

# SOLARNE ELEKTRANE



## ***Učenci koji su sudjelovali u projektu:***

Hana Družak, V. gimnazija, Zagreb

Anamarija Grgić, Gimnazija Pakrac

Marija Hardi, Gimnazija Vukovar

Mirjam Majstorović, V. gimnazija, Zagreb

Lucija Mihaljević, Srednja škola Lovre Montija, Knin

Anđelka Rožman, Gimnazija Pakrac

Antonio Turudić, Srednja škola Lovre Montija, Knin

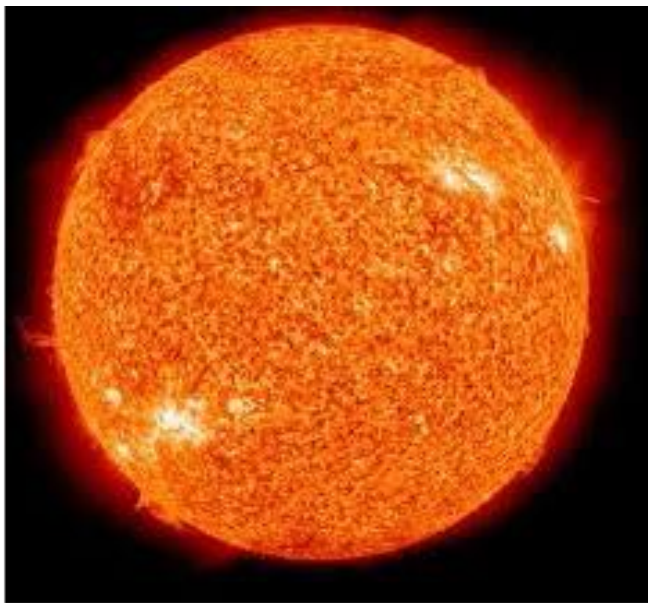
Anja Zorić, Gimnazija Vukovar

## Sunčeva energija

Ako ste se zapitali što je to solarna energija, ili energija Sunca, mi ćemo vam dati jednostavan odgovor. To je energija koja dolazi od Sunca, našeg velikog prijatelja.

Sunce (slika 1.) se sastoji od ogromne količine toplih plinova. Jake gravitacijske sile velikom brzinom ubrzavaju atome plinova prema središtu Sunca. To gibanje podiže unutrašnju temperaturu i tlak, pri čemu trga elektrone iz atoma i miješa jezgre i elektrone u plazmu. U takvim okolnostima zbiva se termonuklearna fuzija vodika, a kao rezultat te fuzije oslobađa se velika količina energije i nastaje helij.

Svake sekunde na ovaj način u helij prelazi oko 600 milijuna tona vodika, pri čemu se masa od nekih 4 milijuna tona vodika pretvori u energiju. Energija koja nastaje fuzijom unutar sunca prenosi se prema površini a odatle zrači u svemir. Od ukupne energije sunčeva zračenja samo mali dio dolazi na



Zemlju. Ukupna pak sunčeva energija koja se godišnje uputi prema Zemlji veća je od ukupnih zaliha ugljena i nafte. Veći dio te energije pretvara se posredno procesima nastajanja energije (fotosinteza, isparavanje i strujanje), a manji dio služi kao izravan izvor energije (sunčevo zračenje).

Sunčeva energija može se direktno pretvoriti u toplinsku energiju ili u električnu energiju, a to su zapravo korisni oblici energije. Električna energija je najkorisniji oblik energije današnjem čovječanstvu jer se jednostavno može pretvoriti u koristan rad.

Slika 1. Sunce

Sunce je najveći i najmoćniji izvor energije. Sunčeva svjetlost, ili solarna energija, može se koristiti za grijanje, rasvjetu i hlađenje kuća i drugih objekata, generiranje električne energije, grijanje vode, i u raznim industrijskim procesima. Većina oblika obnovljivih izvora energije dolaze izravno ili neizravno od Sunca. Energija koju Sunce konstantno zrači na površinu zemlje tokom jednog dana, mogla bi pokriti čovjekove potrebe za energijom za oko 180 godina.

U budućnosti Solarna energija biti će vrlo važna kao oblik čiste, obnovljive energije. Nažalost, svijest ljudi još nije u potpunosti probuđena te se solarni i drugi obnovljivi izvori energije još se ne upotrebjavaju u mjeri kolikoj je potrebno kako bi se spriječilo ozbiljne posljedice globalnog zatopljenja.

10 činjenica o solarnoj energiji:

- **U samo dva sata Sunce zrači toliko energije koliko cjelokupno stanovništvo Zemlje potroši u jednoj godini.**
- **Solarna energija puno je čistija i prihvatljivija za okoliš od tradicionalnih fosilnih goriva zadržavajući pritom jednake prednosti opskrbe energijom.**
- **Ako bi cijelu Saharu prekrili fotonaponskim ćelijama, mogli bismo pokriti cjelokupne energetske potrebe Zemlje.**
- **Solarnu energiju možemo koristiti odmah, moguće ju je pohraniti u akumulatoru ili, nakon što se iz istosmjernog pretvori u izmjeničnu struju, isporučiti u elektrodistribucijsku mrežu.**
- **Solarna energija je „motor“ iza gotovo svih obnovljivih izvora energije.**
- **Nezavisna je od rasta cijene fosilnih goriva i električne energije.**
- **Investicijom u solarnu energiju očekuje vas pozitivni financijski povrat investicije.**
- **Prema predviđanjima stručnjaka, do 2040. godine 50 % svjetske energije dolaziti će iz obnovljivih izvora.**
- **Solarna energija postaje sve popularnija. Svjetska potražnja za solarnom energijom trenutno je veća od ponude.**
- **Solarna energija predstavlja najstariji oblik energije. Velika je vjerojatnost da će biti najbolje rješenje za ljudske probleme s opskrbom energijom.**

Postoji nekoliko načina iskorištavanja energije Sunca. Najjednostavniji i najjeftiniji način iskorištavanja solarne energije svakako je grijanje vode ili neke druge tekućine za upotrebu u domaćinstvima. Elementi koji iskorištavaju energiju Sunca za grijanje vode nazivaju se solarni kolektori i uobičajeno se postavljaju na krovove kuća i zgrada. Drugi način iskorištavanja energije Sunca je koncentriranje solarne energije pomoću sistema zrcala i stvaranje velike količine toplinske energije koja se kasnije u standardnim generatorima pretvara u električnu energiju. Ovakva postrojenja mogu biti vrlo velika i uobičajeno se grade u pustinjama, a služe za normalnu komercijalnu proizvodnju električne energije.

Sunčev izvor energije:

- Samoobnovljiv
- Ne zagađuje okoliš
- Autonoman (nezavisan)
- Bez održavanja
- Dugog vijeka trajanja
- Velike pouzdanosti
- Direktna pretvorba sunčevog zračenja u električnu energiju, fotonaponskim efektom, omogućava dobivanje obnovljivih, ekološki čistih i pouzdanih izvora energije
- Fotonaponska ćelija, napravljena od poluvodičkog fotoosjetljivog materijala, amornog silicija, uz upotrebu običnog prozorskog stakla kao nosača i prednje zaštite, predstavlja najnoviju generaciju fotonaponskih izvora
- Široko područje primjene, posebno za potrošače koji su izolirani od mreže i za potrošače kojima je važna pouzdanost u radu.

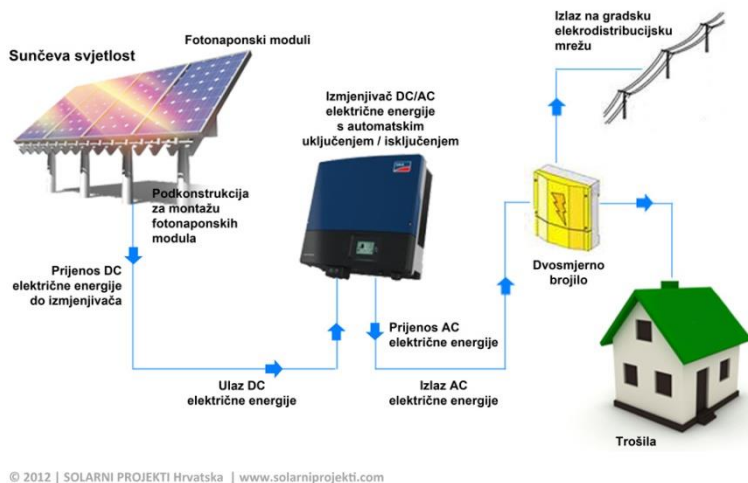
## Od Sunčeve do električne energije

U fotonaponskoj ćeliji (slika 3.) sunčeva energija pretvara se u električnu energiju. Poluvodička ćelija sastoji se od N-poluvodiča i P-poluvodiča između kojih se nalazi neutralna zona. Djelovanjem fotona iz sunčeve energije, u N-sloju oslobađaju se elektroni iz atoma, čime N-sloj postaje električki negativno nabijen. Atomi koji su ostali bez elektrona postaju pozitivno nabijeni – šupljine, koje putuju prema P-sloju, koji na taj način postaje pozitivno električki nabijen. Tako proizvedena električna energija preko regulatora punjenja pohranjuje se u akumulatoru ili ide direktno na trošilo. Više solarnih ćelija koje su međusobno u spojene paralelno – serijskoj kombinaciji oblikuju solarni modul.



Slika 3. Solarni modul

Da bi se dobila određena snaga fotonaponskog sustava treba spojiti više fotonaponskih modula. Njihovim serijskim spajanjem, napon između pozitivnog i negativnog pola jednak je zbroju napona pojedinih modula. Paralelnim spajanjem fotonaponskih modula ukupni napon jednak je naponu pojedinog modula, a ukupna struja jednaka je zbroju pojedinih modula.



© 2012 | SOLARNI PROJEKTI Hrvatska | www.solarniprojekti.com

Regulatori punjenja imaju funkciju kontrole punjenja akumulatora, kontrolu pražnjenja akumulatora i cikličko punjenje akumulatora.

Slika 4. Od Sunčeve do električne energije

Akumulatori služe za pohranu električne energije, kako bi se mogla koristiti noću kada nema sunčeve svjetlosti. Svaki akumulator ima svoj kapacitet izražen u Ah – umnožak vremena pražnjenja akumulatora s prosječnom jakošću struje pražnjenja. Najčešće vrste akumulatora su: olovni, olovni suhopunjeni (gel), NiCd, NiMh.

Izmjenjivači pretvaraju istosmjernu struju DC, iz akumulatora u izmjeničnu struju AC, za trošila 230 V i 50 Hz.

## Fotonaponski sustavi

Fotonaponski sustavi se mogu se podijeliti u dvije osnovne grupe:

- a) takozvani samostalni ili otočni sustavi u kojima proizvedenu električnu energiju najčešće skladištimo u baterije ili akumulatore
- b) danas sve rasprostranjeniji i suvremeniji, mrežni sustavi, koji proizvedenu električnu energiju predaju u elektroenergetski sustav.

Elementi fotonaponskog sunčevog sustava (slika 5.) najvećim su dijelom određeni karakteristikama građevine (položaj, orijentacija, dimenzije) na kojoj će sustav biti ugrađen. Što se tiče položaja, prvo uzimamo u obzir ima li u blizini izgrađen elektroenergetski sustav. Ako ona nije izgrađena,



ili je priključna točka uglavnom daleko, a time priključak skup, tada možemo razmotriti izgradnju otočnog sustava, čije troškove možemo usporediti s troškovima priključka na električnu mrežu. Ako su ti troškovi slični, ili je otočni sustav čak malo skuplji od priključka na električnu mrežu, izgradnja se isplati jer će proizvedena električna energija biti besplatna.

Slika 5. Elementi fotonaponskog sunčevog sustava

U Europi su tipični mrežni sustavi s takozvanim inteligentnim inverterom (pretvarač), koji uz veliku pogonsku sigurnost uključuje sustav na električnu mrežu. Karakteristika inteligentnog invertera je da električnu energiju koju proizvodi fotonaponski sustav, usklađuje s parametrima mreže. Druga karakteristika je da u slučaju nestanka električne energije isključuje sunčev sustav s mreže. Za to postoji više razloga ali prvenstveno sigurnosni, da pri mogućem održavanju električne mreže ne ugrožava radnike koji rade na mreži.

U naseljenim mjestima električna mreža je svugdje izgrađena. Na tim lokacijama moguće je izgraditi mrežni sustav, jer su stvoreni zakonski okviri za tu mogućnost. Tada još uvijek imamo mogućnost izbora otočnog sustava, ali u ovom slučaju su znatne ekonomske prednosti na strani mrežnih sustava.

Za manje od 9 minuta zemlju obasja tolika količina sunčane enrgije, koliko je potrebno čovječanstvu u jednoj godini. Ta energija dolazi direktno pred naša vrata besplatno i bez štetnih plinova za okoliš.

Fotonaponski efekt otkrio je francuski fizičar Alexandre-Edmond Becquerel (1820-1891) 1839 godine. Fotonaponske ćelije izgrađene su od dva sloja – pozitivnog i negativnog, a razlika potencijala između ta dva sloja ovisi o intenzitetu solarnog zračenja. Solarna energija stiže na Zemlju u obliku fotona. Prilikom pada na površinu solarne ćelije ti fotoni predaju svoju energiju panelu i na taj način izbijaju negativno nabijene elektrone iz atoma. Izbijeni elektroni kreću se prema drugoj

(negativnoj) strani panela i na taj način dolazi do razlike potencijala, tj. generira se električna energija. Fotonaponske ćelije grade se od silicija, a silicij je jedan od najzastupljenijih elemenata na Zemlji.

## Fokusiranje sunčeve energije

Fokusiranje sunčeve energije upotrebljava se za pogon velikih generatora ili toplinskih pogona. Fokusiranje se postiže pomoću mnogo leća ili češće pomoću zrcala složenih u tanjur ili konfiguraciju



tornja. Na slikama su prikazane konfiguracije tipa "Power tower"(slika 6.) i "Dish" (slika 7.).

Slika 6. „Power tower” sustav



Slika 7. „Dish” sustav

"Power tower" konfiguracije koriste kompjuterski kontrolirano polje zrcala za fokusiranje sunčevog zračenja na centralni toranj, koji onda pokreće glavni generator. Do sada su napravljeni demonstracijski sustavi koji imaju izlaznu snagu i iznad 10 MW. Ti novi sustavi imaju i mogućnost rada preko noći i po lošem vremenu tako da spremaju vruću tekućinu u vrlo efikasni spremnik (poput termos boce).

"Dish" sustavi prate kretanje Sunca i na taj način fokusiraju sunčevo zračenje.

Slika 8. „Through” sustav

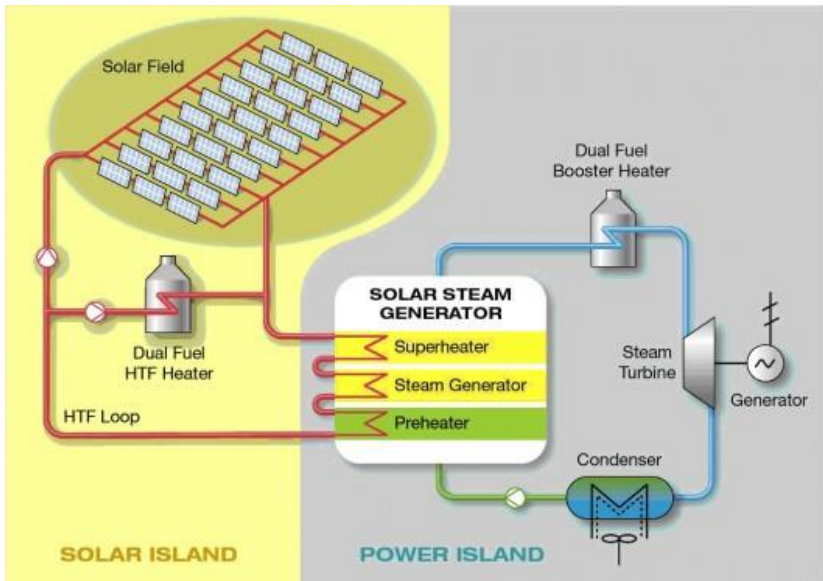


Postoji još i "Trough" sustav fokusiranja sunčeva zračenja ima parabolične leće (slika 8.). Može biti vrlo efikasan. Takve elektrane mogu biti vrlo jake: u Kaliforniji je instalirana elektrana snage 354 MW. Kada nema dovoljno energije od Sunca, sustavi koji fokusiraju sunčevo zračenje mogu se bez većih problema prebaciti na prirodni plin ili neki drugi izvor energije. To je moguće jer sunce koristimo za grijanje tekućine, a kad nema sunca zagrijemo tekućinu ne neki drugi način.

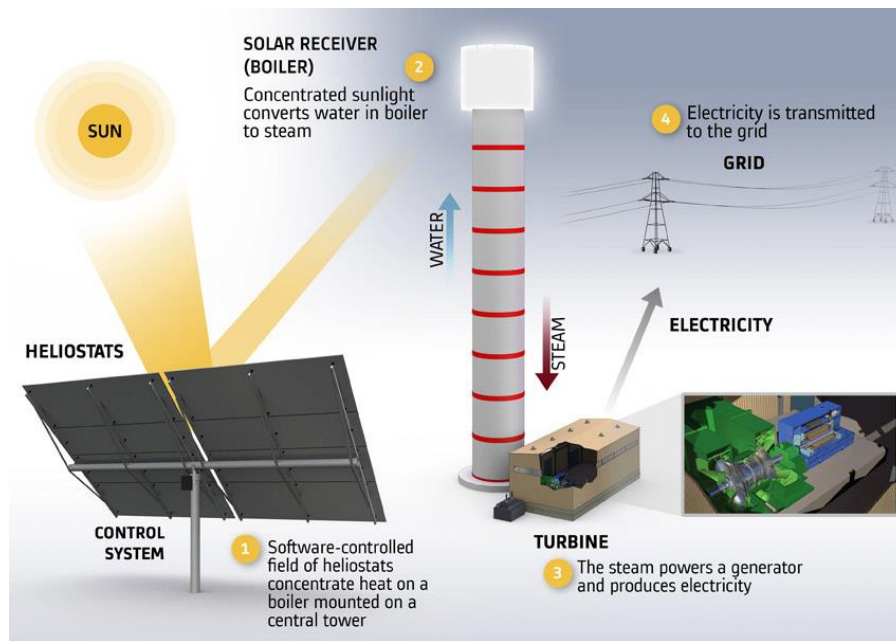
Problem kod fokusiranja je veliki potrebni prostor za elektranu, ali to se rješava tako da se elektrana radi npr. u pustinji. U pustinjama je ionako snaga sunčeva zračenja najizraženija. Veliki problem je i cijena zrcala i sustava za fokusiranje.

## Solarne elektrane

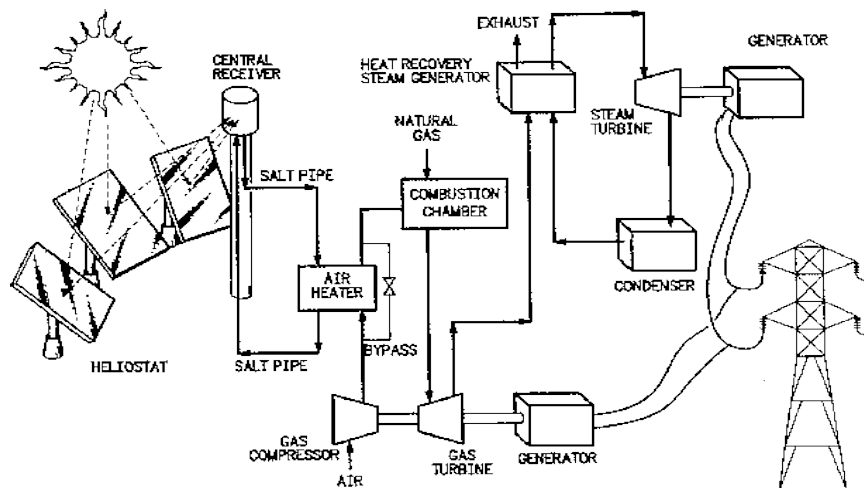
Iskorištavanje energije Sunca jedno je od područja istraživanja koja su, osobito posljednjih godina, prisutna u svijetu znanosti, tehnologije i primjene. Sunčeva energija skuplja se uređajima koji se zovu kolektori. U njima se ona pretvara u toplinsku (toplinski kolektori) i električnu energiju (kolektori sa solarnim ćelijama). Od toplinskih u komercijalnoj su upotrebi najčešće ravni kolektori. Solarne elektrane su postrojenja u kojima se solarna energija pretvara u toplinsku, zatim u električnu. Solarna se energija fokusirajućim kolektorima pretvara u toplinsku energiju koja grije radni fluid. Radni fluid pokreće turbinu, turbina svoj mehanički rad predaje generatoru, gdje se pretvara u električnu energiju.



Slika 9. Shematski prikaz načina rada ćelije solarne elektrane<sup>(14)</sup>



Slika 10 Shematski prikaz rada solarne elektrane<sup>(15)</sup>



Slika 11. Shematski prikaz solarne elektrane<sup>(16)</sup>

## Solarne termalne elektrane

Solarne termalne elektrane<sup>(11)</sup> su izvori električne struje dobivene pretvorbom sunčeve energije u toplinsku tako što zagrijavamo fluid ili krutinu, a zatim taj produkt iskoristimo u kružnom procesu (najčešće se koristi Rankineov) za generiranje električne energije. S obzirom na to da nemaju štetnih produkata prilikom proizvodnje električne energije, a relativno su efikasne (20 – 40 %), proriče im se svijetla budućnost.

Kako je količina energija koja pada na površinu izuzetno velika, izgradnjom takvih elektrana na sunčanim područjima (npr. Sahara) mogao bi se energijom opskrbljivati veliki dio potrošača, barem dok ne uzmemo ekonomiju u obzir. Ipak, čak i kao manji energetska sustav mogu postati vrlo bitan faktor, primjerice, na otocima.

Zbog potrebe za visokim temperaturama, gotovo svi oblici solarnih termalnih elektrana moraju koristiti nekakav oblik koncentriranja Sunčevih zraka s velikog prostora na malu površinu. Kako se tijekom dana položaj Sunca na nebu mijenja, tako se stalno mijenja i najpovoljniji kut pod kojim padaju Sunčeve zrake na zrcala, stoga je potrebno ugraditi sustave koji će stalno prilagođavati njihov položaj. Ti sustavi su neophodni kako bi se dobila što veća efikasnost, ali ujedno i najveći čimbenik u vrlo visokim cijenama solarnih termalnih elektrana.

Prve elektrane imaju veliki broj zrcala postavljenih oko središnjeg mjesta gdje se nalazi toranj. Zrcala su upravljana računalima te pomoću njih pronalaze najbolji kut za reflektiranje prema solarnom tornju. Ovisno o radnoj tvari moguće je postići vrlo visoke temperature. Osim ranije spomenutih rastopljenih soli i sintetičkih ulja, mogu se koristiti i plinovi kako bi postigli temperature iznad 800 °C. Trenutno najisplativije je koristiti rastopljenju sol pri 565 °C, iako se smatra da će se kroz par godina prijeći na plinove pri visokim temperaturama. Trenutno je u izgradnji najveća elektrana Ivanpah (California) koja će za generiranje 370 MW koristiti vodenu paru pri 565 °C uz učinkovitost od 29 %. Nedostatak ove tehnologije je što zahtijeva relativno ravnu površinu. Naime, cijela radna površina (polje zrcala) dopušta maksimalno odstupanje od svega 1 % na ravninu.



## Solarni tanjuri

Zbog paraboličnog izgleda podsjećaju na satelitske tanjure, ali su otprilike 10 puta veći. Zrake svjetlosti, odbijajući se od zrcala, padaju u jednu točku (kolektor) koji se nalazi iznad njih. Tu se razvijaju temperature oko 900 °C, a za dobivanje električne energije se koristi Stirlingov ili parni motor. Radna tvar je helij ili vodik, a s njima se po jednom tanjuru koji generira snagu između 5 – 50 kW se postiže efikasnost od 30 %. Zbog pomičnih mehanizama potrebna su česta servisiranja, a cijeli sustav zahtijeva rotaciju oko dvije osi i skupa parabolična zrcala, što se na kraju odražava na ukupnoj isplativosti ovakvog sustava.

Elektrana se sastoji od 3 osnovna elementa, solarnih kolektora u kojima se zrak zagrijava, vjetroturbina koje pogoni zagrijani zrak, te dimnjaka kroz koji se diže vrući zrak. Solarni kolektori su u suštini građevine nalik na staklenik u kojima se zagrijava zrak odnosno voda toplinom sunčevog zračenja. Topli zrak se zbog efekta dimnjaka diže, prolazi preko turbina proizvodeći električnu energiju te odlazi u dimnjak. Glavni parametri koji određuju veličinu ove vrste elektrane su površina kolektora te visina dimnjaka. Veća površina kolektora omogućuje većoj količini zraka da se zagrije i struji preko turbina, dok viši dimnjak omogućuje veću razliku tlaka i efikasniji efekt dimnjaka. Kako bi elektrana mogla proizvoditi energiju i tijekom noćnih sati, moguće je u kolektore ugraditi cijevi u kojima se nalazi već ranije spomenuta voda. Kako voda ima vrlo visoki toplinski kapacitet idealna je za pohranu toplinske energije koju oslobađa u noćnim satima te tako omogućava rad elektrane i u noćnim satima (iako sa smanjenim kapacitetom). Ova vrsta postrojenja ima izuzetno malu učinkovitost.

## Skladištenje toplinske energije

Efikasnost ovih elektrana se povećava ugradnjom sustava za skladištenje energije, čime se dobiva i na pouzdanosti. Ti se sustavi baziraju na pohranjivanju toplinske energije u materijal velike energetske gustoće. Trenutno se kao takav materijal koristi rastopljena sol natrij-metal velike energetske gustoće. Također se danas koristi para pod visokim pritiskom (50 bara na 285 °C), ali vrijeme pohrane je svega jedan sat. Elektrana u izgradnji u Cloncurryu (Australija) će koristiti pročišćeni grafit.

U veljači 1983. godine *Acro Solar Co.* je u blizini Hesperije i Californiji pustila u rad solarnu elektranu snage 1 MW, koja godišnje proizvodi tri milijuna kWh električne energije.

Solarna elektrana zauzima prostor od osam hektara neplodne zemlje, gdje Sunce sija skoro svakog dana. Sastoji se od 108 polja od kojih svako sadrži po 8960 monokritalnih Si solarnih ćelija. Svako polje se nalazi na nosaču koji je pokretan u dva smjera. Okrećući se oko jedne osi u toku dana nosač usmjerava solarne ćelije prema Suncu. Tijekom godine nosač se pomjera oko druge osi s ciljem praćenja sunčeve deklinacije.

Solarna elektrana daje jednosmjernu struju koja se pomoću odgovarajućih invertera pretvara u naizmjeničnu i pomoću transformatora podiže do odgovarajućeg napona zbog uključenja u prijenosnu mrežu.

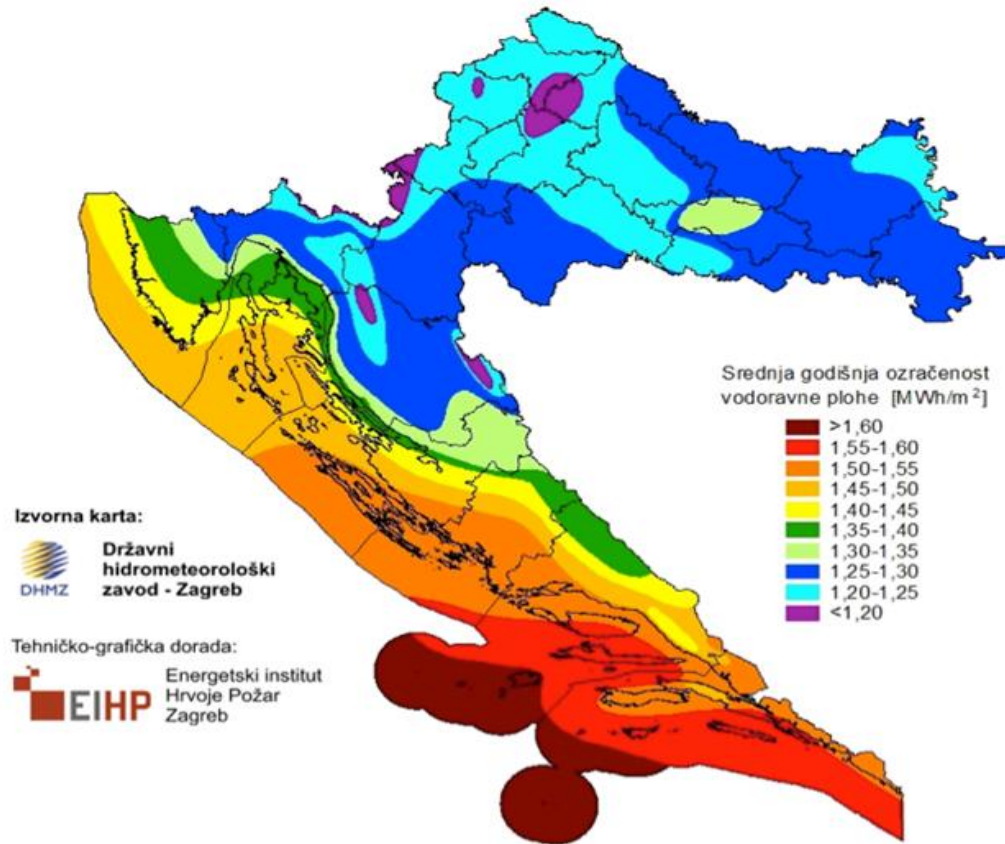
Znatno veću solarnu elektranu snage 16MW, *Acro Solar Co.* je instalirala 1984. godine u *Carrisi Plains* u središnjoj Californiji. Tijekom ljeta u ovoj oblasti snaga sunčevog zračenja je približno  $1\text{kW/m}^2$ . Solarna elektrana se sastoji od solarnih modula sa reflektorima. Solarni moduli se pomoću nosača tijekom dana usmjeravaju prema Suncu, a godišnje se vrše ispravci položaja solarnih modula u odnosu na sunčevu deklinaciju. Pomoću te elektrane oko 6400 obiteljskih kuća u okolini se opskrbljava električnom energijom.<sup>(3,4)</sup>

### **Najveće solarne elektrane u pogonu**

- SEGS –9 solarnih elektrana, USA, Kalifornija (pustinja Mojave), kapacitet 354 MW, parabolični kolektori
- SGS - USA, Arizona, kapacitet 280 MW, parabolični kolektori
- SGS - Španjolska, Logrosan, kapacitet 200 MW, parabolični kolektori
- ASPS – Španjolska, Guadix, kapacitet 150 MW, parabolični kolektori
- Puerto Errado - Španjolska, Murcia, 31.4 MW, Fresnel reflektori
- PS20 solar power tower – Španjolska, Sevilla, 20 MW, solarni toranj
- Jinshawan – Kina, 200 kW, solarna uzgonska elektrana

## Solarne elektrane u Hrvatskoj

Hrvatska je sunčana država (slika 12.). U Hrvatskoj je prosječno zračenje sunca na kvadratni metar 1425 kWh/godinu što je usporedivo s kalorijskom vrijednošću 150 L nafte.



Slika 12. Srednja godišnja ozračenost suncem u Republici Hrvatskoj<sup>(10)</sup>



U Hrvatskoj je 2012. otvorena najveća solarna elektrana u Sv. Klari (slika 13.). Projekt najveće hrvatske solarne elektrane, koji obuhvaća 3.000 četvornih metara fotonaponskih ćelija na sedam krovova, s instaliranom snagom od 400 kW i godišnjom proizvodnjom električne energije od oko 400 tisuća kWh, moći će opskrbiti 130 kućanstava električnom energijom te godišnje smanjiti emisije CO<sub>2</sub> za 232 tone.

Slika 13. Solarna elektrana u Sv, Klari

Hrvatska prati EU standarde i sve više građana se uključuje u solarne fotonaponske mreže, te svoja kućanstva prestaju izlagati visokim računima uz očuvanje okoliša.

Grad	Zagreb		Split		Osijek	
	10kW	30kW	10kW	30kW	10kW	30kW
<b>Snaga elektrane</b>	10kW	30kW	10kW	30kW	10kW	30kW
<b>Godišnja proizvodnja(kWh)</b>	10500	31600	13750	41250	10700	32200

Grad	Pula		Rijeka		Varaždin	
	10kW	30kW	10kW	30kW	10kW	30kW
<b>Snaga elektrane</b>	10kW	30kW	10kW	30kW	10kW	30kW
<b>Godišnja proizvodnja(kWh)</b>	12500	37500	11600	34900	10400	31300

## Značaj i vizija energije Sunca u budućnosti

Iskorištavanje energije Sunca već nekoliko godina bilježi konstantan rast u gotovo cijelom svijetu, te počinje dobivati važnu ulogu u elektroenergetskom miks u većini zemalja. Tehnologije fotonaponskih ćelija i koncentrirane sunčeve energije ubrzano se razvijaju, a ulaganja investitora postaju sve veća. Za većinu zemalja najveće kočnice za veće iskorištavanje energije Sunca predstavljaju zamršeno zakonodavstvo i nedovoljni poticaji od strane vlada. Pretpostavka je da će u slijedećih nekoliko godina iskorištavanje obnovljivih izvora energije, pa tako i energije Sunca, konstantno rasti, ponajviše zbog zadanih ciljeva o smanjenju emisija stakleničkih plinova, povećanju upotrebe električne energije iz obnovljivih izvora energije, smanjenja cijene obnovljivih izvora energije, te želje za što manjom ovisnošću o fosilnim gorivima koja postaju sve skuplja.

Solarna energija kao i svaki drugi obnovljivi izvor energije znači manje emisija ugljičnog dioksida i manje potražnje za fosilnim gorivima. Ekološki prihvatljivi izvori energije su točno ono što svijet treba ukoliko želi izbjeći najgore od klimatskih promjena. Svijet jednostavno mora potražiti nove izvore energije jer fosilna goriva nisu ni ekološki prihvatljiva niti će trajati zauvijek, solarna energija je jedan od tih izvora sa ogromnim potencijalom (Zemlja u 71 minutu primi dovoljno solarne energije da zadovolji energetske potrebe čovječanstva za cijelu godinu) koja bi uz adekvatno istraživanje i primjenu mogla postati jedan od glavnih izvora energije. Solarna energija ne zagađuje niti ugrožava okoliš te ima iznimnu ekonomsku prednost nad ostalim izvorima jer osim početne investicije, daljnja proizvodnja električne energije je besplatna.

## Zašto solarne elektrane?

- To je jedan od ekološki najčišćih izvora energije, ne stvara buku i ne zagađuje okolinu!
- Sunce je vječno, besplatno te svakog dana ponovno izlazi!
- Solarnim elektranama pomažemo u očuvanju zaštite našeg planeta sa drastičnim smanjenjem ispuštanja CO<sub>2</sub> u ozon.
- Samo jedan kWh električne energije dobivene iz Sunca smanjuje emisiju CO<sub>2</sub> za 1 kg.
- Ulaganje u obnovljive izvore energije zadatak je svakog čovjeka koji u budućnosti teži osvještanoj i ekonomičnoj potrošnji električne energije.

Na slici 14. prikazana je usporedba raspoloživih fosilnih goriva na Zemlji s raspoloživom energijom Sunca godišnje.



Slika 14. Usporedba raspoloživih fosilnih goriva i solarne energije godišnje

## Literatura

1. Knjige: Udovičić, Božo, *Elektroenergetski sustav*, Zagreb 2005.

2. Jasmina M. Radosavljević, Tomislav M. Pavlović, Miroslav R. Lambić, *Solar Energy and Sustainable Development*

3. Tomislav M. Pavlović, Ph.D., Branislav D. Čabrić, Ph.D., *Physics and Technics of solar energetic*

4. Časopisi: Labudović Boris, *Energetika, Obnovljivi izvori energije*, broj 1/2013, Zagreb siječanj-veljača 2013.

Web stranice:

5. <http://www.brolex.com/solarna-energija.html>

6. [http://www.izvorienergije.com/energija\\_sunca.html](http://www.izvorienergije.com/energija_sunca.html)

7. [http://www.izvorienergije.com/videos/princip\\_rada\\_fotonaponskih\\_celija.html](http://www.izvorienergije.com/videos/princip_rada_fotonaponskih_celija.html)

8. <http://eko-modul.hr/solarna-energija/o-solarnoj-energiji>

9. <http://www.obnovljivi.com/energija-sunca/52-znacaj-i-vizija-energije-sunca-u-buducnosti>

10. <http://www.sol-navitas.hr/>

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

12. [http://hr.wikipedia.org/wiki/Sun%C4%8Deva\\_energija](http://hr.wikipedia.org/wiki/Sun%C4%8Deva_energija)

13. <http://www.hrastovic-inzenjering.hr/>

14. <http://www.gizmag.com>

15. <http://www.alstom.com>

16. <http://www.redrock.com>