

# IZRADA I SVOJSTVA SOLARNIH PLOČA

---

**Pedljo, Matea**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2019**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:146325>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-21**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite  
Stručni studij sigurnosti i zaštite

Matea Pedljo

# **IZRADA I SVOJSTVA SOLARNIH PLOČA**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2019.

Karlovac University of Applied Sciences  
Safety and Protection Department

Professional undergraduate study of Safety and Protection

Matea Pedljo

# **PRODUCTION AND PROPERTIES OF SOLAR PANELS**

Final paper

Karlovac, 2019.

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite

Stručni studij sigurnosti i zaštite

Matea Pedljo

# **IZRADA I SVOJSTVA SOLARNIH PLOČA**

ZAVRŠNI RAD

Mentor: dr.sc. Slaven Lulić, v. pred.

Karlovac, 2019.

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU  
ODJEL SIGURNOSTI I ZAŠTITE

**ZAVRŠNI ZADATAK**

Student: Matea Pedljo

Matični broj: 0248058440

Naslov: Izrada i svojstva solarnih ploča

Opis zadatka: U završnom radu objasniti će se solarni toplinski sustav, njegove glavne komponente, kao i upotreba solarnog sustava za grijanje vode. Pokazati će se kako funkcionira solarna termoelektrana, kao i sigurnosno tehnička oprema solarnih sustava.

Zadatak zadan:  
02/2019

Rok predaje rada:  
06/2019.

Predviđeni datum obrane:  
07/2019.

Mentor:  
dr.sc. Slaven Lulić

Predsjednik ispitnog povjerenstva:  
Ivan Štedul, v. pred.

## **PREDGOVOR**

Ovim putem bih se htjela zahvaliti svom mentoru dr.sc. Slavenu Luliću, v.pred. na ukazanom povjerenju i svoj pruženoj pomoći tijekom pisanja ovog rada koja uključuje nabavu materijala za pisanje rada. Isto tako ovim putem se zahvaljujem svojoj obitelji, prijateljima i svim suradnicima koji su na bilo koji način doprinjeli pisanju ovog rada.

## **SAŽETAK**

U završnom radu objasnit će se solarni toplinski sustav, njegovova izrada kao i glavne komponente te upotreba solarnog sustava za grijanje vode. Opisat će se kako funkcionira solarna termoelektrana, a pisati će se i o sigurnosno tehničkoj opremi solarnih sustava.

Ključne riječi: solarni kolektor, Sunčeva energija, toplina, solarni sustav.

## **SUMMARY**

The final work will explain the solar thermal system, it's main components, and the use of a solar water heating system. It will show how the solar thermal power plant works, and there will be talk of the safety technical equipment of solar systems and their impact on the environment.

Keywords: solar collector, solar energy, heat, solar system.

## Sadržaj

1. UVOD.....	1
2. ISKORISTIVOST SOLARNOG SUSTAVA .....	2
3. VRSTE.....	3
3.1. Solarni pločasti kolektori.....	3
3.1.1. Toplinski gubici pločastog kolektora .....	6
3.2. Vakuumski kolektori.....	7
3.2.1. Vakuumski kolektori s toplinskim cijevima.....	8
3.3. Moguće izvedbe postavljanja solarnih kolektora.....	10
3.3.1. Primjeri postavljanja solarnih kolektora u Hrvatskoj.....	12
4. IZRADA SOLARNIH KOLEKTORA.....	14
4.1. Materijali i alat .....	14
4.2. Pregled i izračun projekta.....	16
4.3. Apsorber .....	17
4.4. Limena krilca .....	18
4.5. Izolacija.....	18
4.6. Spajanje okvira i apsorbera .....	19
4.7. Prozirna ploča.....	19
5. SOLARNI TOPLINSKI SUSTAVI .....	20
5.1. Solarni sustavi za pripremu potrošne tople vode .....	20
5.1.1. Termosifonski solarni sustavi.....	20
5.1.2. Solarni sustavi s prisilnom cirkulacijom .....	21
5.1.3. Solarni sustav s ispuštanjem i povratom tekućine.....	23
5.2. Solarni sustavi za pripremu potrošne tople vode većih kapaciteta .....	24
5.2.1. Solarni sustav za pripremu potrošne tople vode kombinacijom dvaju spremnika i preslojavanjem .....	24
5.2.2. Solarni sustav za pripremu potrošne tople vode kombinacijom dvaju spremnika.....	26
5.3. Solarni sustavi za grijanje vode u bazenu.....	27
5.3.1. Solarni sustav za grijanje vode u bazenu s plastičnim apsorberom.....	27
5.3.2. Solarni sustav za zagrijavanje potrošne tople vode i vode u bazenu.....	30
5.4. Solarni sustavi za grijanje i pripremu potrošne tople vode.....	31
5.4.1. Solarni sustav za grijanje i pripremu potrošne tople vode s pomoću kombiniranog spremnika .....	31
6. SIGURNOSNO – TEHNIČKA OPREMA SOLARNIH SUSTAVA .....	33



6.1. Odzračni ventil .....	34
6.2. Odvajač zraka .....	34
6.3. Ekspanzijska posuda .....	34
6.4. Cirkulacijska crpka .....	35
6.5. Sigurnosni ventil .....	36
6.6. Nepovratni ventil.....	36
6.7. Sigurnosni graničnik temperature.....	36
6.8. Armatura za punjenje i pražnjenje .....	36
6.9. Toplinska izolacija.....	37
6.10. Izmjenjivač topline .....	37
6.11. Solarna regulacija .....	38
6.12. Termostatski miješajući automat.....	38
6.13. Recirkulacijski krug.....	39
7. ENERGETSKO – EKOLOŠKI DOPRINOS IZVEDENIH SOLARNIH SUSTAVA U REPUBLICI HRVATSKOJ .....	41
8. SOLARNE TERMOELEKTRANE .....	42
8.1. Solarne elektrane s paraboličnim tanjurastim kolektorima .....	42
9. POTICAJI I PROMIDŽBA SOLARNIH SUSTAVA .....	44
9.1. Ukupna potrošnja energije u privatnoj kući i mogućnosti uštede .....	44
8.2. Solarizacija Republike Hrvatske.....	45
8. ZAKLJUČAK.....	47

## 1.UVOD

S godinama razvoj tehnologije sve više i više napreduje te na taj način Sunce kao obnovljiv izvor energije dobiva na značaju. Obnovljive izvore energije dobivamo iz energije vode, vjetra, biomase, sunčevog zračenja i geotermalnu energiju. Poznato je da u određenim zemljama članica Europske unije mali proizvođači električne energije mogu prodavati proizvedenu struju na tržištu. Hrvatska se kao zemlja nalazi blizu samoga vrha što se tiče geografskog položaja koji je pogodan za proizvodnju električne energije.

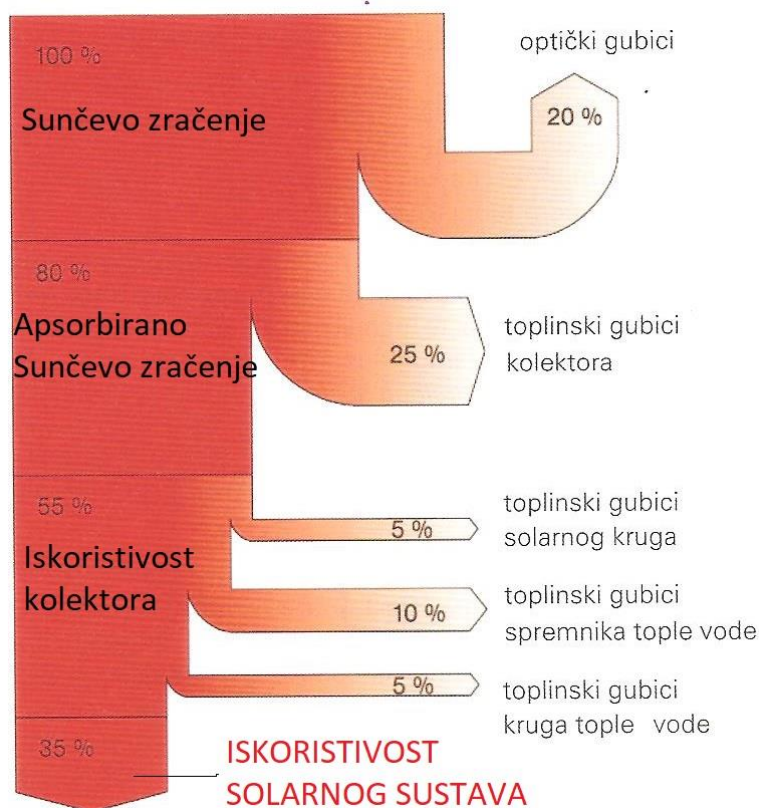
Najjednostavnija pretvorba Sunčeve energije je izravna pretvorba pomoću fotonaponskih ćelija čiji rad se temelji na fotoelektričnom efektu.

Što se tiče prednosti i nedostataka ovakvog sustava, pod prednosti možemo navesti to da je Sunčeva energija neiscrpna te da zahtjeva male pogonske troškove i osigurava dugogodišnji vijek trajanja. Pod nedostatke svrstavamo ovisnost o vremenskim uvjetima te zahtjevanje veće površine za veće elektrane.

[6]

## 2. ISKORISTIVOST SOLARNOG SUSTAVA

Iskoristivost solarnog sustava ovisi o nizu faktora. Tijek iskorištenja prikazan je na slici 67. iz koje možemo vidjeti da kada se od ukupnog 100 % Sunčeva zračenja odbiju optički gubici od 20 %, dobije se apsorbirano Sunčevo zračenje od 80 % u solarnom kolektoru. Toplinski gubici kolektora kreću se oko 25 %, stoga iskoristivost kolektora pada na 55 %. Međutim, kada se pridodaju toplinski gubici solarnog kruga od 5 % i toplinski gubici spremnika potrošne tople vode od 10 % kao i toplinski gubici kruga tople vode od 5 %, dolazimo do konačnog saznanja da je iskoristivost solarnog sustava oko 35 %.



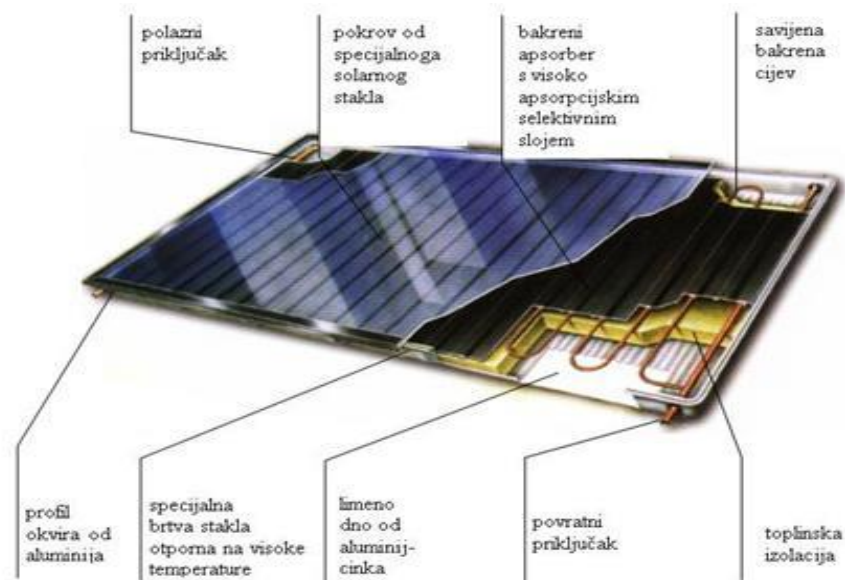
Slika 2.1. Iskorištenje Sunčeva zračenja kod solarnog sustava [1]

## **3. VRSTE**

### **3.1. Solarni pločasti kolektori**

Pločaste / ravne kolektore svrstavamo u sustave za pripremu potrošne tople vode i grijanje prostora. Njihova se instalacija izvodi tako da se na krov zgrade postave okrenuti prema jugu i nagnuti prema horizontali. Kut nagiba kolektora prema horizontali izabire se na način tako da kolektor bude najefikasniji u onom dijelu godine kad je najpotrebnija energija koju kolektor daje. U Hrvatskoj je uobičajeno korištenje nagiba kolektora od 35 do 45° što čini kompromis koji omogućuje da od proljeća do jeseni kolektor prima Sunčevo svjetlo prosječno 7 do 8 sati dnevno. Ukoliko težimo za opcijom da kolektor bude efikasniji zimi, a manje efikasan ljeti tada ga postavljamo strmije. Kada je u pitanju izbor vrste kolektora nikako se ne smije zaboraviti ekonomičnost, stoga je potrebno naći kompromis između efikasnosti i cijene kolektora. U tom slučaju potrebno je promatrati cijenu kolektora i cijenu čitavog sustava.

Solarni kolektor se smatra jednim od najvažnijih dijelova solarnog sustava za pripremu potrošne tople vode i / ili grijanje. Solarni kolektor je najjednostavniji uređaj za pretvaranje Sunčeve energije u toplinsku. Što se tiče same tehnologije izrade kolektora, ona je već potpuno usvojena, automatizirana i kolektori se proizvode u velikim serijama širom svijeta.



Slika 3.1. Presjek pločastog kolektora, Viessmann [1]

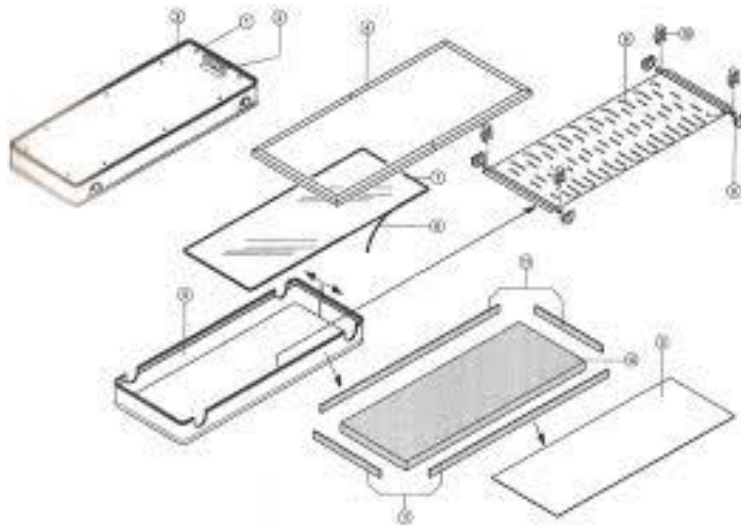
Pod glavni sastavni dio pločastog kolektora svrstavamo bakreni apsorber koji je presvučen slitinastim titanom koji osigurava visoko upijanje kratkovalnog Sunčeva zračenja i nisku emisiju dugovalnoga toplinskog zračenja.

Toplinski medij koji struji kroz bakrenu cijev koja se nalazi na apsorberu, preuzima toplinu apsorbera preko bakrene cijevi i odvodi je do spremnika topline. S obzirom da je apsorber okružen dobro izoliranim kućištem kolektora postižu se minimalni toplinski gubitci kolektora. Transmisija Sunčeva zračenja se povećava na način da se kolektor pokriva staklenom pločom s malim sadžajem željeza. Toplinska izolacija je otporna na visoke temperature.

Sastavni dijelovi pločastog kolektora:

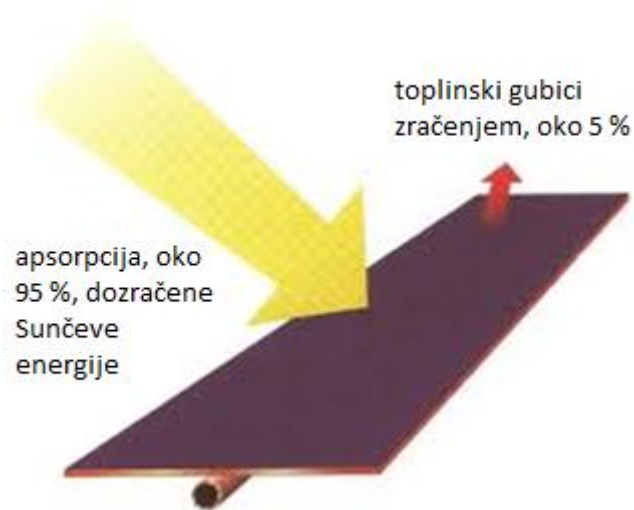
1. Pričvrzne točke lima kolektora
2. Pričvrсни lim kolektora
3. Limeno dno kolektora
4. Pokrivne letvice
5. Profil okvira
6. Silikonska brtvena masa
7. Stakleni pokrov
8. Bakreni apsorber kolektora

9. Provodnice spojne cijevi
10. Pričvršni dio
11. Bočna toplinska izolacija
12. Stražnja toplinska izolacija



Slika 3.2. Sastavni dijelovi pločastog kolektora [1]

Prva i najvažnija uloga kolektora je da što bolje apsorbira dozračenu Sunčevu energiju, te da ima što manje toplinske gubitke i na samom kraju što bolji prijenos topline s apsorbira na radni medij.



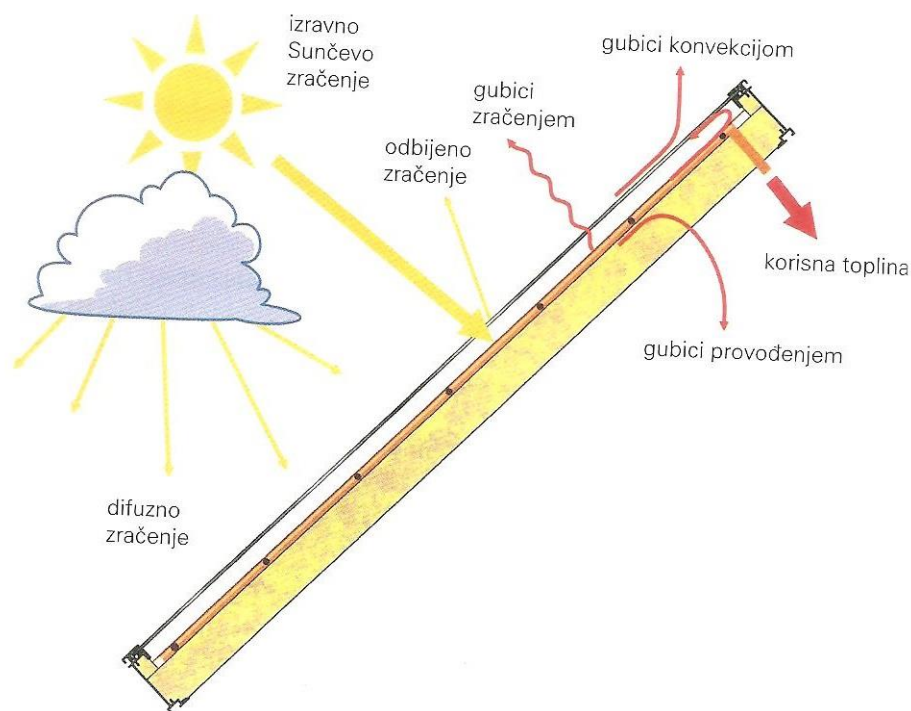
Slika 3.3. Funkcija kolektora [1]

Kako bi se smanjili toplinski gubici apsorbera, on se mora pokriti. Najpogodniji materijal je staklo, a osim stakla se također mogu koristiti i neke vrste plastičnih materijala. U današnje vrijeme kolektori imaju stakleni pokrov od 3 do 5 mm debljine. Kod solarnih pločastih toplinskih kolektora koriste se posebne vrste stakla iz razloga što je apsorpcija u prozorskom staklu relativno velika.

Pločasti kolektori koriste se za okomitu ili vodoravnu montažu. Montaža može biti na ravnom i kosom krovu te također postoji mogućnost ugradnje i na fasadama građevina.

### 3.1.1. Toplinski gubici pločastog kolektora

Putem provođenja, konvekcije i zračenja nastaju toplinski gubici apsorberske ploče kolektora u okolinu. Kroz stražnju stranu i kroz bočne strane toplina iz kolektora se gubi provođenjem kroz sloj izolacije i zatim konvekcijom i zračenjem u okolinu, a na prednjoj strani gubici nastaju zračenjem i konvekcijom što možemo vidjeti na slici 3.4.



Slika 3.4. Toplinski gubici i korisna toplina pločastog kolektora [1]

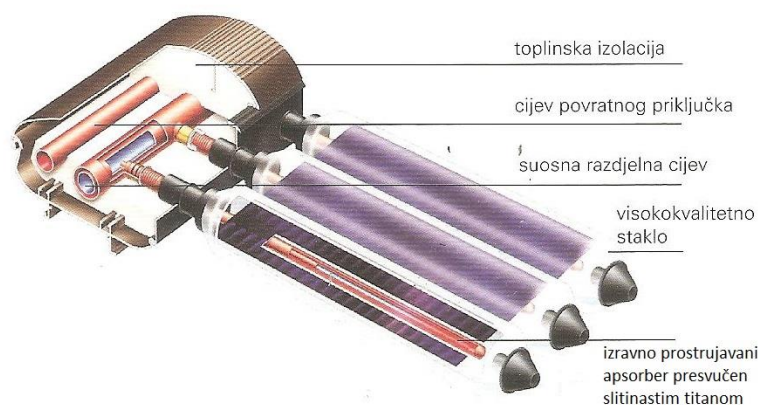
Jedan od najvažnijih parametara kolektora je koeficijent prolaza topline čije su tipične vrijednosti oko  $20 \text{ W/m}^2\text{K}$  za nepokriveni kolektor, oko  $8 \text{ W/m}^2\text{K}$  za neselektivni kolektor s dvostrukim pokrovom i oko  $2 \text{ W/m}^2\text{K}$  za vakuumske cijevne kolektore.

### 3.2. Vakuumski kolektori

Opisuju se kao izravno prostrujavani cijevni kolektori s visokom djelotvornošću iskorištenja Sunčeve energije. Poznato je više varijanti montiranja kao što su na kosom ili ravnom krovu, na fasadama ili nekoj slobodnoj površini. Kod kosih krovova kolektori se montiraju u uzdužnom, ali i u poprečnom smjeru. Konveksijski gubici između staklenih cijevi i apsorbera gotovo su zanemarivi, te najbolja toplinska izolacija osigurana je od strane vakuuma u staklenim cijevima. Stoga se može koristiti i slabo Sunčevo zračenje.



Kao izmjenjivač topline služi apsorber koji se nalazi na suosnoj cijevi kroz koju izravno struji toplinski medij koji se zagrijava i utječe u sabirnu cijev koja je polazni priključak prema spremniku topline.



Slika 3.5. Priključno kućište vakuumske cijevnog kolektora [1]

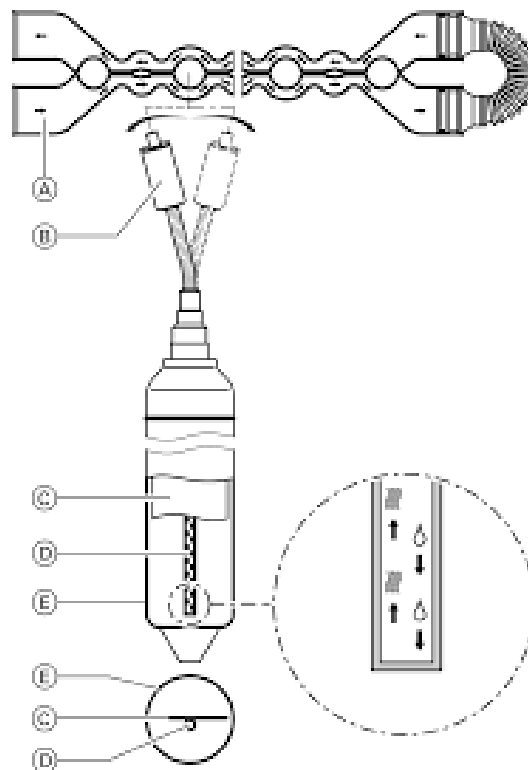
Cijevi vakuumskih kolektora optimalno se mogu usmjeriti prema Suncu i time optimalno iskoristiti energiju Sunčeva zračenja. Velikom prednošću se smatra površina apsorbera koja je integrirana u vakuumske cijevi i to rezultira neosjetljivošću na nečistoću. Toplinska izolacija priključnog kućišta je vrlo učinkovita te osigurava smanjene toplinske gubitke. U praksi vakuumske kolektore upotrebljavamo kod zagrijavanja pitke vode, ogrijevne vode i vode bazena. Isto tako postoji mogućnost upotrebe kod dobivanja procesne topline.

Što se tiče dimenzioniranja instalacije bitnu ulogu ima proračun potrebne površine kolektora, tj. Površine apsorbera. Tehnički podaci su bitna stavka kod proračuna solarnog doprinosa, a možemo ih pronaći u katalozima proizvođača ili na internetskim stranicama.

### 3.2.1. Vakuumski kolektori s toplinskim cijevima

Montiraju se na kosom krovu ili u slobodnoj montaži na ravnom krovu. Napunjena isparavajućom tekućinom toplinska cijev smještena je na apsorberu. Priključena je

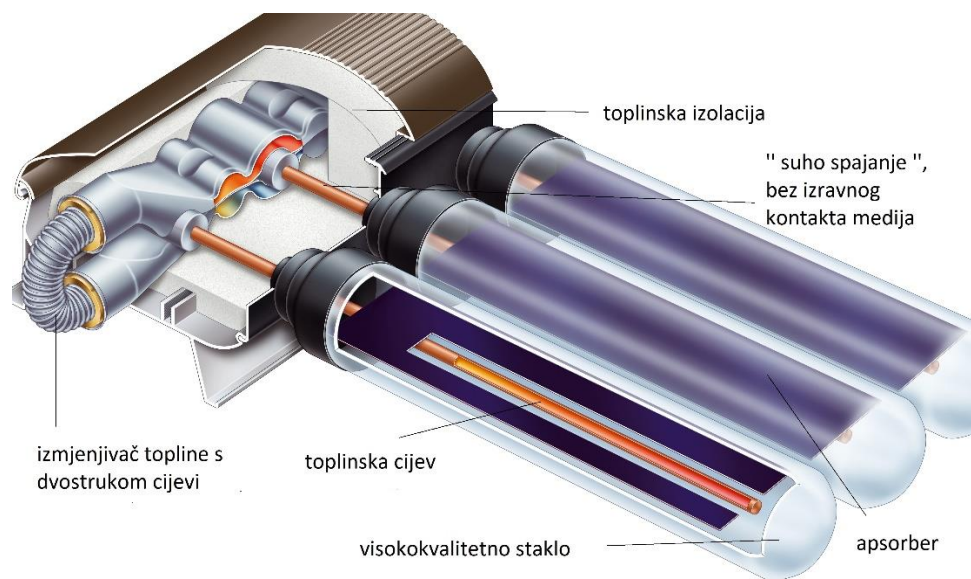
na kondenzator preko fleksibilnog spoja kojeg se može naći u dvocijevnom izmjenjivaču topline. Tijekom prijenosa topline s apsorbira na toplinsku cijev dolazi do isparavanja tekućine. Para putuje kroz kondenzator te se toplina predaje preko dvocijevnog izmjenjivača topline na prostrujavajući toplinski medij. Na taj način kondenzira para, te se kondenzat vraća u toplinsku cijev prema dolje i proces se ponavlja.



Slika 3.6. Vakuumski kolektori s toplinskim cijevima [2]

Kut nagiba kolektora mora iznositi najmanje  $25^{\circ}\text{C}$  u izmjenjivaču topline kako bi se osigurala cirkulacija isparavajuće tekućine.

Vakuumski cijevni kolektori s toplinskim cijevima izvode se kao kolektori s 2 ili 3  $\text{m}^2$ , tj. 20 ili 30 cijevi.

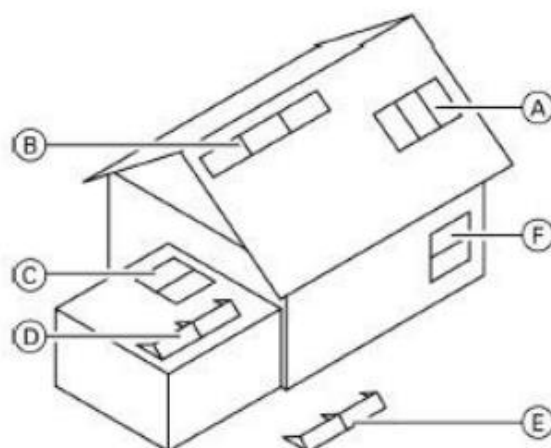


Slika 3.7. Priključno kućište vakuumskih kolektora s toplinskim cijevima [1]

Kolektorska polja spojena serijski moraju biti jedanko velika te se u tu svrhu isporučuju fleksibilne, toplinski izolirane, spojne cijevi zabrtvljene O – prstenima. Toplinska izolacija priključnog kućišta je izuzetno učinkovita te stoga smanjuje toplinske gubitke kolektora.

### 3.3. Moguće izvedbe postavljanja solarnih kolektora

Tijekom procedure postavljanja kolektora optimalan kut nagiba je 35 do 45°. Mogu se postaviti na način da se montiraju na kosi krov, ugrađuju u krov, ugrađuju u fasadu, postavljaju na ravni krov ili slobodna montaža. Moguće izvedbe postavljanja solarnih kolektora slikovito su prikazane na primjeru slike 3.8. Prilikom montiranja moraju se držati minimalni razmaci prema rubu krova.



Slika 3.8. Moguće izvedbe postavljanja solarnih kolektora [2]

Postavljanje kolektora može se vršiti i na čvrstoj montiranoj potkonstrukciji ili na betonskoj ploči. Montaže na betonskim pločama zahtjevaju osiguranje kolektora od klizanja i podizanja preko dodatnih utega. Ukoliko dođe do klizanja to rezultira pomicanjem kolektora na površini krova pod utjecajem vjetra.

### 3.3.1. Primjeri postavljanja solarnih kolektora u Hrvatskoj



Slika 3.9. Pločasti kolektori u okomitoj izvedbi, Jankomir – Zagreb [1]



Slika 3.10. Pločasti kolektori u vodoravnoj izvedbi, Vodostaj – Karlovac [1]



Slika 3.11. Vakuumski kolektori u vodoravnoj izvedbi, Pula [1]



3.12. Vakuumski kolektori na fasadi objekta, Špansko – Zagreb [1]

## 4. IZRADA SOLARNIH KOLEKTORA

Postoje brojni načini izrade kolektora. U ovom radu objasniti će se izrada kolektora površine malo manje od 2 m<sup>2</sup>. Jednostavnim izračunom se može utvrditi potreban broj kolektora, tj. površine potrebne u kućanstvu.

- Zima: površina kolektora = broj osoba ( m<sup>2</sup> )
- Ljeto: površina kolektora = broj osoba / 2 ( m<sup>2</sup> )

Uzmemo li za primjer kuću u Karlovcu ili okolini koja ima 4 ukućana zimi će biti potrebna minimalno dva kolektora, a ljeti će biti dovoljan i jedan kolektor. Ovakav izračun je napravljen na temelju umjerenog korištenja tople vode i sa korištenjem solarnih kolektora srednje efikasnosti. Ukoliko je potrebna točna procjena, do nje dolazimo na osnovu individualne potrebe za toplom vodom, geografskog položaja, efikasnosti sustava i udjelom solarnog grijanja.

### 4.1. Materijali i alat

Tab. 4.1. Tablica materijala [7]

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 <sup>2</sup>
bakrene cijevi	Ø22	2.5 m
bakrene cijevi	Ø15	10 m
bakreni T fitinzi	T 22/15/22	10
električarska žica	2.5 mm <sup>2</sup> (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 <sup>2</sup>
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

Alat potreban za izradu: električna bušilica, precizna stolarska ručna pila za drvo ili ubodna pila, križni odvijač, kutnik, pila za metal, čekić, gumeni čekić, metar, škare za lim, kliješta za vađenje čavla, skalpel, rezač za bakrene cijevi, žica za čišćenje bakrene cijevi, borer za drvo: 25 mm, borer za metal: 3 mm.

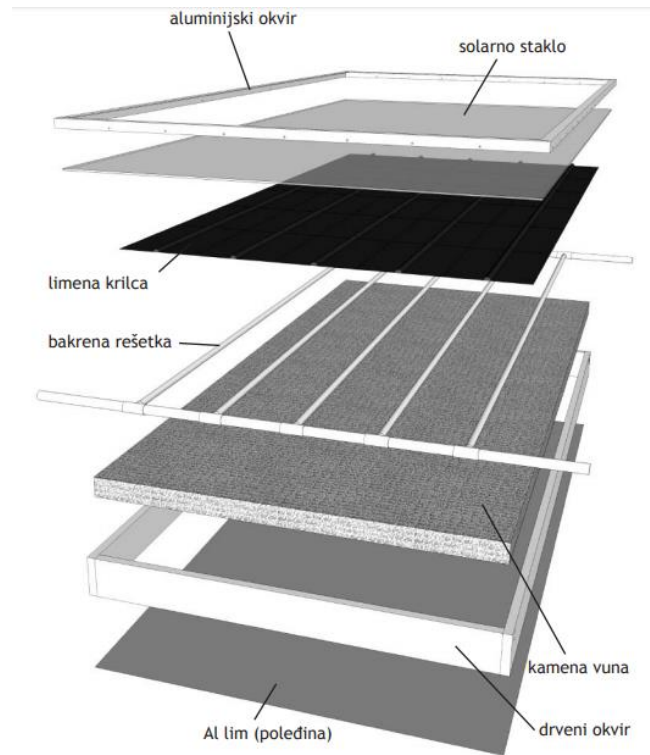


Slika 4.1. Alat za izradu [7]



## 4.2. Pregled i izračun projekta

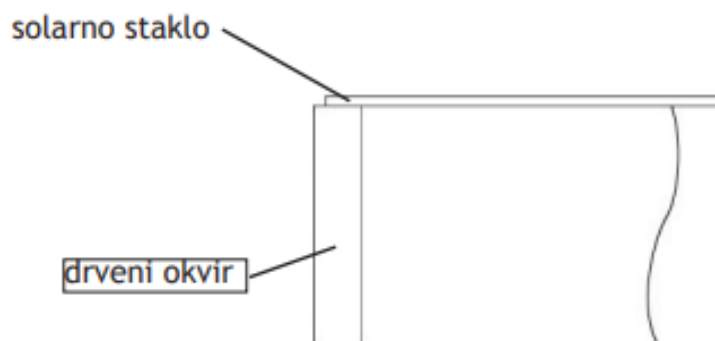
Prije samog početka izrade, potrebno je dobro proučiti cijeli projekt.



Slika 4.2. Sastavni dijelovi kolektora [7]

Prvo je potrebno izračunati precizno sve dijelove kolektora. Ukoliko se radi sa staklom, dimenzije kolektora i sve ostale dimenzije u kolektoru ovisit će o dimenzijama stakla. Solarno staklo je kaljeno i otporno na tuču te na bilo kakve druge mehaničke udarce, što znači da je toplinski obrađeno tako da se postigne visoka čvrstoća stakla. Što znači da se ne može rezati niti prilagođavati.

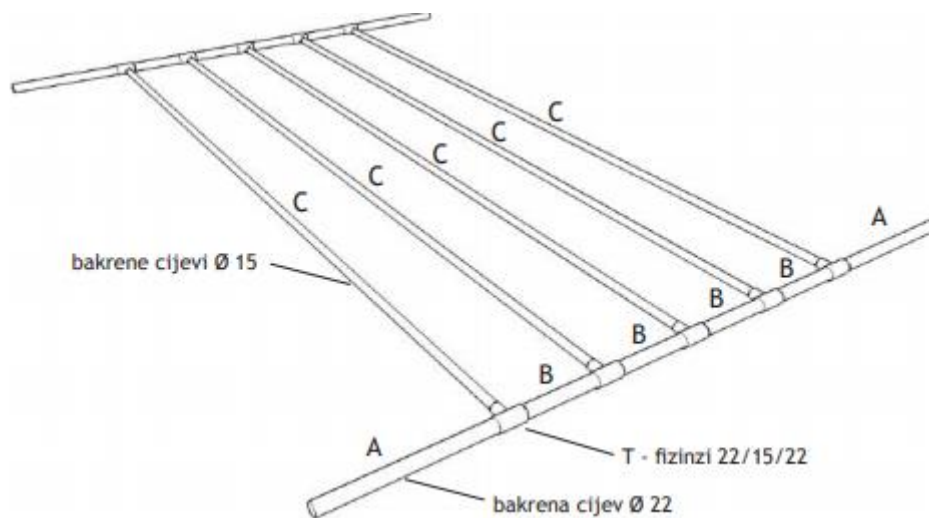
Najprije je potrebno izračunati dimenzije drvenog okvira. Na slici 4.3. je prikazano staklo kako " sjedi " na drvenom okviru tako da sa svake strane ima 5 mm prostora tako da se staklo može širiti i sakupljati uslijed zagrijavanja i hlađenja.



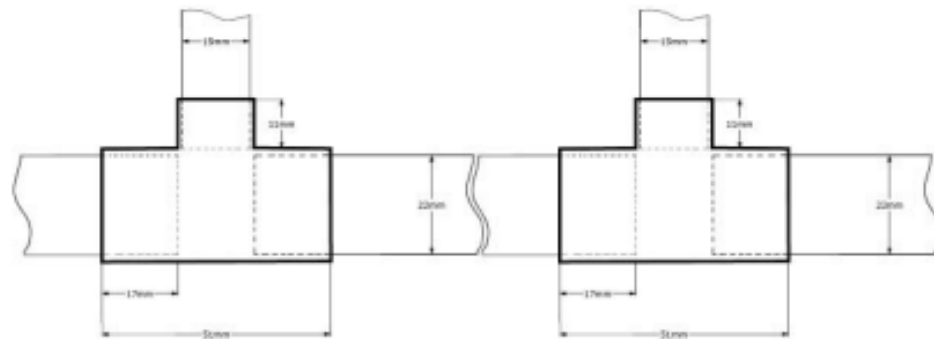
Slika 4.3. Drveni okvir i solarno staklo [7]

### 4.3. Apsorber

Gradnja solarnog kolektora započinje izgradnjom solarnog apsorbera, odnosno upijača energije. Apsorber je ključni dio kolektora i preko njega se Sunčeva svjetlosna energija pretvara u toplinsku. Sastoji se od bakrenih cijevi odnosno bakrene rešetke i aluminijskih limenih krilaca. Bakrena rešetka sastoji se od raznih komada cijevi i T – fittinga koji su prikazani na slici 4.4.



Slika 4.4. Bakrena rešetka [7]



Slika 4.5. Način spajanja T – fittinga [7]

Rezačem se režu bakrene cijevi koje je prethodno potrebno očistiti žicom. Nakon toga slijedi proces lotanja.

#### 4.4. Limena krilca

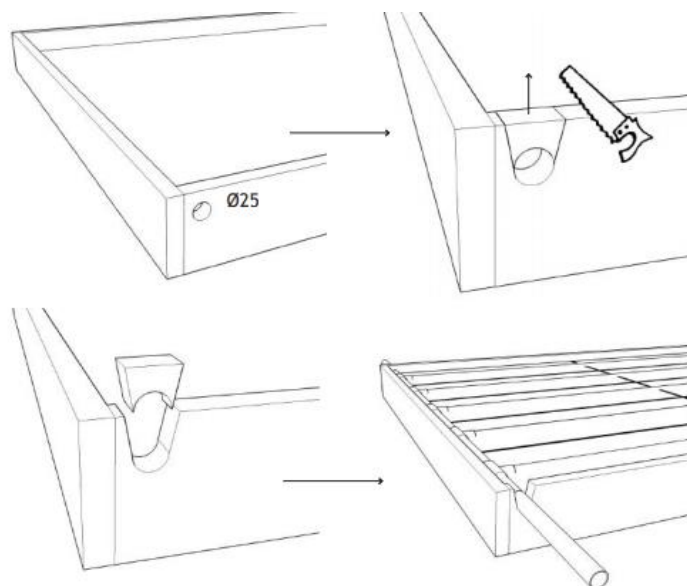
Korak koji slijedi je izrada limenih krilaca. Ona su pravokutnici izrezani iz aluminijskog lima s utorom u sredini, te se slažu na bakrenu rešetku tako da utorom prijanjaju uz bakrene cijevi. Krilca se režu iz limene ploče pomoću škara za lim. Nakon toga krilca se spajaju na bakrenu rešetku. Nakon spajanja apsorber je potrebno obojati crnom mat bojom koja je otporna na visoke temperature.

#### 3.5. Izolacija

U drveni okvir se stavlja vuna debljine 5 cm. Najjednostavnije se reže skalpelom te se na taj način prilagođava dimenzijama okvira. Pri radu s vunom obavezno se moraju koristiti zaštitne rukavice iz razloga što iritira kožu. Također je izuzetno bitno da se pri radu koristi i zaštitna maska za disanje koja sprječava udisanje štetne prašine. Iako je vuna prirodan materijal, ona industrijskom preradom prelazi u neprirodan oblik zbog kojeg se sićušna vlakna vune šire prostorom čim je se dotakne. Preko izolacije se stavlja zaštitna aluminijska folija, te se ista spaja za drvo klamericom ili čavlima s velikom glavom.

#### 4.6. Spajanje okvira i apsorbera

Tijekom ovog procesa najlakše je gotovi apsorber prisloniti uz okvir i označiti točke na kojima će se bušiti rupe za izlazne cijevi.



Slika 4.6. Način spajanja okvira i apsorbera [7]

#### 4.7. Prozirna ploča

Zadnji korak pri izradi solarnog kolektora je postavljanje staklene prozirne ploče. Vanjske dimenzije ploče trebaju biti manje od drvenog okvira tako da ploča prijanja uz okvir ali ne potpuno do ruba. Drveni okvir se premazuje običnim, prozirnim silikonom i zatim se na njega postavlja prozirna ploča. Nakon postavljanja prozirne ploče, rubove između stakla i aluminijskih profila je potrebno zabrtviti silikonskim kitom.

## **5. SOLARNI TOPLINSKI SUSTAVI**

### **5.1. Solarni sustavi za pripremu potrošne tople vode**

U današnje vrijeme korištenje Sunčevom energijom za pripremu potrošne tople vode ima vrlo široko područje primjene. Stanovništvo ima potrebu za toplom vodom tijekom cijele godine, pa se iz tog razloga instalirani solarni sustav stalno koristi.

Republika Hrvatska smještena je na položaju koji je pogodan za pretvorbu energije Sunčeva zračenja u toplinsku za pripremu potrošne tople vode i/ili grijanja.

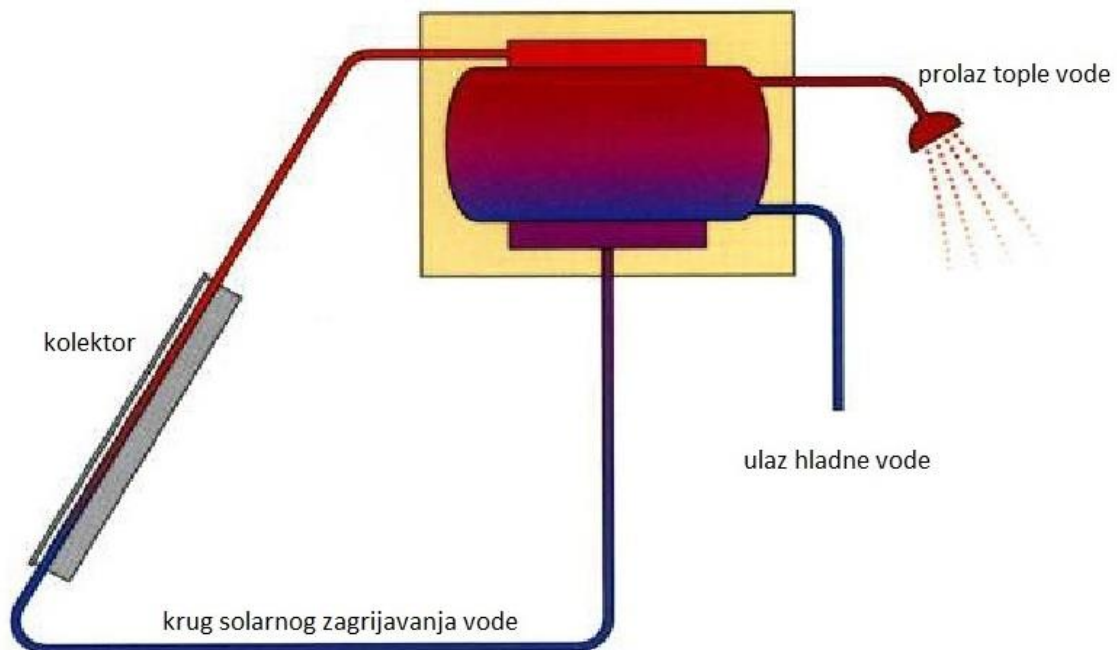
Povećana potrošnja električne energije zabilježena je u priobalnom području te na otocima. Razlog toga je porast ugradnje sustava klimatizacije. U tim područjima za pripremu potrošne tople vode koriste se električni bojleri. Ukoliko se zamijene slarnim toplinskim sustavima može doći do znatne uštede električne energije.

Istraživanja tvrde da je samo tijekom 2008. godine tržište solarnih toplinskih kolektora u Europskoj uniji ostvarilo snažan rast od 60 % u odnosu na 2007. godinu. Tijekom 2008. godine na području Europske unije ukupno je instalirano blizu 4,8 milijuna kvadratnih metara solarnih toplinskih kolektora, što odgovara toplinskoj snazi od 3 400 MW.

#### **5.1.1. Termosifonski solarni sustavi**

Najjednostavniji solarni sustav za pripremu potrošne tople vode radi na tzv. termosifonskom načelu. Zagrijana voda prolazi kroz kolektor i cirkulira zbog razlike u gustoći toplije vode na vrhu i hladnije na dnu sustava. Zbog manje gustoće zagrijana voda se diže nad hladnu vodu i tako nastaje prirodna cirkulacija koja je zaslužna za prijenos topline iz kolektora u spremnik. Jednostavnost i učinkovitost najbolje opisuju termosifonske solarne sustave, osobito u područjima s velikom instalacijom. Takvi sustavi nemaju crpku, izmjenjivače topline, temperature osjetnike, mjerače protoka i tlaka, automatiku kao i niz drugih elemenata armature, naročito u solarnom krugu. Stoga za pogon nisu potrebne crpke kao ni električna energija za pogon istih. Kao što kod svega postoje prednosti, tako postoje i

nedostaci. Kod termosifonskih solarnih sustava nedostak ponekad može biti manjak prostora. Razlog tome je što spremnik mora biti iznad kolektora, minimalno 20 cm iznad gornjeg kolektorskog ruba. U potkrovlju mora biti dovoljno mjesta za teški i visoki spremnik što u suštini stvara problem ukoliko se 'borimo' s manjkom prostora. Iz toga razloga se često, osobito na krov, postavljaju vodoravni spremnici topline, kao što je prikazano na slici 5.1.

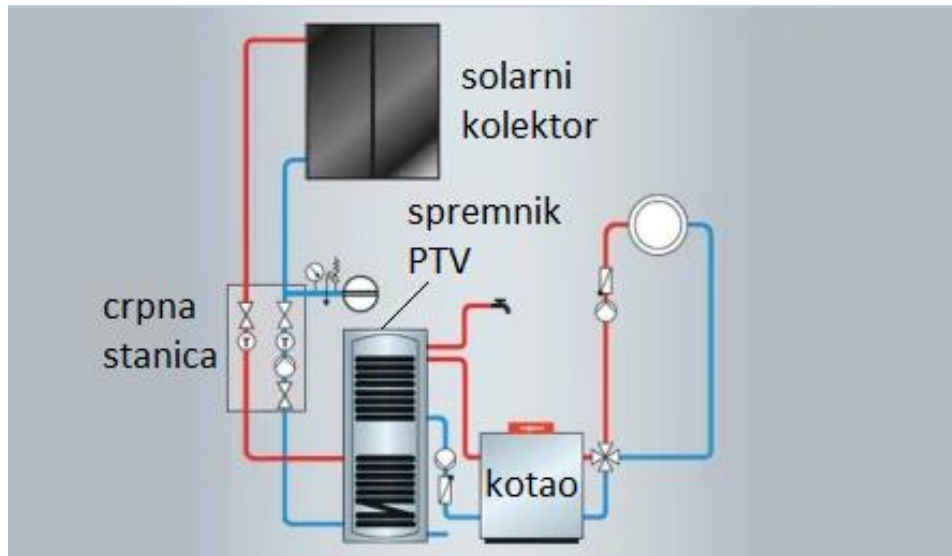


Slika 5.1. Termosifonski solarni sustav s horizontalnim spremnikom [1]

### 5.1.2. Solarni sustavi s prisilnom cirkulacijom

Solarni sustav s prisilnom cirkulacijom složeniji je od termosifonskoga, međutim ima i niz prednosti pa se više koristi. Takav sustav ne zahtjeva položaj spremnika iznad kolektora stoga protok može biti brži, lakše se izvode izmjenjivači topline i sl. Obično je smješten u podrumu zgrade gdje je i kotao za grijanje. To je izuzetno bitna stvar jer se tako solarni sustav za pripremu potrošne tople vode može nadograditi na postojeći kotao za grijanje i pripremu potrošne tople vode objekta.

Postiže se postavljanjem solarnih kolektora na krov objekta ili fasadu. Na taj način omogućeno je smanjenje potrošnje primarnog energenta kao što je loživo ulje, plin, električna energija i sl. do 50%. Isto tako smanjuje se i onečišćenje okoliša emisijom stakleničkih plinova. Solarni sustav za pripremu potrošne tople vode s ugrađenom crpkom i prisilnom cirkulacijom prikazan je na slici 5.2.



Slika 5.2. Shema solarnog sustava za pripremu potrošne tople vode s crpkom

Glavne komponente solarnog sustava za pripremu potrošne tople su : kolektor, spremnik topline, crpka, regulacija te pomoćni kotao. Na slici 5.2. opisan je proces koji započinje skupljanjem topline u kolektoru koja se odvodi u dobro izolirani spremnik topline uz pomoć crpke solarnog kruga. Crpka solarnog kruga se uključuje jedino ako je temperaturna razlika između osjetnika temperature medija u kolektoru i osjetnika temperature u spremniku viša od uključene temperature razlike. Isto tako isključuje se kada ta razlika temperature posatne vrlo mala. Sigurnosni graničnik temperature osigurava isključivanje crpke solarnog sustava kod temperature 90°C.

Što je temperatura apsorbera niža to sustav radi efikasnije. Kako bi se to postiglo, potrebno je da u spremniku postoji temperaturni gradijent, tj. da temperatura vode

pri dnu spremnika, gdje se nalazi solarni izmjenjivač topline bude što niža. To zahtjeva ugradbu električnog grijača pri vrhu spremnika, odnosno iznad solarnog izmjenjivača topline. Da bi se postigao temperaturni gradijent, spremnik topline trebao bi biti u obliku visokog i uskog valjka.

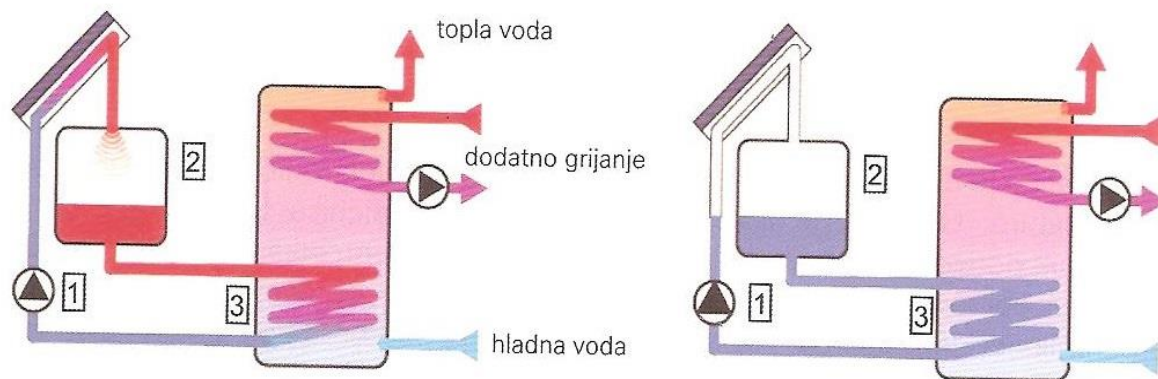
Sustav se obično sastoji od 4 – 6 m<sup>2</sup> kolektorske površine i spremnika od 200 do 400 litara vode. Iz toga možemo izdvojiti 50 – 70 litara za svaki kvadratni metar kolektora. Potrebna temperatura tople vode iznosi između 45 – 60°C. U većini slučajeva smatra se da je potrošnja vode te temperature približno od 40 do 60 litara po osobi i danu.

### **5.1.3. Solarni sustav s ispuštanjem i povratom tekućine**

Sustav koji je poznat pod nazivom Drain-Back-System u normalnom radu kada postoji temperaturna razlika između kolektora i spremnika topline, odnosno kada je temperaturna razlika između osjetnika temperature medija u kolektoru i osjetnika temperature u spremniku viša od uključene temperaturne razlike, crpka solarnog kruga je uključena.

Ali u slučaju da se solarni sustav isključi, na primjer ukoliko dođe u jednom trenu do prekida u opskrbi električnom energijom crpke, ili u slučaju da temperatura kolektora prekorači dopuštenu temperaturu postavljenu na solarnoj regulaciji, ta regulacija automatski ispušta medij iz solarnog kruga. To označava prestanak rada crpke solarnog kruga te rezultira slobodnim padom medija u prihvatnu posudu. Samim tim je spriječena mogućnost pregrijavanja solarnog medija u kolektorima, a time je zaštićena ta tekućina. Obje situacije su slikovito prikazane na slici 5.3.





Slika 5.3. Načelo rada solarnog sustava s ispuštanjem i povratom tekućine [1]

## 5.2. Solarni sustavi za pripremu potrošne tople vode većih kapaciteta

Kako smo upoznati s radom solarnih sustava tako i znamo da ukoliko dođe do vremenskih neprilika kao što je kiša, solarni sustav neće dati dovoljno toplinske energije. Iz tog razloga bitno je da u sustavu imamo veliku količinu vode koja može pohraniti Sunčevu energiju u vremenu kada ima Sunca. To će nam omogućiti korištenje tople vode kada Sunca nema, na primjer ujutro, navečer ili tijekom vremenskih nepogoda.

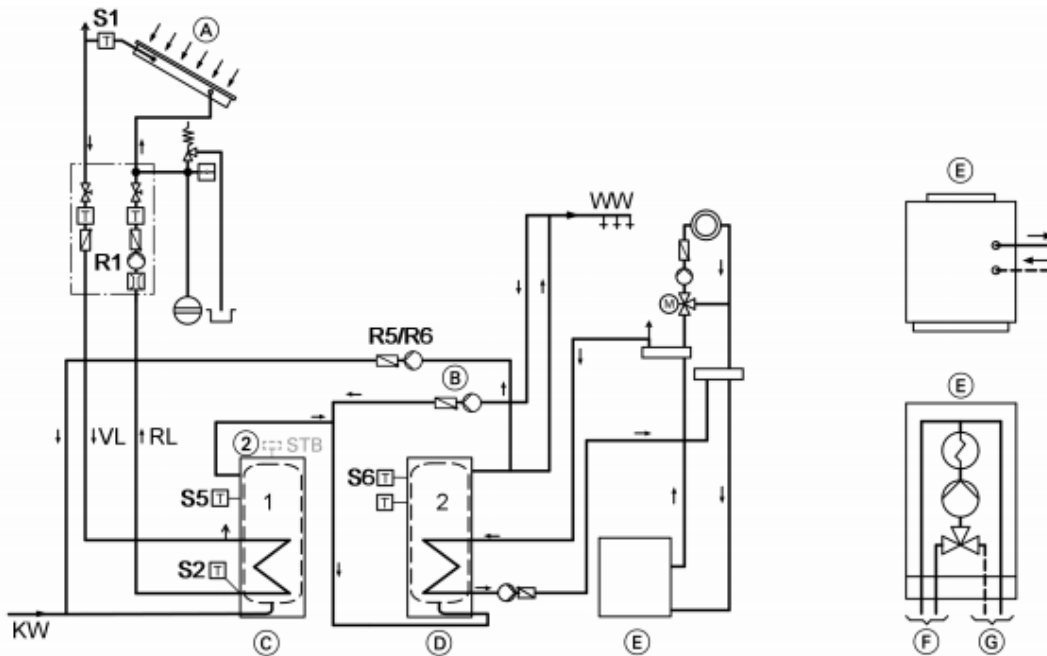
Republika Hrvatska kao jedna od članica Europske unije ima neusporedivo bolje preduvjete za korištenje Sunčevom energijom u većim objektima od većine zemalja članica. Pod veće objekte svrstavamo na prvom redu hotele, zatim bolnice, učeničke i studentske domove itd.

Iako imamo predispozicije da budemo na samom vrhu, statistika s druge strane pokazuje drugačije rezultate. Naime, Hrvatska se nalazi na samom dnu Europe po instaliranim sustavima za korištenje Sunčevom energijom.

### 5.2.1. Solarni sustav za pripremu potrošne tople vode kombinacijom dvaju spremnika i preslojavanjem

Na slici 5.4. ukratko je prikazana shema sustava pripreme potrošne tople vode solarnom energijom korištenjem dvaju spremnika. Ukoliko je temperaturna razlika

između osjetnika temperature kolektora i osjetnika temperature spremnika viša od temperaturne razlike uključnja, tada se spremnik PTV 1 zagrijava energijom Sunčeva zračenja s pomoću solarnih kolektora. Samim time se uključuje i crpka solarnog kruga R1.



Slika 5.4. Shema solarnog sustava za pripremu potrošne tople vode kombinacijom dvaju spremnika i preslojavanjem [1]

Ukoliko dođe do prekoračenja temperaturne razlike isključenja, crpka R1 se isključuje. Isto tako u slučaju prekoračenja elektroničkog ograničenja temperature regulacije ili temperature postavljene na sigurnosnom graničniku temperature.

Ako je temperaturna razlika između osjetnika S5 i S6 veća od uključene temperaturne razlike ili u slučaju da postoji potreba za dodatnom funkcijom za zagrijavanje potrošne tople vode, tada se uključuje crpka za preslojavanje označena kao R5/R6, te u slučaju potkoračenja temperaturne razlike isključenja ista se gasi.

Proces cirkulacije odvija se preko obaju spremnika PTV-a. Tim putem se voda zagrijava u spremniku PTV-a 1 doprema u spremnik PTV-a 2. Spremnik PTV-a 2

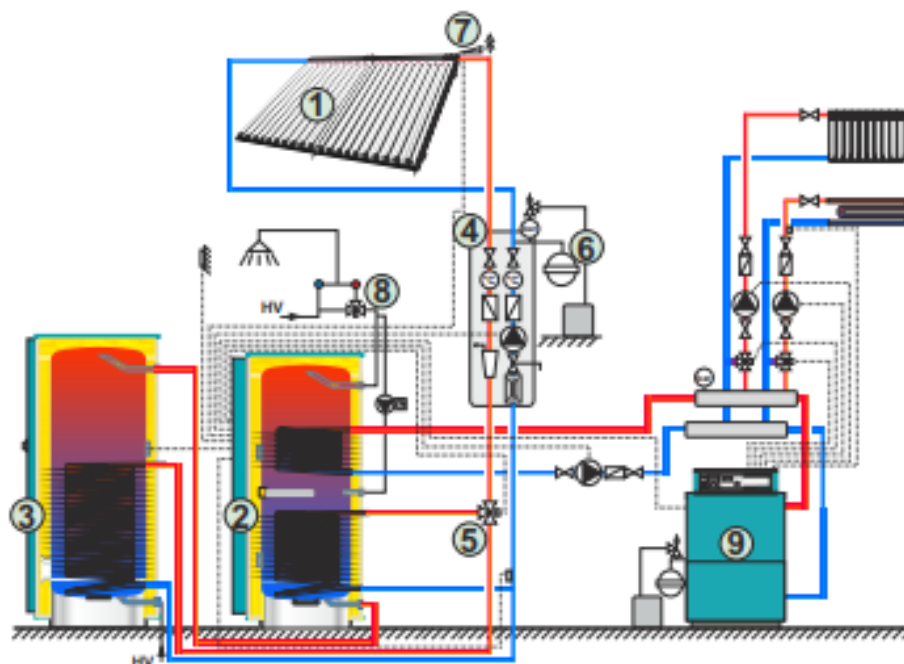
se na taj način zagrijava i solarnom energijom. Ta shema rada izuzetno je bitna pri pripremi potrošne tople vode većih kapaciteta.

U jednom trenu nastupi period u kojem energija Sunčeva zračenja nije dostatna za zagrijavanje potrošne tople vode. U tom slučaju kotao zagrija spremnik PTV-a 2. Cirkulacijska crpka pod oznakom B, ako je potrebna, uključena je, a crpka za preslojavanje pod oznakom R5/R6 isključena je tako da se cirkulacija potrošne tople vode odvija samo preko spremnika PTV-a 2.

### **5.2.2. Solarni sutav za pripremu potrošne tople vode kombinacijom dvaju spremnika**

Preko cirkulacijske crpke solarnog kruga solarni kolektori zagrijavaju prvo prioritetni solarni spremnik do njegove maksimalno postavljene temperature koja seže od 60 – 90°C. Zatim regulacija preko ogranka crpke solarnog kruga prebacuje zagrijavanje na drugi, akumulacijski spremnik koji je prikazan na slici 5.5. Ukoliko dođe do velike potrošnje i temperatura u prvom, prioritetnom solarnom spremniku padne, tada regulacija prebacuje zagrijavanje na prvi solarni spremnik.

Gornji dio prioritetnog spremnika se zagrijava na željenu temperaturu uz pomoć kotla za grijanje ukoliko se energijom Sunčeva zračenja ne može postići zadana temperatura potrošne tople vode. Taj kotao može biti na loživo ulje, plin, biomasu ili se u prioritetni spremnik ugradi elektrogrijač. Proces se odvija na način da hladna voda ulazi u akumulacijski spremnik, a izlaz vode iz toga spremnika ulazi u prioritetni spremnik iz kojeg izlazi topla voda za trošila.



Slika 5.5. Shema solarnog sustava za pripremu potrošne tople vode kombinacijom dvaju spremnika [3]

### 5.3. Solarni sustavi za grijanje vode u bazenu

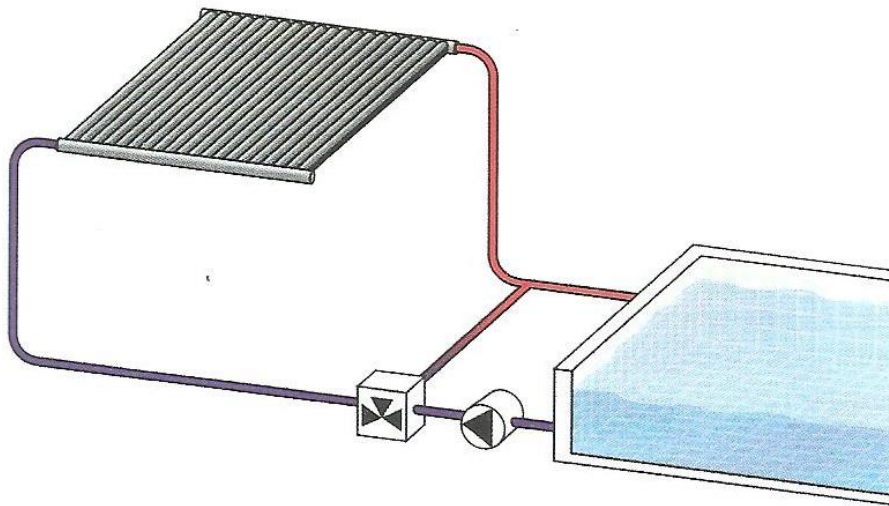
Solarni sustavi iz godine u godinu imaju sve veću primjenu širom svijeta. Kao razlog tome se može navesti porast cijene energenata. Stoga je korištenje Sunčeve energije za grijanje prostora i pripremu potrošne tople vode kao i zagrijavanje vode u bazenima izuzetno popularno.

Kod takvih sustava mogu se koristiti pločasti i vakuumski kolektori iako se najčešće koriste ravni apsorberi od polipropilena i etilen – propilena. Isto tako kao apsorber može poslužiti i termoplastika ili PVC folija, naročito za grijanje vode bazena ljeti, što je u krajnjem slučaju i najjeftinije.

#### 5.3.1. Solarni sustav za grijanje vode u bazenu s plastičnim apsorberom

Putem slike 5.6. objašnjen je princip zagrijavanja vode u jednom bazenu uz pomoć ravnog apsorbera. Proces polazi od crpke koja uzima vodu iz donjeg dijela bazena koja se prolaskom kroz apsorber zagrijava i odvodi u gornji dio bazen. Bazen se obično prekriva pokrivačem na motorni pogon ili plutajućom izolacijom koja pokriva

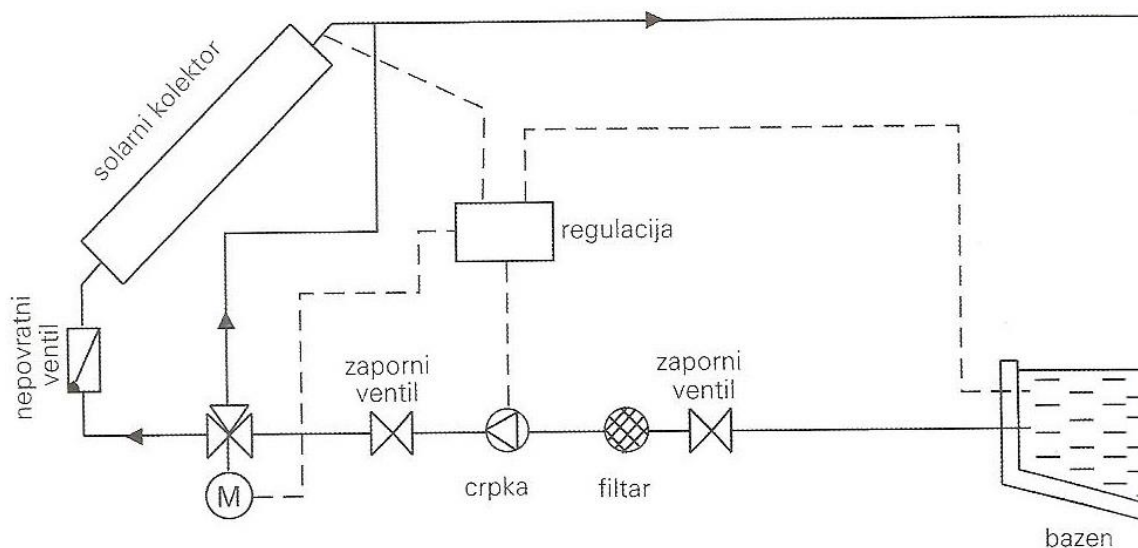
gornju površinu otvorenog bazena. Razlog toga su toplinski gubici do kojih dolazi ishlapljivanjem, konvekcijom i zračenjem.



Slika 5.6. Solarni sustav za grijanje bazenske vode s plastičnim apsorberom [1]

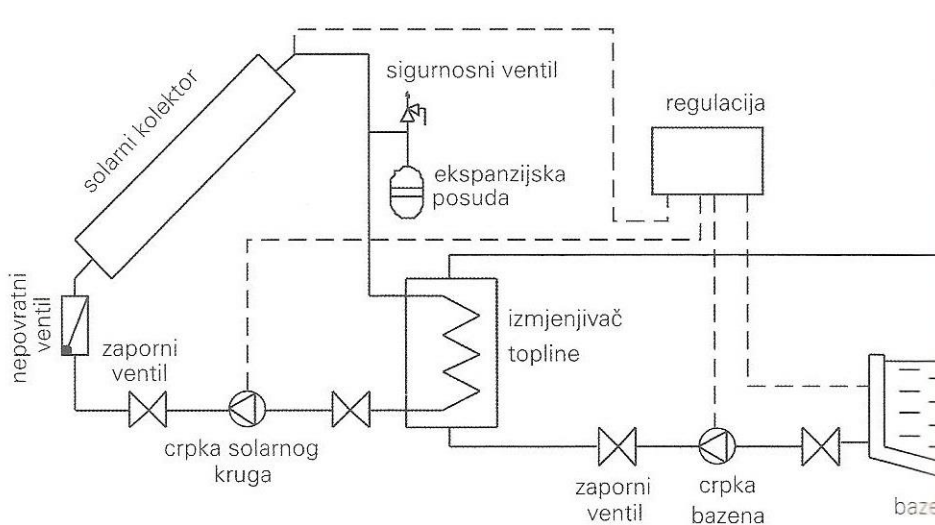
Hrvatska se smatra jednom od pogodnijih zemalja za zagrijavanje vode u bazenima korištenjem Sunčeve energije, naročito u priobalju, zaobalju i na otocima.

Na slici 5.7. prikazan je princip zagrijavanja vode u bazenu bez izmjenjivača topline i s otvorenim cirkulacijskim krugom. Bazenska voda cirkulira u sustavu putem filtra do solarnih kolektora kod kojih se zagrijava te tako zagrijana dolazi u bazen. Tijekom zime se voda iz sustava mora ispustiti jer postoji opasnost od pucanja kolektora i cijevi. Regulacija uspoređuje temperature na kolektoru i u bazenu te kada je postignuta pozitivna temperaturna ralika, odnosno kada je temperatura na kolektoru viša od tražene temperature vode u bazenu, moguće je zagrijavanje vode u bazenu.



Slika 5.7. Shema solarnog sustava za zagrijavanje vode u bazenu bez izmjenjivača [1]

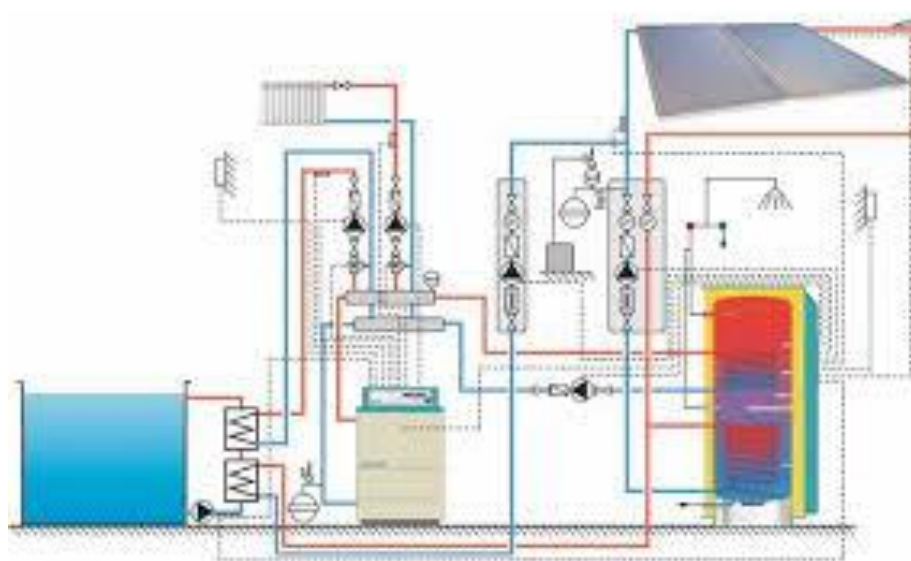
Na slici 5.8. prikazan je postupak zagrijavanja vode u bazenu uz pomoć solarnog sustava sa izmjenjivačem topline. Prikazan dva cirkulacijska kruga povezana su sa izmjenjivačem topline. S lijeve strane nalazi se zatvoreni solarni krug, dok je s desne strane otvoreni cirkulacijski krug bazenske vode. Solarni krug se može napuniti medijem protiv smrzavanja kao na primjer glikolom.



Slika 5.8. Shema solarnog sustava za zagrijavanje vode u bazenu s izmjenjivačem [1]

### 5.3.2. Solarni sustav za zagrijavanje potrošne tople vode i vode u bazenu

Potrošna topla voda zagrijava se putem solarnih kolektora sve dok je temperaturna razlika između osjetnika temperature kolektora i osjetnika temperature spremnika PTV-a viša od temperaturne razlike postavljene na solarnoj regulaciji. U tom trenutku crpka solarnog kruga je uključena, a isključuje se u slučaju potkoračenja temperaturne razlike ili prekoračenja ograničenja temperature. Drugim riječima temperature postavljene na sigurnosnom graničniku temperature ukoliko je potreban.



Slika 5.9. Shema solarnog sustava za zagrijavanje potrošne tople vode i vode u bazenu [3]

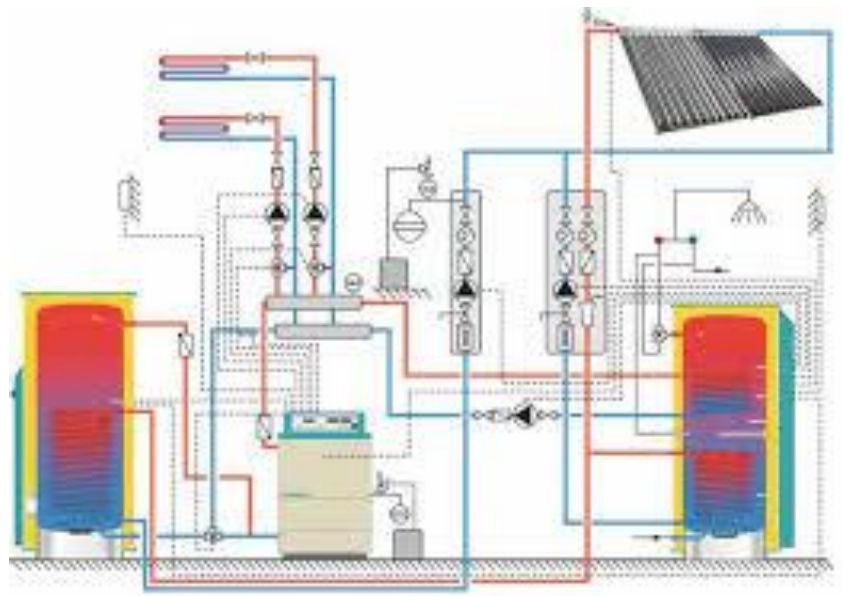
Proces zagrijavanja vode u bazenu može započeti tek kada se postigne zadana temperatura spremnika PTV-a. Postupak se odvija preko ogranka solarne crpke i donjeg izmjenjivača ako je temperaturna razlika između osjetnika temperature kolektora i osjetnika temperature bazena veća od postavljene temperaturne razlike. Pri postizanju zadane maksimalne temperature bazena, crpka se isključuje. Voda se također može zagrijati i preko uljnog, plinskog ili kotla na biomasu i gornjeg izmjenjivača ukoliko energija Sunčeva zračenja nije dostatna za zagrijavanje vode u bazenu.

## 5.4. Solarni sustavi za grijanje i pripremu potrošne tople vode

Primjena solarnih toplinskih kolektora ima široko područje, pa se tako koriste i za zagrijavanje ogrijevne vode. Ta potpora grijanju osobito je učinkovita za grijanje prostora u vrijeme prijelaznog razdoblja u proljeće i jesen.

### 5.4.1. Solarni sustav za grijanje i pripremu potrošne tople vode s pomoću kombiniranog spremnika

Kada je ispunjen uvjet da je temperaturna razlika viša od one postavljene u regulaciji između osjetnika temperature kolektora i osjetnika temperature spremnika, tada solarni kolektori preko cirkulacijske crpke solarnog kruga prvo zagrijavaju prioritetni solarni spremnik. Spremnik kao takav je nešto manjeg obujma te postiže maksimalnu postavljenu temperaturu od 60 – 90° C. Kada je postignuta zadana temperatura u prioritetnom spremniku, tada regulacija preko ogranka crpke solarnog kruga prebacuje zagrijavanje na drugi, akumulacijski spremnik. Taj spremnik služi za grijanje i prikazan je na slici 5.10.



Slika 5.10. Solarni sustav za grijanje i pripremu potrošne tople vode kombinacijom dvaju spremnika [3]



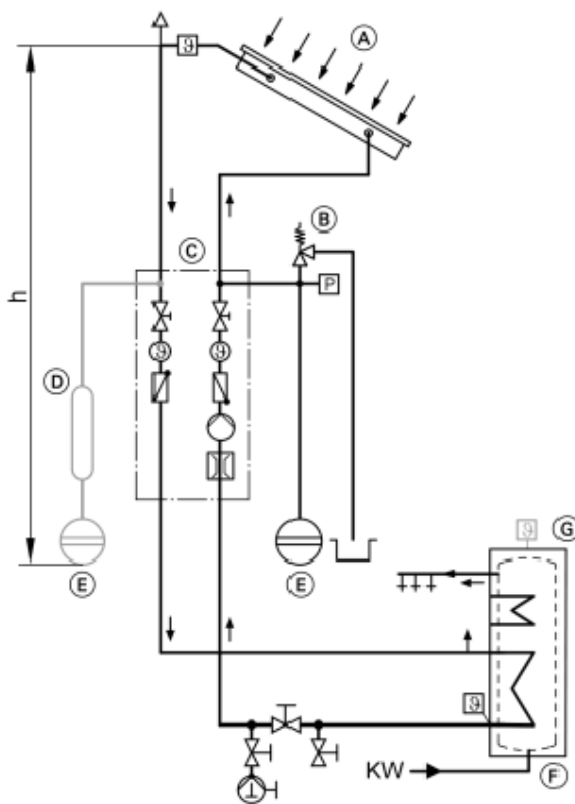
Ukoliko imamo želju za grijanjem prostora putem solarne energije tada trebamo osigurati potrebne stvari. Jedna od njih je akumulacija odnosno negdje pohranjena toplinska energija. Kod takvog slučaja solarnom sustavu dodajemo jedan akumulacijski spremnik koji će se zagrijavati isključivo kada se postigne zadana temperatura u prioritetnom spremniku.

Grijanje putem akumulacijskog spremnika se odvija kada se između osjetnika temperature akumulacijskog spremnika i osjetnika temperature povratnog voda kruga grijanja izmjeri razlika temperature koja je viša od one postavljene u regulaciji. U tom trenutku dolazi do uključivanja 3-putnog preklopnog ventila i povratna voda grijanja se preko akumulacijskog spremnika odvodi u kotao za grijanje.

Kada se ne može postići zadana temperatura potrošne tople vode putem energije Sunčeva zračenja, tada se gornji dio prioritetnog spremnika zagrijava na željenu temperaturu, a pri tome mu pomaže kotao za grijanje koji može biti na loživo ulje, plin, biomasu ili se ugradi elektrogrijač. Hladna voda ulazi samo u prioritetni solarni spremnik gdje se zagrijava i širi prema potrošnim mjestima.

## 6. SIGURNOSNO – TEHNIČKA OPREMA SOLARNIH SUSTAVA

Svaki solarni sustav mora imati sigurnosno-tehničku opremu koja je prikazana na slici 6.1.



Slika 6.1. Shema solarnog sustava sa sigurnosno-tehničkom opremom [1]

Gdje je:

- A. Kolektor
- B. Sigurnosni ventil
- C. Solar – Divicon
- D. Predspojna posuda
- E. Ekspanzijska posuda
- F. Bivalentni spremnik PTV-a
- G. Sigurnosni graničnik temperature
- H. Statička visina

### **6.1. Odzračni ventil**

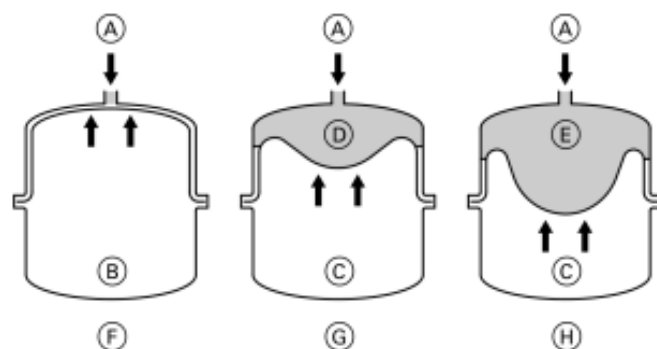
Odzračni ventil služi za odzračenje solarnog kruga, kolektora i ostalih instalacija kako bi se omogućio učinkovit i nesmetan rad sustava solarnog sustava. Kod puštanja u pogon solarnih instalacija dolazi do stvaranja zraka u instalaciji. Iz tog razloga vrlo bitno je ugraditi odzračnik u polazni vod kolektora na pristupačnom mjestu kao što su crpka ili izmjenjivač topline u smjeru strujanja. Na taj način zrak može izići prije nego što stigne do tih teško odzračivih komponenti.

### **6.2. Odvajač zraka**

Dio koji se ugrađuje u polazni vod solarnog kruga po mogućnosti ispred ulaza u spremnik potrošne tople vode.

### **6.3. Ekspanzijska posuda**

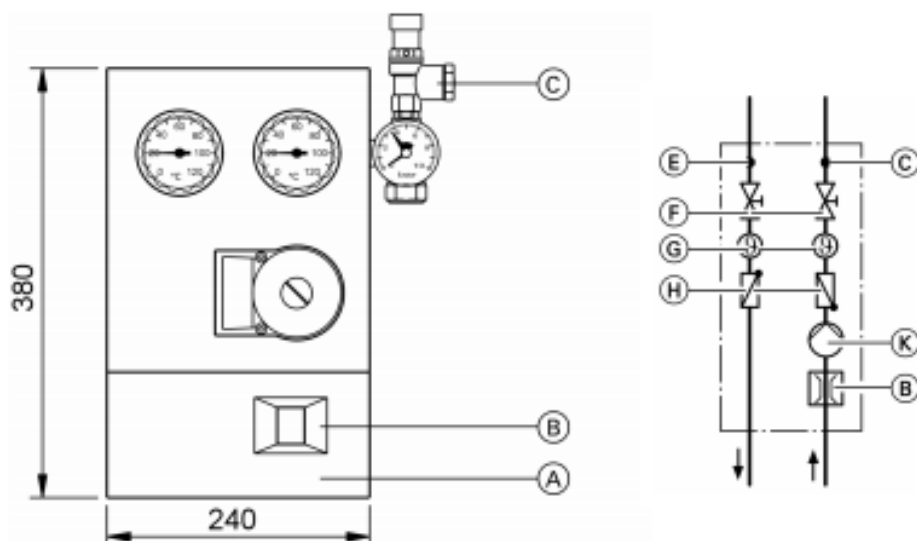
Ekspanzijska posuda namjenjena je za preuzimanje viška tlaka u zatvorenom sustavu centralnog grijanja, sustavu sanitarne vode i solarnom sustavu. Tijekom zagrijavanja tekućine u zatvorenom sustavu, tekućina povećava svoju zapremninu. Posljedica takvog širenja je povećanje tlaka u sustavu i prelijevanje tekućine iz sustava u ekspanzijsku posudu. Posuda sadrži membranu dok je s druge strane napunjena dušikom. Kako se tlak širi, na taj način djeluje na membranu koja se potiskuje i tako drži izjednačen tlak vode u cijevima sustava. Cijeli proces se odvija bez prisustva kisika stoga je nastanak korozije unutar posude spriječen.



Slika 6.2. Načelo djelovanja membranske ekspanzijske posude [1]

#### 6.4. Cirkulacijska crpka

Cirkulacijska crpka omogućava brzu i jednostavnu montažu solarnih sustava, te njeni sastavni dijelovi prikazani su na slici 6.3.



Slika 6.3. Solarna crpna stanica sa sigurnosno tehničkom opremom [1]

Gdje je:

- A. Solarna crpna stanica
- B. Prikaz protoka
- C. Sigurnosna grupa

- E. Priključak za predspojnu posudu
- F. Zaporni ventil
- G. Termometar
- H. Nepovratni ventil
- K. Crpka solarnog kruga

### **6.5. Sigurnosni ventil**

Svaki sustav pod tlakom mora imati sigurnosni ventil. Njegov je radni tlak maksimalni tlak instalacije + 10 %. Kada jednom dođe do aktivacije, potrebno ga je zamijeniti jer može uzrokovati probleme s aktiviranjem pri manjem ili većem tlaku od onoga na koji je projektiran. Dopušteno je postavljanje samo onih sigurnosnih ventila koji su dimenzinirani za maksimalno 6 bara i 120°C.

### **6.6. Nepovratni ventil**

Njegova zadaća je dopustiti protok tekućine u samo jednom smjeru i time sprječava odavanje topline iz spremnika tople vode noću prirodnom cirkulacijom bez uključene crpke.

### **6.7. Sigurnosni graničnik temperature**

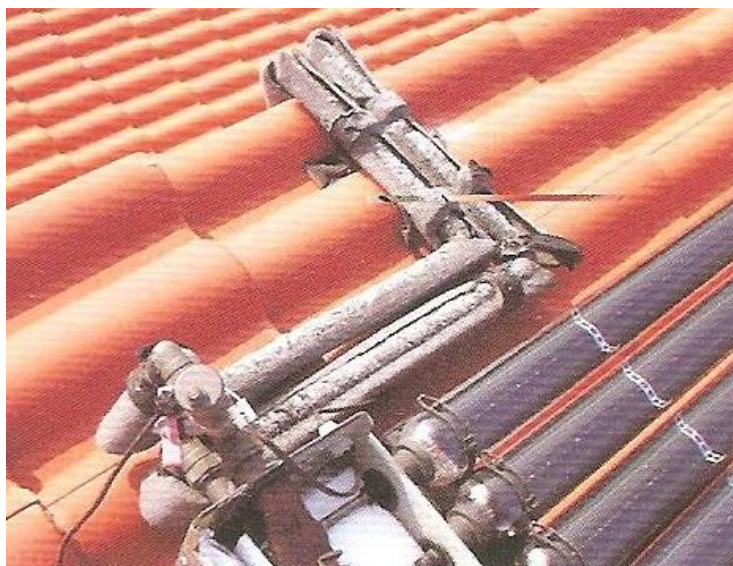
Ukoliko je obujam spremnika vode manji od 100 litara/m<sup>2</sup> površine apsorbira kod vakuumskih kolektora, tada je ugradnja sigurnosnog graničnika temperature obavezna. To osigurava da se u spremniku potrošne tople vode izbjegavaju temperature iznad 95°C.

### **6.8. Armatura za punjenje i pražnjenje**

Namjenjena je za punjenje i pražnjenje solarne instalacije.

## 6.9. Toplinska izolacija

Toplinska izolacija je jedna od bitnih stvari vezana za solarni sustav. Potrebno je sve cijevi solarnog kruga izolirati kvalitetnom izolacijom. U vanjskom području mora biti postojana na temperaturu i UV zračenje, te također mora biti zaštićena od vanjskih utjecaja. Mora se osobito paziti kod odabira izolacije jer izolacija kao kod sustava za grijanje ne dolazi u obzir, slika 6.4. Razlog tome je što temperature u solarnom krugu dosežu i preko 120°C, a u mirovanju i preko 180°C. unutarne tople cjevovode je potrebno odgovarajuće izolirati uzimajući u obzir zaštitu od požara i zaštitu od dodirivanja.



Slika 6.4. Izolirane cijevi običnom izolacijom [1]

## 6.10. Izmjenjivač topline

Njegova zadaća je prenositi toplinu sa solarnih kolektora u spremnik tople vode. Postoje dva tipa izmjenjivača topline, a to su: jednostijeni i dvostijeni. Dvostijeni izmjenjivači topline koriste se kod sustava koji kao toplinski medij koriste otrovne tvari te se time smanjuje doticaj otrova s pitkom vodom. Izmjenjivač topline može se ugraditi na dva načina. Na način da se ugradi u sam spremnik tople vode u

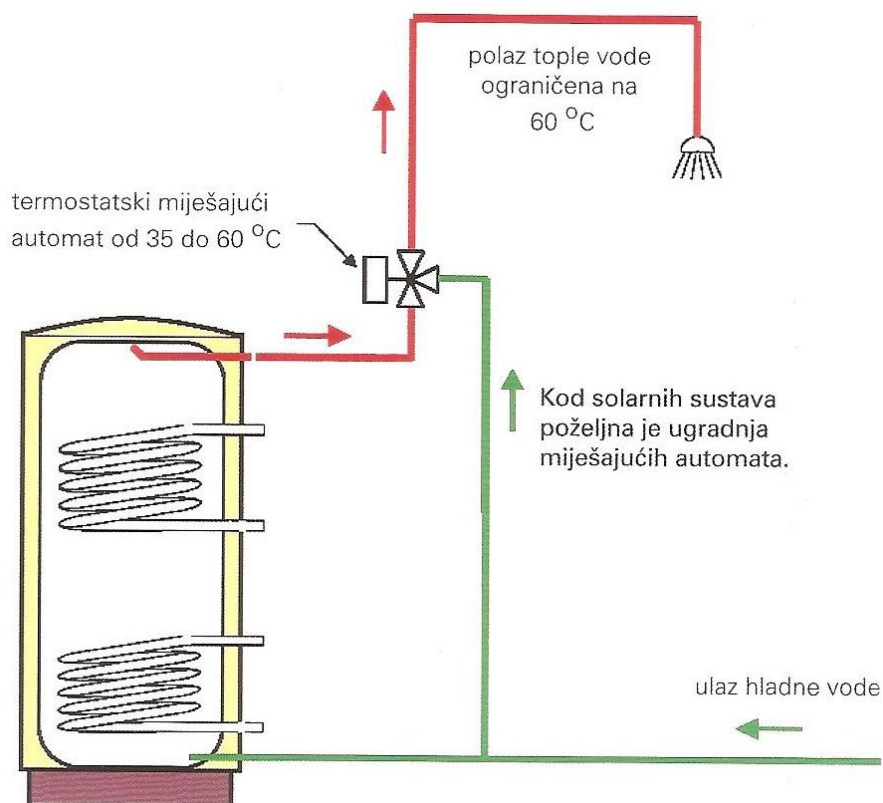
obliku savijene cijevi ili na način kao vanjski izmjenjivač topline koji toplinu solarnom spremniku predaje cirkulacijom.

### **6.11. Solarna regulacija**

U većini solarnih sustava za pripremu potrošne tople vode i grijanje pri radu pomaže regulacijski diferencijalni termostat ili diferencijalna regulacija. Osjetnik koji je sastavni dio diferencijalnog regulatora mjeri temperaturu vode koja izlazi iz solarnog kolektora dok drugi temperaturu vode koja se nalazi na dnu spremnika tople vode. Kada je zastupljeno jako Sunčevo zračenje, kolektor se ugrije do te mjere da se pali cirkulacijska crpka. Nakon zalaska sunca, te kada prestaje postojati dovoljna razlika u temperaturi između kolektora i spremnika, cirkulacijska crpka se isključuje. Zadaća diferencijalnog termostata je mjeriti otpornost koja crpku uključuje ili isključuje na temelju razlike otpora dvaju osjetnika. [1]

### **6.12. Termostatski miješajući automat**

Njegova zadaća je ograničiti temperaturu istjecanja tople vode iz razloga što topla voda temperature 60°C uzrokuje opekline. Većinom je područje namještanja temperature od 35 do 60°C.

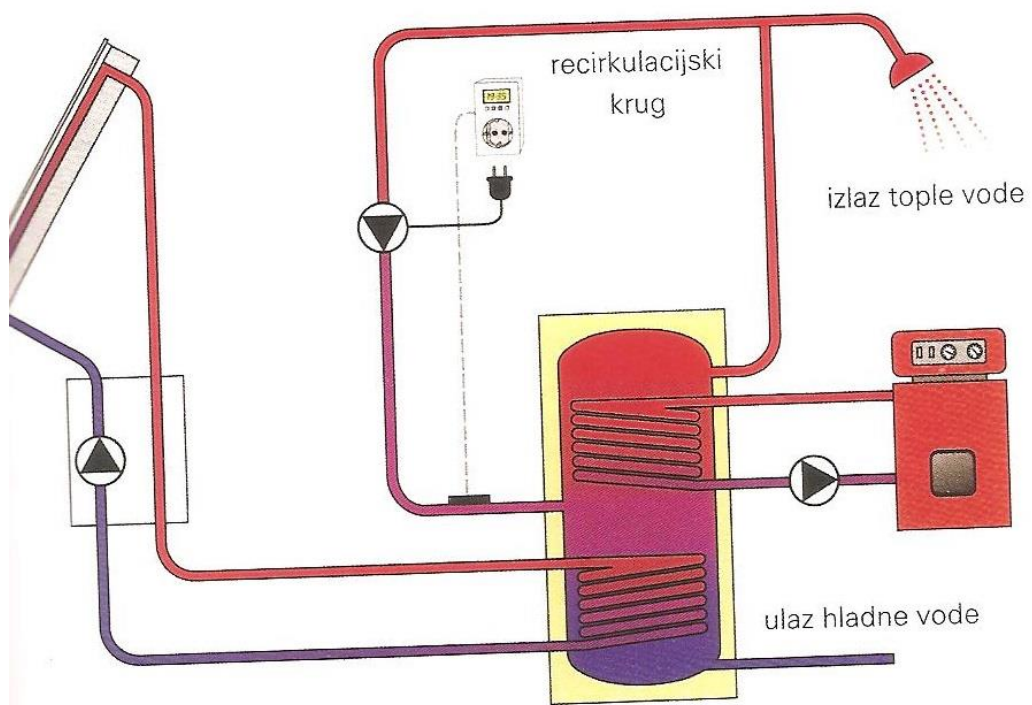


Slika 6.5. Ugradnja termostatskoga miješajućeg automata [1]

### 6.13. Recirkulacijski krug

Ukoliko je duljina cijevi do mjesta potrošnje vode znatno velika, potrebno je ugraditi recirkulacijski krug s crpkom prikazanom na slici 6.9. Ugrađuje se u većini solarnih instalacija iz razloga što su spremnici potrošne tople vode obično smješteni u podrumu, trošila u većini slučajeva dosta udaljena od spremnika. Bitno je osigurati ispravna vremena uključivanja i isključivanja recirkulacijske crpke preko uklopnog sata iz razloga što se u recirkulacijskom vodu gubi i do 30 % toplinske energije.





Slika 6.6. Recirkulacijski krug s cirkulacijskom crpkom [1]

## **7. ENERGETSKO – EKOLOŠKI DOPRINOS IZVEDENIH SOLARNIH SUSTAVA U REPUBLICI HRVATSKOJ**

Potrebno je posvetiti pažnju vrednovanju ekoloških parametara kao dijela vanjskih troškova. Postavljanjem solarnih kolektora na krovove građevina mogla bi se ostvariti ušteda za grijanje i do 50 %. Kako bi se taj postotak postigao, prijeko je potrebna državna potpora koja se kreće između 20 i 50 %. Ako se uzme za primjer jedan solarni sustav veličine 6 m<sup>2</sup> i da je instaliran u središnjem dijelu Hrvatske s vijekom trajanja 25 godina, računica govori da proizvede 75 000 kWh toplinske energije i pri tome smanji ispuštanje CO<sub>2</sub> u okoliš za oko 30 tona.

Sunčeva energija može dati dovoljno energije za gospodarski rast i istovremeno osigurati sklad suvremenog načina života čovjeka i stupnja tehnološkog napretka s prirodom. [1]

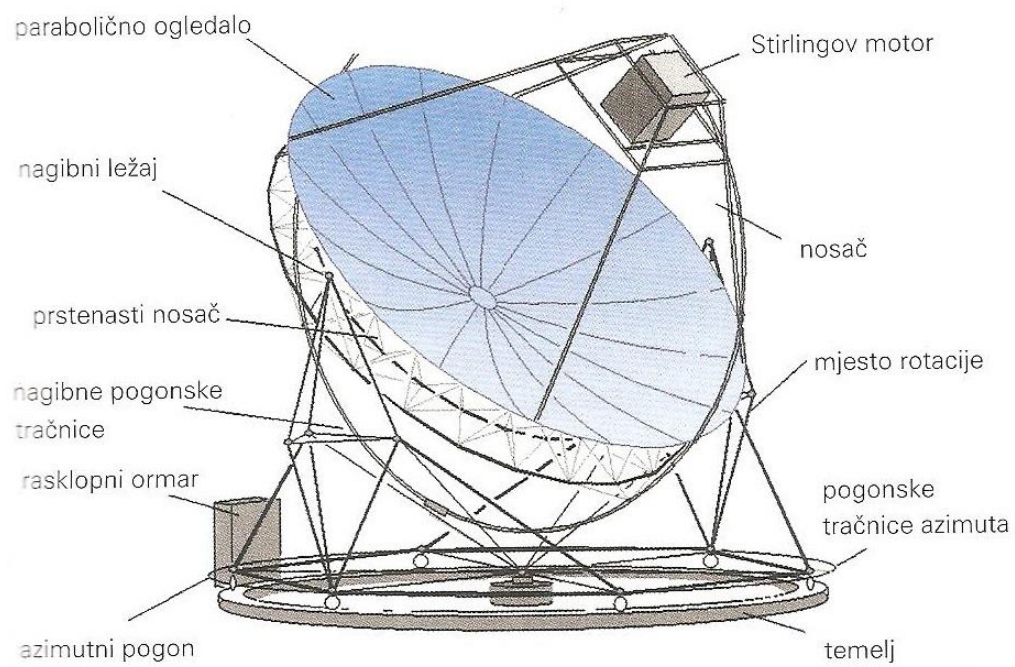
## **8. SOLARNE TERMOELEKTRANE**

Solarne termoelektrane karakteristične su po tome što se kod njih toplinska energija dobiva iz energije Sunčeva zračenja te se u jednom od poznatih termodinamičkih procesa prvo potencijalna energija dobivene pare pretvara u kinetičku energiju mlaza pare, a zatim se kinetička energija u turbini pretvara u mehaničku energiju. Mehanička energija se u električnom generatoru pretvara u električnu energiju. Ta energija se prenosi do potrošača.

### **8.1. Solarne elektrane s paraboličnim tanjurastim kolektorima**

Ovaj tip solarne elektrane sastoji se od paraboličnog zrcala u obliku tanjura čija zadaća je koncentrirati Sunčevo zračenje na prihvatnik u fokusu tanjura. Tamo se u Stirlingovu motoru koji je smješten uz prihvatnik Sunčeva energija pretvara u mehaničku. Sustav prati Sunce u dvjema osima. Na slici 8.1. prikazani su sastavni dijelovi sustava.

Ovakav tip elektrana pogodan je za manje potrošače električne energije snage do 100 kW. Tijekom svog rada, solarni kolektori prate putanju Sunca u dvjema osima i fokusiraju Sunčevu energiju izravno u žarište zrcala. U tom žarištu se nalazi apsorber koji omogućava zagrijavanje radnog medija i preko 1000°C te na taj način pokreće Stirlingov motor ili parnu turbinu. [1]

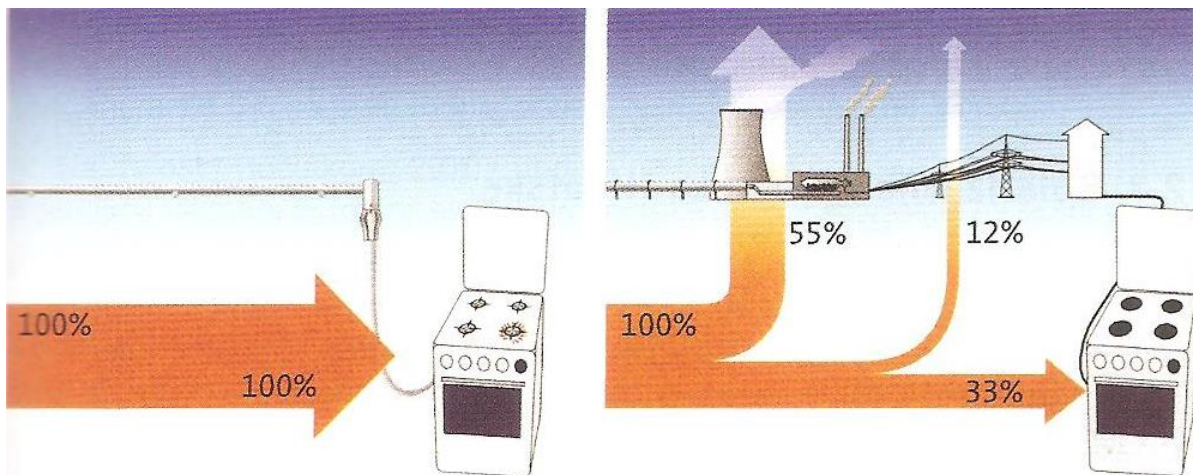


Slika 8.1. Sastavni dijelovi paraboličnog Stirlingova sustava [1]

## 9. POTICAJI I PROMIDŽBA SOLARNIH SUSTAVA

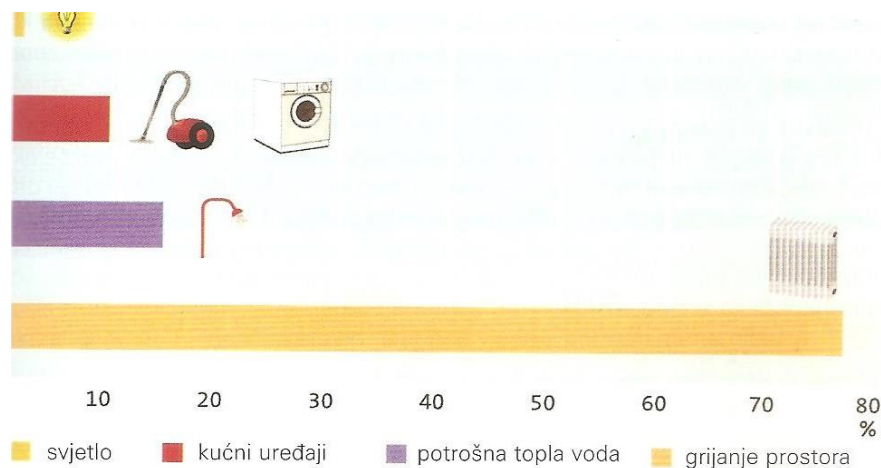
### 9.1. Ukupna potrošnja energije u privatnoj kući i mogućnosti uštede

Općenito u Republici Hrvatskoj je zabilježena izuzetno velika potrošnja svih oblika energije, a najviše od svega se to odnosi na energiju grijanja prostora, ali isto tako i na hlađenje. [1]



Slika 8.1. Tijek procesa korištenja energije kod plinske i elektropeći [1]

U slučaju korištenja plina koji je prikazan na slici 9.1. uočljivo je da se skoro 100 % plina može pretvoriti u toplinsku energiju, dok se u slučaju korištenja električne energije, samo 33 % električne energije se može pretvoriti u toplinsku energiju.



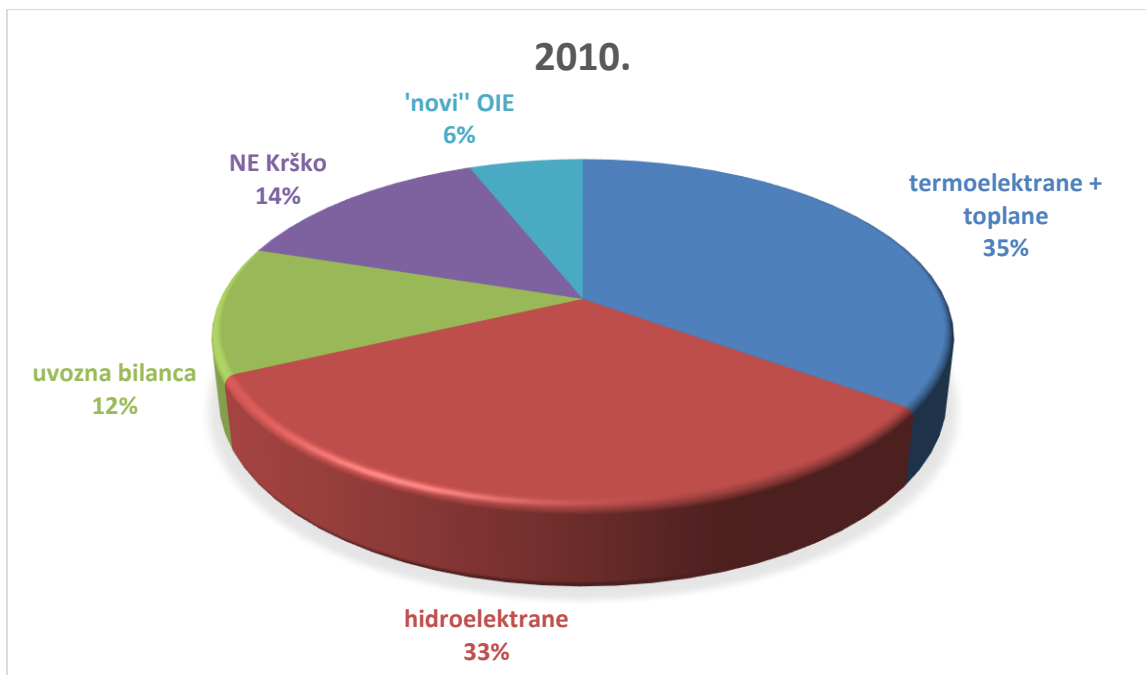
Slika 9.2. Ukupna potrošnja energije jedne obiteljske kuće [1]

Sustav grijanja se smatra jednim od najvećih potrošača energije jedne kuće ili zgrade. To govori da se za grijanja prostora potroši i do 80 % ukupne energije jedne kuće, što je prikazano na slici 8.2. Isto tako se dosta ukupne energije koja iznosi oko 15 % troši za pripremu potrošne tople vode. Iz tog razloga zgrade zauzimaju posebno mjesto u području potencijala energetske učinkovitosti.

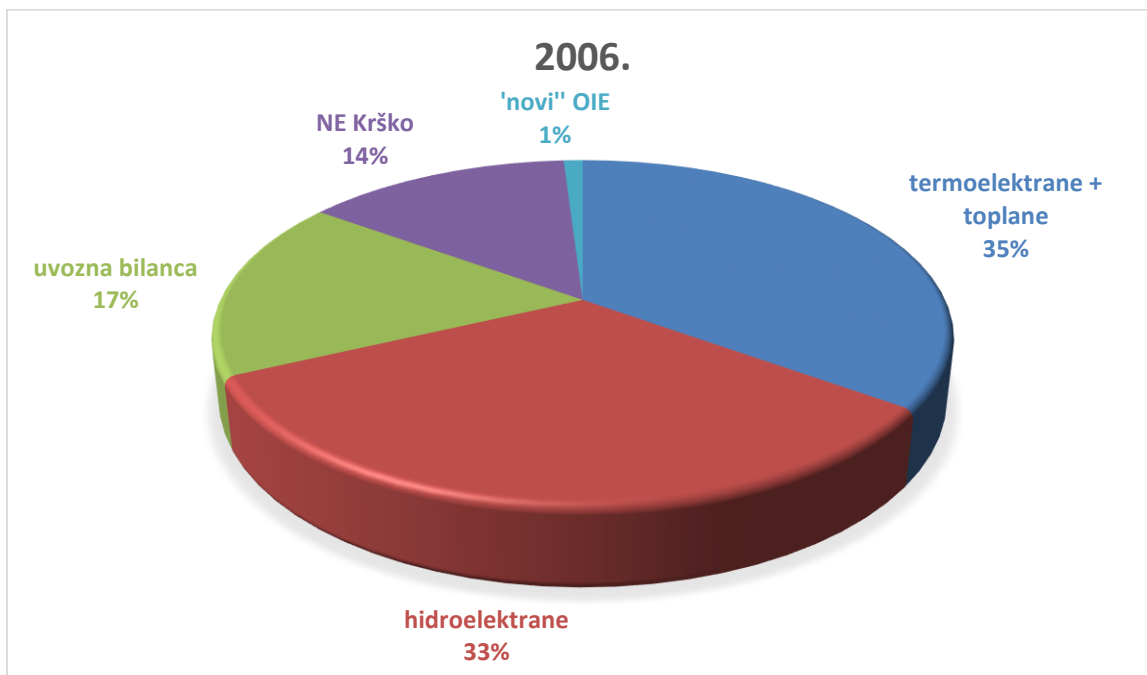
## 8.2. Solarizacija Republike Hrvatske

Uvođenjem solarizacije omogućilo bi se korištenje besplatne energije Sunčeva zračenja na način bez buke, vibracija i pokretnih dijelova.

1.srpnja 2007. godine Republika Hrvatska je donijela Pravilnik o korištenju obnovljivih izvora energije i kogeneracije. Isto tako, Hrvatska je pokušala do 2010. godine postići udio od 5,8 % novih obnovljivih izvora energije, pod koje spadaju i male hidroelektrane snage do 10 MW, vjetroelektrane, fotonaponske elektrane, geotermalne elektrane, elektrane na biomasu i druge izvore.



Ali nažalost te brojke se nisu postigle. Početkom 2010. godine stvarni udio novih obnovljivih izvora energije je još na razini iz 2006. godine prikazanoj na grafu ispod. [1]



Doneseni zakonski i podzakonski propisi mogu poslužiti kao dobar temelj pri solarizaciji Republike Hrvatske. Hrvatska kao zemlja ima velik potencijal u području Sunčeve energije. Usprkos izuzetno pogodnom području i dobrim predispozicijama, Republika Hrvatska, kao država se nalazi na samom dnu Europe po instaliranim sustavim za korištenje Sunčeve energije. Kako bi se ti podaci promijenili, Hrvatska treba pokazati zainteresiranost za obnovljive izvore energije, kao što je to zabilježeno u ostalim zemljama Europske unije.

## 8. ZAKLJUČAK

U današnje vrijeme obnovljivi izvori energije imaju sve veću važnost u elektroenergetskom sustavu, a razvijene zemlje sve više potiču njihovu upotrebu. Očekuje se značajan napredak u tehnologiji korištenja obnovljivih izvora energije jer se u nju ulaže danas mnogo manje novaca nego u tehnologiju proizvodnje i korištenja fosilnih goriva te nuklearnu tehnologiju. Fotonaponski sustavi najučinkovitije koriste Sunčevu energiju te je izravno pretvaraju u električnu. Postavljanjem solarnih toplinskih kolektora na krovove građevina diljem svijeta mogla bi se ostvariti ušteda za grijanje ili pripremu potrošne vode i do 50%. Samo jedan solarni sustav sa 6 m<sup>2</sup> solarnih toplinskih kolektora, tijekom svog radnog vijeka, koji traje oko 25 godina, proizvede 75000 kWh toplinske energije i pri tome se smanji ispuštanje CO<sub>2</sub> u okoliš za 30 tona. Sunčeva energija bi kao prihvatljiv izvor energije u budućnosti mogla postati glavni nositelj ekološki održivog energetskeg razvoja. Iz tog razloga se intenzivno istražuju novi postupci i procesi pretvorbe Sunčeve energije u električnu, toplinsku ili energiju hlađenja. Kada uzmemo u obzir visoke cijene nafte, crpljenje fosilnih izvora energije i stroge ekološke zakone i propise, zaključujemo da će korištenje Sunčeve energije, uz zaštitu okoliša postati posao budućnosti.



## LITERATURA

- [1] Majdandžić Lj.: „Solarni sustavi“, Teorijske osnove, projektiranje, ugradnja i primjeri izvedenih projekata, Veleučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, (2010.), ISBN 978-953-279-027-6
- [2] Viessmann, grijanje, industrijski sustavi, sustavi hlađenja, <https://www.viessmann.hr/> , pristupljeno 11.06.2019.
- [3] Centrometal, tehnika grijanja, [https://www.centrometal.hr/?gclid=Cj0KCQjwov3nBRDFARIsANgsdoGJJQBq6KKwcb7RDsqOUu86tBm-ehwmaHKe\\_F3Zre4OZNoY47-vSBkaAkJtEALw\\_wcB](https://www.centrometal.hr/?gclid=Cj0KCQjwov3nBRDFARIsANgsdoGJJQBq6KKwcb7RDsqOUu86tBm-ehwmaHKe_F3Zre4OZNoY47-vSBkaAkJtEALw_wcB) , pristupljeno 11.06.2019.
- [4] Seltron, regulacijski uređaji, <https://termometal.hr/seltron-proizvodi-grupa-436/> , pristupljeno 11.06.2019.
- [5] Majdandžić Lj., SEA-R Transnacionalna konferencija o obnovljivoj energiji i energetskej efikasnosti u zgradarstvu, 2012., [http://www.istra-istria.hr/uploads/media/Majdan\\_Rabac.pdf](http://www.istra-istria.hr/uploads/media/Majdan_Rabac.pdf)
- [6] Majdandžić Lj., Fotonaponski sustavi, Tehnička škola Ruđera Boškovića, [http://www.solarni-paneli.hr/pdf/01\\_handbook\\_fotonapon.pdf](http://www.solarni-paneli.hr/pdf/01_handbook_fotonapon.pdf)
- [7] Zelena akcija, Solarni kolektori, [http://s3-eu-west-1.amazonaws.com/zelena-akcija.production/zelena\\_akcija/document\\_translations/830/doc\\_files/original/prirucnik\\_SK\\_za\\_web.pdf](http://s3-eu-west-1.amazonaws.com/zelena-akcija.production/zelena_akcija/document_translations/830/doc_files/original/prirucnik_SK_za_web.pdf)
- [8] Žugčić F., Kirin A., Ožanić B., Tomas Z., Sustavi za pohranu električne energije, Zadar, 2018.

## POPIS SLIKA

- Slika 2.1. Iskoristivost solarnog sustava [1]
- Slika 3.1. Presjek pločastog kolektora, Viessmann [1]
- Slika 3.2. Sastavni dijelovi pločastog kolektora [1]
- Slika 3.3. Funkcija kolektora [1]
- Slika 3.4. Toplinski gubici i korisna toplina pločastog kolektora [1]
- Slika 3.5. Sastavni dijelovi vakuumskog kolektora [1]
- Slika 3.5. Priključno kućište vakuumskoga cijevnog kolektora [1]
- Slika 3.6. Vakuumski kolektori s toplinskim cijevima [2]
- Slika 3.7. Priključno kućište vakuumskih kolektora s toplinskim cijevima [1]
- Slika 3.8. Moguće izvedbe postavljanja solarnih kolektora [2]
- Slika 3.9. Pločasti kolektori u okomitoj izvedbi, Jankomir – Zagreb [1]
- Slika 3.10. Pločasti kolektori u vodoravnoj izvedbi, Vodostaj – Karlovac [1]
- Slika 3.11. Vakuumski kolektori u vodoravnoj izvedbi, Pula [1]
- Slika 3.12. Vakuumski kolektori na fasadi objekta, Špansko – Zagreb [1]
- Slika 4.1. Alat za izradu [7]
- Slika 4.2. Sastavni dijelovi kolektora [7]
- Slika 4.3. Drveni okvir i solarno staklo [7]
- Slika 4.4. Bakrena rešetka [7]
- Slika 4.5. Način spajanja T – fittinga [7]
- Slika 5.1. Termosifonski solarni sustav s horizontalnim spremnikom [1]
- Slika 5.2. Shema solarnog sustava za pripremu potrošne tople vode s crpkom
- Slika 5.3. Načelo rada solarnog sustava s ispuštanjem i povratom tekućine [1]
- Slika 5.4. Shema solarnog sustava za pripremu potrošne tople vode kombinacijom dvaju spremnika i preslojavanjem [1]
- Slika 5.5. Shema solarnog sustava za pripremu potrošne tople vode kombinacijom dvaju spremnika [3]
- Slika 5.6. Solarni sustav za grijanje bazenske vode s plastičnim apsorberom [1]
- Slika 5.7. Shema solarnog sustava za zagrijavanje vode u bazenu bez izmjenjivača [1]

Slika 5.8. Shema solarnog sustava za zagrijavanje vode u bazenu s izmjenjivačem [1]

Slika 5.9. Shema solarnog sustava za zagrijavanje potrošne tople vode i vode u bazenu [3]

Slika 5.10. Solarni sustav za grijanje i pripremu potrošne tople vode kombinacijom dvaju spremnika [3]

Slika 6.1. Shema solarnog sustava sa sigurnosno-tehničkom opremom [1]

Slika 6.2. Načelo djelovanja membranske ekspanzijske posude [1]

Slika 6.3. Solarna crpna stanica sa sigurnosno tehničkom opremom [1]

Slika 6.4. Izolirane cijevi običnom izolacijom [1]

Slika 6.5. Ugradnja termostatskoga miješajućeg automata [1]

Slika 6.6. Recirkulacijski krug s cirkulacijskom crpkom [1]

Slika 8.1. Sastavni dijelovi paraboličnog Stirlingova sustava [1]

Slika 9.1. Tijek procesa korištenja energije kod plinske i elektropeći [1]

Slika 9.2. Ukupna potrošnja energije jedne obiteljske kuće [1]

## POPIS TABLICA

Tablica 4.1. Tablica materijala [7]