

## 8 PRIPREMA SANITARNE TOPLE VODE

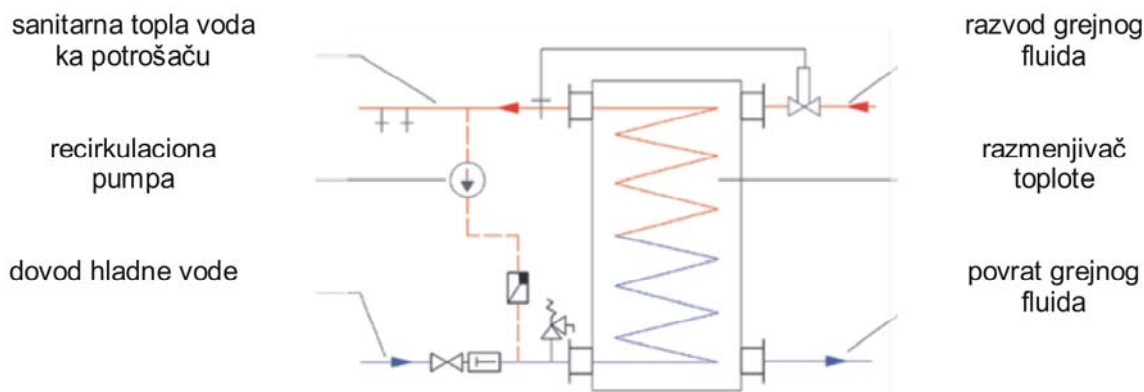
### 8.1 SISTEMI ZA PRIPREMU SANITARNE TOPLE VODE

U zgradama namenjenim boravku i radu ljudi neophodan tehnički sistem, pored sistema grejanja, hlađenja, ventilacije i klimatizacije, jeste i sistem za pripremu sanitarne tople vode. U zavisnosti od namene zgrade razlikuje se i poreba za potrošnjom tople vode, što utiče i na izbor samog sistema. Osnovna podela ovih sistema, slično kao kod sistema grejanja i klimatizacije, jeste na lokalne i centralne sisteme. Ostale podele mogu se formirati u zavisnosti od načina pripreme – na protočne i akumulacione sisteme, zatim, u zavisnosti od vrste grejača – na sisteme sa električnim grejačima, toplovodnim ili parnim grejačima, i konačno, u zavisnosti od izvora snabdevanja toplotnom energijom – na sisteme koji koriste konvencionalna goriva i sistema sa obnovljivim izvorima energije.

#### 8.1.1 Konvencionalni sistemi za pripremu sanitarne tople vode

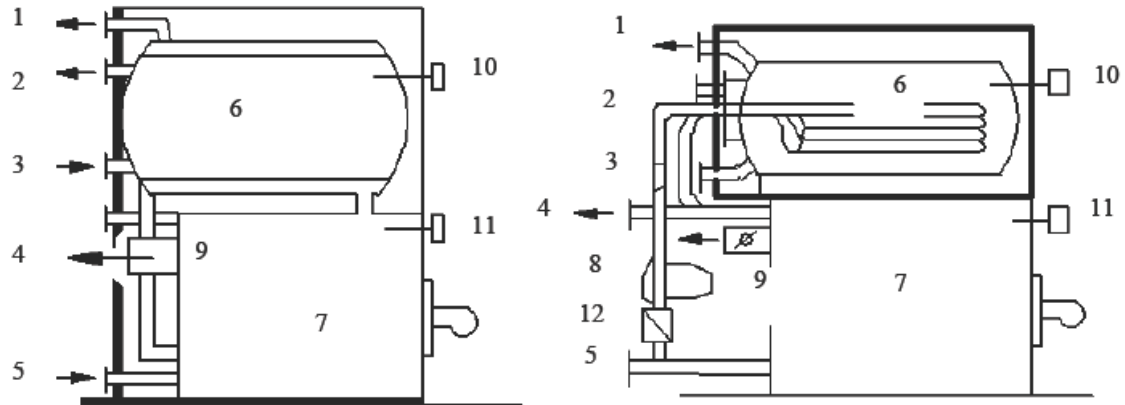
Zagrevanje sanitarne potrošne vode može se izvesti lokalnim (decentralizovanim) ili centralnim sistemima. Decentralizovano grejanje potrošne vode koristi se za pojedinačne potrošače, npr. za jedno potrošno mesto, pa se tu zbog niže potrošnje vode, a time i manjeg potrebnog toplotnog učinka za njeno grejanje, mogu koristiti protočni električni zagrejači vode. Ako se radi o grupi potrošača, mogu se koristiti protočni plinski grejači vode ili akumulacioni električni bojleri manje zapremine. Lokalni uređaji za pripremu sanitarne tople vode često su u primeni u stambenim zgradama sa manjim brojem stambenih jedinica.

Zagrejači vode mogu se izvesti kao protočni ili akumulacioni. Kod protočnog zagrejača njegov učinak treba biti takav da svu količinu vode koja se u određenom trenutku troši, može zagrejati na željenu temperaturu. Zbog potrebnih većih učinaka primena ovih zagrejača češća je za manje, pojedinačne potrošače. Cevni grejač u protočnom uređaju treba da ima dovoljnu površinu da zagreje svu potrošnu vodu koja kroz njega protiče, dok sanitarna topla voda (STV) unutar omotača bojlera osigurava određenu akumulaciju, u zavisnosti od zapremine bojlera. Centralna priprema sanitarne tople vode protočnim grejačem uobičajena je u slučaju kad se koristi tzv. kombinovani gasni kotao, namenjen za grejanje i pripremu STV, koji ima dovoljan toplotni učinak da osigura grejanje potrošne vode i kod istovremenog rada više potrošača. Na slici 8.1 prikazan je protočni sistem za zagrevanje STV.



Slika 8.1 Šema protočnog sistema za pripremu sanitarne tople vode

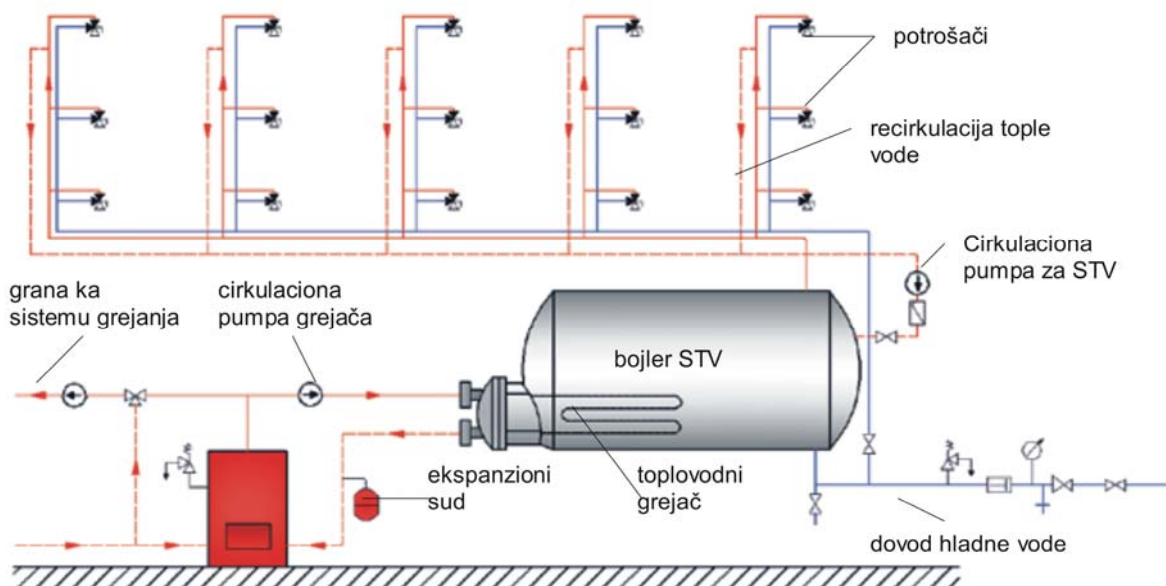
Akumulaciono zagrevanje koristi se za centralne sisteme, kod kojih je potrošnja veća i može se računati s faktorima istovremenosti potrošnje. Bojler kod manjih sistema može biti sastavni deo kotla (slika 8.2). U bojleru može biti ugrađen cevna grejač (desno) ili kompletan bojler može biti uronjen u kotlovsku vodu (levo), pri čemu se razmena toplote između kotlovske i potrošne vode odvija preko omotača bojlera.



1 - topla sanitarna voda, 2 - cirkulacioni vod, 3 - hladna voda, 4 - razvod grejanja, 5 - povrat grejanja, 6 - akumulator, 7 - kotao, 8 - pumpa, 9 - priključak za dimne gasove, 10 - regulator temperature tople vode, 11 - graničnik temperature kotlovske vode, 12 - nepovratni ventil

Slika 8.2 Bojleri za centralno zagrijavanje potrošne tople vode ugrađeni na kotlu

U praksi je ipak češće zastupljen sistem centralne pripreme STV kod kojih se bojler (sa akumulacijom tople vode) ugrađuje nezavisno od kotla. Od kotla se vodi posebna grana namenjena grejaču STV, a posebne grane se vode ka drugim potrošačima toplote u zgradi (to mogu biti grejna tela, grejači u ventilacionim ili klima komorama, itd). Na slici 8.3 prikazana je šema centralnog sistema za zagrevanje sanitarne vode sa posebnim rezervoarom (bojlerom) za toplu vodu.



Slika 8.3 Centralni sistem pripreme potrošne tople vode s izdvojenim rezervoarom (bojlerom)

Centralni sistemi za pripremu potrošne vode smešteni su obično u kotlarnici ili toplotnoj podstanici. U sistemu centralnog snabdevanja toplotom je kotao (odnosno razmenjivač toplote,

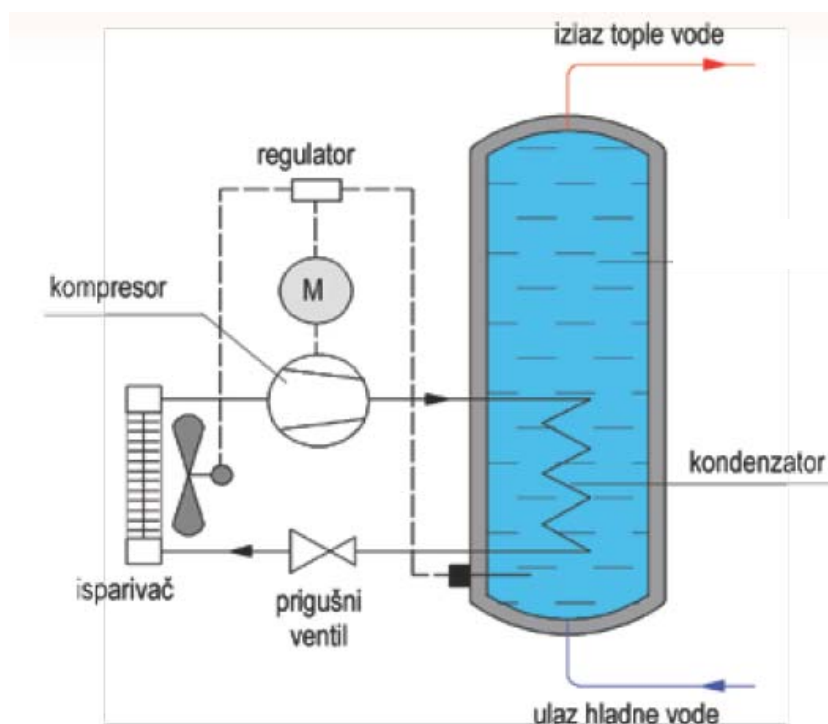
ukoliko se radi o sistemu daljinskog grejanja) namenjen i za zadovoljenje grjenog učinka za grejanje zgrade, pumpa grejača STV, rezervoar tople vode (bojler sa grejačem), razvodni cevovodi tople i hladne vode sa sigurnosnom, zapornom i regulacionom armaturom, cirkulacioni cevovod tople vode s cirkulacionom pumpom. Kotao je najčešće toplovodni, a kao gorivo se mogu koristiti čvrsta, tečna ili gasovita goriva. Najčešće su u rezervoru (bojleru) tople vode nalazi i dodatni električni grejač, koji se koristi: za dogrevanje vode u ekstremnim periodima povećane potrošnje toplote i sanitarne vode, za rad sistema za pripremu STV tokom letnjeg perioda kada kotao ne radi i u režimu zaštite od legionele.

Cirkulaciona pumpa za STV ugrađuje se kako bi se na udaljenim mestima potrošnje osigurala topla voda odmah nakon otvaranja slavine. Nije poželjno da je cirkulaciona pumpa uvek uključena, pa se njeno uključivanje reguliše vremenskim programom u zavisnosti od potrošnje tople vode u zgradi, ili što je još bolje, na osnovu temperature vode na povratu recirkulacionog voda u bojler. Razvodni cevovodi tople vode i cirkulacioni cevovodi, po pravilu, treba da budu toplotno izolovani kako bi se sprečili gubici toplote u okolinu, kao i zbog obebeđivanja potrebne temperature potrošne vode na mestima potrošnje. Razvodni cevovodi hladne vode takođe treba da budu izolovani zbog sprečavanja smrzavanja vode, kao i zbog sprječavanja rošenja na cevima usled kondenzacije vlage iz prostora.

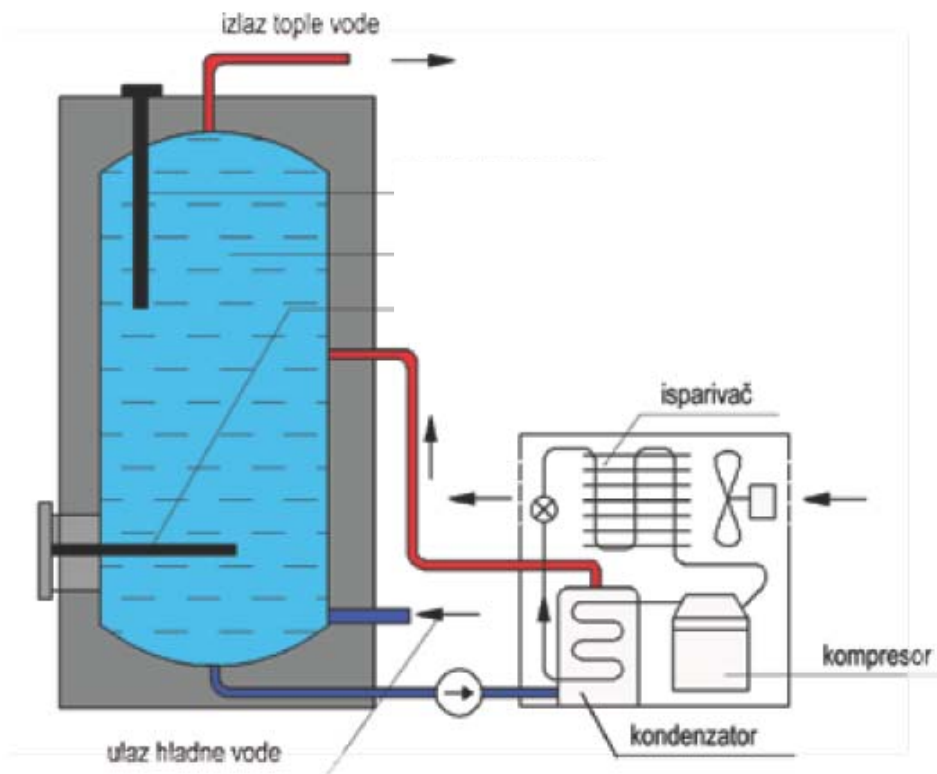
## 8.1.2 Nekonvencionalni sistemi za pripremu sanitarne tople vode

### 8.1.2.1 Toplotne pumpe za pripremu sanitarne vode

Za zagrevanje sanitarne vode mogu se koristiti i toplotne pumpe, kao nekonvencionalni izvor toplote. Njihovom primenom mogu se očekivati uštede na troškovima grejanja, s obzirom da kompresorske toplotne pumpe koriste toplotnu energiju iz okoline i uz utrošak mehaničkog rada, dobija se pogodna temperatura (koristi se toplota kondenzacije rashladnog fluida u toplotnoj pumpi) za grejanje. Izvedbe mogu biti raznovrsne, pa kondenzator toplotne pumpe može biti ugrađen u obliku cevnog grejača u samom bojleru sanitarne tople vode (slika 8.4) ili potrošna voda iz bojlera može pomoću pumpe cirkulisati kroz kondenzator toplotne pumpe (slika 8.5).



Slika 8.4 Funkcionalna šema rada toplotne pumpe za pripremu STV



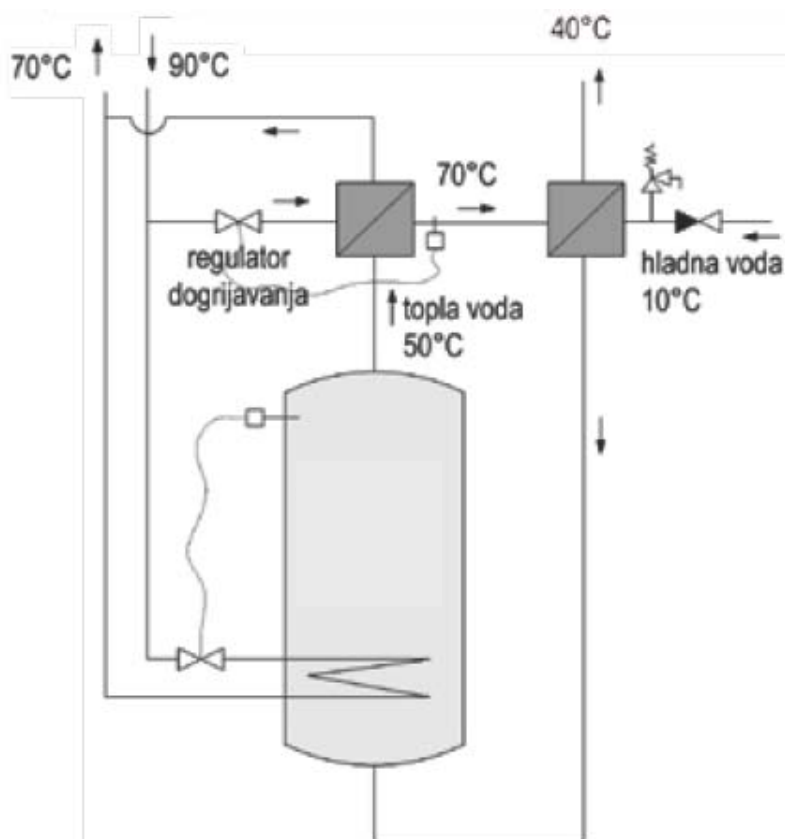
Slika 8.5 Toplotna pumpa za zagrevanje STV

Pri izboru toplotne pumpe za grejanje sanitarne tople vode, treba voditi računa o potrebi celogodišnjeg rada na vrlo promenjivim temperaturama toplotnog izvora (ako je to vazduh, temperatura može tokom godine varirati od oko  $-18^{\circ}\text{C}$  pa do oko  $+35^{\circ}\text{C}$ ). Iz toga razloga toplotna pumpa treba da bude posebno prilagođena takvom načinu rada. Pored toga, toplotne pumpe koje rade s jednostepenom kompresijom i danas uobičajenim rashladnim fluidima (najčešće freonima), mogu ostvariti temperature vode do oko  $50^{\circ}\text{C}$ , što nije dovoljno za obezbeđenje potrebne temperature vode u nekim slučajevima. Tada treba primeniti toplotne pumpe sa dvostepenom kompresijom ili toplotne pumpe koje rade po transkritičnom procesu sa  $\text{CO}_2$  i koje mogu postići značajno više temperature sanitarne vode.

Za potrošnju energije važan je izbor temperature potrošne vode, koji zavisi ne samo od vrste potrošača, već je ograničen i uslovima zaštite od legionele. Legionele su bakterije koje izazivaju tzv. legionarsku bolest (jednu vrstu upale pluća), koja može biti smrtonosna. Legionele se razmnožavaju na temperaturama između  $32^{\circ}\text{C}$  i  $42^{\circ}\text{C}$ , a uništavaju se na temperaturama od oko  $60^{\circ}\text{C}$  do  $70^{\circ}\text{C}$ . U akumulacionim sistemima potrebno je barem na kratko, uglavnom u noćnom periodu postići takve temperature, kako bi došlo do uništavanja legionele (termička dezinfekcija). Termičku dezinfekciju potrebno je izvršiti jednom nedeljno u trajanju od oko sat vremena. To se obično može sprovesti vremenskim programom za rad sistema, tako što se, na primer, podese povišenje temperature u rezervoaru na  $70^{\circ}\text{C}$  od 3 do 4h ujutro svake subote (ili nekog drugog dana u nedelji).

Moguća je i dezinfekcija ultraljubičastim zrakama. U centralnim sistemima moguće je ugrađenim dodatnim električnim grejačem povremeno zagrejati vodu na višu temperaturu.

Jedan od mogućih načina ostvarenja povišene temperature radi termičke dezinfekcije prikazan je i na slici 8.6.



Slika 8.6 Sistem za zaštitu od legionele

### 8.1.2.1 Solarni sistemi za pripremu sanitarne vode

Solarni sistemi se generalno mogu podeliti na aktivne i pasivne. Pasivni solarni sistemi podrazumevaju da se ne koristi nikakav dodatni uređaj ili element u sistemu koji bi trošio dodatnu energiju za rad sistema. U pitanju su uglavnom različita arhitektonsko-građevinska rešenja koja imaju ulogu boljeg prikupljanja Sunčeve energije, njene akumulacije i korišćenja u svrhu grejanja. U okviru ovog poglavlja pažnju ćemo posvetiti aktivnim solarnim sistemima.

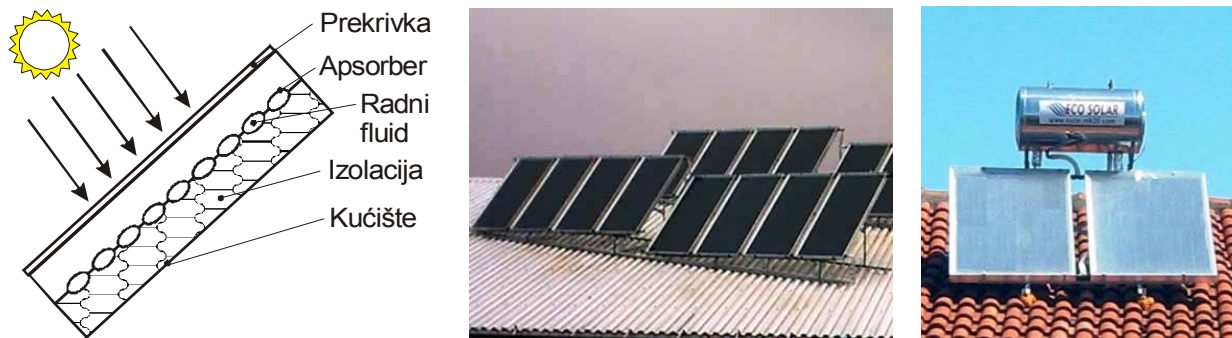
Osnovni uređaj aktivnog solarnog sistema je *prijemnik sunčeve energije (PSE)* ili, kako se još često naziva *solarni kolektor*. Po svojoj konstrukciji prijemnici može biti:

- ravan PSE,
- cevni ili
- parabolični.

**RAVAN PSE** može imati različite konstrukcije, tehničke detalje i većina proizvođača ima patentom zaštićeno svoje tehničko rešenje. U principu, svi ravni PSE imaju iste osnovne elemente (slika 8.7), a to su kućište, prekrivka koja propušta Sunčevo zračenje, izolacija sa donje strane koja sprečava gubitke toplote i - apsorber, koji predstavlja srce uređaja.

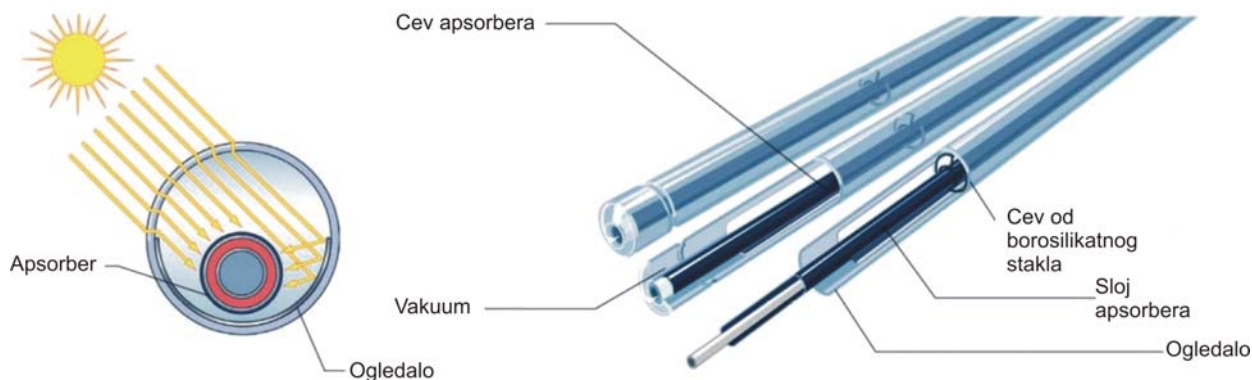
Apsorber je element PSE koji ima ulogu intenzivnog apsorbovanja Sunčeve energije i provođenja toplote do radnog fluida. Izrađen je od specijalnih materijala ili prevučen selektivnim premazima koji pospešuju apsorpciju Sunčevih zraka. Obično je crne ili tamne boje. Kod ravnih PSE apsorber je izveden u obliku ploče u koju su utisnute cevi kroz koje protiče radni fluid. Radni fluid je često voda, a ako se sistem koristi kao zatvoren, sa posebnim strujnim krugom, radni fluid može biti i neki drugi fluid. Prekrivka je obično od specijalnog stakla, čija je uloga da propusti Sunčevo zračenje do apsorbera, spreči propuštenje infracrvenog (toplotnog) zračenja u okolinu i smanji gubitke toplote. Kao i kod apsorbera i za prekrivke postoje različita rešenja – izbor vrste

stakla (obično silikatna stakla), broj slojeva, itd. Termička izolacija se postavlja sa tamne strane (na poledini) PSE, kako bi se sprečilo odavanje toplote sa apsorbera ka okolini i smanjili gubici toplote.



Slika 8.7 Ravan prijemnik Sunčeve energije

**CEVNI PSE** se sastoje od staklenih cevi u kojima se nalaze uski metalni apsorberi. Prostor između staklene cevi i apsorbera je obično vakuumiran – izvučen je vazduh. Na taj način je sprečeno odavanje toplote konvektivnim putem. Sa donje strane cevi, ispod apsorbera postavlja se visokoreflektujuća folija (ogledalo) koja omogućuje refleksiju Sunčevih zraka i njihovo dospevanje do apsorbera (slika 8.8), čime se povećava efikasnost prijemnika. Stepenn korisnosti cevni PSE je veći nego kod ravnih, ali je i cena znatno viša.



Slika 8.8 Cevni prijemnik Sunčeve energije

Termička efikasnosti prijemnik a Sunčeve energije određuje se kao:

$$\eta = \frac{\dot{Q}_k}{I \cdot A}, \quad (8.1)$$

dge su:

$\dot{Q}_k$  - korisno predata toplota radnom fluidu (W),

$I$  - dozračeni intenzitet ukupnog Sunčevog zračenja (W/m<sup>2</sup>),

$A$  - površina prijemnika Sunčeve energije (m<sup>2</sup>).

Prijemnici Sunčeve energije se obično postavljaju na krov zgrade (bilo da je krov ravan ili kos), ali se mogu postaviti i na drugim dostupnim mestima – terase, dvorišta, itd. Ugao nagiba pod kojim se postavlja PSE zavisi od geografske širine i perioda korišćenja solarnog sistema (tokom leta ili tokom cele godine). U svakom slučaju se teži da se PSE postavi tako da upadni zraci Sunca sa površinom prijemnika zaklapaju ugao od 90° veći deo vremena. Obično su orijentisani ka jugu, jer je tada najveći stepen iskorišćenja Sunčevog zračenja. Ukoliko se sistem koristi cele godine, ugao nagiba kolektora se može promeniti u zavisnosti od sezone.

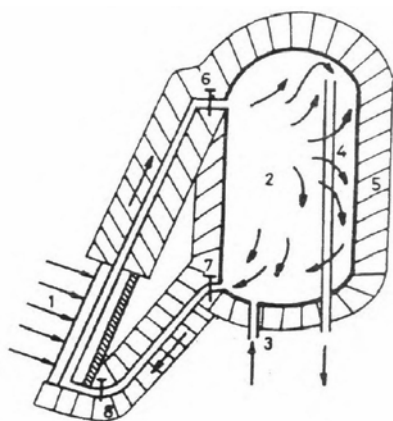


## AKTIVNI SOLARNI SISTEMI

Za naše klimatsko podneblje solarni sistemi se uglavnom koriste za pripremu tople sanitarne vode. Kada su u pitanju sistemi grejanja, veoma je teško izvesti solarni sistem koji može da pokriva gubitke toplote tokom cele grejne sezone bez nekog dopunskog izvora toplote. Postoji i varijanta sprege solarnih kolektora i toplotne pumpe, kada se mogu dobiti nešto više temperature grejnog fluida, ali je i u tom slučaju potreban dodatni izvor toplote – u periodima jako malih intenziteta zračenja Sunca i veoma niskih temperatura spoljnog vazduha. U nastavku će biti reči o nekoliko najčeće primenjivanih solarnih sistema. Solarni sistemi za pripremu STV mogu biti sa prirodnom ili prinudnom cirkulacijom vode, i mogu biti direktni i indirektni.

### Direktni sistem sa prirodnom cirkulacijom fluida

Na slici 8.9 prikazan je sistem za pripremu PTV sa protočnim rezervoarom i prirodnom cirkulacijom radnog fluida.



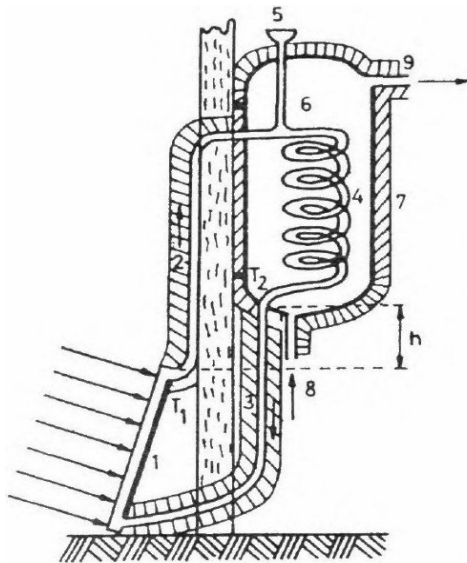
- 1 – ravni solarni vodeni kolektor;
- 2 – rezervoar (protočni bojler);
- 3 – cev za dovod hladne vode;
- 4 – cev za odvod tople vode ka potrošaču;
- 5 – izolacija;
- 6, 7 – slavine za ručnu regulaciju cirkulacije vode između apsorbera i rezervoara;
- 8 – slavina za pražnjenje.

Slika 8.9 Protočni solarni bojler sa prirodnom cirkulacijom fluida

Kroz cevi u apsorberu protiče voda koja se zagreva i prirodnim putem struji u rezervoar, dok hladna voda sa donje strane ulazi u PSE. Ventili 6 i 7 se zatvaraju kada zračenje Sunca slabi ili ga nema, i na taj način, prekidom cirkulacije, sprečava se hlađenje vode u rezervoaru. Ceo sistem je kompaktan i izolovan.

### Indirektni sistem sa prirodnom cirkulacijom fluida

Kod indirektnog sistema radni fluid koji protiče kroz prijemnik struji u posebnom zatvorenom cirkulacionom krugu. U bojleru tople vode (rezervoaru, skladišniku toplote) toplota se sa zagrejanog radnog fluida, koji struji kroz spiralnu cev razmenjivača toplote prenosi na potrošnu toplu vodu. Ovaj sistem je prikazan na slici 8.10.

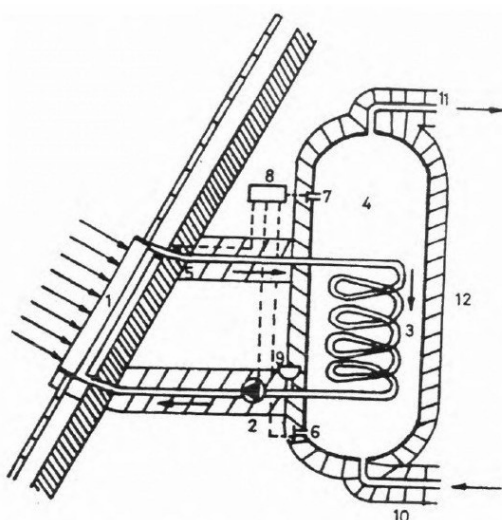


- 1 – ravni solarni vodeni kolektor;
- 2,3 – cevi u primarnom cirkulacionom krugu kroz koje protiče radni fluid;
- 4 – razmenjivač toplote;
- 5 – ekspanzioni sud;
- 6 – rezervoar za toplu vodu;
- 7 – termička izolacija;
- 8 – cev za dovod hladne vode;
- 9 – cev za odvod tople vode ka potrošaču.

Slika 8.10 Indirektni solarni bojler sa prirodnom cirkulacijom fluida

### Indirektni sistem sa prinudnom cirkulacijom fluida

Za razliku od sistema sa prirodnom cirkulacijom, strujanje radnog fluida od apsorbera do razmenjivača toplote u rezervoaru obavlja se prinudnim putem, uz pomoć pumpe (slika 8.11). Pomoću senzora temperature meri se temperatura vode u rezervoaru i temperatura radnog fluida.



- 1 – ravni solarni vodeni kolektor;
- 2 – cirkulaciona pumpa;
- 3 – razmenjivač toplote;
- 4 – rezervoar za toplu vodu (bojler);
- 5,6,7 – senzori temperature;
- 8 – regulator;
- 9 – ekspanzioni sud;
- 10 – cev za dovod hladne vode;
- 11 – cev za odvod tople vode ka potrošaču;
- 12 – termička izolacija.

Slika 8.11 Indirektni solarni bojler sa prinudnom cirkulacijom fluida



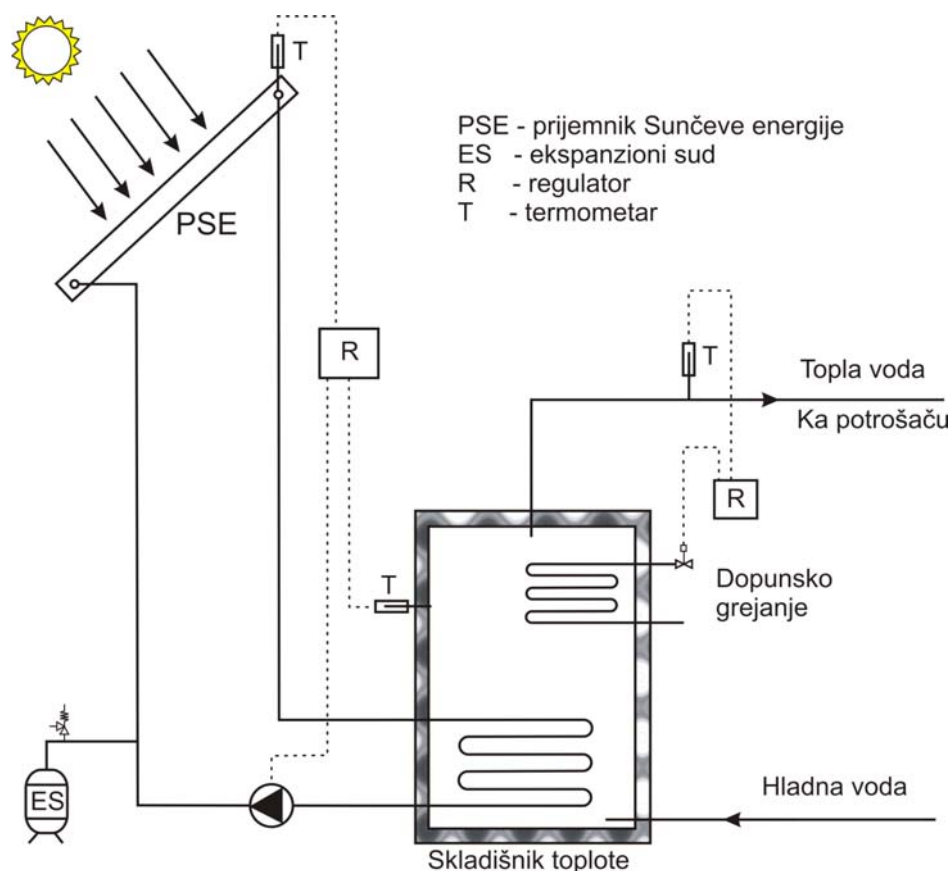
Regulator za automatsku regulaciju rada sistema upoređuje temperaturu vode u rezervoaru i temperaturu radnog fluida. Kada je temperatura radnog fluida viša od temperature vode u rezervoaru, regulator šalje signal i pumpa se uključuje. Kada se ova temperaturna razlika smanji na minimalnu vrednost, regulator šalje impuls koji isključuje pumpu i zaustavlja cirkulaciju radnog fluida u primarnom krugu. Na taj način se sprečava hlađenje vode u rezervoaru u periodima kada nema Sunčevog zračenja.

Sva prethodno navedena rešenja su kompaktni sistemi kod kojih se rezervoar tople vode nalazi u neposrednoj blizini prijemnika. Ovi sistemi su manjeg kapaciteta i niže cene, povoljni za pripremu STV za stanove i manje individualne porodične kuće. Kod većih sistema, rezervoar tople vode je smešten u samom objektu.

### Indirektni sistem sa prinudnom cirkulacijom fluida, jednim rezervoarom i dopunskim izvorom toplote

Često su potrebe za sanitarnom toplom vodom nepredvidive, stohastički se menjaju u vremenu, pogotovo kada su u pitanju komercijalni i poslovni objekti. Tada se može desiti da se u određenom trenutku javi veće potrebe za toplom vodom od onih koje može da obezbedi solarni sistem. U tim slučajevima se postavlja dodatni izvor za grejanje STV, koji može biti električni grejač ili toplovodni (što je slučaj kod sistema koji rade preko cele godine).

Na slici 8.12 prikazana je šema solarnog sistema sa jednim rezervoarom i dopunskim grejanjem.



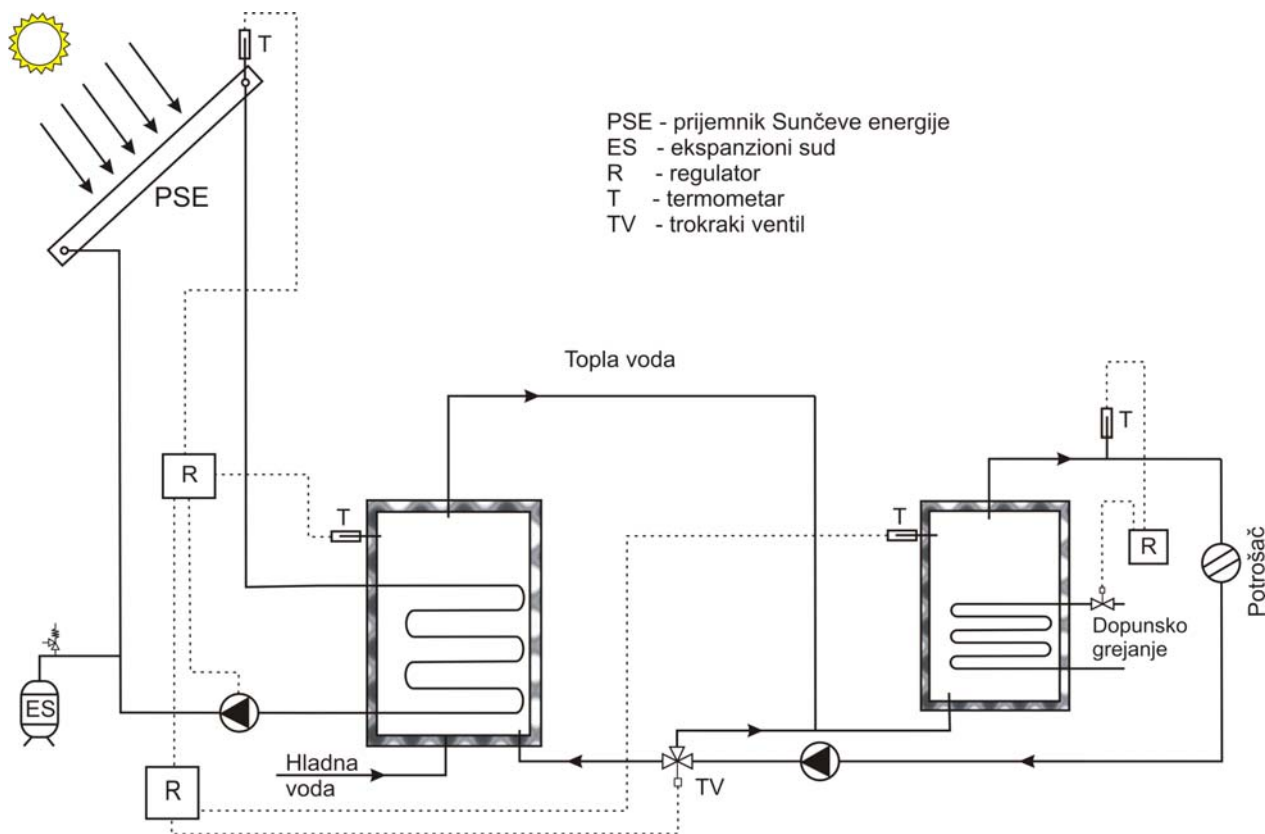
Slika 8.12 Sistem sa PSE i jednim skladišnikom toplote i dopunskim izvorom za grejanje

Regulator koji dobija signale o temperaturi radnog fluida i vode u rezervoaru šalje impuls za uključivanje, tj. isključivanje cirkulacione pumpe primarnog kruga. Sa druge strane, meri se

temperatura potrošne tople vode koja ide ka potrošačima; ukoliko se temperatura STV snizi ispod dozvoljene, regulator koji prima signal o ovoj vrednosti temperature, šalje impuls za uključivanje dodatnog izvora za grejanje vode u rezervoaru. Kada temperatura PTV poraste, regulator isključuje dodatni izvor toplote.

**Indirektni sistem sa prinudnom cirkulacijom fluida, dva rezervoara i dopunskim izvorom toplote**

Na slici 8.13 prikazan je solarni sistem sa dva rezervoara tople vode. Pri tome se u prvom rezervoaru vrši zagrevanje vode solarnim sistemom. Temperatura vode u prvom rezervoaru zavisi od dozračenog intenziteta Sunčeve energije i regulator na osnovu signala o vrednostima temperatura radnog fluida i vode u rezervoaru održava ovu temperaturu na maksimalnom nivou. Zagrejana voda iz prvog rezervoara se transportuje u drugi, odakle ide direktno ka potrošačima. U drugom rezervoaru se nalazi dodatni izvor za grejanje. Usled oscilacija u potrošnji tople vode i raspoložive Sunčeve energije za grejanje, dolazi do oscilacija u vrednostima temperatura vode u rezervoarima. Ukoliko je temperatura u prvom rezervoaru niska, trokraki ventil će otvoriti gornji krak i cirkulacija vode će se odvijati u cirkulacionom krugu drugog rezervoara. Suprotno tome, trokraki ventil će otvoriti krak ka prvom rezervoaru, šaljući ohlađenu vodu na dogrevanje pomoću PSE. Ovakav sistem je ekonomičniji od sistema sa jednim rezervoarom.

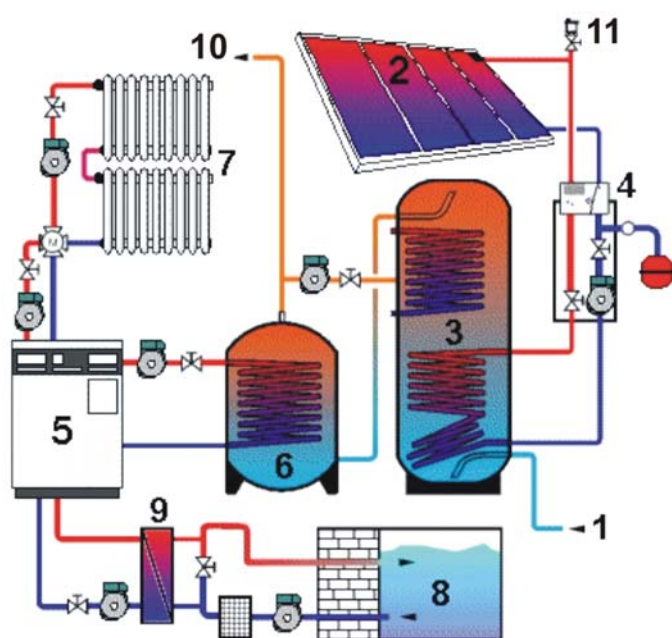


Slika 8.13 Sistem sa PSE i dva skladišnika toplote

**Kombinovani indirektni sistem sa prinudnom cirkulacijom fluida, dva rezervoara, dopunskim izvorom toplote i različitim potrošačima**

Složeni kombinovani sistem prikazan na slici 8.14 namenjen je za pripremu STV, radijatorsko grejanje i grejanje vode u plivačkom bazenu. Pored solarnog rezervoara u sistemu se nalazi i akumulacioni bojler sa dodatnim izvorom toplote za grejanje - gasnim kotlom. Primarni sistem za zagrevanje STV je solarni sistem, a za dogrevanje se koristi toplovodni grejač sa svojom

cirkulacionom pumpom. Kao izvor toplote za radijatorsko grejanje koristi se gasni kotao. Zagrevanje bazenske vode izvedeno je preko razmenjivača toplote, zbog nižeg potrebnog temperaturnog režima. Tokom leta je moguće grejati bazensku vodu pomoću solarnog sistema, ali je za te potrebe potrebno drugačije povezivanje instalacije - solarni bojler se povezuje vodovima, preko trokrakih ventila sa instalacijom za grejanje vode u bazenu. Uloga trokrakih ventila je prebacivanje: u jednom položaju voda se greje radom gasnog kotla, a u drugom položaju voda se greje uz pomoć solarnog sistema.



- 1 – Dovod hladne vode;
- 2 – Solarni kolektori;
- 3 – Solarni bojler;
- 4 – Cirkulaciono sigurnosni solarni set;
- 5 – Gasni kotao;
- 6 – Akumulacioni bojler;
- 7 – Radijatorsko grejanje;
- 8 – Bazen za kupanje;
- 9 – Razmenjivač toplote;
- 10 – Cev za odvod PTV ka potrošaču
- 11 – Odzračno lonče.

Slika 8.14 Složeni sistem za grejanje sa PSE i gasnim kotlom

## 8.2 PROJEKTNI USLOVI I DINAMIKA POTROŠNJE STV

Kod projektovanje centralnih sistema za pripremu sanitarne tople vode, važno je poznavati njenu ukupnu potrošnju, kao i dnevnu dinamiku potrošnje. Vrednosti potrošnje i temperatura za različite potrošače prikazane su u tabelama 8.1, 8.2 i 8.3.

Tabela 8.1 Potrošnja i temperatura STV za različite zgrade

Zgrada	Potrebna količina vode	Temperatura vode [°C]
Bolnica	100 - 300 l/dnevno krevet	60
Kasarna	30 - 50 l/dnevno osoba	45
Poslovna zgrada	10 - 40 l/dnevno osoba	45
Spa centar/banjsko lečilište	200 - 400 l/dnevno osoba	45
Robna kuća	10 - 40 l/dnevno osoba	45
Škola bez tuševa	5 - 15 l/dnevno učenik	45
Škola s tuševima	30 - 50 l/dnevno učenik	45
Sportski tereni s tuševima	50 - 70 l/dnevno osoba	45
Frizerski salon	150 -200 l/dnevno osoba	45
Perionica veša	250 - 300 l/100 kg veša	75

Tabela 8.2 Potrošnja i temperatura STV za ugostiteljske objekte

Potrošno mesto	Dnevna potrošnja po osobi [l/dnevno]	
	60°C	45°C
Restorani po gostu	8 – 20	12 - 30
Hoteli - sobe s kupatilom i kadom	100 – 150	140 - 220
Hoteli - sobe s tušem	50 -100	70 - 120
Hoteli - sobe s umivaonikom	10 – 15	15 - 20
Odmarališta i pansioni	25 – 50	35 - 70

Tabela 8.3 Potrošnja i temperatura STV za stambene zgrade

Potrošno mesto	Količina pri jednom uzimanju [l]	Temperatura vode [°C]	Trajanje [min]
<b>Ispusni ventil</b>			
DN10 poluotvoren	5	40	1
DN10 potpuno otvoren	10	40	1
DN15 poluotvoren	10	40	1
DN15 potpuno otvoren	18	40	1
DN20 poluotvoren	25	40	1
DN20 potpuno otvoren	45	40	1
<b>Sudopera</b>			
jednodelna	30	55	5
dvodelna	50	55	5
<b>Umivaonik</b>			
samo pranje ruku	5	35	1.5
umivaonik, mali	10	35	2
umivaonik jednodelni	15	40	3
umivaonik dvodelni	25	40	3
<b>Kada za kupanje</b>			
mala (100)	100	40	15
srednja (160)	150	40	15
velika (180)	250	40	20
Tuširanje	50	40	6
Kada za sedenje	50	40	5
Bide	25	40	8
<b>Ukupna dnevna potrošnja za domaćinstva</b>			
Manji zahtevi	10 - 20 l/dnevno osoba		
Srednji zahtevi	20 - 40 l/dnevno osoba		
Veliki zahtevi	40 - 80 l/dnevno osoba		

Prema Pravilniku o energetskej efikasnosti zgrada, prilikom proračuna potrebne finalne energije za pripremu STV, kada se primenjuje pojednostavljeni sezonski ili mesečni metod proračuna, potrebna toplota za pripremu STV može se usvojiti iz tabele date u prilogu 6, a u zavisnosti od kategorije zgrade. Preporučene vrednosti date su u tabeli 8.4.

Tabela 8.4 Vrednosti godišnje potrebne toplote za pripremu STV prema kategoriji zgrade

Tip zgrade	1	2	3	4	5	6	7	8	9) Ostale zgrade				Jedini- nica
Ulazni podaci	Stambena zgrada sa jednim stanom	Stambena zgrada sa više stanova	Poslovna zgrada	Zgrade namenjene obrazovanju	Bolnice	Restorani	Trgovinski centri	Sportski centri	Sale za sastanke i prezentacije	Industrijske zgrade	Skladišta	Unutrašnji bazeni	
Toplota potrebna za pripremu STV po jedinici površine grejanog prostora	10	20	10	10	30	60	10	80	10	10	1,4	80	kWh/m <sup>2</sup>

Godišnja potrebna energija za pripremu STV se izračunava preko jednačine, a prema standardu SRPS EN 15316:

$$Q_W = \rho_W \cdot c_W \cdot V_W \cdot (\theta_W - \theta_o) \text{ [kWh/a]}, \quad (8.2)$$

gde je:

$V_W$  - godišnja potrošnja vode [m<sup>3</sup>/a],

$\theta_W$  - temperatura vode u rezervoaru [°C],

$\theta_o$  - temperatura vode iz vodovoda [°C],

$\rho_W \cdot c_W = 1,16$  [kWh/(m<sup>3</sup>K)].

Godišnji toplotni gubici sistema za pripremu sanitarne tople vode određuju se kao:

$$Q_{W,ls} = Q_{W,dis,ls} + Q_{W,st,ls} + Q_{W,gen,ls} \text{ [kWh/a]}, \quad (8.3)$$

gde je:

$Q_{W,dis,ls}$  - gubici toplote u cevnoj mreži razvoda tople vode prema 15316-3-2 [kWh/a],

$Q_{W,st,ls}$  - gubici toplote pri skladištenju u rezervoaru prema 15316-3-3 [kWh/a],

$Q_{W,gen,ls}$  - gubici toplote pri proizvodnji ili pripremi tople vode prema 15316-3-3 [kWh/a].

Ukupna godišnja potrebna toplota za pripremu sanitarne tople vode je:

$$Q_H = Q_W + Q_{W,ls} \text{ [kWh/a]}. \quad (8.4)$$

Naravno, ne koristi se voda na svim potrošnim mestima istovremeno, pa je potreban učinak za koji se projektuju centralni sistemi za pripremu sanitarne tople vode manji. Zato se u

obzir uzima faktor jednovremenosti koji zavisi od broja potrošača povezanih na zajednički centralni sistem. Pretpostavlja se da je dnevna potrošnja vode ograničena na razdoblje od  $z_A$  sati, pri čemu je realna pretpostavka da ova vrednost varira  $z_A = 0,5 - 2,5$  h. U tabeli 8.5 date su vrednosti faktora jednovremenosti u zavisnosti od broja stanova, kao i potrebni kapaciteti kotlova i zapremine rezervoara (bojlera) za toplu vodu.

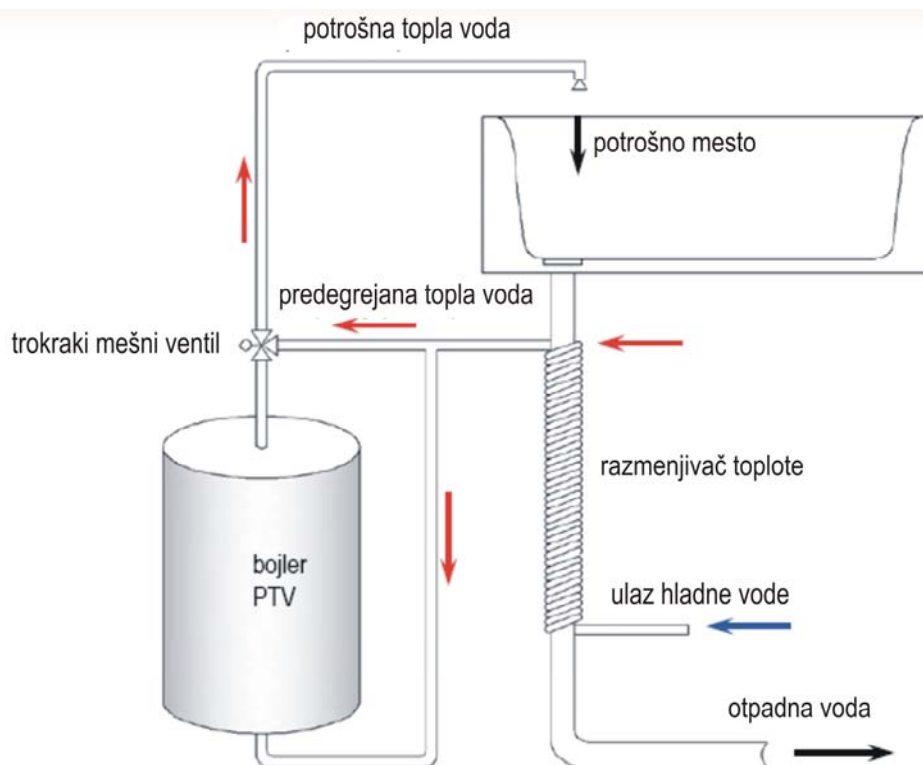
Tabela 8.5 Vrednosti faktora jednovremenosti, kapaciteti kotla i veličina bojlera

Broj stanova	Faktor jednovremenosti	Kapacitet kotla Qk [kW] pri $z_A$ [h]			Veličina bojlera $V_s$ [m <sup>3</sup> ] za $z_A$ [h]					
					0,5		1		2,5	
		$n$	$\varphi$	0,5	1	2,5	$\theta_w - \theta_o$ [K]			
					30	50	30	50	30	50
1	1,15	14	12	8	200	150	350	200	600	350
2	0,86	21	17	12	300	200	500	300	900	500
4	0,65	31	26	7	450	300	750	450	1200	750
6	0,56	40	34	22	600	400	1000	600	1600	950
8	0,50	48	40	27	700	450	1150	700	2000	1200
10	0,47	56	47	31	800	500	1350	800	2200	1400
12	0,47	68	57	38	1000	600	1650	1000	2700	1600
15	0,44	79	66	44	1150	700	1900	1150	3200	1900
18	0,42	91	78	50	1300	800	2300	1350	3600	2200
20	0,40	96	80	53	1400	850	2400	1400	3800	2300
25	0,38	114	95	63	1600	1000	2700	1700	4500	2700
30	0,36	130	108	72	1900	1200	3100	1900	5200	3100
36	0,36	151	127	84	2200	1300	3600	2200	6000	3600
50	0,32	192	161	106	2800	1700	4600	2800	7600	4600
60	0,31	223	187	124	3200	2000	5400	3200	8900	5300
80	0,29	278	233	155	4000	2400	6700	4000	11100	6700
100	0,28	336	281	186	4800	2900	7100	4800	13300	8000
120	0,27	389	326	215	5600	3400	9400	5600	15400	9300
150	0,26	468	392	260	6700	4100	11300	6700	18600	11200
200	0,25	600	502	333	8600	5200	14400	8600	23900	14300

Zapremina bojlera za pripremu potrošne tople vode značajna je i za potrošnju energije. Suviše mala zapremina bojlera za potrošnu vodu često se u korišćenju kompenzuje povišenjem temperature vode, kako bi se mešanjem sa hladnom vodom na mestu potrošnje došlo do željene temperature, a predviđena akumulacija zadovoljila kapacitetom. Povišena temperatura vode ima za posledicu veće toplotne gubitke u bojleru i mreži, gubitke vode vezane za ostvarenje željene temperature na potrošaču mešanjem (veće kod primene dvoručnih nego kod primene jednoručnih slavina) i u nepovoljnim rasponima temperature povećano taloženje kamenca u bojleru i na grejnim površinama grejača. Za potrošnju energije takođe je važno osigurati merenje potrošnje sanitarne tople vode. Praćenjem potrošnje mogu se utvrditi odstupanja od uobičajenih vrednosti ili neracionalno trošenje, a uz dodatno merenje temperature i udeo toplote za pripremu sanitarne tople vode u energetsom bilansu zgrade.

### 8.3 KORIŠĆENJE OTPADNE TOPLOTE SANITARNE VODE

Oko 80% toplote utrošene za pripremu sanitarne tople vode neiskorišćeno odlazi u kanalizaciju. Ako se odvodi vode iz kada, tuševa i umivaonika izvedu odvojeno od fekalne kanalizacije, moguće je ostvariti povraćaj toplote otpadne vode od umivanja i tuševa, kao što je prikazano na slici 8.15. To je prikladno projektovati i izvoditi za veće potrošače (npr. hoteli, velike stambene zgrade i sl.), a instalacija ovakvih uređaja jeftinija je u novogradnjama nego što je to slučaj za postojeće zgrade. Važno je da sistem bude izveden tako da osigurava pouzdan rad imajući u vidu da otpadna voda sadrži nečistoće i masnoću.



Slika 8.15 Sistem za povraćaj otpadne toplote sanitarne vode

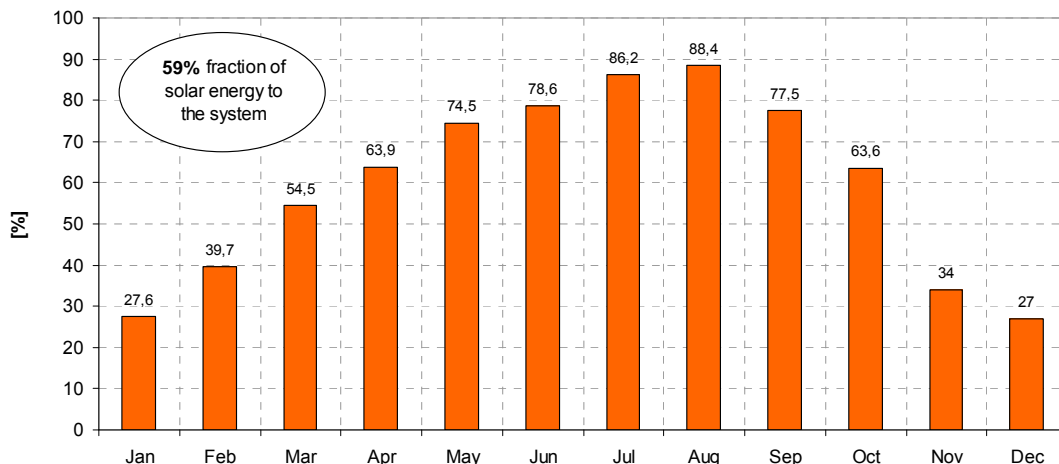
### 8.4 PRIMER PRIMENE SOLARNOG SISTEMA ZA PRIPREMU STV

Zgrada koja se koristi u ovom primeru je novo projektovana zgrada u centru Beograda. U pitanju je stambeno poslovni objekat ukupne korisne površine 1300m<sup>2</sup>. Termički omotač zgrade je projektovan sa dobrom termičkom zaštitom, a slika zgrade je data u poglavlju 5 (sl. 5.18).

Umesto individualnih električnih bojlera za pripremu STV predviđen je kombinovani solarni sistem sa dodatnim električnim i toplovodnim grejačem. Tokom zimskog perioda, kao dopunski izvor koristi se toplovodni grejač, dok se tokom letnjeg perioda za dogrevanje koristi električni grejač. Prijemnici solarne energije smeđteni su na krovu zgrade i zauzimaju površinu od 31 m<sup>2</sup>. Korišćeni su ravni PSE ukupnog efikasnosti 78,5%.

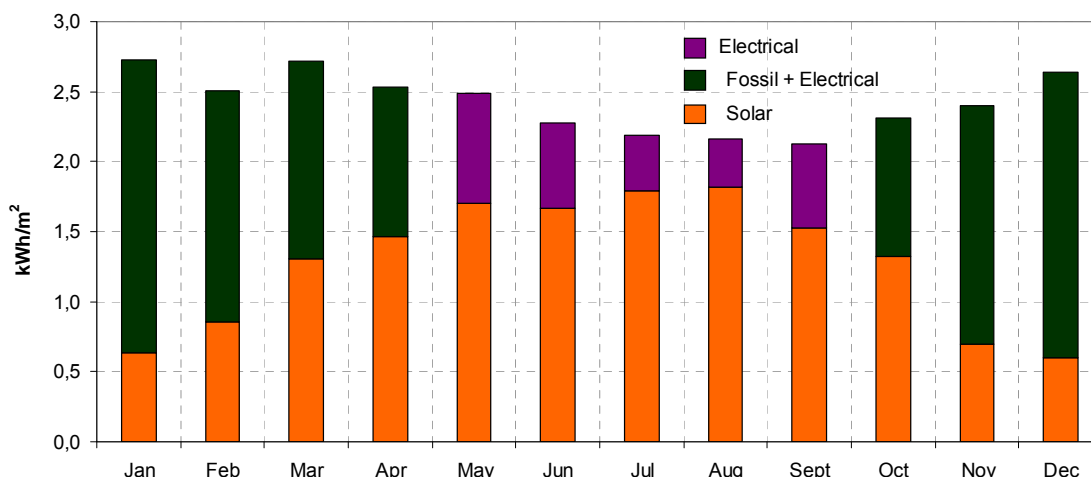
Na slici 8.16 prikazan je dijagram koji pokazuje udeo pokrivanja ukupnih potreba potrošača STV iz solarnog sistema tokom godine za projektne uslove. Sa dijagrama se vidi da tokom letnjih meseci sistem pokriva oko 88% potreba za toplom vodom. Na ovaj način se izbegava predimenzionisanje sistema, kao i režimi u kojima može doći do pregrevanja, kada je potrebno rasterećenje sistema. U realnim uslovima eksploatacije sistema, u zavisnosti od broja sunčanih sati tokom dana i potrošnje tople vode, javiće se periodi kada sistem može da zadovolji 100% potreba za toplom vodom. Čak i u najhladnijim zimskim mesecima, solarni sistem

nadoknađuje preko četvrtine potreba za zagrevanjem sanitarne vode. Tokom godine, ovako projektovan solarni sistem može pokriti 59% potrebne toplote za zagrevanje STV.



Slika 8.16 Udeo solarnog sistema u pripremi STV tokom 12 meseci

Na slici 8.17. prikazan je odnos količine toplote potrebne za pripremu STV iz različitih izvora tokom godine.



Slika 8.17 Odnos udela u pripremi STV iz različitih izvora

Poređenjem potrebne primarne energije potrebne za rad centralnog sistema za pripremu STV u odnosu na lokalnu pripremu sa električnim bojlerima, dolazi se do podatka o uštedi od 78%, odnosno smanjenje potrebe za primarnom energijom sa 64 kWh/m<sup>2</sup>a na svega 14 kWh/m<sup>2</sup>a. Period otplate ovakve investicije za primenu na novoprojektovanim zgradama kreće se od 1,7 do 3 godine, što pokazuje veoma dobru ekonomsku opravdanost primene solarnih sistema.