ENERGIJA VETRA

ENERGIJA VODE

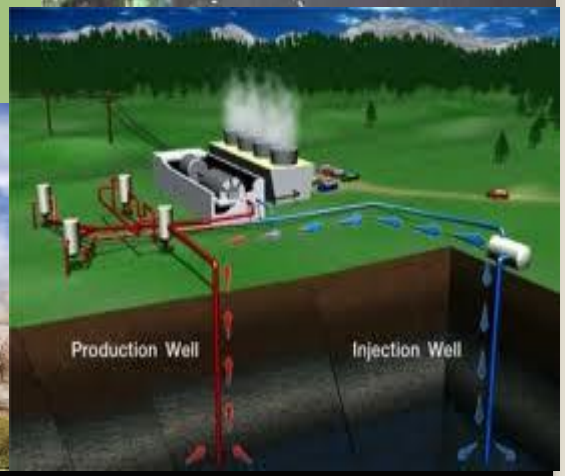
GEOTERMALNA ENERGIJA

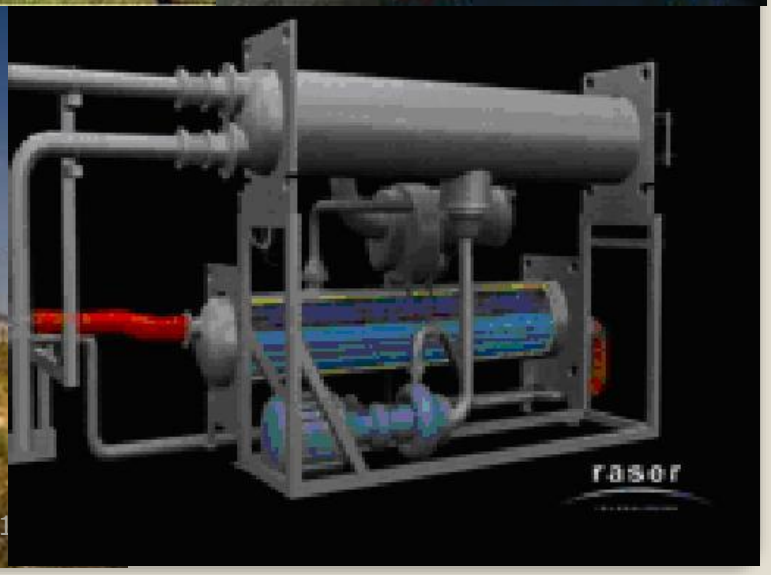
BIO ENERGIJA

ENERGIJA SUNCA

Obnovljivi izvori energije

Intake
Canal
Forebay
Penstock
Powerhouse


Production Well
Injection Well


rasor

Obnovljivi izvori energije

Izborni predmet – V semestar – 2+2+1 – 5 kredita (2OEU5C03)

Modul US - 2019/20.

Izborni predmet – V semestar – 2+2+1 – 5 kredita (2OEE5A05)

Modul E - 2019/20.

Izborni predmet – V semestar – 2+2+1 – 5 kredita (2OEM5A04)

Modul EKM - 2019/20.

Prof. dr Dragan Pantić, kabinet 337, dragan.pantic@elfak.ni.ac.rs
Doc. dr Sanja Aleksić, kabinet 347, dragan.pantic@elfak.ni.ac.rs
Prof. dr Dragan Mančić, M2-4, dragan.mancic@elfak.ni.ac.rs

2019/20.

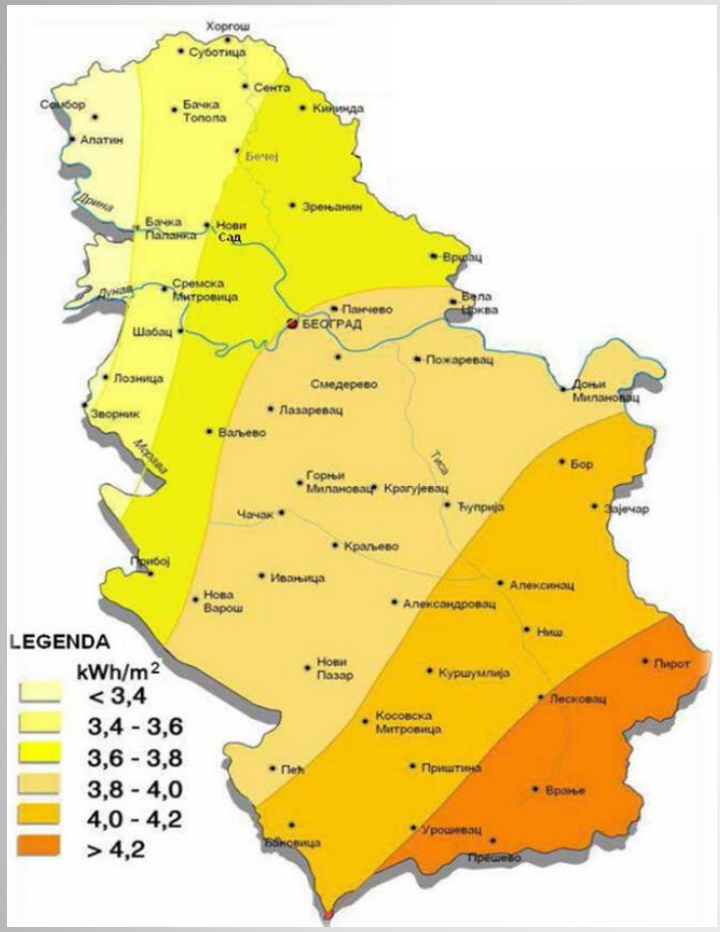
Projektovanje solarnih termalnih sistema

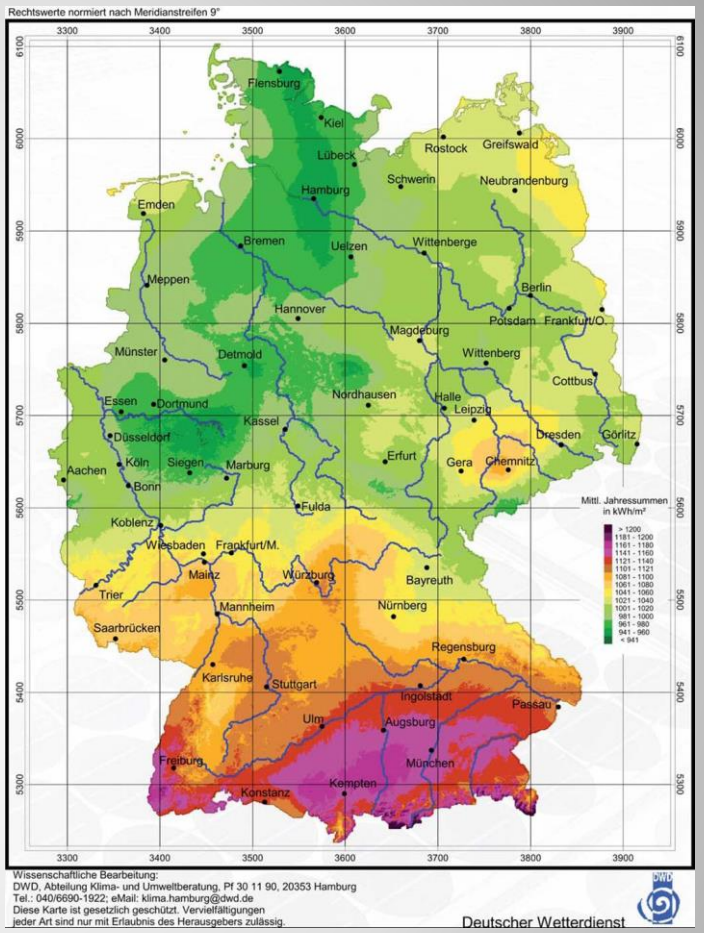
Prednosti

- **Ušteda** - solarni termalni sistemi mogu da smanje račune za grejanje vode preko 90% u toku leta i više od 30% u toku zime, što predstavlja prosečnu godišnju uštedu od 50-70%.
- **Zaštita okoline** - domaćinstva generišu skoro 30% od ukupne emisije CO_2, tako da bi korišćenje solarnih termalnih sistema značajno uticalo na smanjenje emisije CO_2.
- **Energetska nezavisnost** - eventualne nestašice energije i povećanje cene energije, ne utiču na domaćinstva koja su opremljena solarnim termalnim i solarnim fotonaponskim sistemima.
- **Energetski pasoš objekta** *BER (Building Energy Rating)* - ugradnjom solarnih termalnih sistema značajno se popravlja energetski pasoš objekta što utiče na povećanje njegove vrednosti.
- **Nove zakonske regulative** - predvidjaju da novosazidani objekti redukuju emisiju CO_2, pa je ugradnja solarnih termalnih sistema idealno rešenje za ostvarivanje ovog zahteva.

Prednosti - nastavak

- **Ponuda** solarnih kolektora najviših performansi, lake i čvrste konstrukcije uz visok stepen apsorpcije i najmanju emisiju.
- **Laka montaža** zahvaljujući širokoj paleti predmontažnih setova za montažu na krov, u krov, ili fasadu.
- **Inteligentno rešenje** spajanja brzim spojnicama uz minimalni trud i alat.
- Zahvaljujući **automatici i regulaciji**, moguća je integracija u najsloženije sisteme i hibridna rešenja sa uredjajima na druge izvore goriva.
- Moguća je **aktivna i pasivna optimizacija** sa sistemima na gas uz visoke uštede u pripremi tople sanitarne vode i podršci sistemu grejanja.
- **Najsavremenija prateća oprema**, solarni akumulacioni bojleri, moduli i pribori.
- **Proizvodnja od visoko kvalitetnih materijala** otpornih na koroziju, okolne uticaje, i dodatna mehanička opterećenja poput snega, grada i vetra.





Da li ima dovoljno solarne energije?

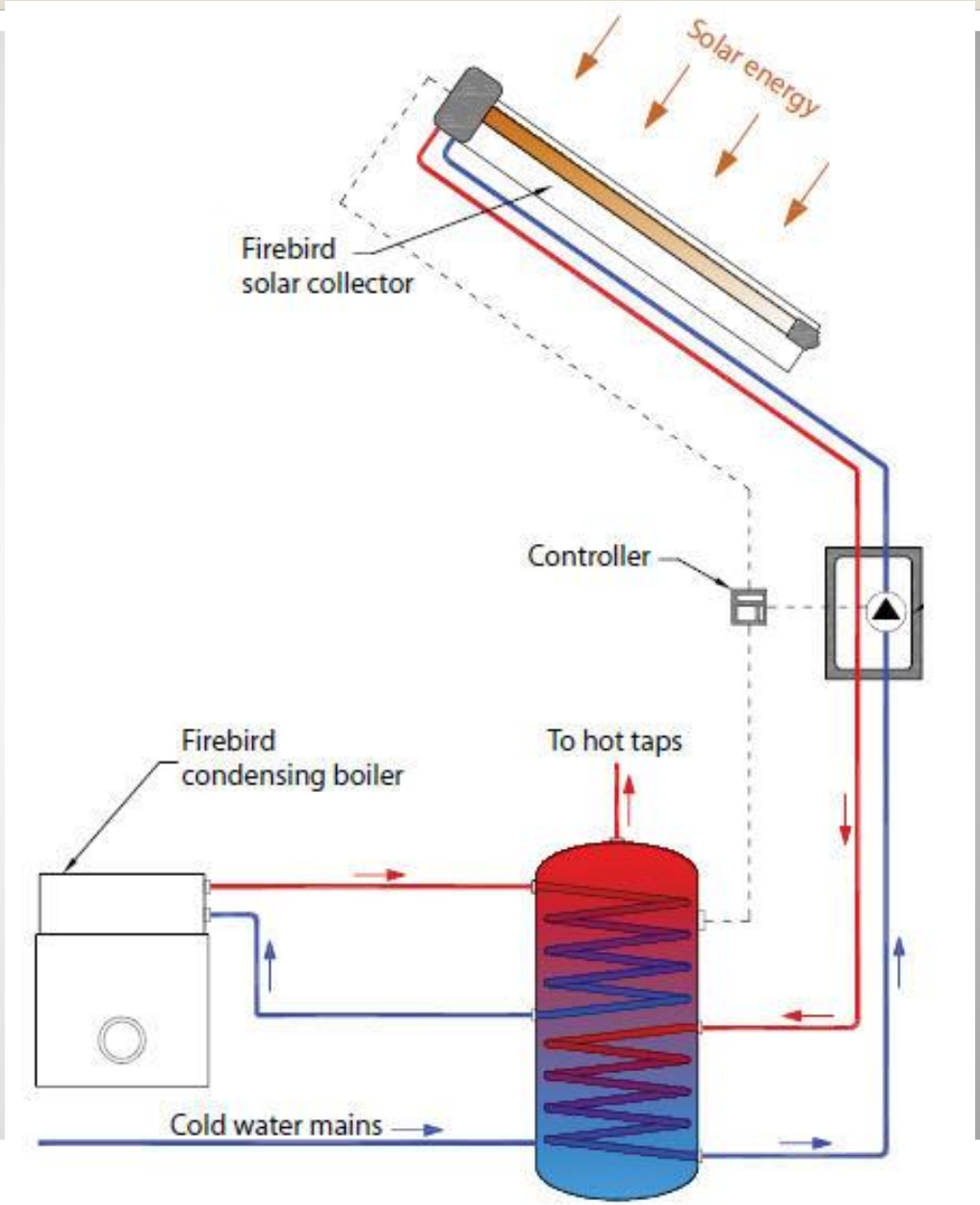
Primene solarnih termalnih sistema

- **Zagrevanje vode za potrebe domaćinstva** - predstavlja najčešću primenu solarnih termalnih sistema.
- **Zagrevanje prostora**
- **Zagrevanje bazena** - predstavlja jednu od najboljih primena solarne energije za zagrevanje vode.
- **Komercijalne primene**
- **Primene u poljoprivredi**

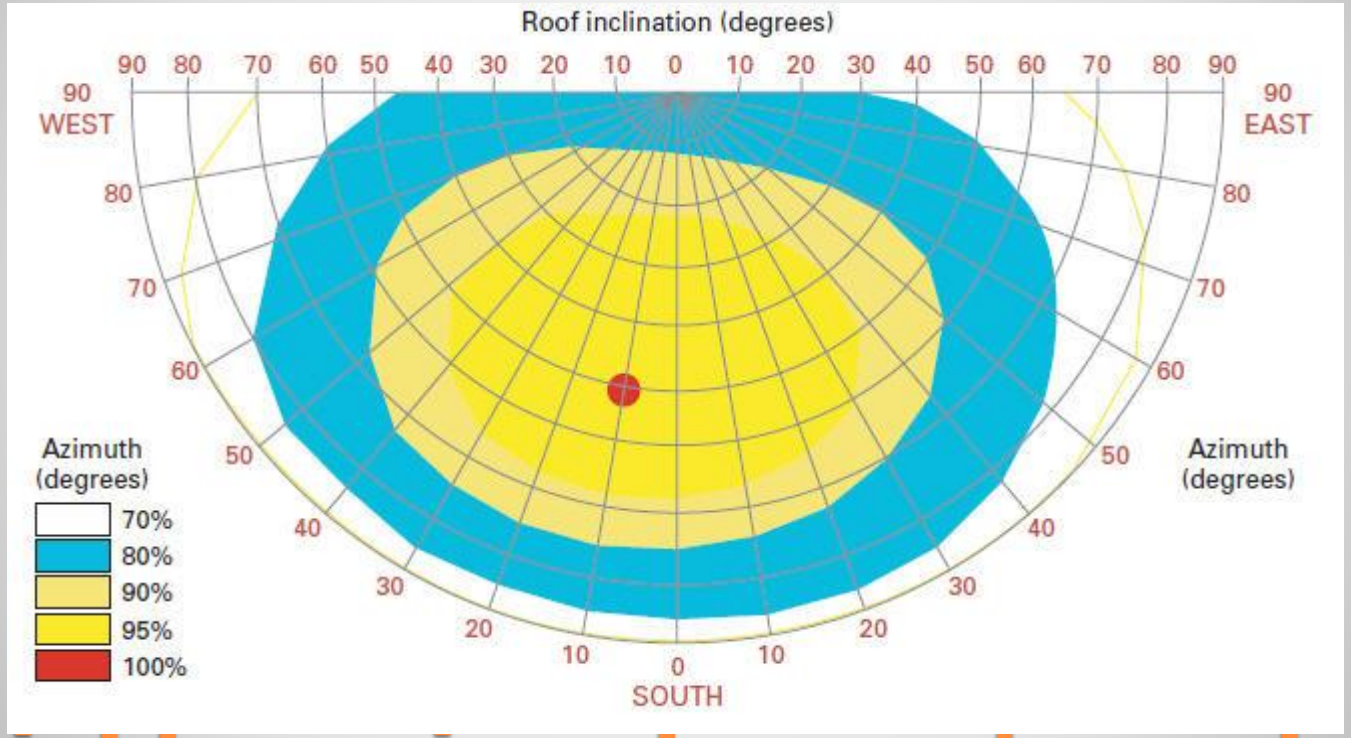
Zagrevanje vode

- Za zagrevanje vode se koriste specijalno projektovani krovni paneli i vakuumske cevi koje apsorbuju solarnu energiju.
- Krovni paneli i vakkumske cevi se nazivaju **kolektori**.
- Energija koju apsorbuje kolektor se konvertuje u toplotu preko niza cevi u kojima se nalazi tečnost (tzv. *solarni fluid*) koja ne može da se smrzava na niskim temperaturama, najčešće ***glikol***.
- Kontrolni sistem reguliše rad pumpe koja pumpa ovu tečnost kroz sistem cevi u kolektoru i rezervoar tople vode, pri čemu se toplota iz cevi prenosi na vodu koja se nalazi u rezervoaru

Solarni termalni sistem za zagrevanje vode

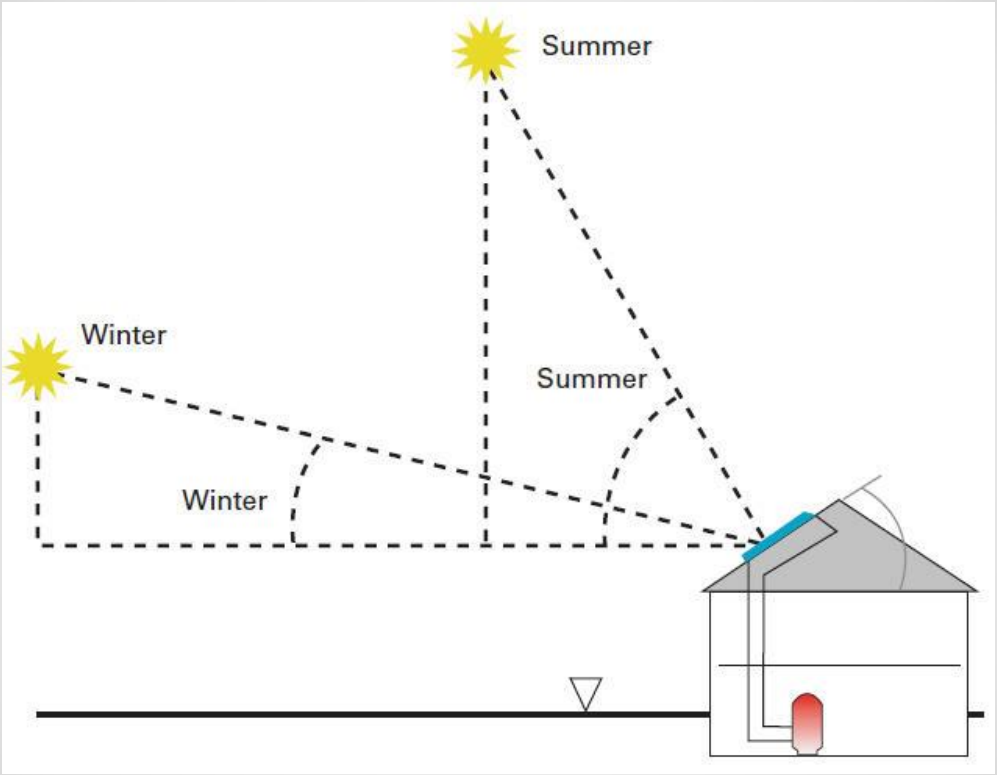


- **Orijentacija – azimut:** ugao azimuta predstavlja ugao izmedju pravca jug i tačke na horizontu koja se nalazi direktno ispod Sunca.



Projektovanje solarnog termalnog sistema

- **Orijentacija – nagib:** ugao nagiba predstavlja ugao izmedju ravnogkrova/površine zemlje i kolektora.



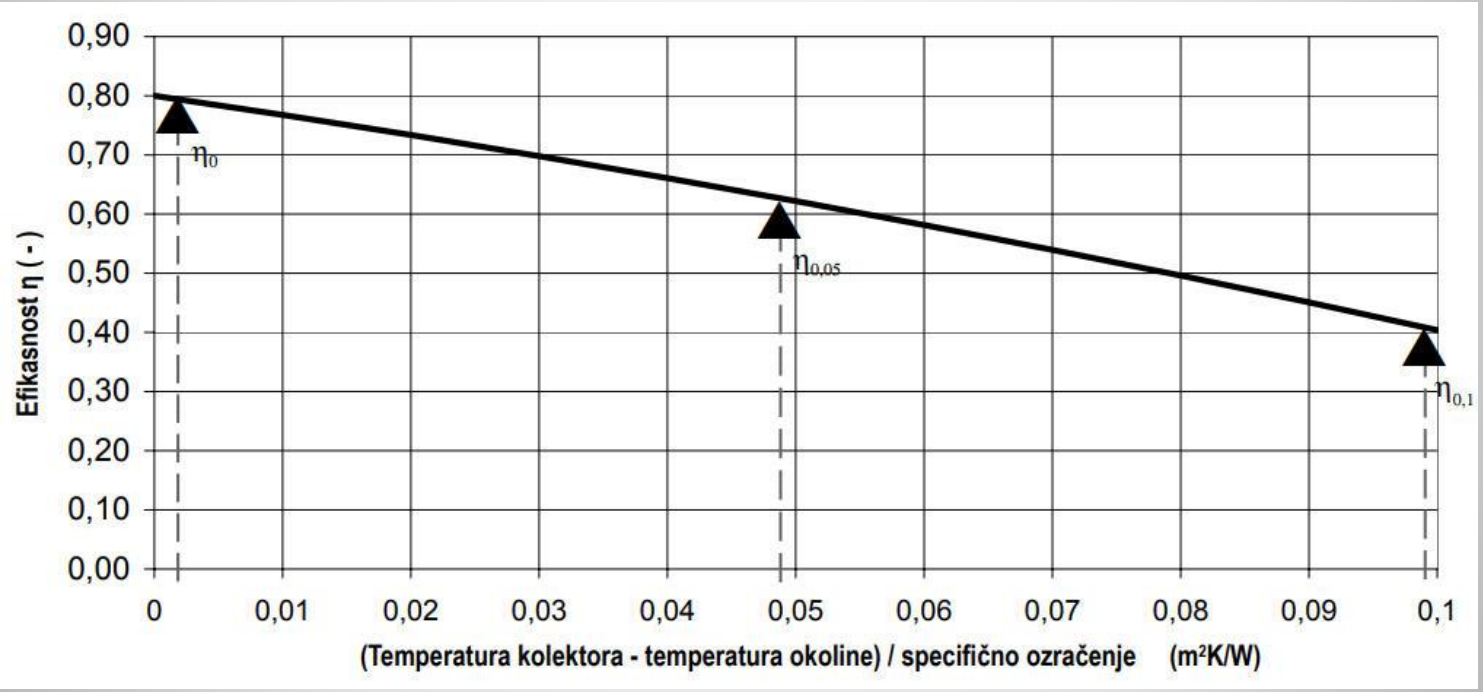
Projektovanje solarnog termalnog sistema

Projektovanje solarnog termalnog sistema

- **Senka** - osenčenost može značajno da degradira karakteristike solarnog sistema. Kada sagledamo lokaciju gde je potrebno isntalirati solarni sistem, od suštinske je važnosti da se izabere prava lokacija kolektora gde ne postoji mogućnost da ih neki obližnji objekat ili drvo osenči, ili da se bar efekat osenčenosti svede na minimum.

- **Uticaj vetra** - kolektori i držači kolektora se projektuju tako da mogu da izdrže vetar u nekih razumnim, definisanim granicama. U oblastima gde su naleti vetra izuzetno jaki, to se mora uzeti u obzir kod projektovanja sistema. Kako bi se minimizirao uticaj vetra na kolektore, preporučuje se da se ne instaliraju na rastojanju manjem od 0.5m od ivice krova ili nadstrešnica.

- **Faktor konverzije** - η_0 [%] - faktor konverzije je maksimalna efikasnost solarnog kolektora izražena u procentima.



Karakteristike kolektora

Karakteristike kolektora

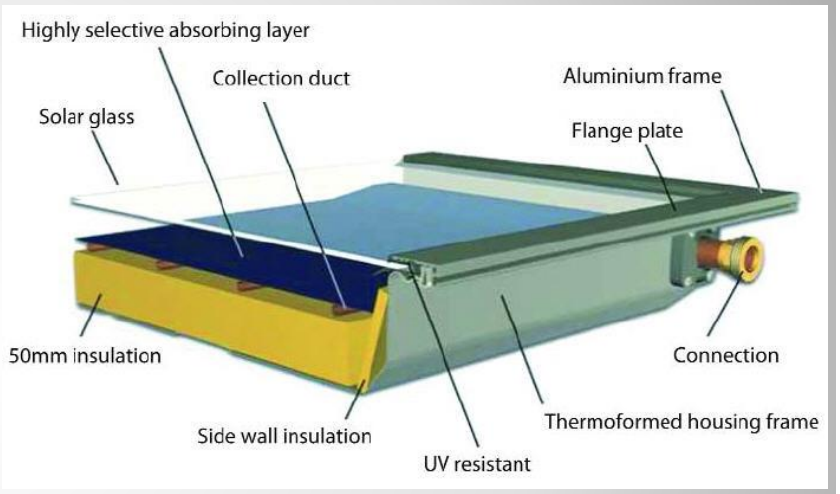
- **Koeficijent toplotnih gubitaka** - U [W/m^{2}K] - opisuje srednje toplotne gubitke solarnog kolektora u odnosu na osvetljenu površinu kolektora i temperaturnu razliku između radne temperature kolektora (koja je jednaka srednjoj temperaturi kolektora) i temperature okoline.

Karakteristike kolektora

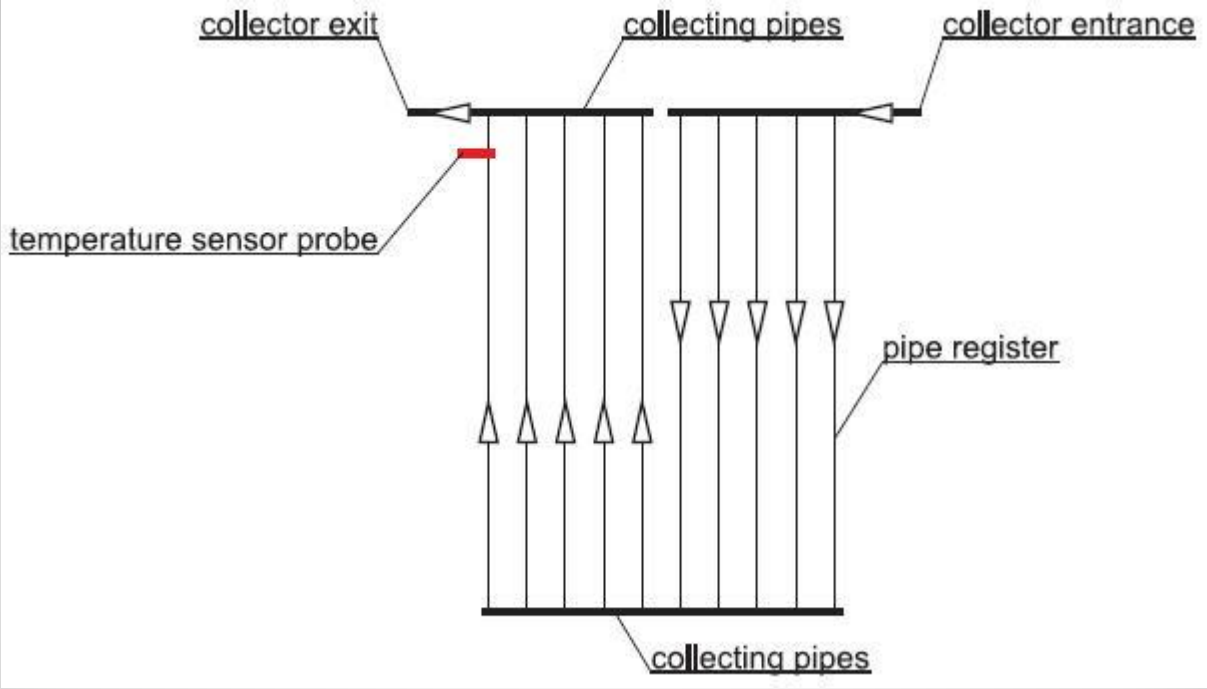
- **Karakteristike kolektora** - daju zavisnost efikasnosti kolektora od temperaturne razlike izmedju radne temperature kolektora i temperature okoline, kao i od izloženosti suncu (ozračenosti).
- Karakteristike kolektora odredjuju:
  - metoda izrade (tip) kolektora i
  - uslovi u kojima radi.

Karakteristike kolektora

- **Testiranje kolektora** - Kvalitet i energetska efiksanost solarnih kolektora odredjuju nezavisne institucije na osnovu standardnih procedura za testiranje, npr. u skladu sa standardom EN 12975. Na osnovu ovih testiranja izdaje se Evropska oznaka za kvalitet solarnih kolektora „Solar KEYMARK” i to je znak da ispunjavaju najviše standarde kvaliteta.



Ravni (flat) solarni kolektor: Firebird CPK7210-N

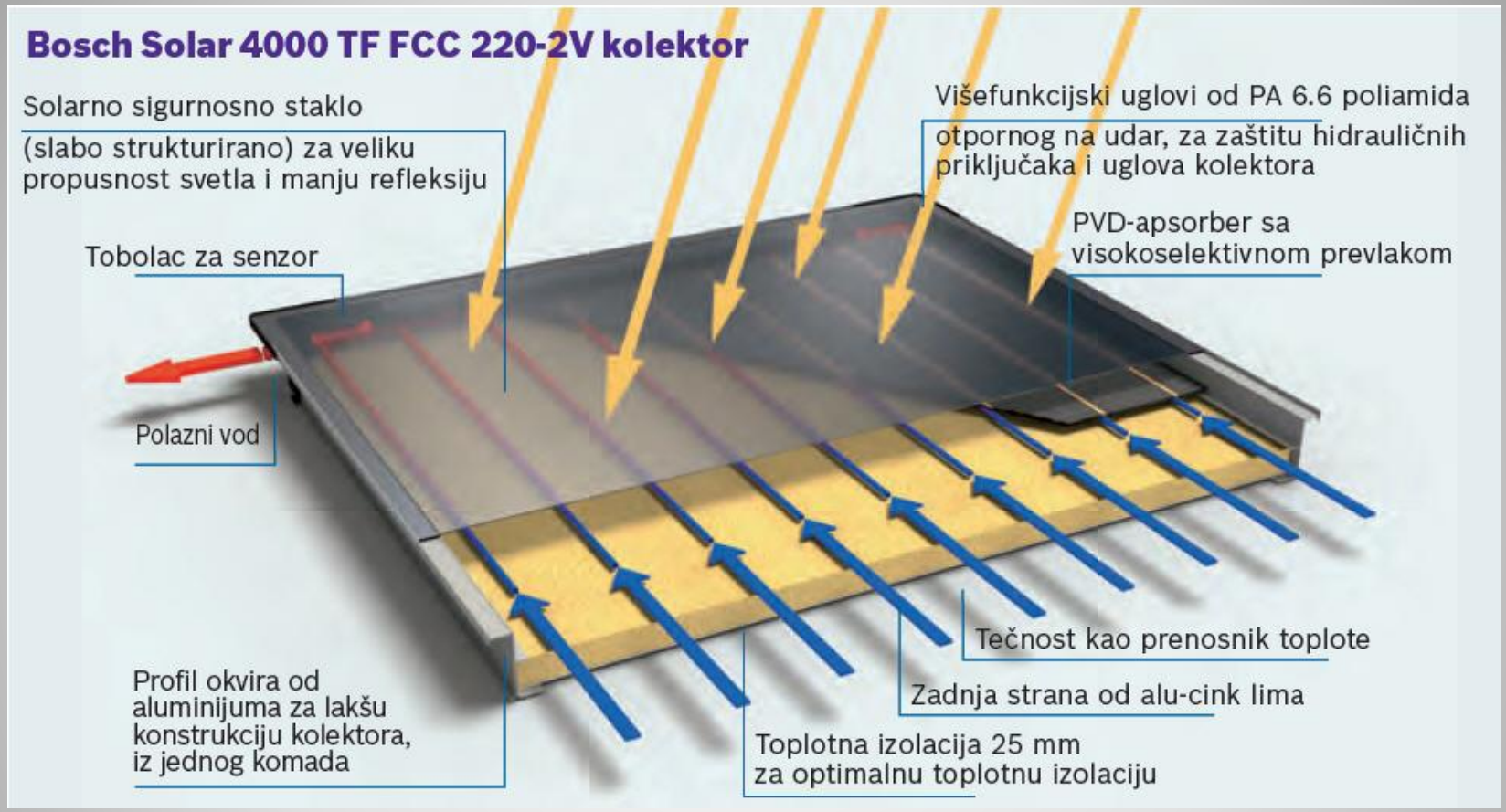


Ravni (flat) solarni kolektor: Firebird CPK7210-N

Ravni (flat) solarni kolektor: Firebird CPK7210-N

Tip kolektora	CPK7210-N
Spoljašnje dimenzije kolektora: visina širina debljina	 2038 mm 1039 mm 98 mm
Neto masa kolektora	38 kg
Ukupna površina kolektora	2.11 m^2
Površina otvora kolektora	1.88 m^2
Površina apsorbera	1.79 m^2
Maksimalni radni pritisak	10 bar
Temperatura stagnacije	216 ^oC
Količina tečnosti u kolektoru	1.4 l
Dozvoljeni ugao nagiba	15^o do 75^o
Brzina protoka tečnosti	0.5 do 1.5 l/min po m^2
Solarni antifriz fluid	Tyfocor L ili nešto slično
Efikasnost kolektora bez gubitaka, η_0	74.1%
Godišnji prinos energije	>525 kW/m^2
Koeficijent gubitaka toplote, a_1	3.29 W/m^2 K
a_1/η_0 (collector performance ratio)	0.0134 W/m^2 K
Apsorpcija	>95%
Emisija	<5%

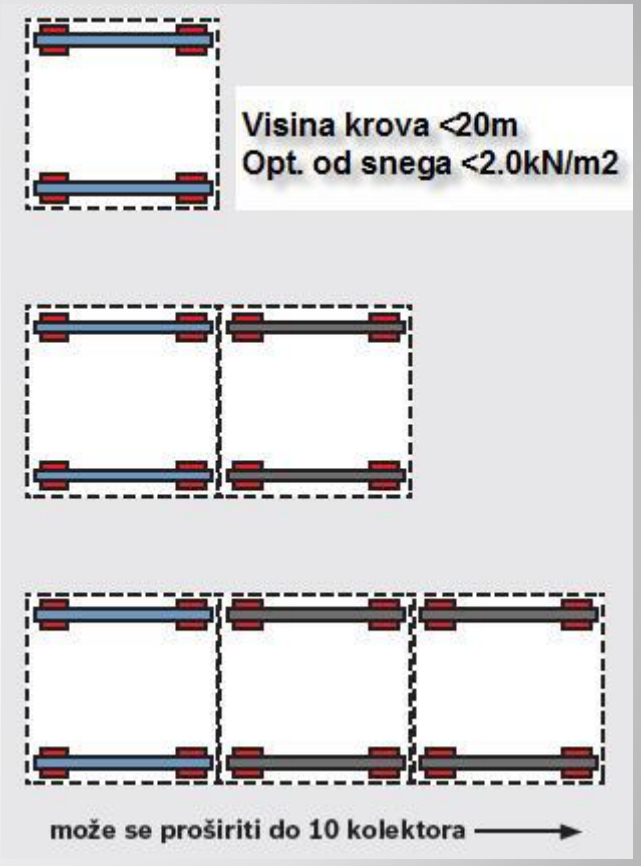
Ravni solarni kolektor: Bosch Solar 4000 TF



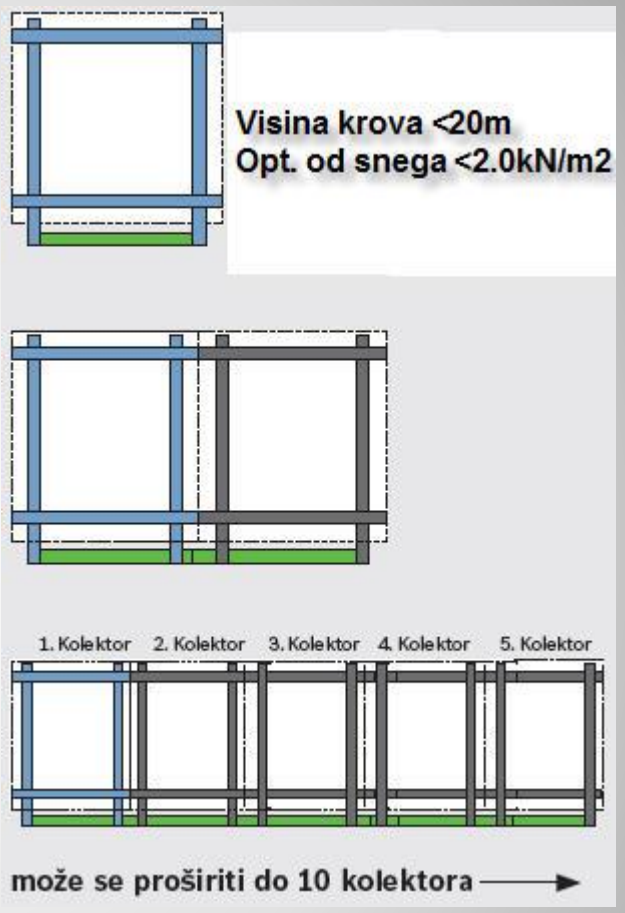
Ravni solarni kolektor: Bosch Solar 4000 TF

Tip kolektora		Bosch Solar 4000 TF
Spoljašnje dimenzije kolektora:		
visina	mm	2026
širina	mm	1032
debljina	mm	67
Neto masa kolektora	kg	38
Ukupna površina kolektora	m^2	2.09
Temperatura stagnacije/P_{max}	^oC/bar	194/6
Količina tečnosti u kolektoru	l	0.80
Efikasnost kolektora bez gubitaka, η_0	%	76.1
Apsorpcija	%	95 ± 2
Emisija	%	12 ± 2

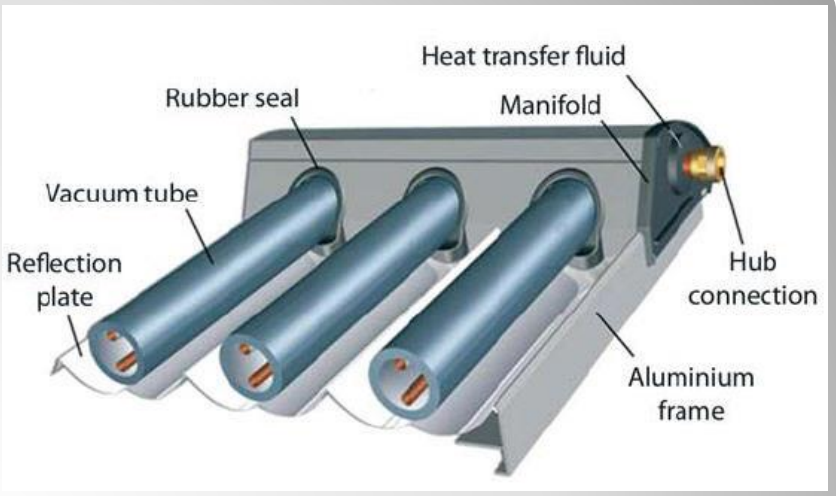
Ravni solarni kolektor: Bosch Solar 4000 TF

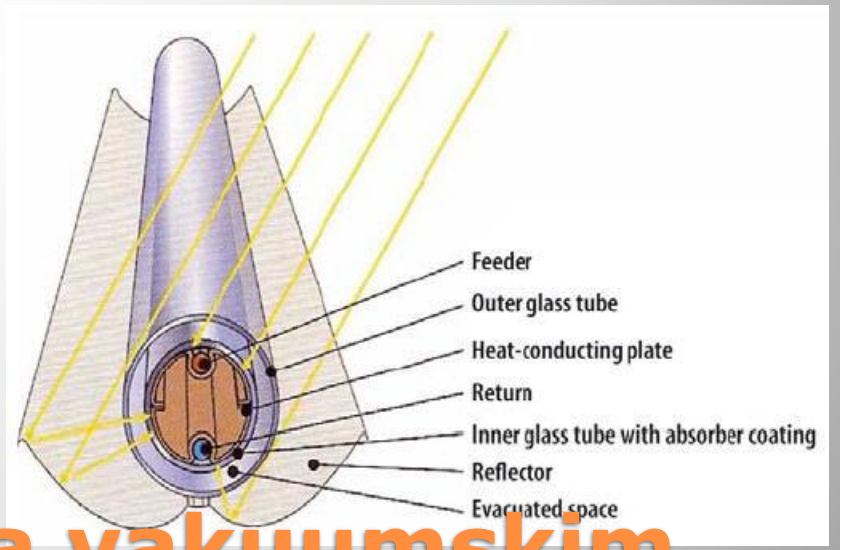


Ravni solarni kolektor: Bosch Solar 4000 TF



Ravni solarni kolektor: Bosch Solar 4000 TF





Solarni kolektor sa vakuumskim cevima: Firebird CVSKC-10

Firebird CVSKC-10

Tip kolektora	CVSKC
Spoljašnje dimenzije kolektora: visina širina debljina	 1645 mm 1115 mm 107 mm
Težina kolektora	31 kg
Ukupna površina kolektora	1.83 m^2
Površina otvora kolektora	1.59 m^2
Površina apsorbera	1.59 m^2
Maksimalni radni pritisak	10 bar
Temperatura stagnacije	286 ^oC
Količina tečnosti u kolektoru	1.63 l
Dozvoljeni ugao nagiba	15^o do 75^o
Brzina protoka tečnosti	0.5 do 1.5 l/min po m^2
Solarni antifriz fluid	Tyfocor LS ili nešto slično
Efikasnost kolektora bez gubitaka, η_0	60.5%
Godišnji prinos energije	>529 kW/m^2
Koeficijent gubitaka toplote, a_1	0.850 W/m^2 K
a_1/η_0 (collector performance ratio)	0.010 W/m^2 K
Apsorpcija	>96%
Emisija	<6%

Solarni kolektor sa vakuumskim cevima: Bosch Solar 8000 TV CPC

Solarni kolektor sa vakuumskim cevima: Bosch Solar 8000 TV CPC

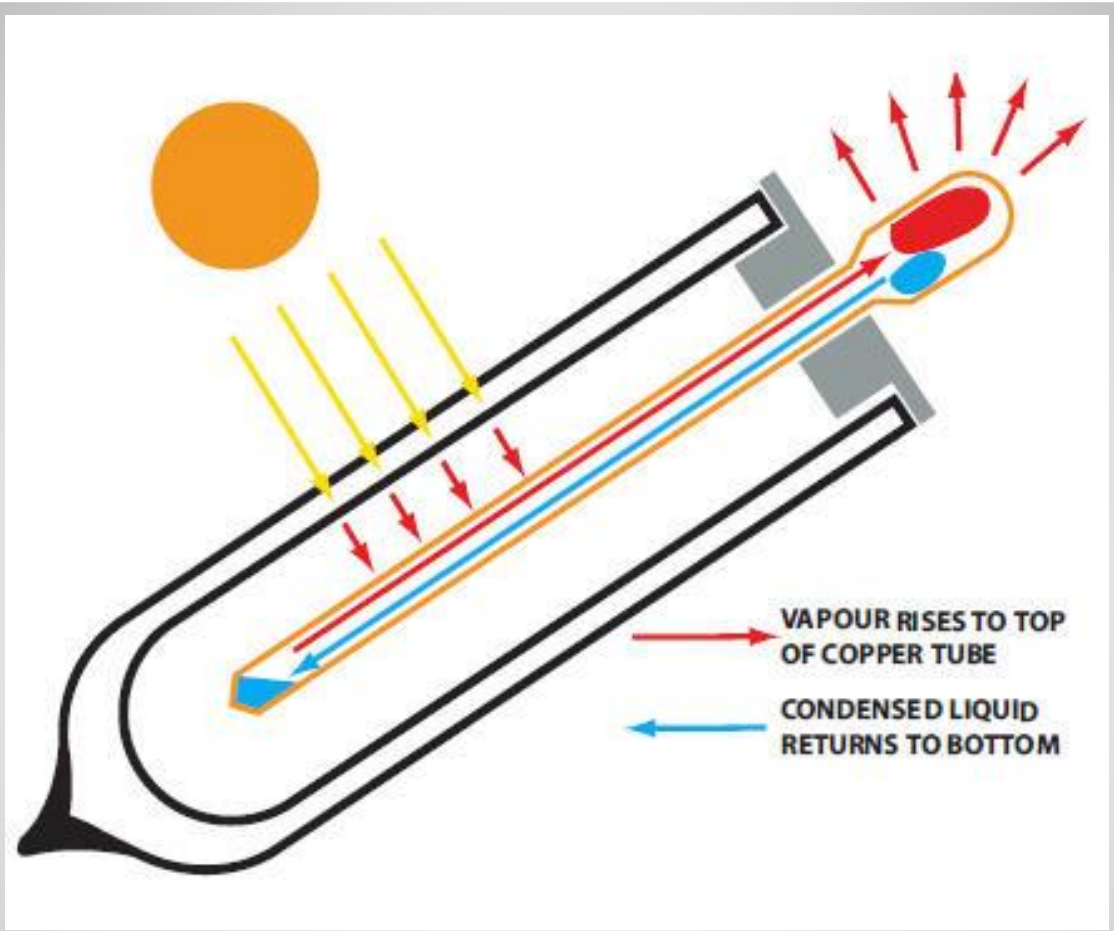
Tip kolektora		Solar 8000 TV CPC	Solar 8000 TV
Spoljašnje dimenzije kolektora:			
visina	mm	1947	1947
širina	mm	624	624
debljina	mm	85	85
Neto masa kolektora	kg	18	18
Ukupna površina kolektora	m^2	0.98	0.46
Efikasnost kolektora bez gubitaka, η_0	%	?	?
Temperatura stagnacije	^oC	260	210
Nominalni protok	l/kolektoru	30	30
Minimalna visinska razlika	mm	2	2

Solarni kolektor sa vakuumskim cevima: Bosch Solar 8000 TV CPC

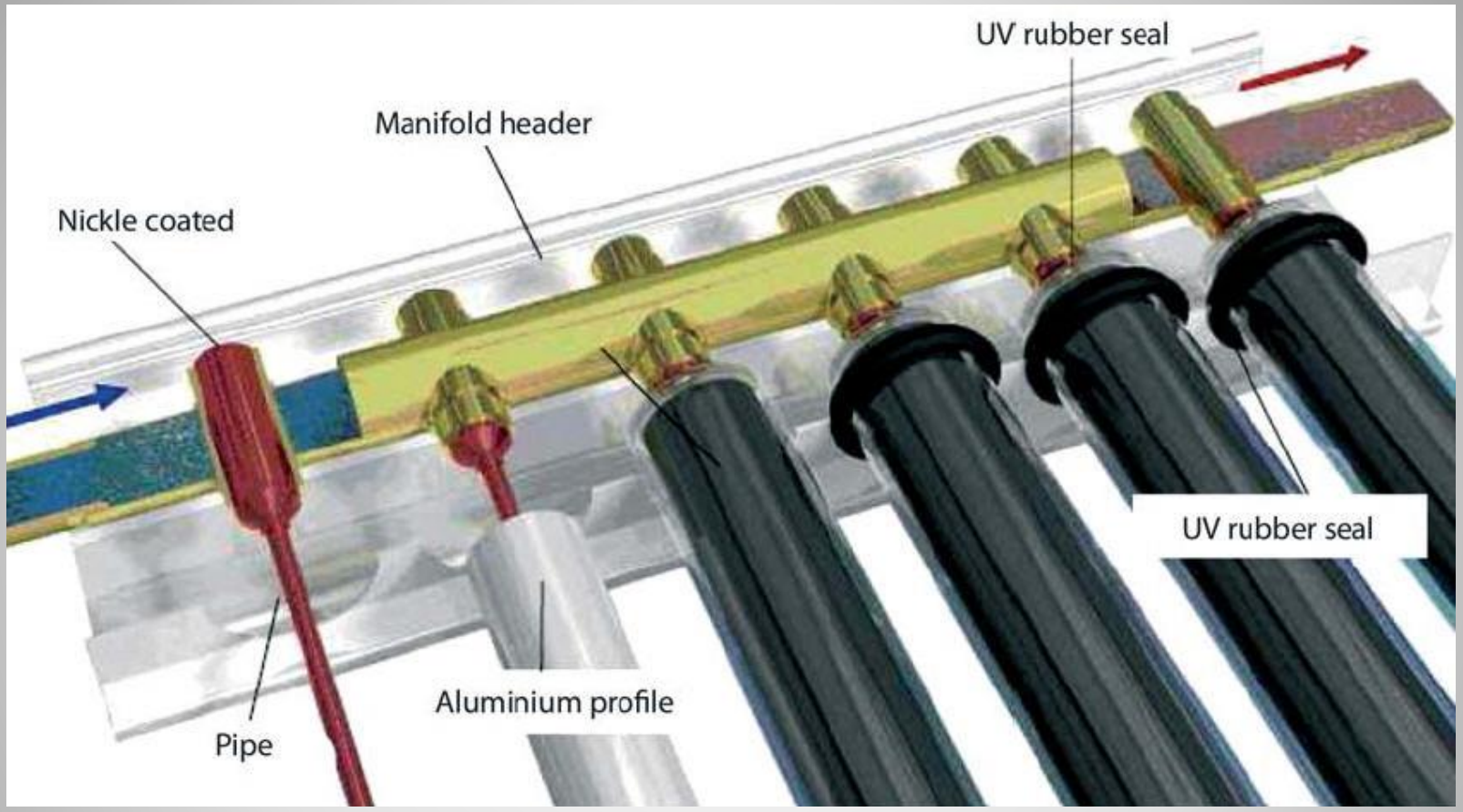
Solarni kolektor: Bosch Solar 8000 TV CPC – montaža na kosi krov

Solarni kolektor: Bosch Solar 8000 TV CPC – montaža na ravan krov

Toplocevni (Heat Pipe) solarni kolektor TZ58-1800



Toplocevni (Heat Pipe) solarni kolektor TZ58-1800 – princip rada



Toplocevni (Heat Pipe) solarni kolektor TZ58-1800 – konstrukcija

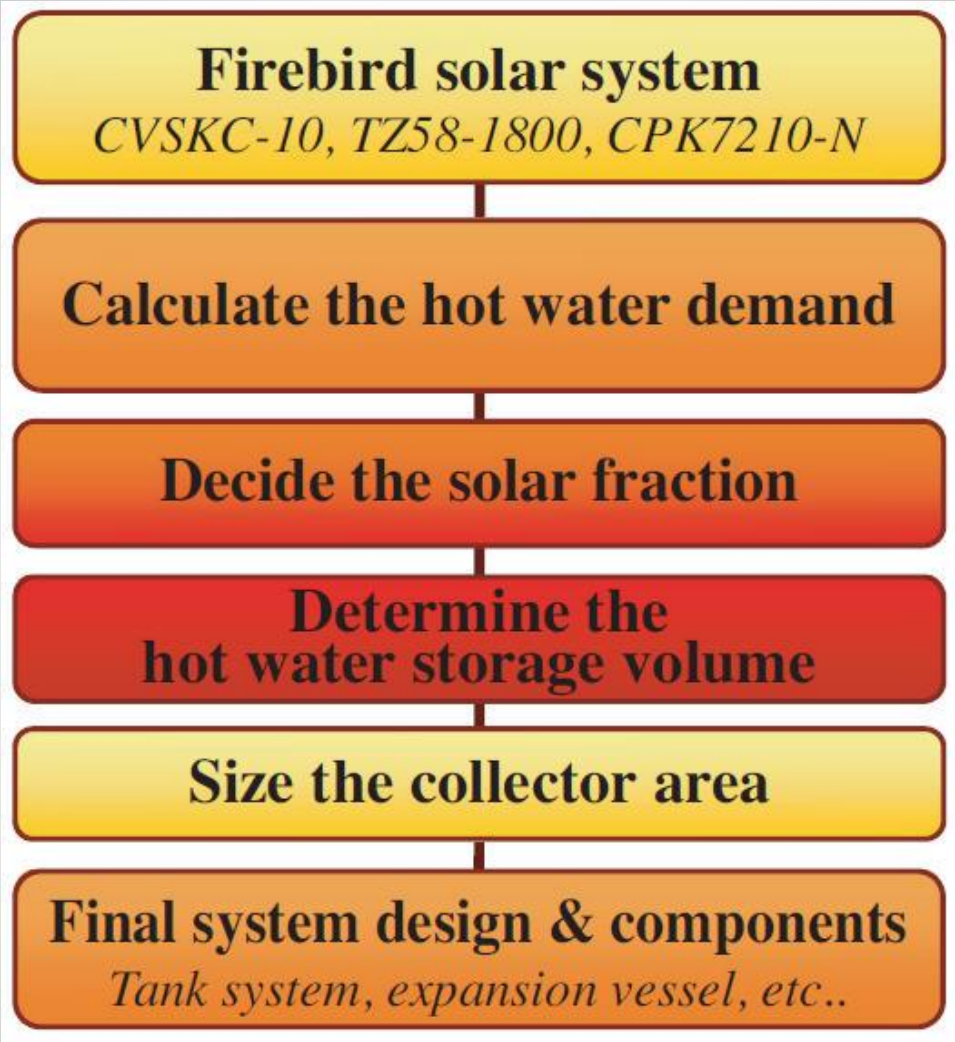
Heat Pipe TZ58-1800

Tip kolektora	TZ58-1800 sa 20 cevi	TZ58-1800 sa 30 cevi
Spoljašnje dimenzije kolektora: visina širina debljina	 2020 mm 1825 mm 155 mm	 2020 mm 2655 mm 155 mm
Dimenzije tople cevi: prečnik dužina	 58 mm 1800 mm	 58 mm 1800 mm
Težina kolektora	78 kg	115 kg
Ukupna površina kolektora	3.507 m^2	5.005 m^2
Površina otvora kolektora	1.867 m^2	2.791 m^2
Maksimalni radni pritisak	6 bar	6 bar
Temperatura stagnacije	200 ^oC	200 ^oC
Količina tečnosti u kolektoru	1.6 l	2.3 l
Dozvoljeni ugao nagiba	15^o do 75^o	15^o do 75^o
Brzina protoka tečnosti	0.5 do 1.5 l/min po m^2	0.5 do 1.5 l/min po m^2
Solarni antifriz fluid	Tyfocor LS ili slično	Tyfocor LS ili slično
Efikasnost kolektora bez gubitaka, η_0	73.4%	85%
Godišnji prinos energije	>525 kW/m^2	>529 kW/m^2
Koeficijent gubitaka toplote, a_l	1.529 W/m^2 K	1.771 W/m^2 K
a_l/η_0 (collector performance ratio)	0.0166 W/m^2 K	0.0192 W/m^2 K
Apsorpcija	>94%	>94%
Emisija	<7%	<7%

Projektovanje solarnog sistema

- Projekat solarnog sistema, njegova instalacija i puštanje u rad moraju biti u skladu sa evropskim, nacionalnim i lokalnim zakonskim odredbama;
- Ako se sistem instalira na krovu, neophodno je proveriti da li je krovna konstrukcija projektovana tako da može da izdrži težinu kolektora;
- Potrebno je razmotriti uticaj vetra i snega na kolektore;
- Orijentacija kolektora bi trebalo da bude prema jugu ako je to moguće, ali su prihvatljive i orijentacije prema jugozapadu i jugoistoku, što će napraviti manje gubitke;
- Neohodno je izbegavati osenčenja kolektora od drveća ili obližnjih zgrada;
- Potrebno je obezbediti dovoljno slobodnog prostora na krovu kako bi se smestio potreban broj kolektora, pri čemu je potrebno voditi računa o prisustvu krovnih prozora, dimnjaka, itd.

Procedura projektovanja



Procedura projektovanja

- Izračunati koliko je tople vode potrebno (DHW - *Domestic Hot Water*;
- Odrediti koliki će deo energije potrebne za DHW poticati od solarne energije;
- Izraunati potrebnu energiju koja potiče od solarnih kolektora;
- Izabrati odgovarajuće solarne kolektore;
- Odrediti potrebnu zapreminu rezervoara tople vode;
- Izračunati potrebnu površinu solarnih kolektora.

Table 1.6: Potrebe za toplom vodom u domaćinstvima.

Potrošnja	Dnevne potrebe tople vode (60^{o}C) za jednu osobu
Mali zahtevi	10 - 20 litara
Srednji zahtevi	20 - 40 litara
Visoki zahtevi	40 - 80 litara

Table 1.7: Potrebe za toplom vodom u komercijalnim objektima.

Potrošnja	Dnevne potrebe tople vode (60^{o}C) za jednu osobu
Bazeni javni/privatni	40/20 litara
Hoteli (mali)	30 - 80 litara
Hoteli (veliki)	80 - 150 litara
Sportski objekti	20 - 50 litara
Kuhinja	4 - 8 litara

Odredjivanje dnevnih potreba za toplom vodom

Odredjivanje solarne frakcije

- Kod dimenzionisanja solarnog termalnog sistema neophodno je odrediti takozvanu solarnu frakciju tj. deo energije potrebne za zagrevanje vode koji potiče od solarne energije.
- U najvećoj meri zavisi od investitora, ali je uobičajeno da se uzimaju vrednosti 60% ± 5%.
- U našim proračunima koji slede se uzima da je solarna frakcija 60%.

- Ako pretpostavimo da 5 osoba dnevno koristi po 40 litara vode, temperature 60^{o}C, dnevne potrebe su:

$$DHW = 5 \times 40 = 200l$$

- Potrebno je da zapremina rezervoara bude dvostruko veća od dnevnih potreba:

$$V_{stor} = 2 \times DHW = 400l$$

Odredjivanje zapremine rezervoara tople vode – osnovni metod

Odredjivanje zapremine rezervoara tople vode – precizan metod

- Ovaj metod pri odredjivanju zapremine rezervoara tople vode zahteva i poznavanje temperature vode iz sistema T_c, kao i temperature vode na izlazu T_{out} i zahtevane temperature vode u samom rezervoaru T_{stor}. Za odredjivanje zapremine se koristi izraz:

$$V_{stor} = \frac{2 \times P \times DHW_P \times (T_{out} - T_c)}{(T_{stor} - T_c)}$$

- DHW_P je dnevna potrošnja tople vode po osobi

Odredjivanje zapremine rezervoara tople vode – precizan metod

- PRIMER:
  - 5 osoba troši po 40 litara tople vode dnevno
  - T_c = 10°C
  - T_{out} = 45°C
  - T_{stor} = 60°C

- Potrebna zapremina rezervoara je:

$$V_{stor} = \frac{2 \times 5 \times 40 \times (45 - 10)}{(60 - 10)} = 280l$$

Odredjivanje površine kolektora

- Postoje različite metode za odredjivanje površine kolektora. Jedno od pravila za odredjivanje je 1m^2 na 50 litara zapremine rezervoara.
- Sledeća formula obezbedjuje mnogo preciznije odredjivanje potrebne površine kolektora, s obzirom da uzima u obzir prosečna solarna insolacija S_{ins} za lokaciju gde se sistem instalira. P
- Površina kolektora C_A se odredjuje kao:

$$C_A = \frac{S_F \times D_{op} \times E_{HW}}{S_{ins} \times \eta_{coll} \times \eta_{syst}}$$

- S_F je solarna frakcija, D_{op} broj dana u godini kada sistem radi, η_{coll} efikasnost kolektora, η_{syst} efikasnost sistema i E_{HW} je energija potrebna za zagrevanje vode:

$$E_{HW} = DHW \times 1.16 \times \Delta T = DHW \times 1.16 \times (T_{stor} - T_c)$$

- Toplotni kapacitet vode je 1.16kWh/(m^{3}K)

Odredjivanje površine kolektora

PRIMER:

Solarni sistem koji radi 365 dana u godini, za koji je solarna frakcija S_F=60%, snabdeva 5 osoba koje koriste 40 litara vode dnevno. Temperatura vode u sistemu je T_c=10°C. Ako se sistem instalira u Nišu gde je prosečna insolacija S_{ins}= 1531.4 kW/m^2, kolika je potrebna površina kolektora, čija je efikasnost 75% (slika 1.21). Efikasnost celog sistema je 85%

REŠENJE:

$$E_{HW} = DHW \times 1.16 \times (T_{stor} - T_c) = (5 \times 40) \times 1.16 \times (60 - 10) = 11.6kWh/day, \quad (1.7)$$

$$C_A = \frac{0.6 \times 365 \times 11.6}{1531.4 \times 0.75 \times 0.85} = 2.60m^2. \quad (1.8)$$

Projektovanje ostalih delova sistema

- **Cevi**
  - Cevi koje se koriste kod solarnih sistema moraju biti od specijalnih materijala, kao što su:
    - nerdjajući čelik,
    - bakar,
    - crne čelične cevi.
  - Prihvatljive metode za spajanje cevi kod solarnih sistema su:
    - kompresiono spajanje,
    - spajanje presovanjem (temperaturna otpornost zaptivača mora biti veća od 150^{o}C,
    - lemljenje (moraju se koristiti tzv. hard solderi).

Projektovanje ostalih delova sistema

- **Cevi**

Pored zahteva da se za cevi koriste specijalni materijali neophodno je i voditi računa o izolaciji cevi, kako bi se smanjili gubici. Izolacija cevi se projektuje tako da može da izdrži temperature veće od 180^{o}C. Pri izolovanju cevi kod solarnih termalnih sistema mora se voditi računa o sledećem:

- Sve cevi i konektori moraju biti izolovani, osim linije koja vodi ka ekspanzionom sudu;
- Za cevi koje se nalaze napolju, izolacija mora da izdrži uticaj kiše, snega, UV zračenja, zagadjenja, itd., a mora biti otporna na oštećenja koja mogu izazvati životinje (ptice, mi\v{s}evi, itd.). Da bi se izbeglo stvaranje vlage oko cevi izolacija mora biti od poroznih materijala koji je propuštaju;
- Onde gde je to moguće, poželjno je da cevi budu zaklonjene i da na taj načinbudu zaštićene od spoljašnjih uticaja;
- Cevi se izoluju tek nakon puštanja u rad kompletnog sistema, kak bi se uočila eventualna curenja na spojevima i konektorima.

Projektovanje ostalih delova sistema

- **Cevi**

Pored zahteva da se za cevi koriste specijalni materijali neophodno je i voditi računa o izolaciji cevi, kako bi se smanjili gubici. Izolacija cevi se projektuje tako da može da izdrži temperature veće od 180^{o}C. Pri izolovanju cevi kod solarnih termalnih sistema mora se voditi računa o sledećem:

- Sve cevi i konektori moraju biti izolovani, osim linije koja vodi ka ekspanzionom sudu;
- Za cevi koje se nalaze napolju, izolacija mora da izdrži uticaj kiše, snega, UV zračenja, zagadjenja, itd., a mora biti otporna na oštećenja koja mogu izazvati životinje (ptice, mi\v{s}evi, itd.). Da bi se izbeglo stvaranje vlage oko cevi izolacija mora biti od poroznih materijala koji je propuštaju;
- Onde gde je to moguće, poželjno je da cevi budu zaklonjene i da na taj načinbudu zaštićene od spoljašnjih uticaja;
- Cevi se izoluju tek nakon puštanja u rad kompletnog sistema, kak bi se uočila eventualna curenja na spojevima i konektorima.

Projektovanje ostalih delova sistema

- **Cevi – dimenzionisanje**
  - U tabeli su date preporučene vrednosti prečnika cevi, u zavisnosti od površine solarnih kolektora, kada se radi o većim sistemima. Kod sistema koji se koriste za zagrevanje vode u domaćnstvima, gde su površine kolektora najčešće izmedju 1.5m2 i 2m2, koriste se bakarne ili čelične cevi prečnika 3/8'' ili 1/2''.

Table 1.8: Dimenzionisanje cevi solarnog sistema.

Površina kolektora	Prečnik cevi
10 - 20 m^2	22 mm
20 - 30 m^2	28 mm
30 - 40 m^2	35mm
40 - 50 m^2	42mm

Projektovanje ostalih delova sistema

- **Dimenzionisanje pumpe**
  - Većina solarnih termalnih sistema ima pumpe, čija je uloga da obezbede da solarni fluid cirkuliše kroz sistem.
  - Za efikasan rad sistema, veoma važno izabrati pumpu koja će u sistemu obezbediti definisan protok solarnog fluida, kao i pritisak u sistemu.
  - Pri dimenzionisanju pumpe su neophodne informacije o:
    - ukupnoj količini solarnog fluida u kolektorima (ako nema preciznih informacija uzima se oko 1l po m^2 kolektora), I
    - kolika je količina fluida u cevima sistema.
  - Izbor pumpe: zapremina solarnog fluida u sistemu mora biti manja od brzine protoka fluida kroz pumpu (da pumpa bar jednom u minutu protera fluid kroz sistem).

- **Dimenzionisanje pumpe**

PRIMER:

Odrediti pumpu za solarni sistem koji se sastoji od tri ravna kolektora čija je površina 1.8m^2, ako se u cevima sistema nalazi 5l solarnog fluida.

REŠENJE:

Ukupna zapremina solarnog fluida V_{SF} u sistemu je:

$$V_{SF} = 3 \times 1.8l + 5l = 10.4l \qquad (1.9)$$

Prema tome pravilan izbor bi bila standardna pumpa koja ima protok od 13l/min.

Projektovanje ostalih delova sistema

- **Dimenzionisanje ekspanzionog suda**
  - Uloga ekspanzionog suda u solarnom termalnom sistemu je da kompenzuje povećanje zapremine solarnog fluida (najčešće je to mešavina vode i antifriza) u sistemu pod pritiskom, kada se povećava temperatura.
  - Ekspanzioni sud se uvek instalira u povratnoj grani sistema.
- Uputstvo za odredjivanje zapremine ekspanzionog suda je:
  - Osnovno pravilo:

$$\mathbf{V}_{ekspanzionogsuda} = \mathbf{Površina\ kolektora\ [m^2]} \times \mathbf{1\ lit\ solarnog\ fluida} \times 4$$

  - Napredni metod izračunavanja:

$$\mathbf{V}_{ekspanzionogsuda} = \mathbf{V}_{ukupnogsistem} \times 25\%$$

Projektovanje ostalih delova sistema

Stagnacija

- Solarni kolektori bi trebalo da se dimenzionišu na osnovu potreba korisnika za toplom vodom i količine dostupne solarne energije od aprila do septembra meseca.
- U ovom periodu, dani su duži i solarno zračenje je najjače.
- Dodavanjem većeg broja kolektora solarni sistem se može koristi i u periodu od septembra do marta, kada je dostupna solarna energija značajno manja, ali ovo će dovoditi do toga će topla voda u sistemu, u toku letnjih meseci, dostizati maksimalnu temperaturu znatno ranije u toku dana.

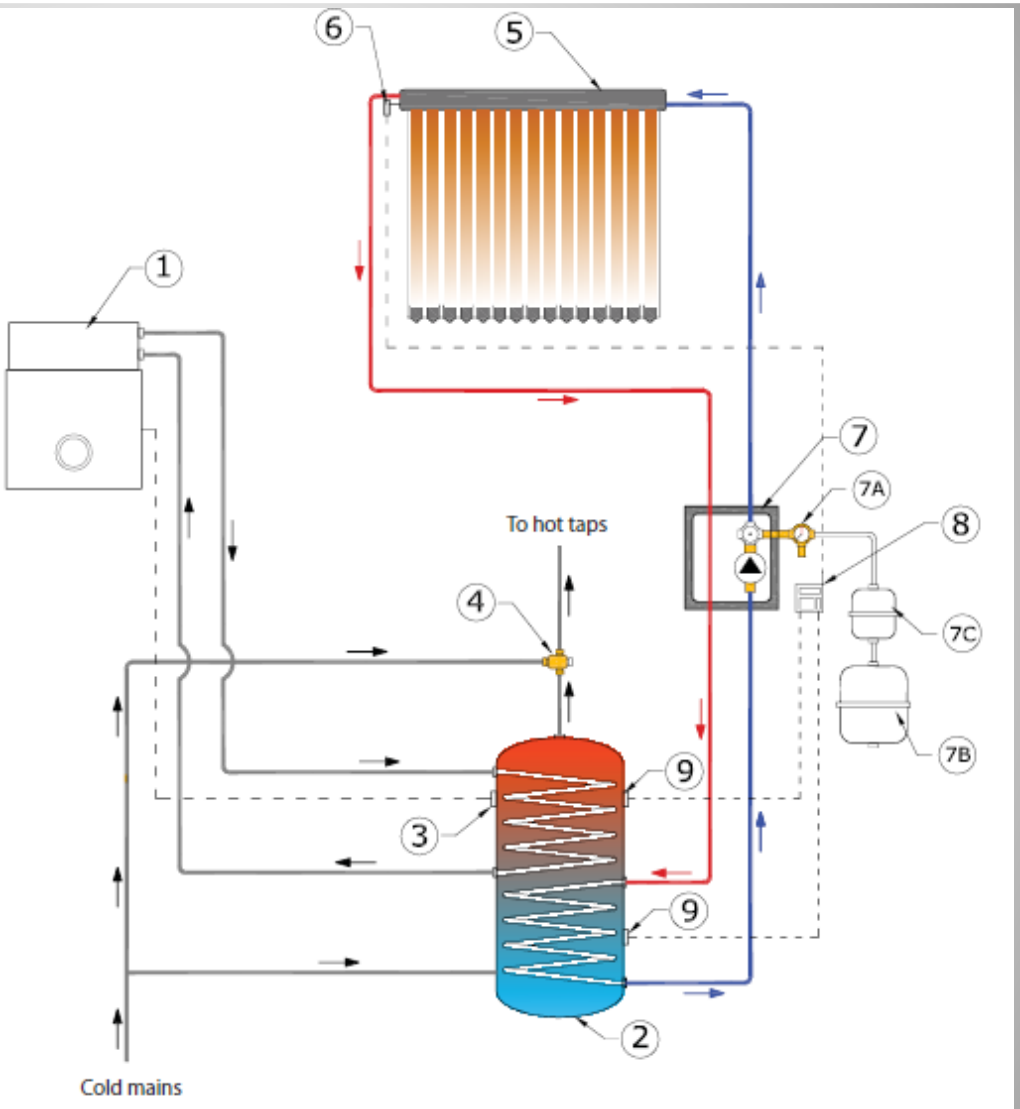
Stagnacija

- Kao rezultat, solarna energija koja pada na kolektore će nastaviti da zagreva solarni fluid u kolektoru, što može da dovede i do njegovog isparavanja unutar kolektora.
- Ovaj proces je poznat pod nazivom stagnacija.
- Većina solarnih kolektora je projektovana da podnese stagnacione temperature do 200^{o}C.
- Često ponavljanje stagnacije može da dovede do dezintegracije solarnog fluida, čime se gube njegova antismrzavajuća svojstva, a menja se injegova ph vrednost, što može da izazove koroziju u sistemu.
- Na ovaj način se redukuje efikasnost solarnog kolektora.
- Takodje, može doći do oštećenja kolektora i cevi, naročito kada je veoma hladno i kada može doći do smrzavanja.

Stagnacija

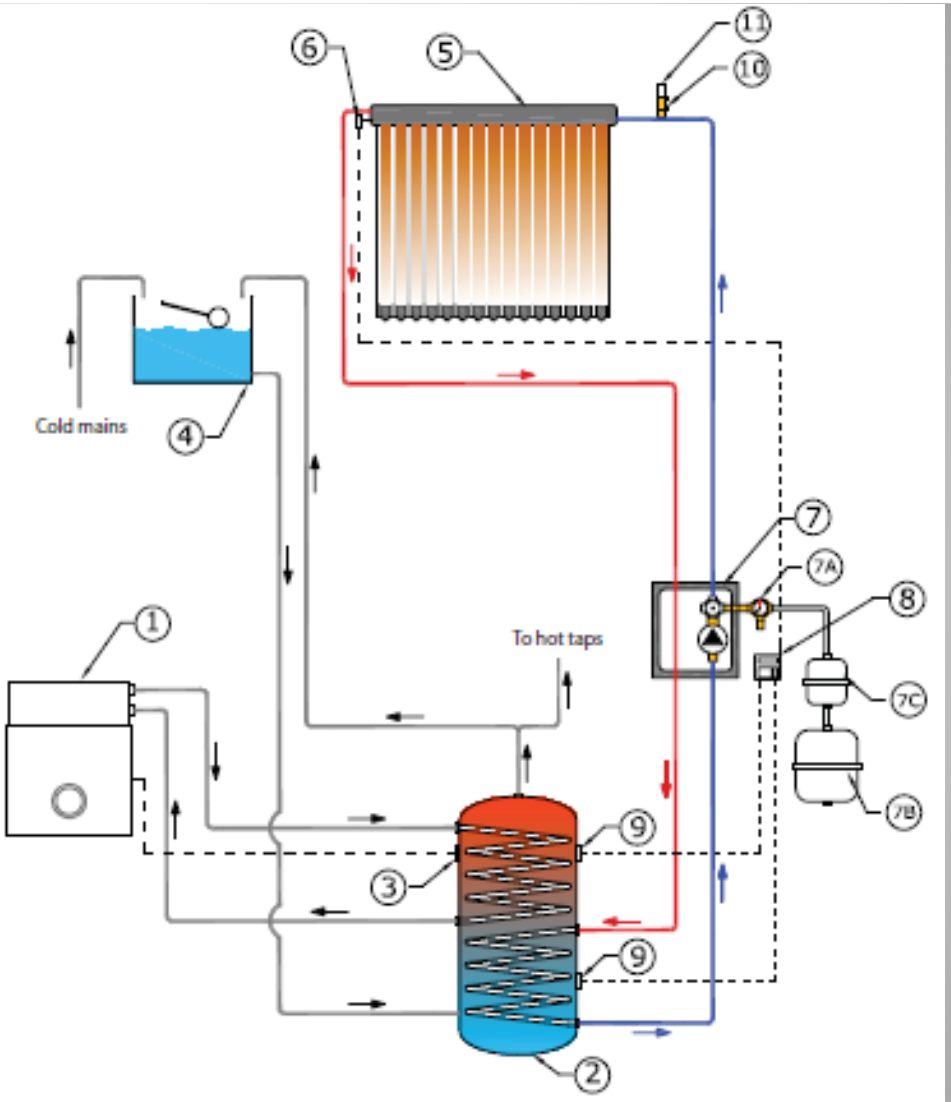
- Stagnacija se može desiti i kod idealno projektovanih sistema, u slučajevima kada nema potrošnje tople vode, na primer u toku godišnjeg odmora.
- Zbog toga se sistemi projektuju tako da mogu rešiti problem stagnacije.
- To podrazumeva ugradnju ventila za oslobadjanje pritiska na povratnoj liniji sistema.
- Takodje, mogu se koristiti solarni fluidi koji imaju znatno bolje karakteristike u pogledu antismrzavanja i isparavanja, koji poseduju suspstance koje usporavaju hemijske reakciije (inhibitori), i mogu da podnesu temperature od -25^{o}C pa do čak 200^{o}C.

1	Firebird condensing boiler
2	Unvented DHW tank
3	Temp. sensor (after heating)
4	2 way mixing valve
5	Solar collector
6	Collector temp. sensor
7	Pump station
7A	Pressure relief valve
7B	Expansion vessel
7C	Intermediate vessel (if needed)
8	Controller
9	DHW tank sensors



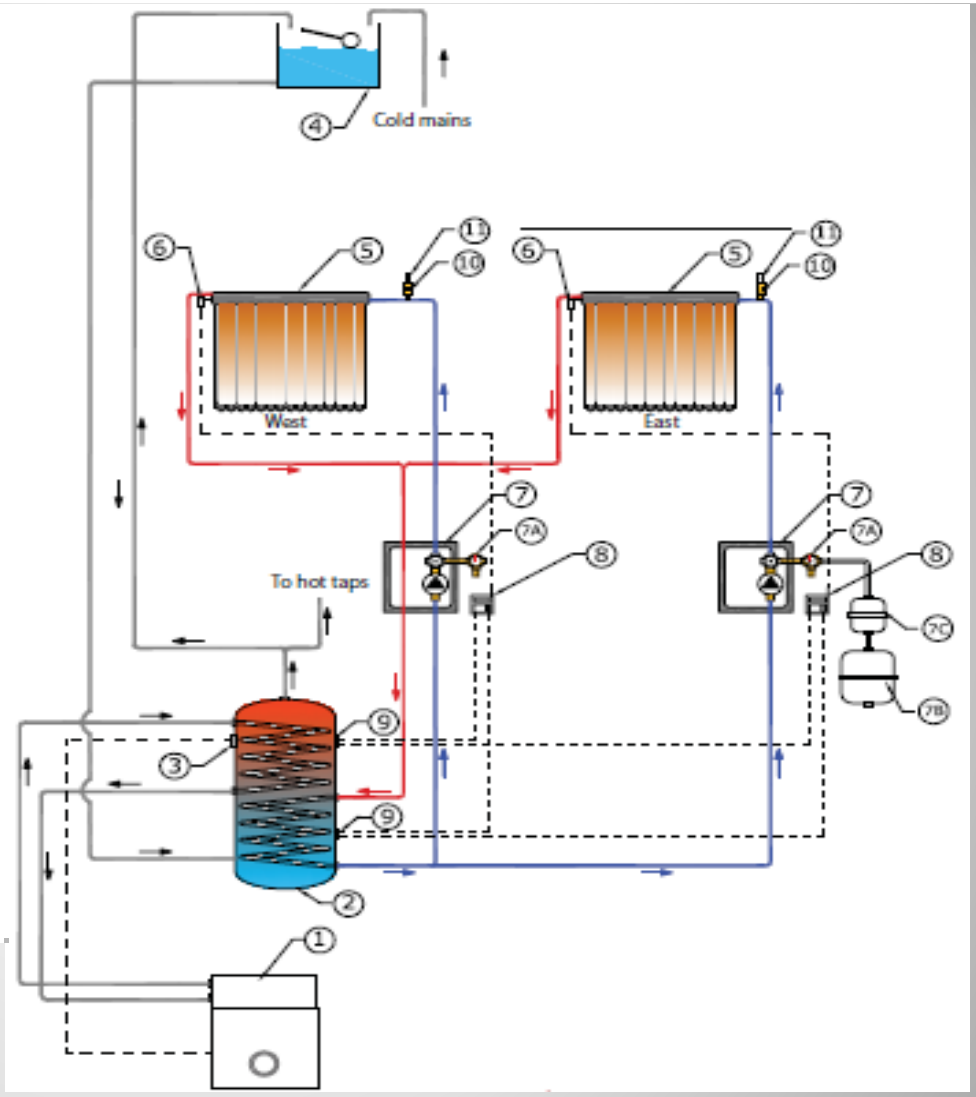
Solarni sistemi:
Firebird: SS pod pritiskom bez ozračivanja

1	Firebird condensing boiler
2	Open vented cylinder
3	Temp. sensor (after heating)
4	Cold water tank
5	Solar collector
6	Collector temp. sensor
7	Pump station
7A	Pressure relief valve
7B	Expansion vessel
7C	Intermediate vessel (if needed)
8	Controller
9	DHW tank sensors
10	Isolating valve
11	Air vent



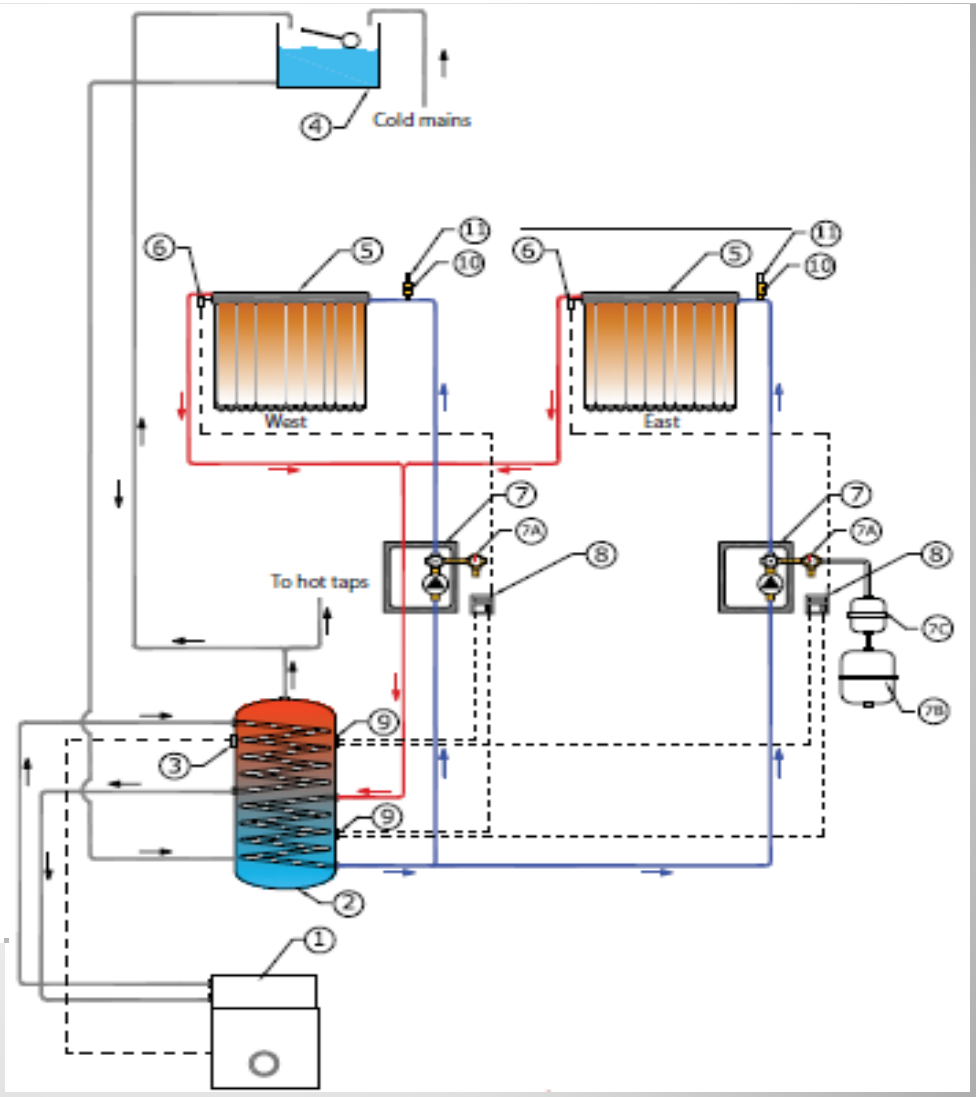
Solarni sistemi: Firebird: Otvoreni solarni sistem

1	Firebird condensing boiler
2	DHW tank
3	Temp. sensor (after heating)
4	Cold water tank
5	Solar collector
6	Collector temp. sensor
7	Pump station
7A	Pressure relief valve
7B	Expansion vessel
7C	Intermediate vessel (if needed)
8	Controller
9	DHW tank sensors
10	Isolating valve
11	Air vent



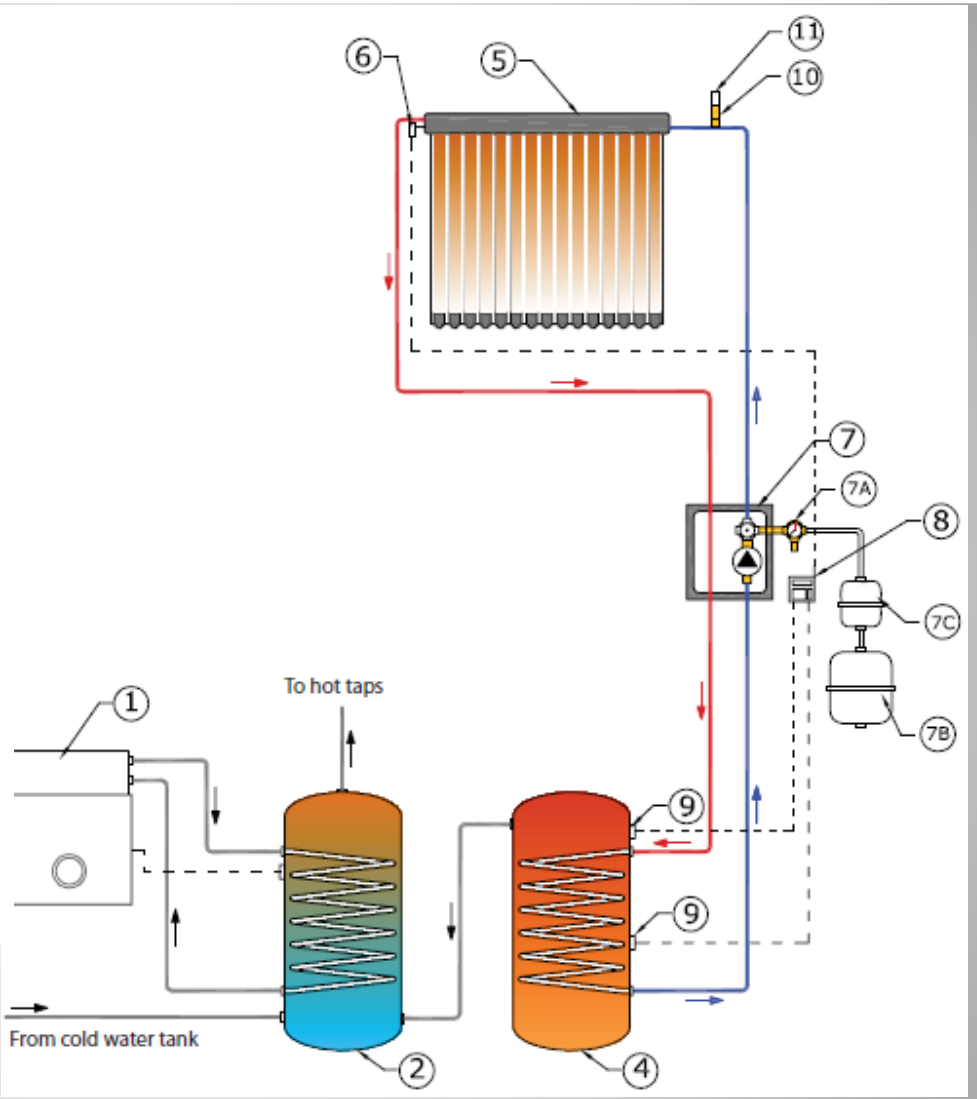
Solarni sistemi: Firebird: East/west solarni sistem

1	Firebird condensing boiler
2	DHW tank
3	Temp. sensor (after heating)
4	Cold water tank
5	Solar collector
6	Collector temp. sensor
7	Pump station
7A	Pressure relief valve
7B	Expansion vessel
7C	Intermediate vessel (if needed)
8	Controller
9	DHW tank sensors
10	Isolating valve
11	Air vent

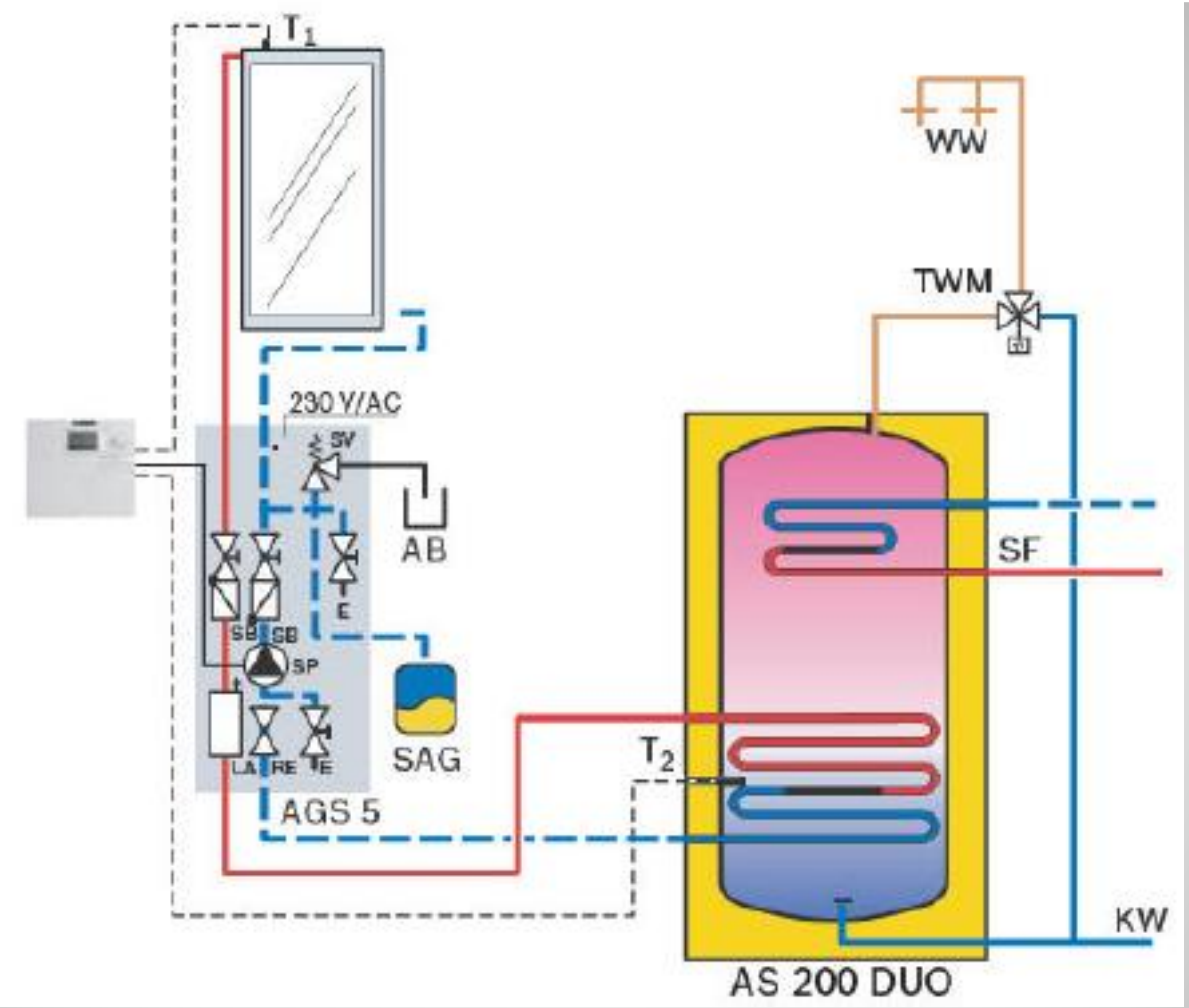


Solarni sistemi:
Firebird: Solarni sistemi sa dva rezervoara

1	Firebird condensing boiler
2	DHW tank (for boiler)
3	Temp. sensor (after heating)
4	DHW tank (for solar)
5	Solar collector
6	Collector temp. sensor
7	Pump station
7A	Pressure relief valve
7B	Expansion vessel
7C	Intermediate vessel (if needed)
8	Controller
9	DHW tank sensors
10	Isolating valve
11	Air vent



Solarni sistemi:
Firebird: Solarni sistemi sa dva rezervoara



Solarni sistemi:
Bosch solarni sistem A1/200/FCC

Table 1.9: Komponente Bosch solarnog seta 1: A1/200/FCC.

Opis	Komada	Cena sa PDV
FCC220-2V - Solarni kolektor Bosch, vertikalni	1	46.869,00
WFS22 - Priključni pribor za FCC kolektore, neophodan za svaki red kolektora za montažu na kosi krov	1	8.707,99
ELT5 - Odzračni pribor	1	6.159,00
WMT1 - Osnovni set za vertikalnu montažu na krov prvog kolektora tipa FCC	1	6.459,32
FKA3 - Krovne kuke za FCC solarne kolektore	1	5.839,45
B-Sol 100-2 - Solarna regulacija	1	15.300,00
AGS 10-2 - Solarna stanica	1	46.740,99
WTF 10 - Solarni fluid 10 litara, 45%	2	13.358,42
SAG 18 - Solarna ekspanziona posuda, 18 litara	1	7.406,16
AS200DUO - Akumulacioni bojler sa dva izmenjivača (gr: 19kW, sol: 29kW), zapremina 200 litara, 8 bar-a	1	67.990,00
Ukupno		**218.256,14**

Solarni sistemi: Bosch solarni sistem A1/200/FCC

Ostale komponente

	Solarni regulatori
B-SOL 100-2	Regulator sistema solarnog grejanja za sisteme sa jednim potrošačem, LCD displej sa prikazom piktograma, jednostavno rukovanje, kontrolne funkcije, priključno mesto za pumpu solarnog kruga sa promenljivim brojem obrtaja, temperaturna diferencija za uključenje od 4 -20 K, podesiva max temp. bojlera od 20-90 °C, podesiva min i max temp. kolektora, NTC senzor kolektora, NTC senzor akum. bojlera, priključno mesto za dodatni senzor aku. bojlera i pribor za montažu.
CS 200	Regulacija za nezavistan solarni sistem. Solarna priprema sanitarne vode i podrška sistemu grejanja. Vođenje 1 do 2 kolektorska polja, 2 do 3 akumulaciona bojlera, sistema sa prepumpavanjem kao i solarna podrška grejanja bazena. Mogućnost povezivanja kalorimetra za precizno merenje solarnih dobitaka. Termička dezinfekcija. Funkcioniše isključivo u kombinaciji sa modulom MS 200, tako da SC200 + MS 200 čine zamenu za B-Sol 300. Dvožilna EMS BUS komunikacija. Napajanje modula 230V.
MS 200	Uklopni modul za solarnu pripremu tople vode i solarnu podršku sistemu grejanja u kombinaciji sa regulatorom CW100/CW400 ili sa CS200. Pogodan za pumpe visoke efikasnosti, montaža na zidu ili pumpnoj stanici. Kompatibilan sa Bosch Heatronic III, zamena za ISM 2. Povezivanje dvožilnim EMS BUS kablom. Napajanje 230V.
MS 100	Uklopni modul za solarnu pripremu tople vode u kombinaciji sa regulatorom CW100/CW400. Pogodan za pumpe visoke efikasnosti, montaža na zidu ili pumpnoj stanici. Kompatibilan sa Bosch Heatronic III, zamena za ISM 1. Povezivanje dvožilnim EMS BUS kablom. Napajanje 230V.

Pribor za izvođenje solarne instalacije	
AAS1	Priključni komplet ekspanzione posude (SAG), uključujući SAG držač, valovito crevo od nerđajućeg čelika i spojnica za brzu montažu (zamena za 63003891.
SAG18	Solarna ekspanziona posuda, uključujući zidni držač 18 litara
SAG25	Solarna ekspanziona posuda, uključujući zidni držač 25 litara
SAG35	Solarna ekspanziona posuda, uključujući zidni držač 35 litara
SAG50	Solarna ekspanziona posuda, uključujući zidni držač 50 litara
SAG80	Solarna ekspanziona posuda, uključujući zidni držač 80 litara
VSG5	Solar predspojena posuda sadržaja 5 litara, za zaštitu ekspanzione posude od previsokih temperatura, posebno kod instalacija sa vrlo visokim solarnim stepenima pokrivanja većim od 60% ili kod podrške sistemu grejanja i kod istovremeno kratkih cevnih sekcija između polja kolektora i ekspanzione posude (krovne kotlarnice), uključujući zidni držač, 5 litara
VSG12	Solar predspojena posuda sadržaja 12 litara, ostalo isto kao VSG5
TF2	Senzor kolektora NTC20K, primenjiv sa TDS-regulatorima i SM solarnim modulima, dužina kabla 2,5 m, plašt od temperaturno otpornog silikona.
SF4	Senzor akumulacionog bojlera
VF	Senzor temperature polaznog voda za uklopni modul grejanja HSM sa priključnim kablom, toplovodljivom pastom i steznom trakom

Ostale komponente

Ostale komponente

Pribor za izvođenje solarne instalacije - nastavak	
WMZ3	Set brojila količine toplote, merni deo zapreminskog protoka sa impulsnim izlazom, 2 nalegajuća senzora temperature, priključak na TDS300
VS-SU	Trokraki preusmerni ventil, 230 V, priključak na TDS300 85-103-220
DHW	Termostatski mešač za sanitarnu vodu, podesiv od 30°C do 70°C, kao zaštita od opekotina. Priključci ¾"
WTF 20	Tečnost kao prenosnik toplote (Tyfocor L) za pločaste kolektore, propilenglikol, finalno promešana bezbojna tečnost ne sme se mešati sa drugim sredstvima, zaštita od smrzavanja do -30 °C., 20 litara
WTF 10	10 litara, ostalo isto kao WTF 20
LS20	Solarni fluid za vakuumske kolektore, tečnost ne sme se mešati sa drugim sredstvima, zaštita od smrzavanja, 20 litara.
WTP	Ispitivač zaštite od smrzavanja za tečnost kao prenosnik toplote WTF (Tyfocor L) i WTV (Tyfocor LS)
WTI	pH-indikatorski štapići za proveru zaštite od korozije tečnosti kao prenosnika toplote WTF (Tyfocor L) i WTV (Tyfocor LS), 100 kom.