

PROSTORNI, EKOLOŠKI I EKONOMSKI ASPEKTI PRIMENE ENERGIJE VETRA U SRBIJI¹

Mila Pucar², Boško Josimović³

SAŽETAK:

Energija vetra je jedan od obnovljivih resursa, čija je primena postala vrlo aktuelna u celom svetu, posebno u Nemačkoj, SAD, Danskoj, Kini i Španiji. U Srbiji se poslednjih godina menja odnos prema obnovljivim izvorima energije, s obzirom na činjenicu da se veliki deo energetske potrebe pokriva iz uvoza i da zaštita životne sredine postaje jedna od prioritarnih tema, ne samo u sektoru energetike. Učinjeni su neki pomaci, potpisani su sporazumi i protokoli o saradnji u realizaciji nekoliko projekata sa stranim kompanijama, koje su izrazile interesovanje da u bliskoj budućnosti investiraju u vetrolektrane. Tehnički iskoristiv energetski potencijal energije vetra u Srbiji je oko 0,19 Mtoe godišnje, tj. oko 5% ukupnog potencijala OIE. U radu su obrazloženi najvažniji aspekti primene energije vetra. Lokalna procena resursa vetra vrši se radi izbora povoljnih lokacija za izgradnju vetrolektrana. Na osnovu globalne procene resursa vrši se selekcija potencijalno povoljnih područja da bi se pristupilo izboru optimalnih konkretnih lokacija. Na osnovu ispitivanja i merenja vetra koje je vršio Hidrometeorološki zavod Srbije, ocenjeno je da se prostor bogat vetrom, odnosno pogodne lokacije za izgradnju vetrolektrana nalaze u planinskim oblastima južne i istočne Srbije, a posebno u Panonskoj nizini južnog Banata. Veoma značajno pitanje, koje je obuhvaćeno u ovom radu, je zaštita životne sredine. Opisani su mogući uticaji vetrolektrana na životnu sredinu. Izradom Strateške procene uticaja za lokacije na kojima je predviđena izgradnja vetrolektrana, moguće je sagledati posledice predloženih planskih rešenja i promena u prostoru i definisati adekvatne mere zaštite potencijalno ugroženih elemenata životne sredine. U radu su dati samo neki od mogu-

¹ Rad je rezultat istraživanja u okviru naučnog projekta „Održivi razvoj i uređenje banjskih i drugih turističkih naselja u Srbiji” TP 16007, koji je realizovan u IAUS-u, a finansiran od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

² Dr Mila Pucar, naučni savetnik, Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije, Beograd, Bulevar kralja Aleksandra 73/II tel. 011/3370-091, e-mail: milap@iaus.ac.rs

³ Dr Boško Josimović, naučni saradnik, Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije, Beograd, Bulevar kralja Aleksandra 73/II tel. 011/3370-091, e-mail: bosko@iaus.ac.rs

ćih ekonomskih aspekata primene energije vetra. Na kraju su predloženi osnovni ciljevi i strateške smernice za razvoj i promociju energije vera u Srbiji.

Ključne reči: *energija vetra, vetroelektane, vetrogeneratori, obnovljivi izvori energije*

1. UVOD

Prekomerna potrošnja fosilnih goriva dovela je do globalnih poremećaja na planeti, kao što su klimatske promene, smanjenje zaštitnog sloja ozonskog omotača i degradacija životne sredine. Osim toga, fosilna goriva imaju ograničen kapacitet i ne obnavljaju se. Rešavanje ovih globalnih ekoloških problema postalo je ključni element održivog razvoja. Energetski i ekološki problemi međusobno su povezani i često se tretiraju kao jedinstven problem, koji se delimično može rešiti upotrebom obnovljivih izvora energije (u daljem tekstu OIE). Energija vetra je jedan od vidova OIE, čija eksploatacija je danas u nagloj ekspanziji u čitavom svetu. Globalni fizički potencijal za iskorišćenje energije vetra prevazilazi aktuelnu potrošnju energije u svetu, međutim, otežavajući faktor korišćenja energije vetra jeste neravnomernost njegove prostorne raspodele [1]. Kako bi se negativni uticaji na životnu sredinu smanjili, velike energetske kompanije, prilikom planiranja novih kapaciteta odlučuju se za vetroelektrane, zbog toga što njihova primena ima ekonomsko i ekološko opravdanje.

Ekološke prednosti proizvodnje električne energije iz energije vetra i razvoj tehnologija u ovoj oblasti u sve većoj meri omogućavaju da vetroelektrane postaju konkurenti na tržištu električne energije. Svaki kWh proizveden obnovljivim izvorima energije, zamenjuje isti koji bi sa druge strane trebalo da bude proizveden u elektranama na fosilno gorivo, što ima za posledicu redukciju negativnih uticaja na životnu sredinu, a naročito emisije CO₂ u atmosferu. Međutim, proizvodnja električne energije na globalnom nivou i dalje se dominantno bazira na fosilnim gorivima [2].

Energija vetra može da se koristi za proizvodnju električne energije, upotrebom velikih vetroelektrana, ili za individualne potrebe korisnika ili izolovane objekte. Za snabdevanje izolovanih potrošača koriste se vetrenjače male snage, od 2-20 kW, koje se često ugrađuju u kombinaciji sa drugim tehhnologijama (dizel generatori, solarne instalacije), da bi se obezbedio kontinuitet snabdevanja električnom energijom. Pojedinačni vetrogeneratori velikih dimenzija i snaga (od 0,75 MW do preko 2,5 MW) grupišu se u moderne vetropakove – vetroelektane. Vetroelektane po količinama proizvedene energije mogu biti značajan deo elektroenergetskog sistema jedne zamlje [3].

Poslednjih godina problematika energije vetra postala je vrlo aktuelna u celom svetu, posebno u Nemačkoj, SAD, Kini i Španiji. Proizvodnja energije vetra odluke se izuzetno velikom stopom rasta. U poslednjih nekoliko godina turbine na

vetar znatno su, u tehnološkom smislu, poboljšane. Trenutno su u razvoju turbine koje će moći generisati snagu čak preko 5 MW.

Ekonomska opravdanost izdizanja vetroturbina leži u dobrom poznavanju vertikalne raspodele intenziteta vetra na određenoj lokaciji. Problemi koji se mogu javiti pri postavljanju ovih uređaja su buka i vizuelni uticaj na okolinu. Zbog fluktuacije brzine vetra, integracija ovako dobijene energije u elektroenergetski sistem neke zemlje zahteva posebnu pažnju. Stepem iskorišćenja vetroelektrana kreće se u opsegu od 20-40%. Razvojem tehnologije dolazi do smanjenja troškova proizvodnje električne energije iz vetroelektrana, koje je srazmerno sve većoj primeni energije vetra.

Sveobuhvatna analiza energetske, prostorne, ekonomske, i ekološke opravdanosti primene energije vetra uključuje veliki broj parametara. Prednosti energije dobijene na ovaj način su da je to ekološki potpuno čist izvor energije. Jedan od najvažnijih faktora koje treba razmotriti prilikom izgradnje energetskog postrojenja na vetar jeste brzina vetra na konkretnoj lokaciji. Preporučena srednja godišnja brzina vetra treba da bude najmanje 5 m/s, ali za investiranje u izgradnju vetroelektrane potrebno je da bude ispunjeno i mnogo drugih preduslova, koji se ne odnose samo na brzinu vetra. Većina vetroelektrana danas u svetu počinje da proizvodi električnu energiju pri brzini vetra od 3,5 do 4 m/s, a isključuje se pri brzini većoj od 25 m/s.

2. POTENCIJALI ENERGIJE VETRA U SRBIJI

Tehnički iskoristiv energetski potencijal energije vetra u Srbiji je oko 0,19 Mtoe godišnje, tj. oko 5% ukupnog potencijala OIE. Procena potencijala vetra bazirana je na dugogodišnjim hidrometeorološkim podacima dobijenih merenjima na visini od 10 m. Međutim, za uvid u pravo stanje energetskog potencijala vetra potrebno je izvršiti jednogodišnja merenja na visinama od 30, 50 i više metara. Pri tome se mora imati u vidu i dalji napredak tehnologije sistema konverzije i rapidno povećanje efikasnosti [4].

Strategijom razvoja energetike Republike Srbije do 2015. godine, u okviru prioriteta selektivnog korišćenja OIE, posebno je istaknuto da u Republici Srbiji postoje pogodnosti i potrebe za organizovano korišćenje OIE. Tako se, pored ostalih OIE, predviđaju i vetrogeneratori snage do 10 MW, za zadovoljenje potreba lokalnih potrošača, kao i za isporuke viškova električne energije lokalnoj mreži u okviru elektroenergetskog sistema Srbije [5].

Podaci o lokalnim vremenskim prilikama mogu se pribaviti u meteorološkim stanicama ili u Republičkom hidrometeorološkom zavodu (<http://www.hidmet.gov.rs/>). Meteorološki atlas vetra Srbije može se pronaći i na portalu Instituta za multidisciplinarna istraživanja (<http://vetar-sunce.imsi.rs/home.php/>). Za dobi-

janje kompletne slike o potencijalima vetra na određenoj mikro-lokaciji potrebno je postaviti uređaje za praćenje karakteristika vetra i sprovesti program merenja. Moderni vetrogeneratori opremljeni su elektronskim uređajima koji omogućavaju promenljivu brzinu generisanja pri proizvodnji naizmenične struje sa frekvencijom od 50 Hz.

Potrebno je istaći karakteristiku komplementarnosti energija sunca i vetra u vremenskoj raspodeli. Maksimalne brzine vetra javljaju se tokom zime, a maksimalno sunčevo zračenje je u letnjem periodu. Ova karakteristika je vrlo pogodna za tzv. hibridne sisteme konverzije energije (kombinacija korišćenja energije, vetra i sunca).

3. STANJE U SRBIJI

Energetski deficit i neminovnost upotrebe ekološki čistih izvora energije polako primoravaju Srbiju da počne da investira u razvoj i eksploataciju energije vetra. Strategija razvoja energetike Republike Srbije do 2015. godine dala je dovoljno prostora obnovljivim izvorima⁴.

Godine 2005. Skupština Srbije je usvojila „Strategiju razvoja energetike Republike Srbije do 2015. godine”, kojom se definišu elementi za utvrđivanje strategije razvoja energetske Srbije, u kojoj je definisan i razvoj i korišćenje OIE i efikasnijih tehnologija i uređaja. Saglasno navedenom, najznačajniji ciljevi energetske politike Srbije usaglašavaju se s praksom i regulativom EU radi povećanja energetske efikasnosti, intenzivnijeg korišćenja OIE, kao osnovne pretpostavke dostizanja održivog socioekonomskog razvoja zemlje i uspostavljanja energetsko-ekološkog balansa. Korišćenje OIE i novih i energetske efikasnijih i ekološki prihvatljivih energetske tehnologije postavljeno je kao treći – posebni prioritet u okviru Strategije. Međutim, do danas je malo toga urađeno u smislu primene energije vetra u Srbiji. Još uvek nije izgrađena nijedna vetroelektrana, a aktivnosti koje se sprovode u cilju njihove izgradnje nalaze se u fazi izrade plansko-tehničke dokumentacije i pribavljanja dozvola za izgradnju. U tom procesu najviše se uradilo na lokaciji Bavanište – Južni Banat (opština Kovin) za koju je urađena i usvojena planska dokumentacija potrebna za izgradnju prve vetroelektrane u Srbiji. Poseban akcenat stavljen je na aspekt zaštite životne sredine i to kroz izradu strateške procene uticaja za Plan detaljne regulacije vetroelektrane.

Ministarstvo rudarstva i energetike je u januaru 2007. godine potpisalo sporazum sa Vladom Kraljevine Španije o saradnji u oblasti korišćenja energije vetra.

⁴ Energetska nezavisnost regiona zasnovana na lokalnim obnovljivim izvorima ili kava je sličnost između južnog Banata i regiona Gising, dr Miroslav Kopečni, <http://www.vojvodinaccess.org/download/CESS%20Magazin%20IV%20broj.pdf>

U okviru tog projekta su odabrana 3 mesta za jednogodišnja merenja brzine vetra (na visinama od 10, 30 i 50 metara), a po završetku merenja za najpovoljniju lokaciju izrađena je studija izvodljivosti za postavljanje vetroelektrana.

Tokom 2008. godine su potpisani i protokoli o saradnji u realizaciji projekata:

- Vetroelektrana Bavanište (Investitor: Wellbury Wind Energy d. o. o);
- Vetroelektrana Čibuk (Investitor: Vetroelektrane Balkana, d. o. o.);
- Vetroelektrana Bela Crkva (Investitor: VPBC Vetar);
- Vetroelektrana Dolovo (Investitor: Loger d. o. o).

Implementacija projekta „Jačanje Agencije za energetska efikasnost”, finansiranog od strane Vlade Španije, završena je 2008. godine. U okviru projekta obezbeđeni su instrumenti za merenje brzine vetra, koji su postavljeni na tri mikro-lokacije – Negotinu, Titelu i Velikom Gradištu. Prikupljanje podataka obavljeno je u toku jedne godine i na osnovu rezultata je urađena studija izvodljivosti za izgradnju vetroelektrane na lokaciji koja je garantovala najveći energetski potencijal – u Negotinu. Studija je obuhvatala i preporuke za poboljšanje nacionalne legislative u oblasti iskorišćenja energije vetra. Institut za multidisciplinarna istraživanja je uključen u niz projekata primene energije vetra. Realizovao je niz visokokvalitetnih merenja vetra na nekoliko lokacija u centralnoj, istočnoj i jugositočnoj Srbiji, a neka merenja su još uvek u toku. Razvoj specijalizovanog geografskog informacionog sistema (GIS) odvija se kao mrežna aplikacija (web application), u svrhu informacione (IT) podrške istraživanju u primeni vetroenergije. Prikaz test verzije ove mrežne aplikacije dat je na sajtu Instituta za multidisciplinarna istraživanja (www.imsi.rs). Laboratorija za termotehniku i energetiku (LTEE), osnovana 1954. godine, jedna je od najvećih laboratorija Instituta za nuklearne nauke – „Vinča”, koji je lociran u blizini Beograda. Grupa za vetar je jedna od kasnije oformljenih grupa u Institutu koja se bavi pitanjima lokacije i primene vetroenergije, merenjima vetra, projektovanjem vetroparkova, procenom uticaja na životnu sredinu, ekonomskim aspektom implementacije projekata vetroparkova i evaluacijama projekata mehanizama čistog razvoja (CDM).⁵ Nekoliko kompanija je izrazilo interesovanje da u bliskoj budućnosti investira u vetroparkove. Neke od njih su već počele da se uključuju u pojedine projekte [6].

4. PROSTORNI ASPEKTI

Činjenica da na nekoj lokaciji ima vetra, sama po sebi, ne znači da je ta lokacija i odgovarajuća (optimalna) za izgradnju vetroelektrane. Investitor mora da raz-

⁵ Transfer naprednih proizvodnih tehnologija koje koriste obnovljive izvore energije u zemljama u razvoju i kao rezultat imaju smanjenje emisije GSB, podstiču se kroz Kjoto mehanizme tzv. Mehanizam razvoja čistog razvoja (CDM) Clean Development Mechanism.

motri još mnogo faktora tokom procesa određivanja lokacije. U područjima u kojima postoje izrazito povoljni uslovi za korišćenje energije vetra, potrebno je u prostornim i urbanističkim planovima definisati zemljište pogodno za postavljanje vetrogeneratora.

Vetrogeneratori treba da budu na odstojanju od najmanje pet do deset dužina stubova, čime se omogućava da vetar ponovo dobije na snazi i da turbulencija, koju stvara jedan rotor, ne utiče nepovoljno na onaj iza njega. Otuda stubovi i prilazi zauzimaju oko 1% površine vetroelektrane. Između njih se ne smeju nalaziti građevinski objekti, niti zemljište sme biti pošumljeno, ali se ono može koristiti u poljoprivredne svrhe (Dokument, 2009). Treba voditi računa da vetroelektrane budu na dovoljnom rastojanju od naselja, turističkih objekata, skijaških staza, infrastrukturnih objekata, šuma i dr.

Srbija se može svrstati u područja sa značajnim vetroenergetskim potencijalom. Pogodne lokacije za izgradnju vetrogeneratora nalaze se u planinskim oblastima južne i istočne Srbije, a posebno u Panonskoj niziji južnog Banata. Ovo je procena izvršena na osnovu ispitivanja i merenja vetra koja je vršio Hidrometeorološki zavod Srbije. Pored pogodnosti u smislu prirodnih potencijala, Panonska nizija, severno od Dunava, koja pokriva oko 2.000 km² je pogodna za izgradnju vetrocentrala, jer je potpuno pokrivena infrastrukturom neophodnom za realizaciju projekata izgradnje vetroelektrana.

Ova relativno povoljna ocena energetskog potencijala vetra treba da omogući dalja istraživanja u zavisnosti od lokaliteta, kao i uticaje meteoroloških pojava koje mogu ograničiti ili potpuno onemogućiti njihovo korišćenje (velike ledene naslage, jaki udari vetra, udari groma itd.). Na vetroenergetski potencijal utiče: geografski položaj, konfiguracija terena, rastinje i druge prepreke vazдушnom strujanju.

U toku 2009. godine realizovano je više od 10 projekata merenja vetra u Srbiji, koji su većinom finansirani od strane privatnih preduzeća. Neka od ovih merenja su završena i inicirana je izgradnja vetroelektrana na teritoriji Srbije. Prosečna snaga vetra na 100 m visine (u januaru i julu) data je na slici 1:

U Srbiji bi se u perspektivi moglo instalirati oko 1 300 MW vetrogeneratorskih proizvodnih kapaciteta i godišnje proizvesti oko 2 300 GWh električne energije [7]. Pogodne lokacije za izgradnju vetroelektrana su:

1. Panonska nizija, posebno južni Banat – ova oblast je pogodna za izgradnju vetroelektrana i zbog izgrađene putne infrastrukture, postojanja električne mreže, blizine velikih centara potrošnje električne energije i dr.⁶

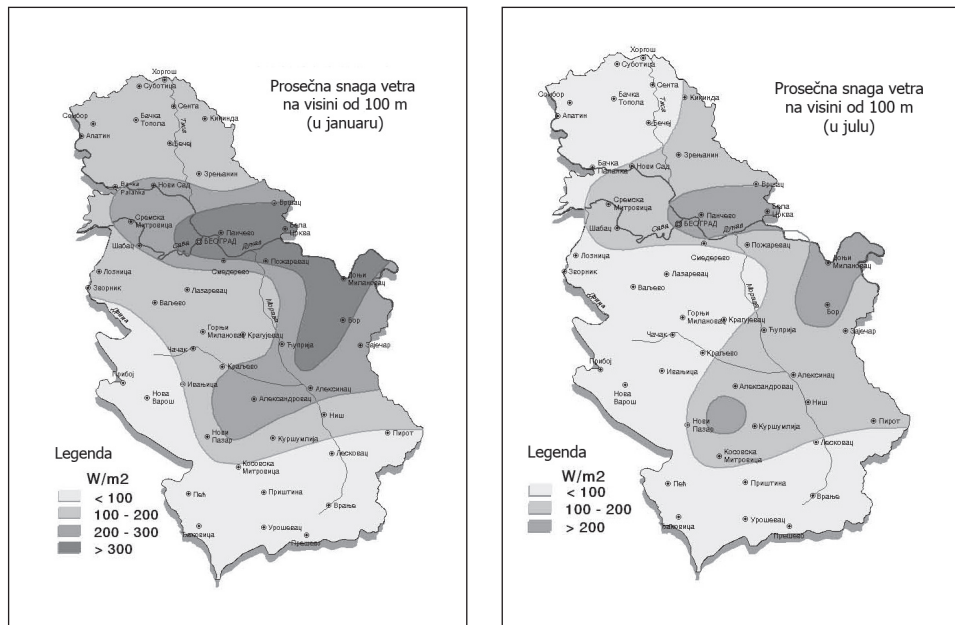
⁶ Podaci preuzeti sa sajta Ministarstva za energetiku i rudarstvo RS.

2. Istočni delovi Srbije (Stara Planina, Vlasina, Ozren, Rtanj, Deli Jovan, Suva Planina, Crni Vrh itd) – u ovim regionima postoje lokacije čija je srednja brzina vetra preko 6 m/s.

3.

Tab. 1. Najpovoljnije lokacije u Srbiji (ekstrapolisane)

Midžor	7,66 m/s
Suva planina	6,46 m/s
Vršački breg	6,27 m/s
Tupižnica	6,25 m/s
Krepoljin	6,18 m/s
Deli Jovan	6,13 m/s



Sl. 1. prosečna snaga vetra na visini od 100 m u januaru i julu

Detaljnim merenjima bi se mogle utvrditi i druge pogodne mikrolokacije za izgradnju vetroelektrana. Prema proceni dobijenoj kao rezultat istraživanja, prosečna godišnja količina energije vetra po jedinici površine, na visini od 100 m od tla, kreće se u rasponu od 900 kWh/m^2 (na jugozapadu i jugu Srbije) do više od $2\,700 \text{ kWh/m}^2$ (istočni deo Srbije) [8]. Maksimalne vrednosti energije javljaju se u regionu košave. Istraživanja su, takođe, pokazala da Srbija raspolaže sličnim prirod-

nim potencijalima u pogledu energije vetra kao Nemačka. Konkretna upoređenja rezultata merenja vršena su za regione Bremena i Beograda.

5. EKOLOŠKI ASPEKTI

Korišćenje energije vetra spada u red ekološki najčistijih tehnologija i najprihvatljivijih izvora za proizvodnju električne energije. Savremeni vetrogeneratori od 600 kW će tokom svog radnog veka na prosečnoj lokaciji, u zavisnosti od vetrovitosti lokacije i stepena iskorišćenja kapaciteta, sprečiti emisiju za oko 20.000 do 36.000 tona zagađujućih materija. Energija vetra, već pri sadašnjem stanju tehnologije, zbog neiscrpnosti vetra i široke rasprostranjenosti na svim svetskim meridijanima, može značajno doprineti stabilnosti i raznolikosti u energetskom snabdevanju, uz istovremeno smanjenje štetnih atmosferskih emisija.

Veoma značajno pitanje u ovoj problematici je zaštita životne sredine. Vetroelektrane mogu biti sjajni susedi, ali je obaveza onoga ko želi da ih izgradi da obezbedi poštovanje ekoloških uslova. Negativni uticaji vetrogeneratora na životnu sredinu postoje, ali su ti uticaji zanemarljivi u poređenju sa pozitivnim efektima. Potencijalni investitor je dužan da istraži eventualne negativne uticaje na životnu sredinu i preduzme mere radi njihovog sprečavanja. Savremena tehnologija je u velikoj meri smanjila negativan uticaj energije vetra na životnu sredinu.

Potrebno je sagledavanje svih negativnih uticaja vetra na određenoj lokaciji. U tom smislu, izrada strateške procene uticaja je značajan instrument za sagledavanje svih pozitivnih i negativnih aspekata koji se ne odnose isključivo na zaštitu životne sredine, već i na realizaciju načela i ciljeva održivog razvoja. Mogući negativni uticaji su: vizuelni efekat, ometanje elektromagnetnih talasa, odnosno radio i telekomunikacija, mehaničke vibracije, zauzimanje površine zemljišta, uticaji na ptice i slepe miševе, buka koja nastaje pri prolasku krila kroz zavetrinu stuba koju prave lopatice pri kretanju kroz vazduh. efekat senke itd. Ovi negativni uticaji vetrogeneratora na životnu sredinu mogu se umanjiti ili čak izbeći pomoću novih tehnologija.

Mogući pozitivni uticaji mogu biti sledeći: vetrogeneratori su pogodni za dobijanje energije na izolovanim područjima, cena dobijene energije je komparativna sa cenom dobijenom iz konvencionalnih izvora, nema zagađujućih produkata od eksploatacije, rok izgradnje vetroelektrana je relativno kratak (od 5 do 10 meseci)⁷, pa su uticaji pri izgradnji i postavljanju kratkotrajnog karaktera. Već na sa-

⁷ *Vetrogeneratori – perspektivni izvori električne energije*, Dušan Mikičić, Željko Đuričić, Branko Radičević, Elektroprivreda broj 4, www.eps.rs/publikacije/casopis/epbr4_2002.pdf

dašnjem stupnju razvoja, vetrogeneratori su postali konkurentni klasičnim izvorima električne energije, kako po ceni tako i po kvalitetu energije koju proizvode.

Primenom SPU (Strateška procena uticaja) je moguće sagledati posledice predloženih planskih rešenja i promena u prostoru, uz uvažavanje potreba predmetne sredine i definisanje adekvatnih mera zaštite i monitoringa potencijalno ugroženih elemenata životne sredine, uz nezaobilazno uključivanje javnosti u sve faze izrade i usvajanja SPU. U tom kontekstu, evidentno je da SPU doprinosi procesu donošenja odluka i u planiranju elektroenergetskih objekata [9].

Direktiva 2001/42/EC⁸ propisuje da se SPU vrši za planove, programe i osnove u različitim oblastima, a između ostalog i u oblasti energetike. Značaj SPU ogleda se u usmeravanju planskih rešenja ka ciljevima održivosti. Suština je u proceni strateških uticaja, odnosno proceni najznačajnijih planskih rešenja koja konceptualno i konkretno menjaju pristup u sagledavanju energetskih problema, a mogu imati negativan uticaj na aspekte životne sredine [10].

S obzirom na to da SPU predstavlja najznačajniji instrument za zaštitu životne sredine u prostornom i urbanističkom planiranju, evidentno je da je njena uloga nezaobilazna u procesu realizacije projekata vetroelektrana. Da bi SPU opravdala takvu ulogu, metodološki koncept evaluacije planskih rešenja mora biti zasnovan na kvalitetnoj analizi životne sredine. U tom smislu, potrebno je prethodno rešiti niz problema koji postoje u Srbiji, a odnose se na stalnu oskudicu podataka o životnoj sredini, tako da je veoma teško izvršiti kvalitetnu analizu stanja životne sredine. Informacioni sistemi o životnoj sredini, kao ni o prostoru ne postoje. Pored toga, nisu razrađeni sistemi pokazatelja životne sredine primereni potrebama prostornog i urbanističkog planiranja, kao ni metodologija njihovog korišćenja pri izradi i sprovođenju prostornih planova. U oblasti prostornog i urbanističkog planiranja nije identifikovan specifičan sistem ekoloških pokazatelja, već se pojedini prostorno ekološki pokazatelji mogu naći u okviru sistema pokazatelja druge namene. Ovakvo stanje u velikoj meri utiče na neefikasnost upravljanja životnom sredinom i na neefikasnost planiranja uopšte.

6. EKONOMSKI ASPEKTI

U proseku, izgradnja vetroelektrane košta oko 1,6 – 1,9 miliona €/kW instalirane snage, a termoelektrana 700 €/kW, ali razvojem tehnologije ta razlika sve je manja. U proseku, izgradnja košta oko 1,2 – 1,5 miliona evra po megavatu (MW) instalirane snage. Da bi se iskoristila prednost ekonomije obima, vetroelektrana bi trebalo da ima instalirani kapacitet od najmanje 20 MW. Pod pretpostavkom da prosečan vetrogenerator ima prosečnu snagu od 750 kW, to znači da je za ve-

⁸ European Strategic Environmental Assessment Directive

troelektranu potrebno postaviti najmanje 26 turbina, uz početnu investiciju 24 – 30 miliona evra.

Vetrogeneratori su u poslednjih desetak godina znatno pojeftinili i ta tendencija će se i dalje nastaviti. Cena eolske električne energije puno zavisi od brzine vetra. Uz usavršavanje tehnologije, boljeg razumevanja opterećenja vetra i osobina materijala, cena električne energije dobijene iz vetrogeneratora biće znatno smanjena. Na to će dodatno uticati i smanjenje operativnih troškova i rast efikasnosti i pouzdanosti. S obzirom na to da kod korišćenja energije vetra, kao i kod mnogih drugih obnovljivih izvora energije, nema troškova goriva, posle investicione izgradnje jedini troškovi su operativni i troškovi održavanja. Uzimajući u obzir sve činjenice koje se tiču troškova proizvodnje električne energije iz konvencionalnih i obnovljivih izvora, može se zaključiti da obnovljivi izvori još uvek imaju veće troškove proizvodnje od konvencionalnih elektrana. Međutim, prisutan je trend povećanja troškova proizvodnje iz fosilnih goriva i pada cene proizvodnje iz obnovljivih izvora. U bliskoj budućnosti očekuje se da će troškovi proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora biti u potpunosti konkurentni konvencionalnim elektranama [10].

Proizvodnja pojedinih elemenata i opreme za vetroelektrane može doprineti razvoju industrijskog sektora u Srbiji, posebno metalskog kompleksa. Praktičan primer za to jeste postojeći pogon za proizvodnju generatora, kompanije Loher iz Subotice, koja je jedna od najuspešnijih fabrika u svojoj branši u svetu. Za ostvarenje takvog ambicioznog programa treba analizirati stanje potencijalnih fabrika metalskog sektora u Srbiji i uspostaviti dobro koordiniranu multisektorsku saradnju nadležnih institucija.

Pri valorizaciji neke tehnologije bitan je parametar neophodno zaposednuto zemljište. Termoelektrane zaposedaju velike površine zemljišta (za objekte, deponovanje otpada itd.). Potrebna površina zemljišta na kojima se nalaze kopovi stalno se povećava. Kod hidroelektrana, velike površine zemljišta često najplodnijeg se potapaju i bivaju izgubljene za poljoprivredu. Vetroelektrane su izuzetno ekonomične po pitanju iskorišćenosti zemljišta. Veći deo zaposednutog zemljišta (oko 99%) na kome je izgrađena vetroelektrana se može za vreme eksploatacije koristiti za poljoprivrednu proizvodnju.

7. CILJEVI I SMERNICE RAZVOJA ENERGIJE VETRA U SRBIJI

Osnovni ciljevi u pogledu daljeg razvoja sektora primene energije vetra su:

- uvođenje mehanizama i stvaranje drugih uslova za podsticanje korišćenja energije vetra;
- uspostavljanje sistema u istraživačkim i pripremnim radovima za korišćenje energije vetra;

- donošenje i sprovođenje regulatornog okvira za veće korišćenje energije vetra;
- smanjenje zavisnosti od uvoza fosilnih goriva;
- poboljšavanje kvaliteta životne sredine.

Strateške smernice za razvoj i promociju energije vetra su:

- supstitucija energije dobijene iz fosilnih goriva energijom dobijenom iz vetra;
- jačanje svesti i znanja u pogledu korišćenja energije vetra;
- definisanje sistema primene na određenim (povoljnim) lokacijama;
- maksimalno iskorišćenje energije vetra na pogodnim lokacijama;
- stimulisanje lokalne zaposlenosti i razvoj domaćeg stručnog kadra;
- formiranje baza relevantnih podataka (potencijali, institucije, proizvođači, korisnici i dr.);
- maksimalno pojednostavljenje administrativne procedure u vezi sa procesom izgradnje [1].

8. ZAKLJUČAK

Srbija bitno zaostaje za razvijenim zemljama u pogledu odnosa prema obnovljivoj energiji. Ona je veliki uvoznik energije, tako da će u budućnosti morati da pokloni više pažnje racionalnom korišćenju energije i primeni OIE. Obnovljiva energija će biti povezana s uspehom ekološkog i privrednog razvoja Evrope. Pri tom se jugoistočnoj Evropi pružaju naročito dobri izgledi u proizvodnji OIE. Obnovljivi izvori će igrati sve važniju ulogu u energetskej politici Evrope, kako bi se smanjila zavisnost od uvoza energije. Zato jače nego dosad treba podsticati naučna istraživanja u razvoj i primenu OIE. Srbija se mora hitno uključiti u razvoj i primenu OIE, jer je potrebno puno godina dok inovacije s područja energetike počnu da se primenjuju u praksi.

Obnovljivi izvori energije igraju značajnu ulogu u planovima i strategijama za sprečavanje klimatskih promena, s obzirom na činjenicu da oni gotovo uopšte ne emituju gasove staklene bašte i stoga se njihova primena podstiče različitim načinima državne intervencije, čime se poboljšava njihova konkurentnost.

Da bi se uopšte pokrenula bilo kakva inicijativa na lokalnom nivou, potrebno je da iza svega stoji država, sa svojom opštom strategijom razvoja, i strategijom razvoja energetike, zakonima, poreskom politikom, administrativnim i finansijskim olakšicama, kao i tehničkom podrškom, kojima bi se stimulisale inicijative za primenu programa energetske efikasnosti i lokalnih i obnovljivih izvora energije.

Tehnologije koje omogućavaju korišćenje lokalne, zelene energije, pa tako i energije vetra mogu da doprinesu uspostavljanju održivog razvoja, održivog lanca ishrane i poboljšanju standarda života, posebno u manje razvijenim oblastima pojedinih regiona.

9. LITERATURA

- [1] Pucar M., Nenković-Riznić M.: „Studijsko-analitičke osnove strategije prostornog razvoja Republike Srbije, Deo 5. Prostorno uređenje, zaštita i razvoj – Ka održivom, integrisanom razvoju -Tematska sveska: Prostorni i ekološki aspekti korišćenja obnovljivih izvora energije – energetska efikasnost”, Studija za potrebe analitičko dokumentacione osnove strategije prostornog razvoja Republike Srbije, 2009.
- [2] Pucar M., Nenković-Riznić M.: Legislative and policy in energy efficient designing and renewable energy sources – application in Serbia, Spatium No 15-16, IAUS, Beograd 2008, pp. 66-72.
- [3] *Održiva energija u Evropi 2005-2008*, Republička Agencija za energetska efikasnost, Publikacija: Evropska komisija, 2005.
- [4] „Program ostvarivanja strategije razvoja energetike Republike Srbije do 2015. godine za period od 2007. do 2012. godine – POS”, Ministarstvo rudarstva i energetike RS, Beograd, 2007.
- [5] *Strategija razvoja energetike Republike Srbije do 2015*, Ministarstvo rudarstva i energetike RS, Beograd, 2005.
- [6] EUR 21_CR_Serbia 2008, Izveštaj Agencije za energetska efikasnost, Bojan Kovačić
- [7] Studija mogućnosti korišćenja energije vetra za proizvodnju električne energije, Naručilac: Elektroprivreda Srbije, Izvršilac: „TEKON – TEHNOKONSALTING”, d.o.o. Beograd, Republički hidrometeorološki zavod Srbije, Beograd, Beograd, 2002. godine
- [8] Gburčik V., (ur.) Interni izveštaj za IMSI: Elaborat o realizaciji projekta (Finalni izveštaj trogodišnjeg projekta) „Atlas energetskog potencijala sunca i vetra Srbije”, Institut za multidisciplinarna istraživanja, Beograd, 2008.
- [9] Salhofer S, Wassermann G, Binner E. Strategic environmental assessment as an approach to assess waste management systems. Experiences from an Austrian case study, *Environmental Modelling & Software*, 22, 2007, pp. 610-618.
- [10] Strateška procena uticaja na životnu sredinu plana detaljne regulacije infrastrukturnog kompleksa za vetrogeneratorsko polje u Bavaništu, IAUS, Beograd, 2009.

Internet sajтови:

- Agencija za energetska efikasnost Republike Srbije, www.seea.gov.rs
- Ministarstvo rudarstva i energetike Republike Srbije, www.mre.gov.rs
- Pokrajinski sekretarijat za energiju i mineralne izvore Vojvodine, www.psemr.vojvodina.gov.rs
- Institut za multidisciplinarna istraživanja, www.imsi.rs
- PORTAL Energija vetra i sunca u Srbiji, Institut za multidisciplinarna istraživanja <http://vetar-sunce.imsi.rs/home.php>
- Institut za nuklearne nauke, Vinča, www.vi.bg.ac.yu
- Republičkom hidrometeorološkom zavodu www.hidmet.gov.rs
- Energija vetra (ekološka energija), http://rpkn.com/pdf/ekologija/obnovljiva_energi-je/4.Energija%20vetra.pdf

SPATIAL, ECOLOGICAL AND ECONOMIC ASPECTS OF WIND ENERGY
IMPLEMENTATION IN SERBIA

ABSTRACT:

Wind energy is one of the renewable resources, which is being currently implemented worldwide, especially in Germany, USA, Denmark, China and Spain. The attitude towards renewable energy sources has been changing in Serbia in the past few years, considering the fact that a great part of the energy needs are met through import and that environmental protection is becoming one of the priorities, not just only in the energy sector. Some further steps have been taken; some agreements and protocols have been signed regarding collaboration in realizing several projects with potential investors that have shown interest in investing in wind farms in the near future. Technically exploitable energy potential of wind in Serbia is approximately 0,19 Mtoe annually, i. e., around 5% of the total renewable energy sources potential. The most important aspects of wind energy implementation have been analyzed in the work. Local estimation of wind resources is carried out to choose the favorable areas for the construction of wind power plants. Based on a global assessment of resources a selection is carried out from many potentially favorable regions in order to choose optimal concrete locations. Based on researches and measurements of wind carried out by the Hydro-meteorological Institute of Serbia, it has been estimated that the areas rich in wind, i. e., favorable for the construction of wind power plants are in the mountainous regions of southern and eastern Serbia, especially in the Pannonia lowland of southern Banat. A very important question, with which this work deals with, is the environmental protection. The possible impacts of the wind power plant construction have been described. By performing a SEA study of the locations considered for the wind power plant construction, it is possible to perceive the consequences of the suggested planning solutions and changes in space and to define adequate measures of protecting the potentially endangered elements of the environment. Some of the possible economic aspects of wind energy implementation have been described in this work. Finally, the main aims and strategic guidelines have been given for developing and promoting wind energy in Serbia.

Key words: *wind energy, wind power plants, wind generators, renewable energy sources*

