

A blurred background image showing two people, one in a red shirt and one in an orange shirt, working on a large array of solar panels. The panels are dark and arranged in rows, filling the foreground and middle ground. The people are leaning over the panels, possibly installing or inspecting them. The overall tone is greenish, suggesting a focus on environmental or renewable energy themes.

solarni kolektori

priručnik za samogradnju



ZELENA AKCIJA
FRIENDS OF THE EARTH CROATIA



www.zelena-akcija.hr

IZDAVAČ: Zelena akcija

FOTOGRAFIJE, CRTEŽI I AUTOR TEKSTA: Bruno Motik

Ova publikacija tiskana je u okviru projekta „Poticanje samozapošljavanja u korištenju solarne energije“ uz pomoć donacija “OPEN SOCIETY INSTITUTE” i “AirClim - Air Pollution and Climate Secretariat”.

partner na projektu:



Krajnji je tren za “solarizaciju” Hrvatske!

Drage korisnice i korisnici ove brošure, ukoliko se slažete s ovom tvrdnjom, a želite i osobno sudjelovati u solarnoj energetskej budućnosti, vjerujem da će vam informacije o tome kako sami napraviti svoj solarni kolektor biti od koristi. Autor ovog novog izdanja brošure o samogradnji solarnih kolektora, Bruno Motik iz Zelene mreže aktivističkih grupa (ZMAG), potrudio se nadopuniti tekst prethodnih izdanja i prilagoditi ga novim uvjetima i dostupnim materijalima na našem tržištu.

Energetski sektor, baziran na klasičnim gorivima i tehnologijama, jedan je od glavnih izvora onečišćenja. Na globalnoj razini emisije ugljičnog dioksida, kao posljedica korištenja fosilnih goriva, doprinose 61% ukupnih emisija stakleničkih plinova, gurajući svijet u klimatsku katastrofu. Službena europska statistika navodi kako, uslijed lokalnog zagađenja zraka, prosječni građanin Europske unije živi 8,6 mjeseci kraće. Prelazak na zelenu energetiku, dakle bitno učinkovitije korištenje energije i to iz obnovljivih izvora energije poput sunca, vjetra i biomase, postalo je nužnost, ali i mjera štednje i otvaranja novih produktivnih radnih mjesta. Sve skuplji fosilni energenti čine energetski neučinkovite nacionalne ekonomije još nekonkurentnijima na međunarodnom tržištu. Posebno važan gospodarski efekt većeg korištenja domaćih obnovljivih izvora energije je njihov veći potencijal otvaranja produktivnih radnih mjesta u odnosu na klasične izvore energije. Prema studiji UNDP-a “Potencijal zelenih radnih mjesta u energetici” procijenjeno je da bi primjena tri jednostavne mjere korištenja OIE i energetske efikasnosti u Hrvatskoj moglo otvoriti čak i do 70 000 radnih mjesta (13 000 izravno i 57 000 neizravno, inducirano)!

Zelena akcija, od svog osnutka 1990., zagovara veće korištenje domaćih obnovljivih izvora energije i posebno nam je važno da ih koristimo na decentralizirani način, uz pomoć domaćih tehnologija i pomoću postrojenja u vlasništvu lokalnih zajednica. Ovo izdanje brošure, tiskano u okviru projekta “Poticanje samozapošljavanja u korištenju solarne energije” i uz pomoć donacija Open Society Institute-a i Swedish Airclim-a, namjeravamo distribuirati polaznicima naših edukativnih radionica samogradnje i srednjim školama u Hrvatskoj, a svim zainteresiranima je dostupna besplatno u prostorijama Zelene akcije i na našoj web stranici:

www.zelena-akcija.hr

Toni Vidan

Voditelj energetskeg programa Zelene akcije

Uvod

Prošlo je četiri godine od izdavanja prve brošure i gotovo osam od izrade prvog eksperimentalnog solarnog kolektora u Zelenoj akciji. Za nama su metri i metri bakrenih cijevi i limova, a s njima i kilovati energije koji nisu morali biti proizvedeni u nekoj termo ili nuklearnoj elektrani. Sunce, naš najpouzdaniji energent, i dalje nas iz dana u dan časti besplatnom energijom, a sve smo bliže vremenima u kojima će sunce, vjetar i biomasa preuzeti vodstvo pred zastarjelim oblicima proizvodnje energije koji ugrožavaju naš opstanak.

Uistinu, da bismo opstali potrebno je da što prije reagiramo na prijetnju klimatskih promjena i to prvenstveno u područjima vezanima za energiju. Skeptici će reći da nije moguće svu energiju koja nam je potrebna dobiti iz obnovljivih izvora energije. Ta tvrdnja sama za sebe najvjerojatnije je i istinita, no često zaboravljamo da imamo još mogućnosti na raspolaganju. Primjerice energetska efikasnost je jedna od strategija koja nas može djelomično osloboditi okova velike potrošnje energije. Prostora za njenu implementaciju može se naći u svakom kućanstvu. Nadalje, bitno je da se postupno odmaknemo od zastarjelog centraliziranog načina proizvodnje i distribucije energije. Da bismo se održali, velike elektrane trebaju postati stvar prošlosti, a svaki dom, krov i okućnica trebaju postati mini pogoni za proizvodnju energije; za vlastite potrebe, ali i za distribuciju preko mreže. U toj misiji vjetar i sunce su odlični saveznici jer su, za razliku od fosilnih goriva ili urana, prilično pravedno raspoređeni čitavom površinom zemaljske kugle.

Da bi se takav scenarij ostvario trebaju nam tehnologije - jednostavne, efikasne i lako primjenjive krajnjem korisniku. Solarne fotonaponske ćelije jedna su od takvih tehnologija. Lako se montiraju, ne trebaju održavanje, nemaju pomičnih dijelova i vrlo su praktične. No unatoč padu cijena, fotonaponi su i dalje skupi, a proizvodnja je relativno komplicirana. Još kad tome pridodamo da nakon radnog vijeka ostajemo sa hrpom ćelija koje se ne mogu reciklirati, a sama proizvodnja također zagađuje, pitamo se je li to rješenje? Fotonaponi svakako imaju svoj potencijal, no to nije jedina tehnologija za decentraliziranu proizvodnju energije iz obnovljivih izvora te ne treba tu stati. Ovdje svoju ulogu svakako imaju i kolektori za zagrijavanje potrošne tople vode. To je jednostavna i pouzdana tehnologija koja bi trebala naći svoje mjesto pod suncem u svakom domu, hotelu, restoranu ili industrijskom postrojenju u kojem se troši topla voda. Da bi taj solarni san zaživio, odlučili smo kao svoj doprinos učiniti ovu tehnologiju malo dostupniju ljudima bez dubokog džepa. Samogradnja solarnih kolektora omogućuje nam velike novčane uštede i to smo dokazali i u praksi. Unatoč povećanju cijena bakra, naš kolektor je i dalje najmanje dvostruko jeftiniji od kupovnog, dok je efikasnost tek nešto niža od tvornički proizvedenih kolektora. I dalje velik problem predstavlja skupoća ostale opreme. Solarni spremnik, pumpe, elektronika, ekspanzione posude i sl. i dalje su oprema koju moramo kupiti. U ovom izdanju priručnika dotaknut ćemo temu samogradnje solarnih spremnika kako bi se otvorio prostor za dodatnu novčanu uštedu. Izrada samog kolektora manje više ostaje nepromijenjena jer se dizajn pokazao pouzdanim.

Sustavi za zagrijavanje sanitarne vode u kućanstvima uz pomoć sunčeve energije

Posljednjih godina upotreba tehnologija solarnih kolektora postala je uobičajena u zemljama EU i drugim zemljama koje obiluju sunčanim danima tijekom godine. I u Hrvatskoj, posebno u njezinim južnim krajevima, solarni kolektori se u posljednje vrijeme počinju stidljivo koristiti. Međutim, potencijal ove tehnologije još uvijek je daleko veći od iskorištenog. U sunčanim krajevima moguće je uštedjeti do 80% energije za toplu vodu, ponekad i više, dok u onim manje sunčanim ušteda može iznositi od 50 do 60%. U Austriji na primjer, gdje sunčanih dana ima mnogo manje nego kod nas, država iznimno pomaže ugradnju solarnih kolektora.

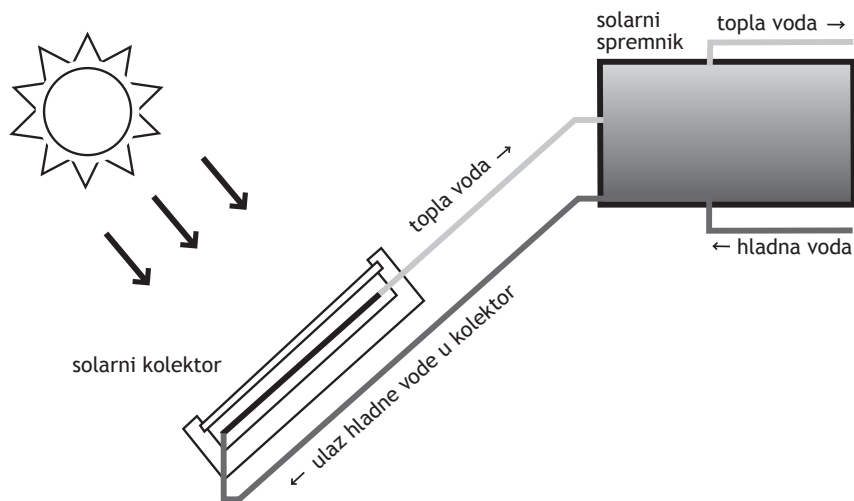
Solarni sustav za zagrijavanje vode sastoji se od solarnog kolektora (ili više njih), spremnika topline (toplinski izolirani bojler s izmjenjivačima topline) i ostale opreme (pumpe, termostata, cijevi, itd.).

Solarni kolektor je vrlo jednostavan uređaj - izolirana kutija s jednom prozirnom stranicom ispod koje se nalazi rešetka cijevi kroz koje prolazi voda. Na cijevi su spojeni limovi tzv. krilca koja povezuju čitavu površinu unutrašnjosti kolektora. Cijevi su najčešće od bakra jer je s tim materijalom lako raditi, a ima jako dobra svojstva u smislu prijenosa topline. Krilca od aluminijskog lima obojana su crnom bojom tako da se maksimizira upijanje sunčevog zračenja koje prolazi kroz prozirnu stranu kolektora. Sunčevo zračenje (svjetlost) kada udari u crni lim pretvara se u toplinu. Ova toplinska energija se s limenih krilaca prenosi na cijevi (jer su fizički spojeni) i grije vodu koja prolazi kroz njih. Zagrijana voda odvodi se u spremnik gdje se toplina akumulira. Važno je da i spremnik i kolektor budu dobro izolirani jer se tako smanjuje gubitak energije.

Temperatura koja se postiže u kolektoru ovisi o godišnjem dobu i količini sunčevog zračenja na tom području. Tijekom prosječnog sunčanog ljetnog dana temperatura u kolektoru dosegne od 60°C do 80°C, za vrijeme hladnog, ali sunčanog zimskog dana, temperatura se kreće 50°C do 65°C, a tijekom toplog i oblačnog dana se dosegne od 20°C do 30°C. Za oblačnih i hladnih dana temperatura iznosi od 10°C do 15°C. Dokle god je temperatura u kolektoru viša od temperature koja dolazi u kolektor ostvaruje se ušteda energije. Topla voda zagrijana u kolektoru koristi se u kućanstvu uobičajeno: za pranje posuđa, rublja, pranje i tuširanje.

Za potrebe jednog kućanstva dostatan je manji solarni sustav koji se sastoji od 2 do 6 m² površine kolektora te spremnika za vodu veličine od 200 do 300 litara. Međutim, isplati se instalirati i veći sustav od npr. 10 m² do 12 m² površine kolektora sa spremnikom od 750 do 1000 litara. Takav sustav može i zimi akumulirati dovoljno energije da se može spojiti na centralno grijanje pa je moguće zagrijavati i prostor, naročito ako je objekt dobro izoliran i postoji dodatni energent npr. drvo (biomasa), plin ili slično. Ovakav način grijanja zove se aktivno solarno grijanje i može znatno smanjiti račun za grijanje.

Jednostavniji solarni sustavi tzv. "termosifonski" mogu se izraditi vrlo jednostavno, i što je iznimno važno - jeftino.



Sl: Termosifonski princip

Termosifonski solarni sustav koristi prirodnu pojavu podizanja toplijeg fluida (u ovom slučaju vode ili medija) tako da tim sustavima nije potrebna pumpa koja tjera medij kroz kolektore, ali se spremnik topline mora nalaziti iznad solarnih kolektora (cca 60 cm). Na ovaj način ostvaruje se znatna ušteda jer se izbjegava kupovina pumpe, automatike i solarnog spremnika.

Zelena akcija je zajedno sa udrugom ZMAG izradila takav sustav 2004. godine, a od tada ga je obnavljala i poboljšavala. Ovo je dio našeg iskustva u gradnji solarnih kolektora.

Samogradnja solarnih kolektora

Ako se uzme u obzir trenutačna cijena fosilnih goriva (nafte, plina i ugljena) i električne energije SVAKO novčano ulaganje u ugradnju solarne opreme će se isplatiti. Ukoliko je solarni sustav pravilno dimenzioniran prema potrebama potrošača, i pravilno instaliran, može se isplatiti već za 3 do 5 godina na obalnom dijelu Hrvatske te za 5 do 7 godina na kontinentu. Prema dosadašnjim pokazateljima solarni sustavi imaju vijek trajanja i preko 30 godina (izvor: UNDP).

Ako se uzme u obzir poskupljenje energenata koje nas čeka u bližoj budućnosti, vrijeme povrata investicije će se još smanjiti. Pitate se, ako je ova tehnologija toliko isplativa, zašto nije više rasprostranjena? Najveća prepreka za brzo širenje solarnih sustava je razmjerno veliko početno novčano ulaganje. U ovom trenutku na tržištu se nude razni tipovi kolektora i solarnih sustava. Cijenom variraju od jeftinijih i manje efikasnih (npr. obični pločasti kolektori) pa do skupljih i vrlo efikasnih (npr. cijevni vakumski kolektori). Međutim, prosječan solarni sustav za

domaćinstvo još uvijek košta od nekoliko prosječnih plaća pa na više, što je još uvijek mnogo za prosječnog građanina. Što je sustav veći i bolji razmjerno raste njegova cijena. Još jedan važan razlog za korištenje solarnih kolektora je očuvanje okoliša. Veliko smanjenje emisije CO₂ smanjuje utjecaj na klimatske promjene. Korištenjem solarnih kolektora tročlana obitelj može godišnje uštedjeti oko 2000 kWh (ovisno o klimi i potrebama za toplom vodom) što znači više od pola tone CO₂. Za proizvodnju 1 kWh električne energije u Hrvatskim elektranama 2005. je bilo potrebno emitirati 325 grama CO₂ prema energetsom miks Hrvatske. (izvor: HEP d.d.). Primjeri iz drugih zemalja pokazuju da su prepoznale važnost obnovljivih izvora energije pa pomažu pojedincima da početnu novčanu prepreku lakše savladaju. Međutim, u Hrvatskoj zasad jo nema kontinuiranih subvencija za nabavku solarne opreme, što ne znači da nam solarni kolektori moraju ostati nedostupni. Jedan od načina da se doskoči ovom problemu je da se sami pokušamo upustiti u gradnju kolektora. Na taj način može se ostvariti velika novčana ušteda jer jednu komponentu solarnog sustava izradimo sami, a ostatak opreme kupimo. Dobro izvedeni samoizgrađeni kolektori mogu biti jednako efikasni kao i prosječni modeli kupljenih kolektora. Najvažnije, mogu se izgraditi uz pomoć jednostavnih ručnih alata.

Izrada pločastog solarnog kolektora

Postoje brojni načini za izradu solarnog kolektora u kućnoj radinosti. Ovdje ćemo prikazati dizajn koji smo preuzeli od Centra za alternativnu tehnologiju - CAT (Centre For Alternative Technology) iz Walesa u Velikoj Britaniji. Iako dizajn nije savršen te smo i sami uvidjeli mnoge mogućnosti za unapređenje, smatramo da je postupak izrade prilično jednostavan i prikadan za ljude bez ikakvog prethodnog iskustva.

Kolektor koji ćemo izrađivati ima površinu malo manju od 2 m². Za toplu vodu u kućanstvu najvjerojatnije će vam trebati dva ili tri pa je najbolje odmah kupiti materijale za izradu svih planiranih kolektora. Ako ćete ostatak solarne opreme kupiti, instalater solarnog sustava znat će procijeniti koliko velik sustav vam treba i kolika je odgovarajuća površina kolektora.

NAPOMENA: Za jednostavan izračun broja kolektora tj. površine koja vam treba u kućanstvu može se primijeniti sljedeće.

Zima: površina kolektora = broj osoba (m²)

Ljeto: površina kolektora = broj osoba/2 (m²)

Npr. za kuću u Zagrebu ili okolici koja ima 4 ukućana zimi će biti potrebno najmanje 2 kolektora (ako svaki ima 2 m²), a ljeti će potrebu za toplom vodom osiguravati i jedan kolektor. Naravno, ovaj izračun je napravljen na temelju prosječnog umjerenog korištenja tople vode, i sa korištenjem solarnih kolektora srednje efikasnosti. Točna procjena radi se na osnovu individualne potrebe za toplom vodom, geografskog položaja tj. prosječne godišnje osunčanosti, efikasnosti sustava i udjelom solarnog grijanja.

Potrební materijali i alat

materijal	dimenzije (mm)	količina
obrađena drvena daska (jela, bor)	2000 x 100 x 20	3 kom.
alumijski lim	2000 x 1000 x 0,5	2 kom.
alumijski L profil (kutni profil)	20 x 20 mm	6 m
kaljeno staklo (po mogućnosti solarno)	1985 x 985 x 4	1 kom.
alu folija (bez plastike!)	debljina 0.1 mm	2 m ²
bakrene cijevi	Ø22	2.5 m
bakrene cijevi	Ø15	10 m
bakreni T fitinzi	T 22/15/22	10
električarska žica	2.5 mm ² (ili slično)	6 m
vijci za drvo	60 x 5	8 kom.
vijci za drvo	15 x 3.5	80 kom.
kamena vuna	debljina 50 mm	2 m ²
crna mat boja za metal (otporna na visoke temperature ili Sunselect solarni premaz)	200 g	1/4 tegle
zaštitna boja za drvo (lazurni premaz)	500 g	1/4 tegle
brusni papir	više vrsta	
ljepilo za drvo		
žica za meko lemljenje	3 mm	1/4 role
pasta za lemljenje		1/4 kutije
silikonski kit - prozirni		1/2 tube
silikonski kit otporan na visoke temp.		1 tuba

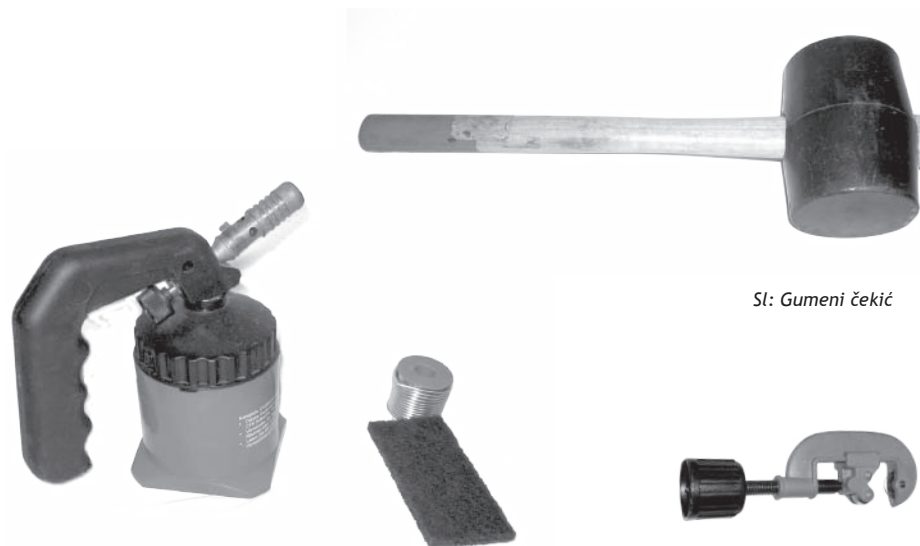
NAPOMENA: Najčešće nećete biti u mogućnosti kupiti materijale točno zadanih veličina. Na primjer, veličina limova može varirati kod različitih dobavljača, a isto vrijedi i za staklo. S obzirom na to da je cilj da na kraju ostane što manje otpada treba pripaziti kod kupnje materijala. Zato u postupku izrade kolektora nismo dali fiksne mjere i veličine pojedinih komponenti jer ćete ih trebati precizno izračunati u skladu s materijalima koje možete nabaviti. Dizajn je također prilagodljiv pa ćete uz pomoć malo računanja moći iz kupljenih materijala izvući maksimum.

alat

električna bušilica ili mala baterijska bušilica
precizna stolarska ručna pila za drvo (ili ubodna pila)
križni odvijač (ili križni nastavci za baterijsku bušilicu)
kutnik
pilica za metal
čekić
gumeni čekić
metar
škare za lim
klijesta za vađenje čavala
skalpel
rezač za bakrene cijevi
kistovi
brener za lotanje bakrenih cijevi (s kartušom ili spojen na plinsku bocu)
žica za čišćenje bakrenih cijevi
borer za drvo: 25 mm
borer za metal: 3 mm

alat za izradu utora na bakrenim krilcima:

drveni ostatak oko 700 x 120 x 50 mm
ostatak bakrene cijevi Ø15, 700 mm
čelični profili 50 x 50 x 700 (ili slično), 2 komada
čelični plosnati profil (flah) 30 x 5 x 76, 2 komada

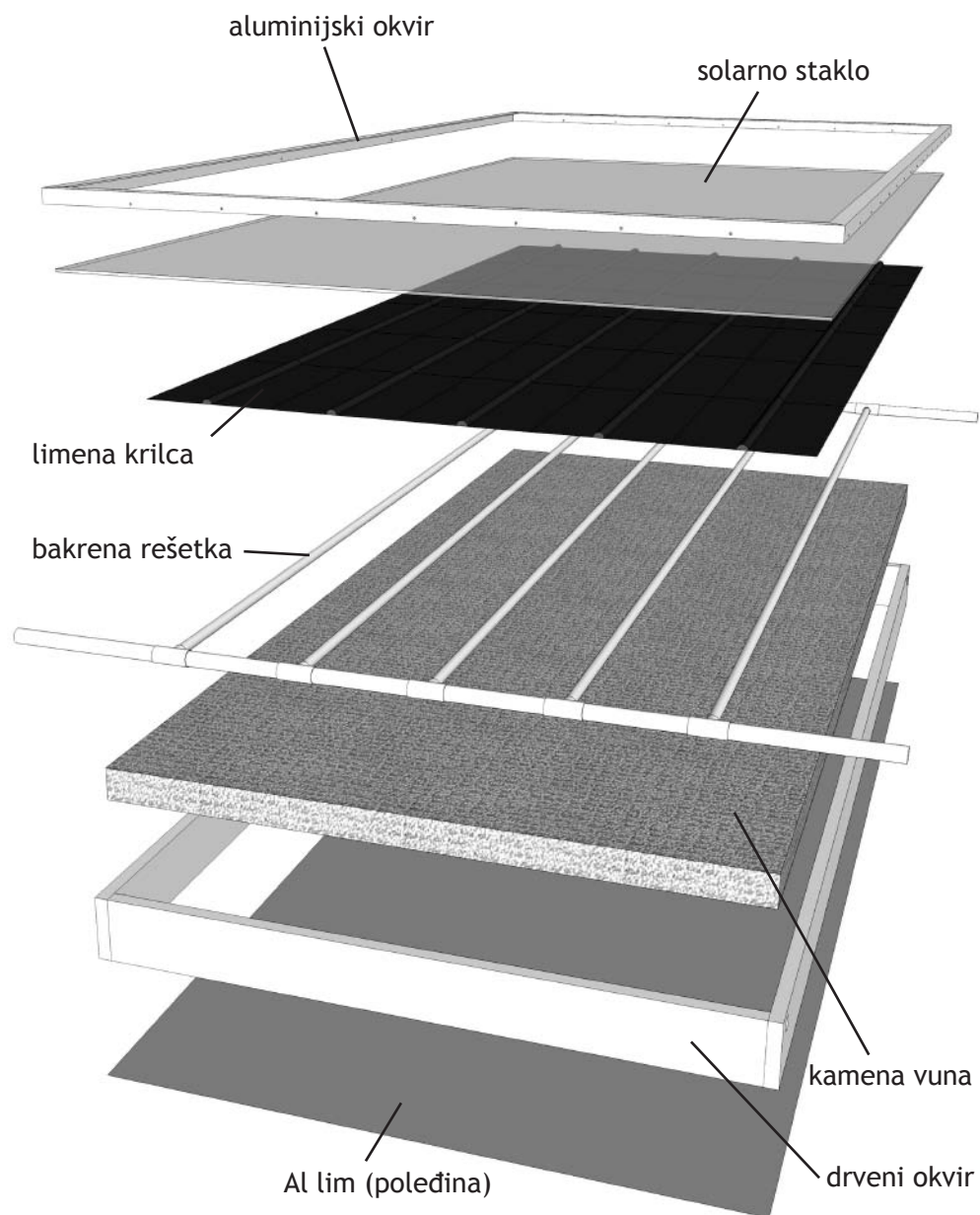


Sl: Alat za meko lotanje:
ručni brener s kartušom, lem žica i žica za čišćenje bakrenih cijevi

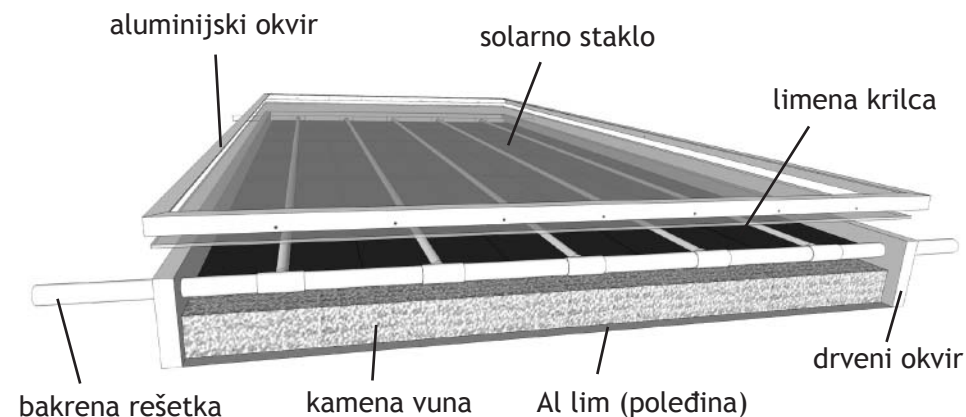
Sl: Rezač za bakrene cijevi

Pregled projekta

Prije nego što krenemo sa izradom kolektora dobro je da se upoznamo sa cijelim projektom tako da znamo čemu svaki korak služi. Slika prikazuje sastavne dijelove kolektora:



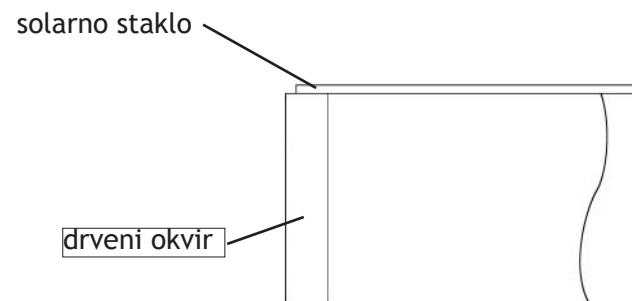
Još jednom radi boljeg pregleda ovdje je prikaz kolektora (staklo i alumijski okvir su dignuti, a prednja strana drvenog okvira je skrivena.)



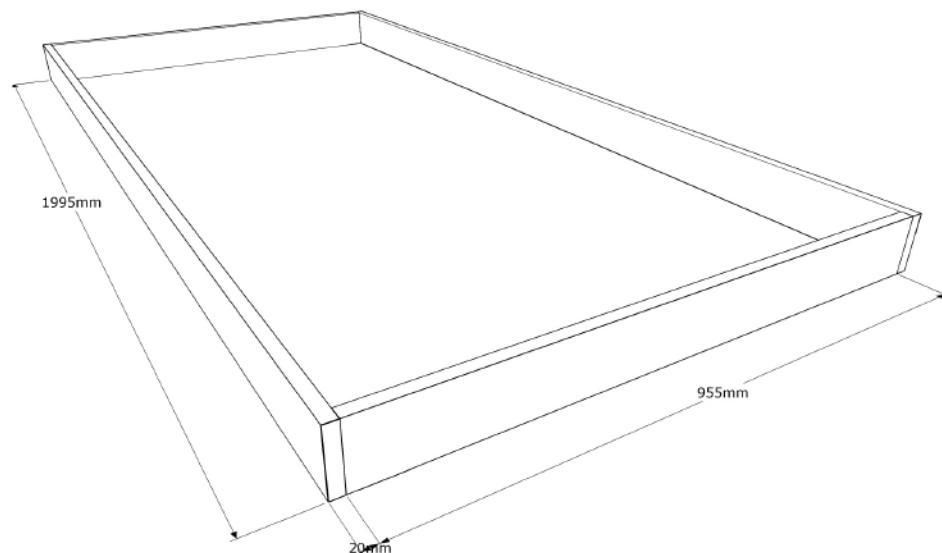
Izračun

Prvi i najvažniji korak je precizno izračunati mjere svih dijelova. Ako radimo sa staklom, dimenzije kolektora i sve ostale dimenzije u kolektoru ovisit će o dimenzijama stakla koje uspijemo naći. Solarno staklo je kaljeno, što znači da je toplinski obrađeno tako da se postigne visoka čvrstoća stakla, kako bi se postigla otpornost na tuču i bilo kakve druge mehaničke udarce. To također znači da ga ne možemo rezati niti prilagođavati. Dimenzija s kojom mi u Zelenoj akciji najčešće radimo je 1985 x 985 mm.

Najprije trebamo izračunati dimenzije drvenog okvira. Kako je prikazano na slici, staklo "sjedi" na drvenom okviru tako da sa svake strane ima 5 mm prostora tako da se staklo može širiti i sakupljati uslijed zagrijavanja i hlađenja.



Ako koristimo drvene daske debljine 20 mm i staklo dimenzija 1985 x 985 mm, onda dimenzije drvenog okvira trebaju biti kao na slici:



Obratite pozornost na to da je bitno spojeve dasaka izvesti tako da duže daske čeonu naliježu na kraće to jest bočne daske idu preko poprečnih.

Prema unutrašnjim dimenzijama drvenog okvira odrediti će se dimenzije ostalih dijelova. Zato je potrebno zapisati unutrašnje dimenzije drvenog okvira koje su u našem slučaju 1955 x 955 mm. Također trebamo zapisati dimenzije dasaka za izradu drvenog okvira: 1995 mm, 955 mm

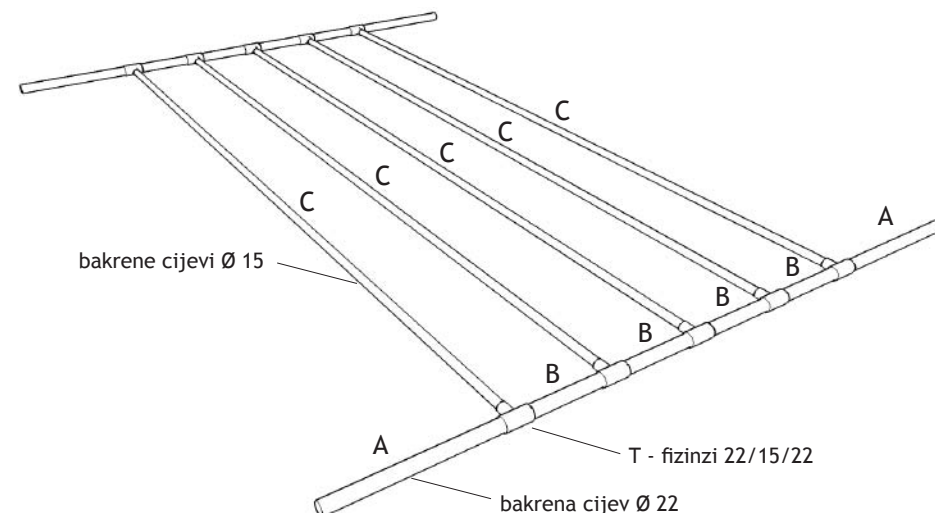
No u ovom trenutku je najbitnije zapisati UNUTRAŠNJE DIMENZIJE drvenog okvira jer nam te dimenzije trebaju za izračun svega ostalog.

Apsorber

Gradnju solarnog kolektora započinjete izradom samog srca kolektora - solarnog apsorbera (upijača energije). Solarni apsorber je ključni dio kolektora i preko njega se sunčeva svjetlosna energija pretvara u toplinsku. Sastoji se od bakrenih cijevi tj. bakrene rešetke (slika na sljedećoj stranici) i aluminijskih limenih krilaca. U početku smo za izradu krilaca koristili bakreni lim jer je mekši pa je s njim jednostavnije raditi. Također ima nešto bolju toplinsku provodljivost od aluminijskog, a najvažnija je jednostavnost izvedbe spoja cijevi i krilca - mekim lemljenjem. No bakar je posljednjih godina toliko poskupio da smo primorani koristiti aluminij kako bi se samogradnja našeg kolektora isplatila novčano.

Odlučili smo malo žrtvovati efikasnost kako bismo značajno pojeftinili ukupan trošak za izradu kolektora. Primjetite da i komercijalni proizvođači također koriste aluminij, a bakar se koristi vrlo pažljivo zbog skupoće.

Bakrena rešetka sastoji se od raznih komada cijevi i T fittinga. Sljedeći crtež prikazuje način na koji se cijevi spajaju u rešetku:



Slovima A, B i C označeni su komadi cijevi koje trebamo izrezati. Komadi A i B izrezuju se od cijevi promjera 22 mm, a C komadi izrezuju se od cijevi promjera 15 mm.

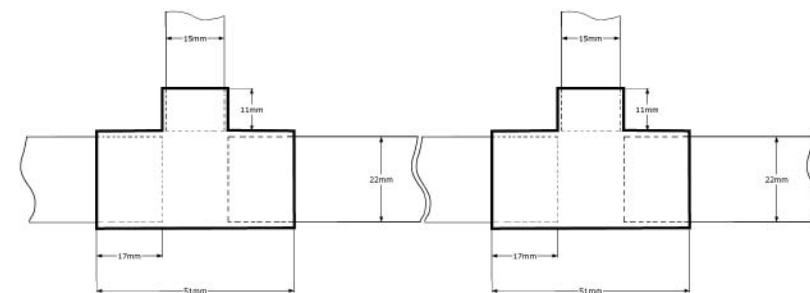
Dužina A komada je 220 mm. Za cijeli kolektor potrebna su nam 4 komada. Ovo su upravo cijevi koje će na završenom kolektoru predstavljati ulaze i izlaze na kolektoru.

Dužina B komada računa se na sljedeći način:

Uzmemo unutrašnju širinu okvira (u našem slučaju 955 mm) i umanjimo za 10 mm (to je rastojanje od ruba, 5 mm sa svake strane). Dobivenu vrijednost (945 mm) podijelimo s 5 (ispada 189 mm). Od te vrijednosti oduzimamo 17 mm. Dobivena brojka je dimenzija B komada (u našem slučaju ispada 172 mm).

Za cijeli kolektor potrebno nam je osam B komada.

Dužina C komada računa se tako da se od unutrašnje dužine drvenog okvira (u našem slučaju 1955) oduzme 70 mm. Potrebno nam je pet C komada.



Sl: Način na koji se spajaju T fittingi tako da cijev djelomično ulazi u fitting

Rezačem izrežite bakrene cijevi na mjeru. Rezač za bakrene cijevi jednostavan je za korištenje i zapamtite - nikad ne koristite silu jer bi se cijevi mogle izvitoperiti. Na većem stolu ili podu složite bakrenu rešetku. Žicom za čišćenje bakrenih cijevi očistite sve dijelove gdje cijevi ulaze u bakrene fittinge. C komade očistite po cijeloj dužini. Također očistite unutrašnju površinu svih T fittinga gdje ulaze cijevi. Zatim možete početi sa lotanjem. Ovo bi početnicima mogao biti najteži dio izrade kolektora. Ako imate mogućnosti, bilo bi dobro da naučite lotati uz nekog tko ima iskustva (npr. vodoinstalater) ili kod nas na radionicama. Ako nemate, eksperimentirajte s ostacima bakrenih cijevi i pokušavajte dok ne dobijete spoj koji ne pušta vodu.

Lotanje:

1. Pastom za lotanje namažite očišćene spojeve. Nemojte škrtariti na pasti jer o njoj ovisi kvaliteta spoja, a premala količina paste može dovesti do spojeva koji puštaju. S vremenom ćete shvatiti koliko paste je dovoljno. Najbolje je koristiti pastu koja sadrži i sam lem jer je jednostavnija za korištenje i mogućnost pogreške je manja.
2. Osigurajte da su sve cijevi do kraja umetnute u fittinge.
3. Plamenikom grijte cijev koju treba zalotati. Ne prelazite plamenom direktno preko budućeg spoja jer će se pasta spaliti. Umjesto toga plamen usmjerite tik do spoja. Ovisno o vanjskoj temperaturi bit će dovoljno zagrijavati otprilike manje od jedne minute (u početku malo više, kasnije sve kraće).
4. Žicu za lotanje prislonite uz spoj. Ako je cijev ispravno zagrijana žica će se rastaliti i ući u pore između bakrenih cijevi. Spoj je „zalotan“ kada se pojavi kapljica na dnu spoja.

Nakon što zalotate sve spojeve, potrebno je provjeriti pušta li negdje rešetka. Pričekajte da se zadnji spoj ohladi te ulijte vodu u rešetku i provjerite sve spojeve. Ako je moguće, provjerite rešetku pod pritiskom iz slavine ili pomoću pumpe: dva izlaza začepite bakrenim čepovima, a na treći spojite cijev s vodom. prvo ispunite rešetku vodom pa začepite i posljednji otvor (pomoću ventila).

Limena krilca

Sljedeći korak je izrada limenih krilaca. Krilca su pravokutnici izrezani iz aluminijskog lima s utorom u sredini. Ona se slažu na bakrenu rešetku tako da utorom prijanjaju uz bakrene cijevi.

U jednom kolektoru imamo 15 krilaca. Dimenzije računamo tako da unutrašnju širinu drvenog okvira smanjenu za 10 mm (u našem slučaju $955 - 10 = 945$ mm) podijelimo s 5. Dobivena vrijednost (189 mm) treba se uvećati za 10 mm da bi se kompenzirao gubitak koji nastaje savijanjem krilaca (tako širina našeg krilca ispada 199 mm). Dužina krilca računa se tako da se unutrašnja dimenzija drvenog okvira umanjena za 90 mm (u našem slučaju 1865 mm) podijeli s 3 (ispada 621 mm). Krilca režemo iz limene ploče pomoću škara za lim.



Sl: Rezanje lima - rukavice obavezne!

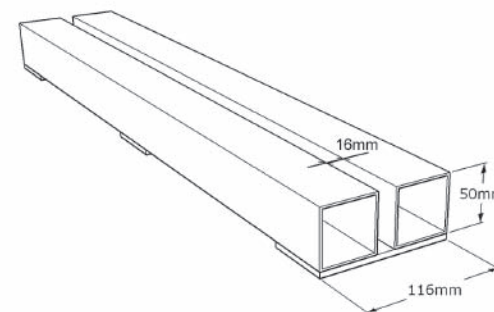


Sl: Limena krilca pripremljena za savijanje

Utores po sredini krilaca načinit ćete pomoću posebnog alata za utore koji izrađujete posebno za ovu funkciju. Jednom kad ste ga izradili, možete ga koristiti nebrojeno puta.

Alat za utore na krilcima sastoji se od postolja i nabijača:

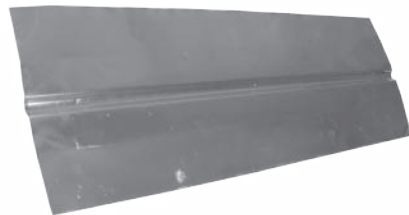
1. Postolje se sastoji od dvije željezne kvadratne cijevi (oko 50 x 50 mm) koji su postavljeni na udaljenost od 16 mm i fiksno spojeni u toj poziciji (mogu se zavariti ili vijcima spojiti na drvenu ili metalnu podlogu). Postolje je dugačko koliko i krilca no može biti i malo duže.



2. Nabijač se sastoji od komada tvrde daske dužine 700 mm na koji je vijcima pričvršćena bakrena cijev promjera 15 mm.



Sl: Savijanje limenih krilaca



Sl: Završeno krilce

Sa spremnim alatom za utore, možete oblikovati sva limena krilca. Savijanje je prilično jednostavno - izrezani komad lima položite na postolje tako da budući utor bude točno na sredini po dužini krilca. Na lim stavite komad za nabijanje (s cijevi prema dolje) i gumenim čekićem udarajte dok se u limu ne stvori otisak bakrene cijevi - utor.



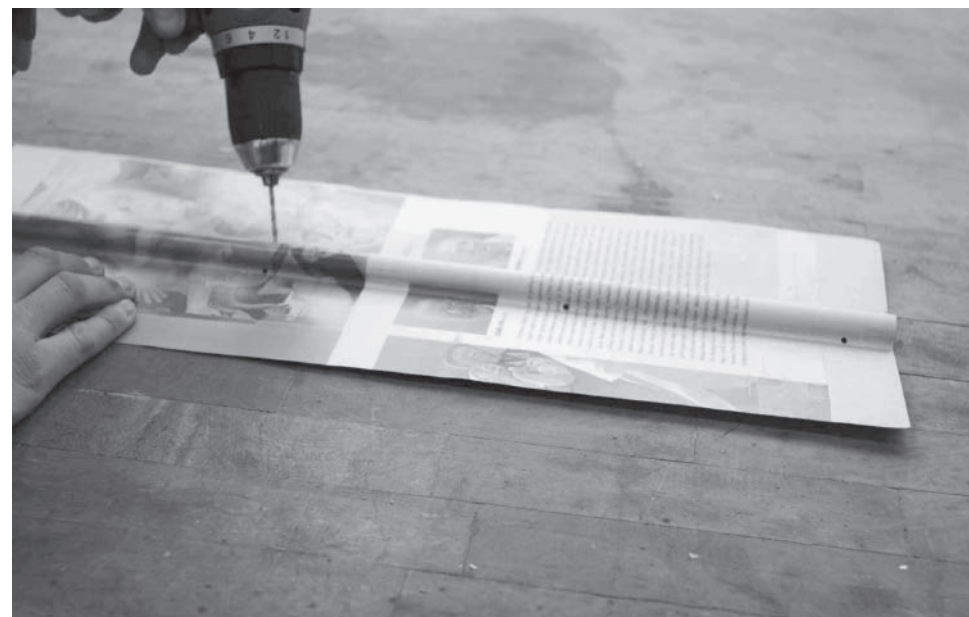
Sl: Završeno krilce

Sljedeći korak je spajanje krilaca na bakrenu rešetku. Radi jednostavnosti ovdje ćemo prikazati kako se krilce spaja na jednu pojedinačnu bakrenu cijev. Taj isti princip primijenite na sva krilca i cijelu bakrenu rešetku.

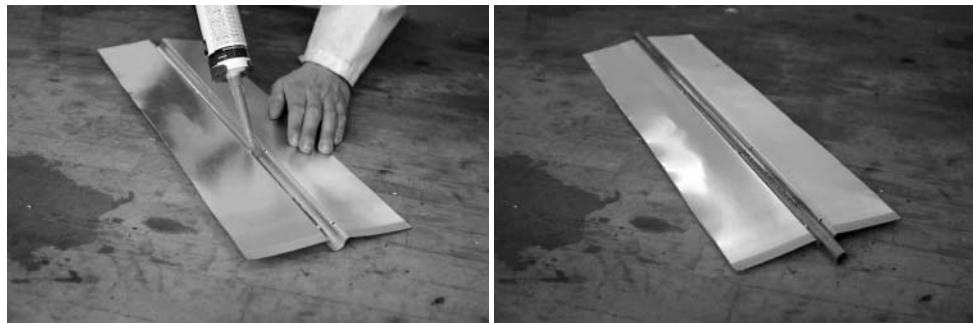
Tankim borerom (Ø3 mm) izbušite rupe na krilcu kao što je prikazano na slikama.



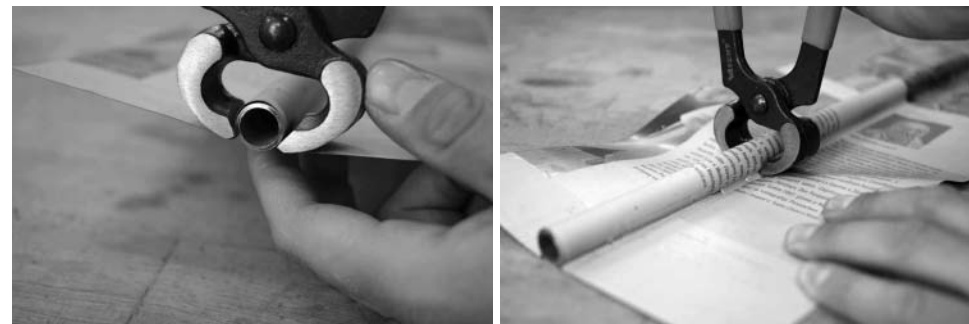
Obratite pozornost na to da smo na ovim primjerima umjesto kupljenog aluminijskog lima koristili reciklirane ploče za ofsetni tisak koje se mogu vrlo jeftino kupiti u otkupnim stanicama za metal. To je također legitimna metoda kojom se može ostvariti dodatna novčana ušteda. Dakle izbušite četiri rupe sa svake strane utora i napravite ukupno osam rupa uzduž cijelog krilca (po četiri sa svake strane) kao što je prikazano na slici:



Zatim okrenite krilce i utor napunite silikonom otpornim na visoke temperature. Silikon nanosite samo po sredini. Iako aluminijsko limeno krilce treba što bolje prijanjati uz cijev, uvijek postoji šansa da između cijevi i lima ostane malo prostora. Da bi pospješili prijenos topline sa lima na cijev koristimo termo otporni silikon. Silikon nije idealan materijal za tu svrhu jer ima daleko manju toplinsku vodljivost od bakra i aluminija, ali i dalje ima 10 puta veću vodljivost od zraka tako da ga se ipak isplati ovdje koristiti kako bi se poboljšala učinkovitost prijenosa topline. Nakon što ste nanijeli silikon, krilce spojite sa bakrenom rešetkom (na slici radi jednostavnosti prikazana samo jedna bakrena cijev).



Kako bi se poboljšao spoj između krilca i cijevi, kliještima za vađenje čavala stisnite lim tako da se još dodatno savine oko krilca. To morate napraviti po cijeloj dužini krilca. Pazite da ne probušite lim, dovoljno je samo malo stisnuti tako da se lim svine uz krilce.



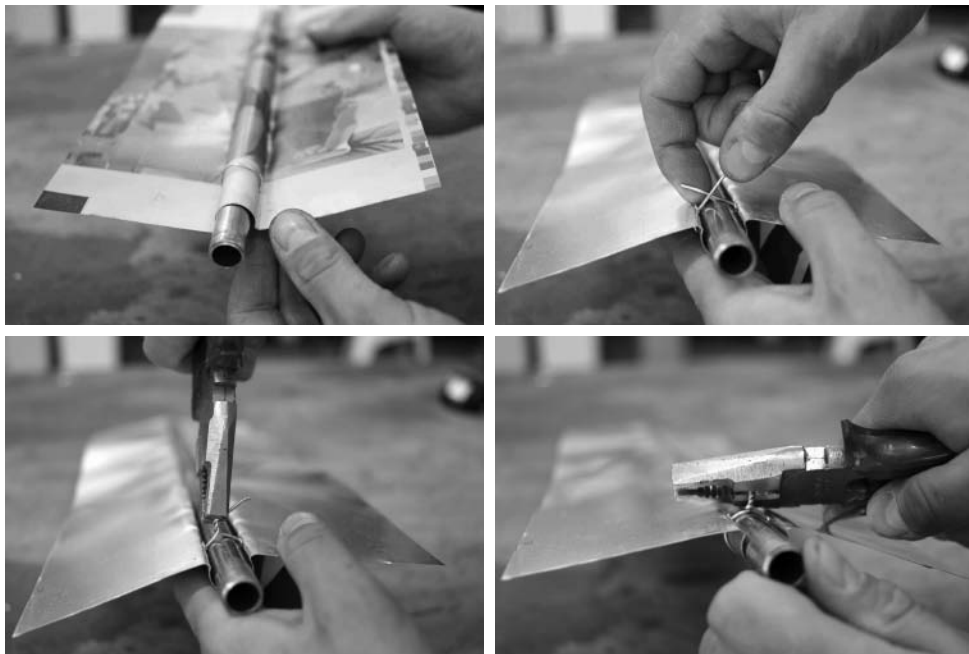
Cilj je koliko je god to moguće što više istisnuti zrak koji se nalazi između krilca i cijevi. Nek vas ne brine što će se lim pomalo izvijati dok ga budete stiskali kliještima. Na kraju će se manje više ispraviti kada prođete cijelu dužinu.

Sljedeći korak je da pripreмимо žičice kojima ćemo krilce trajno spojiti za cijev. Uzmite običnu električarsku žicu promjera 2.5 mm² i narežite je na komade dužine oko 10 cm. Narezanim komadima skinite izolaciju i savinite ih u obliku slova U.



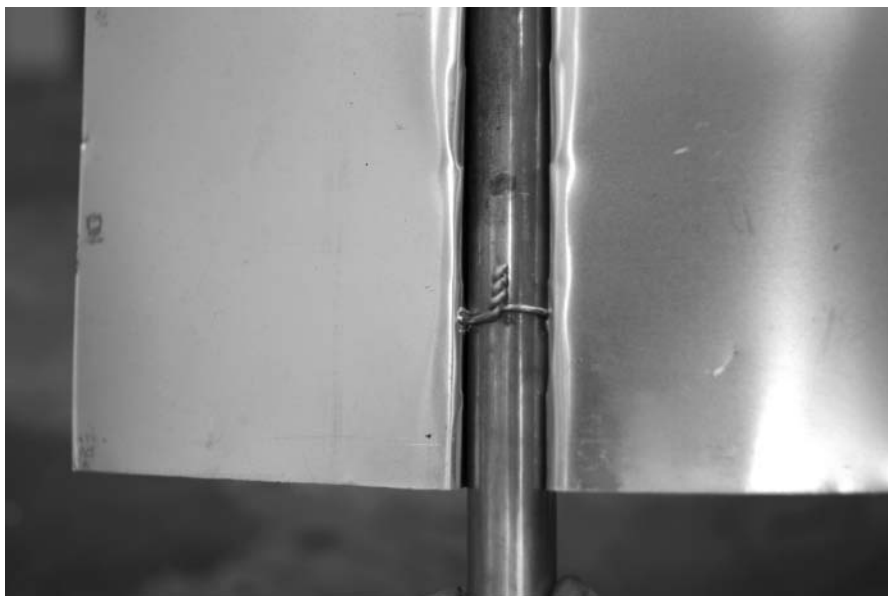
Komadić žice utaknite kroz rupe sa stražnje strane krilca.



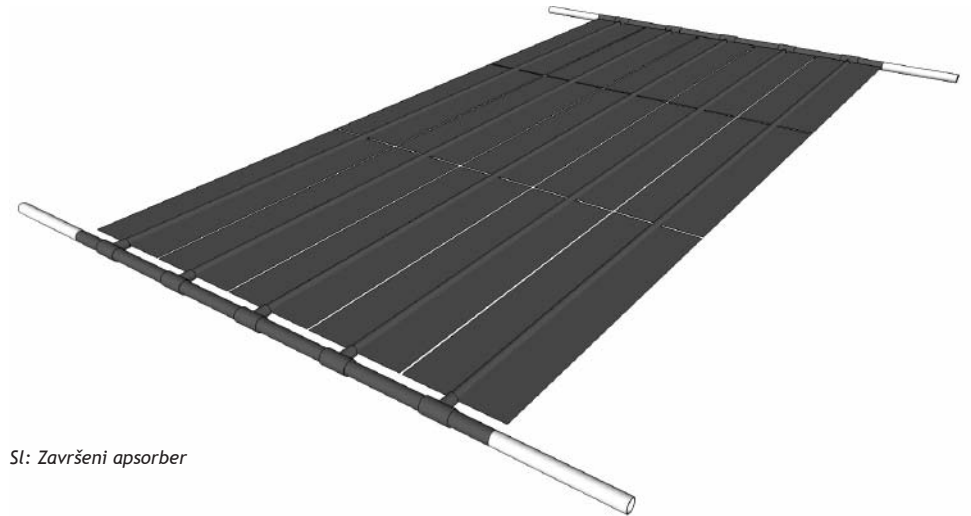


Zatim svaku žičicu kliještima zavrtnjem stegnute tako da se lim priljubi uz cijev te viškove žice odrežite kako je prikazano na slikama. Na kraju možete žicu savinuti tako da ne strši nego da bude priljubljena uz cijev.

Postupak ponovite za sva krilca tako da svako krilce bude povezano na najmanje četiri mjesta.



Solarni apsorber je još malo - pa gotov! Potrebno ga je još obojati crnom mat bojom koja mora biti otporna na visoke temperature. Boja se samo ona gornja strana apsorbera tako da cijevi budu direktno izložene suncu. Boja se brzo suši i nakon što se prvi sloj osuši, kistom popunite mjesta koja nisu potpuno pokrivena bojom.



Sl: Završeni apsorber

Drveni okvir i poledina

Sljedeći korak je izrada drvenog okvira. Trebate izraditi drveni okvir kao na slici na str 11. Dimenzije smo već izračunali (također na str. 11). Spojewe je najbolje pričvrstiti vijcima (60 x 5 mm ili sličnim) i ljepljom za drvo. Prije spajanja dasaka vijcima dobro je tankim borerom proći mjesta gdje dolaze vijci kako bi se spriječilo raspucavanje daske. Gotovi drveni okvir premažite zaštitom za drvo. Koristite lazurni premaz koji može biti bezbojan ili u bilo kojoj boji. Potrebna su dva nanosa. Nikako nemojte koristiti lakove (npr. za parkete ili za čamce) jer će se raspucati pod utjecajem UV zračenja. Kao i svu drvenariju koja je izložena vremenskim utjecajima, okvir solarnog kolektora potrebno je održavati tako da ga se svake dvije godine izvana premaže lazurnim premazom u dva sloja. Kako biste održavanje kolektora sveli na minimum, moguće je izrezati komade aluminijskog lima istih dimenzija kao što je drvo te ga prekriti i dodatno zaštititi od atmosferilija. Takav kolektor bit će puno trajniji i nije ga potrebno farbati zaštitnom lazurnom svake dvije godine.

Nakon što ste napravili okvir i ljeplilo je malo stegnulo, postavite sa stražnje strane aluminijski lim koji će služiti kao poledina. Drveni okvir najprije namažite silikonom, zatim uz njega pritisnite aluminijski lim. Pričvrstite ga manjim vijcima za drvo (20 x 4 mm) na svakih 20-tak cm. Vijke prvo lagano zabijete čekićem da probijete lim do drveta, a onda zavinite.

Izolacija

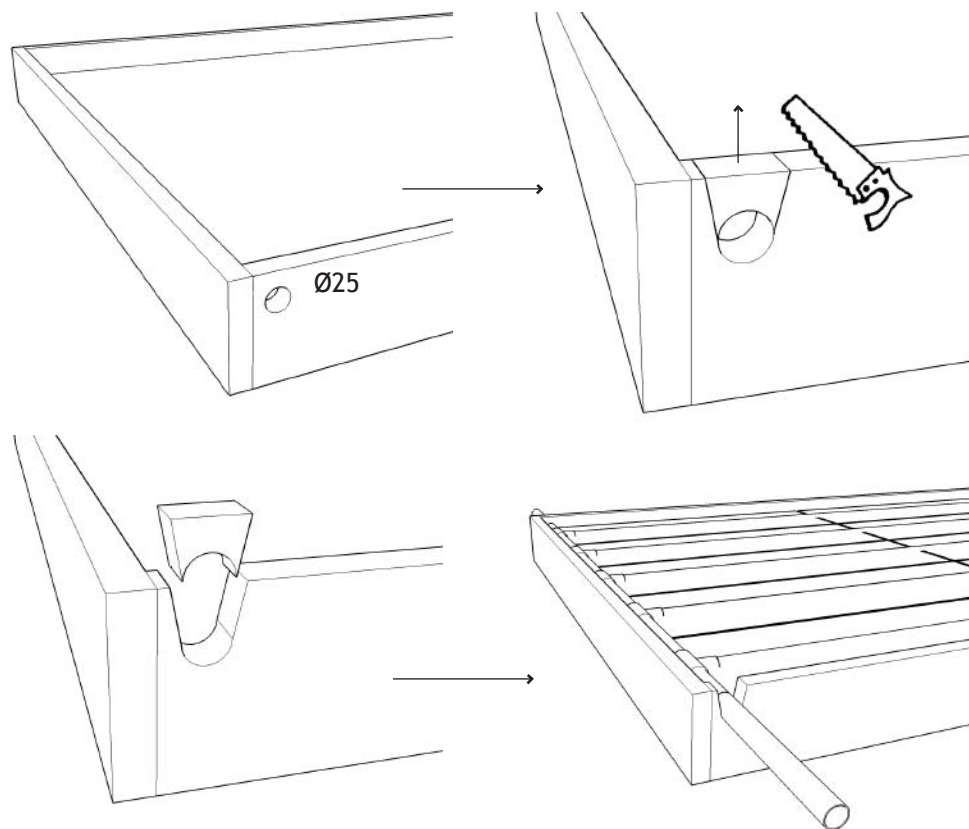
U drveni okvir umetnite mineralnu vunu debljine 5 cm. Vunu je najjednostavnije

rezati skalpelom te tako prilagoditi dimenzijama okvira. Pri radu s vunom obavezno koristite zaštitne rukavice zato što kamena vuna iritira kožu. No još važnije je da koristite zaštitnu masku za disanje (što bolju!) kako bi se spriječilo udisanje štetne prašine. Kamena vuna je inače prirodan materijal i po kemijskom sastavu nije otrovan, ali industrijskom preradom prelazi u neprirodan oblik zbog kojeg se sićušna vlakna vune šire prostorom čim dotaknemo vunu. Ako dospiju u pluća, ta sićušna vlakna mogu biti vrlo štetna.

Preko izolacije stavlja se zaštitna aluminijska folija (debljine 0.1 mm) koja se za drvo spaja klamericom ili čavličima s velikom glavom.

Spajanje okvira i apsorbera

Sljedeći korak je da apsorber umetnemo u drveni okvir. Najjednostavnije je gotovi apsorber prisloniti uz okvir i označiti točke na kojima ćemo bušiti rupe za izlazne cijevi. Borerom promjera 25 mm trebamo izbušiti četiri rupe na mjestima gdje će izlaziti cijevi. Zatim trebamo izrezati trokutaste komade drveta kako je prikazano na slici. Trokute režemo SAMO NA JEDNOJ STRANI KOLEKTORA. Nakon što ste izrezali trokutaste komade, utaknite apsorber u drveni okvir, a trokutaste komade ljepilom za drvo nazad zalijepite na mjesto gdje su i bili.



Sada apsorber možete fiksirati trokutastim komadima koje smo prethodno izrezali. Trokutasti komadi se zalijepe za okvir.



Sl: Rezanje trokutastog komada

Sl: Spajanje staklene ploče pomoću aluminijskih L profila
(na slici se vidi i završeni spoj sa trokutastim komadom)

Prozirna ploča

Posljednji korak izrade solarnog kolektora je postavljanje staklene prozirne ploče.

Ako ste sve dobro izmjerili i izrezali, vanjske dimenzije prozirne ploče trebaju biti nešto manje od drvenog okvira tako da ploča "sjeda" na okvir ali ne potpuno do ruba. Prostor za moguće širenje i skupljanje stakla uslijed zagrijavanja i hlađenja trebao bi biti najmanje 5 mm sa svake strane.

Drveni okvir treba premazati običnim, prozirnim silikonom i zatim na njega postaviti prozirnu ploču. Staklo ćemo učvrstiti aluminijskim kutnim profilima. Al profili se lako režu pilom za metal ili kutnom brusilicom (fleksericom), a pričvršćuju se za bočni rub pomoću malih vijaka za drvo. Nakon postavljanja prozirne ploče rubove između stakla i aluminijskih profila morate dobro zabrtviti silikonskim kitom.

Čestitamo! Vaš solarni kolektor je gotov!!!!

Montaža kolektora

Da biste sakupili najviše sunčevog zračenja kolektor treba okrenuti prema jugu i po mogućnosti izabrati mjesto koje nema hlada. Kut nagiba okvirno se izračunava tako da ako koristite kolektor više po ljeti, nagib je geografska širina - 10 stupnjeva, znači oko 35° u našim krajevima, ili zimi geografska širina + 10 stupnjeva, znači oko 55°. Ako se koristi cijele godine, stavljamo srednju vrijednost što znači otprilike kut koji odgovara vrijednosti geografske širine. Razlog tome je što je prividna putanja ljetnog sunca viša i kut upada je veći pa kolektor moramo više "polegnuti". Isto je i sa zimskim suncem gdje je putanja niža i moramo kolektor više nagnuti.

Kolektori se najčešće montiraju na krov pomoću jednostavnih metalnih nosača, ali nisu rijetka niti riješenja gdje se kolektori nalaze na podu, primjerice ispred kuće. Pogotovo ako ste se odlučili koristiti sustav koji koristi efekt termosifona, ima smisla kolektore postaviti negdje na tlo jer se na taj način može osigurati da spremnik bude montiran na višoj točki od kolektora. U svakom slučaju sve ovisi o specifičnoj situaciji i terenu.

Spajanje kolektora sa spremnikom je dosta složeno (osim ako ste vrlo vješti s instalacijama) pa je najbolje da ga prepustite profesionalcima, pogotovo ako spremnik i ostalu opremu kupite. Na tržištu se mogu naći solarni spremnici i sva ostala oprema od domaćih proizvođača, ali i iz uvoza. Kolektori se najčešće spajaju paralelno što znači da se gornja izlazna cijev prvog kolektora spaja sa gornjom izlaznom cijevi drugog kolektora, a donja s donjom. Ulazi i izlazi koji se ne koriste jednostavno se začepe tako što se na kraj cijevi zalota bakreni čep.



Samogradnja solarnog spremnika

Kada ste napravili vlastite kolektore, sljedeći logičan korak je napraviti i vlastiti solarni spremnik. Dio opreme ćete svakako morati kupiti (pumpa, elektronska automatika...) osim ako napravite sustav koji koristi efekt termosifona.

Komercijalni solarni spremnik je skup prvenstveno zbog toga što mora moći podnijeti visoke pritiske koji se mogu pojaviti u solarnom sustavu. Voda koja dolazi u naša kućanstva distribucijskom mrežom već je pod pritiskom. Najčešće je taj pritisak oko 2 bara, ali može i dosta varirati, ovisno o lokaciji. Uslijed zagrijavanja pritisak još dodatno raste i solarni spremnik mora biti dovoljno čvrsto izrađen da bi podnio sva ta naprezanja. Zbog toga solarni spremnici moraju biti od relativno debelog materijala. Zbog visokog pritiska također je bitan oblik spremnika - stranice moraju biti zaobljene. Sve u svemu, tlačni spremnik kao što ga proizvode komercijalni proizvođači je nemoguće izraditi u samogradnji. Postoje primjeri samogradnje tlačnog spremnika od starog hidrofora ili električnog bojlera, ali problem je u tome što su takvi spremnici najčešće relativno malog volumena da bi bili dostatni za ozbiljan solarni sustav. Neki su tom problemu pokušali doskočiti tako što su povezali više takvih spremnika u jednu jedinicu. Takav sustav bi imao smisla ako spremnike možete dobiti besplatno. U protivnom ćete potrošiti previše novca na same spremnike i na kraju ćete imati isti trošak kao da ste kupili gotov solarni spremnik što je naravno jednostavnije.

Rješenje koje mi ovdje predlažemo je potpuno eliminirati pritisak iz sustava to jest napraviti niskotlačni - otvoreni sustav. Na taj način otvaraju se opcije za korištenje puno većeg spektra gotovih bačvi i tankova koje možemo ovdje iskoristiti. Ovdje ćemo predstaviti dva modela kako bi se to moglo napraviti. To svakako nisu jedini načini za samogradnju solarnog spremnika, ali se nama čine kao dva najjednostavnija rješenja:

Drveni solarni spremnik

Solarni spremnik može se izraditi u obliku drvene kutije koja je iznutra obložena čvrstom plastičnom folijom koja se inače koristi u graditeljstvu, za jezerca ili bazene.





Na slikama je prikazano jedno od mogućih rješenja kako bi drveni spremnik mogao biti izrađen. Desna slika prikazuje jezersku foliju instaliranu u spremnik. Materijal koji preporučamo je TPO (termoplastični poliolefin). Takva folija je na bazi polipropilena koji je relativno inertan materijal i pogodan je za kontakt sa čak pitkom vodom. Debljina folije je 1.2 do 1.5 mm. Posuda svakako mora biti dobro toplinski izolirana, a budući da su stranice ravne, najjednostavnije je koristiti ploče ekspaniranog polistirena (stiropor). Izmjenjivač topline za solarni krug sustava može se napraviti ili od bakrenih cijevi meko zalotanih pomoću standardnih koljena pod pravim kutem ili od polietilenskih cijevi (Okiten).



Sl: izmjenjivač topline

Na kraju je potrebno napraviti poklopac koji također treba biti izoliran. Ulazi mogu jednostavno biti postavljeni tako da kroz poklopac ulaze i izlaze iz spremnika. Potrošnja tople vode funkcionira tako da se u spremniku nalazi mala potopna puma koja se aktivira kada trošimo toplu vodu.

Druga opcija je spojiti spremnik na mali hidropak sustav koji onda pomoću pritiska distribuira vodu cijevima.

Solarni spremnik od bačve

Drugi način da se napravi solarni spremnik je pomoću metalne bačve. Bačva može biti od nehrđajućeg čelika (npr. za vino). Druga, manje poželjna opcija, je koristiti običnu čeličnu bačvu koja je iznutra tretirana zaštitnim slojem. Na bačvu je potrebno tvrdo zalotati ulaze i izlaze. Tvrdo lotanje je metoda spajanja raznorodnih materijala na višim temperaturama od mekog lotanja dodavanjem dodatnog materijala (u ovom slučaju šipke na bazi srebra). Plinski plamenik za tvrdo lotanje troši mješavinu kisika i propan-butana čime se postižu vrlo visoke temperature. Ovom metodom moguće je jednostavno na postojeću bačvu dodati mjedene fittinge koji će nam služiti kao ulazi i izlazi vode i medija u spremnik.

Ako će se sustav koristiti zimi (a nadamo se da hoće!) kroz kolektorski krug prolazi medij za prijenos topline umjesto vode. Kao medij najčešće se koristi ekološki antifriz; propilen-glikol. Nemojte pasti u napast da zbog niže cijene koristite običan antifriz za automobile (etilen-glikol) jer je izrazito toksičan. Propilen glikol je biološki razgradiv, neškodljiv i danas se standardno koristi za solarne sustave. Budući da za prijenos topline iz kolektora u spremnik koristimo medij, moramo izraditi izmjenjivač topline koji će biti uronjen u solarni spremnik kako bi se omogućilo da medij zagrije vodu u bačvi. Za tu potrebu moguće je napraviti zavojnicu od bakrene cijevi koju ćemo spojiti na mjedeni ulaz i izlaz na bačvi. Savijanje cijevi zna biti teško jer je bakar mekan i lako dođe do "cvikanja" cijevi, pa preporučujemo da je savijate oko nekog valjkastog predmeta kao što je prikazano na slici:



Ključna razlika između naše bačve koju koristimo za akumulaciju i komercijalnog spremnika je u tome što komercijalni spremnici funkcioniraju pod visokim pritiscima. Naš spremnik od bačve funkcionira bez pritiska. To je tzv. niskotlačni sustav. Vodu dovodimo u spremnik pomoću ventila s plovkom za wc kotliče kakav je prikazan na slici desno. Taj ventil nam omogućuje da razina vode u spremniku uvijek bude konstantna. Mana ovog sustava je to što voda nije pod pritiskom pa se moramo snaći kako da vodu distribuira do trošila. Jedan način je da spremnik pozicioniramo visoko u objektu i vodu distribuira slobodnim padom. Neki su taj problem riješili i tako da su na izlazu iz spremnika povezali mali hidro-pak koji stvara pritisak vode na izlazu. Danas se mogu kupiti vrlo jeftini mali hidro-pak sustavi, a cijena komercijalnog solarnog spremnika je toliko velika tako da se čak

i ovakva investicija isplati.

Nakon što spojimo sve ulaze i izlaze našu bačvu potrebno je dobro toplinski izolirati tako da što dulje čuva prikupljenu toplinu. To je najlakše izvesti sa spužvom debljine najmanje 10 cm. Najbitnije je da nema prekida u izolaciji tako da je izolacija dobro priljubljena sa svih strana uz bačvu.

Ovdje je vrlo pojednostavljeni prikaz solarnog spremnika izrađenog od bačve:

