

---

**SOLAR POWER POTENTIAL IN THE REPUBLIC SERBIA**

---

**Miodrag Šmelcerović**High professional school of technology and arts, Leskovac, Republic of Serbia,  
msmelcerovic@yahoo.com**Oliver Dimitrijević**

High school “Hipokrat”, Bujanovac, Republic of Serbia

**Abstract:** Average solar radiation in Serbia is about 40% higher than the European average. Despite that, the use of solar energy for electricity generation is far behind the countries of the European Union. Creating conditions for the development and functionality of sustainable markets solar system is of great importance for the economy and the preservation of the natural environment in Serbia. Popularization of photovoltaic production equipment will lead to a reduction in prices and greater use of these devices by the population. Area needed for photovoltaic installation, which is sufficient for a family of four from 7-15m<sup>2</sup> anywhere in the world. The average solar energy that reaches the Earth's 4kWh / m<sup>2</sup>. The efficiency of photovoltaic technology is a low 10%, which means that it is possible to produce 0.4 kWh / m<sup>2</sup> per day. An average family spends about 6000 kWh per year, or 4 kWh per day per person. In this work we wanted to show the possibility of using solar energy. Also, the work presents technological capabilities of today's replacement of dirty technologies with it. Special emphasis is placed on good practice example of building a solar power plant. Confirmed the economic viability of solar power plant. In near future we even anticipate a full transition to solar energy technology, as the primary source of energy. Solar energy is clean, renewable, cheap, affordable and perfect in every respect as a source of energy for future technologies. The legislation favors the use of renewable solar energy. For its exploitation there are no legal obstacles like wind energy and hydropower. The energy that the sun emits during a year per 1 m<sup>2</sup> of the roof in Serbia equals the energy obtained from burning 130 liters of oil, and when it is completely free. The greatest potential for using solar energy have cities in southern Serbia - Niš, Kuršumljia and Vranje.

**Keywords:** renewable energy, solar power, solar energy.

**POTENCIAL SOLARNE ENERGIJE U REPUBLICI SRBIJI****Miodrag Šmelcerović**

Visoka tehnološko umetnička stukovna škola, Leskovac, Republika Srbija, msmelcerovic@yahoo.com

**Oliver Dimitrijević**

Visoka škola Hipokrat, Bujanovac, Republika Srbija

**Abstract.** Prosečno sunčevo zračenje u Srbiji je za oko 40% veće od evropskog proseka. I pored toga korišćenje sunčeve energije za proizvodnju električne energije daleko zaostaje za zemljama Evropske unije. Stvaranje uslova za razvoj i funkcionalnost održivog tržišta solarnih sistema je od velikog značaja za ekonomiju i očuvanje prirodne sredine u Srbiji. Omasovljavanje proizvodnje fotonaponskih uređaja bi dovelo do smanjivanja cene i većeg korišćenja tih uređaja od strane stanovništva. Površina potrebna za fotonaponsku instalaciju koja je dovoljna za četvoročlanu porodicu je od 7-15m<sup>2</sup> bilo gde u svetu. Prosečna Sunčeva energija koja dolazi do Zemlje je 4kWh/m<sup>2</sup>. Efikasnost fotonaponske tehnologije je na niskih 10%, što znači da je moguće proizvesti 0.4 kWh/m<sup>2</sup> po danu. Prosečna porodica troši oko 6000 kWh po jednoj godini, odnosno 4 kWh po danu po osobi. Ovim radom smo hteli pokazati je mogućnost korišćenja solarne energije. Takođe u radu su prikazane tehnološke mogućnosti zamene današnjih prljavih tehnologija sa njom. Poseban akcenat stavljen je na primer dobre prakse izgradnje solarne elektrane. Potvrđena je ekonomska isplativost primene solarnih elektrana. U bližoj budućnosti smo čak i predvideli potpuni prelazak tehnologija na solarnu energiju, kao primarnog izvora energije. Solarna energija je čista, obnovljiva, jeftina, pristupačna i u svakom pogledu idealna kao izvor energije za sve buduće tehnologije. Zakonska regulativa korišćenja OIE favorizuje korišćenje solarne energije. Za njenu eksploataciju nema zakonskih prepreka kao kod korišćenja energije vetra i hidropotencijala. Energija koju Sunce tokom godine emituje na 1 m<sup>2</sup> krova kuće u Srbiji je jednaka energiji koja se dobije sagorevanjem 130 litara nafte, a pri tome je potpuno besplatna. Najveći potencijal za korišćenje solarne energije imaju gradovi u južnom delu Srbije - Niš, Kuršumljia i Vranje.

**Ključne reči:** obnovljivi izvori energije, energija Sunca, solarne elektrane

**UVOD**

Sunce nam može isporučiti više energije nego što je nama potrebno jer Sunce isijava prema Zemlji gotovo 5000 puta više energije nego što je nama potrebno tokom cele godine gledano na svetskoj razmeri. Bitno je napomenuti da efikasnost sunčeve energije, tj. sunčevog zračenja zavisi od dužine puta zraka do površine. U elektroenergetskom sistemu države to bi predstavljalo znatno rasterećenje sistema. Posebno interesantnu grupu potrošaca toplotne energije predstavljaju brojni industrijski, turistički, sportski, medicinski, vojni i drugi objekti. Poznato je da ovi objekti troše značajne količine električne ili energije dobijene sagorevanjem čvrstih, tečnih i gasovitih goriva za grejanje sanitarne ili tehničke vode do temperatura koje se lako ostvaruju korišćenjem jednostavnih sistema za korišćenje sunčeve energije. Kada je u pitanju grejanje objekata, kako domaćinstava, tako i industrijskih i drugih objekata, sunčeva energija je takođe atraktivna i ekonomski opravdana za korišćenje.

Prosečan intenzitet sunčevog zračenja na teritoriji Republike Srbije se kreće od 1,1 kWh/m<sup>2</sup>/dan na severu do 1,7 kWh/m<sup>2</sup>/dan na jugu - tokom januara, a od 5,9 do 6,6 kWh/m<sup>2</sup>/dan tokom jula. Na godišnjem nivou, prosečna vrednost globalnog zračenja na teritoriji Republike Srbije iznosi od 1200 kWh/m<sup>2</sup>/godišnje u severozapadnoj Srbiji, do 1550 kWh/m<sup>2</sup>/godišnje u jugoistocnoj Srbiji, dok u srednjem delu iznosi oko 1400 kWh/m<sup>2</sup>/godišnje. Step en iskorisćenja zračenja zavisi od karakteristika ugrađenog prijemnika toplote, tako da se može usvojiti prosečna vrednost raspoložive korisne energije u Republici Srbiji od 700 kWh/m<sup>2</sup>/godišnje.



Slika 1. Godišnji prosek dnevne energije

Na primer u Republici Srbiji ima oko 2,5 miliona domaćinstava. Ako bi u proseku svako peto domaćinstvo ugradilo solarni prijemnik površine 4 m<sup>2</sup>, godišnje bi se proizvelo oko 1750 GWh/god toplotne energije koja bi najvećim delom zamenila potrošnju elektricne energije, a delom fosilna goriva koja se koriste za zagrevanje sanitarne vode, i omogućila smanjenje emisija ugljen-dioksida. U budućnosti potrebno je sprovesti aktivnosti usmerene na promociju korišćenja solarne energije za zagrevanje sanitarne vode i prostorija, i razvoj solarnih elektrana za proizvodnju električne energije. Energija koju Sunce tokom godine emituje na 1 m<sup>2</sup> krova kuće u Srbiji je jednaka energiji koja se dobije sagorevanjem 130 litara nafte, a pri tome je potpuno besplatna. Najveći potencijal za korišćenje solarne energije imaju gradovi u južnom delu Srbije - Niš, Kuršumlija i Vranje.

**KORIŠĆENJE SOLARNE ENERGIJE I SOLARNI KAPACITETI U SRBIJI**

U toku XXI veka Srbija će morati da primeni mudru energetska strategiju koja će obuhvatati nekoliko inovativnih mera efikasnog korišćenja energije, brz porast obnovljivih energetska kapaciteta i korišćenje fosilnih goriva uz pridržavanje visokih ekoloških normi u cilju očuvanja prirodne sredine i klimatskih uslova. Uprkos velikog dugoročnog potencijala, fotonaponska tehnologija će u početku igrati sporednu ulogu, ali će njen doprinos konstantno rasti, kako u urbanim tako i najudaljenijim mestima u Srbiji. Instalacioni potencijali za FN sisteme do 2014. godine iznose oko 20MW. Planovi i strategija za razvoj evropske FN tehnologije trebalo bi da budu putokaz domaćoj naučnoj i političkoj javnosti koje sve aktivnosti u istraživačkom, tehnološkom, korisničkom i političkom domenu treba da preduzme u cilju što bržeg i efikasnijeg integrisanja u evropske programe. S druge strane, zbog nedovoljne energetske efikasnosti u Srbiji, izuzetno nepovoljne ekonomske situacije te nestabilnih cena fosilnih goriva, ali i čestih povećanja cena elektricne energije, trebalo bi što pre početi sa primenom FN tehnologije uz stvaranje odgovarajuće strategije razvoja u skladu sa evropskim planovima, naravno koliko to trenutne ekonomske mogućnosti dozvoljavaju.

Energetska politika Srbije promovisana u Zakonu o energetici, ima za cilj da se u savremenim okolnostima i u skladu sa politikom približavanja. Otkupna cena za FN solarnu energiju iznosi 230€/kWh, na 12 godina. Poređenja

radi, najviša zakonski garantovana otkupna cena u Evropi iznosi 540€/kWh u Nemačkoj, a okolne zemlje ili nemaju odgovarajuću zakonsku regulativu (kao Rumunija i Bugarska), ili imaju znatno nižu otkupnu cenu (kao Madarska, 100€/kWh). Od zemalja bivše Jugoslavije, cena u Sloveniji iznosi 370€/kWh, a u Hrvatskoj 46 0€/kWh. Do 2004.godine FN tržište u Sloveniji je bilo veoma slabo razvijeno, međutim od 2005. godine konstantno raste u iznosu od 100% godišnje. Nadamo se da će se slična situacija ponoviti i u Srbiji počevši od ove godine. S obzirom na intenzivne ekonomske, trgovinske i političke veze sa Slovenijom, trebalo bi iskoristiti Slovenačko iskustvo za što brži razvoj FN tržišta u Srbiji.

Za razliku od energije vetra ili hidro energije za korišćenje sunčeve energije za zagrevanje sanitarne vode ili sušenje poljoprivrednih proizvoda nisu potrebne nikakve dozvole ili saglasnosti. To znaci da ne postoje nikakve administrativne ni tehničke prepreke za korišćenje energije Sunca, ali postoje drugi razlozi koji utiču na trenutno stanje u Srbiji:

### **PRIMER DOBRE PRAKSE KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE-SOLARNA ELEKTRANA U LESKOVCU**

Solarnu elektranu snage 210 kW u Leskovcu, na jugu Srbije sagradio je iz svojih izvora profesor dr Petar Mitković, dugogodišnji profesor na niškom Građevinskom fakultetu. „Zeleni kilovati - su budućnost i svako domaćinstvo može da ih proizvodi - pojašnjava profesor razloge zašto se odlučio da investira u ovu proizvodnju. Energija Sunca jedini je resurs koga će biti dok je planete Zemlje, tako da je to i jedina investicija koja nema rok trajanja. Obnovljivi izvori Sunčeve energije na jugu Srbije su praktično neograničeni, ali još uvek ne postoji dovoljno interesovanja da se ulaže u proizvodnju „zelenih kilovata“. Profesor Mitković sklopio je ugovor sa EPS o isporuci energije kao povlašćeni proizvođač po ceni 0,23 evrocenti za 1 kWh. Evropske države plaćaju iste kilovate 0,36 evrocenti, pa naša zemlja može imati dobar izvozni proizvod. Izgradnja solarne elektrane košta 2€ / kW instalisane snage.



*Slika 2. Solarna elektrana u Leskovcu*

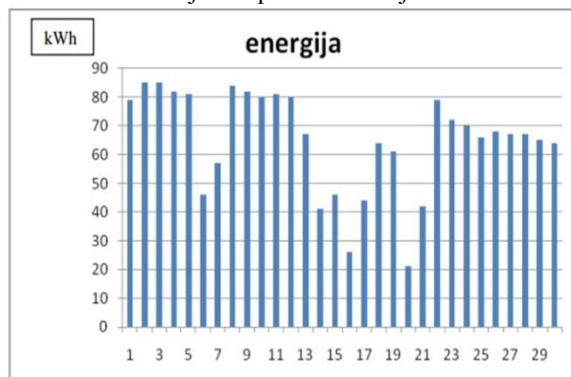
Paneli su postavljeni na krovu zgrade koja prevashodno nije bila namenjena u te svrhe ali je pronađeno kompromisno rešenje jer je zgrada i dalje funkcionalna. Dva invertera su postavljena na zid, a paneli na krov, tj. na prostor koji inače ne može biti iskorišćen na bolji način pa zgrada i dalje može da služi svojoj nameni u isto vreme proizvodivši električnu energiju.

Izlazna snaga izmerena u 15.00 h iz centrale je 5982 W i do 15.00h je proizvedeno oko 18kWh električne energije. To su podaci sa jednog invertera, a obzirom da ih ima dva ukupno proizvedena električna energija je oko 36 kWh. Intenzitet Sunčevog zračenja zabeležen od RHMZ u W/m<sup>2</sup> pokazuje da je maksimalan intenzitet Sunčevog zračenja 500W/m<sup>2</sup> u trenutku kada je zabeležena izlazna snaga iz centrale oko 10 kW.

Merenje insolacije se vrši piranometrom Kipp&Zonen CM11, tačnosti 3% i opsega dozračene energije 0÷1400W/m<sup>2</sup> (max. 4000W/m<sup>2</sup>), spektralnog opsega 305 ÷ 2800nm i osetljivosti 4 ÷ 6µV/(W/m), koji može da meri direktno i difuzno Sunčevo zračenje. Instrumenti koji su korišćeni za merenje (piranometar i solarni panel) prikazani su na slici.

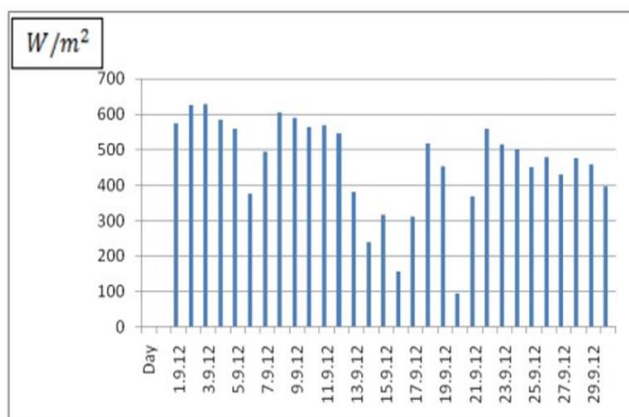
Solarni paneli su postavljeni na krovu koji nije idealan za postavljanje panela. Najbolje iskorišćenje Sunčeve energije je kada je krov nagnut prema jugu pod određenim uglom, za ovaj deo Srbije je to oko 33°. Paneli na centrali u Leskovcu su postavljeni na dve strane krova tako da paneli sa leve strane krova koji su okrenuti prema severoistoku imaju bolji položaj u jutarnjim časovima od panela sa desne strane koji su postavljeni ka jugozapadu, ali u poslepodnevnim časovima je obrnuta situacija.

Najviše energije je dobijeno u septembru 2012. u iznosu od 1952kWh. To su podaci sa jednog od dva invertera koliko ih ima u centrali što znači da je u septembru dobijeno oko 4MWh električne energije.

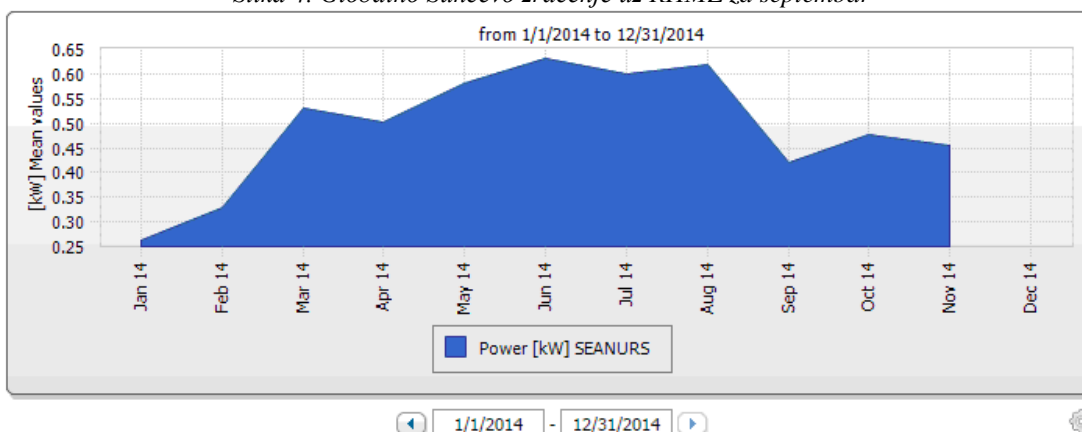


Slika 3. Električna energija dobijena u septembru 2012

Grafički prikazana tabela iz RHMZ gde su vrednosti Sunčevog zračenja u septembru 2012. godine date u vatima po metru kvadratnom površine.



Slika 4. Globalno Sunčevo zračenje uz RHMZ za septembar



Slika 5. Električna energija dobijena u periodu od 1. Januara 2014 god. do 1. novembra 2014.god.

Omasovljavanje proizvodnje fotonaponskih uređaja bi dovelo do smanjivanja cene i većeg korišćenja tih uređaja od strane stanovništva. Površina potrebna za fotonaponsku instalaciju koja je dovoljna za četvoročlanu porodicu je od 7-15m<sup>2</sup> bilo gde u svetu. Ako je prosečna Sunčeva energija 4kWh/m<sup>2</sup>, a efikasnost fotonaponske tehnologije na niskih 10%, to znači da je moguće proizvesti 0.4 kWh/m<sup>2</sup> po danu. Prosečna porodica troši oko 6000 kWh po jednoj godini, odnosno 4 kWh po danu po osobi.

### ZAKLJUČAK

Sve veće poskupljenje električne energije, daljinskog grejanja, uglja i ogrevnog drveta, navodi na zaključak da su potrebne radikalne promene u stavovima i navikama stanovništva. Korišćenjem svima nama dostupnim i besplatnim vidovima obnovljivih izvora energije obezbedićemo jeftiniju energiju i čistiju okolinu.

stimulacije od strane Evropske banke i ministarstva energetike, za povećanje energetske efikasnosti i korišćenje obnovljivih izvora za grejanje i svakodnevnu upotrebu, u mnogome pojednostavio bi život građana Republike Srbije i obezbedio sigurnost i stabilnost u snabdevanju energijom.

Prednosti solarne energije ogledaju se u tome što se njene rezerve ne mogu potrošiti, a predstavlja siguran i lako dostupan izvor energije. Korišćenje ovog oblika energije nema nikakvih negativnih uticaja na životnu sredinu čoveka.

### LITERATURA

Dimitrijević, O., Šmelcerović, M., Đorđević, D., Šmelcerović, M., (2015) WASTE MANAGEMENT International Scientific Conference, Knowledge – Capital of the Future, 17- 19. 04. 2015. Bansko, Bulgaria, Plenar Lektura. Editor: Robert Dimitrovski, ISSN 1857-92.

Šmelcerović, M., Šmelcerović, M., (2015) KNOWLEDGE IN HEALTH, International Scientific Conference, Knowledge – who and what, 21- 24. 05. 2015. Bansko, Bulgaria, Plenar Lektura. Editor: Robert Dimitrovski

Dimitrijević, O., Šmelcerović, M., Đorđević, D., Šmelcerović, M., (2015) WASTE MANAGEMENT AND LEGAL REGULATION IN THE FUNCTION OF HUMAN HEALTH, International Scientific Conference, Knowledge – Capital of the Future, 17-19. 04. 2015. Bansko, Bulgaria, Proceedings, 107-109 str. Editor: PhD Robert Dimitrovski, ISSN 1857-92.

Dimitrijević, O., Šmelcerović, M., Stojanović, J., Šmelcerović, M., (2015) POWER OF KNOWLEDGE MANAGEMENT- MANAGEMENT IN HEALTHCARE, International Scientific Conference, The power of knowledge, 02-04.10.2015. Agia Triada, Thessaloniki, Greece. Editor: PhD Robert Dimitrovski

Stevanović, L., Nesić, S., Djordjevic, D., Smelcerovic, M., Smelcerovic, M., (2016) ,Municipal Waste Management on Territory of Leskovac (Serbia), Proceedings, Eurasia Waste Management Symposium, 3-4 may 2016, Istanbul, Turkey, p.(36) 1134-1384.

[wikipedia.org/wiki/Solarne\\_termalne\\_elektrane](http://wikipedia.org/wiki/Solarne_termalne_elektrane)