



MOGUĆNOSTI KORIŠĆENJA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U REPUBLICI SRPSKOJ

THE POSSIBILITY OF USING RENEWABLE ENERGY SOURCES IN THE REPUBLIC OF SRPSKA

Božidarka Arsenović

„Orao“ a.d., Šabačkih đaka bb, Bijeljina, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina

Apstrakt:

Obnovljiva energija je energija stvorena iz prirodnih izvora, poput sunčeve svetlosti, vetra, kiše, talasa i geotermalne toplote koji su obnovljivi (prirodno ponovo punjivi). Tehnologije obnovljivih izvora energije uključuju sunčevu energiju, snagu vetra, hidroenergiju, energiju biomase i biogoriva. Gotovo sva obnovljiva energija dolazi od Sunca. Sunce prema Zemlji zrači oko 5.25 kWh/m^2 na dan (Sunčeva konstanta je 1.366 kW/m^2). Nakon stoleća korišćenja energije fosilnih goriva, danas se globalna slika menja, a obnovljiva energija se sve više smatra jednim od ključnih faktora budućeg razvoja Zemlje. Evropska unija je 2001. godine usvojila Direktivu o obnovljivim izvorima (2001/77/EC) koja predstavlja obvezu zakonodavstva zemalja-članica EU, u smislu povećanja učešća obnovljivih izvora u proizvodnji električne energije. U radu je dat kratak osvrt na obnovljive izvore energije u Republici Srpskoj sa aspekta mogućnosti korišćenja solarne energije, energije vetra i energije vode.

Ključne reči:

obnovljivi izvori energije, solarne energija, energija vetra, energija vode.

Abstract:

Renewable energy is generated from natural resources, such as sunlight, wind, rain, waves and geothermal heat, which are renewable (naturally replenished). Technologies of renewable energy sources include solar energy, wind power, hydropower, biomass heat and biofuel. Almost all renewable energy comes from the Sun. The Earth receives 5.25 kWh/m^2 of solar radiation per day (the solar constant is 1.366 kW/m^2). After a century of fossil fuel usage, the current global picture is changing while the renewable energy is considered one of the key factors of the future development of the Earth. In 2001, the European Union adopted Directive 2001/77/EC, according to which the EU Member States must increase electricity production from renewable energy sources. The paper gives a short retrospective of renewable energy sources in the Republic of Srpska regarding the possibility of using solar energy, wind power and hydropower.

Key words:

renewable energy sources, solar energy, wind power, hydropower.

1. UVOD

Obnovljivi izvori energije su energetske resursi sa kojima u manjoj ili većoj mjeri raspolaže svaka zemlja. Tu spadaju prvenstveno, Sunčeva energija, energija vetra, energija vode, zatim geotermalna energija, energija biomase i biogasa, itd. U mnogim zemljama korišćenje obnovljivih izvora energije je u porastu zato što su oni ekološki čisti, doprinose efikasnijem korišćenju energetske potencijala zemlje, smanjenju emisija gasova staklene bašte, smanjenju korišćenja fosilnih goriva i uvoza energije, a pri tome doprinose razvoju lokalne industrije i otvaranju novih radnih mjesta (Pavlović *et al.*, 2013).

Sunce, kao najveći izvor energije, skoro pet milijardi godina pokreće i održava život na Zemlji (Antonijević, 2009). Sunčevo zračenje dovodi do stalnog obnavljanja energije vetra, morskih struja i talasa, vodnih tokova i termalnog gradijenta u okeanima. Energija sunčevog zračenja je više nego dovoljna da zadovolji sve energetske potrebe na svijetu. Kao usijana plazmena lopta, Sunce ima prečnik $2R_s = 1.319 \cdot 10^6 \text{ km}$, površinske temperature (zavisno od načina njenog određivanja) između $t_s = 5500 - 6000^\circ\text{C}$, srednju gustinu $\rho_s = 1409 \text{ kg/m}^3$ i ukupnu masu $M_s = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$. Sunce se uglavnom sastoji od vodonika i helijuma koji čine 98.1% njegove mase (vodonik čini 71% Sunčeve mase, a helijum oko 27.1%). Ostali elementi (kiseonik, ugljenik, gvožđe, azot, neon, itd.) čine nešto više od 1% Sunčeve mase (Antonijević, 2009).

Krajem XIX vijeka počinje korišćenje energije vjetra za dobijanje električne energije. Za pretvaranje energije vjetra u električnu energiju koriste se uređaji pod nazivom: vjetroregenerator, vjetrenjača, aeroagregat, vjetroturbina i dr.

Hidromehanički energetske potencijal vode je posljedica prirodnog kretanja vode pod dejstvom toplotnog zračenja sunca i gravitacionih sila. Pod pojmom energije vode obuhvaćene su sve mogućnosti za dobijanje mehaničke i električne energije iz strujanja vode u prirodi: kopnenih vodotokova, iz plime i oseke, iz okeana, iz morskih talasa, itd. Energija vode (hidroenergija) je najznačajniji obnovljivi izvor energije, a ujedno i jedini koji je ekonomski konkurentan fosilnim gorivima i nuklearnoj energiji. U posljednjih 30-ak godina proizvodnja energije u hidroelektranama je utrostručena, ali je time udio hidroenergije povećan za samo 50% (sa 2.2% na 3.3%).

S tim u vezi, u radu je dat kratak osvrt na obnovljive izvore energije u Republici Srpskoj sa aspekta mogućnosti korišćenja solarne energije, energije vjetra i energije vode.

2. GEOGRAFSKI POLOŽAJ I KLIMA REPUBLIKE SRPSKE

Republika Srpska osnovana je 9. januara 1992. godine i predstavlja jedan od entiteta u Bosni i Hercegovini (pored Federacije Bosne i Hercegovine) i zauzima 49% njene teritorije, tj.



25053 km² sa ukupnom dužinom svoje granice oko 2170 km. Za atipičan oblik državne teritorije Republike Srpske je karakteristično da je sjeverni dio izdužen u pravcu zapad-istok, a istočni u pravcu sjever-jug, slika 1.

Republika Srpska se nalazi između 42°33' i 45° 16' sjeverne geografske širine i 16°11' i 19°37' istočne geografske dužine i zahvata sjeverni i istočni dio geoprostora Bosne i Hercegovine. Na teritoriji Republike Srpske mogu se izdvojiti tri klimatska tipa i to: sjeverni peripanonski prostor (umjereno kontinentalna klima); planinska i planinsko-kotlinska klima i izmijenjena varijanta mediteranske-jadranske klime.

Peropanonski prostor se odlikuje umjereno hladnim zimama i toplim ljetima. Vrijednost srednje godišnje temperature vazduha ovog klimatskog tipa kreće se od 12° do 19°C, s tim što srednja mjesečna temperatura vazduha najtoplijeg mjeseca jula ima vrijednost od 21°C do 23°C, dok se srednja mjesečna temperatura najhladnijeg mjeseca januara kreće od - 2°C do -0.9°C. U prosjeku godišnja količina padavina ima vrijednost od 1050 l/m² na zapadu do 750 l/m² na istoku. U toku godine padavine su uglavnom ravnomjerno raspoređene. Na krajnjem istoku peripanonskog prostora u zimskom periodu duva košava, hladan i slapovit vjetar.



Slika 1. Mapa Republike Srpske
Izvor: Pavlović *et al.* (2013)

Planinska i planinsko-kotlinska (pretplaninska) klima osjeća se u najvećem dijelu Republike Srpske, tj. planinski masivi odlikuju se kratkim i svježim ljetima i hladnim i snjegovitim zimama (visoke visine snježnog pokrivača, a snježni pokrivač se dugo zadržava). Srednja godišnja temperatura vazduha je između 5°C i 7°C, dok apsolutne minimalne temperature dostižu vrijednost preko -30°C, a apsolutne maksimalne temperature vazduha se penju i do 35°C. Godišnja suma padavina je iznad 1200 l/m².

Izmijenjena varijanta mediteransko-jadranske klime vlada u južnom dijelu Republike Srpske, odnosno na prostoru niske Hercegovine (ovaj prostor se naziva Humine) za razliku od prostora Rudina koji zahvata više planinske dijelove Hercegovine. Klima Humina i Rudina se odlikuje oslabljenim uticajem Jadranskog mora. Ljeta su vrlo topla, sa oko 2400 časova trajanja sijanja Sunca sa srednjom godišnjom temperaturom vazduha između 14°C i 14.7°C. Apsolutna maksimalna temperatura vazduha dostiže vrijednost i do 41°C, dok apsolutna minimalna temperatura dostiže vrijednost od -8°C. Suma padavina kreće se od 1500-2000 l/m² (raspored padavina je nepovoljan jer su u jesen i zimu najveće a ljeta su sa najmanjim količinama, kada se javljaju suše). Za ove prostore karakteristični su vjetrovi bura i jugo.

3. STANJE KORIŠTENJA SOLARNE ENERGIJE U REPUBLICI SRPSKOJ

Pod toplotnom konverzijom Sunčevog zračenja podrazumijeva se pretvaranje energije Sunčevog zračenja u toplotnu energiju (Šljivac, 2007). Toplotna konverzija Sunčevog zračenja odvija se na kolektorima Sunčevog zračenja. U zavisnosti od temperature do koje može da se zagrije radni fluid, solarni kolektori se mogu podijeliti na:

- ♦ niskotemperaturne (radne temperature do 100 °C),
- ♦ srednjotemperaturne (radne temperature od 100-400 °C) i
- ♦ visokotemperaturne (radne temperature od 400-4000 °C).

Rezultati izračunavanja srednjih godišnjih vrijednosti optimalnog ugla postavljanja solarnih modula, energije sunčevog zračenja koja pada na 1m² površine postavljene pod uglom od 0°, 90° i pod optimalnim uglom u odnosu na horizontalnu ravan, odnosa između difuznog i ukupnog Sunčevog zračenja i zamućenosti atmosfere, dobijeni pomoću PVGIS programa, za 13 gradova u Republici Srpskoj dati su u tabeli 1 (Pavlović *et al.*, 2013).

Gradovi Republike Srpske	Optimalni ugao postavljanja solarnih modula, °	Energija Sunčevog zračenja koje pada na 1m ² horizontalne površine Wh/m ²	Energija Sunčevog zračenja koje pada na 1m ² površine postavljene pod optimalnim uglom u odnosu na horizontalnu ravan, Wh/m ²	Energija Sunčevog zračenja koje pada na 1m ² vertikalne površine, Wh/m ²
Novi Grad	34	3500	3960	2620
Derventa	33	3450	3900	2580
Prijedor	34	3500	3980	2640
Brčko	34	3520	3990	2650
Bijeljina	34	3560	4040	2690
Banja Luka	34	3540	4010	2660
Doboj	34	3530	4000	2650
Zvornik	33	3480	3930	2570
Pale	35	3770	4350	2920
Sarajevo	35	3800	4380	2930
Višegrad	34	3740	4270	2820
Foča	35	3850	4430	2950
Trebinje	35	4220	4890	3240

Tabela 1. Rezultati izračunavanja srednjih godišnjih vrijednosti optimalnog ugla postavljanja solarnih modula, energije sunčevog zračenja koja pada na 1m² površine postavljene pod uglom od 0°, 90° i pod optimalnim uglom u odnosu na horizontalnu ravan, odnosa između difuznog i ukupnog Sunčevog zračenja i zamućenosti atmosfere, dobijeni pomoću PVGIS programa, za 13 gradova u Republici Srpskoj



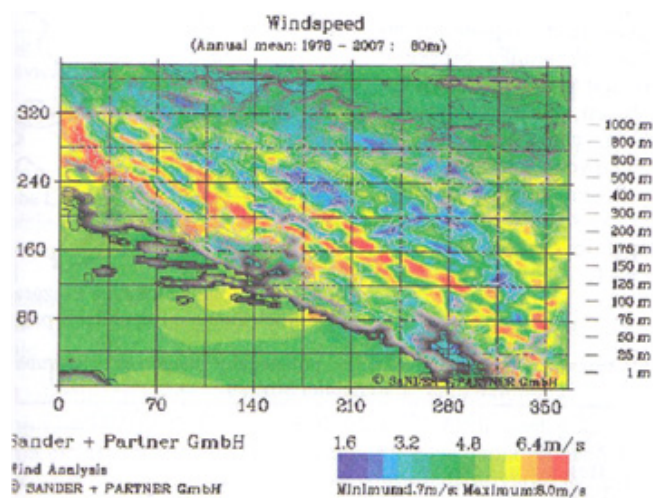
Prema podacima prikazanim u tabeli 1, vidi se da u Republici Srpskoj vrijednosti srednje godišnje energije Sunčevog zračenja koje pada na 1m^2 horizontalne površine kreću od 3450 Wh/m^2 (Derвента) do 4220 Wh/m^2 (Trebinje), vrijednosti srednje godišnje energije Sunčevog zračenja koje pada na 1m^2 površine nagnute pod uglom u odnosu na horizontalnu ravan kreću od 3930 Wh/m^2 (Zvornik) do 4890 Wh/m^2 (Trebinje), a srednje godišnje vrijednosti optimalnog ugla postavljanja solarnih modula se nalaze u granicama od 33° do 35° idući od sjevera ka jugu zemlje. Na osnovu i niza ostalih podataka sadržanih u relevantnim dokumentima može se zaključiti da u Republici Srpskoj postoje veoma pogodni uslovi za dobijanje toplotne i električne energije. Ravni kolektori za zagrijavanje vode se koriste u domaćinstvima i manjim privrednim objektima. Najznačajniji projekat zagrijavanja vode pomoću ravnih kolektora Sunčevog zračenja realizovan je u Trebinju (zgrada Doma penzionera, nabavka opreme i njeno instaliranje izvršeno uz pomoć Ambasade Kraljevine Španije u BiH).

Republika Srpska ima značajan potencijal za dobijanje električne energije pomoću fotonaponskih solarnih sistema, međutim zbog nedostatka podsticajnih mjera države, fotonaponski solarni sistemi u Republici Srpskoj se veoma rijetko koriste (Mijanović, 2008). Oktobra 2012. godine na krovu Akademije nauka i umjetnosti Republike Srpske IRC Alfatec Co iz Niša instalirala je fiksni *on-grid* solarnu elektranu od 2 kWp sa solarnim ćelijama od monokristalnog Si, slika 2. Ova solarna elektrana se koristi za naučno-istraživačke i edukacijske svrhe (Strategija razvoja energetike Republike Srpske do 2030.).

Kompletna prateća oprema za monitoring i obradu podataka dobijena je kao donacija od njemačke kompanije SMA. U Republici Srpskoj postoje dobri klimatski uslovi za korištenje ravnih i cijevno-vakumskih kolektora za zagrijavanje vode. Takođe, treba istaći da na ovim prostorima postoje i lokacije u kojima je intenzitet direktnog Sunčevog zračenja $3500\text{ Wh/m}^2/\text{dan}$, a na jugu zemlje i do $5250\text{ Wh/m}^2/\text{dan}$ gdje se mogu instalirati eksperimentalne i komercijalne solarne termoelektre sa koncentrisanim Sunčevim zračenjem. Nažalost, u Republici Srpskoj nema značajnije proizvodnje ravnih kolektora Sunčevog zračenja, tako da se oni uvoze iz drugih zemalja. Solarni sistemi za zagrijavanje vode sa vakumskim kolektorima su oko 15% efikasniji i do 30% skuplji od solarnih sistema sa ravnim kolektorima. Glavna prepreka širem korištenju fotonaponskih sistema u Republici Srpskoj je visoka cijena solarnih modula od monokristalnog i polikristalnog silicijuma koja iznosi 1.5 eur/W (fotonaponski moduli od tankoslojnih materijala su jeftiniji i manje efikasni).

4. POTENCIJAL VJETRA U REPUBLICI SRPSKOJ

Prostorna raspodjela srednje godišnje brzine vjetra na visini 80 m iznad zemljišta u periodu 1987-2007. godine za region BiH prikazan je na slici 3:



Slika 3. Prostorna raspodjela srednje godišnje brzine vjetra na visini 80 m iznad zemljišta u periodu 1987-2007. godine za region BiH

Na osnovu Atlasa vjetra može se zaključiti da je potencijal vjetra u Republici Srpskoj značajan i da je za izgradnju vjetroelektrana najpogodniji južni dio Republike Srpske na prostoru Kalovinika do Trebinja. Danas se u Republici Srpskoj vjetar ne koristi u energetske svrhe. Trenutno se u ERS radi na razvoju dva projekta vjetroelektrana snage 20 MW i 25 MW (ili jedne snage 45 MW).

Prema raspoloživim kartama vjetra, iskustvenim podacima i inicijalnom interesu za gradnju vjetroelektrana, može se zaključiti da je područje jugoistoka Republike Srpske u pojasu približno 50 km uz granicu sa Republikom Hrvatskom, najperspektivnije za izgradnju vjetroelektrana. U Strategiji razvoja energetike Republike Srpske do 2030. godine predviđena su tri moguća scenarija razvoja vjetroenergetike u odnosu na moguću godišnju proizvodnju. Za realizaciju ovih scenarija potrebne su aktivnosti investitora koji su spremni da ulože značajna finan-



Slika 2. PV solarna elektrana na krovu Akademije nauka i umjetnosti Republike Srpske
Izvor: Pavlović et al. (2013)



sijaska sredstva, što je ekonomski opravdano jedino ako im se omogućiti razuman povraćaj uloženi sredstava kroz donošenje podsticajnih mjera i garancija otkupne cijene za proizvedenu električnu energiju kroz dovoljno dug vremenski period.

5. POTENCIJAL VODE I STANJE NJENOG KORIŠTENJA

Republika Srpska spada u područja bogata hidroenergetskim potencijalom sa ukupno tehnički iskoristivim hidroenergetskim potencijalom oko 3200MW instalisane snage. Najznačajniji dio hidroenergetskog potencijala nalazi se u slivovima Rijeka Drine, Vrbasa i Trebišnjice, a manji dio u slivovima rijeke Une, Sane, Bosne i Neretve.

Sliv rijeke Drine nalazi se na sjeveru Crne Gore, istočnom dijelu Republike Srpske i na zapadu Srbije i zauzima površinu od 19570 km². Na području Republike Srpske, u slivu rijeke Drine, postoji iskoristivi energetska potencijal instalisane snage od 1948.34 MW i prosječne godišnje proizvodnje od oko 4741.37 GWh.

Rijeka Vrbasa nastaje na južnoj padini planine Vranice, na oko 1530 m nadmorske visine i drenira centralni dio sjevernih planina Dinarskog planinskog masiva. Ukupna slivna površina iznosi oko 6386 km². Na području Republike Srpske, u slivu rijeke Vrbasa postoji energetska potencijal instalisane snage od 395.13 MW i prosječne godišnje proizvodnje od 1579.28 GWh.

Sliv rijeke Trebišnjice je tipično područje Dinarida. Područje sliva rijeke Trebišnjice obuhvata oko 650 km² i tretira se kao jedinstvena vodoprivredna cjelina. Ovo područje je jedno od najbogatijih padavinama u Evropi (prosječan nivo padavina iznosi 1800 mm. Na području Republike Srpske, u slivu rijeke Trebišnjice, postoji energetska potencijal instalisane snage oko 738 MW i prosječne godišnje proizvodnje od oko 2438 GWh.

Kako je prethodno navedeno, na području Republike Srpske postoji veliki potencijal za izgradnju hidroelektrana, ERS razmatra sledeće lokacije/projekte za izgradnju:

- ♦ HES Gornja Drina,
- ♦ Projekat Srednje Drine (HE Tegare, HE Dubravica i HE Rogačica),
- ♦ Projekat Gornji Horizonti,
- ♦ HE Dubrovnik 2 - investicione odluke nisu donesene,
- ♦ HE Janjski otoci,
- ♦ HES Bistrica MHE Janjina,

- ♦ MHE Cijevna, MHE Paklenica i MHE Šajin Kamen i
- ♦ MHE Delibašino selo.

Projekti su u raznim fazama realizacije.

Potrebno je naglasiti da energetska potencijal za snage ispod 0.5 MW (mikro i mini hidroelektrane) još nije istražen na području Republike Srpske, tako da postoji dodatni potencijal za mikro i mini hidroelektrane čiji ukupni iznos u ovom trenutku nije moguće procijeniti (Strategija razvoja energetike Republike Srpske do 2030.).

6. REZIME

U Republici Srpskoj se od obnovljivih izvora energije najviše koristi hidroenergija (male i velike hidroelektrane) i drvo za grijanje u stambenim i drugim objektima.

Potencijal za razvoj malih i velikih hidroelektrana je značajan i velikim dijelom neiskorišćen. Takođe, veoma malo se koristi i značajan potencijal energije vjetra, energije sunca, biomase i geotermalne energije.

LITERATURA

- Antonijević, D. (2009). *Ekosistemske tehnologije*. Beograd: Multimedijski centar Fakulteta za primenjenu ekologiju Futura.
- Mijanović, K. (2008). *Okolinski pristup proizvodnim sistemima*. Ekološki fakultet, Travnik: Školska knjiga.
- Pavlović, M. (2011). *Ekološko inženjerstvo: II dio*. Zrenjanin: Školska knjiga.
- Pavlović, T.M., Milosavljević, D.D., & Mirjanić, D. Lj. (2013). *Obnovljivi izvori energije, K-18*. Banja Luka: ANURS.
- Q-solar. (2014). *The most economical solution to global warming*. Preuzeto sa <http://www.q-solar.com>
- Šljivac, D., & Šimić, Z. (2007). *Dopunski izvori energije*. Osijek: Elektrotehnički fakultet.
- Šljivac, D., & Šimić, Z. (2004). *Osnove energetike i ekologije*. Osijek: Elektrotehnički fakultet.
- Šljivac, D., & Šimić, Z. (2009). *Obnovljivi izvori energije, vrste potencijal, tehnologije*. Zagreb: Društvo za oblikovanje održivog razvoja.
- Vlada Republike Srpske. (2009). *Strategija razvoja energetike Republike Srpske do 2030. Godine*. Preuzeto sa <http://www.vladars.net/sr-SP-Cyrl/Vlada/Ministarstva/mper/std/Documents/SRERS%20Pocetni%20Izvjestaj%20-%20NACRT.PDF>