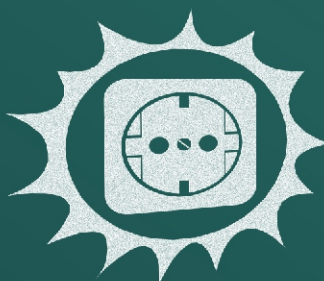


# Uvod u obnovljive energije

Vodič za profesore, učenike i ostale



Sejfudin Agić i George Stiff



**CENTAR ZA EKOLOGIJU I ENERGIJU**

M. i Ž. Crnogorčevića 8  
75000 Tuzla  
BOSNA-HERCEGOVINA

tel/fax: ++387 (0)35 249-311

[ceetz@bih.net.ba](mailto:ceetz@bih.net.ba)

[www.ekologija.ba](http://www.ekologija.ba)

# Uvod u obnovljive energije

Vodič za profesore, učenike i ostale

Pripremili su:

Sejfudin Agić, dipl.ing.elektro.

George Stiff, dipl.geol.

Tuzla, oktobar 2009.

Štampa

d.o.o. „Off-Set“, Tuzla

Tiraž

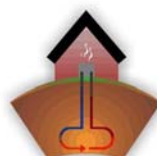
500 primjeraka



Ovaj dokument je pripreman od strane Centra za ekologiju i energiju u okviru projekta „Održiva energija za održivi razvoj“. Projekat je finansirala Vlada Republike Slovenije. Sadržaj izražava stav autora, ali ne i oficijelno reprezentativno mišljenje Vlade Republike Slovenije.

## SADRŽAJ

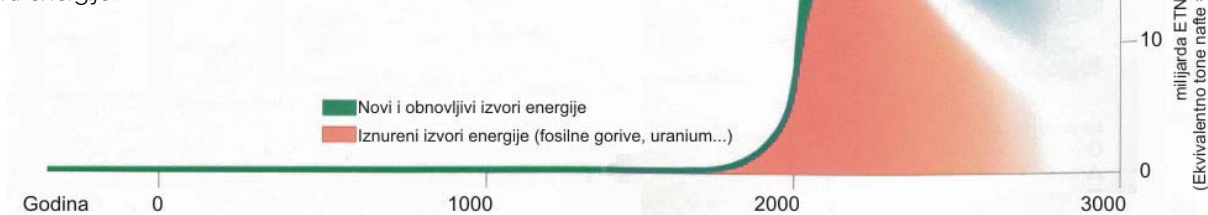
<b>Sva je energija u prirodi!</b> .....	<b>3</b>
<b>Tekuća energija: hidroenergija</b> .....	<b>4</b>
Male hidroelektrane .....	4
<b>Energija vodenih valova</b> .....	<b>5</b>
Energija plime i oseke .....	5
Toplotna energija okeana .....	5
<b>Energija iz zraka: vjetar</b> .....	<b>6</b>
<b>Živa energija: biomasa</b> .....	<b>7</b>
Bioplin.....	8
Biogoriva.....	8
<b>Energija Zemlje: geotermalna energija</b> .....	<b>9</b>
<b>Energija dobivena od gorive ćelije</b> .....	<b>10</b>
Vodik.....	10
<b>Energija sa zvijezda: Solarna energija</b> .....	<b>11</b>
Sunce .....	11
Pasivna solarna energija.....	11
Pasivni solarni kolektori.....	12
Pasivni solarni sistemi za toplu vodu.....	13
Sistemi zatvorene i otvorene petlje .....	13
Termosifonski efekat.....	13
Solarne elektrane.....	14
Fotonaponska konverzija.....	15
Solarni potencijal Bosne i Hercegovine .....	16
<b>Žaključak</b> .....	<b>16</b>



## Sva je energija u prirodi!

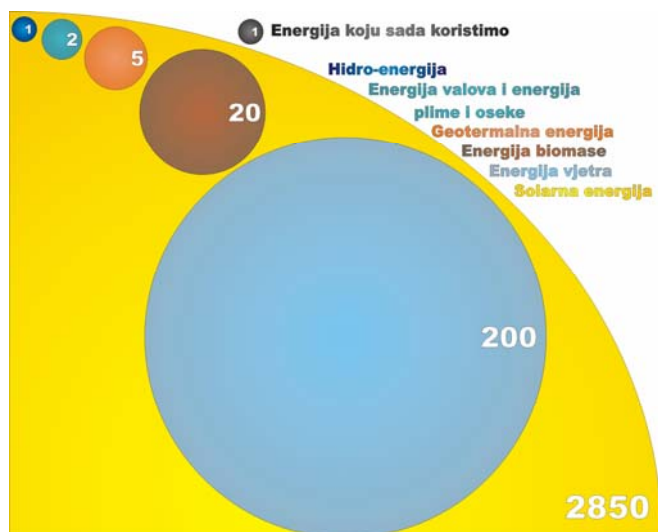
Globalno posmatrano može se reći da je tehnološki razvoja civilizacije došao do kraja jedne epohe, kada više fosilna goriva, konvencionalni ili neobnovljivi izvori energije ne mogu biti osnova za planiranje budućeg razvoja i kada se postavlja pitanje – šta dalje?

Odgovor je prvo razviti metode štednje i efikasnog korištenja postojećih energetske resursa i drugo uvođenju novih izvora energije i intenziviranje rada na usavršavanju, korištenju i pronalazanju novih, kako ih još nazivamo. alternativnih, obnovljivih ili distribuiranih izvora energije.



Zalihe različitih energetske resursa nisu neograničene. Rezerve urana, uglja, nafte i plina neće trajati zauvijek, niti će se vratiti same od sebe, a obnovljivi energetske resursi su nadohvat ruke.

Obnovljiva energija je dobivena iz prirodnih procesa koji se konstantno obnavljaju. U svojim različitim oblicima, dobiva se direktno iz sunca ili iz topline stvarane duboko u Zemlji. To još uključuje električnu struju i toplinu dobivenu iz izvora poput sunčeve svjetlosti, vjetra, oceana, hidroenergije, biomase i geotermalne energije te biogoriva i vodonika dobivenog iz obnovljivih izvora.



Stoljećima su naši preci živjeli u skladu sa prirodom. Nisu trošili onoliko koliko mi danas, a preživljavali su hiljadama godina oslanjajući se na prirodne energetske izvore koji jesu obnovljivi izvori. To su energetske izvori koji su dio tokova prirodnih procesa.

Svaki od ovih izvora ima jedinstvene karakteristike koje utječu na to kako i gdje su korišteni.

Svake godine u svijetu potrošimo energije koliko bi se dobilo sagorijevanjem 10.000.000.000 t uglja (crna loptica). Sve svjetske rijeke sadrže količinu energije jednaku onoj koju potrošimo tokom jedne godine (tamno plavi krug), oceani sadrže duplo više energije (tirkizno plavi krug), iz geotermalnih izvora se može dobiti 5 puta veća količina energije od trenutne potrošnje (narandžasti krug), biopljin i bioenergija mogu osigurati 20 puta više energije u odnosu na trenutnu potrošnju (smeđi krug), vjetar 200 puta veću količinu (svijetlo plavi krug) dok Sunce isija 2850 puta (žuti krug) više energije u odnosu na naše trenutne potrebe

Obnovljivi izvori energije ne zagađuju okoliš u tolikoj mjeri kao neobnovljivi, ali nisu ni oni svi potpuno čisti. To se posebno odnosi na energiju dobivenu iz biomase koja kao i fosilna goriva prilikom sagorijevanja ispušta CO<sub>2</sub>.

Ako izuzmемо energiju vode glavni problemi kod obnovljivih izvora su cijena i mala količina dobivene energije. Potencijali obnovljivih izvora energije su veliki, ali trenutna tehnološka razvijenost ne dopušta nam oslanjanje samo na njih.



## Tekuća energija: hidroenergija

Riječ hidroenergija može se odnositi doslovno na svaki oblik energije koji potiče od vode, ali se u praksi najčešće odnosi samo na energiju koju dobivamo iz riječnih tokova i rječica. Ovo je možda najstariji energetska izvor kojeg je čovjek koristio. Njena prva zabilježena upotreba datira od prije 6.000 godina u Grčkoj, a ogledala se u sistemima za navodnjavanje i vodenicama.



Hidropotencijale možemo koristiti na mnogo načina uključujući: velike hidroakumulacije i brane velikih dimenzija, male hidroelektrane koje proizvode do 5.000 kW snage, sisteme bez brane koji koriste kinetičku energiju rijeka ili okeana, snagu morskih struja koji koriste kinetičku energiju morskih struja, energiju plime i oseke u vertikalnom i horizontalnom smjeru, energiju pohranjenu u valovima, snagu gradijenta slanosti, ili energiju dobivenu iz razlike u slanosti između morske i slatke vode...

Hidroenergija je jedna od najčešće korištenih obnovljivih energetskih izvora, a opskrbljuje energetske potrebe u iznosu od oko 3%.

Brane ne moraju biti velike da bi izazvale značajnu štetu po okoliš i društvo. Treba se sjetiti da gdje god postoji brana sa velikim vodenim rezervoarom iza sebe, da tu je nekada bilo zemljište koje je bilo dom nebrojenim životnim zajednicama biljaka, životinja i ljudima... Neželjene posljedice prekomjerne eksploatacije su nestanak zajednica riba, poplave, smanjenem količine vode u nizvodnim tokovima...

### Male hidroelektrane

Male hidroelektrane su hidroenergetski sistemi manjih snaga, uglavnom izgrađeni na manjim vodotocima, odnosno na manjim rijekama, potocima, raznim kanalima pa čak i vodoopskrbnim sistemima.

Malih hidroelektrana se dijele prema snazi na: mikrohidroelektrane (snage do 50 kW), minihidroelektrane (snage 50 - 500 kW) i male hidroelektrane (snage 500 - 5.000 kW).

Govoreći o hidroenergiji kao obnovljivom izvoru u užem se smislu misli samo na male hidroelektrane. Male hidroelektrane, u slučaju da su izbor lokacije i tehnološkog rješenja primjereni, nema većih štetnih uticaja na životnu sredinu, ali i male hidroelektrane prave štetu vodotocima pogotovo ako se na jednom vodotoku nalazi više hidroelektrana. Da bi se umanjili štetni uticaji, pri planiranju gradnje male hidroelektrane posebnu pažnju treba posvetiti adekvatnom izboru lokacija malih hidroelektrana, protoku vode, riziku od pogrešnog upravljanja vodenim resursima, nedostatku biološkog minimuma količine vode, uticaju na floru i faunu...

Imajući u vidu negativne uticaje velikih i malih brana, posljednjih godina je inovirano mnogo projekata u vezi sa proizvodnjom hidroenergije povoljne za okoliš. Jedna od njih je korištenje tekuće voda za proizvodnju energiju. Na primjer, mikro-hidro turbine se ugrađuju na vodovodnim cijevima i koriste pritiska kojeg voda stvara unutar cijevi pri njenom doticanju u domaćinstva za proizvodnju energije.

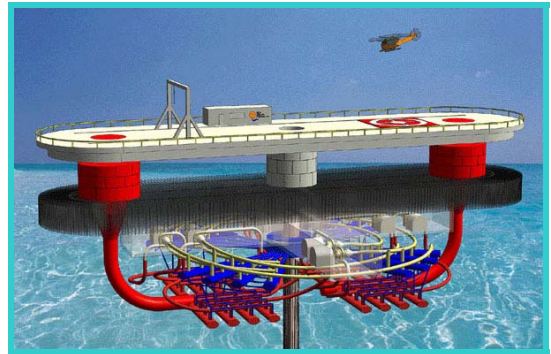
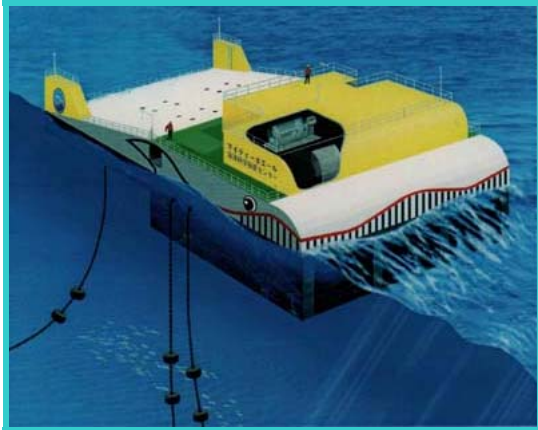


Energetski potencijali malih hidroelektrana BiH iznosi 3.520 GWh električne energije godišnje što predstavlja 12,64% ukupnog hidropotencijala BiH. Od toga je iskorišteno svega 1,59 MW električne energije, odnosno 2,44%



## Energija vodenih valova

Ova tehnologija ima komercijalno dobre izgleda. Talasi su izuzetno učinkoviti u pogledu energije, jer vodeni talas prelazi velika rastojanja uz minimalni gubitak energije. Velika Britanija je posebno aktivna u razvijanju talasne tehnologije na obalama, a u državama poput Japana se, još od 1998. godine, radi sa funkcionalnim priobalnim modelom po imenu "Moćni Kit" kapaciteta u iznosu od 120 kW.



## Toplotna energija okeana

Pretvaranje toplotne energije okeana (Ocean thermal energy conversion - OTEC) je metoda generiranja električne energije koja iskorištava temperaturnu razliku koja postoji između plitkih i dubokih voda okeana.

Sunce kontinuirano grije površine oceana koji pokrivaju oko 70% površine Zemlje i time se stvara znatna temperaturna razlika između površinskih voda i dubokih voda, a ta temperaturna razlika potencijalno se može iskoristiti za generiranje ogromnih količina električne energije, a da se tim postupkom ne zagađuje okolina niti se ispuštaju opasni staklenički plinovi.

Sam princip generiranja električne energije je vrlo jednostavan. Topla površinska voda koristi se za grijanje tekućine koja ima nisku temperaturu vrelišta (npr. propan), stvorena para pokreće turbine generatora električne energije, a nakon toga se ta para hladi hladnom vodom iz dubine oceana i time se pretvara natrag u tekuće stanje.

Ukupna količina energije koja se može dobiti iskorištavanjem ovog načina pretvorbe energije je jedan do dva reda veličine veća od ostalih metoda iskorištavanja energije okeana, kao što je na primjer iskorištavanje energije valova ili iskorištavanje energije plime i oseke.

Veliki problem kod iskorištavanja ovog oblika energije je skupa oprema i mala ukupna efikasnost procesa. Efikasnost je zbog male temperaturne razlike 1-3%.

## Energija plime i oseke

Plime i oseke koje se redovno smjenjuju u toku dana, mogu se koristiti kao stalan i predvidljiv izvor energije. Trenutno su jedino Francuska, Rusija i Kanada izgradile elektrane koje rade na principu plime i oseke (one funkcioniraju slično tradicionalnim branama, ali su smještene na ušću umjesto na samoj rijeci).

Nažalost i ove velike morske brane su potencijalno ekološki štetne kao i velike riječne brane, naročito po opstanak ribe. Ali, slično hidroenergiji rijeka, već se realiziraju projekti manjih razmjera uz minimiziranje negativnog uticaja na okoliš.



## Energija iz zraka: vjetar

Pored korištenja energije iz okeana možemo koristiti i energiju akumuliranu u vjetrovima koji su posljedica strujanja zraka uglavnom izazvani hlađenjem i grijanjem velikih vodenih i kopnenih površina.

Snaga vjetra je zapravo jedna od najstarijih poznatih energetske izvora koje je koristio čovjek. Egipćani su prvi za koje je poznato da su koristili energiju vjetra za plovidbu čak prije pet hiljada godina.

Francuzi su izgradili prve evropske vjetrenjače, ali najpoznatije su one koje koriste Holandani. Oni su energiju vjetra koristili pri navodnjavanju, mljevenju žita i drenaži morske vode.

Energija vjetra ima veliki potencijal kao i moderne vjetrenjače (vjetrogeneratori, vjetroturbine) koje proizvode struju. Vjetro energija počinje dominirati energetske tržištem, sa porastom od 30% godišnje, a devet od deset vjetro turbina se danas proizvodi u Evropi. Ako se postave jedna do druge, vjetrenjače mogu dovesti do maksimuma proizvodnju energije, na područjima gdje vjetar dostiže veće brzine.

Danske i Holandija su postavljaju nekoliko farmi vjetrogeneratora u priobalnim područjima umanjujući ovisnost o uvoznim energentima i boreći se protiv klimatskih promjena.



Na primjer, životni vijek vjetrenjače, visoke 67 m, kapaciteta 1,5 MW, u principu traje dvadesetak godina. U tom vremenskom periodu jedna vjetroturbina može

da proizvede 76 miliona kWh, što je jednako uštedi oko 84.000 t lignita koji bi bio spaljen. Ako ovu količinu uglja u vidu gomile postavila pored vjetrenjače bila bi skoro iste visine (oko 50m), a čak i šireg promjera (oko 80m). A ovo je samo jednu među hiljadama turbina koje već rade ili će uskoro da prorade.

Novije vjetroturbine imaju raspon snage od 600 kW do 5 MW premda su turbine sa izlaznom snagom od 1.5 do 3 MW postale tipične za komercijalne svrhe. Izlazna snaga turbine je funkcija kubne brzine vjetra, tako se s povećanjem brzine vjetra značajno poveća izlazna snaga. Područja gdje su vjetrovi snažniji i učestaliji, poput priobalja i mjesta velike nadmorske visine, preporučljiva su za izgradnju vjetroparkova.

Vjetrogenerator snage 1 MW sa faktorom kapaciteta od 35% neće proizvoditi 8.760 MWh/godišnje već samo  $0,35 \times 24 \times 365 = 3.066$  MWh. Uz pomoć dostupnih podataka za neke lokacije, faktor kapaciteta se može izračunati na temelju godišnje izlazne snage.

Globalno gledajući, smatra se da dugoročni tehnički potencijal energije vjetra pet puta veći od konačne svjetske proizvodnje energije, tj. da je 40 puta veći od trenutne potražnje energije. Iskustva s priobalnim izvorima ukazuju na to da je tamo brzina vjetra ~90% veća od one na kopnu, pa bi tako priobalni izvori mogli pridonijeti znatno više energije. Taj broj bi se također mogao povećati s povećanjem nadmorske visine vjetroturbina smještenih na kopnu ili u zraku.

Snaga vjetra je obnovljiva i ne uzrokuje stakleničke plinove CO<sub>2</sub> i metan.

Poput ostalih oblika obnovljive energije, ni snaga vjetra nije savršena. Prvobitne turbine su pravile previše buke ili se smatralo da kvare estetski dojam krajolika. Bilo je problema sa tzv.udarima ptica, gdje su ptice ginule udarajući u turbine ili od njene lopatice. Dok je to validan argument, stručnjaci udare ptica o turbine smatraju prilično rijetkim slučajem, a ostale visinske prepreke (strujne žice, građevine, itd.) predstavljaju čak i veću prijetnju naročito kada su smještene na poznatim putanjama selidbe ovih životinja. Još jedan problem je ometanje radijskih i televizijskih talasa lopaticama turbina.

Potrebno je naći odgovarajuće lokacije i sprovesti detaljne procjene o sveukupnom uticaju prije no što se jedna turbina vjetra ili farma vjetra izgradi. Praćenjem propisa i uzimanjem u obzir uticaja na lokalno stanovništvo i ekologiju, energija vjetra, narednih godina, može postati jedna od najvažnijih industrija i u BiH.



## Živa energija: biomasa

Biomasa je moderni termin koji označava ono što je najstariji energetska izvor kojeg je čovjek koristio. Biomasa čine brojni različiti proizvodi biljnog i životinjskog svijeta kao što su grane, grančice, kora drveta i piljevina iz šumarstva i drvne industrije, slama, kukuruzovina, stabljike suncokreta, ostaci pri obrezivanju vpc̄a, vinove loze i maslina, košpice višnje i kore od jabuka iz poljoprivrede, životinjski izmet i ostaci iz stočarstva, komunalni i industrijski otpad... Biomasa je i obnovljivi izvor energije koji se može direktno pretvarati u energiju izgaranjem te tako proizvesti vodenu paru za grijanje u industriji i domaćinstvima te dobivanje električne energije u malim termoelektoranama.

Najstariji, ali još uvijek i najčešći oblik upotrebe biomase jeste spaljivanje drveta. Tehnički govoreći, spaljivanje drveta se smatra oblikom korištenja biomase, dakle, obnovljivom energijom. Ali, daleko je od toga da je to jedini ili najprofinjniji način.

Znatno veću energetska gustoću ima posebna vrsta repe ili kompresovani otpad iz drvne i poljoprivredne industrije, šećerna trska i neke vrste trave.



Upotreba biomase podrazumijeva i neke životinjske proizvode. Životinjski izmet se direktno može spaliti, ili čekati da fermentira i da se stvori tzv. bioplina. Svakog dana se stvara jednaka količina energije od izmeta stotine pilića, triju svinja ili jedne krave kao i od jednog litra dizela!

Jedna od najjačih prednosti biomase je činjenica što je ona u principu CO<sub>2</sub>-neutralna, jer se u procesu uzgoja biljke apsorbira CO<sub>2</sub>, a spaljivanjem se plin ponovo oslobađa u karbonskom ciklusu da bi ponovo bio

apsorbiran u toku rasta slijedećih usjeva. spaljivanjem biomase se javlja zagađenje zraka u vidu sitnih čestica, NO<sub>x</sub>-a i drugih plinova.

Biogorivo nastaje iz biomase, a može biti u tekućem stanju i tada se naziva biodizelno gorivo ili u plinovitom stanju i tada se naziva bioetanol.

Veoma je bitno znati da upotreba biomase ne ubrzava proces klimatskih promjena. Biljke koriste CO<sub>2</sub> tokom svog rasta i pohranjuju ga u svoje organe, korijen, stabljike, grane i sl. Kada se biljke spale pohranjena količina CO<sub>2</sub> se ispusti u atmosferu, a druge biljke u svom rastu koriste taj otpušteni CO<sub>2</sub>. Upotrebom biomase, zatvara se krug očuvanja CO<sub>2</sub>.



BiH ima zavidne potencijale biomase čemu ide u prilog i činjenica da je oko 50% teritorije BiH je pokriveno šumama pri čemu ne treba zanemariti i biomasu nastalu u poljoprivredi. Prema studiji koju je za Innotech HT GmbH, Berlin sproveo GTZ, neiskorišteni su potencijali rezidualnog drveta i drvnog otpada za 2003. godinu iznosili približno oko 1 milion m<sup>3</sup> što bi moglo osigurati toplotnu energiju za 130.000 domaćinstava ili 300.000 građana. U Bosni i Hercegovini je udio biomase u ukupnom energetska snabdijevanju 4,2%.





## Bioplin

Metanske bakterije nastanjivale su Zemlju još u doba kada atmosfera nije sadržavala kisik – prije otprilike 3,5 milijarde godina. Ti organizmi ne mogu koristiti kisik, jer na njih ima toksično djelovanje.

Najznačajniji predstavnici metanskih bakterija su methanobacterium formicicum, methanobacterium bryantii, methanobrevibacter arboriphilus ... Metabolizam bakterija odgovoran je za raspadanje (truljenje, fermentacija) organskih tvari.



Općenito, svi organski materijali podložni su fermentaciji. S tehničkog odnosno energetskog gledišta, najvažniji organski materijali su: komunalne otpadne vode i kruti otpad (razgradnja prije odlaganja), poljoprivredni otpad (životinjsko gnojivo, biljni ostaci), industrijski organski otpad (hemijska industrija, prehrambena industrija), otpaci iz klaonica, kuhinjski otpad (restorani) i plantažno uzgojeno raslinje namijenjeno za iskorištavanje u energetske svrhe.

Bioplin se može dobiti s odlagališta otpada. Kada se otpad razgrađuje oslobađa se plin metan. U odlagalište se postave cijevi te se metan može sakupljati. Zatim se plin spaljuje u termoelektrani kako bi se proizvela električna energija. Slična stvar može se napraviti u štalama farmi. Na farmama gdje se uzgaja mnogo stoke proizvodi se gnojivo (stajnjak). Kad se gnojivo razgrađuje ono također ispušta plin metan slično kao i otpad. Taj se plin može spaljivati na samoj farmi te tako proizvoditi energiju potrebnu za rad farme. Izgradnja elektrane na biomasu košta oko 800-850 €/kW.

## Biogoriva

Biogoriva su goriva koja se dobivaju preradom biomase. Ekološki su daleko prihvatljivija od fosilnih, ali im je proizvodnja još uvijek skuplja. Proizvode se u Brazilu, iz šećerne trske, a u SAD-u, iz kukuruza. Glavna biogoriva su bioetanol i biodizel.

Bioetanol predstavlja alternativu benzinu. U SAD-u se uglavnom dobiva iz kukuruza gdje etanolske smjese čine oko 9% ukupne godišnje prodaje benzina. Pretpostavlja se kako su američka vozila od 1979. godine do danas prešla približno 3 milijarde kilometara koristeći etanolske smjese. U Brazilu, koji je i vodeća zemlja u svijetu u proizvodnji i primjeni etanola za vozila, bioetanol se dobiva iz šećerne trske. Oko 15% brazilskih vozila se kreće na čisti etanol dok preostala koriste dvadesetpostotnu smjesu s benzinom. Bioetanol se može dobivati i od ostalih žitarica kao što su pšenica i ječam te od krumpira.

Biodizel (metilni ester repičinog ulja) je gorivo za motorna vozila koje se dobiva od ulja uljane repice ili recikliranog otpadnog jestivog ulja. Biorazgradiv je i nije opasan za okoliš. U nekim zemljama Evropske Unije, biodizel je u određenom postotku već zastupljen u gorivima, te također neka vozila već mogu voziti na 100%-tni biodizel. Dobiva se kroz proces esterifikacije, tako što biljno ulje reagira s metanolom i natrijevim hidroksidom kao katalizatorom, te nastaje ester masnih kiselina zajedno s ostalim nusproduktima: glicerolom, gliceridskim talogom i sapunom.



Biodizel i bioplin se koriste i u gradskom prevozu.



## Energija Zemlje: geotermalna energija

Riječ geotermalna potiče iz grčkog jezika i sadrži riječi: "zemlja" i "toplota". Kao složenica se odnosi na toplotu koja se nalazi unutar zemljine kore, iste one energije koja potiče procese koji se odvijaju duboko u zemljinoj kori i omotaču, kao i one koje su odgovorne za vulkanske erupcije.

Stoljećima je zemljina toplota korištena kao energetski izvor, ali nije bila korištena na industrijskom nivou. U posljednjem stoljeću ljudi su uvidjeli da, ako u zemlji ima dovoljno energije koja može topiti kamen i izazivati vulkane, onda ima i dovoljnih količina pare koja pokreće turbine u elektranama.

Medij koji prenosi toplinu iz unutrašnjosti na površinu je voda ili para koja se pojavljuje u obliku gejzira i vrućih izvora.



Geotermalna elektrana je kao svaka druga elektrana, osim što se para ne proizvodi izgaranjem goriva već se dobiva iz zemlje. Hladna voda upumpava se na vruće granitne stijene koje se nalaze blizu površine, a van izlazi vruća para na iznad 200 °C i pod visokim pritiskom i ta para onda pokreće generatore. Nakon turbine para odlazi u kondenzator, kondenzira se da bi se tako dobijena voda injektirala nazad u geotermalni izvor.

Najveća prednost geotermalne energije je to što je čista i sigurna za okoliš. Ne stvara emisije štetne za okoliš. Smanjuje se korištenje fosilnih goriva, što također smanjuje emisiju stakleničkih plinova.

Zalihe geotermalne energije su praktično neiscrpe. Geotermalne elektrane zauzimaju mali prostor, grade se direktno na izvoru energije i lako opskrbljuju okolna područja toplinskom i električnom energijom.

Geotermalna energija je pouzdana jer ne zavisi meteorološkim utjecajima i električna energija iz

geotermalnih izvora može se proizvoditi 24 sata na dan. Geotermalne elektrane imaju vrlo niske troškove proizvodnje jer zahtijevaju samo energiju za pokretanje vodenih pumpi, a tu energiju proizvodi elektrana sama za sebe.

Najveći nedostatak je to što nema mnogo lokacija koje su prikladne za iskorištavanje geotermalne energije. Problem kod korištenja je ispuštanje materijala i plinova iz dubine zemlje koji mogu biti štetni kada izađu na površinu. Najopasniji je vodikov sulfid koji je vrlo korozivan i vrlo ga je teško pravilno odložiti. Statistike pokazuju da je povećana pojava potresa u regijama gdje se iskorištava geotermalna energija.

Potencijal geotermalne energije je ogroman, ima je 50.000 puta više od sve energije koja se može dobiti iz nafte i plina širom svijeta.

U prirodi se geotermalna energija najčešće pojavljuje u formi vulkana, izvora vruće vode i gejzira. Procjenjuje se kako toplinski tok iz unutrašnjosti do površine Zemlje iznosi 42 TW. Pri tome 8 TW potječe iz Zemljine kore (2%), 32,3 TW iz plašta (82%), a tek 1,7 TW iz jezgre (16%), ali samo se mali dio te energije može isplativo iskorištavati, svega do dubine 5.000 m.

Najveći geotermalni sistem koji služi za grijanje nalazi se na Islandu (Reykjavik) u kojem gotovo sve zgrade koriste geotermalnu energiju. Voda iz geotermalnih rezervoara koristi se za grijanje staklenika za proizvodnju cvijeća i povrća.



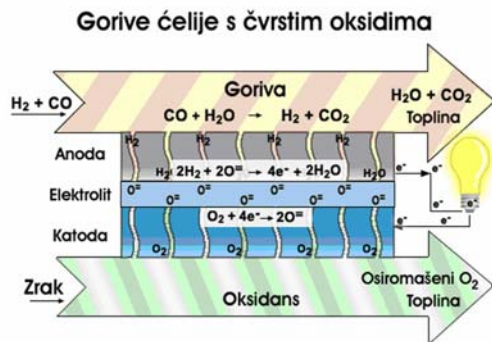
Iskorištavanje geotermalne energije se kod nas sprovodi u lječilištima sa termalnim izvorima. Na našim prostorima postoji veliki broj termalnih izvora koji se ne koriste na racionalan način, a preliminarna istraživanja su pokazala da se rezerve tople vode na manjim dubinama nalaze u širem području sjeverne BiH.



## Energija dobivena od gorive ćelije

Gorive ćelije ili gorivi članci su elektrohemijski pretvarači energije koji iz hemijske energije goriva izravno, bez pokretnih dijelova i izgaranja, proizvode električnu (i toplinsku) energiju. Sam naziv 'gorive' pomalo zavarava, jer u njima ništa ne gori.

Po svome načelu rada gorive ćelije su slične baterijama. Ali, za razliku od njih, zahtijevaju stalan dovod goriva i kiseonika ( $O_2$ ). Pri tome gorivo može biti vodonik ( $H_2$ ), sintetski plin (smjesa  $H_2$  i  $CO_2$ ), prirodni plin ili metanol, a produkti njihove reakcije s kiseonikom su voda, električna struja i toplina, pri čemu je cijeli proces, zapravo, suprotan procesu elektrolize vode.



Ovisno izvedbi, odnosno o primijenjenom elektrolitu, postoji više vrsta gorivih ćelija. Alkalijske gorive ćelije kao elektrolit koriste kalijev hidroksid, sumpornu kiselinu ili membranu na osnovi ionske zamjene i za svoj rad zahtijevaju posve čist  $H_2$  i  $O_2$ . Zbog toga se i koriste samo u svemiskom programu, ali nakon nezgode šatla Challenger NASA ozbiljno razmatra njihovu zamjenu suvremenijima – gorivim ćelijama s polimernom membranom. Zbog vrlo povoljnog omjera postignute snage i mase, one su vrlo zanimljive za primjenu u automobilima i u stacionarnim energetskim postrojenjima malih snaga (od 200 do 250 kW). Gorive ćelije s fosfornom kiselinom također su već komercijalizirane i najčešće se koriste u kontejnerskim energetskim postrojenjima u kojima kao gorivo služi prirodni plin. Zbog visokih pogonskih temperatura gorive ćelije s rastopljenim karbonatom i krutim oksidom nazivaju se visokotemperaturnim i još su u fazi razvoja, iako je izvedeno nekoliko pokusnih postrojenja (snage i do 2 MW).

Danas se gorive ćelije uspješno koriste u vozilima kao osnovni izvor energije za pogon elektromotora, u stacionarnim postrojenjima za proizvodnju električne energije, te u kotlovima za sisteme grijanja i pripremu potrošne tople vode u kućama, stambenim ili poslovnim zgradama, manjim naseljima i manjim industrijskim pogonima, što je veliki doprinos smanjivanju onečišćenja okoliša.

## Vodik

$H_2$  najčešći je element u Svemiru i jedan od najčešćih na Zemlji. Ipak, na Zemlji se gotovo isključivo nalazi u vezanom obliku, odnosno u raznim hemijskim spojevima. Najlakši je element u prirodi i čak je 14 puta lakši od zraka. Na sobnoj je temperaturi ( $21^\circ C$ ) i pri atmosferskom tlaku, u plinovitom je stanju, bez boje, okusa i mirisa, zapaljiv, ali neotrovan.

Na zraku  $H_2$  gori blijedoplavim, gotovo nevidljivim plamenom temperature oko  $2.045^\circ C$  (na čistom kisiku gotovo  $2.800^\circ C$ ), pri čemu ne nastaje čađa, a zračenje plamena je oko 10 puta manje nego kod drugih gorivih plinova. Zbog toga je i smanjena opasnost od zagrijavanja neposredne okolice i mogućih ozljeđivanja ljudi. Njegovim izgaranjem nastaje samo vodena para, posve neškodljiva za okoliš. Ipak, energija potrebna za zapaljenje na zraku je 12 puta manja nego kod benzina, ali je brzina izgaranja 8 puta veća.

U hemijskom je smislu  $H_2$  redukcijsko sredstvo i spaja se s brojnim drugim elementima. Najčešća mu je uporaba kao reaktivni sudionik reakcija, zaštitni plin, važna sirovina u brojnim industrijama, za oplemenjivanje u hemijskoj, farmaceutskoj ili prehrambenoj industriji itd.

$H_2$  je zasigurno gorivo budućnosti. Nažalost, postoji jedan problem:  $H_2$  je plin koji se ne može lako upumpati u rezervoar.

U Berlinu je u novembru 2006. godine lansiran BMW Hydrogen 7, prvi serijski automobil na vodikov pogon u povijesti. Njegov motor kao gorivo može koristiti uobičajeni benzin, ali i plin  $H_2$ .



U BMW-u smatraju da je pogon na  $H_2$  rješenje za predstojeća desetljeća, tokom kojih će nafte biti sve manje, a zatim će se i sasvim iscrpiti.

$H_2$  se može dobiti iz mnoštva izvora: solarnotermalnom metodom, iz biomase, zemnog plina, ali i posredno iz energije vjetera i vode. Ako zatreba, i iz električne struje dobivene bilo kojom drugom metodom (u nuklearnim ili termo elektranama). Druga velika prednost mu je ta što ne onečišćuje - iz ispuha BMW-a Hydrogen 7 izlazi vodena para.

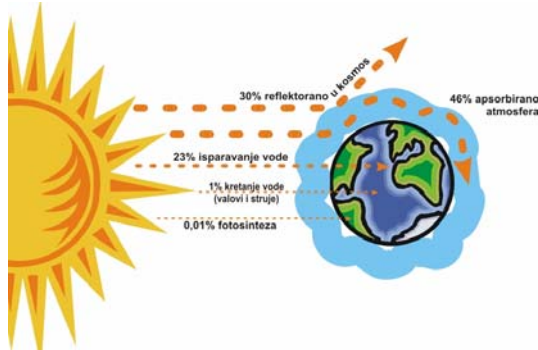


## Energija sa zvijezda: Solarna energija

Najpopularniji obnovljivi energetski izvor je solarna energija, imenovana po latinskoj riječi koja označava sunce – „sol“. Obožavano od davnina i činjenica da je jedno od primarnih pokretačkih sila života uopšte, na sunce se ponovo gleda kao na spasioca čovječanstva, ovoga puta ne u religijskom kontekstu, nego u smislu spasavanja čovječanstva od štetnih posljedica na okoliš.



Iako ima mnogo mjesta na Zemlji na kojima nema fosilnih goriva ili urana, nema mjesta bez sunčeve svjetlosti. Sunčeva svjetlost izaziva temperaturne promjene koje pokreću vjetrove i okeanske struje, život biljaka i životinja koje su neophodne za korištenje biomase, a neophodna je i za održavanje vodenog ciklusa rijeka i mora. Bez sunca naša planeta ne bi ni bila dovoljno topla da održava geotermalne izvore. Čak i fosilna goriva su "stara biomasa" nastala i djelovanjem svjetlosti.



Pod nazivom solarna energija smatra se energija koju sadrži sunčeva svjetlost. Možemo je upotrebljavati na mnogo načina, uključujući: proizvodnju električne energije upotrebom fotonaponskih solarnih ćelija, proizvodnju vodika upotrebom fotoelektrohemijskih ćelija, proizvodnju električne energije upotrebom koncentrirane solarne energije, proizvodnju električne energije zagrijavanjem uhvaćenog zraka koji okreće turbine u solarnom tornju, zagrijavanje zgrada, direktno kroz konstrukciju pasivne solarne zgrade, zagrijavanje prehrambenih proizvoda uz pomoć solarnih pećnica, zagrijavanje vode ili zraka pomoću solarno toplinskih panela, zagrijavanje i hlađenje zraka kroz upotrebu solarnih kamina, proizvodnja električne energije u geosinhronoj orbiti pomoću solarnih satelita, solarne klimatizacijske jedinice...



## Sunce

Sunce je naša najbliža zvijezda te, neposredno ili posredno, izvor gotovo sve raspoložive energije na Zemlji. Sunčeva energija potiče od nuklearnih reakcija u njegovom središtu. Ova se energija u vidu svjetlosti i topline širi u svemir pa tako jedan njen mali dio dolazi i do Zemlje.

Sunčevom energijom se koristimo oduvijek i svakodnevno, a da toga najčešće nismo ni svjesni (npr. sušenje veša, zagrijavanje prostora i sl.). Danas se sunčeva energija može koristiti i na mnogo efikasnije načine, među njima su najpoznatiji:

Solarni kolektori - sistemi koji pretvaraju sunčevu energiju u toplotnu energiju vode (ili nekog drugog tekućeg medija).

Fotonaponske ćelije - direktno pretvaraju sunčevu energiju u električnu energiju. Efikasnost ime je od 10% za jeftinije izvedbe s amorfnim silicijem, do 25% za skuplje izvedbe.

Ulaganja u solarne sisteme su minimalna. Kako? Sva ulaganja su na početku primjene, pri ugradnji sistema, i tu se sve završava. Koristimo ih maksimalno 20, 30, 50 godina ili bolje rečeno vječito, bez računa, bez plaćanja, bez čekanja u redu. Isplati se...

## Pasivna solarna energija

Arhitekti koriste pasivni solarni princip kako bi proizveli najveće količine besplatnog osvjetljenja i grijanja uz pomoć sunčeve svjetlosti.

Čak su i stari Grci koristili princip da bijela boja reflektira svjetlost, što bi značilo da se može održavati hladnija temperatura u kućama. Obratni učinak se na sličan način može postići farbanjem zidova kuća u crno, u svrhu maksimiziranja grijanja kuće sunčevom energijom.



### Pasivni solarni kolektori

Pasivne solarne kolektore dijelimo na niskotemperaturne, srednjotemperaturne i visokotemperaturne kolektore.

Niskotemperaturni kolektori se izvide kao ravne ploče, a namjenjeni su za grijanje vode i klimatizaciju.

Ugao postavljanja solarnih grijači vode određuje se prema geografskoj širini radi postizanja veće korisnosti. Niskotemperaturni kolektori se uglavnom ugrađuju za grijanje bazena i vode u domaćinstvima, a mogu se koristiti i za grijanje, hlađenje te ventilaciju prostora. U takvim kolektorima najčešći mediji za prijenos topline su zrak ili voda.

Tehnologija grijanja vode je vrlo efikasna iako učinak zavisi od geografske lokacije kolektora. Kolektori izvedeni kao ravne ploče i kolektori s vakuumskim cijevima imaju korisnost preko 60% za normalnog načina rada, a koriste se za grijanje vode na nižim temperaturama (25-70°C).



Spremnici toplinske energije spremaju sunčevu energiju tokom dana i oslobađaju je za vrijeme hladnijih perioda. Najčešći materijali koji se koriste kao spremnici toplinske energije su kamen, beton ili voda. Prilikom odabira veličine i položaja spremnika uzima se u obzir klima, dnevna osunčanost i zasjenjivanje. Kada je pravilno ugrađen, spremnik toplinske energije može pasivno zadržavati ugodnu temperaturu, smanjujući pritom potrošnju energije.

Srednjotemperaturni kolektori su najčešće izolirani kolektori s pokrovom, a koriste se za zagrijavanje vode za stambenu ili komercijalnu upotrebu.



Sunčeva energija može se koristiti za kuhanje, sušenje i pasterizaciju. Kolektori koji se koriste za pripremu hrane smanjuju potražnju za gorivom, drvom i poboljšavaju kvalitetu zraka smanjujući količinu dima koja bi se inače oslobodila. Koncentrirajući solarni kolektori koriste reflektore za usmjeravanje sunčeva zračenja na posudu za kuhanje. Kao reflektori najčešće se koriste ravne ploče, diskovi i parabolični kanali. Ovakve izvedbe mogu postići temperaturu i do 350°C.

Viskotemperaturni kolektori koncentriraju sunčevo zračenje koristeći ogledala ili leće te se uglavnom koriste za proizvodnju električne energije.



Solarni kolektori izvedeni kao ravne ploče su najčešće korišteni nekoncentrirajući kolektori tamo gdje zadovoljavajuća temperatura medija ne prelazi 95°C. No tolika temperatura medija nije dovoljna za efikasnu proizvodnju električne energije. U solarnim termalnim elektranama sunčevo zračenje se lećama i ogledalima koncentriira radi postizanja veće temperature. Takva tehnika naziva se sunčeva (solarna) koncentrirana energija.



### Pasivni solarni sistemi za toplu vodu

Ključni dio sistema solarnog kolektora jeste panel. On radi na principu minijaturnog staklenika smještenog na krovu kuće. Na površini panela postavljen je transparentni prekrivač koji sprečava izlazak sunčeve svjetlosti, dok apsorberajuća ploča i izolacija služe kao apsorberi solarne energije, slično kao što to čini zemljina površina pri zagrijavanju.



Korištenjem pravih materijala moguće je minimizirati gubitke refleksije, sa bočne ili donjih strana panela. Rezultat je maksimalna količina energije dobivena i apsorbirana u sistemu, koja se predaje tečnosti unutar sistema cijevi.



Na sunčanom, ljetnom danu, tečnost u cijevima doseže temperature 60-80°C ili više, dok se na sunčanom zimskom danu postižu temperature 50-65°C. To znači da solarni kolektori rade jednako dobro i tokom zime. Najvažnija je prisutnost sunčeve svjetlosti.

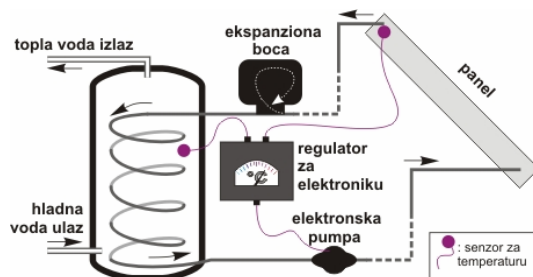
### Sistemi zatvorene i otvorene petlje

Solarni sistem zatvorene petlje, je dobio naziv jer tečnost koja prenosi toplotu (npr. antifriz za centralno grijanje) nije u direktnom dodiru sa vodom koju

zagrijavamo u bojleru. Sistem otvorene petlje, sa druge strane, miješa vodu koja se grije u panelu sa vodom koja se koristi iz bojlera. Najveći problem sa sistemima otvorene petlje je što brzo dolazi do kalcifikacije u sistemu cijevi a pri niskim temperaturama može doći i do pucanja cijevi.

Po svojoj prirodi, sistem zatvorene petlje ne koristi svjež/hovu vodu, jer zadržava istu tečnost cijelo vrijeme, minimizirajući taloženje kamenca. Da bi se suzbilo smrzavanje koristi se kao tečnost antifriz - etilen glikol ili propilen glikol. Obje solucije su otporne na niske temperature, ali se trebaju provjeravati i mijenjati svakih 3-10 godina.

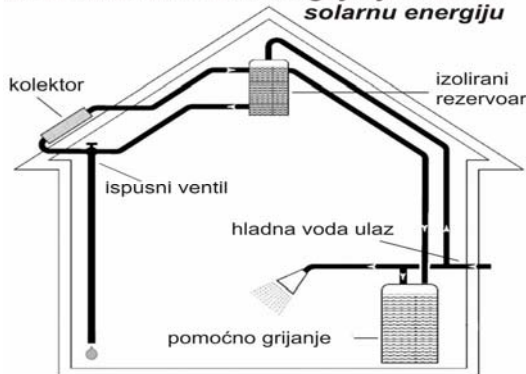
Sistemi zatvorene petlje funkcioniraju na principu neprekidne cijevi pri čemu zagrijana tečnost kruži iz kolektora u bojler i tako ukруг. Unutar bojlera imamo izmjenjivač toplote koji zagrijava voda za upotrebu.



### Termosifonski efekat

Najjeftiniji solarni kolektor radi bez pumpi ili drugih pokretnih dijelova zahvaljujući tzv. termosifonskom efektu. Prenos toplote i zagrijavanje tečnosti nastaje uslijed prirodnih temperaturnih razlika. U sistem uvodimo hladnu vodu koja puni sistem cijevi i rezervoar do vrha. Sunce zagrijava vodu unutar cijevi smještenih u kolektoru, a kako se toplota povećava, topla voda se prirodno penje do vrha, gdje izlazi iz panela i penje se do rezervoara sa vodom. Topla voda koja je napustila panel se zamjenjuje hladnom vodom iz rezervoara. Cjelokupni proces stvara prilično brz vodeni tok u iznosu od oko 60 l/sat.

### Termosifonski sistem za grijanje vode uz solarnu energiju



## Solarne elektrane

Neki od najčešće implementiranih modela solarnih elektrana koriste, radi maksimalnog učinka, ogledala za skupljanje svjetlosti.

Najkompaktnija od njih funkcionišu u vidu solarnih antena, gdje se sunčeva svjetlost reflektira do tačke koja je u stanju da direktno proizvede struju. Čitav sistem izgrađen je tako da prati položaj sunca.



Elektrane sa središnjim solarnim tornjem koriste mnoštvo ravnih, pomičnih ogledala za fokusiranje sunčevih zraka na kolektor tornja. Prednost ovakve izvedbe je viša temperatura pri kolektoru, za razliku od parabolične kanalne izvedbe. Naime, toplinska energija se na višim temperaturama može efikasnije pretvoriti u električnu energiju ili spremiti za kasniju upotrebu. Nedostatak ovakve izvedbe je činjenica da svako ogledalo mora imati vlastiti dvoosovinski sistem pomicanja, što otežava njegovo održavanje, dok kod parabolične kanalne izvedbe jednoosovinski sistem upravlja velikom skupinom ogledala.

Velika polja rotirajućih ogledala usmjeravaju sunčevu svjetlost na centralni strujni toranj, gdje zagrijane tečnosti koje se unutra nalaze dosežu temperature do 1500°C.



Elektrane s paraboličnim kanalnim reflektorima sastavljene su od mnoštva paralelno postavljenih ogledala koji reflektiraju direktno sunčevo zračenje na kolektore koji se nalazi iznad njih. Ogledala su parabolična u jednom i ravna u drugom smjeru. Kako promjena položaja sunca paralelna s kolektorom ne skreće fokus s kolektora, potrebno je mijenjati položaj kolektora samo radi okomitih promjena položaja sunca.

Ravna ogledala fokusiraju svjetlo na vrh tornja. Bijela površina ispod kolektora služi za podešavanje položaja ogledala.

Treća vrsta modela, sistem korita, koristi polje rotirajućih paraboličnih ogledala, da bi sabrala sunčevu svjetlost sa prolaza izlivanja tečnosti na centralizovanu lokaciju u svrhu proizvodnje struje ili centralnog grijanja.

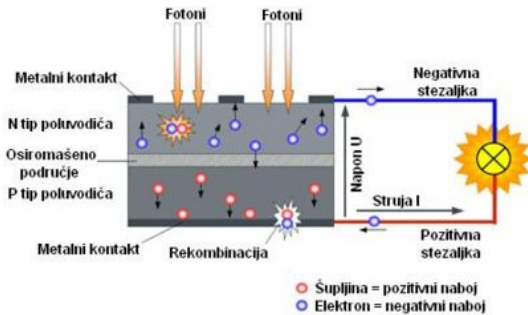


Ova izvedba koristi veliko parabolično reflektirajuće ogledalo u obliku tanjira. Ono fokusira sunčevo zračenje u točki iznad reflektora, gdje se na kolektoru Stirling motorom ili parnim strojem pretvara u mehaničku energiju pa potom generatorom u električnu. Prednost izvedbe s koncentrirajućim tanjirom je mogućnost postizanja vrlo visokih temperatura.



### Fotonaponska konverzija

Aktivne metode za korištenje solarne energije, uključuju fotonaponske/ fotovoltaičke ćelije, čiji naziv potiče iz grčkih riječi za svjetlo – „photo“ – i jedinice za električni napon – „volt“. Logičkim slijedom možemo zaključiti da je svrha ove vrste tehnologije dobivanje električne struje iz svjetlosti.



Da bi dobili električnu energiju fotoelektričnim efektom trebamo imati usmjereno gibanje fotona svjetlosti koje dovodimo na površinu poluprovodnika silicijuma. Sve nabijene čestice, a tako i fotoelektroni gibaju se usmjereno pod utjecajem električnog polja. Vlastito električno polje nastalo uslijed formiranja dva tipa poluvodiča u silicijumu (tzv. PN spoj) se formira oko osiromašenom području. Zbog njega se fotoelektroni i šupljine u poluvodičima, nagomilavaju na suprotnim krajevima i na taj način stvaraju elektromotornu silu. Ako na takav sistem spojimo trošilo, poteći će struja.

Na ovakav način sunčane ćelije proizvode napon oko 0,5-0,7 V uz struju od oko nekoliko desetaka mA/cm<sup>2</sup> ovisno o snazi sunčevog zračenja ali i o spektru zračenja.

Korisnost fotonaponskih solarnih ćelija kreće se od nekoliko do 40%. Ostala energija, koja se ne pretvori u električnu, uglavnom se pretvara u toplinsku i grije ćeliju.

Monokristalne Si ćelije mogu pretvoriti 1.000 W/m<sup>2</sup> sunčevog zračenja u 140 W električne snage s površinom ćelija od 1 m<sup>2</sup>.

Polikristalne Si ćelije mogu pretvoriti 1.000 W/m<sup>2</sup> sunčevog zračenja u 130 W električne snage s površinom ćelija od 1 m<sup>2</sup>.

Amorfne Si ćelije mogu pretvoriti 1.000 W/m<sup>2</sup> sunčevog zračenja u 50 W električne snage s površinom ćelija od 1 m<sup>2</sup>.

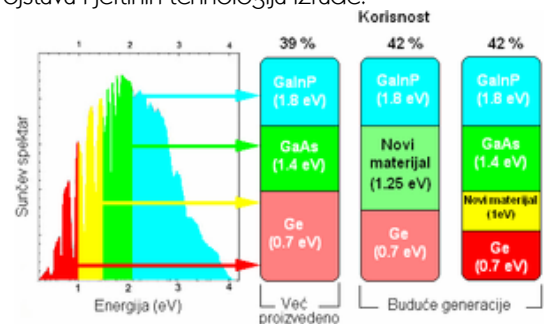
Ukoliko se tanki film silicija stavi na staklo ili neku drugu podlogu to se naziva amorfna ili tankoslojna ćelija. Debljina sloja iznosi manje od 1 μm, stoga su troškovi proizvodnje manji u skladu sa niskom cijenom materijala. Prvenstveno se koristi u opremi gdje je

potrebna mala snaga (satovi, džepna računala) ili kao element fasade.

Galij arsenidne (GaAs) ćelije imaju visoku apsorpciju pa je potrebna debljina od samo nekoliko μm da bi apsorbirao sunčeve zrake. Zbog visoke cijene koristi se u svemirskim programima i u sistemima s koncentriranim zračenjem gdje se štedi na ćelijama.



Kadmij telurijevе (CdTe) ćelije su pogodne za upotrebu u tankim PV modulima zbog fizikalnih svojstava i jeftinih tehnologija izrade.



Vrijeme povrata uložene energije je vrijeme koje fotonaponska ćelija mora raditi da bi proizvela električnu energiju koja je bila potrebna za njenu proizvodnju. To vrijeme iznosi od jedne do nekoliko godina, dok je rok trajanja od 10 do 30 godina, ovisno o tehnologiji.

Zahvaljujući fotonaponu, stručnjaci na Sjevernom i Južnom polu su u mogućnosti da izvrše svoja ispitivanja sa više nego dovoljnom količinom struje na raspolaganju.

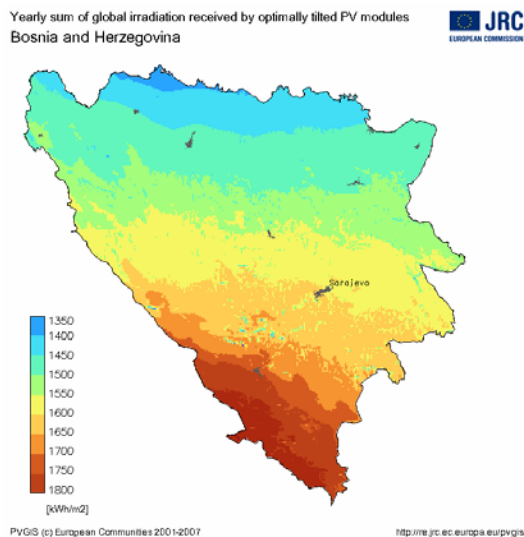




Najveći problem za modernu fotonaponsku industriju jeste cijena. Proizvodnja fotonaponske ploče je skupa. Iako je silicij jedan od najzastupljenijih elemenata na Zemlji, dobivanje njegovih najčišćih oblika zahtijeva novac i specijalnu tehnologiju.

### Solarni potencijal Bosne i Hercegovine

Teoretski potencijal sunčeve energije u BiH (koja ima prosječno oko 2.000 sunčanih sati godišnje) iznosi oko 74,65 TWh što je 1.250 puta veća količina energije od ukupno potrebne primarne energije FBiH u 2000. godini. Može se reći da BiH predstavlja jednu od povoljnijih lokacija u Evropi kada je radijacija Sunčeve energije u pitanju. Prema dostupnim podacima Sunce godišnje preda, na 1m<sup>2</sup> horizontalne plohe, na sjeveru BiH oko 1.240 kWh energije, a na jugu zemlje oko 1.600 kWh energije.



Prednosti fotonaponskih tehnologija su da su to relativno čiste tehnologije. Tokom rada ne opterećuje, u prevelikoj mjeri, okoliš i ne proizvodi stakleničke plinove. Troškovi održavanja su jako mali.



Fotonaponska solarna elektrana Serpa u Portugalu  
snage 11 MW

Solarna energija je često skuplja nego struja dobivena od drugih izvora.

Solarna energija nije dostupna noću te pri lošim vremenskim uvjetima, stoga moramo koristiti spremnike.

Solarne ćelije proizvode istosmjernu struju koji mora bit pretvoren u izmjenični a to podrazumijeva gubitak energije od 4 do 12%.

Solarna energija ima jako malu gustoću tj. daje malo energije po jedinici površine.

### Žaključak

21. vijek jeste vijek borbe za energiju i hranu. Broj ljudi na Zemlji stalno raste, dosada poznati, fosilni izvori energije se iscrpljuju, a obradive zemlje za dobivanje hrane je sve manje. Energija je ključni faktor koji treba da održi ravnotežu i omogući ljudima opstanak na Zemlji. Zadovoljavanje potreba za energijom na dosadašnji način skupo je stajalo mnoge generacije ljudi i dalji pravci u potrazi za potrebnom energijom su već drugačiji od dosadašnjih. Da bi se to ublažilo, razvijaju se nove tehnologije za korištenje obnovljivih izvora energije.

U ovom vodiču smo se dotakli samo jednog segmenta novih tehnologija za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora želeći popuniti nedostatak literature iz ove oblasti za polaznike različitih seminara i školskih programa.

Smjer u kojem želimo djelovati je sistematiziranje novih znanja koje nameću nove energetske tehnologije i informiranje i podizanje svijesti građana o ovoj temi. Teme koje treba obraditi su uštede i energetska efikasnost, potrošnja energije u zgradarstvu, toplinska zaštita zgrada, udobnost i komfor stanovanja, priprema i potrošnja toplinske energije, sistemi za grijanje i hlađenje.... ekološki aspekti proizvodnje, transporta i potrošnje energije, mogućnosti i potencijali obnovljivih izvora energije...

Nabrojali smo samo neke teme koje bi se veoma brzo mogle implementirati u redovne školske planove i programe svih zanimanja i struka.

Pravilno i pravovremeno informiranje kroz obrazovni sistem je pravi put u formiranju kritične mase ekološki svjesnih pojedinaca koji će učestvovati u kreiranju humane, čiste i održive ljudske zajednice.



Zajedno možemo sve!  
Centar za ekologiju i energiju

