



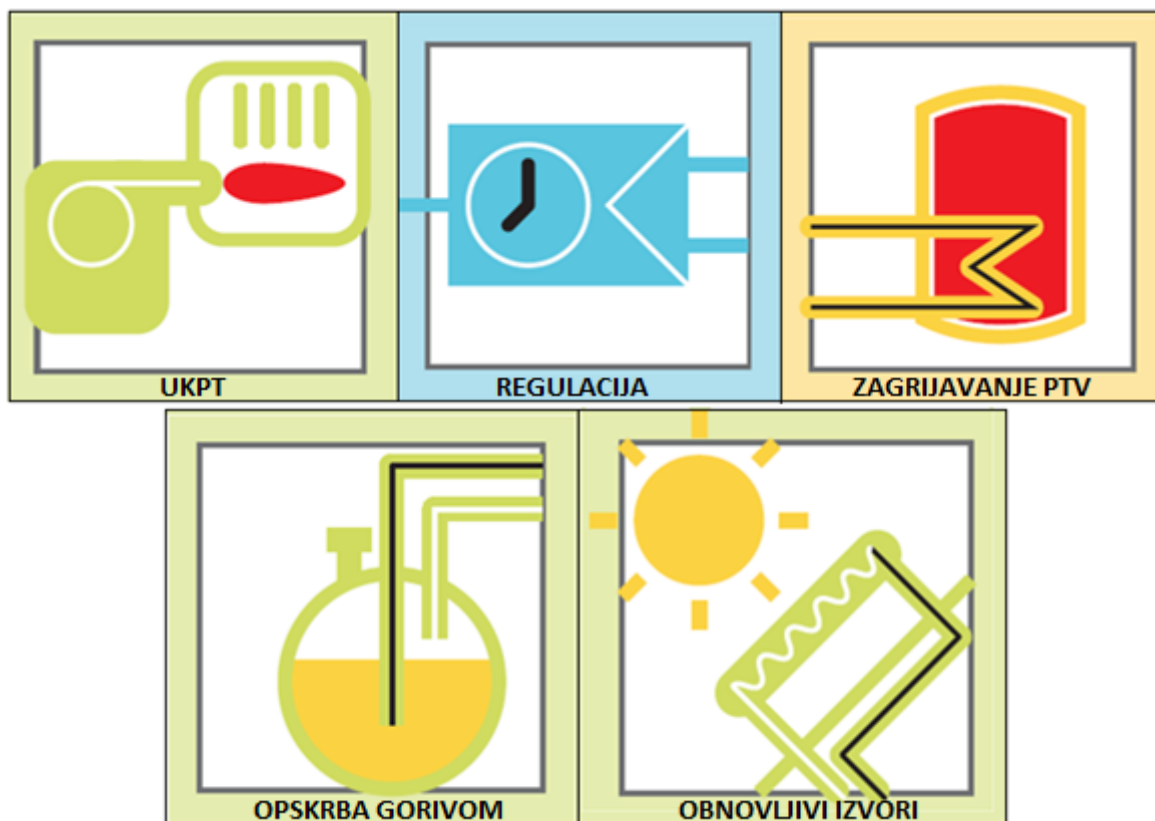
ŠREDNJA ŠKOLA

Trogodišnja strukovna škola

zanimanje: **INSTALATER KUĆNIH INSTALACIJA**

razred: treći

TEHNOLOGIJA KUĆNIH INSTALACIJA II



pripremio: prof. Križnjak

učenik: _____

šk.god. 2023/24

Uvod:

Program predmeta Tehnologija kućnih instalacija u trećoj godini sastoji se od pet cjelina ("kompleksnih radnih zadaća" ili „polja učenja“):

- 3.1 Instalacije uređaja koji proizvode toplinu (56 sati)
- 3.2 Instalacije sustava za grijanje i regulaciju grijanja (56 sati)
- 3.3 Instalacije sustava za zagrijavanje pitke vode (56 sati)
- 3.4 Instalacije sustava za opskrbu gorivom (24 sati)
- 3.5 Sustavi obnovljivih izvora energije (64 sata)

Ukupno: 256 sati (8 sati tjedno)

U ovom priručniku obrađene su sljedeće cjeline:

3.1 Instalacije uređaja koji proizvode toplinu (28 sati)

3.2 Instalacije sustava za grijanje i regulaciju grijanja (56 sati)

3.3 Instalacije sustava za zagrijavanje pitke vode (56 sati)

3.4 Instalacije sustava za opskrbu gorivom (24 sati)

3.5 Sustavi obnovljivih izvora energije (32 sata)

(ukupno 196 sati – 6 sati tjedno)

3.1 INSTALACIJE UREĐAJA KOJI PROIZVODE TOPLINU



pripremio: **prof. Križnjak**

Sadržaj:

1. UREĐAJI KOJI PROIZVODE TOPLINU (UKPT) – KOTLOVI

1.1 Osnovne karakteristike UKPT

- 1.1.1 Toplinska snaga
- 1.1.2 Toplinsko opterećenje
- 1.1.3 Donja ogrjevnost vrijednost
- 1.1.4 Gornja ogrjevnost vrijednost
- 1.1.5 Stupanj iskorištenja

1.2 Izgaranje

2. PODJELA UKPT

2.1 Podjela prema vrsti goriva

- 2.1.1 Kotlovi na kruta goriva
 - Pirolitički kotlovi
 - Kotlovi na pelete
 - Pojave kondenzacije kod kotlova

- 2.1.2 Kotlovi na tekuća goriva

- 2.1.3 Kotlovi na plinovita goriva

2.2 Podjela prema konstrukciji prostora izgaranja

2.3 Podjela prema učinkovitosti i polaznoj temperaturi

- 2.3.1 Standardni kotlovi
- 2.3.2 Niskotemperaturni kotlovi
- 2.3.3 Kondenzacijski kotlovi

3. PLAMENICI

3.1 Uljni plamenici

3.2 Plinski plamenici

4. SMJERNICE ZA POSTAVLJANJE UKPT

5. SIGURNOSNA OPREMA UKPT

5.1 Sigurnosna oprema otvornih sustava grijanja

5.2 Sigurnosna oprema zatvorenih sustava grijanja

5.3 Uloga i način rada dijelova sigurnosnog sustava

- 5.3.1 Ekspanzijska posuda
- 5.3.2 Sigurnosni ventili
- 5.3.3 Sigurnosni graničnik temperature (termostat)
- 5.3.4 Regulator zraka kotlova na kruta goriva
- 5.3.5 Termički sigurnosni ispusni ventil

1. UREĐAJI KOJI PROIZVODE TOPLINU (UKPT)-KOTLOVI

Uređaje koji proizvode toplinu pojednostavljeno zovemo **kotlovi** (njem.: Kessel). Kotlovi su dijelovi sustava grijanja i/ili pripreme tople vode čija je zadaća da kemijsku energiju goriva (plinsko, tekuće, kruto) izgaranjem pretvore u toplinsku energiju. Toplinska energija zatim se predaje radnom mediju koja okružuje prostor izgaranja u kotlu. Radni medij zatim transportira toplinu do ogrjevnih tijela.

1.1 Osnovne karakteristike UKPT

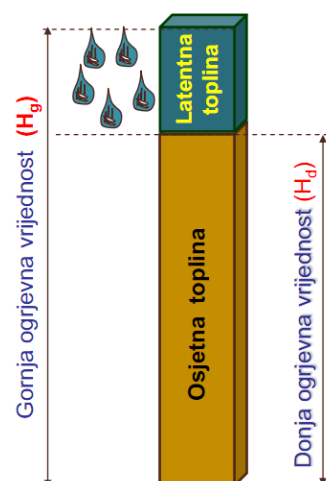
1.1.1. Toplinska snaga (učin)

– je količina topline koju kotao daje u jedinici vremena u [kW] ili [MW].

1.1.2. Toplinsko opterećenje

– je količina topline koja se putem goriva dovede u ložište u jedinici vremena. Ta količina topline ovisi o vrsti goriva i dana je kao donja (H_d) i gornja (H_g) ogrjevna vrijednost.

DONJE OGRJEVNE VRIJEDNOSTI UOBIČAJENIH VRSTA GORIVA			
Gorivo	Gustoća kg/m ³	H_d	H_d
EL loživo ulje	830	36 MJ/l	10 kWh/l
Zemni plin	0.7	34,2 MJ/m ³	9,5 kWh/m ³
UNP	2.0	46 MJ/kg	12.8 kWh/kg
Smeđi ugljen	650	14 MJ/kg	3,9 kWh/kg
Lignit	550	11,2 MJ/kg	3,1 kWh/kg
Bukva	570	15 MJ/kg	4,2 kWh/kg
Smreka	360	15 MJ/kg	4,2 kWh/kg



1.1.3. Donja ogrjevna vrijednost H_d

– je količina energije koju daje gorivo bez iskorištavanja topline kondenzacije dimnih plinova

1.1.4. Gornja ogrjevna vrijednost H_g

– je količina topline koju daje gorivo ako se iskoristi toplina kondenzacije dimnih plinova.

Dakle: $H_g = H_d + \text{toplina kondenzacije}$

1.1.5. Stupanj iskorištenja

– je broj koji govori koliko se od dovedene toplinske energije iz goriva pretvori u korisnu toplinu. To je dakle omjer između toplinske snage i toplinskog opterećenja. Matematički se to može napisati kao:

$$\eta = \frac{\text{toplinska snaga}}{\text{toplinsko opterećenje}} [\%]$$

Strogo tehnički gledano, stupanj iskorištenja ne može biti preko 100%. Tako je i kod kotlova ukoliko se on računa u odnosu na gornju ogrjevnu vrijednost. No, ukoliko se on računa u odnosu na donju ogrjevnu vrijednost tada njegove veličine idu i preko 100% (kod kondenzacijskih kotlova)

1.2 Izgaranje

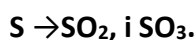
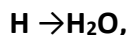
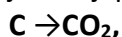
Izgaranje je kemijski proces spajanja elemenata iz goriva s kisikom pri čemu nastaje toplina. Bez obzira o kojim se gorivima radi, ona sadrže gorive i negorive tvari.

Gorive tvari su: **ugljik (C)**, **vodik (H)** i **sumpor (S)**.

Negorive tvari su: kisik (O) koji podržava gornje, dušik (N), voda odnosno vlaga (H₂O).

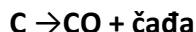
Izgaranje je kemijski proces oksidacije gorivih tvari i kisika. Izgaranje može biti potpuno i nepotpuno.

Potpuno izgaranje je ono pri kojem svi gorivi sastojci iz goriva izgore potpuno i u dimnim plinovima nema ostataka gorivih sastojaka. Spojevi koji pri tome nastaju su



Pri potpunom izgaranju oslobađa se najveća količina topline iz goriva.

Nepotpuno izgaranje je ono pri kojem gorivi sastojci nisu izgorjeli potpuno već samo djelomično. U dimnim plinovima ima spojeva koji bi uz odgovarajuće uvjete još mogli izgarati. Spojevi koji pri tome nastaju su:



Dušik iz zraka, kao neutralni plin, ne sudjeluje, u normalnim uvjetima, u procesu izgaranja. No, ukoliko temperatura izgaranja prijeđe iz nekih razloga preko 1000°C, tada se dušik počinje vezati s kisikom u dušične spojeve NO_x (NO i NO₂), koji su štetni i potrebno je spriječiti njihovo nastajanje.

Potrebna količina zraka za izgaranje

Da bi izgorjela određena količina potrebna je točno određena količina zraka koja ovisi o kemijskom sastavu goriva. Bilo bi, stoga, idealno u ložište dovesti točno tu količinu zraka. No, s obzirom da se gorivo i zrak ne mogu idealno pomiješati, uvijek se za izgaranje dovodi nešto veća količina zraka od teoretski potrebne. Taj višak zraka naziva se **pretičak zraka** a može se izraziti i kao koeficijent λ (lambda):

$$\lambda = \frac{\text{stvarno dovedena količina zraka}}{\text{teoretski potrebna količina zraka}}$$

U ložištima je, dakle, uvijek $\lambda > 1$ (npr. $\lambda = 1,2$ – što znači da je stvarna količina zraka veća za 20% od teoretski potrebne).

Za kontrolu količine zraka koja ulazi u ložište koristi se lambda sonda



Lambda sonda

2. PODJELA „UKPT“

Podjela kotlova može se izvesti prema:

- Vrsti ogrjevnog medija, (toplovodni, vrelovodni, parni, zračni)
- Vrsti goriva,
- Tipu konstrukcije i materijalu od kojih su izrađeni,
- Konstrukciji prostora izgaranja,
- Učinkovitosti izgaranja.

2.1 Podjela prema vrsti goriva:

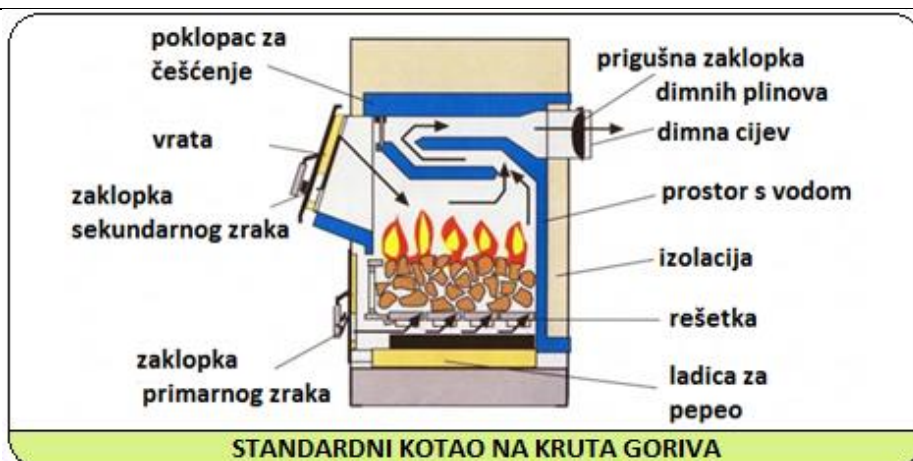
2.2.1. Kotlovi na kruta goriva

U kruta goriva spadaju **ugljen** i **drvo**.

Postoji više vrsta ugljena (smeđi ugljen, kameni ugljen i koks), međutim on kao gorivo sve više gubi na važnosti i vrlo se malo koristi. S druge strane drvo ponovno dobiva na važnosti, jer je **CO₂ neutralno** u odnosu na okoliš. Drvo se kao gorivo pojavljuje u obliku cjepanica, drvene sječke i peleta.



Standardni („obični“) kotlovi na kruta goriva



<http://www.vitos.hr/media/catalog/products/872/CRAFT2000.pdf>

http://www.eko-puls.hr/Grijanje_na_drva_piroliza.aspx

Pirolitički kotlovi

Izgaranje drva sastoji se od tri faze:

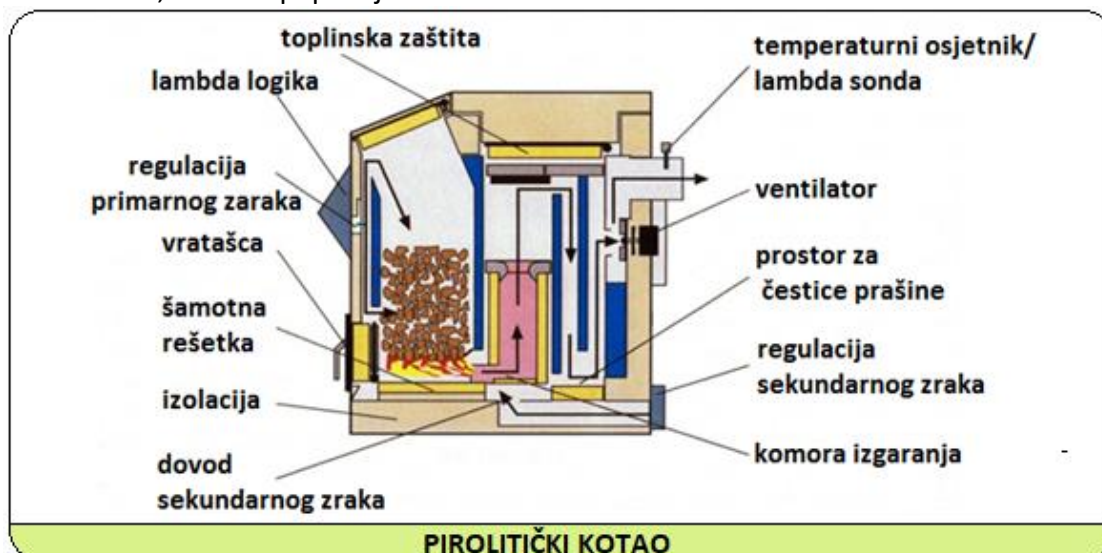
1. Sušenje (100-150°C) – to je faza u kojoj voda sadržana u drvu isparava. Što je više vlage u drvu to se više energije potroši na isparavanje. Drva za loženje moraju biti vrlo suha (20 do 25 % vlage)
2. Rasplinjavanje ili piroliza (150-550°) – to je faza u kojoj gorivi sastojci u obliku plina izlaze iz drva
3. Gorenje (oksidacija) (600-1300°C) – u ovoj fazi gorivi sastojci se spajaju s dovedenim kisikom, tj. izgaraju.

Piroliza je jedna od faza izgaranja drva. Kada se drvo zagrije iznad 100°C ono ispušta gorive plinove (metan CH₄ i vodik H₂). Što je temperatura viša, to je veći udio drvnih plinova a manji udio

katrana i smole. Takvo izgaranje prepoznaje se po plavoj boji plamena, dok je boja plamena kod obične peći narančasto-crvene boje.

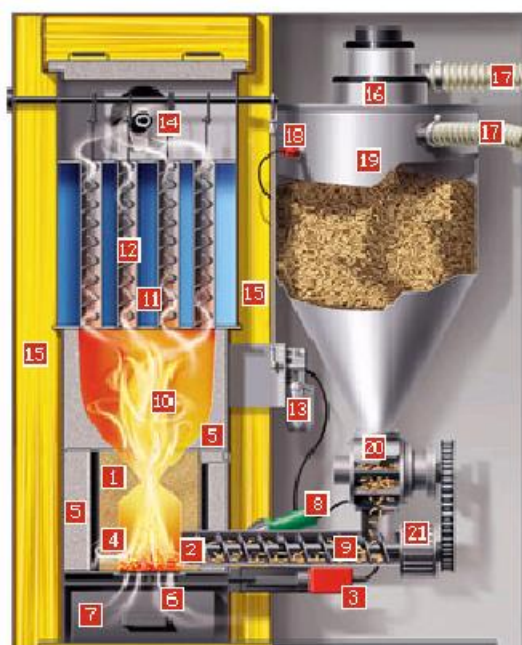
Kod pirolitičkih kotlova je naglašena faza pirolitičkog izgaranja zahvaljujući posebnoj konstrukciji, regulaciji i ugrađenom ventilatoru. Ložište je dvodijelno. U prvom dijelu drvo se suši, toplinski razgrađuje i dolazi do stvaranja žara. Primarni zrak koji se dovodi dovoljan je samo za rasplinjavanje, ali ne i za potpuno izgaranje. Nastali drveni plin odlazi u drugi dio ložišta, gdje se plin pali i potpuno izgara uz dovođenje potrebne količine sekundarnog zraka.

Pirolitički kotlovi imaju stupanj iskorištenja i do 90 %. Vrijeme između dva loženja drvima može biti i do 12 sati, količina pepela je vrlo mala.



http://www.youtube.com/watch?v=hu0Q_vUbhaQ

Kotlovi na pelete



1. šamotirana komora za izgaranje
2. pomična rešetka
3. motor pomične rešetke
4. kanal sekundarnog zraka
5. izolacijska ploča
6. primarni zrak
7. ladica za pepeo
8. automatsko paljenje
9. puž za dovod goriva
10. zona cirkulacije
11. izmjenivač toplote
12. turbulatori
13. automatsko čišćenje spremnika
14. ventilator
15. izolacija
16. usisna turbina
17. zatvoreni usisni sustav
18. osjetnik napunjenosti
19. spremnik
20. dozirnik
21. pogon dozirnika

Pojava kondenzacije kod kotlova

Ovakav uređaj sadrži u jednom kompaktnom kućištu sve elemente koje treba jedan sustav grijanja (cirkulacijsku crpku, ekspanzijsku posudu, regulacijske i sigurnosne elemente...). Dovod zraka za izgaranje i odvod dimnih plinova izveden je dvostrukom cijevi kroz zid ili krov (uređaji vrste C).

Uključivanjem grijanja uključuje se crpka koja cirkulira vodu kroz zatvoreni sustav. Protok vode registrira se u vodenom prekidaču koji otvara plinski ventil te plin struji prema plameniku. Plin se pali ili pripalnim plamenom (kod starijih izvedbi) ili ionizacijskim paljenjem. Postojanje plamen nadzire termoelektrični ili ionizacijski uređaj.

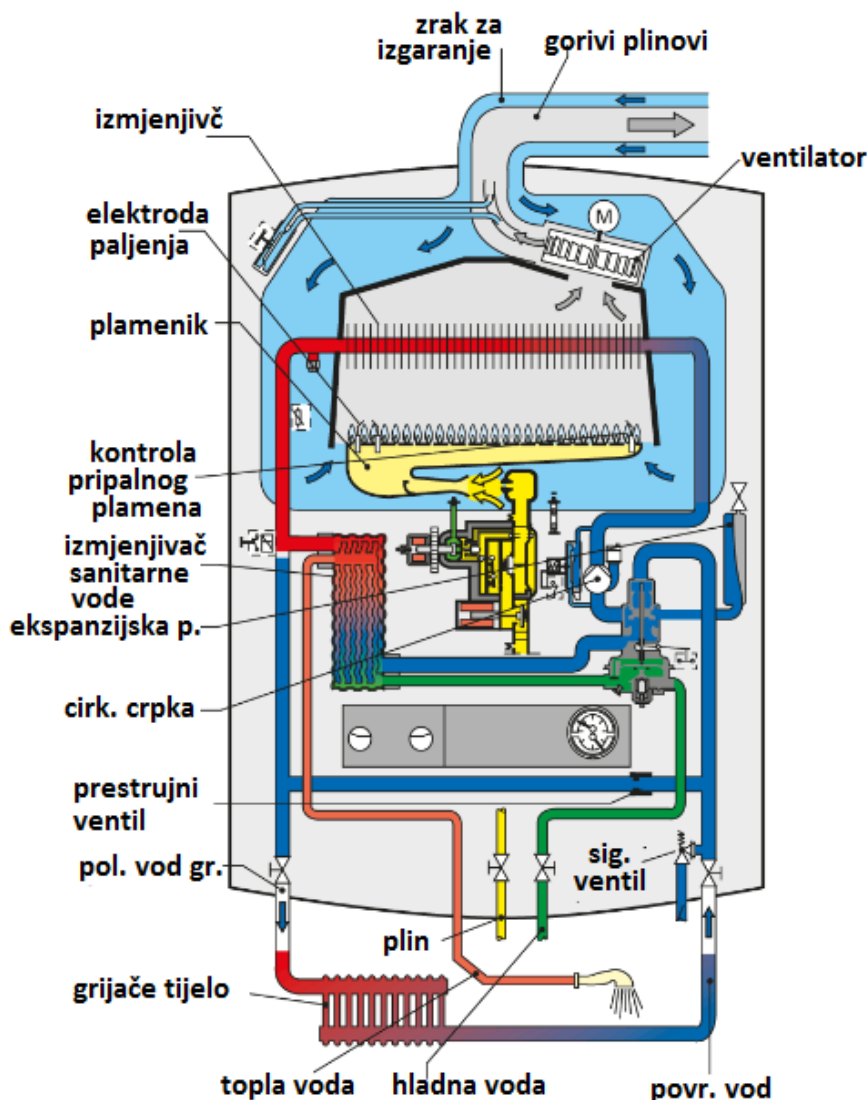
Upravljački sklop nadzire i druge parametre izgaranja preko odgovarajućih senzora, te u slučaju nepravilnosti zatvara dovod plina (plinska rampa).

Prestrujni ventil služi da osigura cirkulaciju vode u slučaju da su svi radijatori zatvoreni.

Regulacija temperature izvodi se prema vanjskoj ili sobnoj temperaturi.

Cirkulacijsko-kombinirani (cirko-kombi) grijač

Cirko-kombi grijač služi kako za zagrijavanje prostora, tako i za pripremu tople sanitarne vode.



Izveden je tako da je cirko grijaču dodan izmjenjivač topline s **diferencijalnim osiguračem strujanja s regulatorom količine**. (detaljnije opisano u poglavlju: Instalacije sustava za pripremu tople vode). Zagrijavanje sanitarne vode ima prednost pred zagrijavanjem vode za grijanje, stoga cirko-kombi grijač ima **prestrujni ventil** koji usmjerava toplu vodu u izmjenjivač topline za toplu sanitarnu vodu..

Cirko-kombi grijač opremljen je s ekspanzijskom posudom koja ima zadaću da preuzme višak vode u cirkulacijskom krugu koji nastaje uslijed širenja vode zbog zagrijavanja.

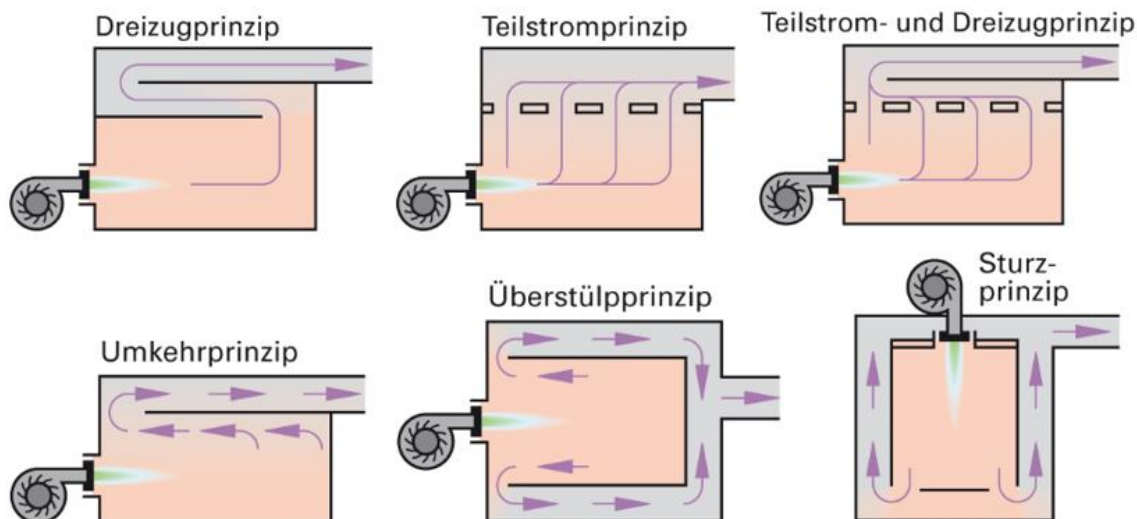
2.2.4. Kombinirani kotlovi

To su kotlovi koji mogu raditi na više vrsta goriva. Pri tome razlikujemo one kod kojih je za to potrebno određeno preuređenje, i one kod kojih se to izvodi samo promjenom plamenika (loživo ulje – plin).

2.2 Podjela prema konstrukciji prostora za izgaranje

Prostor izgaranja je mjesto gdje se odvija izgaranje tj. kemijska energija goriva prelazi u toplinsku energiju. Pri tome treba naglasiti da ne gori samo gorivo već smjesa plina i goriva. Zbog visoke temperature plamen ne smije doći u dodir sa stjenkama kotla i izmjenjivačem, nego se toplina predaje zračenjem i konvekcijom preko vrućih dimnih plinova.

S obzirom na smještaj plamenika i površine izmjenjivača razlikuje se nekoliko konstrukcijskih rješenja prostora izgaranja (*njemački nazivi*):



2.3 Podjela prema učinkovitosti i polaznoj temperaturi

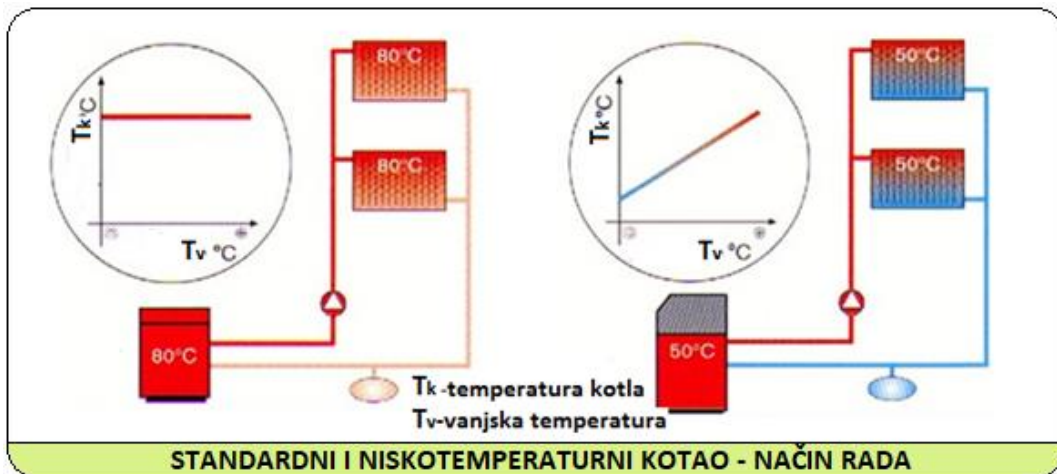
2.3.1. Standardni kotlovi

To su kotlovi koji rade stalno pri povišenim temperaturama vode koje iznose 70 do 90°C. Stupanj iskorištenja im je mali u odnosu na novije kotlove.

Standardni kotlovi dimenzionirani su tako da proizvedu dovoljno topline za zagrijavanje prostorija pri najnižoj projektiranoj temperaturi. S obzirom da je ta ekstremna temperatura vrlo rijetka u toku godine, kotao radi u najvećem dijelu godine s djelomičnim opterećenjem gdje mu je stupanj iskorištenja relativno nizak.

2.3.2. Niskotemperaturni kotlovi

Rade s regulacijom toplinskog učinka ložišta, tako da se polazna temperatura održava u skladu s krivuljom grijanja. Na površinama za izmjenu topline ne dolazi do kondenzacije. Stupanj iskorištenja može doseći do 96 %.

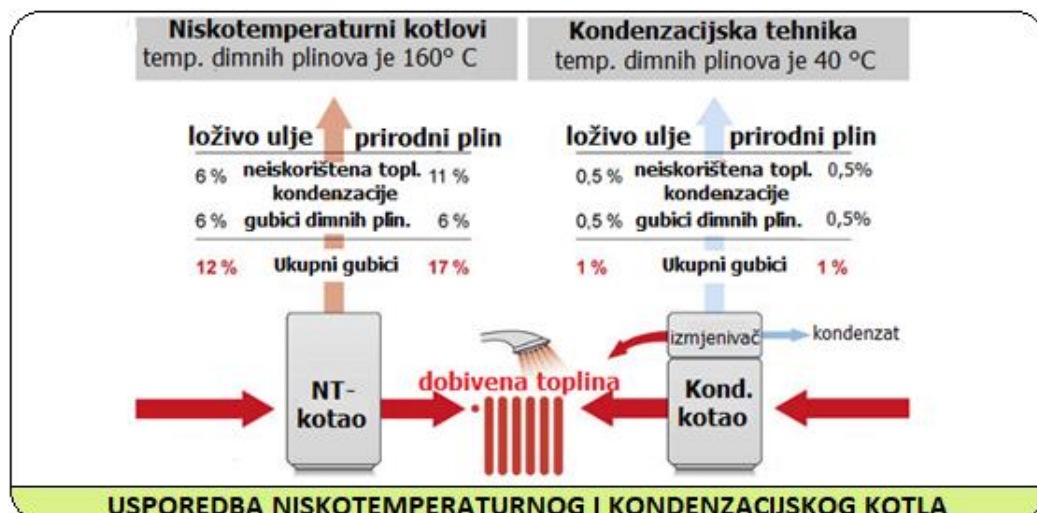


2.3.3. Kondenzacijski kotlovi

njem: (Brennwertkessel)

To su kotlovi koji iskorištavaju toplinu kondenzacije dimnih plinova. Količina topline u vodenoj pari u dimnim plinovima kod uređaja na loživo ulje iznosi do 6 %, dok kod plinskih uređaja iznosi do 11 %. Stupanj iskorištenja može doseći 108 %.

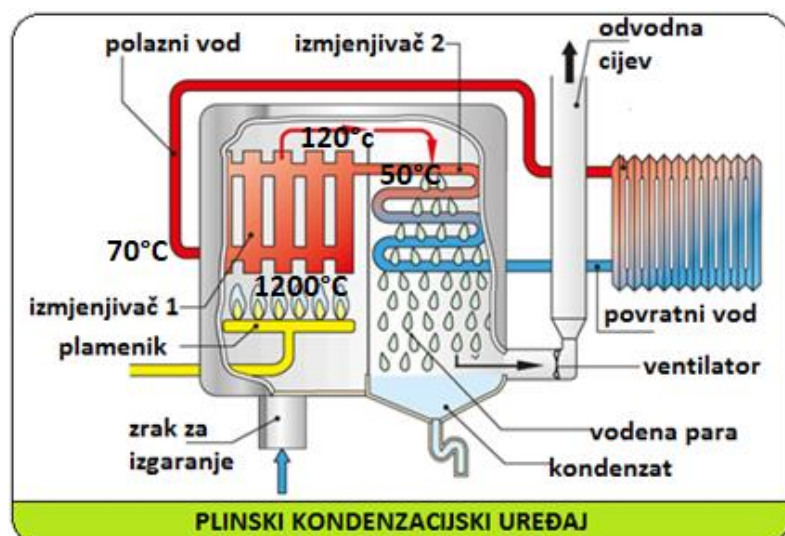
Usporedba NT tehnike i kondenzacijske tehnike:



S obzirom da je temperatura dimnih plinova kod kondenzacijskih uređaja niska, termodinamika dimnjaka nije više ista. Naime, razlika tlaka toplog i hladnog zraka nije dovoljna za uzgon, pa kondenzacijski uređaji **moraju imati ventilatore** za izbacivanje dimnih plinova.

S druge strane dimovodna cijev može biti manjeg promjera a materijali koji se koriste su polimeri i nehrđajući čelik.

-princip kondenzacijskog kotla:



3. PLAMENICI

njem. „Brenner“

Uloga plamenika:

- dovod i regulacija količine goriva
- miješanje sa zrakom
- paljenje
- izgaranje goriva bez ostataka štetnih čestica.

3.1 Uljni plamenici

Loživo ulje ne izgara u tekućem stanju, već mora prije **ispariti** u uljnu paru, ili se mora **raspršiti** u finu maglu a zatim pomiješati se sa zrakom. Prema tom principu razlikujemo:

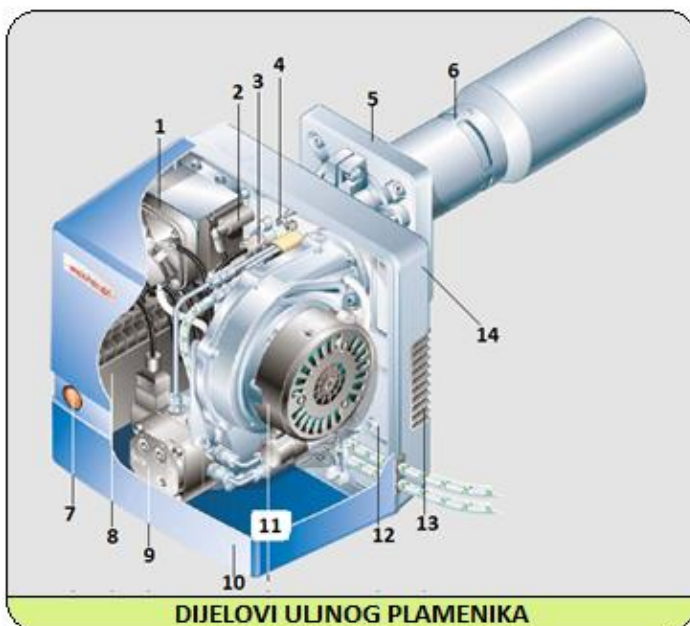
- **plamenike koji rade na principu isparavanja:** malo se koriste, npr. kod kalijevih peći na loživo ulje,
- **plamenike koji rade na principu raspršivanja:** - najčešće se koriste.

Plamenici s raspršivanjem

Uloga im je da pripreme loživo ulje, kako bi izgaranje bilo što potpunije i bez štetnih ostataka izgaranja. Danas se uglavnom koriste visokotlačni uljni plamenici (oko 10 bara).

1. kontrolnik tlaka zraka
2. elektroda za (ionizacijsko) paljenje
3. UV kontrola plamena
4. podešavanje otvora za recirkulaciju
5. podesiva prirubnica
6. mješalište s recirkulacijskim otvorima
7. tipka za paljenje
8. digitalno upravljanje
9. zupčasta crpka
10. poklopac
11. ventilator s motorom
12. brzo zatvaranje
13. usisni otvor
14. kućište

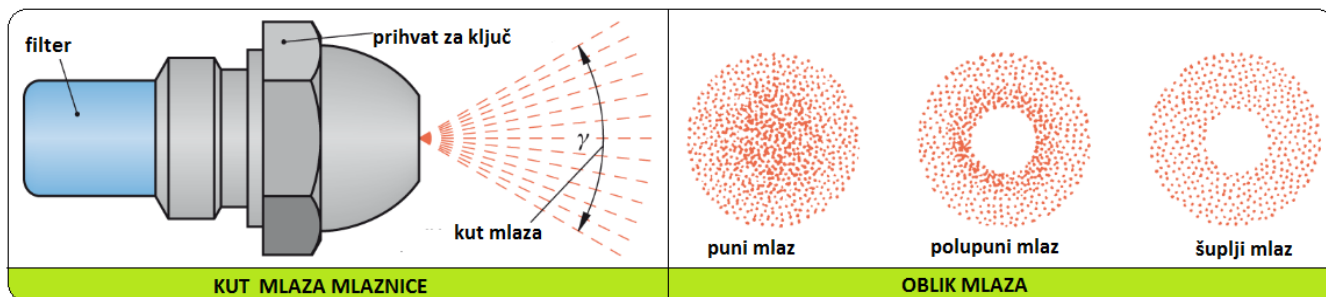
<https://www.youtube.com/watch?v=03YYUHheXe4>



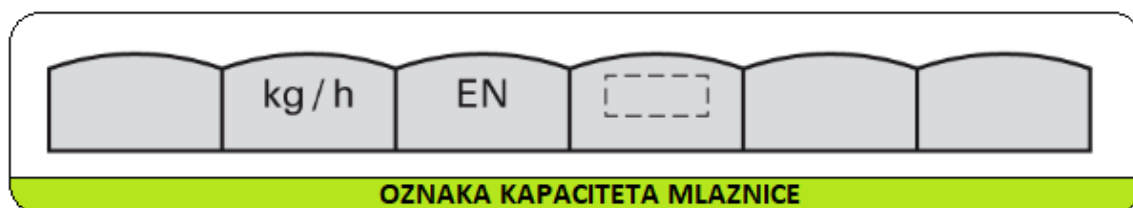
Najvažniji dio uljnog plamenika je **mlaznica** („diza“ -njem. *düse*). Njezina je uloga da gorivo rasprši u što sitnije kapljice (maglu), kako bi se što bolje pomiješalo sa zrakom, radi što potpunijeg izgaranja. Snaga kotla u biti je određena promjerom otvora mlaznice. Stoga je bitno da se pri izmjeni mlaznice ugradi istovjetna mlaznica, koja odgovara snazi kotla.



Mlaznice se razlikuju po **kutu ubrizgavanja** kao i po **obliku mlaza** koji stvaraju. Veći kut raspršivanja koristi se kratke i široke prostore izgaranja i obrnuto.



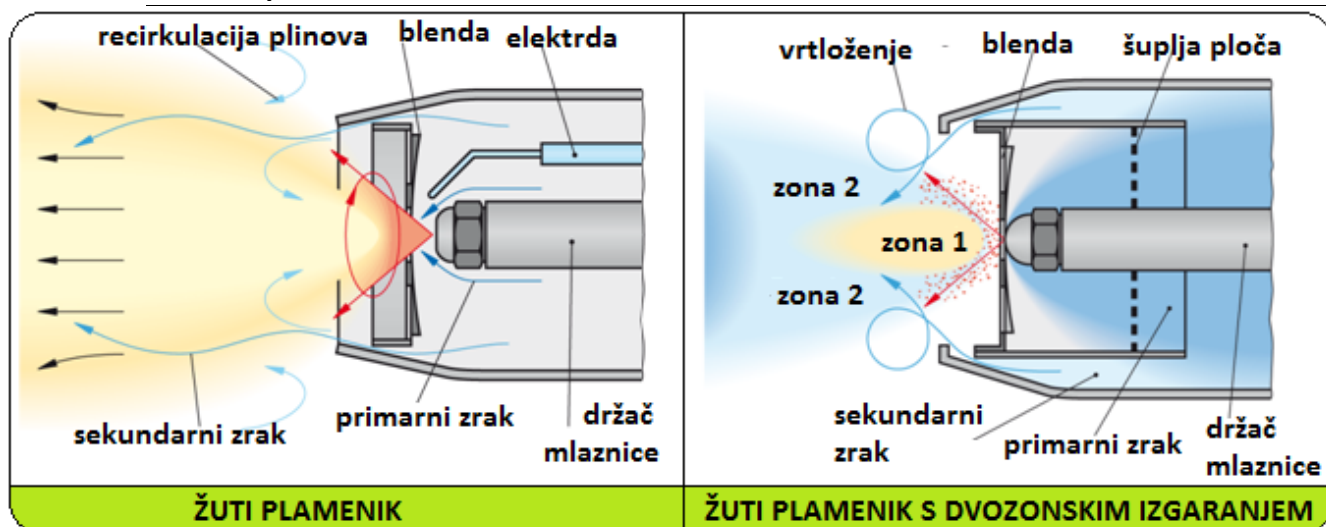
Druga vrlo važna karakteristika mlaznice je **količina goriva** koju može dati **po satu** kod određenog tlaka (10 bara) i određenog viskoziteta goriva. Taj podatak naveden je na mlaznici (slika).



Količina goriva pomnožena s 10 daje približnu snagu uređaja: primjer $2,1 \text{ kg/h} \times 10 = 21 \text{ kW}$

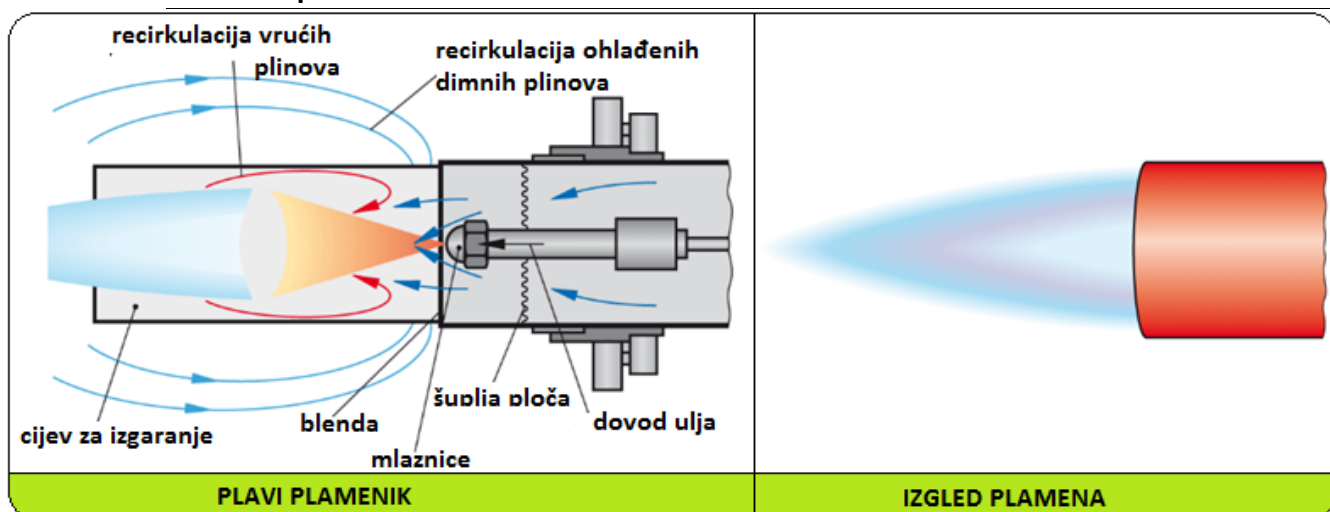
Da bi se dobilo izgaranje, sa što manje štetnih plinova, te što bolje iskorištenje goriva koriste se različite vrste uljnih plamenika:

➤ Žuti plamenik



Žuti plamenik ima ispred mlaznice podesivu blendu s tangencijalnim otvorima, kojom se zrak razdjeljuje na primarni i sekundarni i vrtloži s uljnom maglom iz mlaznice. Smjesa se zapali ispred blende i daje žuti plamen. Podešavanje i stabiliziranje plamena izvodi se podešavanjem blende i prilagođavanjem tlaka zraka koji se upuhuje.

Da bi se smanjila količina dušičnih oksida i stvaranje čađe koji se javljaju kod žutog plamenika, izveden je **plamenik s izgaranjem u dvije zone**. Kod njega je u cijev plamenika ugrađena šupljikava ploča koja razdjeljuje zrak u primarni i sekundarni.

➤ **Plavi plamenik**

Kod plavog plamenika se dio vrućih plinova vraća natrag u tkzv. korijen plamena, što se naziva unutrašnja recirkulacija. To dovodi do rasplinjavanja uljne magle, što omogućuje izgaranje bez dušičnih oksida (NO_x) i ugljičnog monoksida (CO). Ulje izgara poput plina.

➤ **Plamenik s tlačnim vrtloženjem**

Kod ovog plamenika se ulje ne raspršuje pomoću mlaznice, nego pomoću zraka pod tlakom, kao kod spreja. Koristi se kod kotlova s malom snagom.

➤ **Plamenici s rotirajućim vrtloženjem**

To su plamenici za kotlove na srednje teška i teška ulja. Gorivo se zagrijava a zatim se tlači kroz dijelove koji rotiraju.

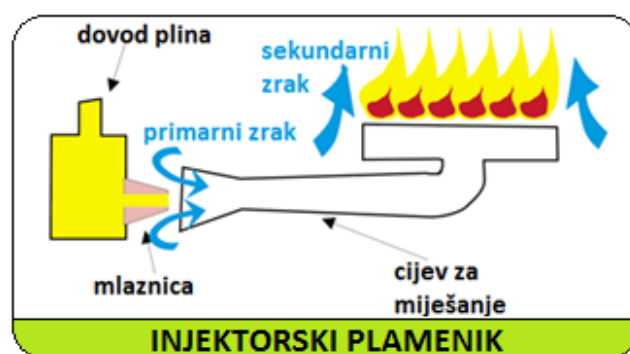
3.2 Plinski plamenici

S obzirom na način dobave zrak i miješanja s plinom dijele se na:

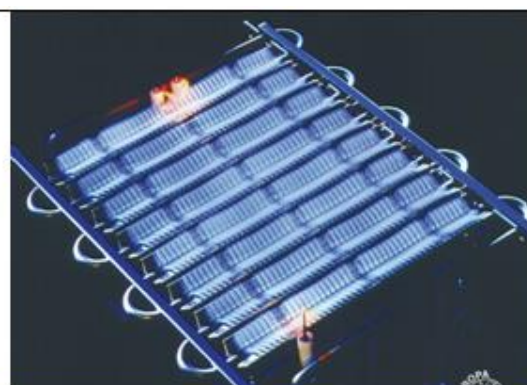
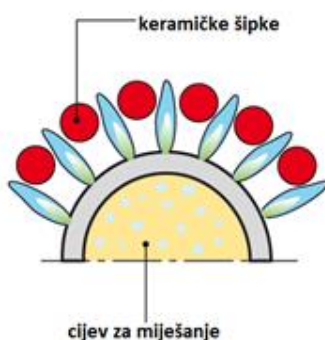
➤ **Atmosferski (injektorski) plamenici**

Koriste se kod uređaja manje snage do srednje snage, jeftiniji su i lakše se održavaju.

Na mjestu izlaza plina iz sapnice javlja se potlak, zbog čega dolazi do usisavanja okolnog zraka (**primarni zrak**) i miješanja s plinom. Na mjestu izgaranja dolazi do dodatnog usisavanja zraka potrebnog za gorenje (**sekundarni zrak**).



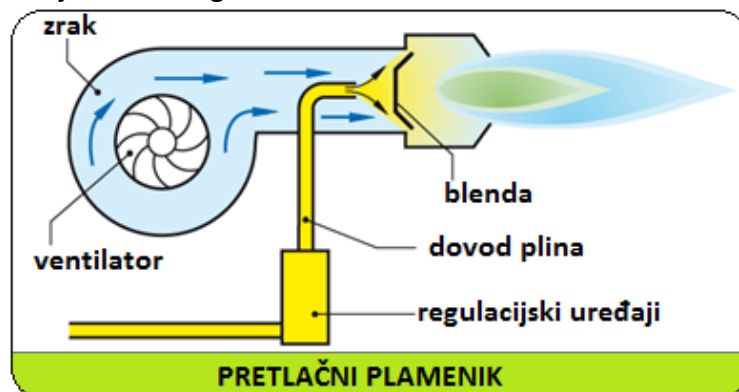
ATMOSFERSKI PLAMENIK S KERAMIČKIM ŠIPKAMA



PLAMENIK S PREDMIJEŠANJEM

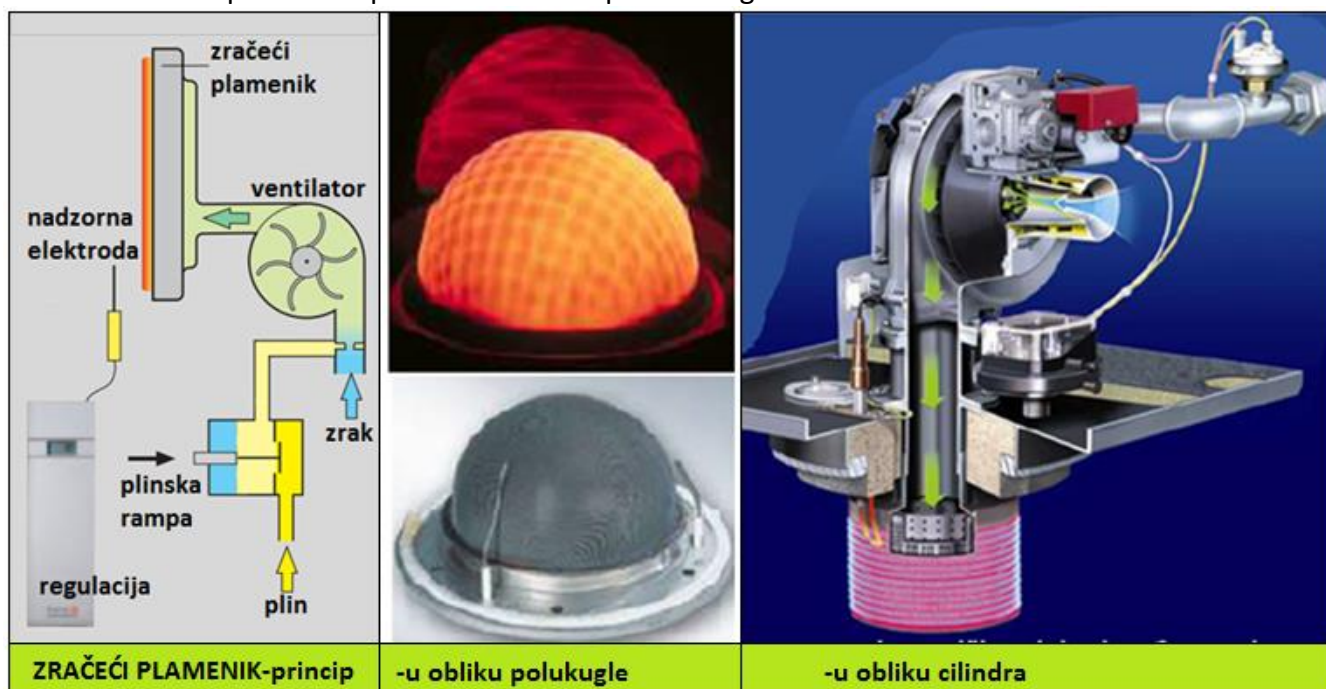
➤ Pretlačni plamenici

Za dobavu zraka i miješanje s plinom koristi se ventilator. Ovi plamenici su sigurniji u radu, neovisni su o okolnom zraku, miješanje je bolje i nemaju problema s uzgonom dimnjaka. U radu su bučniji. Koriste se za uređaje većih snaga.



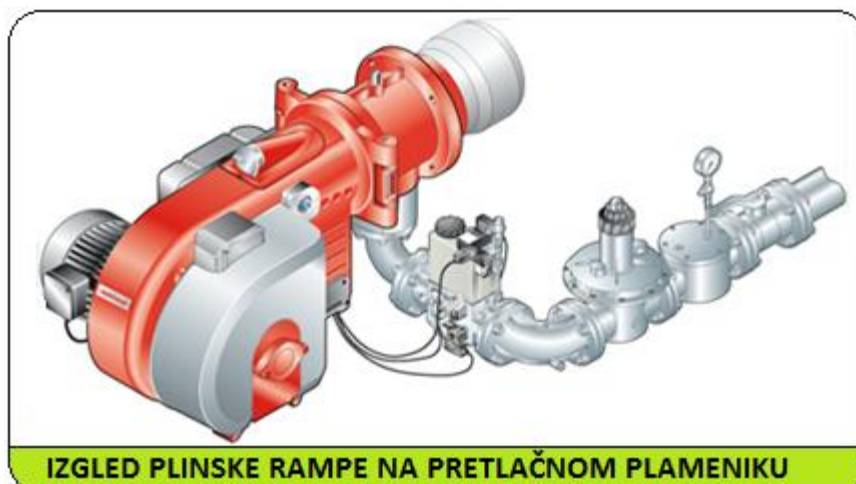
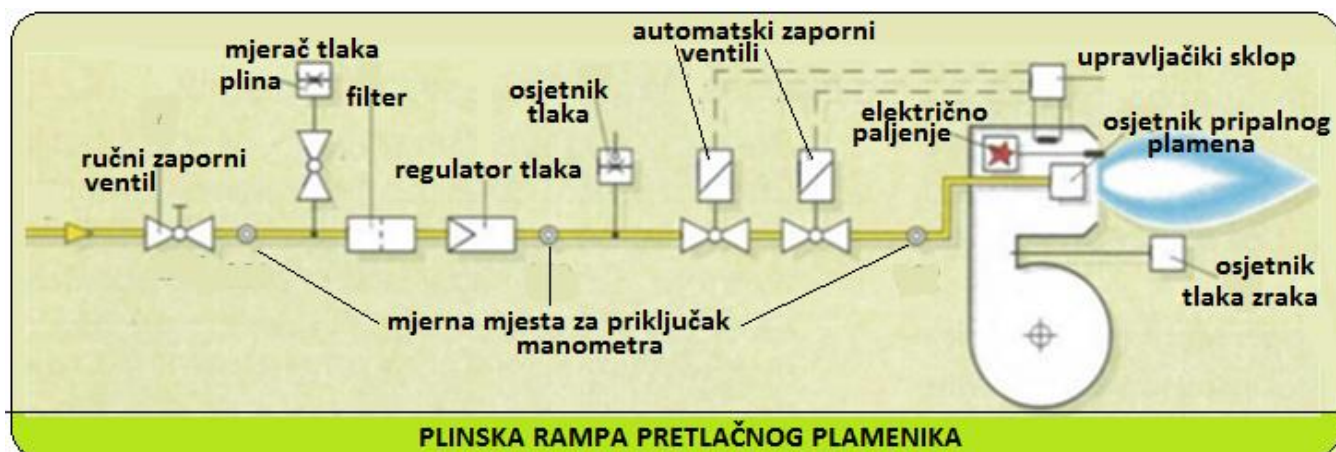
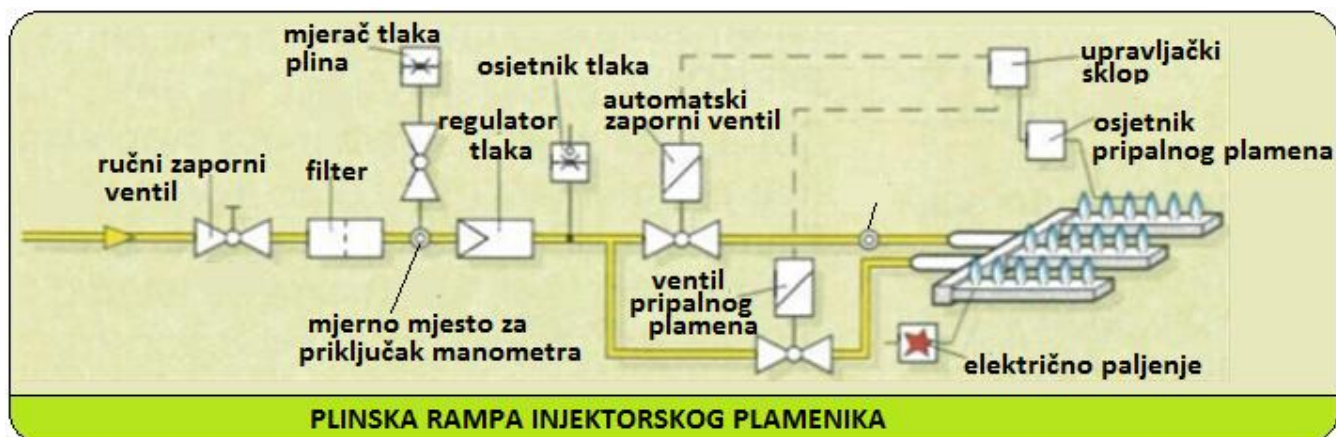
➤ Zračni plamenici

To su također pretlačni plamenici, a razlika je u načinu izgaranja i načinu predaje topline. Plin izlazi iz mnoštvo sitnih otvora i izgara u malim plamčicama pri niskoj temperaturi pa toplinu predaje zračenjem. Ploha kroz koju izlazi plin je ravna ili u obliku polukugle ili valjka. Izrađena je od keramika s mnoštvo sitnih rupica ili kao pletivo od žice od plemenitog čelika.



Plinska rampa

Obavezna armatura svakog plinskog plamenika je plinska rampa. To je **sklop regulacijskih i sigurnosnih elemenata** koji osiguravaju pravilan i siguran rad plamenika. Uobičajeno se sastoji od sljedećih dijelova:

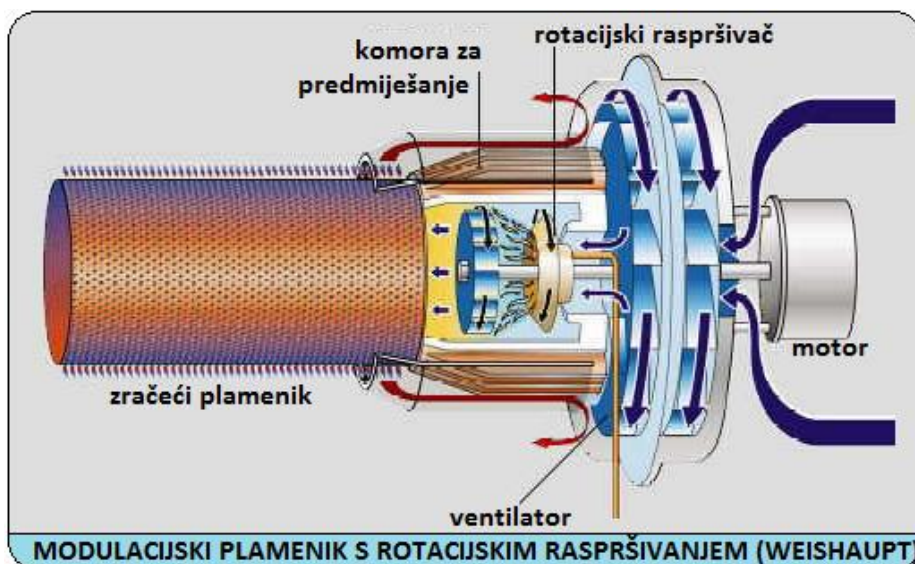


Modulirajući plamenici

Dok se obični plamenici reguliraju paljenjem i gašenjem (ON/OFF regulacija) i rade na jednom ili dva stupnja snage, modulirajući plamenici imaju mogućnost kontinuirane regulacije snage zavisno od vanjske temperature.

Koriste se kod novijih kondenzacijskih vrsta plinskih, uljnih i kotlova na pelete.

Kod uljnih plamenika modulacijom se postiže veliko smanjenje štetnih plinova prilikom paljenja (do 90%) i manje trošenje dijelova.



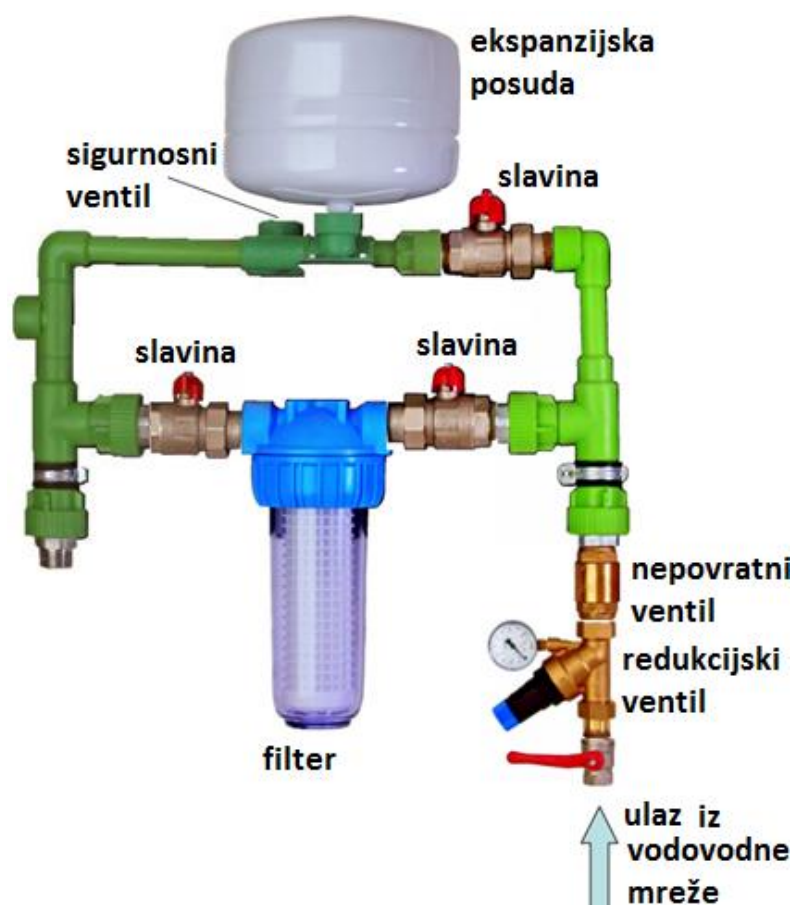
Primjer: Weishaupt-ov uljni plamenik Premix – karakteristike:

- rotacijsko raspršivanje,
- frekvencijski nestupnjevano regulirana visokoučinska crpka s finim doziranjem goriva,
- ventilator s promjenljivim brojem okretaja,
- zračeći plamenik

Vježba: crtanje simbola

učenik: _____

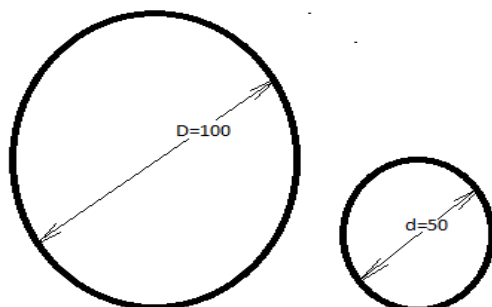
Nacrtaj prikazanu instalaciju pomoću simbola:



Vježba: -poprečni presjek cijevi

Ime i prezime _____

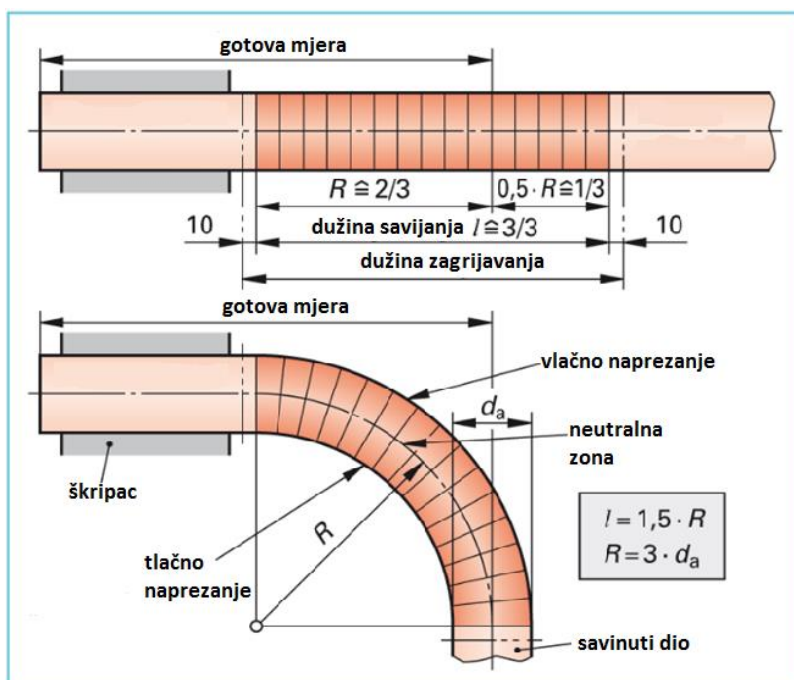
Zadatak:



Odvodnu cijev unutrašnjeg promjera 100 mm, potrebno je zamijeniti cijevima od 50 mm. Koliko takvih cijevi je potrebno da bi se zadržao isti protok (brzina strujanja)?

Vježba:

Potrebno je na toplo savinuti čeličnu cijev DN 20 (vanjski promjer 26,9) pod kutem od 90°. Gotova mjera kraka savinute cijevi treba biti 600 mm. Izračunaj i nacrtaj dužinu i mjesto zagrijavanja.



Pitanja za ponavljanje

1. Koje veličine karakteriziraju kotlove i objasni što predstavljaju?
2. Što je pretičak zraka i omjer zraka λ ? Objasni na jednom primjeru.
3. Što je gornja a što donja ogrjevna vrijednost?
4. Što je potpuno a što nepotpuno izgaranje? Koji spojevi pri tome nastaju?
5. Što su pirolitički kotlovi?
6. Objasni zbog čega dolazi do kondenzacije dimnih plinova u kotlovima?
7. Kojim principom se najčešće kotlovi štite od pojave kondenzacije?
8. Koji uređaj se koristi za zaštitu kotla od kondenzacije a ujedno i za punjenje Puffer spremnika?
9. Koja tri tipa troputnih odnosno četveroputnih ventila/slavina poznaješ s obzirom na vrstu upravljanja?
10. Kako se kotlovi dijele prema učinkovitosti i objasni razliku?
11. Koje su specifičnosti kondenzacijskih kotlova?
12. U čemu se dimnjak kondenzacijskih uređaja razlikuje od konvencionalnog dimnjaka?
13. Što su zadaće plamenika?
14. Objasni ukratko princip rada cirkulacijskog plinskog uređaja za grijanje.
15. Što je cirko-kombi zagrijač? Objasni na koji način se zagrijava potrošna topla voda (PTV)?
16. Koja je uloga mlaznice („dize“) i koje su njezine osnovne karakteristike?
17. Ako je količina goriva koju daje mlaznica 2,5 kg/h, koliko je približna snaga kotla?
18. Nabroji 5 najvažnijih dijelova uljnog plamenika.
19. Koje su dvije osnovne vrste uljnih plamenika (s obzirom na izgaranje) i objasni osnovnu razliku?
20. Koja su najčešća plinska goriva?
21. Koje su dvije osnovne vrste plinskih plamenika i objasni razliku?
22. Što je primarni a što sekundarni zrak?
23. Što su zračeći plamenici?
24. Što je plinska rampa?
25. Što su modulirajući plamenici?

4. SMJERNICE ZA POSTAVLJANJE

Svi uređaji koji proizvode toplinu (UKPT) (bez obzira za koju namjenu) za potrebe izgaranja trebaju kisik, koji se kod jednog dijela uređaja oduzima iz okolnog zraka. Isto tako se kod nekih uređaja, koji nemaju zatvoren prostor izgaranja, produkti izgaranja se ispuštaju u okolni prostor. Sve to bi moglo dovesti u opasnost zdravlje i život korisnika. Radi toga postoje određene smjernice i propisi u vezi postavljanja uređaja koji proizvode toplinu.

Opći zahtjevi na prostore u koje se postavljaju uređaji koji proizvode toplinu (UKPT)

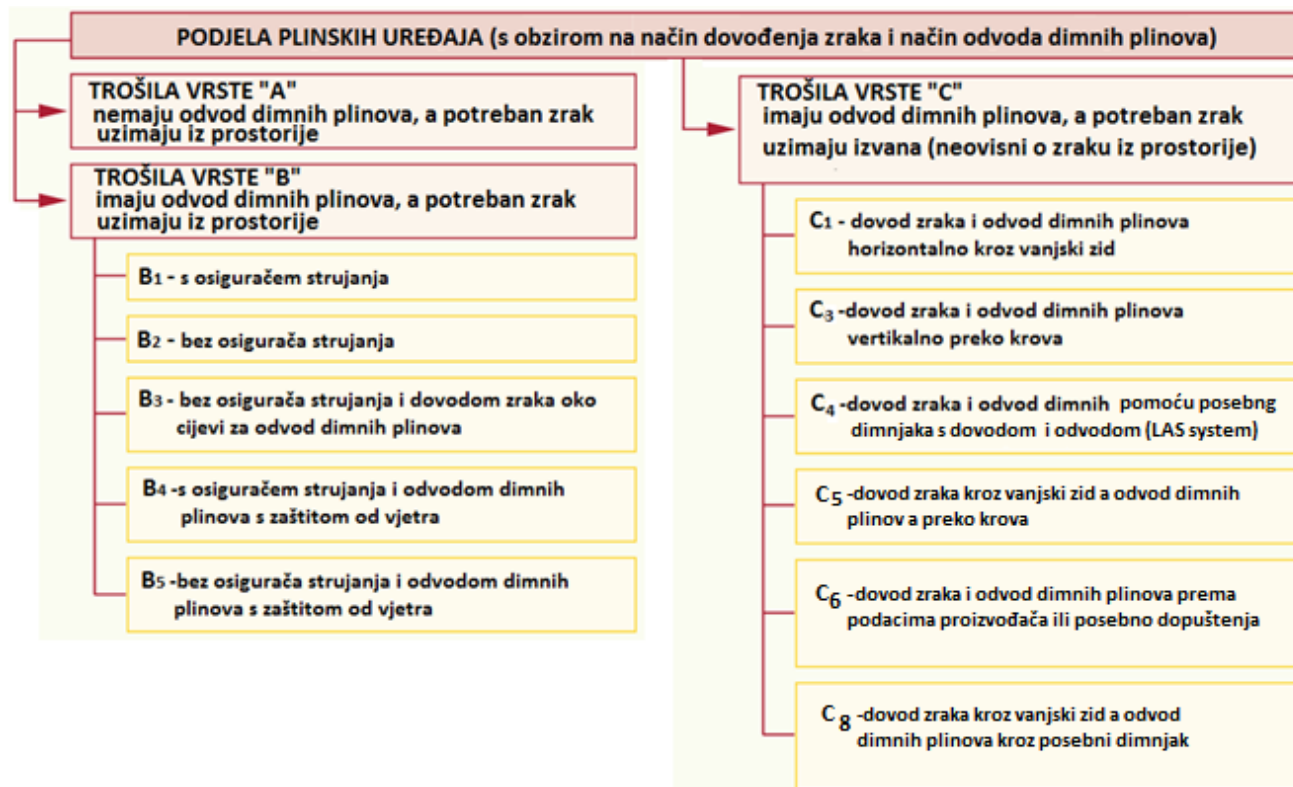
- Veličina prostora u koji se postavljaju UKPT moraju imati bar 1m^3 po 1kW instalirane snage,
- Prostor mora biti dovoljno velik da se osigura nesmetana montaža, održavanje i posluživanje,
- UKPT ne smiju zagrijavati okolne granične plohe preko 85°C , a građevinske noseće plohe preko 50°C
- UKPT se ne smiju postavljati u prolaze, stepeništa, požarne putove i sl.

Dodatni zahtjevi na prostore u koje se postavljaju UKPT

- UKPT snage $< 35\text{ kW}$ smiju se postavljati u prostore u kojima se boravi
- UKPT snage od 35 do 50 kW smiju se postavljati u prostore u kojima se ne boravi (radna soba, hobi-soba i sl.)
- UKPT snage $> 50\text{ kW}$ u posebne prostore za postavljanje (plinski i uređaji na tekuća goriva) i u kotlovnice (uređaji na kruta goriva)

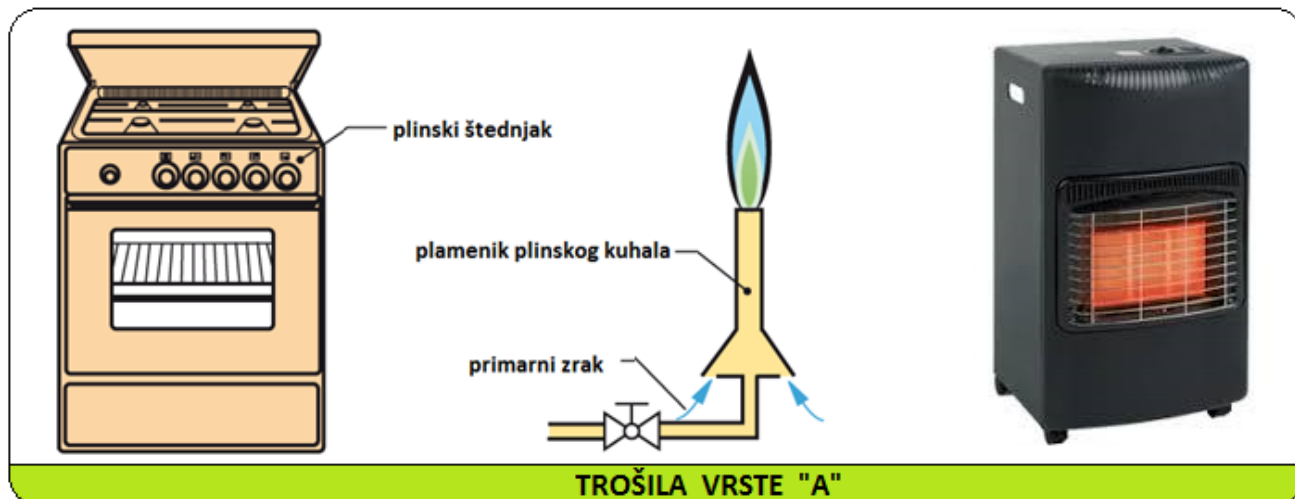
Zahtjevi na postavljanje plinskih uređaja

S obzirom na opasnosti koje se javljaju pri korištenju plina, na ove se uređaje postavljaju posebni zahtjevi u pogledu postavljanja. U te svrhe, plinski su uređaji se, s obzirom na **način dobave zraka** i na **način odvoda dimnih plinova**, dijela na:

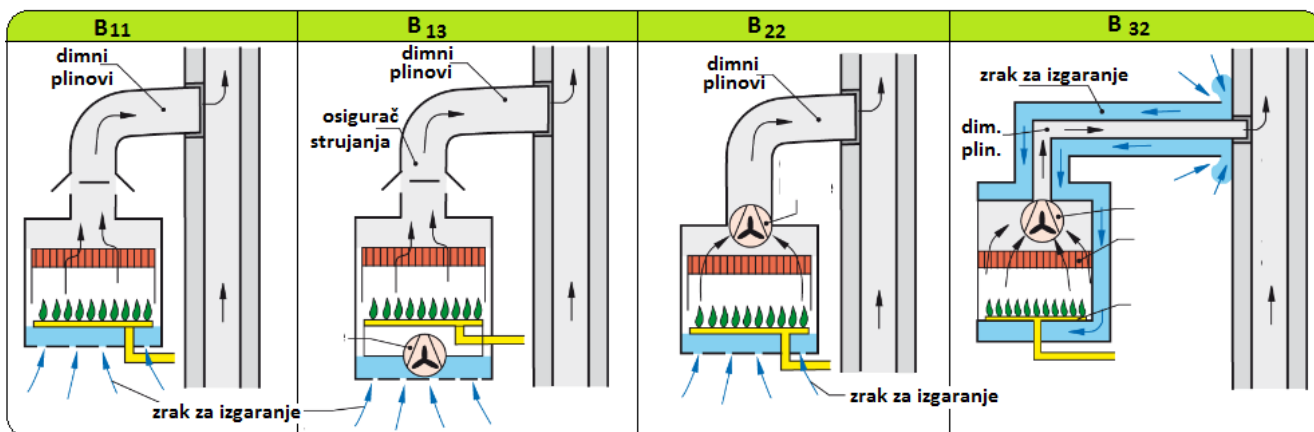


Primjeri plinskih trošila vrste A

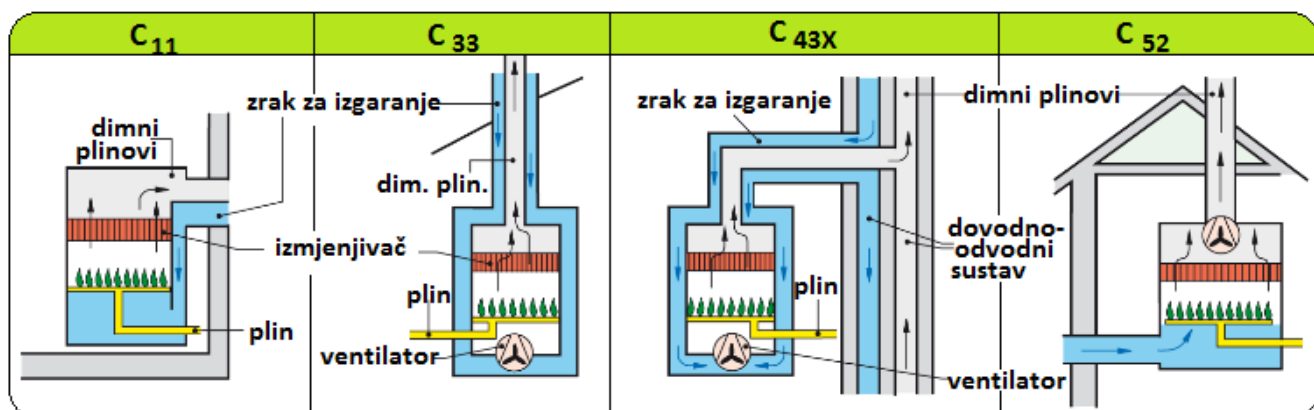
(plinski štednjak, plinska peć, različiti plamenici i sl.)



Primjeri plinskih trošila vrste B



Primjeri plinskih trošila vrste C



Svaki tip trošila ima detaljno propisane uvjete postavljanja u prostoru u pogledu volumena prostorije, načina dovoda zraka i odvoda dimnih plinova:

5. SIGURNOSNA OPREMA

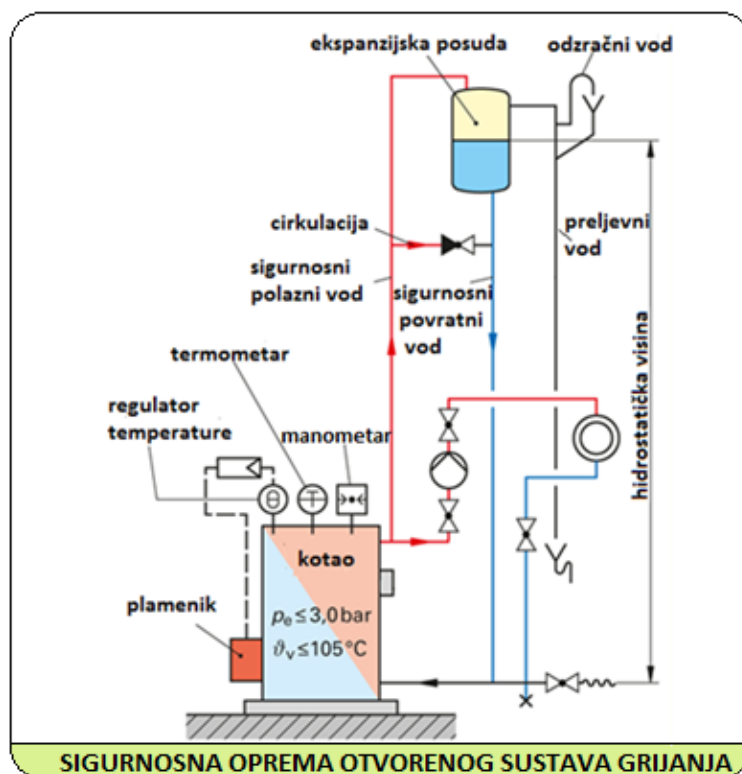
Kod toplovodnih sustava grijanja, prilikom zagrijavanja dolazi do povećanja temperature, volumen vode se povećava a time i tlak u sustavu. Kako ne bi došlo do prekoračenja **temperature** i **tlaka**, mora biti izvor topline (kotao) i ostali dijelovi zaštićen sigurnosnom opremom (DIN EN 12828).

5.1 Sigurnosna oprema otvorenog sustava grijanja

Otvoreni sustav ima ekspanzijsku posudu koja je povezana s atmosferom. Maksimalna polazna temperatura od 105°C, i maksimalni statički tlak od 3 bara ne smiju se prekoračiti.

Osnovni sigurnosni dijelovi ovog sustava su prema DIN EN 12828:

- sigurnosni polazni vod,
- sigurnosni povratni vod,
- regulator temperature,
- manometar,
- termometar



Otvoreni sustavi su danas vrlo malo u upotrebi.

Kod kotlova koji imaju sporu regulaciju (drva, ugljen) došlo bi u slučaju nestanka struje ili otkazivanja crpke do pregrijavanja kotla. Sustav se od toga štiti prirodnom cirkulacijom. Vrela voda, u obliku pare, sigurnosnim polaznim vodom dolazi do otvorene ekspanzijske posude, tu kondenzira a zatim se ohlađena vraća (oko 90°C) u kotao. Kod takve situacije čuju se u sistemu udarci pare što upućuje na nepravilnosti u radu.

<http://www.vitos.hr/media/catalog/products/872/CRAFT2000.pdf>

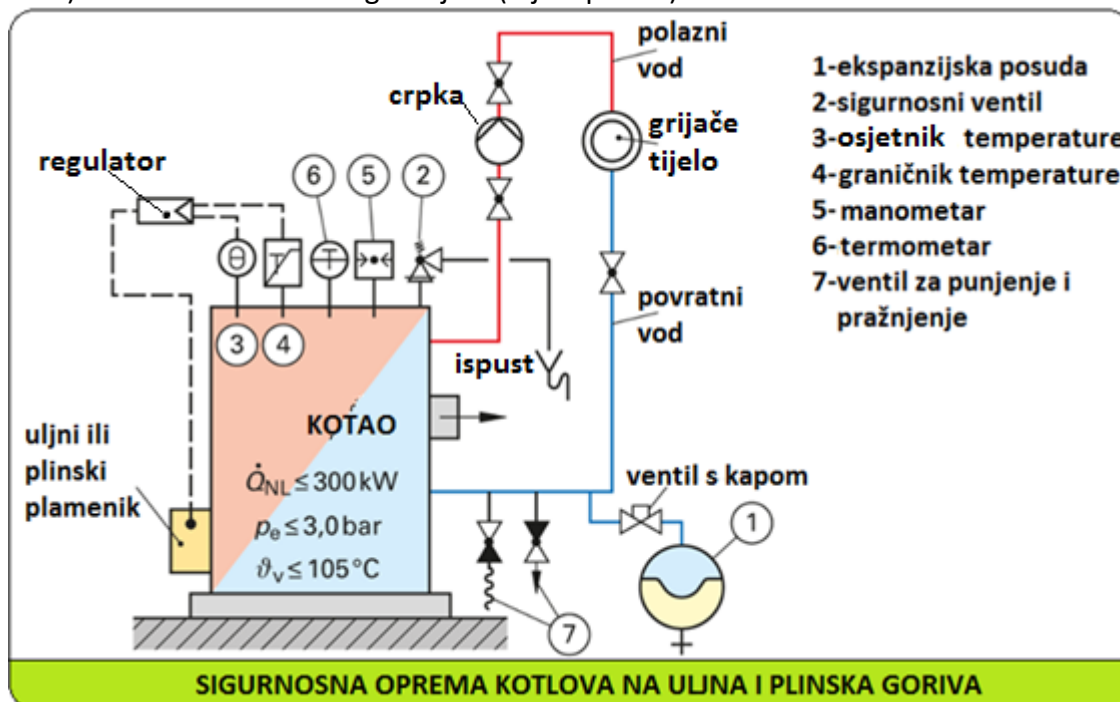
5.2 Sigurnosna oprema zatvorenih sustava grijanja

Zatvoreni sustavi nisu otvoreni prema atmosferi. Zbog toga može u takvim sustavima doći do povećanja tlaka i temperature, koji mogu dovesti do oštećenja dijelova i opasnosti za čovjeka. Stoga moraju takvi sustavi biti opremljeni uređajima koji sprječavaju nastanak takvih situacija. DIN EN ovdje razlikuje dva slučaja:

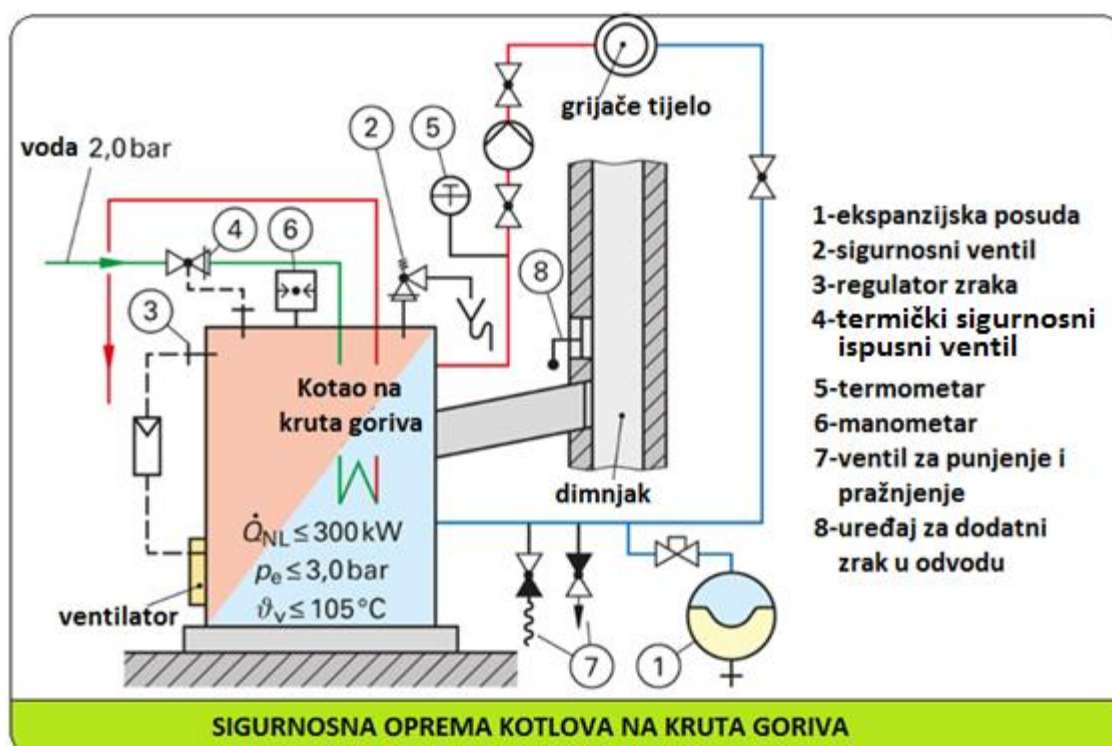
1. kotlovi do 300 kW i polazne temperature do 105 °C, (toplovodni sustavi)
2. kotlovi preko 300 kW i polazne temperature preko 105°C (vrelvodni sustavi)

1. Sigurnosna oprema za kotlove do 300 kW i polazne temperature do 105 °C

a) za kotlove s brзом regulacijom (uljni i plinski)



b) za kotlove s sporom regulacijom (na kruta goriva)



5.3 Uloga i način rada dijelova sigurnosnog sustava

5.3.1 Ekspanzijska posuda

(njem.: *Membrandruck-AusdehnungsGefäß – MAG*)

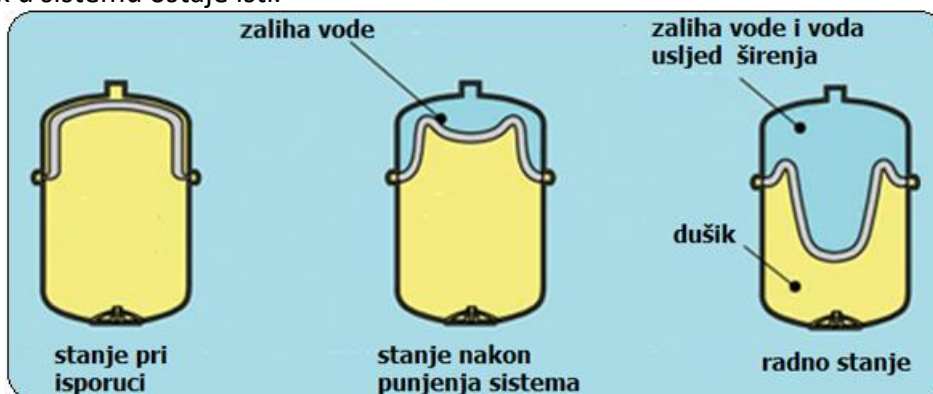
Voda se zagrijavanjem širi tj. povećava joj se volumen, a hlađenjem se skuplja tj. smanjuje joj se volumen. Ako se voda nalazi u zatvorenom sistemu tada će joj se povećavati tlak, što može dovesti do smetnji. Zato postoji sigurnosni ventil koji višak vode ispušta iz sistema. Međutim kad se voda ponovno ohladi, u sistemu će nastati potlak, koji će dovesti do usisavanja zraka u sistem. Posljedice zraka u sistemu su: radijatori ne griju potpuno, povećava se rizik od korozije, potrebno je punjenje sistema sa svježom vodom koja sadrži kisik i dr.

Zbog toga je standardima propisana ugradnja ekspanzijske posude.

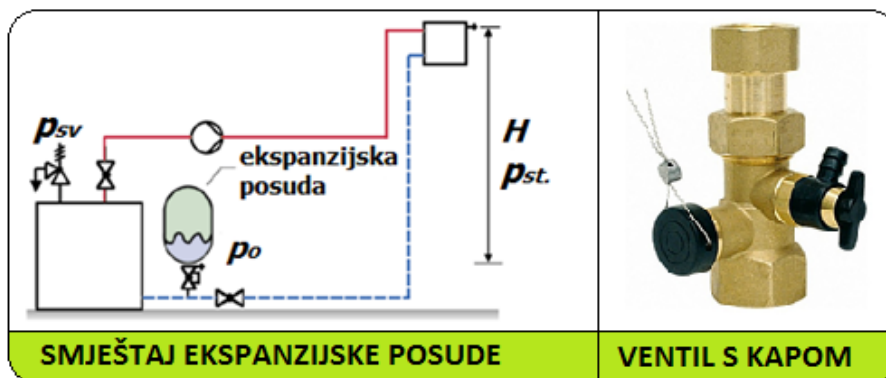


Posuda je napunjena dušikom pod tlakom od 0,5 ili 1 ili 1,5 bar. Prije ugradnje tlak se treba provjeriti i podesiti ga na tlak punjenja p_0 . Ukoliko bi tlak bio premali, po ugradnji bi voda zauzela sav prostor u posudi pa se prilikom rada sustava ne bi imala kamo širiti.

Dušik u posudi djeluje kao opruga. Povećanjem volumena vode se skuplja a smanjenjem se širi, tako da tlak u sistemu ostaje isti.



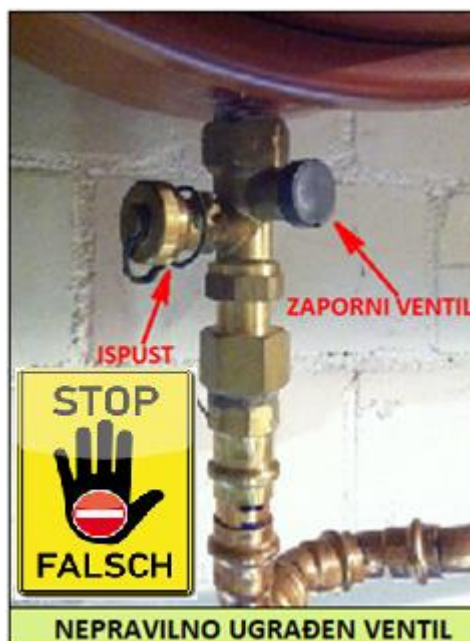
Ekspanzijska posuda se ugrađuje na povratnom vodu u blizini kotla. U slučaju eventualne montaže na polazni vod membrana bi nepotrebno izložena višim temperaturama, čime bi joj se smanjio vijek trajanja. Ispred posude postavlja se ventil s kapom i ispusnom. On sprječava neovlašteno zatvaranje ventila a prilikom zamjene posude on se zatvara a kroz ispusni ventil se ispušta voda iz posude. Ventil može zatvoriti samo ovlaštena osoba, i to nakon skidanja plombe i sa specijalnim ključem. Kapa se može natrag postaviti na ventil samo ako je on u otvorenom položaju. Navojni priključak je najčešće G 3/4" (s obje strane) osim za velike sustave gdje je 1".



Pri ugradnji ventila s kapom treba paziti na nekoliko stvari:

- Ventil se radi pražnjenja ugrađuje ispod EP,
- Ispusni ventil se mora nalaziti između posude i ventila za zatvaranje jer se u protivnom ne ispušta voda iz posude već iz ostatka sistema. Ovo je naročito bitno ako je sistem napunjen demineraliziranom vodom.
- Ispravno pričvršćenje posude kako svojom težinom ne bi opterećivala cijevi i spojeve.

Na donjoj slici prikazan je primjer neispravno ugrađenog ventila. Zaporni ventil nalazi se između posude i ispusta, pa nije moguće ispustiti vodu iz EP, već eventualno vodu iz sistema.



Dimenzioniranje ekspanzijske posude —DIN 12828

Za određivanje veličine posude potrebno je znati:

- Količinu vode u sistemu V_A (cijevi, radijatori, kotao...)
- Volumen povećanja pri max. temperaturi V_e
- Potrebnu zalihi vode
- Potreban tlak punjenja
- Potreban konačni tlak

Količina vode u sistemu V_A odredi se tako da se zbroji količina vode u svim dijelovima sistema. Ti podaci mogu se uzeti iz tehničkih podataka za pojedine elemente (kotao, radijatori, cijevi i dr.)

Volumen za koji će se povećati količina vode V_e izračuna se prema izrazu

$$V_e = \frac{n \cdot V_A}{100}$$

Maksimalna polazna temperatura							
T_{max} °C	50	60	70	80	90	100	110
n %	1,2	1,7	2,3	2,9	3,6	4,4	5,2
Faktor istežanja vode							

Tlak punjenja (dušika) p_0 posude mora iznositi nešto više od statičkog tlaka koji je jednak geodetskoj visini sistema (1m=0,1bar), (za tlak isparavanja kod max. polazne temp. (do 90 =0), ili oko 0,3 bara)

$$p_0 = p_{st} + 0,3 \text{ bar}$$

Konačni (maksimalni) tlak p_e je tlak nakon punjenja sistema i zagrijavanja na maksimalnu polaznu temperaturu. On ne smije biti veći od tlaka aktiviranja sigurnosnog ventila p_{sv} , tj. mora biti minimalno 0,5 bara manji od tog tlaka.

$$p_e = p_{sv} - 0,5 \text{ bar}$$

Tlak na koji se namješta sigurnosni ventil kod grijanja uobičajeno iznosi oko **2,5 do 3 bara**

Nazivni volumen posude $V_{n,min}$ se izračuna iz izraza:

$$V_{n,min} = (V_e + V_v) \cdot \frac{(p_e + 1)}{(p_e - p_0)}$$

- V_v -zaliha (rezerva) vode u ekspanzijskoj posudi, potrebna da bi se nadoknadio eventualni gubitak vode (zbog curenja i sl.). Za posude do 15 l je to min 20% nazivnog volumena (3 litre), a za veće posude od 15 l 0,5% ukupne količine vode u sistemu, ili minimalno 3 l.

Primjer:

Potrebno je izračunati nazivnu veličinu i tlak punjenja ekspanzijske posude, za sistem grijanja koji sadrži 334 litara vode, a statička visina mu je 7 m. Sigurnosni ventil podešava se na 3 bara, a maksimalna temperatura vode može biti 110 °C.

1. Volumen za koji će se voda proširiti pri 110 °C:

$$V_e = \frac{n \cdot V_A}{100} = \frac{5,2 \cdot 334}{100} = 17,368 \text{ l}$$

2. Tlak punjenja:

$$p_0 = p_{st} + 0,3 = 0,7 + 0,3 = 1 \text{ bar}$$

3. Maksimalni tlak punjenja

$$p_e = p_{sv} - 0,5 = 3 - 0,5 = 2,5 \text{ bara}$$

4. Nazivna veličina posude

$$V_{n,min} = (V_e + V_v) \cdot \frac{(p_e + 1)}{(p_e - p_0)} = (17,368 + 3) \cdot \frac{(2,5 + 1)}{(2,5 - 1)} = 47,5 \text{ l}$$

5. Iz tabela proizvođača izabire se prva veća ekspanzijska posuda

$$V_n = 50 \text{ l}$$

Ukoliko je posuda ispravno odabrana voda će imati prostor za širenje, tlak neće varirati. Prevelika posuda tehnički gledano nije pogrešna, ali je preskupa, dok premala posuda neće ispravno funkcionirati.

-održavanje ekspanzijske posude i puštanje u rad

https://www.youtube.com/watch?v=WV82wH9-V_E

<https://www.youtube.com/watch?v=BqMvHBlynMs>

(izvor: <https://www.haustec.de/heizung/5-fehler-bei-der-montage-von-ausdehnungsgefassen>)

U instalaciji centralnog grijanja temperatura se stalno mijenja. Zbog toga dolazi do oscilacija volumena vode u sustavu koje treba kompenzirati, kako bi tlak ostao približno jednak. To se postiže upravo pomoću ekspanzijske posude.

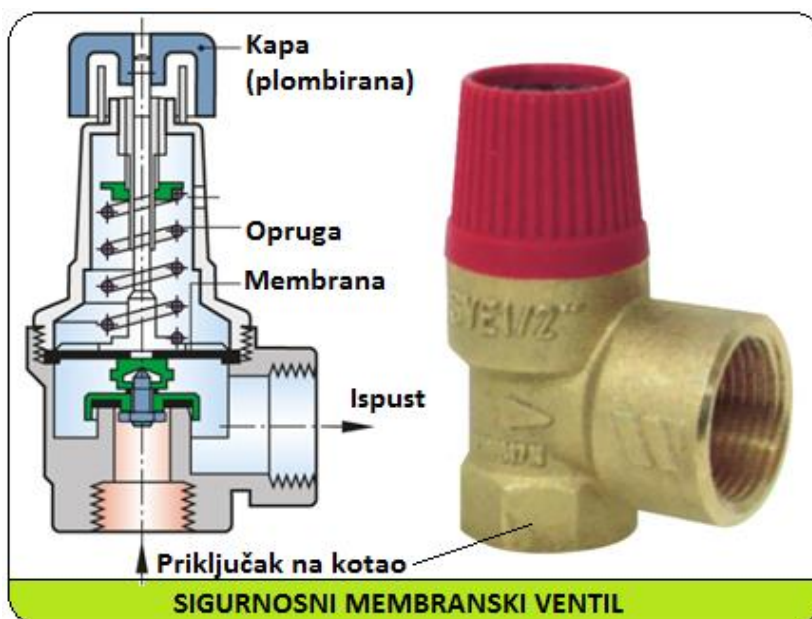
Pretpostavljajući da je EP ispravno proračunata, mogu se i pri montaži dogoditi pogreške koje utječu na njezino kasnije funkcioniranje. Neke od posljedica neispravno ugrađene posude mogu biti:

- oscilacije tlaka se ne mogu kontrolirati, zbog čega se otvara sigurnosni ventil te dolazi do manjka vode u sustavu,
- održavanje ili izmjena posude je nepotrebno otežana,
- posuda je prekomjerno opterećena pa joj je smanjen vijek trajanja.

5.3.2 Sigurnosni ventili

Sigurnosni membranski ventili

To su tvornički podešeni ventili na 2,5 ili 3 bara. Ako se tlak u sustavu poveća preko te vrijednosti, tanjur ventila potisne oprugu i pušta vruću vodu da istječe iz sistema, čime se tlak u sistemu smanjuje.



Dimenzije, tj. nazivna veličina ventila bira se prema nazivnoj snazi kotla.

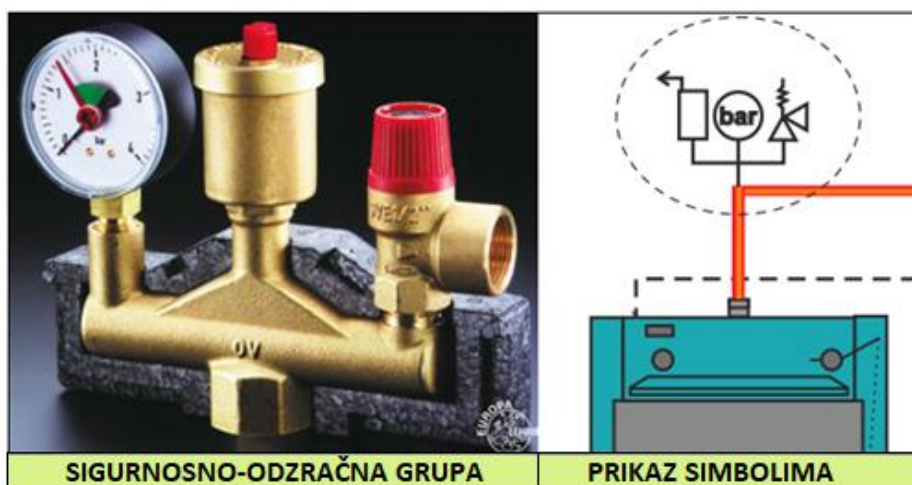
IZBOR SIGURNOSNOG MEMBRANSKOG VENTILA				
Snaga kotla	50 kW	100 kW	200 kW	350 kW
Nazivna veličina	DN 15	DN 20	DN 25	DN 32
Priključak na kotao	R 1/2	R 3/4	R 1	R 1 1/4
Priključak ispusta (do 2m i max 2 koljena)	DN 20	DN 25	DN 32	DN 40
Priključak ispusta (do 4 m i max 3 koljena)	DN 25	DN 32	DN 40	DN 50

Sigurnosni ventil se ugrađuje na najvišoj točki kotla ili na početku polaznog voda. Mora biti lako dostupan, ispred njega ne smije biti nikakav zaporni element ili suženje u dovodu.

Zavisno od proizvođača na kotlove se ponekad ugrađuje **manometar** i **termometar**.

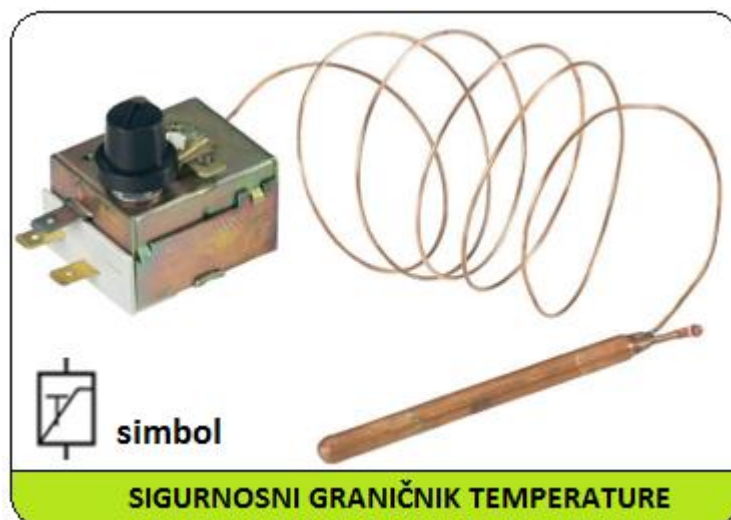
Sigurnosno-odzračna kotlovska grupa

Sigurnosni ventil, odzračnik i manometar često se nude kao jedna cjelina:



5.3.3 Sigurnosni graničnik temperature (termostat)

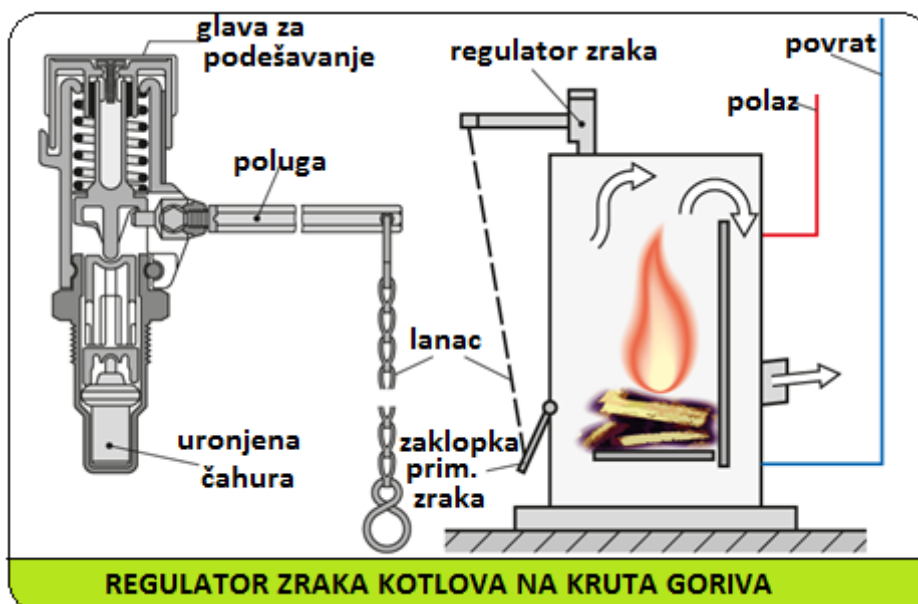
Svaki direktno grijani kotao na tekuće i plinsko gorivo mora imati ugrađen sigurnosni graničnik temperature. Namijenjen je za zaštitu kotla od prekoračenja temperature **u slučaju otkazivanja crpke ili nestanka el. struje**. On ima tvornički namještenu najvišu dozvoljenu temperaturu kotla koja se ne smije prekoračiti. Ukoliko se dosegne ta temperatura automatski se zatvara dovod ulja ili plina. Graničnik se može ponovno aktivirati samo ručno najčešće pomoću posebnog alata. Namještena temperatura je za oko 10 °C viša od polazne temperature.



5.3.4 Regulator zraka kotlova na kruta goriva (regulator propuha)

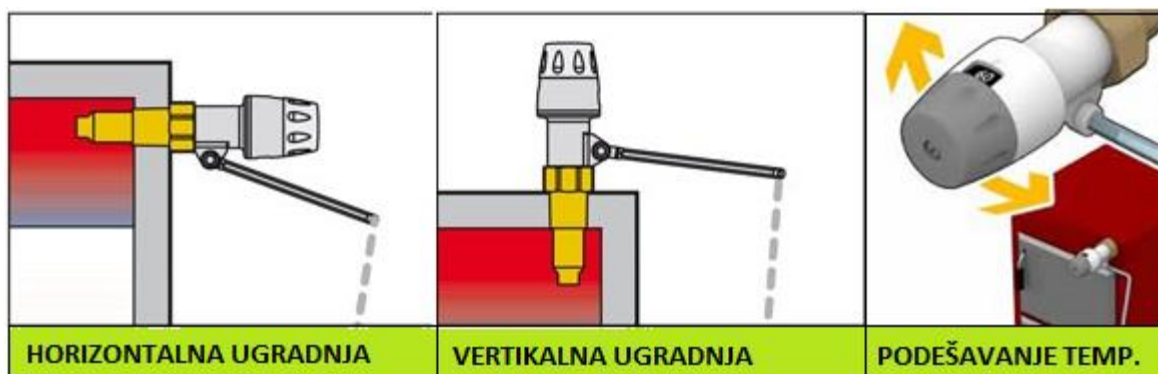
Ugrađuje se na kotlove na kruta goriva, a zadatak mu je regulacija temperature. Tvornički su podešeni na maksimalnu temperaturu od 90°C, ili imaju mogućnosti podešavanja max. temperature.

Radi slično kao termostatski radijatorski ventil. U sebi ima tekućinu koja se povećanjem temperature širi, pomiče polugu, koja preko lanca zatvara dovod zraka u ložište.



Zavisno od proizvođača kotla, ugrađuju se horizontalno ili vertikalno.

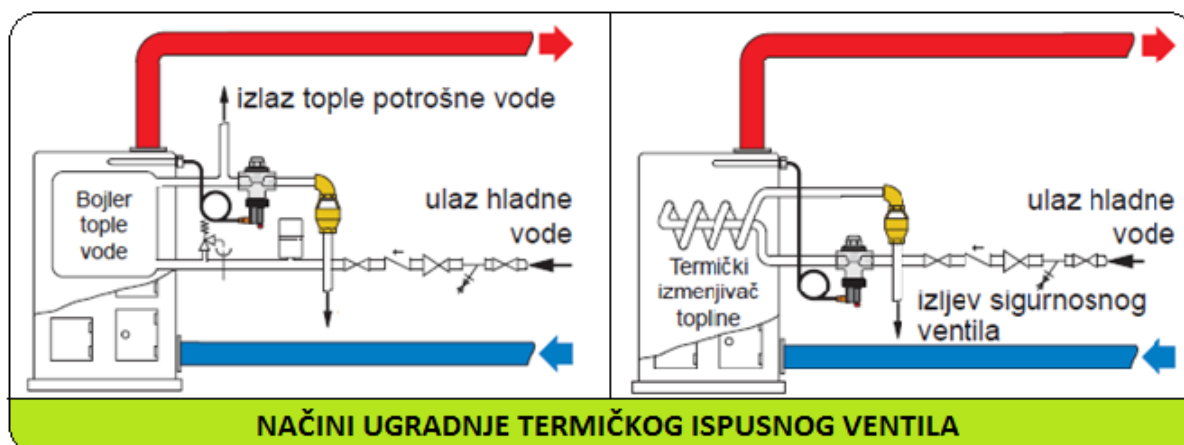
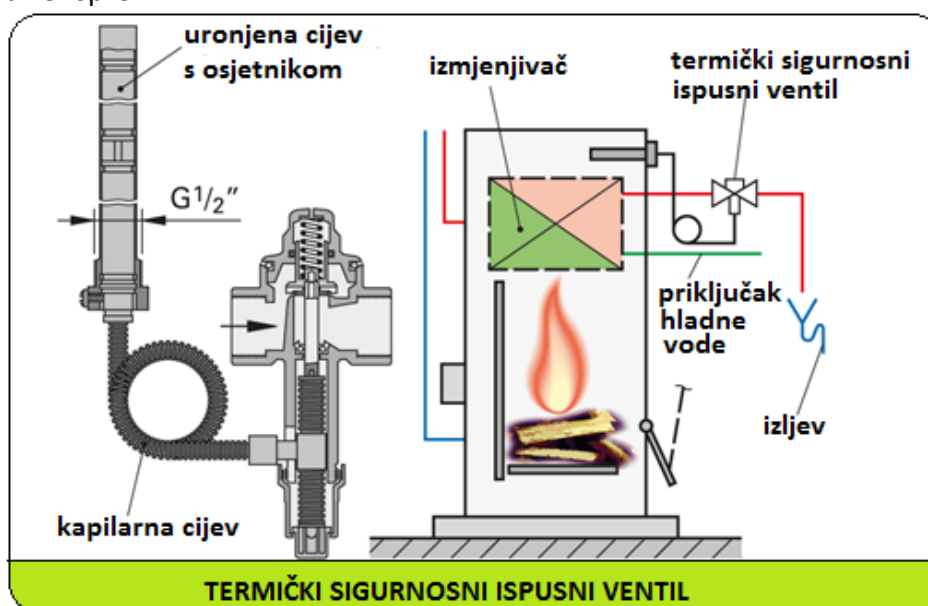
Kotao ima najbolje iskorištenje kada je zaklopka primarnog zraka potpuno otvorena jer tada radi pri nazivnoj snazi. Ako je zaklopka često spuštена to znači da je kotao predimenzioniran. Zbog toga se uz kotao na kruta goriva preporučuje ugradnja puffer spremnika koji preuzima višak proizvedene toplinske energije (ne može se pretjerati sa snagom kotla)



5.3.5 Termički sigurnosni ispusni ventil

Kotlovi na kruta goriva moraju biti opremljeni s termičkim sigurnosnim ispusnim ventilom. Kotlovi na kruta goriva imaju sporu reakciju, pa i nakon zatvaranja zaklopke za zrak ili gašenja ventilatora još uvijek proizvode toplinu. Isto će se dogoditi ako nestane struje pa cirkulacijska crpka prestane raditi. Da se kotao u takvim slučajevima ne bi pregrijao, ventil se pri temperaturi od 93 do 94°C otvara, u izmjenjivač dolazi hladna voda iz vodovodne mreže, rashlađuje kotlovsku vodu a zatim se ispušta u kanalizaciju. Termički sigurnosni ventil može s priključiti i na spremnik tople vode, ukoliko je kotao takve izvedbe. Voda koja prolazi kroz taj ventil nema, dakle, nikakve veze s vodom u sustavu grijanja.

S obzirom da je često ispuštanje tople vode iz kotla gubitak, kod novijih se sistema ispusni vod priključuje na puffer spremnik.



UPS-uređaj

(engleski: **U**ninterruptible **P**ower **S**upply)

(njem.: Unterbrechungsfreie Stromversorgung)

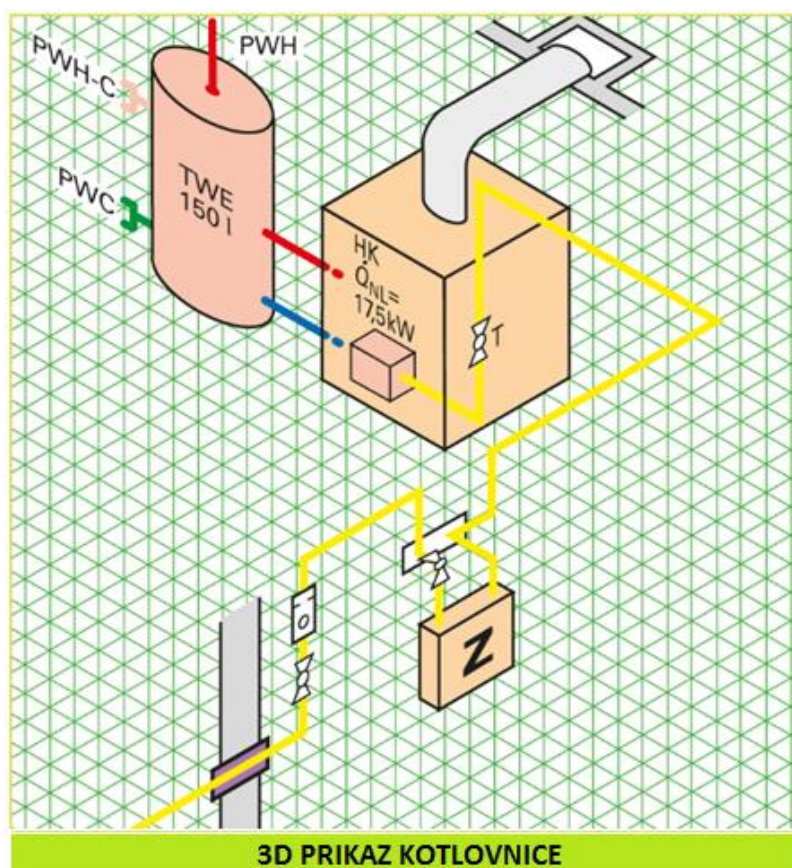
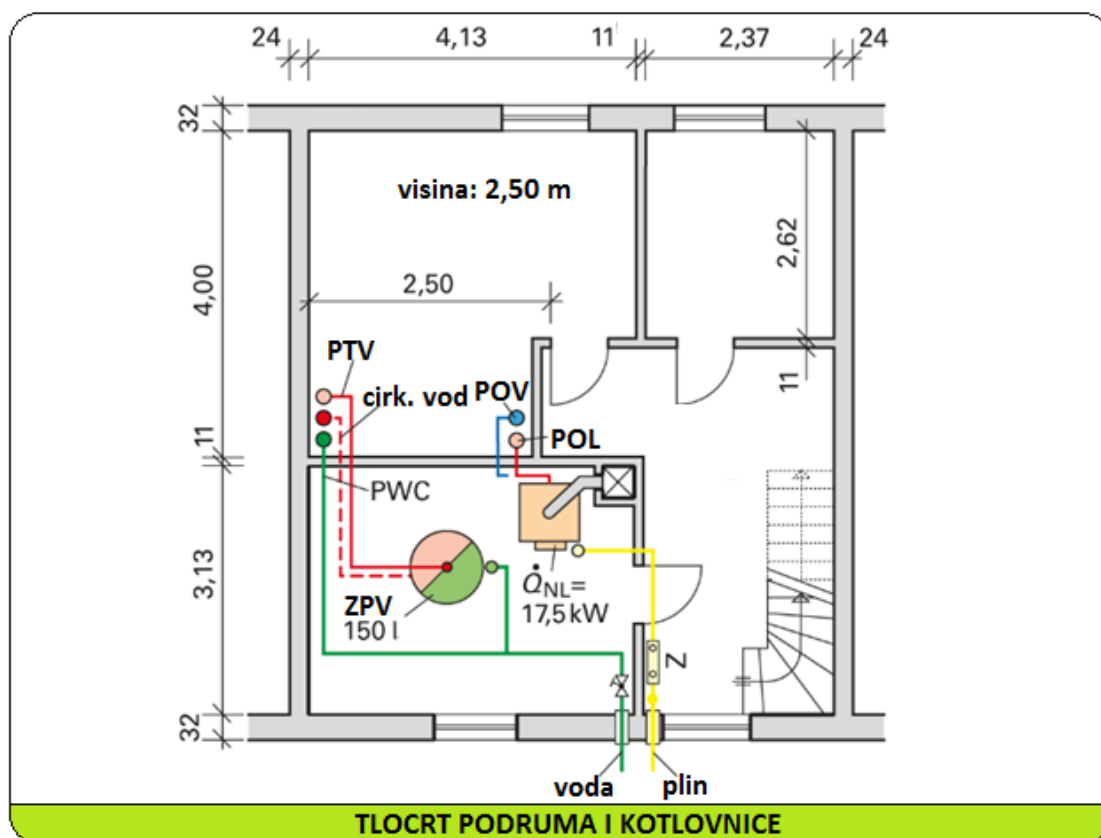
Ovaj uređaj služi za neprekinutu opskrbu instalacije grijanja električnom energijom u slučaju da nestane električne energije u javnoj mreži.



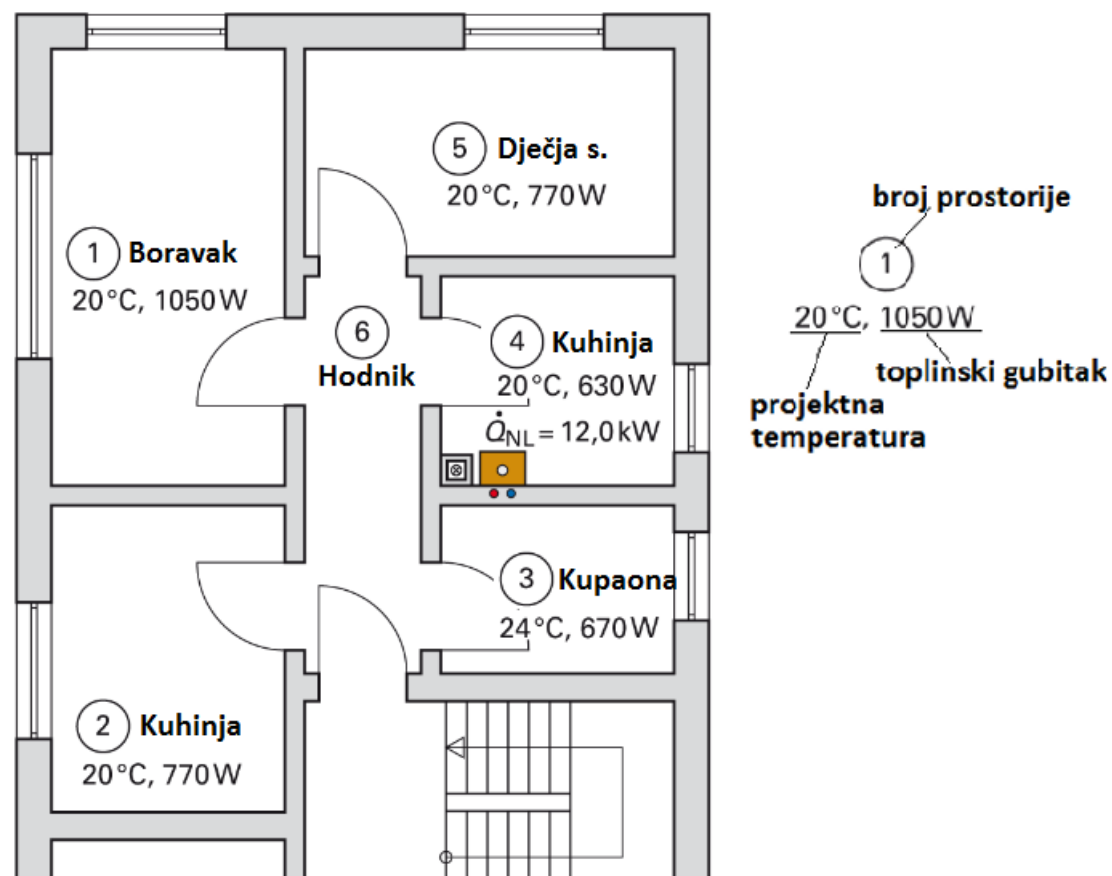
5. ODVODNJA DIMNIH PLINOVA (u radu)

6. PUŠTANJE U POGON (u radu)

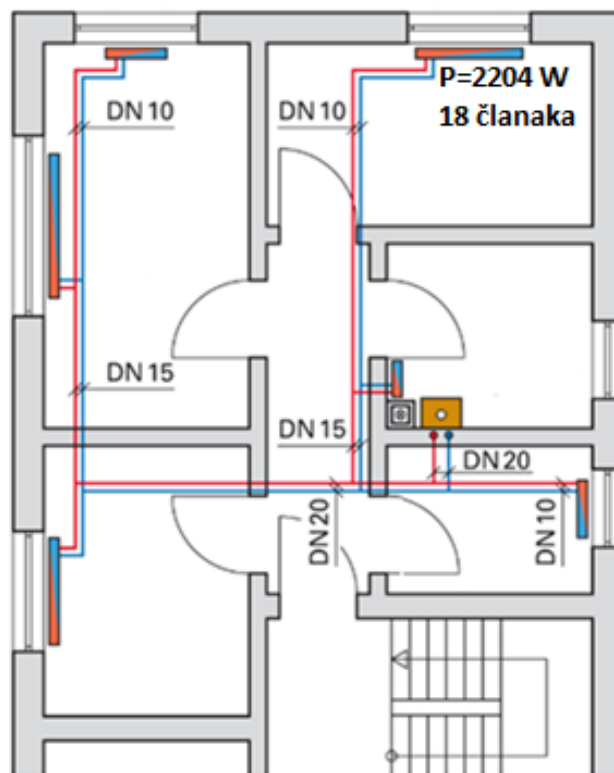
VJEŽBA: TEHNIČKI PRIKAZ INSTALACIJE



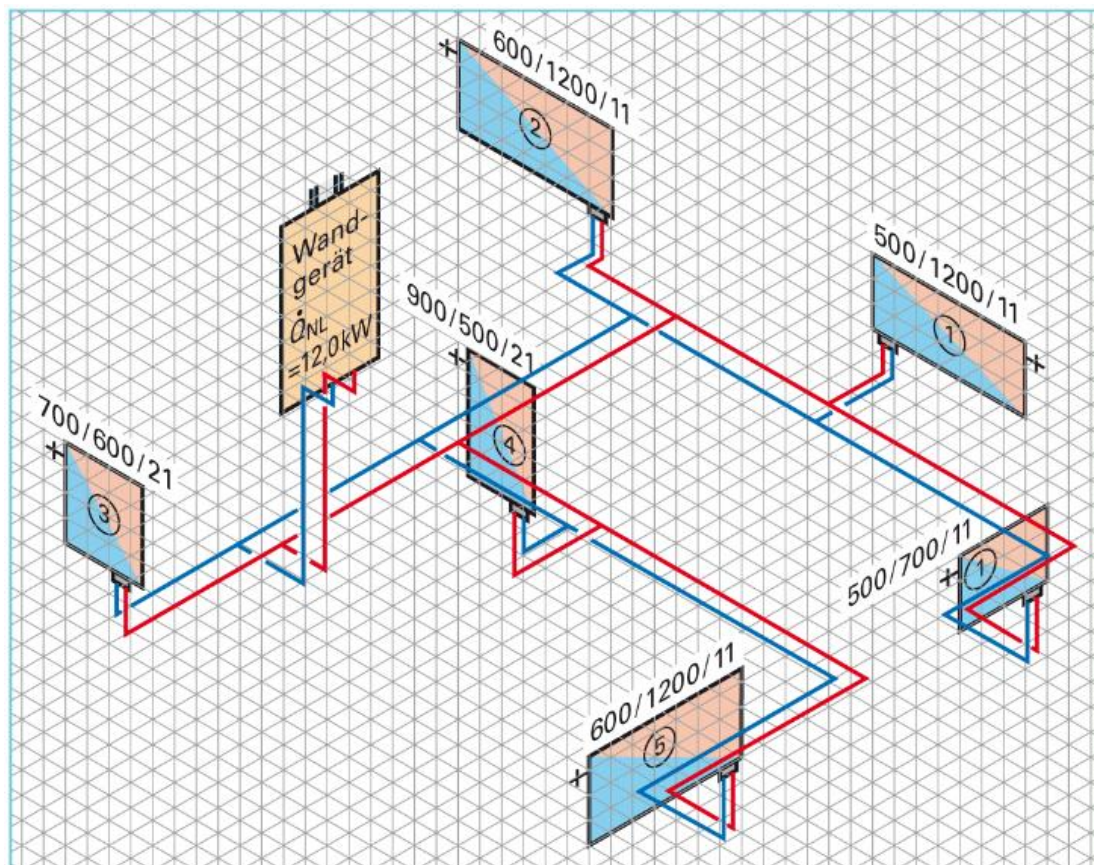
Proračun toplinskih gubitaka prostorija



Prikaz instalacije grijanje



Svi radijatori su Lipovica Ekonomik 690

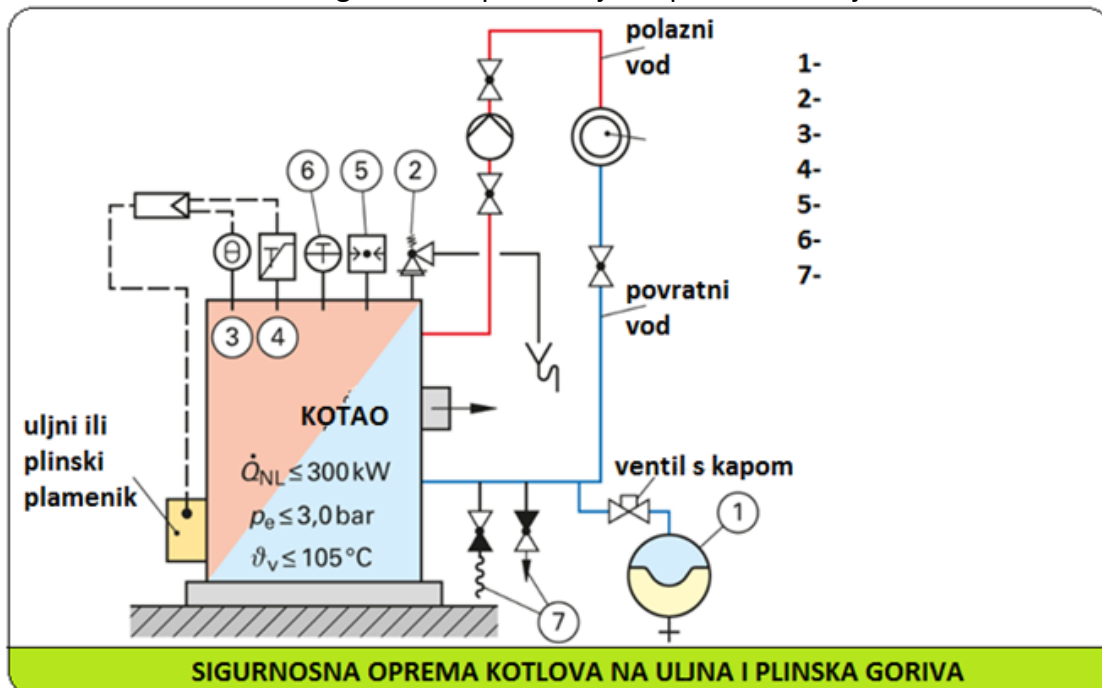
**Vježba: -volumen vode u cijevi**

Dužina cijevi u nekoj instalaciji grijanja iznosi 38 metara. Cijevi su bakrene 15x1. Koliko vode se nalazi u cijevnoj instalaciji?

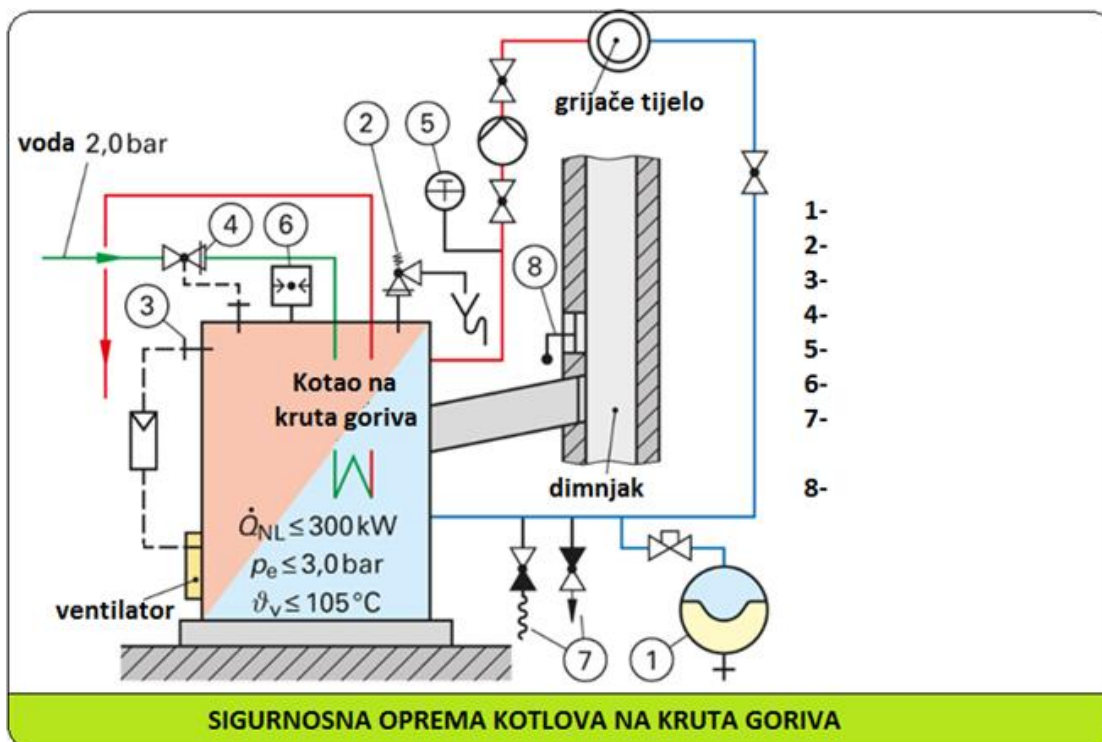


Pitanja za ponavljanje

1. Koji su opći zahtjevi na prostore u koje se postavljaju uređaji koji proizvode toplinu?
2. Na koje tri vrste se dijele plinska trošila s obzirom na način dobave zraka i način odvoda dimnih plinova?
3. Koja je uloga sigurnosne opreme kod uređaja koji proizvode toplinu?
4. Na koji način su osigurani otvoreni sustavi grijanja i na koji način to funkcionira?
5. Na crtežu navedi nazive sigurnosne opreme uljnih i plinskih uređaja



6. Na crtežu navedi nazive sigurnosne opreme kotlova na kruta goriva



7. Objasni ulogu ekspanzijske posude
8. Gdje se ugrađuje ekspanzijska posuda?
9. Koliki mora iznositi tlak punjenja EP. Što je statički tlak sustava?
10. Koliki smije biti maksimalni radni tlak sustava?
11. Koje je veličine potrebno poznavati pri izboru ekspanzijske posude?

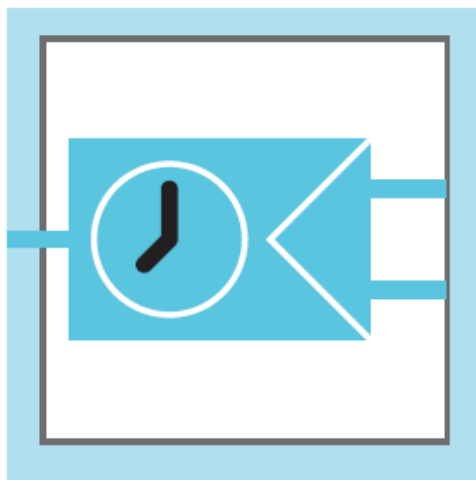
12. Koja je uloga sigurnosnog membranskog ventila i na temelju čega se bira? Nacrtaj njegov simbol.
13. Što sadržava sigurnosno odzračna grupa?
14. Kako funkcionira sigurnosni graničnik temperature? Nacrtaj simbol.
15. Koja su dva sigurnosno-regulacijska uređaja tipična kod kotlova na kruta goriva? Objasni njihovu funkciju.

PROJEKT: – Dimenzioniranje instalacije grijanja

Zadatak: za stan/kuću (prema nacrtu izrađenom u 2. razredu) potrebno je:

- Izračunati toplinske gubitke pojedinih prostorija,
- Izračunati toplinsku snagu radijatora i odabrati radijatore,
- Izračunati snagu kotla i odabrati odgovarajući kotao,
- Izračunati i odabrati potrebnu veličinu ekspanzijske posude,
- Izračunati i odabrati cirkulacijsku crpku,
- Izabrati sigurnosni ventil,
- Izabrati ostalu potrebnu armaturu.

3.2 Instalacija sustava za grijanje i regulaciju grijanja



pripremio: prof. Križnjak

Sadržaj:

I. DIJELOVI SUSTAVA GRIJANJA**1. CRPKE**

Karakteristične veličine crpke

Konstrukcija crpki za toplovodno grijanje i njihova ugradnja

Krivulja crpke

Karakteristika cijevne instalacije

Izbor crpke - proračun

2. OGRJEVNA TIJELA

Radijatori

-Armature radijatora

Konvektori

Panelna grijanja

-Podno grijanje

3. ARMATURE INSTALACIJE GRIJANJA

Zaporna i regulacijska armatura

Ventili

Zasuni

Slavine

Hidraulička skretnica

4. BALANSIRANJE (URAVNOTEŽENJE)

Općenito

Balansiranje ručnim prigušnim ventilom

Balansiranje automatskim balansirajućim ventilima

Balansiranje elektronskim crpkama

II. REGULACIJA

Osnove regulacije

Regulacija temperature u kotlu

Regulacija polazne temperature

Regulacija sobne temperature

Termostatski ventili

Sobni termostat

Kombinirana regulacija

I DIJELOVI SUSTAVA GRIJANJA

1. CRPKE (pumpe)

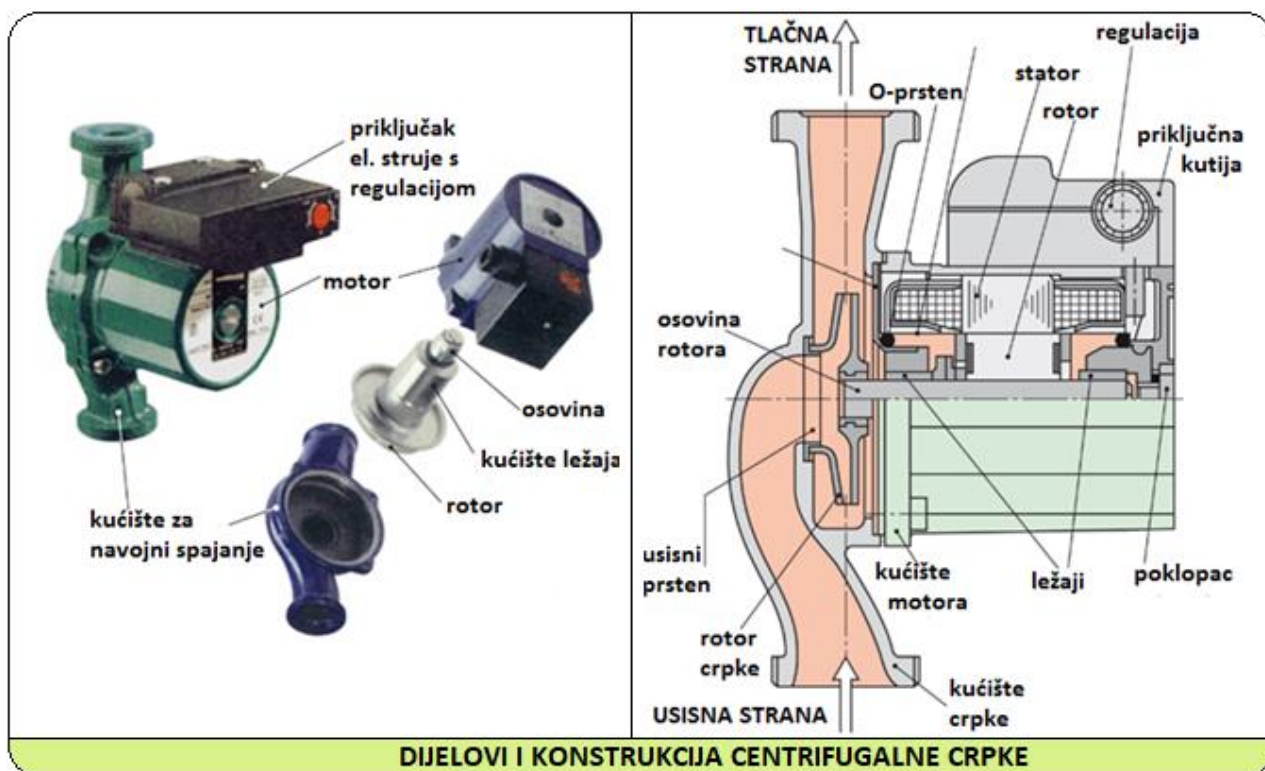
Crpke su radni strojevi koji mehaničku energiju dobivenu od (najčešće) elektromotora, pretvaraju u hidrauličku energiju radne tekućine, dajući joj **tlak (p)** i **protok (Q)**.

Karakteristične veličine svake crpke su:

- **Potrebna snaga P (kW)**
-snaga raste s porastom protoka; dakle i potrošnja el. energije raste s protokom
- **Koeficijent korisnog djelovanja η (eta)**
-to je odnos predane energije tekućini i dovedene električne energije. On zavisi o veličini i tipu (mokra/suha) crpke. Kod mokrih crpki on iznosi od 5 do 60 %, dok kod suhih iznosi od 30 do 80 %.
- **Tlak p (bar) ili visina dobave H (m)**
- **Protok ili količina dobave Q (l/min), (m^3/h)**

Crpke za toplovodno grijanje i njihova ugradnja

Kod toplovodnih centralnih grijanja koriste se **centrifugalne crpke**. Kod malih i srednjih sustava grijanja su to tzv. „moke“ crpke, kod kojih elektromotor i crpka imaju zajedničku osovinu. Voda ulazi u prostor između osovine i rotora, „podmazuje“ ležajeve i hladi rotor. Koeficijent korisnog djelovanja takvih crpki je nešto niži od suhih, ali su mirnije u radu i manje su zahtjevne u pogledu održavanja.



DIJELOVI I KONSTRUKCIJA CENTRIFUGALNE CRPKE

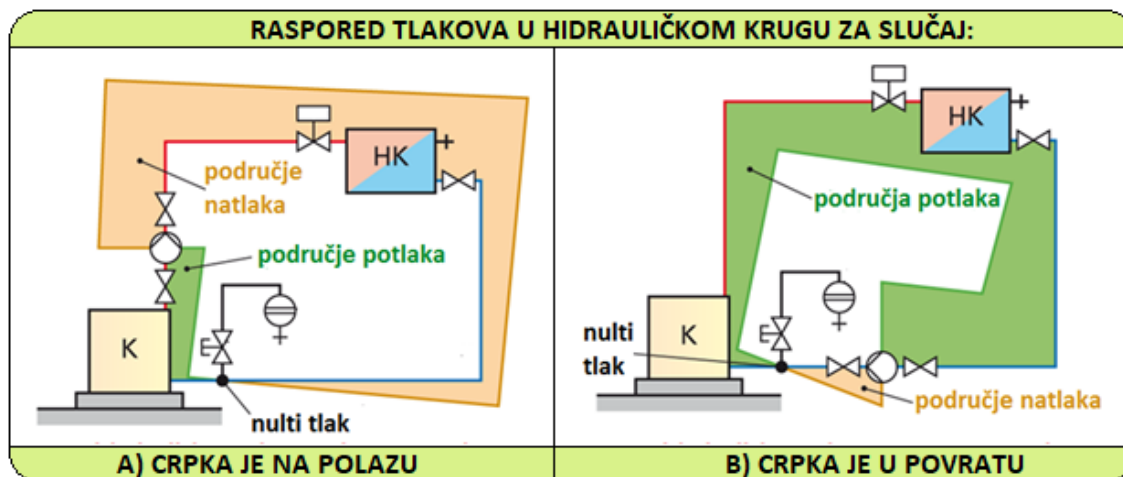
Mjesto ugradnje crpke i ekspanzijske posude utječu na raspored tlaka u sustavu grijanja. Tlak u sustavu sastoji se od tri pojedinačna tlaka:

- Hidrostatičkog tlaka usljed visine stupca vode,
- Statičkog tlaka kojeg stvara ekspanzijska posuda,

- Dinamičkog tlaka kojeg stvara crpka.

Tlačna strana crpke povećava tlak u sustavu (stvar pozitivni tlak-natlak), dok usisna strana smanjuje tlak u sustavu (stvar negativni tlak-potlak). Prijelaz između pozitivnog i negativnog tlaka uvijek se nalazi na mjestu priključenja ekspanzijske posude (nulti tlak).

Ukoliko se crpka ugradi u polazni vod tada će u većem dijelu cirkulacijskog kruga biti pozitivan tlak, dok crpka u povratnom vodu stvara u većem dijelu kruga potlak što može dovesti do usisavanja zraka sa svim štetnim posljedicama kao što su korozija i neugodni šumovi.

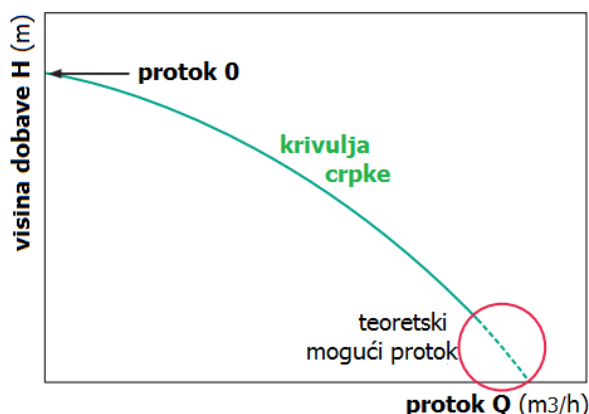


Crpka u povratu također je više izložena nečistoćama iz cjevovoda. Kotao, naime, predstavlja neku vrstu taložnika nečistoća, pa je manje nečistoća u polazu a više u povratu.

Stoga se crpka u pravilu ugrađuje u polazni vod, osim kod standardnih kotlova koji nemaju sigurnu regulaciju polazne temperature, pa bi u slučaju prekoračenja temperature došlo do oštećenja crpke

Karakteristika – krivulja crpke (Q-H krivulja)

Karakteristika crpke je krivulja koja prikazuje zavisnost tlaka (visine dobave) i protoka. Za centrifugalnu crpku (koja se koristi u sustavima centralnog grijanja) ona ima sljedeći izgled:

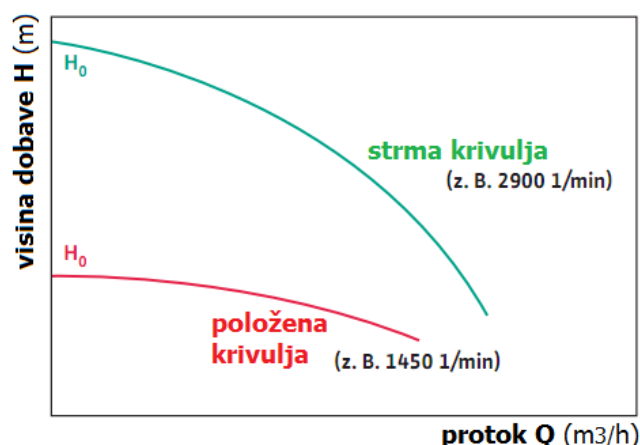


Iz dijagrama se može zaključiti:

- Kada je cjevovod zatvoren protok je 0, a tlak koji stvara crpka je maksimalni.
- Maksimalni protok bio bi kada je tlak 0, međutim to praktično nije moguće jer uvijek postoje otpori u cjevovodu zbog kojih vlada neki minimalni tlak.

Utjecaj broja okretaja

Ako se kod crpke iste veličine i konstrukcije promijeni broj okretaja mijenja se nagib krivulje crpke:



-strma krivulja (veći broj okretaja) daje veću promjenu tlaka tj. visine, a manju promjenu protoka

-položena krivulja daje veću promjenu protoka uz malu promjenu tlaka tj. visine

Odnos broja okretaja i dobavne količine je proporcionalan, tj. za koliko puta se promijeni broj okretaja za isto toliko puta se promijeni i protok ili dobavna količina

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{Q_1}{Q_2}$$

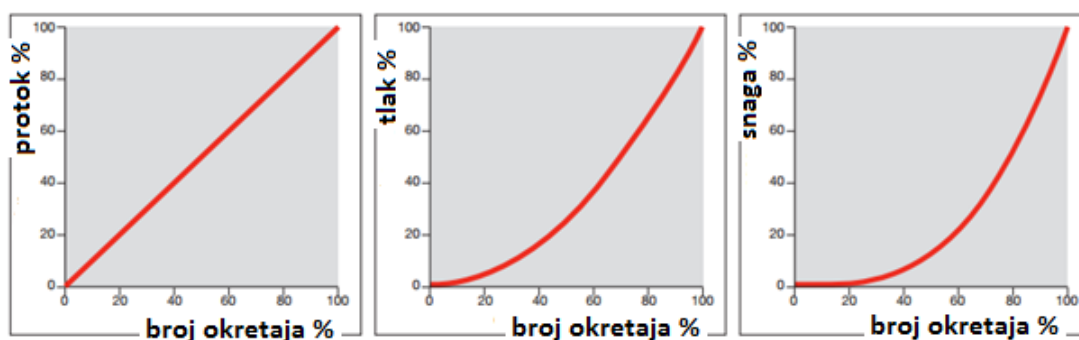
Broj okretaja i visina dobave (tlak) se mijenjaju s kvadratom. Dakle, ako se broj okretaja promijeni za 2 puta, visina dobave će se promijeniti 4 puta.

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

Broj okretaja i snaga mijenjaju se s trećom potencijom. To znači da, ako se broj okretaja promijeni za 2 puta, potrebna snaga će se promijeniti za 8 puta.

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3$$

Ovi odnosi mogu se prikazati i dijagramom:



Crpke do 1 ¼" ugrađuju se navojno na cijevi, dok se veće crpke ugrađuju prirubnički. Crpka se mora ugraditi tako da joj je rotor vodoravno (ne okomito). Crpka ne smije nikada raditi na suho.



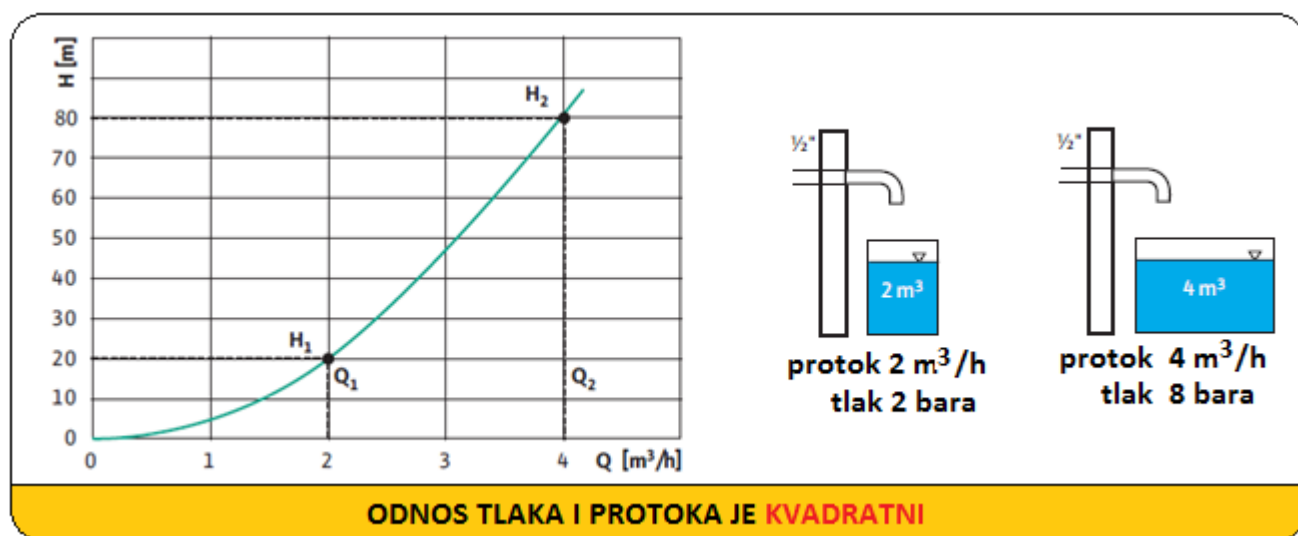
<https://www.youtube.com/watch?v=4lq7LRr-Nml>

Karakteristika cijevne instalacije

Prilikom protjecanja tekućine kroz cjevovod i armature javlja se **trenje**, što predstavlja **otpor** strujanju tekućine. Što su otpori veći to je i **gubitak ili pad tlaka** veći. Otpori ovise o nizu faktora: hrapavosti stjenke cijevi, promjeru cijevi, brzini strujanja, broju i vrsti cijevnih zavoja, broju i vrsti armatura, kao i temperaturi i viskoznosti tekućine.

Karakteristika cijevne instalacije prikazuje **pad tlaka u zavisnosti od brzine strujanja tj. protoka** kroz cjevovod. Taj odnos je kvadratni, što znači da će dvostruko povećanje protoka dati četverostruko povećanje pada tlaka u instalaciji, i obratno, dvostruko smanjenje protoka daje četverostruko smanjenje pada tlaka. Matematički se to zapisuje kao:

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{Q_1}{Q_2}\right)^2$$

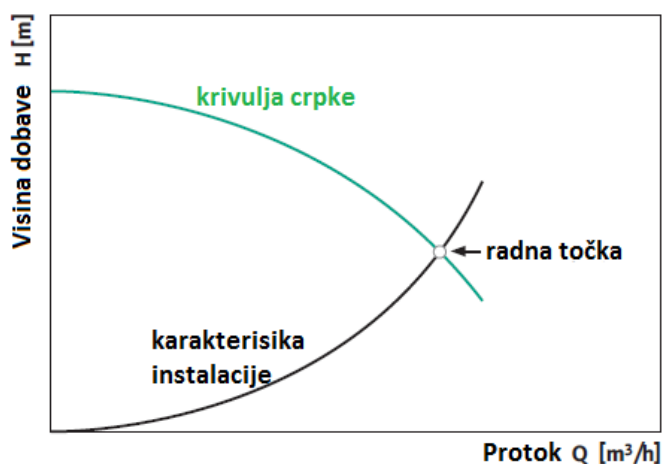


Radna točka

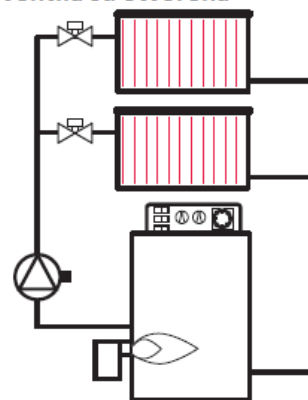
To je točka gdje se sijeku krivulja crpke i krivulja instalacije (grijanja ili vodovodne instalacije). U toj točki je tlak koji proizvodi crpka jednak otporima u instalaciji.

Crpka se bira prema karakteristici instalacije. Ona ne smije biti ni prevelika ni premala.

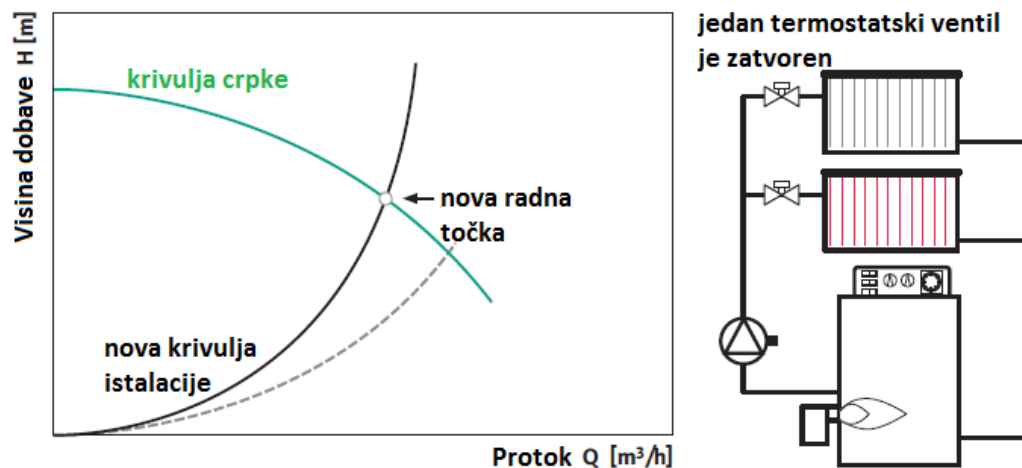
Prevelika crpka znači lošu iskoristivost, dok premala crpka neće moći postići potrebne režime rada.



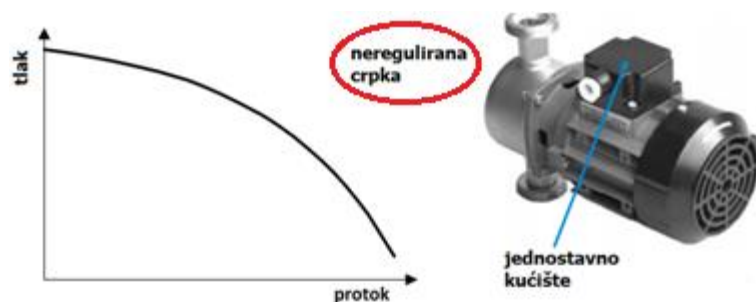
primjer:-oba termostatska ventila su otvorena



Međutim, prilikom rada sustava protok se mijenja a time i radna točka. Na primjer ako se zatvori jedan termostatski ventil, protok će se smanjiti, otpori će se povećati pa će i tlak crpke porasti. To može dovesti i do povećanja šumova u instalaciji.



Gore prikazane krivulje odnose se na **nereguliranu crpku**, što znači da nema mogućnosti promjene broja okretaja.



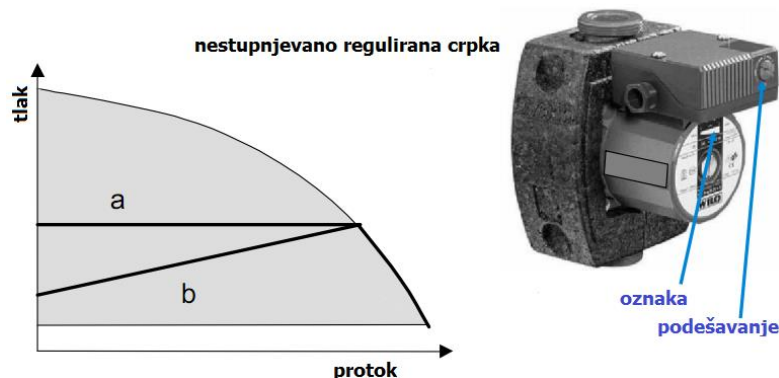
Novije crpke imaju određenu mogućnost prilagođavanja promjenama karakteristike (zahtjevima) instalacije.

➤ Stupnjevano regulirana crpka



➤ Elektronski nestupnjevano regulirana crpka (od 1988 g.)

Imaju regulaciju s frekvencijskim pretvaračem koji se nalazi u kućištu crpke

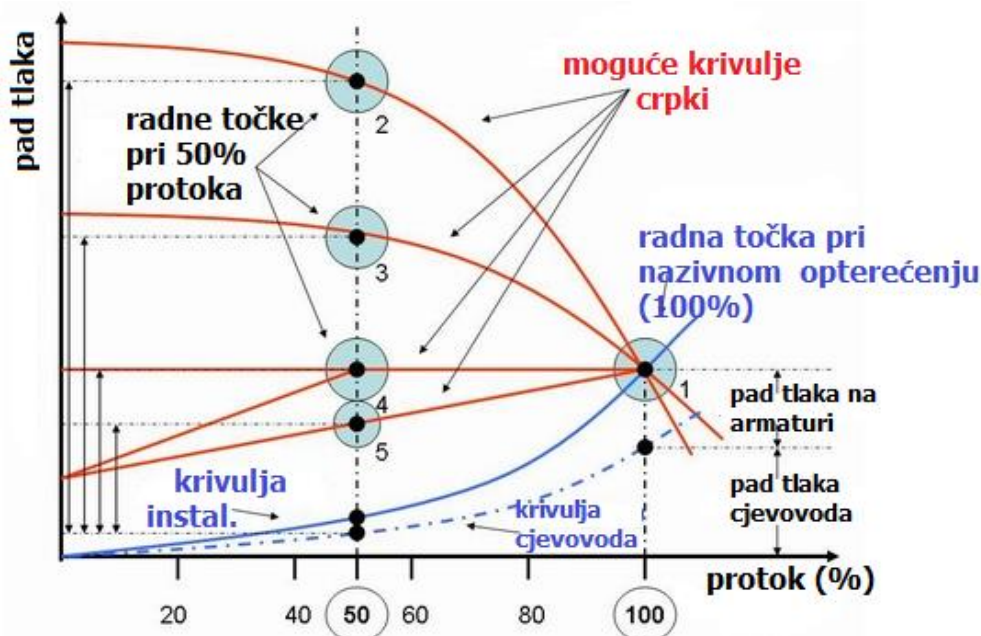


➤ Visokoučinske crpke (Hocheffizienzpumpe) (od 2001 g.)

To su također elektronski regulirane crpke ali imaju poseban novi način regulacije (ECM tehnologija-motori s permanentnim magnetom). Štedljivije su i do 90% u odnosu na neregulirane crpke.

Prilagođavaju broj okretaja zavisno od vremena (doba dana i vanjske temperature), temperature vode, razlike tlaka.

Način na koji se pojedine crpke prilagođavaju karakteristici instalacije prikazan je sljedećim dijagramom:



Točka 3 predstavlja radnu točku pri 50 % protoka kod stupnjevano regulirane crpke, koja je podešena na niži broj okretaja. Točka 4 i 5 predstavljaju radnu točku kod elektronski regulirane crpke kada protok padne na 50%. Pad tlaka je ovdje znatno manji.

Izbor crpke

Izabrati crpku znači prilagoditi je instalaciji, odnosno potrebnom tlaku (visini dobave) i protoku (dobavnoj količini).

Brzina strujanja vode u cijevima ne smije biti prevelika jer pri većim brzinama su veći gubici tlaka a time i energije, a jači su i šumovi u instalaciji.

Za **izbor brzine** može se rukovoditi sljedećim smjernicama:

- 0,3 do 1,0 m/s u glavnom razvodu, i
- 0,5 do 0,8 m/s razvodnim cijevima prema radiatorima.

Padovi tlaka po metru cijevi iznose:

- 50 do 100 Pa/m kod manjih sustava,
- Do 200 Pa/m kod velikih sustava.

<http://www.sbz-monteur.de/2013/12/05/optimierung-von-heizungsanlagen-rohrnetzrechnung-teil-1/>

Potrebni tlak ili visina dobave određuje se na temelju otpora tj. gubitaka tlaka cjevovoda i armatura. Visina dobave može se izračunati po pojednostavljenom izrazu:

$$H = \frac{R \cdot L \cdot ZF}{10.000} \quad [mWS]$$

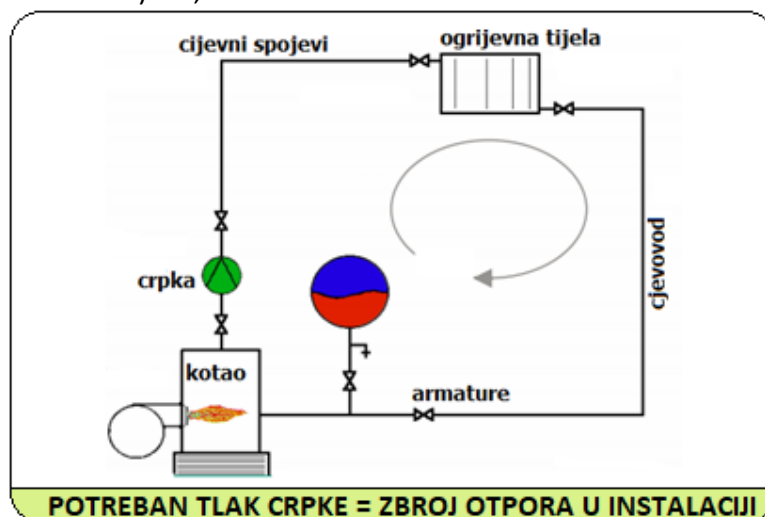
gdje je:

R – gubici trenja u ravnom dijelu cijevi. Ti gubici iznose od 50 do 150 Pa/m. Kod cijevi većih promjera (starije zgrade) može se uzeti 50 Pa/m, a kod novijih instalacija s manjim promjerom cijevi 150 Pa/m.

L – dužina najnepovoljnije grane polaznog i povratnog voda u metrima. Pojednostavljeno se mogu uzeti mjere objekta (dužina+širina+visina)x2.

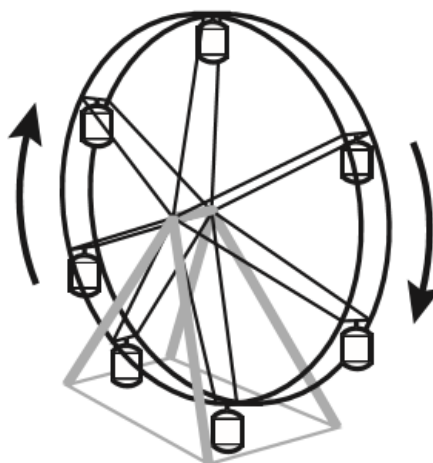
ZF – dodatni faktor za armature i spojeve koji predstavljaju otpore u sistemu. Pri tome se mogu uzeti sljedeći faktori:

- armature i spojevi $\approx 1,3$
- termostatski ventil $\approx 1,7$
- miješajući ventil/gravitacijska kočnica (schwerkraftbremse) 1,2
- armature i spojevi + termostatski ventil $\approx 2,2$
- armature i spojevi + termostatski ventil + miješajući ventil/ gravitacijska kočnica (schwerkraftbremse) $\approx 2,6$



Iz proračuna je vidljivo da pri izboru crpke **nije potrebno uzeti u obzir geodetsku visinu**, iz razloga što se uložena energija za podizanje tekućine na neku visinu natrag predaje crpki (voda na nekoj visini ima potencijalnu energiju koja se natrag vraća u crpku)

Gornja tvrdnja može se zorno predložiti na primjeru Riesenrad-a. Sila potrebna za podizanje kabine koje se penju jednaka je sili koju stvaraju kabine koje se spuštaju. Potrebno je dovesti samo onoliko energije koliko je potrebno za savladavanje otpora trenja u mehanizmu.



Potrebni protok ili dobavna količina određuju se **na temelju potrebne količine topline koju treba predati prostoru**. Može se izračunati prema pojednostavljenom izrazu:

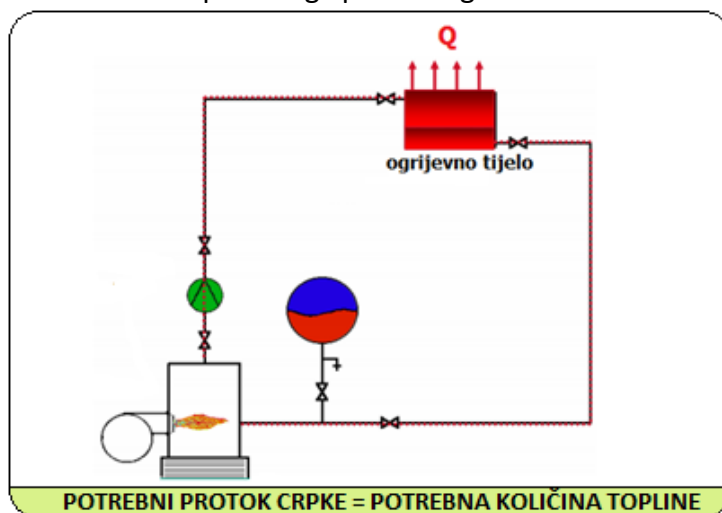
$$Q_{PU} = \frac{\dot{Q}}{\rho \cdot c_W \cdot \Delta\vartheta} \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

$\dot{Q}$ – potrebna količina toplina po jedinici vremena (snaga) za zagrijavanje stana, dobivena proračunom. To je u biti snaga izabranog kotla. (u W)

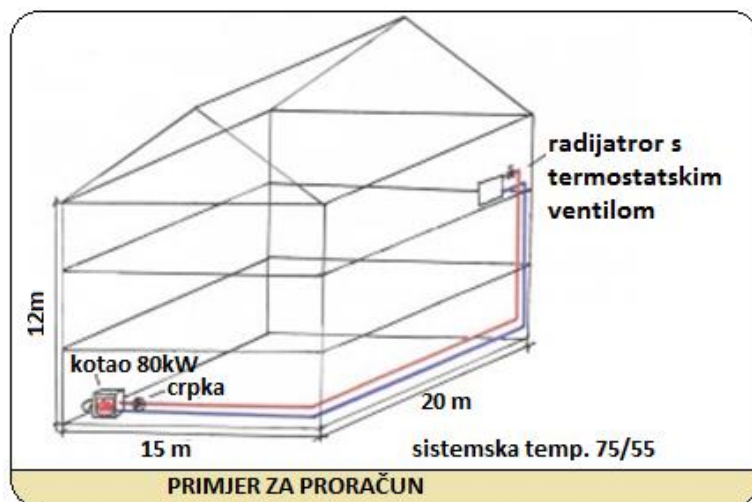
ρ – gustoća vode $\approx 1 \text{ kg/l}$

c_w – specifični toplinski kapacitet vode = $1,16 \text{ Wh/kg K}$

$\Delta\vartheta$ – temperaturna razlika polaznog i povratnog voda



Primjer proračuna:



1. dobavna visina

- dužina 20 m, širina 15 m, visina 12 m, $L=(20+15+12) \times 2=94$ m
- $ZF=2,2$
- Pad tlaka 120 Pa/m
- Snaga kotla 80 kW
- Sistemska temperatura 75/55 °C

$$H = \frac{R \cdot L \cdot ZF}{10.000} \quad [mWS]$$

$$H = \frac{120 \cdot 94 \cdot 2,2}{10000} = 2,48 \text{ mWS}$$

2. Dobavna količina

- $\dot{Q}=80$ kW
- $\rho=1$ kg/l
- $c_w=1,16$ Wh/kgK
- $\Delta\vartheta=75-55=20^\circ\text{C}$

$$Q_{PU} = \frac{\dot{Q}}{\rho \cdot c_w \cdot \Delta\vartheta} \quad \left[\frac{m^3}{h}\right]$$

$$Q_{PU} = \frac{80}{1 \cdot 1,16 \cdot 20} = 3,45 \frac{m^3}{h}$$

<http://www.enrw.de/cms/upload/partner/installateur/wilo-enev-wirkungsgrad-abgleich.pdf>

Dimenzije cijevi ovise o količini i brzini strujanja vode, odnosno raspoloživom tlaku ugrađene cirkulacijske crpke. Želi li se ugraditi jedna od uobičajenih crpki za manji obiteljski objekt s tlakom od 3 do 4 m VS (0,3 do 0,4 bara) i protokom do 2 m³/h vode, cijevi će biti sljedećih dimenzija u odnosu na toplinski učinak (količinu vode) dijela mreže iza računanog mjesta.

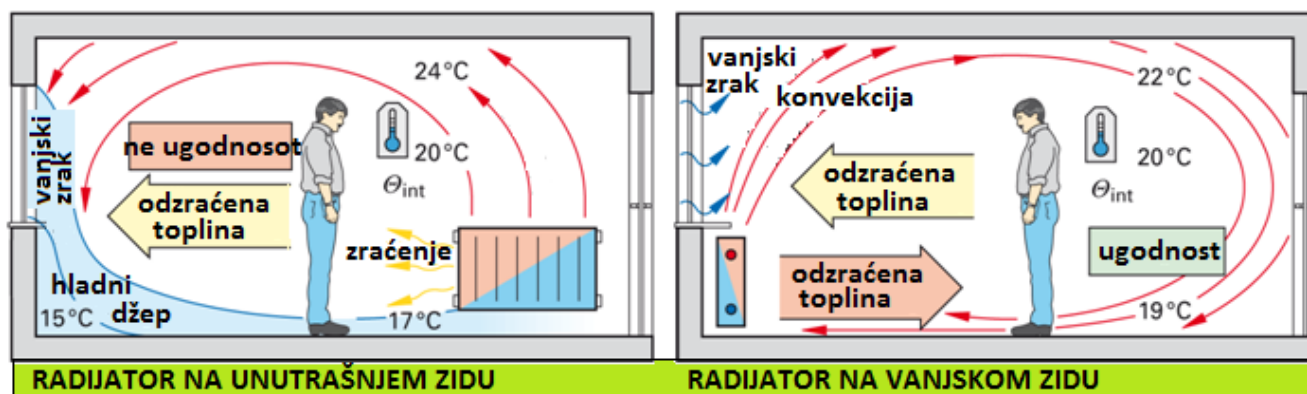
- do 2 kW – dimenzije cijevi promjera 1/2" – odnosno NO15
- od 6 do 15 kW – dimenzije cijevi cijevi promjera 3/4" - NO20
- od 15 do 28 kW - dimenzije cijevi promjera 1" – NO25
- od 28 do 57 kW – dimenzije cijevi promjera 1" 1/4 – NO32

NO – nazivni otvor

2. OGRJEVNA TIJELA

Ogrjevna tijela služe da toplinu tople vode prenesu u prostoriju kako bi osigurali toplinski ugodan boravak u prostoriji.

Smještaj ogrjevnog tijela u prostoriji



Za toplinski osjećaj ugodnosti povoljniji je smještaj ogrjevnog tijela na vanjskom zidu ispod prozora. U tom slučaju topli zrak koji se konvekcijom diže prema gore ne dozvoljava hladnom zraku da se spušta i da stvara ispod prozora „hladne džepove“, što dovodi do rošenja zidova i stvaranja gljivica. Raspodjela temperature u prostoru je povoljnija.

Pri tome bi ogrjevno tijelo trebalo biti jednake dužine kao i prozor. Ukoliko prostorija ima više prozora, trebalo bi ispod svakog prozora biti jedno ogrjevno tijelo.

Radijatori

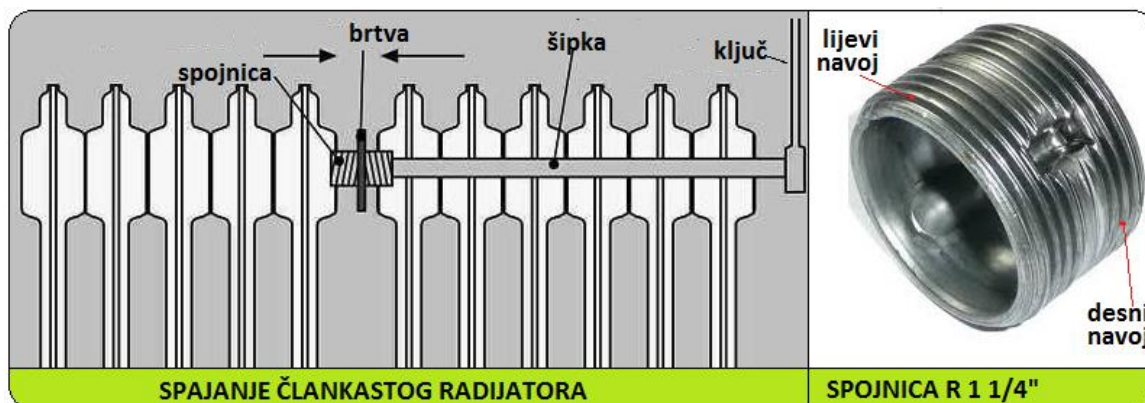
Postoji mnoštvo različitih vrsta radijatora. Većina je standardizirana po DIN EN 442. Namijenjeni su za polazne temperature do 120 °C i tlakove od PN6 do PN10.

➤ Člankasti radijatori

Mogu biti **lijevani** od sivog lijeva ili **aluminija** ili **čelični zavareni**.

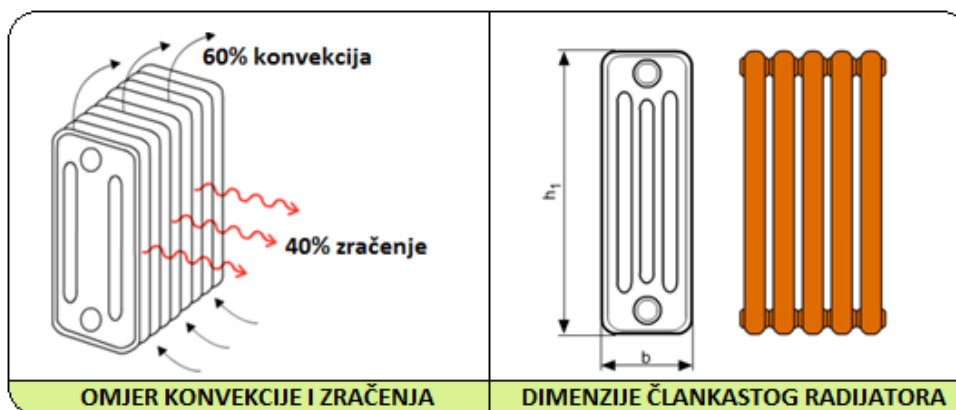
<https://www.youtube.com/watch?v=iLFT2tscVs> https://www.youtube.com/watch?v=QC2_F94ZBME

Ovakvi radijatori dobiju se spajanjem više članaka pomoću spojnice s lijevim i desnim navojem.



Danas su člankasti radijatori uglavnom aluminijski. Prednosti aluminija su izvrsna toplinska svojstva i otpornost na koroziju, no zbog toga mu je i cijena nešto viša u odnosu na čelik.

Prednost člankastih radijatora je **prilagodljivost toplinskoj snazi** i **moгуćnost naknadne dogradnje**. Člankasti radijatori veći dio topline predaju konvekcijom (oko 60%), a manji dio zračenjem (oko 40%).



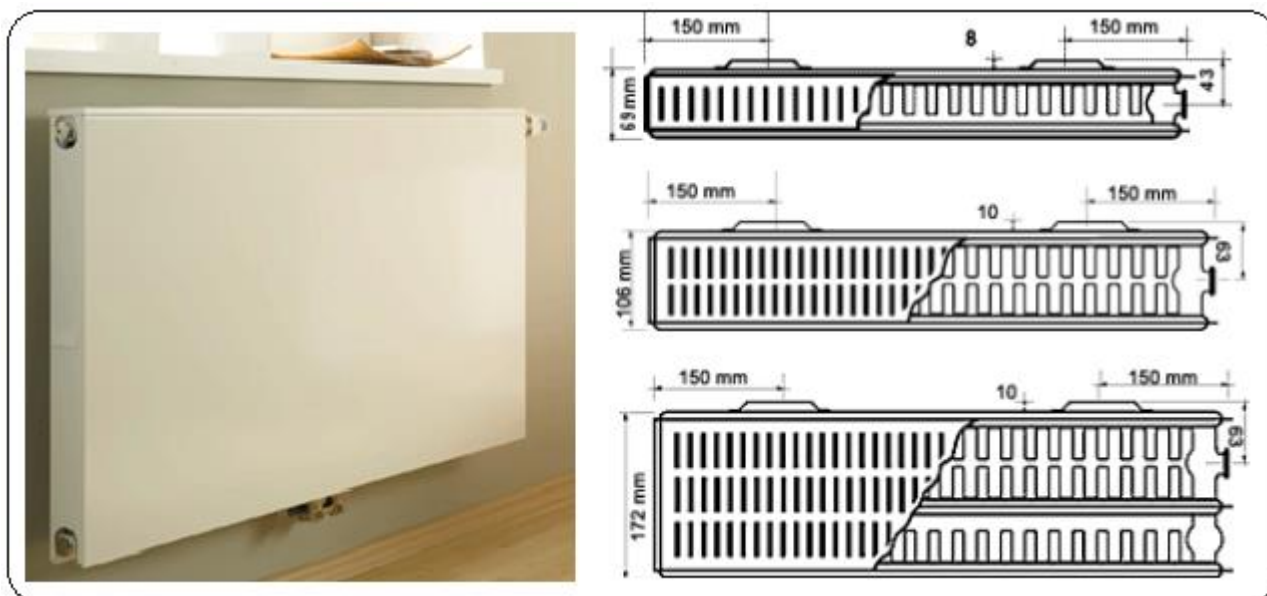
Označavanje člankastih radijatora

primjer: **20 – 580 x 110**

20 – broj članaka,
h₁=580 – visina radijatora,
b=110 – širina radijatora.

➤ Pločasti ili panel radijatori

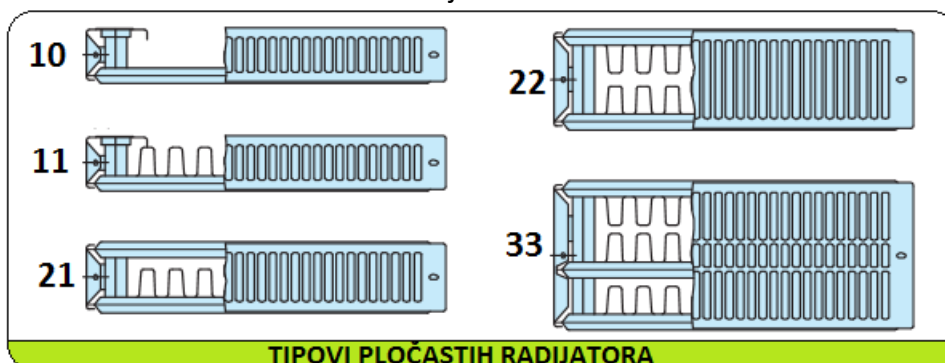
To su radijatori izvedeni od čeličnih limova. Prednosti su im povoljnija cijena i privlačniji izgled. Izvode se kao **jednoredni**, **dvoredni** i **troredni**.



Označavanje pločastih radijatora prema broju ploča i broju konvektorskih limova:

primjer: **21–600 x 2000**

21 – konstrukcija: -2 ploče, 1 konvektorski lim,
600 – visina radijatora,
2000 – dužina radijatora



➤ Cijevni radijatori

To su **člankasti** radijatori izvedeni od dva, tri ili više stupaca preciznih čeličnih cijevi i limenih dijelova, međusobno spojenih zavarivanjem.

Posebna izvedba cijevnih radijatora su **niskomontažni radijatori** (*slika ispod*) izvedeni kao prozorska klupica, koji se postavljaju ispred staklenih stijena. Na sebi mogu imati postavljenu prepreku protiv zračenja tj. toplinskih gubitaka prema prozoru.



CIJEVNI ČLANKASTI RADIJATOR



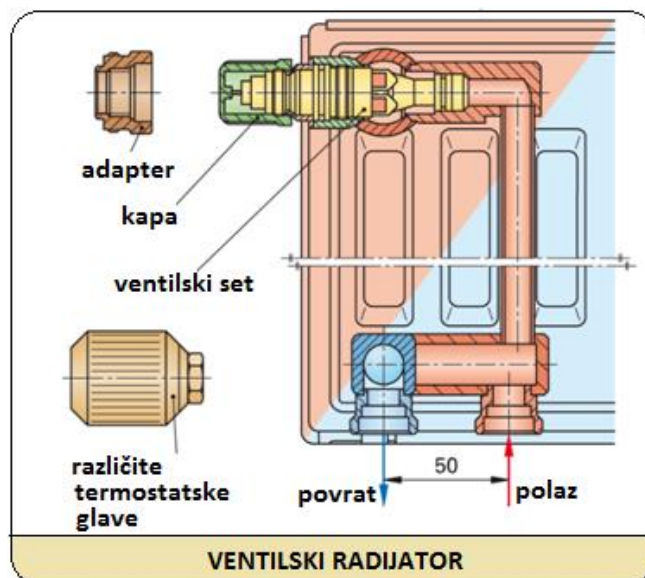
CIJEVNI NISKOMONTAŽNI RADIJATORI

➤ Posebne vrste radijatora

a) Ventilski radijatori

To su pločasti radijatori predviđeni su za instalacije kod kojih je cijevni razvod izveden u podovima ili u zidovima. Ako je razvod izveden u podu za priključivanje radijatora koristi se ravni H ventili, a za priključak iz zida kutni H ventili. Radijatori imaju u sebi već ugrađen (integrirani) zaporni ventil i potrebno ih je još samo opremiti s termostatskom glavom.

Proizvode se u varijanti s lijevim, desnim i srednjim priključkom.



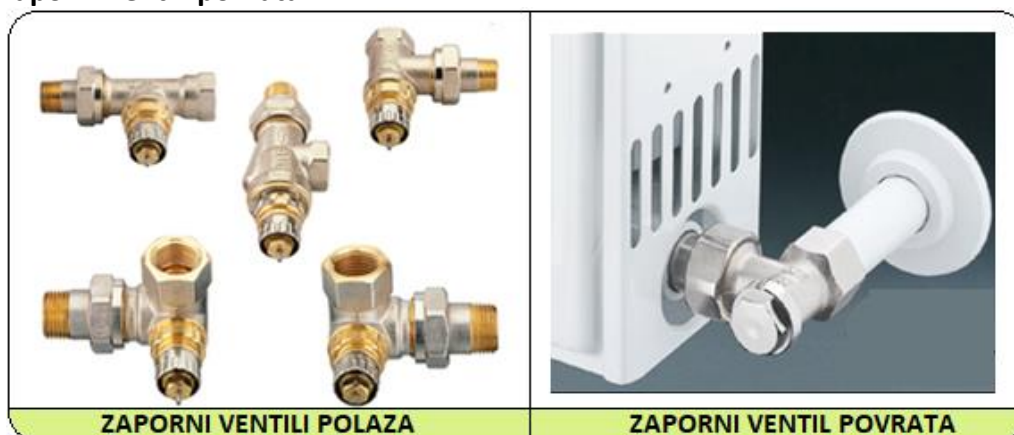
VENTILSKI RADIJATOR

b) kupaonski radijatori

**Armature radijatora**

Radijatori moraju sa cijevnom mrežom biti spojeni sa zapornom armaturom kako bi se u slučaju potrebe mogli skinuti bez ispuštanja vode iz sistema. Prema tome razlikujemo:

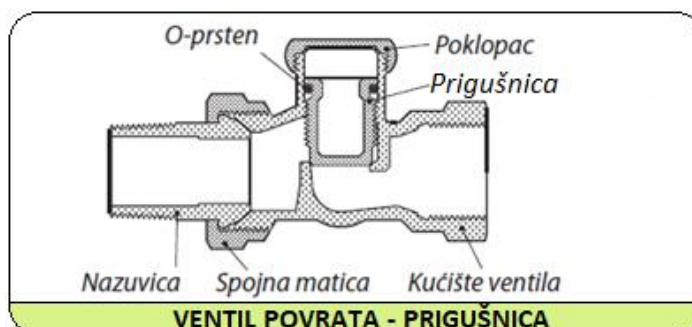
- **Zaporni ventili polaza,**
- **Zaporni ventili povrata.**



Za različite priključne situacije postoji mnoštvo različitih izvedbi priključaka odnosno ventila.

Priključak na polazni vod služi, osim zatvaranja, i kao baza za **prihvat termostatske glave**. Neki od ovih ventila imaju **mogućnost prednamještanja** protoka prilikom balansiranja sustava.

Priključak na povratni vod mora imati također **mogućnost zatvaranja** radi demontaže radijatora. Kod klasične izvedbe priključka na povratnom se priključku nalazi **prigušnica** koja se koristi za balansiranje (predregulaciju) sustava.

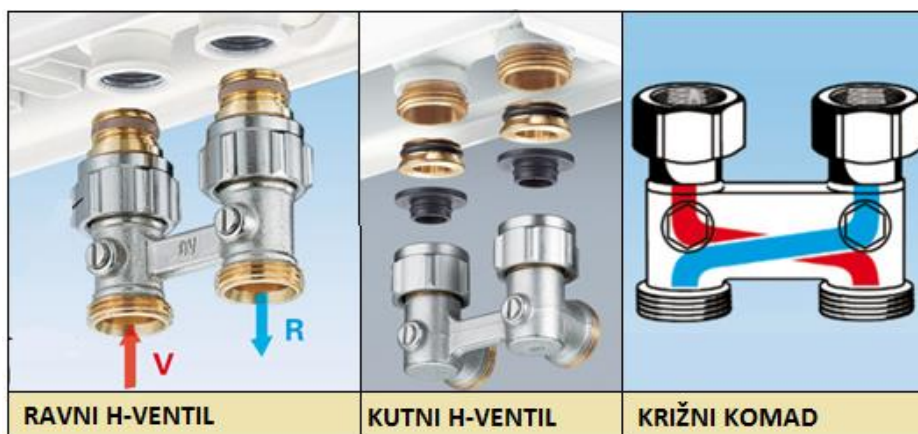


U armaturu radijatora spada i **odzračni ventil** (odzračnik)

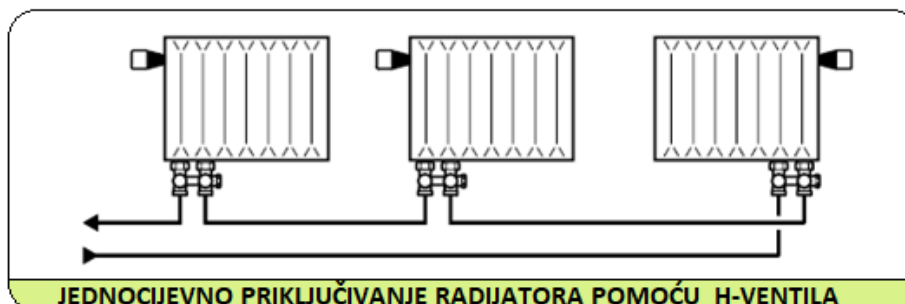
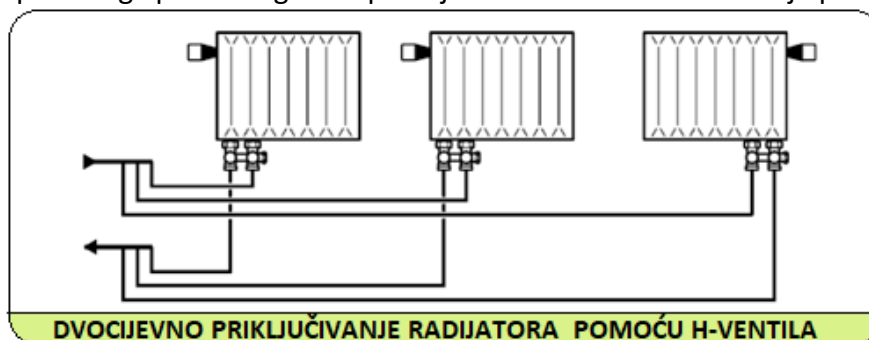
Kod nekih izvedbi ima priključak na povratni vod mogućnost, uz pomoć posebnog alata, ispuštanja vode iz radijatora (*slika ispod*).



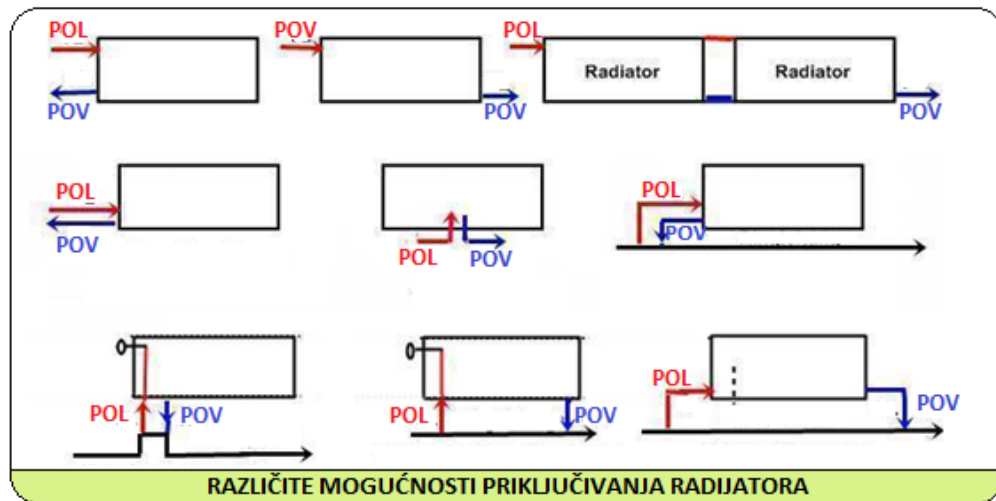
Kod ventilskih radijatora priključivanje se izvodi preko **ravnih** (iz poda) i **kutnih** (iz zida) **H-ventila**.



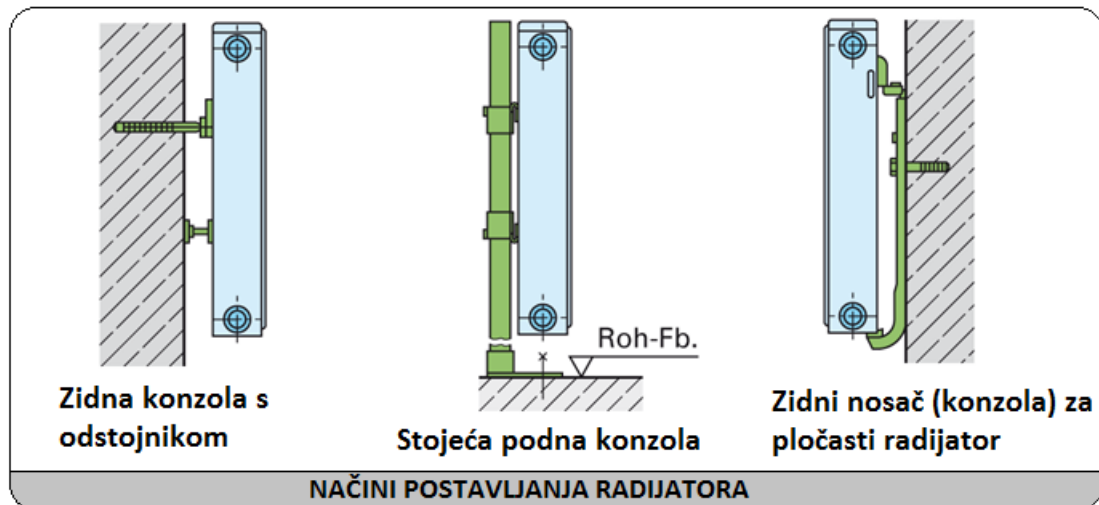
Neki od H-ventila prilagodljivi su za dvocijevna i za jednocijevna grijanja. Tvornički su podešeni za dvocijevno grijanje, a za jednocijevno se podešavaju zakretanjem vretena „by-passa“. U slučaju zamjene polaznog i povratnog voda postoji križni komad radi korekcije priključka.



S obzirom na mnoštvo različitih izvedbi radijatora i priključaka postoje različite varijante priključivanja radijatora (*donja slika*)



Načini postavljanja radijatora:



Izbor radijatora

Potrebna toplinska snaga radijatora u nekom prostoru ovisi o dvije osnovne veličine:

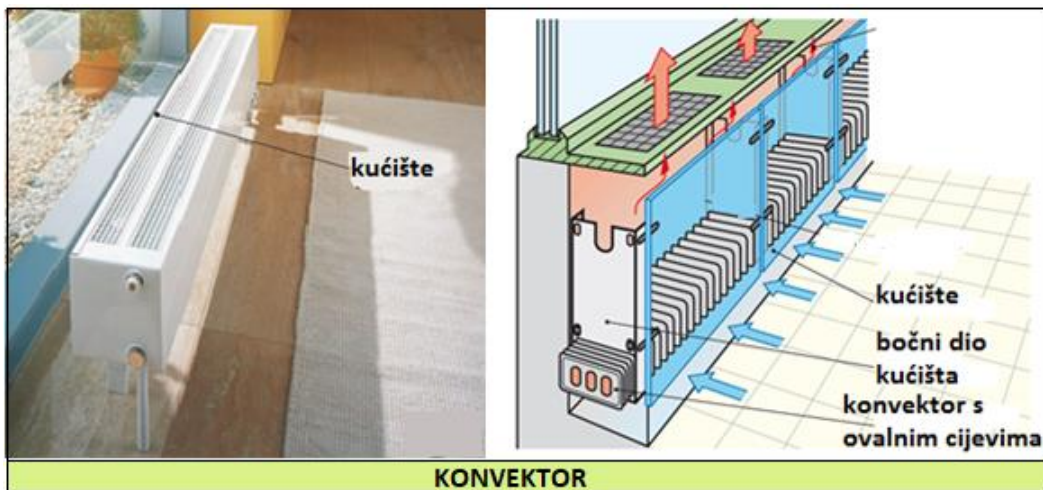
1. Veličini (volumenu) prostorije, V (m^3)
2. Toplinskim gubicima prostorije (W)

Faktori o kojima ovise toplinski gubici prostorije su:

- Vrsta zida: vanjski ili unutarnji
- Strana svijeta (za vanjske zidove)
- Debljina zida
- Materijal zida,
- Debljina žbuke ili izolacije
- Materijal izolacije,

Konvektori

Konvektori su grijača tijela izvedena od čeličnih ili bakrenih profilnih cijevi, na kojima se nalaze gusto raspoređene limene lamele, čija je površina vrlo velika. Oko lamela struji okolni zrak i konvekcijom prenosi toplinu u prostoriju. Radi „efekta kamina“ konvektor se uvijek nalazi u zatvorenom kućištu s otvorima na gornjoj i donjoj strani. Kućište ima ulogu da odbija dio topline koja se odaje zračenjem, tako da se u konačnici gotovo sva toplina predaje konvekcijom.



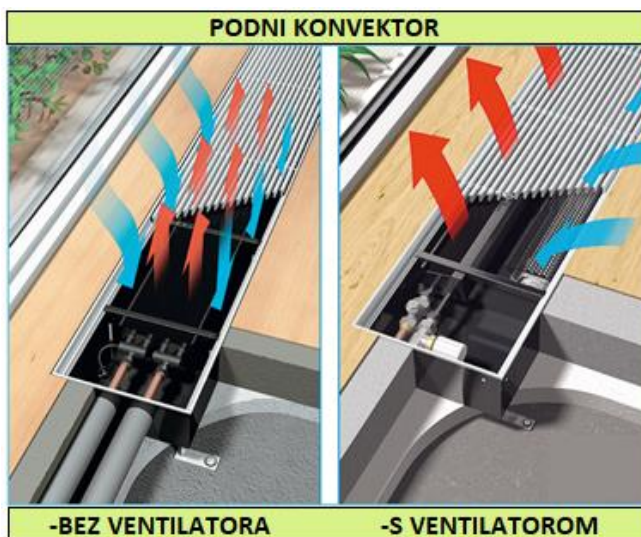
Prednosti konvektora su što uz male dimenzije i malu količinu vode može brzo zagrijati prostor. Osim toga moguća je brza regulacija temperature.

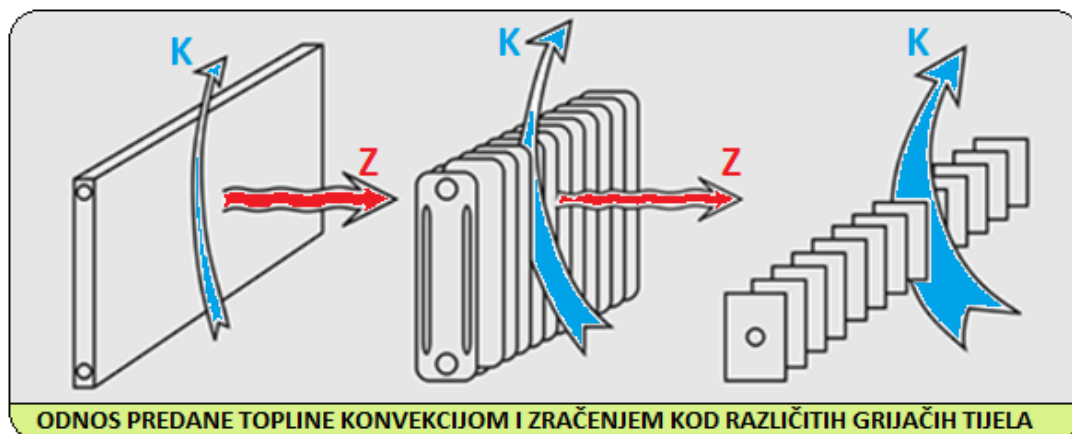
Nedostatak mu je snažno strujanje zraka a time i podizanje prašine.

Konvektori se koriste za zagrijavanje velikih prostora, koji se, eventualno, neredovito zagrijevaju, zatim kao dodatak podnom grijanju, te ispred velikih staklenih površina (zimski vrtovi, izlozi).

Na mjestima gdje je potrebna brža izmjena zraka koriste se konvektori s ventilatorom (ventilkonvektori). Specijalni konvektori mogu služiti i za ventilaciju i klimatizaciju (hlađenje)

Konvektori se mogu ugrađivati i u pod i to sa i bez ventilatora.





Panelna grijanja

Za panelna grijanja koriste se plohe prostorija a to su **pod, zid i strop**. Za panelna grijanja je karakteristično da toplinu predaju preko znatno veće površine nego što je to slučaj kod grijaćih tijela, pa mogu raditi s manjim snagama/m², odnosno polazna i povratna temperatura su znatno manje. Zbog toga su panelna grijanja pogodna za obnovljive izvore energije.

Prednosti:

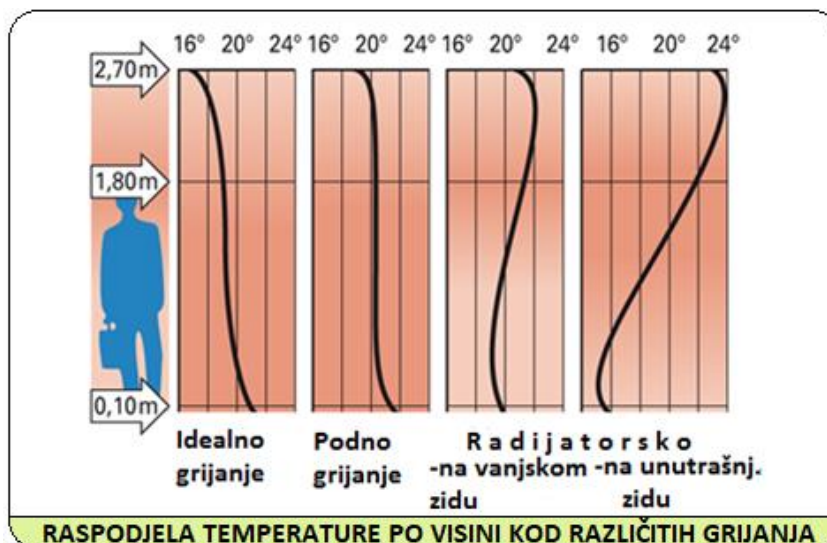
- Veći dio topline se odaje zračenjem, što daje jedan ugodniji osjećaj topline,
- Niža temperatura prostora tj. niži troškovi energije,
- Niže temperature ogrjevnih površina (26 do 35°C),
- Niže temperature u sustavu a time i manji gubici pri prijenosu,
- Mogućnost korištenja novijih izvora energije (toplinske crpke, solarni uređaji),
- Mali udio konvekcije a time i manje dizanje prašine i alergena,
- Nema vidljivih grijaćih tijela koja zauzimaju prostor,
- Povoljna razdioba temperatura po visini prostora.

Nedostaci:

- Spore promjene temperature-potrebno je duže vrijeme za zagrijavanje
- Osjećaj hladnoće uz plohe koje brzo gube toplinu (prozori, vrata)
- Veći investicijski troškovi, naročito ako postoji kombinacija radijatorskog i podnog grijanja
- Vrlo komplicirani popravci u slučaju oštećenja cijevi

Podno grijanje

To je najčešće korišteno panelno grijanje, jer topli pod daje ugodan osjećaj topline.



Podno grijanje izvodi se ili **kao jedini način grijanja** (najčešće u novogradnji) ili u kombinaciji s radijatorskim grijanjem -**mješoviti sustav**.

Koristi se u stambenim i poslovnim prostorima te sportskim dvoranama, bazenima i crkvama i ostalim visokim prostorima.

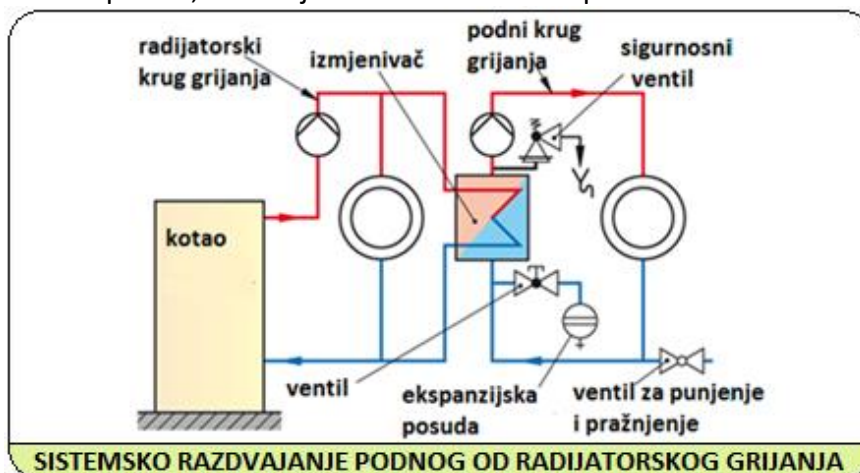
Za podna grijanja primjenjuju se različite vrste cijevi:

- Polimerne cijevi od PB, PP i PE-X –a
- Bakrene cijevi s narančastom PVC oblogom
- Višeslojne cijevi
- Precizne čelične cijevi s oblogom od polimera

Cijevi su vanjskog promjera 12 do 17 mm. Moraju se dati lagano savijati i biti **otporne na difuziju kisika** koji može uzrokovati štete od korozije. Protiv korozije u podnom grijanju može se boriti:

- dodavanje inhibitora (kemijske tvari koje vežu kisik) u sustav grijanja
- sistemskim razdvajanjem podnog grijanja od ostatka grijanja (*slika ispod*)

-kod ove izvedbe se voda u podnoj instalaciji grije posebnim izmjenjivačem, a osim toga u podnoj instalaciji nema nikakvih metalnih dijelova koji bi mogli izazvati koroziju. Podni dio mora imati svoju crpku i sigurnosnu opremu, što ovaj sustav čini dosta skupim.



<https://www.youtube.com/watch?v=hxHulpu-4qU>

Podno grijanje treba, za istu veličinu prostora, nešto veću snagu crpka zbog toga što je zbog manje temperaturne razlike polaza i povrata potreban nešto veći protok a time su gubici tlaka veći.

Regulacija podnog grijanja

Efekt samoregulacije

Ukoliko se u prostoriji s podnim grijanjem temperatura podigne uslijed nekog vanjskog izvora (sunce kroz velike staklene površine, boravak više ljudi u prostoriji, razni uređaji koji odaju toplinu i sl.), toplina koju predaje podno grijanje prostoriji smanjuje se proporcionalno razlici temperature poda i temperature prostorije. Taj efekt jače je izražen što je ta razlika manja, a što je slučaj kod podnog grijanja. Zbog ovog efekta postoje mišljenja da pojedinačna regulacija kod podnog grijanja nije potrebna. No, efekt samoregulacije je različit kod različitih prostora i ne isključuje potrebu za tehničko-regulacijskim uređajima.

Regulacija polazne temperature

Podne površine kod podnog grijanja ne smiju imati kontaktnu temperaturu iznad određenih granica iz nekoliko razloga:

- Efekta vrućih nogu,
- Zbog negativnog utjecaja na podnu oblogu.

Stoga dodirna temperatura poda ne smije prelaziti sljedeće vrijednosti:

- **u zonama boravka:** – 29°C (9° C iznad sobne temperature),
- **u rubnim zonama** (područje ispod prozora i staklenih stijena):
– 35°C (9° C iznad sobne temperature),
- **u kupaonama:** – 33°C

Zbog toga ni **polazna temperatura** vode kod podnog grijanja **ne smije prijeći iznad 55° C (uobičajeno je oko 45°C)**, odnosno mora postojati mogućnost njezine regulacije.

Regulacija polazne temperature može se izvesti na osnovu:

- a) vanjske temperature,
- b) unutrašnje temperature,
- c) stvarno potrošene topline – izvodi se neovisno od vanjske i unutrašnje temperature, na temelju razlike polazne i povratne temperature.

Način regulacije polazne temperature zavisi od vrsti uređaja koji proizvodi toplinu (UKPT) (standardni-, niskotemperaturni-, kondenzacijski kotlovi, toplinske crpke te kombinacije različitih izvora topline), kao i tipu podnog grijanja (jedino grijanje, mješovito grijanje, dopunsko grijanje). Najčešći način regulacije polazne temperature podnog grijanja su kompaktne regulacijske stanice (*opisane kod mješovite izvedbe podnog grijanja*).

Regulacija sobne temperature

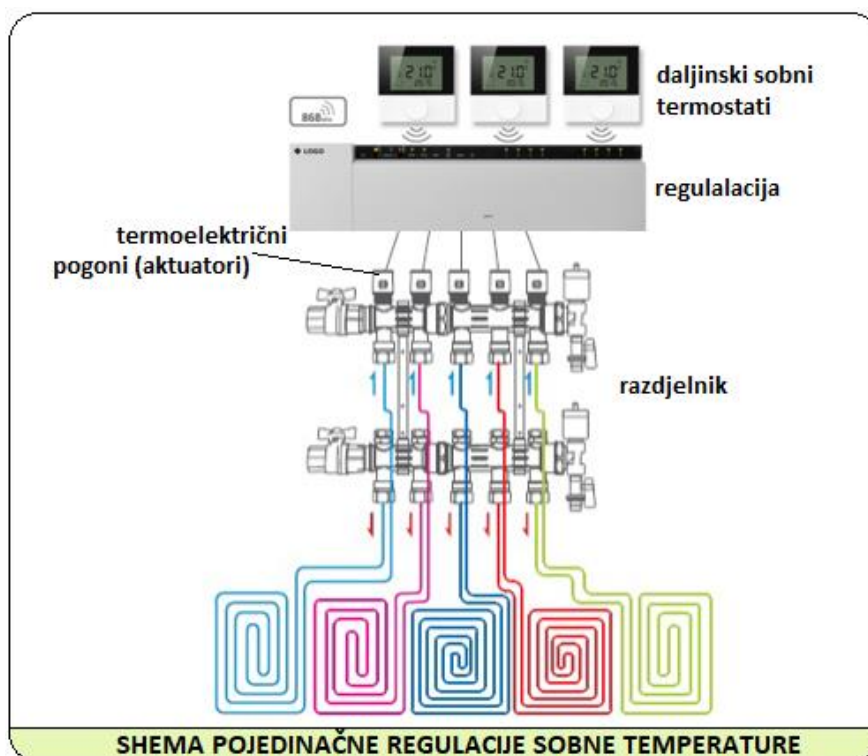
Regulacija sobne temperature može se izvesti, kao i kod radijatorskog grijanja, zonski tj. za više prostorija (termostatom) ili pojedinačno za svaku prostoriju.

Kod današnjih izvedbi podnog grijanja se, zbog energetske učinkovitosti, traži regulacija za svaku prostoriju zasebno, dakle, **pojedinačna regulacija** (*u Njemačkoj je obavezno - Energieeinsparverordnung (EnEV 2014)*).

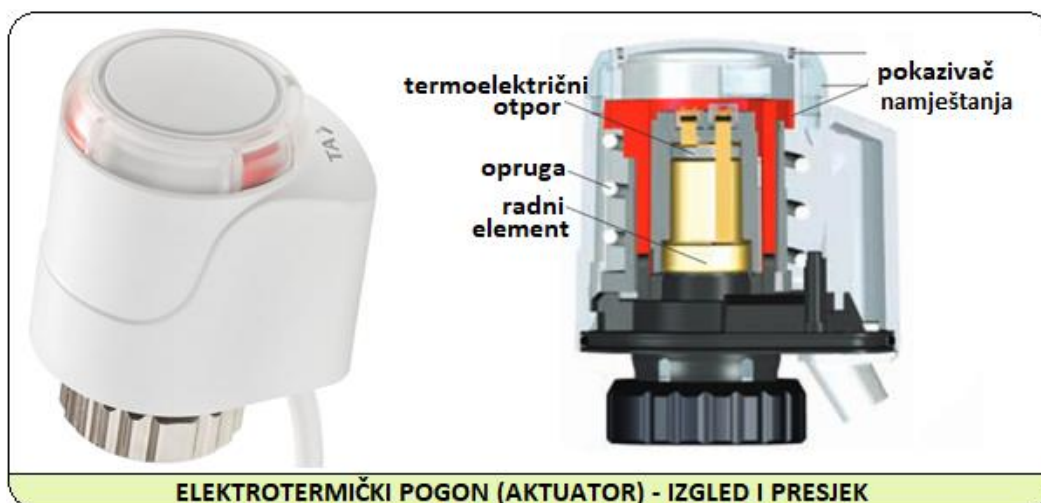
Kod starijih izvedbi se to izvodi ručnim regulacijskim ventilima, dok se noviji sustavi opremaju s digitalnim uređajima koji upravljaju termičkim podešavajućim ventilima.

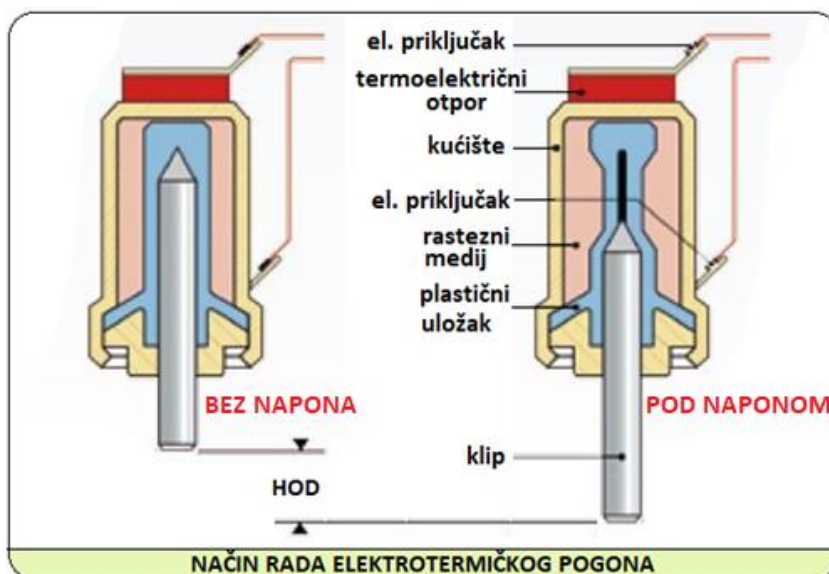
Pojedinačna regulacija sobne temperature termičkim podešavajućim ventilima

Kod ovog načina regulacije je svaka pojedinačna prostorija opremljena **daljinskim sobnim termostatom** koji dojavljuje postavljenu i stvarnu vrijednost sobne temperature **upravljačkom sklopu** koji, zavisno od potrebe, otvara ili zatvara protok prema određenom krugu grijanja.



Otvaranje i zatvaranje ventila izvodi se **elektrotermičkim izvršnim pogonom** (aktuatorom) (*Stellantrieb*). Kada temperatura u prostoru poraste, regulacijski sklop pušta struju prema termoelektričnom pogonu, uslijed čega se zagrijava termoelektrični otpornik, koji zatim zagrijava rasteznu tekućinu i potiskuje klip koji pritvara ventil i protok tekućine. Padom temperature u prostoru elektrotermički pogon otvara ventil koji propušta veću količinu vode u instalaciju pa temperatura raste.





Preduvjet za kvalitetno funkcioniranje ovog sustava je dobro izbalansirani sustav, a to znači da svi krugovi grijanja imaju približno isti pad tlaka, te podesiti projektirani protok tj. količinu topline. Podešavanje se izvodi na **pokazivačima protoka** koji se nalaze na polazu razdjelnika.



Pri tome treba razlikovati da li se radi o podnom grijanju kao **jedinom načinu grijanja** (temperatura kotla može biti niža) ili se radi o **mješovitom sustavu** koji je najčešći (temperatura kotla ovisi o dijelu grijanja koje ima višu temperaturu – radijatorsko grijanje).

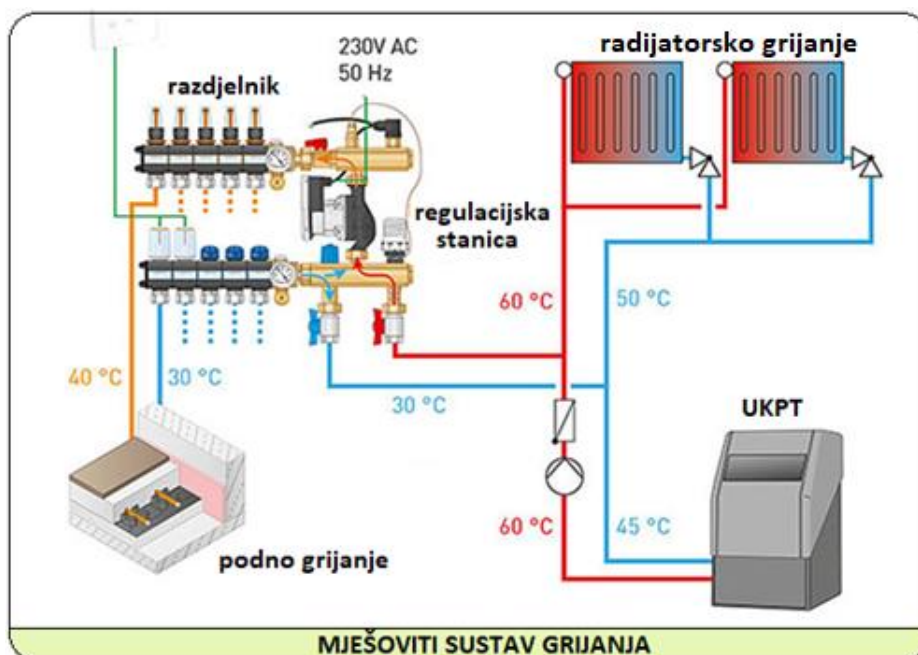
Podno grijanje kao jedini način grijanja

Podno se grijanje u novije vrijeme sve više ugrađuje u novogradnji kao jedini način grijanja, dakle bez radijatora. Razlog su, uz navedene, mnogobrojne prednosti i prevladane početne „dječje bolesti“ i sve veće povjerenje u ovaj način grijanja.

Idealni izvor topline za podno grijanje su toplinske crpke koje mogu zagrijavati vodu na niske temperature koje se koriste kod podnog grijanja. No, koriste se i svi ostali izvori topline. U tim slučajevima potrebna je regulacija polazne temperature koja se najčešće izvodi miješajućim ventilima u sklopu kompaktnih regulacijskih stanica (*način rada opisan je u poglavlju „podno grijanje u mješovitom sustavu“*). Regulacija sobne temperature izvodi se na način kako je opisano u prethodnom poglavlju.

Podno grijanje u mješovitom sustavu

Mješoviti sustav je kombinacija podnog i radijatorskog grijanja. To je slučaj kada je u nekim prostorijama podno grijanje (npr. kupaona, dnevna soba i hodnik), a u ostalim prostorijama je radijatorsko grijanje (npr. spavaće sobe).

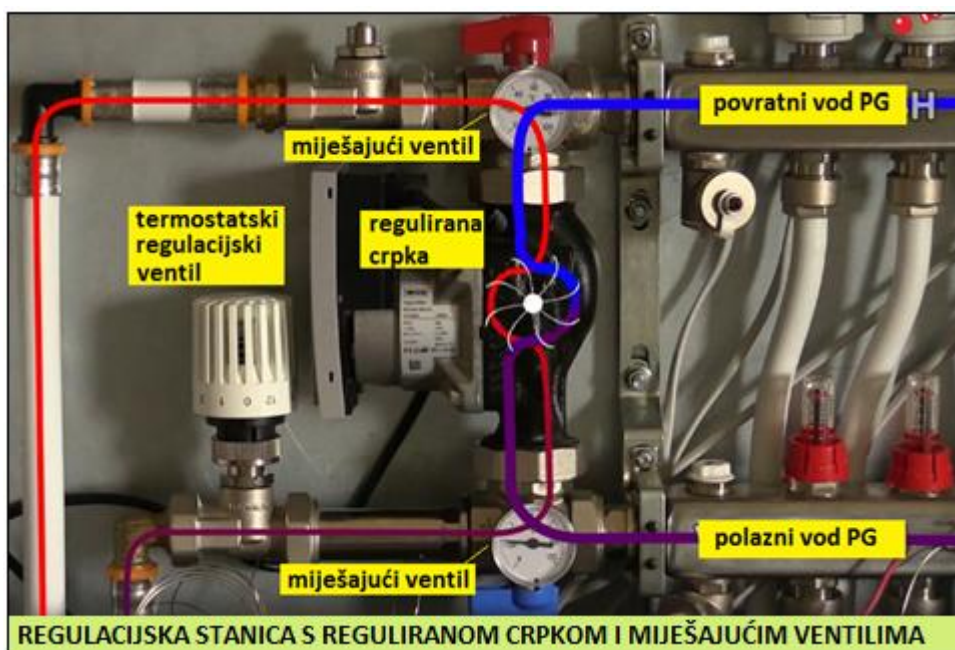


Temperatura polazne vode u radijatorskom grijanju regulira se na neki od načina kako je to opisano u poglavlju „Regulacija“ a u krugu podnog grijanja se regulacija izvodi s **regulacijskom stanicom s reguliranom crpkom i miješajućim ventilima**

Temperatura polazne vode u krugu podnog grijanja (*slika ispod*) regulira se termostatskim ventilom (mogućnost regulacije od 10 do 50° C). Termostatski ventil reagira na osnovu temperature izmjerene temperaturnim osjetnikom na polaznom vodu, s kojim je povezan kapilarom. Voda iz kotla dolazi do miješajućeg ventila gdje se miješa s vodom iz povrata. Pomiješana voda željene temperature zatim dolazi do drugog miješajućeg ventila gdje se jedan dio odvaja prema polaznom vodu a ostatak se vraća u kotao. Otvaranjem termostatskog ventila iz kotla dolazi veća količina vode pa će nakon miješanja imati veću temperaturu.

Cirkulacijska crpka podešena je tako da održava konstantni diferencijalni tlak.

<https://www.youtube.com/watch?v=XUORWWrmJFM>





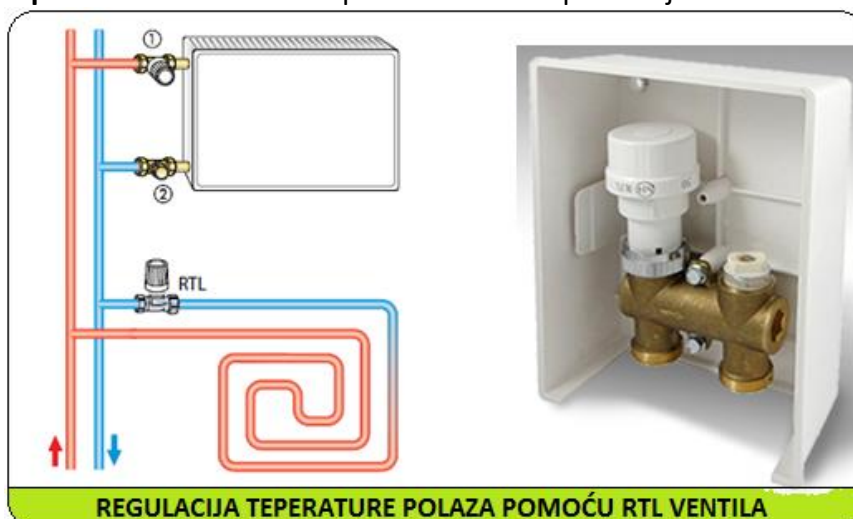
Podno grijanje kao dopunsko grijanje

U nekim prostorijama se uz radiator kao dopunsko grijanje postavlja i podno grijanje. To je npr. slučaj u kupaonama ili sličnim prostorijama koje nemaju dovoljnu površinu za podno grijanje kao jedino grijanje.

Podno grijanje se spaja na postojeći sustav grijanja 70/55° C, a da se ne mora koristiti regulacija pomoću miješajućeg ventila i još jedne cirkulacijske crpke. Regulacija temperature u podnom grijanju izvodi se tada **pomoću RTL ventila** (RTL- engl. **R**eturn **T**emperature **L**imiter). To je jednostavni način regulacije koji se može koristiti samo za jedan krug grijanja sa cijevi dužine do 100 m (oko 20 m²) i promjera do 12 mm.

Koristi se i kod naknadne montaže podnog grijanja na postojeće sustave.

RTL ventil sprječava povišenje temperature u krugu podnog grijanja iznad 50° C. Ugrađuje se na kraju povratnog voda. Funkcionira na isti način kao i termostatski ventil radijatora, samo što je **vodeća veličina temperatura vode** a ne temperatura zraka u prostoriji.



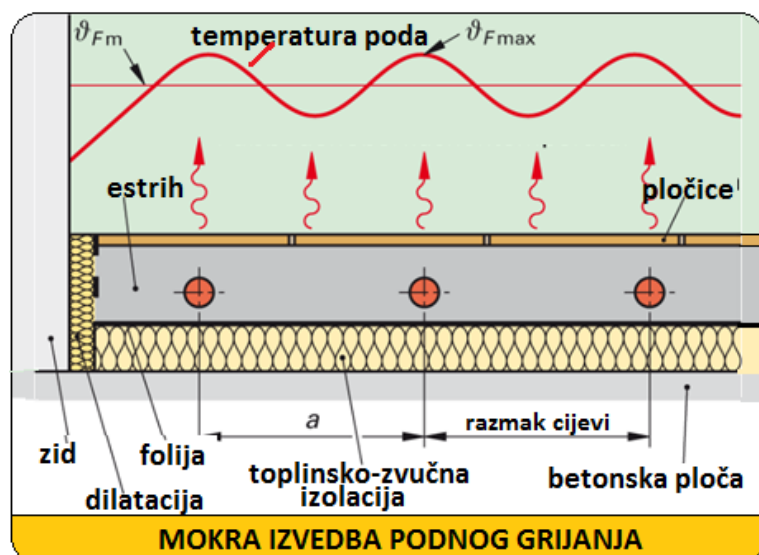
REGULACIJA TEMPERATURE POLAZA POMOĆU RTL VENTILA

Izvedbe podnog grijanja

Podno grijanje može se izvesti:

a) mokrim polaganjem:

Kod mokrog polaganja su grijače cijevi potpuno ili djelomično položene u estrih (glazuru), što rezultira dobrim provođenjem topline sa cijevi na estrih.



Za pričvršćivanje cijevi se koriste različite vrste gotovih tehničkih rješenja: podloga s čepovima za pozicioniranje cijevi, pričvršćivanje direktno na stiropor „tacker“ kopčama ili samljepljivim pričvrstnim trakama (sl.)

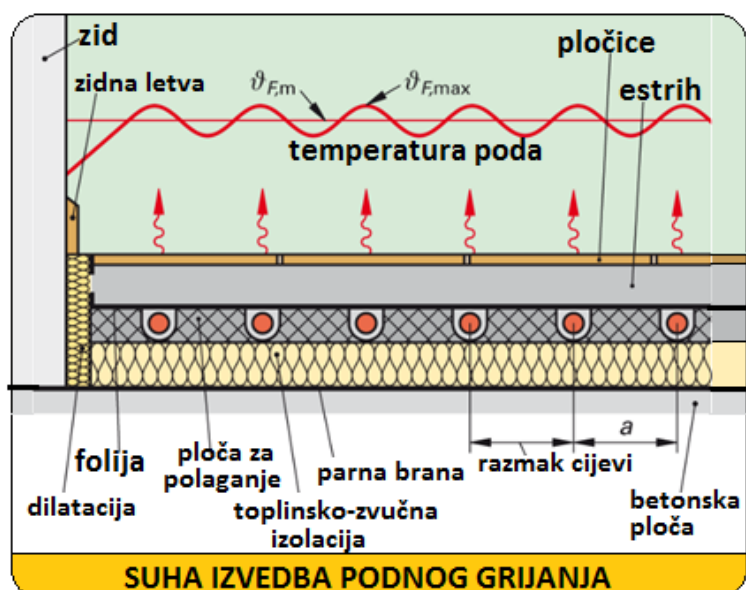
<https://www.youtube.com/watch?v=yL6BVDEu45Q>



b) suhim polaganjem

<https://www.youtube.com/watch?v=Ve4empxFCjs>

Kod suhog polaganja su grijače cijevi postavljene ispod estriha od kojeg su odvojene pokrovnom folijom. Cijevi su postavljene u utore posebne izolacijske ploče.

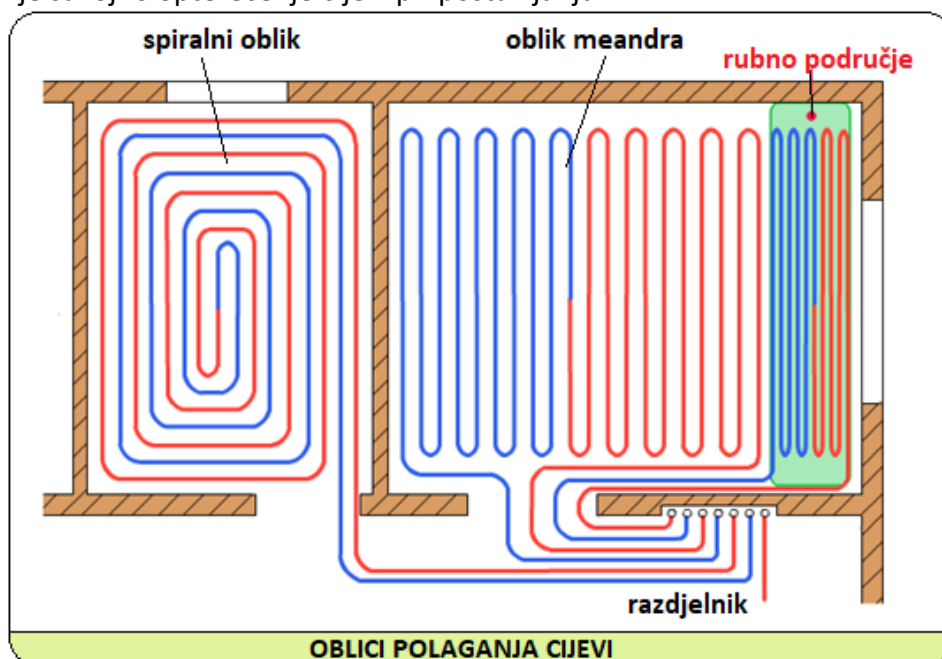




Oblik polaganja cijevi

Razmak cijevi kod podnog grijanja iznosi od 5 do 35 cm. Mogu se polagati u dva osnovna oblika:

- **u obliku meandra (zmijoliki oblik)**, gdje su cijevi položene paralelno s vanjskim zidom i s zavojima od 180°. Kako opada temperatura polaza tako i površinska temperatura opada s jedne na drugu stranu prostorije. U području prema vanjskom zidu i prozoru gdje je veća potreba za toplinom cijevi se mogu postaviti gušće.
- **u spiralni (bifilarni) oblik**. Cijevi polaza i povrata leže jedna uz drugu, pa je temperatura poda jednaka u cijeloj prostoriji. Promjena smjera cijevi izvedena je pod 90° što iziskuje manje savojno opterećenje cijevi pri postavljanju.



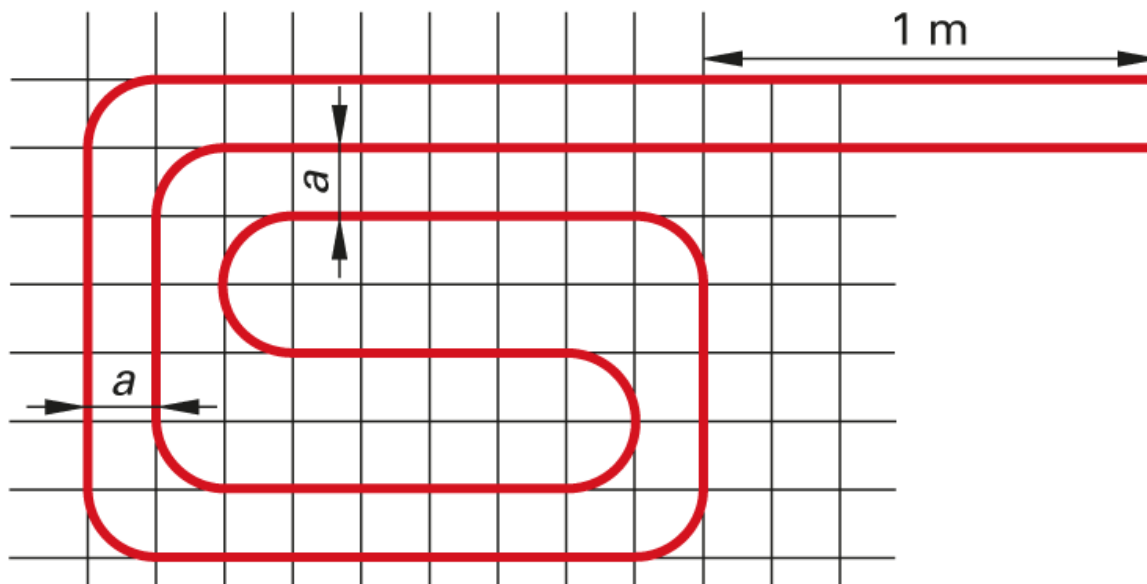
Veće prostorije izvode se sa više krugova grijanja. Maksimalna dužina cijevi jednog kruga iznosi do **120 m**, a maksimalna površina jednog kruga do **40 m²**. Cijev jednog kruga grijanja ne smije se spajati u podu. Sve cijevi jedne etaže spojene su u razvodnom ormaru na razdjelnik polaza i povrata.



Prezime i ime _____

Vježba-zadatak:

1. Potrebno je odrediti dužinu cijevi podnog grijanja ako razmak cijevi odgovara rasteru od 15 cm, a radius savijanja je također 15 cm
2. Izračunaj koliko vode stane u tu cijev ako je ona dimenzija 15x1



Rješenje: 1,513 litara

Vježba: -izračunaj veličinu x tako da spremnik za lož ulje ima volumen 3000 litara. Izračunaj površinu lima koja je potrebna za izradu spremnika. Izaberi sirove dimenzije lima uz uvjet najmanje potrošnje lima.

Uputa: najprije izračunaj volumen gornjeg i donjeg poluvaljka, a zatim iz ostatka volumena (kvadar) potrebnu visinu x .



Pitanja za ponavljanje

1. Što su crpke? Koje ih veličine karakteriziraju i u kojim se jedinicama izražavaju?
2. Koje vrste crpki se koriste kod toplovodnih centralnih grijanja?
3. Objasni mjesto i način ugradnje crpke grijanja.
4. Nacrtaj karakteristiku centrifugalne crpke i objasni što ona pokazuje.
5. Što su otpori strujanja i o čemu ovise?
6. Nacrtaj karakteristiku instalacije i protumači njezino značenje.
7. Što je radna točka instalacije. Što znači premala a što prevelika izabrana crpka za rad instalacije?
8. Prikaži dijagramom i objasni što se događa ako se npr. zatvori jedan radijator u krugu grijanja.
9. Koje vrste crpki s obzirom na regulaciju, se koriste kod toplovodnih sustava grijanja?
10. Objasni zbog čega se ogrjevna tijela uglavnom postavljaju na vanjskom zidu ispod prozora.
11. Nabroji sve izvedbe radijatora koje poznaješ.
12. Koje su karakteristike člankastih radijatora i kako se spajaju?
13. Objasni što su ventilski radijatori i kako se spajaju.
14. Što spada u armaturu radijatora i koja je njezina uloga?
15. Što je konvektor i koje su njegove karakteristike?
16. Što su panelna grijanja i koje su njihove prednosti i nedostaci?
17. Navedi podjelu podnog grijanja s obzirom na način polaganja i oblik polaganja.
18. Koje su preporučene dodirne temperature poda kod podnog grijanja u pojedinim prostorijama?
19. Navedi dijelove kompaktne regulacijske stanice za podno grijanje i njihove uloge?
20. Objasni način regulacije polazne temperature podnog grijanja pomoću kompaktne regulacijske stanice.
21. Što je RTL ventil?
22. Objasni način regulacije sobne temperature termoelektričnim pogonima (aktuatorima)
23. Što znači pojam „sistemska razdvajanje“ kod podnog grijanja?
24. Objasni načine regulacije temperature kod podnog grijanja.

3. ARMATURA INSTALACIJE GRIJANJA

Armaturom smatramo sve dijelove koji čine opremu cijevne mreže, grijaćih tijela, kotlova i ostalih dijelova grijanja koji im osiguravaju ispravno djelovanje.

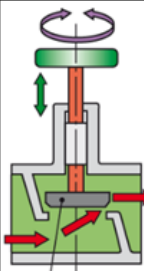
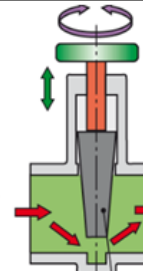
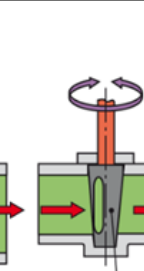
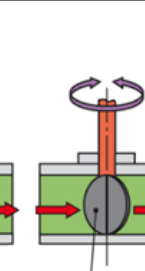
VRSTE ARMATURA INSTALACIJE GRIJANJA		
Vrsta armature:	Zadaće:	Primjeri:
ZAPORNA ARMATURA	Zatvaranje dijelova vodova	Ventili, slavine, zasuni, zaklopke
REGULACIJSKA ARMATURA	Regulacija tlaka, temperature, protoka	Termostatski ventil, miješajući ventil
MJERNA ARMATURA	Mjerenje tlaka, temperature, protoka	Manometar, termometar, mjerac količine topline
SIGURNOSNA ARMATURA	Sprječavanje previsokog tlaka i temperature	Sigurnosni ventil, termički ispusni ventil

Zahtjevi koji se postavljaju na armature grijanja:

- mala težina i gabariti, standardizirani priključci radi olakšane montaže,
- lagano posluživanje te oblik s malom mogućnošću ozljeđivanja,
- mali padovi tlaka i rad sa što manje buke i šumova,
- korozijska postojanost,
- dugi vijek trajanja.

Zaporna i regulacijska armatura

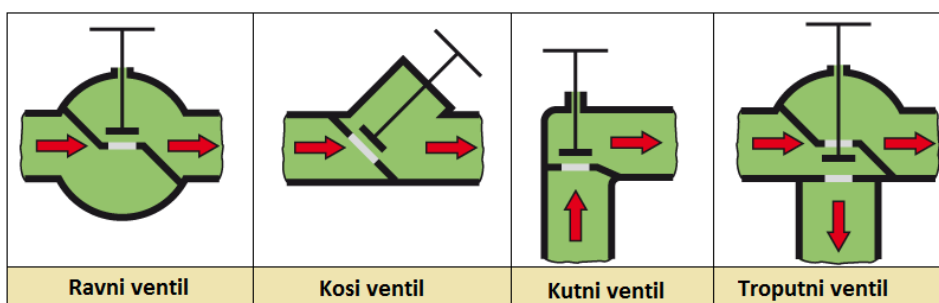
Zaporna i regulacijska armatura se u prvom redu dijeli prema principu zatvaranja na:

SIMBOL				
				
	tanjur	konus	kugla ili konus	zaklopka
zatvaranje	više okretaja		1/4 okretaja (90°)	
NAZIV	VENTIL	ZASUN	SLAVINA	ZAKLOPKA

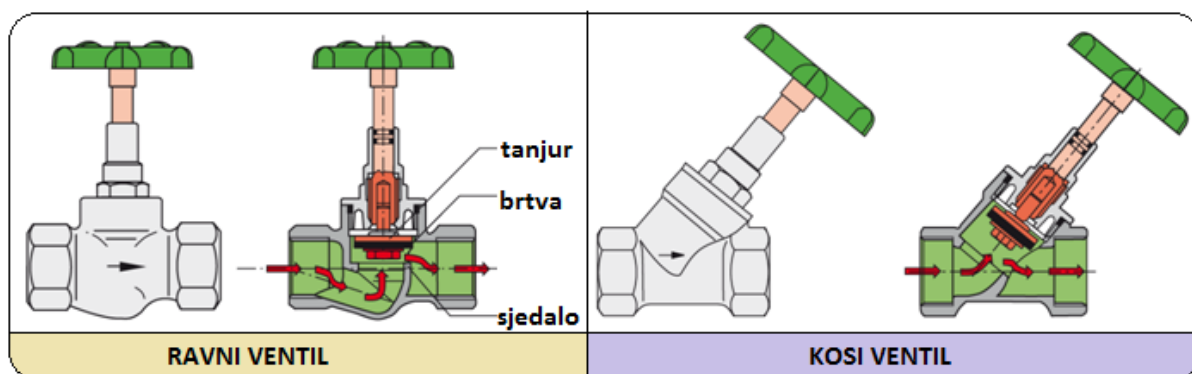
Ventili

Imaju zaporno tijelo najčešće u obliku tanjura ili konusa koji dosjeda na ventilsko sjedalo. Pomak zapornog tijela izvodi se navojnim vretenom. Kod ugradnje ventila je potrebno **paziti na smjer strujanja tekućine**, jer su **otpori protjecanja u suprotnom smjeru znatno veći**, a i **sila potrebna za otvaranje ventila je veća**.

Prema obliku kućišta razlikujemo **ravne, kose, kutne i troputne ventile**,



a prema položaju sjedišta ventile s **ravnim i kosim sjedištem**. Otpori protjecanja manji su kod ventila s kosim sjedištem.



Troputni ventili

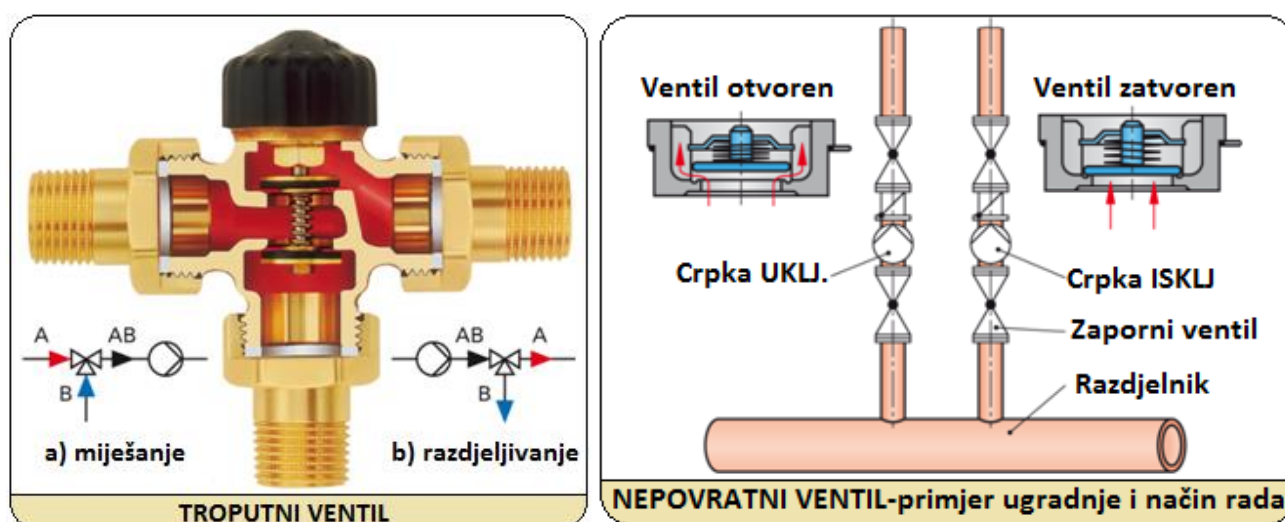
(dreiwegeventil)

Imaju ulogu **miješanja** tekućine iz dva smjera, ili **razdjeljivanja** tekućine na dva smjera, zavisno od mjesta ugradnje (prije ili poslije crpke – *vidi sliku*)

Nepovratni ventili

(rückschlagventil)

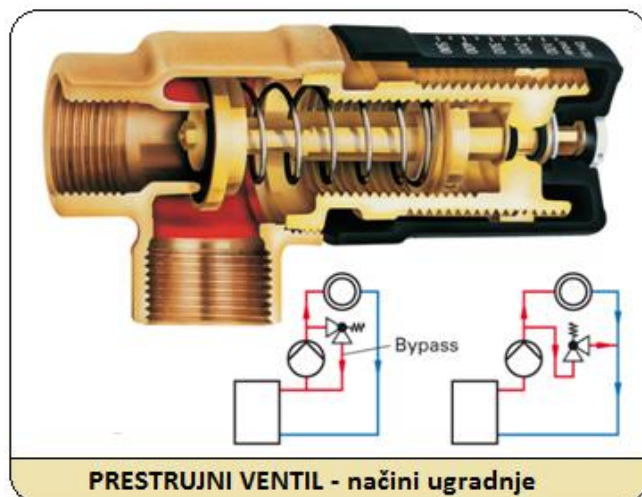
Dozvoljavaju prolaz tekućine u jednom smjeru, a u drugom ga sprječavaju. Primjer korištenja nepovratnog ventila kod grijanja je ugradnja iza cirkulacijske crpke, gdje sprječava strujanje tekućine uslijed gravitacije (gravitacijska kočnica).



Prestrujni ventil

(überströmventil)

Osigurava minimalni protok vode kroz kotao ili regulira diferencijalni tlak u sustavu. Koristi se kod kotlova s malim obujmom vode.



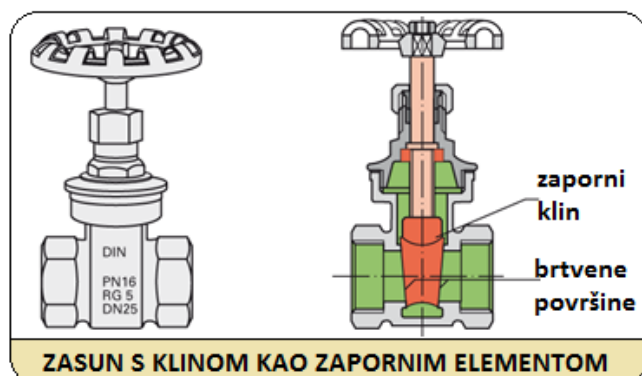
Granski ventili („strang“ ventili)

Služe za zatvaranje i pražnjenje/punjenje pojedinih grana cijevne mreže. Osim toga oni mogu poslužiti kao ventili za ručno balansiranje pojedinih dijelova mreže. U svrhu balansiranja ugrađuju se, kod većih sustava, i automatski granski regulatori diferencijalnog tlaka.



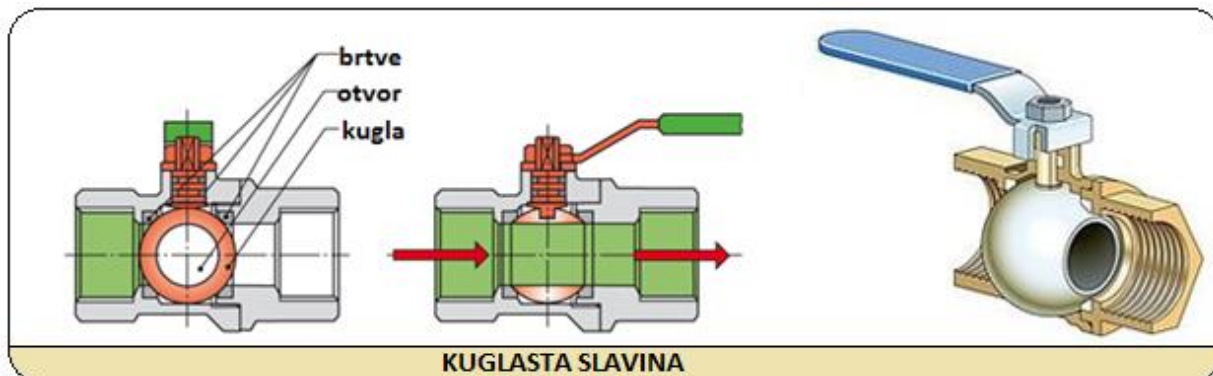
Zasuni

Zasuni imaju zaporni element u obliku klina, paralelne ploče ili klip, koji se pri zatvaranju spuštaju okomito na smjer strujanja tekućine. Spuštanje se izvodi pomoću navojnog vretena u više okretaja. Imaju manji otpor protjecanja i manji prostor ugradnje od ventila. Brtvljenje je metalno, pa su skloniji propuštanju nakon duže upotrebe. Kod grijanja se manje koriste.



Slavine

Slavine imaju zaporni element u obliku klina ili češće kugle (kuglasta slavina). Kugla je izvedena od kromiranog mesinga ili nehrđajućeg čelika, visoko ispolirana. Na sebi ima otvor kroz koji se odvija protjecanje kada je slavina otvorena. Otvaranje se izvodi zakretanjem ručice za 90°. Naglo zatvaranje kod većih protoka može izazvati nepovoljne udarce, pa se koristi kao zaporna armatura koja se ne mora često otvarati i zatvarati (armatura za punjenje i pražnjenje prilikom remonta).

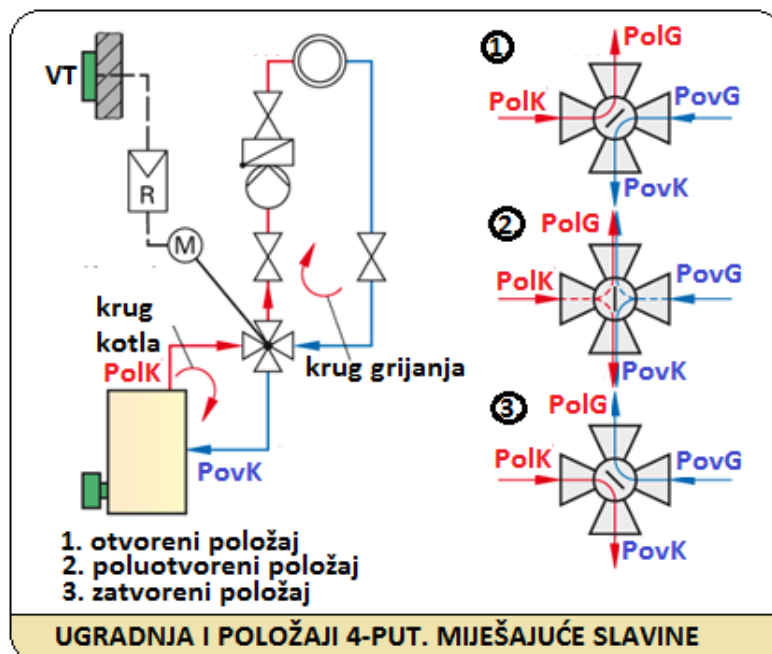


3-putne i 4-putne slavine (miješajuće slavine)

Služe kao izvršni član kod grijanja s regulacijom temperature polazne vode. Ugrađuju se ispred cirkulacijske crpke.

Troputna miješajuća slavina koristi se kod regulacije polaznom temperaturom i kod mješovite regulacije

Četveroputna miješajuća slavina može razdvajati ili miješati vodu kotlovskog kruga i kruga grijanja. Za razliku od troputne slavine, četveroputna slavina **regulira i temperaturu povrata**. Time se sprječava korozija uslijed kondenzacije kod standardnih i niskotemperaturnih kotlova.



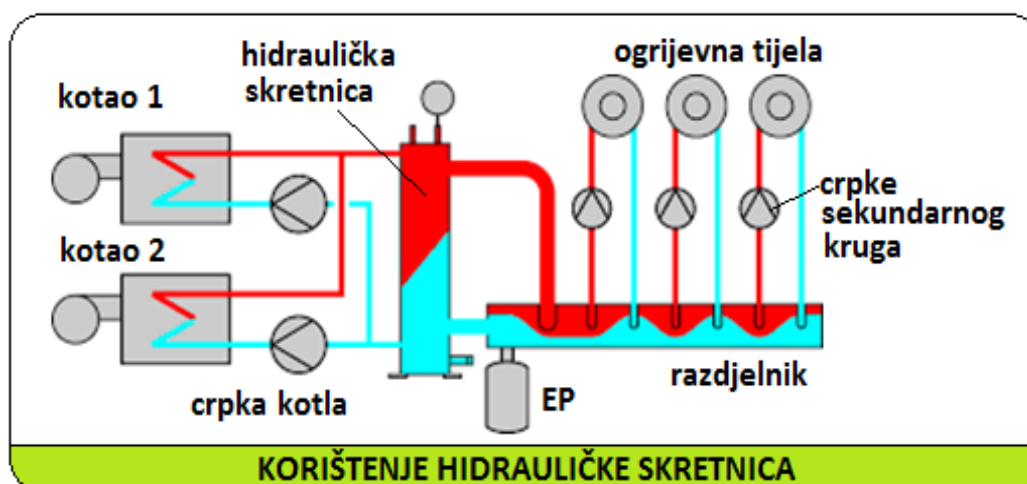
Zaklopke

Imaju zaporni element u obliku ploče u okruglom kućištu. Zatvaranje se izvodi zakretanjem ručice za 90°. Mogu služiti kao zaporne ili armature za regulaciju protoka. U otvorenom položaju imaju mali otpor protjecanja.



Razdjelnici grijanja (u radu)

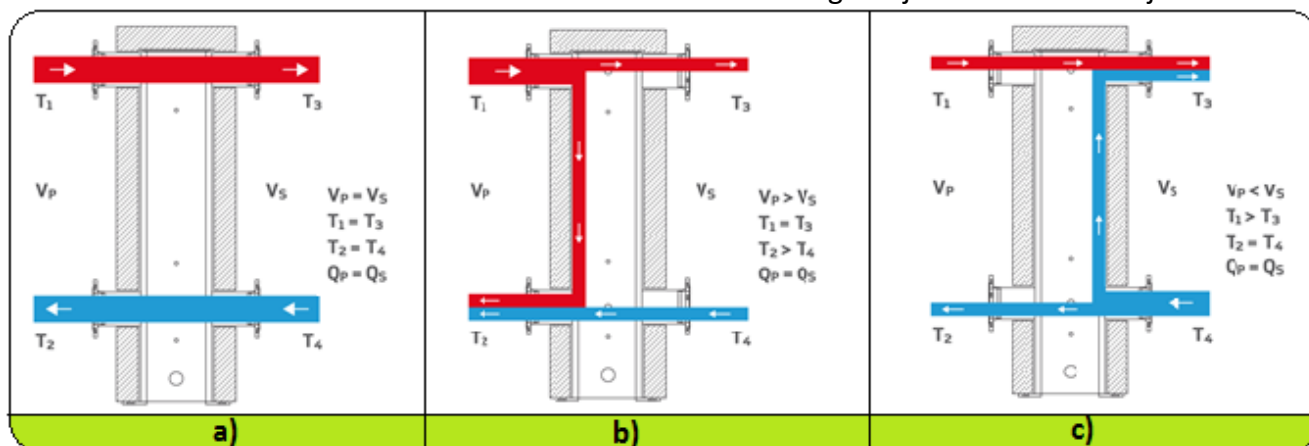
Hidraulička skretnica (hidraulički razdvajač)



Zadaća hidrauličke skretnice je hidraulički **razdvojiti kotlovski krug (primarni) i krug/krugove grijanja (sekundarni)**. To je naročito bitno kod sustava kod kojih su protoci u primarnom krugu različiti od protoka u sekundarnom krugu, što je i najčešće slučaj. Osim toga hidraulička skretnica **uklanja problem međusobnog utjecaja primarne crpke i sekundarnih crpki na regulacijske ventile**.

Hidraulička skretnica se osim toga koristi i kao mjesto za odzračivanje te ispuštanje nakupljenog taloga iz sustava.

Zavisno od režima rada kod hidrauličke skretnice mogu se javiti tri radna stanja:



a) protok u kotlovskom krugu jednak je protoku u krugu grijanja
 Skretnica je u ovom slučaju „neutralna“, tj. temperatura i protok su izjednačeni.

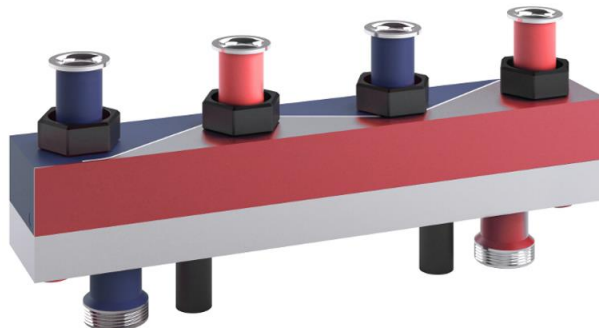
b) protok u kotlovskom krugu je veći nego protok u krugu grijanja
 Ovaj slučaj može nastupiti kod kotlova koji nemaju reguliranu crpku. Pri djelomičnom opterećenju crpka kotla dobavlja veći protok nego što je potrebno u sekundarnom krugu, pa će se dio vode iz polaznog voda vratiti i pomiješati s vodom u povratnom vodu.

c) protok u kotlovskom krugu je manji nego protok u krugu grijanja

To je slučaj kada sekundarni krug treba više vode nego što je crpka kotla može dobiti (npr. kod jutarnjeg uključivanja grijanja). Povratna voda sekundarnog kruga se vraća u polazni vod čime je omogućeno da se svi radijatori zagrijevaju jednako brzo. Temperatura polaza sekundarnog kruga je manja od temperatura polaza primarnog kruga.

Ovakav slučaj javlja se i kod zamjene kotla kod starih grijanja. Noviji kotlovi uobičajeno sadrže manje vode.

Hidraulička skretnica može se kombinirati sa razdjelnikom tj. mogu biti izvedeni kao jedna cjelina. (slika ispod)



4. MONTAŽA GRIJANJA

(u radu -praksa)

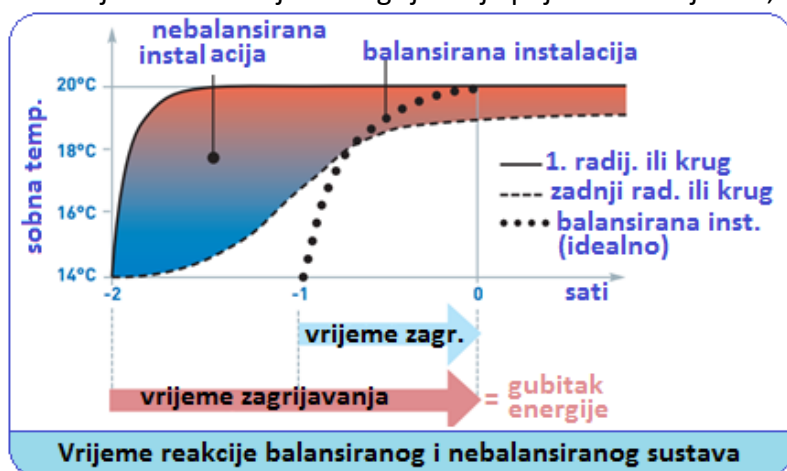
5. BALANSIRANJE (URAVNOTEŽENJE)

Hidrauličko balansiranje (uravnoteženje) instalacije grijanja je postupak kojim se osigurava da svako grijače tijelo dobije onoliko topline koliko je potrebno da postigne željenu temperaturu u prostoru.

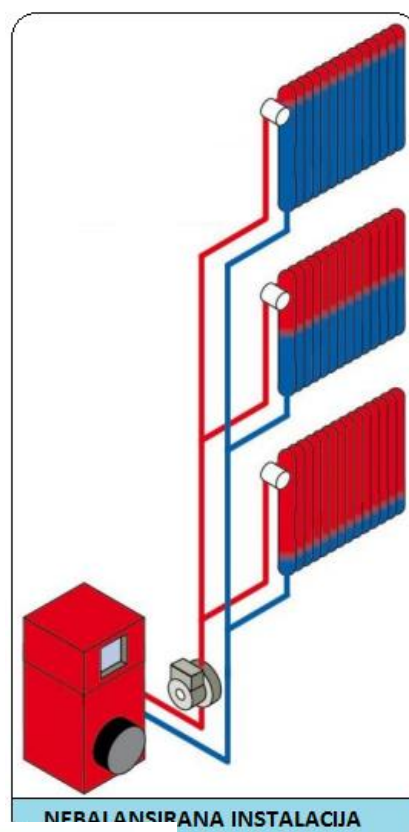


Problemi kod grijanja koje nije hidraulički balansirano:

- pojedinačne prostorije ne dobivaju ujednačenu količinu topline. Najudaljeniji radijatori ne griju dovoljno jer ne dobivaju dosta protoka zbog pada tlaka,
- neujednačeno vrijeme zagrijavanja pojedinih radijatora,



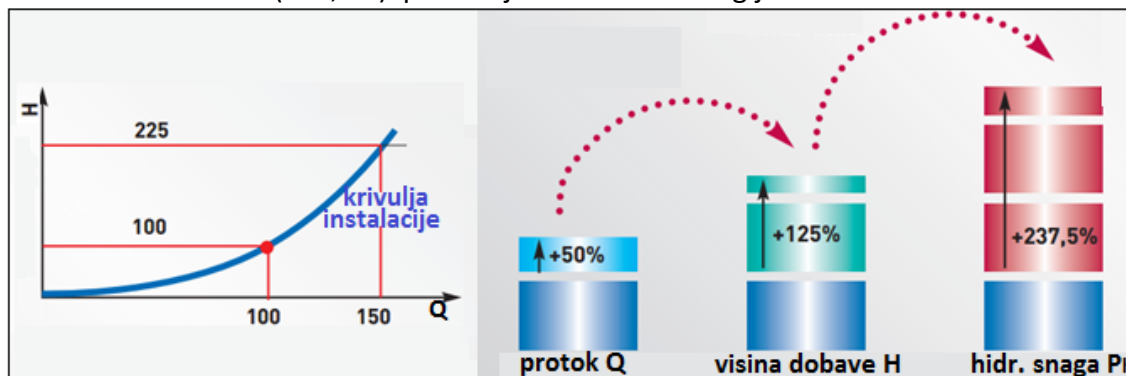
- loša regulacija termostatskih ventila,
- problemi s bukom, (termostatski ventili „fučkaju“)
- prevelika ili premala temperatura povrata.



Kako to najčešće rješavaju „majstori“!?

- **Povećanje tlaka ugradnjom jače crpke?**

– da bi se protok povećao 50% mora se tlak povećati za 125%, a snaga pumpe za 237,5%, a to znači isto toliko veću (237,5%) potrošnju električne energije.



- **Povećanje temperature polazne vode?**

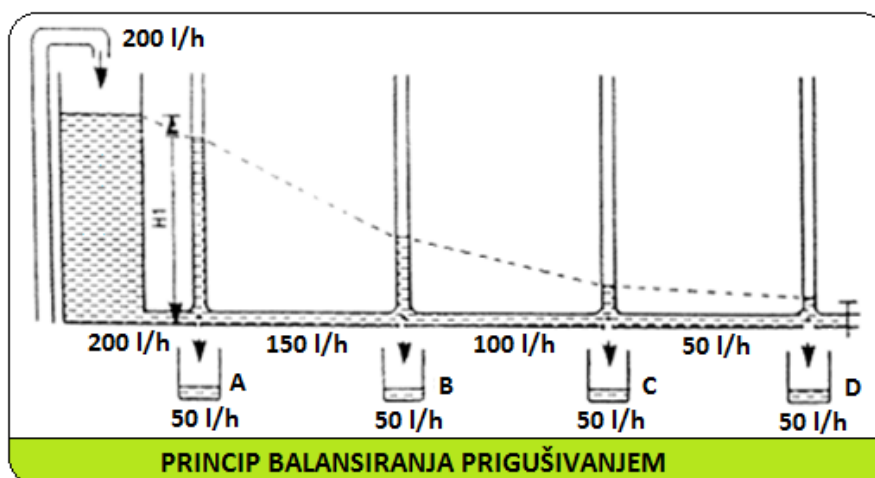
– doći će do pregrijavanja preostalih prostorija. A porast temperature za 1°C znači porast troškova energenta za 6%

Prava rješenja:

1. Podešavanje protoka ručnim prigušnim ventilima na radijatoru:

Princip:

Radijatorima koji su bliži crpki, kod kojih je tlak (razlika tlaka) veći, smanjuju se protočni otvori, dok se kod radijatora kod kojih je tlak (razlika tlaka) manji povećavaju protočni otvori. Na taj način svi radijatori dobivaju istu dobavnu količinu tople vode.



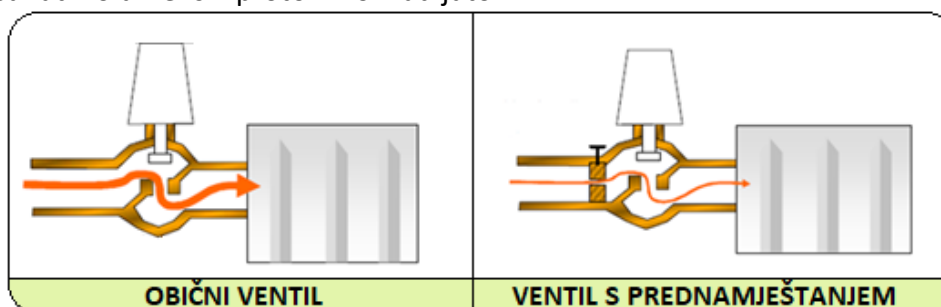
<http://imptermo.hr/video/danfoss-regulacija-protoka.mp4> (animacija)

Ovakav način balansiranja može se izvesti kod manjih sustava grijanja kao što su obiteljske kuće. Dva su načina kako se to može izvesti:

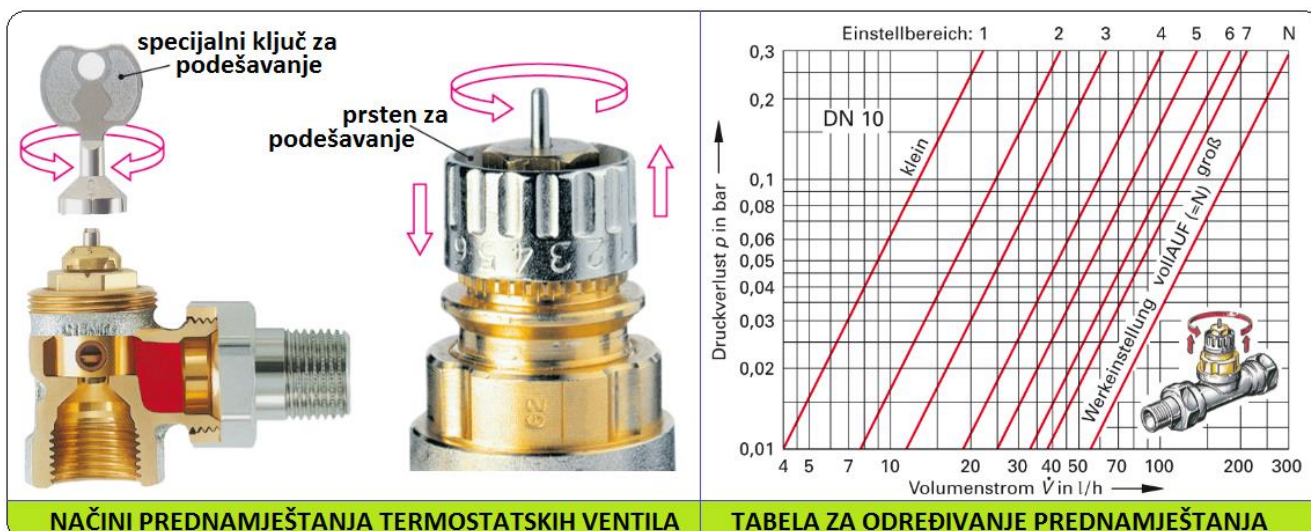
a) termostatskim ventilima s prednamještanjem,

<https://www.youtube.com/watch?v=s56yqW0rz6k>

To su ventili koji imaju mehanizam koji omogućuju da se prilikom balansiranja sustava podesi predviđeni izračunati volumenski protok kroz radijator.

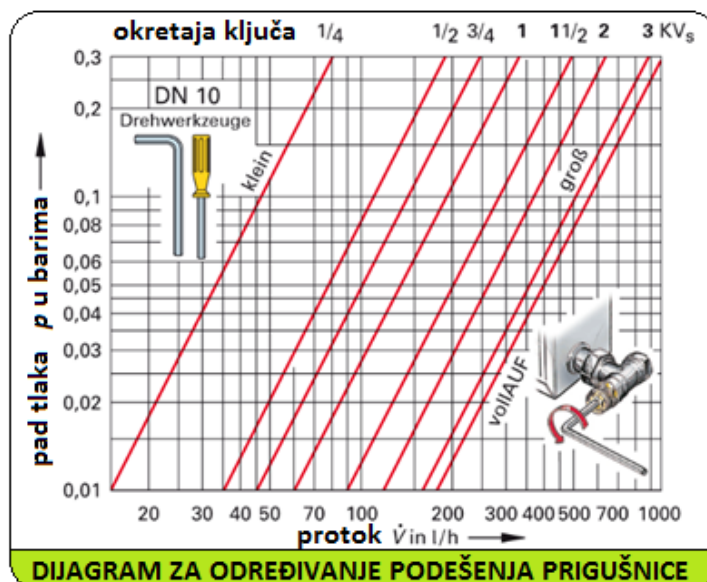


Veličina prednamještanja određuje se iz tabele proizvođača prema projektiranom protoku i tlaku u instalaciji.



b) prigušnim ventilom (prigušnicom) na povratu. (vidi gradivo Armature radijatora)

Način podešavanja je takav da se prigušnica zatvori do kraja a zatim se, prema potrebnom protoku i padu tlaka iz dijagrama očita potreban broj okreta ključa za otvaranje prigušnice.

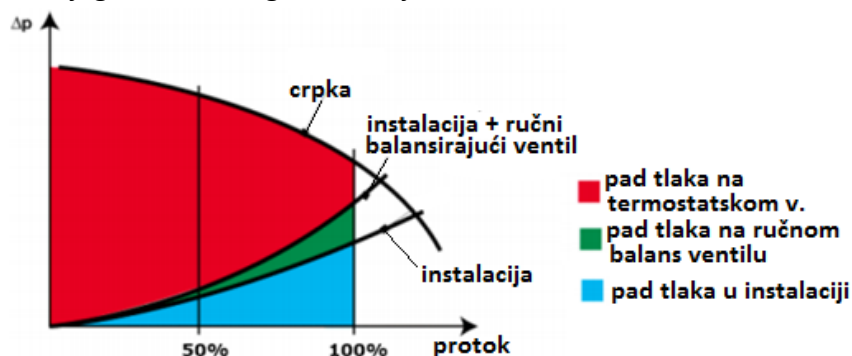


Drugi način podešavanja je da se prate temperature u svim prostorijama kroz nekoliko dana te da se prema brzini postizanja temperature u prostoriji podesi prigušnica.

No, balansiranje metodom prigušivanja ima određene nedostatke. Naime, kod djelomičnog opterećenja (jedan ili više ventila se zatvori), **pad tlaka na termostatskim ventilima je velik (ilustracija ispod)**, a na ručnom balansirajućem ventilu (prigušnici) mali, pa balansirajući ventil nema više gotovo nikakav utjecaj na regulaciju. Termostatski ventil gubi na sposobnosti regulacije i zbog visokog tlaka **javlja se buka na termostatskim ventilima**.



Prikazano dijagramom to izgleda na sljedeći način:

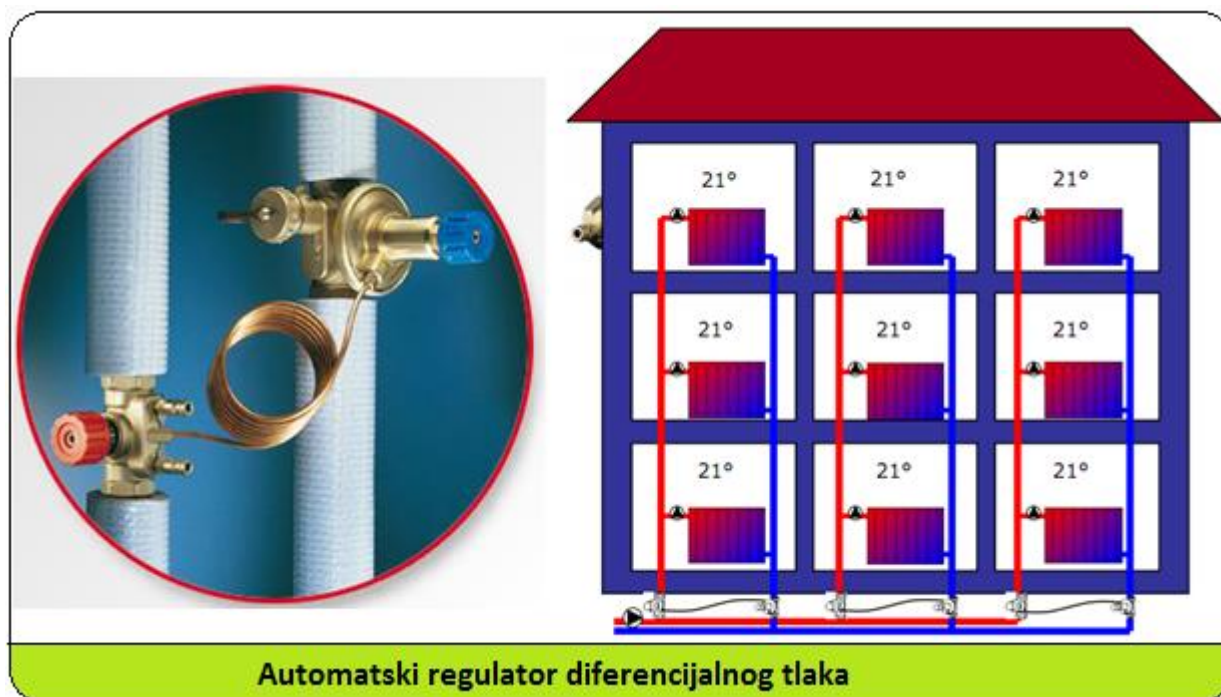


[Abgleich_Pr%C3%A4sentation-Fischer-130318.pdf](https://www.youtube.com/watch?v=GGFjq0Ah5yg)

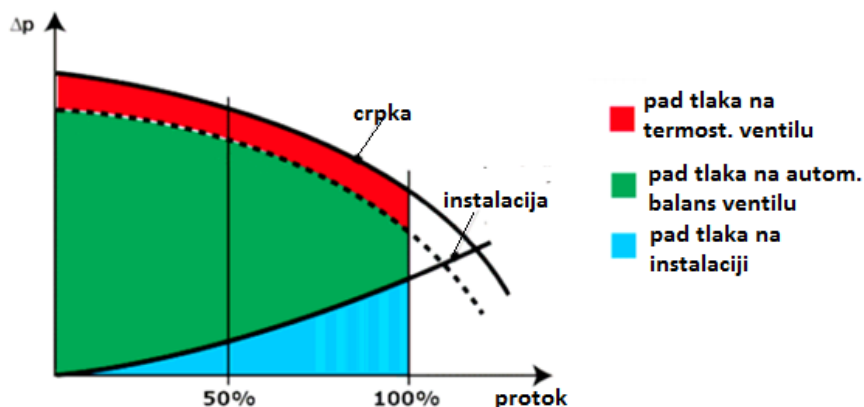
<https://www.youtube.com/watch?v=GGFjq0Ah5yg>

2. Automatskim balansirajućim ventilima i ventilima s prednamještanjem

Ovaj način koristi se u većim zgradama. Automatski balansirajući ventil je **regulator diferencijalnog tlaka** koji osigurava termostatskim ventilima stalnu razliku tlaka bez obzira na opterećenje. Ventil se sastoji od dva dijela od kojih se jedan ugrađuje na polazni a drugi na povratni vod, a međusobno su povezani kapilarom. Na radijatorima se ugrađuju ventili s prednamještanjem.



Automatski balansirajući ventili osiguravaju da na termostatskom ventilu bude uvijek isti tlak, tako da on radi uvijek pri istim uvjetima, a sav višak razlike tlaka pri smanjenim protocima preuzima automatski balansirajući ventil.



Ugradnja regulatora diferencijalnog tlaka preporučuje se kod kondenzacijskih uređaja koji imaju ugrađenu crpku koja je obično predimenzionirana.

3. Elektronski reguliranim crpkama s konstantnom ili promjenljivom razlikom tlaka

Koristi se kod manjih sustava, gdje elektronski **regulirana crpka ima ulogu regulatora diferencijalnog tlaka – visokoučinske crpke**, a to znači da bez obzira na opterećenje uvijek daje isti tlak.



VISOKOUČINSKE CRPKE

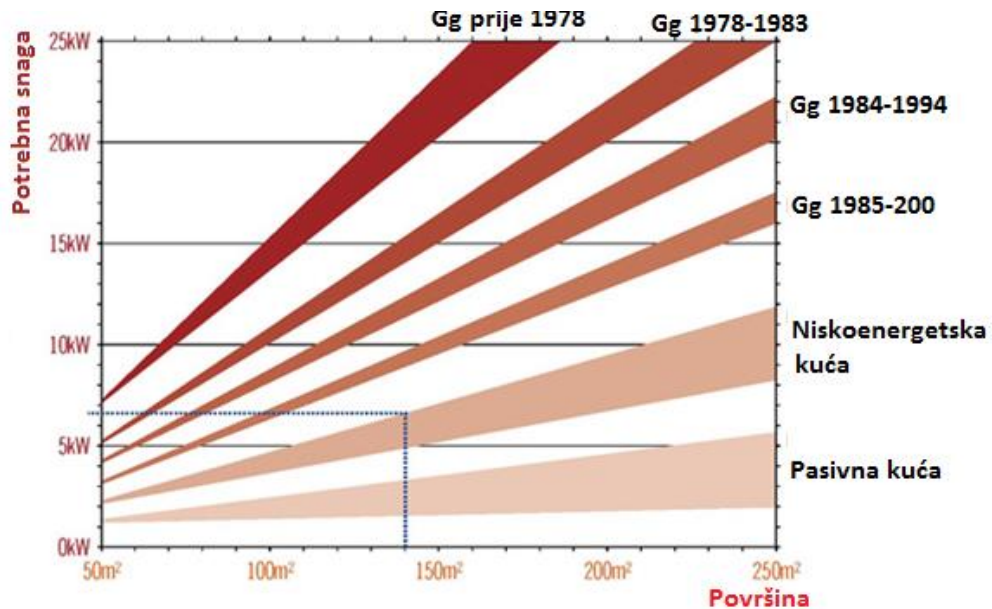
Hidrauličko balansiranje kod postojećih grijanja (postupak)

1. Određivanje specifičnih toplinskih gubitaka pojedinih prostorija (W/m^3)
-potrebnu toplinsku snagu moguće je odrediti detaljno proračunom ili okvirno prema priručnim tablicama.....,

Tip gradnje*	W/m^3
Ultra-nisko energetska kuća	15-30
Nisko energetska kuća	25-40
Zgrade prema normi EnEV 2002	30-50
Zgrade prema normama o termičkoj zaštiti iz 1995	40-60
Zgrade prema normama o termičkoj zaštiti iz 1982	60-100
Zgrade prema normama o termičkoj zaštiti iz 1977	70-130
Zgrade bez termičke zaštite prije 1977	130->200

*njemački izvor

.....ili iz dijagrama,



2. Određivanje toplinskih gubitaka prostorija (ukupno)
3. Utvrđivanje toplinske snage postojećih grijaćih tijela
4. Određivanje sistemske temperature
5. Proračun protoka grijaćih tijela i izbor termostatskih ventila s prednamještanjem
6. Odrediti vrijednost prednamještanja
7. Određivanje ventila diferencijalnog tlaka (za veće zgrade)
8. Određivanje crpke
9. Izrada dokumentacije

II REGULACIJA GRIJANJA

Uloga regulacijske opreme je:

<http://www.lsi.at/category/heizung/regelung/>

- postići toplinsku ugodnost u prostorima stanovanja prilagođenu različitim vanjskim vremenskim uvjetima i osjećaju ugone pojedinca,
- ostvariti što manje troškove grijanja,
- što više smanjiti štetne utjecaje na okoliš.

Regulaciju toplinske snage grijaćih tijela moguće je postići na dva načina:

1. **promjenom temperature polazne vode**, (npr. prema vanjskoj temperaturi),
2. **promjenom volumena vode koji protječe kroz grijaća tijela (promjena protoka)**

Današnji sustavi grijanja najčešće koriste regulaciju polazne temperature prema vanjskoj temperaturi za kompletni objekt, a za pojedinačnu regulaciju u prostorijama se koristi količinska regulacija s termostatskim ventilima.

Osnove regulacije

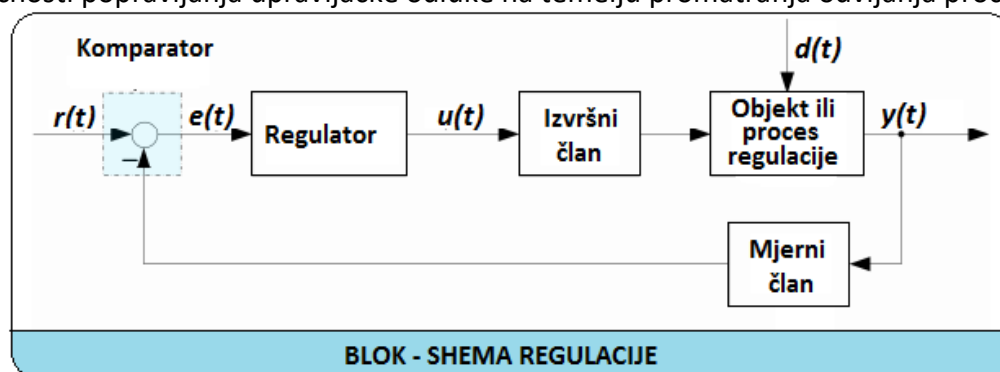
Automatska regulacija po definiciji je **automatsko održavanje željenog stanja** nekog procesa ili mijenjanje tog stanja po određenom zakonu, bez obzira na djelovanje vanjskih i unutarnjih poremećaja.

To se postiže pomoću **povratne veze**, koja omogućava usporedbu izmjerene vrijednosti neke veličine reguliranog procesa sa njenom željenom vrijednosti (referencijom), te se na temelju razlike tih dviju veličina odlučuje kako proces usmjeriti.

Varijabla koju se želi regulirati mjeri se, i šalje se nazad u uređaj namijenjen vođenju. Pri tom se uspoređuje željena i stvarna vrijednost, na temelju njihove razlike djeluje neki regulacijski zakon, koji šalje naredbu izvršnom uređaju da bi se smanjila razlika između željene i stvarne vrijednosti. To zovemo regulacijom.

Upravljanje je postupak pri kojem jedna ili više ulaznih veličina utječu na jednu ili više izlaznih veličina nekog procesa prema zakonitostima svojstvenim upravljanom procesu. Pri tom se upravljanje odvija u „**otvorenom krugu**“.

To znači da, za razliku od regulacije, kod upravljanja nema povratne veze koja će omogućiti usporedbu željene i stvarne vrijednosti, niti će se proces usmjeravati na temelju njihove razlike. Stoga nema mogućnosti popravljivanja upravljačke odluke na temelju promatranja odvijanja procesa.



$r(t)$ – referentna veličina, (nazivna ili vodeća veličina) –predstavlja željeno stanje regulirane veličine

$y(t)$ – regulirana veličina (izlaz), mjeri se mjernim članom (osjetnik, davač, senzor)

$e(t)$ – regulacijsko odstupanje, jer razlika između referentne i regulirane veličine koja ulazi u regulacijski uređaj i potiče njegovo djelovanje

$d(t)$ –poremećajna veličina, smetnja, utječe (ometa) na stvarnu vrijednost regulirane veličine

$u(t)$ –postavna (izvršna) veličina. To je izlazni signal iz regulatora i ulazni signal u proces regulacije. Ta veličina upravlja izvršnim članom ili uređajem.

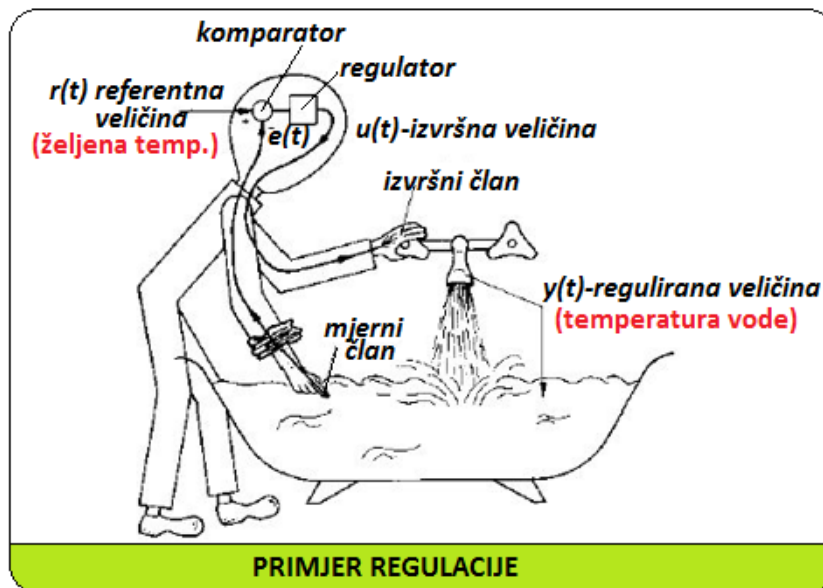
Želimo li zorno dočarati pojam regulacije možemo reći:

Senzori predstavljaju „oči“, „dodir“, „miris“ ili neko drugo osjetilo

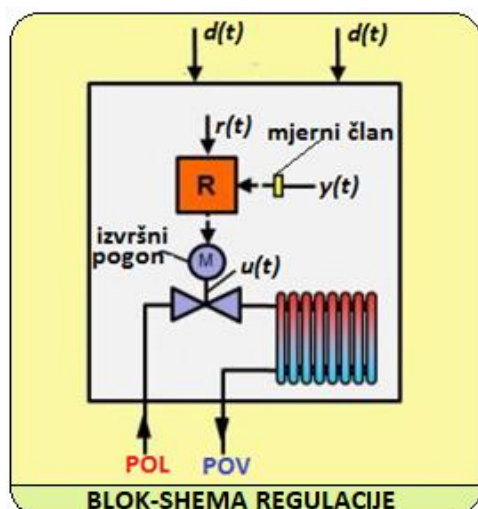
Izvršni uređaji ili aktuatori su „mišići“

Komunikacioni kanali su „živci“

Regulatori su „mozak“



Osnovni pojmovi na primjeru grijanja



$r(t)$ –referentna veličina –namještena temperatura na termostatu ili izabrana krivulja na regulatoru

$y(t)$ -regulirana veličina –sobna temperatura, temperatura polaza, temperatura vode u kotlu, **$d(t)$ –poremećajna veličina** –toplina sunca, boravak više ljudi u prostoriji, strano grijaće tijelo, **$u(t)$ –izvršna veličina** -pomak vretena ventila

izvršni član – termostatski ventil

mjerni član –bimetal u termostatu

Regulator je uređaj koji generira postavnu (izvršnu) veličinu koja djeluje na proces regulacije

Kontinuirani regulatori – na izlazu daju kontinuirano promjenljivi signal (proporcionalni, integrirani, diferencijalni)

Diskretni regulatori – dvopoložajni, tropoložajni regulatori (npr. sobni termostad, termostad na pegli ili grijalici)

Nadalje se još regulatori dijele prema izvoru energije koji koriste:

Regulatori koji ne koriste vanjsku energiju – npr. termostatski ventili, regulatori diferencijalnog tlaka,

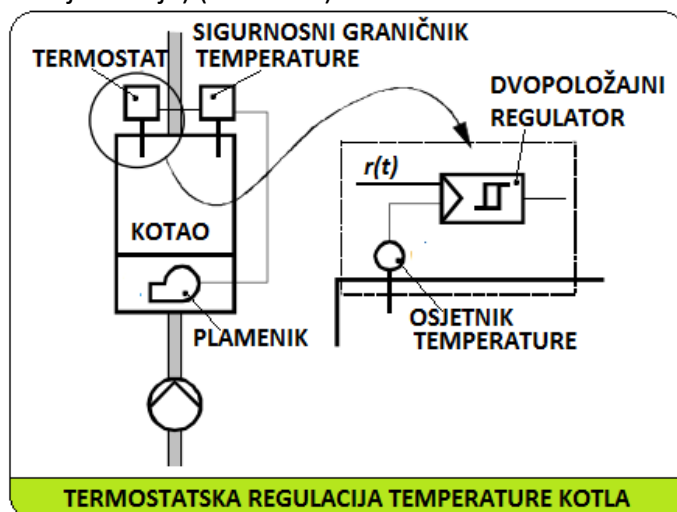
Regulatori koji koriste vanjsku energiju – npr. miješajući ventili

Regulacija u današnjim sustavima grijanja obično se izvodi u dva ili više regulacijskih krugova. No u svakom grijanju obavezna je regulacija temperature vode u kotlu.

1. Regulacija temperature vode u kotlu

Kod standardnih kotlova regulacija temperature vode u kotlu svodi se na **održavanje konstantne temperature** postavljene na termostatu kotla. To je termostatska regulacija koja uključuje i

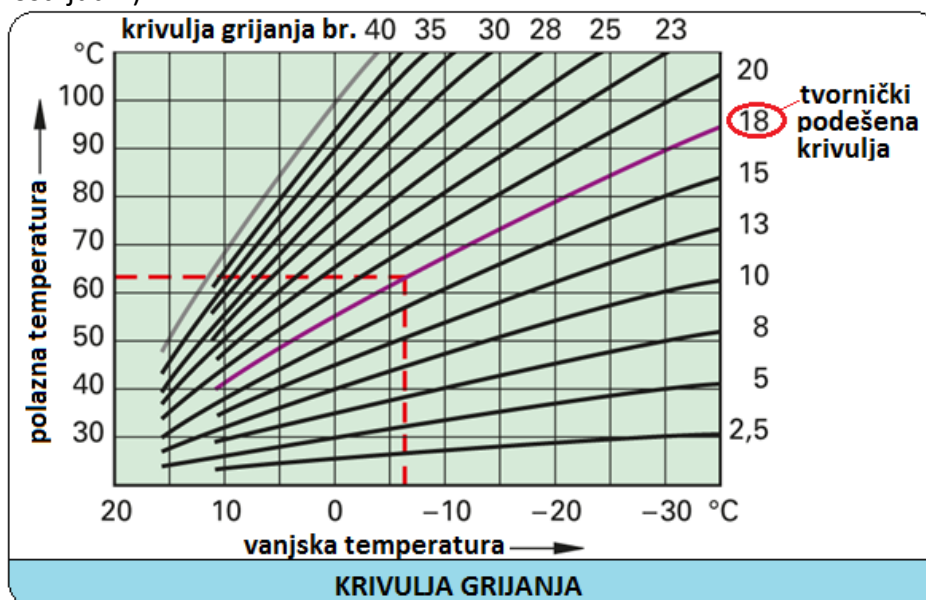
isključuje plamenik i drži temperaturu vode konstantnom unutar histereze. (**Histereza** - razlika između temperature uključivanja i isključivanja) (oko 10°C).



Regulacija sobne temperature, kod grijanja s takvim kotlovima, izvodi se termostatskim ventilima i termostatom.

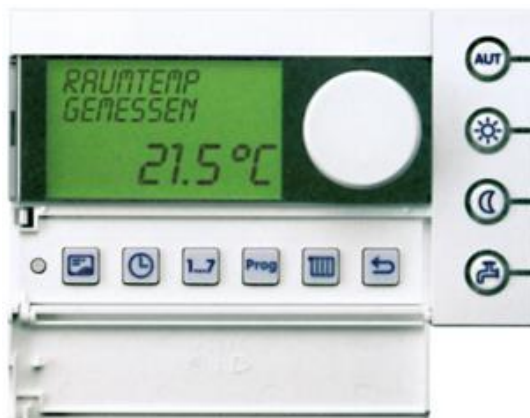
Kod modernih kotlova (niskotemperaturni kotlovi) se, radi uštede energije, temperatura vode u kotlu ne održava se cijelu sezonu konstantnom, već se mijenja s vremenskim uvjetima. Regulacija se izvodi na osnovu vremenskih prilika tj. vanjske temperature. Tako će pri vanjskoj temperaturi od 0°C temperatura vode u kotlu biti 55°C, a pri -10°C 65°C. Taj **odnos vanjske temperature i temperature vode** u kotlu je programiran u regulatoru i zove se **krivulja grijanja**, a takva regulacija se još naziva i **regulacija prema vanjskoj temperaturi**.

Ova regulacija može se optimirati dodatnim veličinama (dan/noć, vjetar, sunce, otvaranje prozora, prisutnost ljudi..).



<http://www.ing-büro-junge.de/html/technik.html>

Krivulja grijanja kao i svi ostali parametri podešavaju se na kotlu ili preko daljinskog upravljanja.

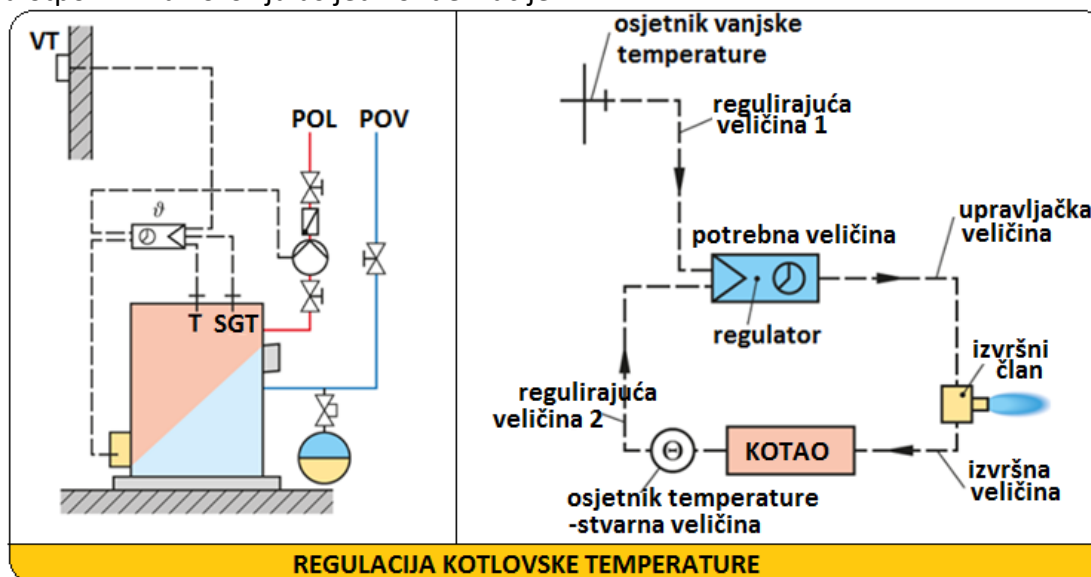


Princip regulacije

Vanjska temperatura i željena temperatura vode u kotlu su regulirajuće veličine i ulazne su veličine u regulatoru. Na temelju ulaznih veličina i postavljene krivulje grijanja regulator određuje upravljačku veličinu koja upravlja radom plamenika.

Osjetnik vanjske temperature se postavlja s vanjske strane sjevernog zida, zaštićen od sunca i vjetra.

Uvjet primjene ovakve regulacije je niskotemperaturni ili kondenzacijski kotao, izveden od materijala otpornih na koroziju usljed kondenzacije.

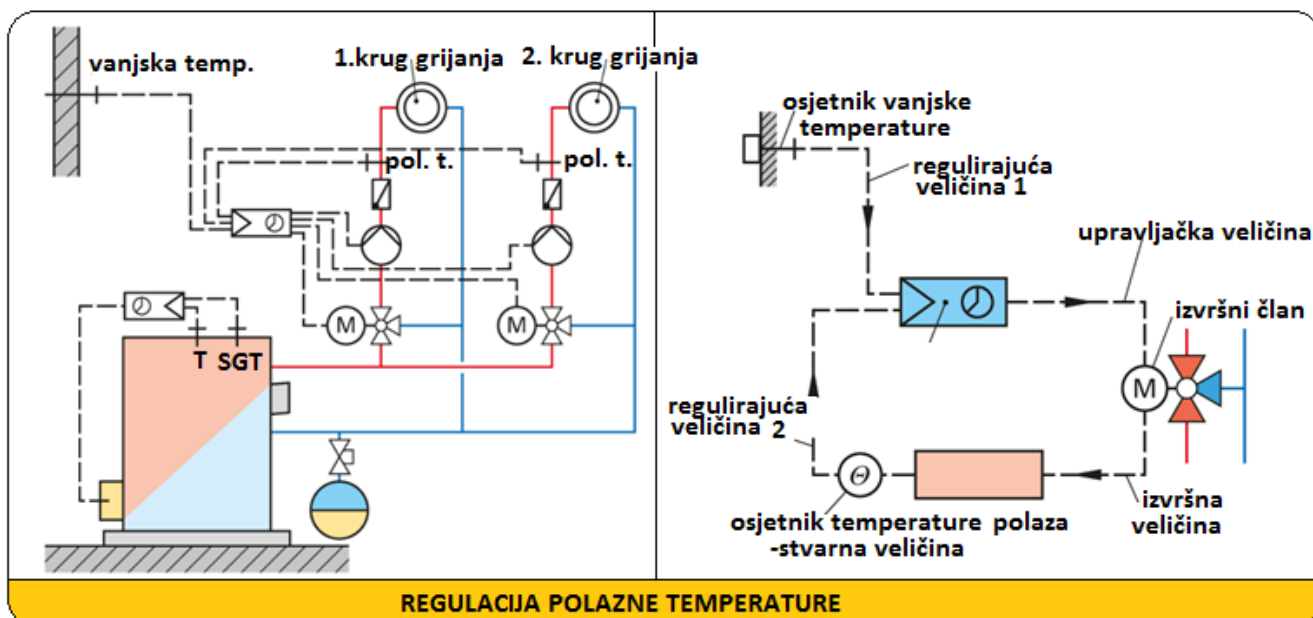


2. Regulacija polazne temperature (zonska regulacija)

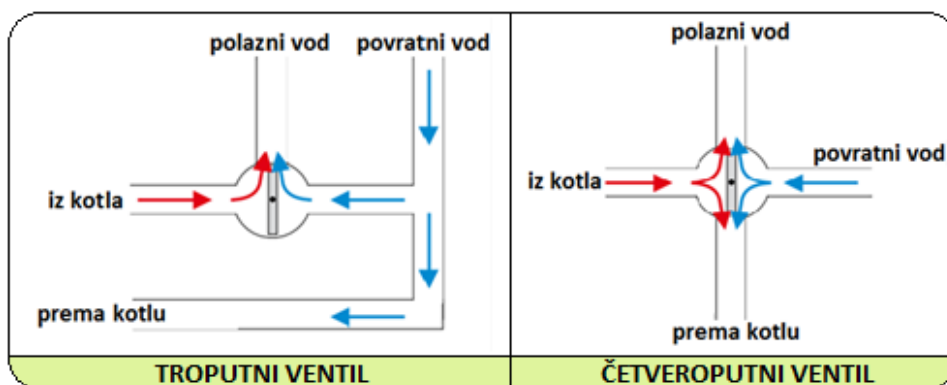
Po izlasku iz kotla voda ima određenu temperaturu (uglavnom konstantnu). Ta temperatura se može regulacijom prilagoditi potrebama pojedinih krugova grijanja (prostorija ili stanova).

Ovaj način regulacije koristi se uglavnom kod zgrada s više krugova grijanja (više stanova, sjeverna/južna strana i sl.). U takvim slučajevima je kotlovska temperatura konstantna (npr. 65° ili 70°C) i održava se kotlovskim regulacijskim krugom.

Polazna temperatura se održava za svaki krug grijanja posebno pomoću troputnog ili četveroputnog miješajućeg ventila. Ulazne veličine ovdje su vanjska temperatura i polazna temperatura. Regulator na temelju potrebne vrijednosti postavljene krivuljom grijanja djeluje na miješajući ventil.



Miješajući ventil služi za regulaciju temperature polaznog voda na način da miješa hladnu vodu iz povratnog i polaznog voda. Koristi se troputni ili četveroputni miješajući ventil.



Kod četveroputnog ventila se dio tople vode iz polaznog voda vraća u kotao pa je manja opasnost da temperatura u kotlu padne ispod temperature kondenzacije.

3. Regulacija sobne temperature (lokalna regulacija)

Regulacija kotlovske temperature (1) i regulacija polazne temperature (2) isporučuju svakoj prostoriji jednaku količinu topline (svedeno na volumen prostorije). Ne uzimaju u obzir energetske osobine pojedinih prostorija, kao i povremene lokalne izvore topline (lokalno grijanje, boravak više ljudi, perilica, sušilica i slični aparati).

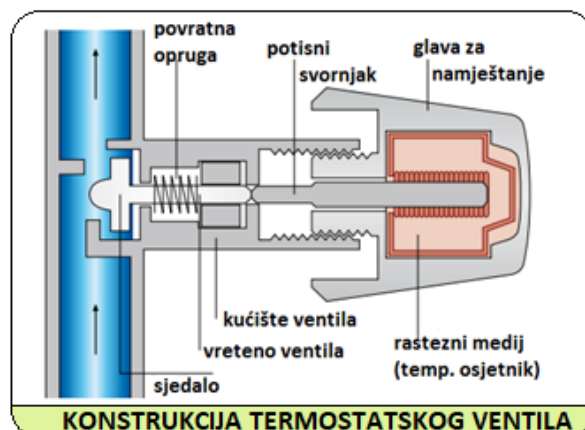
U takvim se slučajevima, radi uštede energije, koristi regulacija sobne temperature pomoću radijatorskih termostatskih ventila

Ova regulacija koristi se i kod manjih i jednostavnijih sustava kao jedini način regulacije.

3.1) Regulacija pomoću termostatskog ventila

Termostatski ventil je uređaj koji u zavisnosti od sobne temperature otvara ili zatvara prolaz tekućine prema radijatoru, čime se mijenja količina topline koja dolazi u radijator.

Osnova svakog termostatskog ventila je plin ili tekućina koji se nalazi u termostatskoj glavi, koji se povećanjem temperature širi te preko potisnog svornjaka otvara ili zatvara protočni otvor prema radijatoru.



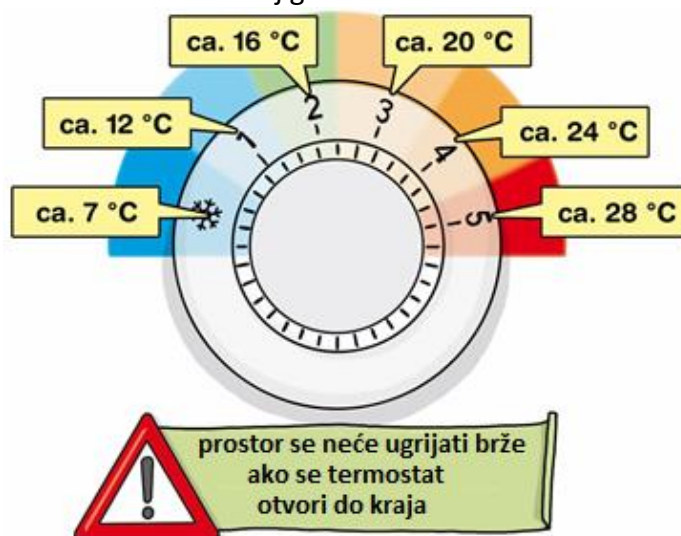
Regulacija termostatskim ventilima je **količinska regulacija** što znači da se otvaranjem i zatvaranjem ventila mijenja količina vode koja ulazi u grijače tijelo.

Vrste termostatskih ventila

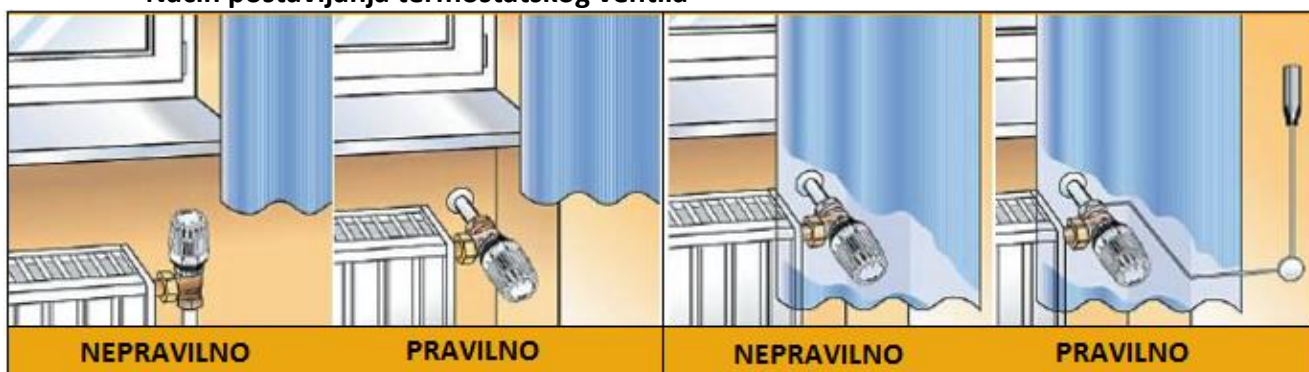
Standardni termostatski ventili



Značenje oznaka na termostatskoj glavi:



Način postavljanja termostatskog ventila



Posebne izvedbe termostatskih ventila

Termostatski ventili s **daljinskim osjetnikom** i s **daljinskim podešavanjem** postavljaju se na mjestima koja su nepovoljna za standardne termostatske ventile (*gornja slika*).

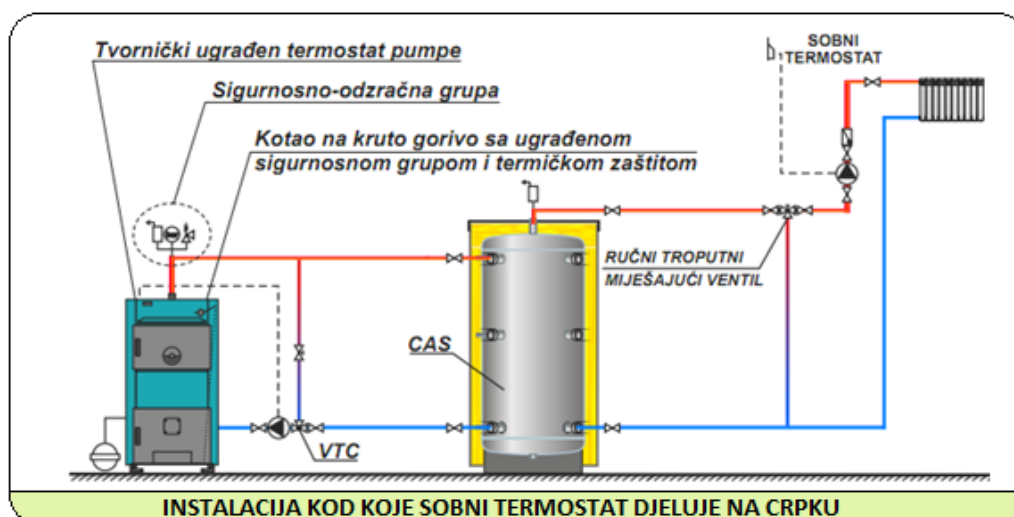
Programibilni termostatski ventili omogućuju vremensko upravljanje (sat, dan).



U novije vrijeme koriste se termostatski radijatorski ventili s prednamještanjem koji omogućuju da se prilikom balansiranja sustava podesi predviđeni volumenski protok kroz radijator (*vidi gradivo Balansiranje sustava grijanja*).

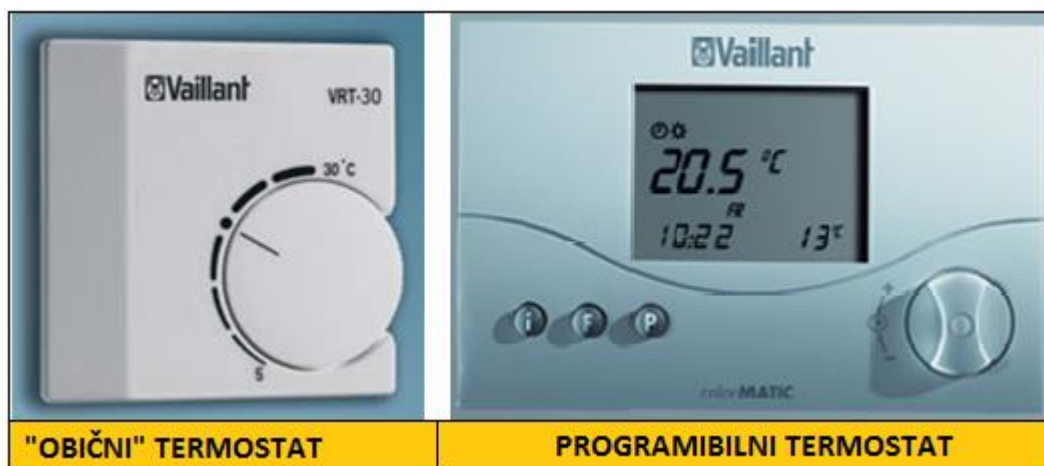
3.2 Regulacija grijanja pomoću sobnog termostata

Sobni termostatski uređaj je uređaj koji reagira na promjenu sobne temperature te pri namještenoj temperaturi uključuje odnosno isključuje druge uređaje (ON/OFF regulacija). Najčešće **djeluje na plamenik** (kod plinskih bojlera) ili **na crpku** (npr. kod grijanja s puffer spremnikom-slika) koje gasi i pali.



Termostatski uređaj se postavlja u tzv. **referentnu prostoriju**, a to je najčešće prostorija u kojoj se najviše boravi (npr. dnevna soba). Nedostatak ovakve regulacije grijanja je što porast temperature u referentnoj prostoriji uzrokuje gašenje grijanja, dok ostale prostorije u tom slučaju mogu ostati hladne. Stoga treba dobro izbalansirati sustav ili se najčešće u te prostorije postavljaju **termostatski ventili**.

Termostatski uređaj može biti običan ili programibilni (dan/noć, vremenski i dr.).



Kod lošijih termostata razlika između temperature uključivanja i isključivanja (**histereza**) može biti znatna.

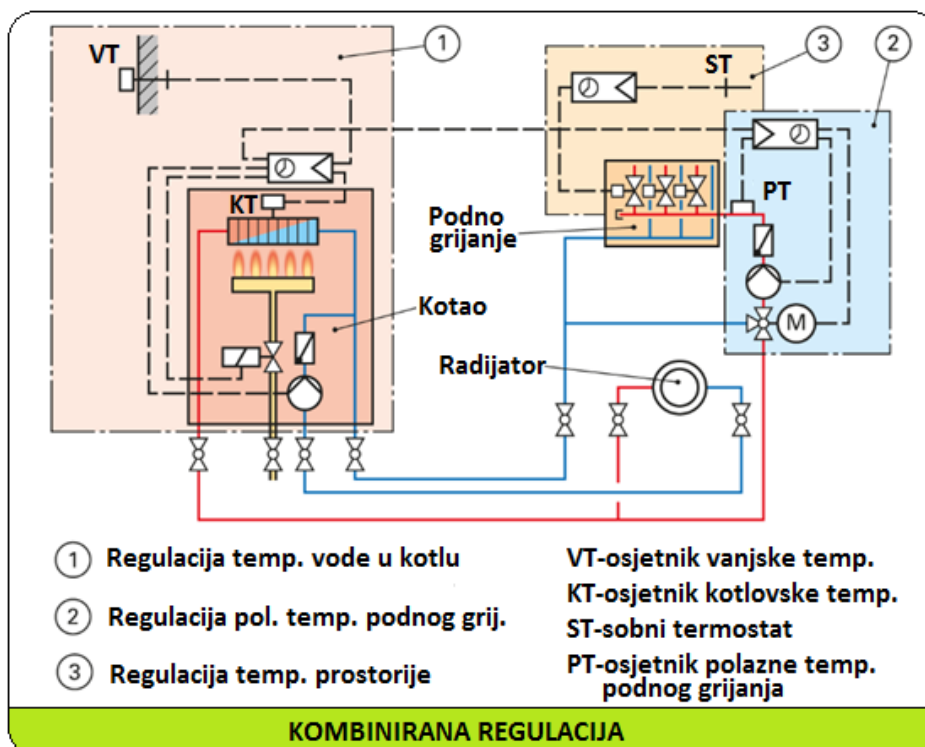
4. Kombinirana regulacija

Koristi se kod stambenih prostora koji kombiniraju različite sustave grijanja, npr. radijatorsko i podno.

Kao i kod sustava s regulacijom polazne temperature, i ovdje se temperatura vode u kotlu regulira u kotlovskom regulacijskom krugu, prema vanjskoj temperaturi i prema krivulji grijanja. Tako izregulirana temperatura vode koristi se za radijatorski krug grijanja.

Polazna temperatura za podno grijanje, koja iznosi oko 45°C, regulira se u dodatnom regulacijskom krugu, također prema vanjskoj temperaturi. Potrebna temperatura postiže se u miješajućem ventilu.

Sobna temperatura regulira se sobnim termostatom koji djeluje na ventile u razdjelniku podnog grijanja.



Elementi za regulaciju podnog grijanja izvedu se kao gotove regulacijske stanice: (vidi gradivo: „Regulacija podnog grijanja“)

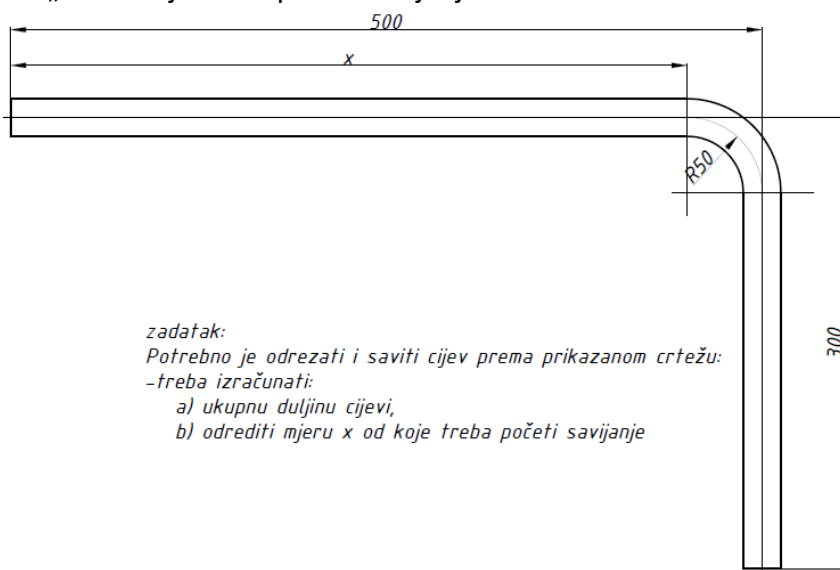
PITANJA ZA PONAVLJANJE

1. Nabroji vrstu armatura u instalacijama grijanja, njihove zadaće i navedi primjere.
2. Navedi podjelu zaporne armature prema načinu zatvaranja i objasni razlike.
3. Koja je uloga troputnih i četveroputnih ventila/slavina i gdje se koriste? Objasni razliku između troputnog i četveroputnog ventila.
4. Što je nepovratni ventil? Navedi primjer korištenja.
5. Što su prestrujni ventili?
6. Za što se koriste granski ventili?
7. Koja je uloga hidrauličke skretnice, koja su njezina tri radna stanja?
8. Što je balansiranje sustava grijanja?
9. Koji se problemi javljaju kod nebalansiranja instalacije?
10. Kojim zahvatima se ne smiju rješavati problemi nebalansirane instalacije i zašto?
11. Koja tri načina balansiranja kod različitih sustava grijanja poznaješ?
12. Objasni način ručnog balansiranja prigušivanjem. Što je nedostatak ovog načina?
13. Objasni princip automatskog balansiranja.
14. Koja su, generalno, dva načina reguliranja toplinske snage grijaćih tijela?
15. Koja je razlika između regulacije i upravljanja?
16. Objasni princip regulacije na nekom primjeru. Prikaži simbol regulatora.
17. Objasni regulaciju temperature vode u kotlu kod standardnih i modernih niskotemperaturnih kotlova.
18. Objasni princip regulacije polazne temperature. Kako se tu tom slučaju regulira kotlovska temperatura?
19. Objasni načine regulacije sobne temperature.
20. Što je termostatski ventil? Koje vrste poznaješ i kako se pravilno ugrađuje?
21. Što je termostat i na koje uređaje može djelovati?
22. Što je histereza?
23. Što je kombinirana regulacija? Objasni na primjeru.

Vježba:

Potrebno je odrezati i savinuti cijev prema crtežu. Treba izračunati:

- Ukupnu duljinu cijevi,
- Odrediti mjeru „x“ od koje treba početi savijanje.



zadatak:

Potrebno je odrezati i saviti cijev prema prikazanom crtežu:

-treba izračunati:

- a) ukupnu duljinu cijevi,*
- b) odrediti mjeru x od koje treba početi savijanje*

3.3 Instalacija sustava za zagrijavanje pitke vode



pripremio: **prof. Križnjak**

Sadržaj:

Uvod

1. Vrste energije koje se koristi za dobivanje potrošne tople vode
2. Izmjenjivači
 - 2.1. Izmjenjivači na plinove izgaranja
 - 2.2. Izmjenjivači s tekućinom
 - 2.3. Električni izmjenjivači
3. Podjela uređaja za zagrijavanje potrošne pitke vode
 - 3.1. Podjela prema smještaju
 - 3.2. Podjela prema trenutku zagrijavanja
 - 3.3. Podjela prema radnom tlaku
 - 3.4. Podjela prema izvedbi/mjestu stvaranja topline
4. Izvedbe i način rada zagrijača pitke vode
 - 4.1. Direktno grijani zagrijači
 - 4.1.1. Električni zagrijači
 - 4.1.2. Plinski zagrijači
 - 4.2. Indirektno grijani zagrijači
 - 4.2.1. Kotlovski
 - 4.2.2. Solarni
 - 4.2.3. Toplinske crpke
5. Priključak zagrijača na vodovodnu mrežu
 - 5.1. Priključak otvorenih zagrijača
 - 5.2. Priključak zatvorenih zagrijača

UVOD

Povijest

Prvi zagrijač vode – patentiran 1864 godine od strane Francuza Bizet-a.

Direktno grijani akumulacijski zagrijač na ugljen.



Higijenska ispravnost tople vode

Legionela je bakterija štapićastog oblika koja se javlja u vodi kada za to postoje povoljni uvjeti, a to su temperature između 25 i 50°C (idealni uvjeti 35 do 46°C). Čovjek se legionelom može zaraziti ako pije ili udiše raspršene kapi vode u kojoj se ona nalazi. Dospije li u pluća može izazvati upalu pluća. Kod kućnih instalacija gdje je potrošnja tople vode relativno mala nema veće opasnosti od njezine pojave. Kod većih sustava potrebno je predvidjeti mjere za sprječavanje nastanka.



Te mjere mogu biti:

- Redovno povremeno (dnevno) zagrijavanje vode na temperaturu od 60°C (spremnici preko 400 l),
- Korištenjem tkzv. vanjskih izmjenjivača („izmjenjivači s svježom vodom“)
- Tretiranje ozonom,
- Ultraljubičasto zračenje

Epidemija upale pluća od koje se 1976. godine razboljelo više od 200 gostiju jednog hotela u Philadelphiji (SAD) sa 29 smrtnih ishoda bolesti, bila je dramatična najava nove, do tada nepoznate bolesti. Bolest se pojavila za vrijeme održavanja konferencije američkih veterana (legionara) iz Drugoga svjetskog rata te je po njima dobila naziv legionarska bolest.

Vrste energije koje se koriste za dobivanje pitke vode

Kemijska energija – je energija čvrstih, tekućih i plinovitih goriva koja se pretvara u toplinsku izgaranjem. (*vidi gradivo 3.1*)

Električna energija – se može pretvoriti u toplinsku prolaskom kroz vodiče s visokim otporom.

Prednosti električne energije kao izvora topline za zagrijavanje vode su:

- uređaji su malih dimenzija,
- nema štetnih plinova izgaranja,
- isti stupanj iskorištenja pri svakoj temperaturi vode,

Nedostaci električne energije su:

- el. energija ima pri proizvodnji mali stupanj iskorištenja,
- gubici energije pri distribuciji,
- ne može se pohraniti odnosno troškovi pohrane su vrlo visoki.

Energija sunčeva zračenja – može se pretvoriti u toplinu tako da padne na materijal koji je može apsorbirati. Problem je kod sunčeve energije što je ona dostupna samo danju i to kada nije oblačno,

Energija okoline – topline je sadržana u svakoj materiji (zrak, voda, zemlja, led) čija je temperatura iznad apsolutne nule (0 K ili -273°C). Da bi se topline izvukla s niže temperature na višu temperaturu koriste se dizalice topline ili toplinske crpke. Pri tome je potrebno potrošiti određenu količinu energije koja je to veća što je razlika između temperatura veća. No, i ta uložena energija se pretvara u toplinu i može se prenijeti na vodu.

Ukoliko je temperatura materije viša od potrebne (termalni izvori i sl.) toplinska crpka nije potrebna.

Otpadna energija – je topline koja nastaje pri različitim tehnološkim procesima i može se iskoristiti za zagrijavanje potrošne vode.

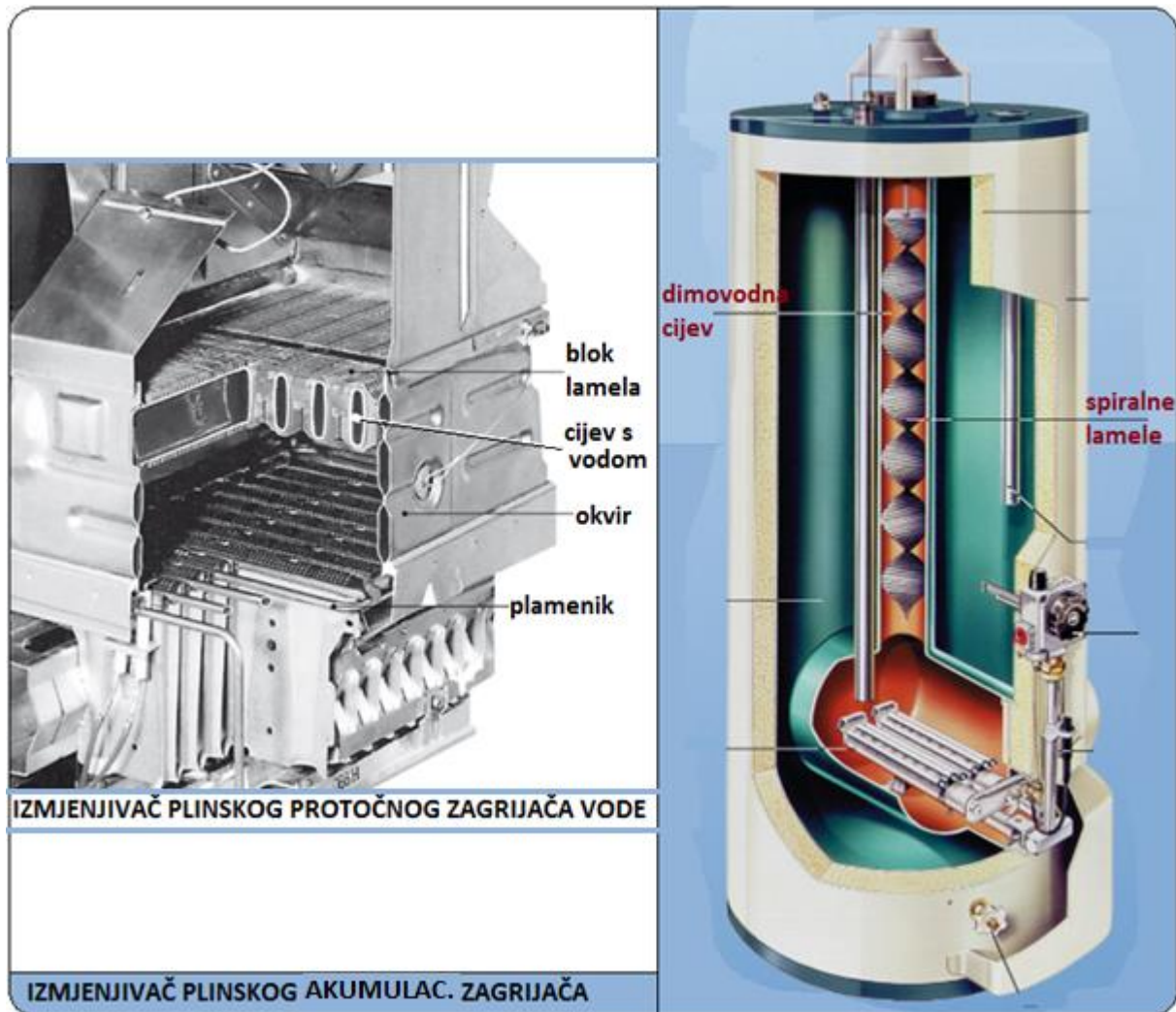
IZMJENJIVAČI

Izmjenjivači su naprave koje služe za prijenos topline s jednog medija na drugi. Kod uređaja za dobivanje pitke vode se topline s nekog medija - **nosioca topline** (plin, voda), prenosi na vodu. Pri tome mora temperatura nosioca topline biti veća od temperature vode. S obzirom na vrstu korištene energije i tip uređaja, razlikuje se više tipova izmjenjivača:

1. Izmjenjivači na plinove izgaranja

Kod korištenja kemijske energije za dobivanje topline potrebno je izgaranje. Nastala topline sadržana je u plinovima izgaranja, i treba je prenijeti što efikasnije na vodu. Stoga mora izmjenjivač na strani plinova izgaranja imati što veću površinu kako bi se što više topline predalo u kratkom vremenu u kojem plinovi izgaranja prolaze kroz izmjenjivač.

Primjeri takvih izmjenjivača su **protočni plinski zagrijač** te **akumulacijski plinski** (*slika*) ili **akumulacijski na kruta goriva**.



2. Izmjenjivači s tekućinom

Tekućine se kao nosioci topline koriste kada se pitka voda zagrijava:

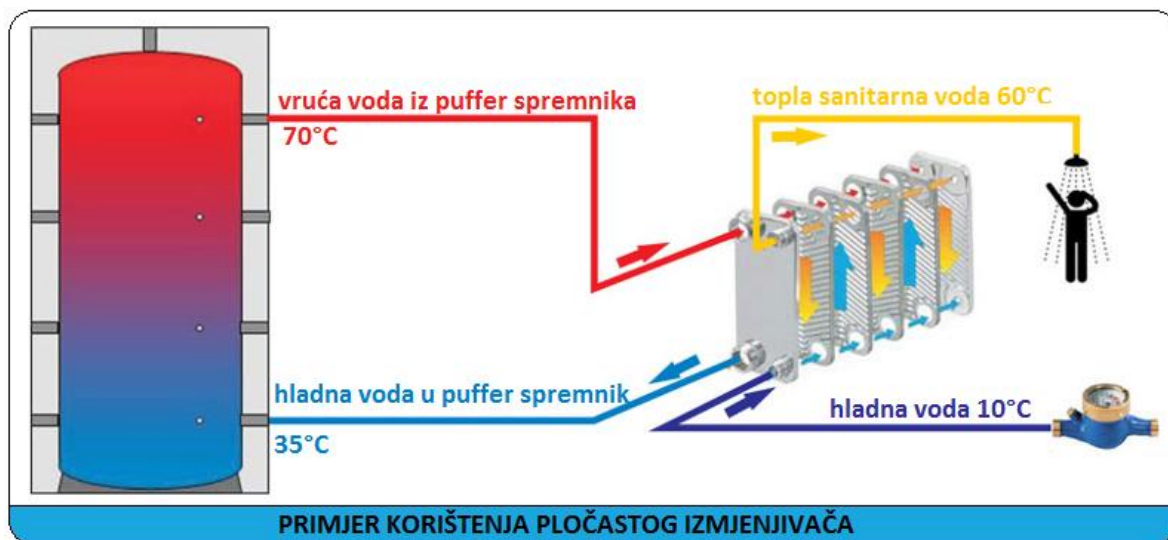
- vodom za grijanje,
- solarnim kolektorom,
- toplinskom pumpom.

A) Pločasti



Sastoji se od niza međusobno spojenih rebrastih ploča, između kojih je prostor kroz koji struji tekućina. U jednom prostoru između ploča struji tekućina koja je nosilac topline, a u sljedećem tekućina kojoj se predaje toplina, itd. Strujanje se odvija po tzv. protusmjernom principu.

Zagrijana voda može se odvoditi direktno na izljevno mjesto (*primjer na slici*), ili u akumulacijski spremnik za kasnije korištenje.



Prednosti ovakvih izmjenjivača su:

- male dimenzije,
- mali sadržaj tekućine,
- dobra mogućnost regulacije temperature
- niska i konstantna povratna temperatura.

a nedostaci:

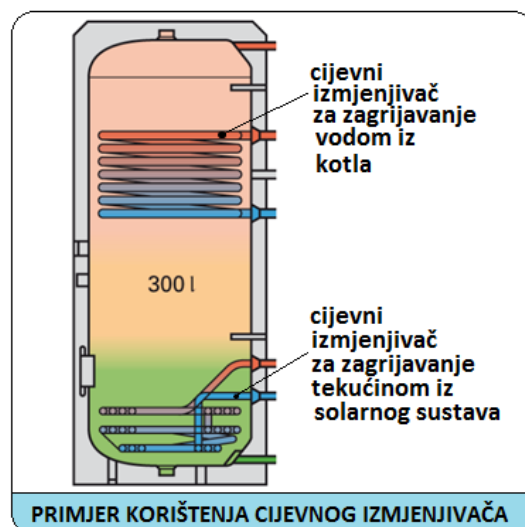
- u slučaju stvaranja kamenca smanjuje se protok,
 - troškovi regulacije.
- (Regulacija temperature se izvodi protočnom količinom vode kroz izmjenjivač, za što je potrebna regulirana crpka.)

B) Cijevni

Izveden je u obliku zavojite cijevi kroz koju struji tekućina - nosilac topline. Najčešće se koristi u akumulacijskim spremnicima gdje zagrijava sanitarnu ili vodu za grijanje.

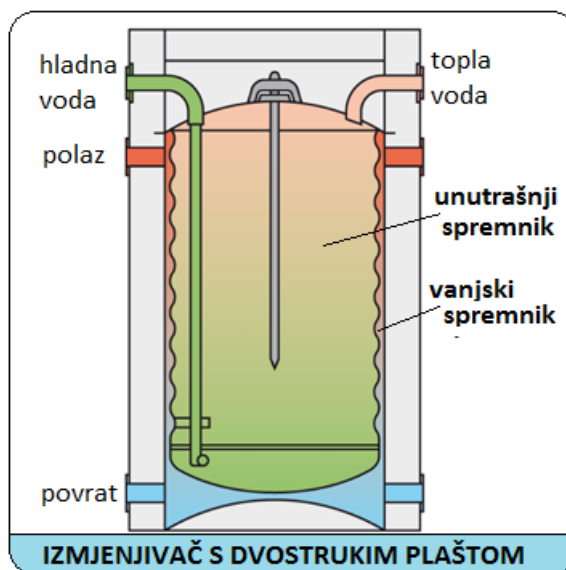
Prednost ovakvog izmjenjivača je što je pristupačan i može se očistiti od kamenca.

Nedostatak je loše iskorištenje dovedene topline u trenucima kada je voda u spremniku već zagrijana.



C) s dvostrukim plaštom

Ovakav tip spremnika omogućuje prijenos većih količina topline pri nižim polaznim temperaturama. Sastoji se od unutrašnjeg spremnika potrošne vode oko kojeg se nalazi vanjski spremnik u kojem cirkulira voda iz zagrijača i predaje toplinu vodi u unutrašnjem spremniku.



3. Izmjenjivači kod električnih zagrijača

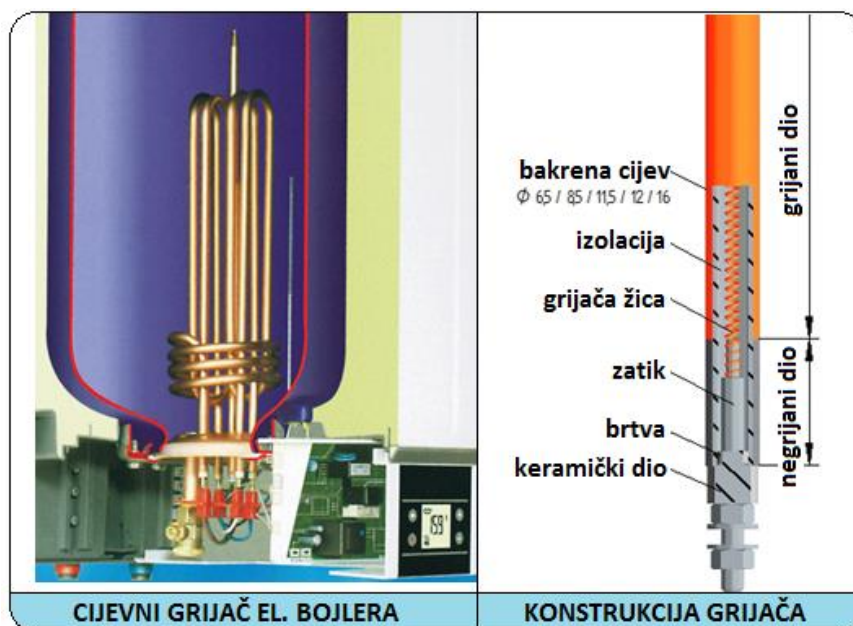
Kod električnih zagrijača vode temperatura grijača (izmjenjivača topline) nema utjecaj na stupanj iskorištenja energije, no previsoka temperatura utječe na povećano stvaranje kamenca pa je povoljnije da grijač ima veću površinu uz manju temperaturu.

Dva su tipa grijača kod električnih uređaja za zagrijavanje vode:

A) Cijevni

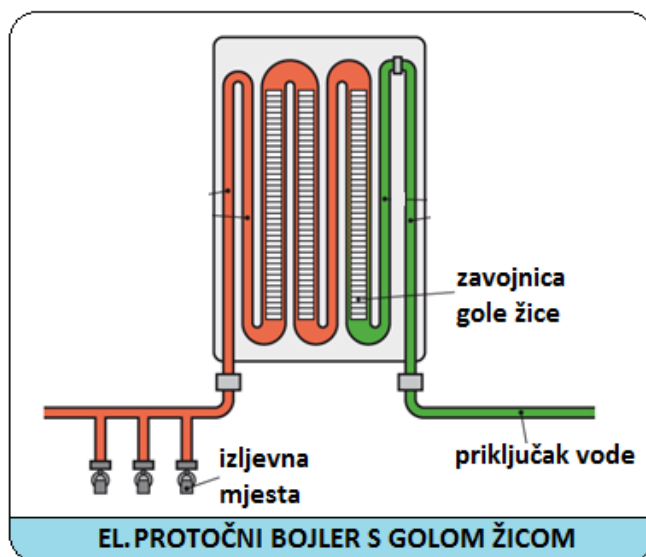
Izveden je od bakrene cijevi unutar koje se nalazi otporna žica. Između otporne žice, kroz koju protječe struja i pretvara se u toplinu, i bakrene cijevi nalazi se izolacijska masa koja ne provodi struju a dobro provodi toplinu (magnezijev oksid).

Ovi grijači su vrlo robusni i trajni, no problem je u stvaranju kamenca na površini grijača. Stoga je grijač potrebno redovito čistiti od kamenca. Sloj kamenca djeluje kao izolacija, voda se sporije zagrijava, a sam grijač se pregrijava.



B) Žičani (s golom žicom)

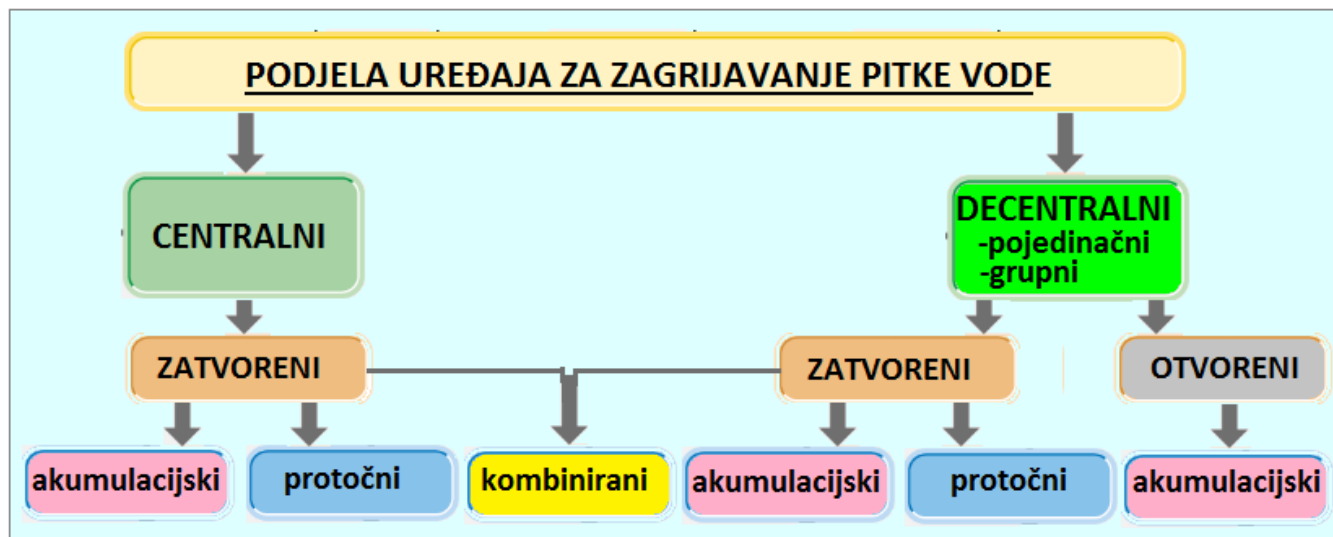
Koristi se samo kod protočnih električnih zagrijača. Gola grijača žica (bez izolacije) nalazi se direktno u vodi koja se grije. U području gdje se nalazi žica voda prolazi kroz cijevi od umjetnih materijala ili keramike, koje ne vode električnu struju.



Prednosti takvog grijača su:

- Nema taloženja kamenca jer nataloženi kamenac prilikom sljedećeg zagrijavanja otpada,
- Zauzima malo mjesta,
- Brzo zagrijavanje i brza regulacija snage.

Korištenje takvih zagrijača ograničeno je na vode s malom specifičnom toplinskom vodljivošću, pa proizvođač propisuje koliko ona maksimalno smije iznositi.



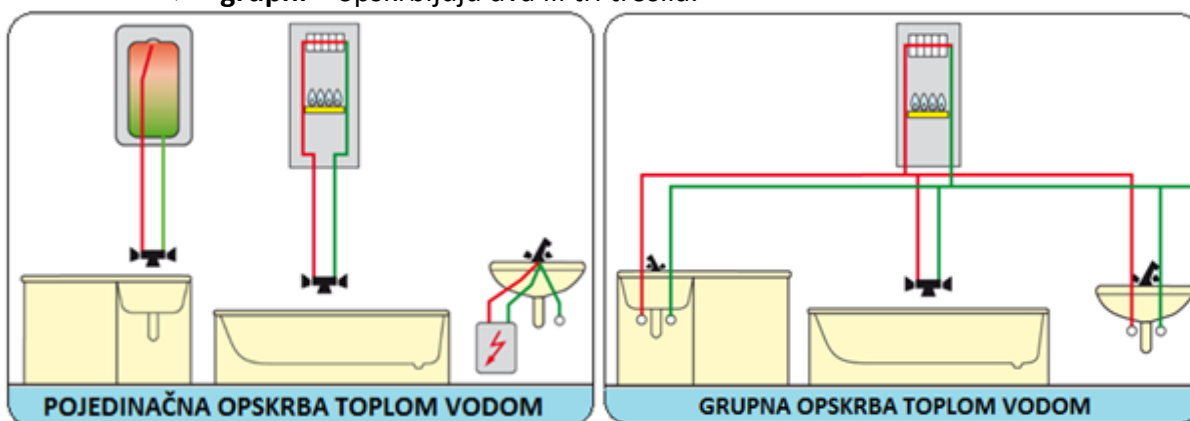
Gornja podjela izvedena je prema sljedećim kriterijima:

1. Prema smještaju u odnosu na trošila

A) DECENTRALNI

Smješteni su u neposrednoj blizini trošila a mogu biti:

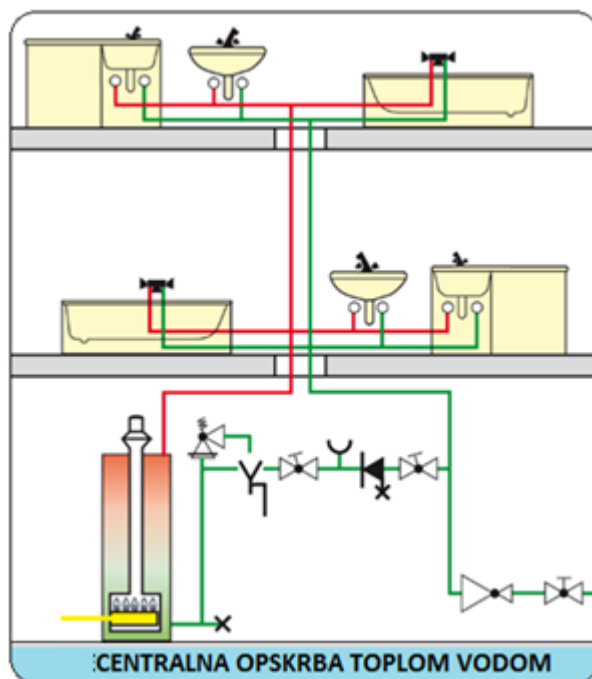
- **pojedinačni** – opskrbljuju samo jedno trošilo
- **grupni** – opskrbljuju dva ili tri trošila.



B) CENTRALNI

To je sustav kod kojeg se sva potrošna mjesta u jednoj zgradi opskrbljuju toplom vodom s jednog mjesta, preko sustava cjevovoda.

PREDNOSTI	NEDOSTACI
▪ na mjestu potrošnje nema nikakvih uređaja za pripremu tople vode ▪ veće snage pripremnih uređaja ▪ mogu se koristiti ili pridodati jeftini i ekološki prihvatljivi sustavi kao što su solarni sustavi ili toplinske pumpe,	▪ gubici zbog dugačke razvodne mreže, topline u vodovima i cirkulacijskom vodu,



Kod ovakvog sustava postoji problem udaljenosti pojedinih potrošnih mjesta, koja bi dugo vremena nakon otvaranja ventila ili slavine, čekala dotok tople vode. U takvim slučajevima ugrađuje se **cirkulacijski vod** kroz kojeg stalno kruži topla voda, pa korisnik odmah nakon otvaranja izljeva ima na raspolaganju toplu vodu.

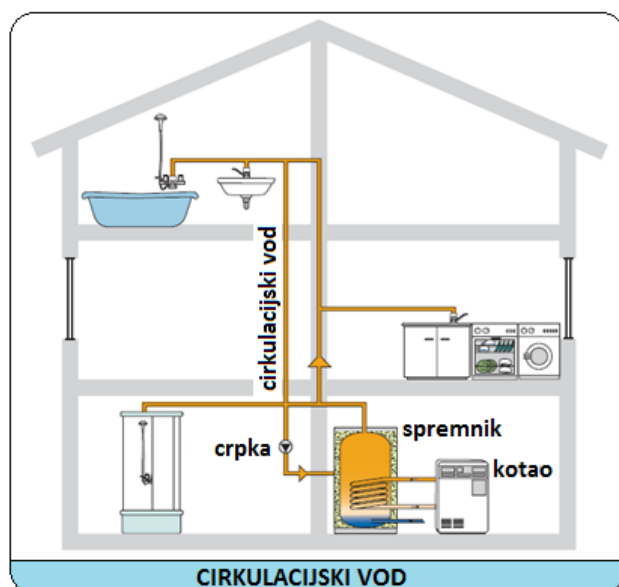
Cirkulacijski vod, međutim, ima dva bitna nedostatka:

1. **Gubitak topline cirkulacijskog voda,**
2. **Potrošnja električne energije za rad crpke.**

Gubitak topline kroz stijenke cijevi može se dobro riješiti kvalitetnom izolacijom cjevovoda.

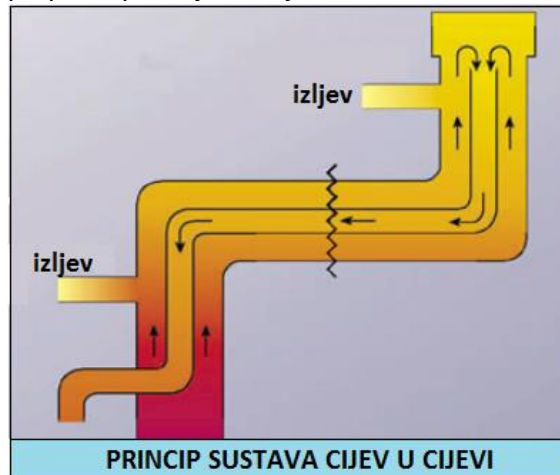
Problem potrošnje električne energije može se donekle riješiti na više načina:

- a) Ugradnjom modernije crpke s manjom potrošnjom energije (oko 10 W) (slika desno). Starije crpke imaju znatno veću potrošnju električne energije.
- b) Opremiti crpku s nekom vrstom upravljanja:
 - Vremenskim upravljanjem – crpka se isključuje noću ili kad nikoga nema kod kuće.
 - Termostatskim upravljanjem (slika desno) – crpka se pali kada temperatura u cirkulacijskom vodu padne ispod neke zadane vrijednosti.



Ostala rješenja ovog problema su:

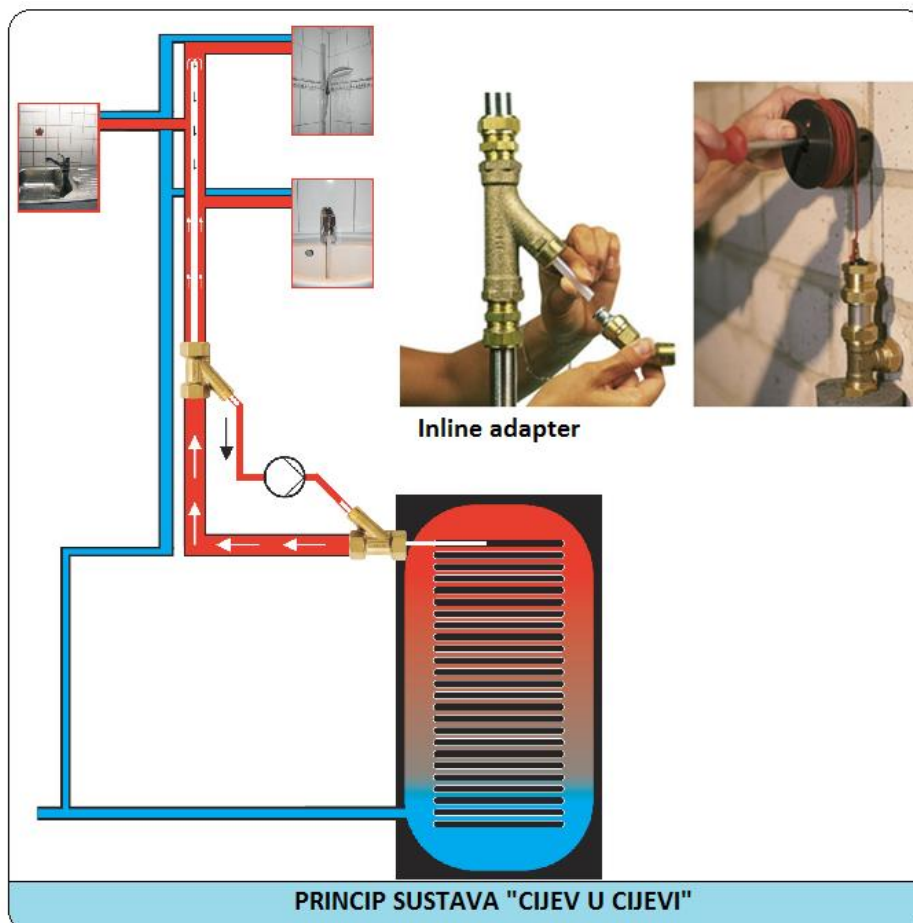
- električni grijač direktno na cijevi tople vode
- različite izvedbe po principu „cijev u cijevi“



-za nove instalacije: gotova izvedba cirkulacijskog voda cijev u cijevi, (slika ispod-zarotirana za 90°)



-za postojeće instalacije postoji mogućnost naknadne ugradnje unutrašnje polibutenske cijevi pomoću tkzv. „inline adaptera“



2. Prema trenutku zagrijavanja vode:

A) PROTOČNI

To su zagrijači kod kojih se voda zagrijava **prilikom same potrošnje**. Nedostatak im je što ne mogu davati velike količine tople vode, odnosno moraju imati veliku snagu jer toplinu treba predati vodi u vrlo kratkom vremenu. Prednost je što u trenucima kada nema potrošnje vode ne troše energiju.

PREDNOSTI	NEDOSTACI
▪ Niski troškovi nabave	▪ Ograničena količina vode
▪ Zauzimaju malo mjesta	▪ Promjenljivi protok i temp. u slučaju izljeva na dva ili više mjesta
▪ Kratki vodovi	▪ Velike vršne snage
	▪ Nije preporučljivo za udaljena izljevna mjesta

B) AKUMULACIJSKI

To su zagrijači kod kojih se topla voda priprema **prije same potrošnje**, akumulira se i stoji na raspolaganju u slučaju potrošnje.

Potrebe za toplom vodom u kući ili zgradi podliježu velikim oscilacijama. Veći dio dana potrošnja tople vode je minimalna, a zatim nastupaju "špice" potrošnje. Akumulacijski grijači mogu zadovoljiti takvu vršnu potrošnju, između ostalog i stoga što se topla voda izuzima na gornjem dijelu zagrijača gdje se prema fizikalnim zakonima skuplja topla voda.

PREDNOSTI	NEDOSTACI
▪ Uvijek dovoljne količine vode na raspolaganju	▪ Gubici kroz površinu spremnika
▪ Opskrba više izljevnih mjesta	▪

3. Prema radnom tlaku:

A) OTVORENI

Uvijek su povezani s vanjskom atmosferom, tj. nisu pod tlakom instalacije. Zagrijana voda istječe iz zagrijača kada u njega ulazi hladna voda (*vidi kasnije: otvoreni električni akumulacijski zagrijač vode*)

B) ZATVORENI

Nisu u doticaju s vanjskom atmosferom, nego su pod tlakom vode u instalaciji i pod tlakom uslijed istezanja vode zbog zagrijavanja (*vidi kasnije: -električni akumulacijski zagrijač*).

4. Prema izvedbi izmjenjivača topline – mjestu stvaranja topline

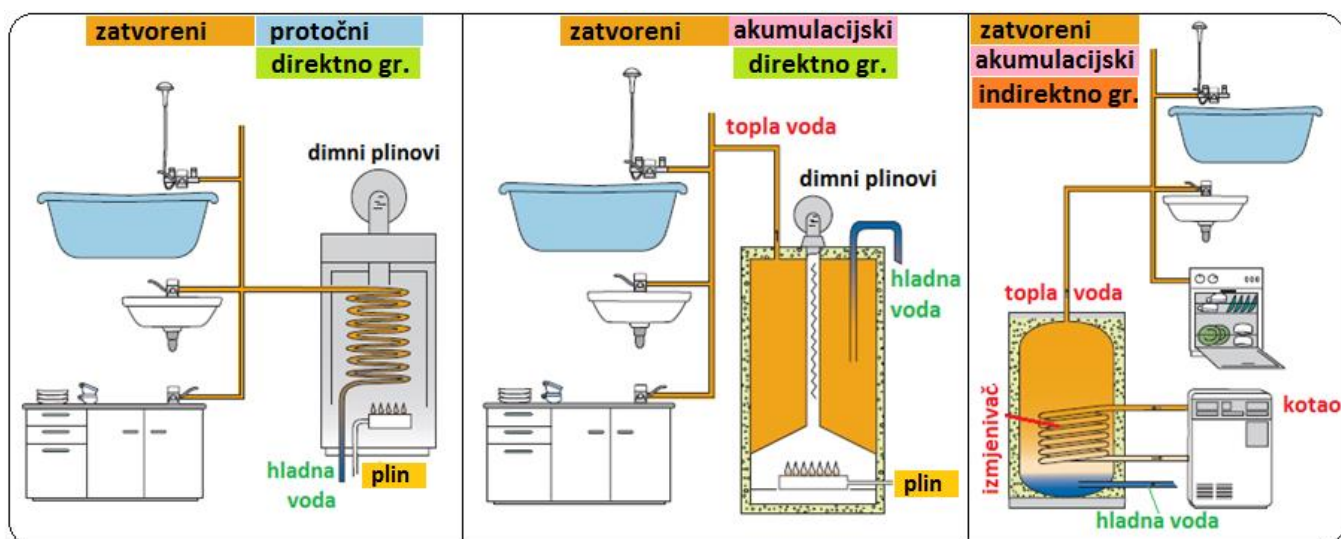
A) IZRAVNO (DIREKTNO) GRIJANI

To su zagrijači koji vodu zagrijavaju direktno, otvorenom vatrom (izgaranjem plina ili krutog goriva) ili električnom strujom.

B) POSREDNO (INDIREKTNO) GRIJANI

Vodu zagrijavaju posredno, medijem koji je zagrijan na nekom drugom mjestu. Toplina se izmjenjuje u izmjenjivaču topline.

-primjeri različitih tipova zagrijača:



IZVEDBE I NAČIN RADA ZAGRIJAČA PITKE VODE

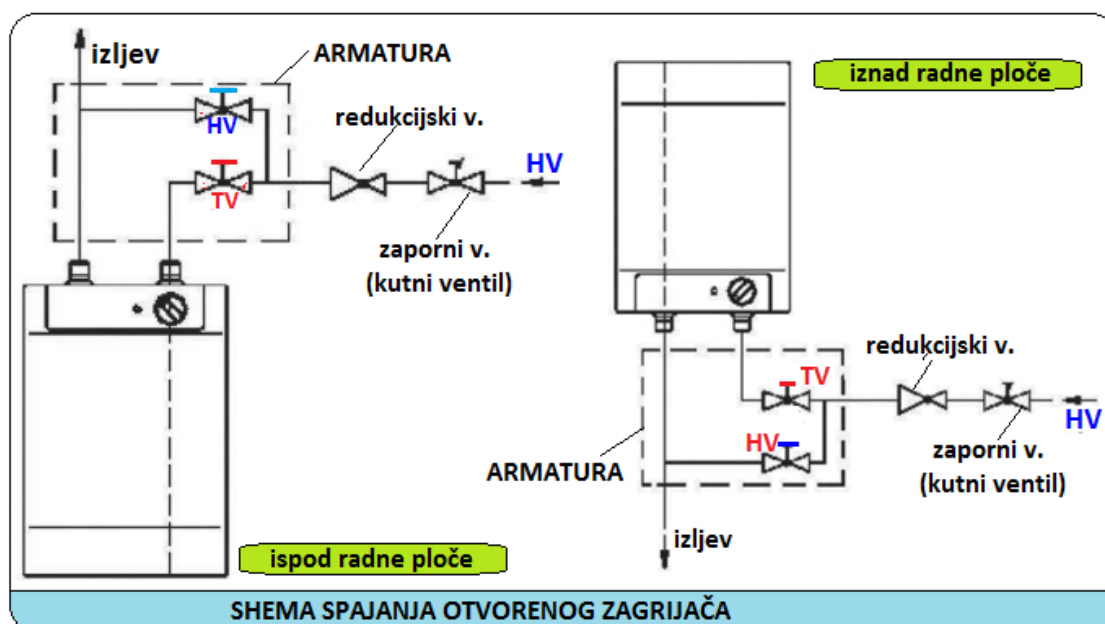
Električni zagrijači

S obzirom na vrstu i izvedbu, ovu grupu zagrijača se može podijeliti na:

- Otvorene akumulacijske zagrijače,
- Zatvorene akumulacijske zagrijače
- Protočni zagrijače

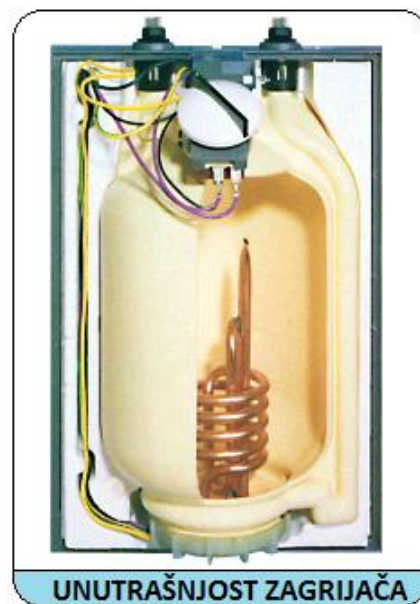
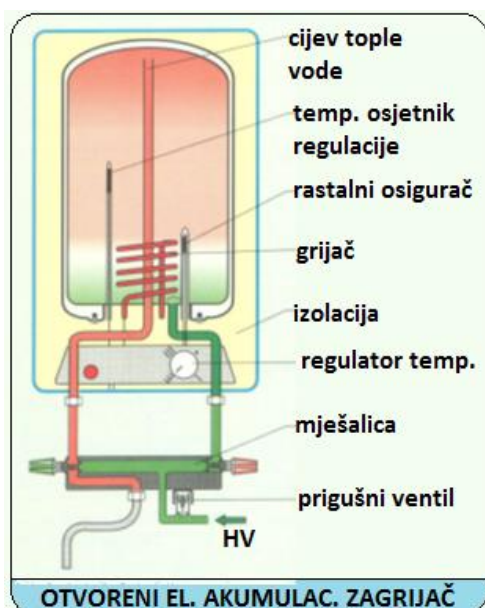
1. Otvoreni ili niskotlačni akumulacijski zagrijač

To je zagrijač čiji spremnik **nije pod tlakom instalacije**, već pod atmosferskim tlakom. Izlaz vode je uvijek otvoren pa eventualni višak vode uslijed istezanja slobodno iscuri iz slavine. To su uglavnom manji zagrijači namijenjeni za ugradnju iznad ili ispod radne ploče, no kod nas se dosta rijetko koriste.

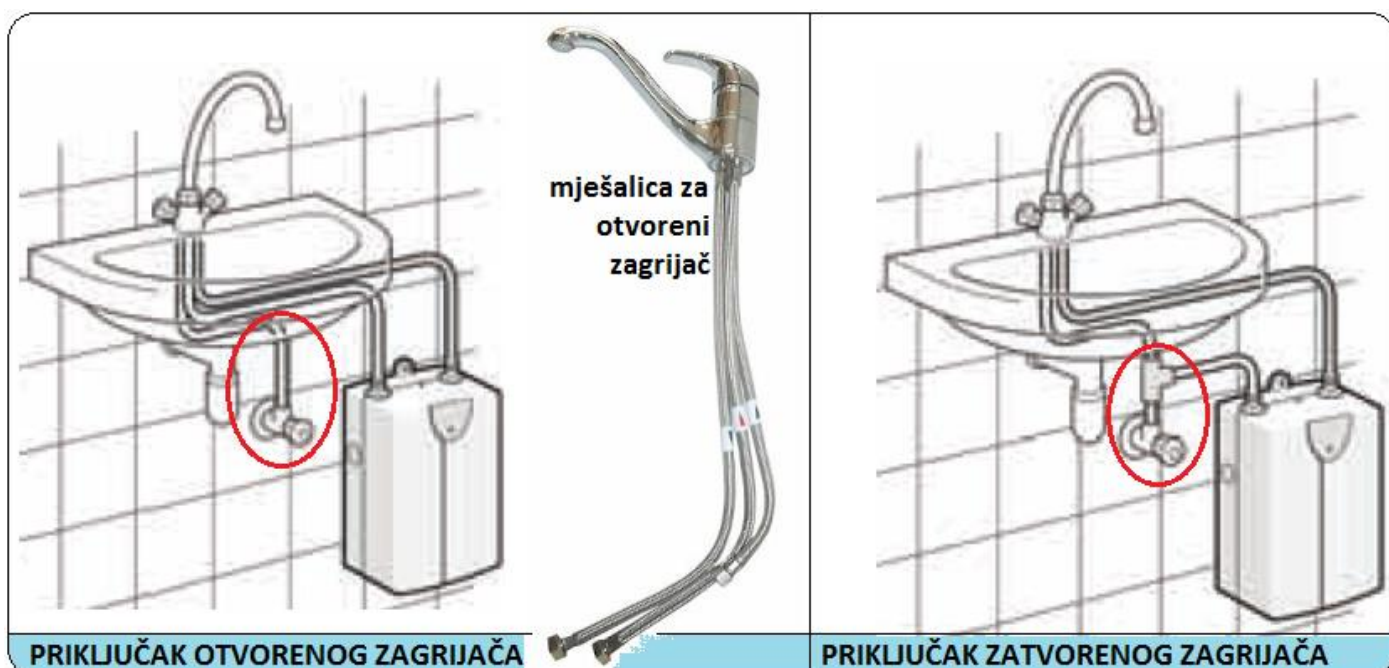


Kad se otvori slavina za toplu vodu, hladna voda ulazi spremnik potiskujući toplu vodu kroz miješalicu. Samo u tom vremenu je unutrašnjost spremnika pod nekim manjim tlakom iz instalacije, a kad se slavina zatvori opet je spremnik pod atmosferskim tlakom.

Kad se pusti hladna voda ona direktno izlazi kroz armaturu. Zagrijač je opremljen sa temperaturnim regulatorom, te sigurnosnim termičkim prekidačem.



Zbog takvog načina rada se kod ovakvog zagrijača mora upotrijebiti **samo odgovarajuća armatura** za miješanje, jer bi se u protivnom mogla pri samom priključivanju uništiti unutrašnjost zagrijača.



2. Zatvoreni akumulacijski zagrijači

Mogu se podijeliti prema veličini na:

a) Mali zagrijači (do 10 l) – za ugradnju ispod ili iznad radne ploče

Koriste se uglavnom za pojedinačno snabdijevanje toplom vodom (tuš, pranje suđa i sl.)

Princip rada isti je kao i kod zidnih akumulacijskih zagrijača

b) Zidni zagrijači (30 – 150 l)

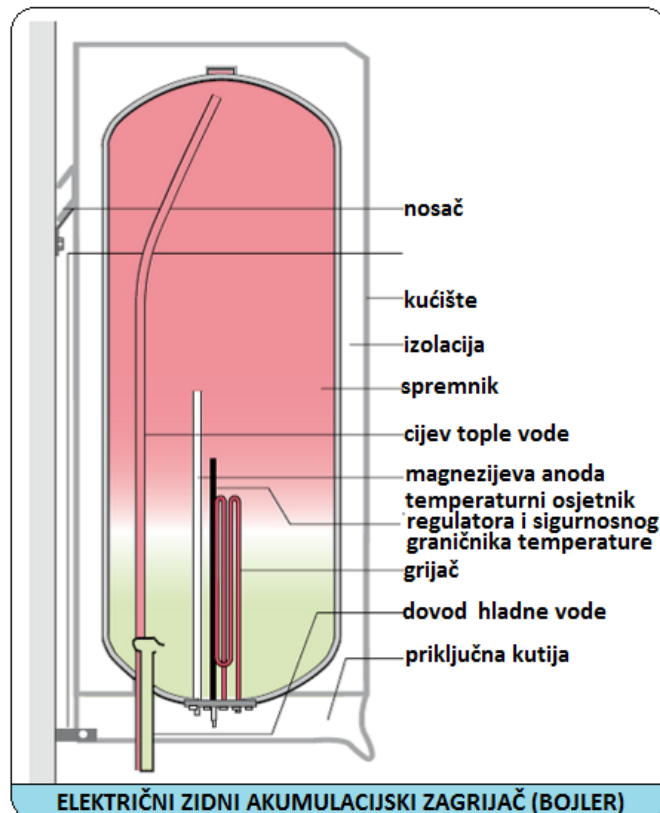
Ovi zagrijači se se koriste za grupno ili centralno snabdijevanje toplom vodom. Zbog

relativno velike snage i skupe energije potrebno je njihov rad prilagoditi navikama i vremenu korištenja kao i dvotarifnom sustavu električne energije (skuplja i jeftinija struja). Mogu, npr., biti opremljeni s dvije razine snage (npr. 2 i 5 kW) što omogućuje sporije ili brže zagrijavanje

Zagrijač je opremljen cijevnim grijačem unutar spremnika. Spremnik je pod tlakom instalacije. Tlak u spremniku zagrijavanjem raste zbog širenja vode, a iz sigurnosnih razloga ograničen je **sigurnosnom grupom (ventilom)** na ulazu hladne vode. Sigurnosni ventil je ujedno i **protupovratni ventil** koji sprječava povrat vode iz spremnika u mrežu.



SIGURNOSNI VENTIL



ELEKTRIČNI ZIDNI AKUMULACIJSKI ZAGRIJAČ (BOJLER)

Ukoliko je tlak u mreži veći od 80% od tlaka uključivanja ventila, potrebno je ugraditi i **redukcijski ventil**.

Željena temperatura vode namješta se na **električnom termostatu**. On je regulacijski element, ali i na neki način prvi stupanj sigurnosti. Dodatna sigurnost je **električni temperaturni graničnik** (sigurnosni element) koji gasi grijač na oko 95°C. Aktiviranje temperaturnog graničnika znak je da je termostat u kvaru.



ELEKTRIČNI TERMOSTAT



SIGURNOSNI GRANIČNIK TEMPERATURE

Na grijaču se s vremenom taloži kamenac koji povremeno treba očistiti. Znak da u spremniku ima kamena je često uključivanje i isključivanje termostata. Nataloženi kamenac povećava potrošnju struje. Taloženje kamena je brže ukoliko je temperatura zagrijavanja veća.



NOVI GRIJAČ

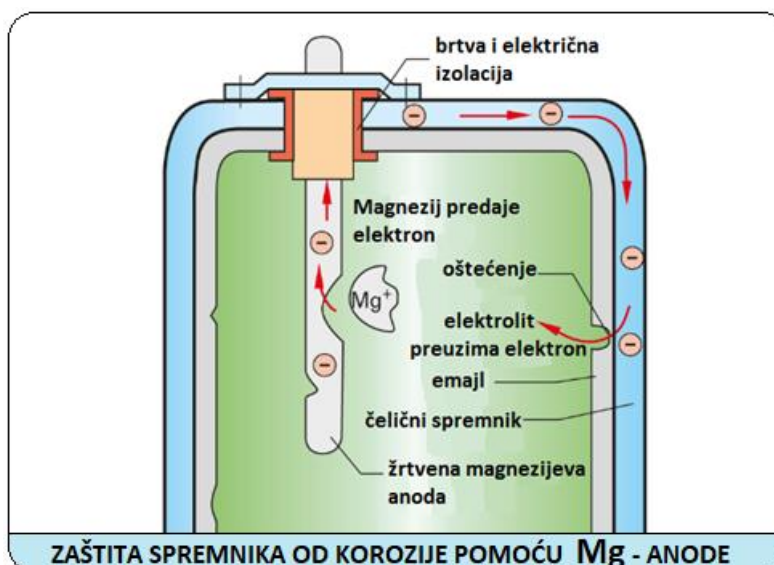


KAMENAC NA GRIJAČU

Spremnik može biti opremljen i „žrtvenom“ magnezijevom anodom koja elektrokemijskim procesom sprječava koroziju spremnika.



Elektrokemijski proces poznat iz rada galvanskog članka (baterije). To je proces oštećivanja metala u elektrolitu (voda, vodena otopina, kiselina, soli). Ako se dva metala (npr. magnezij i čelik) nalaze u električno vodljivoj tekućini (elektrolitu), tada dolazi do toka elektrona s manje plemenitog metala (anode-magnezij (-2,34 V) na više plemeniti metal (katoda-čelik (-0,44 V)), pri čemu se manje plemeniti metal otapa - korodira, tj. „žrtvuje se u korist“ više plemenitog.



c) Podni zagrijači (200 – 1000 l)

To su zagrijači koji se zbog veličine ne mogu postaviti na zid. Rade na istom principu kao i zidni, no služe uglavnom kao centralni zagrijači u kući ili za više stanova.

Ovi zagrijači mogu se kombinirati i opremiti s drugim izmjenjivačima tj. izvorima topline.



3. Protočni električni zagrijači

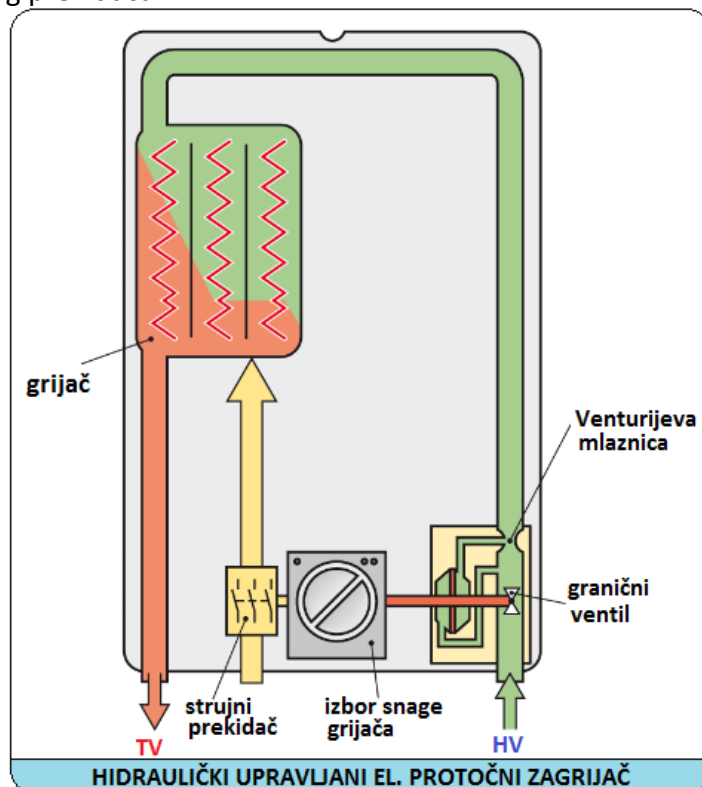
To su u pravilu zatvoreni zagrijači (mali zagrijači mogu biti i otvoreni), čiji kapacitet ovisi o snazi grijača (max. do 27 kW). Služe za pojedinačnu ili grupnu opskrbu toplom vodom.

Ovi zagrijači rade prema nekoliko različitih principa:

➤ Hidraulički upravljani

Snaga grijača upravljana je količinom vode koja se pušta na izljevnom mjestu. Otvaranjem tople vode na izljevnom mjestu, hladna voda prolazi kroz Venturijevu mlaznicu (suženje) gdje se stvara potlak koji je povezan s donjom komorom membrane. S druge strane membrane je normalni tlak, pa se membrana s polugom pomiče i uključuje strujni prekidač a struja protječe kroz grijač.

Protok vode, a time i snaga grijača tj. željena temperatura vode, može se odabrati u dva stupnja pomoću izbornog prekidača.

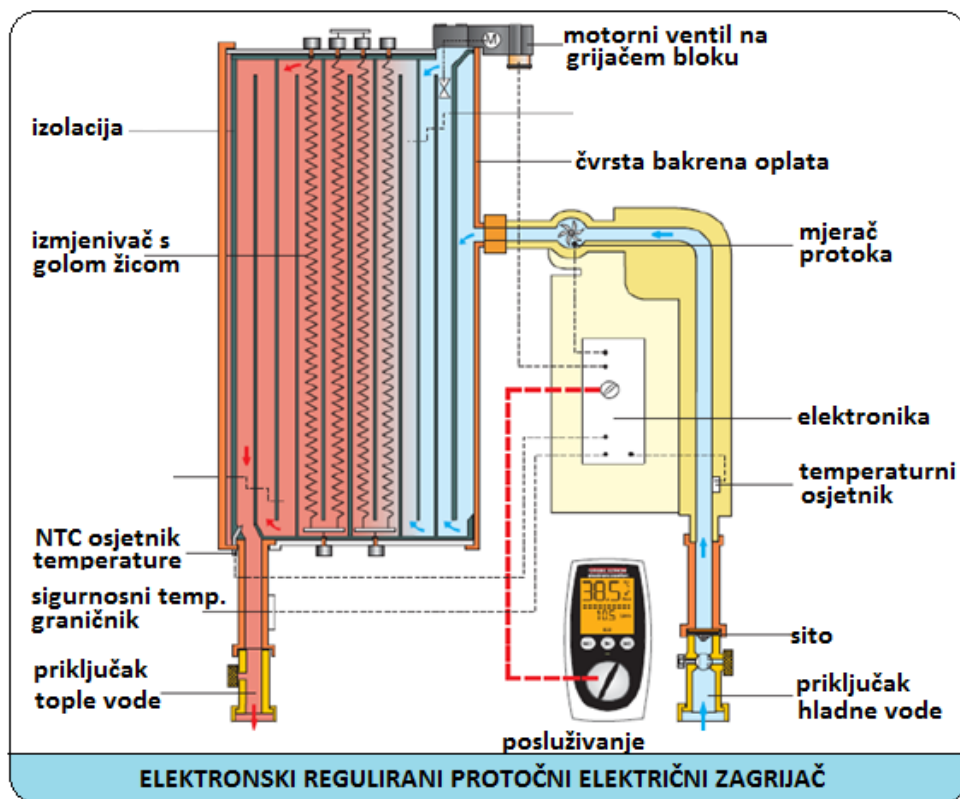


➤ Elektronski regulirani

Hidraulički upravljani protočni zagrijači imaju nedostatak da u nekim situacijama voda zna biti prevruća ili prehladna. Elektronski regulirani zagrijači mogu puno bolje održavati željenu temperaturu.

Ovi zagrijači imaju temperaturne osjetnike tople i hladne vode kao i mjerač protoka vode. Na temelju tih veličina i na temelju odabrane željene temperature vode, regulator kontinuirano (nestupnjevano) mijenja snagu grijača.

Ako se odabere temperatura koja se ne može postići s obzirom na preveliki protok (potpuno otvorena slavina), motorni ventil će prigušiti količinu vode na onu za koju se može postići željena temperatura.



➤ Termički regulirani

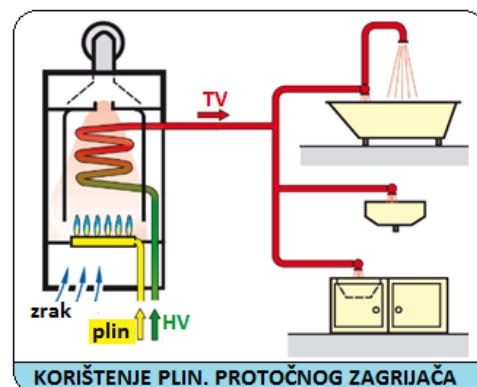
To su u biti kombinirani zagrijači (protočno-akumulacijski), jer imaju neku manju akumulaciju vode (oko 3 l). Skloni su stvaranju kamenca i kod novijih instalacija se više ne koriste.

Plinski zagrijači pitke vode

1. Protočni zagrijači

Ovi zagrijači služe za centralno snabdijevanje jednog ili više izljevniha mjesta. Pri tome sva izljevna mjesta dobivaju vodu iste namještene temperature.

Otvaranjem vode na izljevnom mjestu hladna voda protječe kroz vruće dimne plinove atmosferskog plamenika i postepeno se zagrijava. Količina topline koja se predaje vodi, a time i gorivog plina, prilagođava se količini vode koja protječe kroz izmjenjivač.



Osnovni sklopovi plinskog protočnog zagrijača

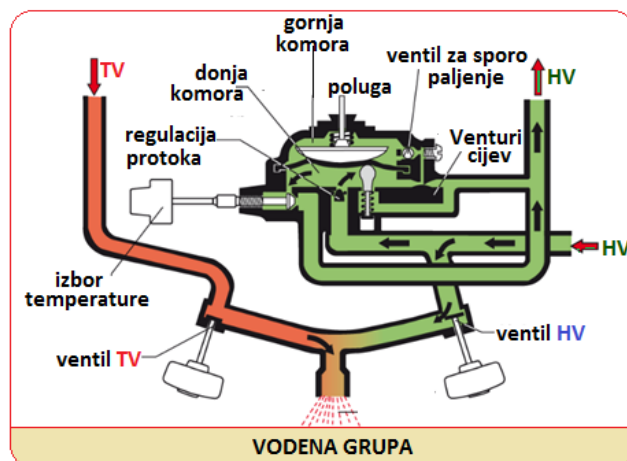
Četiri su osnovna sklopa ovog zagrijača:

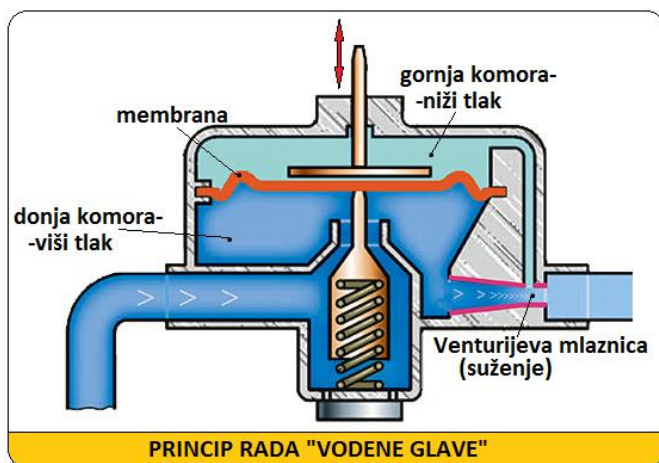
1. Vodena grupa
2. Plinska grupa
3. Grijači dio
4. Odvod dimnih plinova



1. **Vodena grupa** sastoji se, osim ventila za toplu i hladnu vodu, i od tzv. „vodene glave“ koja služi za otvaranje plinskog ventila kada se otvori ventil tople vode. U vodenoj glavi nalazi se membrana koja je polugom povezana s plinskim ventilom na plinskoj rampi. S donje strane membrane je voda pod tlakom u instalaciji, dok je gornja komora povezana sa suženjem u Venturijevoj mlaznici, što znači da u njoj vlada smanjeni tlak. Razlika tlaka između gornje i donje komore uzrokuje pomak membrane na gore te otvaranje plinskog ventila (ili uključivanje mikroprekidača).

U vodenoj glavi se nalazi i **ventil za sporo paljenje**. On sprječava naglo otvaranje plinskog ventila a time i naglo (eksplozivno) zapaljenje plina kao i naknadno izgaranje nakon zatvaranja.

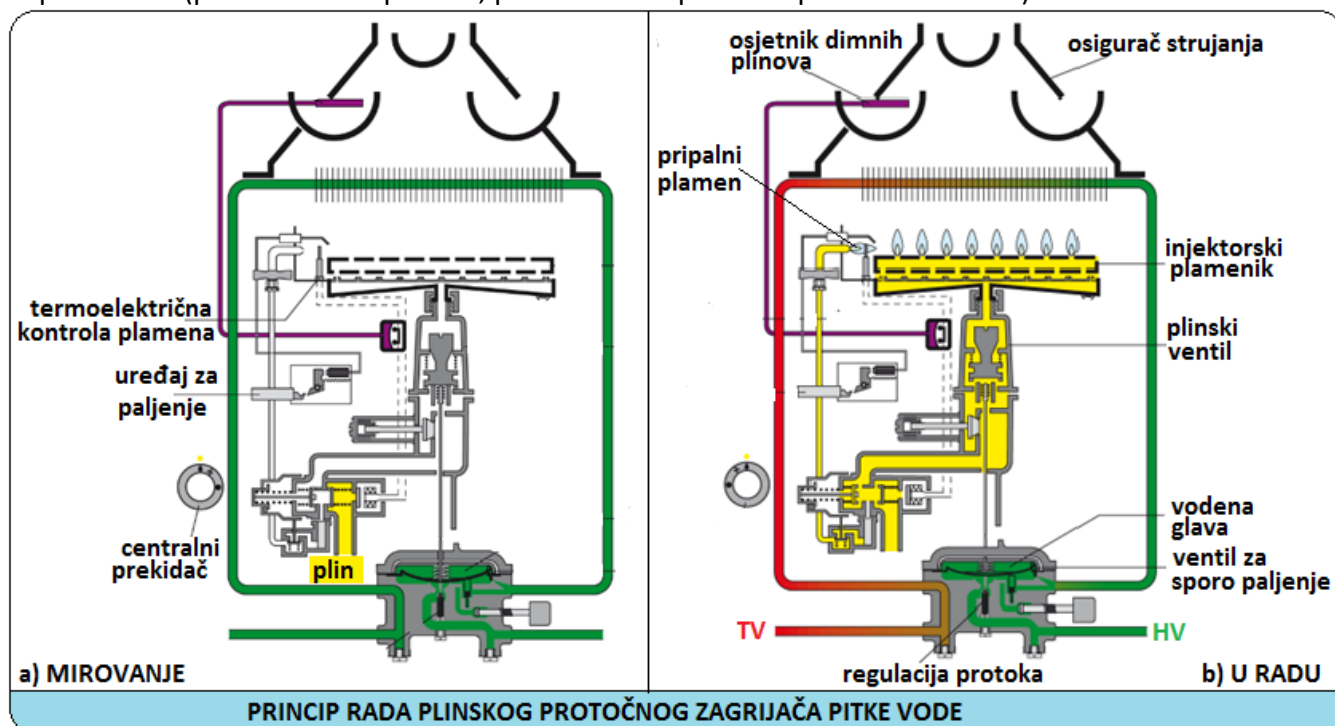




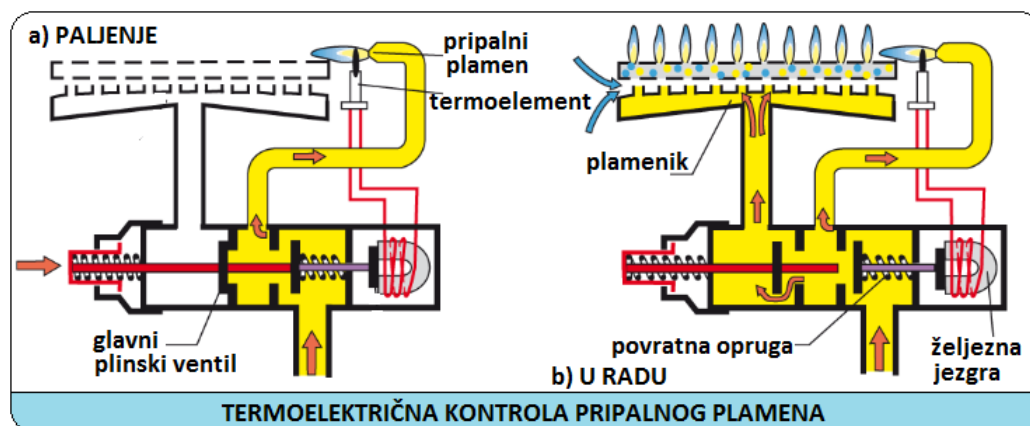
Regulator protoka ima zadaću da neovisno tlaku vode na ulazu osigura konstantan protok (npr. pri otvaranju vode na nekom drugom izljevnom mjestu)

Regulacija temperature vode izvodi se na način da se kroz Venturijevu mlaznicu pusti više ili manje vode. Više vode kroz Venturijevu mlaznicu uzrokuje veći potlak u gornjoj komori, poluga jače otvara plinski ventil pa je i količina plina veća.

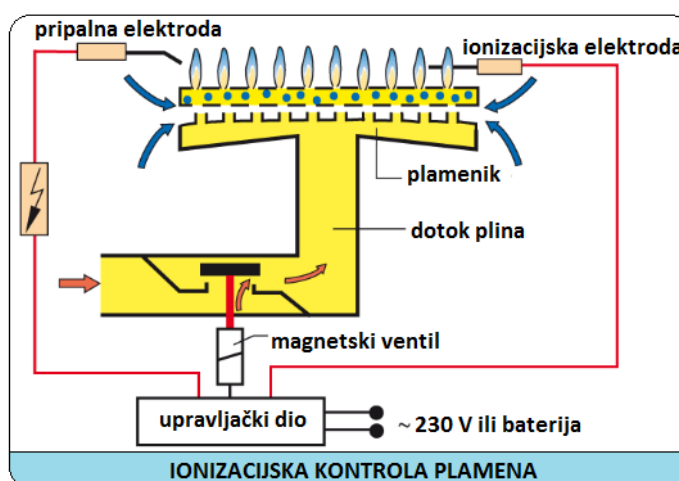
2. Osnovni dio plinske grupe je **plinska rampa** (*gradivo 3.1*). To je sklop sigurnosnih i zapornih elemenata koji propuštaju plin do plamenika ukoliko su zadovoljeni uvjeti za njegov rad. Prvi uvjet je **postojanje pripalnog plamena** koje se kontrolira termoelektričnim uređajem. Drugi osnovni uvjet je **da postoji dovoljan protok vode** što uzrokuje otvaranje glavnog plinskog ventila od strane vodenog ventila (glave). Osim na ova dva uvjeta plinska rampa će reagirati ukoliko nastupe neke druge nepravilnosti (povrat dimnih plinova, previsoka temperatura polazne vode i sl.)



Pripalni plamen služi za paljenje plina na plameniku. On stalno gori, međutim, u slučaju da se ugasi, potrebno je spriječiti istjecanje plina. Kontrola postojanja pripalnog plamena izvodi se termoelektričnim kontrolnim uređajem. Osnovni dio tog sklopa je **termoelement** koji zagrijavanjem proizvodi električni napon. Napon u zavojnici inducira magnetsko polje koje drži otvorenim dotok plina. U slučaju izostanka plamena nema napona pa se ventil zatvara. Pripalni plamen potrebno je ponovno upaliti ručno.

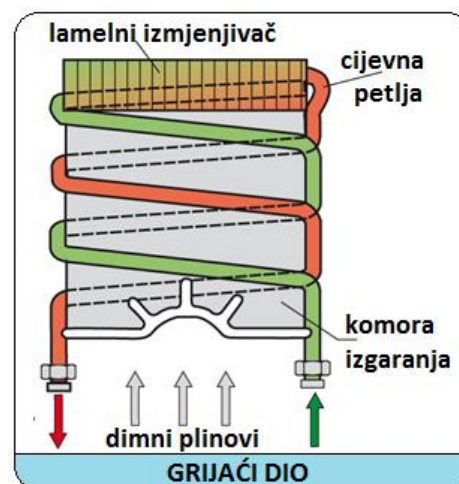


Noviji zagrijači nemaju pripalnog plamena, nego se prilikom svakog pokretanja plin pali pomoću elektrode za paljenje. Kontrola plamena izvodi se **ionizacijskim kontrolnim uređajem**. U slučaju postojanja plamena zrak se ionizira i postaje vodljiv. Strujni krug se zatvara što je signal elektromagnetu da drži ventil otvoren. Gašenjem plamena strujni krug se prekida a elektromagnet zatvara dotok plina.



3. Grijači dio se sastoji od **lamelnog bloka (izmjenjivača)** kroz koji prolaze vrući dimni plinovi i predaju toplinu vodi. Tu je zatim **komora izgaranja** ispod koje se nalazi plamenik. Oko komore prolazi **cijevna petlja** koja hladi komoru čime se preuzima dio nastale topline

4. Odvod dimnih plinova kod uređaja vrste B (otvorena komora izgaranja) sastoji se od od osigurača strujanja koji osigurava dovoljan potlak te sprječava povrat dimnih plinova. Tu se još nalaze senzor dimnih plinova i priključak na dimnjak. Uređaji vrste C (zatvorena komora izgaranja) imaju samo odvodnu cijev.



2. Akumulacijski zagrijači

Ukoliko u kući ili stanu postoji istovremena potreba za toplom vodom, umjesto protočnog, može se instalirati akumulacijski zagrijač. To je tlačni podni zagrijač koji se na vodovodnu instalaciju priključuje prema normama DIN 1988 (*vidi kasnije*). Pripada plinskim trošilima vrste B, radi čega pri postavljanju treba poštivati propise za ovaj tip trošila.

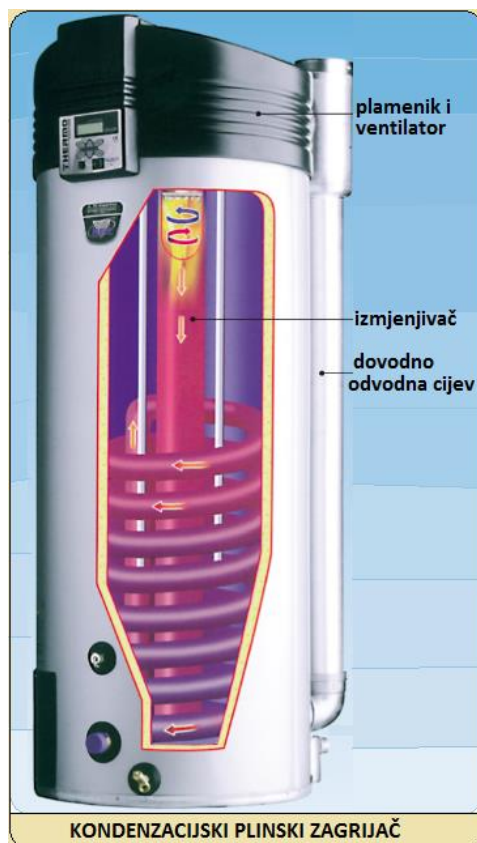
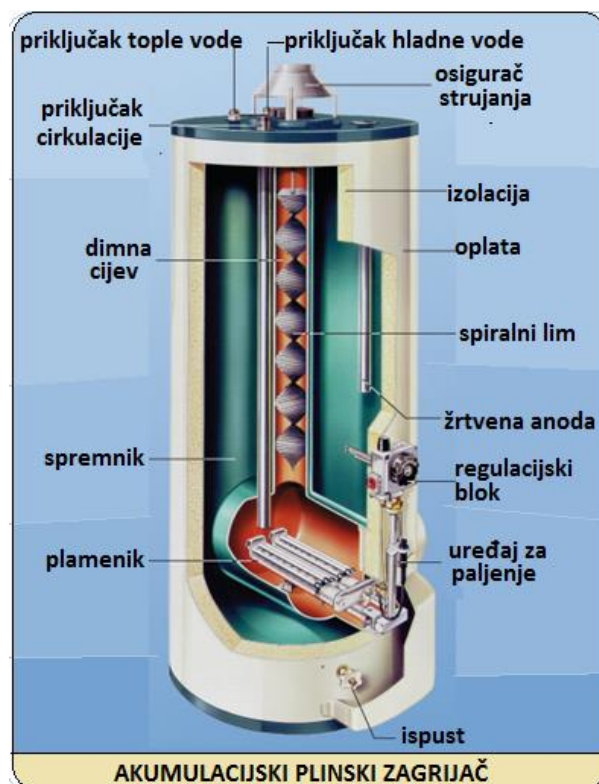
Način rada:

Vrući plinovi koji nastaju izgaranjem plina na plameniku struje kroz dimovodnu cijev unutar spremnika i predaju toplinu okolnoj vodi. Unutar cijevi se nalazi spiralno oblikovani lim koji vrtloži i usporava vruće plinove kako bi se što više topline predalo vodi.

Regulacijski plinski dio sličan je protočnom plinskom zagrijaču. Paljenje i gašenje plamenika izvodi termostat. Od previsoke temperature zagrijač je zaštićen temperaturnim graničnikom.

Veći zagrijači ovog tipa izvedu se i kao **kondenzacijski**. To su uređaji neovisni o zraku iz prostorije, dakle, trošila vrste C.

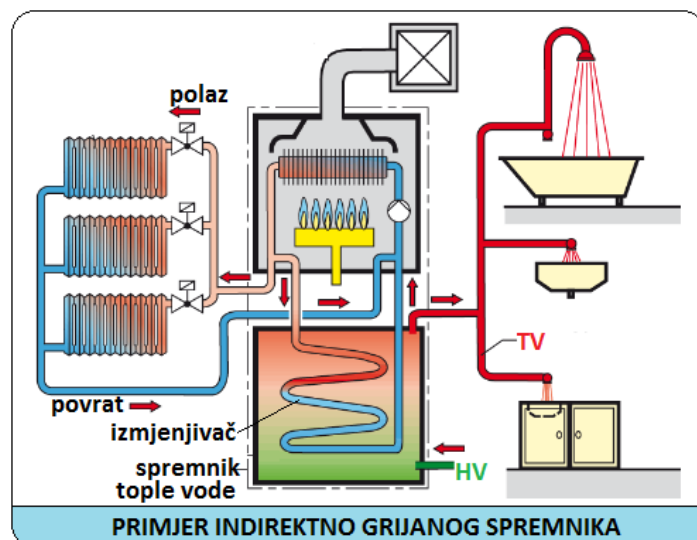
Tlačni plinski plamenik smješten s gornje strane. Plinovi izgaranja se vode kroz dimovodnu cijev prema donjem dijelu gdje se ohlađuju ispod temperature kondenzacije.



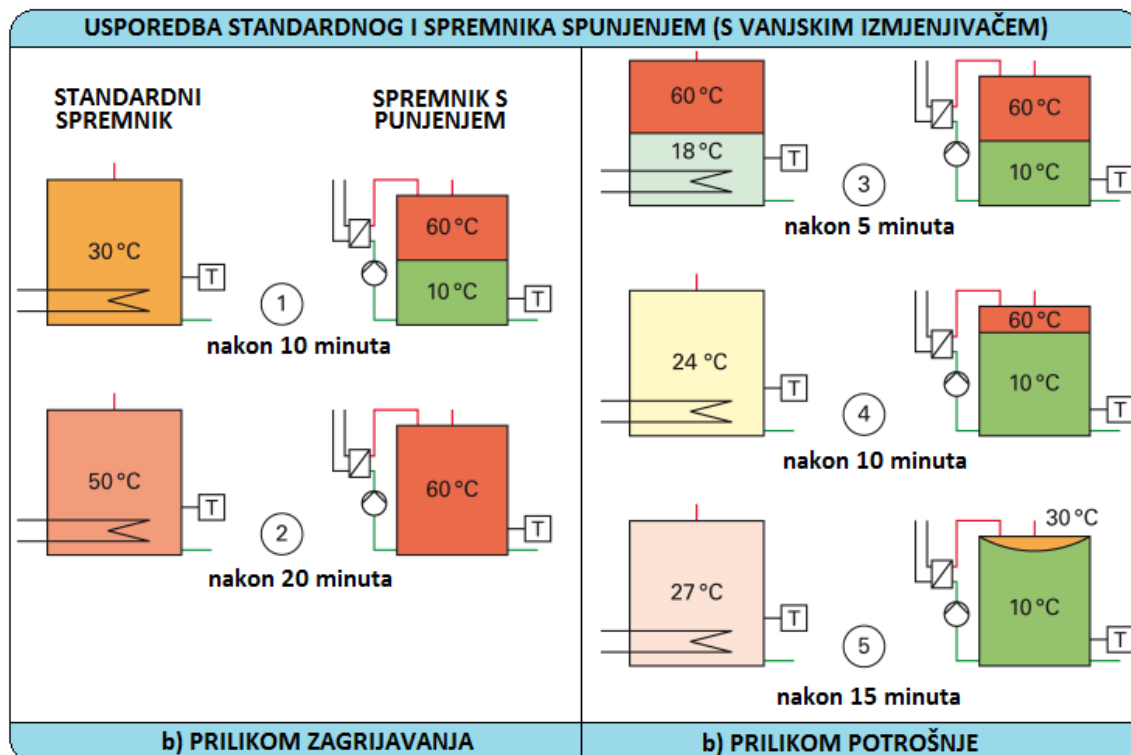
Indirektno grijani zagrijači

Kod indirektnih zagrijača se toplina potrebna za zagrijavanje vode uzima iz van zagrijača, a zatim se preko radnog medija-nosioca topline, i preko izmjenjivača predaje vodi u spremniku. Nosilac topline može biti **voda iz sustava grijanja** ili **tekućina iz solarnog termičkog sustava** ili **tekućina iz toplinske crpke**.

Kod **standardnih spremnika** se izmjenjivač nalazi unutar spremnika (uronjeni izmjenjivač) na donjem dijelu. Nedostatak takvih spremnika je u tome što trebaju duže vrijeme da se cijeli sadržaj spremnika zagrije na potrebnu temperaturu. Naime, pri zagrijavanju dolazi, zbog uzdizanja tople vode, do miješanja pa sva voda u spremniku ima približno istu temperaturu.



Brže postizanje željene temperature moguće je kod **spremnika s punjenjem (s vanjskim izmjenjivačem)**. Kod takvih spremnika crpka uzima vodu u donjem dijelu spremnika, šalje je u vanjski izmjenjivač gdje se zagrijava na neku višu temperaturu (npr. 60°C) i puni spremnik s gornje strane. Topla voda se zbog manje gustoće tu zadržava i ne miješa se s vodom u donjim slojevima. Na taj način moguće je **brže i duže korištenje tople vode** iz spremnika. To ujedno znači da spremnik može biti manje zapremine. Prednost je i u tome što zagrijavanje počinje prije jer je temperaturni senzor smješten na donjem dijelu gdje je temperatura manja u usporedbi s standardnim spremnikom.



O ovoj temi više u poglavlju **3.5 Obnovljivi izvori energije**.

Solarni zagrijači pitke vode

Solarni sustavi zauzimaju sve više mjesta na području zagrijavanja pitke vode, jer predstavljaju vrlo jeftino rješenje potreba za toplom vodom. Tu je razvijeno niz rješenja spremnika i kombinacija s ostalim sustavima pripreme tople vode i grijanja. (vidi gradivo 3.5 Obnovljivi izvori energije)

Toplinske crpke kao zagrijači pitke vode

Područja solarnih sustava i toplinskih crpki opisana su u poglavlju 3.5 Obnovljivi izvori energije.

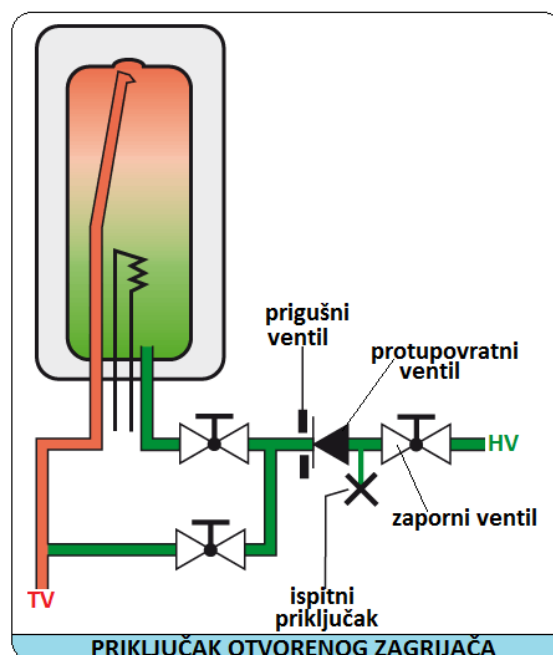
Priključak zagrijača pitke vode na vodovodnu mrežu

Priključak zagrijača na vodovodnu mrežu mora se izvesti, zavisno o **tipu** i **veličini**, preko odgovarajućih armatura. Priključne armature imaju ulogu **sprječavanja povrata vode** iz zagrijača u mrežu, **zaštitu od previsokog tlaka** kao i **za održavanje**.

Otvoreni zagrijači

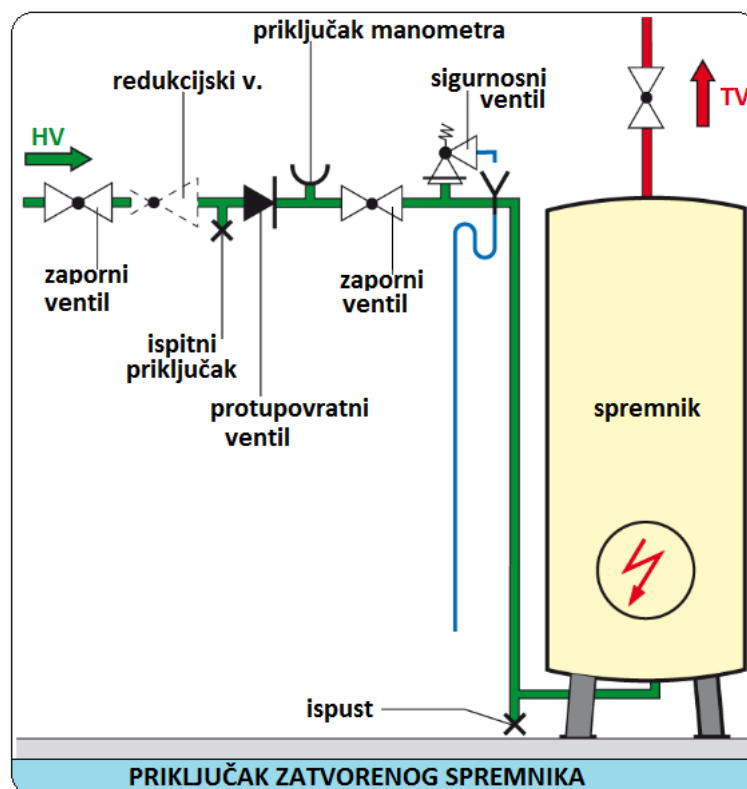
Na dovodu hladne vode moraju imati imati sljedeće armature:

- zaporni ventil,
- protupovratni ventil (samo za zagrijače veće od 10 l),
- prigušni ventil, koji štiti spremnik (koji je najčešće izveden od umjetnih materijala) od previsokog tlaka.



Zatvoreni zagrijači

Direktno grijani zatvoreni akumulacijski zagrijači vode s više od 10 litara do 150 litara volumena moraju prema DIN 1988, na priključku hladne vode imati sljedeću armaturu:



Redukcijski ventil ugrađuje se u slučaju previsokog priključnog tlaka. Priključni tlak ne smije biti veći od 80% od tlaka aktiviranja sigurnosnog ventila. Npr. ako sigurnosni ventil otvara na 6 bara, tada priključni tlak ne bi smio biti veći od 4,8 bara,

Sigurnosni ventil se ugrađuje radi mogućeg povećanja tlaka uslijed toplinskog širenja vode. U tom slučaju će se sigurnosni ventil otvoriti i ispustiti određenu količinu vode kroz preljevni ventil. Smije se koristiti samo sigurnosni ventil za pitku vodu (ne za grijanje) .

Postoji nekoliko pravila u vezi ugradnje sigurnosnog ventila:

- ugrađuje se u vod hladne vode i to iznad zagrijača kako bi se mogao izmjeniti bez potrebe pražnjenja spremnika,
- između sigurnosnog ventila i zagrijača ne smije biti ugrađena nikakva zaporna armatura ili suženje,
- duljina preljevnog voda može iznositi najviše 2 m s najviše 2 koljena. U slučaju veće duljine potreban je veći promjer cijevi.
- u blizini sigurnosnog ventila mora stajati upozorenje da se ventil ne smije zatvarati kako bi kroz njega mogla isteći voda

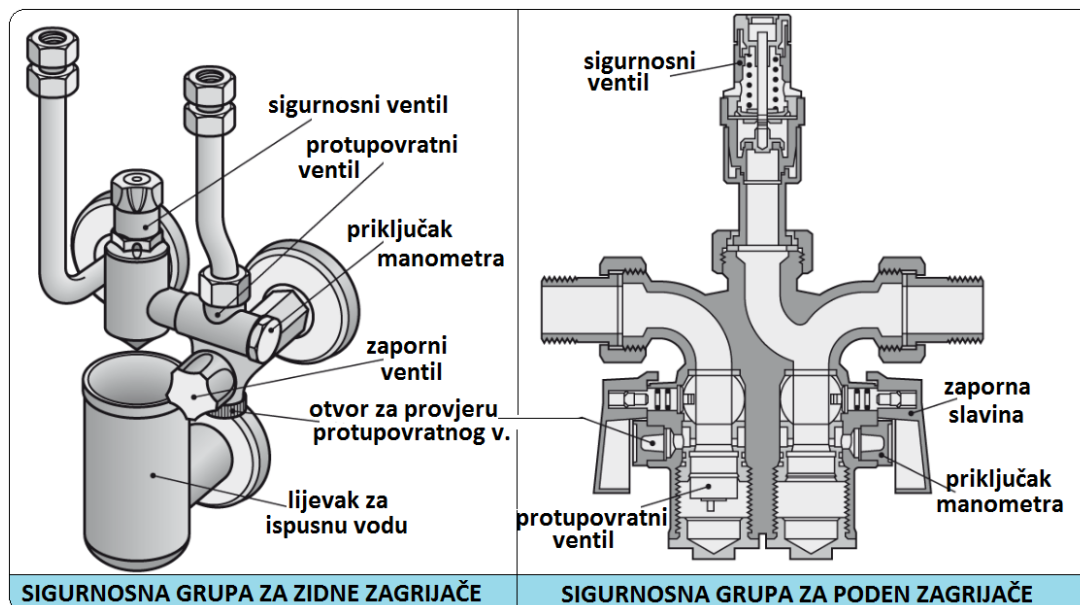


sigurnosni ventil za pitku vodu i solarne sustave do 10 bara

Priključak manometra služi da se priključi manometar radi provjere tlaka aktiviranja sigurnosnog ventila. Kod spremnika većih od 1000 l manometar je trajno ugrađen.

Zaporni ventil služe za zatvaranje vode prilikom održavanja.

Na tržištu se mogu dobiti i kompletne sigurnosne grupe kao cjelina, koja olakšavaju i smanjuju troškove montaže.



Kod zagrijača većeg volumena (preko 150 l.) i većih snaga se uz navedenu priključnu armaturu dodaje i **ekspanzijska posuda**.

Sanitarna voda se prilikom zagrijavanja širi tj. povećava joj se volumen. S obzirom da na priključku spremnika mora biti nepovratni ventil, koji sprječava da se topla voda zbog širenja vraća natrag u instalaciju, u spremniku će se povećavati tlak koji bi izazivao često aktiviranje sigurnosnog ventila, što nikako nije poželjno.

Ugrađena ekspanzijska posuda ispred spremnika sprječava povećanje tlaka i često aktiviranje sigurnosnog ventila. Ekspanzijska posuda za sanitarnu toplu vodu (MAG-W), međutim, ima nekoliko specifičnosti (u odnosu na EP kod grijanja (MAG-H) a to su:

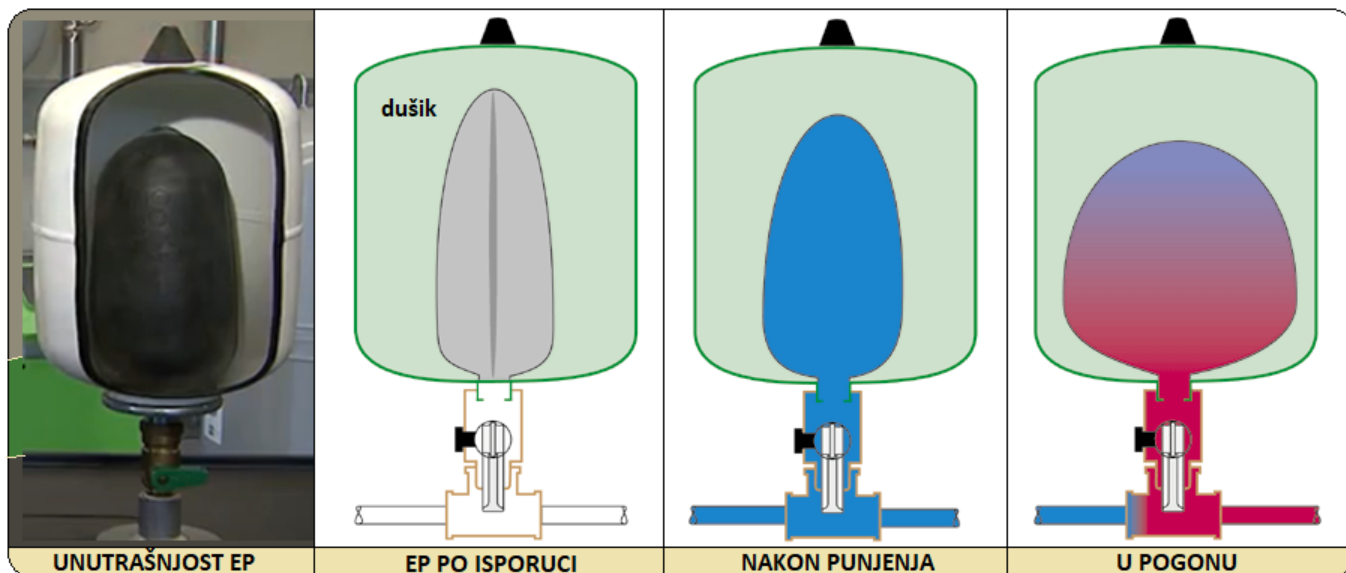
- u ekspanzijsku posudu stalno dostrujava nova voda u kojoj je kisik koji može uzrokovati koroziju posude, što je bio slučaj kod starijih pocinčanih posude koje nisu imale membranu već samo zračni jastuk. Novije posude imaju **gumeni mijeh** u kojem je voda, a oko mijeha je dušik pod tlakom. Dušik je neutralan i ne izaziva koroziju posude.
- ekspanzijska posuda mora biti protočna tj. u njoj se ne smije zadržavati topla voda jer bi se u takvoj vodi mogle razviti bakterije (legionela)



Po ugradnji posuda se treba dopuniti s dušikom na potrebni tlak. Tlak punjenja EP dušikom treba iznositi 0,2 do 1 bar ispod tlaka u sustavu (zavisno od udaljenosti EP i spremnika). Dakle:

$$p_0 = p_a - (0,2 \text{ do } 1) \quad p_a - \text{tlak u sustavu}$$

Da se isključi utjecaj variranja tlaka u sustavu, dobro je ugraditi redukcijски ventil.



Veličina posude ovisi veličini spremnika i geodetskoj visini instalacije. Na primjer: za spremnik od 100 l treba EP od 8-12 litara (tablice proizvođača)

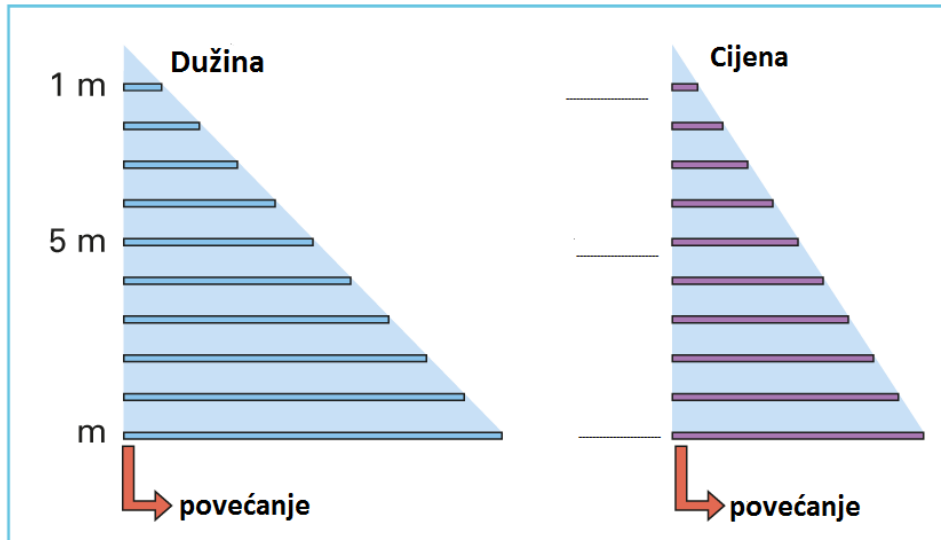
Redovito godišnje održavanja uključuje i kontrolu tlaka u posudi (*slika*)



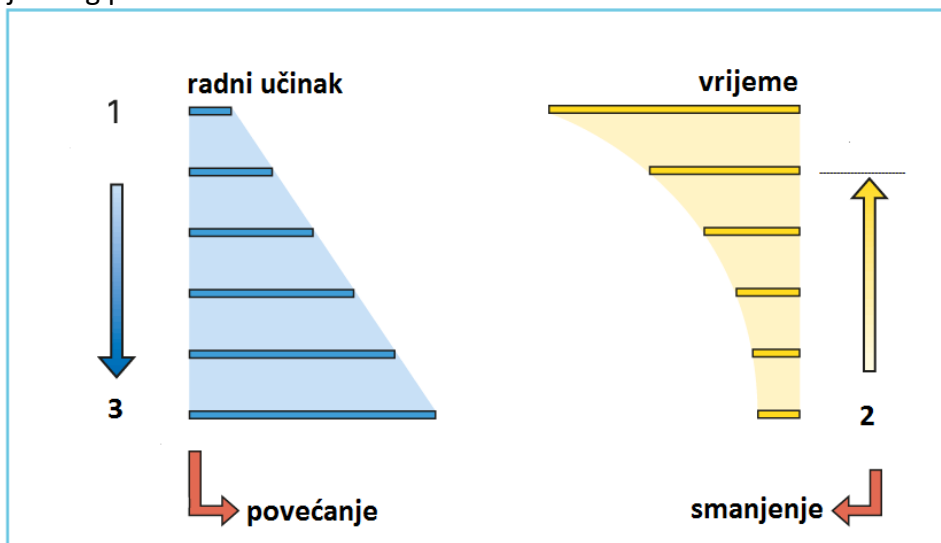
KONTROLA TLAKA DUŠIKA U POSUDI

Vježba:

1. Bakrena cijev 12x1 dužine 5 m stoji 42,25 kn. Koliko stoji 36 m cijevi?



2. 3 radnika trebaju za izvođenje neko posla 4 dana. Koliko vremena trebaju 2 radnika za izvođenje istog posla?

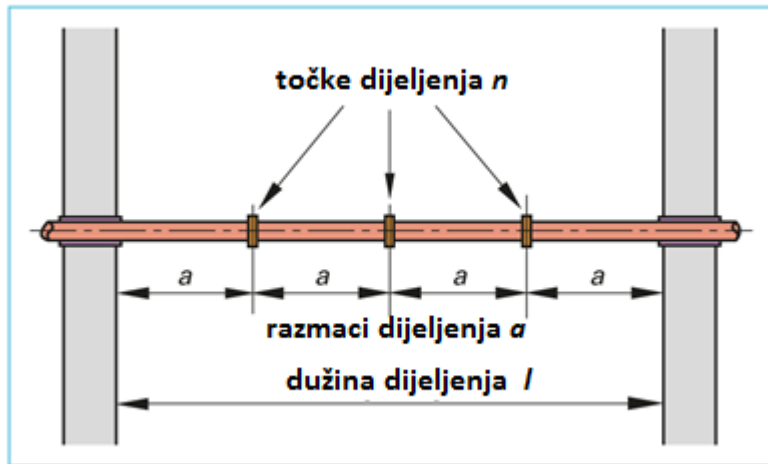


Vježba: Dijeljenje dužine na jednake razmake

općenito:

$$a = \frac{l}{n + 1},$$

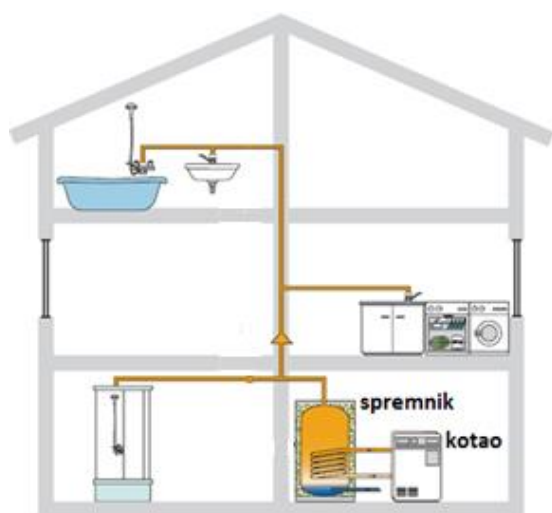
$$n = \frac{l}{a} - 1$$

**Zadatak**

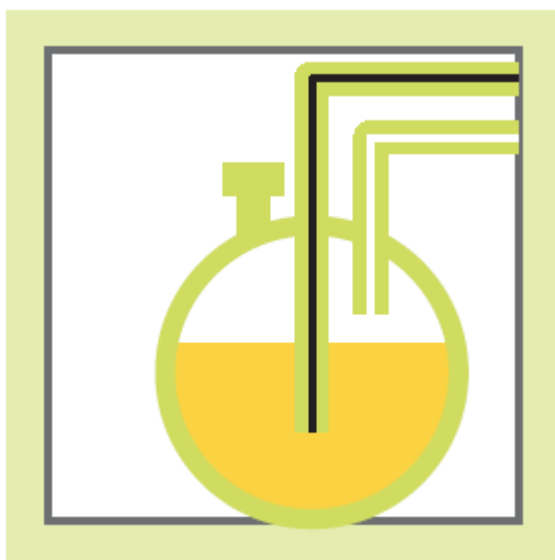
Na plosnatom profilu duljine 680 mm treba izbušiti 8 rupa. Razmaci rupa i udaljenost od kraja su jednaki. Na koji razmak treba izbušiti rupe?

Pitanja za ponavljanje

1. Što je legionela i u kojim uvjetima nastaje? Na koji se način sprječava njezino nastajanje u sustavima pripreme tople vode?
2. Što je izmjenjivač? Navedi podjelu izmjenjivača.
3. Objasni princip pločastog izmjenjivača.
4. Objasni razliku između cijevnog izmjenjivača i izmjenjivača s dvostrukim plaštom.
5. Objasni razliku između cijevnog električnog izmjenjivača i izmjenjivača s golom žicom.
6. Nacrtaj shemu podjele sustava tj. zagrijača pitke vode.
7. Koje su prednosti i nedostaci centralnog sustava pripreme tople vode u odnosu na decentralni?
8. Što je cirkulacijski vod? Kada se koristi? Nacrtaj na slici ispod cirkulacijski vod i crpku.
9. Objasni razlike između otvorenih i zatvorenih, direktnih i indirektnih te protočnih i akumulacijskih zagrijača?
10. Koju sigurnosnu opremu ima zatvoreni električni akumulacijski zagrijač?
11. Što pogoduje stvaranju kamenca u zagrijaču vode?
12. Što je žrtvena anoda?
13. Koje vrste protočnih električnih zagrijača poznaješ? Objasni razliku?
14. Koji su osnovni sklopovi plinskog protočnog zagrijača vode?
15. Čemu služi vodena glava i koje uređaje sadrži? Na koji se način regulira temperatura vode na tom zagrijaču?
16. Objasni termoelektričnu kontrolu pripalnog plamena.
17. Kako rade plinski zagrijači bez pripalnog plamena, te kako se kontrolira postojanje plamena na plameniku?
18. Objasni konstrukciju i način rada akumulacijskog plinskog zagrijača.
19. Koje vrste indirektno grijanih zagrijača poznaješ. Objasni razliku.
20. Nacrtaj shemu priključka zatvorenih zagrijača na vodovodnu mrežu i objasni ulogu dijelova?
21. Navedi pravila za ugradnju sigurnosnog ventila.
22. Kada se na priključnu armaturu akumulacijskog zagrijača pitke vode mora ugraditi ekspanzijska posuda? Koja je njezina uloga?
23. U čemu se ekspanzijska posuda za sanitarnu toplu vodu (MAG –W) razlikuje os ekspanzijske posude za grijanje (MAG-H)?
24. Na koji tlak treba dopuniti posudu dušikom prije puštanja u pogon?



3.4 Instalacije sustava za opskrbu gorivom



pripremio: **prof. Križnjak**

Sadržaj:

VRSTE GORIVA

1. Plinska goriva

1.1. Osnovna svojstva

1.2. Podjela plinskih goriva prema načinu dobivanja

Prirodni plin

Ukapljeni naftni plin

Bio-plin

1.3. Podjela plinskih goriva prema osobinama izgaranja

1.4. Skladištenje plinova

Skladištenje zemnog plina

Skladištenje ukapljenog naftnog plina

2. Tekuća goriva

2.1. Vrste tekućih goriva i njihova svojstva

2.2. Skladištenje tekućih goriva

2.3. Priključak spremnika na trošilo

3.4 INSTALACIJE SUSTAVA ZA OPSKRBU GORIVOM

Pod pojmom „sustavi za opskrbu gorivom“ podrazumijevaju se prostori i spremnici u kojima se skladište goriva, kao i vodovi kojima se to gorivo dovodi uređaja za proizvodnju topline. S obzirom na različite vrste goriva ti prostori se razlikuju po svojoj veličini i izvedbi.

Vrste goriva

Fosilna goriva

U fosilna goriva spadaju: ugljen, nafta i plinska goriva. Fosilna goriva nastala su prije više milijuna godina kada su se organske tvari (biljke i mikroorganizmi), zbog potresa, našle u dubini zemlje pod velikim tlakom i temperaturom, gdje je kemijskim procesima došlo do stvaranja nafte i ugljena. Pri tim procesima je kao neka vrsta nus-proizvoda nastao i prirodni plin. Tekući naftni plin nastaje pri preradi nafte.

Regenerativne vrste goriva

Za razliku od fosilnih goriva, koja se ne obnavljaju i svakim danom su njihove rezerve sve manje, regenerativne vrste goriva su obnovljive i dobivaju sve veći značaj. To je prije svega drvo, zatim slama i slično.

Plinska goriva

Plin (u širem smislu) je jedno od agregatnih stanja tvari. On se može opisati kao tvar koja ne pruža nikakav otpor pri polaganoj promjeni oblika.

Plinom (u užem smislu) smatra se **gorivi plin**, tj. plinsko gorivo čijim izgaranjem nastaje toplina, koja se koristi za različite namjene (proizvodnja električne energije, toplinske energije, za grijanje, za pripremu tople vode, za gorivo u MSUI).

Gorivi plinovi sadrže gorive i negorive sastojke (inertne plinove).

Gorivi sastojci plinova su **ugljični monoksid (CO)**, **vodik (H₂)** i najvažniji, **ugljikovodici (C_nH_m)**. Ugljikovodici su **metan (CH₄)**, **etan (C₂H₆)**, **propan (C₃H₈)** i **butan (C₄H₁₀)**.



Negorivi sastojci plinova su ugljični dioksid (CO₂) i dušik (N₂), a mogu sadržavati i vodenu paru (H₂O) i kisik (O₂)

Zajednička svojstva gorivih plinova su:

- plinovito stanje na plameniku,
- sposobnost izgaranja,
- stlačivost (kompresibilnost).

Osnovna svojstva plinskih goriva

Relativna gustoća

Je omjer gustoće plina i gustoće zraka ($\rho_{zr.}=1,29 \text{ kg/m}^3$):

$$d = \frac{\rho_{pl.}}{\rho_{zr.}}$$

za $d < 1$ – plin je lakši od zraka, $d > 1$ – plin je teži od zraka

Wobbe-ov broj

Je pokazatelj toplinskog opterećenja plamenika. Plinovi različitog sastava a jednakog Wobbe-ovog broja daju pri jednakom priključnom tlaku jednako toplinsko opterećenje plamenika (kJ/m^3) ili (kWh/m^3). Wobbe-ov broj izračunava se prema izrazu:

$$W = \frac{H}{\sqrt{d}} \quad \begin{array}{l} H\text{-ogrjevna vrijednost, (gornja ili donja).} \\ d\text{-relativna gustoća plina} \end{array}$$

Kada se neko plinsko trošilo preuređuje na korištenje neke druge vrste plina novi promjer sapnice izračunava se iz omjera Wobbe-ovih brojeva:

$$d_2 = d_1 \frac{W_1}{W_2}$$

W_1 – Wobbe-ov broj prethodnog plina
 W_2 – Wobbe-ov broj novog plina
 d_1 – promjer prethodne sapnice
 d_2 – promjer nove sapnice

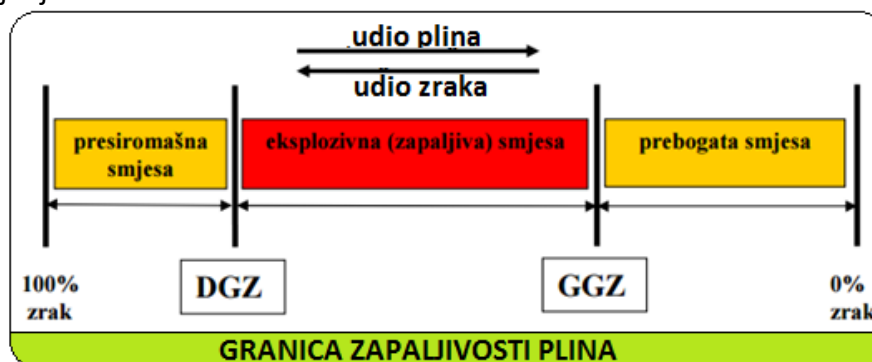
Temperatura samozapaljenja

To je najniža temperatura pri kojoj se plin pomiješan u stehiometrijskom odnosu sa zrakom, sam od sebe zapali. (*vidi tablicu*)

Primjer: vodik: 530°C gradski plin 560°C , uglj. monoksid: 610°C

Granica zapaljenja

-je donja (DGZ) odnosno gornja granica (GGZ) količine plina u smjesi zraka i plina pri kojoj je još moguće zapaljenje.



Na primjer: -smjesa prirodnog plina neće se zapaliti ispod 5,3% sadržaja plina (previše zraka-presiromašna smjesa), a isto tako i preko 14% sadržaja plina (premalo zraka-prebogata smjesa).

Podjela plinskih goriva

Plinska goriva se dijele prema:

1. Prema izvoru-načinu dobivanja plinska goriva se dijele na:

- **prirodni plin:** -dobiven izravno iz zemlje,
- **plin dobiven preradom nafte:** -ukapljeni naftni plin (propan + butan),

- **plin dobiven preradom ugljena:** -gradski plin, generatorski plin, sintetički prirodni plin koksni plin,
- **plin dobiven nekim drugim tehnološkim procesom:** grotleni plin, bio plin

SVOJSTVA GORIVIH PLINOVA				
	mj. jed.	Zemni plin	Propan	Butan
Gustoća (pri 0°C i 1013 mbar)	kg/m ³	0,71-0,91	2,011	2,708
Relativna gustoća		0,55-0,70	1,55	2,09
Volumen 1 kg plina pri 15°C	lit.		535	393
Temperatura ukapljivanja	°C	-161	-42	-0,5
Donja ogrjevna vrijednost	kWh/m ³	9,25-11,47	25,9	34,4
Gornja ogrjevna vrijednost	kWh/m ³	10,28-12,75	28,3	37,25
Wobbe-ov broj (donji)	kWh/m ³	11,48-14,23	20,8	23,7
Wobbe-ov broj (gornji)	kWh/m ³	12,75-15,81	22,63	25,74
Granica zapaljenja DGZ-GGZ	%	5,3-14,0	2-9,5	1,5-8,5
Temperatura samozapaljenja	°C	640	510	490
Količina zraka potrebna za izgaranje 1 m ³	m ³	10,5	23,9	31,0

Ogrjevna vrijednost plina može se izraziti i MJ ili starom jedinicom kcal. Njihov odnos je sljedeći:

1 kWh=3,6 MJ, 1 MJ=1/3.6 kWh
1 kWh=860 kcal, 1kcal=1/860 kWh

1. Prirodni ili zemni plin (LNG -Liquefied Natural Gas)

Danas je najvažnije plinsko gorivo. Nastao je iz taloga mikroorganizama u atmosferi bez kisika, i pod visokim tlakovima, prije više milijuna godina, na dubinama od 3000 do 6000 metara. Nalazi se obično u blizini naftnih polja. Tijekom prerade iz njega se izdvajaju propan i butan (od kojih se dobiva ukapljeni naftni plin) i viši ugljikovodici. Njegovu osnovu (više od 80%) čini metan (CH₄). Prirodni plin koji se koristi u Hrvatskoj spada u 2. skupinu, podskupina H.

Neotrovan je, bez boje, okusa i mirisa, lakši je od zraka i izgara plavim plamenom. Pri preradi mu se dodaje miris (odorant), radi lakšeg prepoznavanja u slučaju istjecanja. Lakši je od zraka pa se u slučaju istjecanja skuplja u gornjem dijelu zatvorenog prostora.

Od nalazišta do potrošača transportira se plinovodima u plinovitom stanju ili tankerima u ukapljenom stanju (LNG).

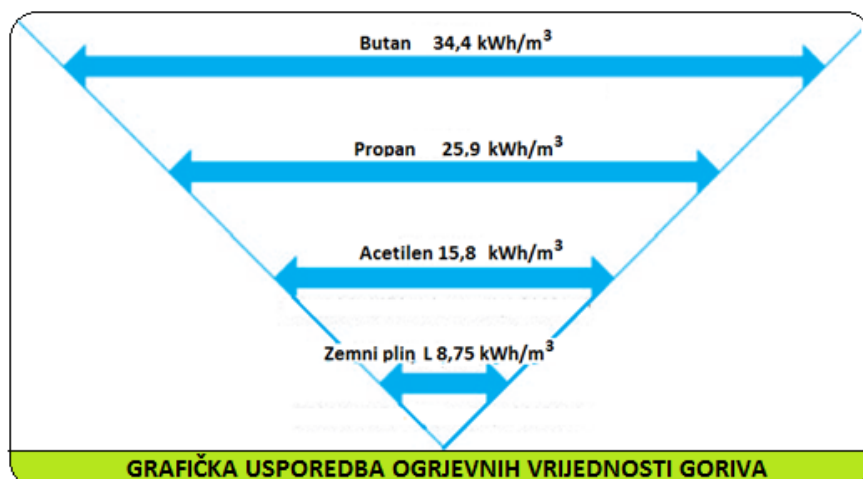
U Evropi (Njemačkoj) se koriste dvije vrste zemnog plina, koji se, zavisno od porijekla, razlikuje u kemijskom sastavu:

- oznaka L (low), danas **LL** – manje metana (81,8%), više dušika
- oznaka H (high) danas **E** – više metana (93), manje dušika

2. Ukapljeni naftni plin (UNP) (LPG (Liquefied Petroleum Gas))

Proizvodi se iz nafte i naftnih plinova. Njegov sastav čine propan i butan, (25% propana i 75 % butana) te razne primjese (propen, buten, etan, eten). Pri normalnim uvjetima je plinovit i teži od zraka, no već pri malom tlaku (1,7 bara) prelazi u tekuće stanje, pri čemu mu se volumen smanjuje oko 260 puta. I upravo je to njegova glavna prednost pri upotrebi. Prevozi se i skladišti u kapljevitom stanju.

Neotrovan je, bez boje i mirisa (dodaje mu se odorant). Ima užu granicu zapaljenja od prirodnog plina i iz tog je razloga manje opasan. Teži je od zraka pa se u slučaju istjecanja skuplja u donjem dijelu prostora, u različitim udubljenjima i kanalima. Ima veću ogrjevnju vrijednost od prirodnog plina.



3. Bioplin

Sve više dobiva na značaju. Nastaje pri biološkoj razgradnji tvari životinjskog i biljnog podrijetla. Sadrži najčešće oko 65% metana i 35% ugljičnog dioksida. Koristi se najčešće na manjim poljoprivrednim gospodarstvima.

2. Podjela plinskih goriva prema osobinama izgaranja (prema Wobbe-ovom broju)

Ova podjela uvedena je zbog standardizacije plinske opreme. Osnova podjele je toplinsko opterećenje koje plin stvara na plameniku:

1. **plinska grupa:**
 - plinovi koji dobro izgaraju,
 - lako se miješaju sa zrakom,
 - izgaraju kratkim plamenom,
 - ne stvaraju čađu,
 - ne naginju povratu plamena (gradski i koksni plin)
2. **plinska grupa:**
 - izgaraju nešto dužim plamenom,
 - plinovi bogati metanom
 - pri izgaranju nastaje CO,
 - dolazi do pojave "trganja"-odvajanja plamena od sapnice, (prirodni plin).
3. **plinska grupa:**
 - lošije se miješaju sa zrakom,
 - vrh plamena je žute boje,
 - pri izgaranju dolazi do stvaranja čađe,
 - plinovi koji sadrže propan i butan (ukapljeni naftni plin).

Skladištenje goriva

Skladištenje zemnog plina

Republika Hrvatska manje od polovicu svojih potreba za plinom dobiva iz domaćih izvora dok ostatak uvozi. Plin se distribuira postojećim plinovodnim sustavom do krajnjih potrošača, no svaka zemlja mora imati i određene pričuve zbog mogućih poteškoća iz uvoza, kao i zbog uravnoteženja potrošnje u zimskim i ljetnim razdobljima.



Prirodni plin se može skladištiti na dva načina:

1. U plinovitom stanju

Za ovakav način skladištenje koriste se podzemna napuštena nalazišta plina i nafte. U Hrvatskoj se takvo skladište nalazi u mjestu **Okoli** (nedaleko Siska).

2. U tekućem stanju (ukapljeni prirodni plin UPP/LNG)

Da bi prirodni plin prešao u tekuće stanje mora se ohladiti na -161°C (uz normalni tlak) (UPP), ili ga se mora stlačiti na visoki tlak (124 bara za plin bogat tekućim ugljikovodicima ili 248 bara za suhi plin) (SPP). Volumen mu se pri tome smanjuje za oko 600 puta.

Ukapljeni prirodni plin skladišti se najčešće u posebno izvedenim nadzemnim spremnicima. U Hrvatskoj zasad nema takvih spremnika, no u planu je plinski terminal ukapljenog prirodnog plina na otoku Krku.

UPP se do terminala dovozi specijalnim brodovima.



Skladištenje ukapljenog naftnog plina (LPG)

Tekući naftni plin koristi se područjima gdje nije dostupan prirodni plin. Ista količina LPG u tekućem stanju zauzima samo 1/260 volumena u odnosu na plinovito stanje, a za ukapljivanje je dovoljan relativno mali tlak. Zbog toga se relativno velike količine mogu pohranjivati u spremnike relativno tankih stjenki. Plin se za kućanstva dovozi u cisternama i pretače u male stacionarne spremnike, ili se dovozi u izmjenljivim bocama.

Mali stacionarni spremnici

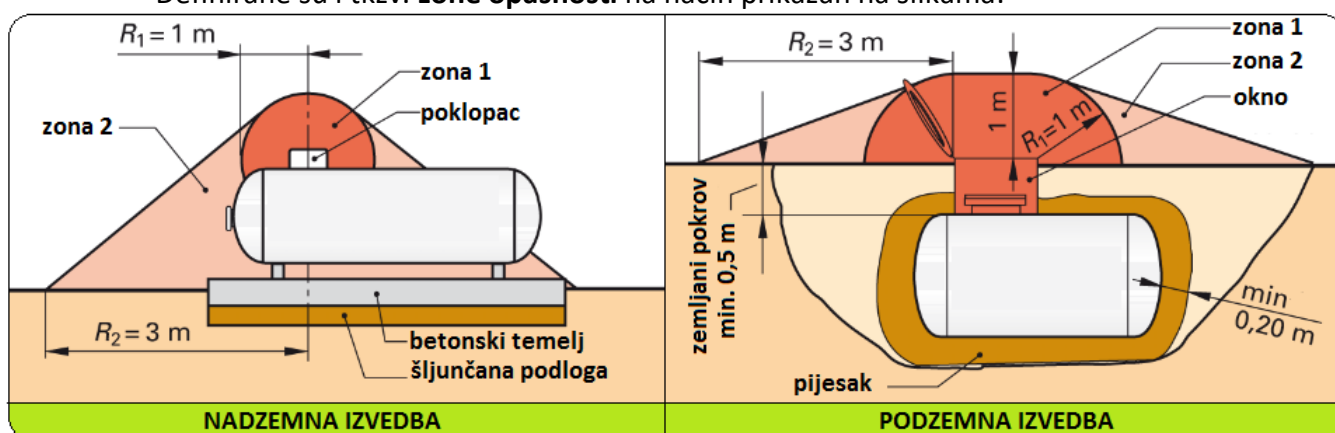
Mali stacionarni spremnici za kućanstva nude se u zapreminama 1750, 2700 i 4850 litara u nadzemnoj i podzemnoj izvedbi.

Odobrenje za lokaciju spremnika izdaje nadležna policijska postaja-Odjel protupožarne zaštite

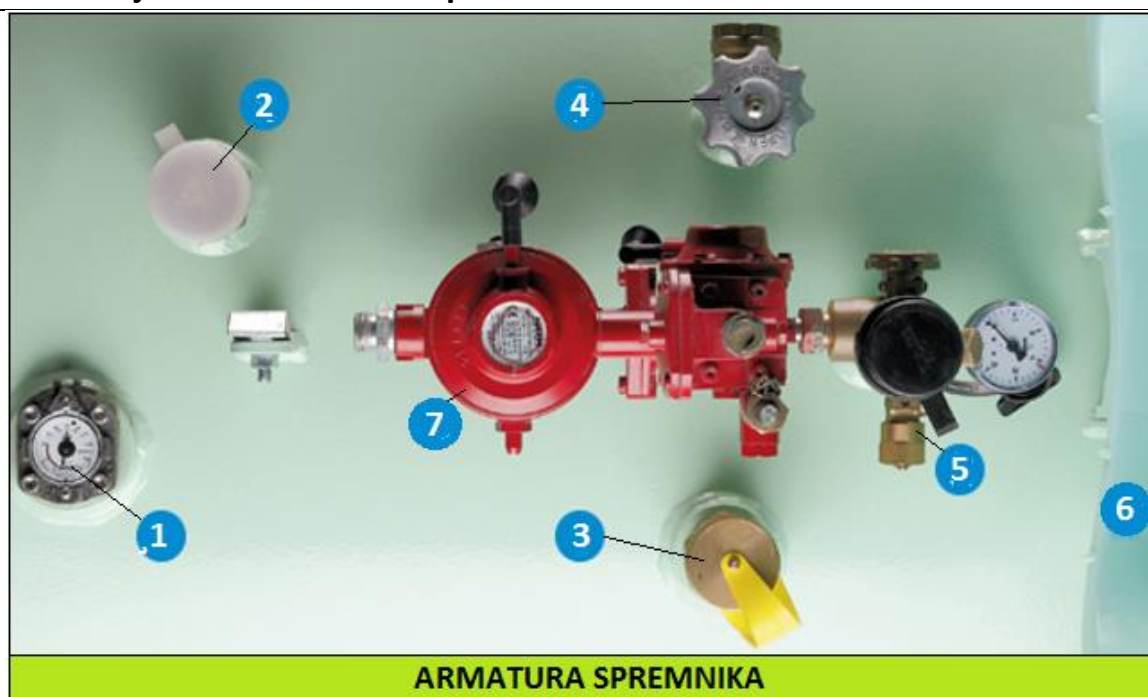
Uvjeti i načini postavljanja ovih spremnika definirani su „Pravilnikom o ukapljenom naftnom plinu“ http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2007_11_117_3417.html

U tom Pravilniku definirane su udaljenosti spremnika od pojedinih objekata, puteva, granica parcele, skladišta zapaljivih materijala, otvora kanalizacije i slično. (u pravilu 3m)

Definirane su i tzv. **zone opasnosti** na način prikazan na slikama:



Priključci i armature na spremniku



1. **Pokazivač napunjenosti** sa skalom u postocima (od 0 do 100 %)
2. **Sigurnosni ventil** koji se aktivira na 15,6 bara, ispušta dio plina iz spremnika, nakon čega se ponovno zatvara

3. Ventil za punjenje**4. Ventil za pražnjenje** (omogućuje dobavljaču pražnjenje spremnika) i **korištenje tekuće faze****5. Priključni ventil** na korisnički vod. Služi za otvaranje i zatvaranje plina prema korisniku.

Također služi kao **graničnik napunjenosti** (85%) koji automatski gasi crpku na dostavnom vozilu. Na njemu se nalazi manometar (do 25 bara) te ispitni priključak

6. Zaštitni poklopac

Spremnici su u pravilu napunjeni s max. 80% tekućeg plina, dok je ostatak u plinovitom stanju, što predstavlja jedan vid sigurnosti. Plinska faza nalazi se u gornjem dijelu spremnika gdje se plin izuzima.

Ovisno o količini koja se izuzima iz spremnika, prelazi plin iz tekućeg u plinovito stanje. Za prelazak iz tekućeg u plinovito stanje se troši toplina tj. plin se hladi. U slučaju velike potrošnje spremnik se može toliko ohladiti da se na njemu i na armaturi stvara led. Stoga je brzina tj. količina pražnjenja ograničena.

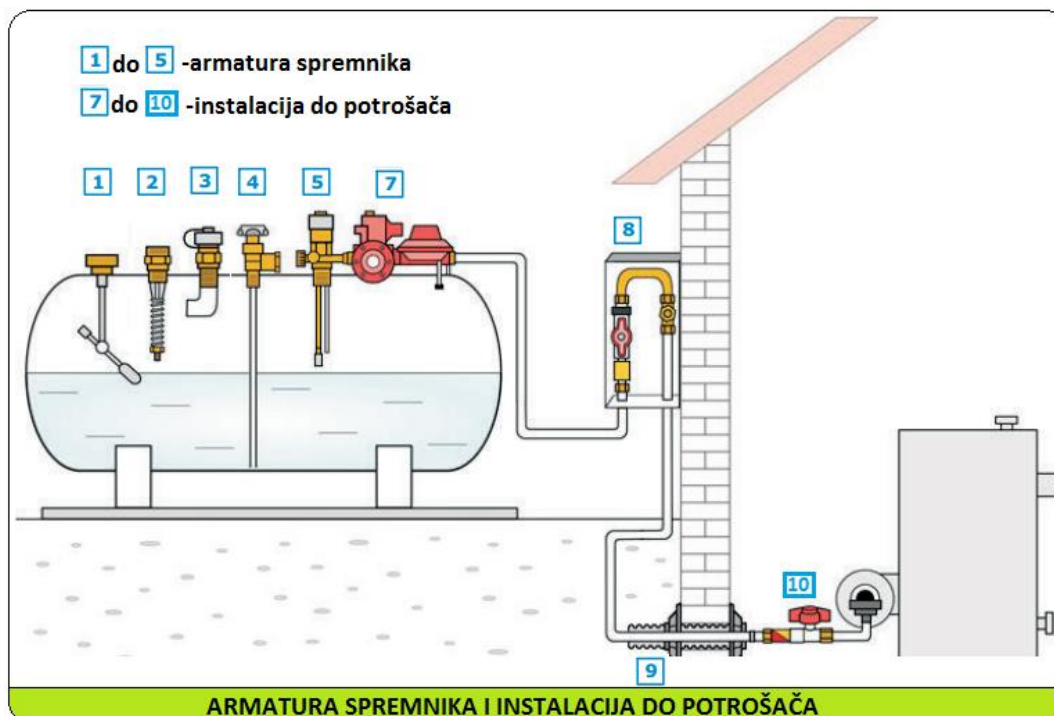
Instalacija do trošila

http://www.ikz.de/uploads/media/IKZH_200615_461_054.pdf

Vod od spremnika do glavnog zapornog ventila u kući naziva se opskrbeni vod. On se kod stambenih prostora izvodi podzemno. Dio cijevi od spremnika do ulaska u zemlju mora biti pričvršćena na odgovarajući oslonac (zid ili metalni nosač). Cijev se u zemlji mora nalaziti na dovoljnoj dubini (min. 80 cm), te ležati na pješčanoj posteljici. 20-cm iznad cijevi se ostavlja traka upozorenja. Materijali cijevi mogu biti:

- a) **Kod nadzemne izvedbe** –crne čelične bešavne cijevi, precizne čelične cijevi, nehrđajuće precizne čelične cijevi, i bakrene (WICU) cijevi (tvrdo lemljene), ,
- b) **Kod podzemne izvedbe** –mogu se koristiti sve gore navedene cijevi kao i PE cijevi, osim preciznih čeličnih cijevi (zbog tanke stijenke). Crne čelične cijevi moraju biti antikorozijski zaštićene. Bakrene cijevi mogu se spajati i pritisknim (press) spojevima dozvoljenim za plin (u Hrvatskoj još nisu dozvoljene). Nikakvi rastavljivi spojevi u zemlji nisu dozvoljeni.





7. Regulator tlaka. Tlak u spremniku varira u zavisnosti od napunjenosti i temperature od 2 do 8 bara. Korisnički uređaji zahtijevaju konstantni tlak od 50 mbar. Zbog toga se tlak iz spremnika reducira u dva stupnja, najprije na 0,7 bara a zatim na 50 mbara. To se može izvesti na dva načina:

a) regulacijska grupa na spremniku koja se sastoji od prvog i drugog stupnja, što predstavlja standardnu izvedbu.

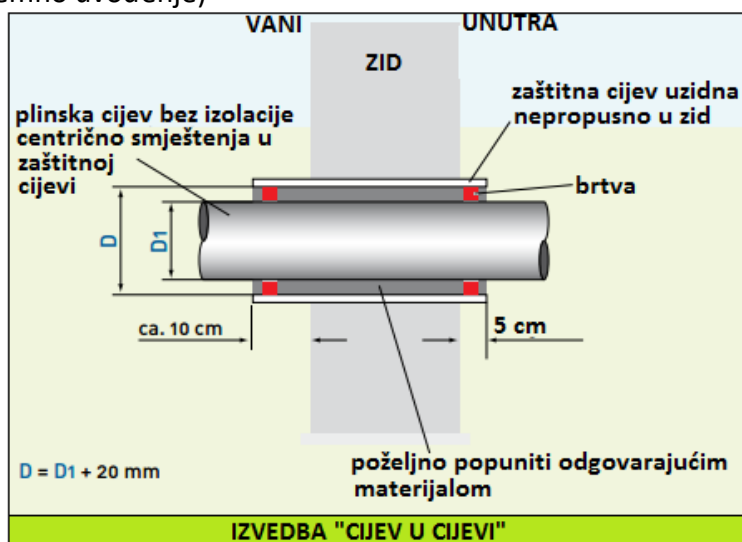
b) regulator 1. stupnja nalazi se na spremniku a regulator 2. stupnja u kući. Ovaj način koristi se kod većih udaljenosti spremnika od kuće.

8. Ormarić s glavnim zapornim ventilom (izvedba s vanjskim ormarićem nije obavezna)

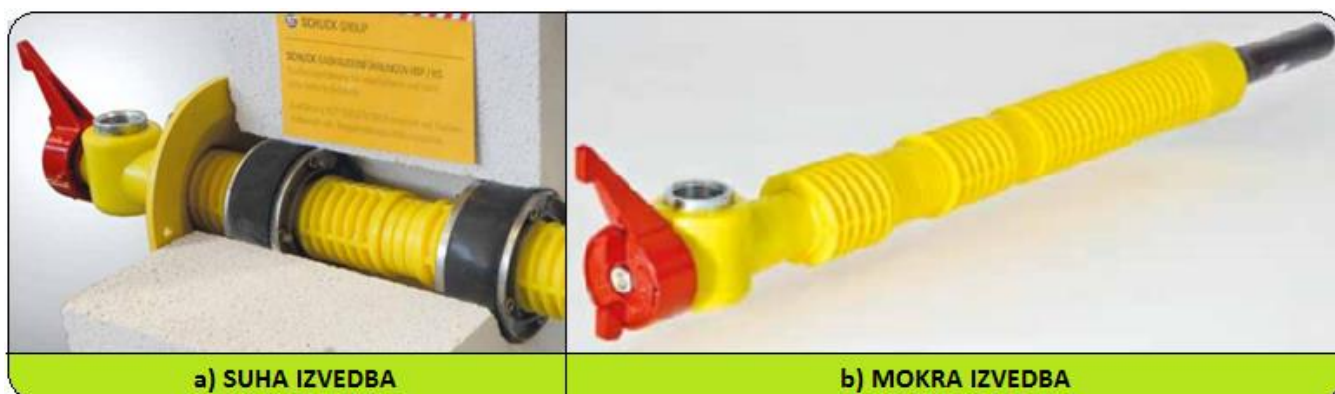
9. Prolaz kroz zid

Uvođenje cijevi u kuću mora biti izvedeno vodo- i plinonepropusno. To se može izvesti na dva načina:

a. Zanatskom izvedbom – „cijevi u cijevi“ međusobno zabrtvljenih, (preporučljivo za nadzemno uvođenje)



b. Originalnom tvorničkom izvedbom - koja se ugrađuje već pri gradnji (mokra izvedba) ili se naknadno buši rupa u koju se postavlja element s brtvama (suha izvedba)



10. Kuglasta slavina s termozaštitnim ventilom

Prijenosne plinske boce

<http://www.auva.at/portal27/portal/auvportal/content/contentWindow?&contentid=10008.544617&action=b&cacheability=PAGE>

Na hrvatskom tržištu postoji širok spektar plinskih boca različitih oblika i veličina, ovisno o kapacitetu punjenja i primjeni:

- **2 kg**, - boce za prijenosna kuhala i svjetiljke
- **3 kg i 5 kg** –kamping boce,
- **7,5 kg, 10 kg** –male boce, koje se koriste u kućanstvu. Dakle, smiju se postavljati u boravišnim prostorima
- **35 kg** –velike boce. Smiju se koristiti samo posebnim prostorima (limeni ormari) ili na otvorenom.

Jedna bitna razlika između malih i velikih boca je i u tome što male boce imaju ugrađenu brtvu na zapornom ventilu, dok to velike boce nemaju, pa se brtva ugrađuje na strani regulatora. Navoj jedne i druge boce je jednak (**W 21,8 x 1/14 lijevi**-(*vanjski promjer 21,8, korak 1,814, 14 Gg*)), pa bi moglo doći do problema ukoliko bi se velika boca priključila na regulator predviđen za male boce.

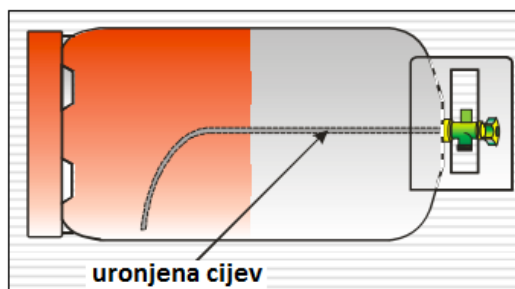


PRIKLJUČAK NA:
-na maloj boci 10 kg -na velikoj boci 35 kg

Osim podjele prema veličini dijele se i prema fazi koju koriste:

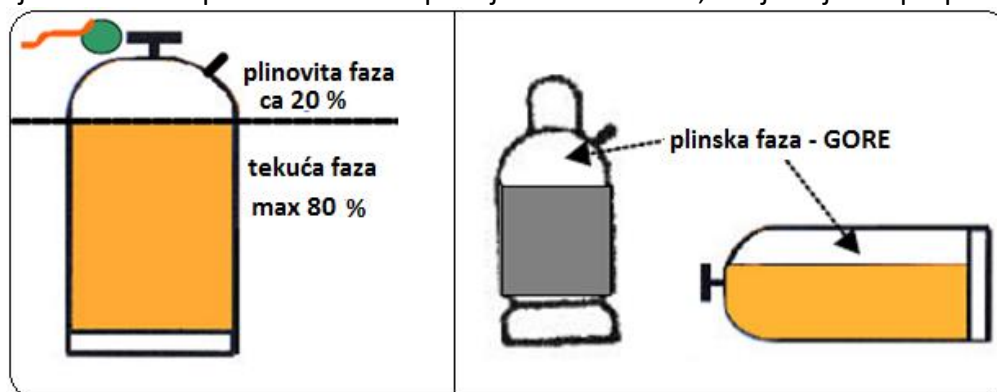
- **Boce s uronjenom cijevi za korištenje kapljevite faze.**

To su boce uglavnom za industrijsku upotrebu uz koje se ugrađuje isparivač kako bi se dobila plinska faza. Takve boce smiju biti položene pri upotrebi vodoravno (primjer: viljuškar)



➤ **Boce bez uronjene cijevi za korištenje plinske faze.**

Ove boce moraju se koristiti samo u okomitom stanju kako ne bi došlo do izlaženja tekuće faze plina koja se ne može pri izlasku dobro pomiješati sa zrakom, što je uvjet za potpuno izgaranje.



Priključivanje malih boca na trošilo

Male boce za kućanstvo priključuju se na trošilo pomoću savitljivog crijeva. Radi smanjivanja tlaka iz boce na radni tlak koristi se niskotlačni regulator (30 mbar).

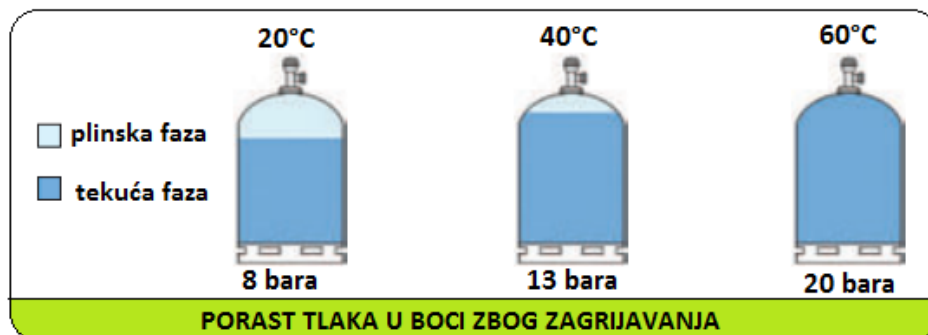


Na mjestima gdje je priključno crijevo duže i izloženo je opasnosti od prekida (plamenici u građevinarstvu, plinski roštilji i sl.) potrebno je ugraditi regulator s **osiguračem od loma crijeva**. Osigurač se može ugraditi i dodatno na postojeći regulator.

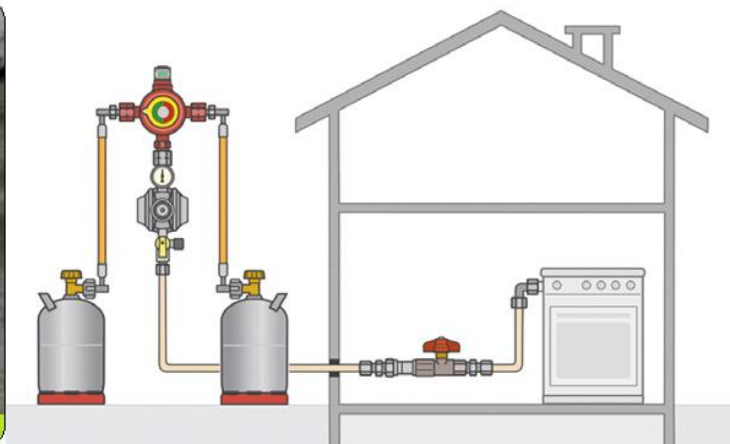


Neke od mjera sigurnosti prilikom rukovanja plinom u bocama:

- bocu uvijek držati uspravno i sa zatvorenim ventilom
- smještaj boce mora biti jednak ili viši od okolne površine, ne koristiti i čuvati boce s plinom u prostorijama nižim od okolnog terena (podrumi, stubišta)
- ne izlagati plinsku bocu izvorima topline, odnosno temperaturi višoj od 40°C (sunce, vatra, itd.). Naime pri temperaturi od 60°C plinska faza nestaje, a tekuća nema više prostor za širenje, pa može doći do popuštanja spojeva i eksplozije.



- mjesto gdje je boca pohranjena potrebno je redovito provjetravati



Maksimalna potrošnja kod 10 kg boce smije iznositi max. 0,3 kg/h. Veća potrošnja dovodi do stvaranja leda na vanjskom dijelu, i može dovesti do toga da se tekuća faza ne stigne rasplinuti. Korištenje tekuće faze dovodi do lošeg miješanja sa zrakom i loše izgaranje.

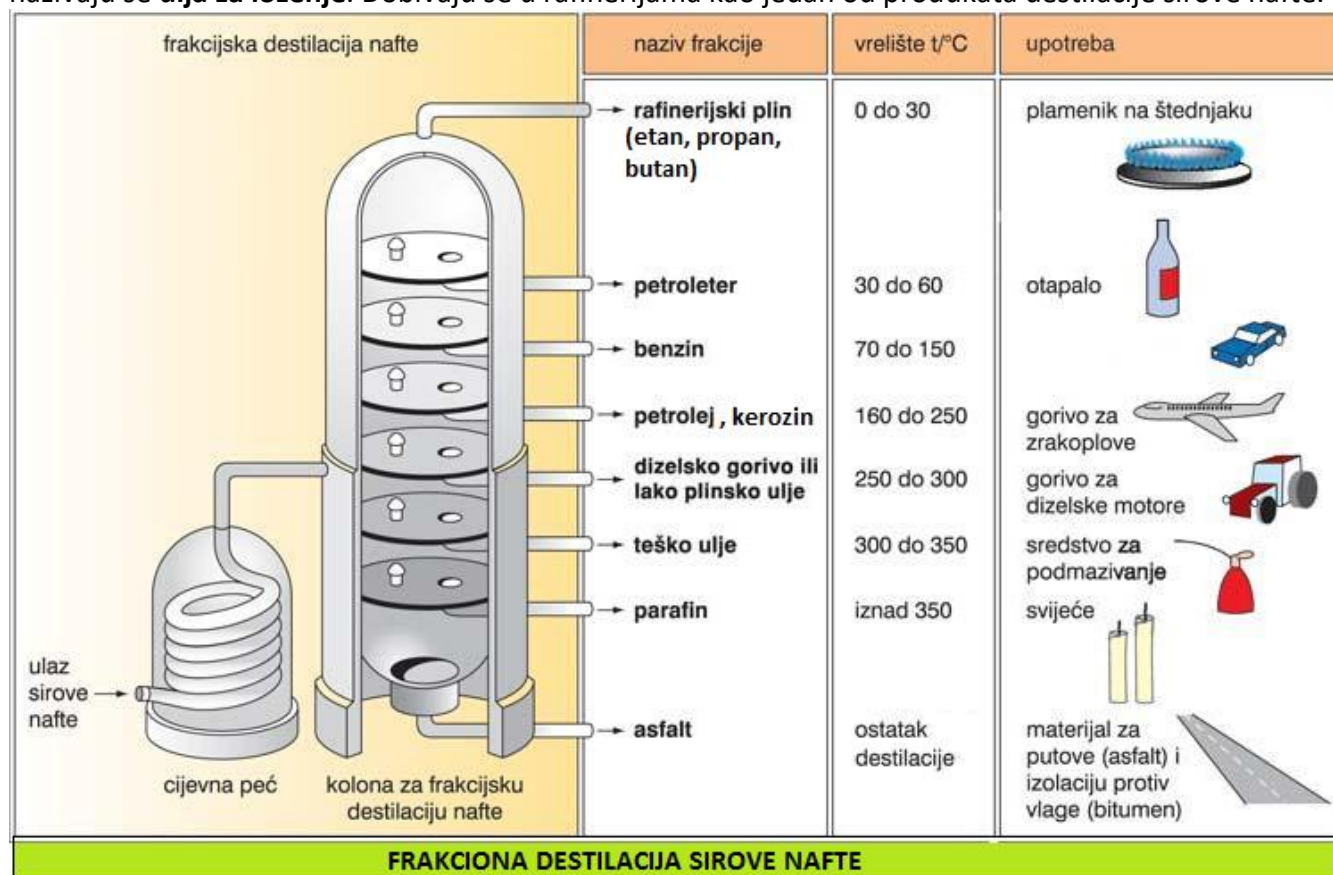
U slučaju potrebe za većom potrošnjom mogu se dvije ili više boca spojiti u tkzv. baterijskom spoju koji može biti ručni ili automatski.

Tekuća goriva

Vrste tekućih goriva i njihova svojstva:

Gorivo	Gustoća kod 20°C [kg/dm³]	Sastav % m/m				Gornja ogrjevna moć	Donja ogrjevna moć
		C	H	O + N	S	kWh/kg	kWh/kg
Etilni alkohol	0,8	52	13	25		8,30	7,47
Benzol	0,88	92	8			11,65	11,18
Benzin	0,72-0,80	85	15			12,97	11,80
Loživo ulje EL	0,82-0,86	86	13	0,5	0,3	12,61	11,86
Loživo ulje S	0,90-0,92	86	11	1	2	11,75	11,17
Petrolej	0,80.-0,82	85	15			11,92	11,33
Metanol	0,79	38	12	50		6,20	5,42
Diesel gorivo	0,84	86	13	0,4	0,5	12,44	11,57
Katransko ulje kamenog uglja	1,00—1,08	89	7	4		10,87	10,40

Tekuća goriva koja se koriste za dobivanje toplinske energije za zagrijavanje prostora nazivaju se **ulja za loženje**. Dobivaju se u rafinerijama kao jedan od produkata destilacije sirove nafte.



Razlikuje se nekoliko vrsta ulja za loženje: **ekstra laka EL**, **srednje teška S** i **teška T**. Ona se međusobno razlikuju po viskoznosti i gustoći. Srednje teška i teška ulja moraju se prije izgaranja zagrijati na 100 do 150°C, dok kod ekstra lakih ulja to nije potrebno pa se ona koriste za zagrijavanje kućanstava. No, udio ulja za loženje, u odnosu na ostale energente, znatno opada zbog zagađivanja okoliša (visok udio sumpora).

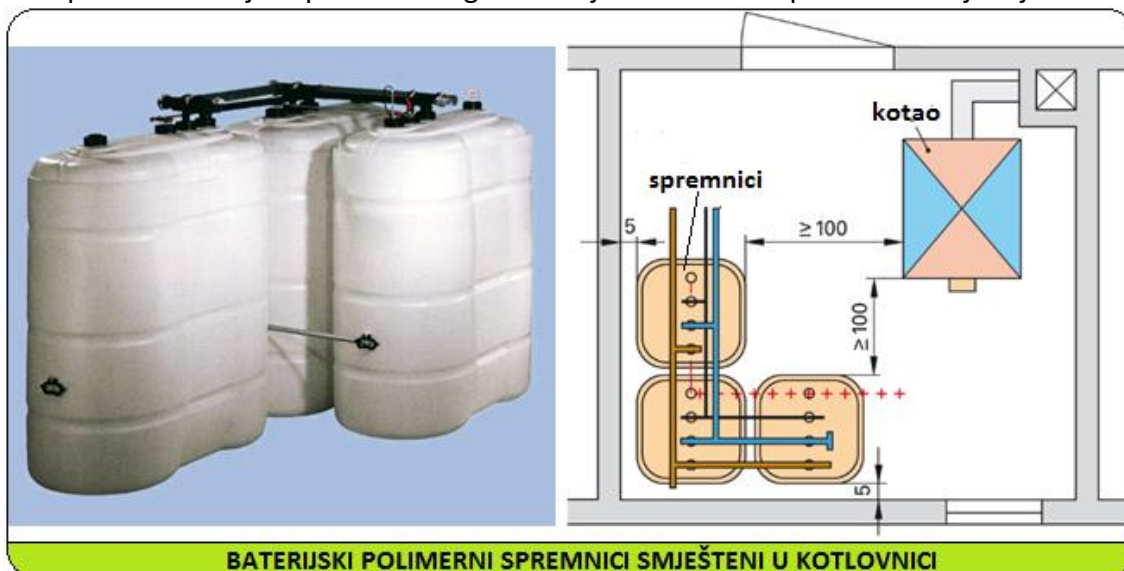
Skladištenje ulja za loženje

Ulje za loženje može se skladištiti u **podzemnim spremnicima** ili **spremnima smještenim u prostoru**.

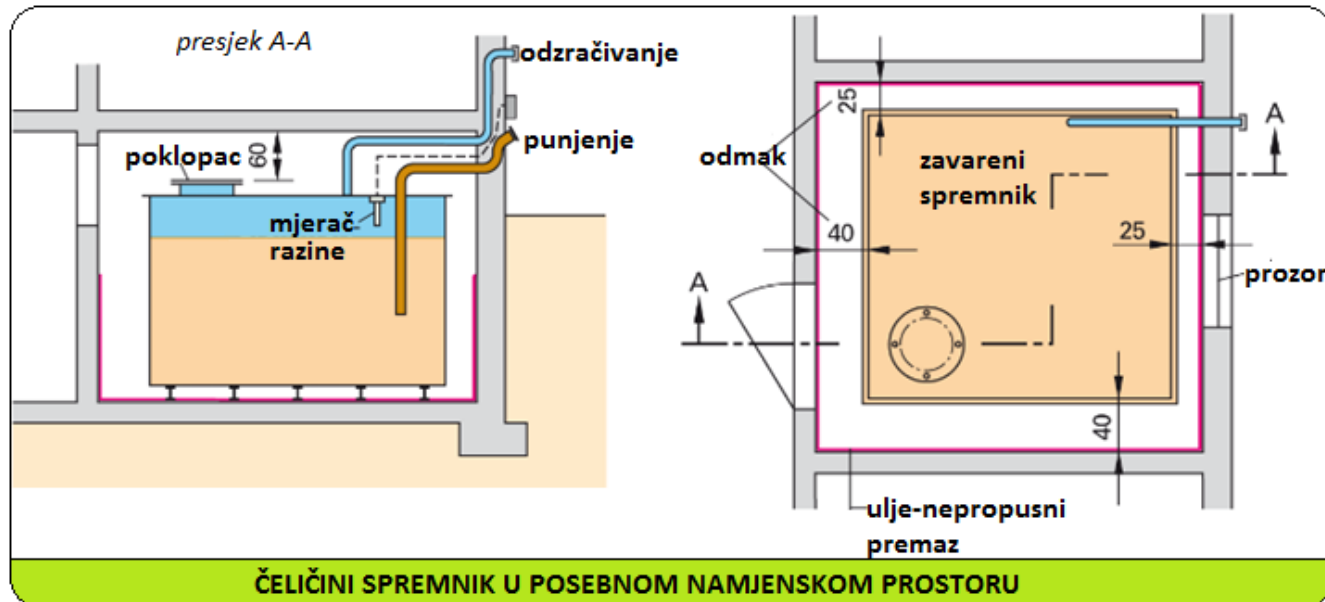
Podzemni spremnici mogu biti **čelični** ili **betonski**. Čelični spremnici mogu biti jednostijeni smješteni u uljonepropusnim kadama ili dvostijeni s posebnom kontrolnom tekućinom između stjenki. I jedan i drugi moraju imati sustav za dojavu istjecanja.

U kućanstvima se u pravilu koriste **spremnici smješteni unutar objekta**. To mogu biti baterijski spojeni spremnici od polimernih materijala ili spremnici od čeličnog lima.

Spremnici manje zapremine mogu biti smješteni u istom prostoru u kojem je i kotao.



Spremnici veće zapremine (>5000 l) smještaju se u prostorije čija je to jedina namjena i koje podliježu propisima za skladištenje ulja za loženje. Montiraju se (zavaruju) na mjestu postavljanja.



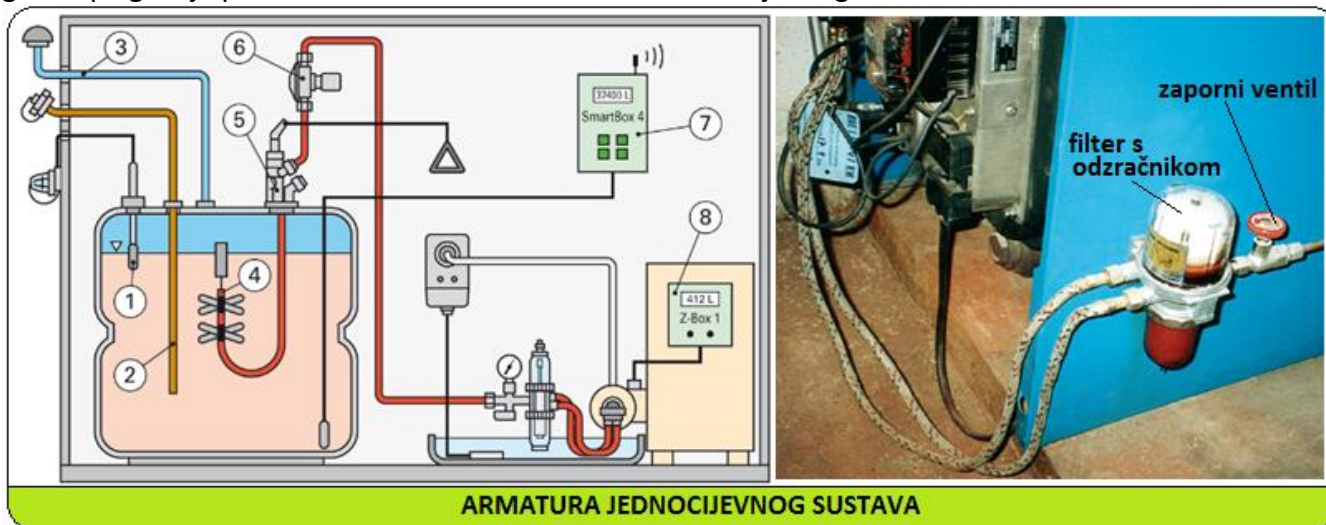
Priključivanje na trošilo

Vod od spremnika do filtera najčešće se izvodi bakrenim cijevima, no dopuštene su i čelične i aluminijske vučene cijevi, a spajanje se može izvesti pritisknim spojevima, tvrdim lemljenjem, zavarivanjem i prirubicama.

Spremnik se s kotlom može spojiti na dva načina:

1. Jednocijevno

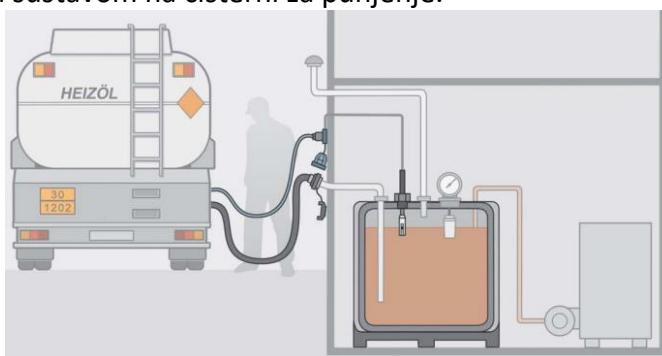
Kod ovog načina od spremnika do filtera vodi jedna cijev (najčešće bakrena), a od filtera do plamenika dvije fleksibilne cijevi (polazna i povratna). Povratni vod služi kako bi se omogućio povrat viška goriva. Ovaj način ima određene prednosti i češće se koristi. Plameniku se dovodi upravo toliko goriva koliko mu je potrebno pa nije potreban povratni vod u spremnik. Kroz filter protječe puno manje goriva pa ga nije potrebno toliko često čistiti kao kod dvocijevnog sustava.



Armaturu ovog sustava čine:

- 1. Graničnik punjenja** – sigurnosni uređaj koji sprječava prepunjenost spremnika. Prilikom punjenja se spaja sa sigurnosnim sustavom na cisterni za punjenje.

- 2. Vod za punjenje**



- 3. Odzračni vod**

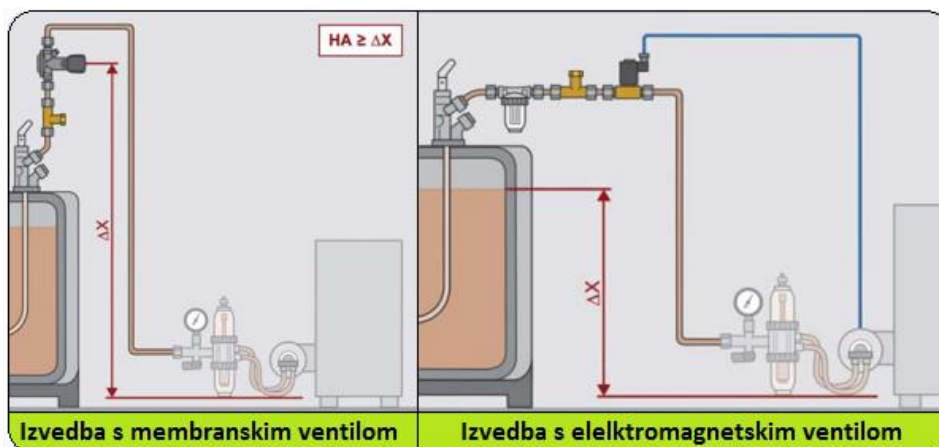
- 4. Plivajući usisni ventil**

- 5. Armatura za oduzimanje s kipp-ventilom**

- 6. Sigurnosni uređaj za sprječavanje istjecanja uslijed razlike u visini** – kada crpka ne radi, u slučaju propuštanja nekog spoja ulje bi curilo uslijed razlike u visini. Može se koristiti:

-membranski ventil-membrana zatvara vod kada nestane potlaka u cijevi

-elektromagnetski ventil – kada se crpka ugasi i ne dobiva struju elektromagnet zatvara ventil



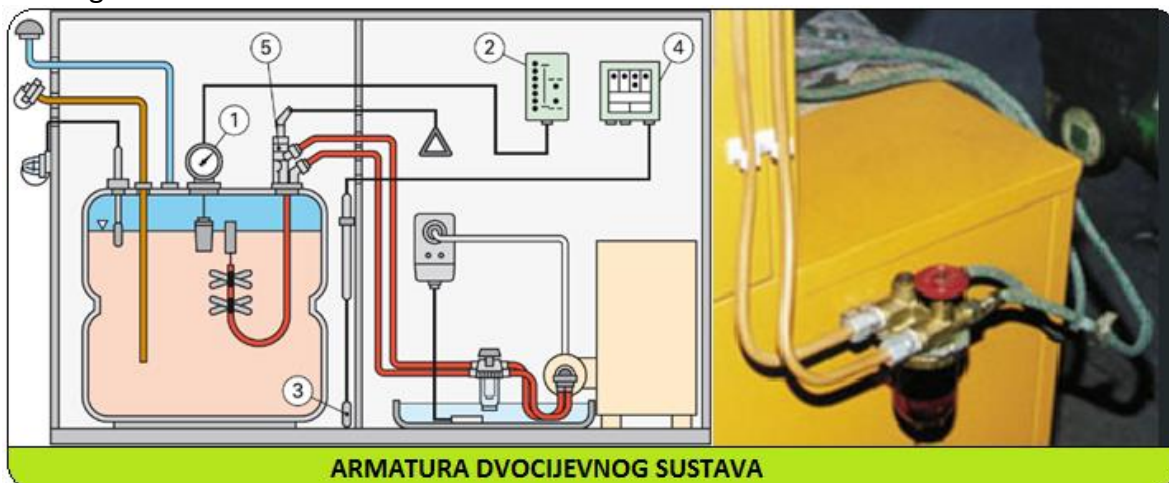
- 7. Pokazivač količine goriva**

- 8. Brojač količine goriva i broja sati rada**

2. Dvocijevno spajanje

Kod ovog načina spajanja do filtera goriva vode dvije cijevi: **usisna** i **povratna**. Povratna služi za vraćanje viška goriva u spremnik. Povratni vod završava iznad razine ulja u spremniku tako da nema opasnosti od istjecanja uslijed razlike u visini u slučaju propuštanja nekog spoja. Međutim do istjecanja može doći za vrijeme rada crpke jer sistem ne prepoznaje curenje ulja na povratnom vodu.

Brzine strujanja su veće, pa je veća i otpornost na smrzavanje ukoliko su vodovi smješteni izvan zgrade.



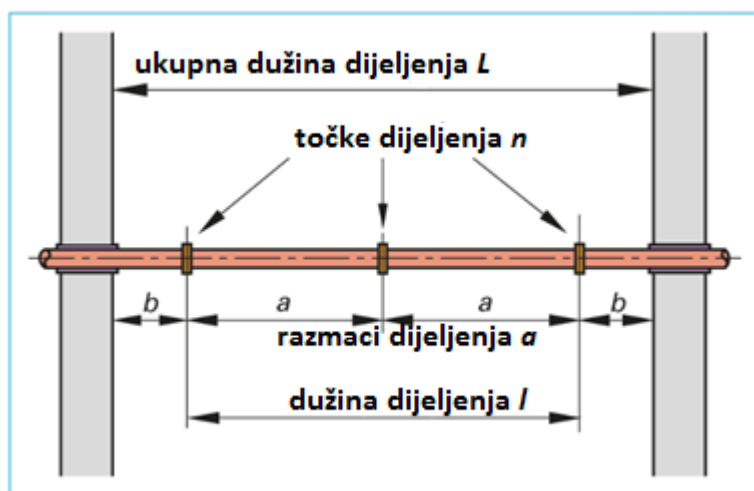
1. Pokazivač napunjenosti
2. Elektronski daljinski pokazivač napunjenosti
3. Sonda za dojavu curenja
4. Pokazivač curenja
5. Armatura za oduzimanje s kipp-ventilom

1. Dijeljenje dužine s nejednakim rubnim razmacima

$$l = L - 2 * b ,$$

$$a = \frac{l}{n-1},$$

$$n = \frac{l}{a} + 1$$



Zadatok 1

Bakrenu cijev duljine 12,9 m treba pričvrstiti na zid s razmakom koji ne smije biti veći od 1,5 m. Prvi i zadnji razmak moraju biti 0,75 m. Koliki će biti stvarni razmaci među točkama pričvršćenja?

Zadatok 2

Jedna strana krova dugačka je 14,5 m. Potrebno je izračunati koliko držača za žlijeb treba postaviti i na kojem razmaku, ako razmaci ne smiju biti veći od 0,75 m, a krajnji razmaci trebaju iznositi 0,25 m

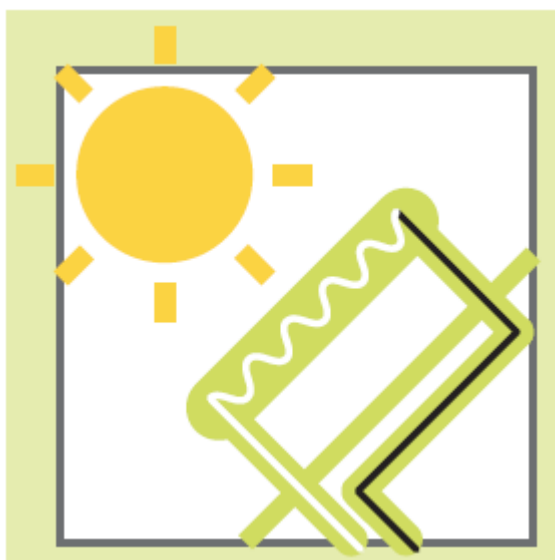
Zadatok 3

Krov na jednoj strani ima 18 greda širokih 12 cm. Razmak između središta (osi) greda iznosi 58 cm, a razmak između kraja krova i središta zadnje grede iznosi 30 cm. Koliko je dugačak krov i koliko ploča lima treba za pokrivanje te dužine, ako se rubovi ploča prekrivaju na duljini od 10 cm

Pitanja za ponavljanje

1. Nabroji gorive i negorive sastojke plinskih goriva.
2. Što je Wobee-ov broj i kako se izražava?
3. Kojim se odnosom može izračunati promjer nove sapnice na nekom trošilu pri promjeni vrste plina?
4. Što je granica zapaljenja? Objasni na jednom primjeru.
5. Navedi osnovna svojstva prirodnog plina i ukapljenog naftnog plina (propan, butan). Analiziraj i objasni sličnosti i razlike.
6. Što je odorant?
7. Navedi mjerne jedinice za energiju i njihov međusobni odnos.
8. Na koji način se distribuira i skladišti prirodni plin, a kako ukapljeni naftni plin?
9. Nabroji priključke i armaturu malih stabilnih spremnika i objasni njihovu ulogu.
10. Što su zone opasnosti plinskih spremnika?
11. Objasni način priključivanja malih stabilnih spremnika na kućnu instalaciju.
12. Nabroji vrste prijenosnih plinskih boca.
13. Zašto standardne plinske boce moraju stajati vertikalno? Koje boce to ne moraju?
14. Objasni način priključivanja prijenosnih plinskih boca.
15. Nabroji i objasni sigurnosne mjere i postupke s plinskim bocama.
16. Navedi svojstva loživih ulja i usporedi ih sa plinskim gorivima.
17. Na koje načine se može skladištiti loživo ulje u domaćinstvima?
18. Koje načine priključivanja i koje armature imaju spremnici loživog ulja?

3.5 Obnovljivi izvori energije



pripremio: **prof. Križnjak**

Sadržaj:

Uvod

1. Vrste obnovljivih izvora energije
2. Solarni termički sustavi
 - 2.1. Osnovni pojmovi
 - 2.2. Dijelovi instalacije
 - 2.2.1. Kolektori
 - 2.2.2. Spremnici
 - 2.2.3. Solarna stanica
 - 2.2.4. Solarna tekućina
 - 2.3. Puštanje u rad i održavanje
3. Klima uređaji
4. Dizalice topline

Uvod

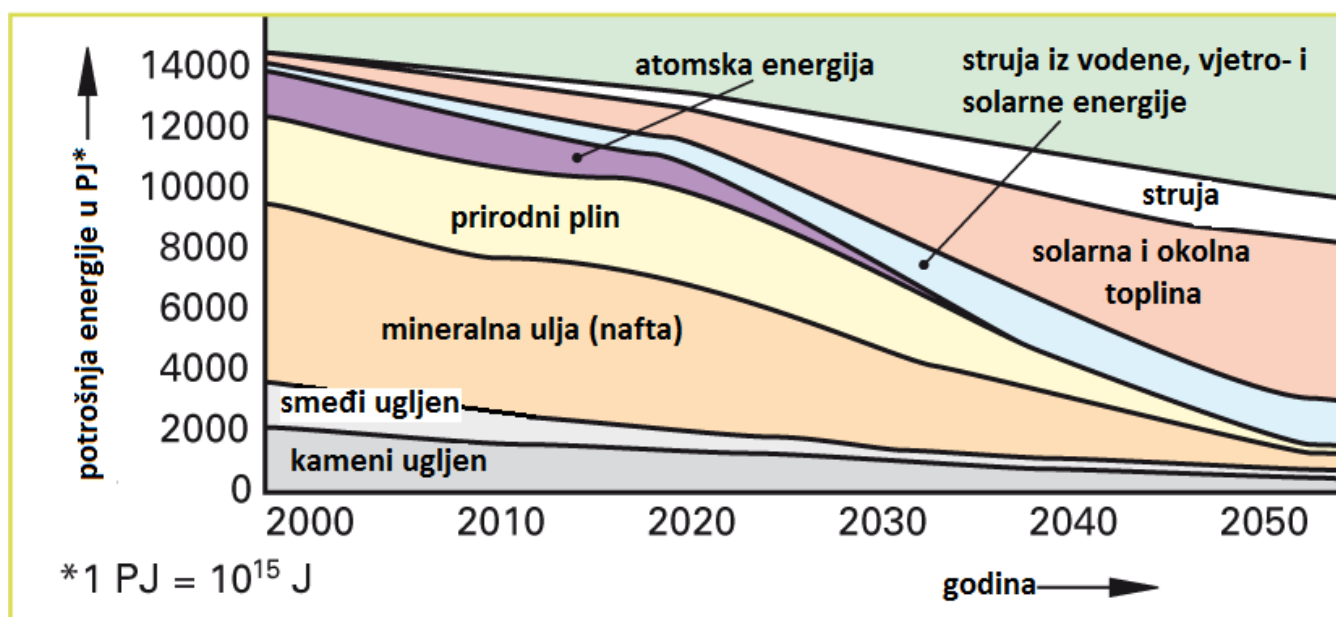
- 4.1. Dizalica topline zrak-voda
- 4.2. Dizalica topline voda-voda
- 4.3. Dizalica topline zemlja-voda

Uvod

Ograničene količine fosilnih goriva (nafta, plin, ugljen) dovele su do povećanja troškova energije i do neizvjesnosti u pogledu njihove raspoloživosti u budućnosti. Osim toga, pri izgaranju fosilnih goriva dolazi od oslobađanja ugljika, koji u formi ugljičnog dioksida uzrokuje globalno zatopljenje i klimatsku neravnotežu na Zemlji.

S druge strane, korištenje atomske energije povezano je s visokim rizicima zbog mogućih potresa, poplava i slično.

Iz ovih se razloga sve više poseže za novim izvorima energije koji su obnovljivi i nisu štetni za čovjekov okoliš. Zemlje koje su svjesne ovakve situacije, u želji za energetsom neovisnošću, sve više potiču korištenje ovih vrsta energije. (primjer Njemačke)



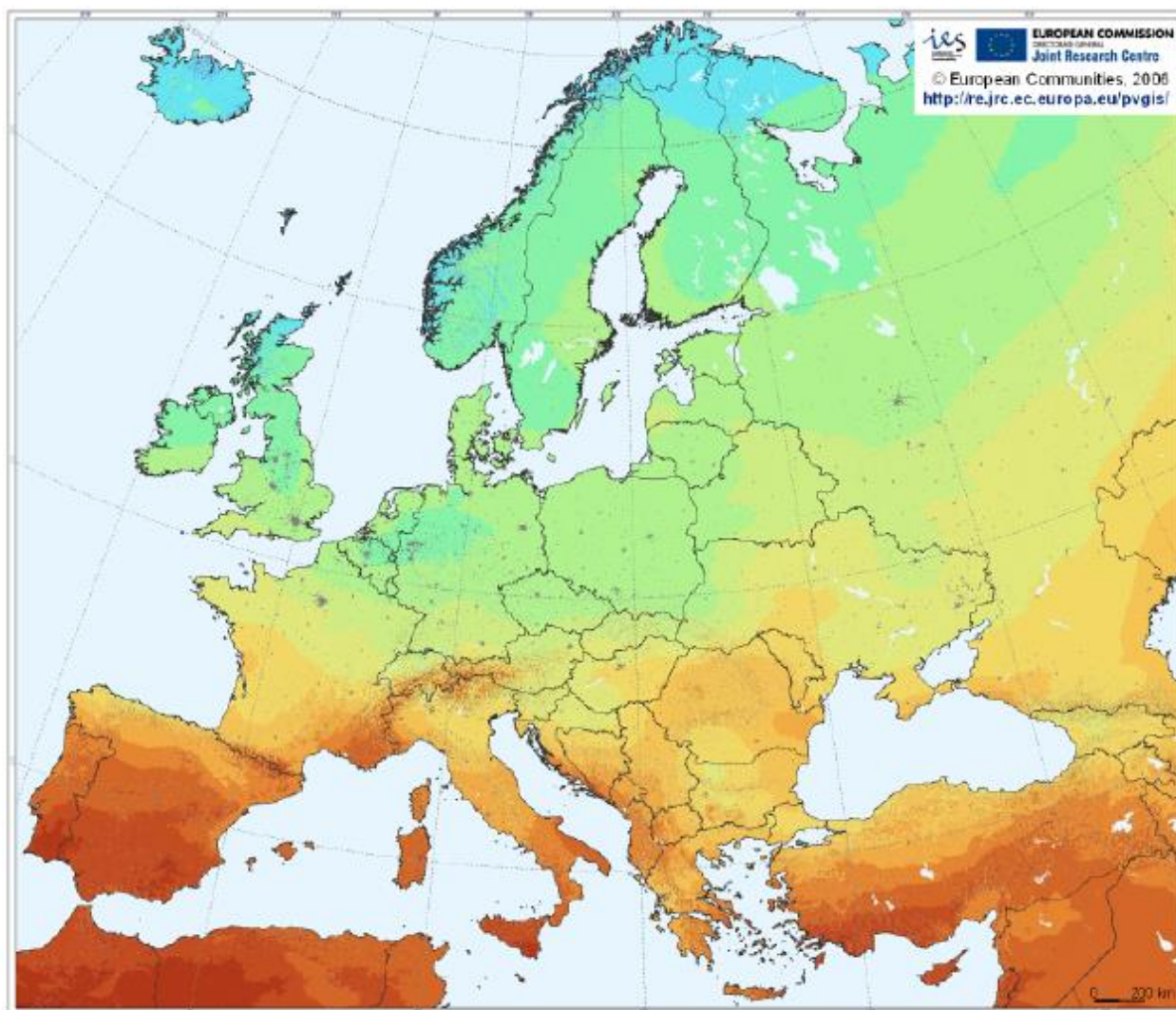
1. Vrste obnovljivih izvora energije

U današnje vrijeme, tehničke mogućnosti nude korištenje sljedećih izvora energije:

- Solarno termički – dobivanje toplinske energije iz energije Sunčeva zračenja
- Geotermički – energija tople vode iz dubine Zemlje
- Fotonaponski - dobivanje električne energije iz Sunčeve energije
- Toplinske crpke – uzimanje energije s niže temperaturne razine i korištenje pri višoj temperaturnoj razini
- Energija vjetra -
- Vodena energija – energija vodotoka, plime i oseke i morskih valova
- Bioenergija – energija dobivena iz biljaka – drvo, slama, žitarice, izmet
- Korištenje drva -
- Korištenje otpadne topline – topline nastala tehnološkim procesima, topline ventilacije i klimatizacije.

2. SOLARNI TERMIČKI SUSTAVI

2.1. Osnovni pojmovi



Ozračenje (iradijancija) (Gustoća snage G) je srednja **gustoća dozračene snage sunčeva zračenja na jedinicu površine** i izražava se u (W/m^2). U optimalnim uvjetima, na površini tla može se dnevno dobiti prosječno $1000 \text{ W}/\text{m}^2$.

Ozračenost (iradijacija) (Gustoća energije H) je **količina energije sunčeva zračenja dozračena na jedinicu površine u jedinici vremena**. i izražava se u Wh/m^2 . Ovisno o promatranom vremenskom intervalu, ozračenost se često naziva satna, dnevna, mjesečna ili godišnja suma zračenja.

Jedan četvorni metar solarnih kolektora može proizvesti oko 700 - 750 W topline za grijanje tople vode ili prostora

Kod ovih se sustava energija sunčeva zračenja direktno iskorištava za zagrijavanje potrošne vode ili kao potpora zagrijavanju vode u sustavima centralnog grijanja.

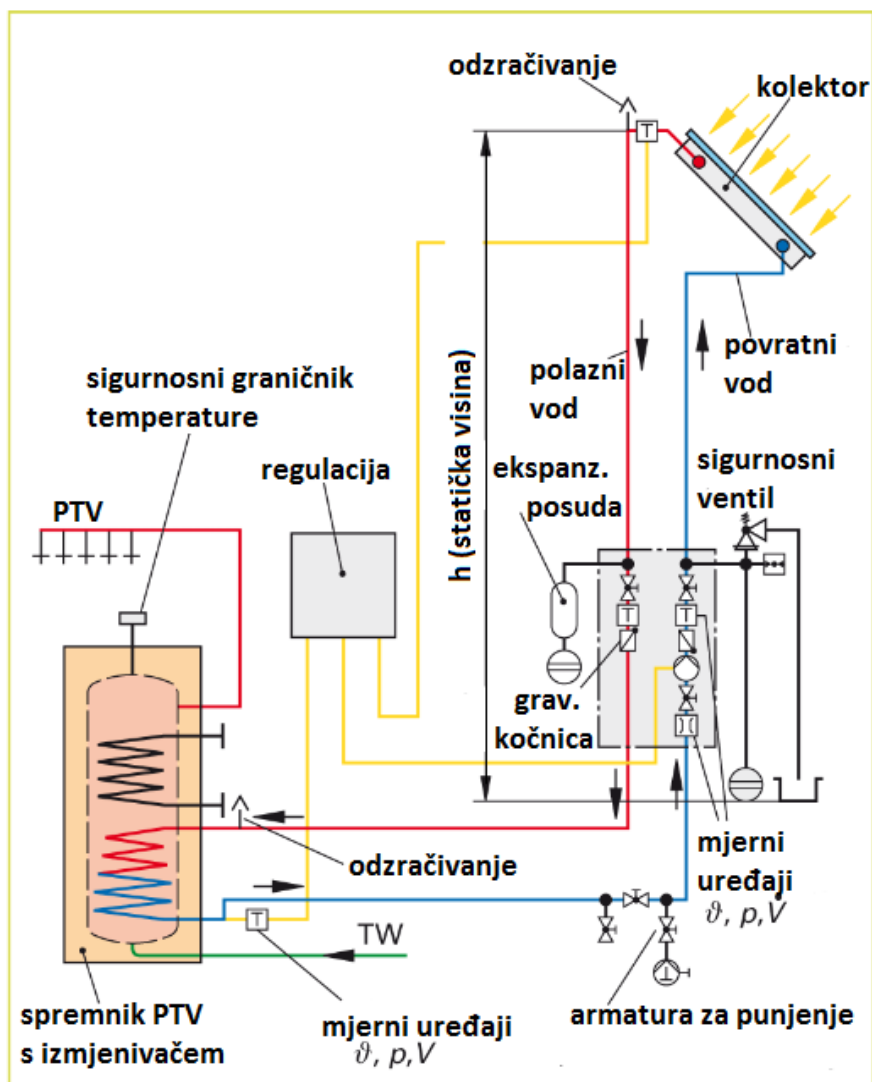
<http://www.ikz.de/1996-2005/2003/18/0318035.php>

<http://www.bosy-online.de/Thermosiphon-Solaranlagen.htm>

http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=7bh6K6zRPqg

Solarni termički sustavi u osnovi se sastoje od: (slika)

- Kolektora,
- Cjevovoda sa cirkulacijskom crpkom,
- Spremnika
- Regulacije.



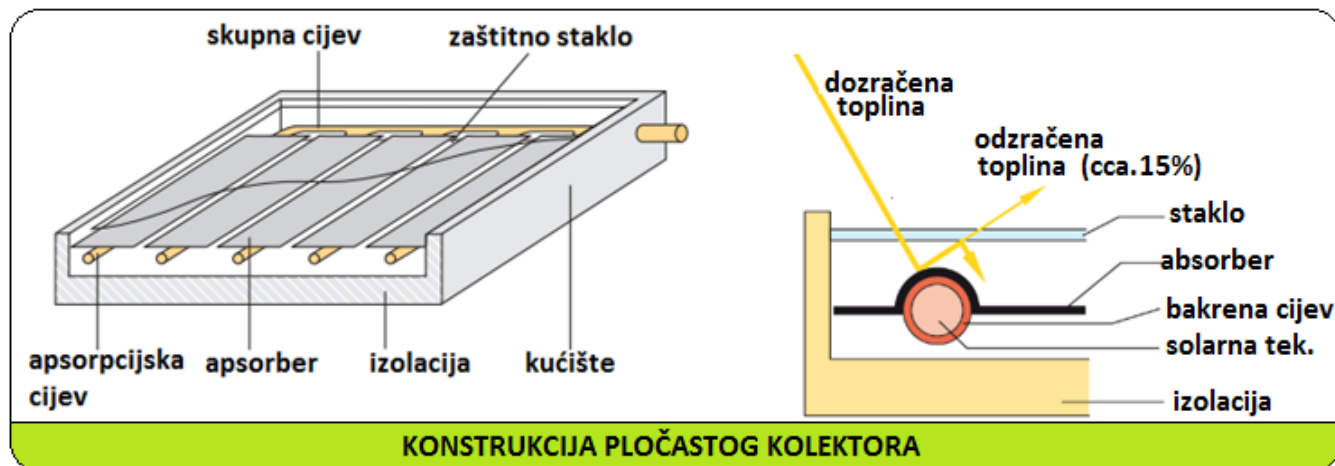
2.2. Dijelovi instalacije

2.2.1 Kolektori

Zadaća im je da prikupljaju dozračenu sunčevu energiju i pretvaraju je u toplinsku energiju.

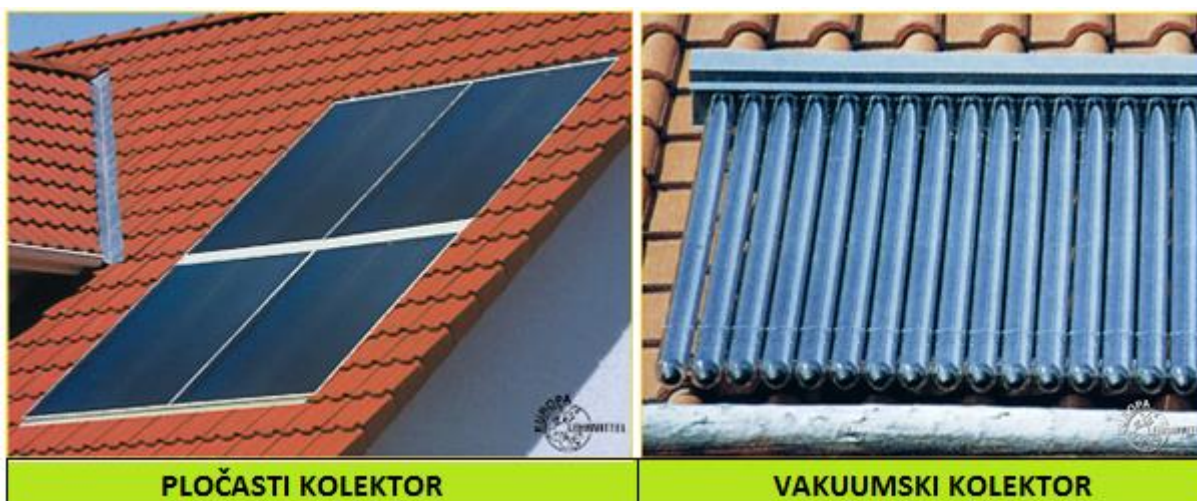
Vrste kolektora:

1. Pločasti kolektori



Sunčevu energiju „hvataju“ pomoću apsorbera u koje su utisnute bakrene ili aluminijske cijevi, kroz koje teče solarna tekućina i odnosi toplinu do spremnika. Apsorber je izveden od lima

presvučen crnom prevlakom radi što boljeg upijanja Sunčevog zračenja, a u novije vrijeme koristi se materijal „tinox“ s poboljšanim svojstvima apsorpcije. Zaštitno staklo, s prednje strane, i izolacija, sa stražnje strane, sprječavaju gubitke topline.

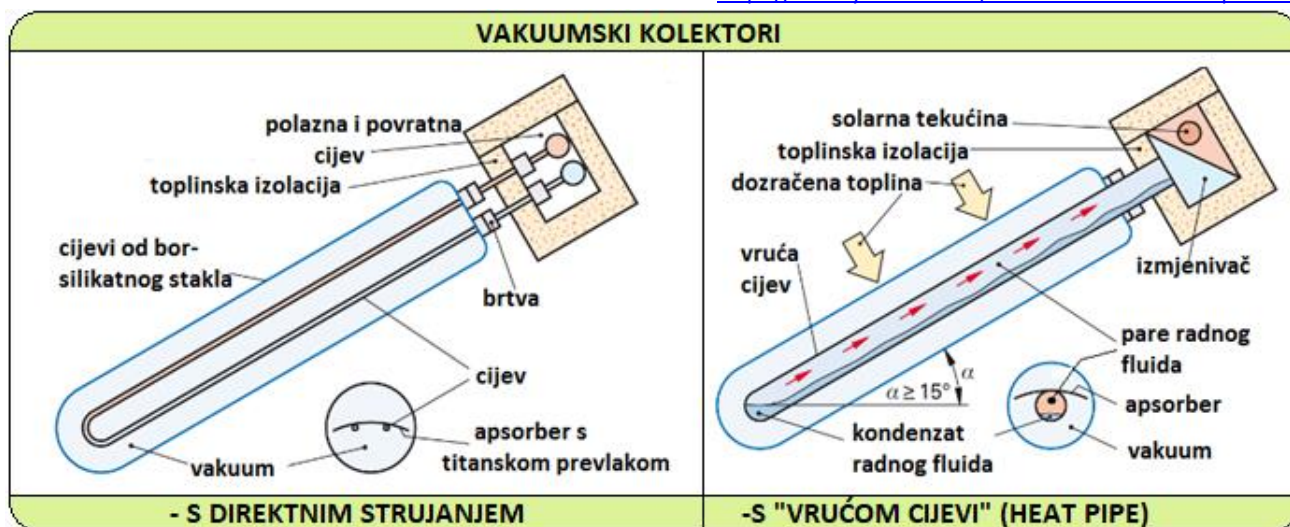


2. Vakuumski kolektori

Kod ove vrste kolektora apsorber se nalazi u cijevi u kojoj je vakuum. Time se izbjegava povratno zračenje apsorbera pa je iskorištenje znatno bolje, naročito pri hladnijem vremenu (i do 35 %), ali im je i cijena znatno veća (do 70 %). Prednost im je također što zauzimaju manju površinu za isti toplinski učin.

Dva su osnovna tipa vakuumskih kolektora (slika ispod):

<https://www.youtube.com/watch?v=FkYr3-aKziE&spfreload=1>



Kod kolektora s direktnim strujanjem kroz apsorberske cijevi struji solarna tekućina, dok se kod kolektora s „vrućom cijevi“ (heat pipe) u apsorberskoj cijevi nalazi mala količina destilirane vode ili etanola koja zagrijavanjem isparava, a zatim u „suhom“ izmjenjivaču kondenzira i predaje toplinu solarnoj tekućini.

Cijevi kod „heat pipe“ kolektora se mogu pojedinačno mijenjati. Bitno je također da se ovi kolektori ne mogu postavljati vodoravno.

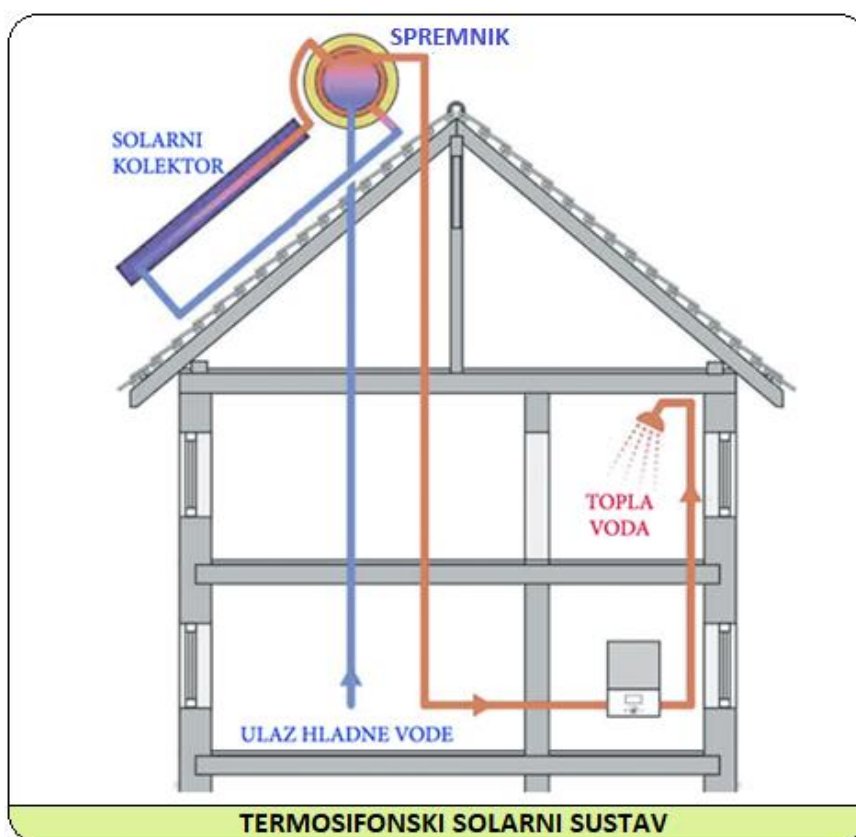
Postavljanje kolektora

1. Postavljanje na postojeće krovove
2. Postavljanje u ovojnicu zgrade (krova ili fasade) – u novije vrijeme nastoji se kolektore integrirati u krovove ili fasade zgrada, tako da su oni nerazdvojni dio zgrade, čime se štedi na izolaciji i građevinskom materijalu, odnosno izolacija je znatno bolja, pa su i gubici manji.

Gubici:

- Optički (refleksija) –oko 20 % – neovisni o vanjskoj temperaturi
- Termički (putem zračenja, konvekcije i provođenja topline) – ovisni o vanjskoj temperaturi

Stupanj iskorištenja nije zbog toga stalna vrijednost već ovisi o razlici temperature apsorbera i vanjske temperature.

**2.3. Termički solarni sustav s prirodnom cirkulacijom (termosifonski)**

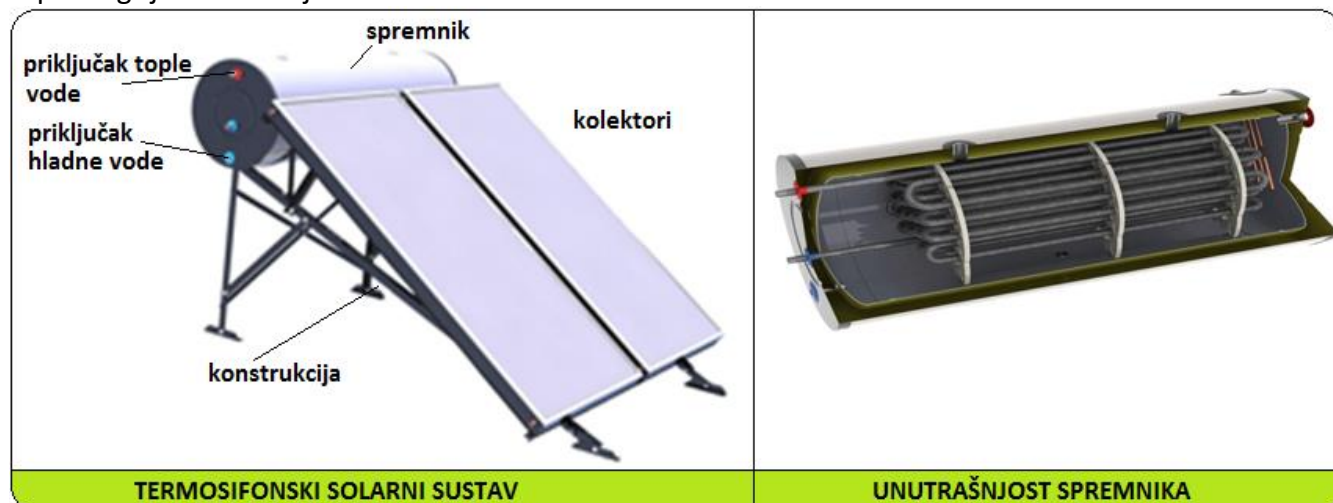


To je jednostavni solarni sustav za zagrijavanje sanitarne vode, kod kojega je spremnik tople vode smješten iznad kolektora (na mjestu postavljanja) kako bi solarna tekućina mogla prirodno cirkulirati od kolektora do spremnika. Radi toga nema potrebe za cirkulacijskom crpkom solarnog kruga.

Prednost mu je što je jeftin kao i jeftino održavanje.

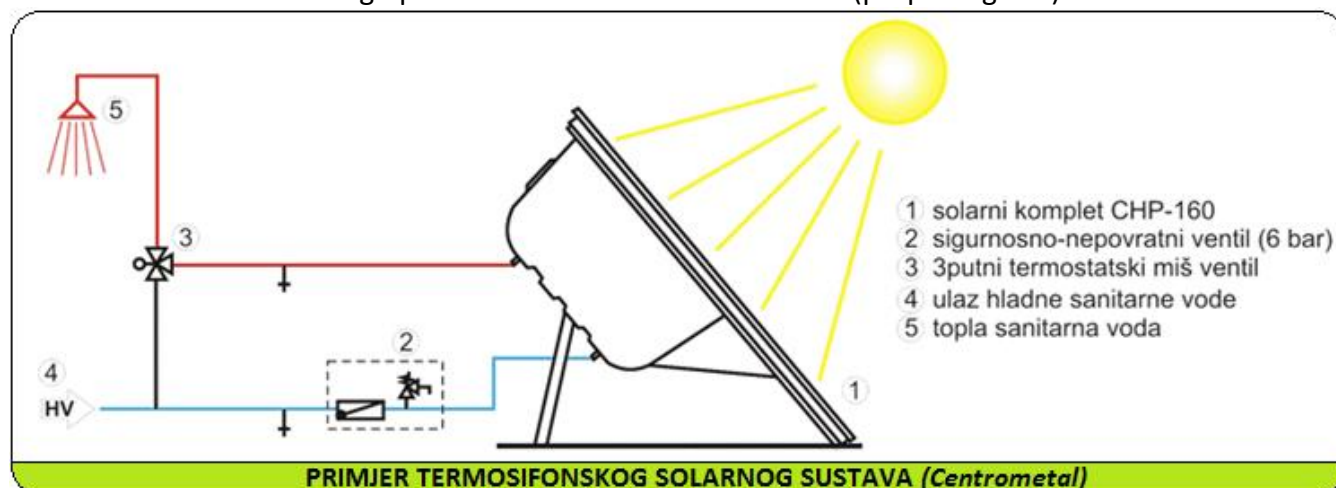
Nedostatak je što u zimi postoji mogućnost smrzavanja vode u spremniku.

Isporučuje se kao gotovi montažni set koji se montira na krov te ga treba samo spojiti s instalacijom potrošne tople vode. Može se spojiti i na električni bojler na priključak hladne vode. Kada je voda iz solarnog sustava dovoljno topla ona jednostavno prolazi kroz bojler, a kada nije dovoljno topla dogrijava se u bojleru.



Na dovod hladne vode instalira se tkzv. set hladne vode (2 – donja slika) koji osigurava da spremnik ne ostane bez vode te da odvaja nečistoće koje bi mogle ući u spremnik. Na priključak tople vode se instalira set tople vode koji ima miješajući ventil koji služi da održava željenu temperaturu tople vode.

U solarnom krugu prirodno cirkulira solarna tekućina (propilen-glikol).

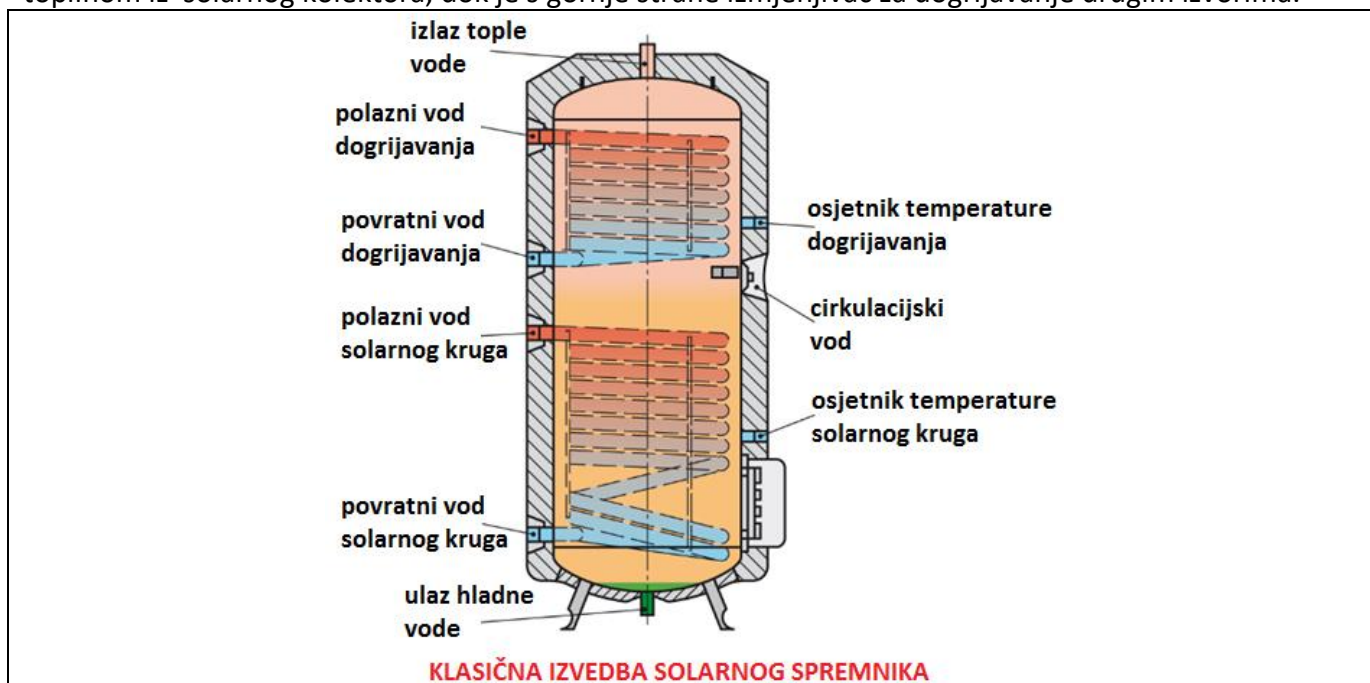


2.2.2 Spremnici

Spremnik potrošne tople vode ima zadaću preuzeti toplinu za 1,5 do 2 dana, te imati mogućnost dogrijavanja nekim drugim izvorom topline.

a) Klasična izvedba spremnika

To je relativno uski spremnik s dva izmjenjivača. S donje strane je izmjenjivač za grijanje toplinom iz solarnog kolektora, dok je s gornje strane izmjenjivač za dogrijavanje drugim izvorima.

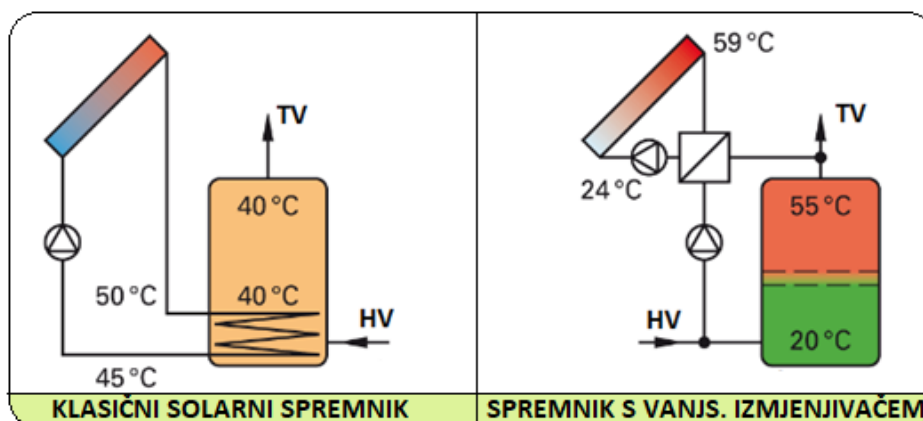


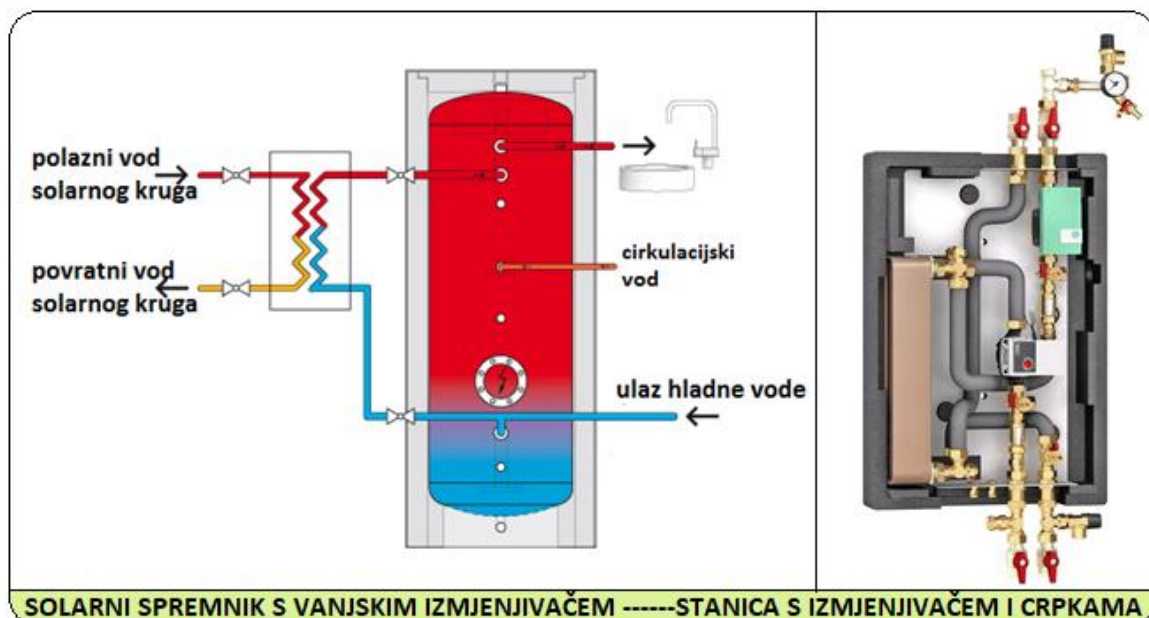
b) Spremnik s vanjskim izmjenjivačem

Klasični solarni spremnik grije vodu u donjem dijelu spremnika, topla voda se zbog manje gustoće polako diže prema gornjem dijelu, te ima po cijeloj visini spremnika približno istu temperaturu. S obzirom da se topla voda oduzima s gornje strane bolje je da se ona zagrijava u tom dijelu, jer će imati višu temperaturu i brže će zagrijati taj gornji sloj.

To se postiže tako da se PTV voda zagrije u vanjskom izmjenjivaču i ulazi u spremnik s gornje strane. Prednost ovog sustava je i u tome da se solarni krug brže uključuje jer je razlika temperature polaznog i povratnog voda veća.

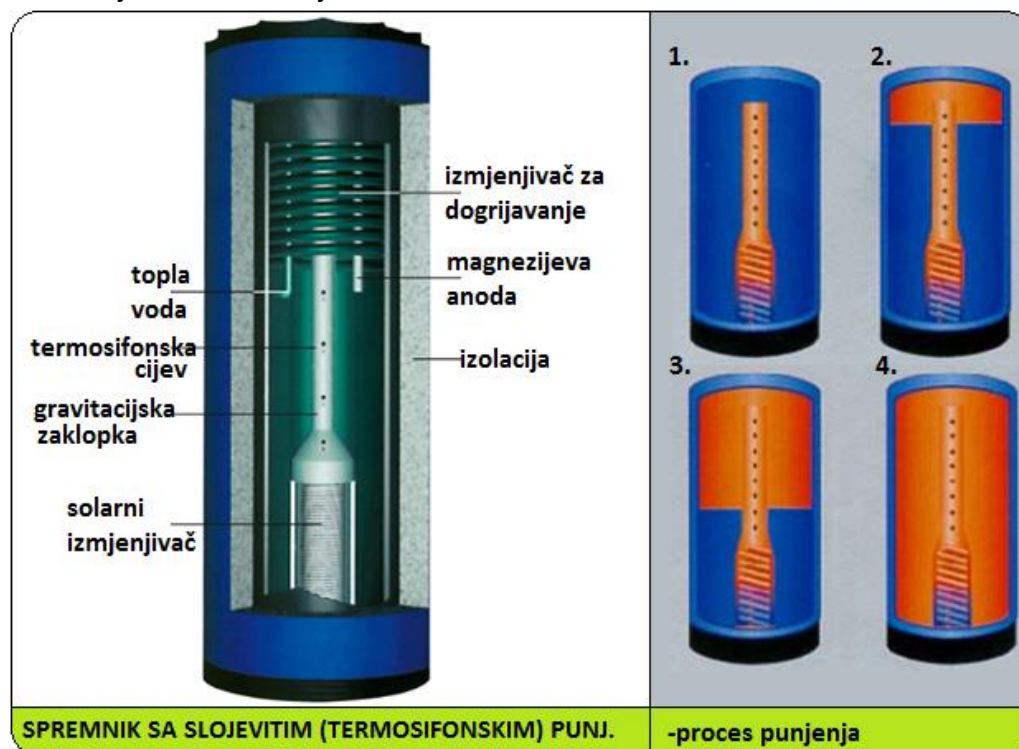
Nedostatak je što je potrebna još jedna cirkulacijska crpka, izvedba je složenija a time i skuplja.



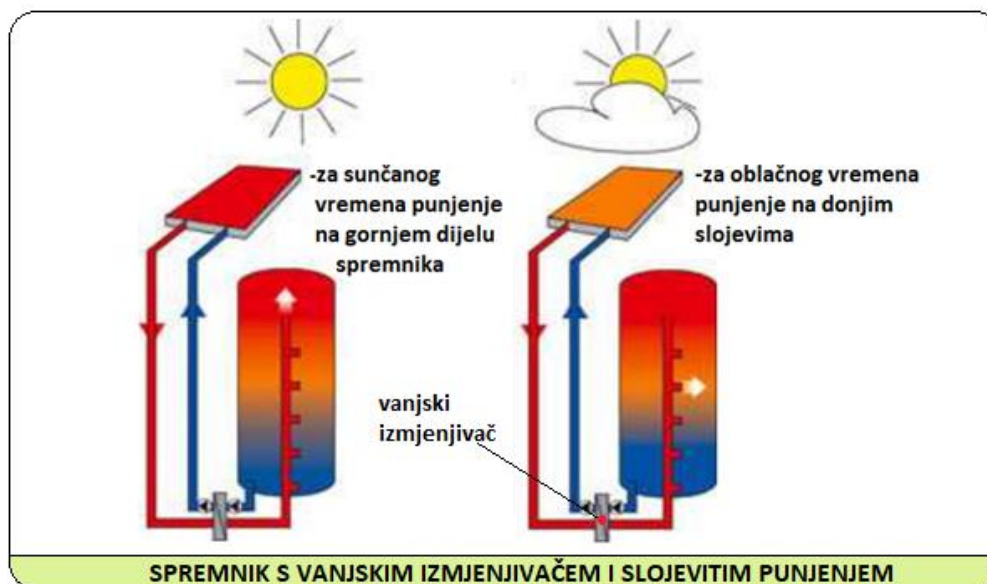


c) Spremnik sa slojevitim punjenjem (termosifonski spremnici)

U spremniku se zbog različite gustoće vode formiraju slojevi vode s različitim temperaturama, i poželjno je da se ti slojevi ne miješaju. Međutim, ako kod spremnika s vanjskim izmjenjivačem u gornji sloj dolazi voda s nižom temperaturom onda će doći do miješanja i do snižavanja temperature u gornjem sloju. Rješenje tog problema je spremnik sa slojevitim punjenjem. Posebnost tog spremnika je u tome da topla voda, zbog manje gustoće, ulazi u spremnik na visini koja ima temperaturu sloja kao i voda koja ulazi.



Osim gornje izvedbe (tkzv. pasivna izvedba spremnika sa slojevitim punjenjem), postoji i izvedbe s vanjskim izmjenjivačem.



d) Kombinirani spremnici

Nedostatak svih prethodno opisanih spremnika je što moraju imati veliki volumen, pa se voda relativno dugo zadržava na temperaturama koje su pogodne za razvoj legionele (25°C do 60°C). Preventivno sprječavanje pojave legionele može se izvesti, između ostalog, tako da se jednom dnevno voda u spremniku zagrije iznad 60°C . No, dok se to izvodi, u tom vremenu se ne može pohranjivati toplina iz solarnog sustava.

Taj problem može se riješiti tako da se toplina iz solarnog sustava ne pohranjuje u potrošnoj pitkoj vodi nego u tkzv. **puffer** spremniku odakle se toplina može izmijeniti za PTV. U tom slučaju postoji nekoliko rješenja za zagrijavanje pitke vode. Jedna od njih je da se koriste dva spremnika jedan kraj drugog – jedan za grijanje (puffer), a drugi za PTV.

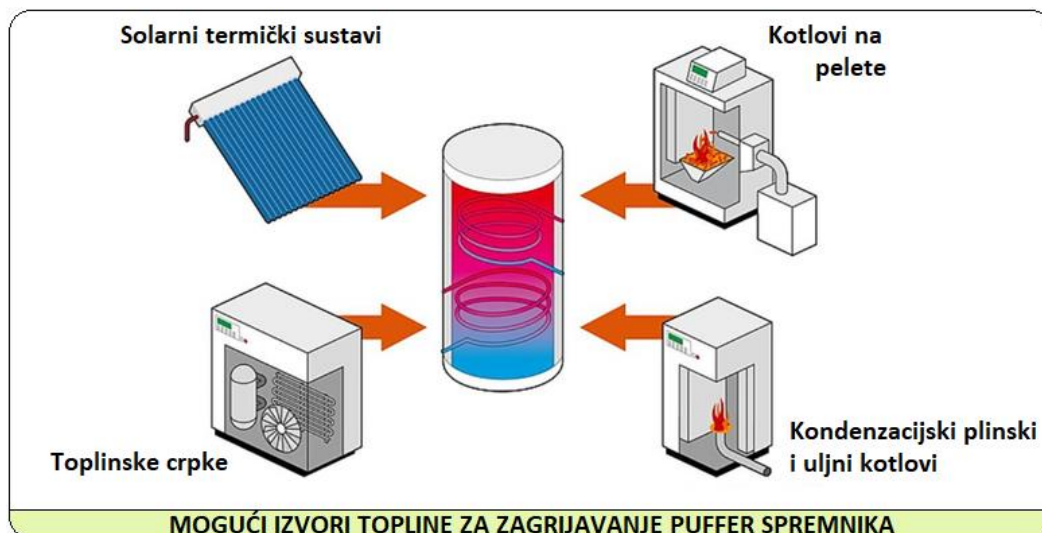
Sve ostale kombinacije su **kombinirani spremnici**.

To su spremnici koji služe za pripremu PTV u kombinaciji s Puffer spremnicima.

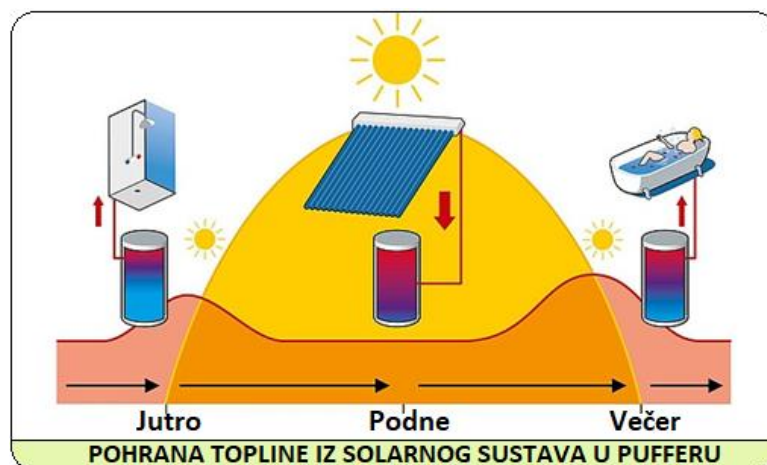
Puffer spremnici (engl. „puffern“-međuskladištiti (njem.-zwischenlagern))

To su spremnici napunjeni vodom, u koje se može uskladištiti toplinska energija u trenucima kada se u sustavu proizvodi više topline nego što je trenutno potrebno za grijanje ili zagrijavanje sanitarne vode i sl., a može se iskoristiti u trenucima kada nema dovoljno topline na raspolaganju.

Izvori topline kojima se zagrijava voda u puffer-spremniku mogu biti različiti (*slika ispod*),



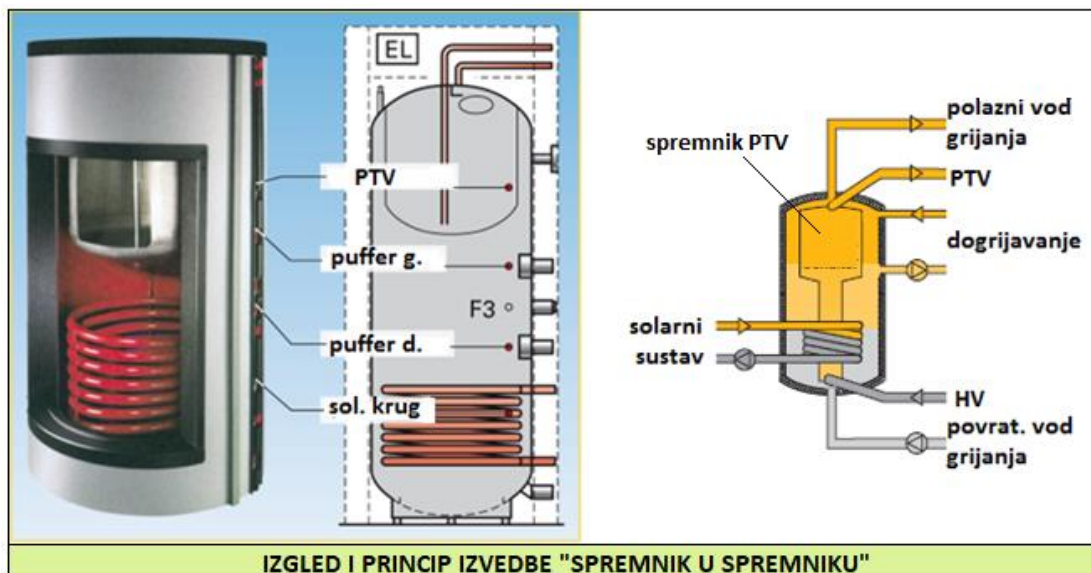
Korištenje puffer-spremnika naročito je pogodno za korištenje kod kotlova na kruta goriva, kamina ili kotlova na pelete, koji u trenucima manje potrošnje topline (sunčani dan, drugi izvori topline) višak topline pohranjuju u puffer spremnik, ili kod solarnih uređaja koji po danu daju veću količinu topline nego što je potreba za toplom sanitarnom vodom. Ta energija se dakle tijekom dana može pohranjivati u puffer spremnik i koristiti uvečer za grijanje i *tuširanje* (slika ispod).



Postoji više izvedbi tj. principa puffer spremnika:

Izvedba „spremnik u spremniku“

U gornjem dijelu puffer spremnika nalazi se manji spremnik za PTV koja se grije okolnom vodom u puffer spremniku. Solarni izmjenjivač nalazi se u donjem dijelu spremnika.

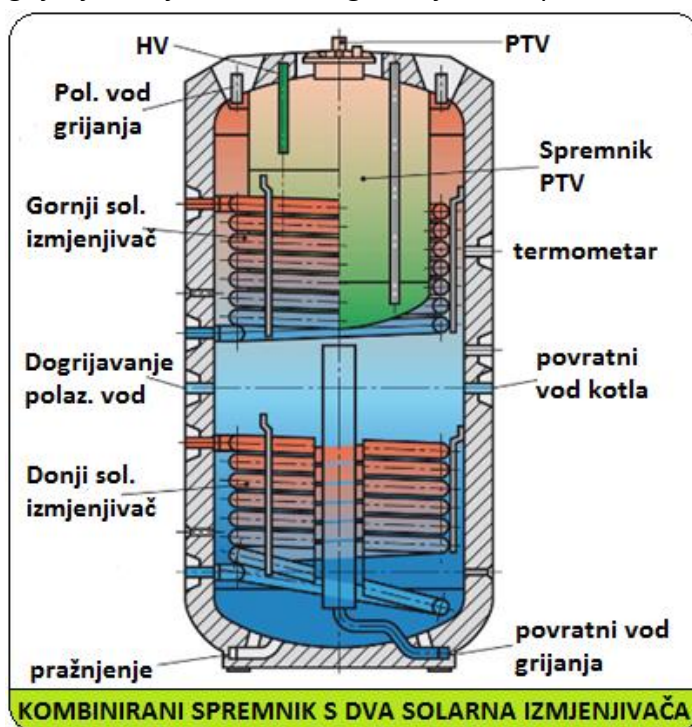


Nedostatak ovog tipa spremnika je što se izmjena topline odvija bez ikakve regulacije, a nisu ni iskorištene prednosti slojevitog punjenja.

Izvedba s dva solarna izmjenjivača

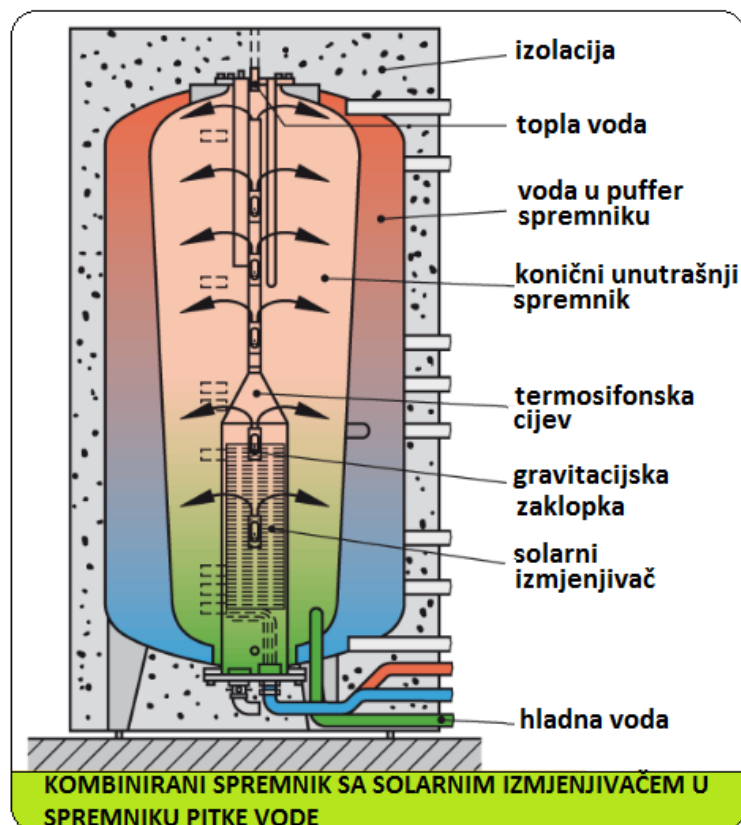
Prema temperaturi u solarnom krugu i temperaturi u spremniku koristi se gornji ili oba solarna izmjenjivača.

Povratni vod grijanja usmjerava se u odgovarajući temperaturni sloj.

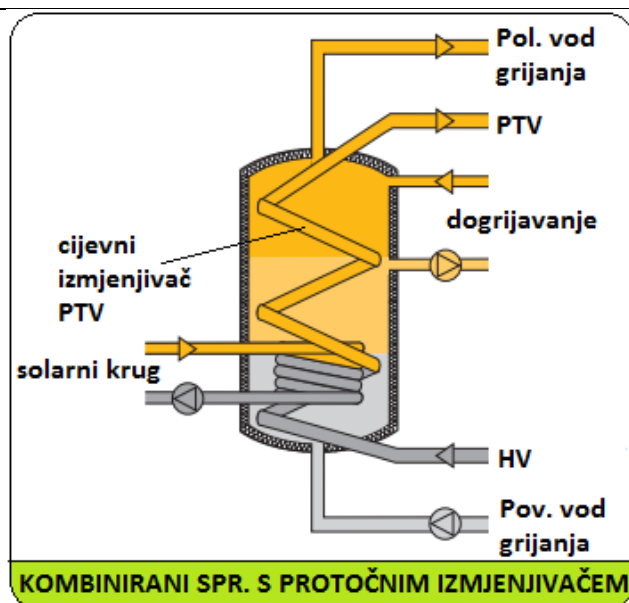


Termosifonski kombinirani spremnik

U ovom spremniku se solarni izmjenjivač nalazi u donjem dijelu izduženog spremnika potrošne tople vode. Na ovaj način je topla voda, koja se prva zagrijava, vrlo brzo na raspolaganju. No u ljetnim mjesecima kada nema potrebe za grijanjem dio se topline gubi kroz vodu u puffer spremniku i kroz izolaciju.



Kombinirani spremnik s protočnim zagrijavanjem PTV



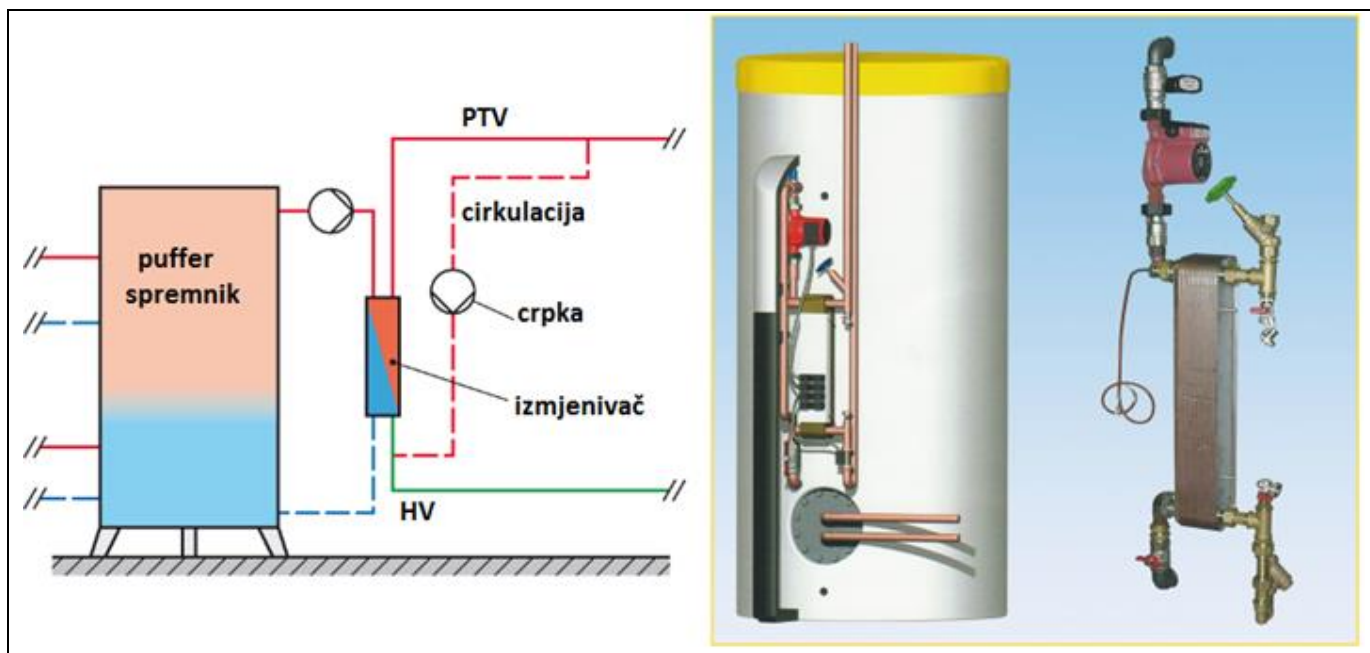
U puffer spremniku se nalazi cijevni izmjenjivač kroz koji struji PTV i grije se vodom iz puffer spremnika. Ovaj sustav se može usporediti s protočnim zagrijavanjem vode, poput vanjskog izmjenjivača, no to nije u potpunosti točno jer se u izmjenjivaču uvijek nalazi određena količina vode.

Kombinirani spremnik s vanjskim izmjenjivačem za PTV

Kod ovog spremnika se potrošna pitka voda zagrijava toplinom iz puffer spremnika u vanjskom pločastom izmjenjivaču. U krugu vanjskog pitke vode se osim pločastog izmjenjivača nalazi i regulirana crpka s gravitacijskom kočnicom, regulacija te senzor protoka ili temperature.

Broj okretaja crpke se prilagođava namještenoj temperaturi vode. Cirkulacijski vod se priključuje prema potrebi.

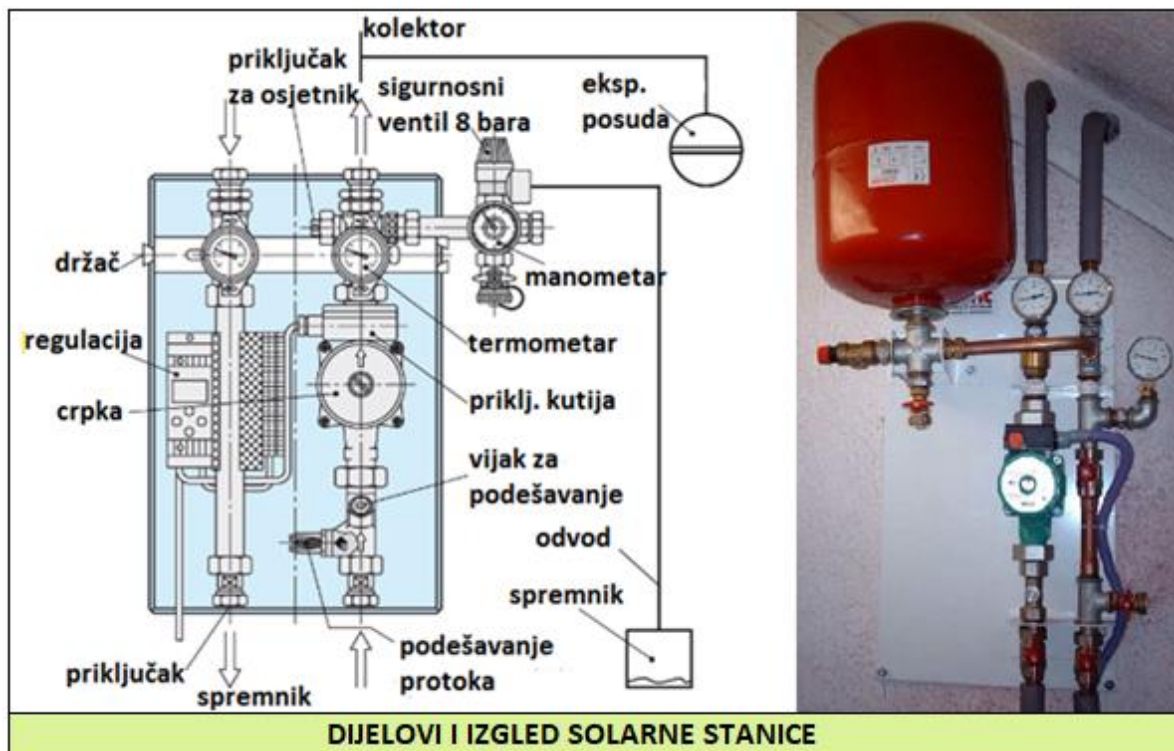
Kod ovakvog načina pripreme tople vode ne postoji opasnost od legionele.



2.2.3 Solarna stanica (solarni set)

Sadrži sljedeće dijelove:

- **Crpka** – crpka mora izdržati temperature do 140°C i biti otporna na solarnu tekućinu. U pravilu se ugrađuje u povratni vod da ne dođe u doticaj s vrućom solarnom tekućinom u polaznom vodu. Uobičajeni radni tlak solarnih crpki je od 200 do 600 mbar.
- **Ekspanzijska posuda**, -mora biti izdašnije dimenzionirana jer su radne temperature veće. Mora podnositi temperature do 140 °C
- **Sigurnosni ventil**, -kod solarnih sustava može doći do znatnih povećanja temperatura medija, a samim time i tlaka. Zbog toga se solarni sustavi osiguravaju na relativno visokim tlakovima (kod pločastih kolektora do minimalno 6 bara, a kod vakuumskih do minimalno 10 bara)
- **Manometar**,
- **Termometar** polaza i povrata,
- Zapornu slavinu za polaz i povrat,
- Uređaj za punjenje i pražnjenje,
- **Uređaj za regulaciju** – regulira uključivanje i isključivanje crpke, te njezinu snagu (kod low-flow sustava). Crpka se uključuje kada je temperatura na kolektoru 3 do 5°C veća nego u donjem dijelu spremnika, a isključuje se kada je dosegnuta namještena temperatura spremnika ili kada temperatura kolektora dosegne razliku ispod 2 °C. Tlak u sustava mora biti 2 bara iznad statičkog tlaka. Radni tlak je 0,5 bara veći od tlaka u mirovanju.
- **Gravitacijska kočnica** – ima ulogu da spriječi neželjenu cirkulaciju solarne tekućine uslijed razlike u gustoći. To se može dogoditi, npr. u slučaju da crpka u solarnom krugu ne radi, a voda u spremniku se zagrijava nekim drugim izvorom, zagrijavati će se i solarna tekućina u izmjenjivaču. Uslijed razlike u gustoće tekućina bi se dizala prema solarnom kolektoru i tamo se hladila, što predstavlja gubitak.



<http://www.youtube.com/watch?v=INDZyfs6dGM>

2.2.4 Solarna tekućina

Solarna tekućina je prijenosnik energije koji struji kroz cijevni razvod termičkog solarnog sustava od kolektora do spremnika, gdje predaje toplinu. Nekoliko je osnovnih zahtjeva na svojstva tekućine:

- veliki specifični toplinski kapacitet,
- mala viskoznost,
- visoko vrelište (više od 120 °C),
- nisko ledište (niže od -20 °C),
- nekorozivnost i neagresivnost na materijale cijevnog razvoda,
- nezapaljivost i neotrovnost,
- biološka razgradivost

Vrste solarne tekućine su:

- **etilen-glikol** se s vodom najčešće miješa u omjeru 35-55%. Udio etilen-glikola od 34% u smjesi omogućava zaštitu od smrzavanja do -20 °C. Smjesa etilen-glikola je s troškovnog gledišta vrlo povoljno rješenje, no valja naglasiti da je etilen-glikol otrovan.
- **propilen-glikol** se s vodom najčešće miješa u omjeru 35 – 60%. Udio propilen-glikola od 38% u smjesi omogućava zaštitu od smrzavanja do -22 °C. Smjesa propilen-glikola je s troškovnog gledišta skuplja od etilen-glikola, no kako je neotrovan mnogo je sigurniji u primjeni.

Cijevna mreža uglavnom se izvodi bakrenim cijevima koje se spajaju tvrdim lemljenjem, jer u nekim periodima (jako sunčevo zračenje i mirovanje sustava) temperature u kolektoru mogu dosegnuti i do 200°C.

2.4. Puštanje u rad

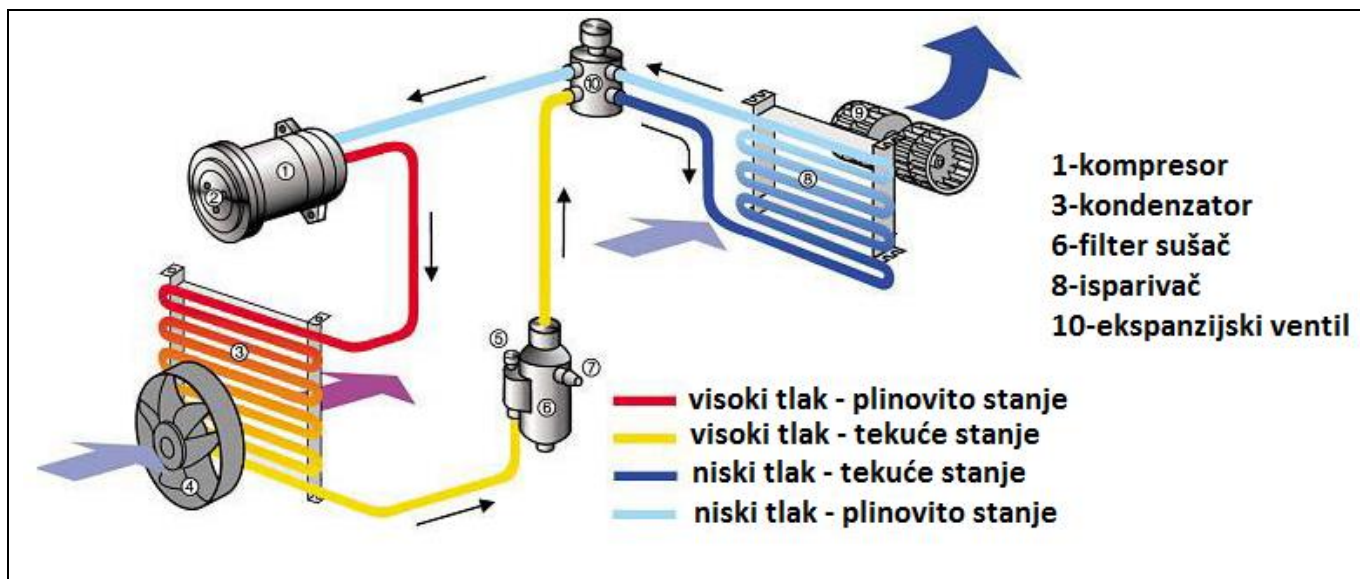
Pri puštanju u rad solarnog sustava potrebno je provesti sljedeće korake:

- ispitati tlak punjenja ekspanzijske posude,
- ispiranje sustava i odzračivanje sustava,
- tlačno ispitivanje (u pravilu 6 bara),
- ponovno ispiranje i odzračivanje,
- podešavanje radnog tlaka,
- podešavanje protoka i programiranje regulacijskog uređaja,
- popuniti protokol o preuzimanju.

Godišnje održavanje

- ispitivanje temperature smrzavanja solarne tekućine,
- kontrola radnog tlak i tlaka punjenja ekspanzijske posude,
- vizualni pregled instalacije.

3. KLIMA UREĐAJ



Princip rada klima uređaja zasniva se na svojstvu medija (plina odnosno tekućine) da se prilikom ekspanzije (povećanje volumena pri prijelazu s višeg na niži tlak) ohlađuje tj. gubi toplinu.

Sustav klima uređaja sastoji se od:

- **kompresora,**
- **kondenzatora,**
- **filtera - sušača,**
- **ekspanzijskog ventila,**
- **isparivača.**

Prema tlaku sustav se dijeli na:

1. **visokotlačni dio** (od kompresora do ekspanzijskog ventila) i
2. **niskotlačni dio** (od ekspanzijskog ventila do kompresora).

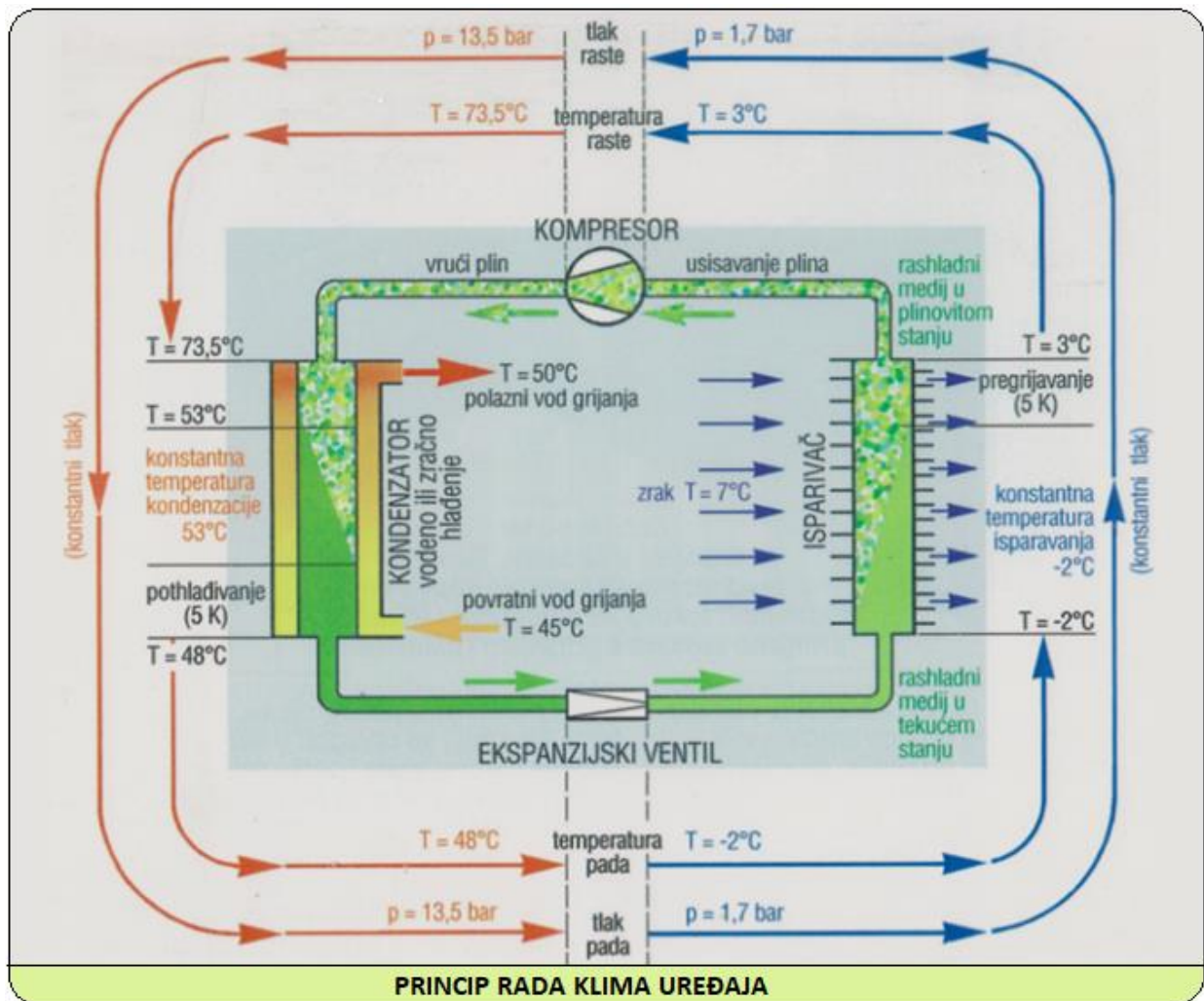
Način rada:

Kompresor usisava radni medij niskog tlaka i temperature iz isparivača, i tlači ga prema kondenzatoru, pri čemu se on zagrijava.

Radni medij s visokom temperaturom i tlakom ulazi u kondenzator gdje se rashlađuje uslijed protoka zraka i uz pomoć ventilatora, i pri tome prelazi iz plinovitog u tekuće stanje. Nakon toga radni medij prolazi kroz filter – sušač (dehidrator), koji odvaja nečistoće i vlagu iz sustava.

Radni medij zatim dolazi do ekspanzijskog ventila, u kojem dolazi do ekspanzije tj. do naglog povećanja volumena, zbog čega pada tlak i temperatura, a medij prelazi iz tekućeg stanja u plinovito.

Oduzimanje „hladnoće“ radnom mediju vrši se u isparivaču, strujanjem zraka kroz isparivač. Zbog hladnog isparivača, na njemu dolazi do kondenzacije vlage, koja se odvaja i odvodi izvan prostora.



Radni medij

Uredba br. **517/2014** Europskog parlamenta i Vijeća (poznatija kao **F-gas regulativa**). propisuje postupanje s fluoriranim stakleničkim plinovima tijekom njihovog životnog ciklusa, od proizvodnje do zbrinjavanja.

Halogenirani ugljikovodici (CFC) (eng. ChloroFluoroCarbons) -koji se više ne smiju koristiti u klima uređajima (R11, R12, R502, R500) -**freoni**

Djelomično halogenirani ugljikovodici (HCFC) (eng. HydroChloroFluoroCarbons) -koji se smiju koristiti do 2016 g. (R22, R401a, R402 a)

Fluorirani ugljikovodici (HFC) (eng. HydroFluoroCarbons) -koji se koriste u novijim uređajima (R407 c, R410a)

U novije doba započeo je proces zamjene HCFC i HFC tvari s prirodnim radnim tvarima prihvatljivim za okoliš- CO_2 (R744), amonijak NH_3 (R717), koje nemaju utjecaj na zatopljenje i na razgradnju ozona, ali je njihov problem otrovnost i zapaljivost

Radna tvar	Skupina		ODP	GWP	Stupanj štetnosti
R 12	CFC	☹️	1	8100	A1
R 22	HCFC	☹️	0,055	1700	A1
R 134a	HFC	😊	0,0	1430	A1
R 507A	HFC	☹️	0,0	3985	A1
R 404a	HFC	☹️	0,0	3922	A1
R 407C	HFC	😊	0,0	1774	A1
R410A	HFC	😊	0,0	2088	A1
R407F	HFC	😊	0	1824	A1
R449A	HFC	😊	0	1397	A1
R32	HFC	😊	0	675	A2L
R1234yf/ze	HFO	😊	0	4-6	A2L
R 717	Anorganska	😊	0	0	B2L
R 744	CO ₂	😊	0,0	1 (B)	A1
R 290	HC	😊	0	3	A3
R 600a	HC	😊	0	3	A3

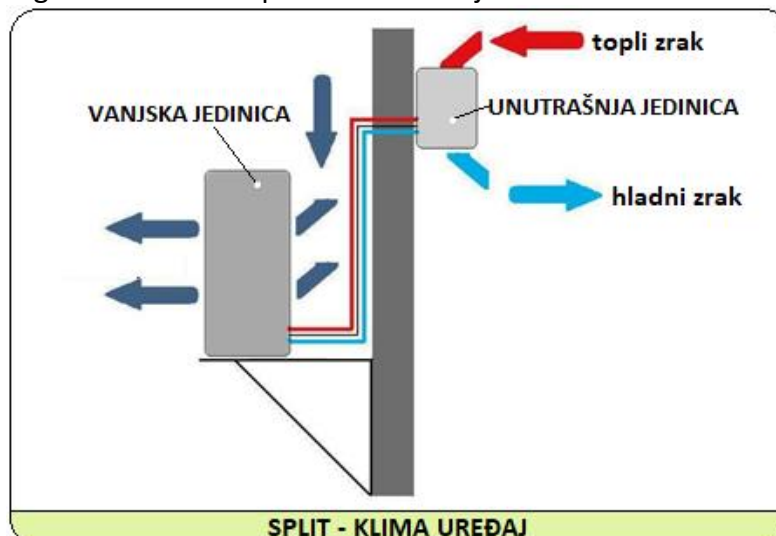
GWP: (eng. Global Warming Potential - Pokazuje koliki je relativni utjecaj radne tvari na zagrijavanje atmosfere u odnosu na CO₂ (GWP = 1)

ODP (eng. Ozone Depletion Potential) – potencijal razgradnje ozona

<http://www.energetika-net.com/specijali/intervju-mjeseca/u-hladenju-i-klimatizaciji-nastupilo-je-doba-velikih-promjena-25008>

Split klima uređaji

Danas se uglavnom koriste split- klima uređaji.

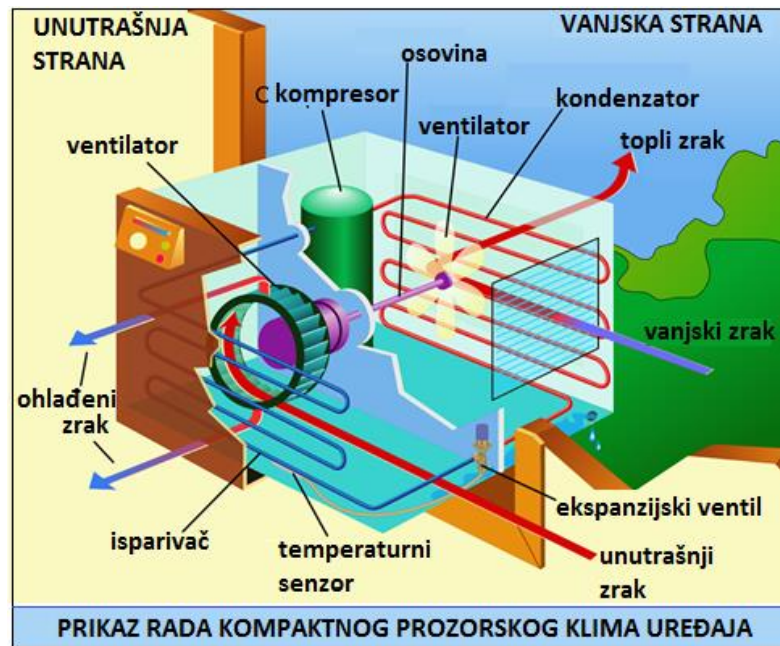


To su uređaji kod kojih su sastavni dijelovi smješteni u dva kućišta tj. u vanjsku i unutrašnju jedinicu. U vanjskoj jedinici su smješteni su ekspanzijski ventil, kompresor i kondenzator, dok je isparivač smješten u unutrašnju jedinicu.

Na isparivaču se stvara kondenzat koji se skuplja u posudi (tava) i pomoću cijevi odvodi na prikladno izljevno mjesto.

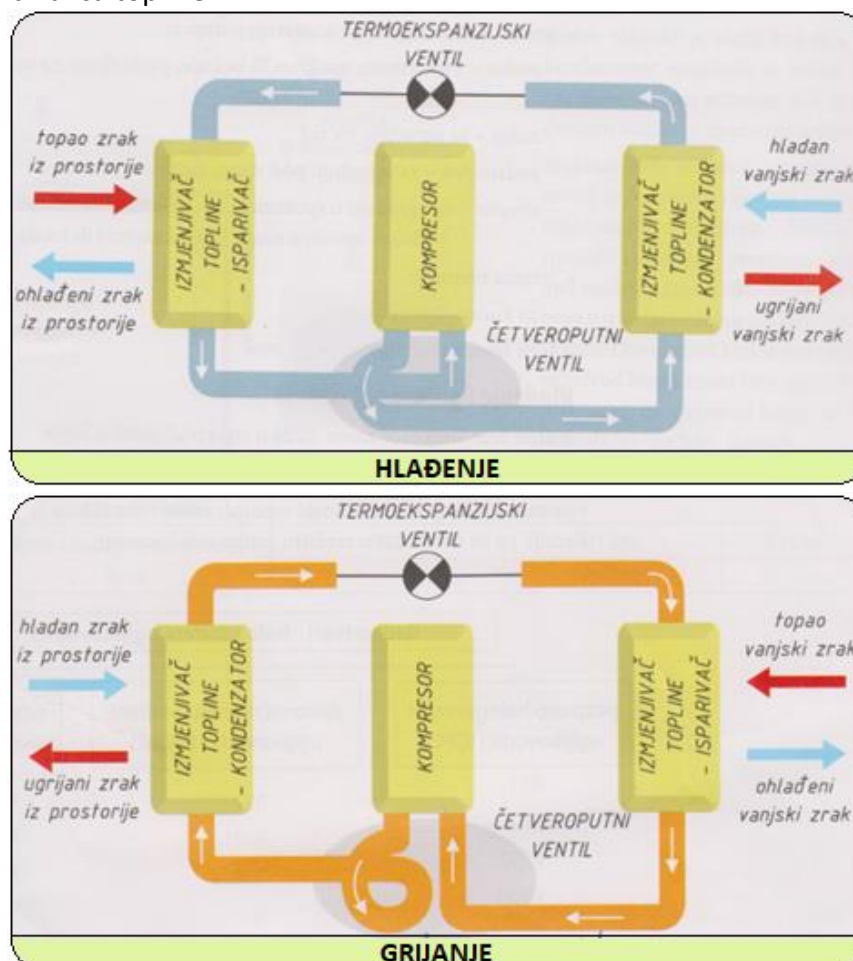
Unutrašnje jedinice mogu biti podne, zidne, podstropne i stropne.

Kompaktni klima uređaji, kod kojih su svi sastavni dijelovi smješteni u jednom kućištu, koji su se uglavnom montirali na prozore, danas se sve manje koriste.



Grijanje pomoću klima uređaja

Klima uređaji koji omogućuju grijanje prostora imaju mogućnost okrenuti radni proces u suprotnom smjeru. Za to im služi **četveroputni ventil (reverzibilni ventil)** koji okreće smjer kretanja radnog medija, pa kondenzator postaje isparivač, a isparivač kondenzator. Klima uređaj u biti postaje toplinska crpka ili dizalica topline.

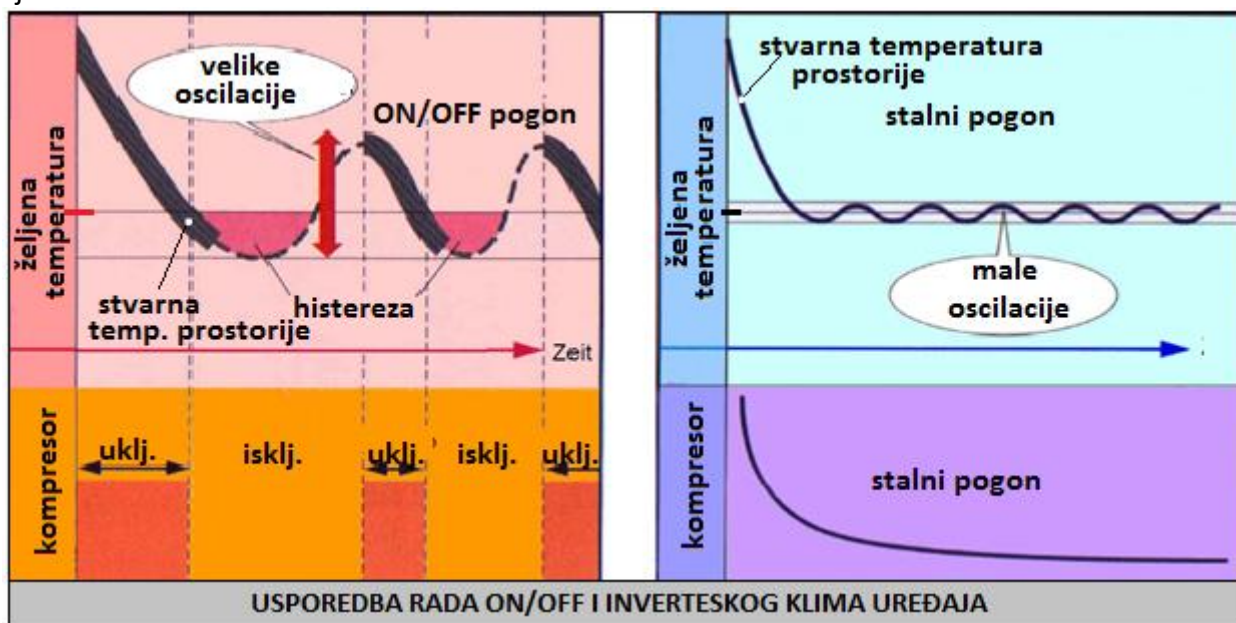


Često sa takav tip klima uređaja naziva pogrešno inverter.

Inverterski klima uređaji

Ovi uređaji raspolažu tehnikom kojom se **može regulirati temperatura rashladnog sredstva (promjenom broja okretaja kompresora)** pomoću frekvencijskog pretvarača) čime se i održava konstantna temperatura prostora koji se ohlađuje/grije. Na taj se način smanjuju varijacije temperature u prostoru, štedi se energija, smanjuje se buka uređaja te se povećava vijek trajanja kompresora.

Stariji uređaji održavaju temperaturu u prostoriji paljenjem i gašenjem rada klima uređaja (Fix Speed uređaji), tj. tkzv. ON/OFF regulacijom. Kod takvog uređaja, zbog histereze, postoje određena temperaturna odstupanja, a također dolazi prilikom uključivanja do povećane potrošne struje.

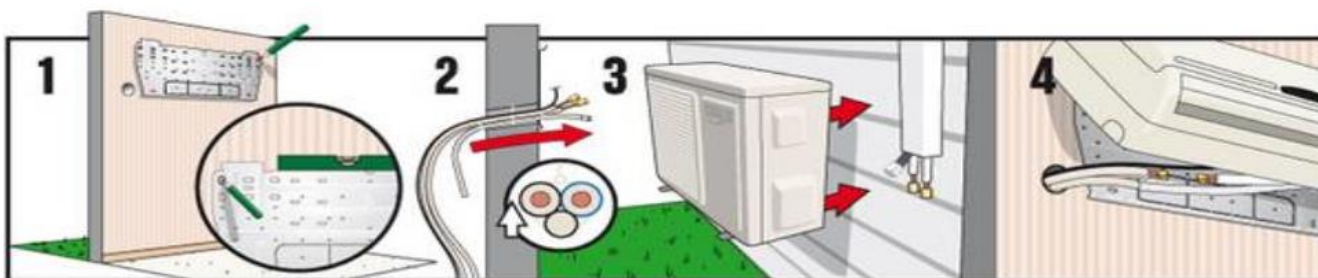


Postupak montaže split-klima uređaja

A) postupak za napunjeni klima uređaj koji se spaja s tkzv. brzim konektorima

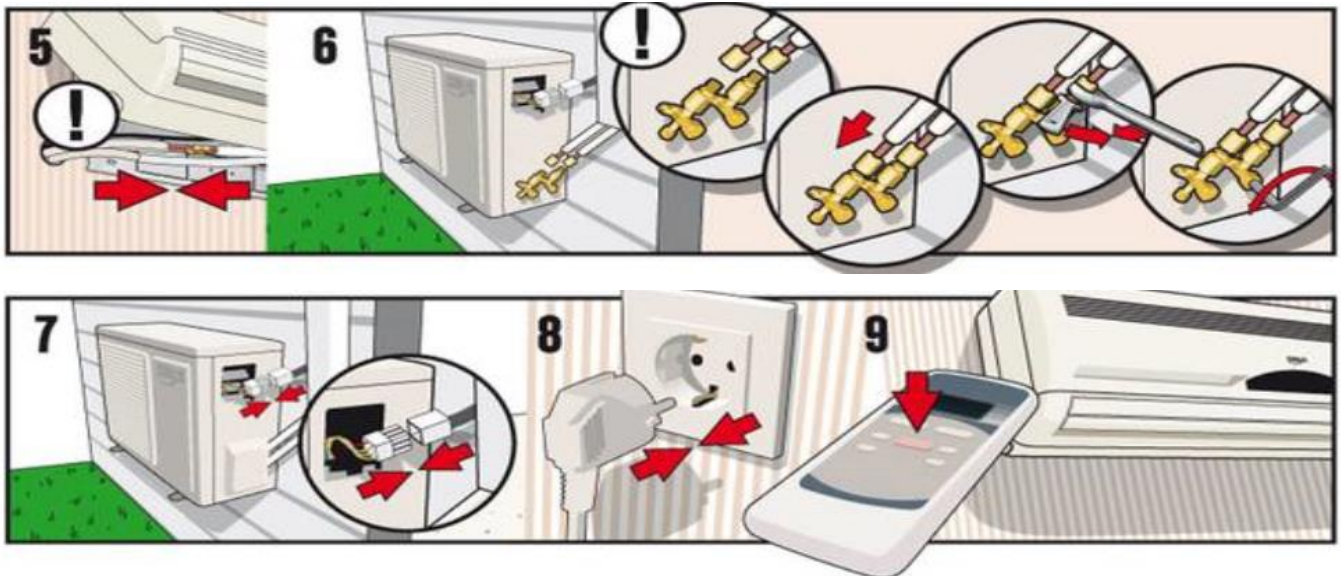


1. postavljanje nosača unutarnje jedinice. Bušenje provrta za spajanje kroz zidu (oko 60 mm). Otvor izbušiti s laganim padom prema vani.
2. Uvođenje cijevi radnog medija, struje i odvoda kondenzata kroz izbušeni otvor od unutra prema van. Cijev za odvod kondenzata postaviti s padom.
3. Postavljanje nosača za vanjsku jedinicu, te vanjske jedinice na nosače. Paziti na propisani odmak od zida.
4. Spojiti vodove radnog medija na unutrašnjoj jedinici



5. i

6. „brzim“ konektorima spojiti cijevi radnog medija na vanjskoj jedinici i otvoriti ventile.
7. Spojiti električne konektore na vanjskoj jedinici Priključiti klima uređaj na struju u prostoriji
8. Uključiti klima uređaj
9. Podesiti način rada



https://www.youtube.com/watch?v=UDsbih_8xPU

B) Standardni postupak

Spajanje vanjske i unutrašnje jedinice izvedeno je toplinsko izoliranim bakrenim cijevima.

Postupak je identičan gore opisanom postupku osim u načinu spajanja cijevi i eventualnoj potrebi dopunjavanja i punjenja radnim medijem.





ALAT ZA PROŠIRIVANJE ("PERTLANJE") KRAJA BAKRENIH CIJEVI NA KLIMA UREĐAJU

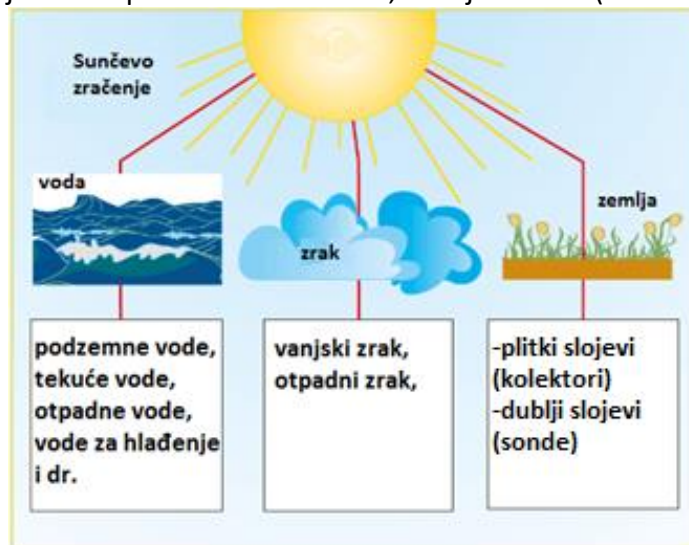
„pertlanje“ – od njemačke riječi **Bördeln**

4. DIZALICE TOPLINE (TOPLINSKE CRPKE)

http://www.saubere-energie-technik.de/images/stories/energie_bilder/waermepumpe.swf

To su uređaji koji uzimaju toplinu s niže temperaturne razine te je „dižu“ i predaju na višoj temperaturnoj razini, uz ulaganje rada (električna energija za rad kompresora).

Niža razina tj. izvor topline može biti voda, zemlja ili zrak: (vidi sliku)



Toplinske pumpe su električni pokretani uređaji koji rade na principu na kojem rade rashladni, klima uređaji i sl. Gotovo 75% besplatne energije uzimaju iz okoline a za pogon troše svega četvrtinu do trećinu energije, no i ta se energija pretvara u toplinsku i korisno se iskorištava.

COP broj (Coefficient Of Performance)

To je broj koji predstavlja termički stupanj iskorištenja toplinske crpke. Definira se kao odnos toplinske snage koju daje crpka i potrošene snage za pogon (najčešće električne).

$$COP = \frac{P_W}{P_{El}}$$

npr. COP=3 znači da se na jedan dio utrošene električne energije dobiju 3 dijela termičke energije.

Minimalne vrijednosti COP broja za pojedine vrste TC:

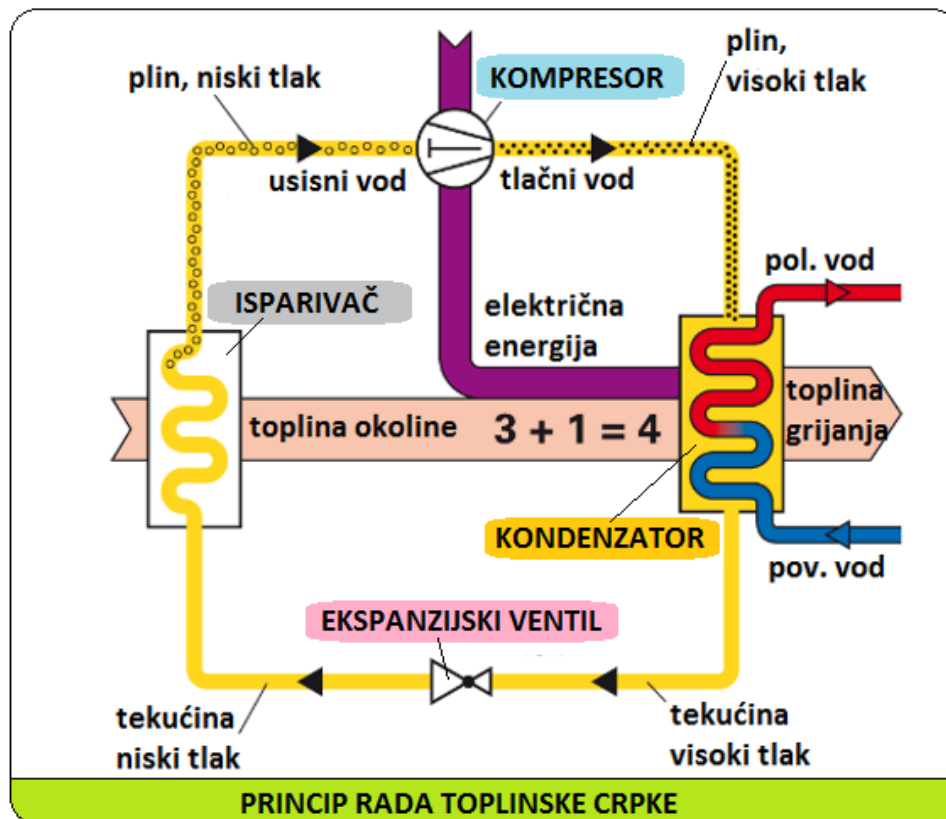
- TC zrak-voda >3
- TC zemlja-voda >3,5
- TC voda-voda >4,1

Učinkovitost toplinske crpke je to veća (veći COP) što je razlika između temperature donje i gornje razine manja.

Princip rada zasniva se na kruženju posebnog radnog medija koje ima svojstvo da isparava na normalnim temperaturama i tlakovima, pri čemu se ohlađuje, oduzima toplinu okolini, dok mu se tlačenjem povećava temperatura pa se zagrijava, zatim predaje toplinu potrošnoj vodi ili vodi za grijanje, pri čemu prelazi ponovno u tekuće stanje.

Cirkulacijski krug čine:

- 1. kompresor:** -gdje se radni medij koji je u plinovitom stanju, tlači na oko 18 bara zbog čega mu se temperatura povisuje na oko 65 do 70°C.
- 2. kondenzator:** u kojem zagrijani radni medij predaje toplinu vodi, pri čemu zbog ohlađivanja prelazi u tekuće stanje (kondenzira). **Kondenzator predaje toplinu.**
- 3. ekspanzijski ventil:** -u kojem se visoki tlak reducira (smanjuje) na tlak od 2 do 3 bara. Zbog ekspanzije se radni medij ohlađuje.
- 4. isparivač:** -ohlađeni radni medij (2 do 8°C) pri niskom tlaku isparava. **Isparivač oduzima toplinu** okolini (zraku, vodi ili zemlji) zbog čega mu temperatura poraste za nekoliko stupnjeva, a zatim ponovno ulazi u kompresor.

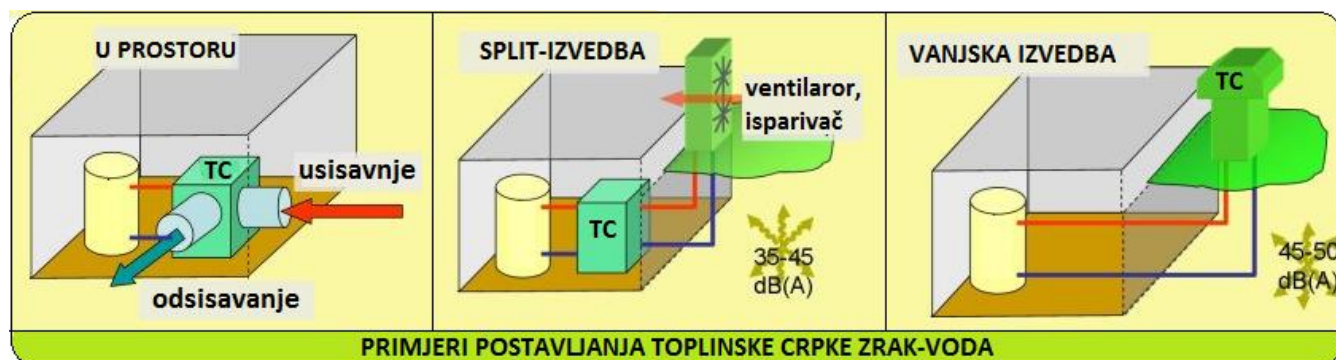


<https://www.youtube.com/watch?v=jtaSrRAfseig>

Toplinska crpka zrak-voda

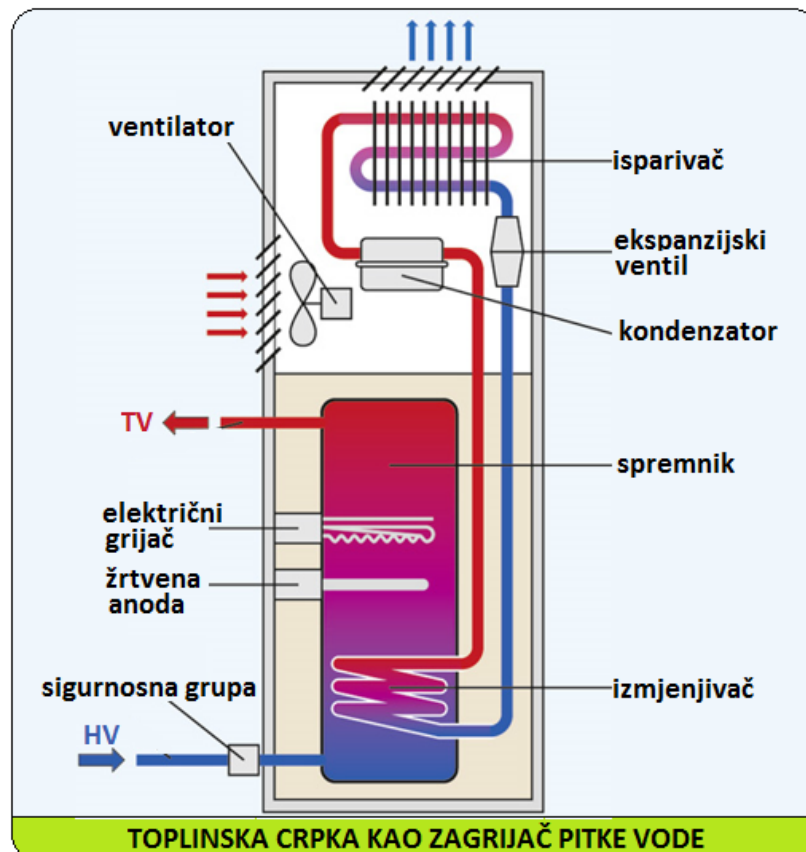
To su toplinske crpke koje oduzimaju toplinu okolnom zraku, a to može biti **vanjski zrak**, **okolni zrak unutar kuće** ili **otpadni zrak iz tehnoloških procesa**.

Toplinska crpka-zrak voda se može postaviti **u prostoru**, a zrak može sustavom kanala uzimati izvana, iz susjedne prostorije ili iz prostorije u kojoj se nalazi. Druga je varijanta tkzv. **split – izvedba** gdje su kompresor i kondenzator u prostoru a u vanjskoj jedinici su ventilator i isparivač. Treća mogućnost je da je toplinska crpka **izvan prostora**. Vanjska izvedba TC efikasna je čak do temperatura od -20°C.



Kod TC koja se postavlja u prostoru, voda se zagrijava toplinom koja se oduzima okolnom zraku, dakle, ona ohlađuje okolni prostor. Zbog toga je bitno da se postavi u dovoljno velikoj prostoriji, relativno toploj (podrumi i sl.). Povoljno je da se u toj prostoriji nalaze uređaji poput hladnjaka ili zamrzivača koji odaju toplinu.

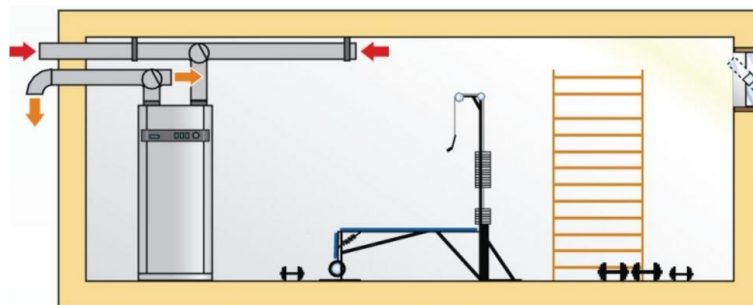
Na donjoj slici prikazana je TC zrak-voda koja se postavlja u prostoru (isparivač, kondenzator (izmjenjivač), ekspanzijski ventil i kompresor su unutar TC), s integriranim spremnikom tople vode.



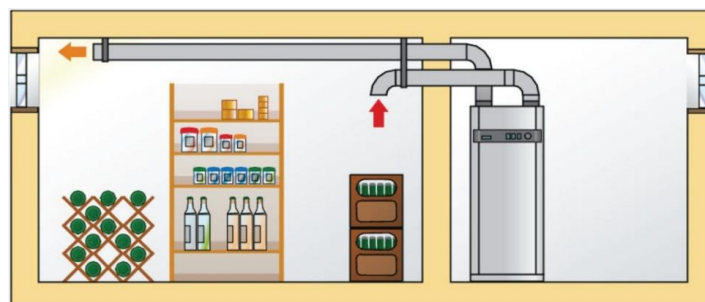
TC koje koriste toplinu vanjskog zraka imaju nedostatak što im stupanj iskorištenja pada s padom vanjske temperature. Funkcionalne su do -20°C . Pri tim temperatura potrebno je dogrijavanje dodatnim grijačem, a crpke moraju biti i opremljene sustavom za odleđivanje isparivača.

Primjeri korištenja TC zrak-voda koja je smještena u prostoru

- a) sustavom kanala i zaklopki moguće su varijante korištenja vanjskog ili unutrašnjeg zraka



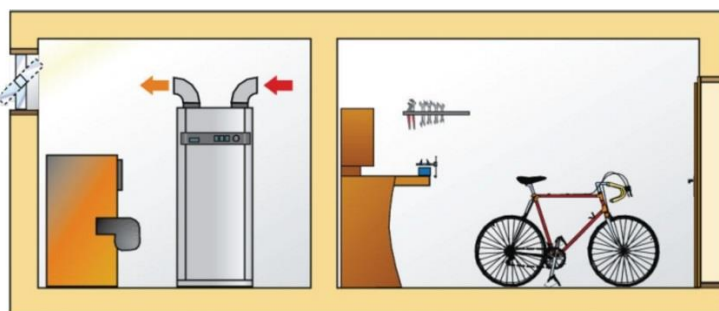
- b) u ostavama i podrumima usisava se topli zrak, u TC me se oduzima toplina a zatim se ohlađen vraća u prostor



- c) osim što iskorištava otpadnu toplinu TC odvlažuje zrak u prostoru



- d) korištenje otpadne topline u kotlovnicama. Posebne izvedbe TC mogu se povezati s ostalim izvorima topline (solarni sustavi, kotlovi)



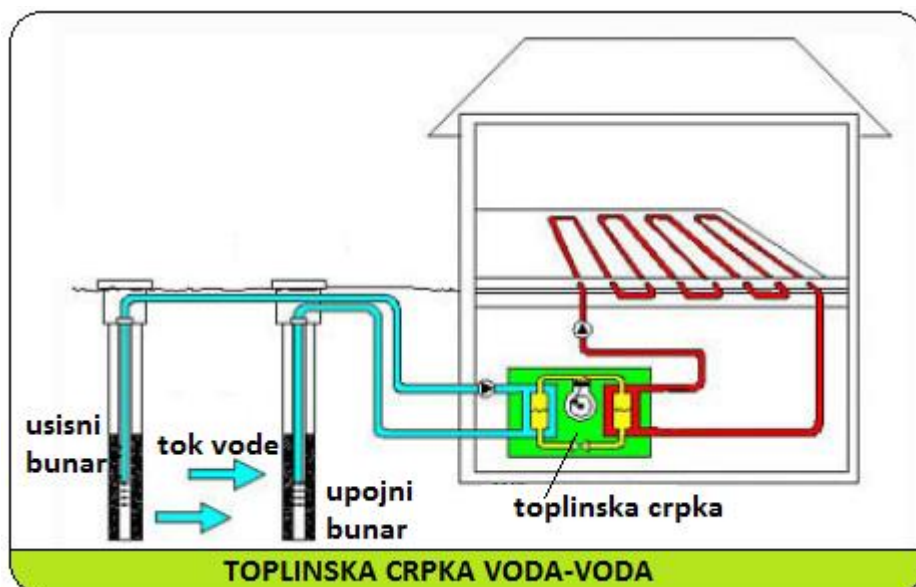
Radi što boljeg iskorištenja dnevnih temperature i pohrane te energije, toplinske crpke zrak-voda se povezuju s puffer spremnicima. (slika ispod)



http://www.eko-puls.hr/Toplinske_pumpe.aspx

Toplinska crpka voda-voda

U nizinskim područjima podzemne se vode obično ne nalaze na prevelikim dubinama i nije problem doći do njih, no u brdskim područjima je to teško izvedivo. Temperatura podzemnih voda približno je konstantna tijekom cijele godine i kreće se od 8 – 12°C. Ovakva stalna i relativno visoka temperatura izvora omogućava toplinskim crpkama koje koriste vodu kao izvor topline, rad s najvećim koeficijentom učinka, što nije slučaj kod zemlje i zraka. No investicijski troškovi za ove crpke su vrlo visoki. Problem mogu biti i različite dozvole zbog mogućnosti narušavanja podvodnih tokova na nekim područjima.

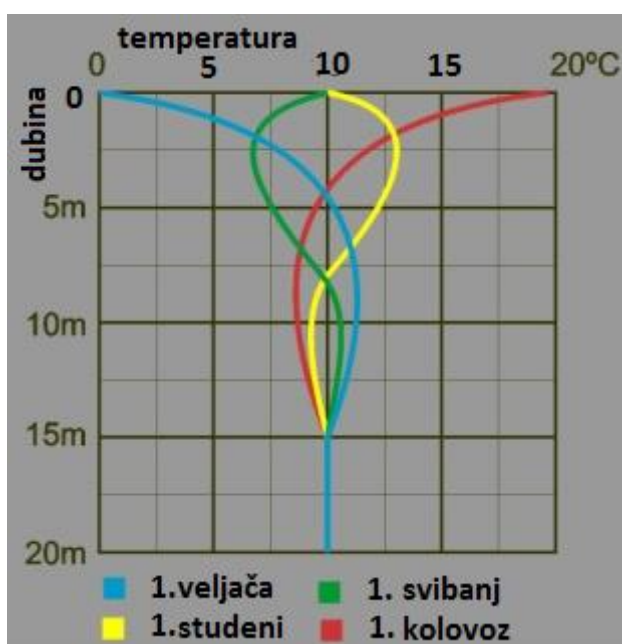


Sustav se sastoji od dva bunara: **upojnog i usisnog**. Iz usisnog se bunara pomoću dubinske pumpe crpi voda (nešto slično kao kod kućnog hidrofora) i transportira do toplinske pumpe, a zatim se kroz drugu cijev odvodi u drug, tzv. upojni bunar. Usisni bunar ne bi trebao biti dubine veće od 20 m jer s većom dubinom rastu troškovi el. energije za pogon **dubinske pumpe**. Voda koja se odvodi u upojni bunar temperature je 5 -7°C tj. niže je vrijednosti. Kako zbog ovog ne bi došlo do pada temperature na usisu bunare je potrebno razmaknuti na što veću udaljenost ali ne manju od 5 m.

TC voda-voda mogu koristiti i vodu iz jezera, rijeke i sl. Tu se javlja problem što te vode mogu sadržavati različite nečistoće i vodene organizme koje se talože u cijevima, što zahtijeva često i skupo održavanje.

Toplinska crpka zemlja-voda

To su TC koje iskorištavaju geotermalnu toplinu (toplinu zemlje) na različitim dubinama. Temperatura zemlje je to konstantnija što je veća dubina. Temperatura zemlje je konstantna ljeti i zimi tek nakon 15 m dubine. No, veće dubine tj. bolje iskorištenje znače i veće troškove zemljanih radova.

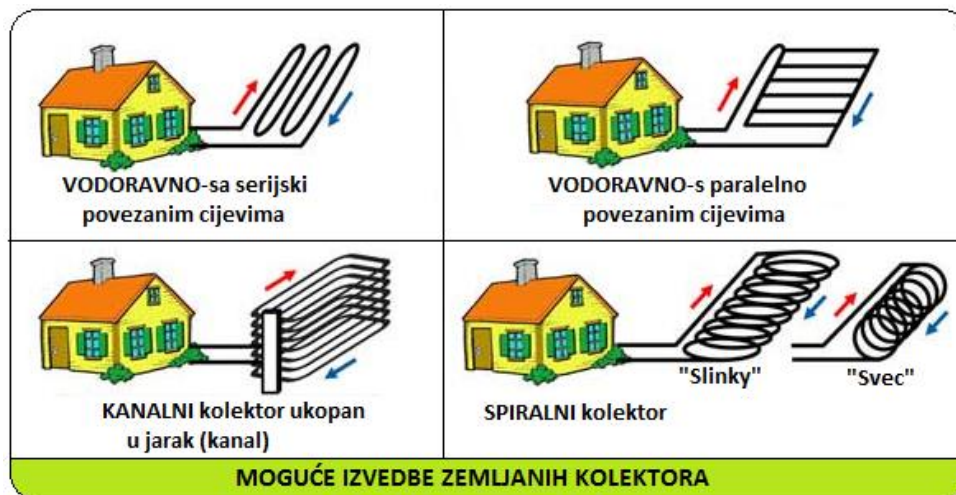


Bitnu ulogu u efikasnosti iskorištavanja topline ima i vrsta tla.

Dva su načina iskorištavanja geotermalne energije odnosno toplinskih crpki zemlja-voda:

1. TC sa zemljanim kolektorima

Postavljaju se u relativno plitke slojeve zemlje (do 3 m) gdje temperatura još uvijek dosta varira. Zavisno od prostora s kojim se raspoložuje petlja vanjskog izmjenjivača može se postaviti na različite načine.

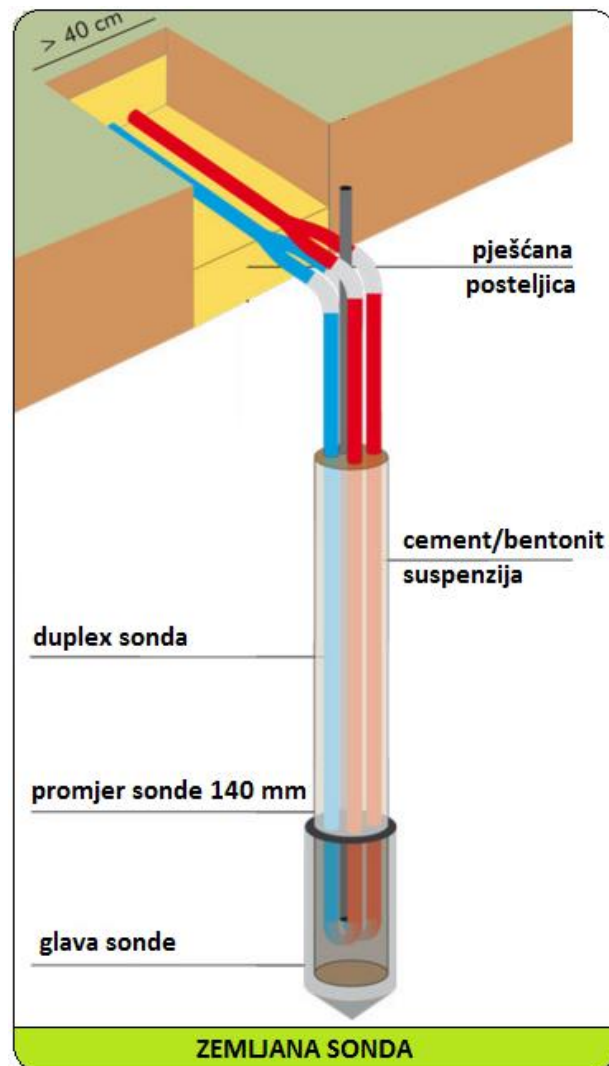


2. TC sa zemljanim sondama

Zemljane sonde postavljaju se na dubine do 130 m. Za postavljanje im nije potreban veliki prostor kao kod kolektora, no troškovi bušenja i sama sonda su relativno skupi. Za postavljanje zemljane sonde potrebna je građevinska dozvola (kao i kod crpki voda-voda). Prednost im je što na tim dubinama temperatura ne varira, pa mogu toplinu zemlje jednako efikasno iskorištavati i ljeti i zimi. Temperatura zemlje raste nakon 15 m oko 1°C na svaka 33 metra dubine.

Sonda se sastoji od dvije U cijevi (Duplex sonda) od umjetnih materijala. Nakon što se izbuši rupa i umetne sonda, prostor oko sonde se ispunjava mješavinom cementa i bentonita zbog boljeg prijenosa topline.

TC sa zemljanim sondama su, zbog dobrog iskorištenja, pogodne kako za zagrijavanje pitke vode, tako i za grijanje, a moguća je i proizvodnja električne energije.



<https://www.youtube.com/watch?v=Q-5NTdHgfx4>

Hlađenje s toplinskom crpkom

Dva su načina hlađenja pomoću TC

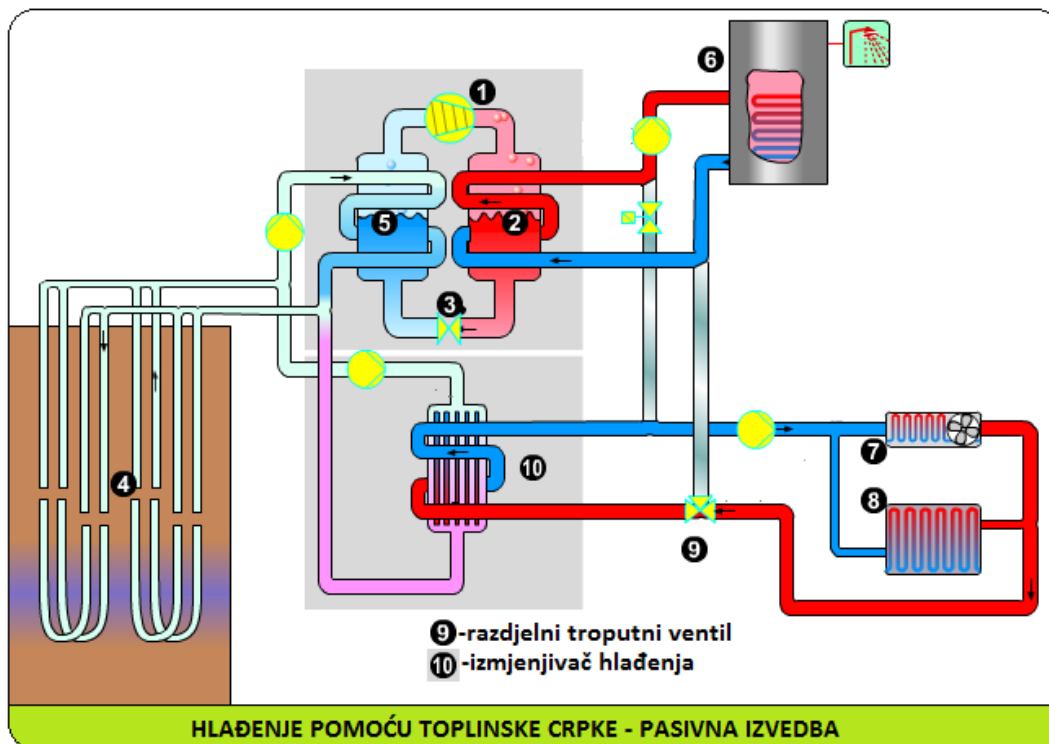
a) Aktivnom izvedbom

Kod ove izvedbe, kao i kod klima uređaja koji ima mogućnost grijanja, isparivač i kondenzator mijenjaju uloge, pa se vodi iz sustava grijanja oduzima toplina, te se odvodi i predaje zraku, vodi ili zemlji.

b) Pasivnom izvedbom

<http://www.dimplex.de/animationen/waermepumpe-passiv.php>

Kod ove izvedbe se u sustav uključuje dodatni izmjenjivač u koji ulazi dio tekućine iz kolektora TC, te hladi vodu u sustavu grijanja.



Pitanja za ponavljanje

1. Što su obnovljivi izvori energije? Nabroji vrste.
2. Nabroji osnovne dijelove solarnih termičkih sustava.
3. Nabroji vrste solarnih kolektora i objasni razlike.
4. Koje dvije vrste toplinskih gubitaka imaju solarni kolektori? Objasni!
5. Koje sve vrste i izvedbe spremnika se koriste kod solarnih sustava?
6. Što su kombinirani spremnici?
7. Što je puffer spremnik?
8. Što je solarna stanica i što sve sadrži?
9. Što je solarna tekućina i koja svojstva mora imati?
10. Nabroji osnovne dijelove klima uređaja.
11. Objasni način rada klima uređaja.
12. Što je inverter klima i u čemu je razlika u odnosu na običan klima uređaj?
13. Što su toplinske crpke i kako rade?
14. Što je COP broj i koliko iznosi za pojedine TC?
15. Nabroji i objasni sve izvedbe toplinskih crpki, te navedi njihove prednosti i nedostatke.

