

**Obuka: Upravljanje energijom u javnom sektoru**  
**Modul 2: Energetska efikasnost zgrada i obnovljivi izvori energije**

# Obnovljivi izvori energije

## Priprema sanitarne tople vode korišćenjem energije Sunca

Doc. dr Esad Tombarević  
[esad.tombarevic@ucg.ac.me](mailto:esad.tombarevic@ucg.ac.me)

Univerzitet Crne Gore  
Mašinski fakultet Podgorica  
15. april 2020.

# Grijanje sanitarne tople vode

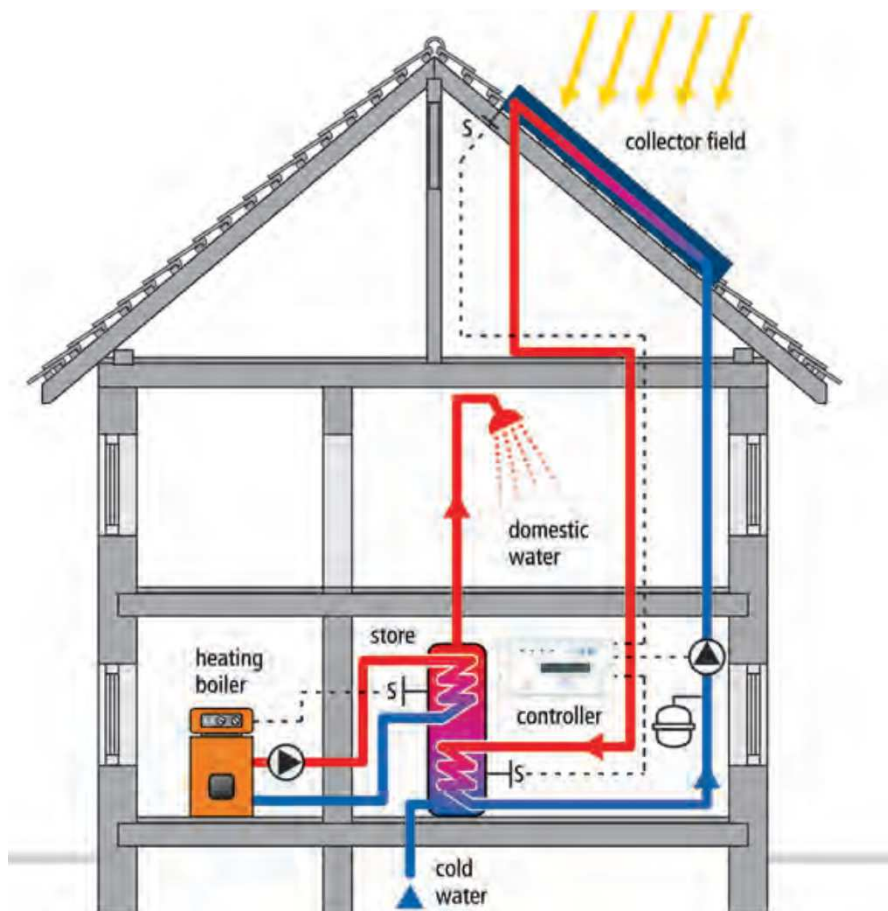
Pored sistema grijanja, hlađenja, ventilacije i klimatizacije, neophodan je i sistem za pripremu sanitarne tople vode (STV)

Princip rada:

Solarni kolektori na krovu objekta absorbiraju sunčevo zračenje i toplotu predaju fluidu koji preko izmjenjivača toplote zagrijava sanitarnu vodu u rezervoaru smještenom u podrumu

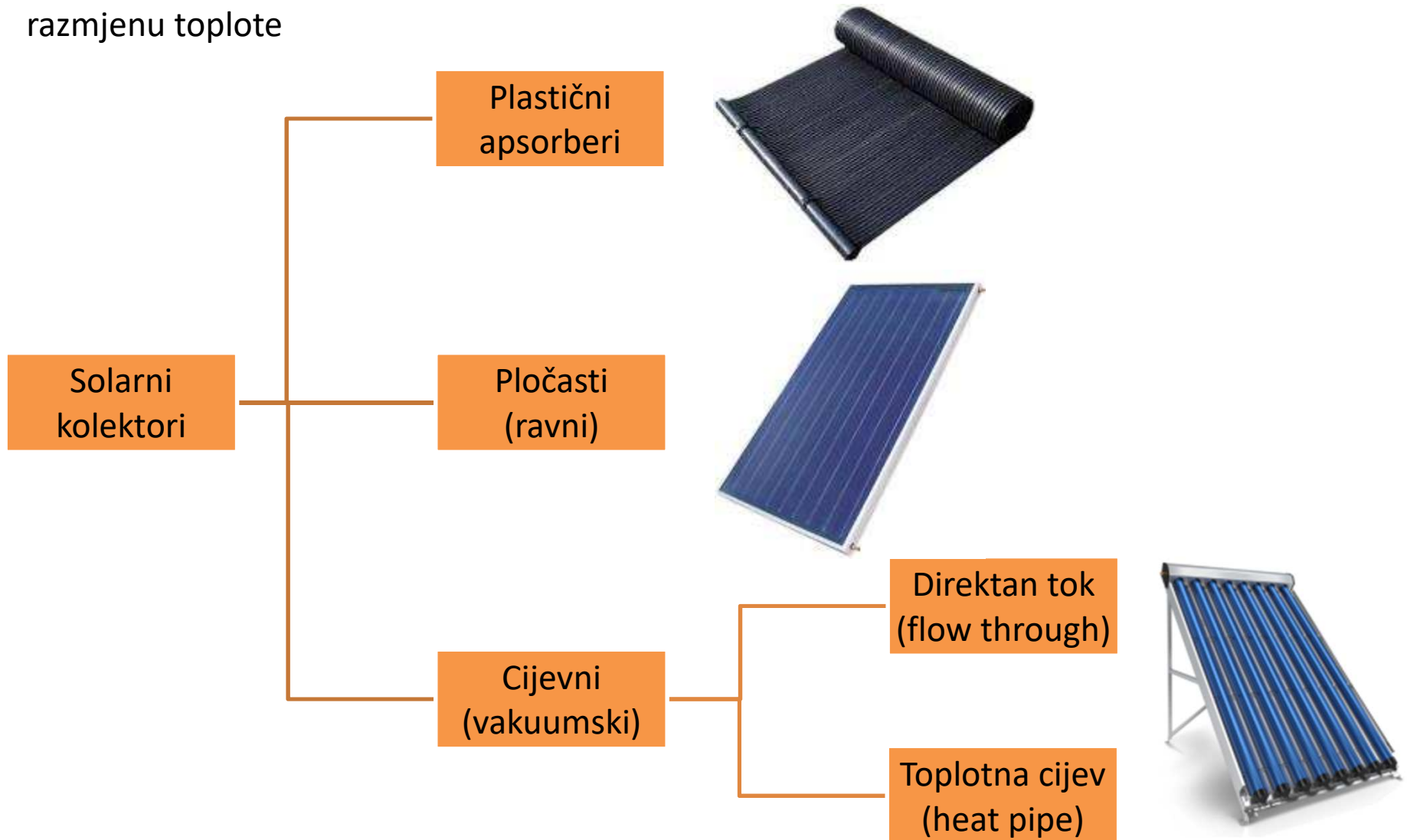
Osnovne komponente sistema:

- solarni kolektor
- rezervoar tople vode
- cirkulaciona pumpa
- cjevovodi i armatura
- pomoćni izvor toplote

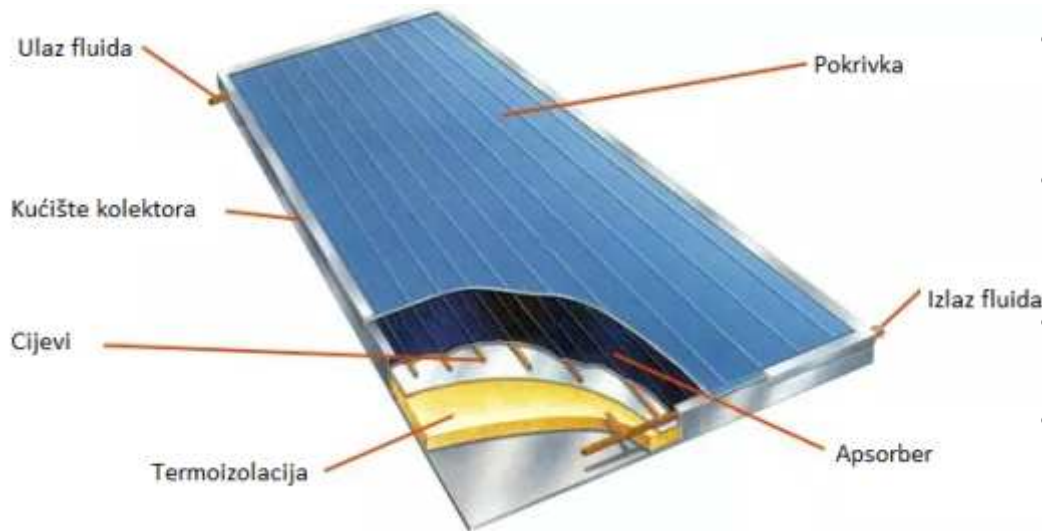


# Solarni kolektori

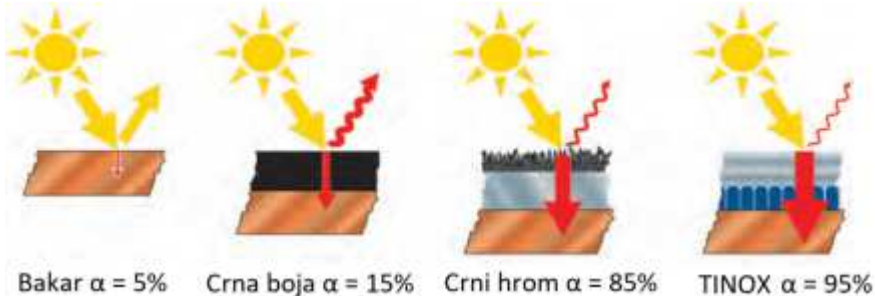
- Solarni kolektor je glavna komponenta solarnog sistema za pripremu STV
- Uloga solarnog kolektora je da apsorbuje sunčevo zračenje i da preda toplotu fluidu za razmjenu toplote



# Pločasti (ravni) kolektori

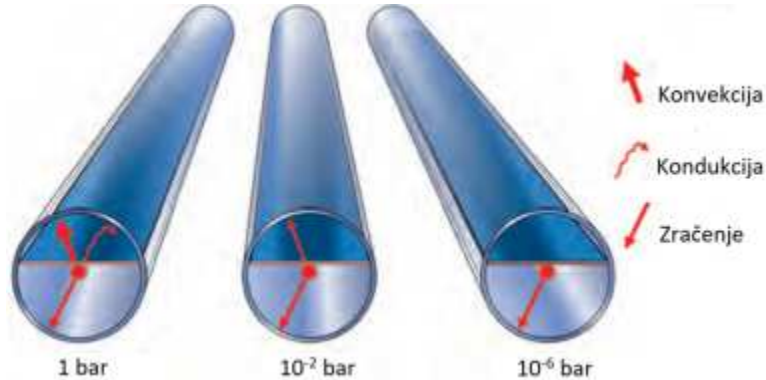


- Metalni apsorber sa utisnutim bakarnim cijevima smješten u ravnom, pravougaonom kućištu
- Apsorber je prevučen premazima koji imaju za cilj povećanje apsorpcije sunčevog zračenja
- Sa zadnje i sa bočnih strana termoizolovan
- S prednje strane staklena pokrivka na koju se nanose specijalni premazi koji smanjuju refleksiju i emisiju toplote



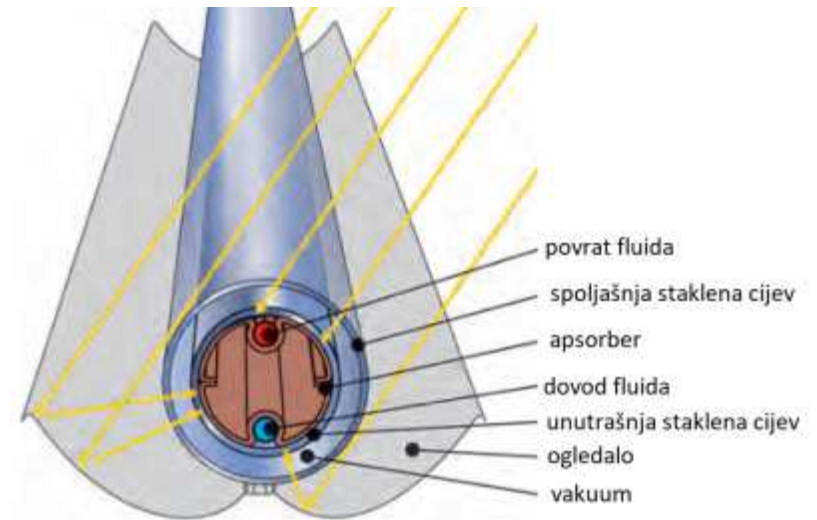
Srednja godišnja efikasnost sistema sa pločastim kolektorima 35-40%

# Cijevni (vakuumski) kolektori



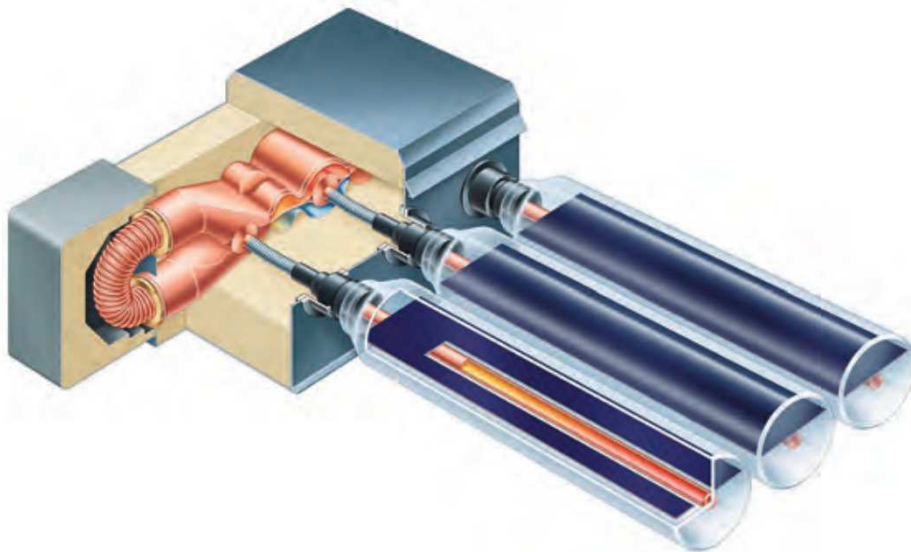
- Cijevi su vakuumirane pa su gubici toplote uslijed konvekcije i kondukcije značajno smanjeni
- Veći stepen korisnosti i pri visokim razlikama temperatura fluida i okoline i pri niskim intezitetima sunčevog zračenja

## Direktan tok (flow-through)



Fluid za razmjenu toplote struji direktno kroz cijev apsorbera koja je izvedena kao anulus ili kao U cijev

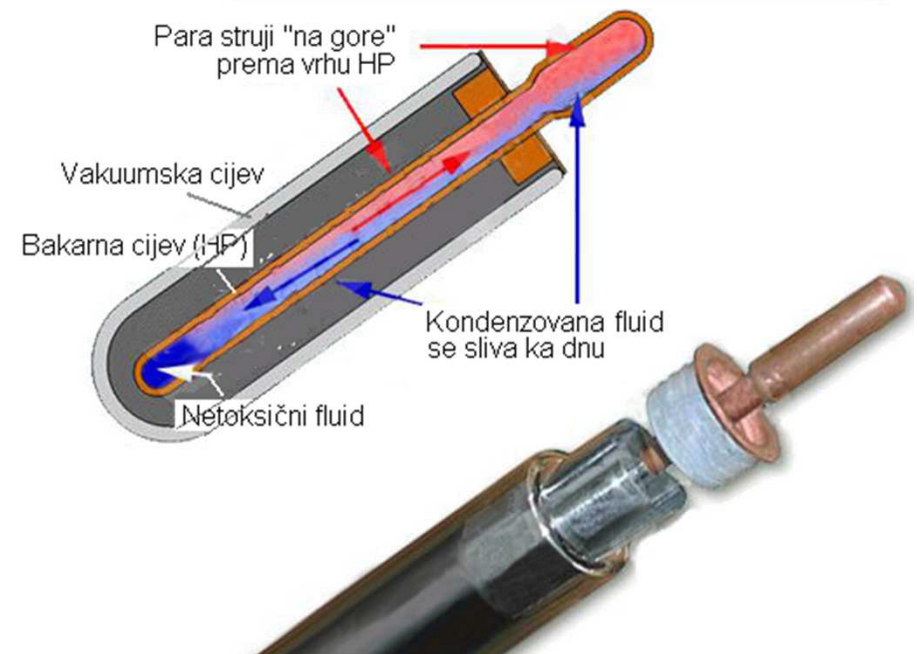
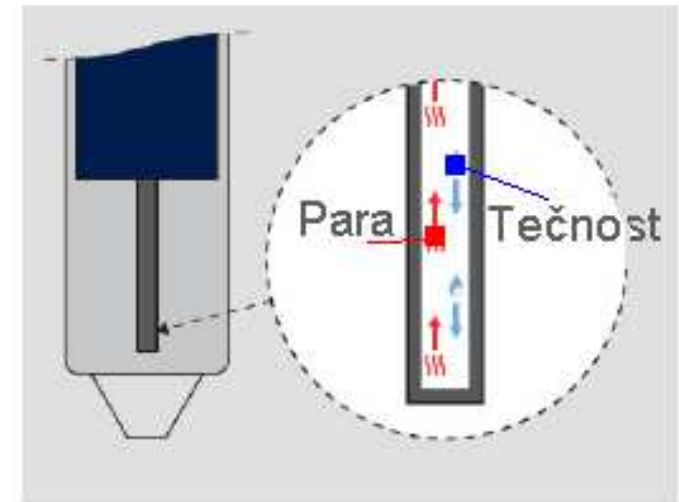
## Toplotna cijev (heat-pipe)



Na apsorber spojena tzv. toplotna cijev ispunjena vodom ili alkoholom.

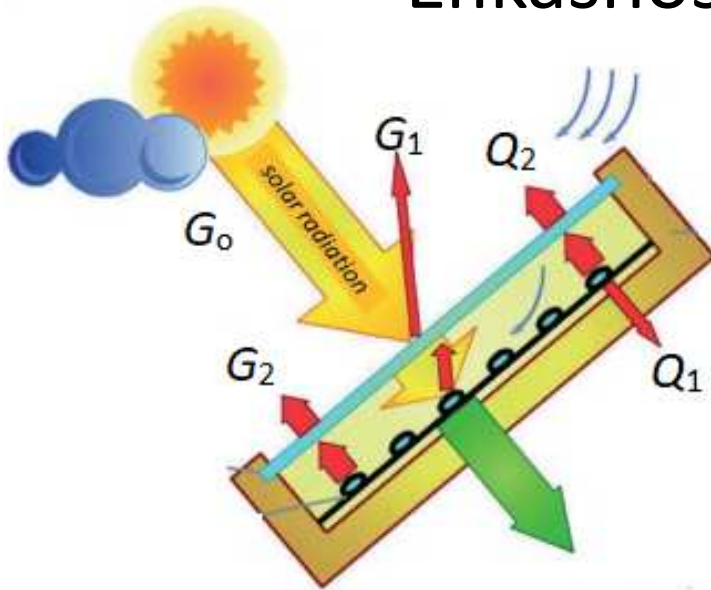
Koristi se fazni prelaz isparavanje/kondenzacija u procesu transfera toplote:

1. Fluid isparava uslijed dejstva solarnog zračenja
2. Para struji nagore do mjesta gdje prolaze cijevi kroz koje prolazi fluid za razmjenu toplote
3. U kontaktu sa relativno hladnim cijevima kroz koje prolazi tečni fluid, para se hladi i kondenzuje
4. Kondenzovani fluid se vraća na dno i proces počinje ponovo



Srednja godišnja efikasnost sistema sa cijevnim kolektorima 45-50%

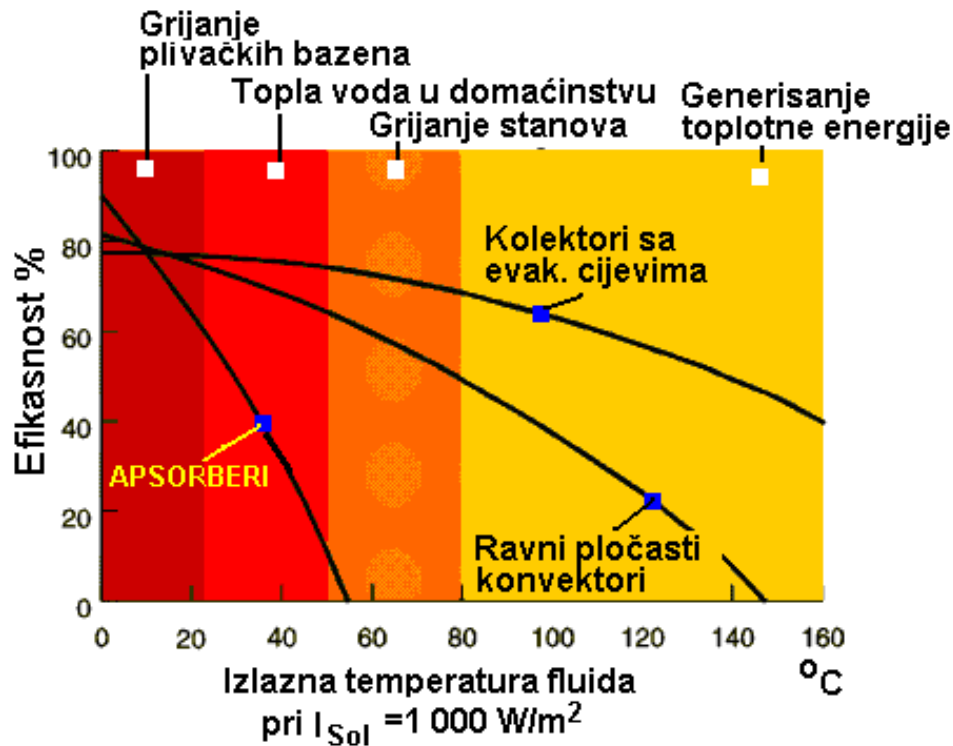
# Efikasnost solarnih kolektora



Gubici toplote:

- Refleksija od staklene pokrivke  $G_1$
- Zračenjem sa površine apsorbera  $G_2$
- Prolazom toplote kroz izolaciju sa zadnje i sa bočnih strana  $Q_1$
- Prolaz toplote kroz staklenu pokrivku  $Q_2$

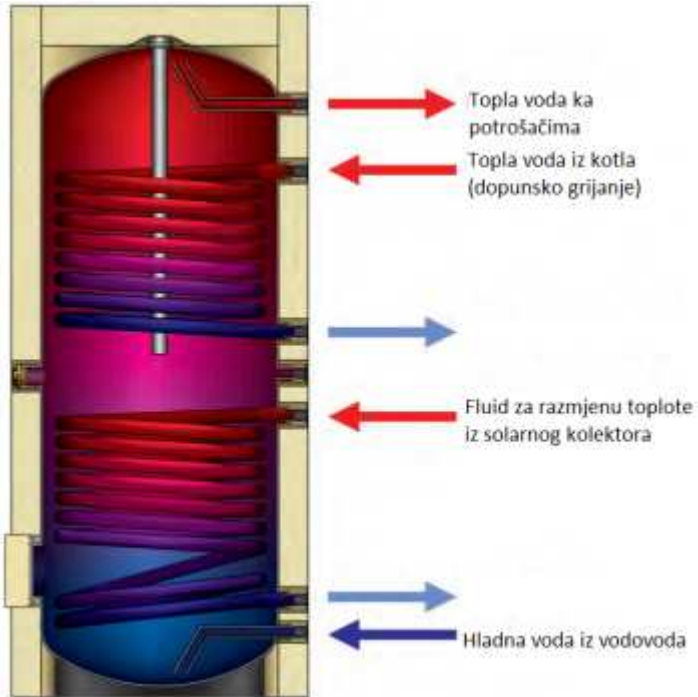
$$\eta = \frac{Q_A}{G_0} = \frac{G_0 - G_1 - G_2 - Q_1 - Q_2}{G_0}$$



Efikasnost zavisi od:

- Intenziteta sunčevog zračenja
- Razlike temperature fluida i okoline
- Plastični apsorberi su pogodni za niskotemperaturske primjene – grijanje vode u bazenima
- Pločasti kolektori su pogodni za grijanje STV
- Cijevni kolektori su pogodni za visokotemperaturske primjene – grijanje stanova i generisanje procesne toplote

# Rezervoar za STV

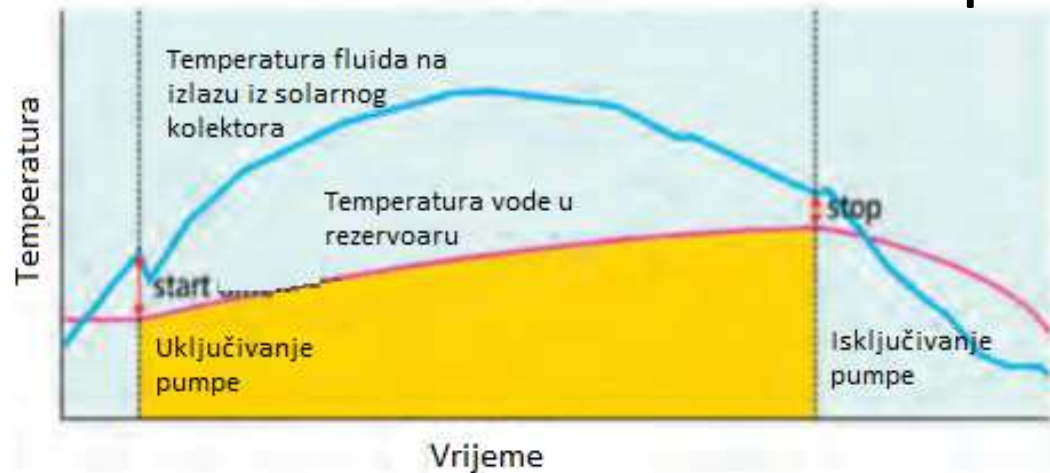


Toplotu koju apsorbujemo preko solarnih kolektora akumuliramo u rezervoaru STV jer:

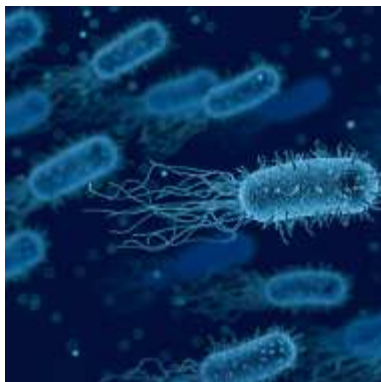
- Energija sunčevog zračenja je nepredvidiva, najčešće je nemamo u dovoljnoj količini u vremenu kad nam je potrebna topla voda
- Potrebe za sanitarnom toplom vodom su često nepredvidive i mijenjaju se u vremenu
- Materijal: obično nerđajući ili emajlirani čelik
- U donjem dijelu je razmjenjivač toplote u obliku cijevne zmijske preko koje fluid za razmjenu toplote iz kruga solarnog kolektora predaje toplotu vodi
- U gornjem dijelu je dodatni električni ili toplovodni grijač (kotao, toplotna pumpa)
- Dovod vode iz vodovoda je pri dnu a odvod tople vode pri vrhi rezervoara
- Odnos visine i prečnika 2,5:1 zbog stratifikacije temperature koja pospješuje razmjenu toplote
- Spolja toplotna izolacija kako bi se gubici toplote sistema smanjili na minimum



# Automatika rada sistema za solarnu pripremu STV



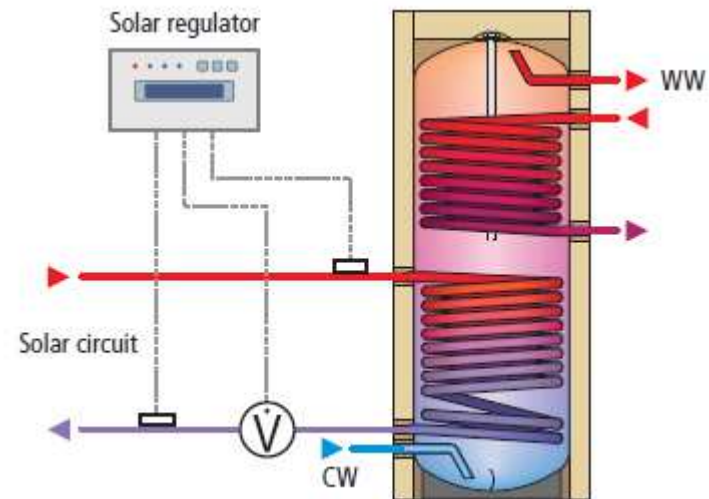
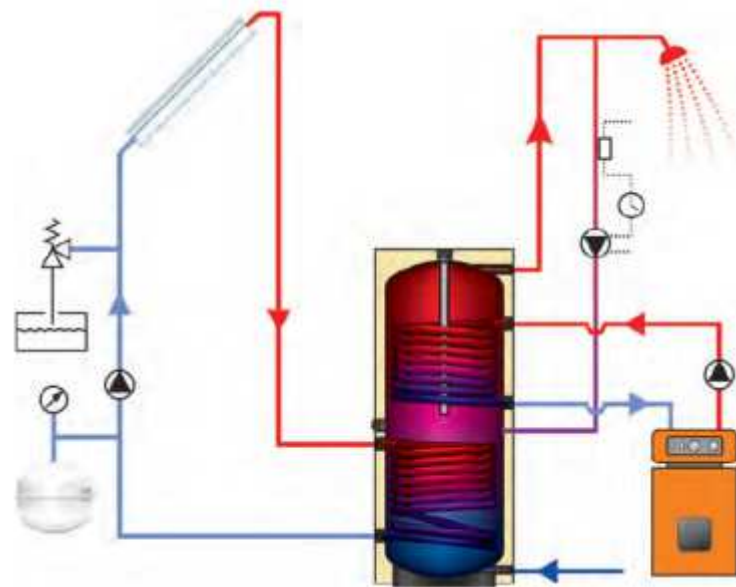
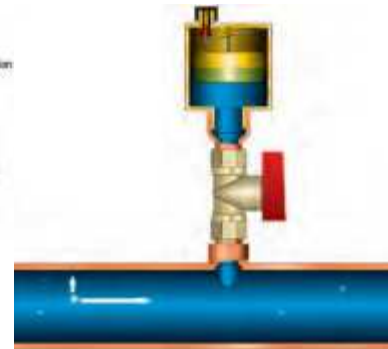
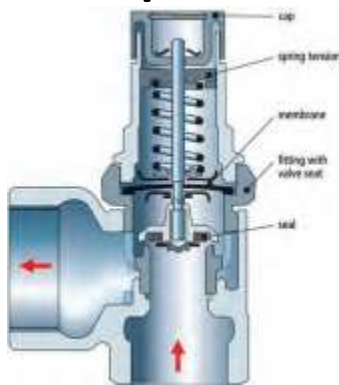
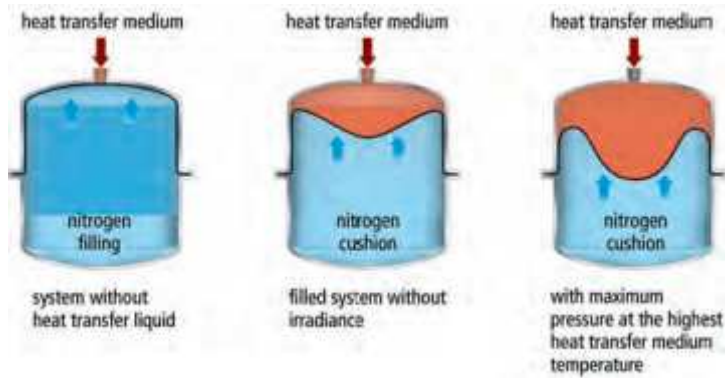
- Cirkulaciona pumpa se uključuje kada razlika između temperature fluida na izlazu iz solarnog kolektora i vode u rezervoaru poraste na 5-8°C
- Cirkulaciona pumpa se isključuje kada je razlika između temperature fluida na izlazu iz kolektora i vode u rezervoaru tople vode manja od zadate vrijednosti od 3-5°C – na ovaj način se sprječava hlađenje vode u periodima kada nema prinosa sunčevog zračenja (oblačni dani, u toku noći)



## Uništavanje legionele

- Legionela je bakterija koja izaziva legionarsku bolest (vrsta upale pluća)
- Razmnožava se na temperaturama između 32 i 42°C a uništavaju se na temperaturama od oko 60-70°C
- U cilju termičke dezinfekcije potrebno je jednom nedjeljno u trajanju od oko sat vremena u trajanju od sat vremena zagrijati vodu u rezervoaru do temperature od 60°C

# Ostale komponente sistema



# Potrošnja sanitarne tople vode

## Potrošnja i temperatura STV za različite zgrade

Zgrada	Potrebna količina vode	Temperatura vode (°C)
Bolnica	100 – 300 l/dan krevet	60
Kasarna	30 – 50 l/dan krevet	45
Poslovna zgrada	10 – 40 l/d osoba	45
Banjsko lječilište	200 – 400 l/d osoba	45
Robna kuća	10 – 40 l/d osoba	45
Škola bez tuševa	5 – 15 l/d učenik	45
Škola sa tuševima	30 – 50 l/d učenik	45
Sportski tereni sa tuševima	50 – 70 l/dan osoba	45
Frizerski salon	150 – 200 l/dan osoba	45
Perionca veša	250 – 300 l/100 kg veša	75

## Potrošnja i temperatura STV za ugostiteljske objekte

Zgrada	Dnevna potrošnja po osobi (l/dan)	
	60°C	45°C
Restoran po gostu	8 – 20	12 – 30
Hoteli – sobe sa kupatilom i kadom	100 – 150	140 – 220
Hoteli – sobe sa tušem	50 – 100	70 – 120
Hotel – sobe sa umivaonikom	10 – 15	15 – 20
Odmarališta i pansioni	25 - 50	35 - 70

## Potrošnja STV za domaćinstva

Ukupna dnevna potrošnja za domaćinstva	
Manji zahtjevi	10 – 20 l/dan osoba
Srednji zahtjevi	20 – 40 l/dan osoba
Veliki zahtjevi	40 – 80 l/dan osoba

# Cijena investicije i period otplate

## Pravilno projektovan sistem pokriva:

- 90 - 100% potrebne energije za grijanje vode u ljetnjim mjesecima (maj, jun, jul, avgust, septembar)
- 50 – 70% potrebne energije za grijanje vode u proljećnim i jesenjim mjesecima (mart, april, septembar, oktobar)
- 10 – 25 % potrebne energije za grijanje vode u zimskim mjesecima (mart, april, septembar, oktobar)
- Godišnja ušteda energije od oko 750 kWh/m<sup>2</sup> kolektorske površine



~ 1500 €



~ 3000 €

## Studija „Solarna energija u sektoru turizma u Crnoj Gori“ (Projekat SolTherm, 2011 )

### Zaključci:

- Period otplate za velike hotele (preko 100 kreveta) oko 7 godina
- Period otplate za male hotele preko 10 godina
- U slučaju rasta cijena električne energije, period otplate bi bio kraći

**Hvala na pažnji!**

**Pitanja?**