



CENTAR ZA EKOLOGIJU I ENERGIJU TUZLA

PRIRUČNIK

URADI SAM SOLARNI KOLEKTOR

(Preuzeto iz: ENERGETSKA EVOLUCIJA, George Stiff)

Tuzla, novembar/studeni 2006.

1. UVOD	2.
1.1. HODOM DINOSAURUSA SA FOSILNIM GORIVIMA	2.
1.2. KO KORISTI FOSILNA GORIVA?	2.
2. OBNOVLJIVI ENERGETSKI RESURSI	4.
2.1. POTENCIJAL OBNOVLJIVIH ENERGETSKIH RESURSA	4.
2.2. UPOTREBA OBNOVLJIVE ENERGIJE	6.
2.3. ZELENJA BUDUĆNOST	7.
2.4. ENERGIJA POVOLJNA PO OKOLIŠ	7.
3. OBNOVLJIVI ENERGETSKI IZVORI	9.
3.1. PRIRODA NAŠ SNABDIJEVAČ	9.
3.2. HIDROENERGIJA	9.
3.3. MORSKI TALASI, PLIMA I OSEKA	10.
3.4. GEOTERMALNA ENERGIJA	11.
3.5. BIOMASA	11.
3.6. ENERGIJA VJETRA	12.
3.7. SOLARNA ENERGIJA	14.
3.7.1 Pasivna solarna energija	15.
3.7.2. Fotonapon	15.
3.7.3. Solarne elektrane	18.
3.7.4. Solarno grijanje na dohvat ruke	19.
4. ENERGIJA IZ SOLARNOG PANELA	21.
4.1. SOLARNI POTENCIJAL U BIH	21.
4.2. SASTAVLJANJE SOLARNOG PANELA	22.
4.2.1. Kućište panela	22.
4.2.2. Sistem cijevi	24.
4.2.3. Apsorbirajuća krila	27.
4.2.4. Izolacija, aluminijska folija i nosači	29.
4.2.5. Transparentni prekrivač i L-profil	31.
5. POSTAVLJANJE SOLARNOG PANELA	33.
5.1. AKTIVNI I PASIVNI SISTEMI	33.
5.2. SISTEMI ZATVORENE I OTVORENE PETLJE	33.
5.2.1. Instaliranje panela	34.
5.2.2. Cijevi i fitinzi na krovu	35.
5.2.3. Cijevi i fitinzi u potkrovlju	37.
5.2.4. Instaliranje bojlera	38.
5.2.5. Instaliranje termometra//barometra, pumpe i ekspanzione posude	39.
5.2.6. Zatvaranje petlje u prizemlju	40.
5.2.7. Izolacija i završni radovi	42.
6. ALTERNATIVE I MOGUĆNOSTI SOLARNE ENERGIJE	44.
6.1. TERMOSIFONSKI EFEKAT	44.
6.1.1. Rezervoari u termosifonskom sistemu	45.
6.2. IGRANJE SA CIJEVIMA	46.
6.3. APSORBIRAJUĆA PLOČA	47.
6.4. SOLARNI KOLEKTORI	48.
7. ZAKLJUČAK	50.

1. UVOD

1.1. HODOM DINOSAURUSA SA FOSILNIM GORIVIMA

U savremenim društvima, čovječanstvo troši ogromne količine resursa i energije. A koliko to trošimo? Svake godine potrošimo onoliko energije koliko bi se dobilo sagorijevanjem deset milijardi tona uglja. Dok naša energija ne potiče isključivo od uglja, ni stvarnost nije ništa bolja: otprilike 40% ukupne energije se dobija iz nafte, a skoro polovina potiče od uglja i zemnog plina. To ukupno čini skoro 90% energetske potrošnje čovječanstva koja potiče od fosilnih goriva.¹



Slika 1.1. Ilustracija uz naslov 1.1

Pa šta je onda fosilno gorivo? Fosilno gorivo je, u suštini, energetski izvor koji je nastao od starih, fosilnih ostataka biljaka i životinja. Pod intenzivnom toplotom i pritiskom koji se nalaze duboko ispod zemljine površine, prvobitna organska materija mijenja svoj sastav, a rezultat nakon miliona godina jeste smjesa ugljikovodonika u vidu uglja, nafte ili plina. Sama po sebi, fosilna goriva su suštinski bezopasna, barem ako ih se ne dira pod zemljom. Problem, čini se, nastaje iz opsesije savremenog čovjeka fosilnim gorivima: ona jednostavno "dobro gore".

1.2. KO KORISTI FOSILNA GORIVA?

Najkraći odgovor glasi: gotovo svi. Najlakše je uperiti prstom na žrtvenu jagnjad, a to su naravno elektodistribucije i fabrike, prosto zbog toga što ispuštaju ogromne količine dima i pare iz svojih dimnjaka. Ali, zašto to čine? Pa očigledno iz razloga što je nama potrebna struja, toplota, te fabrički proizvodi. Čak i ako lično ne spaljujemo goriva, to se čini u ime nas i za našu dobrobit.



Slika 1.2. Pogled na termoelektranu Tuzla

Zatim, tu su i oni koji ih zaista lično spaljuju u vlastitim pećima za ogrev. U mnogo slučajeva su one čak gore od ogromnih industrijskih dimnjaka, jer je malo koja kućna peć opremljena filterima koje nadgleda država, pa tako nastaju ekološki problemi iz lokalnih izvora.



Slika 1.3. Individualna ložišta

Pored toga, u svijetu postoje milioni automobila. Zapravo se 63 miliona novih vozila proizvodi godišnje, sa Evropom u vrhu, sa trećinom ukupne svjetske proizvodnje.² Dok se nova vozila pretežno nameću bogatijim nacijama svijeta, automobili u zemljama u razvoju su u najvećem broju slučajeva stariji pa time i manje povoljni po sredinu.

Pogledajmo samo rijeke starih, uvezenih, polovnih automobila na putevima u Bosni i Hercegovini. A ovi podaci se ne odnose na veliki broj transportnih vozila, vozova, brodova i aviona koji se koriste za transport ekonomskih, vojnih i drugih infrastrukturnih potreba naše civilizacije.



Slika 1.4. Izduvni gasovi automobila

Svi istaknuti izvori upotrebe emisija fosilnih goriva imaju određene posljedice na naše zdravlje, život, okoliš i na našu planetu.

Samo nakon što naučimo da koristimo energiju na efikasan način, moći ćemo podesiti svoje energetske zalihe prema potrebi. Drugi dio ove energetske jednačine jeste da dovedemo svoje energetske zalihe u ravnotežu sa okolišem.

Stoljećima ranije su naši preci živjeli u skladu sa prirodom. Nisu trošili onoliko koliko to mi danas činimo, a preživljavali su hiljadama godina oslanjajući se samo na prirodne energetske izvore, čiji je naziv obnovljivi izvori. Ovaj termin podrazumijeva da postoje energetske izvoru koji su dio tokova prirodnih procesa, a koji se vraćaju uz minimalan, ili potpuno bez ljudskog udjela u tome.

Ljudi su uvidjeli da zaliha mnogobrojnih vrsta energije i nema u potpuno neograničenim količinama. Priznaju da rezerve urana, uglja, nafte i plina neće trajati zauvijek, niti će se vratiti sama od sebe (da, već smo spomenuli da se fosilna goriva još uvijek proizvode, ali sjetite se da će se ona obnoviti tek za nekoliko miliona godina). Stoga su se mnogi ljudi, posebno stručnjaci za okoliš, ekonomisti, političari, naučnici, poslovni ljudi, itd.

i sami vratili starim običajima iskorištavanja energije, iako možda blago mijenjajući stare, opšteprihvaćene koncepte savremenim znanjima, naukom i tehnologijom.

Obnovljivi energetske izvori su konačno postali dostojni pažnje i poštovanja koje zaslužuju. Konačno taj koncept uzima maha u društvu. Međutim, ne smijemo previdjeti činjenicu da obnovljivo i nije krajnje rješenje. I tu može doći do nestručnog načina upravljanja, lošeg načina regulacije ili lošeg kvaliteta samih obnovljivih energetske izvora.

Jedan možda bolji logo kojem treba težiti, jeste povoljno po okoliš ili zeleno. To znači da, ako zaista želimo da unaprijedimo situaciju na Planeti, moramo naći energetske zalihe koje su zaista u skladu sa našim okolišem, a ne zadovoljavati se samo onima koje se obnavljaju same od sebe, bez našeg djelovanja. Naravno, još uvijek smo u potrazi za obnovljivim izvorima i to ne treba da nam bude stalni zadatak.

Namjera ovog seminarskog rada, je da pokaže alternative i mogućnosti te promovira jednostavne sisteme za korištenje sunčeve energije. Nastao je učešćem autora na nizu seminara u nevladinoj organizaciji Centar za ekologiju i energiju u Tuzli³ i u njemu se želi pokazati da je moguće ne koristeći nikakvu komplikovanu nauku, uz pomoć zdravog razum i osnova vodoinstalaterstva i stolarstva, umanjiti račune za grijanje i uticati na očuvanje okoliša.

¹ Bedi, Emil, Myles, Raymond and Olesen, Gunnar, Renewable Energy Technology CD DIERET (Distant Internet Education on Renewable Energy Technologies), INFORSE (International Network For Sustainable Energy) – Europe; Hjortshøj, Denmark, 2005.

² Source of data: International Organization of Motor Vehicle Manufacturers, “World Motor Vehicle Production by Country and Type 2004-2005”, <http://www.oica.net/>.

³ www.ceetz.org

2. OBNOVLJIVI ENERGETSKI RESURSI

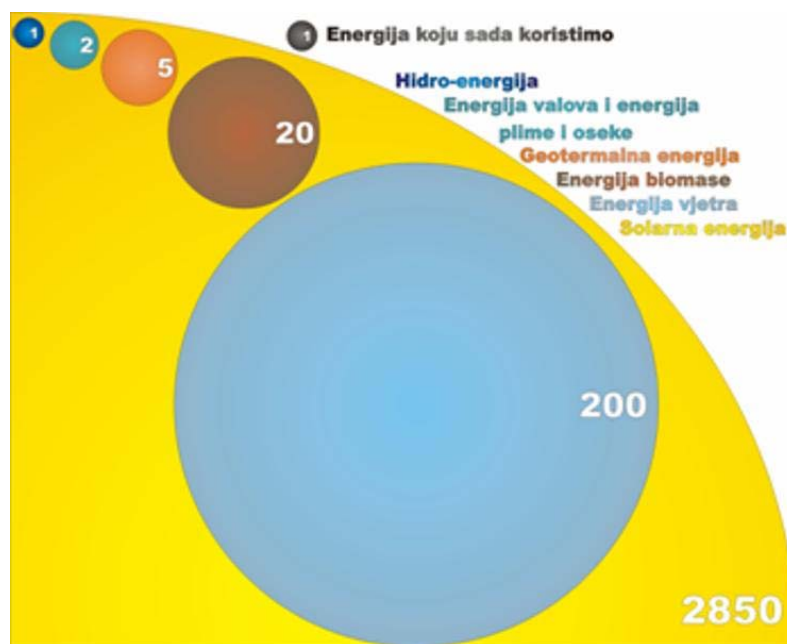
2.1. POTENCIJAL OBNOVLJIVIH ENERGETSKIH RESURSA

Mogućnosti dobivanja energije iz obnovljivih energetskih izvora još nisu do kraja ispitane, ali pogledajmo koliki je taj potencijala. Na pitanje koliko to energije možemo dobiti? Kratak odgovor glasi: i više nego što nam je potrebno. Ali, da bismo pojasnili prisjetimo se koliko energije trošimo i koliko nam različitih energetski izvora stoji na raspolaganju, kako je pokazano na slici 2.1.

Kao što smo već ranije spomenuli, čovječanstvo trenutno troši jednake količine energije kao što bi

se dobilo sagorijevanjem deset milijardi tona uglja svake godine.¹ Zamislimo da je sva ta energija predstavljena u obliku tamne male lopte. Crna je, jer energija koju trenutno trošimo je izuzetno štetna po okoliš, prljava, neodrživa, neobnovljiva i opasna.

Zadržimo ovu misao, a umjesto crne, zamislimo lijepu, plavu loptu koja predstavlja hidroenergiju, veličine crne. Plava lopta označava da ima dovoljno energetskog potencijala u svim rijekama svijeta koje bi u potpunosti nadoknadile svu našu trenutnu energetske potrošnju.



Slika 2.1. Energetski izvori koje čovječanstvu stoje na raspolaganju

Pored plave se dokotrljava tirkizna lopta koja simbolizira energetski potencijal okeana. Ali ova lopta je duplo veća od one ružne crne, jer su samo talasi, te plime i oseke, dovoljne da proizvedu duplo više energije nego što sada trošimo.

Narandžasta lopta, koja odgovara geotermalnom potencijalu je pet puta veća, jer su resursi geotermalna energija za toliko puta veća od naših sadašnjih potreba.⁷

Smeđa lopta označava svjetski potencijal energije biomase koji je za oko dvadeset puta veći od naših potreba.

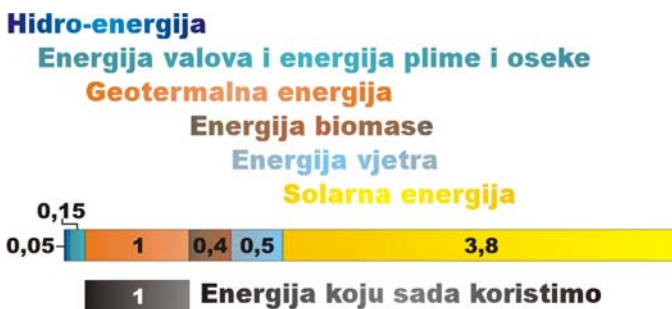
Svijetloplava lopta je dvjesto puta veća od one prljave male i pokazuje nam ogromni potencijal vjetra naše Planete.

Na kraju,, ogromna žuta lopta nam otkriva nevjerovatni potencijal solarne energije na našoj planeti: 2850 puta više energije nego što trenutno koristimo godišnje.

Ove divne sfere čine ogromni potencijal zelene energije i ukazuju na to da je teoretski potencijal ovih obnovljivih izvora 3078 puta veća količina energije nego što je sad koristimo (preko tri hiljade puta više energije nego što će nam ikada biti potrebno). Sve to bez prljavih i opasnih fosilnih goriva i nuklearne energije.

Pravo pitanje je da li zaista možemo dostići tako visok nivo energetske proizvodnje? Nažalost, odgovor je ne. Ove brojke su čisto teorijske. Da bismo dosegli te nivoe, morali bismo izgraditi brane na svakoj rijeci i zalivu, spaliti svako drvo, popuniti svaku planinu vjetrenjačama i zakloniti nebo solarnim panelima. Ne zvuči baš kao najljepše mjesto za življenje, ako je to cijena čistije energije.

Na sreću, dokle god nemamo potrebe za tolikim količinama energije, ne moramo zaklanjati sunce, ili posjeći sve šume. Moderna tehnologija postoji u svakoj od ovih industrija obnovljivih materija, kako bi se energetska proizvodnja dovela do maksimuma bez negativnog uticaja na okoliš. Zamislimo još jednom onu crnu energetska loptu koja predstavlja našu trenutnu potrošnju loše energije, ali je umjesto toga spljoštimo u oblik pravougaonika kao na slici 2.2.



Slika 2.2. Tehnički potencijal obnovljivih energetske resursa

Sada uporedimo pravougaonik sa onima koji predstavljaju tehnički potencijal obnovljive energije, tj. količinu energije koju zaista možemo dobiti modernom tehnologijom, a ne samo čekajući na buduće tehnološke napretke:

- ✓ sve rijeke svijeta nas savremenim inženjerstvom brana mogu opskrbiti sa 5% naših energetske potreba,
- ✓ dodatnih 15% energetske potrošnje može doći iz znanja o načinima isorištavanja prednosti koje nam pružaju oceani, te plime i oseke,
- ✓ u međuvremenu, savremeno geotermalno inženjerstvo i tehnologija sami mogu da zamijene sve moderne energetske izvore,
- ✓ inteligentnim upravljanjem industrije biomase može se opskrbiti 40% svih svjetskih energetske potreba,
- ✓ polja vjetrenjača i pojedinačne turbine koje se izgrade na pravim lokacijama, same mogu proizvesti polovinu neophodne energije,

Alternative i mogućnosti solarne energije

- ✓ današnja tehnologija solarne energije, koja obećava najviše od svih, na nevjerovatan način može proizvesti četiri puta više energije za ljudsku civilizaciju nego što joj je trenutno potrebno.

Vidimo dakle da postoji realna šansa da možemo proizvesti skoro šest puta više energije nego što nam je potrebno, koristeći se samo sadašnjom tehnologijom i bez potrebe za bilo kakvim napretkom u nauci ili inženjerstvu. Kada bi sve to primijenili danas, lahko bismo mogli zatvoriti svaku termoelektranu koja ispušta štetni dim, prestati koristiti svoje automobile koji zagađuju zrak, zaustaviti slijedeću generaciju dugotrajnog radioaktivnog otpada i spriječiti bezbroj žrtava budućeg zagađenja i ratova.

Solarna energija ima tako veliki teoretski i tehnički potencijal, da nas sama može spasiti.



Slika 2.3. Energija sunca je besplatna

Na primjer, ako bi Sjedinjene Države prekrile samo 1% svoje teritorije solarnim panelima - fotočelijskim pločama, a da ne zauzimaju slobodnu zemljinu površinu, već da budu smještene na zidovima i krovovima, sa fotonaponskim panelima efikasnosti od 10%, sve bi njene energetske potrebe bile zbrinute.¹

Kao alternativa, površina od 700x700 km² u Sahari bi bila dovoljna za cjelokupnu energetska potrošnju cjelog svijeta, uz korištenje sličnih PV-panela niže ili srednje efikasnosti.

2.2. UPOTREBA OBNOVLJIVE ENERGIJE

Ako još uvijek nismo uvjereni da su energetska efikasnost i obnovljiva energija moguća dopuna fosilnim gorivima i ozbiljna energetska alternativa, onda obratimo pažnju na prednosti koje je moguće izvući iz ovih industrija.

Kao prvo, uzmimo u obzir vrijeme vraćanja (vremenski period potreban da neka investicija povрати svoje prvobitne troškove) obnovljive energije. U svakom slučaju, investiranje u obnovljivu energiju se isplati kroz energetske uštede, ili vlastitim provođenjem struje u mrežu za samo nekoliko mjeseci, a vratilo bi se za nekoliko godina.⁴ Zbog toga banke širom svijeta gledaju na obnovljive izvore kao na dobru investiciju te za kratko vrijeme odobre kredit za svrhu instaliranja ovih tehnologija. Nakon perioda vraćanja, sva proizvedena energija je čisti profit.

Investicija u obnovljive energetske izvore se vraća za:

- ✓ hidroenergija (rijeka ili okeana), oko 1 godinu,
- ✓ geotermalna energija, 7 – do 10 mjeseci,
- ✓ energija biomase, 3 – do 6 mjeseci,
- ✓ energija vjetra, 4 – do 7 mjeseci,
- ✓ solarna energija, 5 mjeseci – do 5 godina

Još jedan bitan aspekt je što, uprkos tome što centralizirane elektrane uvijek ostaju kao otvorena opcija, smisao ove vrste energije leži u njejoj modularnoj prirodi. Ne samo da proizvođač obnovljive energije može funkcionirati sasvim sam, ne oviseći o vanjskim izvorima goriva, nego može dodavati ili oduzimati i veći broj jedinica, ako je to neophodno. Sa nizom solarnih panela se uvijek može dodavati još panela, u slučaju povećanja energetske potreba, ili ukloniti panel ako mu je potrebna popravka. Mogu se konstruisati male brane na mnogobrojnim lokacijama iste rijeke i ako bi greška u nekoj elektrani rezultirala nestankom struje na području cijelog grada, domaćinstva koja imaju vlastite generatore obnovljive energije bi i dalje imala struju.

Vlade na cijelom svijetu su sve više i više zainteresirane za obnovljivu energiju, zbog njenih sposobnosti decentralizacije. Brža je i novčano je povoljnije izgraditi ovakve naspram

centralizovanih sistema elektrana, a potrebe za dugim žicama za provođenje bi bile umanjene.¹

Jedan od najuočljivijih pozitivnih učinaka obnovljivih izvora je bio i ostace učinak na zaposlenost. Iz razloga što podstiče lokalne industrije, to se događa i sa zaposlenošću, te ona ostaje dio lokalne ekonomije. Mala tržišta za obnovljivu energiju niču svugdje, pa je na primjer, u Danskoj, tokom 1980.-ih godina, samo nekoliko stotina ljudi radilo u industriji vezanoj za vjetrenjače. Danas, taj broj raste i prevazilazi sadašnjih 15 hiljada radnih mjesta. Industrije obnovljivih energetske resursa širom EU-a, ostvarile su porast radne snage, što znači da broj zaposlenih sada iznosi oko 110 hiljada.¹



Slika 2.4. Investicija u solarnu energiju je isplativa za 5 godina

Međutim, potrebna je i pravilna vrsta potpore samoj industriji obnovljivih izvora, kako bi se dalje širila. Moglo bi se otvoriti preko dva miliona radnih mjesta do 2025.godine, samo na području solarne industrije uz odgovarajuće investicije, istovremeno eliminirajući potrebu za emisijama CO₂ iz 140 termoelektrana.⁵

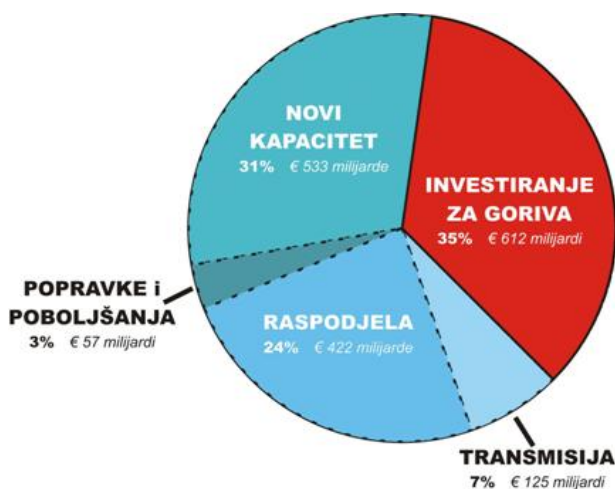
Dok izgleda kao da su potrebne velike investicije, s obzirom na to da naše vlade subvencioniraju prljavu energiju onako kako to čine, zašto jednostavno ne bismo prebacili fond za fosilna goriva i nuklearno poslovanje na čistije i zelenije industrije energije? Nažalost je obnovljiva energija za sada relativno bila na samom dnu spiska za budžetiranje ove vrste subvencioniranja, primavši samo 3,7% iznosa koji odlazi na fosilna goriva i

nuklearni razvoj.⁷ Kada bi se uzeo iznos samo polovine od onoga što EU daje za subvencioniranje u toku samo jedne godine, solarna industrija bi bila skoro samoodrživa i otvorilo bi se 58 hiljada novih radnih mjesta. Izbacivanjem industrija za fosilna goriva i nuklearu energiju iz subvencioniranja koje vrši EU, mogle bi se smanjiti globalne emisije CO₂ za 2-18%,²⁵ idući odlučnom putanjom u borbi protiv globalnog zagrijavanja.

Eliminiranjem ovog sumnjivog subvencioniranja bi fosilna goriva i nuklearna energija izgubile svoj takmičarski duh jer bi obnovljiva energija postala ne samo dostupna, nego i povoljnija u nekim slučajevima. Evropska industrija za obnovljivu energiju ne vidi nikakve ekonomske ili tehničke prepreke u ostvarivanju 20%-tnog udjela⁶ u energetsom tržištu EU-a za obnovljive izvore, dok Greenpeace tvrdi da je moguće ostvariti i dodatnih 5% ako se zalihe obnovljive energije ukombinuju sa djelotvornim mjerama energetske efikasnosti.⁷

2.3. ZELENJA BUDUĆNOST

Zašto se zaustavljati na samo 20% ili 25%? Nama treba više nego da samo vlade konačno uvide situaciju. Energetske korporacije širom svijeta moraju da povećaju svoje investicije za obnovljivu energiju, jer je zaista u njihovom interesu da se konačno udalje od fosilnih goriva i nuklearne energije. Ako pogledamo procjene poslovnih planova deset najboljih evropskih energetske firmi, čini se kao da se i neće mogo toga promijeniti sa njihovog gledišta. IEA (International Energy Association – Međunarodna Energetska Zadruga) od njih očekuje da investiraju u, grubo rečeno, tri jednake oblasti: elektodistribuciju, ekspanziju mreža i goriva.



Slika 2.5. Investiranje u energiju 10 najvećih energetske firmi

Pojedine firme već dosta investiraju u obnovljive izvore. Na primjer, bivši "British Petroleum" je skratio svoj naziv na BP, a promovirao se kao "Beyond Petroleum", što bi u prijevodu značilo "i više od petrola", djelomično da bi kupcima pokazali kako misle o alternativama povoljnim po okolinu. No, ostaje dilema da li je ovo ponovno imenovanje tržišnog brenda urađeno iz čisto pozitivnih namjera ili politikom zelenog pranja⁷ (ideja da firma ili industrija koja šteti okolišu govori neistine o tome da je zabrinuta za okoliš, dok u stvarnosti nastavlja svoje "prljave" poslove).

Ali kao kupci i oni koji zaista plaćaju račune ovim firmama, mi od njih moramo tražiti da promijene svoje načine rada. Održavanjem stanja onakvog kakvo jeste nas neće izvesti iz energetske "blata", ali investiranje u energetske efikasnost i obnovljivu energiju sada, hoće. Poštediće okoliš, a njihove troškove će smanjiti.

Pomislmo na moguće efekte, kada bi ove firme zaista samo investirale u zelenu energiju:

1. ako bi svih 533 milijardi € "novog kapaciteta" išlo samo na efikasne i obnovljive elektrane..
2. onda bi svih 57 milijardi € koji idu na "popravke i usavršavanja" išlo samo na elektrane obnovljive električne energije, i...
3. 422 milijarde € namijenjene "raspodjeli" i 125 milijardi € "prijenosu" bi se zapravo minimalno koristile, jer bi se izvori obnovljive energije decentralizirali i ne bi bilo potrebno toliko vodova za provođenje struje.

Nakon svega što je ovdje rečeno, ostaće preko 612 milijardi € viška u budžetu za goriva koja više neće biti potrebna, jer će sve termoelektrane koje su radile na pogon fosilnih goriva, ili nuklearne energije biti zatvorene. To je preko 6.000 hiljada milijardi € koji mogu biti korisni za dalja investiranja na području obnovljivih resursa, mjera za veću energetske efikasnost, ili pak, samo kao čisti profit firme. Koja vrsta poslovanja zaslužuje da i dalje radi ako dopušta da se trećina njenog budžeta tek tako protraći? Nijedna. Prosto rečeno, status quo se mora mijenjati!

2.4. ENERGIJA POVOLJNA PO OKOLIŠ

Obnovljivi energetske izvori su konačno postali dostojni pažnje i poštovanja koje zaslužuju. Konačno taj koncept uzima maha u društvu. Međutim, ne smijemo previdjeti činjenicu da obnovljivo i nije krajnje rješenje. I tu može doći do

nestručnog načina upravljanja, lošeg načina regulacije ili lošeg kvaliteta samih obnovljivih energetske izvora.

Jedan možda bolji logo kojem treba težiti, jeste povoljno po okoliš ili zeleno. To znači da, ako zaista želimo da unaprijedimo situaciju na Planeti, moramo naći energetske zalihe koje su zaista u skladu sa našim okolišem, a ne zadovoljavati se samo onima koje se obnavljaju same od sebe, bez našeg djelovanja. Naravno, još uvijek smo u potrazi za obnovljivim izvorima i to ne treba da nam bude stalni zadatak.

Prvo što nam treba kod energetske resursa je da znamo da je zaista čist u cjelovitom, okolišnom smislu. "Čistoća" energije podrazumijeva minimalan negativan učinak na okoliš. To je i bit novog pokreta obnovljive energije, distanciranje društva od štetne energije.

Očigledno je da se fosilna goriva ne mogu okarakterizirati čistima, s obzirom na njihov ogroman potencijal zagađenja, ali bi uprkos tome nuklearna industrija preferirala da se označe kao takva. Međutim, s obzirom na probleme koje stvara nuklearni otpad i štete po okoliš, izazavane vojnom nuklearnom tehnologijom, znamo da ni ova industrija nikada neće biti istinski čista.

Potrebno je uvesti i novi termin u debate o energiji: održivost. To je onaj aspekt obnovljive energije koji kaže koliki je potreban minimalan udio ljudskog djelovanja da bi se iskoristila energija. U suštini, *obnovljivi resursi* se bave energetske izvorima, dok se *održivi* bave sredstvima iskorištavanja istih za našu dobrobit i time koliko im je potrebno da budu samoodrživi.

Dakle, prije no što zaključimo, da je svaka vrsta obnovljive energije krajnja solucija kojoj trebamo težiti, najprije moramo procijeniti "čistoću" i održivost, kako bismo znali pravi zeleni potencijal, uticaje na ekologiju i okoliš. Samo tada ćemo biti u stanju da nastavimo sa nama neophodnom energetske evolucijom.

⁴ Teske, Sven, Greenpeace Energy Revolution Ship Tour "Clean Energy Tour 2005" Exhibition, July-September 2005.

⁵ McDonald, Kate, ed., *Solar Generation*, 3rd edition, Greenpeace and the European Photovoltaic Industry Association, September 2006.

⁶ Green paper on energy efficiency, COM (2005) 265 final of 22. June 2005. Bruxeles,

⁷ Beder, Sharon, "bp: Beyond Petroleum?" as found in Lubbers, Eveline, ed., *Battling Big Business: Countering greenwash, infiltration and other forms of corporate bullying*, Green Books, Devon, UK, 2002.

3. OBNOVLJIVI ENERGETSKI IZVORI

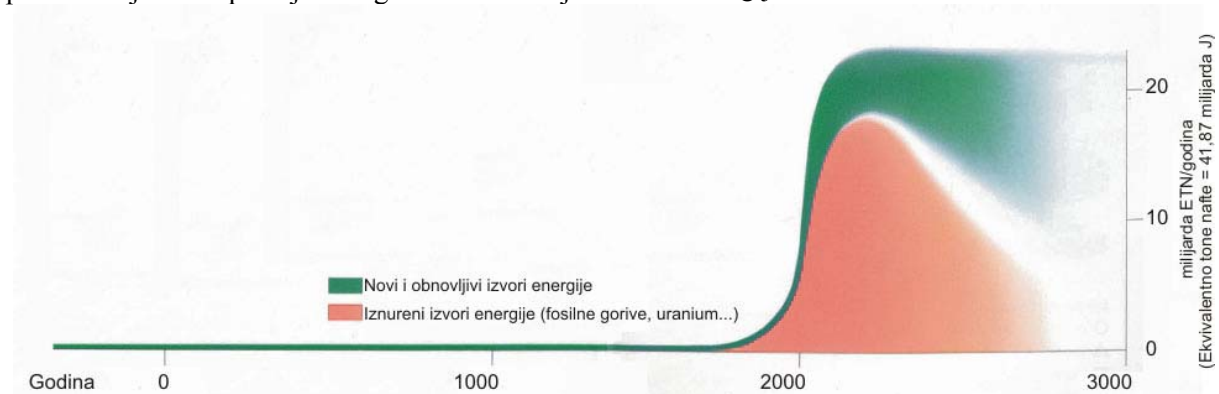
3.1. PRIRODA NAŠ SNABDIJEVAČ

Samo nakon što naučimo da koristimo energiju na efikasan način, moći ćemo podesiti svoje energetske zalihe prema potrebi. Drugi dio ove energetske jednačine jeste da dovedemo svoje energetske zalihe u ravnotežu sa okolišem.

Stoljećima ranije su naši preci bili usklađeniji sa prirodom. Nisu trošili onoliko koliko to mi danas činimo, a preživljavali su hiljadama godina oslanjajući se samo na prirodne energetske izvore,¹ čiji je naziv *obnovljivi izvori*. Ovaj termin podrazumijeva da postoje energetske izvoru koji su

dio tokova prirodnih procesa, a koji se vraćaju uz minimalan, ili potpuno bez ljudskog udjela u tome.

Ljudi su uvidjeli da zaliha mnogobrojnih vrsta energije i nema u potpuno neograničenim količinama. Priznaju da rezerve urana, uglja, nafte i plina neće trajati zauvijek, niti će se vratiti same od sebe, već za nekoliko miliona godina. Stoga su se ljudi, posebno stručnjaci za okoliš, ekonomisti, političari, naučnici, poslovni ljudi, itd. i sami vratili starim običajima iskorištavanja energije, iako možda blago mijenjajući stare, opšteprihvaćene koncepte savremenim znanjima, naukom i tehnologijom.



Slika 3.1. Upotreba obnovljivih i neobnovljivih energetske resursa

3.2. HIDROENERGIJA

Riječ hidroenergija se može odnositi doslovno na svaki oblik energije koji potiče od vode, ali se u praksi najčešće odnosi samo na energiju koju dobijamo iz riječnih tokova. Ovo je možda najstariji energetske izvor kojeg je čovjek koristio. Njena prva zabilježena upotreba datira od prije šest hiljada godina u Grčkoj, a ogledala se u sistemima za navodnjavanje i vodenicama.¹



Slika 3.2. Prvo smo naučili koristiti vodu. Grci su znali koliki je potencijal u vodi koja se slivala niz Olimp i druge planine koje su obožavali. Mada su bili svjetski poznati putnici, ono što stari

Grci nisu uspjeli saznati je koliko će se, stoljećima kasnije, vodenice i brane koristiti na najvećim rijekama naše planete.

Decenijama se već izgrađuju ogromne brane, a trenutno najveća od njih je brana Itaipu, smještena između Brazila i Paragvaja. Ova elektrana, završena 1991. godine, sama snabdijeva Brazil četvrtinom ukupne količine struje, a Paragvaj sa 75%.⁸ Hidroenergija je jedna od najčešće korištenih obnovljivih energetske izvoru, a opskrbljuje zemlju sa zalihama energije u iznosu od oko 3%,¹ ali se i ona, nažalost, previše koristi, a nestručno se s njome ophodi.

Brane ne moraju biti velike, kao što je Itaipu, da bi izazvale značajnu štetu po okoliš i društvo. Gdje god postoji brana sa vodenim rezervoarom iza sebe, tu je nekada bilo zemljište koje je bilo dom biljkama i životinjama, a vjerovatno i ljudima. Jednom, kada se zemlja prekrije vodom koja služi za rad brane, ona se više ne može upotrijebiti kao dom bilo kome od nabrojanih životnih zajednica. Dalje, postoje drugi razni problemi u vezi sa velikim branama (zajednice riba, poplave,

smanjene količine vode u nizvodnim tokovima, itd.), te zbog svoje prekomjerne eksploatacije, velike brane prijete svakoj hidroenergiji lošom reputacijom.

Ali učeći na negativnim uticajima velikih brana, posljednjih godina je nastalo mnogo projekata u vezi sa proizvodnjom hidroenergije povoljnije za okoliš.

Male brane uzimaju u obzir uticaj na okoliš, koriste alternativne metode za iskorištavanje ogromnog potencijala rijeka, bez da uništavaju lokalne zajednice ili ekologiju. Pored toga, neki ljudi rade na metodama za korištenje drugih izvora tekućih voda za energiju, na primjer, mikro-hidro turbine ugrađene na vodovodnim cijevima koje služe za iskorištavanje pritiska kojeg voda stvara unutar cijevi pri njenom doticanju u domaćinstva.



Slika 3.3. Primjer mikro-hidro turbine

3.3. MORSKI TALASI, PLIMA I OSEKA

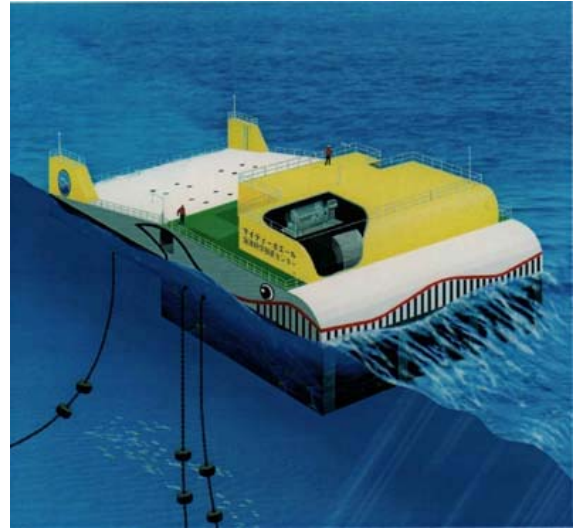
Još jedan potencijalni izvor hidroenergije se nalazi u prostranim morima i okeanima naše planete. Korištenje pomenutih vodenih površina kao energetskih izvora je vrlo obećavajuće.

Ova tehnologija ima komercijalno dobre izgleda, iako je manje-više u uvodnim fazama svog razvoja. Dosta se uznapredovalo u tome da okeani postanu energetskim izvorom.

Talasi su izuzetno efikasni u pogledu energije, jer jedan olujni talas sa havajske obale bi mogao "preživjeti" do Kalifornije, uz minimalni gubitak energije.

Velika Britanija je posebno aktivna u razvijanju talasne tehnologije na obalama, a u državama poput Japana se, još od 1998. godine, radi sa funkcionalnim priobalnim modelom po imenu

"Moćni Kit" kapaciteta u iznosu od 120 kW.¹ Iako su prilično stalan izvor morske energije, talasi nisu jedina vrsta energije koja se može naći u okeanima.



Slika 3.4. Eksperimentalne elektrane uz korištenje talasa

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



Slika 3.5. Hidroelektrana na principu plime i oseke

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

3.4. GEOTERMALNA ENERGIJA

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

Stoljećima je zemljina toplota korištena kao energetski izvor, ali nije bila korištena na industrijskom nivou do prve polovine 19. stoljeća u Italiji, kada je jedan biznismen iskoristio lokalne geotermalne izvore u Toskani, kako bi pokrenuo svoju firmu. U posljednjem stoljeću je geotermalni potencijal postao sve više i više cijenjen u lokalnim mjestima. Ljudi su prosto uvidjeli da, ako u zemlji ima dovoljno energije koja može topiti kamen i koja izaziva lavu i vulkane, onda zasigurno ima i dovoljno energije za dovoljnu količinu pare koja bi pokretala turbine u elektranama.



Slika 3.6. Geotermalni izvori se nedovoljno eksploatišu

Danas, geotermalna energija čini oko pola procenta ukupnih globalnih energetskih zaliha. U pojedinim mjestima je njen udio dosta veći, kao što je slučaj na Islandu, gdje su geotermalni izvori zaslužni za 17% njihove proizvodnje struje i 87% energije korištene za grijanje. Međutim, geotermalni izvori takođe utiču i na okoliš, a naročito sporedni proizvodi pri energetskoj proizvodnji (jako zagrijana voda i teški metali iz dubokog podzemlja rudnika), ali su sigurnosne mjere već poduzete i tu su da bi umanjile njihov negativni učinak.¹

3.5. BIOMASA

Biomasa je moderni termin koji označava ono što je možda i najstariji energetski izvor kojeg je čovjek ikada koristio. U suštini se pod biomasom podrazumijeva svaka vrsta organske materije, bilo da potiče od biljaka ili od životinja, koja proizvodi

energiju. Pored toga što je najstariji energetski izvor, takođe je jedan od najrasprostranjenijih, s obzirom na to da skoro ne postoji mjesto na planeti na kojem nema nekog živog organizma.

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



Slika 3.7. Ne možemo sa sigurnošću reći da li su pećinski ljudi zaista plesali sa mamautima, ali znamo da su koristili biomasu za vatru

Umjesto da punimo peć za spaljivanje smeća komadima drveta, koje posjeduje energiju uporedivu sa lignitom, zamislimo elektranu koja ima veću energetsku gustoću, kao što je ima posebna vrsta repe, koja sadrži i dvaput više energije nego drvo ili lignit, a skoro isti potencijal kao loživo ulje.



Slika 3.8. Šećerna trska ima visoku energetsku gustoću

U ostale velike izvore se ubraja kompresovanje otpada drvene i zemljoradničke industrije u kružne oblike, ili sagorijevanje brzorastućih biljaka visoke energetske gustoće kao što je šećerna trska ili neke vrste trave.

Upotreba biomase nije ograničena samo na biljnu tvar i može podrazumijevati i neke životinjske proizvode. Životinjski izmet se direktno može spaliti, ili, radi veće efikasnosti, čekati da fermentira i da se stvori tzv. bioplina. Da bismo razumjeli potencijal energije o kojoj ovdje govorimo, uporedimo količinu energije 1 l dizela i jedinice bioplina na farmi. Svakog dana se stvara jednaka količina energije od izmeta stotine pilića, triju svinja ili jedne krave kao i od jednog litra dizela!¹

Jedna od najjačih prednosti biomase je činjenica što je ona u principu CO₂ neutralna, jer se u procesu uzgoja biljke apsorbira CO₂, a spaljivanjem se plin ponovo oslobađa u karbonskom ciklusu da bi ponovo bio apsorbiran u toku rasta slijedećih usjeva. Sada, kada biomasa pridonosi globalnoj energetskej potrošnji sa oko 11%,¹ rangirana je kao najjača obnovljiva industrija. Međutim, nije najbliža tome da bude povoljna po okoliš.

Iako je CO₂ neutralna i bez udjela sumpora koji izaziva kisele kiše još uvijek se javlja zagađenje zraka u vidu sitnih čestica, NO_x i drugih plinova. Iako se ovaj problem može smanjiti na minimum pravim pećima za spaljivanje smeća i filterima, mali broj domaćinstava koje koriste drva za grijanje upotrebljava filtere ili peći sa čistačima.

Bez obzira na to, veća neugodnost se javlja u sadašnjem načinu uprave industrije biomase. Bez ispravnih globalnih propisa, može doći do prekomjerne sječe šuma kako industrija teži da se opskrbi drvetom. Ili, u pomalo ironičnom ishodu, sječa šuma se često vrši u ime industrije biomase, naročito u prašumama, gdje se šume potpuno srađavaju sa zemljom ne bi li se napravilo prostora usjevima bogatim energetskeim potencijalom za žetvu. Takav primjer se trenutno dešava u Indoneziji i Maleziji, gdje se drveće spaljuje, što pogoršava globalno zagrijavanje jer drveće ne samo da više nije u stanju da apsorbira CO₂ iz atmosfere, već i kada gori, oslobađaju se ogromne količine plina. Na njihovom se mjestu sada nalaze plantaže za uzgoj palminog ulja koje države, poput Velike Britanije, žele iskoristiti kao elektrane za biomasu.⁹

Na sreću se velika pažnja skreće na sramote koje se dešavaju u jugoistočnoj Aziji. Međunarodne organizacije poput Greenpeace i Friends of the Earth su se u prošlosti borile protiv sječe prašuma, a sada mogu nastaviti borbu naoružani znanjem o njihovom značaju za ekologiju i uticaju na klimatske promjene.

3.6. ENERGIJA VJETRA

Sjetimo se uragana Katrina, kao i njegovih posljedica na stanovništvo Nju Orleansa. Uragani predstavljaju veoma značajnu silu prirode. Zamislimo tek, šta bi sve bilo moguće kada bi čovjek mogao da ukroti tako snažne prirodne sile i da ih upotrijebi u pozitivne svrhe.

U stvarnosti se ne možemo nadati, niti bismo trebali, kroćenju tako enormnih sila. Ali ih ipak donekle možemo iskoristiti u pozitivne svrhe. Pored korištenja talasne energije koja nastaje kretanjem uragana preko mora, možemo takođe iskoristiti i jake vjetrove.

Snaga vjetra je zapravo jedna od najstarijih poznatih energetskeih izvora koje je koristio čovjek. Egipćani su prvi za koje je poznato da su koristili energiju vjetra za plovidbu čak prije pet hiljada godina, a to je bilo znanje koje su koristili kako bi prevezli velike kamene blokove u Gizu i izgradili svoje slavne piramide. Nekoliko milenijuma kasnije, oko 700. god.n.e., Perzijanci su izgradili prve vjetrenjače na prostoru današnjeg Afganistana kako bi zadržali potencijal vjetra na kopnu.

Francuzi su izgradili prve evropske vjetrenjače, ali najpoznatiji primjeri na ovom regionu su oni koje koriste Holandani, jer su oni energiju vjetra stavili u daleko širu upotrebu, uključujući navodnjavanje, mljevenje žita i drenažu morske vode. Jednako poznate su i visoke vjetrenjače rasporedene diljem Grčke i Španije. Ali, za razliku od Don Kihotovih avantura sa vjetrenjačama La Manša, ne bismo se smjeli boriti protiv snage vjetra, nego za korištenje iste.

Energija vjetra koju promoviramo i koja ima tako veliki potencijal u savremenom dobu jesu velike vjetrenjače koje proizvode struju. Ove visoke mašine su zaista počele preovladavati cijelim energetskeim tržištem, sa porastom od 30% godišnje, a danas je Evropa u vodstvu sa devet od deset turbina proizvedenih na cijelom kontinentu. Ako se postave jedna do druge, vjetrenjače mogu dovesti do maksimuma proizvodnju energije vjetra, na područjima gdje vjetar dostiže velike brzine.

Svako ko je prolazio kroz Njemačku zna kakav prizor pruža stotina tornjeva u roku od samo sat vremena. Iz perspektive ekologa taj pogled zna biti posebno lijep.



Slika 3.9. Don Kihotovska borba "za" vjetrenjače

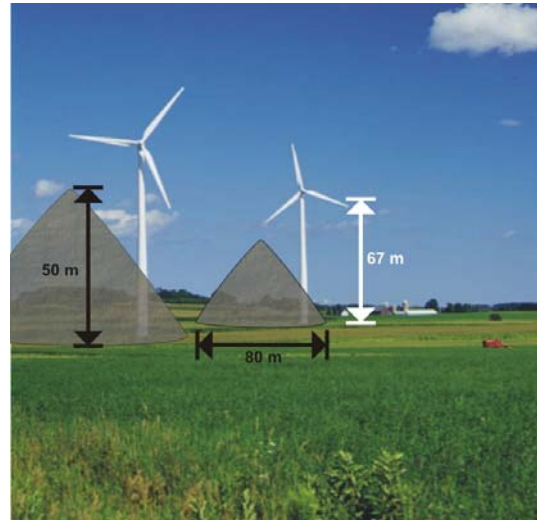
Zatim, tehnologija se na ovom polju razvila do tog stepena da smo ponovo u stanju da se vratimo energiji mora i vjetra. Umjesto da samo plove okeanima, države poput Danske i Nizozemske postavljaju ovakve farme vjetra na priobalnim područjima, zakoračivši na područja izvora energije koja su dugo bila ignorirani, a istovremeno umanjujući ovisnost o stranim energetskim zalihama i boreći se protiv klimatskih promjena.



Slika 3.10. Farme vjetrenjača u Sjevernom moru

Životni vijek vjetrenjače, visoke 67 m, kapaciteta 1,5 MW, traje dvadesetak godina. U tom vremenskom periodu jedna turbina može da proizvede 76 miliona kWh, što je jednako uštedi oko 84.000 tona lignita koji bi bio spaljen. Količina uštedenog uglja zbog energije vjetra, kada bi se u vidu gomile postavila pored turbine, kao je

prikazano na slici 3.11, bila bi skoro iste visine (oko 50m), a čak i šireg promjera (oko 80m).¹⁰ Ovakve uštede uglja će imati veoma pozitivan učinak na okoliš i klimatske promjene, ali je značaj ovih ušteda još i veći s obzirom na to da ovi statistički podaci važe za samo jednu među hiljadama turbina koje već rade ili će uskoro da prorade.



Slika 3.11. Poređenje spaljenog lignita i vjetrenjače

Poput ostalih oblika obnovljive energije, ni snaga vjetra nije stalna. Prvobitne turbine su pravile previše buke ili se smatralo da kvare estetski dojam krajolika. Očigledno su obje ove primjedbe prilično tvrdokorne, jer bi vlasnik turbina na oba "problema" gledao kao na dokaz da on ili ona profitira time što pomaže okolišu i što se bori protiv globalnog zagrijavanja.

Bilo je problema sa tzv. udarima ptica, gdje su ptice ginule udarajući u turbine ili od njene lopatice. Dok je to validan argument, stručnjaci udare ptica o turbine smatraju prilično rijetkim slučajem, a ostale visinske prepreke (strujne žice, građevine, itd.) predstavljaju čak i veću prijetnju. Ispitivanja pokazuju da priobalne frame vjetrenjača čak i manje utiču na živote ptica, naročito kada su smještene van poznatih putanja selidbe ovih životinja.

Još jedan problem je ometanje radijskih i televizijskih talasa lopaticama turbina. Ali mogle bi se postaviti dodatne prijenosne stanice koje bi te talase usmjeravale oko farmi vjetra i tako izbjegle pomenute probleme.

U svakom slučaju, svi navedeni elementi (buka, krajolik, udari ptica i zračni talasi) su manje-više upraviteljski/menadžerski poslovi. Potrebno je naći

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

3.7. SOLARNA ENERGIJA

Bez imalo sumnje, zvijezda u usponu među obnovljivim energetske izvorima je solarna energija, imenovana po latinskoj riječi koja označava sunce – "sol".

Obožavano od davnina i činjenica da je jedno od primarnih pokretačkih sila života uopšte, na sunce se ponovo gleda kao na spasioca čovječanstva, ovoga puta ne u religijskom kontekstu, nego u smislu da nas može spasiti tako velikog broja posljedica koje su u vezi sa energijom, a koje smo sebi sami stvorili u skorašnje vrijeme.

⁸ Sampaio, J. And Silva, L., "Itaipú Dam: The world's largest hydroelectric plant", U.S. Geological Survey, <http://www.usgs.gov/>, August 30, 2005.

⁹ Friends of the Earth UK, "Palm oil - rainforest in your shopping", <http://www.foe.co.uk/>

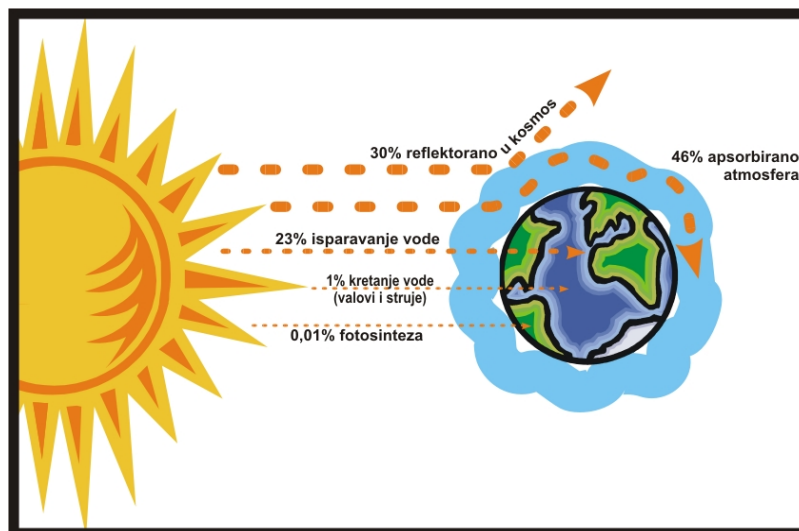
¹⁰ Witzel, Walter and Seifried, Dieter, *Das Solarbuch*, Ökobuch Verlag GmbH; Staufen, Germany, 2000



Slika 3.12. Obožavanje i kultovi sunca su pratilje ljudske civilizacije

Što se tiče izvora energije, solarna ima najviše prednosti iz više razloga. Iako ima mnogo mjesta na kojima nema fosilnih goriva ili urana, nema nijedne zemlje na svijetu koja nema sunčeve svjetlosti. Zatim, može se vidjeti da skoro svaki oblik savremene energije potiče od sunčeve.

Sunčeva svjetlost izaziva temperaturne promjene koje pokreću vjetrove i okeanske struje, život biljaka i životinja koje su neophodne za korištenje biomase, te je neophodna za održavanje vodenog ciklusa rijeka i mora.



Slika 3.13. Energetski bilans sunčevog zračenja

Bez sunca, naša planeta ne samo da ne bi mogla održavati živi svijet, već ne bi ni bila dovoljno topla da održava geotermalne izvore pod zemljom. Čak i fosilna goriva, koje ekolozi, nekada zovu još i "starom biomasom", su u posljednje vrijeme moguća samo zahvaljujući suncu.

Važnost sunca u našoj svakodnevnicu je također vrlo značajna. Zbog sunca nam nisu potrebne baterijske lampe po cijeli dan, niti moramo da grijemo svoje domove tokom određenih godišnjih doba. Možemo sušiti veš napolju i očuvati hranu bez potrebe za hemikalijama i možemo ići na godišnji odmor na čak toplija odredišta, kako bismo lijepo potamnili, mada, ako sumnjamo u prave moći sunca, mogli bismo "lijepo" izgorjeti.

3.7.1 Pasivna solarna energija

Znanje savremenog doba je uznapredovalo na mudrostima tradicije, kako bi stvorilo veliki broj metoda za iskorištavanje solarne energije do maksimuma. Arhitekta i građevinci koriste pasivni solarni princip kako bi proizveli najveće količine besplatnog osvjjetljenja i grijanja uz pomoć sunčeve svjetlosti. Njihov najjednostavniji oblik se bavi izborom boja.

U Grčkoj se na svakom koraku susrećemo sa pasivnim solarnim principom, a da toga nismo ni svjesni. Fasade njihovih kuća su bijele zbog toga što bijela boja reflektira svjetlost, što znači da se može održavati hladnija temperatura u kućama. Obratni učinak se na sličan način može postići farbanjem zidova kuća u crno, u svrhu maksimiziranja grijanja kuće sunčevom energijom.



Slika 3.14. Solarni principi u arhitekturi

Zatim, postavljanjem prozora na južnu stranu kuće, za nas koji živimo na sjevernoj hemisferi, omogućava se značajan dotok besplatne toplote i svjetlosti, čak i zimi. Slično tome bi se mogao ugraditi i prozor na krovu, kako bi posvijetlio inače prirodno mračnu sobu.

A, ako smatramo sebe za izuzetno otvorene osobe, mogli bismo sve zidove i krov napraviti od stakla. Dobili bismo toliko besplatnog grijanja i svjetla uz minimalne troškove struje. Ali onda bismo se također morali brinuti o pticama i kamenju koje bi udaralo u našu kuću.



Slika 3.15. Solarno osvjjetljenje u arhitekturi



Slika 3.16. Solarno grijanje u arhitekturi

3.7.2 Fotonapon

S druge strane tehnološkog spektra, postoje aktivne metode za korištenje solarne energije, uključujući i fotonaponske ćelije, koje su nastale iz grčkih riječi za svjetlo "photo" i jedinice za električni napon "volt". Logičkim slijedom možemo zaključiti da je

svrha ove vrste tehnologije dobijanje struje iz svjetlosti.

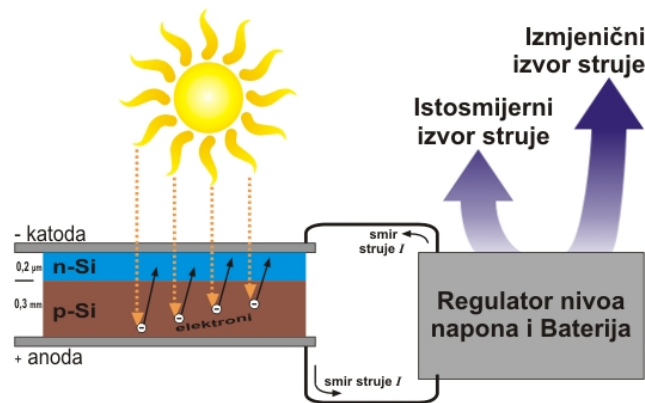
Još krajem 19. stoljeća je fotonaponska (PV) tehnologija bila dostupna, jer je jedan njujorški električar dobio primitivnu PV-ćeliju iz selena. Tek 1950.-ih godina je ta industrija zaista procvatila i to predstavljanjem silicijske tehnologije i istragama koje je izvršio američki program za izučavanje svemira.¹¹

S obzirom na to da je to bila tako aktivna industrija, njena tehnologija se stalno razvijala i usavršavala. Prve silicijske PV-ćelije iz 1950.-ih godina su bile oko 4% efikasne. Ali, od tada su istraživanja i razvoj stepen efikasnosti popeli na skoro 30% uz upotrebu nekih savremenih metoda.¹¹ To znači da se preko četvrtine ukupne svjetlosti koja pogodi određenu ćeliju pretvara u električnu energiju. Pretvaranje "samo" četvrtine možda i ne izgleda mnogo, ali ako znamo da oko 7×10^{17} kWh

solarne energije dospije na zemljinu površinu, onda bi se upotrebom tolike količine energije mogle i više nego zadovoljiti sve naše energetske potrebe.

PV-ćelija funkcionira na bazi dva ultra-tanki sloja silicija koja su smještena između dva sloja sačinjena od elektroda, kako je prikazano na slici 3.17. Gornji silicijski sloj je napravljen tako da sadrži preveliki broj elektrona, a donji ima premali broj istih. Sunčeva svjetlost prodire u silicijske slojeve i aktivira elektrone koji su skupljeni na gornjoj katodi. U međuvremenu, privremeni nedostatak elektrona u silicijskim slojevima stvara jednosmjerni elektronski tok, dok se elektroni kreću prema katodi.

¹¹ U.S. Department of Energy, "Photovoltaic Milestones", Energy Information Administration, <http://www.eia.doe.gov/>



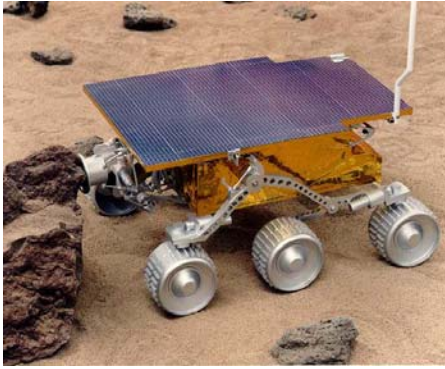
Slika 3.17. Princip rada fotonaponske ćelije

Čitav sistem je tzv. poluprovodnik. Proizvedena energija se prenosi i skladišti u bateriji odakle se može koristiti odmah, kao istosmjerna struja (IS), ili obratno, kao (na)izmjenična struja – NS. Rezultat je iskoristiva, besplatna struja.

Danas, fotonapon podržava industriju koja je još u razvoju, za izgradnju precizno izgrađenih skupova fotoćelijskih ploča koje se mogu koristiti na različitim lokacijama i omogućavaju mnogobrojnim uređajima funkcioniranje bez potrebe za zamjenom baterija. Najpoznatije upotrebe PV-a su u vezi sa programom za izučavanje svemira – interplanetarnim stanicama, satelitima i planetarnim istraživanjima pomoću robota. Ali naravno, PV-tehnologija se ne mora samo zadržavati isključivo na vanzemaljskim prostranstvima.



Slika 3.18. Interplanetarna svemirska stanica



Slika 3.18. Robot sa solarnim napajanjem

Postoje mnogi "prizemljeniji" načini upotrebe fotonapona koji se danas lahko mogu primijeniti. Jedan od najkorisnijih načina upotrebe ove sjajne tehnologije je snabdijevanje udaljenih lokacija strujom. To bi značilo da je nepotrebno ugraditi dodatne kablove za provođenje struje samo da bi se vratila električna energija nekoj meteorološkoj stanici, koja se nalazi na vrhu planine, ili da se brod koji se nalazi na sredini okeana mora oslanjati na dovoljnu količinu struje, da bi obavio poziv upomoć putem radija. Zahvaljujući fotonaponu, stručnjaci na Sjevernom i Južnom polu su u mogućnosti da izvrše svoja ispitivanja sa više nego dovoljnom količinom struje na raspolaganju.



Slika 3.19. Napajanje strujom meteoroloških stanica



Slika 3.20. Solarno napajanje radio uređaja na brodu



Slika 3.21. Solarno napajanja jedne škole



Slika 3.22. Solarna energija za pokretanje automobila



Slika 3.23. Solarna energija u poljoprivredi



Slika 3.24. Solarna energija u građevinarstvu

U urbanoj sredini su bezbrojni načini primjene ove tehnologije. Zamislimo da sva vozila više nisu ovisna o gorivu i da se oslanjaju isključivo na solarnu energiju.



Slika 3.25. "Uključimo" se na sunce

Najveći problem za modernu PV-industriju jeste cijena. Jednostavno rečeno, fotonaponske ploče su skupe da bi ih se nabavilo a i proizvelo. Silicij mora biti izuzetno čistog kvaliteta, a količina potrebna za jednu PV-ploču od 50 W bi bila dovoljna za oko dvije hiljade računara. Iako je silicij jedan od najzastupljenijih elemenata na svijetu,¹ dobijanje njegovih najčišćih oblika zahtijeva ne samo novac, nego i specijalne uređaje.

Solarna industrija ulaže velike napore da svoje proizvode učini pristupačnima. S obzirom na to da su cijene obrade silicija osnovna barijera koju bi trebalo prevazići, naučnici i inženjeri rade na smanjivanju potrebnih količina silicija a da time ne štete PV-kvalitetu. Napravljeni su sistemi koji koriste ogledala i/ili sočiva kako bi skupili sunčevu svjetlost na minimalan broj PV-ćelija, ali, pošto zahtijevaju više prostora za ogledala i sočiva, često znaju biti i nezgrapni pod određenim okolnostima. Stoga je najsavremenije polje idustrije rad sa hologramima koji preusmjeravaju sunčevu svjetlost, a tvrdi se da bi bi takvi modeli bili do 75% povoljniji od tradicionalne PV-ploče.¹²

Sa tako niskom cijenom nema prepreka, pa zašto onda i mi ne bismo koristili fotonaponske sisteme i započeli graditi "PV-bašte" u svom domu, krovu ili zidu.

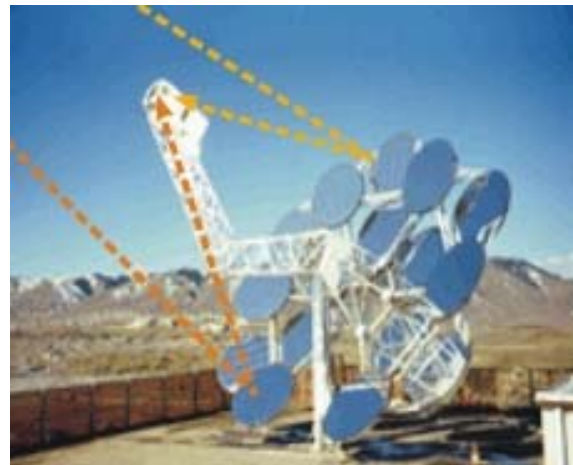
3.7.3. Solarne elektrane

Solarna energija je poželjna zbog svoje sposobnosti da ostane decentralizovani izvor energije i da time izbjegne brojne zamke koje prijete centralizovanim energetskeim izvorima; nestanci struje, kvarovi mreže, nestašice goriva, agresije, prirodne

katastrofe, itd... Njeni principi se, takođe, mogu primijeniti na konceptu centralizovane elektrane. Već nekoliko takvih instalacija funkcioniše, te nas snabdijevaju strujom koja ne zagađuje i koja ne koristi nikakva goriva.

Dok bi se čitavo polje PV-ploča moglo koristiti i održavati za proizvodnju centralizovane solarne struje, neki od najčešće implementiranih modela solarnih elektrana koriste, radi maksimalnog učinka, ogledala za skupljanje svjetlosti.

Najkompaktnija od njih funkcioniše u vidu *solarnih antena*, gdje se sunčeva svjetlost reflektira do tačke kada je u stanju da direktno proizvede struju, radeći na principu sličnom televizijskoj satelitskoj anteni.



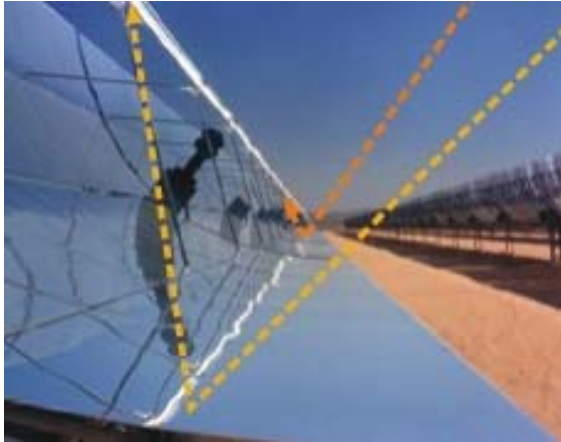
Slika 3.26. Solarna elektrana na principu solarnih antena

Nadovezujući se na ovaj sistem, velika polja rotirajućih ogledala usmjeravaju sunčevu svjetlost na centralni *strujni toranj*, gdje zagrijane tečnosti koje se unutra nalaze dosežu temperature skoro do 1500°C.



Slika 3.27. Solarna elektrana sa rotirajućim ogledalima

Treća vrsta modela, *sistem korita*, koristi polje rotirajućih paraboličnih ogledala, da bi sabrala sunčevu svjetlost sa prolaza izlivanja tečnosti na centralizovanu lokaciju u svrhu proizvodnje struje ili centralnog grijanja.¹



Slika 3.28. Solarna elektrana sa paraboličnim ogledalima

Solarne antene imaju prednost što su modularne, kao kućne fotoćelijske PV-ploče, što znači da, ako je potrebna veća količina energije, dovoljno je samo konstruisati i spojiti još antena.

Strujni toranj, s druge strane, ima drugu vrstu prednosti, a to je što je u stanju da održava energiju satima, što znači da se malo energije gubi.

Sistemi korita za sada ostaju najpouzdaniji i u cijenom najpovoljniji za širu upotrebu.¹

3.7.4. Solarno grijanje na dohvat ruke

Ne moramo čekati da neka firma odluči da sagradi solarnu elektranu u našoj zemlji, ili da cijene fotovoltaznih sistema opadnu. Postoji jedna vrsta energije, pored struje koju proizvodi PV ili elektrana, a koja nam je dostupna. To je tehnologija primjene solarne energije za zagrijavanje.

Pravilnim korištenjem solarne energija može se vršiti zagrijavanje kao i strujom iz PV ili elektrana. U većini slučajeva se te mogućnosti prenose na zagrijavanje vode koja se opet dalje koristi za bilo koju svrhu. Na primjer, prvi *solarni kolektor* je konstruisan u Švicarskoj prije otprilike dvjesto četrdeset godina, i od tada se koncept koristio u narednom stoljeću u sklopu evropskih ekspedicija u Africi.

Sjetimo se da i kod kuće preko polovine energetske potrebe domaćinstava otpada na grijanje, a onda zamislimo mogućnost uštede

kućnog budžeta kada bi sva, ili dio energije koja otpada na grijanje, dolazila besplatno od sunca. Dalje uštede su moguće ako se kombinira sa mjerama efikasnosti o kojima smo nešto već govorili, a tvrdi se da bi se solarnim grijanjem moglo opskrbiti i do 90% potreba domaćinstava za toplom vodom u Evropi.¹

Najjednostavniji sistemi podrazumijevaju da nabavimo stari bojler ili neki slični rezervoar, da ga priključimo na vodovodne cijevi i postavimo na suncem osvijetljen prostor. Ali tu dolazi do velikih gubitaka toplote i obično se dobivena topla voda izgubi do jutra.



Slika 3.29. Najjednostavniji solarni kolektor

Da bi se sistem poboljšao, dobivanjem tzv. *kolektora sa rezervoarom*, dodatno se izoliraju cijevi, a bojler se može čak i ofarbati u crno, oslanjajući se na prosti podatak o bojama koji smo ranije spomenuli osvrćući se na pasivni solarni princip, kako je prikazano na slici 3.29

Još bolji efekat se postiže postavljanjem bojlera u veliku kutiju koja bi se pokrila nekim providnim prekrivačem a, za još veći učinak, bi se mogao koristiti sistem malih cijevi umjesto jednog velikog bojlera, te povećati površinski dio kojeg sunčeva svjetlost direktno pogađa.

Na ovaj način, jedini strah koji preostaje je da u hladnijim regionima tokom zime nisu efikasni ni ovi tzv. *pljosnati kolektori* niti prosti kolektori sa spremnikom.¹³ Međutim, uz dodatak pumpe, elektronike, ventila, specijalne tečnosti za zagrijavanje i specijalnog vodenog rezervoara, sistem bi bio potpun za skoro sve moguće vanjske uslove, i omogućio bi da besplatna topla voda uvijek bude dostupna. Rezultat je modernizirani ekvivalent švicarskom solarnom kolektoru izgrađenom 1767. godine.¹



Slika 3.30. Montirani solarni paneli

Pored toga, savremeno inženjstvo je ostvarilo još efikasnije sisteme od gore pomenutih, sa uobičajenom stopom efikasnosti od oko 50%. Takvi visokotehnološki sistemi, tzv. *vakuumski kolektori*, mogu biti i do 75% efikasniji¹⁴ jer su gubici toplote svedeni na minimum, a prikazani su na slici 3.31.

Sistem radi na takvom principu da se cijev ispunjena zagrijanom tečnošću nalazi u sklopu veće staklene cijevi iz koje se sav zrak iscrpio. Sada, kada je vakuum unutar veće cijevi, nema "vazdušnog mosta" preko kojeg bi toplota mogla da pobjegne putem otvora u cijevi. Stoga skoro sva toplota ostaje unutar sistema i pretvara se u korisnu energiju za zagrijavanje vode. Jedini problem sa ovakvim vakuumskim sistemima jeste što oni koštaju barem duplo više od standardnih pljosnatih kolektora, ali ako je unutar granica našega budžeta, onda bi veći trošak u narednih nekoliko godina bio nadoknađen.



Slika 3.31. Vakuumski suncani kolektori

Za koji god sistem se odlučimo, možemo ga koristiti za bilo koju svrhu za koju nam je potrebna topla voda, bilo za kuću ili zgradu. Svaki od njih ima širok dijapazon upotrebe, kao što je zagrijavanje prostorija, vode (npr. za tuširanje ili sudoper), ili čak kako bismo zagrijali vodu u bazenu.

Među ova tri glavna oblika solarnih kolektora (kolektor sa rezervoarom, pljosnati ili vakuumski) može se ispostaviti da je jedan od ovih modela nedostupniji, a drugi je možda efikasniji nego što je baš i neophodno. Izbor pravog kolektora ne zavisi samo o našem budžetu, nego i o planovima sa besplatnom toplom vodom koju ćemo dobiti.

Primjene solarnih kolektora je ograničena na prostor oko kuća i zgrada pa su troškovi za kompletan sistem, u poređenju sa fotonaponskim ćelijama dosta niži. Drugi od razloga je i postojeća (ne)efikasnost takve tehnologije.

U zavisnosti od lokalnog tržišta, potpuni, profesionalni vakuumski sistemi bi za početak koštali oko nekoliko hiljada US\$, i to za najbolje primjerke što je još uvijek upola manje nego PV-sistemi. Međutim, kako je svakim danom dostupniji veliki broj povoljnih modela otvaraju se bezbrojne mogućnosti kombiniranja upotrebe.

Ne samo da sebi možemo priuštiti ovakvu solarnu tehnologiju već danas, nego neke od njih možemo i sami izgraditi, npr. kolektore na principu tzv. "do it yourself" ("uradi sam").

Ne samo da su cijene relativno niske, nego i da ćemo, pošto sami možemo izgraditi sistem, biti u stanju da ga održavamo sa većom brigom i razumijevanjem, u slučaju kvarova. Tu smo i znaćemo tačno šta i kako to popraviti.

Ovo je upravo ona vrsta genijalnosti koju želimo promovirati. Ona ne samo da podržava lokalnu ekonomiju, nego se i ljudi lijepo osjećaju, dok prstom pokazuju na svoj krov i vide da takvim radom doprinose i okolišu.

¹² Patel-Predd, Prachi, "Holographic Solar", Technology Review, <http://www.technologyreview.com/>, April 25, 2006

¹³ Marken, Chuck, "Simple Hot Water: Solar Batch Heaters", Home Power, Issue 108, August-September 2005.

¹⁴ Navitron, "Evacuated Tube Solar Hot Water Panel (20 tube)", <http://www.navitron.org.uk/>

4. ENERGIJA IZ SOLARNOG PANELO

Sistemi koje promoviramo su jednostavni. Ne radi se ni o kakvoj komplikovanoj nauci. Sve čime se treba služiti jesu zdrav razum i osnove vodoinstalatstva i stolarstva, pa ćemo biti na dobrom putu ka manjim računima za grijanje, i očuvanju okoliša od energije iz fosilnih goriva.

4.1. SOLARNI POTENCIJAL U BIH

Naravno da je lahko primijetiti činjenicu da je solarna energija intenzivnija na nekim mjestima nego što je na drugima. Ljeto u Egiptu je savršen period za iskorištavanje sunčeve energije, dok zima u Norveškoj baš i nije najpovoljnije vrijeme da bi se oslanjalo na nju.

Kako bismo imali predstavu o tome koliko tačno potencijala imamo, saznajmo koliko je približno solarna zračenje u našoj okolini. Takve podatke obično možemo dobiti kontaktirajući obližnju meteorološku stanicu. Na primjer, južni dijelovi Bosne i Hercegovine imaju klimu sličnu mediteranskoj, dok na sjeveru prevladava kontinentalna klima. Ovo, očigledno, ima veze i sa solarnim zračenjem, jer je na južnim dijelovima ono oko 1600 kWh/m^2 , a na sjeveru 1240 kWh/m^2 ,¹⁵ što je otprilike prosjek za ovaj region (1300 kWh/m^2).¹⁶

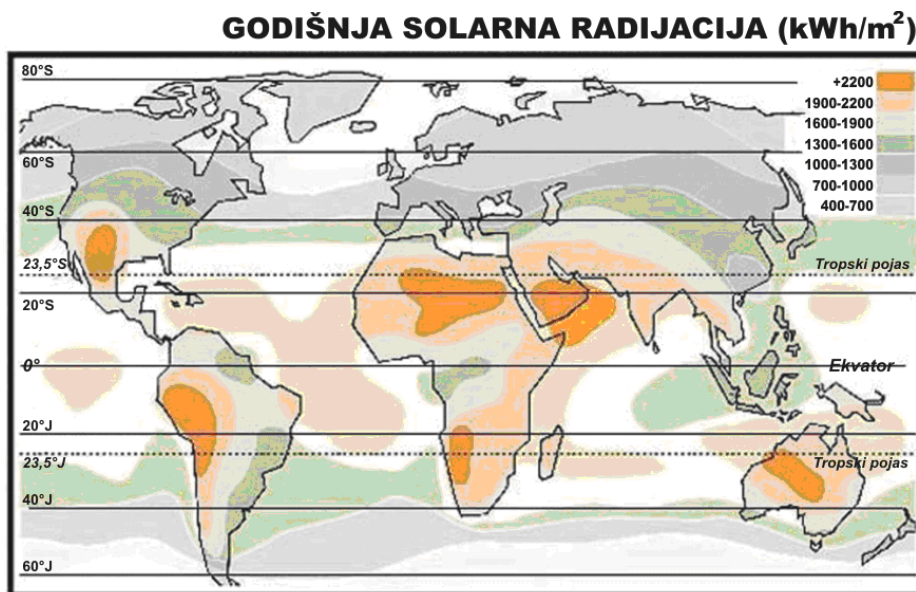
Slijedeći važan statistički podatak je broj sunčanih dana u godini, u slučaju Bosne i Hercegovine je to oko 270 dana godišnje.¹⁷

Mada bazirani na prosječnim vrijednostima, ovi podaci mogu biti jako korisni za naše svrhe. Možemo vršiti procjene o tome koliko je solarna energija primjenljiva u određenim okolnostima. Dok činjenica stoji da svako može iskoristiti potencijal solarne energije, geografske odlike okoline i meteorološke šeme našeg grada mogu imati uticaja na cjelokupnu učinkovitost s obzirom na cijene.

Sunčeva svjetlost se probija u bilo kakvim vremenskim okolnostima, ali njena snaga slabi prolaskom kroz oblake, tzv. difuzna svjetlost ili indirektno zračenje. Mnogo snažnije je, dakako, direktno zračenje sunčeve svjetlosti koje dopire do zemljine površine bez opstrukcija u vidu oblaka. Ali, čak i na maglom obavijenom mjestu poput Londona, dovoljne količine svjetlosti još uvijek dopiru do površine i mogu se koristiti kao izvor solarne energije.

¹⁵ Popović, Dragan and Elena Boškov, "Potentials of Renewable Energy", as found in Golob, Robert, Andrej Gubina, Erich Podesser and Suad Halilčević, eds., "Balkan Power Center Report: Guidelines for Renewable Energy Sources Technologies", March 10-11, 2005.

¹⁶ Høystad, Dag, seminar about solar energy in Bitola, Macedonia, November 13, 2005.



Slika 4.1. Prosjek godišnje solarne radijacije na svjetskom nivou

4.2. SASTAVLJANJE SOLARNOG PANELA

Ključni dio sistema solarnog kolektora jeste panel. To je dio kroz koji sunčeva svjetlost ulazi u cijeli sistem i proizvodi besplatno grijanje. Radi na principu minijaturnog staklenika smještenog na krovu kuće.

Panel pretvara onaj isti problematični *efekat staklenika*, odgovoran za klimatske promjene koje trenutno prijete našoj planeti, u pozitivne svrhe. Ali, umjesto zagađene atmosfere, postavljen je transparentni prekrivač koji spriječava izlazak sunčeve svjetlosti, dok apsorbirajuća ploča i izolacija služe kao primaoci te solarne energije, slično kao što to čini zemljina površina kod globalnog zagrijavanja.



Slika 4.2. Princip funkcioniranja solarnog panela

Prekrivač omogućava da najveći dio sunčeve svjetlosti uđe u panel, mada još uvijek apsorbuje i reflektira jedan mali dio iste,¹⁸ te, iako određene količine ipak mogu proći kroz transparentni prekrivač, sa pravim materijalima je taj nedostatak moguće minimizirati. Slično tomu, mnogo energije se može izgubiti u vidu toplote koja izlazi bočno ili sa donjih strana panela, ali izolacijom i upotrebom materijala sa izolacionim osobinama (kao što je drvo), takvi gubici se mogu takođe umanjiti. Rezultat je maksimalna količina energije dobivena i apsorbirana u sistemu, a koja nakon toga prelazi u tečnost unutar cijevi i zagrijava vodu.

Na lijepom, sunčanom, ljetnom danu, tečnost koja se zagrijala u cijevima obično doseže temperature u iznosu od oko 60-80 °C ili više, dok jedan takav dan zimi dozvoljava temperature vrijednosti od oko 50-65 °C.¹⁹ Ovi statistički podaci ukazuju na to da, za razliku od mišljenja mnogih, solarni kolektori rade jednako dobro i tokom zime. Najvažnija je prisutnost sunčeve svjetlosti, a ne i visokih vanjskih temperatura. Zapravo, kada su vanjske temperature previsoke, to može blago da umanjí efikasnost solarnih kolektora,²⁰ što je činjenica koja se često zanemaruje, a koja je veoma važna i na polju fotonaponskih panela.²¹

4.2.1. Kućište panela

Koristimo drvo kao gradivni materijal za naše kućište panela jer je jako, obično je povoljno i ima sposobnost izolacije koja je potrebna kako bismo minimizirali gubitke toplote.

Alati:

- metar
- šljajfer
- šmirgl papir
- testera
- četka za bojenje
- lak otporan na vremenske prilike
- lijepak za drvo
- električna bušilica
- silikon i pištolj za silikon

Materijal:

- 2 drvene daske (2000x100x20mm)
- 2 drvene daske (1000x100x20mm)
- 1 drvena daska (960x100x20mm)
- 6 metalnih L-učvršćivača
- 6 šarafa za drvo (20x4 mm)
- 12 šarafa za drvo (80x6 mm)
- 1 aluminijska ploča (2000x1000 mm)

¹⁸ Streib, Jürgen, *Hot Water From the Sun*, English ed. George McNamara, Verlag Josef Margraf, Frankfurt, Germany, 1992.

¹⁹ Rodik, Daniel, "Do-It-Yourself Hot Water", Zelena Akcija Zagreb, <http://www.zelena-akcija.hr/>, 2005.

²⁰ Keller, Klaus, discussion about solar energy in Tuzla, Bosnia and Herzegovina, October 18, 2006.

²¹ Dürschner, Christian, "Das Missverständnis von den Mindererträgen von PV-Anlagen im Sommer", solid gGmbH, <http://www.solid.de/>, August 2, 2006.

- ✓ Nakon što izmjerimo (dva puta!) i isiječemo daske na željene dimenzije (imajući u vidu da kućište mora biti oko 5 cm kraće od transparentnog prekrivača), drvo treba isjeći po potrebi (ako već isječeno drvo nije dostupno ili ako je preskupo, onda fino išmirglamo daske i nanesimo dva sloja laka otpornog na vremenske prilike).
- ✓ Kada su sve daske spremne i osušene, poredamo ih tako da se uklope. Potom ih možemo sastaviti. Ne zaboravimo nanijeti lijepak za drvo na sva mjesta gdje se daske spajaju.



Slika 4.3. Lijepljenje bočnih strana



Slika 4.4. Učvršćivanje bočnih strana kućišta

- ✓ Počnimo tako što ćemo krajeve kraćih daski spojiti na jednu dužu. Spojimo ih koristeći se šarafima na krajevima, a koristimo male L-učvršćivače za potporu, postavljajući ih na dio

koji će kasnije činiti pozadinu panela. Učinimo isto sa sa drugom, dužom daskom, te konačno pričvrstimo poprečni dio na sredinu kućišta.



Slika 4.5. Praktično je koristiti L-učvršćivače



Slika 4.6. Provjeriti razmak bočnih strana

- ✓ Na dio koji će činiti pozadinu panela treba pričvrstiti šarafima aluminijsku ploču u prilično ravnomjernih razmacima, a ne zaboraviti je pričvrstiti i za srednji poprečni dio.
- ✓ Uspravimo panel i nanesimo silikon na svaki čošak, kako sa unutrašnje tako i sa spoljašnje strane, na mjesta gdje se sastavljaju aluminijska ploča i daske.



Slika 4.7. Donja ploča je od aluminijuma



Slika 4.8. Nanošenje silikona na kućište

Ne treba nanositi silikon na dio koji će sačinjavati donji kraj panela, kada je postavljen koso na krovu. Na ovaj način sva vlaga i/ili kondenzacija stvorena unutar panela može da izađe (iskapa) na tu stranu.

- ✓ Kada smo nanijeli silikon, kućište panela se smatra završenim i možemo ga ostaviti po strani tokom slijedećih koraka.



Slika 4.9. Završeno kućište panela



Slika 4.10. Drveno kućište i aluminijski lim sačinjavaju kućišta panela

4.2.2. Sistem cijevi

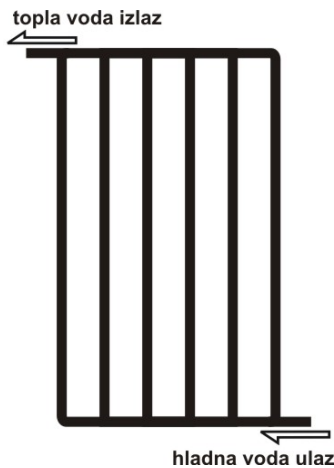
Alati:

- metar
- rezač za cijevi
- turpije za metal (**oble i ravne**)
- žičana vuna
- pasta za lemljenje
- kalaj
- plamenik i plinska boca za lemljenje
- zaštitne rukavice

Materijal:

- 2 plastična nosača cijevi (Ø 22 mm)
- 1 bakarna cijev (2000mm, Ø 22 mm)
- 5 bakarnih cijevi (1900 mm, Ø 15 mm)
- 8 bakarnih T-fitinga (22 / 15 / 22 mm)
- 2 bakarna L-fitinga/koljena (22 / 22 mm)
- 2 bakarne redukcije (22 / 15 mm)

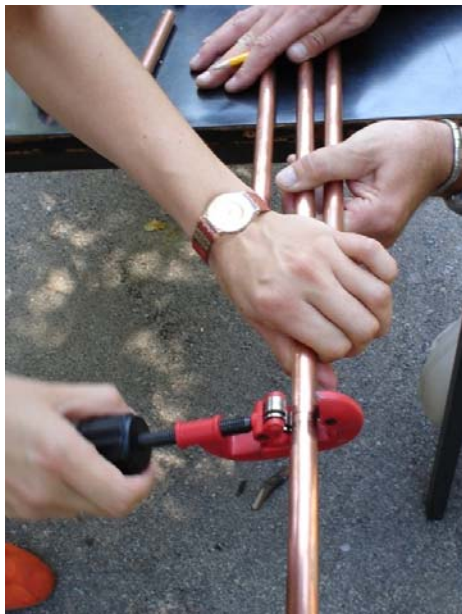
Prvi dio apsorbirajuće ploče jeste mreža cijevi kroz koju će teći voda, odnosno zagrijana tečnost.



Slika 4.11. Smijer protoka vode kroz mrežu cijevi

Radi daljeg razumijevanja teksta, nazvaćemo horizontalno postavljene cijevi presjeka 22mm "cijevi koje provode vruću izlaznu vodu" ili "cijevi kroz koje ulazi hladna voda", dok ćemo uspravne, vertikalne cijevi presjeka 15mm nazvati "paralelnim cijevima". Važno je napomenuti da paralelne cijevi uvijek moraju biti manjeg presjeka od onih koje se koriste za dotok ili ispuštanje, jer se inače umanjuje efikasnost.

- ✓ Treba izrezati sve cijevi na odgovarajuću dužinu kako bi se uklopile u kućište panela koje smo već izgradili. Dok to radimo obratimo pažnju da dužine odgovaraju nama potrebnima. Plastični nosači i svaki fitting utiče na dužinu cijevnog sistema.



Slika 4.12. Rezanje cijevi je prosto i brzo

- ✓ Nakon mjerenja i odgovarajućeg sječenja cijevi, očistimo krajeve svake cijevi komadićima žičane vune, kao i unutrašnjost i

vanjsku površinu svih fittinga, zavisno od toga na kojem će se mjestu spajati.



Slika 4.13. Čišćenje fittinga žičanom vunom

- ✓ Prije no što nastavimo, nakratko skupimo sve cijevi i fittinge kako bismo ih uporedili sa gotovim kućištem panela i vidjeli da li sve ide po planu. Bolje je ovo sada učiniti, tj. prije no što je izgradnja cijevnog sistema završena inače ćemo se ili više namučiti oko prilagodavanja cijevnog sistema kućištu ili kućišta cijevima.
- ✓ Sada kada smo sigurni da će cijevni sistem odgovarati kućištu panela, možemo početi sa spajanjem cijevi i fittinga. Ako nemamo iskustva sa lemljenjem, nadamo nekoga ko je iskusan da nam pomogne, ali nevjerojatno je jednostavno naučiti kako se to radi.



Slika 4.14. Lemljenje sa plamenikom

- ✓ Nanesemo pastu za lemljenje na cijevi i fittinge na svim kontaktnim mjestima. Previše je i u ovom slučaju bolje nego premalo! Ovaj prvi korak u procesu lemljenja je apsolutno

neophodan, jer pasta dozvoljava otopljenom lemu (kalaju) da utiče u fittinge gdje je potrebno da se stvori čvrsta veza poput žiga.



Slika 4.15. Nanošenje paste na cijevi i fittinge

- ✓ Noseći zaštitne rukavice, sada zagrijavamo cijev i fittinge koristeći se plamenikom, a plamen lagano pomjerajući sa jedne na drugu stranu, kako bi se izbjeglo paljenje metala. Temperatura je dovoljno visoka za nanošenje lema kada se lem u dodiru sa cijevi odmah počne topiti, te izazvati ulivanje lema u cijevi i fitting. Slično kao što je slučaj sa pastom, previše lema je bolje nego premalo.



Slika 4.16. Kalaj za lemljenje se dodaje samo sa gornje strane i sam razliva

- ✓ Ponovimo ovu radnju na svakom spojištu sa bilo kojom vrstom fittinga. Vjerovatno će biti male stvrdnutih kapi lema na donjem dijelu spojišta. Možemo ih otkloniti turpijom za metal, ali to nije neophodno.



Slika 4.17. Lemljenje radi produžavanja cijevi



Slika 4.18. Lemljenje T-fitinga



Slika 4.19. Lemljenje bakarne redukcije 22/15 mm

- ✓ Nakon što su sva spojišta dobro zalemljena, provjerimo da li su vam cijevi negdje šuplje. Za to je potrebno jedan otvor cijevi začepiti, te cijev ispunite vodom. Provjeriti svaki fitting da li curi ili ne. Ako bismo vidjeli da ipak negdje postoji šupljina, još uvijek je možemo popraviti. Ispraznimo vodu iz sistema i ponovo zagrijemo spojište gdje je propuštalo vodu. Pažljivo ga odvojimo čekićima i kliještima (ali nositi rukavice!). Ponovo isturpijamo i očistimo sva spojišta (većina šupljih mjesta su posljedica lošeg lemovanja sa premalo paste ili lema nanesenog prvi put).

4.2.3. Apsorbirajuća krila

Slijedeći koraci su u vezi sa izgradnjom apsorberajućih krila potrebnih za izradu apsorberajuće ploče. Ova krila se prave na taj način što se bakarne ploče djelimično saviju oko cijevi, što omogućava odgovarajući kontakt i dozvoljava dovoljan dotok toplote tečnosti unutar cijevi.

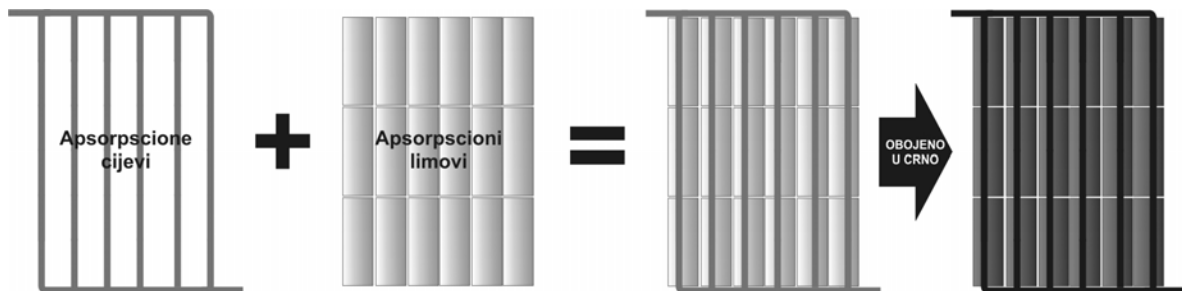
Alati:

- metar
- makaze za lim
- rukavice
- turpija za metal (ravna)
- gumeni čekić
- pasta za lemljenje
- kalaj
- specijalni kalup za lim
- žičana vuna
- plamenik i plinska boca za lemljenje
- nitro-razređivač
- četka za farbanje
- crna farba (mat)

Materijal:

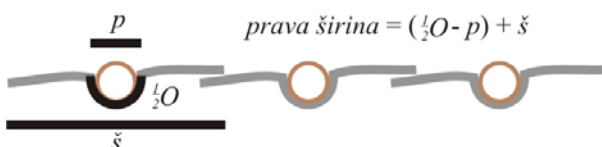
- 1 bakarna ploča (2000x1000 mm)

- ✓ Postavimo sistem cijevi unutar kućišta panela kako bismo izmjerili širine i dužine potrebne za bakarna krila. Ova krila mogu ići od fittinga do fittinga, ali ne bi trebala biti postavljena na nekom od njih, jer se time smanjuje broj pravilnih spojišta između cijevi i krila.
- ✓ Primijet ćemo da su vanjskim paralelnim cijevima potrebna nešto kraća krila, jer su redukcije na L-fittingima duže od običnih T-fittinga.
- ✓ Krila mogu biti i dovoljno široka tako da se donekle poklapaju, ali to nije neophodno. Važnije je izmjeriti razdaljinu između vanjskih paralelnih cijevi i unutrašnjih zidova kućišta panela.



Slika 4.20. Sastavljanje kućišta i cijevovoda u cjelinu

- ✓ Treba se uzeti u obzir i obim cijevi u određivanju prave širine ploče koja će da čini buduće krilo. Ali to se može jednostavno izračunati određivanjem polovine obima cijevi (O) i oduzimanjem presjeka cijevi (p). Zatim, to dodajemo navodnoj širini krila koju ste ranije izračunali (\dot{s}) da bismo dobili pravu širinu krila potrebnu za bakarne ploče. U slučaju cijevi presjeka 15 mm, znači da je prava širina krila zapravo za 8,55 mm veća od navodne širine.
- ✓ Označimo i izrežemo bakarnu ploču prema dimenzijama koje smo izračunali. Obavezno nositi rukavice radi oštrih likenih ivice. Ne treba zaboraviti isturpijate ivice nakon rezanja, kako bismo spriječili daljnje povrede.



Slika 4.21. Računanje širine bakarnih krila



Slika 4.22. Rezanje bakarnog lima prema mjerama



Slika 4.23. Turpijanjem ivica se stitimo od mogućih povreda

- ✓ Postavimo izrezane ploče na donji dio kalupa za lim. Postavimo ploče u sredinu i označimo liniju po sredini ploče ako je to neophodno. Pažljivo postavimo gornji dio alata za kalupljenje lima uz središnju liniju i gumenim čekićem dva dijela ovog alata spojimo. Ovo zna biti prilično glasno.



Slika 4.24. Pravljenje utora na limenim kriticima

- ✓ Sada možemo početi sa sklapanjem apsorbirajućih krila i cijevnog sistema. Prvo očistimo sva spojišta između cijevi i krila (oko paralelnih cijevi i u udubljenom dijelu bakarnog krila).



Slika 4.25. Izgled bakarnog krila sa udubljenjem

- ✓ Kao i ranije sa lemljenjem, obavezno nanesimo dovoljno paste za lemljenje na donji dio cijevi i na udubljenje krila. Ne moramo lemovati cijelu dužinu krila, nego samo na nekoliko mjesta da bismo zaštili cijev i krilo i spojili ih zajedno. Sada smo spremni za lemljenje krila sa sistemom cijevi.



Slika 4.26. Priprema lemljenja bakarnih krila za cijevi



Slika 4.27. Lemljenje bakarnih krila za cijevi

- ✓ Posljednji korak u izradi apsorbirajuće ploče jeste njeno farbanje crnom mat farбом, na onim dijelovima cijevi koji su izloženi, tj. gdje sunčeva svjetlost direktno pada na cijevi. Prije no što to učinimo, teba obavezno obrisati svu prašinu koja se skupila na njoj i onda je temeljito očistiti nitro-razređivačem. Zatim nanesimo crnu mat farbu na cijelu ploču, uključujući cijevi, fitinge i bakarna krila. To teba uraditi što je moguće ravnomjernije, jer bi se prekomjernim nanošenjem farbe na određenim mjestima smanjila efikasnost samog kolektora, i jer bi previše farbe moglo zapravo da izolira apsorbirajuću ploču od dolazeće sunčeve svjetlosti.



Slika 4.28. Zalemljena krila i cijevi spremni za farbanje



Slika 4.29. Čišćenje nitro-razređivačem prije farbanja

4.2.4. Izolacija, aluminijska folija i nosači

Alati:

- metar
- skalper ili makaze
- borer za drvo (Ø 22 mm)
- testera
- električna bušilica
- lijepak za drvo
- silikon i pištolj za silikon



Slika 4.30. Principna šema kompletiranja solarnog panela

Naredni koraci su u vezi sa dijelovima koji će sačinjavati panel. Izolacija se ugrađuje kako bi se minimizirao gubitak toplote, dok bi se ista ta izolacija mogla istopiti u direktnom dodiru sa vrelom apsorberajućom pločom kada ne bi bilo

aluminijske folije, koja joj umanjuje sposobnost zadržavanja toplote i umanjuje efikasnost za oko 2,5%. Plastični nosači apsorberajuću ploču čine stabilnijom unutar kućišta panela, dok drveni nosači isto čine sa transparentnim prekrivačem.

Materijal:

- 1 izolaciona ploča (2000x1000x50 mm)
- 1 komad aluminijske folije (2000x1000 mm)
- rajsnegele
- 2 plastična nosača za cijevi (Ø 22 mm)
- 2 šarafa za drvo 20x4 mm)
- 2 šarafa za drvo (80x6 mm)

- ✓ Izmjerimo i izrežemo izolacioni ploču od staklene vune, koja treba da se uklopi u kućište panela. Ne zaboravimo da ona mora biti iste visine, tako da ćemo morati izrezati staklenu vunu u sredini kako bi se uklopila u središnji poprečni dio. Zatim, samo jednostavno postavimo aluminijsku foliju na drveno kućište tako da je njome pokriven izolacioni dio.



Slika 4.31. Postavljanje izolacione ploče od staklene vune

- ✓ Sada teba postaviti završenu apsorbirajuću ploču unutar kućišta panela kako bismo odredili gdje će stršiti uvedne i odvodne cijevi iz kućišta te gdje ćemo učvrstiti plastične nosače.



Slika 4.32. Montiranje plastičnih nosača

- ✓ Kada smo označili, sklonimo apsorbirajuću ploču i izbušimo rupe na kućištu. Na jednoj strani trebamo izrezati komad drveta, da bi se apsorbirajuća ploča mogla potpuno uklopiti u kućište.



Slika 4.33. Izlaz/ulaz za cijevi izvan solarnog panela

- ✓ Prije ugradnje apsorbirajuće ploče, pripremimo plastične nosače tako što ćemo isjeći njihov gornji dio i pričvrstiti ih donjim dijelom u kućište.



Slika 4.34. Sječenje dijela plastičnih nosača



Slika 4.35. Lijepljenje oko ulazno/izlaznih cijevi

- ✓ Ugradimo apsorbirajuću ploču, uklapajući jednu cijev u netaknutu rupu, a postavljajući drugu na mjesto gdje je isječen komad drveta. Nanesemo lijepak za drvo na odstranjeni komad drveta, te ga vratimo na isto mjesto sa kojeg je bio otklonjen. Kada se lijepak osuši,

obavezno nanesimo dovoljno silikona na dvije cijevi koje strše iz kućišta panela, da bi se začepile izbušene rupe i zaštitile od vlage.

- ✓ Izrežemo dva komada drveta i provučemo jedan dugi šaraf kroz oba. Potom ih zavrtnemo za drveni poprečni dio koji je u sredini, ali oprezno, da ne probijemo kroz aluminijsku ploču na dnu. Ova dva komada moraju biti u istoj ravni sa drvenim kućištem.



Slika 4.36. Drveni držači za providni prekrivač panela

4.2.5. Transparentni prekrivač i L-profil

Bližimo se kraju izrade našeg solarnog kolektora. Transparentni prekrivač služi za propuštanje sunčeve svjetlosti, minimiziranje gubitka površinske toplote, te za sprječavanje prodiranja kiše i snijega. Mogu se koristiti brojni alati, mada

preferiramo polikarbonatne ploče, jer su odlične za zadržavanje sunčeve svjetlosti unutar panela i lakše su, ali i dovoljno jake da se neće lahko polomiti. L-profil jednostavno zapečate cijeli panel sa gornje strane, kako u panel na bi ulazila vlaga.

Alati:

- skalper
- pila za metal
- borer za metal (Ø 4,5 mm)
- električna bušilica
- providna samoljepljiva traka (široka)
- silikon i pištolj za silikon

Materijal:

- 1 polikarbonatna ploča (2000x1000x4 mm)
- 1 aluminijski L-profil (20x20x1000 mm)
- 2 aluminijski L-profila (20x20x2000 mm)
- šarafi za drvo (20x4 mm)

- ✓ Najprije položimo polikarbonatnu ploču (ili kakvu god providnu ploču već koristimo) na vrh kućišta panela. Odsiječemo krajeve po potrebi ako se negdje ne uklapaju dužine, sa izuzetkom što donji dio mora da bude za oko 5cm duži od donje ivice. Zatim postavimo L-profile na površinu kako bismo izmjerili dužine neophodne za kolektor. Isječemo ih na željene dužine, a na krajevima isječemo komade u obliku kockice da bi se L-profil uklopili na gornjoj strani.



Slika 4.37. Postavljanje polikarbonatne providne ploče na solarni panel

- ✓ Sada možemo pripremiti L-profile tako da se uklapaju na kućište panela. Ako koristimo tanje aluminijske profile kroz njih jednostavno može uvrnuti šarafe i možemo odmah prijeći na slijedeći korak. Inače, treba izbušiti rupe dužinom profila, te kasnije kroz njih zavrnutu vijke u kućišta panela.
- ✓ Polikarbonatna ploča ima dva različita lica. Jedna je strana napravljena tako da se okreće prema suncu. Ako nismo u potpunosti sigurni treba pitati trgovca za tu podatak. U svakom slučaju, zaštitnu foliju, koja je na objema stranama ploče, treba otkloniti. Zatim, treba zalijepiti komad široke, providne ljepljive trake

na dno ploče koja će biti na donjem kraju. Ovo sprječava ulazak i zadržavanje prašine ili vlage unutar kanala polikarbonata.



Slika 4.38. Priprema aluminijskih L-profila



Slika 4.39. Priprema rupa za zavrtnje u ivicu panela



Slika 4.40. Ljepljiva traka sprječava ulazak prašine

- ✓ Kada je transparentni prekrivač pripremljen, nanese dosta silikona na gornje ivice gornjih i daski koje su sa strane kućišta panela – *NE nanosimo silikon na donju dasku, jer kroz njene otvore vlaga i kondenzacija koje se stvaraju unutar panela mogu da izađu*. Potom pažljivo postavimo transparentni prekrivač na

kućište i jako ga pritisnite na mjesta gdje je silikon.



Slika 4.41. Priprema za lijepljenje polikarbonatne ploče

- ✓ Slično, nanese silikon i na gornje i obje ivice na stranama polikarbonatne ploče, te na unutrašnjost L-profila. To će panel bolje držati zatvorenim.



Slika 4.42. Silikonom namazati i L-profile

- ✓ Na kraju, samo zavrtnemo L-profile u drveno kućište, počevši od gornje ivice panela prema stranama profila. Nakon što provjerimo da li je još negdje potrebno silikonom zatvoriti otvore, završili smo sa izradom panela i možemo ga instalirati na krovu.



Slika 4.43. završna montaža L-profila

5. POSTAVLJANJE SOLARNOG PANELA

Solarni panel je najvažniji dio kompletnog solarnog sistema za zagrijavanje vode, ali bez ostatka sistema, u suštini, imamo samo moderno izrađena kutija na krovu. Ono što slijedi jesu upute o instaliranju kompletnog sistema, koristeći se osnovnim principima vodoinstalaterstva i grijanja. Ako smo bez iskustva u ovom poslu, najprije se posavjetujemo sa stručnjakom, ili čak platimo za njihovu pomoć. Ako se upustimo u rada samostalno, pomoću uputa koje slijede, može sve izgledati kao "sitnica", mada se možda nikada ranije i nismo služili svojim znanjem za te svrhe.

Opis koji slijedi predstavlja instaliranje solarnog panela kakav je napravljen na našem seminaru i skoro svaki drugi projekat može biti drugačiji. Dužine cijevi su različite, razni fitinzi, itd. će biti neophodni da bi se završio ovaj sistem, što svaki posao čini jedinstvenim iskustvom. Dakle, na slijedeće upute gledajmo kao na vodič za izradu funkcionalnog vlastitog solarnog kolektora.

5.1. AKTIVNI I PASIVNI SISTEMI

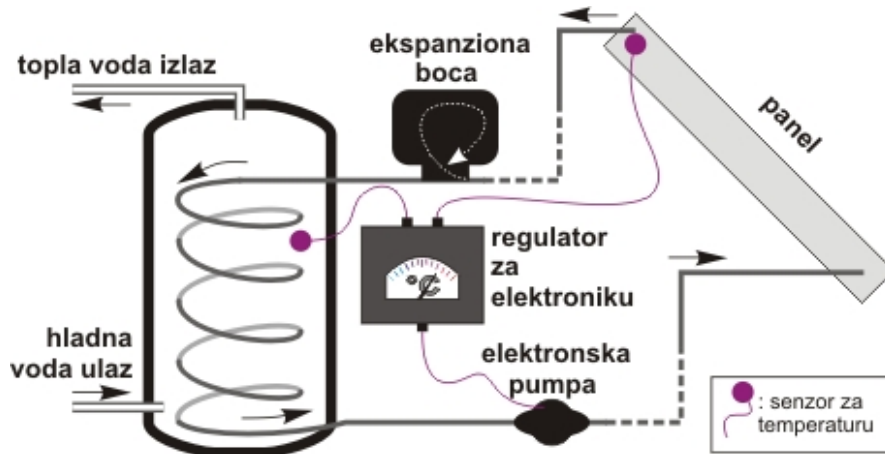
Sistem koji je instaliran nije najjednostavniji, ali je jedan od najefikasnijih. Napravili smo tzv. *aktivni, sistem zatvorene petlje*. Slika 5.1 predstavlja osnovne dijelove ovakvog sistema.

Zove se *aktivni* sistem, jer ima pokretljive dijelove i podrazumijeva elektroniku. Suprotni, *pasivni* model, je sistem kojem manjka gore pomenuto i oslanja se na principe prirodnog vodenog toka. Prednost aktivnog sistema se ogleda u tome što voda kruži bez obzira na vanjske temperature, dakle, kada god je pumpa uključena (instalirani sistem kod nas ima ručni prekidač, pored alternativnog elektronskog regulatora koji pokreće rad pumpe prema temperaturnim razlikama panela i bojlera).

5.2. SISTEMI ZATVORENE I OTVORENE PETLJE

Instalirani sistem je sistem *zatvorene petlje* jer tečnost za provođenje toplote (npr. antifriz) koja teče kroz cijevi u našem panel-kolektoru nije u direktnom dodiru sa vodom koju ćemo koristiti iz bojlera. Sistem *otvorene petlje*, sa druge strane, miješa vodu koja se grije u panelu sa vodom koja se koristi iz bojlera. Najveći problem sa sistemima otvorene petlje je što lahko dolazi do kalcifikacije sa dotokom novih vodenih tokova i što pri jako niskim temperaturama može doći i do pucanja cijevi.²²

²² U.S. Department of Energy, "Solar Water Heating", DOE/GO-10096-050, FS 119, March 1996.



Slika 5.1.

Po svojoj prirodi, sistem zatvorene petlje ne koristi svježu/novu vodu, jer zadržava istu tečnost cijelo vrijeme, time minimizirajući taloženje kamenca. Da bi se suzbile temperature smrzavanja, najčešće se obični antifriz (etilen glikol), ili rješenje povoljnije za okoliš (propilen glikol),²³ a oba se obično miješaju sa vodom u otprilike istim omjerima.²⁴ Obje solucije su otporne na niske

temperature, ali se ipak trebaju provjeravati i treba ih mijenjati svakih tri do deset godina,⁵³ da se efektivnost tečnosti protiv smrzavanja ne bi izgubila.

Sistemi zatvorene petlje funkcioniraju na principu neprekidne cijevi u kojem voda kruži iz panel-kolektora u bojler i tako ukrug. Unutar bojlera, ona

teče kroz izmjenjivač toplote, a izlazi na krovu da bi se dalje zagrijavala pod sunčevom toplotom.

5.2.1. Instaliranje panela

Alati:

- metar
- pila za metal
- borer za metal (\varnothing 4,5 mm i 10 mm)
- oprema za zavarivanje
- četka za farbanje
- nehrđajuća farba
- borer za kamen (\varnothing 15-20 mm)
- borer za drvo (\varnothing 15-20 mm)
- ključevi za šarafe
- silikon i pištolj za silikon
- električna bušilica

Materijal:

- 1 čelični L-profil (25x25 mm, ~4000 mm dužine)
- 4 duga čelična šarafa (\varnothing 10 mm)
- 4 bakarne cijevi (\varnothing 10 mm, preko 100 mm dužine)
- 8 čeličnih podloški za šarafe
- 8 čeličnih matica za šarafe
- šarafi za drvo (20x4 mm)

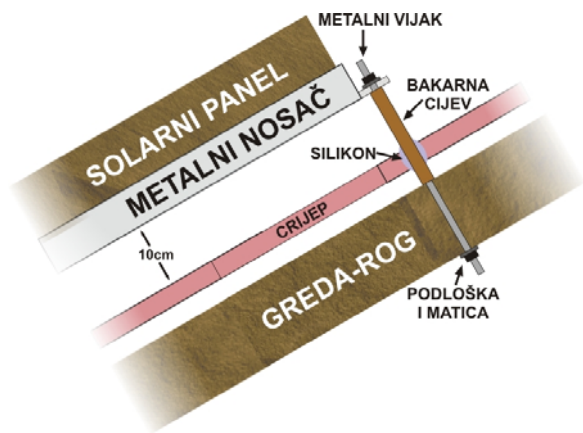
Konstruisano je specijalno kućište za solarni panel i instalirano na onu stranu krova koja je okrenuta prema jugu. Izgrađen od L-profila koji su od metala i obojen zaštitnom farбом, napravljen je prema dimenzijama već izgrađenog panel-kolektora. Kućište ima rupe koje služe za postavljanje na krov i one za dobro pričvršćivanje panela.



Slika 5.2. Krovno čelično kućište za solarni panel

Svrha čeličnog kućišta je dvostruka: prvo, štiti panel da ga ne bi vjetar oborio ili da se ne bi uvrnuo, a drugo, odiže panel od krova za barem 10cm, stvarajući dovoljno prostora da kiša ili snijeg mogu proći ispod njega (bez podizanja bi zimi, uz mali sniježni nanos, moglo doći do smanjene efikasnosti uz povećanje mogućnosti truljenja drveta i stvaranja rupa kroz koje bi ulazila vlaga).

- ✓ Postavimo čelično kućište na krov. Da bismo dobili dovoljno prostora za montažu mogu se skinuti nekoliko crijevova sa krova.
- ✓ Da bismo pričvrstili čelično kućište za krov, postavimo ga iznad dvije krovne grede, a zatim bušimo crijepeve i krovne grede odgovarajućim borerima.



Slika 5.3. Principijska šema postavljanja panela na krovu



Slika 5.4. Bušenje crijepe radi provlačenja cijevi i šarafa

- ✓ Provucimo jedan dugi šaraf kroz rupe, i učvrstimo sa donje strane grede podloškom i maticom, kako je prikazano na slici 5.3. Postavimo kratku cijev oko šarafa da bi bila stabilnija podloga na donjoj krovnoj gredi. Čelično kućište postavimo na kraj cijevi, a maticu i podlošku pričvrstimo sa gornje strane. Silikona zatvorimo šupljine u međuprostoru

cijevi i crijepi, kako se voda ne bi slijevala u potkrovlje.



Slika 5.5. Detalj šarafa na krovu

- ✓ Isto ponovimo za sve četiri ivice čeličnog kućišta, prije nego donesemo panel-kolektor na krov.



Slika 5.6. Čelično kućište spremno za instaliranje panela

- ✓ Konačno, panel-kolektor se pričvrsti za čelično kućište šarafima u nekim od manjih rupa.



Slika 5.7. Montaža panela na čelično kućište



Slika 5.8. Učvršćivanje panela na kućištu

5.2.2. Cijevi i fitinzi na krovu

Alati:

- žičana vuna
- turpija
- pasta za lemljenje
- kalaj
- plamenik i plinska boca za lemljenje
- rukavice
- metar
- rezač za cijevi
- kudelja i pasta
- borer za kamen (Ø 20-25 mm)
- silikon i pištolj za silikon

Materijal:

- 2 holendera (22 mm)
- 1 bakarna cijev (~100 mm, Ø 22 mm)
- 1 bakarna cijev (~1000 mm, Ø 15 mm)
- 2 bakarne redukcije (22 / 15 mm)
- 2 bakarna L-fitinga/koljena (15 / 15 mm)
- 1 bakarna T-fitinga (15 / 15 / 15 mm)
- 1 ventil za ozračivanje

Razni fitinzi i cijevi se trebaju montirati na panel-kolektor na samome krovu. S obzirom na to da je ovo najviša tačka sistema tu se montira ventil za ozračivanje. On je ključni dio za ispuštanje zraka ili plina iz sistema koji bi u suprotnom mogli da mu škode. Instaliran je na krovu, ali bi možda bilo bolje da je postavljen ispod samog krova, na najvišu tačku! Postavljanjem sistema ispod samog krova, olakšava se pristup istom, te se ne treba penjati na krov kako bi se provjerilo da li funkcionira.

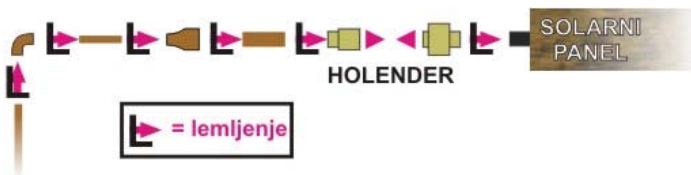
Nakon pričvršćivanja svih fittinga za panel, crijevovi su vraćeni i krov zatvoren. Sve fittinge i cijevi temeljito očistimo žičanom vunom i isturpijamo. Pri lemljenju, obavezno koristimo zaštitne rukavice!

- ✓ Specijalni fitinzi, zvani holenderi (dolaze u dva oblika – jedan je "muški", drugi "ženski"), su zalemljeni za cijevi kroz koje ulazi hladna i izlazi topla voda, a koje strše van panela. Z panel je pričvršćen "ženski" dio holendera.



Slika 5.9. Holender na izlaznoj cijevi

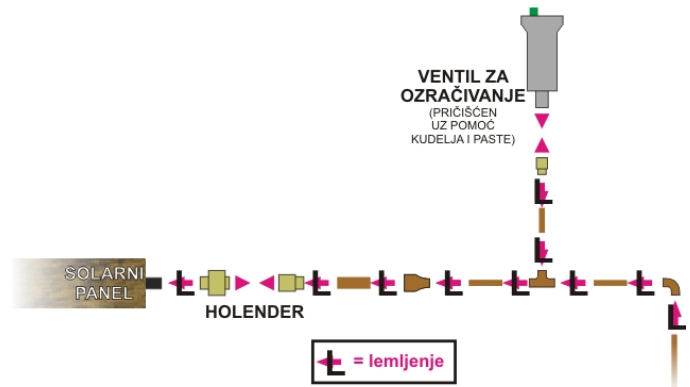
- ✓ Dvije serije fittinga leмимо jednu za drugu. Za donju, cijev kroz koju ulazi hladna voda, potreban je "muški" dio holendera i redukcija od 22/15mm, a potom L-fiting.



Slika 5.10. Donja cijev sa fitinzima i redukcijama

- ✓ Gornja, cijev za ispuštanje tople vode, je malo komplikovanija, jer joj je takođe potreban ventil za ozračivanje. Ovdje koristimo "muški", dio holendera koji treba lemiti za redukciju dimenzija 22/15mm, potom za T-fiting, a zatim za L-fiting. Na strmoj strani T-fitinga, fitting zavrnut za ventil se takođe mora lemiti. Nakon što se ohladio, ventil za ozračivanje se jednostavno zavrne specijalnom kudeljom i pastom radi čvršćeg spoja.
- ✓ Kada rasporedimo obje serije fittinga možemo ih privremeno zavrnuti za oba "ženska" dijela holendera na cijevi za ulaz i izlaz vode. Označimo ih na mjestima ulaza u krov, skinemo fittinge i probušimo rupe na crijevovima na označenim mjestima. Zatim zalemimo cijevi za L-fitinge i uklopimo ih u

rupe na krovnim crijevovima. Jako pričvrstimo dvije polovine svakog holendera (nije potrebno korištenje kudjelje ili paste, jer je veza sama po sebi čvrsta).



Slika 5.11. Gornja cijev sa fitinzima i ozračnim ventilom



Slika 5.12. Montiranje ozračnog ventila



Slika 5.13. Montirani holender na donjoj cijevi

- ✓ Nanesimo silikon na šupljine u crijevovima. Svaku crijev vratimo na mjesto da bi se krov ponovo uklopio. Time je panel potpuno instaliran i odsada možemo raditi u prostoriji.



Slika 5.14. Montirani holender na gornjoj cijevi



Slika 5.15. Konstrusanje cjevovoda je individualno

5.2.3. Cijevi i fitinzi u potkrovlju

Alati:

- metar
- rezač za cijevi
- žičana vuna
- turpija
- pasta za lemljenje
- kalaj
- plamenik i plinska boca za lemljenje
- rukavice
- borer za kamen (Ø 6 mm i 20-25 mm)
- električna bušilica

Materijal:

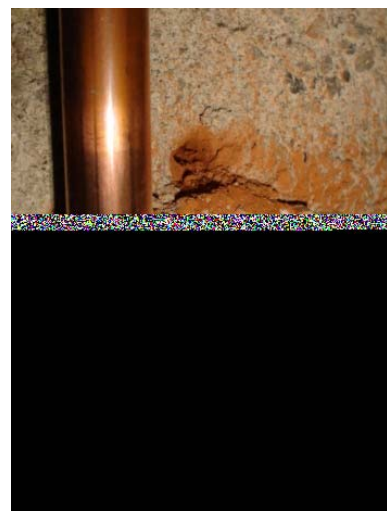
- bakarne cijevi (Ø 15 mm)
- bakarna L-fitinga/koljena (15 / 15 mm)
- bakarne prijelazi (15 mm)
- šarafi za beton (Ø 4,5mm)
- plastični nosači cijevi (Ø 15mm)



- Slika 5.16. Dimnjak je dobra orijentacija kroz kuću
- ✓ Cijevi su namjerno instalirane paralelno sa dimnjakom, jer to omogućava lakšu orijentaciju na potkrovlju i u prizemlju. Cijevi montiramo na prethodno postavljene palstične nosače.

Sada treba da smislimo način na koji ćemo instalirati sistem cijevi da bi spojili panel, koji je na krovu, za bojler koji će se nalaziti na etaži ispod. Ovaj dio zavisi od arhitekture svake kuće. U svakom slučaju, treba raditi na minimiziranju broja cijevi neophodnih za doseg bojlera, ne samo iz razloga što više materijala podrazumijeva i više troškova, nego i zbog toga što uz duže cijevi dolazi i do moguće većeg gubitka toplote, naročito ako se instaliraju van prostorije.²⁵

- ✓ Instaliramo L-fitinge na cijevi koje izlaze kroz krovne crijepove, kako cijevi iz kojih izlazi topla voda, tako i onih na koje ulazi hladna, te smo ih spojimo.



Slika 5.17. Cijev na plastičnom nosaču

- ✓ Pošto dimnjak koristimo kao orijentacionu tačku, izbušimo rupu u podu i provučemo

cijevi, kako bismo mogli dalje raditi sa njima u prizemlju.



Slika 5.18. Cijevi provedene po dimnjaku

5.2.4. Instaliranje bojlera

Treba unaprijed imati zamisao kako instalirati bojler i povezati ga sa cijevima sa tavana. Bojler koji koristimo ima petlju za izmjenjivanje toplote za koju smo spojili cijevi iz solarnog panela sa krova. Bojler je i napravljen tako da se voda u njemu zagrijava na dva načina. Kada je vani previše oblačno, možemo ga priključiti na električnu struju. Takvi sistemi rezervnog načina zagrijavanja su neophodni u skoro svim, pa i najsunčanijim i najtoplijim klimatskim područjima, zbog toga da bi topla voda uvijek bila dostupna.⁵³

Alati:

- boreri za kamen
- ključevi za šarafe
- kudelja i pasta
- metar
- rezač za cijevi
- žičana vuna
- turpija
- pasta za lemljenje
- kalaj
- plamenik i plinska boca za lemljenje
- rukavice
- električna bušilica

Materijal:

- 1 bojler sa izmjenjivačem toplote
- šarafi za čelik/nosači za zidove bojlera
- bakarne cijevi (Ø 15 mm)
- bakarna L-fitinga/koljena
- bakarna T-fitinga
- bakarne prijelazi (15 mm)
- 1 ispusni ventil (15 mm)
- 1 jednosmjerni ventil (15 mm)
- šarafi za beton (Ø 4,5mm)
- plastični nosači cijevi (Ø 15mm)



Slika 5.19. Kobinirani bojler za toplu vodu

- ✓ Nakon što na bezbjedan način pričvrstimo bojler na zid (ili gdje želimo da ga postavimo), spojimo ga sa vodovodnim cijevima uz pomoć kudjelje i paste radi čvrste veze. Spojite ga i za električno grijanje, tj. električne kablove u zidu.



Slika 5.20. Spajanje bojlera na vodovodne cijevi



Slika 5.21. Priključenje bojlera na električnu struju

- ✓ Zatim, izmjerimo cijevi potrebne za ulaz/izlaz vode u bojler, uzimajući u obzir i sve neophodne ventile i fittinge, kao i buduće mjesto za pumpu i ekspanzionu posudu.

Dvije važne stvari koje treba napomenuti su da se:
 1. na dnu bojlerovog izmjenjivača za toplotu instaliramo T-fiting, što će ga spojiti sa ispusnim ventilom koji omogućava da se sistem puni i prazni po potrebi i

2. dobro bi bilo instalirati jednosmjerni (tzv. Nepovratni) ventil na izlazu izmjenjivača, tako da tokom noći zagrijana voda ne kruži prirodnim tokom nazad u ohlađeni kolektor na krovu.

Vrh izmjenjivača za toplotu vodu smo postavili kao izlaz tople vode i na tom mjestu ugradili jednosmjerni ventil, a ispusni ventil blizu donjeg dijela koji služi za vodu koja dotiče. Bilo bi, međutim, znatno efikasnije da to uradimo obratno. Tada bi se dotokom tople vode sa gornje strane i njenim oticanjem prema dole, prije no što izađe iz bojlera, stvarala termalnu stratifikacija vode u bojlera i time povećala efikasnost kolektora.²⁶



Slika 5.22. Donji izlaz izmjenjivača sa ispusnom



Slika 5.23. Gornji izlaz izmjenjivača sa ventilom

5.2.5. Instaliranje termometra//barometra, pumpe i ekspanzione posude

Alati:

- metar
- rezač za cijevi
- žičana vuna
- turpija
- pasta za lemljenje
- kalaj
- plamenik i plinska boca za lemljenje
- rukavice
- kudelja i pasta
- ključevi za šarafe
- boreri za kamen
- čekić i dljetto

Materijal:

- bakarne cijevi (Ø 15 mm)
- bakarna L-fitinga/koljena
- bakarna T-fitinga
- bakarne prijelazi (15 mm)
- 1 termometar/barometar
- 1 pumpa
- 2 holendera (dovoljno velika da mogu stati u pumpu)
- bakarne redukcije (po potrebi)
- šarafi za čelik/nosači za zid

Nakon instaliranja fittinge sa izmjenjivačem toplote, prelazimo na instaliranje ostalih konstruktivnih dijelova potrebnih sistemu.

Uz pomoć termometra vidimo kolika je temperatura u sistemu kolektora, a koja će se znatno razlikovati od vode za upotrebu u bojleru. Dodavanjem barometra smo u stanju da očitamo koliki je pritisak u sistemu, kako bismo mogli nadgledati isti u slučaju propuštanja/curenja i takođe u slučaju oštećenja sistema u smislu visine pritiska koji mu škodi.

Pumpa omogućava da tečnost za provođenje toplote (antifriz) kruži sistemom u ma kakvim uslovima mi to željeli. Protok tečnosti kontrolira ručni prekidač pričvršćen na zid, a može se postaviti na na tri strujna nivoa (ovakve pumpe imaju niske potrebe za strujom).

Ekspanziona posuda služi kao veliki sigurnosni ventil sistema. U sistemu se može razviti visok pritisak i temperatura koji proizvode paru i plin, a koji bi mogao raznijeti cijevi bilo gdje unutar petlje. Ali instaliranjem ekspanzione posude plinovi odlaze u gumeni "balon" unutar metalnog kućišta i na siguran način se ispuštaju kroz njen vrh.

U sva tri slučaja trebamo obratiti pažnju na fizičke dimenzije ovih dijelova (za pumpu i ekspanzionu posudu je potrebno više prostora). Nije toliko bitno gdje tačno u sistemu instaliramo ove elementi, ali radi lakše upotrebe su postavljeni blizu jedne drugima i blizu bojlera. Pri svakom lemljenju cijevi, obavezno zaštitimo zid od plamena koristeći se odgovarajućim materijalom (npr. kamenom pločom).

- ✓ Instaliramo termometar/barometar koristeći se običnim T-fitingom, na čiju jednu stranu postavimo ovaj mjerac.



Slika 5.24. Termometar/barometar u sistemu

- ✓ Pumpe su obično teške, tako da trebamo na zid pričvrstite jake šarafe/nosače, i zato da se time nužno ne stvara dodatni teret za cijevi. Spojila pumpu u petlju sa dva "ženska" dijela

holendera i zalemimo na cijevi sa obje strane (ovom dijelu procesa će vjerovatno biti potrebne redukcije).



Slika 5.25. Trobrzinska niskoenergetska pumpa

- ✓ Spojamo ekspanzionu posudu za cjevi, koje ispuštaju toplu vodu iz izmjenjivača toplote, koristeći obični T-fiting i fitinge koji dođu uz samu posudu. Naša posuda ima držače za vješanje o zid.



Slika 5.26. Ekspanziona posuda zapremine 5 litara

5.2.6. Zatvaranje petlje u prizemlju

Alati:

- metar
- boreri za kamen
- rezač za cijevi
- žičana vuna
- turpija
- pasta za lemljenje
- kalaj
- plamenik i plinska boca za lemljenje
- rukavice
- električna bušilica
- ručna pumpa

Materijal:

- bakarne cijevi (Ø 15 mm)
- bakarna L-fitinga/koljena
- bakarne prijelazi (15 mm)
- šarafi za beton
- plastični nosači cijevi (Ø 15mm)

Pošto je solarni panel spojen cijelim putem od samog panela, kroz potkrovlje, do prizemlja, preostaje nam još da spojimo cijevi za one u bojleru, termometar/barometar, pumpu i ekspanzionoj posudi, te tako dobijemo zatvorenu petlju.

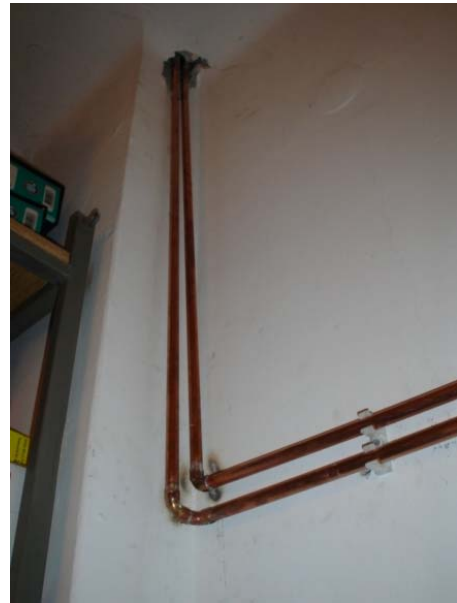
- ✓ Počnimo sa radom na bojleru, jer je to mjesto na kojem je položaj cijevi ograničene,. Duže cjevi koje strše sa potkrovlja ostavimo otvoreima za rezanje po potrebi.



Slika 5.27. Zatvorena petlja – detalj oko bojlera

- ✓ Nakon što izmjerimo gdje cijevi moraju biti postavljene, probušimo rupu u zidu, provučemo cijevi kroz nju i zalemimo na mjestima gdje je to neophodno. Naravno, ponovo postavimo plastične nosače na zid da bi cijevi bile stabilne.
- ✓ Izrežemo cijevi sa potkrovlja na dužine koje su potrebne kako bi se one spojile sa cijevima bojlera, uzimajući u obzir i dužine L-fitinga.
- ✓ Kada konačno zatvorimo sistem cijevi možete testirati da li imamo curenje. Najbolja metoda je korištenje ručne pumpe kako bi se sistem ispunio zrakom kroz ispusnog ventila, a zatim očitavanjem na barometru provjerili da li je

došlo do sniženja pritiska. Ako izgleda kao da sistem nigdje ne propušta, možemo koristiti pumpu da sistem napunimo vodom kroz ispusnog ventila. Korištenje vode za prvu provjeru sistema vam omogućava da testiramo sistem i da vidimo da li negdje voda curi dužinom cijevi. Nakon što ste zadovoljni rezultatom, tj. kada vidimo da nigdje ne propušta, možete otvoriti ispusni ventil da voda oteče, a sistem napuniti antifrizom.



Slika 5.28. Završna spajanja cjevovoda u zatvorenu petlju



Slika 5.29. Vizuelno i testiranje pod pritiskom

Najprije koristimo zrak da bismo provjerili da li sistem propušta vodu, jer se time osigurava da sistem ostane suh iznutra, zato što popravke lemljenjem nisu tako jednostavne/efektivne kada je unutrašnjost cijevi vlažna.

Ako sistem ipak negdje propušta tečnost, najlakši način da saznamo odakle tačno propušta jeste da pomiješamo malo vode sa običnim deterdžentom za pranje posuda. Nanesimo mjehuriće iz sapunice na mjesta gdje sumnjamo da tečnost propušta i gledajmo gdje izlaze novi mjehurići. Često se

propusna mjesta nalaze na mjestima koja su omotavana npr. kudeljom, pa stoga najprije provjeravamo njih.

5.2.7. Izolacija i završni radovi

Alati:

- metar
- skalper
- izolaciona traka
- skalpel
- farba i četkica

Materijal:

- izolacija za cijev (15 mm)
- pur pjena
- gips

Nakon što smo proveli malo vremena na provjeravanju sposobnosti sistema, možemo početi završne radove. To podrazumijeva instaliranje svih cijevi, jer one mogu izgubiti dosta toplote prije nego što ona i dospije do bojlera, krećući se od panela koji je na krovu. Pored toga, cijevi su najosjetljivije na zimske niske temperature, i mada bi naša tečnost za provođenje toplote (npr. antifriz) trebala da štiti cijevi od pucanja, ona neće spriječiti odlazak toplote proizvedene iz solarne energije. Ali izolacija hoće.



Slika 5.30. Cilindrična izolacija za cijevi

Postoji specijalni cilindrični izolacioni materijal za cijevi, a možemo ga naći u raznim veličinama za cijevi raznih promjera. Ove šuplje, spužvaste tube mogu izdržati kako vrelinu cijevi tako i spriječiti njezin odlazak u atmosferu.

- ✓ Lahko ih je namontirati: samo rasiječemo tube po dužini koristeći se oštrim nožem (nekada se i prodaju već isječene). Potom ih obavijemo oko cijevi, a one će se same za njih pričvrstiti.
- ✓ Možda je najbolje početi ondje gdje smo bušili rupe u zidovima ili plafonima. Samo stavimo

malo izolacionog materijala na cijevi, onoliko dugog da pređe zid/plafon sa obje strane. Zatim ih ispunimo nekom vrstom pur pjene ako ste izbušili preveliku ili isuviše neuglednu rupu.



Slika 5.31. Montiranje izolacije na cijevi



Slika 5.32. Zaprivanje neuglednih rupa pur pjenom

- ✓ Nije potrebno imati jedinstvenu, konstantnu dužinu izolacije koja bi se obavijala oko svakog prevoja cijevi da bi na tim mjestima bila odgovarajuća izolacija. Znajući to, isijecimo preostalu izolaciju tako da se uklapa između svih tuba koje smo prethodno ugradili u zidove, plafone, podove, ili prevoje cijevi.
- ✓ Na mjestima gdje smo zaštitili cijev plastičnim nosačima, jednostavno izolaciju urežemo sa okolnih strana, a izoliramo što je više moguće cijevi, fittinge i dijelove koji su blizu bojlera, te iznad krova i na samom panelu.

- ✓ Trebamo i izolaciju zaštititi na odgovarajući način. Postoji specijalna izolaciona traka koja minimizira gubitke toplote. Ova traka može biti od posebnog značaja za krov, kako bi gubici toplote bili veoma mali, ili bilo gdje kada su spojena dva dijela/komada izolacije.



Slika 5.33. Izolacija savršeno prijanja za cijevi

- ✓ Konačno, ako radimo u kući koja je izgrađena od betona, kao u našem slučaju, možemo koristiti malo pur pjene i prekriti je gipsom, a po potrebi i okrečiti.



Slika 5.34. Izoliranje dijelova oko bojlera

²³ Personal communication with Daniel Rodik, Zelena Akcija Zagreb, <http://www.zelena-akcija.hr/>, September 18, 2006.

²⁴ All Solar, Inc., “Active Solar heating Systems”, <http://www.asolarelectric.com/>.

²⁵ Earth Friends Romania (Prietenii Pamantului), “DIY System for Building Solar Collectors – General”, 2003.

²⁶ Jehle, Felix and Joseph Muttner, discussion about solar energy in Tuzla, Bosnia and Herzegovina, September 29, 2006.

6. ALTERNATIVE I MOGUĆNOSTI SOLARNE ENERGIJE

Još jedna varijanta solarnog kolektora kojeg smo sami izgradili je kratko opisana u ovom poglavlju. Iako nije baš efikasan poput sistema kolektora ranije opisanog, zasigurno radi dovoljno dobro pod odgovarajućim okolnostima, a košta znatno manje od prethodnog *aktivnog sistema kolektora zatvorene petlje*.

Ovaj predstavlja tehničku suprotnost, tj. *pasivni sistem kolektora otvorene petlje*. Pasivan je, jer mu nisu potrebni aktivni, elektronski dijelovi da bi funkcionirao. Po svojoj prirodi, sistem otvorene petlje ne može biti efikasan tokom zimskog perioda u regijama gdje temperature dostižu vrijednosti ispod tačke smrzavanja, a pošto se voda koja se zagrijava u panelu miješa sa vodom za upotrebu, ni antifriz se ne može koristiti.

Međutim, smatramo da je ova vrsta sistema savršena za vikendice i ljetnikovce. Njihova povoljna cijena znači da nije potrebno pretjerano investirati u ovakve solarne sisteme. Najefektivnije vrijeme za upotrebu ove jednostavne vrste sistema je upravo vrijeme kada najveći broj ljudi boravi u svojim vikendicama, dakle, od kasnog proljeća do rane jeseni.

Mada ovi sistemi mogu biti manje efektivni, djelomice zbog korozije koja se javlja između dvaju različitih vrsta metala, potrebe za toplom vodom u jednoj vikendici su obično male u poređenju sa potrebama normalnog domaćinstva, što znači da će sistem trajati mnogo godina, čineći ga veoma isplativim rješenjem po pitanju energetske potrošnje.

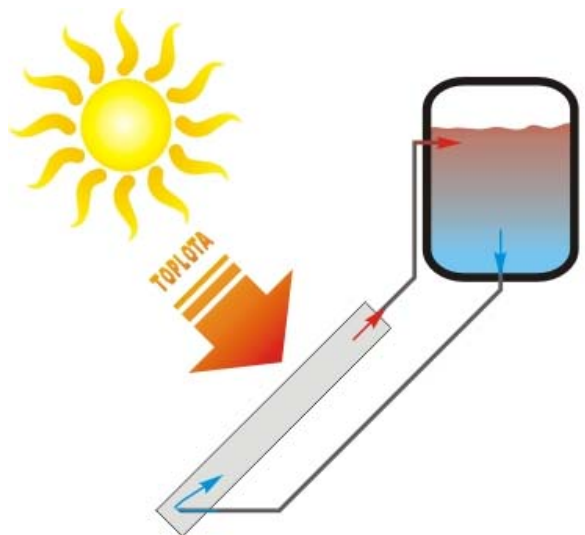
Prema tome, ako vi ili vaši prijatelji imate vikendicu, zašto ne biste isprobali i solarnu energiju? Biće vam drago što jeste!

6.1. TERMOSIFONSKI EFEKAT

Najjeftiniji solarni kolektori rade na principu pasivnog sistema bez pumpi ili drugih pokretnih dijelova pomoću fenomena zvanog termosifonski efekat. Kovneksnost tečnosti za provođenje toplote se stvara uz pomoć prirodni temperaturnih razlika, kako je prikazano na slici 6.1.

U sistem uvodimo hladnu vodu koja puni cijevi i rezervoar do vrha. Sunce zagrijava vodu koja je unutar cijevi panel-kolektora, a kako se toplota povećava, topla voda se prirodno penje do vrha, gdje izlazi iz panela i penje se do rezervoara sa

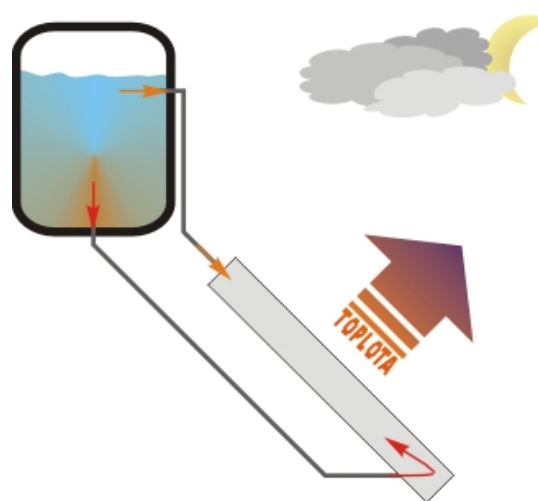
vodom. S obzirom na to da vakuum ne može nastati u cijevima, topla voda koja je napustila panel se zamjenjuje hladnom vodom iz rezervoara. Cjelokupni proces stvara prilično brz vodeni tok u i iznosu od oko 60 l/sat. Ovaj efekat se nastavlja sve dok je vanjska temperatura viša od one u rezervoaru i panelu.



Slika 6.1. Direktni termosifonski efekat - zagrijavanje

Nažalost, kada su vanjske temperature niže, npr. tokom noći ili kada je oblačno, dolazi do obrnutog efekta, kako je prikazano na slici 6.2.

Hladna vanjska temperatura izvlači svu toplotu iz sistema, stvarajući prirodno kruženje vode kojim se topla voda istjeruje iz rezervoara pri čemu njena toplota biva izračena sa površine panela.



Slika 6.2. Inverzni termosifonski efekat - hlađenje

I pored gubitaka, termosifonski sistem može da nas opskrbi sa više nego dovoljno toplote pri odgovarajućim uslovima. S obzirom da ne postoji nikakva elektronska niti mehanička sprava u termosifonskom sistemu, šanse za raspad sistema su svedene na minimum. Ovi sistemi su povoljniji i otprilike koštaju upola manje od aktivnog sistema,

velikim dijelom što je potrebni materijal mnogo povoljniji. Obično plastične bure se može koristiti kao rezervoar, a plastične/gumene tube otporne na toplotu mogu služiti kao cijevi, kako je prikazano na slici 6.3.



Slika 6.3. Pasivni solarni kolektor u funkciji

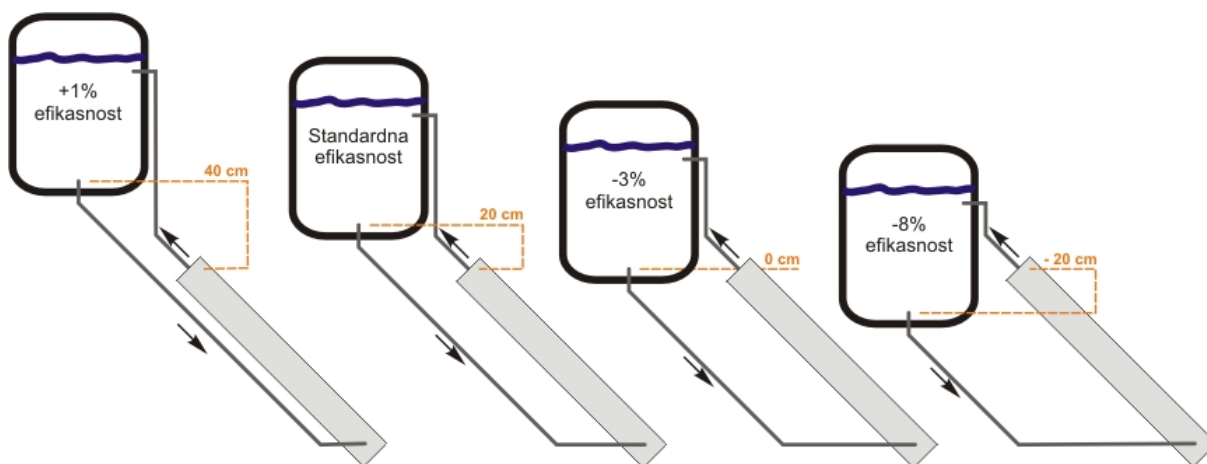
6.1.1. Rezervoari u termosifonskom sistemu

Mjesto postavljanja rezervoara je jedan od ključnih elemenata za ispravno funkcioniranje termosifonskog efekta. Najniža tačka u rezervoaru za vodu treba biti smještena iznad najviše tačke panela, tj. na izlazu pri vrhu (slika 6.3). Postavljanjem rezervoara ispod ovog nivoa bi znatno umanjilo efikasnost termosifonskog efekta, jer se vodeni tok time smanjuje.

U stvari, što je rezervoar postavljen više iznad panela, to je i efektivniji. Međutim, prije nego što rezervoar postavimo na nekoliko metara iznad panela, imajmo u vidu da su cijevi najosjetljivije na gubitke toplote u sistemu. Što je panel udaljeniji od

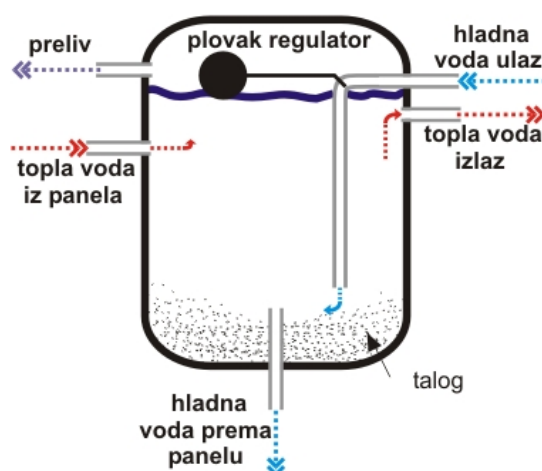
rezervoara, to će nam biti potrebne duže cijevi za njihovo spajanje, što opet podrazumijeva veći gubitak toplote. Mogućnost ublažavanja ove pojave jeste smještanje što je moguće većeg broja cijevi u zgradu, pored samog rezervoara (možda bi ga mogli okačiti na vrh potkrovlja).

Druga važna stvar je znati kako upravljamo termosifonskim sistemom bez upotrebe elektronskih uređaja. Izgleda prilično beskorisno imati sistem bez izvora za vodu koja bi ga pokretala. Morali bismo konstantno sistem puniti kantama vode, svaki put kada nam je potrebna topla voda. Jedan od načina pomoću kojih možemo izbjeći punjenje rezervoara svaki dan jeste da ga spojimo sa glavnim vodovodnim cijevima koje vodom opskrbljavaju naš dom.



Slika 6.4. Povoljnija efikasnost sistema se postiže izdizanjem rezervoara

Naravno, takav sistem mora biti reguliran, da nam ne bi konstantno ulazila hladna voda u rezervoar i hladila toplu vodu zagrijanu solarnom energijom. Najlakši način reguliranja je putem prostog plovka-regulatora, poput onih u vodenim rezervoarima toaleta. Ovaj regulator minimizira dotok hladne vode iz glavnih vodovodnih cijevi, a ona pomoću njega odlazi u donje dijelove rezervoara, kada je nivo vode posebno nizak, kako je prikazano na slici 6.5.



Slika 6.5. Plovak-regulator za hladnu vodu

Kada jednom uđe u rezervoar, hladna voda se zadržava blizu dna, a sav talog ostaje na samom dnu. Hladna voda iz najnižih slojeva može teći van rezervoara u panel, dok zagrijana voda iz panel-kolektora ulazi pri samome vrhu. Ako se u rezervoaru nalazi suviše vode, ugradi se preliv-cijev da bi ta suvišna voda na bezbjedan način otekla. Konačno, kada koristimo toplu vodu iz rezervoara, nivo vode opada, spuštajući plovak regulator i omogućujući dotok nove, hladne vode u rezervoar i time startajući ciklus od početka.

6.2. IGRANJE SA CIJEVIMA

Izmjene se mogu napraviti i na samom sistemu cijevi. Na primjer, smanjenjem promjera cijevi sa 15mm na 10mm smanjuje se i efikasnost za oko 1% zbog manjeg protoka vode, ali bi se time i troškovi mogli umanjiti za čak 10%.

Međutim, možda su i najznačajnije moguće modifikacije u vezi sa cjelokupnim načinom postavljanja cijevi. Postoje male razlike kod ranije pomenute mreže paralelnih cijevi, ali jedno izučavanje koje je provela jedna njemačka organizacija ukazuje na neznatne razlike u efikasnosti kada je u pitanju postavljanje ulaznih i izlaznih cijevi. Umjesto toga, dolazi do većih promjena ako se u potpunosti izostavi paralelni sistem cijevi.



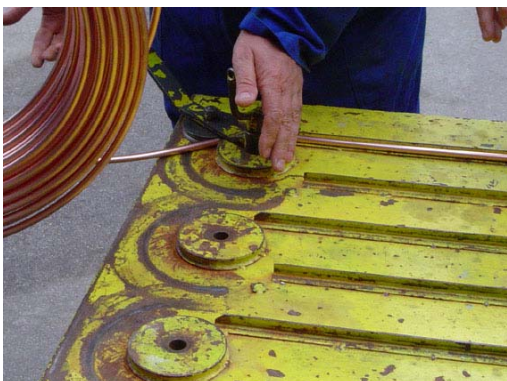
Slika 6.6. Nekoliko varijanti paralelnog spajanja cijevi

Najčešći alternativni način postavljanja cijevi je tzv. sistem *S-cijevi* ili *zmijski* sistem cijevi. Porijeklo za ovakav naziv je očigledan, jer se cijevi previjaju u tom obliku. Prednost ovog sistema jeste što korištenjem jedne jedine cijevi za cijelu apsorberajuću ploču nema potrebe za svim onim fitinzima neophodnim u paralelnom sistemu cijevi. Pored činjenice što ih ne moramo kupovati, nestaje mogućnost propuštanja u panelu, osim ako cijev ne pukne.



Slika 6.7. Od jedne cijevi se savijanjem napravi željeni oblik

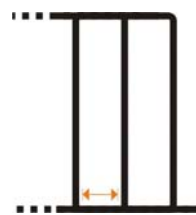
Sve dok se prekoračenja temperature i pritiska nadgledaju, kao što je pomenuto ranije, najveće šanse za pucanje cijevi leže samo u pravljenju same S-cijevi. Može se kupiti ili napraviti sprava za savijanje cijevi, ali možemo ih i ručno savijati. Uz dosta opreza možemo cijev (maksimalno 10-16mm) savijati oko stabla ili nekog stuba, a da je ne bismo slomili ispunimo je *finim pijeskom* i začepimo oba kraja. Na koji god način to radimo, imajmo na umu da malo nakosimo horizontalne dijelove cijevi tako da se zrak ili plinovi ne zadržavaju unutra (slika 6.7).



Slika 6.8. Mašina za savijanje cijevi

Još jedna činjenica vezana za cijevi, a koju valja uzeti u obzir, jeste njihova razdaljina. Uopšteno važi da, što su cijevi bliže jedna drugoj, to je efektivniji kolektor, ali, isto tako, što su bliže, to je

potreban veći broj cijevi, pa i cijena panela time raste.



Slika 6.9. Razmak paralelnih cijevi je 10-15 cm

Kod mreže paralelnih cijevi je optimalna udaljenost među pojedinačnim cijevima oko 15cm, mada je kod udaljenosti od 10cm panel efikasniji za ko 5%.

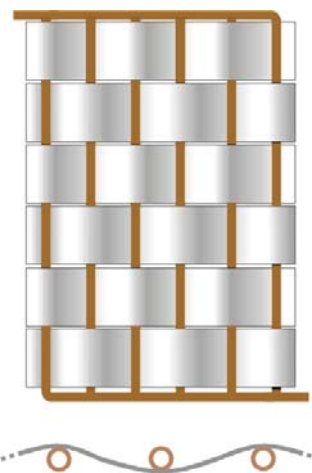


Slika 6.10. Razmak savijenih cijevi je 12-17 cm

Kod S-cijevnog sistema, cijevi se moraju saviti u krug promjera oko 17cm, dok bi krug promjera 12cm povećao efikasnost za 6% (čini se, međutim, da se većim savijanjem od ovoga riskira oštećenje ili pak pucanje cijevi).⁴⁹

6.3. APSORBIRAJUĆA PLOČA

Izbor apsorberajuće ploče na panelu kolektora je veoma važan. Na primjer, standardna debljina ploče koja se koristi je oko 0,5mm, ali udvostručavanjem iste bi se povećala efikasnost za 8%. Međutim, i troškovi bi se znato uvećali, čak i više od efikasnosti.



Slika 6.11. Limene trake se mogu uplesti između cijevi

Zapravo, povećanjem debljine preko 1,2mm dolazi samo do neznatnog porasta u efikasnosti, jer je sve

teže provesti toplotu sa deblje ploče u cijevi. Mogu se koristiti čak i tanje ploče, što smanjuje ukupan trošak, te je lakše raditi sa njom i oblikovati metal u željenu formu.

Važan je način na koji su ploče spojene sa cijevima. Na primjer moguće je samo kliještima oprezno utisnuti aluminijska krila oko cijevi ili bi se limene trake mogle uplesti između cijevi, kao korpa. Mada je to lahko izvesti, spojište između cijevi i ploča nije posebice jako, što ove metode čini manje efikasnim od metode sa krilima.



Slika 6.12. Spajanje cijevi za lim pomoću žičanih omči

Još manje efikasna metoda (za oko 7%) je postavljanje mreže cijevi na metalnu ploču, zatim bušenjem rupa na metalu i pričvršćivanje ova dva elementa žičanim omčama.



Slika 6.13.

Slično tome, možemo postaviti cijevni sistem na jednu ploču pri čemu su i ploča i cijevi od bakra, a zatim ih spojiti lemljenjem. Bolje spojište omogućava efikasnije provođenje od obje

prethodne metode, tj. sa žičanim omčama ili "ispletene" metode.

Da bismo maksimizirali količinu dotoka sunčeve svjetlosti koju prima panel, trebete uzeti u obzir način na koji sunce obično sija u regiji gdje živimo. Naravno da postavljamo panel na mjesto gdje nema sjenki, tj. hlada, tako da ćemo možda morati posjeći nekoliko grana sa drveća. Međutim, najvažnije je postaviti ga tako da je manje-više okrenut prema jugu. Okretanje panela malo više zapadu nego istoku je takođe poželjno, jer su sunčeve zrake pri sutonu efikasnije za kolektor od onih zraka tokom svitanja.

Važno je znati pod kojim ćemo uglom nagnuti panel da bi dobili maksimalnu količinu sunčeve svjetlosti. To se se razlikuje tokom cijele godine, jer je ljeti sunce najviše, a zimi je niže na nebeskom svodu. Ukoliko nećemo da premješamo panel nekoliko puta godišnje, najbolji je kompromis između dvaju ekstrema, te postavljanje panela tako da prima najviše svjetlosti tokom proljeća i jeseni. Ugao nagiba ne utiče previše na efikasnost, osim u slučaju da je panel postavljen suviše daleko idealnom uglu. Naš solarni kolektor smo postavili paralelno sa krovom radi lakšeg instaliranja i zaključili da je dovoljno efikasan za naše potrebe. Ako doista želimo maksimalno efikasan panel, terba se posavjetovati sa profesionalcem za solarne tehnologije.

6.4. SOLARNI KOLEKTORI

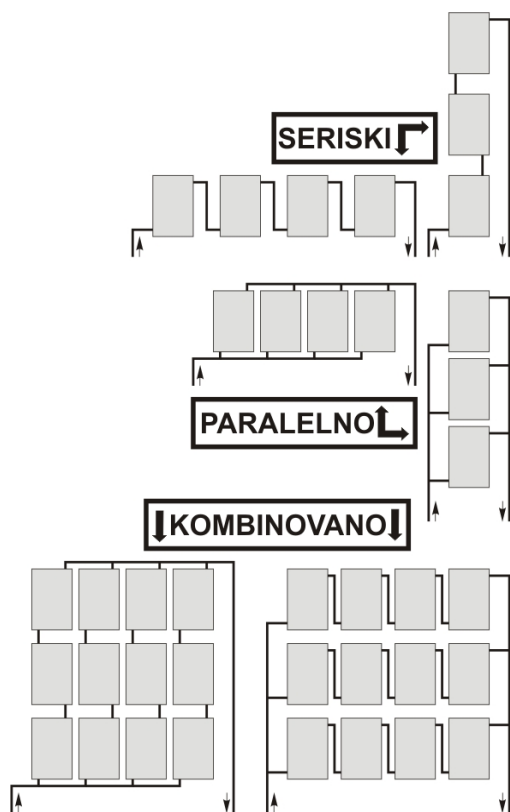
1m² panel-kolektora dovoljan za potrebe jedne osobe za toplom vodom, uključujući kapacitet rezervoara od 80l ako je u pitanju samo potrošnja vode u domaćinstvu. Međutim, ako je cilj korištenje solarne enrgije za grijanje cijele kuće, a ne samo vode za topla tuširanja, sudopere itd., onda je potrebna površina kolektora veće.

Četvoročlanoj obitelji je potrebno 15-20m² kolektora i rezervoar kapaciteta 1000-2500 litara²⁷. Za vodu i centralno grijanje je potrebno oko 0,6-1m² na svakih 1000kWh godišnje²⁸.

Dva ili više kolektora se mogu spojiti na nekoliko načina, bez obzira na to kako namjeravamo koristiti vodu. Najpoznatije metode su serijska, paralelna i kombinovana veza

Svaki od ova tri načina ima svoje prednosti i mane: kod *serijske veze* se može razviti visoka teperatura vode, ali istovremeno može doći do većeg gubitaka iste; kod *paralelne veze* temperatura je prilično

konstantna u svim panelima, ali u danima kada su male količine sunčeve svjetlosti, temperatura vode je niska; kod *kombinovane veze* se stvara ravnoteža između dvaju prethodnih veza, što znači da ima i njihove prednosti, ali i mane.



Slika 6.14. Različiti načini spajanja solarnih panela

U praksi ovo znači da bi *paralelna veza* više odgovarala normalnom korištenju tople vode u

domaćinstvima (za tuširanja, sudopere, itd.),²⁹ dok je *serijska veza* povoljnija za centralno grijanje, mada bi zadnji panel trebalo bolje izolirati od prethodnih da bi se gubitak toplote doveo do minimuma.

Pošto smo pročitali cijelu skriptu zašto još uvijek sjedimo na stolici? Zar ne mislimo da je vrijeme da ustanemo i unaprijedimo svoj okoliš? Umjesto sjedenja i razmišljanja o tome kako je loše opšte stanje, kako je skupo gorivo ili kako struja sve skuplja, mogli bismo početi raditi na svom prvom solarnom kolektoru.

Vrijeme je da počnemo razmišljati o štetnom uticaju energetske izvora iz fosilnih goriva, uvođenju mjere energetske efikasnosti u našim domovima i zgrabimo dostupne potencijale obnovljivih energetske izvora, zašto ne prvo solarne energije.

Učestvujmo u energetskej evoluciji i neka joj početak bude sunčan.

²⁷ InfoEnergie Beratungszentrale, "Sanieren mit Sonnenenergie", 2000.

²⁸ Swissolar and InfoEnergie Beratungszentrale, "Sonnenkollektoren für Warmwasser und Heizung", 2000.

²⁹ Zamfir, Ion, "Solar Water Heating Systems", seminar about solar energy in Bitola, Macedonia, November 13, 2005.

7. ZAKLJUČAK

Na mjestu zaključka želimo dati još nekoliko praktičnih savjeta pri korištenju solarnih kolektora.

Pored apsorbirajuće ploče i cjevovoda, preostaje još nekoliko opcija koje vrijedi spomenuti:

- ✓ Vrsta farbe koju koristimo za apsorbirajuću ploču može da ima ogroman uticaj na efikasnost. Sjajne farbe treba po svaku cijenu izbjegavati, jer one reflektiraju veliki dio željene sunčeve svjetlosti. Može se koristiti specijalna farba "selective coating" iako je vrlo skupa, ali pridodaje čak oko 15% efikasnosti ili obična crna mat farba dostupna u svakoj prodavnici.
- ✓ Vлага unutar panela stvara problem, te je zbog toga važno zaštititi ivice panela što je moguće bolje. Ali, ne treba lijepiti donju ivicu poklopca da bi nakupljena vлага mogla izaći. Poželjno je izbuše i nekoliko rupa na donjoj ivici panela da bi voda mogla da oteče.
- ✓ Kao izolaciju koristimo mineralnu vunu. Ali možete koristiti i razne druge materijale, prema željama, kako bismo bili obzirniji prema okolišu. Trebate znati da i debljina materijala igra značajnu ulogu. Smanjimo li debljinu na 2,5cm, može doći do povećanog gubitka toplote u panelu za oko 8%.
- ✓ Ako više volimo da imamo neku vrstu staklenog prekrivača panela umjesto polikarbonatnog, postoji nekoliko dobrih izbora, mada moramo uzet u obzir faktore poput temperaturnih kolebanja, mogućnosti prenosa toplote i otpornosti na grad. Mogli bismo koristiti obično staklo, ali bi možda nešto bolji izbor bio kaljeno staklo sa malim udjelom željeza debljine 4mm.
- ✓ Ako zaista želimo najefikasniju vrstu stakla, potražimo specijalno staklo za grijanje vode solarnom energijom, npr. u Hrvatskoj.³⁰ Kod

bilo koje vrste stakla obavezno uzmajmo u obzir termalnu ekspanziju, po 2mm sa svake strane će biti dovoljno, jer će ono konstantno biti izloženo suncu.

- ✓ Solarni panel treba biti dva puta duži od svoje širine, a najmanje dug 1m, mada će očigledno mjesto na koje planiramo postaviti panel zahtijevati različite dimenzije.⁴⁹

Prema uputstvima smo završili izradu željenog sistema solarnog kolektora i sada se možemo opustiti i uživati u osjećaju zadovoljstva. Ili smo možda tako naporno radili na postavljanju kolektora i "trčali naokolo" pa nam je najpotrebnije tuširanje. E pa sada to možemo uraditi bez ikakvog osjećaja krivice jer će naše tuširanje sada biti povoljnije po okoliš.

Ako smo bili dovoljno pažljivi, možda smo primjetili jednu bitnu razliku. Obično tuširanje samo čisti prljavštinu sa našeg tijela, ali tuširanje uz upotrebu solarne energije nam može rasteretiti (ili pak oprati) ekološku-savjest.

I na kraju. bez obzira gdje instaliramo i sastavimo naš solarni kolektor, samo je bitno da to uradite. Kada sistem jednom proradi, uvidjećemo da smo:

- ✓ uveliko počeli razmišljati o novim načinima upotrebe besplatnih energetske izvora,
- ✓ razvijamo bolje energetske navike kod kuće,
- ✓ štedimo novac,
- ✓ postajemo blago "opsjednuti" obnovljivom energijom i
- ✓ čuvamo okoliš,

Nadamo se da nećete moći prestati pričati svojim članovima porodice, prijateljima i komšijama o tome kako fantastično radi vaš sistem, te da biste i njima rado pomogli u izradi njihovog vlastitog, što je prije moguće.

³⁰ Lipik Glas, "Solarna Stakla", <http://www.lipikglas.hr/>.