

KOMPLEMENTARNOST REŽIMA ENERGETSKOG POTENCIJALA SUNCA I VETRA U SRBIJI

Petar Gburčik, Verica Gburčik, Milivoj B. Gavrilov, Vladimir Srdanović
Centar za multidisciplinarne studije Univerziteta u Beogradu
11030 Beograd, Kneza Višeslava 1, <http://www.cms.bg.ac.yu/>

Rezime

Energija sunčevog zračenja (energija sunca) i vetra imaju izražen godišnji režim. Maksimalne vrednosti energije vetra javljaju se u Srbiji tokom zime, a sunčeve energije tokom leta (maksimum u julu). Potrebe za korišćenjem energije najveće su u zimskim mesecima. Prirodni potencijal sunčeve energije bi mogao sam da pokrije potrebe za energijom, ali bi u takvom pristupu bila potrebna izgradnja kapaciteta koji bi pri minimalnom prilivu energije (zimi) pokrivali maksimalne potrebe. Pri manjim potrebama (leti) postojala bi nedovoljna iskorišćenost ovih kapaciteta. Izražena varijabilnost priliva energije i potreba za korišćenjem javlja se, pored godišnjeg, i u dnevnom i u međudnevnom režimu meteoroloških parametara. Korišćenjem kratkoročne (dnevne) i sezone komplementarnosti prirodno raspoloživih resursa sunca i vetra, dobija se priliv energije sa značajno manjom amplitudom i boljim uslovima za iskorišćenje kapaciteta sistema konverzije. Karakteristika komplementarnosti profila energija sunca i vetra posebno je izražena u košavskom području Srbije. U radu su prikazani karakteristični profili ova dva resursa, kako na analitičkom nivou (šire razmere) tako i na aplikativnom nivou referentnih mernih mesta.

COMPLEMENTARY REGIMES OF SOLAR AND WIND ENERGY POTENTIALS IN SERBIA

Petar Gburčik, Verica Gburčik, Milivoj B. Gavrilov, Vladimir Srdanović
Center for Multidisciplinary Studies, University of Belgrade
11030 Belgrade, Kneza Višeslava 1, <http://www.cms.bg.ac.yu/>

Abstract

Solar and wind energy values have expressive annual regime. Maximal values of wind energy have occurred during the winter and of solar energy in summer (maximum in July), in Serbia. The demand for consumption of energy is maximal in the winter. Natural potential of solar energy could cover all consumption demands even if the solar energy would be the only resource used, but it would be necessary to build capacities that, in the period of minimal energy income, could cover maximal demands. Unsatisfactory utilization would be present in the periods of smaller demands. Expressive variability of energy income exists also in the daily regime of meteorological parameters. The energy income with a smaller amplitude in the daily and annual regime would be obtained by application of complementary regimes of solar and wind energy. The complementary regimes of solar and wind energy is a well expressed characteristic in the Koshava-wind region of Serbia. The characteristic profiles of these two energy resources are presented in this paper on the analytic level (broader scale of territory), as well as on the application level at referent measurement sites.

Kontakt adresa:

Prof. dr Petar Gburčik,
Mob. tel. +381 64 199 5204, E-mail: gburcikv@eunet.yu ili gburcik.petar@cms.bg.ac.yu

1. Uvod

U poslednjih deset godina su kapaciteti za korišćenje energije vetra u EU povećavani u proseku za 32 % godišnje. Prvih pet zemalja na evropskom energetsom tržištu po instaliranoj snazi energije vetra u toku 2005. godine bile su: Nemačka (1,808 MW), Španija (1,764 MW), Portugal (500 MW), Italija (452 MW) i Velika Britanija (446 MW). Međutim, po ukupnoj snazi instaliranih kapaciteta prednjače Nemačka sa 18.428 MW i Španija sa 10.027 MW.

Evropska asocijacija za energiju vetra pokrenula je kampanju: „bez fosilnih goriva“. Želje je da se pokaže kako vetar može da pokrije više od petine evropskih potreba za električnom energijom do 2010. godine, čime bi se ublažili loši uticaji izazvani neizvesnošću u ceni nafte. Takođe, smatra se da bi se time obezbedilo praktično i efikasno rešenje za energetske krize u kojoj se Evropa nalazi. U članku „Ekonomija vetra u 21. veku“ objavljenom u ovogodišnjem januarskom broju časopisa „Electricity Magazin“, predviđa se da će savremena generacija vetroturbina davati električnu energiju jeftiniju od one proizvedene zemnim gasom.

Korišćenje sunčeve energije je u značajnom progresu. Ovo se naročito odnosi na primenu fotonaponskih ćelija u uslovima kada su individualni paneli direktno uključeni u elektrodistributivnu mrežu.

Postavlja se pitanje, da li i Srbija ima odgovarajuće potencijale da se aktivno uključi u ovakav trend Evrope? U ovom radu se prezentiraju rezultati istraživanja koji pokazuju veoma povoljan potencijal energija sunca i vetra, kao i posebne pogodnosti u njihovoj sezonskoj komplementarnosti.

2. Obnovljivi resursi

Fosilna goriva, kao najvažniji aktuelni energetske resurs, glavni su uzrok problema sa zagađivanjem vazduha i zagrevanjem vazduha u prizemnom sloju atmosfere Zemlje. Dva glavna razloga za napuštanje fosilnih goriva kao primarnog energetske resursa su: degradacija kvaliteta vazduha, sa istovremenim klimatskim promenama (izazvanim porastom temperature vazduha) i ograničenost rezervi fosilnih goriva. Ograničenost rezervi urana je slaba tačka nuklearne energije kao eventualne zamene za fosilna goriva, nezavisno od problema skladištenja otpada.

Obnovljivi energetske resursi: sunčevo zračenje, biomasa, vetar i hidroenergija, predstavljaju različite kombinacije energije Sunca i prisustva vode u atmosferi, pa se nazivaju i klimatske resursi, [1]. Ovi resursi su bili osnovni u svim ranijim civilizacijama.

Tek u poslednja dva veka pojavili su se neobnovljivi resursi: fosilna goriva i nuklearna energija. Ova dva resursa su zbog visoke koncentracije energije donela veliko ubrzanje proizvodnje, ali i štetne posledice po životnu sredinu i zdravlje ljudi.

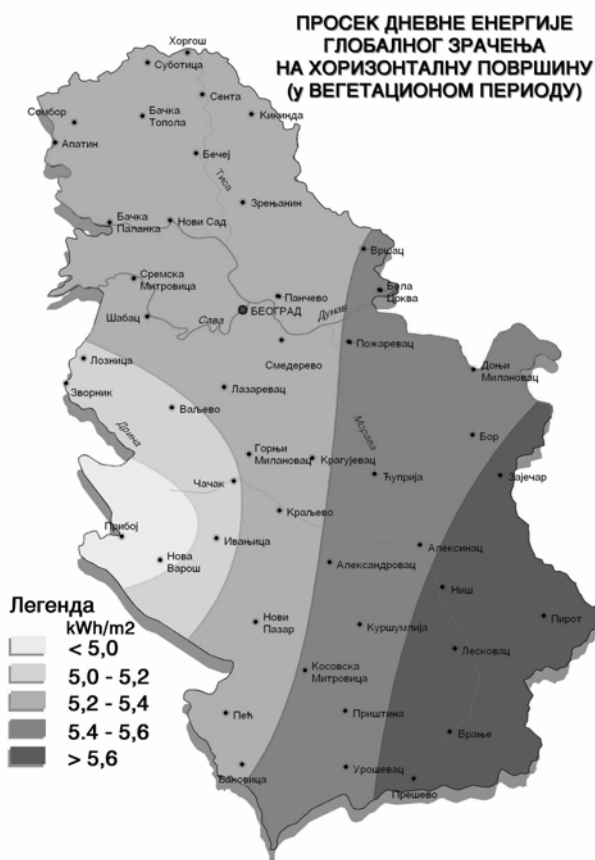
Fizički smisao održivog razvoja utemeljen je u fizici atmosfere u kojoj su prisutni klimatske resursi, koji su i temelj nastanka i opstanka života na planeti Zemlji. Neodrživost ili nestabilnost procesa postoji svuda gde se naruši neka, često vrlo suptilna, ravnoteža. Svedoci smo u ovom vremenu narušavanja ravnoteže ukupnog ozona i ugljendioksida u atmosferi, što je prouzrokovano, uglavnom, korišćenjem fosilnih goriva. Aktuelna preterana potrošnja energije predstavlja avanturu ulaska u neodrživi razvoj, [2].

Postoji malovažavanje količina raspoložive energije u okviru klimatske resursa, pa se neosnovano smatra da klimatske resursi mogu biti samo skromna „alternativna energija“, ali konkretna merenja pokazuju da Sunce na površinu zemlje dostavlja 15000 puta veću energiju od aktuelne svetske potrošnje, [3]. Činjenice o potencijalima energije sunca i vetra pokazuju da tih energija ima dovoljno i za mnogostruko veću potrošnju od današnje. Brz napredak u uvođenju obnovljive energije, u zemljama u kojima je sazrela politička volja da se krene tim putem, pokazuje da je napuštanje fosilnih goriva realna perspektiva.

3. Energija sunca i vetra na teritoriji Srbije

Krajem 2004. godine urađena je „Studija energetskog potencijala Srbije za korišćenje sunčevog zračenja i energije vetra“, koju je finansiralo Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine u okviru Nacionalnog programa energetske efikasnosti Srbije, [1]. Na bazi zaključaka u ovoj Studiji, započet je sredinom 2005. godine rad na Projektu istraživanja prostorno-vremenske distribucije energetskog potencijala sunca i vetra, odnosno, kreiranja kompletnog atlasa energije sunca i vetra u Srbiji, a koji takođe finansira navedeno Ministarstvo u okviru Nacionalnog programa tehnološkog razvoja.

Ovde se prezentuju određeni rezultati rada na ovom Projektu, koji pokazuju da Srbija raspolaže veoma povoljnim prirodnim potencijalom i posebnom pogodnošću koju karakteriše sezonska komplementarnost potencijala energije sunca i vetra. Utvrđeno je da prosečan godišnji priliv energije globalnog sunčevog zračenja po kvadratnom metru horizontalne površine na teritoriji Srbije iznosi 1387 kWh/m². Na slici 1 prikazana je prostorna raspodela te energije u toku vegetacionog perioda (period: april – septembar).



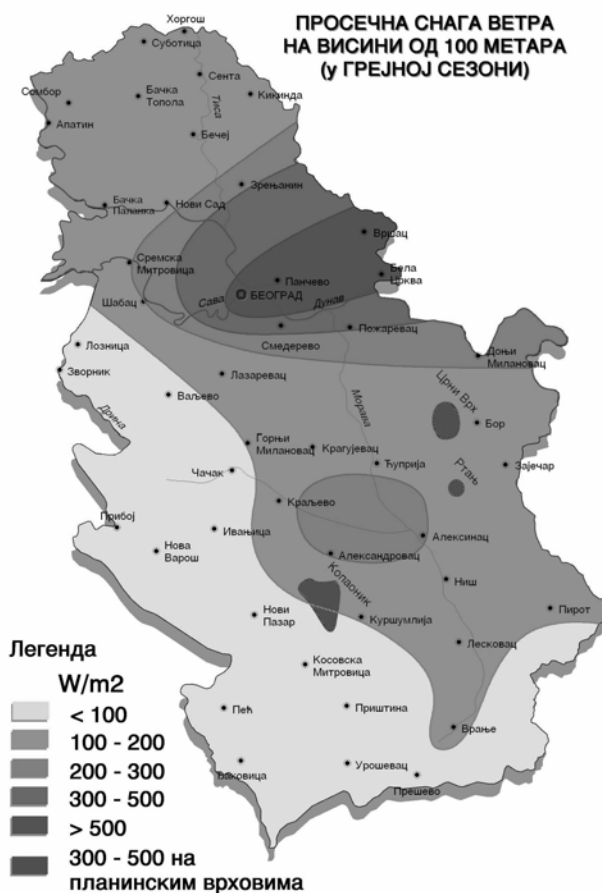
Sl.1. Karta prosečne dnevne energije globalnog sunčevog zračenja na horizontalnu površinu u Srbiji za vegetacioni period (kWh/m²).

Količina dobijene energije sunca u toku vegetacionog perioda kreće se od 4,9 kWh/m² na zapadu, do 5,7 kWh/m² na jugoistoku Srbije. Najniže vrednosti u Srbiji podudaraju se sa najvećim vrednostima u Austriji i Nemačkoj, koje prednjače u korišćenju sunčeve energije. Identifikovana je činjenica da su vrednosti ove energije u brdskim krajevima Zapadne Srbije niske. To je posledica

povećane dnevne oblačnosti u tim krajevima u letnjem periodu. Poznavanje količina sunčeve energije u vegetacionom periodu je važno i zbog izračunavanja potencijalne produkcije biomase, tj. utvrđivanja potencijalne mogućnosti plantažne proizvodnje biomase.

U Evropskom atlasu vetra date su karte prosečne snage vetra u jedinicama gustine snage (W/m^2). Radi uporedivosti sa tim kartama, na slici 2 je prikazana karta prostorna raspodela snage vetra za Srbiju. U napred spomenutoj Studiji i Projektu su rađene i karte ukupne količine energije u kWh/m^2 .

Izračunata snaga vetra u najvetrovitijem području Srbije uporediva je sa snagom vetra u najvetrovitijim područjima Evrope. Takođe, to su područja u kojima su odvijaju najveće aktivnosti u izgradnji kapaciteta za konverzije energije vetra u električnu energiju. Ova područja se nalaze na severu Nemačke i južno od Pirineja u Španiji.



Sl. 2. Karta prosečne snage vetra na visini 100 m od podloge u Srbiji za grejnu sezonu (W/m^2).

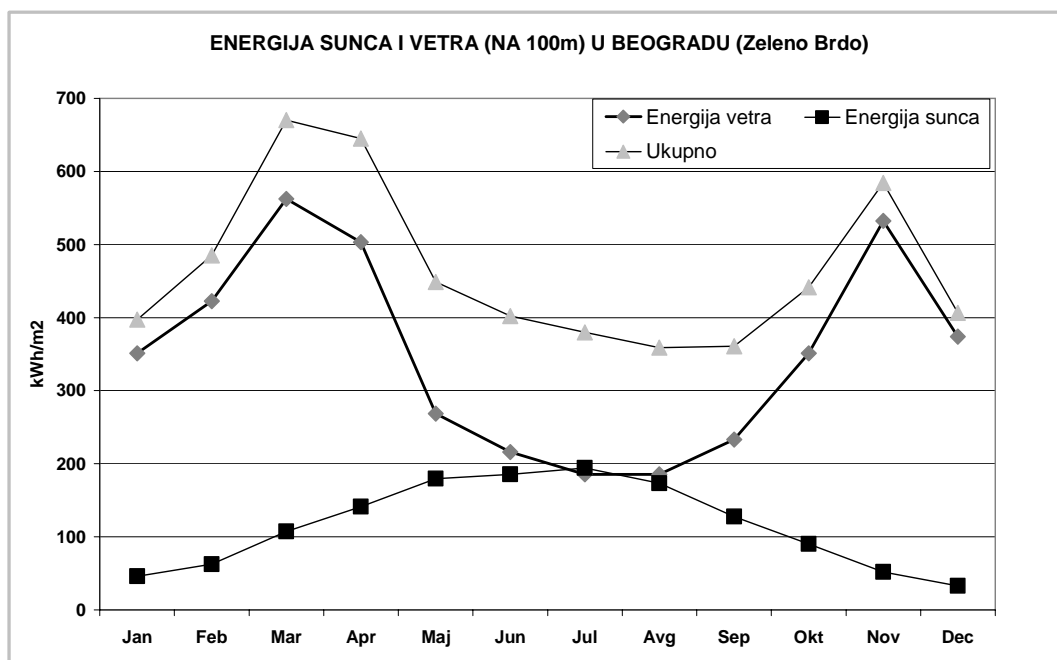
Kao najvetrovitije područje u Srbiji identifikovano je tzv. košavsko područje, koje zahvata Podunavlje, od Slankamena do Golupca, i od Smederevske Palanke do Zrenjanina. Prema podacima na slici 2, snaga vetra u Podunavlju u zimskim mesecima (period grejne sezone: oktobar-mart) prevazilazi $500 W/m^2$. Osim košavskog i određena planinska područja raspolažu dobrim potencijalom.

4. Komplementarnost energije sunca i vetra

Energije sunca i vetra podležu velikim fluktuacijama u toku vremena. Vremenski intervali u kojima se te fluktuacije dešavaju kreću se od sekunde do godine. Postoje periodične i neperiodične fluktuacije. Osnovni periodi su dan i godina. Neperiodične fluktuacije su vezane za promene vremena. Ovde će biti prikazane samo periodične promene od godinu dana.

Na slici 3 prikazan je godišnji tok mesečnih količina energije sunca i vetra po kvadratnom metru (prema mernim podacima meteorološke stanice Beograd «Zeleno Brdo» (Zvezdara)). Treba imati u vidu da se energija sunca meri po kvadratnom metru horizontalne površine, dok se energija vetra meri po kvadratnom metru površine brisane elisom, dakle vertikalne površine.

Količnik sunčeve energije u decembru i julu je 1:6,1. Količnik energije vetra u julu i martu (ili novembru je oko 1:2,75. Količnik zbira energija sunca i vetra u periodu avgust - septembar i perioda mart - april je 1:1,8. Relativno kolebanje priliva energije u toku godine može se, uključivanjem energije vetra, smanjiti sa 6,1 na 1,8. Još je dramatičniji efekat komplementarnosti ako se posmatraju noći, kada sunca nema, ili periodi tzv. lošeg vremena, kada je vetar skoro redovno jači.



Sl. 3. Uporedni godišnji tokovi energije sunca i vetra.

5. Ekonomičnost energije vetra

Kako je već rečeno u Uvodu, najnovija generacija vetroturbina daje električnu energiju jevtiniju od one proizvedene zemnim gasom. Relevantni troškovi se svode na nabavku i održavanje vetroturbine, kao i održavanje postojeće elektrodistributivne mreže, koja je neophodan učesnik u poslu. Aktuelna tržišna cena jednog kilovata instalisane snage vetroturbine kreće se oko 1000 evra, [4]. Cena po m² površine brisane elisom zavisi od lokalne raspoložive energije.

Sledi ilustracija na primeru Beograda.

Godišnja potrošnja energije jednog stanovnika Beograda je 1700 kWh/m². Godišnja količina energije vetra na visini od 100 m iznad tla u Beogradu iznosi 4000 kWh/m² površine brisane elisom

(slika 3). Ako se uzme minimalni koeficijent korisnog dejstva od 20 % dobija se 800 kWh/m² električne energije za godinu dana. Dakle, dovoljna su oko 2 m² površine brisane elisom po stanovniku Beograda. Prevedeno na cenu 1 m² površine brisane elisom to iznosi za Beograd oko 500 evra/m².

Sledi da bi potrebno investiciono ulaganje u nabavku vetroturbina po stanovniku Beograda iznosilo oko 1000 evra. Da se ne bi stekao utisak kako pojedinac može sa malim ulaganjima da sam podigne svoju vetroturbinu, trebalo bi naglasiti da je ovaj račun izveden za vetroturbine instalirane na visini od 100 m od podloge. Energija vetra na toj visini je višestruko veća od energije na malim visinama. Dalje, zbog velikih fluktuacija u snazi vetra, nemoguće je iz pojedinačne male turbine dobiti stabilnu električnu struju. U tom slučaju su potrebni skupi akumulatori. Uključivanjem u elektrodistributivnu mrežu dobija se mogućnost stabilnog priliva električne energije za korisnika uz istovremeno predavanje varijabilne energije iz pojedinačnih vetroturbina. Tako otpada potreba za akumulacijom. Drugim rečima, racionalni su samo veliki sistemi.

6. Zaključak

Ne podleže sumnji da li obnovljivih (klimatskih) resursa ima dovoljno za potpuno napuštanje korišćenja fosilnih i nuklearnih rezervi kao energetske resursa. Može se diskutovati o strategiji i taktici na putu povratka ka klimatskim resursima, koji jedini garantuju dugoročni održivi razvoj i opstanak života na planeti Zemlji. Velika motivacija, ne samo dugoročna već i neposredna, za države koje ne raspolažu fosilnim gorivima je i obezbeđivanje energetske nezavisnosti.

Prelazak na obnovljive energije usporen je nejasnoćama oko ekonomičnosti ovih resursa. Pri utvrđivanju ekonomičnosti ne uzima se dovoljno u obzir vrednost zdrave sredine i ljudskog zdravlja. Najnovija ekonomska istraživanja pokazuju da čak i ako se ignorišu efekti na sredinu i zdravlje energija vetra je već danas ekonomičnija i od zemnog gasa.

U nekim državama, koje imaju skromnije klimatske resurse od naših, konvertovana energija sunca i vetra povezana je u javnu elektro-distributivnu mrežu. Time je eliminisana potreba za izgradnjom rezervoara, čime je značajno povećana ekonomičnost.

Problem koji je prisutan kod klimatskih resursa predstavljaju značajne periodične i aperiodične fluktuacije. U ovom radu je pokazano kako se te fluktuacije mogu višestruko umanjiti uporednim korišćenjem energije sunca i energije vetra, odnosno, hibridnim sistemima konverzije.

Literatura

- [1] Гбурчик П, Гбурчик В, Вучинић Ж, et al, Студија енергетског потенцијала Србије за коришћење енергије сунчевог зрачења и ветра. Центар за мултидисциплинарне студије Универзитета у Београду, Министарство науке и заштите животне средине Србије, 2004.
- [2] Sustainable Energy Programme. – UNEP Division of Technology, Industry and Economics, Paris, 2002
- [3] Programme 2003-2006 «Intelligent Energy for Europe».. Decis. 1230/2003/EC of EU Parliament, 2003
- [4] Solar and Wind Energy Resource Assessment (SWERA). UNEP Division of Technology, Industry and Economics, Paris, 2002