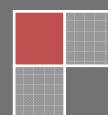


# SOLARNA ENERGIJA U BiH

Udruga gospodarstvenika Posušje



Mr. sc. Drago Bago, dipl. ing. el.



## 1. Energija Sunca

Sunce je glavni izvor elektromagnetskog zračenja koje prolazi atmosferom te daje energiju koja održava život, pokreće atmosferu i različitim sustavima njezina gibanja oblikuje vrijeme i klimu.

Smatra se da je Sunce nastalo od nakupine međuzvezdanog plina koja se počela sažimati zbog gravitacijskog privlačenja. To je prouzročilo rast temperature, a zbog zagrijavanja plin je počeo zračiti. Kako se proces sažimanja nastavio, u jezgri je rasla gustoća i temperatura te su u određenoj fazi sažimanja nastali uvjeti za početak termonuklearne fuzije vodika u helij. Plin koji se u nuklearnim reakcijama počeo još više zagrijavati dostigao je dovoljan pritisak da izbalansira gravitacijsko privlačenje i tako zaustavi daljnje sažimanje. Znanstvene procjene kažu da se to zbilo prije 5 milijardi godina, a ostaje mu još toliko dok ne potroši sav raspoloživi vodik za fuziju. Sunce u samo jednoj sekundi oslobodi više energije nego što je naša civilizacija tijekom svojeg cjelokupnog razvoja iskoristila.

Snaga zračenja Sunca iznosi oko  $3,8 \cdot 10^{23}$  kW, odnosno,  $3,3 \cdot 10^{27}$  kWh/god., od čega samo mali dio stigne na Zemlju pod prostornim kutom od  $32'$  odnosno  $0,53^\circ$ , tj. do vrha Zemljine atmosfere dolazi samo pola milijarditog dijela emitirane energije, tj. oko  $1,75 \cdot 10^{14}$  kW ili  $1,53 \cdot 10^{18}$  kWh/god. Ta snaga prelazi više od 100000 puta snagu svih elektrana na Zemlji kad rade punim kapacitetom. Ta ogromna količina energije Sunčeva zračenja znači da je manje od jednog sata sijanja Sunca dovoljno da pokrije sve godišnje potrebe za energijom 6,5 milijardi ljudi planeta Zemlje.

Unatoč tomu da se oko 30% energije Sunčeva zračenja reflektira natrag u svemir, još uvijek Zemlja od Sunca godišnje dobiva oko  $1,07 \cdot 10^{18}$  kWh energije, što je nekoliko tisuća puta više nego što iznosi ukupna godišnja potrošnja energije iz svih primarnih izvora. Energija koju je apsorbirala atmosfera ili površina Zemlje pretvara se u toplinsku energiju. Oko 23% potroši se za isparavanje i nastajanje oborina u atmosferi, a ostatak oko 47% primi Zemlja kao ogromnu količinu energije. Zagrijavanje prouzrokuje isparavanje vodenih površina, stvara vjetrove i morske struje i, što je najvažnije, omogućuje život. Tek se tisućitim dijelom energije koja dolazi do tla koriste biljke u procesu fotosinteze i nastajanja biomase, a čovječanstvo se uglavnom koristi energijom koje su biljke skupljale kroz milijune godina i to eksploatacijom nafte, ugljena ili prirodnog plina. Neznatan dio energije Sunčeva zračenja prouzrokuje nastajanje valova i vodenih strujanja u morima i oceanima te stvaranje vjetrova i zračnih strujanja u atmosferi, a također i zanemariv dio služi fotosintezi za proizvodnju biomase. Udio Sunčeve energije na kopnenoj površini iznosi samo jednu petinu, a ostatak Sunčeve energije apsorbiraju mora i oceani.

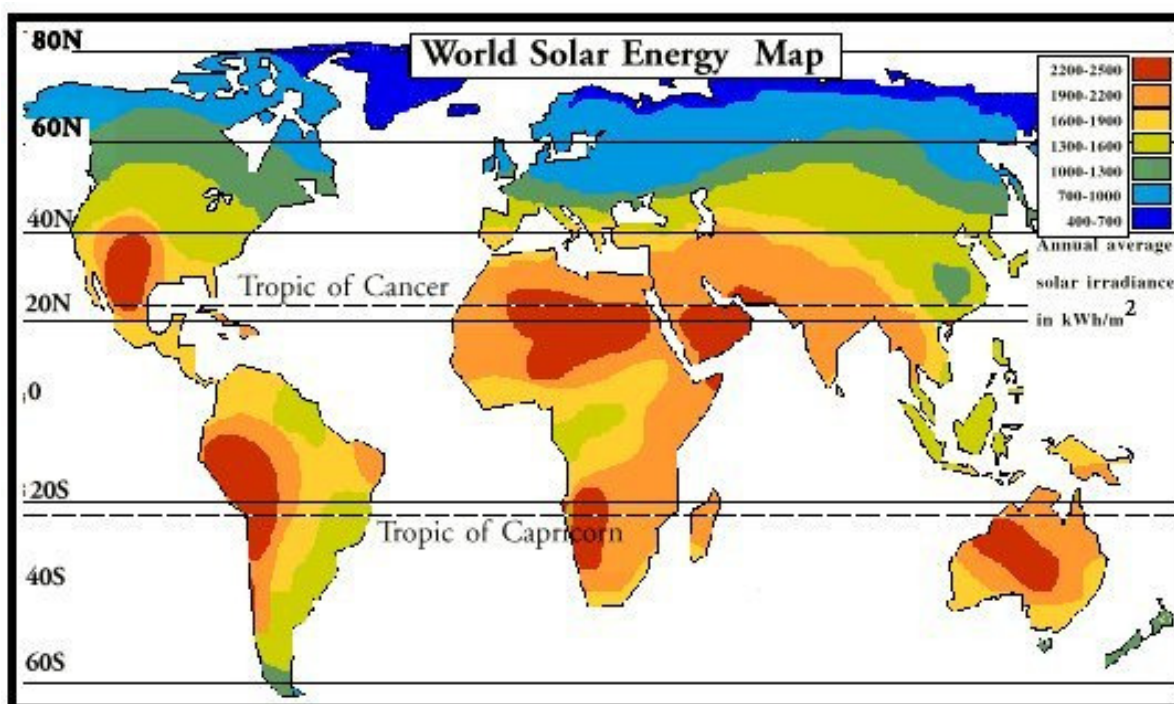
Većina zemalja želi se osamostaliti u opskrbi energijom, žele postati manjim ovisnikom o uvozu energije. Zbog toga su zemlje Europske unije, tj. zemlje ekološki osviještene Europe donijele niz mjera i smjernica prema kojima se želi smanjiti uvoz energije i zaštititi okoliš. Prema njima se planira do 2020. godine povećati uporaba obnovljivih izvora energije u ukupnoj potrošnji energije na 20%, smanjiti emisija štetnih plinova za 20%, povećati učinkovitost korištenja energije za 20% te 10% goriva u cestovnom prometu zamijeniti alternativnim gorivima, tzv. biogorivima. Taj plan do 2020. godine (20-20-20-10) iznosio bi u 2050. godini (50-50-50-50).

## 2. Instalirani kapaciteti solarnih elektrana u 2010. u Europi i svijetu

Prema podacima EPIA-e (*European Photovoltaic Industry Association*), Europa je 2010. godine bila najveće tržište fotonaponskih instalacija, sa 13 GW novo instaliranih kapaciteta. Tako je ukupan instalirani kapacitet dosegao oko 30 GW. Od ukupne brojke novih kapaciteta, Njemačka i dalje zauzima najveći udio, više 50% odnosno 7.408 MW. Slijedi ju Italija (2.321 MW), Češka (1.490 MW) te Francuska (719 MW).

Svjetski udio instaliranih kapaciteta, u usporedbi s europskim tržištem, predstavlja svega 10% odnosno oko 3GW kapaciteta, od toga po 1GW čine SAD i Japan.

Ukupno gledano, Njemačka je uvjerljivo lider s udjelom od čak 43% svjetskog tržišta (17.193 MW). Drugo mjesto zauzima Španjolska s 3.784 MW odnosno 10% svjetskog tržišta, dok su odmah iza nje Japan te Italija, s 9%.

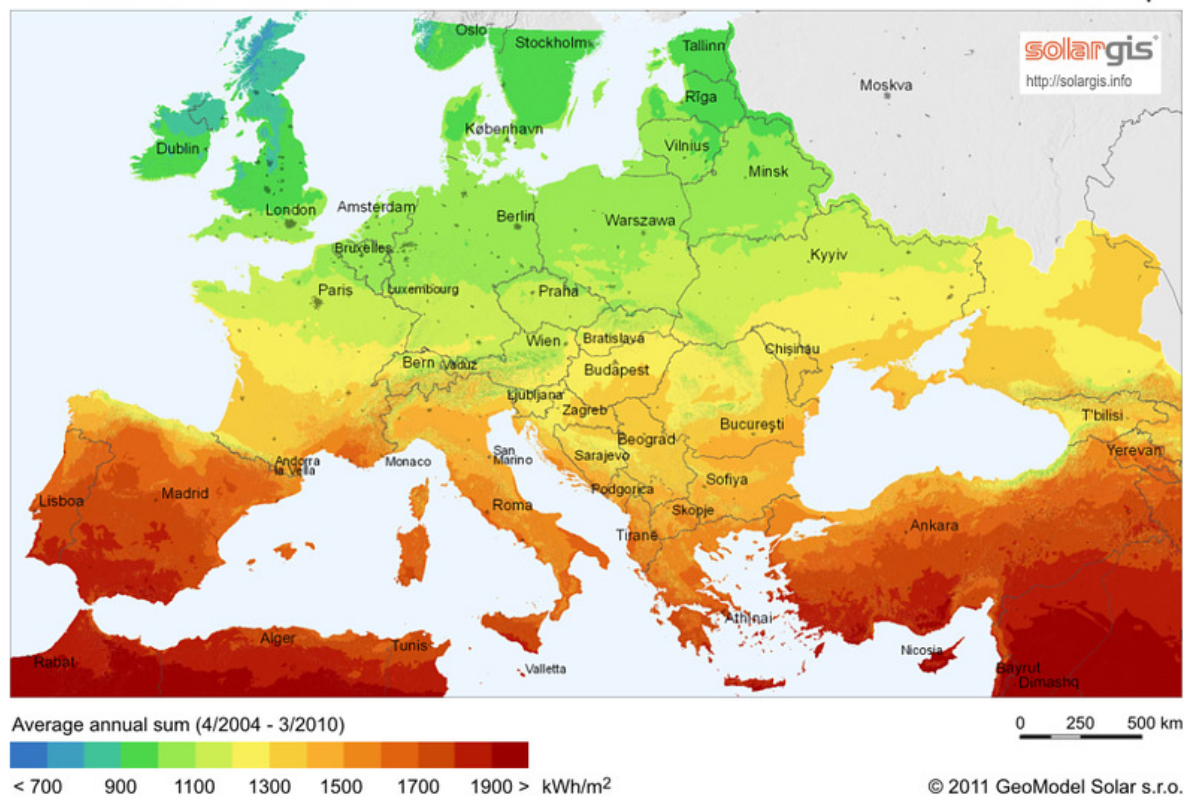


Slika 1.: Prosječna godišnja ozračenost na ravnu površinu za svjetsko područje (kWh/m<sup>2</sup>)



Global horizontal irradiation

Europe



*Slika 2.: Prosječna godišnja ozračenost na ravnu površinu za područje Europe (kWh/m<sup>2</sup>)*

### **3. Korištenje obnovljivih izvora energije i kogeneracije (OIEK) u Federaciji BiH - regulatorni okvir i zakonodavstvo**

Korištenje obnovljivih izvora energije i kogeneracije (OIEK) u Federaciji BiH temelji se na osnovnom energetsom zakonu i zakonskom aktu:

- Zakon o električnoj energiji i
- Uredba o korištenju OIEiK ("Sl. Novine FBiH" br.32/10 i 11/11)

i zakonskoj regulativi vezanoj za:

- zaštitu okoliša,
- prostornog uređenja i građenja i
- Pravilniku za priključak na elektroenergetsku mrežu.

Ovim je korištenje OIEiK definirano procedurama, uvjetima i modelom poticanja proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora, čime se formalno otvorio put za pripremu i realizaciju projekata.

Propisi koji moraju biti primijenjeni kod planiranja, izrade studija i elaborata, projektiranja, izgradnje i nadzora nad izgradnjom elektroenergetskih solarnih elektrana u FBiH su:

- Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu elektroenergetskih postrojenja i uređaja od požara, Sl.list SFRJ 74/90.
- Zakon o zaštiti od požara i vatrogastvu ("Službene novine Federacije BiH", broj 65/09)
- Pravilnik o građevinama za koje nije potrebno ishoditi posebne uvjete građenja glede zaštite od požara („Narodni list HR H-B“ broj 8/95)
- Zakon o zaštiti na radu („Službeni list SR BiH“, br. 22/90)
- Pravilnik o zaštiti na radu pri korištenju električne energije, Sl. SFRJ 9/87.
- Zakon o električnoj energiji (Sl. list FBiH, br. 41/02, 24/05 i 38/05.)
- Zakon o građenju („Narodne novine ZHŽ“, br. 10/03)
- Zakon o prostornom uređenju (SN FBiH 2/06)
- Uredba o korištenju obnovljivih izvora energije i kogeneracija ("Službene novine Federacije BiH", br. 36/10)
- Uredba o izmjenama i dopunama uredbe o korištenju obnovljivih izvora energije i kogeneracije ("Službene novine Federacije BIH", br. 14/11).

Mogućnost izgradnje solarne elektrane u Bosni i Hercegovini je vidljiva i iz sljedećih činjenica:

- Cijena za proizvedenu zelenu električnu energiju proizvedenu od solarnih elektrana, povećana je sa 85,25 EUR za 1 MWh u 2002 na 264,10 EUR za 1 MWh u 2012 godini.
- Uredba o korištenju obnovljivih izvora energije i kogeneracije (Službene novine Federacije BiH broj 36 od 16.6.2010. godine), Uredba o izmjenama i dopunama uredbe o korišćenju obnovljivih izvora energije i kogeneracije (Službene novine Federacije BiH broj 11 od 16.03.2011 godine) i Uredba o izmjenama i dopunama uredbe o korištenju obnovljivih izvora energije i kogeneracije (Službene novine Federacije BiH broj 88 od 28.12.2011. godine) koja subvencionira troškove kupovine zelene električne energije proizvedene u solarnim elektranama.
- Država osigurava najmanje 12 godina subvencioniranje nabavne cijene zelene električne energije proizvedene u solarnim elektranama.
- Nadležne elektrodistribucije su po zakonu obvezne osigurati kupnju cjelokupne električne energije, proizvedene iz obnovljivih izvora u što se uklapa i proizvedena solarna energija.

### **3.1. Uredba o korištenju obnovljivih izvora energije i kogeneracije**

Federacija BiH je na osnovu člana 19. stav 1. Zakona o Vladi Federacije BiH (Službene novine Federacije BiH, br. 1/94, 8/95, 58/02, 19/03, 2/06, 8/06) donijela Uredbu o korištenju obnovljivih izvora energije in kogeneracije (Službene novine Federacije BiH, br. 36/10) (u daljnjem tekstu: Uredba).

Uredbom se propisuju vrste energetske tehnologije postrojenja za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije, koja mogu dobiti naknade za poticaje. Odredbe iz uredbe se odnose na postrojenja za korištenje obnovljivih izvora energije s energetske tehnologijama, koje koriste:

- a) energetske potencijal vode,
- b) energiju vjetra, koja se iskorištava u proizvodnim postrojenjima na kopnu,
- c) solarnu energiju, koja se iskorištava u proizvodnim postrojenjima sa fotonaponom,
- d) geotermalnu energiju,
- e) energiju dobivenu iz biomase,
- f) energiju dobivenu iz bioplina, koji potiče iz biomase i biološko razgradivog otpada,

- g) energiju dobivenu iz deponijskog plina,
- h) energiju dobivenu iz plina koji potiče iz postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda,
- i) energiju dobivenu razgradnjom organskih materija.

U prilogima Uredbe je tačno definirana referentna cijena i garantirana otkupna cijena za period od 12 godina.

Garantirana cijena zavisi od referentne cijene i tarifnog koeficijenta. Referentna cijena ( $R_c$ ) za 2012. godinu je 0,1226 KM/kWh. Garantirana cijena je umnožak referentne cijene i odgovarajućeg tarifnog koeficijenta iz člana 5. i 8. Uredbe.

$$G_c = R_c \times C$$

$G_c$  – garantirana cijena

$C$  – tarifni koeficijent

Tip po snazi postrojenja instaliranog	Referentna cijena $R_c$ [KM/kWh]	Tarifni koeficijent $C$	Garantirana cijena $G_c$ [KM/kWh]
mikro (do 10 kW)	0,1226	7,5	0,9195
mikro (od 10 kW do 30 kW)	0,1226	6,6	0,8092
mikro (veće od 30 kW)	0,1226	6	0,7356
mini (od 150 kW do 1 MW)	0,1226	4,2	0,5149
mala (od 1 MW do 10 MW)	0,1226	3,8	0,4659
velika (od 10 MW)	0,1226	3	0,3678

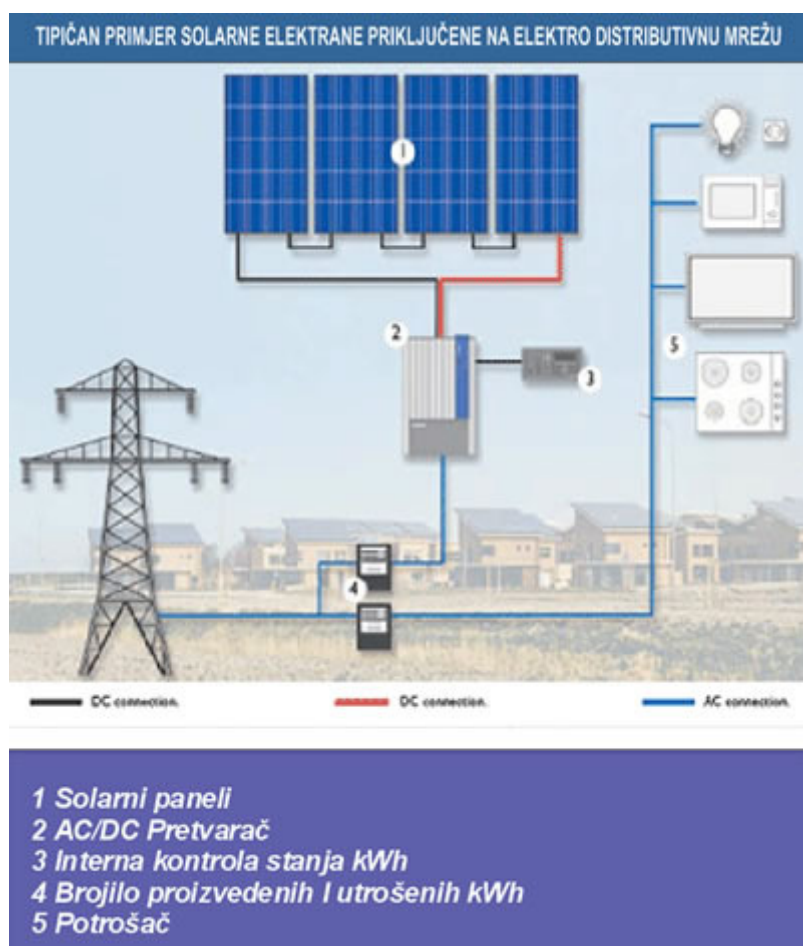
*Tablica 1.: Izračun otkupnih cijena električne energije iz proizvodnih postrojenja obnovljivih izvora energije (OIE) na solarnu energiju u Federaciji BiH*

Usvojena Uredba i brižljivo planiranje fotonaponske elektrane su dobra osnova za investiciju. Doprinos tome daje i razvoj ove grane djelatnosti, kojom se unaprijeđuje tehnologija, te time posljedično povećava iskorištenost solarnih elektrana, smanjuju troškovi opreme i troškovi vezani za izgradnju i održavanje.

Sama Uredba nije više jedina osnova za investiciju. Potreban je dobar izbor opreme, precizno planiranje i analiza novčanih tokova.

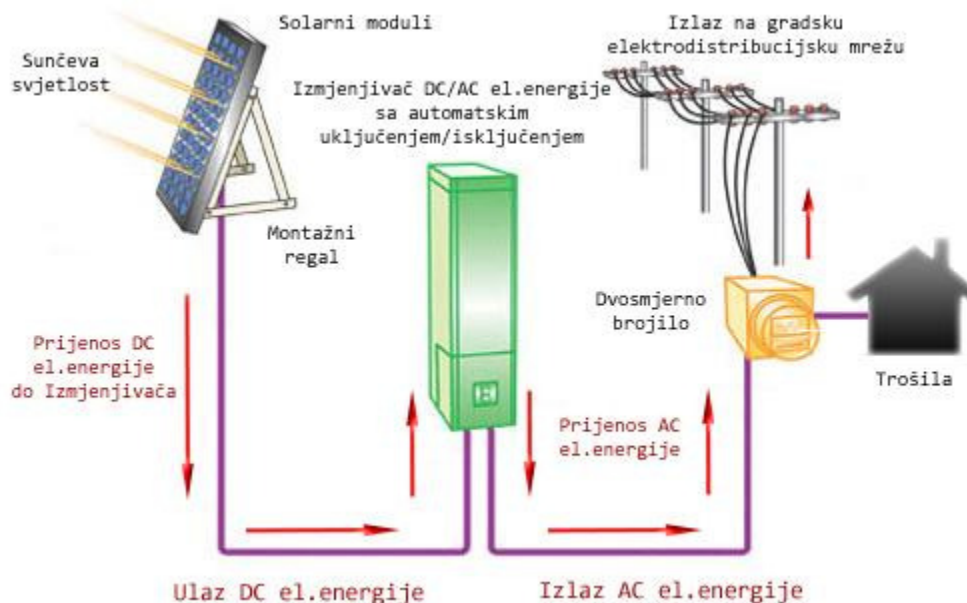
#### 4. Investicija u fotonaponsku elektranu

Fotonaponski generator se sastoji od solarnih modula koji solarnu energiju solarnog zračenja kroz fotoelektrični efekt izravno pretvaraju u istosmjerni električni napon i struju. Inverteri pretvaraju DC napon i struju u AC vrijednosti te izvode sinkronizaciju na javnu elektroenergetsku mrežu i proizvedenu električnu energiju putem mjernog brojila prenose u javnu elektroenergetsku mrežu.



Slika 3.: Tipičan primjer solarne elektrane priključene na elektroenergetsku distribucijsku mrežu





Slika 4.: Blok shema fotonaponske elektrane

#### 4.1. Dijelovi solarne elektrane

- Fotonaponski moduli

Korisnost fotonaponskih solarnih ćelija kreće se od svega nekoliko postotaka do četrdesetak posto. Ostala energija koja se ne pretvori u električnu uglavnom se pretvara u toplinsku i na taj način grije ćeliju. Općenito porast temperature solarne ćelije utječe na smanjene korisnosti fotonaponske ćelije. U praksi se prave fotonaponski moduli koji se dobijaju asembliranjem više ćelija. Nekoliko ćelija mehanički i električki spojenih čine modul, više modula spojenih u jednu strukturu čine panel, nekoliko panela spojenih u seriju čine matricu, a više matrica paralelno spojenih čine fotonaponski generator.

- DC strana

Stringovi su prvo objedinjeni u string ormariće, a zatim dovedeni u inverter preko generatorskog razvodnog ormarića. Naponi do 1000 V i jake struje na DC strani predstavljaju posebne izazove za zaštitne komponente: DC osigurače, DC rastavljače, DC odvodnike prenapona,...

- Inverter

Inverteri su veza između fotonaponskih generatora (zbroj svih električno međusobno povezanih fotonaponskih modula) i javne AC mreže. Njihova osnovna funkcija je da pretvaraju istosmjernu struju koju proizvode fotonaponski generatori u izmjeničnu te prilagode tu struju frekvenciji i magnitudi određenog napona za opskrbu javne

mreže. Konverzija izmjenične struje u skladu sa zahtjevima mreže može se vršiti uz minimalne gubitke korištenjem suvremene energetske elektronike.

### - AC strana

Više stringova je dovedeno izravno na jedan inverter. AC strane nekoliko invertera su grupirane u AC zbirne ormariće. Oni se udružuju u drugi AC zbirni ormar i napajaju mrežu. Jake struje na AC strani predstavljaju posebne izazove za zaštitne komponente: automatske osigurače, FID sklopke, AC odvodnike prenapona, rastavne osiguračke sklopke, kompaktne niskonaponske prekidače,...

### - Integracija

Dostupan je daljinski nadzor fotonaponskih postrojenja, vizualizacija statusa fotonaponskih postrojenja, prikazivanje podataka o proizvodnji i izračun o naknadi za opskrbu, i opcionalno za poruke statusa / upozorenja / greške (parametar) putem web aplikacije.

Glavne značajke su:

- Vizualizacija konfiguracije fotonaponskih postrojenja
- Prikaz trenutnih i pohranjenih podataka
- Nadzor postrojenja i usluge razmjene poruka
- Grafički prikaz nadziranih podataka
- Plan

### - Vlastita potrošnja

Vlastita potrošnja je snaga koja je potrebna za rad pomoćnih pogona elektrane.

Instalacija mjernih sustava u fotonaponskim solarnim elektranama spojenim na distributivnu mrežu, se radi da bi se detektirala:

- električna energija uzeta iz mreže,
- električna energija isporučena u mrežu,
- energija proizvedena u fotonaponskom generatoru.

Elektrana je izravno priključena na javnu elektroenergetsku mrežu što znači da svu proizvedenu električnu energiju predaje u elektroenergetski sustav. No, energiju potrebnu tijekom proizvodnje i za rad elektrane u stanju mirovanja uzima sa javne mreže.

## 4.2. Lokacija i opis priključenja elektrane

Pri planiranju fotonaponskog sustava su vrlo značajne analiza lokacije i ocjena energetske koristi. U ta dva koraka spada analiza osjenčanosti modula, ocjena potencijala sunčevog zračenja, definiranje nagiba modula te utvrđivanje električne energije proizvedene na godišnjoj razini. Solarnu dobit utvrđujemo pomoću podataka za globalno sunčevo zračenje na vodoravnu površinu, putem kojih onda izračunamo stvarno zračenje na polje modula, uzimajući u obzir orijentaciju i nagib modula.

Sa solarnim zračenjem od 1.240 kWh/m<sup>2</sup>/godišnje na sjeveru zemlje i 1.600 kWh/m<sup>2</sup>/godišnje na jugu, uvjeti za korištenje solarne energije u Bosni Hercegovini su prilično povoljni.

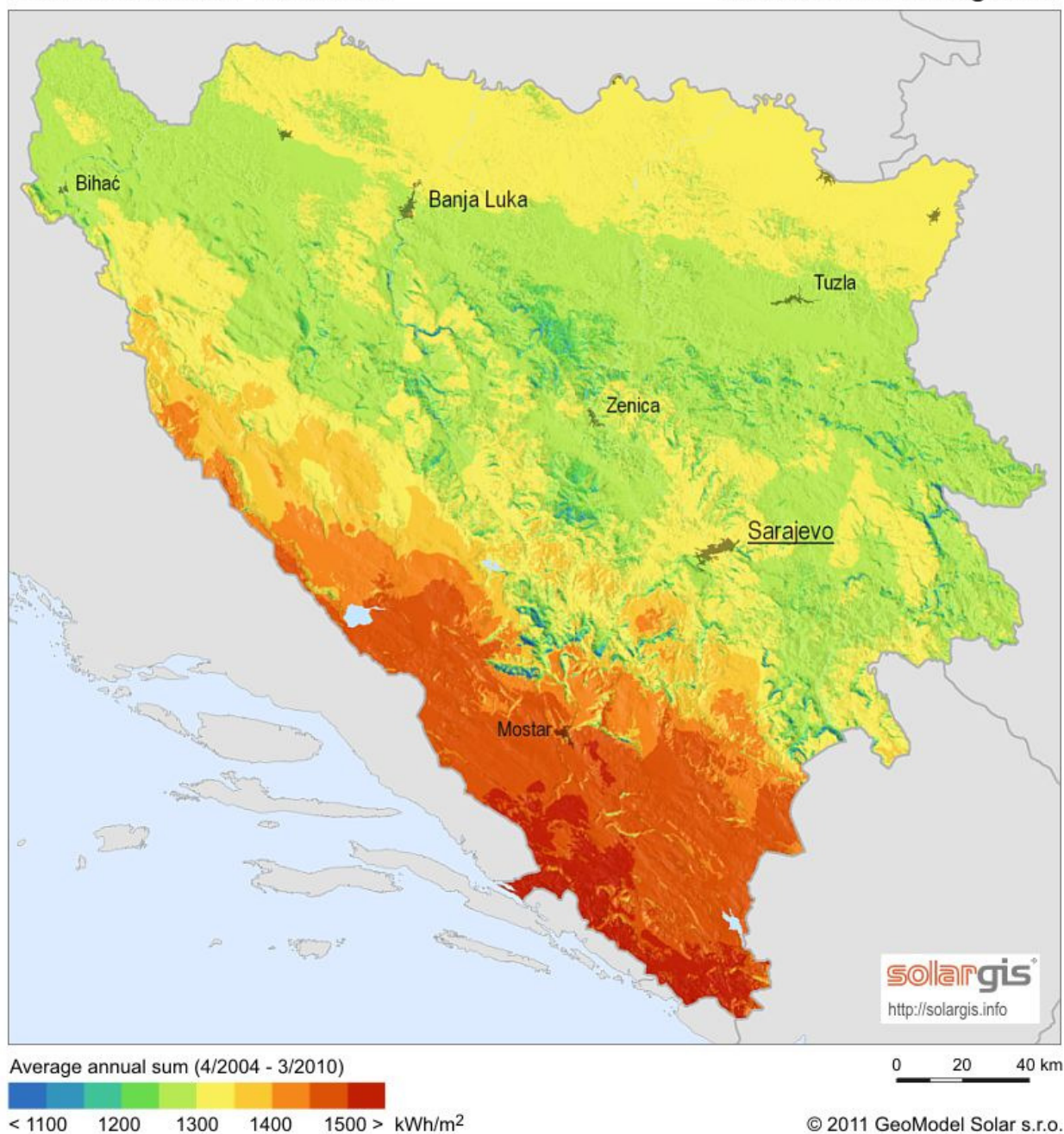
## 4.3. Procjena utjecaja osjenčanosti

Kod planiranja fotonaponske elektrane moramo paziti da moduli nisu osjenčani, odnosno da su osjenčani čim kraći vremenski period. Neprekidna osunčanost bi morala biti osigurana čitave godine između 9:00 i 15:00 sati, jer u tom vremenskom periodu Zemlja primi 80% energije Sunčevog zračenja. Satnicu i trajanje osjenčanosti utvrdimo tako da u dijagram Sunčeve putanje unesemo položaj prepreka. U dijagramu Sunčeve putanje je putanja Sunca preko horizonta predstavljena kutnom visinom Sunca i azimutom.

U Bosni i Hercegovini se moduli obično postavljaju s nagibom od 30° do 35°. Potrebna površina za dostizanje 1 kW snage zavisi od tipa modula i načina postavke.

Global horizontal irradiation

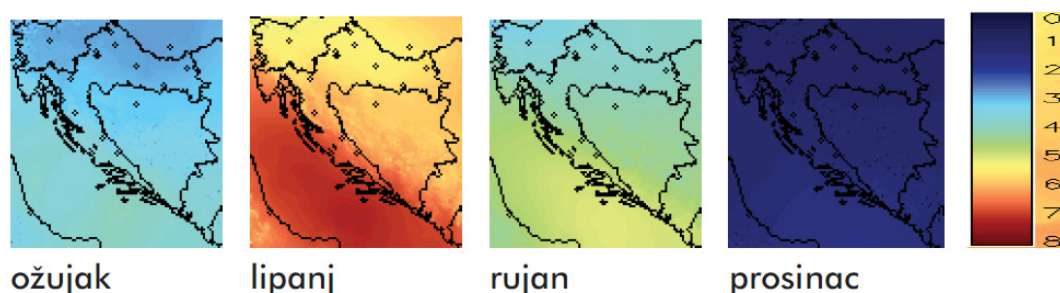
Bosnia and Herzegovina



Google Earth lokacija

Slika 5.: Prosječna godišnja ozračenost na ravnu površinu za područje Bosne i Hercegovine (kWh/m<sup>2</sup>)





*Slika 6.: Prosječna dnevna ozračenost na ravnu površinu za područje Bosne i Hercegovine i Republike Hrvatske (kWh/m<sup>2</sup>)*

## 5. Solarne elektrane u Hrvatskoj

Prema aktualnim podacima HROTE-a (Hrvatski Operator Tržišta Energije), u Hrvatskoj je svega 6 postrojenja ostvarilo status povlaštenog proizvođača, drugim riječima pravo na poticajnu cijenu, što ukupno čini svega 0,7 MW. Razlog za tako neznatan udio ove tehnologije vjerojatno leži u tarifnom sustavu kojim je definirana gornja granica od 1MW ukupno instaliranog kapaciteta za cijelu Hrvatsku. Očekivanim izmjenama postojećeg Tarifnog sustava očekuje se i povećanje poticanog kapaciteta ove tehnologije.

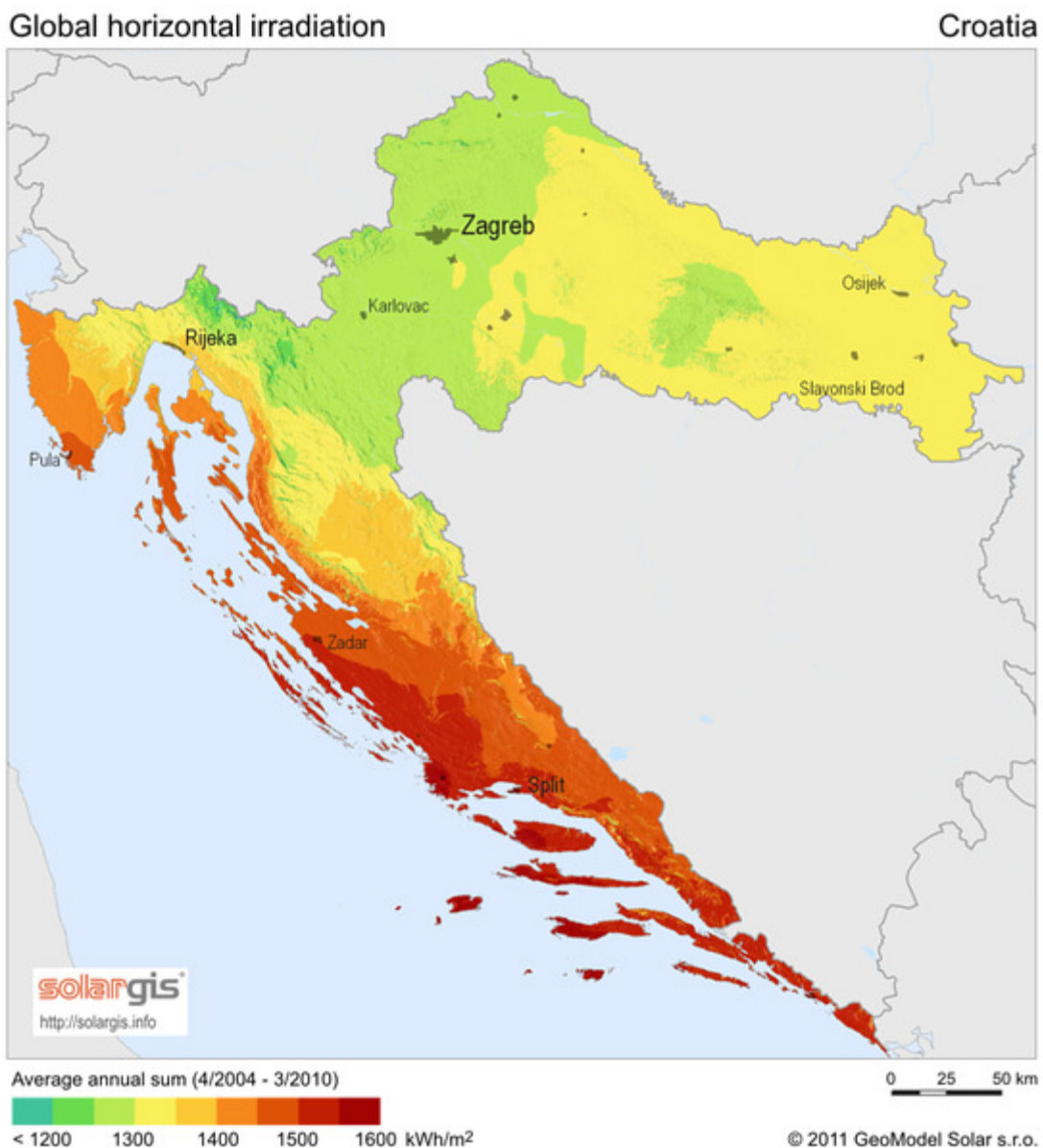
## 6. Cijena izgradnje solarne elektrane

Solarna elektrana do nedavno se smatrala najskupljom tehnologijom, no trend cijena uvelike se promijenio u posljednjih nekoliko godina. Danas se prosječna razina investicije u solarnu elektranu kreće od 2.500 do 3.000 €/kW, za razliku od podataka iz 2008. i 2009. godine, kada se ukupna investicija kretala i do 5.000 € po instaliranom kilovatu. Sami fotonaponski moduli uglavnom predstavljaju 40-60% ukupne investicije. Pretpostavljeni vijek trajanja ovakve elektrane je 25 godina, uz vrlo povoljne troškove održavanja.

## 7. Isplativost izgradnje solarnih elektrana

Na isplativost solarne elektrane utječe niz čimbenika, od kojih su svakako najvažniji solarni potencijal, početna investicija te visina otkupne cijene (poticajne tarife). Dostupne su baze podataka intenziteta Sunčeva zračenja te softverskih alata kojima se u par jednostavnih koraka vrlo brzo izračuna moguća proizvodnja, isplativost i slično. Također su dostupne i baze podataka hidrometeoroloških zavoda ozračenosti za pojedine dijelove zemlje. Takvi i slični podatci mogu poslužiti kao vrlo dobra ishodišna točka. Međutim, kako su dostupni podaci ili vremenski zastarjeli (pretpostavka je da su se klimatološki uvjeti promijenili u posljednjih 30-ak godina), ili su bazirani na interpolacijama podataka s različitih mjernih postaja (nepreciznost), pri planiranju ozbiljnijih (većih) projekata solarnih elektrana preporuka je vršiti

mjerenje na potencijalnoj lokaciji, u trajanju barem godinu dana. Sunčevo zračenje sastoji se od ukupne, izravne te raspršene komponente. Intenzitet pojedine komponente na posljetku može utjecati na odabir adekvatne tehnologije. Proračun proizvodnje temeljem mjernih podataka te odabrane tehnologije, visina same investicije (uzimajući u obzir opis lokacije - pristup, blizina EES-a, nagib terena i slično) kao i visina poticajne tarife, u konačnici ulaze u proračun isplativosti izgradnje solarnih elektrana. Svakako s trendom smanjenja cijena i ova tehnologija postaje sve interesantnija.



Slika 7.: Prosječna godišnja ozračenost na ravnu površinu za područje Republike Hrvatske (kWh/m<sup>2</sup>)

## 8. Zastupljene tehnologije

PV ćelije iz silicija se izvode u više morfoloških oblika, kao monokristalne, polikristalne i amorfne.

- Monokristalne Si ćelije: ovaj tip ćelije može pretvoriti 1000 W/m<sup>2</sup> Sunčevog zračenja u 140 W električne energije s površinom ćelija od 1 m<sup>2</sup>. Za proizvodnju monokristalnih Si ćelija potreban je apsolutno čisti poluvodički materijal. Monokristalni štapići se izvade iz rastaljenog silicija i režu na tanke pločice. Takav način izrade omogućuje relativno visoki stupanj iskoristivosti.
- Polikristalne Si ćelije: ovaj tip ćelije može pretvoriti 1000 W/m<sup>2</sup> Sunčevog zračenja u 130 W električne energije s površinom ćelija od 1 m<sup>2</sup>. Proizvodnja ovih ćelija je ekonomski efikasnija u odnosu na monokristalne. Tekući silicij se ulijeva u blokove koji se zatim režu u ploče. Tijekom skrućivanja materijala stvaraju se kristalne strukture različitih veličina na čijim granicama se pojavljuju greške, zbog čega solarna ćelija ima manju iskoristivost.
- Amorfne Si ćelije: ovaj tip ćelije može pretvoriti 1000 W/m<sup>2</sup> Sunčevog zračenja u 50 W električne energije s površinom ćelija od 1 m<sup>2</sup>. Ukoliko se tanki film silicija stavi na staklo ili neku drugu podlogu to se naziva amorfna ili tankoslojna ćelija. Debljina sloja iznosi manje od 1 μm, stoga su troškovi proizvodnje manji u skladu s niskom cijenom materijala. Međutim iskoristivost amornih ćelija je puno niža u usporedbi s drugim tipovima ćelija. Prvenstveno se koristi u opremi gdje je potrebna mala snaga (satovi, džepna računala) ili kao element fasade.
- Galij arsenidne (GaAs) ćelije: galij arsenid je poluvodič napravljen iz mješavine galija i arsena. Pogodan je za upotrebu u višeslojnim i visoko učinkovitim ćelijama. Širina zabranjene vrpce (*band gap*) je pogodna za jednoslojne solarne ćelije. Ima visoku apsorpciju pa je potrebna debljina od samo nekoliko mikrona da bi apsorbirao Sunčeve zrake. Relativno je neosjetljiv na toplinu u usporedbi sa Si ćelijama te na zračenja. Zbog visoke cijene koristi se u svemirskim programima i u sustavima s koncentriranim zračenjem gdje se štedi na ćelijama. Projekti koncentriranog zračenja su još u fazi istraživanja. Galij indijum fosfidna/galij arsenid (GaInP)/GaAs dvoslojna ćelija ima iskoristivost od 30% i koristi se u komercijalne svrhe za svemirske aplikacije. Ovaj tip ćelije može pretvoriti 1000 W/m<sup>2</sup> Sunčevog zračenja u 300 W električne energije s površinom ćelija od 1 m<sup>2</sup>.
- Kadmij telurijev (CdTe) ćelije: ovaj tip ćelije može pretvoriti 1000 W/m<sup>2</sup> Sunčevog zračenja u 160 W električne energije s površinom ćelija od 1 m<sup>2</sup>. Kadmij telurid je spoj elementa: metala kadmija i polumetala telurija. Pogodan za upotrebu u tankim PV modulima zbog fizikalnih svojstava i jeftinih tehnologija izrade.



Vrsta ćelije	$U_{sc}$ V	$J_{sc}$ / (mA cm <sup>2</sup> )	$\eta$ %	Proizvodnja
Monokristalična-Si	0,65	30	14- 18	masovna
Polikristalična-Si	0,60	26	~14	masovna
Amerfna-Si	0,85	15	8	masovna
Amerfna-Si, 2 sloja, tanki film	0,5	20	8,8	manje količine
Cd S / Cu <sub>2</sub> S	0,7	15	12	manje količine
Cd S / Cd Te	1	25	10,7	manje količine
Ga In PAs / Ga As			21	manje količine

Tablica 2.: Osnovni parametri FN ćelija

Tehnologija	Kristalični silicij			Tanki film		
	Mono kristalični mc-Si	Poli kristalični pc-Si	Trakasti ribbon c-Si	Amorfni/ mikrokrystalni Si. a-Si/ $\mu$ c-Si	Kadmij telurid CdTe	Bakar indij(galij) diselenid disulfid CI(G)S
Efikasnost ćelije	16 –19%	14 – 15%	14 – 15%	4-8%	8-11%	7-11%
Efikasnost panela	13 – 15%	12 – 14%	12 – 14%			
Površina za 1 KW	~ 7 m <sup>2</sup>	~ 8 m <sup>2</sup>	~ 8 m <sup>2</sup>	14 m <sup>2</sup>	11 m <sup>2</sup>	10 m <sup>2</sup>
Cijena za 1 KW	2000 \$			1200 \$	4500 \$	8500 \$
Životni vijek* godina	25			20	15 <sup>#</sup>	5 <sup>#</sup>
Udio u proizv. 2007.	42.2%	45.2%	2.2%	5.2%	4.7%	0.5%

\* Životni vijek ovisi o granici prihvatljive degradacije efikasnosti koja nije posve poznata za CdTe i CIGS.

Tablica 3.: Učinkovitost, potrebna površina za 1 kW i udio u proizvodnji