



# burin

bilten solarnog info centra  
[www.zelena-akcija.hr/sic](http://www.zelena-akcija.hr/sic)

2/2006



## 4 Biodizel u kućnoj radinosti

Kako se posljedice naftne krize sve više osjećaju, a cijene nafte sumanuto rastu te na taj način izravno utječu na kvalitetu života malih ljudi, pojedinci entuzijasti širom svijeta preuzimaju stvari u svoje ruke i kreću u vlastitu proizvodnju biodizela za svoje osobne potrebe.

## 8 Osnove toplinske zaštite zgrada

Pametnom gradnjom do toplinske udobnosti - kako možemo već od idejne zamisli kuće utjecati na manje troškove energije za grijanje i hlađenje.

## 11 Samogradnja solarnih kolektora u Sloveniji

U nedavnom posjetu Sloveniji vidjeli smo odličan primjer kako se grupe malih korisnika organiziraju i grade solarne kolektore za zagrijavanje vode.

## 14 Dimenzioniranje fotonaponskog sustava

Kako odrediti koliko je potrebno fotonaponskih modula i baterija za zadovoljavanje potreba za solarnom električnom energijom.

### Solarni info centar

tel: 01/4813-913,

pon.-čet. 10-15 sati

E-mail: sic@zelena-akcija.hr

Savjetovanje u uredu uz najavu:  
srijeda i četvrtak, od 16-18 sati

Koordinator, Daniel Rodik  
Suradnik na projektu, Bruno Motik

“Zelena akcija” je nevladino, neprofitno udruženje građana za zaštitu okoliša, osnovano 1990.g. sa sjedištem u Zagrebu. ZA je aktivno uključena u problematiku zaštite okoliša na nacionalnoj i globalnoj razini. Djelovanje ZA se zasniva na radu volontera koje podržava profesionalni tim. Cilj djelovanja ZA je zaštita okoliša i prirode, te promicanje održivog razvoja. Najveća pažnja pridaje se aktivnostima usmjerenim na poticanje sudjelovanja javnosti u donošenju odluka o okolišu i na poboljšanje kvalitete života u Hrvatskoj.

[www.zelena-akcija.hr](http://www.zelena-akcija.hr)



[www.zelena-akcija.hr/sic](http://www.zelena-akcija.hr/sic)



projekt Solarnog info  
centra financira:  
[www.mzopu.hr](http://www.mzopu.hr)

## Drage čitateljice i čitatelji,

Pred vama je drugi broj Burina - biltena Solarnog Info Centra. Naša zamisao je da osim savjetova za građane u Zelenoj akciji, redovno koliko možemo, izdajemo časopis na tragu nekadašnje Bure. Manji broj stranica i članaka dao nam je ideju da ga nazovemo Burin. U prošlom broju opisali smo rad slovenskih energetskih savjetova koji su nam uzor u radu i čija iskustva prenosimo ovdje. Naš ured otvoren je prije četiri mjeseca, i nekako približno očekivanjima dobili smo 30tak poziva i posjeta građana. Teme koje su područja savjeta ili davanja informacija su: solarni termalni kolektori, grijanje i izolacija, pasivna solarna arhitektura, biodizel, fotovoltaići i ostalo.

Međutim, kroz sve češće turbulencije na energetskoj sceni Hrvatske, regije i Europe naziru se neodgovorena pitanja: sigurnost opskrbe, utjecaj stavova javnosti o energetskim opcijama, rast cijena energenata i političke izjave o jednosmjernim rješenjima kao što su nuklearna energija. Misija i uloga NVO-a za zaštitu okoliša nije samo da viču NE, iako je to riječ koja se dobro čuje. Tu smo da upoznamo javnost sa štetnostima i prednostima različitih projekata, inicijativa i scenarija. Mi možda previše živimo u budućnosti, ali zato sve više pažnje posvećujemo stvarnosti. A stvarnost je da od otpadnog ulja možete napraviti gorivo za svoj dizel automobil. Osjećaja slobode i neovisnosti o naftnim multinacionalkama koji se javlja nakon prvih proizvedenih kapi biodizela je neopisivo pozitivan.

I Burin, daje nam vjetar u leđa i pokreće male vjetrogeneratore sa fotovoltaićima koji proizvode struju bez mjesečnog računa. Pozivamo sve građane koji imaju potrebe za savjetima na području štednje energije i obnovljivih izvora da nas kontaktiraju u Solarni Info Centar. Možda nemamo sve odgovore, ali znamo tko bi mogao znati.

(Daniel Rodik)

## NAJAVA

Europski seminar za Nevladine Organizacije, Šolta, Hrvatska  
03.- 08.09. 2006.

Zelena akcija i INforSE (Međunarodna mreža za održivu energiju) održati će seminar u Solarnoj akademiji, prostorijama bivše vojarne na otoku Šolta.

Teme o kojima će se seminariti:

- politički razvoj i strategije za obnovljive izvore energije u Europi i svijetu
- praktični rad sa demonstracijama modela obnovljivih izvora energije

Brošuru i letak na engleskom jeziku možete vidjeti na:

[www.inforse.org/europe/seminar06\\_solta.htm](http://www.inforse.org/europe/seminar06_solta.htm)



European Sustainable Energy Seminar

September 3-8, 2006

Solar Academy  
Solta Island,  
Croatia



Ovo dijelo objavljeno je pod Creative Commons licencom. Neka prava pridržana.

Dozvoljeno je kopiranje i distribucija sadržaja u nekomercijalne svrhe.

creative commons  
creativecommons.org



# Biodizel u kućnoj radinosti



Jestivo ulje se tek u posljednjih desetak godina počelo koristiti za proizvodnju biogoriva, međutim ovaj koncept i nije toliko nov. Naime dr. Rudolf Diesel je 1885. godine razvio svoj motor, a već 1900. godine u Parizu je predstavio svoj novi motor koji je radio na čisto ulje kikirikija. Njegov stroj je bio toliko moćan i robustan da je mogao bez problema kao gorivo koristiti čisto jestivo ulje. Kasnije je najavljivao svoju viziju razvoja lokalnih poljoprivreda kroz proizvodnju vlastitih goriva. Dieselove nade i želje uništila je naftna i automobilska industrija, tako da njegovo ime danas poznajemo po jednom od naftnih derivata, a ne po njegovoj ukupnoj viziji i radu. Moralo je proći čitavo stoljeće, i nekoliko naftnih kriza, da bi se ova tehnologija počela detaljnije istraživati. Spoznaja o smanjivanju viskoziteta jestivog ulja pomoću kemijskog procesa počela se javljati '70-ih godina da bi se negdje početkom '90-ih počela sve više koristiti.

Proizvodnja goriva na bazi ulja ima velike mogućnosti upravo zbog mogućnosti korištenja otpadnog jestivog ulja kao osnovne sirovine za dobivanje biodizela.

Posljedice naftne krize se osjećaju sve više, a cijene nafte sumanuto rastu i na taj način izravno utječu na kvalitetu života običnih ljudi. Direktno potaknuti, mnogi pojedinci entuzijasti širom svijeta preuzimaju stvari u svoje ruke i kreću u vlastitu proizvodnju biodizela za svoje osobne potrebe. Prerada otpadnog jestivog ulja u gorivo prilično je jednostavan postupak koji može savladati bilo koja osoba sa osnovnim predznan-

jem kemije. Naravno, potrebno je također imati i dobre uvjete za rad, prvenstveno prostor, a pomaže i osnovno znanje rukovanja alatima. I naravno, potrebno je puno entuzijazma i energije, pogotovo u početku.

Prvi korak je naravno sakupiti neku količinu otpadnog jestivog ulja koja se želi preraditi u biodizel. Najjednostavnije je naći neku lokalnu gostionicu ili restoran koji koristi fritezu i na meniju nudi prženu hranu. Važno je uspostaviti dobar kontakt s vlasnikom restorana ili šefom kuhinje i zamoliti ga da vam čuva otpadno ulje. Kada skupimo određenu količinu ulja koju želimo preraditi u biodizel, krećemo u akciju!

Jestivo biljno ulje (bilo novo ili već korišteno za prženje hrane) ima previsok viskozitet da bi se bez ikakvih modifikacija koristilo u današnjim dizelskim motorima. Da bi se jestivo ulje pretvorilo u biodizel potrebno mu je smanjiti viskozitet. To se postiže kemijskim preinakama.

Cilj kemijskog postupka proizvodnje biodizela je razbiti molekulu masti te na taj način smanjiti viskozitet. Taj se postupak naziva transesterifikacija. Molekula masti je triglicerid, što znači da se sastoji od tri lanca masnih kiselina (estera) koje su povezane sa molekulom glicerola. Glicerol ima udio u ulju oko 20%. Procesom transesterifikacije lanci masnih kiselina se odvajaju od molekule glicerola i vežu se s metanolom. Glicerol tone na dno, čineći nusprodukt glicerol. Na mjesto glicerola dolazi metanol. Kemijske potrebne za postupak transesterifikacije su: metanol i kaustična soda ili natrij-hidroksid (NaOH).

Metanol se dodaje u omjeru od 20% u odnosu na ulje. Metanol treba biti 99,5%-tni, dakle vrlo visoke čistoće jer voda smeta procesu transesterifikacije. Potrebno je naglasiti da je metanol izuzetno opasna kemikalija koja, ako se proguta, može izazvati sljepilo, a u većim količinama je i smrtonosna. Zato je izrazito važno paziti da ne udišemo pare metanola i da ga naravno ne progutamo, a pri radu je također obavezno nositi gumene rukavice i zaštitnu odjeću, a niti zaštitne naočale nisu naodmet.

Od jedne molekule triglicerida, dobit ćemo tri molekule alkilnog estera kako općenito nazivamo biodizel. Ukoliko želimo naglasiti s kakvom vrstom alkohola smo radili biodizel, imenujemo ga metilnim esterom. Kako bismo uopće razbili molekulu triglicerida, dodajemo katalizator NaOH, također opasnu kemikaliju vrlo nagrizajućih svojstava. Kaustična soda je izrazito toksična kemikalija koja može oštetiti kožu, oči i pluća, a može biti i smrtonosna ako je progutamo. Treba kupiti NaOH 96%-tne čistoće. Kaustična soda nam osigurava da se molekule masnih kiselina odvoje od glicerola kako bi se oslobođene spojile s alkoholom. Kaustična soda će se spojiti s glicerolom i pasti na dno bačve u kojoj proizvodimo biodizel. S obzirom da omjere kaustične sode izračunavamo u gramima moramo imati vagu osjetljivu na male razlike u vrijednostima, već od 1 grama.

U samom procesu proizvodnje metanol i kaustičnu sodu pomiješamo i dobijemo natrij-metoksid, koji osigurava odvajanje masnih kiselina od glicerola. Natrij-metoksid je opasan kemijski spoj koji ima sva opasna svojstva i jedne i druge kemikalije.

Koristite plastične polietilenske, staklene, emajlirane ili inoks posude. Soda reagira s aluminijem, kositrom i bakrom. Jasno je kako bilo koje posude korišteno za proizvodnju biodizela nećemo poslije koristiti u kuhinji za spremanje hrane. Dobro je raditi u prostoriji koja nije prehladna.

Nusprodukt proizvodnje biodizela je glicerol. Glicerol koji dobijemo nakon proizvodnje nije opasan i toksičan, a može se koristiti u proizvodnji sapuna.

Ako biodizel radimo s već korištenim jestivim uljem, najvažnije nam je ukloniti tzv. slobodne masne kiseline u preprženom ulju. Količinu masnih kiselina određujemo procesom titracije. Ukoliko ne uklonimo te slobodne masne kiseline one mogu zaustaviti proces proizvodnje biodizela. Slobodne masne kiseline neutralizirat ćemo dodatkom kaustične sode. Procesom titracije određujemo koliko nam sode treba za ovaj postupak. Titracija je ujedno i najkompliciraniji dio procesa, ali jednom kad ga svladate ovladat ćete vrlo vrijednom vještinom koja će vam se višestruko isplatiti.

## Procedura proizvodnje biodizela:

### 1. Filtriranje

Iskorišteno ulje uvijek moramo zagrijati i filtrirati kako bi uklonili krute ostatke od prženja. U tu svrhu se najčešće koristi gaza, a nama se iz iskustva pokazalo da je još bolje koristiti gusto pletenu plastičnu tkaninu za zavjese. Tkanina za zavjese se lako pere, a vrlo dobro filtrira mrvice hrane jer je gusto pletena. Zagrijavanje ulja će u velikoj mjeri olakšati filtriranje jer toplo ulje teče brže.

### 2. Uklanjanje vode

Kao što smo već rekli, voda smeta procesu transesterifikacije jer se veže sa kaustičnom sodom i pretvara ulje u sapun. U najgorem slučaju može nam se desiti da umjesto biodizela proizvedemo bačvu gela, koji je po sastavu sapun, ali neupotrebljiv za korištenje. Ako u otpadnom ulju ima puno vode, moramo ga zagrijati na 100°C, kako bi isparila.

### 3. Postupak titracije

Ovo je najteži i najkritičniji dio postupka. Trebali bismo biti što točniji. Naime, proces titracije nam daje odgovor koliko kaustične sode trebamo za proces. Soda mora biti suha bez kontakta s vodom.

#### Titracija:

- Pomiješati 1 g kaustične sode 1 l destilirane vode. Soda se mora potpuno rastopiti (označimo to kao 0.1%-tna NaOH otopina).
- Pomiješati 10 ml izopropil alkohola (tj. izopropanola) s 1 ml iskorištenog ulja od kojeg radimo gorivo. Otopinu lagano zagrijati i miješati dok se svo ulje ne rastopi u izopropanolu.
- Pomoću lakmus papira izmjeriti pH otopine ulja u izopropanolu. pH će najvjerojatnije biti oko 5.
- Izmjeriti 1 ml otopine NaOH i izliti u otopinu ulja.
- Ponovo izmjeriti pH otopine.
- Dodavati po 1 ml otopine NaOH i nakon svakog dodavanja izmjeriti pH otopine ulja. Cilj je postići pH oko 8 do 9 i tada je titracija završena.

Važno je zapamtiti koliko smo ukupno mililitara otopine NaOH dodali u otopinu ulja.

Dakle potrebna količina NaOH za potpunu transesterifikaciju jest:

3,5 g + onoliko grama koliko smo mililitara otopine NaOH dodali tijekom titracije



Precizna digitalna vaga - najskuplji dio opreme za proizvodnju biodizela



Laboratorijska oprema potrebna za titraciju:

pipeta  
mjerna čaša  
menzura  
lakmus papir

Na primjer:

Ako smo u procesu tiracije 2 puta morali dodati po 1 ml vodene otopine NaOH, ukupna potrebna količina NaOH će biti:  $3,5 + 2 = 5,5$  g

#### 4. Priprema natrij-metoksida

Izmjeriti potrebnu količinu metanola. Potrebna količina je 20% od količine ulja. To znači da ako radimo sa 100 litara ulja, potrebno nam je 20 litara metanola. Izvagati potrebnu količinu kaustične sode. Na primjer ako bi titracijom odredili da nam je potrebno 5,5 grama po litri ulja, za količinu od 100 litara ulja trebamo izvagati 550 g kaustične sode. Kaustičnu sodu usipati u metanol. Miješanjem NaOH i metanola nastat će natrij-metoksid. Posudu u kojoj pripremamo natrij-metoksid treba dobro protresti da bi se kaustična soda otopila u metanolu. Zatim otopinu ostavimo da odstoji najmanje 24 h da bismo bili sigurni da je sva kaustična soda otopljena u metanolu. Ako i nakon 24 h na dnu posude vidimo nerastopljene kristaliće kaustične sode, NEMOJTE nastaviti s postupkom dok se sva soda ne otopi. Praktično je koristiti bijele, poluprozirne HDPE kanistere ili bačvice kako bismo mogli vidjeti što se dešava unutar posude. Ponekad se, posebice za hladnijeg vremena, kaustična soda tvrdoglavo ne želi rasopiti u metanolu. Tada je korisno upotrijebiti mehaničku mješalicu koja će znatno ubrzati proces. Najjednostavnije je koristiti ručnu bušilicu s nastavkom za miješanje boje, ima ih za kupiti u dućanima s alatom.

Kristalići kaustične sode tj. NaOH



Oprez!!! Ako natrij-metoksid dođe u dodir s kožom spalit će je bez da i primijetimo, jer ubija živce. Trebamo hitno oprati s vodom koju imamo spremnu za svaki slučaj. Također, korodira boje pa trebamo paziti u kakvoj posudi radimo biogorivo. Vrijedi isto i za kaustičnu sodu.

#### 5. Grijanje i miješanje

Ako je ulje prehladno, moramo ga zagrijati na najmanje 20°C. Jedan od načina je koristiti veliko plinsko kuhalo sa većim loncem u kojem dio ulja zagrijemo na oko 100°C i zagrijano ulje pomiješamo s ostatkom.

Još jednom provjeravamo da li je sva kaustična soda otopljena u metanolu. Ako jest, natrij-metoksid izlijemo u ulje. Da bi reakcija bila uspješna, dobivenu mješavinu je potrebno dobro izmješati, ponovo koristeći ručnu bušilicu s nastavkom za miješanje boje. Miješanje obično traje oko sat vremena. Da ne bismo morali stajati iznad bačve sat vremena s bušilicom u ruci, trebamo sagraditi metalni stalak na kojem će bušilica biti čvrsto pričvršćena. Nakon što se je mješavina mješala 1 h, čekamo narednih 8 h da se na dnu bačve nataloži nastali glicerol.

Nastavak za ručnu bušilicu za miješanje boje odlično će poslužiti za miješanje biodizela

#### 6. Taloženje i separacija

Dakle najmanje 8 sati pustit ćemo mješavinu da odleži. Glicerol će pasti na dno, a svjetliji, prozirniji biodizel će ostati iznad. Pumpica kojom ćemo vaditi biodizel mora biti iznad nivoa glicerina kako ga ne bi povukla.

Dobro je da proizvedeni biodizel odstoji oko tjedan dana kako bi bili sigurni da se glicerol dobro nataložio.



Na slici vidimo kako se nakon što je smjesa odstajala 8 sati glicerol (tamniji sloj) nataložio na dnu posude. Svjetliji dio tekućine su čisti metilni esteri to jest biodizel.

#### 7. Konačno biodizel!

Čestitamo, napravili ste svoje prvo biodizel gorivo. Recite doviđenja Shellu, Exxonu i BP-ju. I Inii! I onima koji vode ratove za naftu!

Sada je samo preostalo da ga izvadite iz bačve i natočite u svojeg dizelaša.

Zanimljivo je da proizvođači automobila imaju prilično neprijateljski odnos prema biodizelu i po tome je jasno kako su im veze s naftnim korporacijama još uvijek jake. Većina proizvođača automobila će upozoriti kako za ubacivanje više od 5% biodizela (95% obični dizel, 5% biodizel) u spremnik auta ne daju garanciju. Reakcije istih proizvođača su različite u različitim zemljama, ovisno kakva je institucionalna podrška biodizelu u pojedinoj zemlji. Stoga vam se može dogoditi da naidete na kontradiktorne rezultate.

Na drugom smo mjestu pronašli kako se u Njemačkoj prodaje 100%-tni biodizel na benzinskim pumpama. Ukoliko ste obični potrošač dovedeni ste u zbunjujuću situaciju. Na pumpama se (dakle legalno i provjereno) prodaje bio-



Mala pumpica pogonjena ručnom bušilicom olakšat će nam da biodizel iz bačve pretočimo u manje kanistere ili direktno u vozilo

dizel, a savjetuje nam se od korporacija čije aute vozimo da to ne koristimo. Svako vozilo je moguće prebaciti na biogoriva ukoliko to želimo, neovisno što nam kažu iz auto korporacija.

#### Još neki savjeti

Za početak je bolje početi s manjim količinama biogoriva. Promatrajte ponašanje vašeg vozila. Prvo krenite sa učenjem samog procesa, veće količine ostavite za kasnije kad ćete imati više iskustva i znanja.

Dobro je ugraditi mali prozirni predfilter za gorivo. Tako će nam on uvijek pokazivati koliko nam je kvalitetno naše gorivo. Predfilter je također koristan i zbog sklonosti biodizela da pokupi sa sobom prljavštine iz rezervoara koje su se nataložile od običnog dizela ili radi korozije rezervoara.

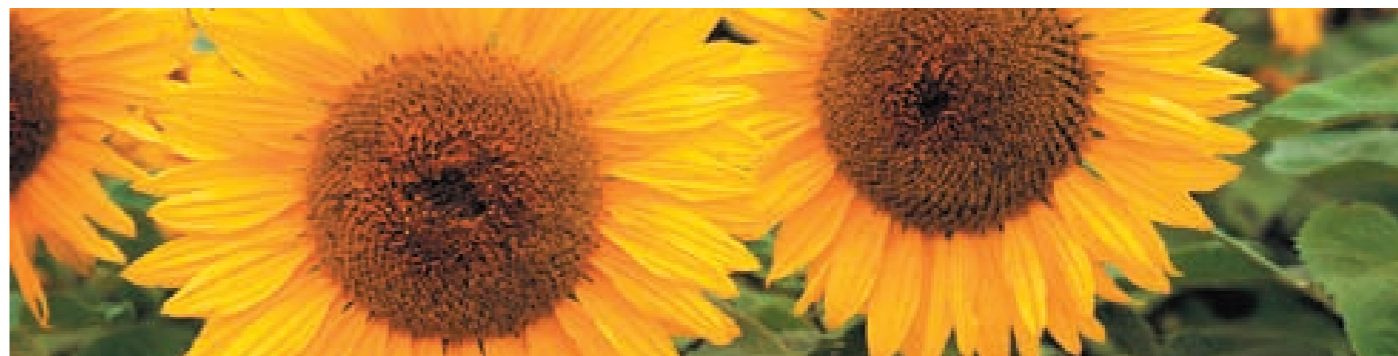
Tijekom zime, ako imate problem s paljenjem, dobro je koristiti uobičajene aditive za dizelske motore. Rjeđi slučaj, ali također moguć je da se u iznimno vrućim suhim područjima pojavi na biodizelu zelenkasta sluz, odnosno bakterija kojoj pogoduju takvi uvjeti. Njeno odstranjivanje je također moguće sredstvima koji se mogu kupiti u dućanima koji prodaju auto opremu.

Ukoliko koristimo 100%-tni biodizel savjetuje se promijeniti svih gumenih dijelova u vozilu kroz koje prolazi gorivo. Potrebno ih je zamijeniti sintetičkim. Ukoliko to ne napravite biodizel će kao kiseliše gorivo od običnog dizela nagristi te dijelove. To se može napraviti kod automehaničara i nije skupo. Uglavnom se radi o vozilima starijima od polovice '90-ih, ali se preporuča provjeriti svako vozilo zasebno. Ovdje je važno naglasiti kako to nije najbitnija stvar koju trebate napraviti odmah već više nešto što dugoročno treba imati na umu. Oprez s metanolom i kaustičnom sodom!!!

NAJVAŽNIJE: za razliku od mnogih zemalja EU-a i svijeta korištenje bilo koje vrste biogoriva za kretanje vozila u Hrvatskoj još uvijek nije regulirano. Nafta iz Iraka je regulirana. Trenutno je situacija negdje između neba i zemlje pa levitirate iznad rupa u zakonu. Nije niti dozvoljeno, jer nema zakona koji to regulira, ali nije niti zabranjeno. Ne biste trebali imati problema ukoliko koristite biogoriva za pokretanje generatora za struju, jer radite na vašem privatnom vlasništvu. Teoretski biste mogli biodizelom pokretati i vašu poljoprivrednu mehanizaciju na vašem polju. Što se tiče proizvodnje, to ne smijete raditi po zakonu bez dozvole.

(Bruno Motik)

Korišteni izvori:  
[www.journeytoforever.org](http://www.journeytoforever.org)  
Joshua Tickell: "From Fryer to the Fuel Tank"



# Osnove toplinske zaštite zgrada

## 2. dio

### Pametnom gradnjom do toplinske udobnosti

Nastavak iz Burina br. 1.

Kako možemo već od idejne zamisli kuće utjecati na manje troškove energije za grijanje i hlađenje.

Zgradu je uvijek potrebno tretirati kao cjelinu. Ako želimo funkcionalno i udobno mjesto boravka koje racionalno troši resurse moramo poštivati puno faktora pri nacrtu zgrade i njenog grijanja. Osnovni su:

- okolina, lokacija i orijentacija zgrade
- konstrukcijska osnova i oblik zgrade, unutarnji
- raspored prostorija
- sastav i karakteristike ovojnice zgrade
- način upotrebe zgrade

#### Izbor lokacije zgrade

Unatoč tome što je izbor lokacije često ograničen, trebate biti svjesni da lokacija na kojoj se nalazi građevina lako može povećati ili smanjiti njene toplinske gubitke. Najugodniji položaj za život u kvalitetno izgrađenoj zgradi je u onoj koja je okrenuta prema sunčanoj strani i na području zaštićenom od vjetrova. Na takvim položajima temperature okoline su za 2°C veće nego na neutralnom položaju, čime se ostvaruje dvadesetpostotni manji toplinski gubitak zgrade, tj. zgrada na isturenom položaju, na hridini ili u hladnoj sjenovitoj dolini ima oko 20% veće toplinske gubitke.

Izloženost zgrade vjetru još više utječe na njezine toplinske gubitke. Posebno je to slučaj sa zgradama na izloženim vjetrovitim položajima koje toplinu gube kroz prozorske okvire i lagane građevinske konstrukcije, često čak do dva puta više nego zgrade u zaklonjenim područjima. Kad puše bura pri temperaturi od nekoliko stupnjeva iznad nule puno je hladnije nego na minus 15 bez vjetra.

Osim položaja i vjetrovitosti, kvaliteta izvedbe spojeva na zgradi izrazito utječe na njeno toplinsko stanje.

Izmjena zraka u zgradama potrebna je iz higijenskih i građevinsko-fizičkih razloga. Kod starijih zgrada toplinski gubici su dvostruko veći i to zbog prijelaza topline kroz ovojnicu zgrade putem prozračivanja, dok su kod novijih, toplinsko izoliranih i kvalitetno izvedenih zgrada, toplinskih gubici ograničeni.

#### Oblik zgrade

Zgrade s jednakim volumenom i toplinskom izolacijom ovojnice mogu imati sasvim različite toplinske gubitke s obzirom na oblik i razvedenost fasade. Toplinski gubici zbog prijelaza topline i kondukcijski toplinski gubici povećavaju se proporcionalno s povećanjem vanjske površine zgrade. Na toplinske gubitke zgrade utječe rasčlanjenost (tj. razvedenost) njene ovojnice, koje opisuje faktor oblika. Faktor oblika je odnos između površine vanjske ovojnice zgrade i njenog volumena A/V. U usporedbi sa samostalnom obiteljskom kućom koja ima najlošiji odnos A/V, dvoetažna zgrada s jednakom stambenom površinom ima, otprilike, za petinu manju vanjsku površinu i zbog toga manje toplinske gubitke. Kuće u nizu imaju, otprilike, za trećinu manje vanjskih površina, dok je kod četvoroetažne kompaktne stambene zgrade vanjska površina ovojnice upola manja nego kod samostojeće obiteljske kuće. Kompaktna izvedba stambenih zgrada pored manjih toplinskih gubitaka znači i manje građevinske troškove.

#### Izvedba zgrade

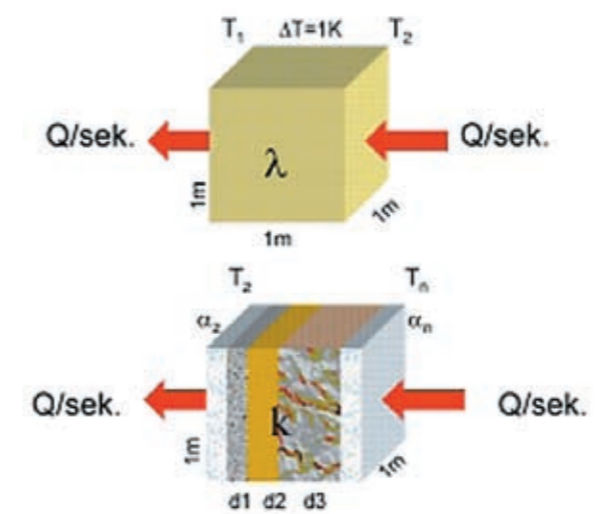
S pravilnom orijentacijom i primjerenim rasporedom prozora učinkovito se može iskoristiti sunčeva energija, koja lako nadomješta količinu energije potrebne za održavanje temperature boravka. Preporuča se na južnoj strani graditi veće prozore s dodatnom toplinskom zaštitom (rolete, grilje), a na ostalim stranama, naročito na sjevernoj, manje prozore. Gubitke zbog prijelaza topline kroz prozore lako možemo smanjiti prvenstveno izborom primjerenog ostakljenja. Kroz nisko-emisijska (low-E) stakla ispunjena plinom prolazi do 2,7 manje topline nego kroz obično duplo staklo. Raspoređivanje prostorija u kojima se boravi prema jugu i ostalih (pomoćnih) prostorija prema sjeveru važno je zbog kvalitete boravljenja kao i zbog učinkovitog korištenja sunčeve energije. Prostorije s jednakim temperaturnim režimom trebaju biti grupirane zajedno. Vrlo visoke prostorije, čak i prostori koji su projektirani preko više etaža vrlo je teško jednakomjerno grijati, pri čemu se troši više energije.

#### Prolaz topline kroz ovojnicu zgrade

Toplina prolazi kroz ovojnicu zgrade zbog temperaturne razlike između toplog zraka u prostoriji i hladnog vanjskog zraka, u smjeru niže

temperature. Toplinske gubitke se ne može zaustaviti u potpunosti, ali se može smanjiti boljom toplinskom izolacijom obodnih konstrukcija (ovojnica zgrade). Kvalitetu toplinske zaštite zgrade određuje prolaz topline kroz konstrukcijski dio, a opisuje koliko topline prođe u jedinici vremena (1sekunda) kroz površinu 1m<sup>2</sup> konstrukcije, ako je razlika temperature zraka na obje strane 1 K (kelvin, odgovara razlici temperature od 1 C). Prolaz topline kroz konstrukcijski dio označavamo sa k (W/m<sup>2</sup>K), a od nedavno s novom oznakom U.

Prolaz topline kroz konstrukciju ovisi o ugrađenim materijalima, njihovoj toplinskoj provodljivosti i debljini slojeva. Raspored slojeva u konstrukciji ne utječe na prolaz topline, ali je važan zbog akumulacije topline i reakcije unutrašnjih uvjeta na promjenu toplinskih uvjeta u okolišu. Niska toplinska prolaznost obodnih konstrukcija postiže se ugradnjom toplinskih izolacijskih materijala. Što je manja provodljivost tvari, to su bolje njene izolacijske toplinske kvalitete. Toplinska provodljivost tvari λ (W/mK) pokazuje koliko topline prođe u jedinici vremena kroz 1m<sup>2</sup> tvari, koja je debljine jedan metar, i pri temperaturnoj razlici od 1 K(kelvin).



Slika 3. Toplinska provodljivost tvari λ (W/mK) i prolaz topline k (W/m<sup>2</sup>K) u konstrukciji.

Kod višeslojnih konstrukcija potrebno je provjeriti računski da je raspored pojedinačnih materijala u konstrukciji odgovarajući. Naročito je važan položaj toplinske izolacije jer neodgovarajući raspored slojeva lako može dovesti do vlaženja materijala i do trajnih oštećenja. Svaki sistem rasporeda slojeva i položaj toplinske izolacije u ovojnici zgrade ima svoje zahtjeve, pa tako dobre i loše strane. Potrebno je izabrati optimalni sustav, s obzirom na način upotrebe zgrade, tako da stručnjak pri izradi nacрта bude svjestan naših želja i potreba.

Izbor i položaj slojeva u ovojnici važan je na primjer ako ćemo stalno ili povremeno upotrebljavati sunčevu energiju.

#### Površinska kondenzacija

Temperatura unutrašnjih površina, ovojnica (zidova), zgrade po zimi je znatno niža nego temperatura zraka u prostoru. U određenim uvjetima kada je: visoka relativna vlažnost zraka u prostoru (iznad 70%) uz nedovoljnu toplinsku izolaciju ovojnice zgrade i pojavu toplinskih mostova, i spriječeno strujanje zraka po unutrašnjoj konstrukciji (npr. u kutevima, zbog zavjesa i namještaja), na unutrašnjim površinama lako može doći do kondenzacije vlage iz zraka zbog čega se razvijaju zidne plijesni.

U prostorima u kojima se boravi, relativna vlažnost zraka se kreće između 40% i 60% i povremeno i do 80%, za vrijeme kuhanja ili kupanja, površinska kondenzacija se ne može pojaviti ako je toplinska izolacija ovojnice zgrade u propisanim granicama i ako su pravilno riješeni građevinsko-fizikalni detalji. Površinsku kondenzaciju možemo izbjeći s dobrom toplinskom zaštitom ovojnice zgrade, smanjenjem vlažnosti zraka u prostoru, izbjegavanjem smještanja namještaja na vanjske negrijane stijene i ne ugrađivanjem materijala koji upijaju i isparuju višak vlage na unutrašnjoj strani.

#### Vlaga u konstrukciji

Važna posljedica povećane vlažnosti materijala je slabljenje toplinsko-izolacijskih sposobnosti tvari, što je nepoželjno kod izolacijskih materijala. Jedan od uzroka vlaženja u unutrašnjosti konstrukcijskog sklopa je i kondenzacija difuznog toka vodene pare.

Zimi je koncentracija vodene pare u zraku grijanog prostora veća od koncentracije vodene pare vanjskog zraka. Zbog težnje izjednačavanja tih koncentracija, vodena para prodire iz boravišnog prostora kroz konstrukcijski sklop prema van što se naziva difuzija vodene pare. Što je topliji i vlažniji zrak u boravišnom prostoru i što je hladnija i suša okolina, to je jači difuzijski prijenos vodene pare.

Zbog različitih temperatura u zgradi i izvan nje temperature pojedinih slojeva snižavaju se od unutra prema van. Vodena para, koja prelazi iz toplijih slojeva u hladnije, pri raznim kombinacijama temperature i vlažnosti na određenom mjestu se kondenzira u konstrukciji.

Do te pojave najčešće dolazi na parnonepropusnom sloju pri vanjskoj strani toplinske izolacije ili kada je toplinska izolacija na unutrašnjoj strani. Osnovno pravilo za odgovarajuće postavljanje kaže: na unutrašnjoj strani konstrukcije mora biti materijal sa svojstvima slabe propusnosti vodene pare i male toplinske izolacije, a na vanjskoj strani mora biti materijal s visokom propusnosti vodene pare i visokim izolacijskim svojstvima. Da bi se spriječila pojava kondenzacije vodene pare u konstrukciji na unutrašnjoj toploj strani izolacijskog sloja ugrađuje se parna

brana koja sprječava prekomjerni prolaz difuznog toka u unutrašnjost. Iako se kondenzacija može pojaviti u konstrukciji u zimskom periodu, neće biti problema ako se stigne osušiti po ljeti.

### Akumulacija topline

Zgrade se mogu graditi masivno (od betona, opeka) ili s lakim elementima koji imaju površinsku masu manju od 300 kg/m<sup>2</sup> (npr. montažne konstrukcije). Masivne konstrukcije lako mogu akumulirati toplinu. U zimskom periodu i prijelaznim razdobljima, koja najbolje odgovaraju za pasivno korištenje sunčeve energije (s direktnim zahvaćanjem sunčeva sijanja kroz prozore, iz staklenika...), važno je da zgrada ima dovoljnu toplinsku akumulaciju mase koja pohranjuje energiju i uravnotežuje inače velike dnevne skokove temperature u boravišnim prostorima. Konstrukcije s velikom toplinskom akumulacijom povećavaju toplinsku stabilnost prostora koje omeđuju. Toplinsko-akumulacijske površine od masivnih materijala, kao što su kamen, opeka, čak i voda, ne smiju se prekrivati s podnim površinama jer se tada poništava njihov učinak.

Kod dobro toplinsko izoliranih masivnih zgrada skokovi unutrašnje temperature su jedva primjetni. Lagane konstrukcije uglavnom imaju manju toplinsku akumulaciju, čak niti dobra toplinska izolacija ne može spriječiti ni smanjiti utjecaj vanjske temperature. Skokovi temperature u takvim zgradama su veliki. Ljeti veliki dio topline ulazi u zgradu sijanjem sunca kroz ostakljene površine i prijelazom kroz zi-

dove i strop. Zato je potrebno imati sjenila koja štite zgradu od prekomjernog zagrijavanja pri intenzivnom osunčanju. S druge strane, lagane konstrukcije su zbog male toplinske akumulacije i dobre toplinske izolacije pogodne za objekte koji se koriste privremeno i griju kratkotrajno.

### ZAKLJUČAK

Pri projektiranju ljudskog boravišnog prostora treba nastojati oblikovati zgradu/objekt koja troši što manje energije za grijanje, odnosno hlađenje prostora, a da pri tome omogućuje dostatnu toplinsku ugodnost. Pri tome se ljeti i zimi treba skladno rješavati probleme toplinske zaštite, te posvetiti pažnju pravilnom građevinsko-fizičkom sastavu konstrukcijskih dijelova, a ostvarivanje toplinske udobnosti temeljiti na suradnji objekta i okoliša.

(preveo: Daniel Rodik)

Izvor:  
Zbirka Informativnih listova „Za učinkovito rabo energije“  
Građbeni Institut ZRMK, Građbeni Center Slovenije

## Savjeti za smanjenje svakodnevne potrošnje energije

### Toplinska izolacija stambenog prostora

#### Provjerite je li vaša kuća dobro izolirana

Provjeru najlakše možete izvršiti tijekom snježnih zimskih dana. Pogledajte krov! Ukoliko se snijeg topi i tijekom vrlo hladnih dana, vjerojatno je vaše potkrovlje slabo izolirano i toplina se gubi. Također provjerite i površinu oko temelja. Ako snijeg nestaje, toplina vjerojatno "bježi" kroz podrumске zidove.

#### Postavite izolaciju

Postavljanje izolacije ili dodavanje nove nije kompliciran, a ni pretjerano skup zahvat. Upoznajte se s izolacijskim materijalima na tržištu. Oni se vrednuju prema R-vrijednosti, koja mjeri sposobnost materijala da zaustavlja prolaz topline. Što je R-vrijednost veća, materijal ima bolja izolacijska svojstva. Određivanje optimalne debljine izolacije, kao i njezino postavljanje prepustite profesionalcima.

#### Je li vaš pod hladan?

Ne pojačavajte grijanje, postavite tepihe! Tepisi pružaju dobru toplinsku izolaciju, posebice za podove iznad negrijanih prostora. Osim toga, služe i kao zvučna izolacija, te čine vaš dom ugodnijim.

#### Posadite drveće

Zimzeleno drveće postavite tako da vašu kuću zimi štite od hladnih vjetrova. Bjelogorice postavite na istočnu i zapadnu stranu. Ljeti će vaš dom štititi od sunca, a zimi će propuštati sunčeve zrake, koje će dodatno zagrijati vaš dom.

#### Pronađite mjesta gubitka topline i sanirajte ih

Hladan zrak ulazi u vaš dom kroz brojne pukotine i rupe, posebice oko prozora i vrata, ali i na mjestima ulaska instalacija u kuću. U takvim je prostorijama propuh, nisu udobne i teško ih zagrijati. Procijenjuje se da ovakve pukotine i rupe uzrokuju 25 do 40% ukupnih toplinskih gubitaka u starijim kućama.

#### Klimatizacija prostora

Sustavi za zagrijavanje i hlađenje vašeg doma zasigurno učestvuju s najvećim udjelom u vašim ukupnim izdacima za energiju. Osim toga, ovi sustavi značajno doprinose emisiji onečišćujućih tvari u okoliš. Bez obzira kakve sustave koristite, pravilnim korištenjem i održavanjem opreme možete poboljšati udobnost vašeg doma, ali i uštedjeti novac. Pri tome je izuzetno bitno da razmotrite svoj dom kao jednu cijelinu. Energetski učinkovitu opremu valja kombinirati s odgovarajućom izolacijom kuće, vratima i prozorima kao i sa savjesnim ponašanjem!

Izvor i ostali savjeti na: [www.mojaenergija.hr](http://www.mojaenergija.hr)

# Samogradnja solarnih kolektora u Sloveniji

Nedavno sam bio u Sloveniji. Na povratku u Zagreb, kroz prozor vlaka vidim u svakom selu na barem tri četiri krova, ponegdje i više, solarne kolektore ili kako ih tamo nazivaju solarni spremnici (hrv. prihvaćati). Razlog mog boravka u Sloveniji bili su baš ti spremnici. G. Matjaž Malovrh iz Građevinskog Instituta ZRMK Ljubljana, voditelj Centra za boravišni okoliš, građevinsku fiziku i energiju i gost na nedavnoj radionici u Zagrebu na temu Energetskih savjetovališta, pozvao me da dođem u Sloveniju vidjeti kako oni grade spremnike. I saznao sam po čemu su ti kolektori tako posebni.

Samogradnja počinje ovako. U jednom manjem mjestu okupi se grupa od 10-tak ljudi koji žele na svoje kuće, znači privatne samostojeće stambene objekte, ugraditi solarne kolektore i pripadajuću opremu. Oni uglavnom nisu iskusni majstori, strojnari, niti stručnjaci za to područje, ali su voljni potrošiti nešto slobodnog vremena i naučiti kako napraviti korisnu stvar za sebe, zajednicu i svoj životni okoliš. Direktno kontaktiraju Građevinski Institut ZRMK koji radi pripremu, tj. izračun broja kolektora po domaćinstvu. Slovenija je zemlja od "jednog sata", kaže Malovrh, te uspijeva u dva-tri popodneva obići sve kuće na koje će se postaviti kolektori. Za to vrijeme grupa samograditelja-korisnika se međusobno dogovara tko će biti voditelj grupe. Njegova zadaća je da zapisuje tko i koliko kolektora treba, organizira radno mjesto i ljude te raspodjeljuje prethodno kupljene materijale za kolektore. Ono što je vitalan dio projekta je alat koji je Institut ZRMK dobio od sličnog Austrijskog instituta prije deset godina. Usluga njegova korištenja i rad koordinatora samogradnje je uračunato u troškovnik projekta. Alat se sastoji od: čeličnog stola za savijanje mekih bakrenih cijevi  $\phi$  10 mm, debljine stijenke 1mm, i posebne koloture. Zatim stol za rezanje bakrenog lima debljine 0,2 mm - rad za dvije osobe, i na kraju dva jednaka čelična stola za spajanje tj. meko lemljenje prethodno izrezanih limova i savnutih bakrenih cijevi. Rad obavljaju četiri osobe vrlo brzo i precizno.

Kad su svi materijali na broju, uigrana ekipa od dvanaest samograditelja od petka do nedjelje će napraviti 64 apsorbera tj. bakrenih limova sa zalemljenim mekim cijevima, pojedinačnog kapaciteta 0,6 l. Površina jednog apsorbera je 1,5 m<sup>2</sup> i za grijanje sanitarne vode prosječne obiteljske kuće s četiri člana potreban su četiri takva apsorbera.

No to je tek početak. Nakon jednog popodneva rada pod stručnim vodstvom g. Malovrha, samograditelji dalje rade sami. Kod ove prve faze izrade ima nekoliko zahtjevnijih koraka,

ali čak i netko s malo ili bez iskustva može savladati meko lemljenje.

Slijedeća faza je lakiranje posebnim solarnim lakom. Za lakiranje je potrebno imati malo sreće s vremenom, jer se apsorberi prethodno trebaju zagrijati na suncu, radi boljeg

prijanjanja i sušenja boje. Zatim se lakiraju tlačnom prskalicom. Boja je mat, gotovo crna s nijansom ljubičaste koja najbolje selektivno upija sunčevu toplinu. Većinu materijala nabavljaju u Sloveniji, osim bakrenih limova 0,2 mm i solarnog laka. Tehnička posebnost je ugradnja u krov, umjesto na krov. Donje strane praktički nema već se izolacija, kamena vuna, postavlja na krovne daske u prethodno izrađeni okvir od alu-profila.

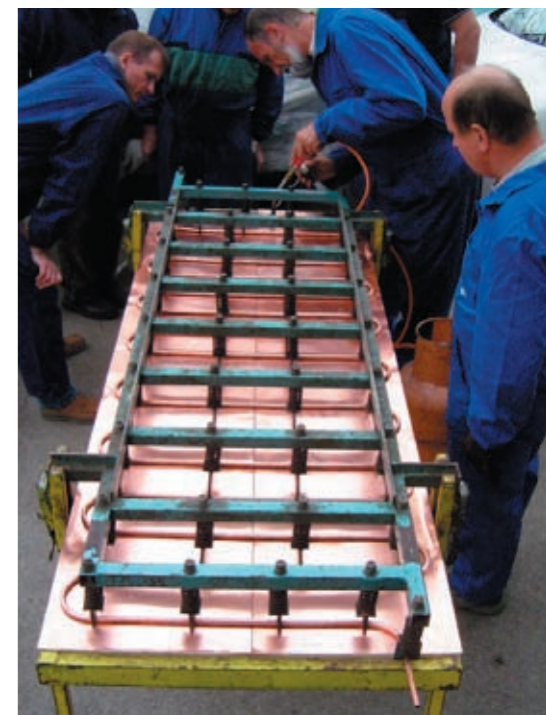
Na to se stavlja crni apsorber i sve se zatvara kaljenim staklom debljine 0,4 mm. Potrebno je ostaviti nekoliko milimetara sa svake strane u aluminijskom okviru radi širenja i skupljanja stakla uslijed temperaturnih promjena. Staklo i aluminijski okvir zabrtvljeni su gumenom brtvom koja se postavlja između stakla i okvira, osim na dolju stranu radi slijevanja oborina.

Na mjestu gdje se postavljaju kolektori, crijevovi se skidaju, a oko kolektora se postavlja limeni obrub preko susjednih crijevova, koji sprečava ulaz vode kroz krov.

Kolektori se spajaju paralelno i to tvrdom bakrenom cijevi promjera 22 mm, što znači da se povećava toplinski kapacitet, a ne temperatura vode na izlazu.



Izrada apsorbera odvija se na 3 vrste alata/stola: prvi za savijanje bakrenih cijevi, zatim za rezanje limova i na kraju stol za spajanje limova i cijevi.



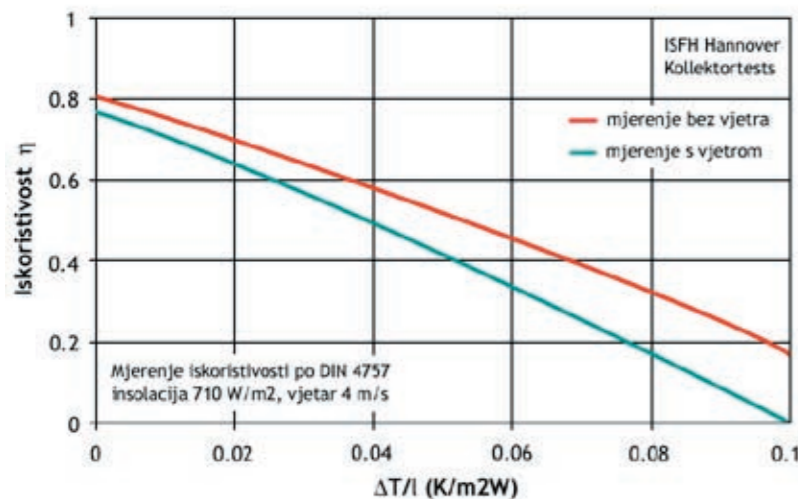


U zatvorenom krugu cijevi kojim se toplina iz kolektora predaje vodi u izoliranom spremniku nalazi se propilenglikol, neotrovna tekućina protiv smrzavanja.

Osim kolektora u krov, u kuću se ugrađuje ostala solarna oprema: solarni spremnik topline, pumpa, regulacijska elektronika, ekspanziona posuda i ventili. Cijena cijelog sustava, što uključuje materijale, posudbu alata i stručno vodstvo ZRMK-a, spremnik topline s pripadajućom opremom i ugradnjom iznosi ukupno 550,000 slovenskih tolara (18300 kn).

Međutim za ugradnju Solarnih kolektora Slovenska Vlada vam želi zahvaliti jer ćete time manje opterećivati energetske sustav i okoliš, pa Vam tu zahvalu isplaćuje kao subvenciju od 35000 SIT (1100 kn) po m<sup>2</sup>. Nakon toga cijena vašeg sustava od npr. 4 kolektora x 1,5 m<sup>2</sup> iznosi 6600 kn manje tj. ukupno 11300 kn. Kada uračunamo subvenciju prosječan povrat investicije je od 3-5 godina, a najviše ovisi o energentu kojim se dotada zagrijava topla voda (lož ulje, plin ili struja...)

Jednostavno pitanje za energetske stručnjake i političare glasi: je li je bolje poticati čistu, jeftinu i sigurnu energiju koja je već tu u obliku Sunca, ili dalje treba javni novac trošiti na iskorištavanje fosilnih goriva i nuklearne energije ako smo sve više svjesni negativnih posljedica i rizika.



Naravno solarni termalni kolektori nisu jedino rješenje za energetske krize, pogotovo ako znamo da Sunce ne sija uvijek, ali zato su vrlo pogodni za kombiniranje s obnovljivom biomasom kao energentom, ili još uvijek prihvatljivim plinom ili u krajnjem slučaju električnom energijom. Količina toplinske energije koju oni mogu zamijeniti je oko 50-60% godišnje. To ovisi o broju sunčanih dana, koeficijentu iskoristivosti sustava (cijena!) i potrebama korisnika.

Kvaliteta slovenskih Do It Yourself (uradi sam) kolektora prikazana je na diagramu, a nalazi se negdje između najslabijih i najboljih kolektora koji se mogu kupiti na tržištu. Po omjeru cijene i kvalitete to je svakako jedan od "best-buy" ili "best-DIY" proizvoda.

Nakon ugradnje nastupa zadovoljstvo jer ste napravili korisnu stvar koja će vam nakon otplate još najmanje 15 godina besplatno davati toplu vodu, pritom ste pomogli susjedima, a u dobrom društvu na kraju nikad ne manjka zabave i fešte.

Još me jedna stvar oduševila. G Malovrh je idejni začetnik i voditelj 10-godišnjeg projekta energetskih savjetova (vidi [www.gi-zrmk.si/en/svet.htm](http://www.gi-zrmk.si/en/svet.htm)) i koordinator projekta samogradnje solarnih kolektora. Nakon rada u uredu, povremeno oblači radni kombinezon i pokazuje kako napraviti kolektor. Ono što ga pokreće jest entuzijazam koji često ne vidimo niti kod gorljivih aktivista niti akademika kada propovijedaju o obnovljivim izvorima energije na deklarativnom nivou. Priča je jedno, ali kad istovremeno uzmeš alat u ruke i dopustiš si da naučiš i onda preneseš znanje nekom drugom, onda imaš pokriće. Ovaj slovenski primjer objedinjuje nešto kod nas još uvijek nespojivo, a to je samoorganiziranje, stručnu asistenciju i državne poticaje. Sve mi to liči na aktivizam na državnom nivou ili na jedan od permakulturnih principa top-down thinking, bottom-up action, po naški nešto poput misli globalno, djeluj lokalno.

(Daniel Rodik)

## NOVO /knjiga/

PRIRUČNIK ZA GRADNJU KUĆA OD BALA SLAME

Za samostalnu gradnju i građevinsku industriju

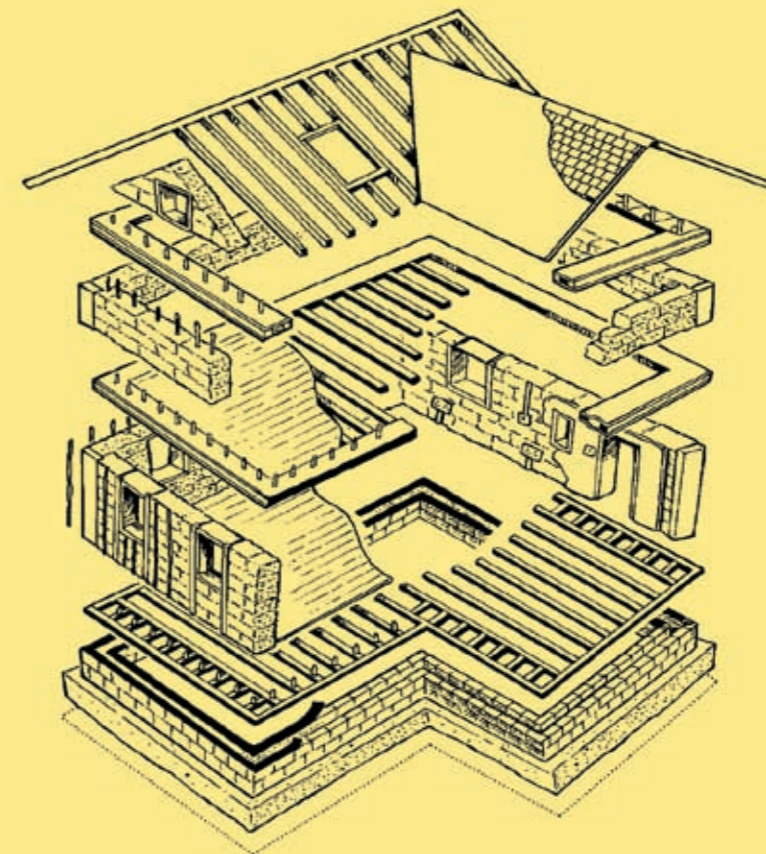
Barbara Jones, prijevod Siniša Kos, Data Art+ Studio, 2006

Nakon besanih noći uz internet i skidanja različitih engleskih tekstova u vezi gradnje kuća od prirodnih materijala, konačno se pojavila knjiga na hrvatskom jeziku koja jednostavnim, gotovo aktivističko-permakulturnim jezikom daje uradi sam upute za održivu gradnju kuće. Do nedavno, mislili smo da je gradnja stambenih objekata posao koji mogu i trebaju raditi samo bauštelci-profesionalci, ali Barbara nas uvjerava da nije tako. Znanja treba imati, ali ono ne smije biti predmet monopola i kontrole. Zato ova knjiga daje odličan uvid u praktičnu stranu koja je proizašla iz iskustva, kombinira je s fizikalnim i građevinskim osnovama gradnje i daje neke smjernice kako se odnositi prema regulativi. Sve je potkrepljeno razumljivim *user-friendly* ilustracijama, preciznim uputama i popisom referenci, izvorima podataka, bibliografijom itd. Ono što možda malo nedostaje je bolje razrađeni dio o statičkoj konstrukciji građevine od bala slame, kako bi nevjerni Tome imali dokaza da je bala slame statički siguran građevni element, baš kao i cigla kad se pravilno ugradi u konstrukciju kuće.

Gradnja pomoću bala slame radikalno je drukčiji pristup procesu gradnje. Kao i kod svih inovativnih ideja, začetnici su strastveni vizionari koji su eksperimentalnom gradnjom uvidjeli njezin potencijal utemeljen na kulturi održive ekološke gradnje. Takav način gradnje u građevinarstvu je uveo mnogo novih i korisnih ideja o energetske učinkovitosti i odgovornosti za okoliš. Kao građevni materijal, slama dolazi do izražaja u smislu troškovne učinkovitosti i energetske korisnosti. S obzirom da je metoda gradnje prilično jednostavna i jasna, u dizajniranju i gradnji mogu sudjelovati osobe bez ikakvog iskustva, čime se postižu značajne uštede troškova rada. Autorica Barbara Jones, vodeća graditeljica pomoću bala slame u Velikoj Britaniji, primijenila je sjevernoameričke metode gradnje u našem europskom umjerenom pojasu, koristeći tradicionalnu vapnenu i glinenu žbuku. Knjiga opisuje detalje temeljnih metoda gradnje: karakteristike bala slame, zidove i temelje, vrata i prozore, krećenje, konstrukcijske crteže, a daje i odgovore na najčešća pitanja u vezi gradnje balama slame.

Knjigu možete naručiti poštom preko web adrese:

[www.dataart.hr/nakladnistvo](http://www.dataart.hr/nakladnistvo)



# Dimenzioniranje fotonaponskog solarnog sustava

Mnogo je situacija kada će investicija u solarni fotonaponski sustav biti opravdana. Ponekad se radi o lokacijama na kojima još nema električne mreže. U drugim slučajevima radi se o manjim objektima koji se ne koriste cijelu godinu ili se koriste povremeno pa investicija u priključak na električnu mrežu premašuje mogućnosti. Ili se jednostavno radi o korisnicima koji su ideološki motivirani da koriste energiju iz obnovljivih izvora energije, bilo zbog očuvanja okoliša ili zbog toga što ne žele biti ovisni o velikim centraliziranim sustavima.

Zbog raznih razloga solarna tehnologija je sve popularnija i među malim korisnicima. Kako bismo pomogli ljudima koji razmišljaju o fotonaponskom sustavu sastavili smo kratak naputak o tome kako pravilno dimenzionirati vlastiti solarni sustav.

Veličina i cijena fotonaponskog sustava ovisit će o dva faktora:

1. o *opterećenju*, to jest potrebama za električnom energijom, koju definiraju trošila i njihova snaga,
2. o količini sunca koje obasjava našu lokaciju to jest *insolaciji*

## Opterećenje ili potrošnja el.en.

Opterećenje se definira kao količina električne energije koju troši instalirana snaga trošila u određenom vremenu. Da bismo znali koliko je opterećenje, najprije moramo znati koja trošila želimo koristiti. Ako fotonaponski sustav želimo koristiti za potrebe kućanstva, trošila će najvjerojatnije biti različiti električni i elektronički uređaji, rasvjeta i slično.

Slijedeći korak je utvrditi snagu svakog zasebnog trošila. Snaga se izražava u vatima (W). Snaga nekog električnog uređaja najvjerojatnije piše na poledini uređaja ili uputstvima za upotrebu ili ambalaži koju ste dobili pri kupnji uređaja. U nekim slučajevima snaga je umjesto u vatima izražena u volt-amperima (VA), što je jednako kao da je izražena u va-

tima (jer je snaga jednaka umnošku napona i jakosti struje). Ako je na uređaju specificirana samo jakost struje (u amperima - A) onda morate tu vrijednost pomnožiti sa naponom (220 V), kako bismo utvrdili snagu u vatima. Npr. ako kupite električni mikser na kojem ne piše snaga nego samo 2,5 A, onda taj mikser ima snagu  $2,5 \times 220 = 550$  W.

Naposlijetku morate odlučiti koliko sati dnevno (u prosjeku) će se svako trošilo koristiti. Definiranje opterećenja bi trebalo biti što preciznije kako solarni sustav ne bi bio prevelik ili premalen.

Prosječno dnevno opterećenje izražava se u vat-satima (Wh) ili kilovat-satima (kWh), a računa se na slijedeći način:

opterećenje za svako pojedino trošilo = snaga trošila x vrijeme u upotrebi

prosječno dnevno opterećenje = zbroj opterećenja svih trošila

Npr. ako želimo koristiti:

5 štednih sijalica od 21 W, 5 sati dnevno ( $5 \times 21 \times 5 = 525$  Wh)

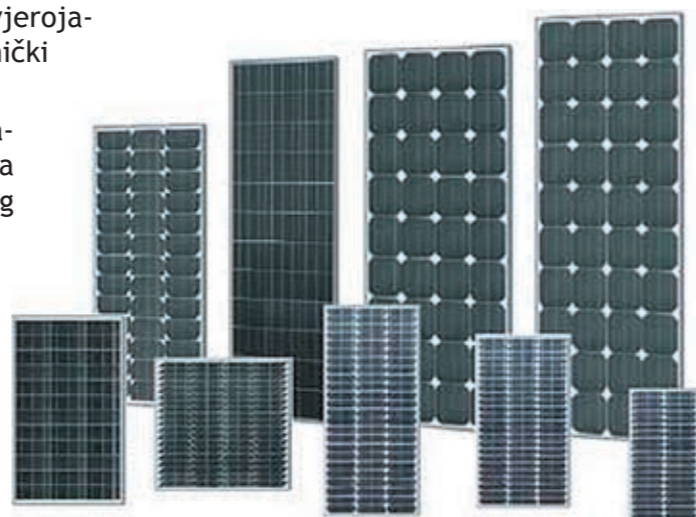
stolno računalo sa LCD monitorom od 100 W, 7 sati dnevno ( $100 \times 7 = 700$  Wh)

televizor od 80 W, 1 sat dnevno ( $80 \times 1 = 80$  Wh)

ručnu bušilicu od 500 W, 5 min (0,083 sati) dnevno ( $500 \times 0,083 = 41,5$  Wh)

solarni štedljivi hladnjak od 58 W, 5 sati dnevno ( $58 \times 5 = 290$  Wh)

Ukupno opterećenje bit će: 1166,5 Wh dnevno. Zaokružiti ćemo ovu brojku na 1200 Wh dnevno.



## Insolacija

Insolacija ili osunčanje se izražava u vršnim satima. To je očekivani broj sati dnevno za vrijeme kojih će solarni panel raditi svojim punim kapacitetom. Za Hrvatsku možemo uzeti podatke iz slijedeće tablice:

klimatski pojas	vršnih sati dnevno prosinac	vršnih sati dnevno srpanj	prosječna godišnja vrijednost
sjever	2	5,6	3,6
centar	2,5	6,4	4,7
jug	3,5	7,1	5,4
gorje	3,3	5,4	4,4

podaci preuzeti od tvrtke Solaris

Paneli imaju nazivni kapacitet, izražen u vatima (W). Količina vat-sati (Wh) koje će panel dnevno proizvesti izračunat ćemo tako da nazivni kapacitet panela pomnožimo sa brojem vršnih sati za naše podneblje.

Npr. ako koristimo solarne panele od 75 W, a živimo u centralnoj Hrvatskoj, svaki će prosječno proizvesti  $75 \times 4,7 = 352,5$  Wh dnevno.

## Veličina sustava

Budući da baterije i ostala pripadajuća elektronika (najviše inverter) također troše nešto električne energije, mudro je sustav dimenzionirati tako da ukupni kapacitet bude najmanje 20% veći od proračunatog.

Broj panela se dakle računa ovako:

(prosječno dnevno opterećenje x 1,2)/snaga koju svaki panel može dnevno proizvesti

Npr. ako nam je prosječno dnevno opterećenje 1200 Wh, imamo panele od 75 W i živimo u centralnoj Hrvatskoj, broj potrebnih panela bit će  $(1200 \times 1,2)/352,5 = 4,08$ , dakle 4.

## Količina baterija

Da bismo utvrdili koliko nam je potrebno baterija, moramo odlučiti koliko dana rezerve želimo imati. Baterije moraju biti sposobne davati električnu energiju i za vrijeme perioda u kojima nema ili ima vrlo malo sunca. Također moramo utvrditi kapacitet pojedine baterije. Kapacitet baterija se najčešće izražava u amper-satima (Ah), a ne u vat-satima (Wh). Da bismo utvrdili broj vat-sati, brojku izraženu u amper-satima moramo

pomnožiti sa naponom baterije, a to je 12 V.

Npr. ako imamo bateriju od 100 Ah, pri naponu od 12 V, ona ima kapacitet od 1200 Wh.

Jednom kad znamo kapacitet baterija, broj baterija se lako izračunava na slijedeći način:

broj baterija = (prosječno dnevno opterećenje x broj dana rezerve)/kapacitet pojedine baterije

Npr. ako imamo prosječno dnevno opterećenje od 1200 Wh i želimo imati rezervu od 4 dana, potrebni broj baterija bit će  $(1200 \times 4)/1200 = 4$  baterije.

Dimenzioniranje solarnog sustava trebalo bi biti što preciznije kako naš sustav ne bi bio prevelik ili premalen.

Kupovina prevelikog sustava je direktan gubitak novca jer jedan dio kapaciteta opreme stoji neiskorišten. Budući da je električna energija dobivena fotonaponskom tehnologijom još uvijek prilično skupa ne bismo smjeli dopustiti da dođe do rasipanja radi nesmotrenog dizajna sustava.

Naravno, također je važno da sustav ne bude premalen jer bi se moglo desiti da potrebe premašuju mogućnosti sustava. U tom slučaju mogli bismo se naći u mraku na nekoliko dana, ako ovisimo isključivo o solarnoj energiji kao jedinom energentu. Dobra stvar kod solarnih sustava je to što ih se uvijek može vrlo lako nadograditi.

(Bruno Motik)





# Korisni linkovi:

[www.gi-zrmk.si/ensvet.htm](http://www.gi-zrmk.si/ensvet.htm)

(slo.) mreža energetske savjetništva u Sloveniji

[www.mojaenergija.hr](http://www.mojaenergija.hr)

(hrv.) domaći portal sa vijestima, širokim pregledom energetike i korisnim svakodnevnim savjetima za uštedu energije

[www.eihp.hr](http://www.eihp.hr)

(hrv.) Energetski Institut Hrvoje Požar

[www.journeytoforever.org](http://www.journeytoforever.org)

(eng.) biogoriva, biodizel, solarna energija, prikladne tehnologije

[www.solaris-hr.com](http://www.solaris-hr.com)

(hrv.) proizvodnja fotonaponskih modula i pripadajuće opreme

[www.sustainable-energy.org.uk](http://www.sustainable-energy.org.uk)

(eng.) neprofitna organizacija za zaštitu okoliša koja radi sa tvrtkama, lokalnim zajednicama i školama u svrhu prenošenja praktičnih i pristupačnih rješenja za energiju

[www.inforse.dk](http://www.inforse.dk)

(eng.) međunarodna svjetska mreža udruga koje se bave obnovljivim izvorima energije

## Solarni info centar

savjeti za održivo korištenje energije u kućanstvima

tel: 01/4813-913,

pon.-čet. 10-15 sati

E-mail: [sic@zelena-akcija.hr](mailto:sic@zelena-akcija.hr)

Savjetovanje u uredu uz najavu:

srijeda i četvrtak, od 16-18 sati

