140	81
Vršac	98	81	44	203	161	84	75	115	139
Bela Crkva	56	20	45	179	35	47	41	179	398
Sremska Mitrovica	51	57	243	84	21	45	191	170	138
Zemun	82	79	62	183	37	88	109	127	233

Godišnje čestine vetrova su u najvećoj meri usredsređene uglavnom oko dva suprotna pravca, jugoistočnog i severozapadnog. U Banatu i južnoj Bačkoj izuzev Bele Crkve dominira čestina jugoistočnog vetra, a u severnom i zapadnom delu Bačke (uključujući i Vrbas) severozapadni i severni pravci najčešćih vetrova. U jugozapadnom delu Srema dominantna je istočna komponenta vetra. Veliki je i broj slučajeva bez vetra u područjima oko Bele Crkve (40 %), Zemuna (23 %) i Palića (20 %) u kojima se javlja prosečno veći broj tišina, nego sa vetrom iz određenih pravaca. Najmanje zastupljene čestine vetrova su iz jugozapadnog pravca (godišnji prosek 4-10%). U nekim područjima određeni pravci imaju još ređu pojavu (severoistočni vetar kod Bele Crkve se javlja u proseku oko 20 %). Južni vetar je najređi u Sremu i Bačkoj, jer se javlja sa 2-7 % svih slučajeva javljanja. Meseci sa najvećim čestinama vetrova iz pravaca odakle u najvećem broju slučajeva oni duvaju su novembar za jugoistočni vetar i juli za severozapadni pravac vetra.

Koristeći raspoložive podatke, statističkom metodom, proračunate su srednje brzine vetrova svedene na 8 glavnih pravaca (tabela 2) i srednja brzina vetrova bez obzira na pravac duvanja vetra. Može se zaključiti da vetrovi sa najvećom učestanosti javljanja imaju istovremeno i najveće srednje brzine iz određenog pravca. Međutim, kod manje zastupljenih vetrova po čestini duvanja, javlja se povremeno anomalija, pa su brzine vetrova u srazmeri prema vetrovima veće učestanosti 2-5 puta veće. Takvi slučajevi mogu da se uoče naročito kod južnih vetrova, ali i kod jugozapadnih, severnih i severoistočnih vetrova. Najveće srednje brzine u Vojvodini imaju vetrovi iz jugoistočnog pravca krajem jeseni i početkom proleća, dok su leti dominantni znatno umereniji severozapadni vetrovi. Maksimalne brzine preovlađujućih vetrova u velikoj meri zavise od položaja i lokalnih uslova samih mesta. Tako npr. u najvetrovitijem području u okolini Vršca tokom cele godine duvaju vetrovi između 5,26 m/s u julu i 9,62 m/s u novembru isključivo iz jugoistočnog pravca, dok u relativno najmirnijem području Severne Bačke (okolina Palića) srednje brzine severozapadnog vetra ne premašuju u julu 2,54 m/s, a u novembru 2,58 m/s za isti jugoistočni vetar.

Tabela 2. Srednja godišnja brzina vetra u Vojvodini u m/s, RHMZ
Table 2. Average annual wind speed in Vojvodina in per mill, RHMZ

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
<i>Sombor</i>	2,65	2,15	2,56	2,93	2,18	2,37	2,42	3,08
<i>Palić</i>	2,47	2,12	1,69	2,62	2,13	2,21	2,17	2,59
<i>Vrbas</i>	2,67	2,00	2,45	3,34	3,32	2,21	2,40	2,97
<i>Novi Sad</i>	3,28	2,42	2,76	3,95	2,80	2,17	2,76	3,10
<i>Kikinda</i>	3,08	2,36	1,93	3,46	3,44	2,18	2,36	2,99
<i>Zrenjanin</i>	3,10	2,17	1,88	4,58	3,40	2,27	2,59	3,13
<i>Vršac</i>	2,83	2,15	3,64	8,00	4,78	2,48	2,68	3,16
<i>Bela Crkva</i>	2,28	2,12	3,79	4,17	2,80	1,94	2,09	2,56
<i>Sremska Mitrovica</i>	2,85	2,05	3,42	2,43	1,61	1,80	2,62	3,36
<i>Zemun</i>	3,60	2,36	2,62	4,60	1,88	2,00	3,28	3,75

Jugoistočni vetar je dominantan u jesen, zimu i proleće (kao i za godišnji period). Nešto veće brzine zimi dobija severozapadni vetar u okolini Sombora i Palića i istočni vetar u Sremskoj Mitrovici i Beloj Crkvi. Takođe u Sremskoj Mitrovici u proleće se detektuju veće vrednosti istočnog vetra, a u jesen severozapadnog vetra, a na godišnjoj vrednosti nešto veću brzinu ima istočni vetar. U letnjem delu perioda u najvećem delu Vojvodine preovlađujući severozapadni vetar dobija veće srednje brzine (od 2,47 m/s do 3,75 m/s). U jugoistočnom Banatu najveće brzine potiču od jugoistočnog, a u Kikindi od južnog vetra. Najslabiji vetrovi duvaju leti iz istočnog, severoistočnog i jugozapadnog pravca, a tada su i srednje vrednosti tipično manje od 2 m/s (npr. u Paliću 1,64 m/s). Kada se srednja brzina vetra izrazi bez obzira na pravac duvanja vetra (uzimajući u obzir i intervale vremena bez vetra) vrednosti se smanjuju oko dva puta. Tek na ovaj način dobija se prava slika sveukupnog delovanja vetra, jer učestalost tišina tokom godine je veoma različito zastupljena u pojedinim delovima Vojvodine. Godišnji raspored srednjih brzina vetrova bez obzira na pravac duvanja pokazuje da su najveće srednje brzine u martu od 2 m/s u Beloj Crkvi do 3,5 m/s u Zrenjaninu, a jedino kod Vršca vetar u novembru ima veću vrednost (4,43 m/s). Kada je u pitanju godišnja prosečna vrednost bez obzira na pravac vetra najmanja brzina vetra je osmotrena u oblasti Bele Crkve (1,38 m/s), a najveća u Vršcu (3,38 m/s).

VETROENERGETSKI POTENCIJAL I OCENA RESURSA VETRA

Za potrebe analize resursa vetra u Vojvodini korišćena je uporedna metoda. 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 Danske i Vojvodine i na osnovu takve analize procenjen je vetroenergetski potencijal Vojvodine. 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 i regiona 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 500x500m na teritoriji Vojvodine. Rezolucija modela (500x500 metara) uslovala je podelu teritorije Vojvodine 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, [2].

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 Vojvodini su oko 30 % slabiji nego u Danskoj, tj.:

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

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 · 1,5 MW · 8760 h=2628 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: 7Dx4D=28D² (107632 m²).

Ukupan broj VG koji može da se smesti na 1 km² je n_{vg}=9 VG/km², a odgovarajuća instalisana snaga: 9 VTG/km² x 1,5 MW=13,5 MW/km², [1].

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

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

pa je faktor popunjenosti teritorije sa vetrogeneratorima za Dansku:

$$f_{(Danske)} = \frac{A_{f(Danske)}}{A_{(Danske)}} = \frac{740 km^2}{44000 km^2} = 0,017 = 1,7\% \quad (3)$$

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

$$f_{(Vojvodine)} = f_{(Danske)} \frac{\rho_{(Danske)}}{\rho_{(Vojvodine)}} = 0,017 \frac{120}{94,13} = 0,0217 (2,17\%) \quad (4)$$

pa se dobija površina teritorije Vojvodine koja u budućnosti može biti popunjena sa maksimalnim brojem VG:

$$A_{f(Vojvodine)} = f_{(Vojvodine)} A_{(Vojvodine)} = 0,0217 \cdot 21506 = 467 \text{ km}^2 \quad (5)$$

Usporedna analiza energetskog potencijala vetra u Vojvodinu i Danskoj je izvršena na osnovu sledeće formule:

$$VP_{(Vojvodine)} = VP_{(Danske)} \cdot \frac{A_{f(Vojvodine)}}{A_{f(Danske)}} \cdot \left(\frac{v_{sr(Vojvodine)}}{v_{sr(Danske)}} \right)^3 = 10 \text{ GW} \cdot \frac{467 \text{ km}^2}{740 \text{ km}^2} \cdot (0,7)^3 \approx 2 \text{ GW} \quad (6)$$

Tabela 3. Tehnički iskoristiv vetroenergetski potencijal i procena godišnje proizvodnje el. energije od vetra u Vojvodini

Table 3. Technically available wind energy potential and estimation of annual wind electricity in Vojvodina

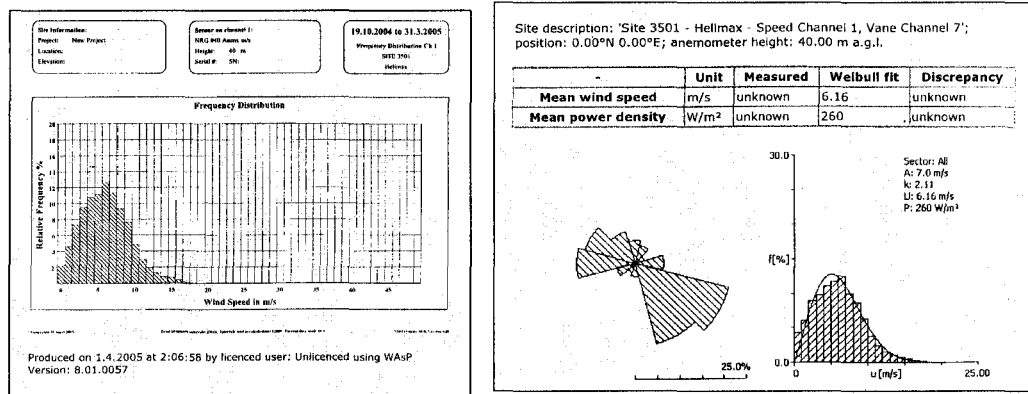
<i>Brzina vetra</i>	<i>Ukupna površina zemljišta</i>	<i>Korisna površina zemljišta</i>	<i>Broj vetrogeneratora</i>	<i>Instalisani kapacitet</i>	<i>Proizvodnja električne energije od vetra</i>
<i>m/s</i>	<i>km²</i>	<i>km²</i>	<i>-</i>	<i>MW</i>	<i>TWh/god.</i>
<i>≥5,1</i>	<i>720</i>	<i>144</i>	<i>~1300</i>	<i>~2000</i>	<i>~4</i>

Dakle, tehnički iskoristiv vetroenergetski potencijal u Vojvodini iznosi oko 2 GW (za srednju godišnju brzinu vetra $v_{sr} > 5,1$ m/s koja je određena na bazi desetominutnih prosečnih brzina vetra na visini od 50m iznad tla), pri čemu je moguće dobiti oko 4 TWh električne energije od vetra godišnje (tabela 3). Pretpostavke koje su korišćene za procenu tehničkog potencijala vetra u Vojvodini za proizvodnju električne energije su: za graničnu brzinu vetra uzeta je brzina od 4 m/s, u analizi je korišćen VG 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%). Realni scenario izgradnje vetrogeneratora u Vojvodini je da se u prvih petnaest godina instalira oko 20 MW kapaciteta godišnje, što bi obezbedilo, na kraju ovog perioda, oko 20 % električne energije na ekološki najprihvatljiviji način: $E_{(posle.15god.)} = \eta \cdot P_{(posle.15god.)} \cdot t = 0,23 \cdot 20 \text{ MW/god} \cdot 15 \text{ god.} \cdot 8760 \text{ h} = 0,6 \text{ TWh/god.}$

REZULTATI MERENJA

U mestu Dolovo (kod Pančeva) sredinom 2004. godine postavljen je anemometarski stub i pomoću instrumenata firme NRG na visini 40m 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 3. 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 $P_{sr} = 260 \text{ W/m}^2$ (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 $v_{sr} = 6,0 \text{ m/s}$, pa je srednja godišnja vrednost električne energije po m^2 rotora turbine koja se može dobiti:
 $E_{el} = 3,2 \cdot v_{sr}^3 = 3,2 \cdot 6^3 \approx 690 \text{ kWh/m}^2 \text{ god.}$



Slika 3. Merenje karakterističnih parametara vetra na lokaciji Dolovo
Picture 3. Measurement of the characteristic wind parameters in location Dolovo

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. Današnji savremeni VG su izuzetno bezbedni, ne prave buku i ne proizvode vibracije. 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 direktnu 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 energetskim 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 energetskih 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.

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 karakterističnih parametara vetra 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 Vojvodini procenjen je na oko 2 GW (~4 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 od 24.07.2004. godine vetroelektrane su dobile status povlašćenog proizvođača električne energije.

LITERATURA

- [1] [1] J. F. Manwell, et al, *Wind Energy Explained: Theory, Design and Application*, John Wiley and Sons Ltd, april 2002.
- [2] [2] D. Mikičić, Ž. Đurišić, B. Radičević, *Globalna procena o količini električne energije koja bi se mogla dobiti pomoću vetrogeneratora u Srbiji i Crnoj Gori*, Elektrotehnički fakultet, Beograd, Jun 2003.
- [3] [3] D. Mikičić, Ž. Đurišić, B. Radičević, *Vetrogeneratori kao perspektivni izvori električne energije*, Elektroprivreda, br. 4, 2002. str. 5-17
- [4] [4] B. Radičević, D. Mikičić, Ž. Đurišić, *Energetski potencijali vetra - Svet - Evropa - Srbija i Crna Gora*, Alternativni izvori energije i budućnost njihove primjene u zemlji, Crnogorska Akademija nauka i umjetnosti, Podgorica 2004., str. 123-133
- [5] [5] 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.

Rad primljen: 25.10.2005.

Rad prihvaćen: 01.11.2005.