



UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI
FAKULTET
DEPARTMAN ZA FIZIKU



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

ПРИМЉЕНО:	13 ЈУЛ 2007
ОРГАНИЗЈЕД:	БРОЈ
ОФОЗ	9/729

OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE

- diplomski rad -

Mentor:
Dr Nataša Žikić-Todorović

Kandidat:
Snežana Nemeš

Novi Sad, jul 2007.

UVOD	2
PROBLEMI SA ENERGIJOM	2
PROMENA KONCENTRACIJE CO ₂ I TEMPERATURE	3
OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE	5
OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE U SRBIJI	6
SOLARNA ENERGIJA.....	8
PASIVNE TEHNIKE	12
SOLARNI KOLEKTORI	16
FOTONAPONSKE (SOLARNE) ĆELIJE.....	17
FOKUSIRANJE SUNČEVE ENERGIJE.....	19
SOLARNE PEĆNICE	20
• <i>Solarne pećnice sa ogledalima</i>	20
• <i>Semicilindrična solarna pećnica.....</i>	21
VODONIK	22
<i>Gorivne ćelije</i>	22
VETAR KAO IZVOR ENERGIJE.....	25
MOGUĆNOSTI U SRBIJI	27
VETRENJAČE.....	28
<i>Mali, mobilni sistem za korišćenje u prirodi</i>	30
ENERGIJA VODENIH TOKOVA	31
ENERGIJA KOPNENIH VODOTOKOVA	32
<i>Električna opština.....</i>	34
ENERGIJA PLIME I OSEKE.....	34
ENERGIJA MORSKIH TALASA	35
UNUTRAŠNJA ENERGIJA MORSKE VODE	36
GEOTERMALNA ENERGIJA	37
REZEVE GEOTERMALNE ENERGIJE U SRBIJI	41
TOPLOTNA PUMPA.....	43
<i>Grejanje i hlađenje u zgradama</i>	43
<i>Tipovi toplotnih pumpi</i>	44
BIOMASA.....	46
PROCENE ZA SRBIJU	48
BIOGORIVA	49
<i>Proizvodnja i karakteristike biogasa.....</i>	50
<i>Proizvodnja biogasa na stočnim farmama</i>	52
<i>Proizvodnja i karakteristike gase iz drvenog otpada</i>	53
<i>Proizvodnja i karakteristike deponijskog gasa.....</i>	54
ZAKLJUČAK	57



UVOD

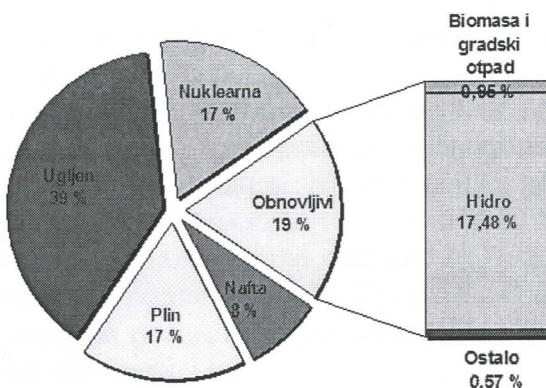
Čovekov položaj u biosferi je, u odnosu na sva ostala živa bića, svojevrstan i izuzetan po tome što je on misaono biće, ali i zato što je jedan od najmoćnijih ekoloških faktora na Zemlji. Svojim aktivnostima čovek menja fizičke uslove i izgled predela. Najkrupnije promene fizičkog prostora i ekoloških uslova života započele su krčenjem i uništavanjem šumskog pokrivača i razvojem zemljoradnje. To se naročito odrazilo na promene klimatskih i zemljiskih uslova. Ove promene nastavljene su isušivanjem baruština, jezera pa čak i delova mora, regulacijom tekućih voda i stvaranjem vodenih akumulacija. Poslednjih sto godina, korišćenje energije fosilnih goriva drastično je uticalo na atmosferu i promenu klimatskih uslova. Ovome takođe treba dodati i posledice izazvane neprekidnim zagađivanjem vazduha, vode i zemljišta otpadnim materijama koje čovek odbacuje u procesu sve veće urbanizacije i industrializacije.

Problemi sa energijom

Tokom industrijalizacije i sa porastom stanovništva na Zemlji, porastom saobraćaja, povećala se i potreba za energijom. To je dovelo do povećane upotrebe fosilnih goriva

Svetska ekonomija trenutno zavisi od fosilnih goriva. Prevozna sredstva pokreću derivati nafte. Veliki deo elektrana koristi kao gorivo naftu, ugalj ili prirodni gas. Nepotpuno sagorevanje goriva u motorima sa unutrašnjim sagorevanjem oslobađa otrovni ugljen monoksid, azotne okside (koji su glavni sastojak gradskog smoga) i razne ugljovodonike. Ugradnja katalitičkih konvertera donekle je poboljšala sagorevanje, ali nije potpuno uklonila zagađivanje. Sagorevanjem nastaje i ugljen dioksid, koji predstavlja gas staklene bašte. I samo vađenje, transport i skladištenje nafte zagađuju životnu sredinu. Slično je i sa ugljem. Pored problema vezanih za zagađenje životne sredine, tu je i problem stvaranja ekonomске zavisnosti. Naime, veliki broj zemalja u svetu, ne može proizvesti dovoljno nafte da odgovori potražnji, već je uvozi iz zemalja bogatih ovom sirovinom.

Glavni izvor energije još uvek su fosilna goriva, ključni svetski energet. Nafta je najznačajnija a ugalj i prirodni gas su podjednako zastupljeni. Gotovo 18% energije dobija se iz nuklearnih elektrana, a tek mali deo energije dolazi od obnovljivih izvora. U budućnosti će se morati podmirivati sve energetske potrebe iz obnovljivih izvora energije, zato se intenzivno istražuju ti resursi i dobijanje korisne energije iz njih.

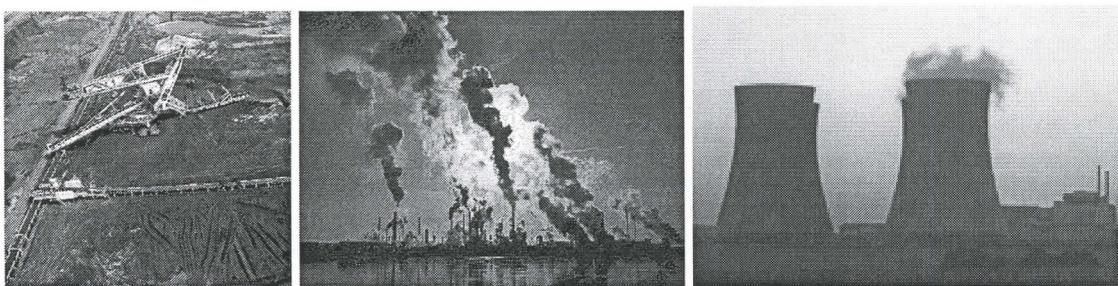


Udeo energeta u svetskoj proizvodnji električne energije za 2004. godinu

U konvencionalne izvore spadaju velike, skupe termoelektrane i nuklearne elektrane koje su opasni zagađivači životne sredine, uz velike hidrocentrale, koje nisu direktni zagađivači, ali su i one skupe i velike, pa se takođe smatraju konvencionalnim izvorima. Obnovljivim izvorima energije smatraju se izvori energije koji su sačuvani u prirodi i obnavljaju se u celosti ili delomično. Kao što su: mehanička energija vodotokova, vetra, Sunčeva energija, biogorivo, biomasa, biogas, geotermalna energija, energija talasa, plime i oseke, energija gasa iz deponija ili postrojenja za preradu otpadnih voda. Obnovljivi izvori ne zavise od zaliha uglja i naftе, čisti su i nepotrošivi, a obično podrazumevaju pogone malog gabarita.

Nakon sto godina korišćenja energije fosilnih goriva, danas se globalna slika menja, a obnovljivi se izvori sve više smatraju jednim od ključnih izvora energije budućeg razvoja Zemlje.

Jedna prosečna termoelektrana za godinu dana potroši oko 2,5 miliona tona uglja i proizvede 8 miliona tona ugljen-dioksida, 40 miliona tona sumpor-dioksida, 6 miliona tona praštine i pola miliona tona letećeg pepela (sl. 1).



Slika 1

Svake godine, na svaki hektar u krugu poluprečnika od 100 kilometara oko Termoelektrane "Nikola Tesla" pada po 326 kilograma sumporne kiseline. Svetski naučni eksperti smatraju da već 30 kilograma sumporne kiseline po jednom hektaru godišnje vodi u ekološku katastrofu, te se onda u krugu poluprečnika od 100 kilometara oko TE "Nikola Tesla" odvija jedanaest ekoloških katastrofa istovremeno.

U Srbiji problem predstavlja i to što domaćih rezervi uglja, bez Kosova, uz sadašnji nivo proizvodnje električne energije, ima za oko 50 godina, pa i zbog toga treba razmišljati o razvoju potencijala.

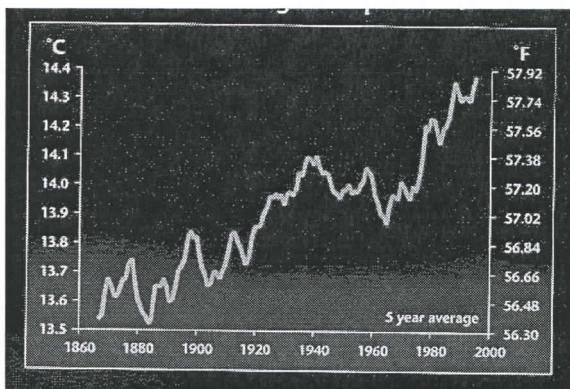
Promena koncentracije CO₂ i temperature

Smatra se da je vazduh zagađen, ako mu je sastav izmenjen, naročito ako mu je smanjen procenat kiseonika.

Deo reflektovanog zračenja sa Sunca se apsorbuje u gasovima staklene baštе (CO₂, N₂O, CH₄, HFC, PFC, SF₆). To je značajan mehanizam održanja temperature atmosfere (bez tih gasova temperatura bi bila 30°C niža). Njihova povećana koncentracija izaziva efekat staklene baštе.

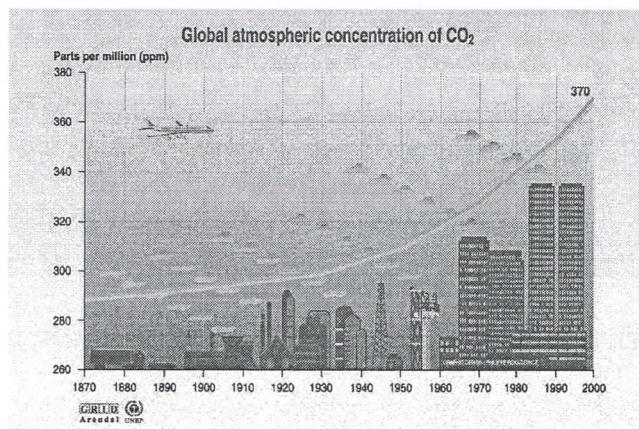
Postoje i prirodni izvori promene koncentracije CO₂ među ostalim i vulkanske erupcije. Zemlja je dinamički a ne statički sistem. Danas je već sa sigurnošću poznato da se koncentracija CO₂ značajno povećala tokom poslednjeg veka, pa je gotovo sigurno da je to posledica ljudske aktivnosti.

Sve je očiglednije da postoji jaka veza između koncentracije CO₂ i prosečne globalne temperature.Zemlja se zagrejala za 0,5°C (sl.2) u toku prošlog veka. Procenjuje se da će se globalna temperatura vazduha na Zemlji povećati za 1 – 3,5°C do 2100. godine. To je najbrže menjanje klime u poslednjih 10 000 godina.Zagrevanje ovakvih razmera uticaće na promenu temperature i raspodelu padavina.To će prouzrokovati porast nivoa mora i promene u raspodeli snabdevanja vode za piće. Takođe će uticati na zdravlje ljudi, vitalnost šuma i drugih prirodnih oblasti, kao i na poljoprivrednu proizvodnju, hranu. Zbog više vode u atmosferi biće više kiše i snega, što će uzrokovati poplave, eroziju tla i ogromne štete.U drugim oblastima Zemlje biće suša. Topljenje glečera širom sveta doprinelo je povećanju nivoa mora. Za poslednjih 100 godina nivo mora porastao je za 10-25cm. Topljenje i zagrevanje tundre (Sibir, Aljaska) dovodi do raspadanja organskih materija i oslobođanje CO₂, stvarajući dodatni izvor gasova staklene baštne.



Slika 2

Spisak negativnih efekata klimatskih promena je veoma dugačak i teško da izuzima i jednu oblast života na Planeti. Promena odnosa čitavog čovečanstva prema ovom rastućem problemu mora se odvijati u nekoliko pravaca. Svakako je najvažnija strategija koja se donosi na nivou najrazvijenijih nacija koje su istovremeno i najveći zagađivači. U javnosti je poznato ime Kjoto Protokola inicijalno potpisano 1997. godine u Japanu od strane 160 država. Protokol predviđa da pre svega najrazvijenije države (ali i one druge) smanje godišnje emisije gasova staklene baštne na nivoe 5% niže od onih iz 1990. i to između 2008. i 2012. godine (sl 3).



Slika 3

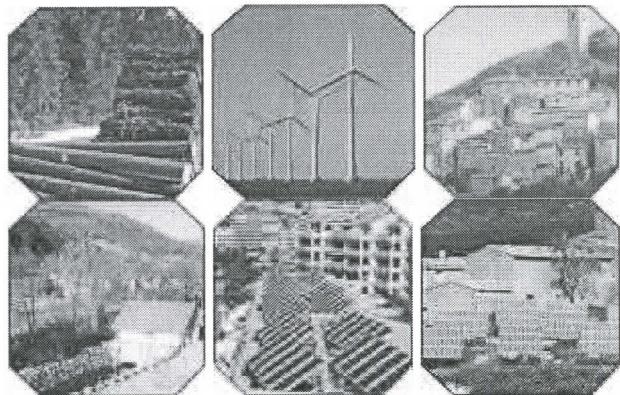
Ovi podaci upućuju na razmišljanje o tzv. alternativnim, čistijim izvorima energije koji su u ovom trenutku dostupni ili o onima koji su još u eksperimentalnoj fazi.

Pre ili kasnije, civilizacija će morati da se u potpunosti okreće podmirivanju energetskih poteba iz izvora koji nisu zasnovani na sagorevanju fosilnih goriva. Čak i kada problem klimatskih promena ne bi postojao, svetske zalihe fosilnih goriva nisu neiscrpne pa se sadašnjim tempom i očekivanim povećanjem eksploatacije predviđa njihovo iscrpljivanje najkasnije do kraja 21. veka.

Obnovljivi izvori energije

U obnovljive izvore energije spada:

- solarna energija,
- energija veta,
- biomasa, biogorivo, biogas,
- geotermalni izvori,
- energija malih vodenih tokova,
- energija plime i oseke,
- energija talasa,
- unutrašnja energija mora i okeana.



Alternative klasičnim izvorima, obuhvataju nekoliko sasvim različitih načina za dobijanje energije. Stepen naučnog razvoja u ovom trenutku omogućava komercijalno korišćenje nekih od njih. Nekoliko tehnologija, osobito energija veta, male hidroelektrane, energija iz biomase i sunčeva energija, su ekonomski konkurentne. Ovi alternativni izvori imaju svoje specifičnosti, prednosti i mane, u zavisnosti od stepena iskorišćenja i pristupačnosti koja najčešće direktno zavisi od inicijalnih troškova.

Obnovljivi izvori energije, ne uključujući hidroenergiju, daju manje od 1% ukupno potrebne energije. Taj udio u budućnosti treba znatno povećati jer neobnovljivih izvora energije ima sve manje, a i njihov štetni uticaj sve je izraženiji u zadnjih 10-20 godina. Sunce isporučuje Zemlji 15 hiljada puta više energije nego što čovečanstvo u sadašnjoj fazi može potrošiti, ali usprkos tome neki ljudi na Zemlji se smrzavaju. Iz toga se vidi da se obnovljivi izvori mogu i moraju početi bolje iskorišćavati i da ne treba brinuti za energiju nakon fosilnih goriva. Iako se obnovljivi izvori energije troše oni se ne iscrpljuju već se obnavljaju u određenom ritmu.

Neki od razloga korišćenja obnovljivih izvora energije su:

- obnovljivi izvori energije imaju vrlo važnu ulogu u smanjenju emisije ugljen dioksida u atmosferu,
- povećanje udela obnovljivih izvora energije povećava energetsku održivost sastava,
- njihovo korišćenje pomaže u poboljšavanju sigurnosti dostave energije jer smanjuje zavisnost od uvoza energetskih sirovina i električne energije.

Proces prihvatanja novih tehnologija vrlo je spor. Glavni problem za instalaciju novih postrojenja je početna cena. To diže cenu dobijene energije u prvih nekoliko godina, na nivo potpune neisplativosti u odnosu na ostale komercijalno dostupne izvore energije. Veliki udeo u proizvodnji energije iz obnovljivih izvora rezultat je ekološke svesti stanovništva, koje usprkos početnoj ekonomskoj neisplativosti, instalira postrojenja za proizvodnju "čiste" energije.

Treba razlikovati korišćenje energije obnovljivih izvora za proizvodnju električne i toplotne energije. Za sada samo hidroenergija ima značajan udeo u proizvodnji električne energije, iako se poslednjih godina probija energija veta koja se približava komercijalizaciji.

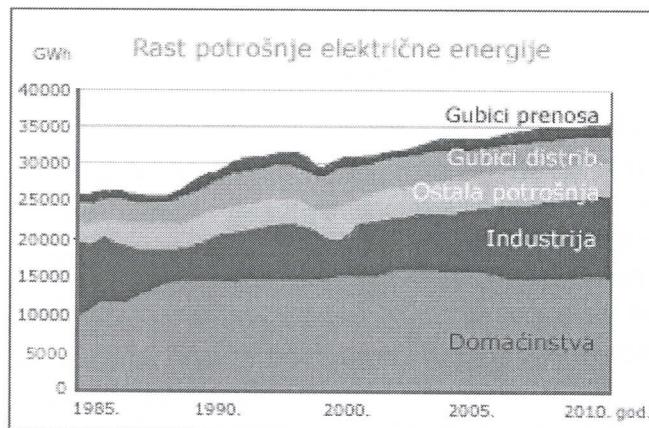
Obnovljivi izvori energije u Srbiji

"Vreme obnovljivih izvora u Srbiji dolazi. Sporo, ali kuca na vrata", kaže za "Vreme" dr Nikola Rajaković, redovni profesor na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu. "To je oblast gde ljudi mogu sebe da nađu, koja je pozitivna i progresivna i u kojoj se radi sa najmodernejim tehnologijama."

Prema podacima Ministarstva energetike, Srbija je 2004. godine potrošila energije koja je ekvivalentna sagorevanju skoro 40 miliona tona nafte. Iz obnovljivih izvora je tokom iste godine dobijeno samo 0,96 miliona ekvivalentnih tona(ten = 41,9 GJ), ali je zato potencijal iskorišćenja mnogostruko veći. Mali investitor će, svakako, pre nego što se upusti u svoj poduhvat izgradnje elektrane, morati da izabere sa kojim će obnovljivim izvorom raditi. Nemaju svi izvori jednak potencijal u Srbiji. Tako se za solarnu energiju smatra da je još uvek neisplativa za proizvodnju struje, mada je vrlo povoljna za grejanje. Geotermalni izvori su nedovoljno topli. Iskoristiva energija vetra još uvek nije u potpunosti ispitana. Energija koja bi se godišnje mogla dobiti korišćenjem biomase u Srbiji procenjena je na 2,68 miliona tona ekvivalentne nafte. Od toga se 1,66 miliona tona ekvivalentne nafte odnosi na poljoprivrednu, a oko milion tona na šumsku biomasu. Ukupni godišnji energetski potencijal biomase u Srbiji je na nivou od 40 odsto energetske vrednosti uglja koji se godišnje proizvede u našim rudnicima. Upotreba biomase, drvnih otapadaka i poljoprivrednih kultura za sagorevanje i proizvodnju struje postaje sve popularnija. U Srbiji se najduže upotrebljavaju male hidroelektrane i tu ima najviše uspelih poduhvata.

S druge strane, naizgled jeftini, konvencionalni kilovatsati koštaju znatno više od cene proizvodnje, jer država mora da uloži ogromne sume u sanaciju ekološke štete koju prave veliki pogoni, kao što je termoelektrana u Obrenovcu. Kada konačno bude ratifikovala Kjoto protokol, država će izdvajati velike sume novca za smanjenje emisije gasova staklene bašte iz termoelektrana, što nije potrebno za obnovljive izvore." Zeleni" kilovatsati su skuplji u proizvodnji, ali su u pogledu ekoloških troškova besplatni.

U Srbiji su domaćinstva najveći potrošači (sl. 4) električne struje.Nauka ima sve manje izbora. Broj stanovnika raste i sve je više uređaja na struju.



Slika 4
Potrošnja električne energije u Srbiji

Očuvanje energije je od suštinske važnosti, jer prekomernim, nesmotrenim korišćenjem uništavaju se prirodna bogatstva koja se troše da bi se ta energija dobila, preradila i transportovala do potrošača.

Otpadne industrijske i kanalizacione vode u Srbiji su organski vrlo zagađene i predstavljaju balast za rečne tokove i podzemne bunarske vode. Izazivači zagađenja su industrijske zone, intenzivna poljoprivredna proizvodnja, objekti kao što su uljare, šećerane, fermentacija, klanice, pivare, mlekare. Rešavanje ovih problema je osnovni preduslov proizvodnje zdrave hrane, a kao prateći efekat pojaviće se znatna količina električne i toplotne energije.

Klima je primarni energetski resurs čijim dejstvom su nastali i fosilni resursi ugalj i nafta. Aktuelno ispoljavanje klime kao resursa danas je dobio prioritetni značaj u savremenom svetu. Klima je sastavni deo svake teritorije i njeno korišćenje oslobođa od energetske zavisnosti.

Energija vetra i Sunca spada u najviše korišćene obnovljive energije danas u svetu. Pored toga što se radi o ekološki čistim energijama, bitan faktor za značajnu ekspanziju je i činjenica da je eksploracija izvora obnovljive energije postala i ekonomski konkurentna. Poslednjih godina je u čitavom svetu, a naročito u Evropskoj uniji došlo do naglog porasta primene svih oblika obnovljive energije.

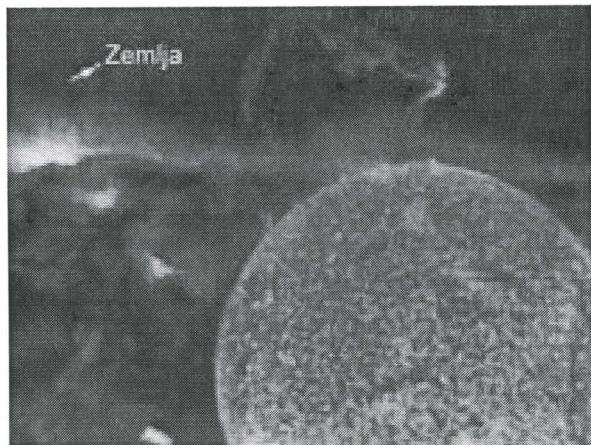
Sve izraženja glad za energijom ali i sve veći ekološki problemi nameću potrebu da se proizvodnja energije učini efikasnijom. To znači da bi velika energetska postrojenja, koja su inače i veliki zagađivači čovekove okoline, trebalo da ustupe mesto manjim energetskim postrojenjima lociranim na mestu potrošnje.

Obnovljivi izvori električne i toplotne energije, kao što su biomasa (biogas) i deponije smeća (deponijski gas) predstavljaju značajan potencijal za proizvodnju takozvane "eko struje" koja je u bilansima mnogih evropskih zemalja uvrštena u planske kategorije.

SOLARNA ENERGIJA

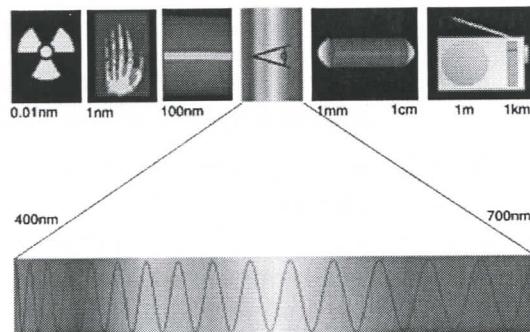
Sunce je nama najbliža zvezda te, neposredno ili posredno, izvor gotovo sve raspoložive energije na Zemlji. Sunčeva energija potiče od nuklearnih reakcija u njegovom središtu Radi se o fuziji, kod koje spajanjem vodonikovih atoma nastaje helijum, uz oslobođanje velike količine energije. Svake sekunde na ovaj način u helijum prelazi oko 600 miliona tona vodonika, pri čemu se masa od nekih 4 miliona tona vodonika pretvori u energiju. Ova se energija u vidu svetlosti i topote širi u Svemir pa tako jedan mali deo dolazi i do Zemlje.

Nuklearna fuzija odvija se na Suncu već oko 5 milijardi godina, kolika je njegova procenjena starost, a prema raspoloživim zalihama vodonika može se izračunati da će se nastaviti još otprilike 5 milijardi godina. Pod optimalnim uslovima, na površini Zemlje može se dobiti približno 1 kW/m^2 insolacije a stvarna vrednost zavisi od lokacije, godišnjeg doba, doba dana, vremenskim uslovima i sl.



Slika 5
Površina Sunca

Temperatura u središtu, nije temperatura koja određuje elektromagnetska svojstva Sunčevog zračenja, jer zračenje iz unutrašnjosti u velikom delu apsorbuje sloj jona blizu površine. Spektar Sunčevog zračenja približno odgovara spektru crnog tela na temperaturi od 5760 K. Stoga se temperatura od 5760 K može uzeti kao efektivna temperatura Sunčeve površine (sl. 5). Pomoću nje je primenom Plankovog zakona, moguće proračunati energetski spektar Sunčevog zračenja. Snaga zračenja sa površine Sunce iznosi oko $9,5 \cdot 10^{25} \text{ W}$ i to se zračenje sastoji od različitih talasnih dužina. Spektar elektromagnetskog Sunčevog zračenja sastoji se od ultraljubičastog, vidljivog i infracrvenog dela (sl 6). Ultraljubičasti deo nosi oko 9%, vidljivi oko 41,5% i infracrveni oko 49,5% ukupne energije Sunčevog zračenja.

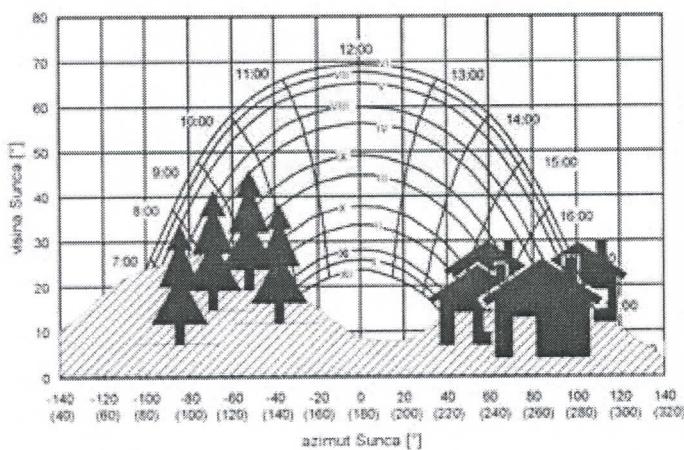


Slika 6
Spektar elektromagnetičnih talasa

Kako se udaljenost Zemlje od Sunca menja tokom godine i ozračenje se menja od vrednosti 1320 W/m^2 do 1412 W/m^2 .

Vrlo jednostavan način prikazivanja kretanja Sunca po nebu je Sunčev dijagram. Sunčev dijagram možemo prikazati u cilindričnom ili polarnom koordinatnom sistemu. Oba dijagraama prikazuju istu informaciju na različit način.

Cilindrični Sunčev dijagram (sl.7) je nešto popularniji način prikazivanja kretanja Sunca po nebu. Na njemu se u pravouglom koordinatnom sistemu prikazuje kretanje Sunca kako to izgleda posmatraču koji je okrenut tačno na jug. Na cilindrični Sunčev dijagram se mogu ucrtati konture okolnih prepreka kako bi se predvidelo kako će ti objekti zaseniti Sunce tokom godine.



Slika 7

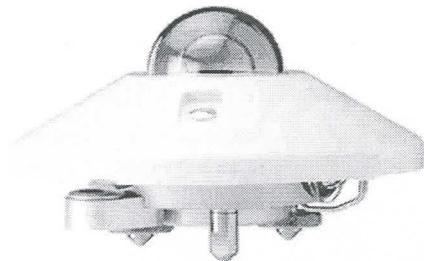
Cilindrični Sunčev dijagram sa ucrtanim okolnim predmetima

Merenje Sunčevog zračenja obuhvata kratkotalasno zračenje koje prolazi kroz atmosferu kao direktno ili raspršeno zračenje i dugotalasno zračenje Zemlje i atmosfere. Za praktično korišćenje energije Sunčevog zračenje važna su merenja ukupnog,

raspršenog i direktnog ozračenja vodoravne površine. Najčešće se meri trajanje sijanja Sunca iz kojeg se u nedostatku merenja Sunčevog zračenja može proceniti ozračenost.

Oblik praćenja Sunčevog zračenja u meteorološkoj praksi je merenje trajanja sijanja sunca, odnosno trajanje osunčavanja (insolacije).

U upotrebi su najčešće termoelektrični piranometri (sl.8) koji koriste topotne detektore a oni proizvode napon na principu termoelektričnog efekta u funkciji upadnog Sunčevog zračenja. Topotni detektor smešten je ispod dvostrukе staklene kupole koja ga štiti od prodora vlage, topotno izoluje detektor i sprečava njegovo hlađenje.



Slika 8
Termoelektrični piranometar

Poluprovodnički silicijumski piranometar, (sl.9) je osetljiv samo u ograničenom delu spektra, baždaren je za merenje nezaklonjenog Sunčevog zračenja pa se ne može koristiti pod vegetacijom, za merenje veštačke rasvete u staklenicima ili za merenje odbijenog zračenja.



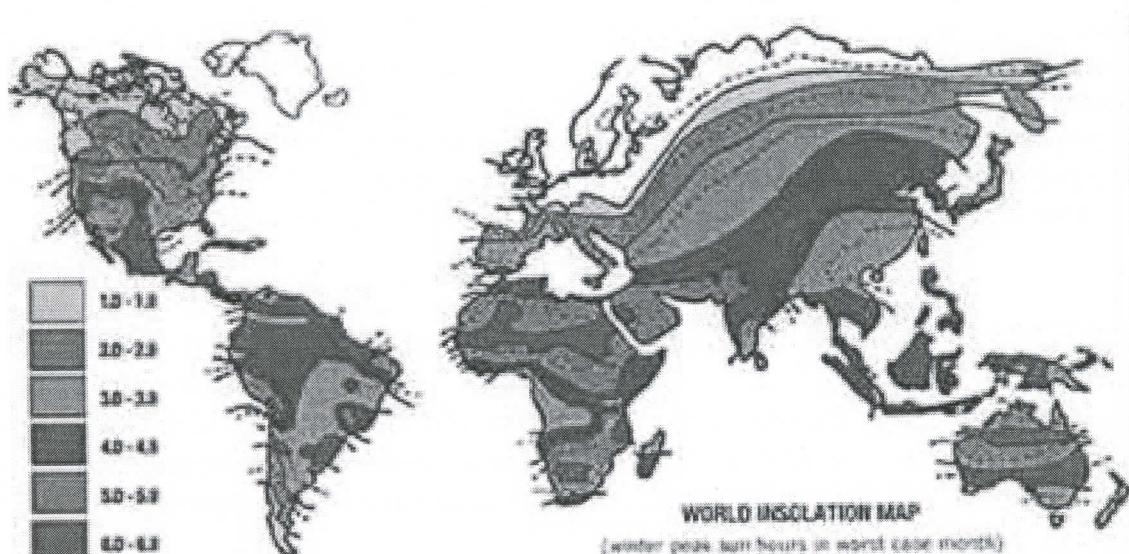
Slika 9
Poluprovodnički piranometar

Nakon prolaska kroz atmosferu, Sunčev zračenje nailazi na tlo ili vodenu površinu (more, jezera, reke). U zavisnosti od osobina podloge, veći ili manji deo zračenja će se odbiti (reflektovati). Moguća su tri procesa refleksije. Ogledalska refleksija na ravnim površinama (u prirodi na mirnim vodama). Raspršujuća refleksija, koja se sastoji od više ogledalskih refleksija (ako je hrapavost površine veća). Zapreminska refleksija se događa kada zračenje prodre kroz površinu i odbije se od različitih slojeva ispod površine. Ukupna refleksija je zbir ove tri refleksije.

Svojstvo podloge da odbije zračenje možemo izraziti koeficijentom refleksije ili albedom. Albedo je odnos jačine reflektovanog zračenja prema ukupnom upadnom zračenju na posmatrano telo. Potpuno belo telo imalo bi albedo 1 jer bi potpuno odbijalo zračenje, a potpuno crno telo imalo bi albedo nula. Tela u prirodi imaju vrlo različita

albeda. Vegetacija po pravilu ima relativno nizak albedo jer dobar deo zračenja apsorbuju biljni pigmenti (hlorofil, karotin). Vlažne površine imaju manji albedo od suvih. Zbog toga je vlažno tlo tamnije od suvog. Sneg zbog svoje strukture, koja se sastoji od malih raspoređenih kristala leda, uzrokuje mnogobrojne refleksije na kontaktu leda i vazduha, pa je sveži sneg jedna od prirodnih površina s najvećim albedom.

Na slici koja prikazuje vrednosti insolacije u Svetu, vidi se da Evropa, nije na izrazito pogodnom području za eksplotaciju, ali je ono zadovoljavajuće (sl. 10).



Slika 10

Kada govorimo o energiji zračenja Sunca podrazumeva se njegovo iskorišćenje u trenutku kada dođe do Zemlje, to je neposredno iskorišćavanje zračenja Sunca.

Energija zračenja Sunca koja dolazi do Zemljine površine oko 170 puta je veća nego energija u ukupnim rezervama uglja u svetu. To je ogromni energetski izvor kojim se mogu zadovoljiti energetske potrebe za veoma dugo vreme.

Energija zračenja koja dopire do površine Zemlje zavisi u prvom redu od trajanja insolacije a trajanje insolacije zavisi od geografske širine i od godišnjeg doba.

Razlika između vremena izlaska i vremena zalaska Sunca daje vreme trajanja insolacije kojoj je izložena horizontalna i nezaštićena površina. Ono iznosi za našu zemlju oko 15 h leti i oko 9 h zimi. Stvarno trajanje insolacije je znatno kraće zbog pojave oblaka i magle, ali i zbog stanja atmosfere na posmatranom području (zagadenosti).

Prosečno trajanje insolacije za Beograd (na horizontalnu površinu) iznosi 2071 h godišnje, od toga 70,5% u periodu od aprila do septembra meseca i 29,5% u periodu od oktobra do marta.

Dotok energije Sunčevog zračenja nije proporcionalan trajanju isolacije. Deo energije se gubi prolaznjem kroz atmosferu zbog apsorpcije kiseonika, ozona i ugljen

dioksida. Pored toga, energija zračenja se u prolazu kroz atmosferu raspršuje. Prema tome, ukupno zračenje koje dođe do površine Zemlje sastoji se od neposrednog i difuzionog zračenja koje je deo raspršene energije zračenja. Zbog svega toga snaga zračenja koja dođe na površinu, a koja bi se mogla energetski iskorišćavati, znatno se menja tokom dana, a njene promene zavise od godišnjeg doba i položaja obasjane površine.

Stvarna energija zračenja koja dođe do površine znatno je manja od potencijalne zbog pojave oblaka, vlage i zagađenosti atmosfere.

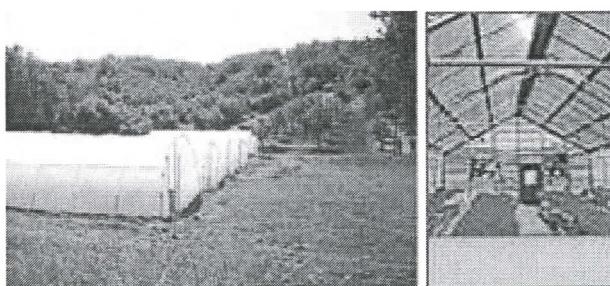
Sve ovo pokazuje veliku promenljivost snage zračenja. Ipak, te su promene laganje od promena snage vetra i one se mogu s većom ili manjom tačnošću predvideti, jer je poznat ritam pojave (izlazak i zalazak Sunca). Intezitet zračenja koje nam stoji na raspolažanju ne možemo predvideti s većom sigurnošću. Kao izvor energije Sunčev zračenje je povoljnije od vetra s obzirom na predvidivost pojave, ali je nepovoljnije s obzirom na to da zračenja nema u toku noći, i da je manje intezivno tokom zime kada je potrošnja energije najveća. Postrojenja mogu raditi samo u toku dnevnog ciklusa, što se ne poklapa sa ritmom potražnje energije. Moraju se graditi dodatna postrojenja ili osigurati akumulacija energije, pomoću koje bi se vršilo snabdevanje potrošača noću.

Osnovni principi direktnog iskorišćavanja energije Sunca su:

- pasivne tehnike
- solarni kolektori (pretvaranje sunčeve energije u topotnu)
- fotonaponske ćelije (direktno pretvaranje sunčeve energije u električnu energiju)
- fokusiranje sunčeve energije (za upotrebu u velikim energetskim postrojenjima)

Pasivne tehnike

Sastav za grejanje prostora pomoću energije Sunca može biti pasivan, aktivovan, ili kombinacija pasivnog i aktivnog. Pasivni su obično jeftiniji i jednostavniji od aktivnih. Međutim, o pasivnoj upotrebni energije Sunca valja voditi računa već prilikom izgradnje kuće. Najpoznatiji primer pasivne upotrebe energije Sunca predstavlja staklenik (sl.11).

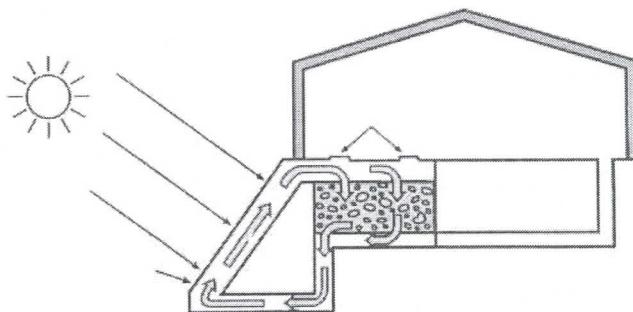


Slika 11

Staklenici

Pasivni sistem za grejanje kuće, koristi toplotu pomoću elemenata same kuće: velikih prozora okrenutih prema jugu, podovima i zidovima koji apsorbuju toplotu tokom dana i otpuštaju je noću.

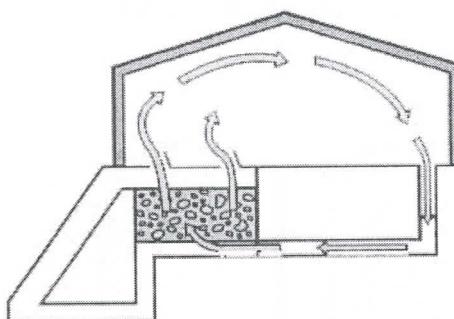
Termin pasivne tehnike označava da nije potrebno ulaganje električne energije,a procesi se zasnivaju na spontanim prirodnim procesima.To znači da je ova tehnologija 100% ekološka, usavršavana je od prvih ljudskih naselja do danas. U kombinaciji sa modernim zaptivanjem, izolacionim materijalima, pasivna solarna tehnika daje savršene rezultate, a ako se dopuni sa aktivnom solarnom tehnologijom dobija se autonomni sistem, idealno rešenje za kuće daleko od naselja i infrastrukture.



Slika 12
Zagrevanje kuća pomoću vazdušnih kolektora

U toku dana zagrejani vazduh iz vazdušnih kolektora prirodnom cirkulacijom prelazi u šljunak i zagreva ga, a rashlađeni vazduh iz šljunka prelazi u kolektor (sl.12).

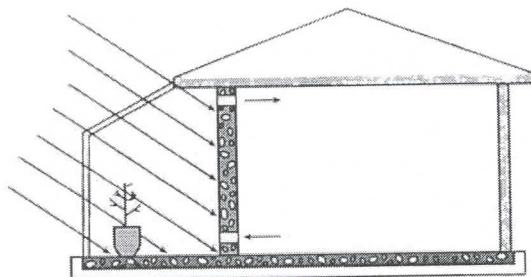
Pritom su otvori na podu unutar sobe zatvoreni.



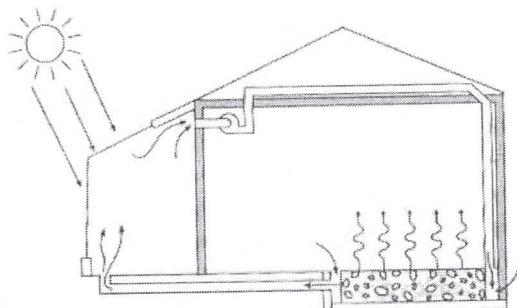
Slika 13

U toku noći ili zime, poklopci u kući su otvoreni, pa topao vazduh iz toplotnog skladišta zagreva prostorije kuće (sl.13).

Korišćenje staklene verande kao sastavnog dela stambenog objekta poznato je od davnina. Staklena veranda kao nezaobilazan deo solarne arhitekture postavlja se na južnu stranu zgrade. Pomoću staklene verande se vrši zahvat direktnog i difuznog sunčevog zračenja (sl.14). Obično se iza staklene verande nalazi masivan, tamno obojen zid koji apsorbuje prispelo sunčevu zračenje.Noću ili zimi se otvaraju gornji i donji otvor na zidu i preko gornjeg u kuću ulazi topao vazduh, a na donji izlazi hladan i kuća se zagreva.

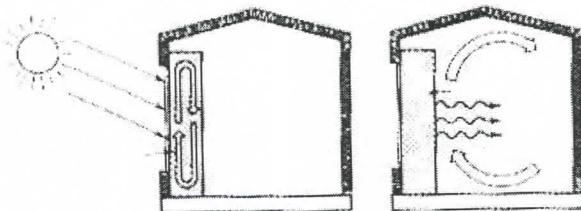


Slika 14
Staklena veranda



Slika 15
Staklena veranda i podno skladište toplote

Kao podno skladište toplote (sl.15) najčešće se koristi rečni šljunak koji se stavlja ispod poda kuće. Topao vazduh se iz staklene verande pomoću ventilatora prenosi do šljunka ispod poda prostorije. Topao šljunak zračenjem zagreva prostoriju, dok hladan vazduh iz šljunka u toku noći odlazi u staklenu verandu.

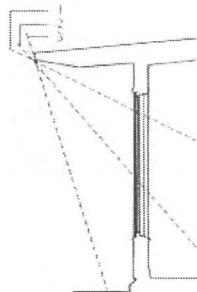


Slika 16
Vodeni zid

Može se koristiti i transparentni vodeni zid poznat pod nazivom transvol. Šematski prikaz vodenog zida kao apsorbera sunčevog zračenja i skladišta toplote dat je na (sl.16). U toku dana voda celom zapreminom apsorbuje sunčevu zračenje, dok je u toku noći predaje unutrašnjosti kuće.

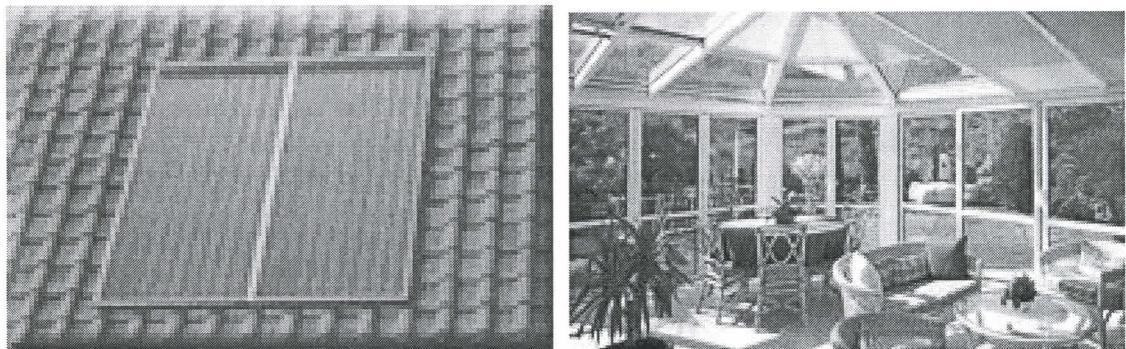
Kod direktnog zahvata sunčevog zračenja fasadu zgrade treba orijentisati prema jugu. Odstupanje za 45 stepeni od juga ne umanjuje zahvaćenu energiju više od 20%.

Nadstrešnica treba da bude takvih dimenzija da u toku leta spreči, a u toku zime omogući prodor sunčevog zračenja u objekat za stanovanje. Mogu se koristiti nepokretne i pokretne nadstrešnice. Sa pokretnim nadstrešnicama može da se postigne optimalni zahvat sunčevog zračenja u toku cele godine. Ugao upada sunčevog zračenja u objekat za stanovanje zavisi od geografskog položaja mesta u kome se objekat nalazi, godišnjeg doba i dnevnog kretanja Sunca. Dimenzije nadstrešnice za područja Srbije zavise od upadnog ugla sunčevog zračenja 21. juna i 22. decembra (sl.17).



Slika 17

U solarnoj arhitekturi prozori zauzimaju 60-90% južne fasade objekta za stanovanje. Veličina prozora zavisi od vrste i namene objekta, odnosno prostorija na kojima se nalaze, veličine nadstrešnice, mase zidova, toplovnih zastora itd. Ograničavajući faktor prilikom dimenzionisanja prozora predstavlja moguće pregrevanje prostorija pod dejstvom sunčevog zračenja. Toplovi zastori se koriste za zaštitu od pregrevanja i za sprečavanje toplovnih gubitaka iz prostorija. Toplovi zastori su pokretni i mogu da se nalaze sa unutrašnje ili spoljašnje strane prozora. Toplovi zastori za sprečavanje pregrevanja svetlijie su boje i efikasniji su ukoliko se nalaze sa spoljašnje strane prozora. Toplovi zastori za sprečavanje toplovnih gubitaka obično se nalaze sa unutrašnje strane prozora (sl.18).



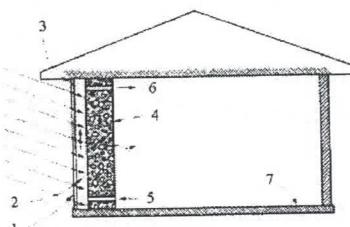
Slika 18

Na zahvat sunčevog zračenja utiče i boja zidova. Zidovi tamnijih boja više apsorbuju sunčeve zračenje od zidova svetlijih boja.

Pored zidova sunčev zračenje pada i na nameštaj u prostorijama. Pri direktnom upadu sunčevog zračenja, nameštaj se više zagreva od zidova, jer za istu površinu ima manju masu, tako da doprinosi povećanju temperature u prostorijama.

U praksi se pokazalo da je sa stanovišta solarne arhitekture dozvoljeno da nameštaj apsorbuje 20-30% upadnog sunčevog zračenja.

U mestu Odeju u Pirinejima (Francuska) Felix Tromb je 1965. godine sagradio kuću sa tamnim zidom na južnoj strani, koji je po njemu dobio naziv Trombov zid (sl.19).



Slika 19

Pomoću ovog zida Tromb je demonstrirao mogućnost efikasne pasivne topotne konverzije sunčevog zračenja. Zid je istovremeno služio kao apsorber, kao skladište topote i kao grejno telo za zagrevanje unutrašnjih prostorija. Trombov zid se obično izrađuje od cigli ili betona debljine 20-40 cm. Na rastojanju 2-10 cm ispred zida nalazi se staklo. Nakon prolaska kroz staklo sunčev zračenje pada na Trombov zid i zagreva ga. Brzina prenošenja topote kroz Trombov zid zavisi od materijala od koga je napravljen i njegove debljine.

Osnovni elementi pasivne solarne arhitekture su: pravilna orijentacija zgrade, nadstrešnica, prozori, topotni zastori, boja zidova i nameštaja, Trombov zid, voden zid, staklena veranda, podno skladište topote itd.

Procene su da bi solarna energija mogla podmiriti oko 5% energetskih potreba naše zemlje. Leti bi se moglo obezbediti 80% potreba za topлом vodom, a zimi između 35 i 50%.

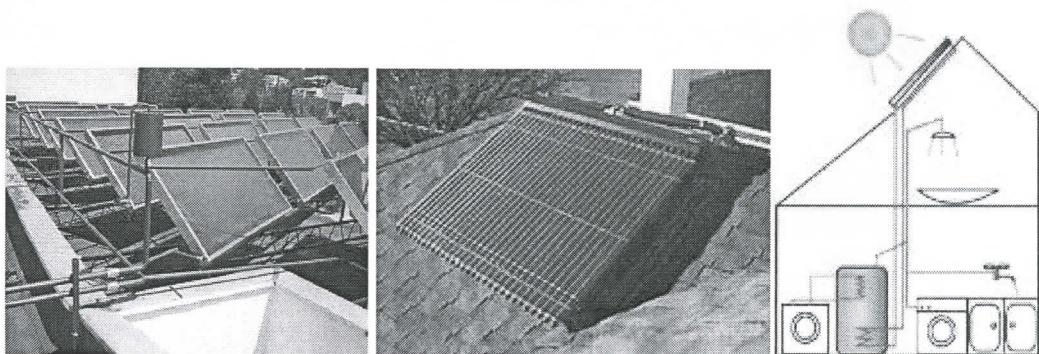
Solarni kolektori

Jedan od najjeftinijih i najekonomičnijih načina upotrebe obnovljivih izvora energije u domaćinstvu je upotreba energije Sunca za potrošnu toplu vodu. Da bi topla voda bila dostupna tokom čitave godine, uobičajeno je energiju Sunca koristiti u kombinaciji s nekim drugim izvorom energije, koji se koristi kad energija Sunca nije dovoljna da voda dostigne željenu temperaturu.

Solarni kolektori apsorbuju energiju Sunca i pomoću nje zagrevaju vodu ili vazduh koji dalje prenose topotu. Umesto da takozvanu sanitetsku vodu, koja služi za tuširanje i pranje, greju električni grejači, to može da čini sistem baziran na sakupljanju energije Sunca i potpuno nezavistan od struje iz električne mreže. Najmanji kolektori imaju površinu od dva kvadratna metra i dovoljni su za zagrevanje vode u jednom domaćinstvu. Ovakvi sistemi su naročito isplativi za turističke objekte u kojima se greje mnogo vode.

Solarni sistemi štede energiju i time doprinose očuvanju okoline. Materijali koji imaju osobine crnog tela (potpuno apsorbuju sunčevu energiju) pogodni su za izgradnju kolektora. Oni se mogu postavljati na krov (kao krovni pokrivač), fasadu ili noseći konstrukciju. Stepen korisnog dejstva pri pretvaranju solarne energije u topotnu je od

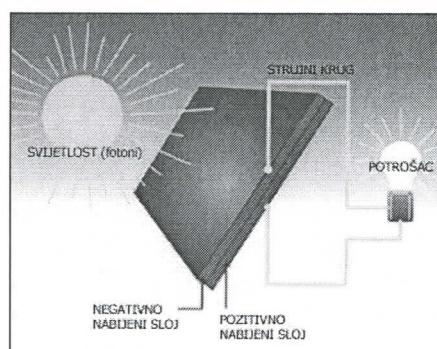
60 do 70%. Aktivni sastav za zagrevanje prostora sastoje se od kolektora koji apsorbuju i prikupljaju sunčevu toplotu, (sl.20) a sadrže električne ventilatore ili pumpe koji služe za prenos toplote. Takvi sastavi imaju i poseban sistem za skladištenje toplote da bi u stanu bilo dovoljno toplo tokom noći i kada je oblačno vreme. Ovi uređaji se dele na dve grupe, u zavisnosti da li za prenos toplote koriste tečnost ili gas. Sistemi za grejanje vode mogu biti otvoreni, u kojima voda koju treba zagrejati prolazi direktno kroz kolektor na krovu, ili zatvoreni, u kojima su kolektori napunjeni nekom drugom tečnošću (npr. antifriz). Postoje i kolektori koji direktno greju vazduh koji cirkuliše kroz njih. Taj se vazduh zatim vraća u prostorije i na taj način se održava temperatura. Kombinacijom grejanja vazduha i vode može se postići vrlo velika ušteda.



Slika 20

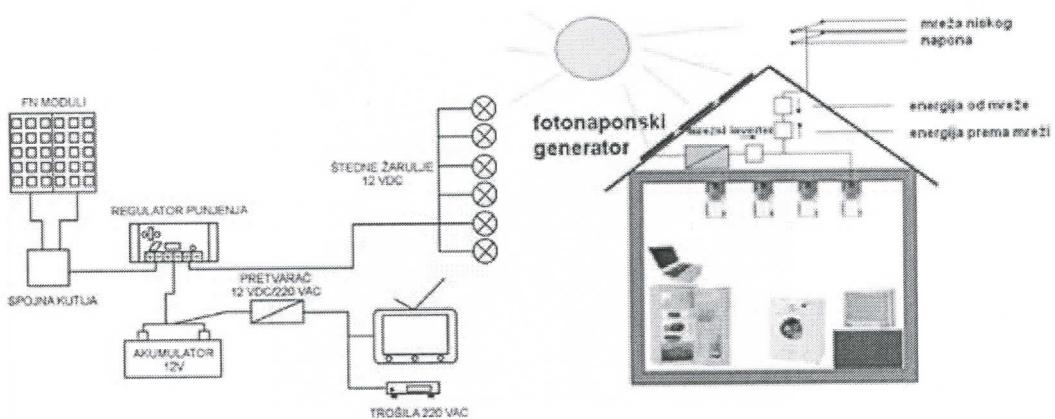
Fotonaponske (solarne) ćelije

Fotonaponske (solarne) ćelije mogu da proizvodu električnu energiju direktno iz sunčeve svetlosti, pa funkcionišu kao ekološki izuzetno prihvatljivi i ekonomski sve zanimljiviji izvori struje. Fotonaponske ćelije služe za direktno pretvaranje solarne energije u električnu (sl.21). One rade na principu fotoelektričnog efekta.



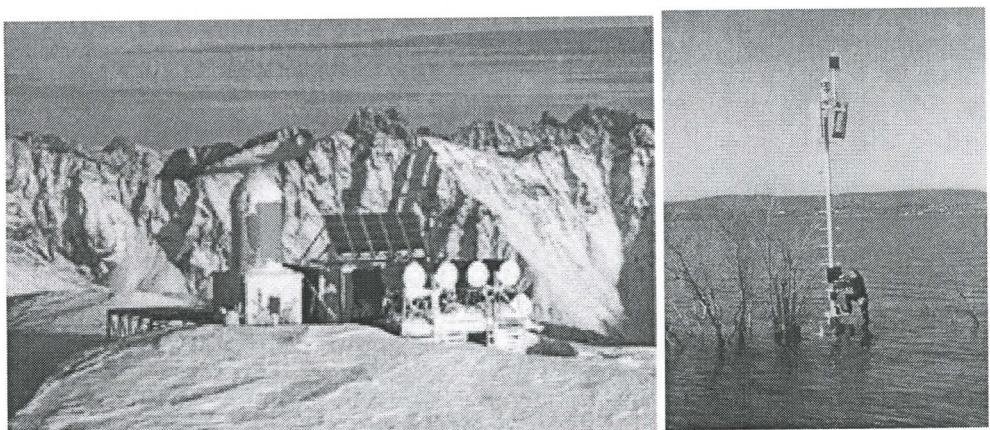
Slika 21

Vrlo tanke pločice kristala silicijuma sa primesom arsena izloženi zračenju Sunca ponašaju se kao poluprovodnički spoj. Čestice svetlosti, fotoni, atomima silicijuma izbijaju elektrone i kao rezultat imamo da se na jednoj strani poluprovodničkog spoja stvara višak negativnog, a na drugoj višak pozitivnog nanelektrisanja usled čega imamo protok struje. Električnim spajanjem ćelija tokom proizvodnje nastaju fotonaponski moduli standardnih karakteristika od kojih se lako grade i prema potrebi nadograđuju mali, pouzdani i posve nezavisni energetski sastavi (sl.22).



Slika 22

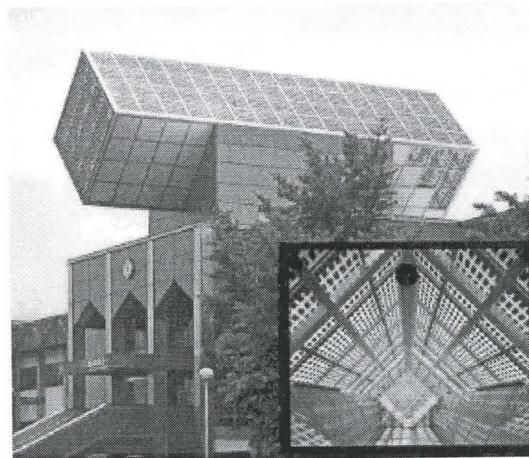
Veliki im je nedostatak mali stepen iskorišćenja (oko 15%). Koriste se kod nekih izolovanih uređaja, kao što su kosmički brodovi, geostacionarni sateliti, udaljene meteorološke stanice, svetleće boje na vodenim površinama, plovni objekti, vikendice karavan kućice kao i razni telekomunikacioni uređaji na planinskim vrhovima ili signalni uređaji duž puteva (sl.23). U Švajcarskoj sa njima oblažu zidove uz autoputeve, pa zimi tako dobijenom strujom otapaju led i sneg.



Slika 23

Industrija solarnih ćelija je danas jedna od najbrže rastućih industrija. U 2004. godini proizvedeno je sunčanih ćelija za 54% više u odnosu na prethodnu godinu.

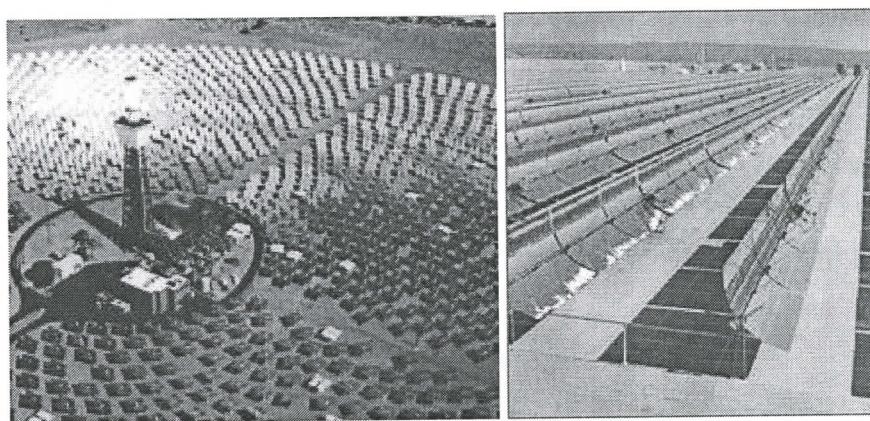
Industrija solarnih čelija najrazvijenija je u Japanu (oko 45% ukupne svetske proizvodnje) a zatim u Evropi. Snažan rast je izazvan s jedne strane tehnološkim napretkom u istraživanju materijala, novih koncepata i procesa proizvodnje, a s druge snažnom političkom podrškom za ugradnju fotonaponskih sastava. Bez obzira na tako snažan napredak, tehnologiji sunčanih čelija treba još 20 do 30 godina ovakvog agresivnog rasta ako želi zauzeti značajniji udeo u proizvodnji električne energije



Tehnološki Institut Nippon, Japan. Projekat kuće koja sebe snabdeva električnom energijom

Fokusiranje sunčeve energije

Fokusiranje sunčeve energije upotrebljava se za pogon velikih generatora. Fokusiranje se postiže pomoću mnoštva sočiva ili češće pomoću ogledala. Takva postrojenja mogu imati središnji toranj okružen ogledalima koja reflektuju Sunčevu zračenje i usmeravaju ga ka tornju. U "Power tower" koristi se kompjuterski kontrolisano polje ogledala za fokusiranje sunčevog zračenja na centralni toranj, koji onda pokreće glavni generator (sl.24 a). Sistem može biti i sa koritastim ogledalima, unutar kojih se nalaze cevi s fluidom (sl.24 b).

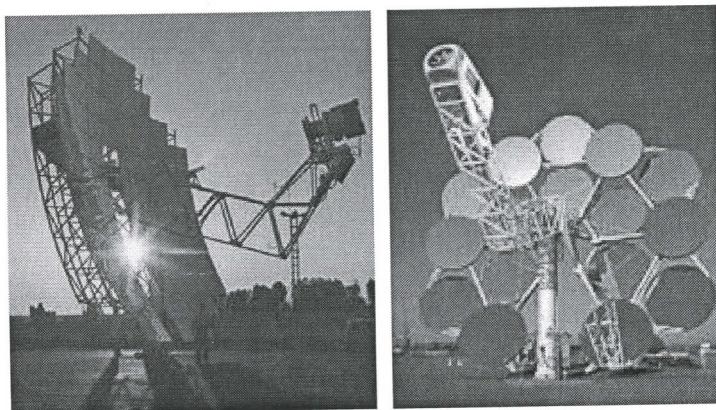


a)

b)

Slika 24

U sastavima sa zakriviljenim ogledalima i sa središnjim tornjem pretvaranje toplote u električnu energiju vrši se pomoću konvencionalnih generatora. U postrojenju s paraboličnim ogledalima, svako ogledalo usmerava zrake u individualni rezervoar topline povezan s generatorom koji toplotnu energiju pretvara u mehaničku i konačno u električnu energiju. Ti novi sastavi imaju i mogućnost rada preko noći i po lošem vremenu tako da spremaju vruću vodu u vrlo efikasni rezervoar (neka vrstu termos boce). "Dish" sastavi prate kretanje Sunca i na taj način fokusiraju sunčevu zračenje (sl.25). Problem kod fokusiranja je veliki potrebn prostor za elektranu, ali to se rešava tako da se elektrana gradi na primer u pustinji. Gde je sunčevu zračenje najizraženije.



Slika 25

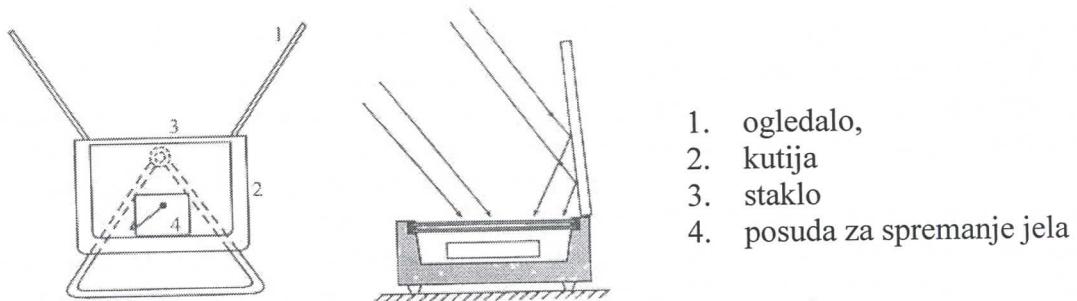
Broj sunčanih dana u Srbiji je, prema podacima Ministarstva energetike, veći od 2000 časova. To je veća vrednost nego u većini evropskih zemalja, ali je kod nas solarni potencijal sasvim neiskorišćen. Solarna električna energija je jedna od najskupljih obnovljivih vrsta energije. Njena cena se znatno smanjila poslednjih godina sa pojmom novih tehnologija, ali i dalje nije zgodna za stvaranje električne energije, zbog visoke cene prijemnika sunčevog zračenja i prateće opreme. U srpskim uslovima, ona je pogodna samo za stvaranje toplotne energije, gde je vrlo isplativa. Zato su solarni kolektori postali donekle popularni u domaćinstvima za grejanje tople vode.

Solarne pećnice

Za spremanje jela pomoću sunčevog zračenja koriste se solarne pećnice. U praksi je prisutan veći broj pećica različitih konstrukcija i namena. Navedene solarne pećnice konstruisane su i testirane u Institutu za solarna ispitivanja u Jodhpuru, država Radžastan u Indiji.

- **Solarne pećnice sa ogledalima**

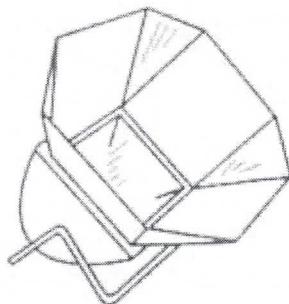
Solarne pećnice sa ogledalima sastoje se od kutije sa dvostrukim zidom i pokretnih ogledala koja usmeravaju sunčevu zračenje na posudu za spremanje jela. Različiti tipovi ovih pećica dati su na slici 26.



Slika 26

Spoljašnja kutija solarne pećnice je od drveta, a unutrašnja od crno obojenog gvožđa. Između kutija se nalazi termoizolacija. Posuda sa hranom za kuvanje se stavlja u unutrašnjost kutije a zatim se kutija pokriva dvostrukim stakлом. U Jodgpuru u toku leta u ovoj pećnici je postignuta temperatura od 178°C , a u toku zime od 148°C . Za kuvanje jednog kilograma krumpira pomoću ove pećnice potrebno je 2,5 h.

- **Semicilindrična solarna pećnica**



Slika 27

Ova pećnica se sastoji od semicilindrične spoljašnje kutije od drveta i unutrašnje od aluminijuma sa 7,5 cm debelom termoizolacijom između njih (sl.27). Kutija je prekrivena dvostrukim staklom, na međusobnom rastojanju od 2,5 cm. Za reflektor je korišćeno osam ogledala od kojih su četiri kvadratnog a četiri trougaonog oblika. Pomoću pokretnog držača solarna peć može kontinuirano da se usmerava prema Suncu. U unutrašnjosti peći se nalazi držač pomoću koga se posuda sa hranom održava u horizontalnom položaju. U ovoj peći u toku leta je postignuta temperatura od 350°C , a u toku zime od 250°C . Pomoću opisane peći jedan kilogram krompira se skuva za 50 minuta.

Vodonik

Da bi se energijom Sunčevog zračenja mogao zadovoljiti znatan deo potreba za energijom, neophodno je pronaći pogodan transformisan oblik energije, koji mora biti takav da se lako i efikasno može akumulisati, kako bi energija bila na raspolaganju potrošačima i onda kada je intezitet zračenja mali ili kada nema insolacije. Smatra se da je najpogodniji način za akumulisanje, vodonik.

Vodonik bi se mogao proizvoditi postupkom elektrolize u specijalnim solarnim elektranama, izgrađenim u tropskom i suptropskom pojasu. Te bi elektrane bile spojene sa potrošačkim područjima cevovodima pod pritiskom, a deo proizvedenog vodonika mogao bi se u tečnom stanju prevoziti brodovima. Treba svakako predvideti i mogućnost skladištenja, jer se tako može uskladiti proizvodnja i potrošnja.

Vodonik je idealno gorivo za grejanje jer je produkt njegovog sagorevanja samo voda, a u gorivim čelijama, pomoću njega, može se dobijati električna struja. Ako je dobijen elektrolizom vode, uspostavlja se savršen ciklus, elektrolizom iz vode se dobija vodonik, koji se u gorivnim čelijama kombinuje sa kiseonikom u vodu.

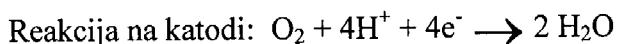
Distribucija vodonika može se sprovesti na isti način kao i distribucija gradskog gasa postojećim gasovodima. Da se ne bi povećavale njihove dimenzije, vodonik se mora transportovati pod povećanim pritiskom. Skladištenje je moguće i u tečnom stanju, kao i za prirodni gas.

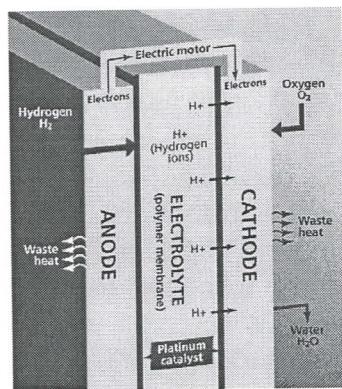
Gorivne čelije

Gorivne čelije su elektrohemski uređaji za neposrednu transformaciju hemijske energije, sadržane u nekom hemijskom elementu ili jedinjenju u jednosmernu električnu struju. Prvu gorivnu čeliju konstruisao je Vilijam Grouv još četrdesetih godina devetnaestog veka. Grouv je postavio princip rada tako što je napravio sistem od četiri čelije, pri čemu je svaka od njih sadržala vodonik i kiseonik. Proizvedenu električnu energiju iskoristio je za razlaganje vode na elemente u dodatnoj čeliji. Od otkrića gorivne čelije do njene upotrebe prošlo je punih 120 godina. NASA je prva demonstrirala upotrebu ovih sistema kao izvora struje u letelicama i raketama tokom svemirskih letova Džemini 1960. godine.

Propuštanjem mešavine vodonika i kiseonika kroz membranu od specijalnog katalizatora, može se dobiti električna struja, a jedini uzgredni proizvod je čista voda. Na anodi gorivne čelije vrši se proces elektrooksidacije goriva. Tako oslobođeni elektroni putuju spoljnjim električnim kolom, preko potrošača, do katode (sl.28). Katjoni nastali na anodi putuju kroz elektrolit do katode. Na katodi gorivne čelije redukuje se drugi element koji učestvuje u hemijskoj reakciji. Najčešće je to kiseonik. Tako nastali joni spajaju se u konačni produkt reakcije koji se odvodi iz gorivne čelije.

Ako su učesnici reakcije vodonik i kiseonik reakcije su sledeće:



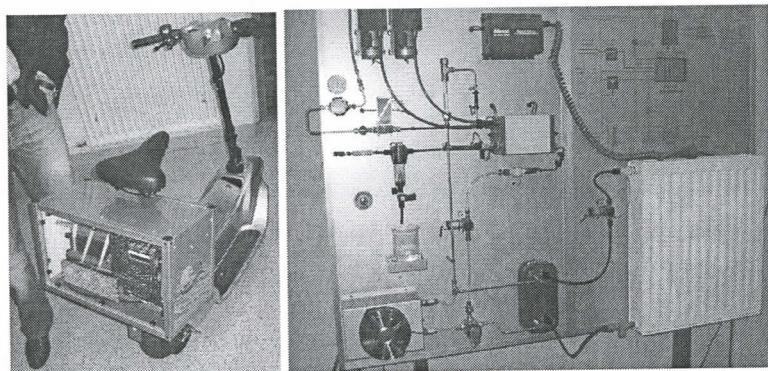


Slika 28

Radi ubrzavanja reakcija elektrode su prekrivene slojem katalizatora. Vrsta katalizatora zavisi od tipa gorivne celije.

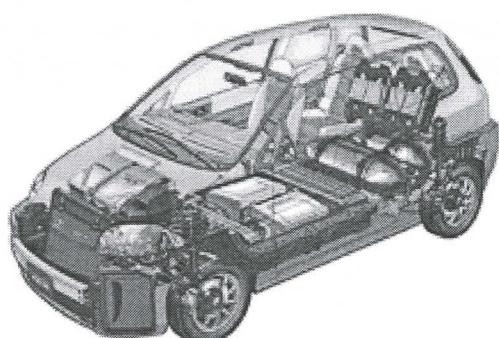
Osnovni elementi svake gorivne celije su pozitivna i negativna elektroda i elektrolit. Dodatne spoljašnje elemente čine rezervoar sa gorivom, kompresor, pumpe za cirkulaciju elektrolita, hladnjaci i regulatori temperature itd. Maksimalni napon koji može dati jedna celija je oko 0,8 V, što je dovoljno za svetljenje manje sijalice, ali ne i za pokretanje vozila. Zato se niz spregova međusobno povezuje u sisteme čiji je napon multipliciran brojem spojenih jedinica.

Gorivne celije se upotrebljavaju u svemirskim letelicama, a moguća je primena u vozilima, (sl.29) podmornicama i stacionarnim objektima.



Slika 29

Primena gorivnih celija za pogon automobila unela bi revoluciju u tu granu industrije, zamenivši staru, "prljavu" tehnologiju motora sa unutrašnjim sagorevanjem.



Komprimovanje gasa zahteva ulaganje energije, a komprimovani vodonik sadrži daleko manje energije od iste zapremine benzina. Postoje razna rešenje za ovaj problem, najbolje je u skladištenju vodonika u čvrstoj formi.

Kako predviđa grupa istraživača iz Danske, u budućnosti, vodonik za gorivne ćelije nećemo držati u debelim čeličnim bocama već u običnim, potpuno bezopasnim pilulama i patronama. Kompanija "Amineks" tvrdi da su njeni istraživači pronašli materijal koji vezuje za sebe atome vodonika i pri tom prelazi u čvrsto stanje. Katalizator vezuje vodonik u odnosu 1 prema 10, što znači da patrona od sto grama sadrži jedan kilogram vodonika. Pored toga proces je reversibilan i patrona može da se koristi iznova, punjenje se obavlja brzo, a katalizator se proizvodi od jeftinih sirovina. Ova iznenadjujuća vest mogla bi da označi potpunu prekretnicu u korišćenju vodonika kao goriva i najzad osloboди svet od zastarelih fosilnih goriva.

Prema jednoglasnom mišljenju stručnjaka iz BMW H2Lab-a alternativa postojećim izvorima energije je pronađena - oni su ubeđeni da je vodonik taj koji ima potencijal da u bliskoj budućnosti najznačajnije utiče na naše živote i naše okruženje. Prilikom demonstracije novog proizvoda iz ove laboratorije, specijalisti iz ove kuće predstavili su širok spektar različitih pristupa i mogućnosti u korišćenju vodonika, njegove perspektive vodećeg izvora energije u narednim dekadama.



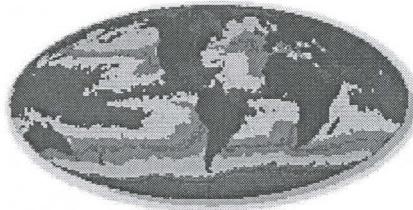
BMW Hydrogen 7

BMW Hydrogen 7 je prvi luksuzni salonski automobil sa pogonom na vodonik, namenjen svakodnevnoj upotrebi. Ima 12-cilindrični agregat koji "konzumira" tečni vodonik, ali po potrebi i benzin, obezbeđuje autonomiju od čitavih 700 kilometara.

Vodonik je, "zeleno" gorivo i njegova upotreba za dobijanje energije učinila bi gradove i planetu zdravijim mestom. Očigledno je da će prelaz na vodoničnu ekonomiju biti težak i dugotrajan proces. Elektrane moraju da se preorijentišu na obnovljive izvore energije, a tržište složi oko načina transporta i skladištenja vodonika. Da bi gorivne ćelije postale komercijalne, neophodno je smanjiti cenu proizvodnje, poboljšati karakteristike i trajnost.

VETAR KAO IZVOR ENERGIJE

Delovi Zemlje oko ekvatora bivaju zagrevani od Sunca više od ostalih delova Zemlje. Ovi predeli sa toplim vazduhom, naznačeni su toplim bojama (crvena, žuta i narandžasta) na infracrvenom snimku (sl.30) temperature Zemlje, koju je napravio NASA satelit 7.07.1984.godine.



Slika 30

Topao vazduh je lakši od hladnog, podiže se i prostire na sever i na jug sve dok ne dostigne visinu od oko 10 km. Strujanje se prirodno odvija s mesta veće gustine na mesto manje i traje dok se one ne izjednače. Brzina i smer vetra zavise od rezultante svih sila koje deluju na vazduh. Da zemlja ne rotira, vazduh bi stigao do severnog i južnog pola, a zatim se vratio nazad do ekvatora.

Usled rotacije zemlje, svako kretanje na severnoj hemisferi je iskrivljeno na desno, ako posmatramo sa naše pozicije na zemlji (na južnoj hemisferi se savija na levo). Ova sila savijanja poznata je pod nazivom Koriolisova sila. (Nazvana po francuskom naučniku Gustav Gaspard Coriolis 1792-1843).

Koriolisov efekt deluje uvek pod pravim uglom u odnosu na pravac vetra, i to desno od smera vetra na severnoj hemisferi, a levo na južnoj. Koriolisov efekt je proporcionalan brzini vetra, najjači je na polovima Zemlje, a iščezava na ekvatoru. Vazduh se diže sa ekvatora i pomera ka severu i jugu, i višim atmosferskim slojevima. Istovremeno, da bi se nadoknadio podižući vazduh, na drugom mestu će se pod delovanjem gravitacije vazduh početi spuštati. Uzdizanje ređeg vazduha stvara područje nižeg pritiska, a spuštanje atmosferskog vazduha, područje višeg pritiska. Na oko 30 stepeni geografske širine, na obe hemisfere, Koriolisova sila sprečava vazduh da se kreće dalje. Na ovoj geografskoj širini je oblast visokog pritiska, pošto vazduh počinje ponovo da se sleže. Kako se vazduh uzdiže sa ekvatora postoji oblast niskog pritiska na površini zemlje privlačeći vetr sa severa i juga. Na polovima preovladavaće visoki pritisak usled hladjenja vazduha.

Ovako nastali vetrove su globalni vetrovi i oni zavise uglavnom od temperaturnih razlika a sasvim malo od površine planete. Ovi vetrovi preovlađuju na visinama iznad 1000m i njihova brzina se meri meteorološkim balonima.

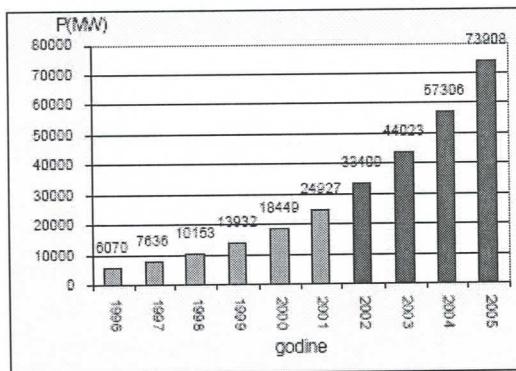
Površinski vetrovi su vetrovi na visinama do 100m gde njihova brzina i pravac u velikoj meri zavise od površine Zemlje. Vetar će znatno biti usporen u slučaju postojanja prepreka, ali njegov smer će se malo razlikovati od globalnih vetrova usled rotacije Zemlje. Kada govorimo o energiji vetra, mi obično govorimo o površinskim vetrovima, ali je vetar uvek suma kako globalnih tako i lokalnih uticaja.

Zbog raznih uticaja na atmosfersko strujanje i velike prostorne promenljivosti vetra koju izaziva, kod praktične primene u području korišćenja energije vetra,

neophodno je sprovesti detaljan postupak prostornog mikrolociranja pre izgradnje vetroelektrane. Poznavanje vrsta vetrova na nekom području od velikog je značenja za modeliranje i praktičnu procenu potencijala energije veta na tom terenu.

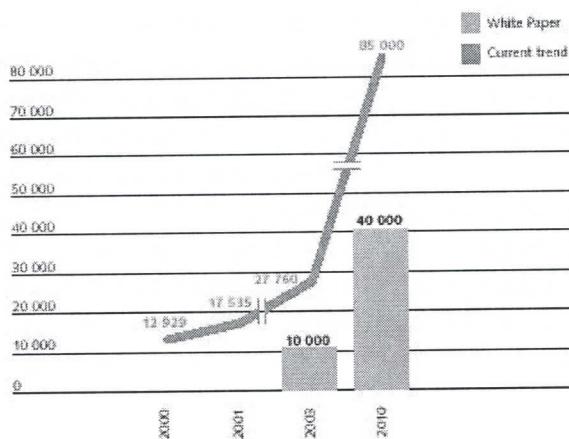
Kod planiranja vetroelektrane važno je poznavati porast brzine vetra s visinom iznad tla u prizemnom sloju atmosfere, jer ekonomska isplativost vetroelektrane izrazito zavisi od brzine vetra na visini ose rotora. Budući da je visina stuba moderne vetroturbine je 60 –100 m, čemu treba dodati i dužinu lopatice u vertikalnom položaju, promena brzine vetra s visinom predstavlja važan podatak za proračun proizvodnje električne energije iz vetroelektrane.

Evropska unija i SAD izradile su atlase svojih resursa vetra za brzine vetra na 45 m iznad površine zemlje. Iz tih karata može se videti da je jedna četvrtina površine Evropske unije idealna za instalisanje vetrenjača. Danska meri svoje potencijale vetra još od 1979. godine. Rezultat toga je da Danska danas ima najpreciznije informacije o vetu, a to iskorišćava za postavljanje novih vetrenjača.



Slika 31

Pregled postojećih kapaciteta vetroelektrana u svetu

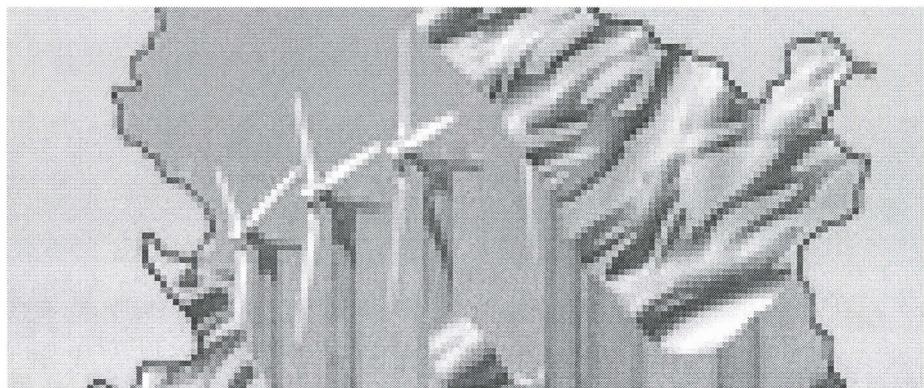


Slika 32

Planirani razvoj vetroelektrana u Evropskoj uniji do 2010. godine

Mogućnosti u Srbiji

Po ispitivanjima koja je izvršio Republički hidrometeorološki zavod, naša zemlja se ubraja u područja sa znatnim energetskim potencijalom vetrova. Posebno se izdvajaju delovi Vojvodine i planinske oblasti Južne i Istočne Srbije, uglavnom iznad 100-1500 m nadmorske visine. Ova relativno povoljna ocena energetskog potencijala veta treba da omogući dalja istraživanja u zavisnosti od lokaliteta, kao i uticaje meteoroloških pojava koje mogu ograničiti ili potpuno onemogućiti njihovo korišćenje. Za pouzdanu procenu vetroenergetskog potencijala neophodna su dodatna istraživanja. U navedenim lokacijama, postoje mikro lokacije koje su od posebnog interesa za eolsku energetiku.



Nijedan vetrogenerator u Srbiji trenutno ne daje struju. Do danas je razvoj vetroenergetike tekao uglavnom kroz zalaganje entuzijasta, kako u naučnim ustanovama tako i u privrednim organizacijama.

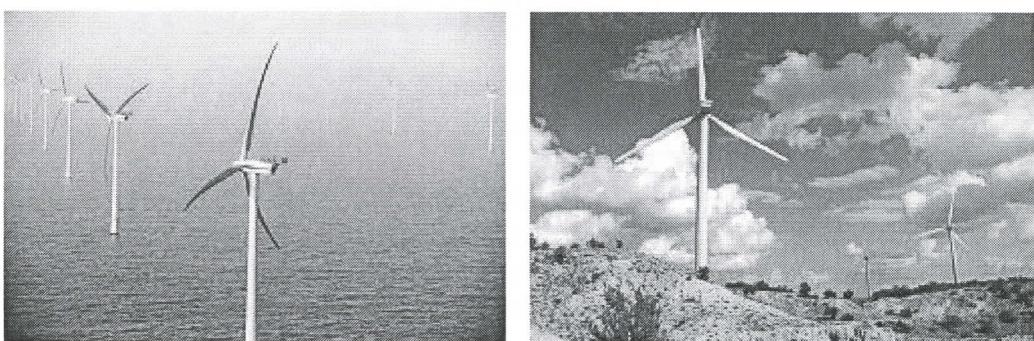
Kada su u pitanju vetrovi, postoji mapa raspoloživih lokacija. Nju je EPS napravio za svoje potrebe pre nekoliko godina, ali je to samo makrosliku potencijala. Trenutno se realizuje više projekata u kojima se vrše merenja snage vetra. Na obodu Deliblatske peščare u selu Dolova, opština Pančevo, postavljen je merni stub na kome se na tri različite visine meri brzina veta. Ovakvo merenje traje godinu dana, a potom se obrađuju zabeleženi podaci i prave ruže vetrova.

Opština Indija i austrijsko-srpsko preduzeće "Re-enerdži" potpisali su ugovor o izgradnji prve vetrenjače u Srbiji, na području indijske opštine. Vetrenjača će biti izgrađena na izlazu iz Beške, pored autoputa Novi Sad-Beograd, a snaga vetrenjače biće 1 MW. Zatim će biti realizovan vetro park ukupne snage od oko 25 MW.

Vetrenjače

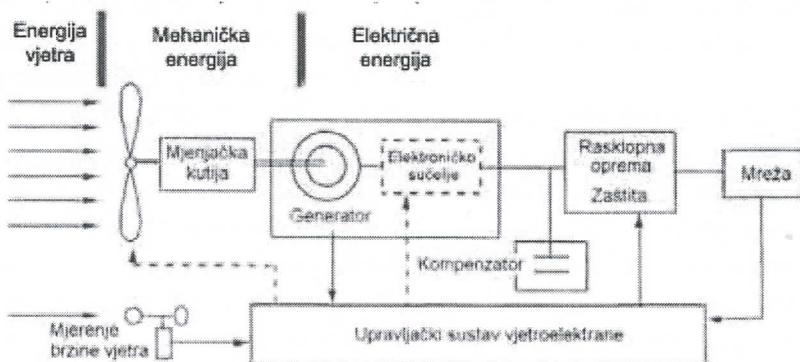
Energija veta koristi se veoma dugo. Najstarije vetrenjače postojale su u Persiji (sadašnjem Iranu) još u 7 veku naše ere.

Kod pretvaranja kinetičke energije veta u mehaničku energiju (okretanje osovine generatora (sl.33)) iskorišćava se samo razlika brzine veta na ulazu i na izlazu. Albert Betz, nemački fizičar dao je 1919. godine zakon energije veta, koji je publikovan 1926. godine u knjizi "Wind-Energie". Njime je dat kvalitativni aspekt znanja i mogućnosti iskorišćavanja energije veta i turbina na vетар. Njegov zakon kaže da se može pretvoriti manje od 16/27 ili 59% kinetičke energije veta u mehaničku energiju pomoću turbine na vетар. 59% je teoretski maksimum, a u praksi se može pretvoriti između 35% i 45% energije veta.



Slika 33

Turbina vetrenjače (sl.34) dobija snagu pretvaranjem sile veta u silu uvrtanja koja deluje na lopatice rotora. Količina energije koju vетар predaje rotoru zavisi od gustine vazduha, površine rotora i brzine veta. Površina rotora određuje koliko energije može da preuzme od veta. Tipična vetrenjača ima rotor prečnika 43-44m tj. površinu rotora od 1500m^2 . Pošto se površina rotora povećava sa kvadratom prečnika rotora, dvostruko veća turbina može da primi 4 puta više energije.



Slika 34

Tržište proizvodnje električne energije uz pomoć veta je u velikoj ekspanziji još od početka 1990 i tendencija rasta se nastavlja i dalje. Iako su prvi koraci u razvoju eolske energije načinjeni u USA, pravi predvodnik razvoja ovog sektora jeste Evropa.



Slika 35
Ajova, SAD - 20 vetrenjača proizvode 30 MW električne energije

Velike vetrenjače često se povezuju u park vetrenjača (sl.35) i preko transformatora spajaju na električnu mrežu. Vetrogeneratori srednje snage (od 10 do 30 kW) mogu da se priključe na mreže nižeg napona, dok veliki vetrogeneratori mogu da proizvode struju do tri megavata. Park vetrenjača može da ima kapacitet i do nekoliko stotina megavata. U Kaliforniji se nalaze danas najveće skupine modernih vetrenjača tzv. wind farms. Jedan takav sistem proizvodi količinu električne energije reda veličine prosečne nuklearne elektrane, dok su cene instalacija slične.

Kao dobre strane iskorišćavanja energije vetra ističu se visoka pouzdanost rada postrojenja, nema troškova za gorivo, nema zagađenja i štetnih uticaja na okolinu pa je apsolutno ekološki. Loše strane su visoki troškovi izgradnje i promjenjljivost brzine vetra (ne može se garantovati isporučivanje energije). Moderni generatori mogu da proizvedu ekonomičnu količinu struje ukoliko je godišnja brzina vetra 6 m/s, dok proizvodnja električne energije počinje već pri brzini od 2,5 m/s.

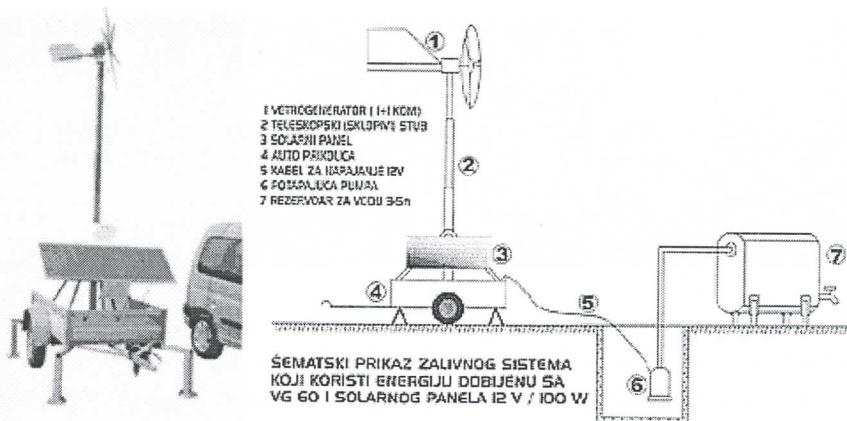
Glavni uzroci nezastupljenosti eolskih elektrana jeste cena električne energije, koja je vrlo dugo bila i po 10 puta veća od proizvodne u termo elektranama, pa nije bilo ekonomskog interesa za njihovu izgradnju.

Jedan od najnepovoljnijih aspekata eolske elektrane jeste taj što imaju varijabilnu i stohastičku proizvodnju (proizvodnju koja se ne može predvideti). Udeo ovih elektrana moguće je povećati ako se osigura akumulisanje energije. Neka od mogućih rešenja jesu kombinovanja eolskih elektrana sa pumpno-akumulacionim postrojenjima ili solarnim elektranama. Višak električne energije dobijene iz vetrogeneratora moguće je iskoristiti za kompresiju vazduha koji se zatim uskladišti u nadzemnim ili podzemnim rezervoarima. U pogodnom trenutku taj se vazduh može iskoristiti za pokretanje turbinu. Višak električne energije se može upotrebiti i za elektrolizu vode, a dobijeni vodonik može poslužiti kao gorivo u npr. gorivnim ćelijama. Na ovaj način postiže se vremenska nezavisnost između proizvodnje električne energije u elektro-energetskom sistemu i potrošnje potrošača. Međutim ni jedno od ovih rešenja nije povoljno jer troškovi izgradnje elektrana drugih tipova uz elektranu na vетар ili troškovi uskladištenja energije mogu biti veći od troškova izgradnje same elektrane na vетар.

Problemi koji se još javljaju u vezi sa radom eolskih elektrana jesu buka pri prolasku krila kroz zavetru stuba i buka koju prave lopatice pri kretanju kroz vazduh, ometanje elektromagnetsnih talasa, mehaničke vibracije, zauzimanje velike površine zemljišta.

Svi ovi problemi su razvojem tehnologija uglavnom prevaziđeni tj. svedeni na minimum ili ih uopšte i nema.

Mali, mobilni sistem za korišćenje u prirodi



Slika 36

Ovakav kombinovani i mobilni sistem izvora energije (sl.36) je predviđen za upotrebu na više lokacija prema potrebi, tj. može se seliti sa lokacije na lokaciju. Pogodan je za upotrebu povtarima, cvećarima, pčelarima ili stočarima, kao i za kampovanje i vikendice.

Povtarima : uglavnom za navodnjavanje. Ovaj sistem omogućava snabdevanje električnom strujom(pogon pumpe za navodnjavanje), koja se dobija iz vetrogeneratora ili iz solarnog panela. Oba izvora proizvode struju napona 12V i šalju je u akumulator koji se stalno dopunjuje. Pošto se pretpostavlja da na zalivnoj parceli već ima iskopan bunar, pumpa se spušta u njega i istovremeno vezuje na zalivna creva. Ovakav sistem je 100% ekološki, i veoma ekonomičan.

Pčelarima, ovaj sistem omogućava električnu energiju pri radu i obilasku košnica, ili npr. za vrcanje meda na licu mesta.

Za stočare na ispaši ovaj mobilni izvor energije je veoma koristan, jer pored rasvete, napajanja TV aparata i frižidera, može poslužiti i za druge uređaje.

Za kampovanje i boravak daleko od civilizacije, sistem služi kao izuzetan deo opreme kampa, jer daje besplatnu energiju u toku trajanja kampovanja.

ENERGIJA VODENIH TOKOVA

Pod pojmom energije vodenih tokova , odnosno jednostavnije hidroenergije , obuhvaćene su sve mogućnosti za dobijanje energije kretanja vode u prirodi iz:

- kopnenih vodotokova (reka, potoka, kanala i sl)
- plime i oseke
- morskih talasa
- unutrašnje energije mora i okeana



Prva istorijski zabeležena primena energija kopnenih vodotokova za dobijanje mehaničkog rada potiče iz perioda 500. godine pre naše ere, iako su se vodeni tokovi za prevoz koristili i mnogo ranije. Snaga proticanja vode koristila se za dobijanje mehaničkog rada u vodenicama koje su pokretale mlinove, kovačnice, strugare i razne druge pogone a od kraja 19. veka koristi se i za dobijanje električne energije. Prva hidroelektrana na svetu izgrađena je 1876. godine u Bavarskoj i služila je za snabdevanje obližnjeg dvorca električnom energijom.

1893. godine, kao kruna dugogodišnje saradnje, Nikola Tesla i Westinghaus osvetljavaju Svetsku izložbu u Čikagu. Dve godine kasnije, uspeva Tesli ono što je oduvek sanjao. Na Nijagarinim vodopadima izgrađena je prva hidroelektrana na osnovu njegovih izuma, koja predstavlja konačnu pobedu ideje naizmenične struje. Iskorišćeni princip osvetljenja, na bazi Teslinog polifaznog sistema naizmeničnih struja, koristi se i danas i zauvek je promenio čovečanstvo.

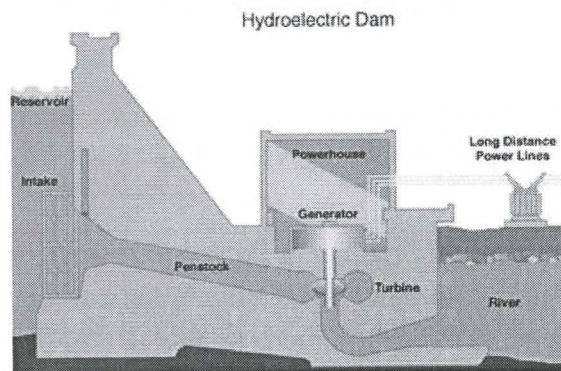
Samo četiri godine posle primene ideje velikana svetske nauke, Nikole Tesle, u Srbiji se na reci Đetinji, kod Užica, (1899.god.) gradi prva hidroelektrana za proizvodnju trofazne naizmenične struje od 50 Hz. Hidroelektrana na reci Vučjanki (sl.37), oko 17 kilometara daleko od Leskovca, je druga po starosti hidroelektrana u Srbiji, izgradena je 1899. godine. Ono po čemu je, međutim, prva i bez konkurenциje u ovom delu Balkana, je činjenica da i danas radi i proizvodi električnu energiju, kao što je radila tokom celog proteklog veka



Slika 37

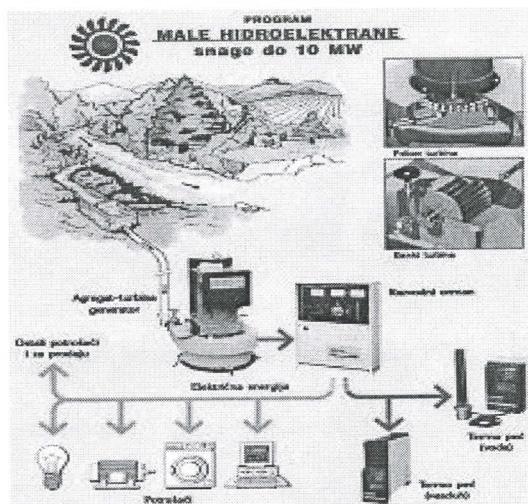
Energija kopnenih vodotokova

Hidroelektrane su energetska postrojenja u kojima se potencijalna energija vode pomoću turbine pretvara u mehaničku (kinetičku) energiju, koja se u električnom generatoru koristi za proizvodnju električne energije. Iskorišćavanje energije vodenog potencijala, ekonomski je konkurentno proizvodnji električne energije iz fosilnih i nuklearnog goriva, zato je hidroenergija najznačajniji obnovljivi izvor energije (predstavlja 97% energije proizvedene svim obnovljim izvorima).



U poslednjih trideset godina proizvodnja u hidroelektranama je utrostručena, a njen udio povećan je za 50 %. Ti podaci pokazuju da se proizvodnja u hidroelektranama brzo povećava iz više razloga: hidroenergija je čista, nema otpada; nema troškova goriva. Moderne hidroelektrane mogu do 90% energije vode pretvoriti u električnu energiju

Kada se govori o energiji kopnenih vodotokova u smislu obnovljivih izvora, uglavnom se podrazumevaju samo hidroelektrane malih snaga (od 5 do 10 MW), a ne i sve hidroelektrane, osnovni je razlog tome ostvarenje najmanjeg mogućeg uticaja na okolinu, što je usko povezano s pojmom obnovljivih izvora.



Kod velikih hidroelektrana uticaj na okolinu je znatan, dolazi do bitnih promena okoline, zbog potapanja čitavih dolina pa i naselja (najnoviji je primer projekt Tri doline u Kini), oslobođanja metana (od truljenja potopljenih biljaka), lokalnih

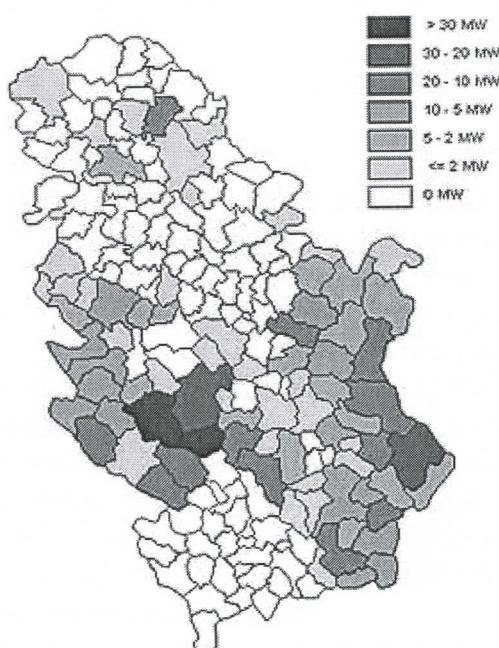
promena klime (zbog velikih količina vode) itd. Za razliku od velikih, uticaj malih hidroelektrana je neznatan i lako se mogu uklopiti u okolinu. Mala je potrošnja energije za njihovu izgradnju, objekti nisu velik itd.

Postoje tri osnovne vrste hidroelektrana: protočne, akumulacijske i reverzibilne hidroelektrane.

Po definiciji protočne hidroelektrane su one koje nemaju uzvodnu akumulaciju ili se njihova akumulacija može isprazniti za manje od dva sata rada kod pune snage. To znači da se skoro direktno koristi kinetička energija vode za pokretanje turbina. Takve hidroelektrane je najjednostavnije izvesti, ali su vrlo zavisne o trenutnom protoku vode. Njihova prednost je vrlo mali uticaj na okolinu i nema podizanja nivoa podzemnih voda.

Zbog svojih prirodnih karakteristika (razvijen reljef, relativno bogatstvo padavina, dosta razvijena hidrografска mrežа) Republika Srbija se svrstava u oblasti bogatije hidroenergetskim potencijalom.

Važan detalj je izbor i kvalitet lokacije na kojoj će se sagraditi elektrana. Ako govorimo o izgradnji hidroelektrane u Srbiji, može da se izabere jedna od oko hiljadu mogućih lokacija za izgradnju malih hidroelektrana. One su pobrojane u katastru koji je za potrebe elektroprivrede napravljen pre više od dvadeset godina. Sve te lokacije su registrovane, snimljene, obrađene, geodetski ispitane i na svima su izmereni padovi, snage i procenjena moguća proizvodnja električne energije (sl.38).



Укупна снага од малих хидроелектрана

Slika 38

Najznačajniji obnovljivi energetski resurs u Srbiji je hidropotencijal. On se procenjuje na 17.000 GWh na godišnjem nivou, od čega je do sada iskorišćeno 10.000 GWh na velikim rečnim tokovima, a na male hidroelektrane dolazi neiskorišćenih 1600 GWh godišnje, što je energija koja je ekvivalentna sagorevanju 400 000 tona nafte.

Električna opština



Slika 39
Mala hidroelektrana "Gradište", kod Knjaževca

Najviše privatnih elektrana u Srbiji izgrađeno je na produčju opštine Knjaževac. U periodu od 1983. do 2006. godine izgrađeno je 15 mikroelektrana od strane fizičkih lica. Sve elektrane su priključene na elektrodistributivnu mrežu. Jedno od takvih postrojenja je mala hidroelektrana "Gradište", (sl.39) čiji je vlasnik Brane Veljković iz Knjaževca. Smeštena u bajkoliku dolinu, ova elektrana koristi pad vode od sedam metara, sa protokom od $0,25 \text{ m}^3$ u sekundi.

Energija plime i oseke

Plima i oseka su posledica delovanja Sunca i Meseca na vodu u okeanima. Amplituda plime i oseke zavisi od međusobnog položaja Sunca, Meseca i Zemlje. Amplituda i frekvencija različite su na pojedinim obalama. Amplitude plime i oseke na Sredozemnom moru su 10 cm, a na Atlanskom, Tihom i Indijskom okeanu prosečno 6 do 8m. Na pojedinim mestima obale u zapadnoj Francuskoj i u jugozapadnom delu Velike Britanije amplituda dostiže i više od 12 m. Na zapadnoevropskoj atlanskoj obali vremenski razmak između dve plime iznosi 12 sati i 25 minuta, a na obalama Indokine nastaje samo jedna plima u 24 časa. Za energetsko iskorišćavanje plime i oseke potrebno je odabratи pogodno mesto na obali, na kojoj je velika amplituda plime, uz mogućnost izolacije dela morske površine (izgradnjom pregrade) radi stvaranja akumulacionog bazena. Najjednostavniji način korišćenja postiže se ugradnjom turbina koje rade samo u jednom smeru strujanja vode.

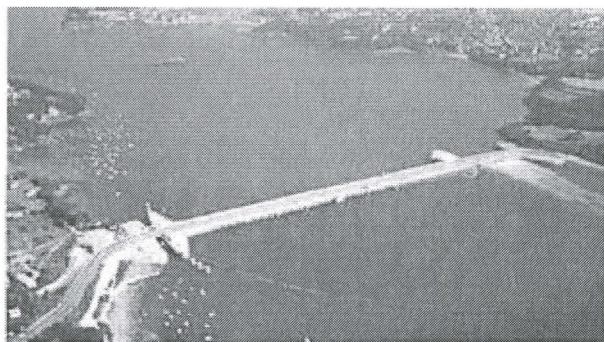
Da bi se produžilo vreme pogona, može se postaviti turbina koja radi u oba smera strujanja vode: iz bazena i u bazen. Postoji varijanta da turbina radi i kao pumpa, bilo za prebacivanje vode iz bazena u more, bilo iz mora u bazen. Na ovaj način može se bolje iskorišćavati potencijalna energija plime i oseke.

Kakav god da se odabere način iskorišćavanja energije plime i oseke, ne može se postići pogon bez prekida niti konstantna snaga. To pokazuje da je proizvodnja električne energije na toj osnovi nemoguća izolovano, bez saradnje s drugim postrojenjima za proizvodnju električne energije. Takve se elektrane moraju uključiti u elektroenergetski sistem u kojem ostale elektrane imaju ukupnu snagu nekoliko desetina puta veću od snage tih elektrana. Da postrojenje bude ekonomski opravdano treba

ispuniti dva zahteva: dužina brane ne sme biti predugačka, a dubina mora na mestu brane ne sme biti previše duboka.

Ukupna energija plime i oseke procenjuje se na 26 000TWh odnosno 2230 Mtoe u godini. Trećina se gubi u plitkim morima. Srednja amplituda plime na okeanskim širinama manja je od 1m, a energetsko iskorišćavanje plime i oseke ekonomski je opravdano ako je amplituda veća od 2m. Zbog toga se računa da je od ukupne energije plime i oseke iskoristivo samo 2%. Stvarna električna energija je još manja, jer se uz najpovoljnije dimenzionisanje može iskoristiti samo 25% teorijske proizvodnje.

U Francuskoj je izgrađena jedna takva elektrana. To je La Rance stavljen u pogon 1966. godine (sl.40). Ova elektrana ima 24 turbine koje mogu raditi i kao pumpe za oba smera strujanja vode. Iskoristiva zapremina bazena iznosi 184 miliona m³, površina mu je 22 km². Dužina pregrade je oko 720m.

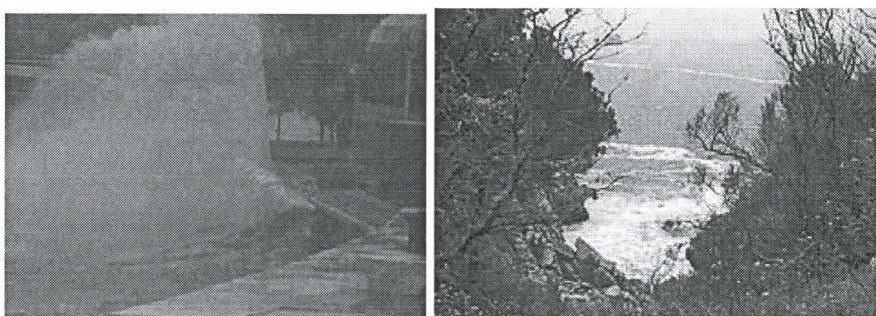


Slika 40

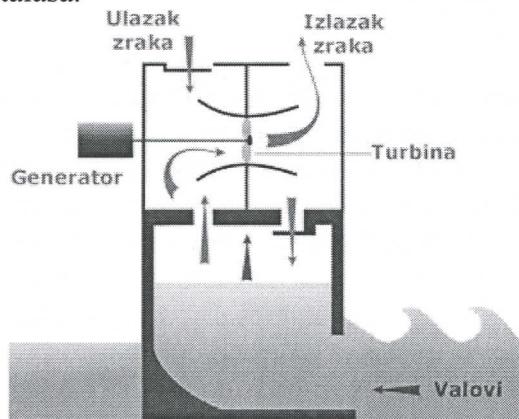
Veliki investicioni troškovi govore protiv izgradnje ovakvih elektrana, a osim toga na povoljnim lokacijama ukupna moguća proizvodnja električne energije predstavlja samo marginalnu količinu potrebne energije.

Energija morskih talasa

Talasi nastaju delovanjem vetra, a veter delovanjem Sunca. Energija talasa naglo opada sa dubinom, pa na dubini od 20m iznosi samo 20% od energije neposredno ispod površine, a na dubini od 50m samo oko 2% od energije neposredno ispod površine.



Stalni okeanski vetrovi stvaraju talase na njegovoј površini što pruža mogućnost iskorišćavanja energije talasa.



Snaga talasa se definiše po jedinici površine normalne na pravac kretanja talasa. Ona može iznositi i 10 kW/m^2 . Npr. za područje severnog Atlantika, na otvorenom moru između Škotske i Islanda u 50% vremena snaga talasa je 3.9 kW/m^2 ili veća. Snagu talasa možemo odrediti po metru dužine na morskoј površini. Tako definisana snaga talasa menja se sa brzinom vetra i zavisi od godišnjeg doba i vremenskih prilika. Na spomenutom delu Atlantika u 50% vremena leti je snaga 10 kW/m , a zimi 95 kW/m ili veća.

Dužina obala uz okeane svih pet kontinenata (bez polova) iznosi oko 100 miliona metara, pa ako se računa s prosečnom srednjom snagom od 10 kW/m , dobija se prosečna godišnja snaga od 1 TW , odnosno godišnja energija od oko $9\ 000\text{ TWh}$, što je oko 60% današnje proizvodnje električne energije.

Korišćenje energije talasa uslovljeno je iz više razloga. Uz obalu, gde bi bilo jeftinije graditi postrojenja, energija talasa je slabija, dok gradnja postrojenja na pučini poskupljuje njihovu izgradnju. Prisutan je i problem prenosa električne energije i održavanja postrojenja.

Tokom sedamdesetih i osamdesetih godina prošlog veka sprovedena su mnoga ispitivanja ovog potencijala, a rezultati su skromni i svode se na prototipove ili demonstracijske uređaje. Prva elektrana pokretana energijom talasa, nazvana Okeanós, gradi se u Portugalu, u blizini mesta Póvoa de Varzim. U prvoj fazi, u 2006. godini, elektranu će činiti 3 proizvodne jedinice a u 2008. godini planirano je proširenje na 28 proizvodnih jedinica.

Unutrašnja energija morske vode

Ako se dovede topla voda sa morske površine u prostor dovoljno niskog pritiska, ona će se pretvoriti u paru, pa se tom parom mogu pokrenuti parne turbine, ako se kondenzator hlađi vodom iz većih dubina, koja ima nižu temperaturu. U turbini se iskorišćava ta razlika između temperature na površini i u dubini mora, odnosno između pritisaka koji odgovaraju tim temperaturama.

Prvo i jedino takvo postrojenje od 22 kW izgrađeno je 1919. godine na Kubi. Ono je pokazalo tehničku mogućnost iskorišćavanja tog energetskog izvora, ali nije našlo praktičnu primenu zbog velikih investicionih troškova. Investicije po jedinici snage za takvu elektranu veće su nego za HE. Ovakva se postrojenja mogu graditi samo na obalama u tropskom pojusu, tamo gde je temperatura mora dovoljno visoka.

GEOTERMALNA ENERGIJA

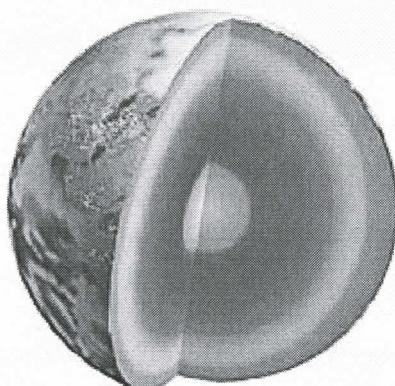
Polagano prirodno raspadanje radioaktivnih elemenata (u prvom redu urana, torijuma i kalijuma), koji se nalaze u svim stenama, proizvodi ogromnu termičku energiju. Geotermalna energija se može smatrati fosilnom nuklearnom energijom; ona je tzv. unutrašnja toplotna energija. Ukupna toplota u unutrašnjosti zemlje iznosi oko 4×10^{30} J ili oko 10^{20} toe (tona ekvivalentne nafte). Budući da urana, torijuma i kalijuma ima najviše u granitnim stenama, toplota se nešto više razvija u Zemljinoj kori, nego pod morem i u stenama mladih geoloških formacija.

Veoma zanimljiv i potencijalno izuzetno značajan izvor predstavlja geotermalna energija. Ovaj izraz se odnosi na toplotu Zemljine unutrašnosti, gde je temperatura u samom središtu, između 4000 i 6000° C što je otprilike jednak temperaturi površine Sunca. Najpraktičnija za eksploraciju geotermalne energije, su područja gde se vrela masa nalazi blizu površine naše planete. Na mnogim takvima lokacijama u svetu već postoje postrojenja-izmenjivači toplote koja na taj način zagrejanu vodu koriste za grejanje ili u industrijske svrhe.

Čovek je od najstarijih vremena koristio tople izvore i na njima gradio velika kupatila. Prvi javni sistem grejanja koji je koristio tople izvore sagrađen je 1892. u državi Ajdaho u SAD dok je prva geotermalna elektrana sagrađena je 1904. u Italiji.

Struktura Zemljine unutrašnjosti je takva da temperatura u zavisnosti od strukture slojeva, raste od 10 do 30°C na svakih kilometar bliži jezgru (sl.41). Difuzija unutrašnje topline veoma je polagana i izaziva srednji temperaturni gradijent od 10^0C po km i to za prvi 100 km od površine. Taj gradijent polagano raste prema središtu Zemlje. Računa se da je potrebno oko 100 miliona godina da toplota koja se nalazi u Zemljinoj kori do dubine 100 km stigne na površinu delovanjem provodenja. Gustina te energije je jako mala i ona se ne može koristiti. Kada govorimo o geotermalnoj energiji mislimo na onu koja je akumulirana u stenama Zemljine kore, a ne na onu koja provodenjem struji ka površini.

Skoro nepromjenjiva temperatura sloja Zemljine kore može se u velikom obimu iskoristiti za indirektno grejanje ili hlađenje stambenih i poslovnih objekata. Tokom zime kada je tlo toplije od građevina na površini sistem-izmenjivač preko cevi sa vodom prenosi toplotu tla na zgrade, dok leti kada je tlo hladnije od površine radi suprotno. Isti sistem tako služi i za grejanje i za hlađenje. U Rejkaviku (Island) postoji najveći sistem grejanja zasnovan na geotermalnoj energiji. Gotovo svi stambeni i poslovni objekti u ovom gradu priključeni su na ovaj sistem.



Slika 41

Prema proračunima do kojih je došla Evropska Komisija za istraživanje energije, toplota Zemljine unutrašnjosti može obezbediti veoma stabilan i dugotrajan izvor energije. Samo jedan kubni kilometar užarene mase može davati 30 MW električne energije u periodu od 30 godina.

Razlikujemo četiri grupe geotermalnih energetskih izvora:

- hidro geotermalna energija izvora vruće vode
- hidro geotermalna energija izvora vodene pare
- hidro geotermalna energija vrele vode u velikim dubinama
- petrotermička energija (energija vrelih i suvih stena).

Voda koja se pojavljuje u izvorištima vruće vode i vodene pare dospela je u dublje slojeve kroz vodopropusne slojeve. Ona akumulira toplotu vrelih stena i onu koja dolazi iz većih dubina. Ako voda pronađe put do površine Zemlje bilo kroz bušotine, ili preko gornjeg nepropusnog sloja stena, ona se javlja u obliku vruće, ključale vode, ili u obliku pare (gejziri) (sl.42). Postoje slojevi Zemlje koji su toliko nepropusni da do njih ne može stići voda sa površine. Što je veća dubina poroznost je sve manja i temperatura sve veća, pa se smatra da u dubini Zemlje postoje ogromne količine energije akumulisane u suvim stenama.

Što se tiče izvora vode u velikim dubinama to je ona voda koja je u ranijim geološkim razdobljima došla ispod površine Zemlje i tu ostala zarobljena ispod nepropustnih stena. Ona se nalazi pod pritiskom koji odgovara masi stena iznad nje. U Meksičkom zalivu postoje takva nalazišta u kojima vlada pritisak od 760 bara.



Slika 42
Gejziri na Novom Zealandu i ostrvu Lanzarote

Budući da je dubina bušenja uz današnju tehnologiju ograničena do 10 km, samo bi geotermalna energija stena do tih dubina došla u obzir za iskorišćavanje.

Ukupna energija u tim stenama iznosi oko 3×10^{16} ten, od čega se četvrtina nalazi u stenama ispod kontinenata. U neposrednoj budućnosti i do časa kada bude ostvarena tehnologija koja će omogućiti iskorišćavanje ove energije, ostaje kao energetski izvor samo hidro geotermalna energija. Nje ima mnogo manje, a njena

upotrebljivost zavisi od temperature. Ako bi se iskorišćavanje vršilo do dubine od 3 km, rezerve hidro geotermalne energije su 2000 puta veće nego rezerve uglja. Najveći deo nosilaca energije ima temperature niže od 100°C (oko 88%), a tek mali deo ima temperature iznad 150°C (oko 3%).

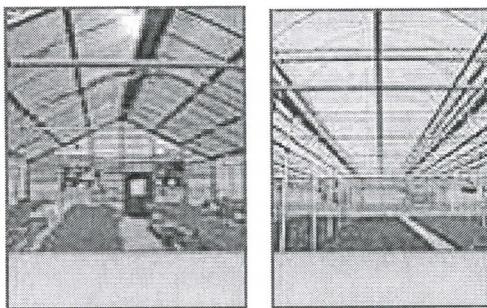
Količina takve energije je tako velika da se može smatrati skoro neiscrpnom.

Danas se geotermalna energija koristi u mnogim zemljama za:

- potrebe lečenja i rekreativne aktivnosti,
- potrebe grejanja i tople vode,
- proizvodnju električne energije,
- potrebe poljoprivrede (zagrevanje staklenika, ribnjaka, zemljišta),
- potrebe industrije.

Geotermalna energija odnosi se na korišćenje toplove unutrašnjosti Zemlje. Da bi se ta energija iskoristila, razvijene su mnoge tehnologije, ali pojednostavljeno možemo izdvojiti dva osnovna načina: direktno i posredno. Direktno korišćenje znači upotreba vruće vode koja izbija (ili se ispumpa) iz podzemlja.

Vrući izvori se širom sveta koriste kao toplice, za grejanje kuća ili staklenika, za pojedine postupke u industriji (npr. pasterizacija mleka) u zdravstvene i rekreativske svrhe. Vrućom vodom iz dubine Zemlje mogu se grejati staklenici i zgrade (sl.43).

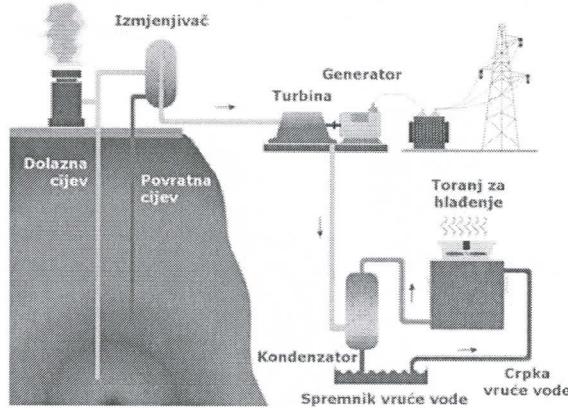


Slika 43

Indirektno korišćenje geotermalne energije znači dobijanje električne struje. Ovdje se princip rada ne razlikuje bitno od klasičnih termoelektrana na ugalj ili mazut, razlika je samo u načinu na koji se dobija vodena para. U zavisnosti od temperature vode (ili pare) u podzemlju, razvijeno je nekoliko različitih tehnologija. Prednost ovog izvora energije je to da je jeftin, stabilan i trajan izvor, nema potrebe za gorivom, po pravilu nema štetnih emisija, osim vodene pare, ali ponekad mogu biti i drugi gasovi. Slabosti proizlaze iz činjenice da je malo mesta na Zemlji gdje se vrela voda u podzemlju ne nalazi na prevelikoj dubini. Kako su to često i potresna područja sama gradnja postrojenja zahteva povećane troškove. Često su udaljena od naseljenih područja, pa se stvaraju troškovi prenosa energije, a ponekad su zaštićena pa gradnja nije dopuštena (npr. NP Yellowstone). Među zemljama koje prednjače su SAD, Filipini, Meksiko, Japan. Na Islandu, koji je poznat po gejzirima, mnoge zgrade i bazeni greju se geotermalnom vrućom vodom.

Vruća voda i para iz dubine Zemlje mogu se koristiti za proizvodnju električne energije. Buše se rupe u zemlji i cevi spuštaju u vruću vodu. Vruća voda ili para penje

se tim cevima na površinu. Geotermalna elektrana je kao svaka druga termoelektrana, osim što se para ne proizvodi gorenjem goriva već se crpi iz zemlje. Daljnji je postupak s parom isti kao kod konvencionalne termoelektrane: para se dovodi do turbine koja pokreće rotor električnog generatora. Nakon turbine para odlazi u kondenzator, kondenuje se, da bi se tako dobijena voda vratila natrag u geotermalni izvor (sl.44).



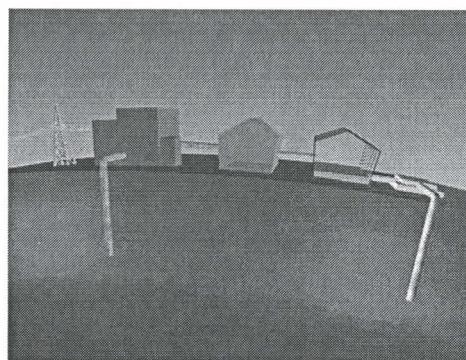
Slika 44

Za praktično iskorišćavanje geotermalne energije potrebno je iskoristiti prirodno strujanje vode ili stvoriti uslove za takvo strujanje.

U većim dubinama Zemljine kore nalaze se velike mase stena koje sadrže znatne količine energije. Voda s površine ne može proći do tih stena prirodnim putem. Da bi se ta energija iskoristila, potrebno je duboko ispod površine razdrobiti stene kako bi se dobila dovoljno velika površina za prelazak toplote sa stena na vodu. Usavršeni geotermalni sistemi se svode na stvaranje veštačkih geotermalnih rezervoara, odnosno na bušenje tih velikih stena ispod zemlje, pumpanje vode kroz njih i korišćenje pare koja se stvara, za pokretanje generatora na površini zemlje. Pritom bi se voda s površine dovodila među raspucale stene veštački stvorenom buštinom, a ugrejana voda bi se odvodila drugom buštinom na površinu (sl.45).

Još uvijek nije tehnološki razrađeno komercijalno isplativo iskorišćavanje energije suvih stena, niti vruće vode koja se nalazi u vrlo velikim dubinama.

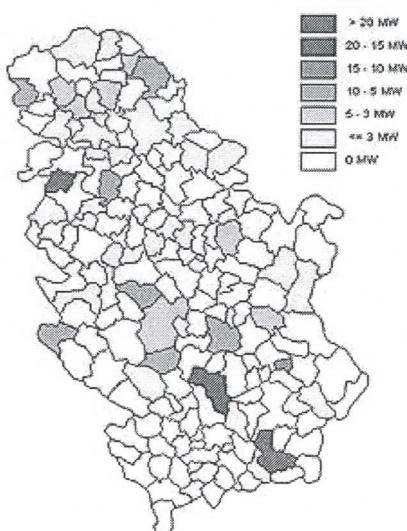
Postoje međutim i znatne prepreke. Usavršeni geotermalni sistemi, na način koji se predlaže, koristili bi velike količine vode. Pojedini naučnici smatraju da bi proces mogao da izazove manje zemljotresе.



Slika 45

Rezeve geotermalne energije u Srbiji

Prema podacima Ministarstva energetike, u Srbiji postoji nekoliko stotina bušotina sa geotermalnom vodom (sl.46) čija je temperatura relativno niska, uglavnom ispod 60°C. Toplotna snaga ovakvih izvora je manja od 160 MJ/s, ali se smatra da je stvarni potencijal bar pet puta veći od ostvarenog. Potencijal ovog resursa u Srbiji je 185.000 tona ekvivalentne nafte.

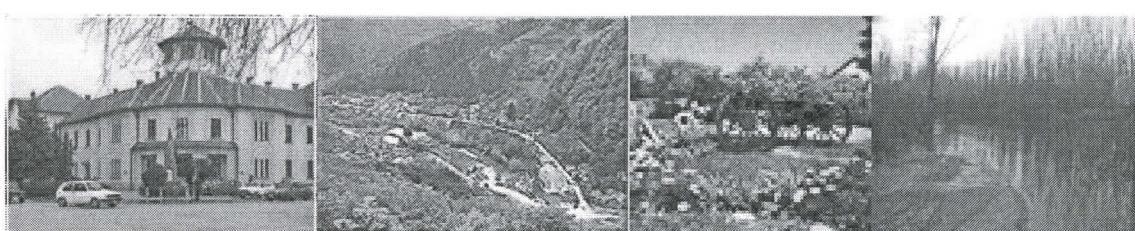


Укупна снага од геотермалних извора

Slika 46

U Srbiji postoji mnogo vrućih izvora, ali je njihova temperatura između 20 i 80°C. Dosadašnja istraživanja su pokazala da je najperspektivnije područje za eksplotaciju od Beograda do reke Drine, sa južnim Sremom. Procenjuje se da se ovaj rezervoar sa termalnim vodama prostire na 2000km².

U centralnom delu Mačve otkrivena je najintenzivnija konduktivna geotermalna anomalija u celom Panonskom basenu, jer je u bušotini BB-1 na dubini od 412 m otkrivena termalna voda sa temperaturom 75°C. Rezultati dobijeni hidrogeotermalnim modeliranjem pokazuju da je kod Bogatića moguća eksplotacija geotermalne energije, ali njen korišćenje još nije počelo.



Bogatić 75°C

Lukovska banja 80°C

Indija 62°C

Kupinovo 54°C

Mačva je jedno od najpoznatijih poljoprivrednih područja u Srbiji. Zbog toga geotermalni resursi iz njenog hidrogeotermalnog sistema imaju ogroman značaj za proizvodnju hrane, cveća, grejanje naselja i u poljoprivrednoj industriji. Sadašnje prognoze dobijene na osnovu hidrogeotermalnog modela pokazuju da je moguća

intenzivna eksploatacija i korišćenje geotermalne energije sa termalnom snagom od najmanje 150 MW.

Budući da je geotermalni gradijent na panonskom području znatno veći od evropskog proseka na ovom području se može očekivati, pored već otkrivenih geotermalnih ležišta, pronalaženje novih geotermalnih izvora.

Od ove energije za grejanje je iskoristivo 7%, a za proizvodnju električne energije samo 0,4%. Veliki deo izvora vruće vode ima preniske temperature za proizvodnju vodene pare takvih karakteristika koje su potrebne za proizvodnju električne energije, pa se takva energija može upotrebiti za grejanje ili slične namene.

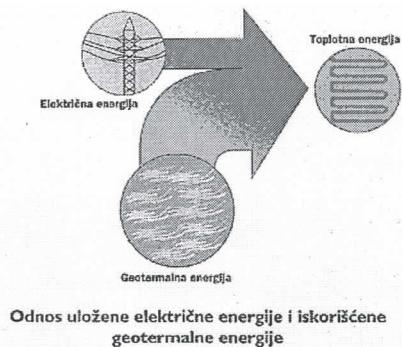
Osim toga transport vruće vode ili pare na velike daljine je skup i vezan sa velikim gubicima pa se ovakvi izvori energije moraju lokalno iskoristiti (grejanje prostorija i staklenika, neki tehnološki procesi u industriji).

Industrijska eksploatacija vrelih izvora započinje 1818. godine kada je izgrađeno postrojenje za ekstrakciju borne kiseline iz vrućih izvora u području Larderello u blizini Siene (Italija). Danas u tom području postoji 14 TE ukupne snage oko 400 MW. Do 1975. godine instalisana snaga takvih TE iznosila je oko 1400, sa godišnjom proizvodnjom električne energije od oko 8700 GWh.

Iako iskorišćavanje hidrogeotermalne energije može poboljšati snabdevanje stanovništva, pogotovo u neposrednoj blizini izvora vruće vode, tek iskorišćavanje energije akumulisane u suvim stenama može značajnije uticati na energetski bilans u svetskim razmerama.

Toplotna pumpa

Toplotne pumpe su uređaji pomoću kojih se toplotna energija iz jedne sredine prenosi u drugu sredinu. Za taj prenos toplotne energije takođe je potrebno da se utroši određena energija koja je nekoliko puta manja od prenute energije.



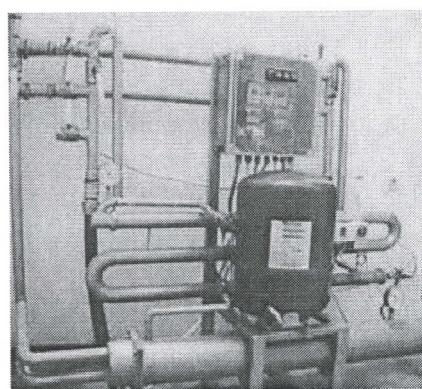
Ušteda energije je do 70% u grejanju stambenih, poslovnih i javnih objekata.

U tehničkoj praksi toplotne pumpe se najčešće koriste za:

- grejanje i hlađenje prostora
- rekuperaciju toplotne energije

Grejanje i hlađenje u zgradama

Toplotna pumpa (sl. 47) je uređaj koji može toplotnu energiju da trasportuje iz spoljašnje okoline u zgradu ili iz zgrade u spoljašnju okolinu. Gledano sa stanovišta investicije u toplotnu pumpu, može se odmah zaključiti da se u našem klimatskom području uređaj veoma racionalno koristi jer se u zimskom periodu koristi za grejanje, a u letnjem periodu za hlađenje prostora.



Slika 47

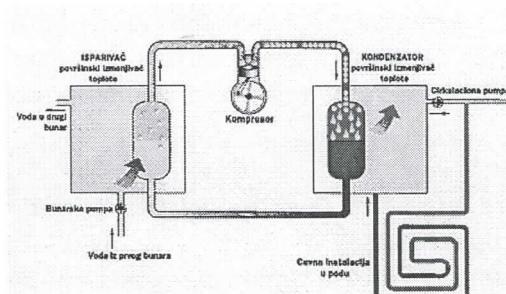
Toplotna pumpa snage 19 kW

Toplotna energija iz toplih otpadnih voda može da se pomoću toplotne pumpe vrati i ponovo iskoristi za zagrevanje prostora ili zagrevanje vode. Najčešće primene su u industrijskim procesima kao i u hotelskim i banjskim primenama.

Tipovi toplotnih pumpi

U zavisnosti od sredine iz koje se preuzima toplotna energija i sredine u koju se ona prenosi postoji više tipova toplotnih pumpi. Njčešća su dva: vazduh - vazduh i voda - voda kao i njihove kombinacije.

Toplotna pumpa tipa: voda – voda



Šema primene toplotne pumpe tipa VODA - VODA
za podno grejanje i hlađenje

Slika 48

Toplotna pumpa koja koristi vodu kao toplotni izvor i vodu kao toplotni ponor uzima energiju iz vode i prenosi je takođe u vodu u drugom prostoru.

Na šemici (sl.48) je prikazan princip rada toplotne pumpe u sistemu za podno grejanje i hlađenje zgrada. Kada se kao toplotni izvor koristi podzemna voda koja je cele godine na temperaturi od 14 do 18 °C optimizacijom parametara toplotne pumpe postiže se maksimalni koeficijent korisnog dejstva u toku celog perioda upotrebe. Ovaj tip toplotne pumpe u kombinaciji sa podnim sistemom grejanja i hlađenja daje najpogodnije rezultate i sve se više koristi u svetu.

Toplotna energija može da se uzme iz podzemnih voda koje su na temperaturi od oko 18°C tokom cele godine. Iz izbušenog bunara voda se odvodi u toplotni izmenjivač u kome se deo topote iz podzemne vode prenosi u freon koji tada isparava.

Delimično ohlađena voda vraća se u drugi bunar koji je iste dubine kao i prvi tako da se tokovi podzemnih voda ne remete. Freon koji je sada u gasovitom stanju sabija se kompresorom i tada otpušta latentnu prenetu toplotu i predaje je vodi koja cirkuliše kroz kondenzator i podni sistem cevi u zgradbi.

Prednosti ovakvog sistema za grejanje i hlađenje su sledeće:

- Preko 70 % energije potrebne za grejanje prostora dobija se iz podzemne vode besplatno.
- Podni sistem za grejanje i hlađenje u kombinaciji sa toplotnom pumpom i sunčanim kolektorima je potpuno ekološki način korišćenja energije.
- Toplotna puma za grejanje ili hlađenje uključuje se na početku grejne sezone, a isključuje se na kraju. Time se postiže najbolji energetski učinak i prostor je zagrejan na željenu temperaturu tokom celog tog perioda. Isto važi i za period hlađenja prostora.
- Podno grejanje omogućava racionalnije korišćenje prostora zbog toga što nema potrebe za postavljanjem radijatora. To pruža mogućnosti za maksimalno prilagođavanje enterijera potrebama i vizuelnom utisku.
- Ugodan osećaj prijatne topline u bilo kom delu grejanog prostora.

- Jednokratnom investicijom se rešava i grejanje i hlađenje prostora.
- Ravnomerno zagrevanje celokupnog prostora dovodi do minimalnog strujanja vazduha čime se drastično smanjuje prisustvo prašine u vazduhu što umanjuje ili eliminiše alergijske tegobe.

Svi objekti koji se grade na lokacijama gde se pretpostavlja ili zna da postoje podzemne vode su idealni za ovaj način grejanja. Škole, obdaništa, domovi za stara lica, hoteli, industrijski objekti, stambeni objekti kao i objekti u kojima nije poželjno da se vide grejna tela su idealni za primenu ovog sistema grejanja i hlađenja. Takođe veliki holovi, pokriveni tržni centri, sportski objekti, proizvodni i magacinski prostori sa velikim površinama i prosečno nižim temperaturama. jedino se mogu kvalitetno zagrejati i hladiti primenom podnog sistema grejanja i hlađenja.

Geotermalne elektrane postoje u mnogim zemljama sveta. Njihova izgradnja je najčešće uslovljena specifičnostima tj. blizinom geotermalnih rezervoara vrele vode ili pare. Ovi prirodni rezervoari dostižu temperaturu i preko 350°C i samim tim predstavljaju izuzetan potencijal kao izvor energije. Voda se u njima skuplja prolazeći kroz pukotine u Zemljinoj kori što znači da ti rezervoari predstavljaju samoobnavljajući izvor energije. Danas postoje geotermalne elektrane u Sjedinjenim Državama, Italiji, Filipinima, Meksiku i još nekoliko država. One u svetskoj proizvodnji električne energije učestvuju sa tek 0,2%.

Procenjeno je da zalihe geotermalne energije daleko prevazilaze energetske zalihe uglja, nafte, prirodnog gasa. Prednosti geotermalne energije su: zanemarljivo mali negativan uticaj na okolinu i ogromni potencijal, mane su uslovljenost položajem, dubinom, temperaturom i procentom vode u određenom geotermalnom rezervoaru. Inicijalne cene izgradnje ovakvih sistema veoma su konkurentne i predstavljaju veoma povoljno rešenje za grejanje stambenih jedinica ili plastenika. U budućnosti se očekuje dublje bušenje, pronalaženje većeg broja geotermalnih izvora i dalja komercijalizacija ovog izvora energije.

BIOMASA

Među ostalim obnovljivim izvorima je i biomasa za koju se u bližoj budućnosti očekuje naročito značajan doprinos. Sve relevantne energetske statistike pokazuju nezanemariv deo biomase u proizvodnji toplotne i električne energije, a od nedavno i u saobraćaju. Postoje brojne pozitivne karakteristike korišćenja energije biomase.

Pod biomasom se podrazumevaju biološki razgradive materije nastale u poljoprivredi, stočarstvu i sa tim vezanoj industriji, kao i biološki razgradivi deo industrijskog i gradskog otpada.

Biomasa je izvor energije koji nastaje iz proizvoda biljnog i životinjskog porekla (drvena masa, slama, piljevina, kukuruzovina, stablje suncokreta, lišće, stajski gnoj, komunalni i industrijski otpad). Sagorevanje biomase koristi se za dobijanje vodene pare za grejanje u domaćinstvima i za potrebe industrijskih procesa. Biomasa se koristi i u termoelektranama kao zamena za deo fosilnog goriva. Dodatne prednosti biomase su zbrinjavanje i iskorišćavanje otpada i ostataka iz poljoprivrede i drvne industrije.

Upotreba biomase ne doprinosi globalnom zagrevanju. Ugljen dioksid oslobođen pri sagorevanju, druge biljke iskorišćavaju u svom rastu. Dakle, upotreboom biomase, zatvara se krug očuvanja ugljen dioksida. Biomasa je obnovljivi izvor energije jer biljke koje stvaraju biomasu rastu iznova. Danas se još uvijek otkrivaju novi načini upotrebe biomase. Jedan je način proizvodnja etanola, alkoholnog goriva. Etanol se može koristiti u specijalnim vrstama automobila umesto benzina i dizela. Alkohol se može i kombinovati sa benzinima. To također smanjuje zavisnost od nafte koja je neobnovljiv izvor energije.

Glavna prednost biomase u odnosu na fosilna goriva je manja emisija štetnih gasova i otpadnih voda. Dodatne su prednosti zbrinjavanje i iskorišćavanje otpada i ostataka iz poljoprivrede, šumarstva i drvne industrije, smanjenje uvoza energetika, ulaganje u poljoprivrednu i nerazvijena područja. Predviđa se da će do sredine veka u svetu deo biomase u potrošnji energije iznositi između 30% i 40%. Prema dokumentima EU predviđa se da će proizvodnja energije iz biomase u odnosu na ostale obnovljive izvore energije 2010 godine iznositi 73%.

Biomasa može biti drvna ili poljoprivredna.

Poljoprivrednu biomasu čine ostaci ratarskih kultura (sl.49), ali uključuju i tečno gnojivo.



Slika 49

Kamioni prevoze otpad iz fabrika, šuma i poljoprivrednih domaćinstava do elektrane na biomasu. Tu se biomasa ubacuje u velike peći gde sagoreva. Toplota koja

se oslobađa, zagreva vodu u kotlu, i ona se pretvara u vodenu paru (sl.50). Para se koristi za okretanje rotora turbine i generatora, odnosno pretvara se u električnu energiju.

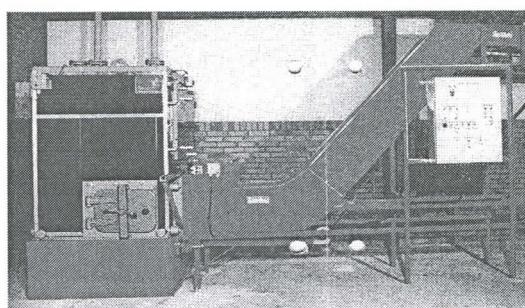
Biomasa se također može dobiti sa deponija otpada. Kada se otpad razgrađuje oslobađa se gas, metan. U otpad se postave cevi pa se metan može sakupljati. Zatim se spaljuje u termoelektrani kako bi se proizvela električna energija. Slično se može napraviti u stajama. Na mestima gdje se uzgaja mnogo životinja proizvodi se gnojivo. Kad se gnojivo razgrađuje ono također ispušta metan slično kao i otpad. Taj se gas može spaljivati na samoj farmi i tako proizvoditi energiju potrebnu za rad farme.

U Evropskoj Uniji 58% primarne energije dobivene od obnovljivih izvora energije dolazi iz drva. Tu veliki ideo ima tradicionalno iskorišćavanje potencijala šuma. U Francuskoj se proizvodi najviše primarne energije iz drva. To je u 2000. godini iznosilo 9,8 Mtoe energije dobivene na taj način Švedska (8,3 Mtoe) i Finska (7,5 Mtoe). Iako topotna energija (grejanje kuća, grejanje vode) predstavlja glavni deo proizvodnje energije, jedan deo energije drva se pretvara i u električnu energiju.

Biomasa je danas sve popularnija u svetu zbog širokog raspona mogućnosti korišćenja, u tečnom, gasovitom ili čvrstom stanju. Prednost bioenergije je mogućnost skladištenja primarnog energenta i njena pristupačnost zbog prilagodljivosti zahtevima za energijom.

Po hektaru poljoprivrednog zemljišta moguće je dobiti tri tone slame od pšenice, uljane repice i soje, pet tona kukuruzovine, četiri tone stabljike suncokreta.

O značaju biomase dovoljno govore podaci da 2,5 kg slame može da uštedi litar ulja za loženje, $1,06 \text{ m}^3$ zemnog gasa, 2,2 kg drveta ili 1,94 kg uglja.



Slika 50

Kotao za sagorevanje slame

Značaj korišćenja biomase

- Lokalni i globalni značaj:
 - smanjenje emisije ugljen-dioksida,
 - smanjenje emisije sumpor-dioksida (i pepela),
 - novi prihodi za poljoprivredu i šumarstvo.
- Strateško opredeljenje:

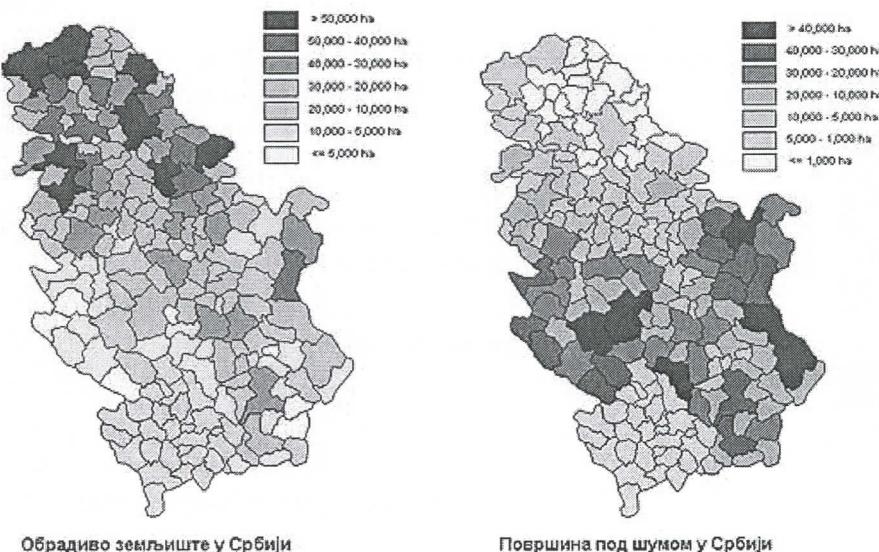
- smanjenje zavisnosti od uvoznog goriva,
 - povećanje pouzdanosti snabdevanja energijom,
 - razvoj slabije razvijenih regiona, angažovanje stanovništva u manjim naseljima,
 - razvoj poljoprivrede i gazdovanja šumama,
 - angažovanje domaće industrije na proizvodnji opreme.
- Zaštita životne sredine
 - Poljoprivreda

Procene za Srbiju

Procenjeno je da svake godine u Srbiji proizvede 12,5 miliona tona biomase, a najveći deo se ne koristi na razuman i racionalan način.

Ukupni godišnji energetski potencijal biomase u Srbiji je na nivou od 40 % energetske vrednosti uglja koji se godišnje proizvede u našim rudnicima.

U Srbiji postoji značajan energetski potencijal za proizvodnju biomase (sl.51).



Slika 51

Urađena je jedna analiza potrošnje lož ulja u centralizovanim sistemima grejanja koja je obuhvatila neke manje gradove u našoj zemlji. Odabrani su gradovi u izrazito poljoprivrednim i šumskim regionima u kojima šume pokrivaju više od 45 % teritorije opštine. Utvrđeno je da bi 5 % zemljišta zasejanog pšenicom i kukuruzom bilo dovoljno da se ostacima biomase zameni tečno gorivo koje se koristi za proizvodnju toplotne energije u tim opština, dok bi u šumskim područjima bilo dovoljno oko 10% postojeće seče šuma da bi se ostvario isti cilj.

Može se očekivati da će korišćenje drvne biomase imati veoma važnu ulogu u proizvodnji energije u Srbiji u narednim godinama, imajući u vidu i da će ratifikacijom

Kjoto protokola naša zemlja biti u obavezi da smanji količinu ugljen dioksida koji se emituje, pre svega sagorevanjem fosilnih goriva.

Zbog toga ne čudi da veliki broj farmi smanjuje proizvodnju hrane i prelazi na proizvodnju električne energije pa se u narednih desetak godina očekuje pretvaranje značajnih površina poljoprivrednog zemljišta u tzv. energetske zasade.

Postrojenja za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora obično su relativno malog kapaciteta, pa su stoga i investicije u pojedinačna postrojenja takođe relativno male. Stoga postoji realna osnova za uključivanje domaće privrede u razvoj tehnologija, proizvodnju opreme i učešće u konkurenčiji za plasman proizvoda u susedne zemlje. Imajući u vidu da su obnovljivi izvori energije najvećim delom locirani u seoskim sredinama tako bi se obezbedila i veća uposlenost seoskog stanovništva.

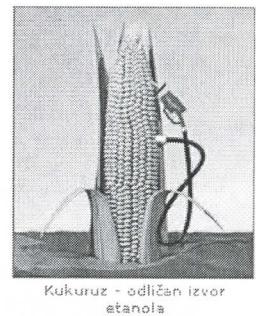
Biogoriva

Biogorivo nastaje iz biomase, a može biti biodizelsko gorivo ili bioetanol. Biodizelsko gorivo je neotrovno i biorazgradivo, a dobija se od otpadnog jestivog ulja, uljane repice, soje, suncokreta ili masnoča životinjskog porekla. Po kvalitetu ne zaostaje za lakisim uljem dobijenim pri preradi sirove nafte, pa služi kao pogonsko gorivo za rad dizelskih motora.

Bioetanol se dobija od šećerne trske, šećerne repe, kukuruza, pšenice i krompira, a koristi se za rad benzinskih motora.

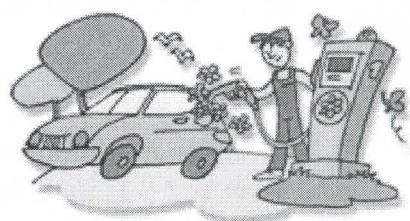
Etanol se može proizvoditi od tri osnovna sastojka biomase:

- šećera (šećerna trska, slatki sirak, melasa)
- skroba (od kukuruza)
- celuloze (od drveta, poljoprivrednih ostataka)



Osnovne faze u procesu proizvodnje etanola su:

- priprema sirovine
- fermentacija
- destilacija etanola



Priprema sirovine je zapravo hidroliza molekula skroba enzimima u šećer koji može fermentisati. Fermentacija se vrši u pećima sa običnim kvascem za proizvodnju 8 do 10%-tnog alkohola, nakon 24 do 72 h fermentacije.

Destilacija tog alkohola vrši se u nekoliko faza čime se dobija 95%-tni etanol. Za proizvodnju posve čistog etanola, kakav se koristi za mešanje s benzinom, dodaje se benzen i nastavlja destilacija, pa se dobija 99,8%-ni etanol.

Vodeća zemlja u proizvodnji i primeni etanola za vozila je Brazil, gde se svake godine proizvede više od 15 milijardi litara. Oko 15% brazilskih vozila se kreće na čisti etanol, dok preostala koriste 20%-tnu smesu s benzinom. Etanol su počeli proizvoditi kako bi se smanjila brazilska zaovisnost od uvozne nafte i otvorilo dodatno tržište domaćim proizvođačima šećera.

Proizvodnja i karakteristike biogasa

Biogas je smesa gasova nastalih delovanjem bakterija pri anaerobnoj razgradnji organskih supstanci.

Postoje dokazi da je u prošlosti biogas korišćen:

- Marco Polo spominje da su u Kini koristili kanalizacijski otpad za proizvodnju biogasa pre 2 000 godina,
- u Aziji od 10 veka,
- u Persiji od 16 veka.
- 1875. godine korišćen je biogas u Nemačkoj.
- 1884. godine vršena su istraživanja vezana za iskorišćavanje životinjskog gnoja (predložen je konjski gnoj za proizvodnju biogasa koji bi se koristio za osvetljavanje ulica -Nemačka)

Sastav biogasa

Biogas se sastoji od približno 60 % metana, 35 % ugljen dioksida, 5 % smeše vodonika, kiseonika, amonijaka, sumporovodonika, ugljen monoksida, azota i vodene pare. S obzirom na količinu metana koju sadrži, biogas se može koristiti kao gorivo. Toplotna vrednost biogasa srazmerna je količini metana. Dobijeni se biogas najčešće koristi kao gorivo za sagorevanje u kotlovima ili gasnim turbinama u svrhu dobijanja topotne ili električne energije.

- Metan (CH_4) je prvi i najvažniji sastojak biogasa, a sam kvalitet biogasa meri se po udelu metana. Metan je goriv i eksplozivan.
- Ugljen-dioksid (CO_2) je najizraženiji negorivi sastojak biogasa, ali radi dobrog sagorevanja nije poželjno njegovo smanjenje ispod 15%.
- Sumporvodonik H_2S je nepoželjan, jer sagorevanjem nastaje vrlo korozivna H_2SO_3 ili H_2SO_4 koja uništava opremu za proizvodnju. Zato je potrebno ukloniti H_2S kod većih količina od 1%.
- Voda ili vodena para spada u negorive sastojke biogasa. Odvajanje vlage obavlja se radi postizanja bolje gorive vrednosti (sagorevanja) i kvalitetnijeg svojstva biogasa.
- Udeo kiseonika u biogasu je nepoželjan i trebao bi biti ispod 0.5% jer i najmanja prisutnost kiseonika smeta radu anaerobnih bakterija.

Između 1990. i 2000. godine kontinuirano se povećavao broj elektrana na biogas. Danas ima oko 3 000 elektrana u Evropi, a treba im dodati i 450 odlagališta smeća koja se koriste za dobijanje biogasa.

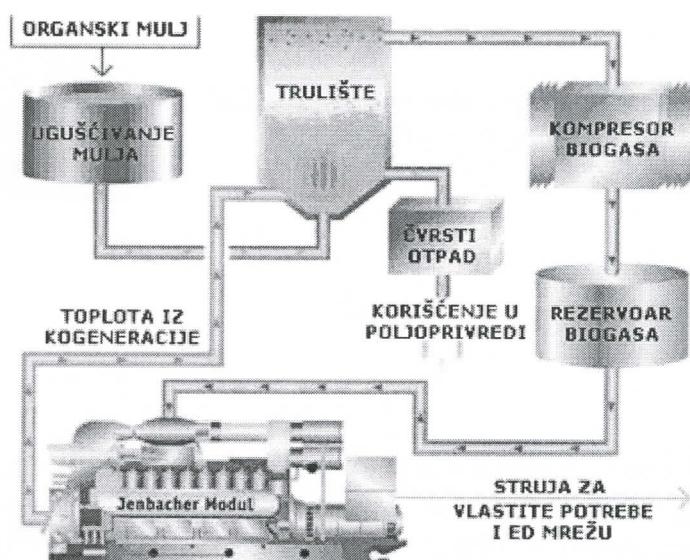
Proizvodnja biogasa se može ostvariti:

- na stočnim farmama gde proizvodnja biogasa varira u zavisnosti od životinjske vrste i načina gajenja
- iz drvenog otpada
- kod industrijskih otpadnih voda (šećerane, prerada melase, prerada krompira, proizvodnja voćnih sokova, mlekarice, pivare, papir i celuloza)
- na uređajima za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda (sl.52)



Slika 52

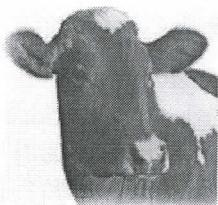
Na uređajima za prečišćavanje otpadnih voda sa anaerobnom stabilizacijom mulja nastaje biogas, koji predstavlja vrlo interesantan izvor energije (sl.53). Efikasnost produkcije biogasa obezbeđuje se održavanjem temperature (oko 35°C), pH vrednosti, mešanjem i odstranjivanjem kiseonika i toksičnih materija.



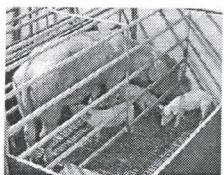
Slika 53

Proizvodnja biogasa na stočnim farmama

Energetski potencijal biomase na farmama (sl.54) se određuje prema broju tzv. uslovnih grla stoke. Uslovno grlo (UG) predstavlja životinju (ili više njih), mase 500 kg žive vase.



1 UG = 0,6 - 1,2 krava muzara
- približno $1,3 \text{ m}^3$ biogasa dnevno po UG



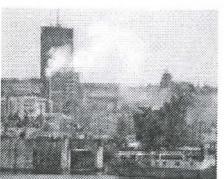
1 UG = 2 - 6 svinja
- približno $1,5 \text{ m}^3$ biogasa dnevno po UG



1 UG = 250 - 320 koka nosilja
- približno 2 m^3 biogasa dnevno po UG



Silaža kukuruza, trave, lisne mase...
- $600 - 640 \text{ m}^3$ biogasa po toni



Industrijske organski zagađene otpadne vode
- $0,20 - 0,40 \text{ m}^3 \text{ CH}_4 / \text{kg}$

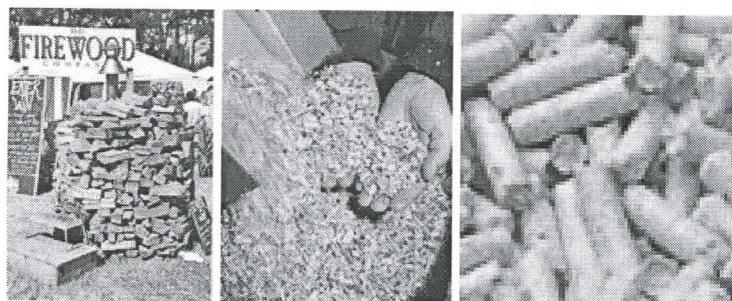
Slika 54

Procenjuje se da bi u narednih 10 godina bilo moguće da se u Vojvodini ostvare investicije pre svega u 5 biogas postrojenja na najvećim farmama goveda i 5 biogas postrojenja na najvećim farmama svinja. Time bi bilo prerađeno gnojivo od 11 000 uslovnih grla goveda i 8 500 uslovnih grla svinja u količini oko $370\,000 \text{ m}^3$ godišnje.

Proizvodnja i karakteristike gasa iz drvenog otpada

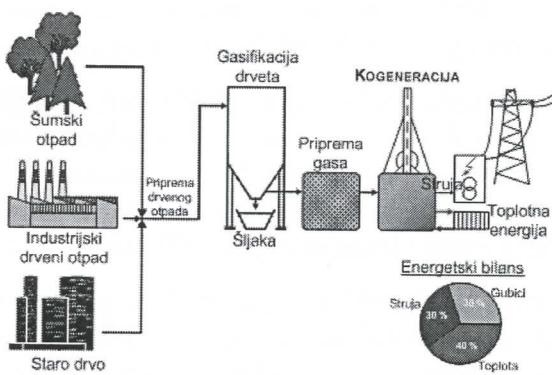
Gasifikacija drvenog otpada , uz rešavanje ekološkog problema, ima značajnu ekonomsku karakteristiku, jer omogućava iskorišćenje energetskog potencijala sadržanog u otpadnom drvetu za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije. Na ovaj način, energetski potencijal starog i otpadnog drveta (sl.55) se može plasirati potrošačima, koji su udaljeni od deponija drvenog otpada, tako što se gas transportuje do potrošača energije ili se električna energija plasira u elektro-distribucionu mrežu i tako dolazi do potrošača (industrija, naseljena mesta, turistički centri).

U Evropskoj Uniji 58% primarne energije dobivene od obnovljivih izvora energije dolazi iz drva. Tu veliki ideo ima tradicionalno iskorišćavanje potencijala šuma. U Francuskoj se proizvodi najviše primarne energije iz drva. Iako toplotna potrošnja (grejanje kuća, grejanje vode) predstavlja glavni deo proizvodnje energije,jedan deo energije drva se pretvara i u električnu energiju.



Slika 55

Gasifikacija drvenog otpada može da reši vrlo znašajan ekološki problem kontaminacije tla, vodotokova i vazduha, koji nastaje na mestu odlaganja otpada iz strugara, drvoradnica, industrije papira, šumskog i poljoprivrednog čvrstog otpada.



Slika 56

Korišćenje otpadnog drveta za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije

Pripremljena drvena masa se ubacuje u reaktor gde se odvijaju procesi sušenja, termičkog razlaganja, redukcije, oksidacije i gasifikacije (sl.56) . Rezultat procesa je razgradnja dugih organskih molekula i stvaranje molekula CO, CO₂, H₂ i CH₄. Gasovita

faza napušta reaktor, a čvrsta materija (šljaka, pepeo, ugalj) u zavisnosti od sastava, koristi se kao sekundarna sirovina.

Nastali gas se priprema (hladenje, uklanjanje kondenzata, tera i čadi, filtriranje) lageruje ili vodi direktno do kogeneracionog postrojenja, gde se proizvode električna i toplotna energija. Proizvedena energija se koristi za interne potrebe ili se plasira u ED mrežu, ili daljinski sistem grejanja.

Proizvodnja i karakteristike deponijskog gasa

Sve izraženja glad za energijom ali i sve veći ekološki problemi nameću potrebu da se proizvodnja energije učini efikasnijom. To znači da bi velika energetska postrojenja koja su inače i veliki zagađivači čovekove okoline, trebalo da ustupaju mestu manjim energetskim postrojenjima lociranim na mestu potrošnje. Jedno od rešenja koje može da unapredi energetsko snabdevanje potrošača predstavlja kogeneracija.

- Kogeneracija je kombinovana proizvodnja električne i toplotne energije direktno na mestu potrošnje ili u neposrednoj blizini, jer je to energetski sistem koji ispunjava zahteve održivog razvoja, s obzirom na to da smanjuje energetske troškove u industrijskim postrojenjima i komunalnim objektima, i zagadenja životne sredine svodi na minimum.

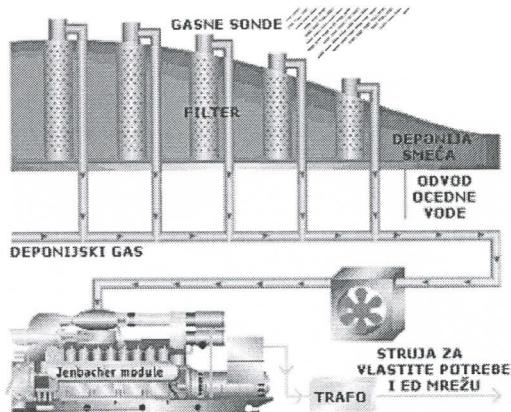
Obnovljivi izvori električne i toplotne energije, kao što su bio masa (biogas) i deponije smeća (deponijski gas) predstavljaju značajan potencijal za proizvodnju takozvane "eko struje" koja je u bilansima mnogih evropskih zemalja uvrštena u planske kategorije.

U industrijskim zemljama nastaje 300-400 kg smeća godišnje po osobi. Ovo smeće se sakuplja i odlaže na bezbednim i sanitarnim deponijama, koje podrazumevaju zaštitu podzemnih voda kao i zaštitu vazduha od prljavog i opasnog deponijskog gasa.

Pomenuti deponijski gas nastaje razgradnjom organskih supstanci pod uticajem mikroorganizama u anaerobnim uslovima. U središtu deponije nastaje nadpritisak, pa deponijski gas prelazi u okolinu. Prosečan sastav deponijskog gasa je 35-60% metana, 37-50% ugljen-dioksida i u manjim količinama se mogu naći ugljen-monoksid, azot, vodonik-sulfid, fluor, hlor, aromatični ugljovodonici i drugi gasovi u tragovima.

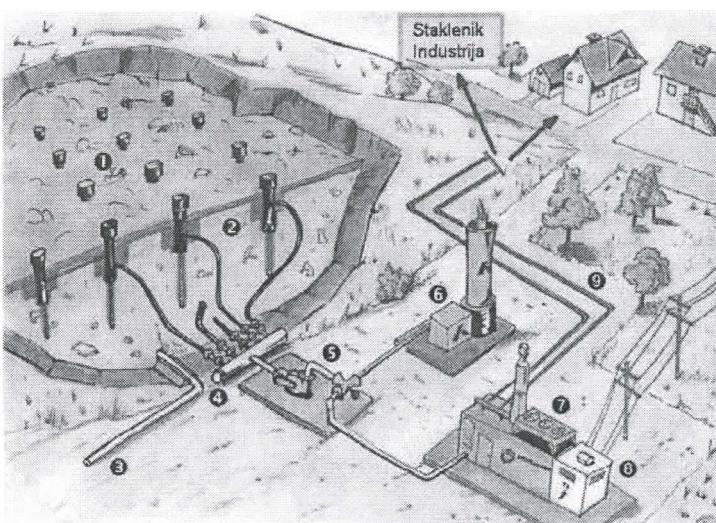
Na osnovu navedenog sastava deponijskog gasa, može se uočiti da je on vrlo opasan po čovekovu okolinu, kako za zdravlje živih organizama, tako i po infrastrukturne objekte u blizini deponija, jer je metan u određenim uslovima vrlo eksplozivan. Metan je više od 20 puta štetniji po klimu i ozonski omotač nego ugljendioksid, što praktično znači da 1 tona metana oštećuje ozonski omotač (efekat staklene bašte) kao 21 tona ugljen dioksida. Da bi se odstranili negativni uticaji nekontrolisanog širenja deponijskog gasa, izvodi se plansko sakupljanje i prisilno usmeravanje gasa ka mestu sagorevanja, što takođe pospešuje bržu stabilizaciju svežih delova deponije, smanjuje zagađivanje otpadnih voda, omogućava korišćenje energije na deponiji (grejanje, topla voda, struјa).

Ovaj koncept podrazumeva postavljanje vertikalnih perforiranih cevi u telo deponije (bunari, trnovi, sonde) i njihovo horizontalno povezivanje. Preko jednog kompresorskog postrojenja deponijski gas se isisava, sabija, suši i usmerava ka gasnom motoru (sl.57). Iz sigurnosnih razloga preporučuje se ugradnja visokotemperaturne baklje, koja preuzima viškove proizvedenog gasa.



Slika 57
Električna struja iz deponijskog gasa

Gasni motor pokreće generator za proizvodnju električne struje. Preko izmenjivača toplove, dobija se toploftna energija iz vode koja hlađi motor i ulje za podmazivanje, kao i iz izduvnih gasova. Dobijena električna struja se koristi za vlastite potrebe ili se predaje u električnu mrežu. Proizvedena toplofta se može koristiti na deponiji za proizvodnju tople vode, u staklenicima i plastenicima za proizvodnju ranog povrća i cveća, u industrijskim pogonima u blizini deponije, ili za grejanje stambenih zgrada kao i kod drugih potrošača toplove (sl.58).

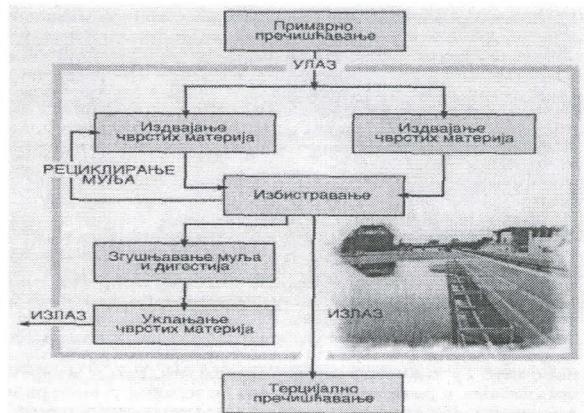


Legenda:

1. Deponija
2. Gasne sonde
3. Cev za skupljanje ocedne vode
4. Gasni kolektor
5. Kompresor za isisavanje gasa
6. Visokotemperaturna baklja
7. Kogeneracioni motor
8. Trafo stanica
9. Toplovod

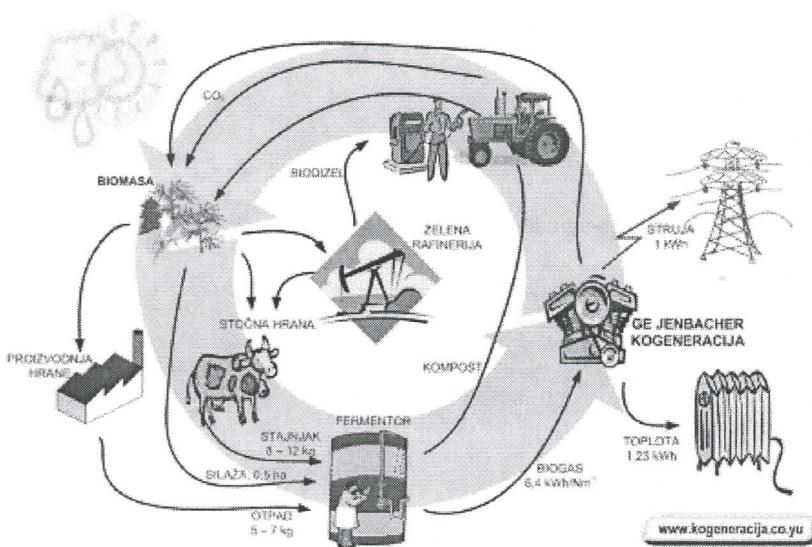
Slika 58

Otpadne industrijske i kanalizacione vode u Srbiji su vrlo zagađene i predstavljaju balast za rečne tokove i podzemne bunarske vode, odnosno industrijske zone u mnogim gradovima sa intenzivnom poljoprivrednom proizvodnjom, kao što su uljare, šećerane, fermentacija, klanice, pivare, mlekare i farme. Rešavanje ovih problema (sl.59) je osnovni preduslov proizvodnje zdrave hrane, a kao prateći efekat pojaviće se znatna količina električne i toplotne energije.



Slika 59
Postupak sekundarnog prečišćavanja otpadnih voda

Za dobijanje 1 kWh struje i 1,24 kWh toplote, potrebne je (sl. 60) :
 5 do 7 kg bio mase,
 5 do 15 kg smeća,
 8 do 12 kg gnojiva i organskog otpada ,
 4 do 7 m³ komunalnih otpadnih voda.



Slika 60

ZAKLJUČAK

Sve veća zagađenost vazduha, emisija gasova staklene bašte, freona i sumpora u atmosferu, problem globalnog zagrevanja, ozonskih rupa, kiselih kiša i klimatskih promena koje izazivaju, postavlja pred svet ključno pitanje: kako dalje?

Jedino rješenje je pronaći alternativne energente, budući da su glavni krivci efekta staklene bašte i ozbiljnih posledica koje povećano zagrevanje atmosfere izazivaju upravo fosilna goriva – ključni svetski energet.

Statistički podaci pokazuju da su najveći zagađivači, odnosno izvori emisije gasova staklene bašte, termoelektrane i toplane, saobraćaj, pojedinačna domaćinstva i industrija.

Dostignuća na planu potrage za novim gorivima ohrabruju, no globalni ekološki problemi biće rešeni tek znatnijim korišćenjem ekološki čistih i obnovljivih energetskih resursa. Možda će tamne prognoze vezane za zagađenje atmosfere ubrzati istraživačke procese u smeru ekološki sretnije budućnosti.

Literatura

Ekološki izazovi	M Đukanović	Elit,Beograd	1991.
Osnove ekologije	R Klepac	Jugoslovenska medicinska naklada, Zagreb	1980.
Osnovi energetike	S Drndarević		
Ekologija i zaštita životne sredine	I Savić, V Terzija	ZUNS	1992.
Novootkrivena geotermalna anomalija u Dublju-Maćva i njena energetska potencijalnost	M. Milivojević, J. Perić, P. Pavlović	Hidrogeologija, Beograd	1982.
Tekst o solarnim pećnicama	Tomislav M Pavlović Branislav D. Čabrić www.mojaenergija.hr/ www.serbio.org.yu www.biodizel.co.yu www.our-energy.com www.kogeneracija.co.yu www.vreme.com www.serbio.org.yu http://	preuzet sa sajta http://ees.etf.bg.ac.yu	
pretraživanja vršena tokom maja i juna 2007.godine			

Kratka biografija



Snežana Nemeš, rođena 02.04.1955.godine u Beogradu, Republika Srbija. U Beogradu je završila osnovno osmogodišnje obrazovanje, gimnaziju i Višu pedagošku školu, gde je diplomirala septembra 1976. godine, na smeru nastavnik fizike-hemije.

Od 1987.godine radi kao nastavnik fizike u OŠ “ Vuk Karadžić”, u Beogradu. Prirodno-matematički fakultet u Novom Sadu upisala je 2005.godine, smer profesor fizike.

UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj:

RBR

Identifikacioni broj:

IBR

Tip dokumentacije:

TD

Monografska dokumentacija

TZ

Tekstualni štampani materijal

Vrsta rada:

VR

Diplomski rad

Autor:

AU

Snežana Nemeš

Mentor:

MN

Dr Nataša Žikić-Todorović

NR

Jezik publikacije:

JP

srpski (latinica)

Jezik izvoda:

JI

srpski/engleski

Zemlja publikovanja:

ZP

Srbija

Uže geografsko područje:

UGP

Vojvodina

Godina:

GO

2007

Izdavač:

IZ

Autorski reprint

Mesto i adresa:

MA

Prirodno-matematički fakultet, Trg Dositeja Obradovića 4,

Novi Sad

Fizički opis rada:

FO

Poglavlja 7 ; strana 58 ; slika 60;

Naučna oblast:

NO

Fizika

Naučna disciplina:

ND

Zaštita životne sredine

Predmetna odrednica/ ključne reči:

PO

Obnovljivi izvori energije,solarna energija,energija

UDK

vetra,park vetrenjača,energija vodenih tokova,male hidroelektrane,geotermalna energija,biomasa,biodizel,biogas.

Čuva se:

ČU

Biblioteka departmana za fiziku, PMF-a u Novom Sadu

Važna napomena:

VN

nema

Izvod:

IZ

Datum prihvatanja teme od NN veća:

DP

18.05.2007.

Datum odbrane:

DO

Članovi komisije:

KO

Predsednik:

Dr Nataša Žikić-Todorović

član:

Dr Miroslav Vesković

član:

Dr Božidar Vujičić

UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF SCIENCE AND MATHEMATICS
KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number:

ANO

Identification number:

INO

Document type: Monograph publication

DT

Type of record: Textual printed material

TR

Content code: Final paper

CC

Author: Snežana Nemeš

AU

Mentor/comentor: Dr Nataša Žikić-Todorović

MN

Title: Renewable energy

TI

Language of text: Serbian (Latin)

LT

Language of abstract: English

LA

Country of publication: Serbia

CP

Locality of publication: Vojvodina

LP

Publication year: 2007

PY

Publisher: Author's reprint

PU

Publication place: Faculty of Science and Mathematics, Trg Dositeja

PP

Physical description: Obradovića 4, Novi Sad

Chapters 7; pages 58 ;pictures 60;

PD

Scientific field: Physics

SF

Scientific discipline: Environmental protection

SD

Subject/ Key words: Renewable energy,solar energy,solar collectors,vind

energy,windfwrn,water energy,small

hydroelektric,geothermal energy,biomass,biodisel,biogas.

Holding data: Library of Department of Physics, Trg Dositeja

HD

Obradovića 4

Note: none

N

Abstract:

AB

Accepted by the Scientific Board: 18.05.2007.

ASB

Defended on:

DE

Thesis defend board:

DB

President: Dr Nataša Žikić-Todorović

Member: Dr Miroslav Vesković

Member: Dr Božidar Vujičić