

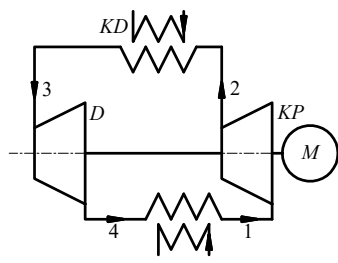
# RASHLADNI UREĐAJI I TOPLITNE PUMPE

## MAŠINE ZA HLAĐENJE

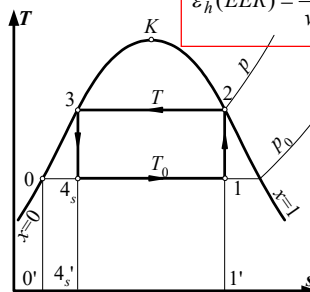
- Hlađenjem se naziva proces pri kome se od nekog tela (hlađeni objekat) odvođi toplota i predaje nekom drugom telu (toplotni ponor).
- Toplota odvedena od hlađenog tela naziva se toplotom hlađenja (J ili kJ), a odvedena toplota hlađenja u jedinici vremena naziva se rashladnim učinkom (W ili kW).
- sve toplotne mašine koje rade po nekom levokretnom ciklusu odvođe toplotu (rashladni učinak  $\dot{Q}_H$ ) od izvora niže temperature ( $T_H$ ) i predaju toplotu (grejni učinak  $\dot{Q}_G$ ) ponoru više temperature ( $T_G > T_H$ ).

## MAŠINE ZA HLAĐENJE

### Levokretni procesi sa utroškom rada (1)



a)



b)

$$\varepsilon_h(EER) = \frac{q_0}{w} = \frac{q_0}{w_c - w_d} = \frac{q_0}{q - q_0}$$

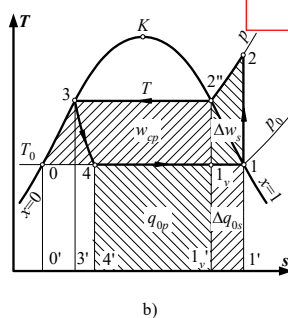
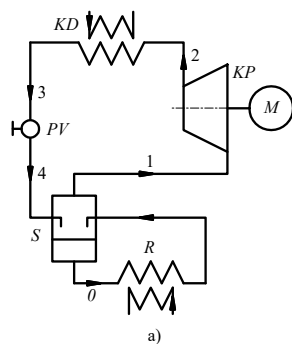
Parna kompresorska mašina koja radi po ciklusu **Carnot**:

a) šema (KP - kompresor; KD - kondenzator; D – detander; R - isparivač); b) T-s dijagram



# MAŠINE ZA HLAĐENJE

## Levokretni procesi sa utroškom rada (2)



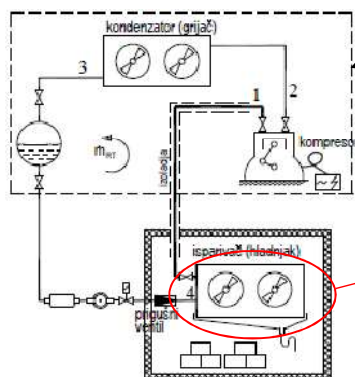
$$\varepsilon_h(EER) = \frac{q_0}{w} = \frac{q_0}{w_c - w_d} = \frac{q_0}{q - q_0}$$

Parna kompresorska mašina sa prigušnim ventilom i suvim usisavanjem: a) šema mašine (S - separator); b) ciklus u „T-s“ dijagramu



# MAŠINE ZA HLAĐENJE

## Šema kompresorske rashladne instalacije i izgled hladnog prostora sa isparivačem (hladnjakom)



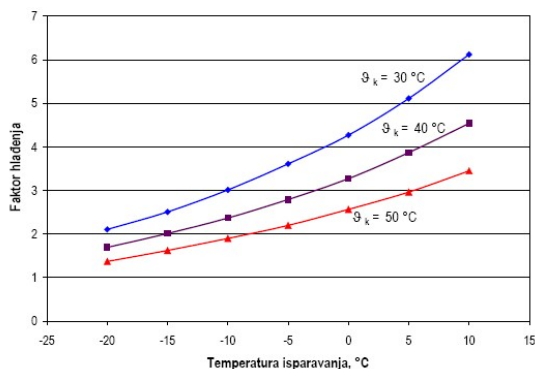
Okolina – spoljašnji vazduh





# MAŠINE ZA HLAĐENJE

Zavisnost koeficijenta hlađenja u funkciji temperature isparavanja i kondenzacije za rashladni fluid R134a



# MAŠINE ZA HLAĐENJE

## Rashladni fluidi (1)

- Primarni rashladni fluid
- Sekundarni rashladni fluid

Neki primeri označavanja rashladnih fluida:

Brojevima od 400 do 499 označavaju se razne zeotropske smeše.

Brojevima od 500 do 599 označavaju se razne azeotropske smeše.

Brojevima od 600-699 obeležavaju se po proizvoljnom redosledu razna organska jedinjenja

HC (ugljovodonici), CFC (potpuno halogenizovani hlorofluorouglenici),

HCFC (delimično halogenizovani hidrochlorofluorouglenici),

FC (potpuno halogenizovani fluorouglenici) i

HFC (delimično halogenizovani hidrofluorouglenici).



## MAŠINE ZA HLAĐENJE

- **Potencijal razgradnje ozona - ODP** (*Ozone Depletion Potential*) zavisi od sposobnosti oslobađanja hlora (Cl) i broma (Br), kao i od vremenske postojanosti u atmosferi. Kao jedinična (referentna) vrednost uzeto je delovanje freona R-11. Ovaj faktor je posledica svih potencijalnih delovanja na ozon koja traju do potpune razgradnje (vrijeme raspada) za ozon štetne materije. Vodonik u molekulama HCFC smanjuje njihovu postojanost u atmosferi na 2 do 20 godina. HFC ne sadrže hlor, pa zato ne razaraju ozon, pa je njihov ODP=0.
- **Potencijal globalnog zagrevanja - GWP** (*Global Warming Potential*) neke materije je relativni uticaj te materije na efekt staklene bašte u odnosu na uticaj CO<sub>2</sub>. Kao referentna vrednost uzeto je delovanje CO<sub>2</sub> jer se u atmosferu emituje u najvećim količinama. CO<sub>2</sub> trajno ostaje u atmosferi, pa je zato uvek potrebno navesti za koje je vremensko razdoblje GWP izražen (20, 100 ili 500 godina). Najznačajniji gasovi staklene bašte su: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC-i, PFC-i i SF<sub>6</sub>.



## MAŠINE ZA HLAĐENJE

### Rashladni fluidi (2)

- Potencijal razgradnje ozona - ODP (*Ozone Depletion Potential*)
- Potencijal globalnog zagrevanja - GWP (*Global Warming Potential*)

Rashladni fluid	ODP	GWP		
		20 god	100 god	500 god
R-11	1	4500	3400	1400
R-12	1	7100	7100	4100
R-502	0.34	-	4300	-
R-22	0.055	4200	1700	540
R-134a	0	3100	1300	-
R-404a	0	-	3800	-
R-407C	0	-	1600	-
R410A	0	-	1725	-
R-717	0	0	0	0



# MAŠINE ZA HLAĐENJE

## Osnovne komponente rashladnih mašina (1)

### Kompresori

Prema principu rada kompresori mogu biti:

**Kompresori zapreminskog dejstva** u kojima se usisana para (odn. gas) sabija usled smanjivanja zatvorene radne zapremine (tzv. "ćelije") u kojoj se para nalazi. Prema načinu formiranja (odn. obliku) ćelija i kinematskim karakteristikama koje iz toga proizilaze, ovi kompresori se dele na:

- (klasične) klipne kompresore sa translatornim kretanjem klipova,
- rotacione kompresore
- spiralne kompresore



# MAŠINE ZA HLAĐENJE

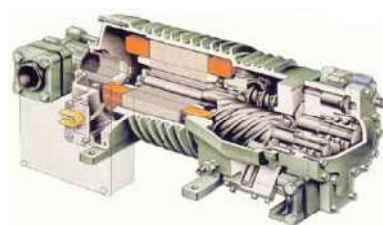
## Osnovne komponente rashladnih mašina (2)

### Kompresori

a)



b)



Izgled kompresora: a) klipni, b) spiralni (vijčani)



# MAŠINE ZA HLAĐENJE

## Osnovne komponente rashladnih mašina (3)

### Kondenzatori

a)



b)



c)



Izgled kondenzatora: a) vazduhom hlađeni, b) vodom hlađeni - pločasti, c) evaporativni



# MAŠINE ZA HLAĐENJE

## Osnovne komponente rashladnih mašina (4)

### Isparivači

- 1) Isparivači za hlađenje tečnosti:
  - dobošasti isparivači sa cevnim snopom unutar doboša,
  - pločasti isparivači,
  - potopljeni bazenski isparivači;
- 2) Isparivači za hlađenje gasova (najčešće vazduha) izrađuju se od orebrenih cevi.
- 3) Specijalni isparivači:
  - za proizvodnju ljespičastog leda,
  - za brzu proizvodnju leda u kalupima (tzv. "rapid-ice" uređaji) itd.



# MAŠINE ZA HLAĐENJE

## Osnovne komponente rashladnih mašina (5)

### Isparivači

**Važna podela** isparivača je prema količini rashladnog fluida koja im se dovodi:

- suvi,
- preplavljeni



Izgled isparivača za hlađenje vazduha



# MAŠINE ZA HLAĐENJE

## Osnovne komponente rashladnih mašina (6)

### Pomoćni aparati

Pomoćni aparati su opcionalni elementi rashladne mašine čiji je zadatak da poboljšaju njene termodinamičke i/ili eksploatacione karakteristike.

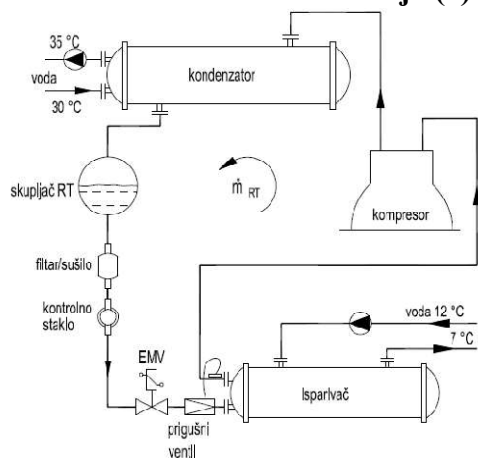
**I grupa:** razni razmenjivači toplote (spoljašnji i unutrašnji prehladivači kondenzata, međuhladnjaci, hladnjaci ulja i sl.), prigušni separatori i/ili njihove kombinacije koje omogućavaju modifikovanje ciklusa u cilju povećanja učinka i/ili koeficijenta hlađenja.

**II grupa:** pomoćni aparati čiji je osnovni zadatak da spreče neželjene režime rada, ublaže ili eliminišu posledice usled nesavršenosti konstrukcije i/ili postupaka montaže i time omoguće dugotrajan i nesmetan rad, kao i lakše opsluživanje (npr. odvajači ulja, odvajači vazduha, filteri, sušači...)



# MAŠINE ZA HLAĐENJE

## Indirektni sistemi hlađenja (1)

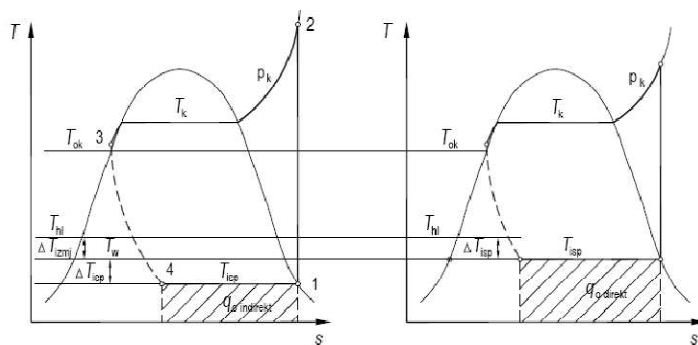


Šema čilera sa vodom hlađenim kondenzatorom



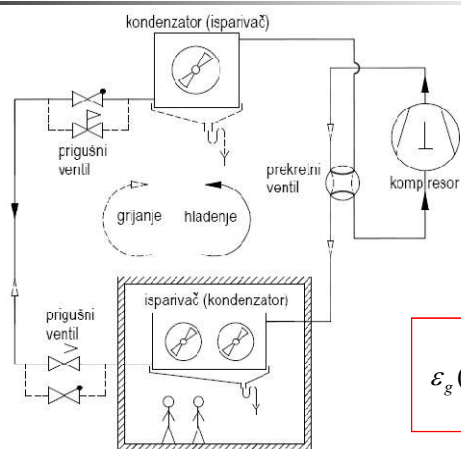
# MAŠINE ZA HLAĐENJE

## Indirektni sistemi hlađenja (2)



Prikaz poređenja indirektnog i direktnog sistema hlađenja

## TOPLOTNE PUMPE (1)



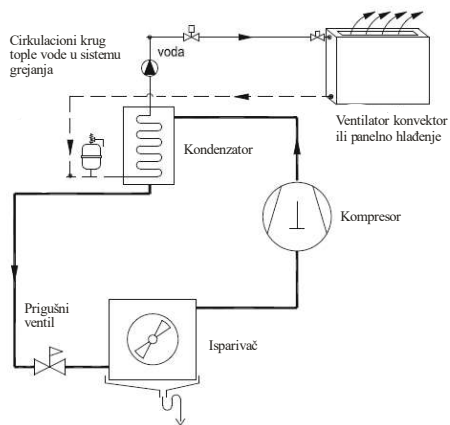
$$\varepsilon_g (COP) = \frac{q_{kond}}{w} = \frac{\dot{Q}_{kond}}{P_{komp}}$$

Prikaz rada rashladnog uređaja u režimu toplotne pumpe

## TOPLOTNE PUMPE (2)

### Izvori toplote toplotnih pumpi

#### Vazduh kao izvor toplote:

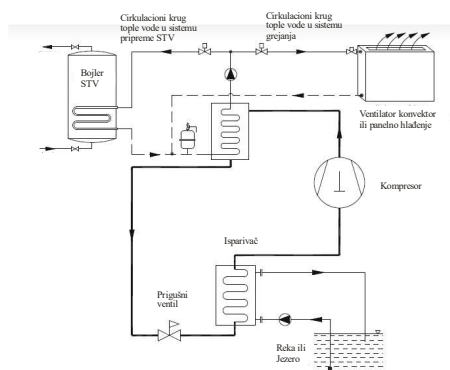




## TOPLOTNE PUMPE (3)

### Izvori toplote toplotnih pumpi

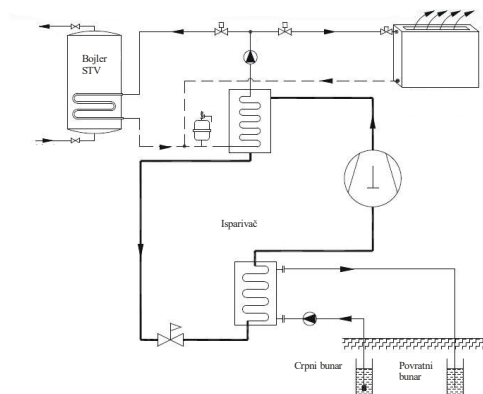
#### Nadzemne vode kao izvor toplote:



## TOPLOTNE PUMPE (4)

### Izvori toplote toplotnih pumpi

#### Podzemne vode kao izvor toplote:

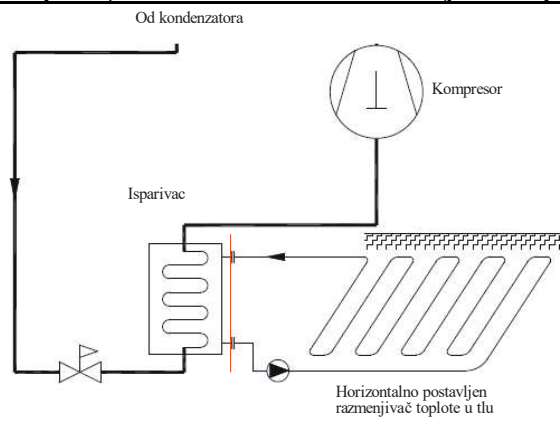




## TOPLOTNE PUMPE (5)

### Izvori toplote toplotnih pumpi

#### Tlo kao izvor toplote (horizontalna izvedba razmenjivača toplote):



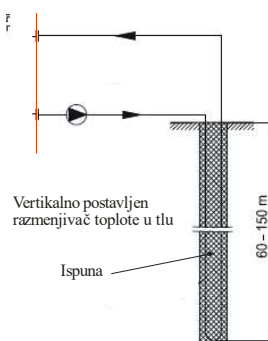
## TOPLOTNE PUMPE (6)

### Izvori toplote toplotnih pumpi

#### Tlo kao izvor toplote (vertikalna izvedba razmenjivača toplote):

do dubina od 60 do 150 m (200 m) često je prihvatljiva u gusto naseljenim područjima, pogotovo na mestima gde je prostor uređen, pri čemu dolazi do minimalnih promena spoljnog izgleda okoline.

Razmenjivač (fabrički predmontiran) se u tlo polaže u dve osnovne izvedbe: kao dvostruka U cev ili kao koaksijalna cev pri čemu kroz unutrašnju PE cev struji hladni fluid (voda + glikol), dok se kroz spoljnu metalnu cev zagrejani fluid vraća na isparivač.

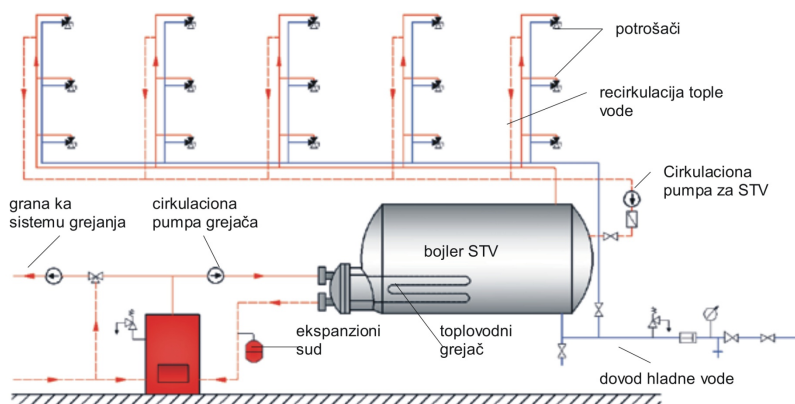


## PRIPREMA SANITARNE TOPLE VODE

- U zgradama namenjenim boravku i radu ljudi neophodan tehnički 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 na :
  - lokalne i centralne sisteme,
  - na protočne i akumulacione sisteme,
  - sisteme sa električnim grejačima, toplovodnim ili parnim grejačima,
  - na sisteme koji koriste konvencijalna goriva i sistema sa obnovljivim izvorima energije.

## Konvencionalni sistemi za STV (1)

*Centralni sistem pripreme potrošne tople vode s izdvojenim bojlerom*





## Konvencionalni sistemi za STV (2)

- 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.



## Konvencionalni sistemi za STV (3)

- 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.



## Zaštita od legionele

- 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°C i 42°C, a uništavaju se na temperaturama od oko 60°C do 70°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, podesi povišenje temperature u rezervoaru na 70°C od 3 do 4h ujutro svake subote (ili nekog drugog dana u nedelji).



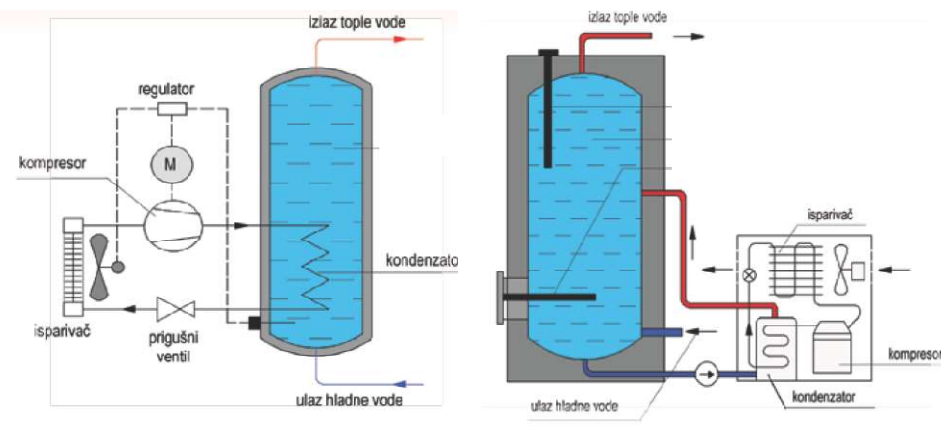
## Nekonvencionalni sistemi za STV

- Za zagrevanje sanitarne vode mogu se koristiti:
  - toplotne pumpe,
  - aktivni solarni sistemi.
- Primenom toplotnih pumpi 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 ili potrošna voda iz bojlera može pomoću pumpe cirkulisati kroz kondenzator toplotne pumpe.



## Toplotne pumpe za pripremu STV

*Funkcionalne šeme rada toplotne pumpe*



## Solarni sistemi za pripremu STV

- 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.
- 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.

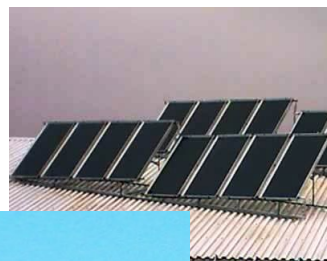
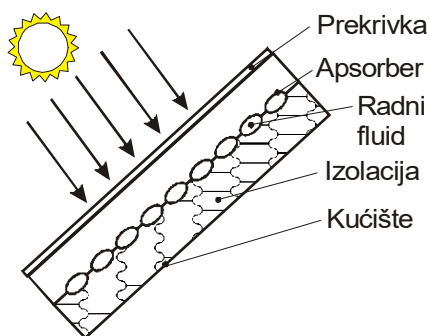


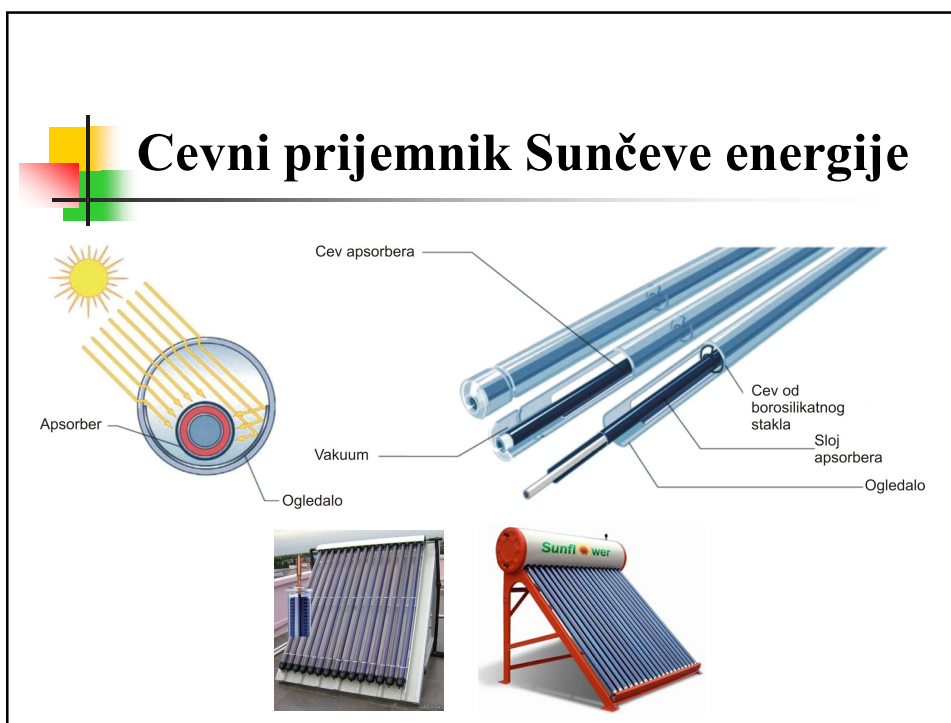
## Prijemnici Sunčeve energije

- **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, 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.



## Ravan prijemnik Sunčeve energije





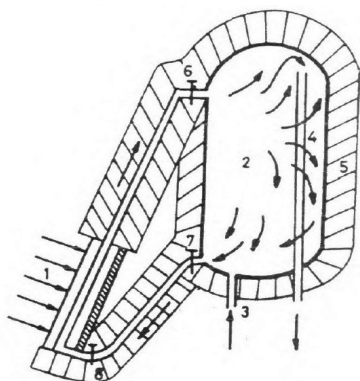
## Postavljanje PSE

- 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  $90^\circ$  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

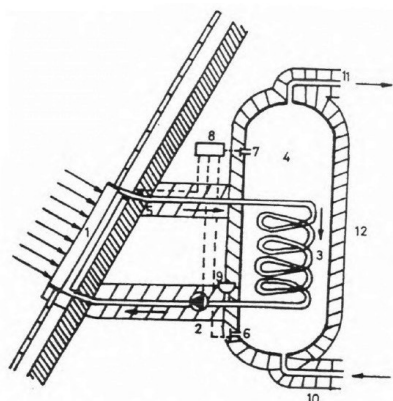
- Za naše klimatsko podneblje solarni sistemi se uglavnom koriste za pripremu tople sanitarne vode. Kada su u pitanju sistemi grejanja, veoma je teško izvesti solarni sistem koji može da pokriva gubitke toplote tokom cele grejne sezone bez nekog dopunskog izvora toplote. Postoji i varijanta sprege solarnih 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.
- 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



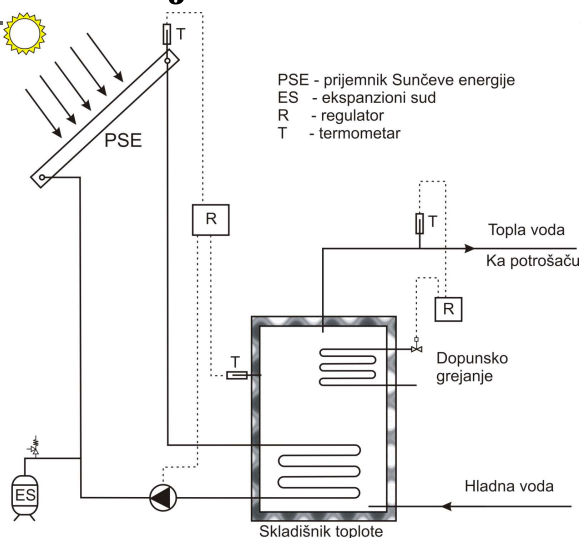
- 1 – ravni solarni vodeni kolektor;
- 2 – rezervoar (protočni bojler);
- 3 – cev za dovod hladne vode;
- 4 – cev za odvod tople vode ka potrošaču;
- 5 – izolacija;
- 6, 7 – slavine za ručnu regulaciju cirkulacije vode između apsorbira i rezervoara;
- 8 – slavina za pražnjenje.

## Indirektni sistem sa prinudnom cirkulacijom fluida



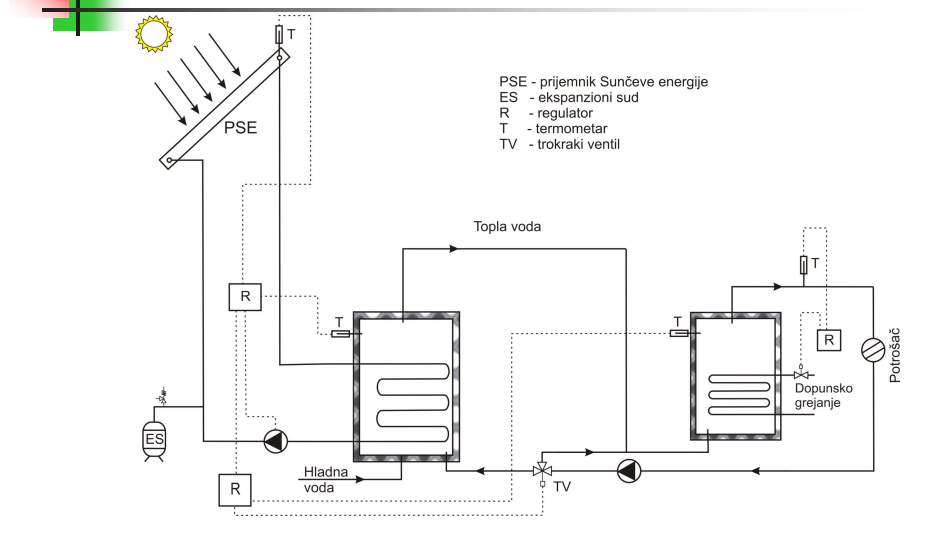
- 1 – ravni solarni vodeni kolektor;
- 2 – cirkulaciona pumpa;
- 3 – razmenjivač toplote;
- 4 – rezervoar za toplu vodu (bojler);
- 5,6,7 – senzori temperature;
- 8 – regulator;
- 9 – ekspanzioni sud;
- 10 – cev za dovod hladne vode;
- 11 – cev za odvod tople vode ka potrošaču;
- 12 – termička izolacija.

## Indirektni sistem kod većih sistema sa jednim rezervoarom

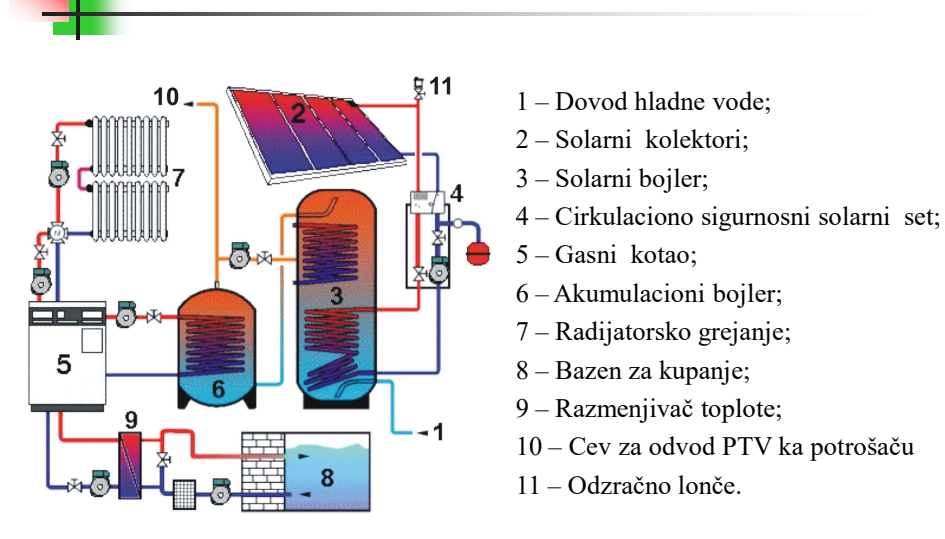


- PSE - prijemnik Sunčeve energije
- ES - ekspanzioni sud
- R - regulator
- T - termometar

## Indirektni sistem sa više potrošača i dva rezervoara



## Kombinovani sistem sa dva rezervoara i gasnim kotlom





## 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 najčešće se daju tabelarno u različitoj literaturi (standardi, priručnici...)



## Potrošnje STV za zgrade različite namene

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

## Potrošnje 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

## Potrošnje STV za stambene zgrade

Ukupna dnevna potrošnja za domaćinstva	
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.

## Godišnja potrebna toplota za pripremu STV

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>

## Proračun godišnje potrebne energije za pripremu STV

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

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

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],

$\rho_W \cdot c_W = 1,16 \text{ [kWh/(m}^3\text{K)]}$ .

## Proračun godišnje potrebne energije za pripremu STV

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

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

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:

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

## Faktor jednovremenosti potrošnje STV

- 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. Tabelarno se daju vrednosti faktora jednovremenosti u zavisnosti od broja stanova, kao i potrebni kapaciteti kotlova i zapremine rezervoara (bojlera) za toplu vodu.

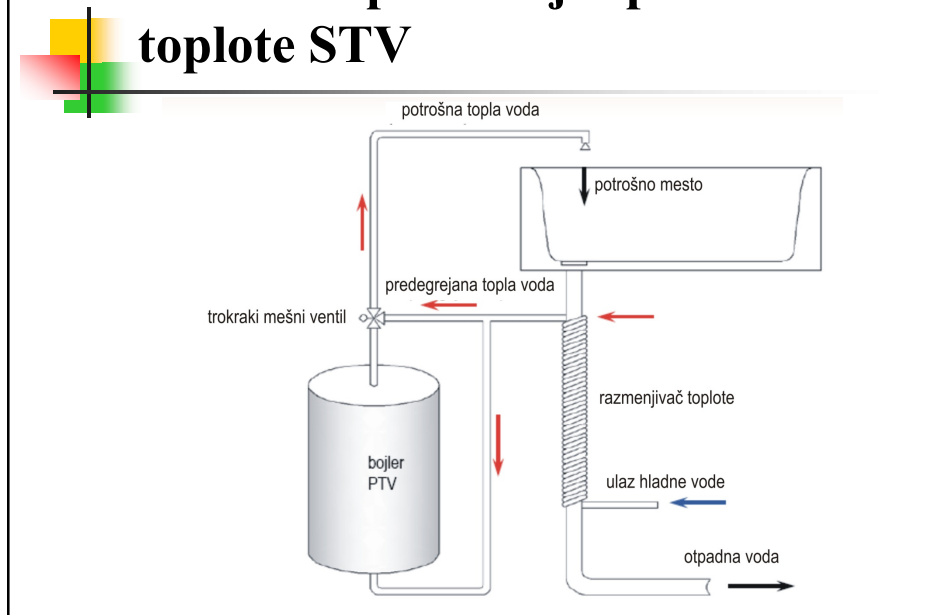
## Faktor jednovremenosti i veličina bojlera za STV

Broj stanova	Faktor jednovremenosti	Kapacitet kotla Q <sub>k</sub> [kW] pri z <sub>A</sub> [h]			Veličina bojlera V <sub>s</sub> [l] za z <sub>A</sub> [h]					
					0,5		1		2,5	
					Temperaturska razlika [K]					
n	φ	0,5	1	2,5	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
10	0,47	56	47	31	800	500	1350	800	2200	1400
20	0,40	96	80	53	1400	850	2400	1400	3800	2300
50	0,32	192	161	106	2800	1700	4600	2800	7600	4600
100	0,28	336	281	186	4800	2900	7100	4800	13300	8000
150	0,26	468	392	260	6700	4100	11300	6700	18600	11200
200	0,25	600	502	333	8600	5200	14400	8600	23900	14300

## Korišćenje otpadne toplote STV

- 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.
- 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.

## Sistem za povraćaj otpadne toplote STV

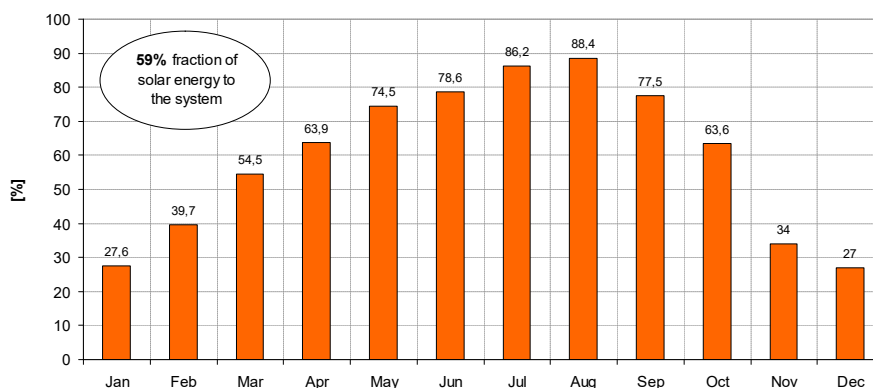


## Primer primene solarnog sistema za pripremu STV (1)

- 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>.
- 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 smešteni su na krovu zgrade i zauzimaju površinu od 31 m<sup>2</sup>. Korišćeni su ravni PSE ukupnog efikasnosti 78,5%.

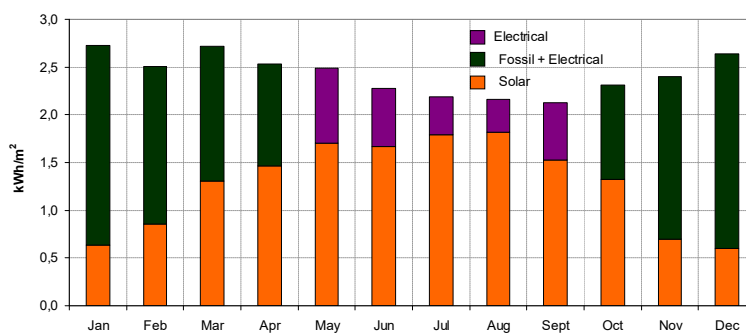
## Primer primene solarnog sistema za pripremu STV (2)

*Udeo solarnog sistema u pripremi STV tokom 12 meseci*



## Primer primene solarnog sistema za pripremu STV (3)

*Odnos udela u pripremi STV iz različitih izvora*



- Ušteda primarne energije od 78%
- Smanjenje potrebe za primarnom energijom sa 64 kWh/m²a na svega 14 kWh/m²a.
- Period otplate za primenu na novoprojektovanim zgradama kreće se od 1,7 do 3 godine