

UPRAVLJANJE TERMOTEHNICKIM SUSTAVIMA

Tema:

**- *Osnovna nacela regulacije u sustavima grijanja,
ventilacije i klimatizacije***

Dipl. Ing. Darko SMOLJAN

Automatska regulacija

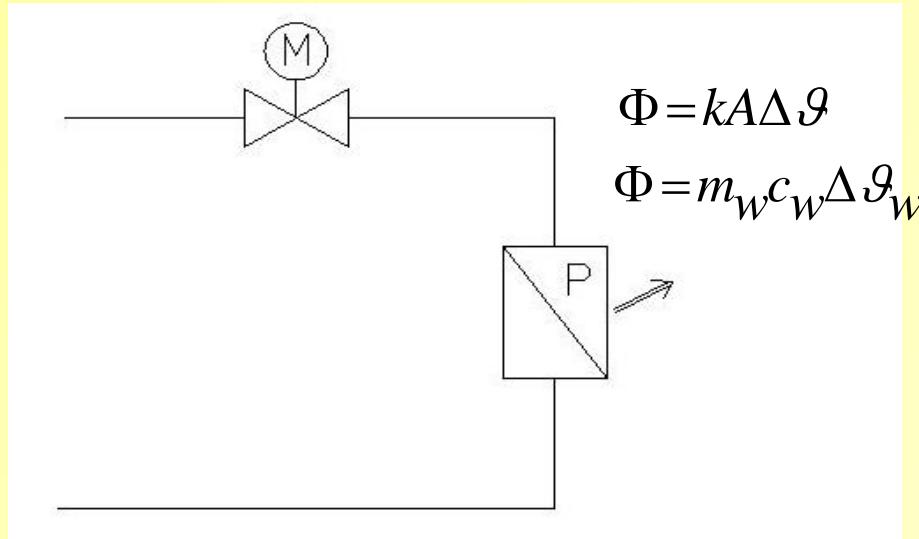
- automatska regulacija u GVik sustavima se koristi za:
 - osiguravanje toplinske ugodnosti ili drugih uvjeta neophodnih za odvijanje proizvodnog procesa
 - zaštita od nepotrebnih kvarova ili oštećenja sustava
 - upravljanje pogonom (uklj./isklj., moduliranje) i odabir parametara od strane korisnika.
- GVik sustav obično uključuje regulaciju:
 - temperature
 - relativne vlažnosti
 - tlaka
 - protoka.

Regulacija ucina grijaca i hladnjaka u postrojenjima grijanja, ventilacije i klimatizacije

Svodi se na regulaciju kolicine topline (dva osnovna nacela)

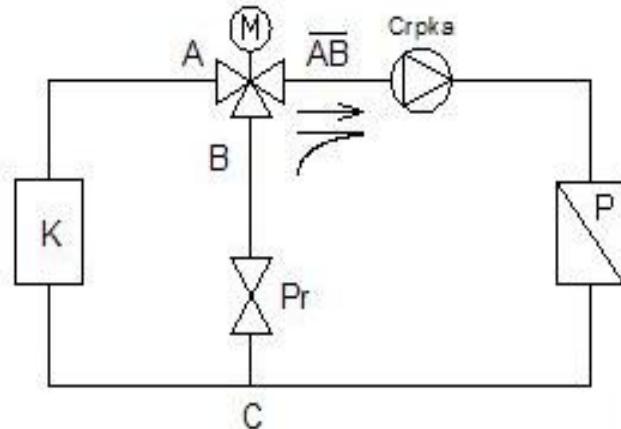
1. Regulacija promjenom kolicine protoka $\Phi = f(m_w)$
2. Regulacija promjenom temperature medija u polaznom vodu (regulacija mjesanjem) $\Phi = f(\vartheta)$

- provodi se pomocu troputnih i prolaznih regulacijskih ventila
- prolazni ventil omogucuje samo nacelo regulacije promjenom kolicine protoka , dok troputni ventil omogucuje oba nacela regulacije

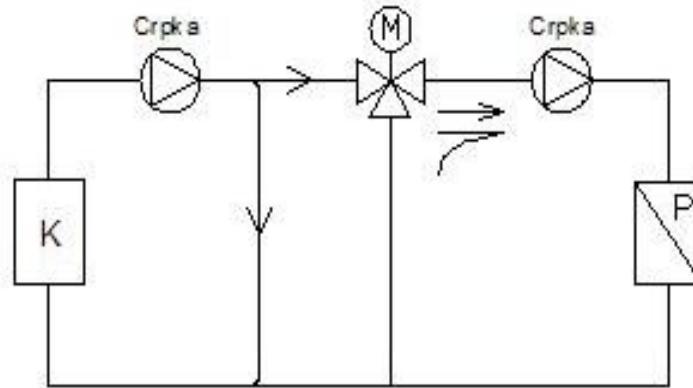


Temeljne hidraulicke sheme regulacije primjenom troputnog ventila

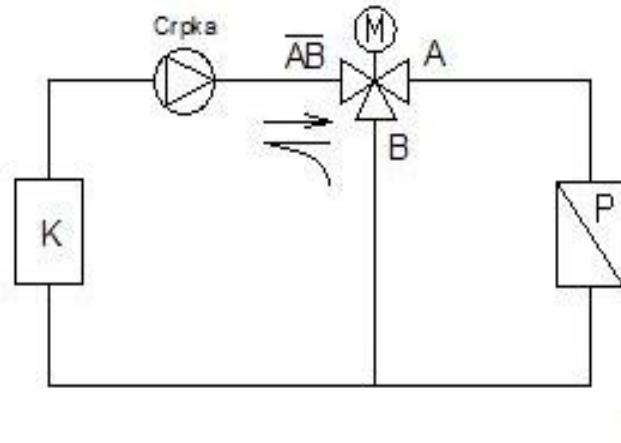
- primjenjuju se cetiri osnovna nacine regulacije



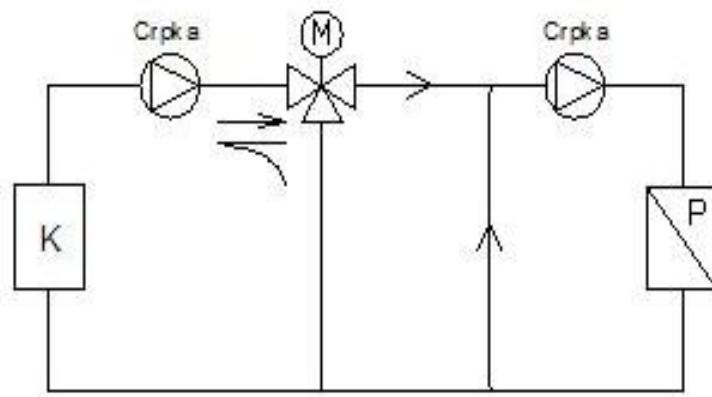
a)



c)



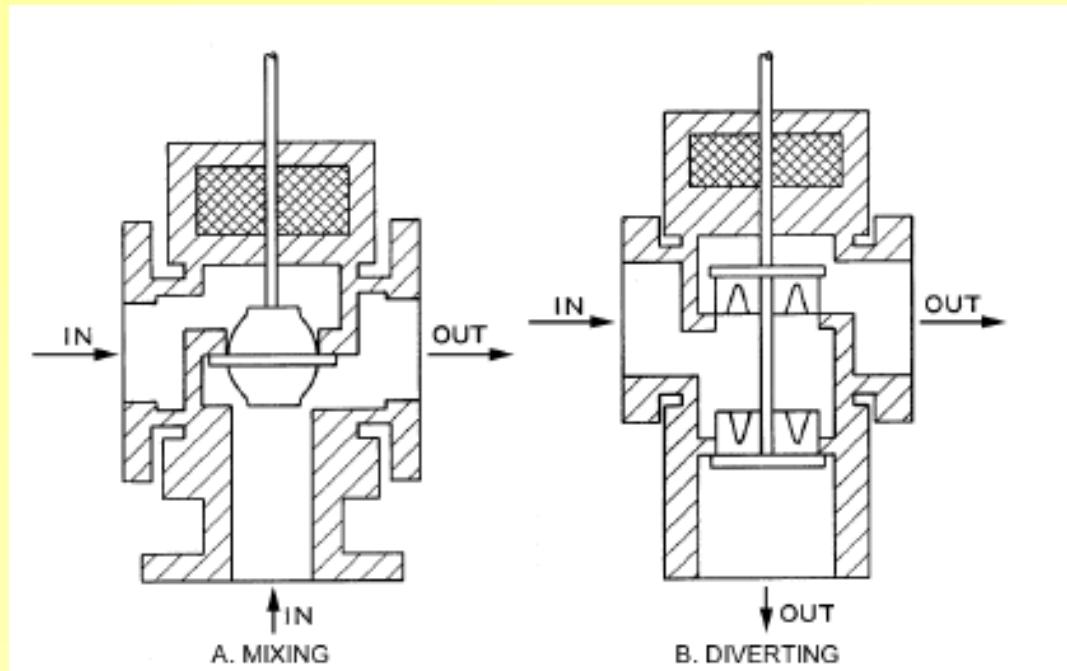
b)



d)

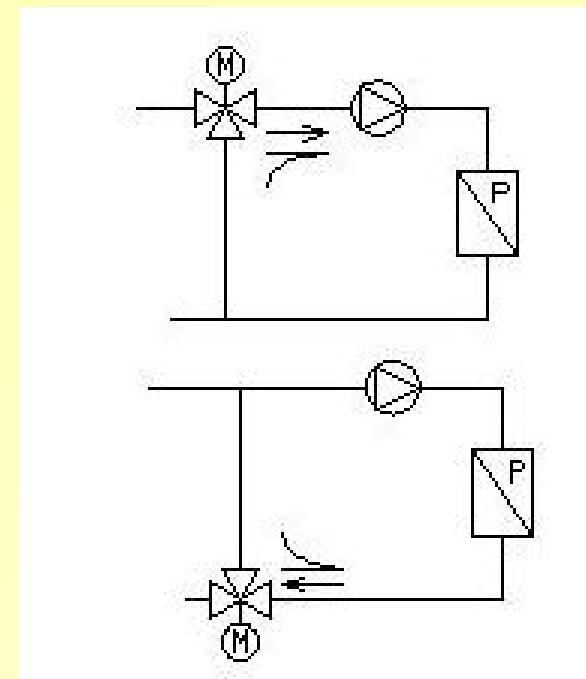
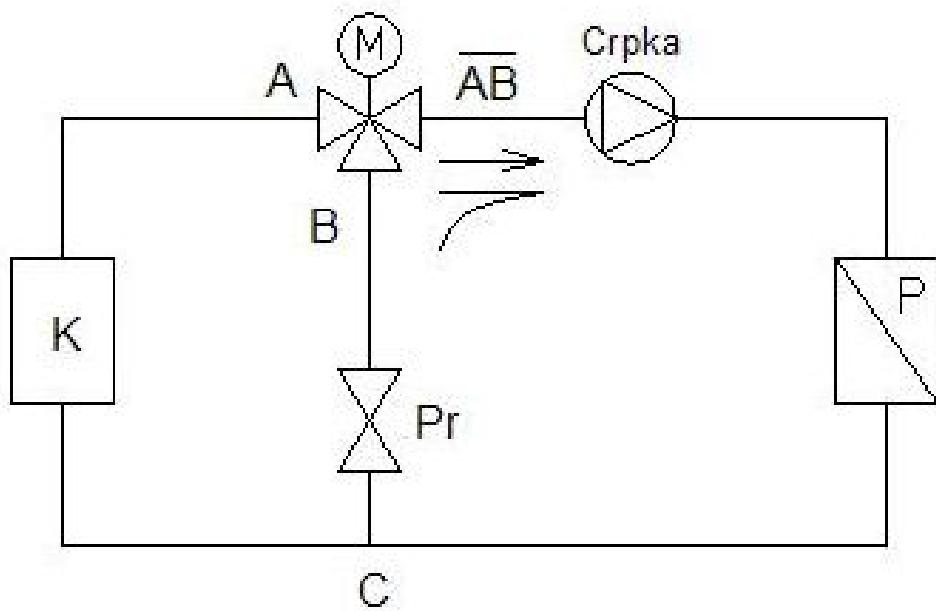
Troputni regulacijski ventil

- koriste se za mjesanje dviju struja u jednu ili razdvajanje jedne struje u dvije
- primjenjuju se kod velikih cijevnih mreza sustava grijanja i klimatizacije radi eliminiranja promjena tlaka i drugih smetnji koje nastaju kod primjene prolaznih ventila
- kolicina vode koja struji kroz mrezu ostaje pribлизно konstantna



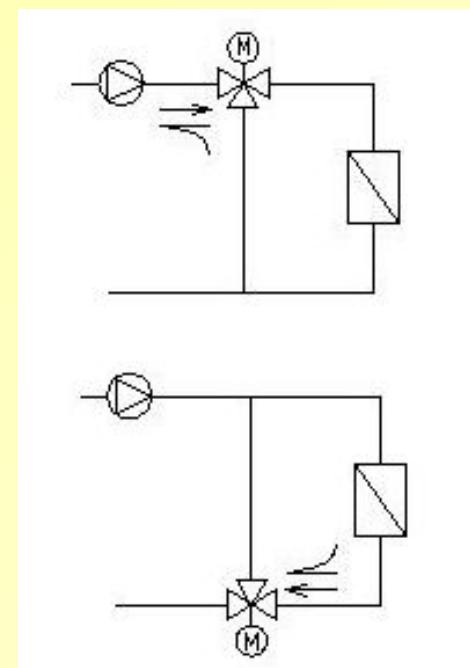
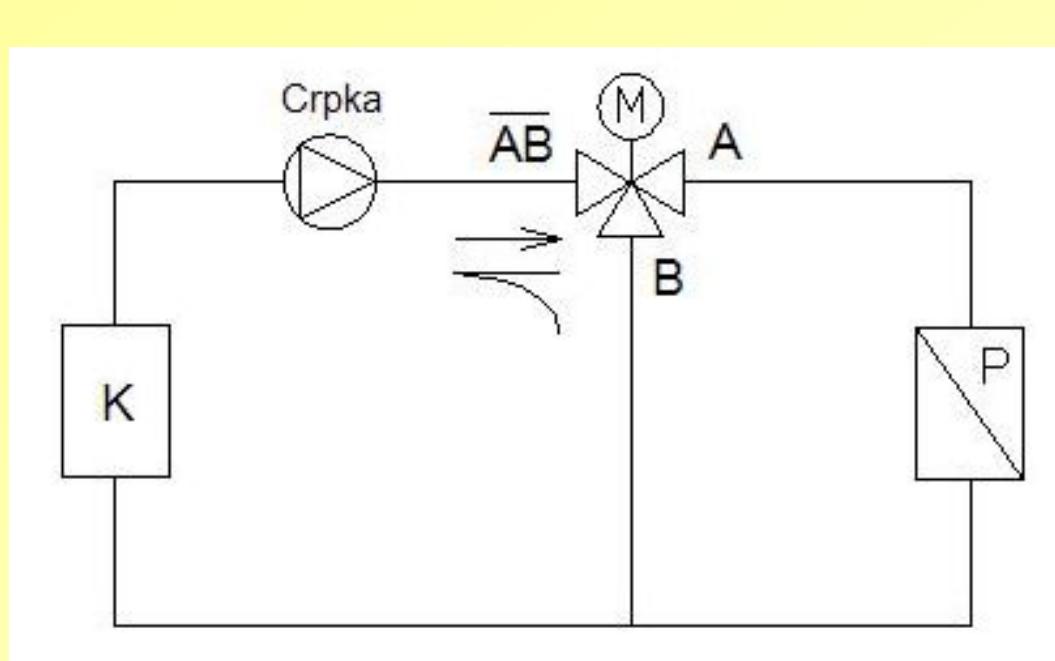
Regulacija mjesanjem - shema a); $\Phi = f(\vartheta)$

- konstantan protok vode kroz regulacijski krug sa razlicitim ulaznim temperaturama
- protok kroz postrojenje neovisan o omjeru kolicina A i B, $A+B=\text{const.}$
- konstantan protok kroz potrosac znaci da u oba ekstremna položaja troputnog ventila pad tlaka mora biti jednak $C-K-A = CB$
- crpka se ugradjuje u krug s pribлизno konstantnom kolicinom
- pogodno za regulaciju velikog broja paralelno povezanih izmjenjivaca
- ugradnja troputnog ventila u funkciji mjesanja i u funkciji razdjelnika

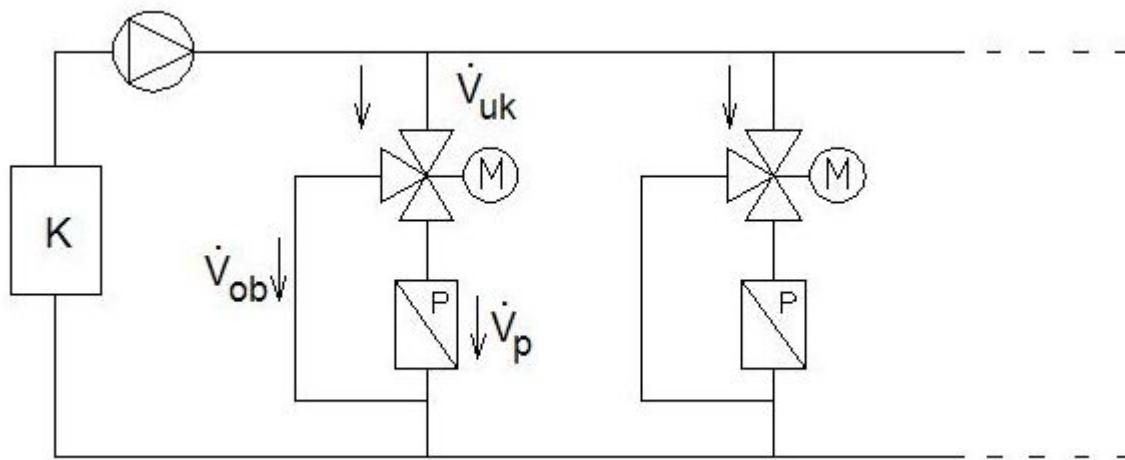
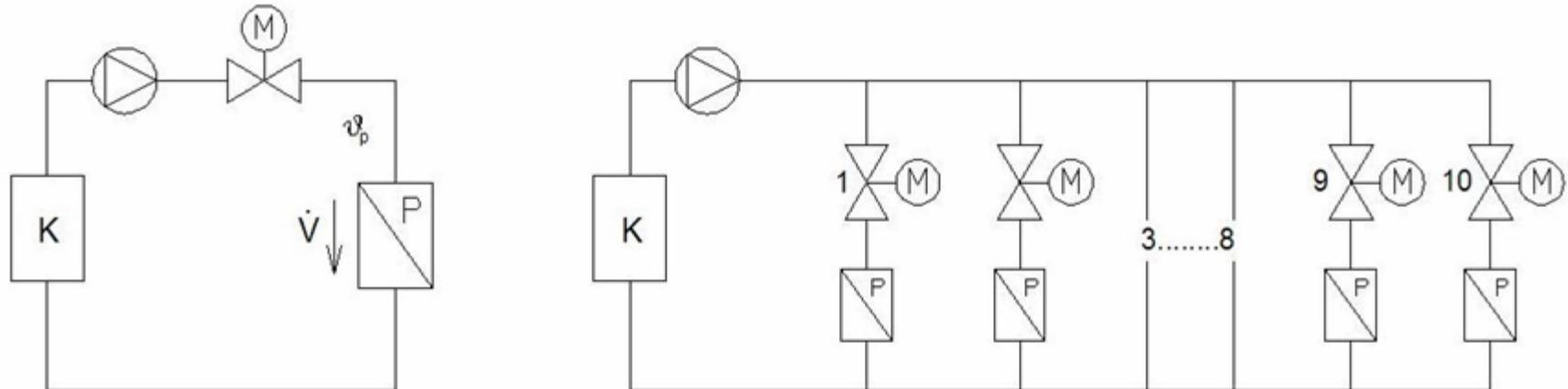


Regulacija kolicinom - shema b); $\Phi = f(m_w)$

- temperatura polaznog voda je konstantna a kolicina vode promjenjiva
- promjenom protocne kolicine medija mijenja se razlika temperature na izmjenjivacu a time i kolicina izmijenjene topline
- crpka se ugradjuje u krug izvora topline s konstantim protokom
- ugradnja troputnog ventila u funkciji mjesanja i u funkciji razdjelnika
- otklanja poteskoce koje se pojavljuju u regulaciji kolicinom s prolaznim ventilom

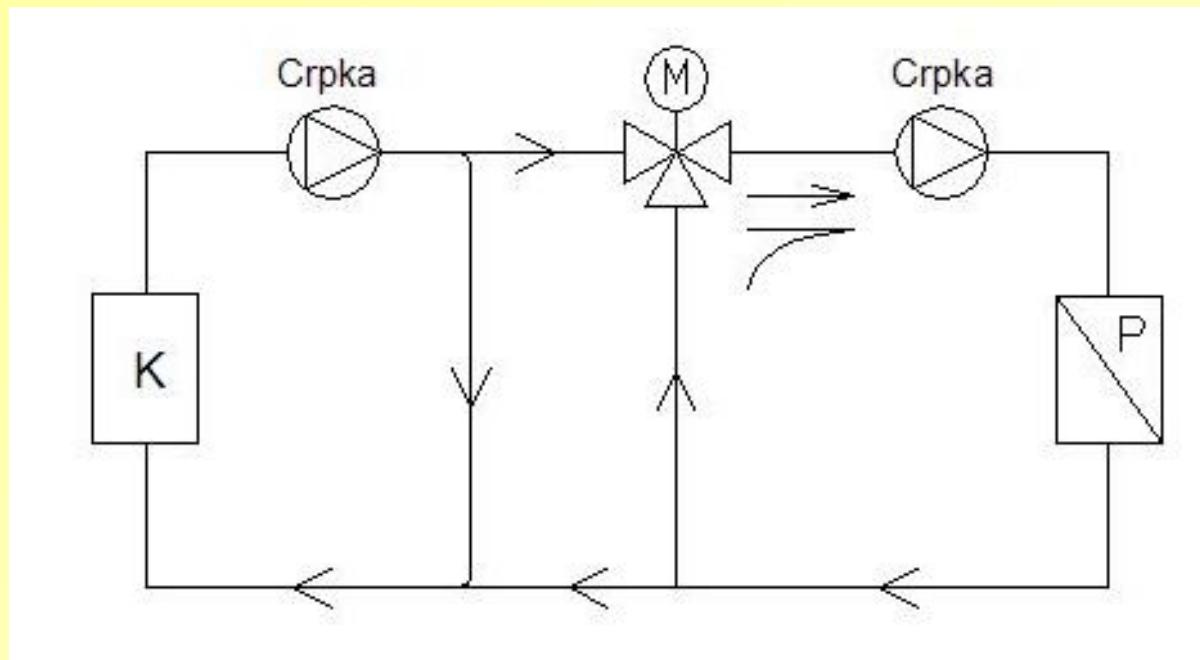


poteskoce koje se pojavljuju u regulaciji kolicinom s prolaznim ventilom moguce je otkloniti ugradnjom troputnih ventila



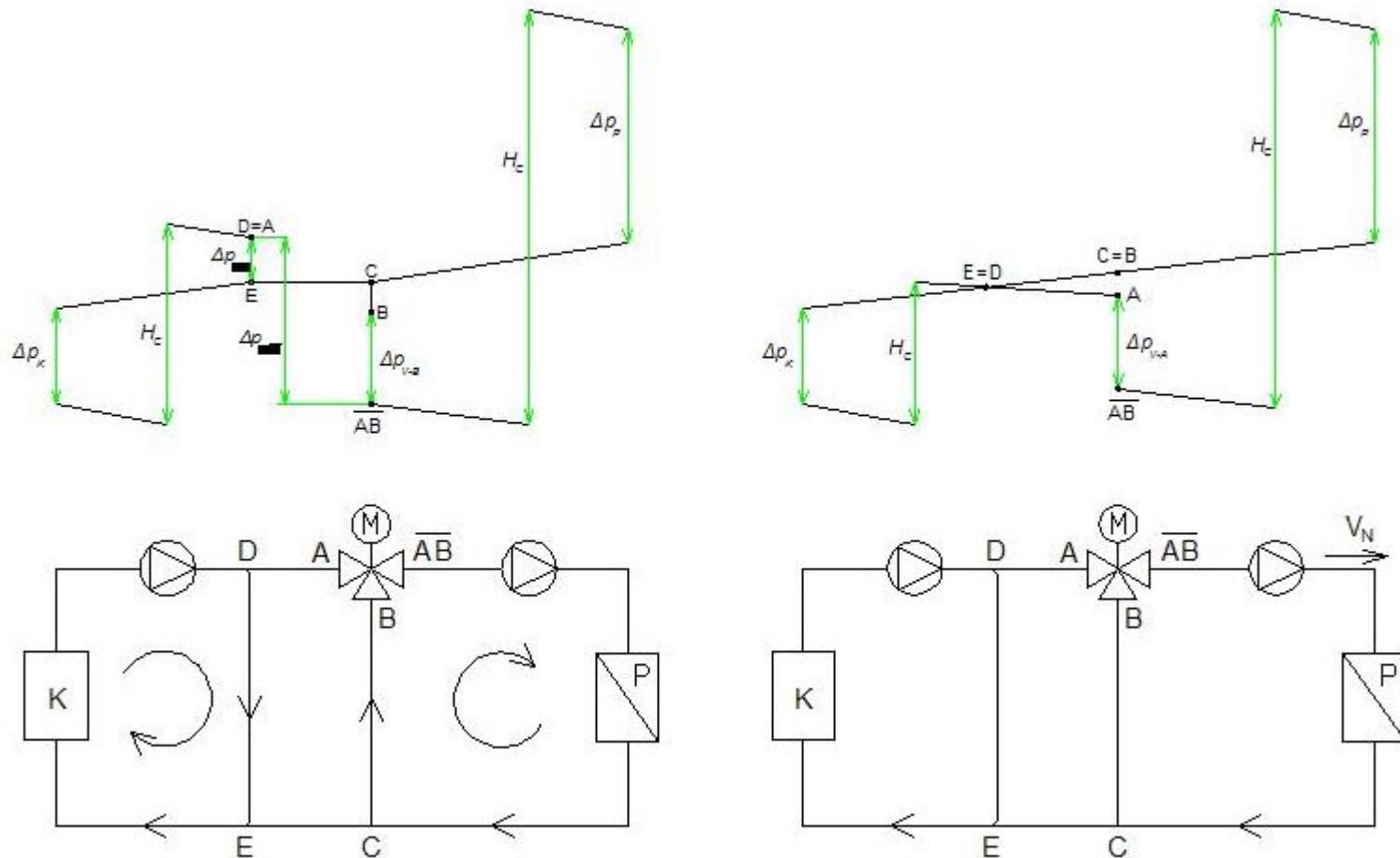
Dvokruzna regulacija mjesanjem - shema c); $\Phi = f(\vartheta)$

- shema mjesanja postaje dvostruka shema mjesanja ako kratko spojimo izlaz iz kotla i ulaz u kotao
- primarni i sekundarni krug rade u rezimu s konstantnim protokom
- kolicina vode koja se transportira iz primarnog u sekundarni krug ovisi o postavi troputnog ventila



Dvokružna shema miješanja, hidraulički spoj i dijagram tlaka za kritične položaje troputnog ventila:

- a) zatvoren otvor A troputnog ventila otvoren otvor B
- b) otvoren otvor A troputnog ventila zatvoren otvor B



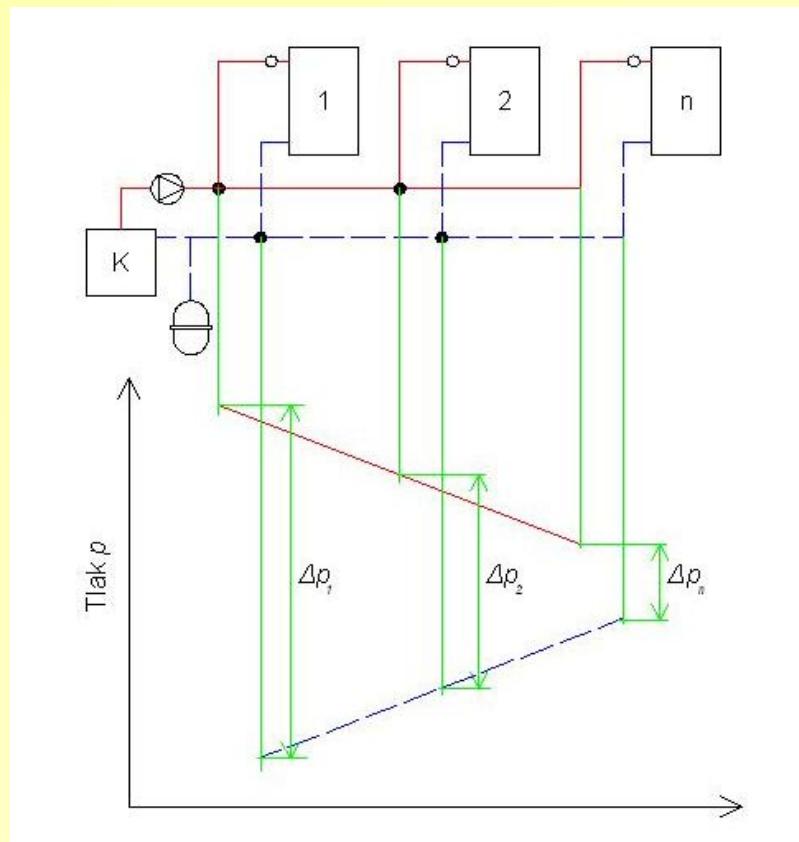
Struktura hidrauličke mreže u sustavima grijanja ili hlađenja

Dijeli se na tri dijela:

- krugovi potrošača (radijatori, konvektori, ventilokonvektori...)
- krugovi izvora topline (kotlovska postrojenja, rashladna postrojenja...)
- razvodna mreža

Za napajanje više od jednog potrošača postoje tri različite mogućnosti spajanja na razvod cijevne mreže:

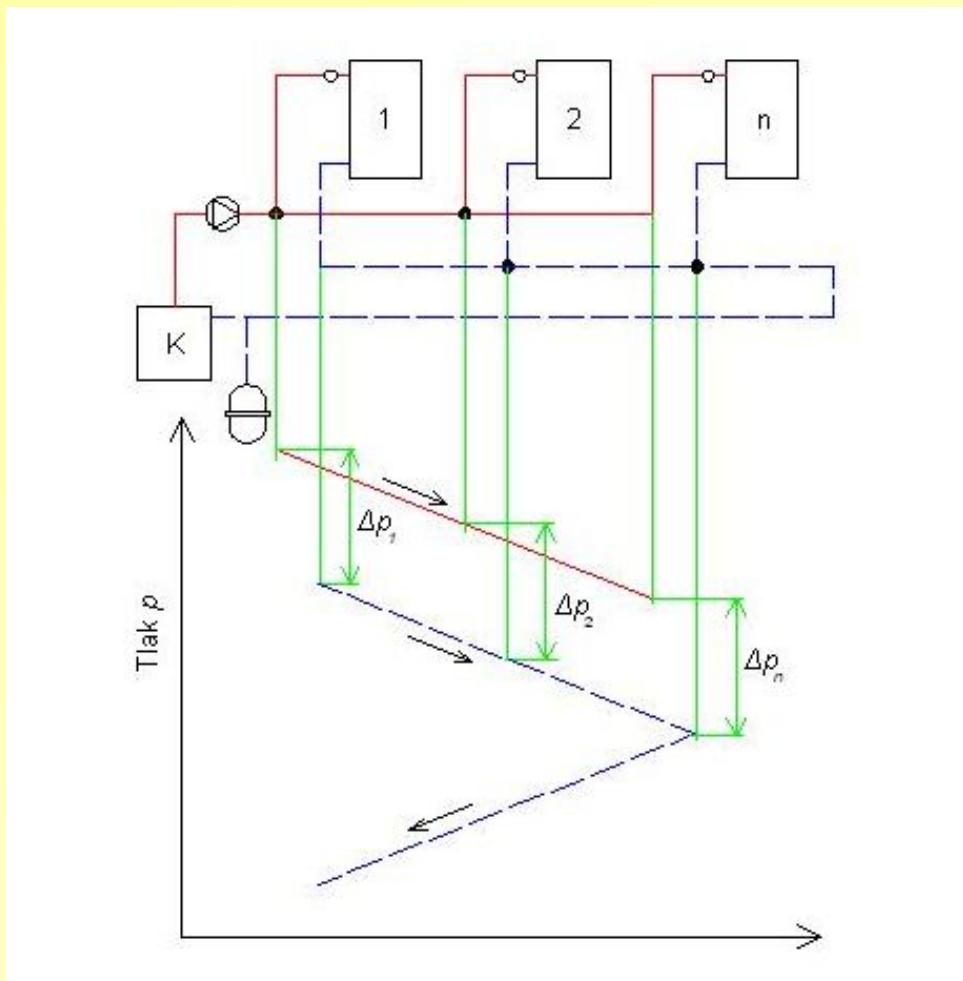
- a) dvocijevni sustav – paralelni razvod
- kod paralelnog razvoda polaznog i povratnog voda razlika tlaka na potrošaču smanjuje se s udaljenosti od potrošača



b) dvocijevni sustav – mimobježni razvod (Tichelmann)

- kod dvocijevnog sustava u mimobježnom razvodu razlika tlaka kod svih potrošača približno je jednaka:

$$\Delta p_1 \approx \Delta p_2 \approx \Delta p_n$$

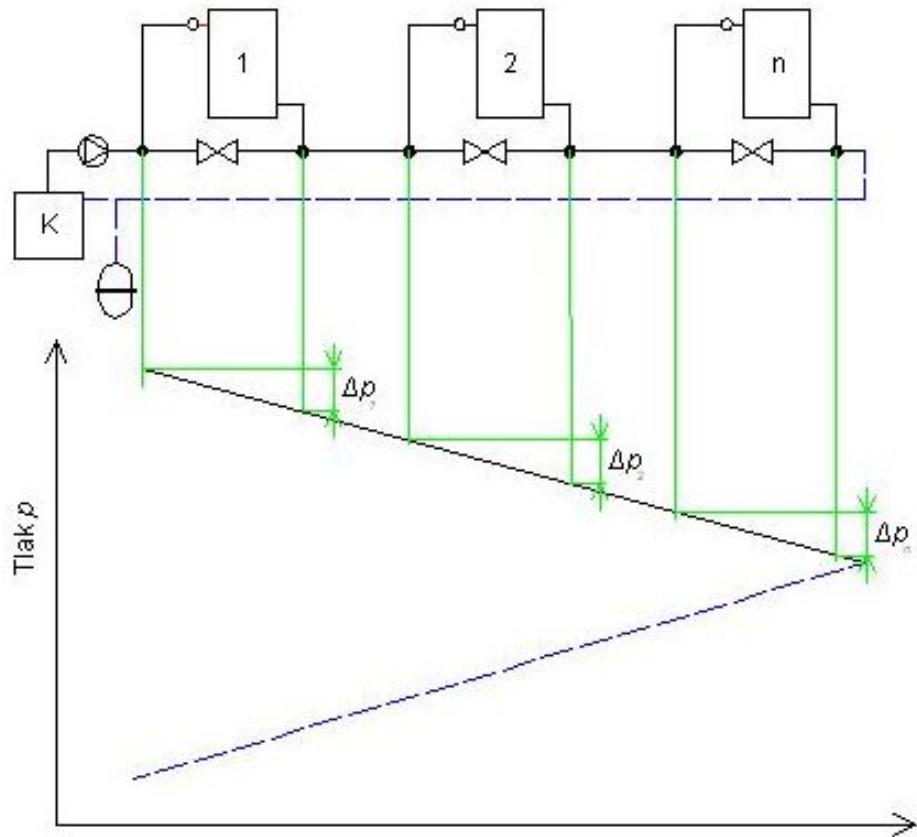


b) jednocijevni sustav

temperatura vode pri ulasku u radijator se smanjuje s udaljenošću od kotla, a ukupni pad temperature jednak je zbroju padova na pojedinim radijatorima:

$$\vartheta_{1pol} > \vartheta_{2pol} > \vartheta_{3pol} \dots > \vartheta_n$$

$$\Delta\vartheta_{UK} = \Delta\vartheta_1 + \Delta\vartheta_2 + \dots + \Delta\vartheta_n$$



- kod jednocijevnog sustava je razlika tlaka na svakom potrošaču ovisna je o veličini radijatora i može za sve biti približno jednaka
- zahtijeva se manja količina cjevovoda za razvod mreže nego kod dvocijevnog sustava
- manu su problemi u regulaciji toplinskog učina

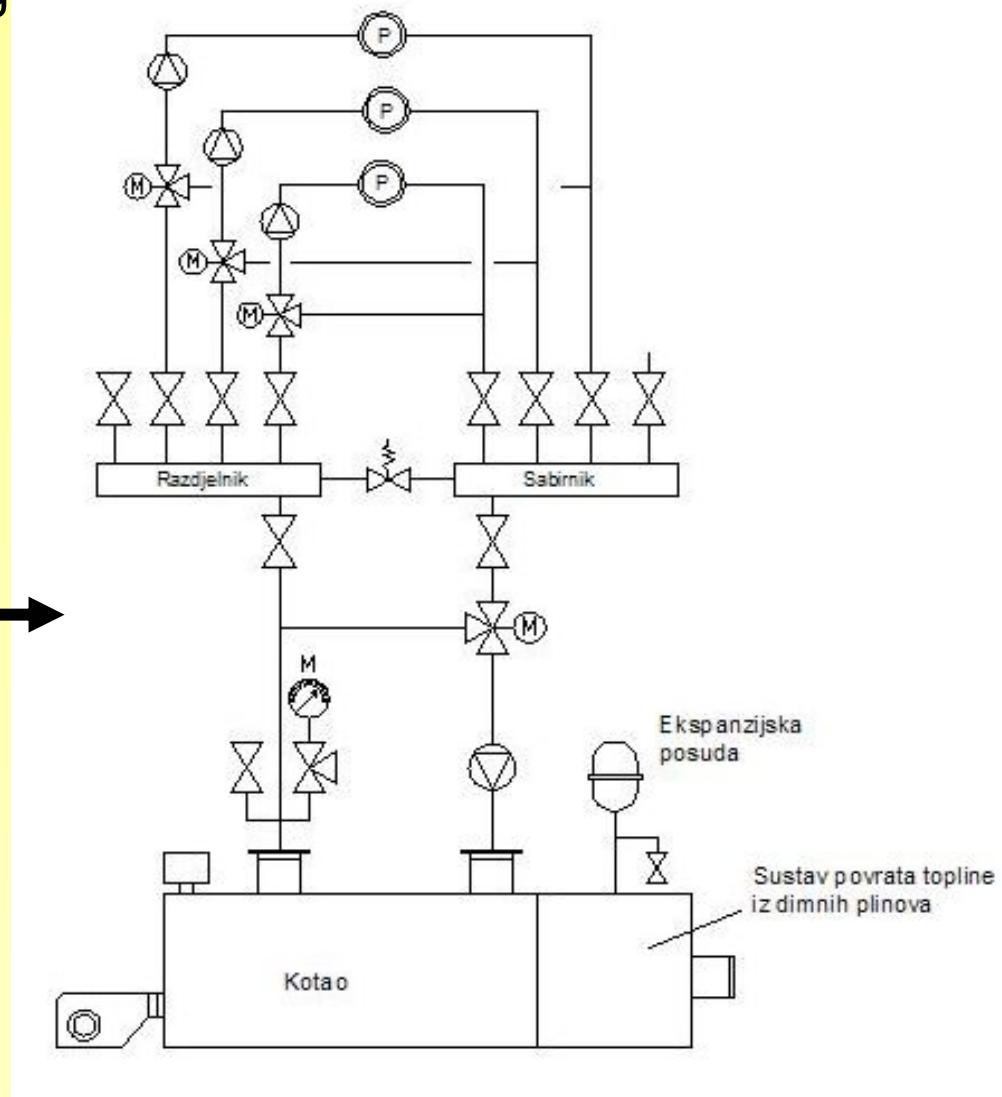
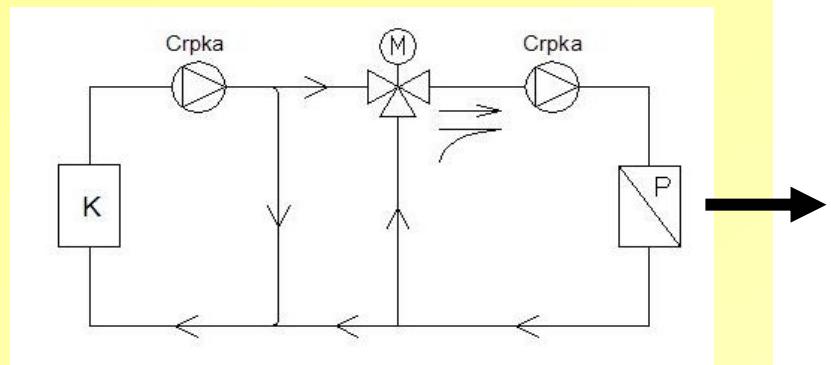
Regulacija kotlovskega postrojenja – hidrauličko odvajanje primarnog i sekundarnog kruga

Kotlovi se opremaju kotlovskim (primarnim) crpkama i regulacijskim krugovima kotla da bi se osiguralo protok određene količine vode kroz kotao radi stabilnog pogona kotla

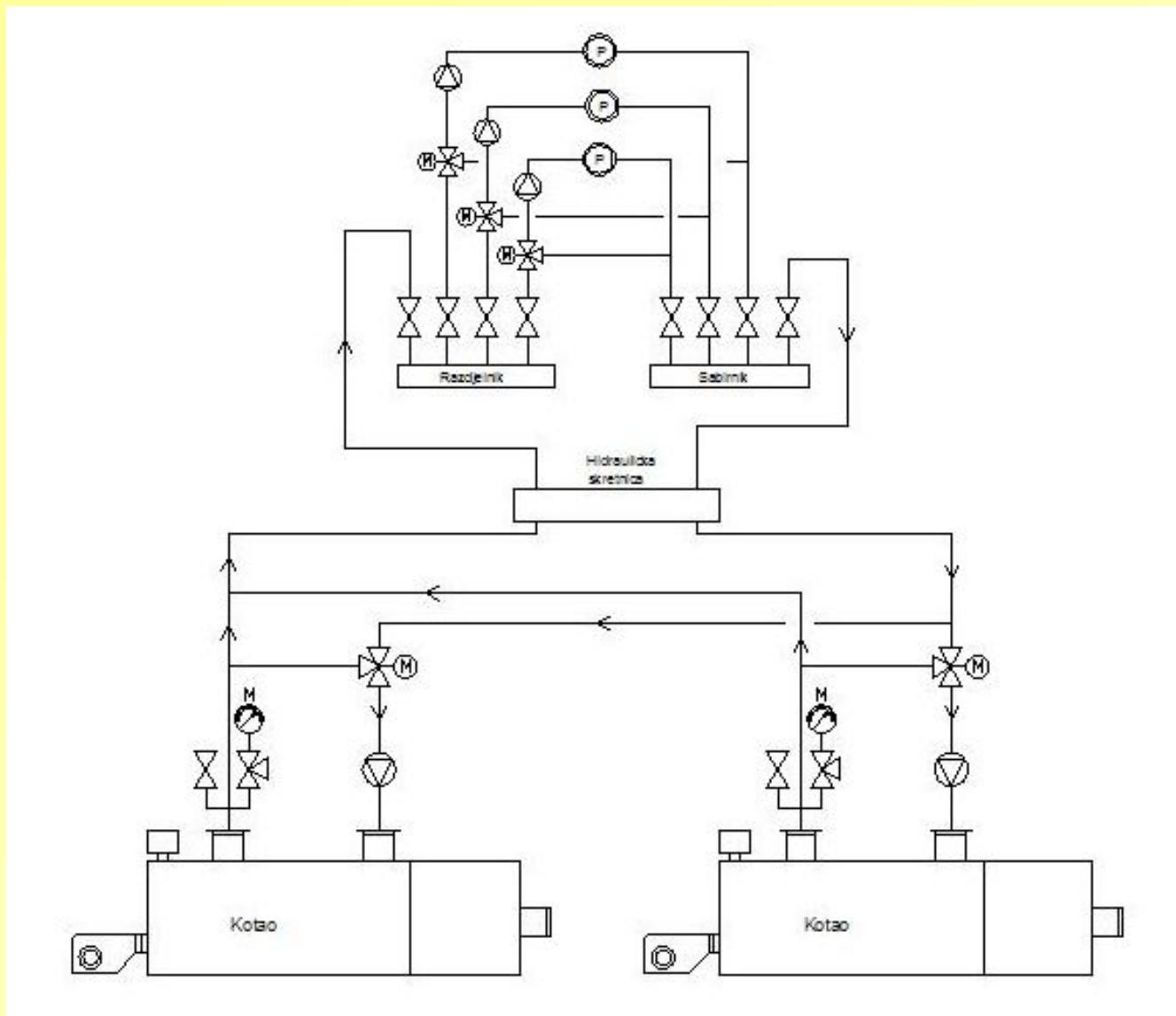
Hidrauličko odvajanje primarnog i sekundarnog kruga vrši se tzv. spojnim mjestom. Spojno mjesto se najčešće ostvaruje :

- a) pomoću prestrujnog ventila
- b) pomoću hidrauličke skretnice

a) kotlovsко postrojenje –
hidraulicko odvajanje primarnog
i sekundarnog krugapomoću
prestrujnog ventila



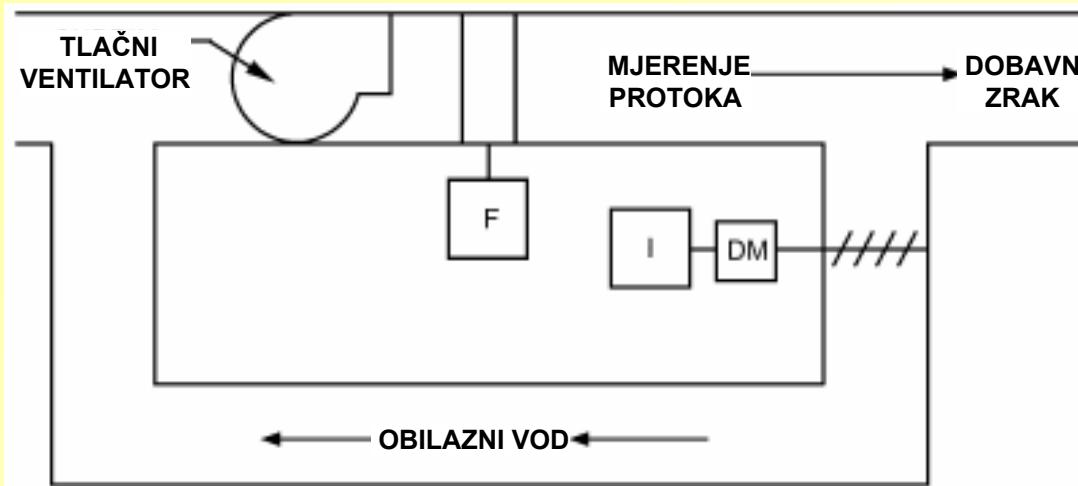
b) kotlovsko postrojenje s vise paralelno povezanih kotlova – hidraulicko odvajanje primarnog i sekundarnog kruga pomoću hidraulicke skretnice



Automatska regulacija - GVik

Regulacija ventilatora:

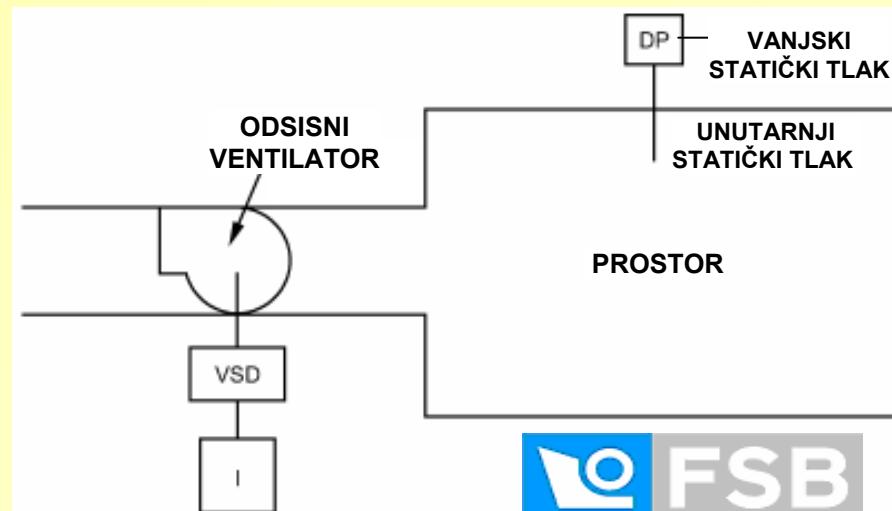
- najefikasniji način promjene kapaciteta ventilatora je promjena brzine vrtnje.
- pogoni s frekvencijskom regulacijom su u širokoj primjeni.
- aksijalni ventilatori se mogu regulirati promjenom nagiba lopatica.
- zaklopakama i kanalima se dio zraka može jednostavno vratiti obilaznim vodom od tlačne na usisnu stranu ventilatora. Obilazni vod ne mijenja kapacitet ventilatora, ali omogućava prilagođavanje sustava ventilacije promjenama protoka u distribucijskom sustavu bez nestabilnosti u radu ventilatora.



Automatska regulacija - GVik

Regulacija ventilatora:

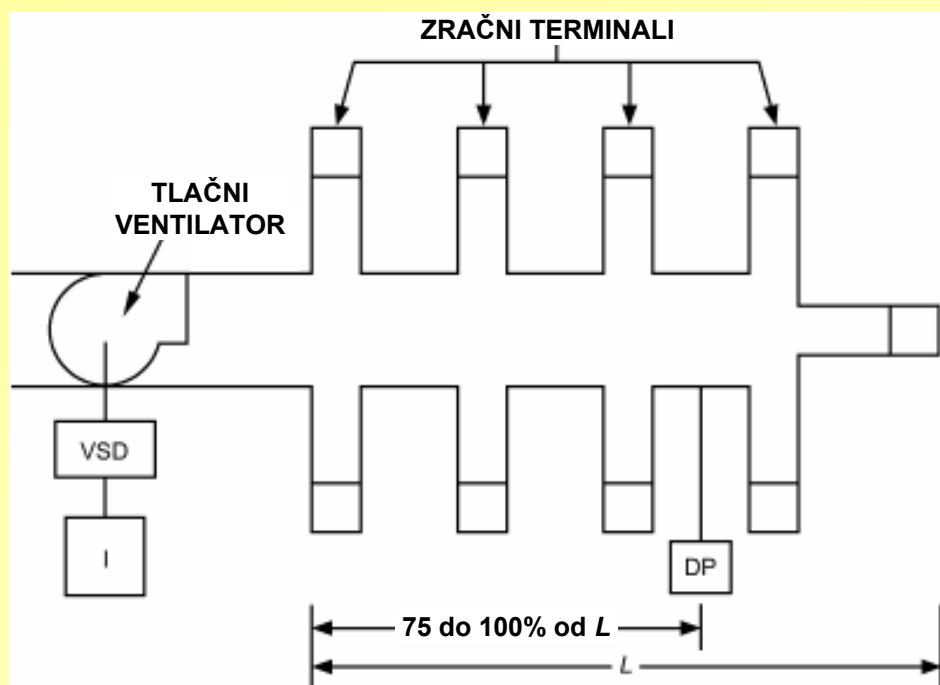
- **Regulacija preko razlike statickog tlaka** se koristi za održavanje tlaka u zgradama ili prostoru različitog od okolnih prostorija ili vanjskog okoliša. Tipične primjene su: za čiste prostore (pozitivna razlika tlaka kako bi se spriječila infiltracija), laboratorije (pozitivna ili negativna ovisno o namjeni), i kod raznih proizvodnih prostora poput lakirnica.
- regulator tlaka obično upravlja zaklopakama u dobavnom kanalu kako bi se održao traženi tlak pri promjenama odsisnog volumena zraka.
- metoda regulacije odsisnog ventilatora traži mjerjenje unutarnjeg i vanjskog (referentnog) statickog tlaka.
- lokacija mjerjenja statickog tlaka mora biti na mjestu udaljenom od vrata i vanjskih otvora, dizala, a ako se koristi osjetnik treba ga smjestiti u prostrano reprezentativno područje zaštićeno od propuha.



Automatska regulacija - GVik

Regulacija ventilatora:

- **Regulacija preko razlike statičkog tlaka u kanalima** za sustave s promjenjivim volumenom zraka (eng. *Variable Air Volume*) i ostale sustave s terminalima održava statički tlak na mjernom mjestu. Najčešća primjena regulacije preko statičkog tlaka je regulacija kapaciteta ventilatora u VAV sustavima.
- potrebno je više osjetnika statičkog tlaka u slučaju kada se nakon

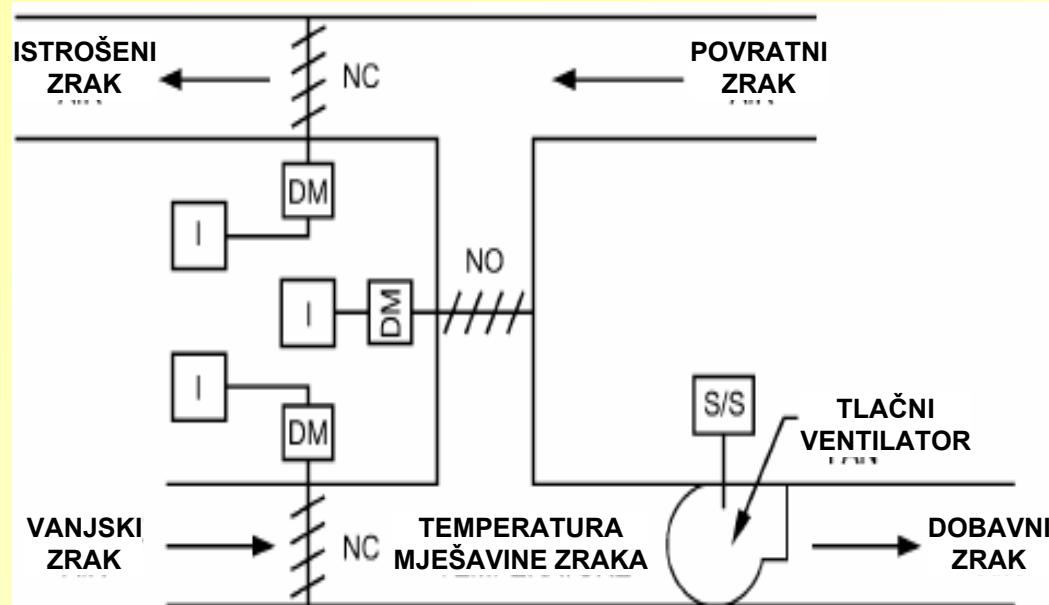


tlačnog ventilatora dobavni kanal razdijeli u više ogranaka. Osjetnik s najstrožim zahtjevom na statički tlak upravlja radom ventilatora.

Automatska regulacija - GVik

Regulacija kruga ekonomajzera (mješališta):

- potrebno je utvrditi koliko svjezeg zraka sustav treba i zasto
- izracunati potrebnu kolicinu zraka za toplinske potrebe: $V_z = \frac{\Phi}{\rho V c_p (\vartheta_u - \vartheta_p)}$
- izracunati higijensku kolicinu zraka za potrebe ljudi: $V_{min} = N_{osoba} \cdot V_{osobi}$
- obicno je : $V_{min} = (10-40\%)V_z$
- smanjuje troškove hlađenja pri odgovarajućim vanjskim uvjetima, tj. kada je vanjski zrak dovoljno hladan da bi se koristio kao rashladni medij obično 13 do 18°C.



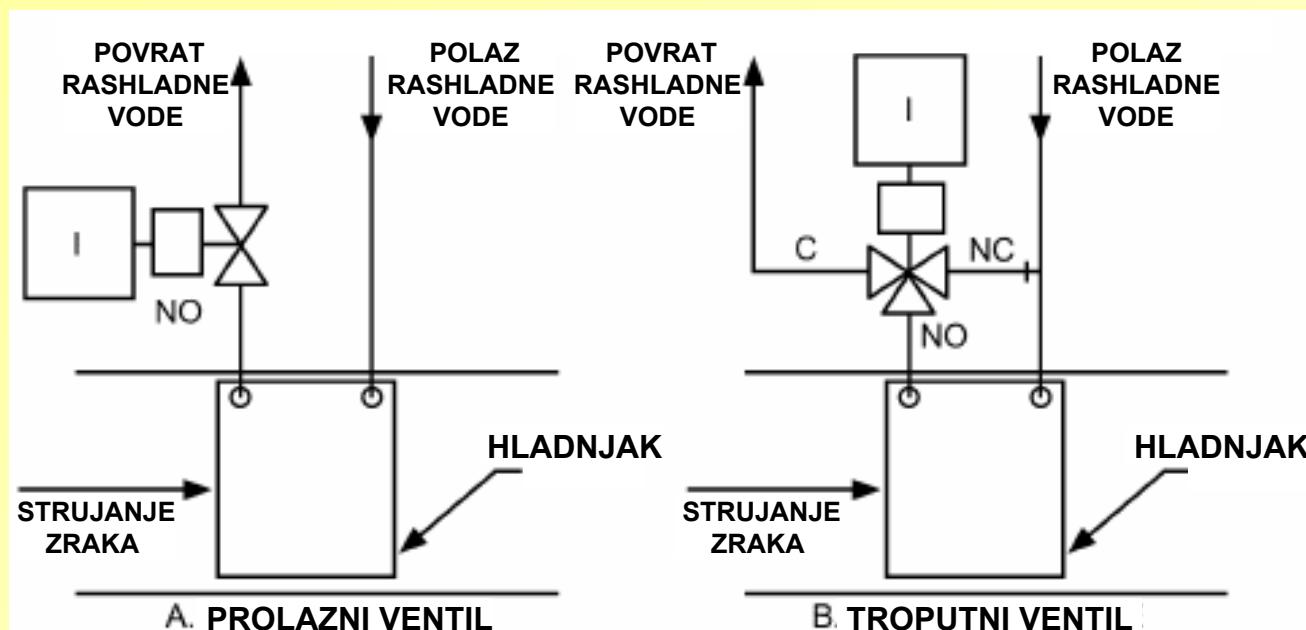
Automatska regulacija - GVik

Regulacija hladnjaka:

1. Hladnjak s rashladnom vodom

- regulacija se vrši preko prolaznih ili troputnih regulacijskih ventila, koji su obično zatvoreni da bi se spriječilo hlađenje kada je ventilator isključen.

Ventil se podešava u ovisnosti o temperaturi zraka na izlazu iz hladnjaka ili temperaturi prostora (na ulazu povratnog kanala).

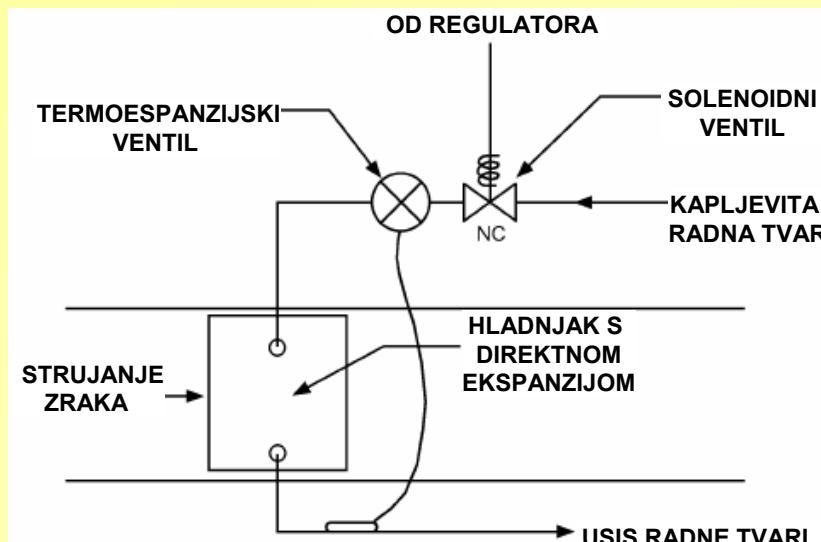


Automatska regulacija - GVik

Regulacija hladnjaka:

2. Hladnjak s direktnim isparavanjem

- regulira se solenoidnim ventilima na cijevima kapljevite faze radne tvari.
- termoekspanzijski ventil regulira tlak isparavanja mjeranjem temperature na izlaznom vodu
- ucin hladnjaka s direktnim isparavanjem je teze regulirati jer ovisi o temperaturi isparavanja

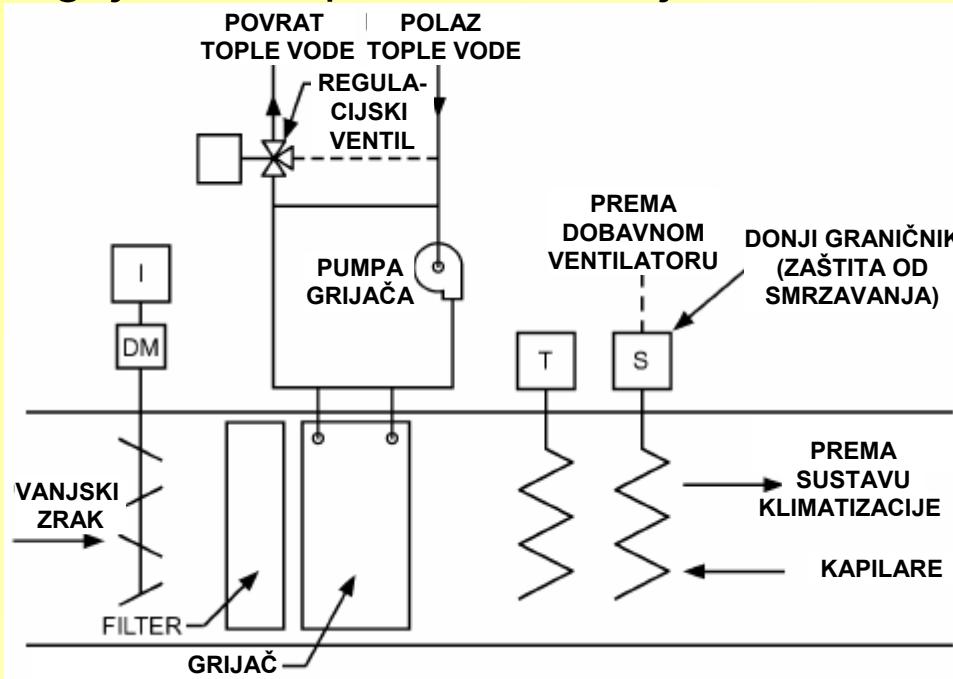


Dvopolozajna

Automatska regulacija - GVik

Regulacija grijача:

- grijачи kod kojih ne postoji opasnost od smrzavanja, mogu se regulirati jednostavnim prolaznim ili troputnim ventilima.
- ventilom se upravlja preko temperature zraka na izlazu iz grijача ili temperature prostora. Ventili su podešeni da se otvore za grijanje ukoliko dođe do prekida napajanja regulacijskog sklopa.
- grijачи u centralnim klima jedinicama predgrijavaju, dogrijavaju ili zagrijavaju, ovisno o stanju i minimalno potrebnoj količini vanjskog zraka.
- grijачи за topлу vodu moraju održavati minimalnu brzinu vode u cijevima

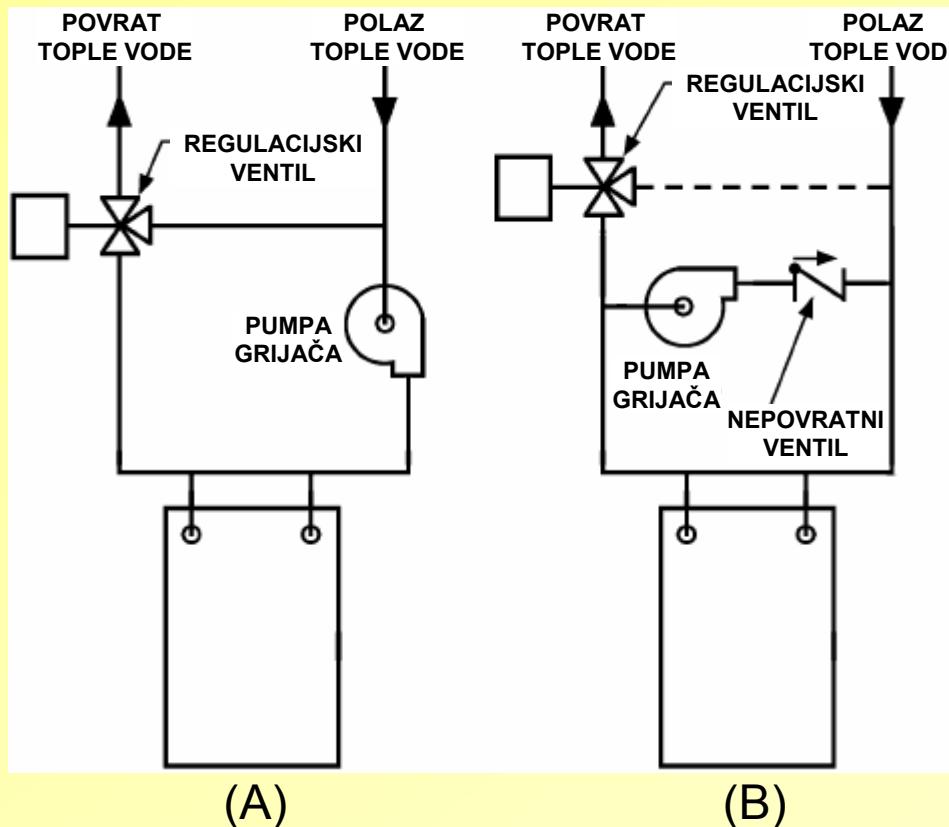


(reda veličine oko 0.9 m/s) da bi se spriječilo smrzavanje (uobičajena je pumpa grijача).
- u konvencionalnom rasporedu primarnog/sekundarnog kruga, pumpa grijача i pumpa sustava su hidraulički neovisne. Rezultat su konstantni protoci kroz grijач i kroz primarnu petlju uz primjenu troputnog ventila.

Automatska regulacija - GVik

Regulacija grijajuća:

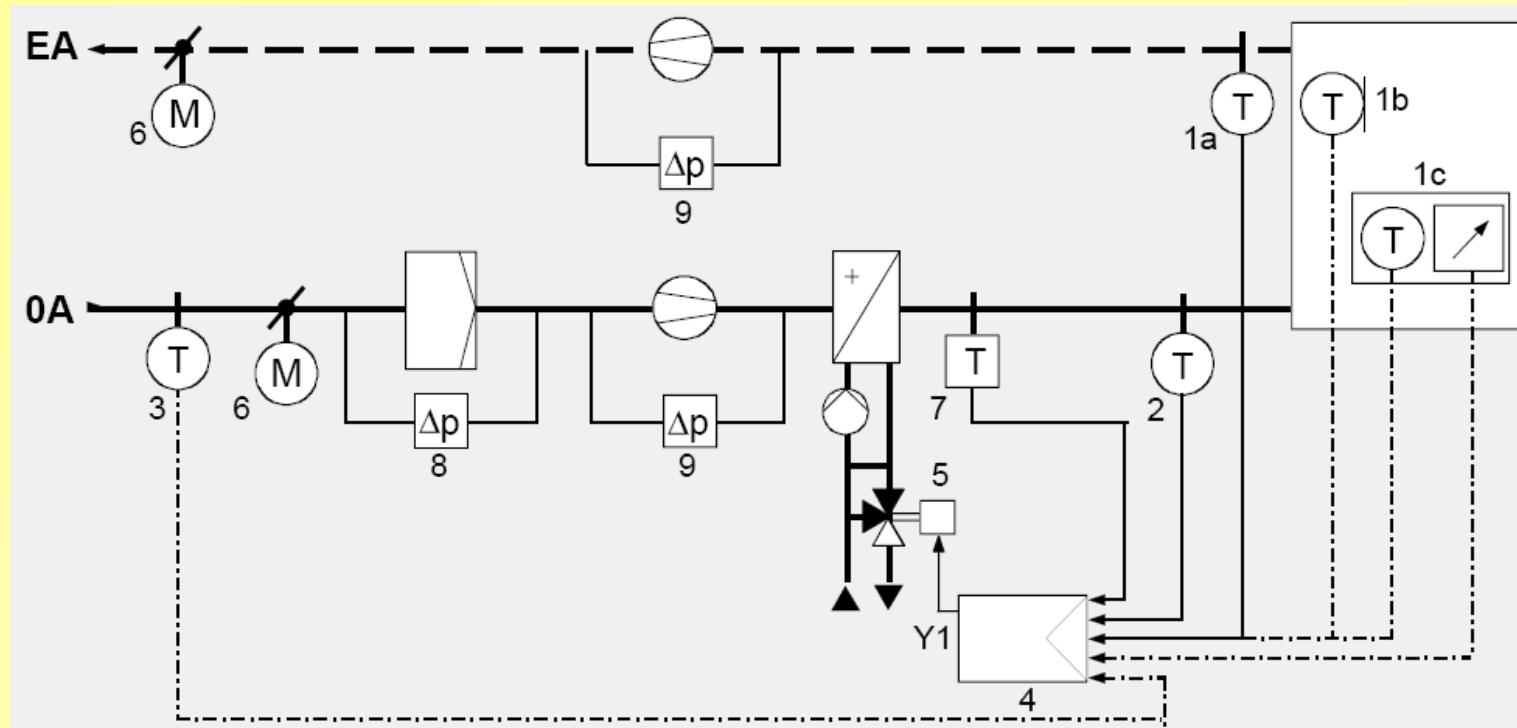
- pumpa grijajuća se može ugraditi u seriji (A) s primarnim pumpama kada je troputni ventil otvoren prema grijajuću. U tom slučaju je protok kroz grijajući približno konstantan, ali može rasti i padati ovisno o razlici tlaka raspoloživoj s primarnih pumpi.



- pumpa grijajuća se može ugraditi i paralelno (B) s primarnim pumpama. Prednost ovakvog rasporeda je što se protok tople vode može ostvariti kroz grijajući čak i u slučaju kvara pumpe grijajuće. Primarna pumpa se mora dimenzionirati i za pad tlaka u grijajuću pri nazivnom protoku.

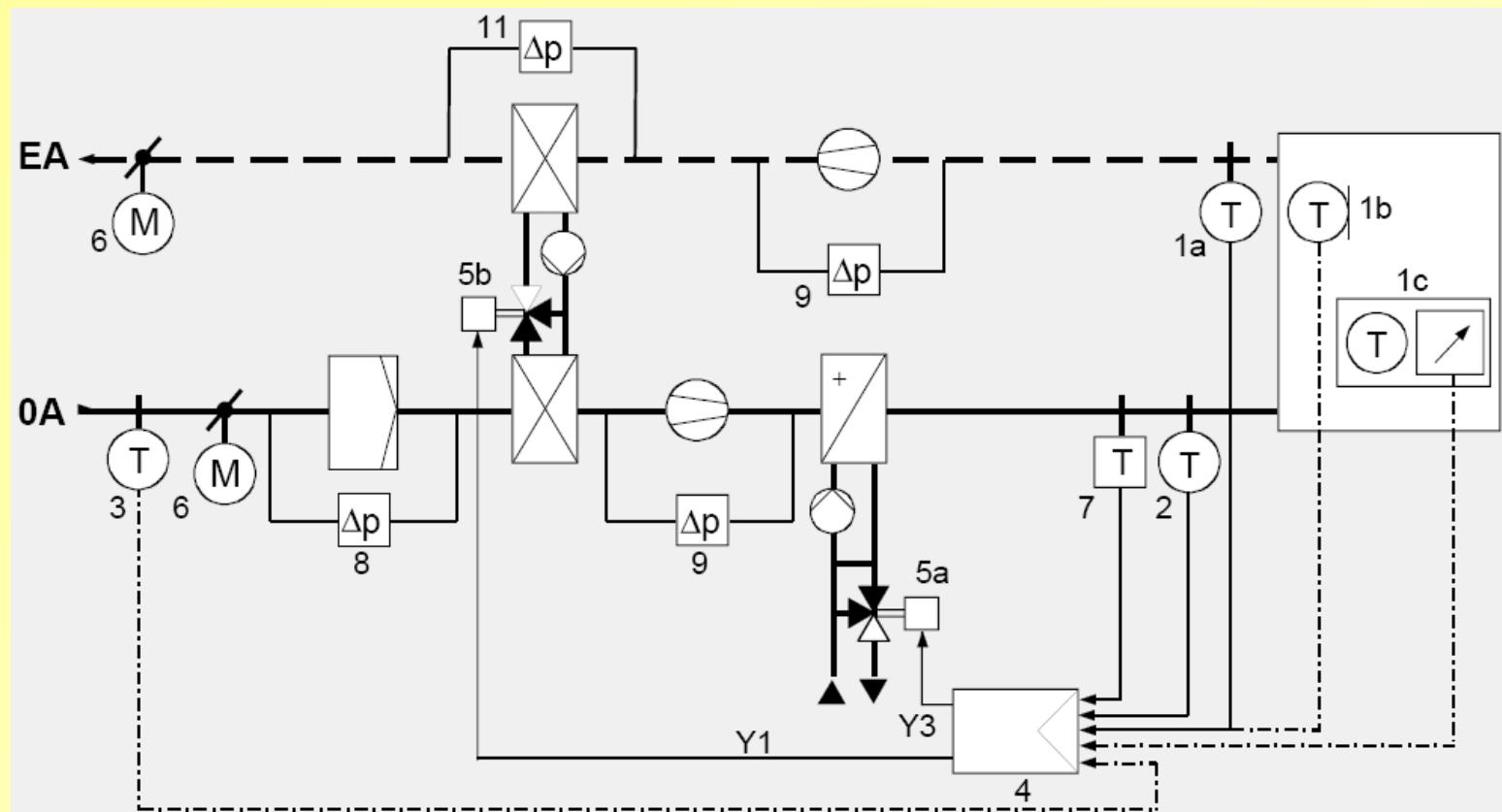
Automatska regulacija - GVik

- funkcionalna shema spajanja i regulacije sustava ventilacije i toplozračnog grijanja sa 100% vanjskim zrakom – regulacija temperature:



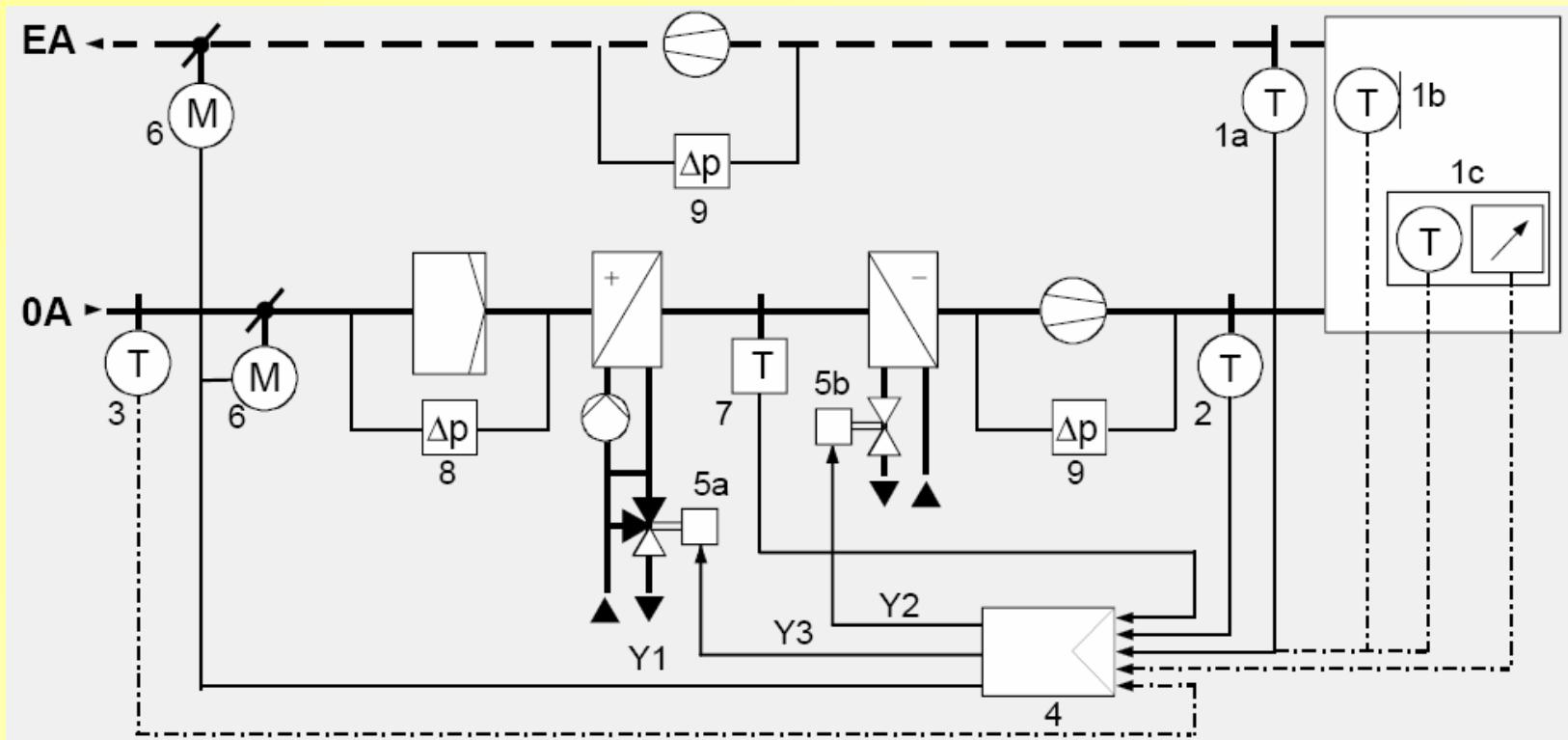
Automatska regulacija - GVik

- funkcionalna shema spajanja i regulacije sustava ventilacije i toplozračnog grijanja sa 100% vanjskim zrakom i sustavom povrata topline
- regulacija temperature:



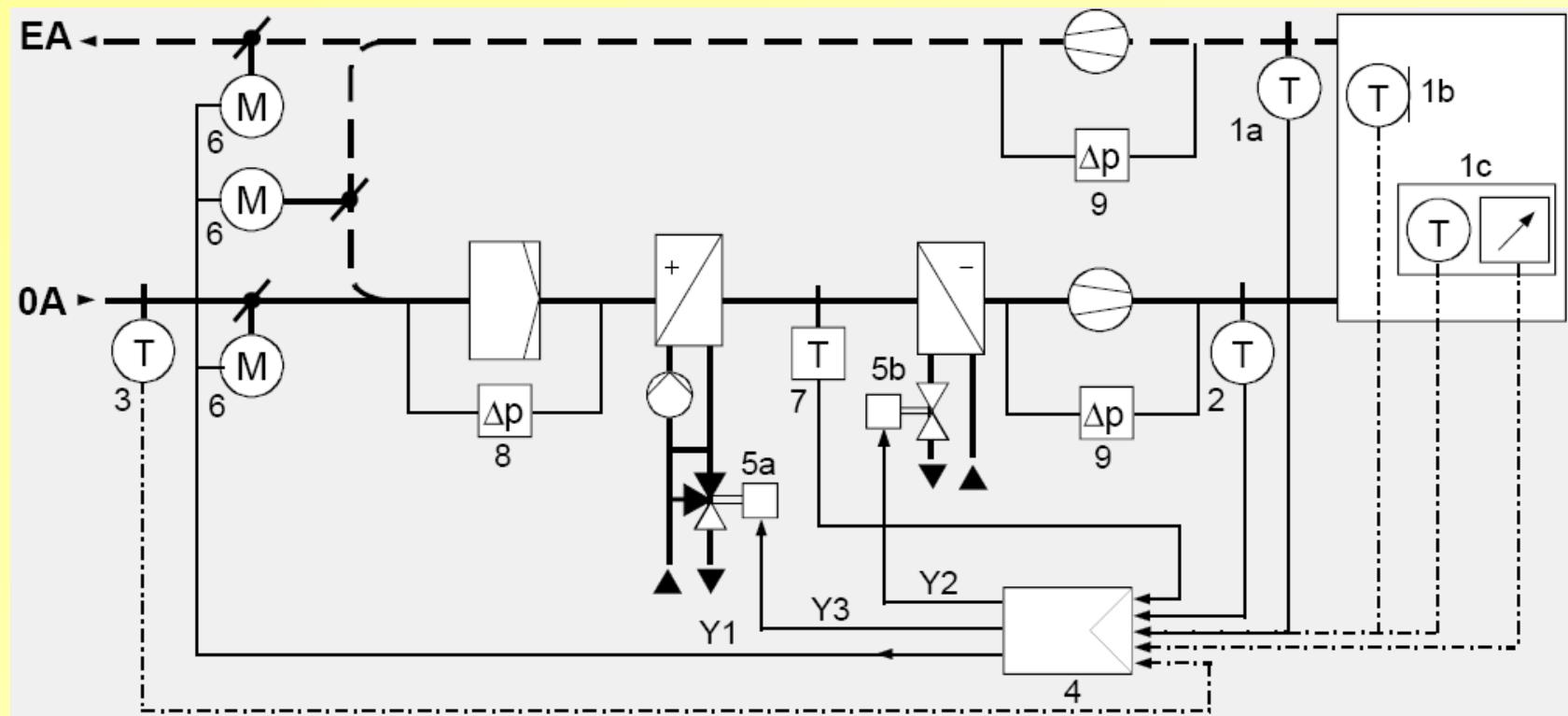
Automatska regulacija - GVik

- funkcionalna shema spajanja i regulacije zračnog sustava grijanja i hlađenja sa 100% vanjskim zrakom – regulacija temperature:



Automatska regulacija - GVik

- funkcionalna shema spajanja i regulacije zračnog sustava grijanja i hlađenja – regulacija temperature:

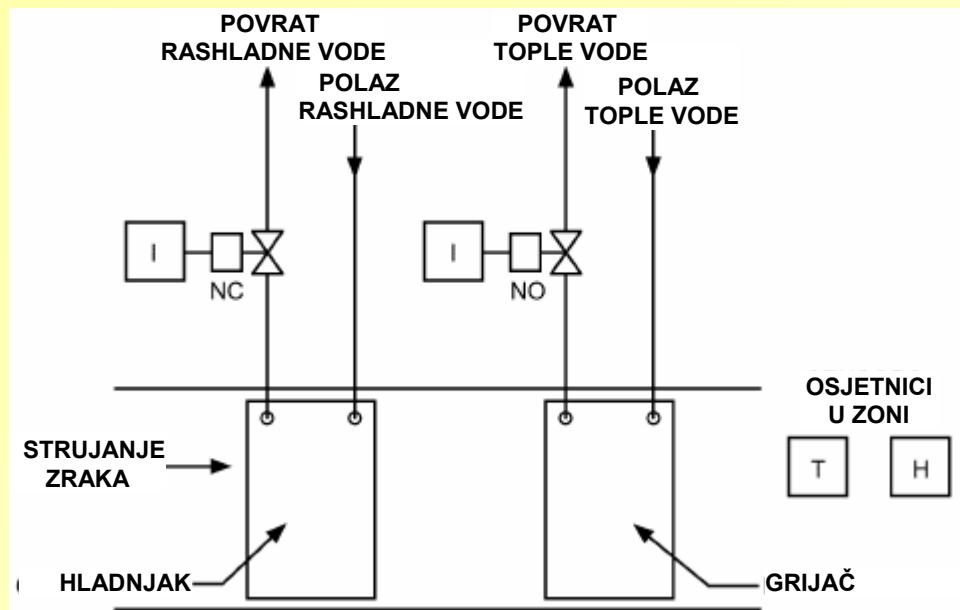


Automatska regulacija - GVik

Regulacija vlažnosti:

- temelji se na izlaznim signalima osjetnika vlage smještenog u prostoru ili u odsisnom kanalu.
- **Odvlaživanje.** Jedan od načina je preko regulacije hladnjaka.

Temperatura hladnjaka se smanji na vrijednost pri kojoj se odvaja dovoljna količina vlage iz dobavnog zraka tako da se postiže zadana vrijednost relativne vlažnosti. Dogrijač se može koristiti za održavanje temperature prostora kada, uslijed procesa odvlaživanja, temperatura dobavnog zraka postane preniska.



Automatska regulacija - GViK

Regulacija vlažnosti:

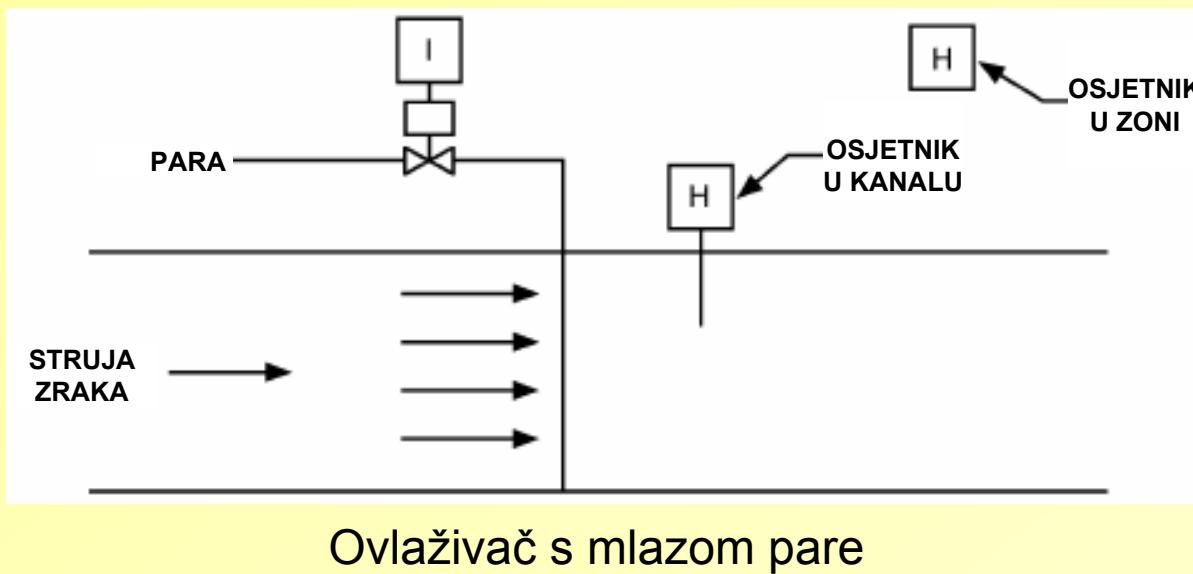
- **Odvlaživanje.** Odvlaživač koji radi na osnovi kemijskog sredstva za sušenje, može smanjiti relativnu vlažnost na niže vrijednosti no što se to može pomoću hladnjaka. Ovaj uređaj apsorbira vlagu koristeći silikagel ili sličan materijal. Pri kontinuiranom pogonu, dovode se toplina i zrak za regeneraciju tog materijala.



Automatska regulacija - GViK

Regulacija vlažnosti:

- **Ovlaživanje.** Osjetnik relativne vlažnosti zraka smješten u prostoru ili u odsisnom kanalu šalje potreban signal u regulator. Trebalo bi koristiti osjetnik u kanalu kako bi se na minimum smanjilo prijenos kapljica ili kondenzaciju u kanalu. Cilj je održavanje minimalne projektne relativne vlažnosti tijekom razdoblja grijanja.



Automatska regulacija - GVik

Regulacija sustava:

- na primjeru GVik sustava za grijanje, hlađenje i ovlaživanje

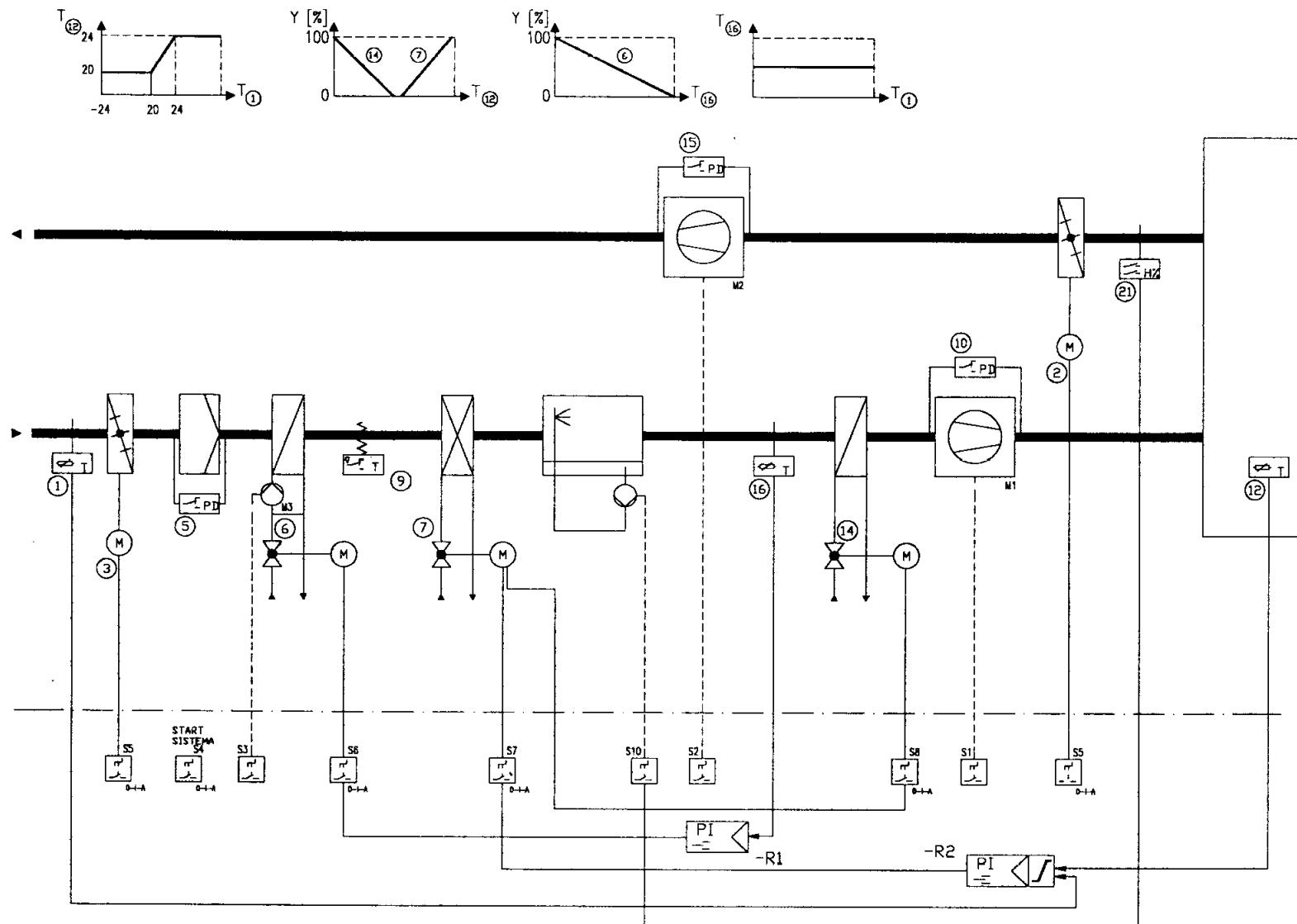
Zadatak. Regulacija temperature za vrijeme sezone grijanja i hlađenja i regulacija relativne vlažnosti za vrijeme sezone grijanja. Sustav radi sa 100% vanjskim zrakom. Klima jedinica se sastoji od ventilatora, grijajućeg elementa, hladnjaka, dogrijajućeg elementa i ovlaživača. Sustav je jednokanalni, jednozonski, s konstantnim volumenskim protokom zraka. Sustav distribucije vode ima promjenjivi protok.

Regulacija. Izvodi se sa tri regulacijske petlje.

Prva regulacijska petlja upravlja radom (pred)grijajućeg elementa održavajući temperaturu rošta konstantnom. Temperaturni osjetnik (16), smješten nakon ovlaživača, šalje signal PI regulatoru (R1). Ovisno o promjeni temperature, regulator R1 pokreće pogon ventila mijenjajući učinak izmjenjivača prema PI karakteristici.

Automatska regulacija - GVik

Regulacija na primjeru GViK sustava za grijanje, hlađenje i ovlaživanje



Automatska regulacija - GViK

Regulacija. (nastavak)

Druga regulacijska petlja upravlja radom hladnjaka i dogrijača održavajući zadanu vrijednost temperature prostora. Osjetnik temperature prostorije (12) mjeri promjenu temperature u prostoriji u ovisnosti o temperaturi vanjskog zraka. Temperatura vanjskog zraka se mjeri osjetnikom u usisnom kanalu (1). PI regulator (R2) uspoređuje iznose tih temperatura. Kada se vanjska temperatura povisi, R2 zatvara ventil (14) smanjujući time protok vode kroz dogrijač. Ventili na polazu vode za dogrijač i za hladnjak djeluju u nizu – kada se ventil (14) potpuno zatvori, ventil (7) na polazu vode za hladnjak se počinje otvarati.

Treća regulacijska petlja upravlja radom ovlaživača. U odsisnom kanalu je smješten dvopolozajni higrostat (21) kojim se ograničava minimalna i maksimalna relativna vlažnost. Higrostat pokreće ili zaustavlja pumpu za vodu u ovlaživaču.

Automatska regulacija - GVik

Zaštita sustava.

Zaštita od smrzavanja je izvedena pomoću temperaturnog graničnika (9). Kada je temperatura nakon predgrijača ispod 5°C, tlačni i odsisni ventilator se zaustave, zaklopke u zračnim kanalima se zatvore, ventil na polazu vode za predgrijač se potpuno otvori, pokreće se pumpa predgrijača, a pumpa ovlaživača se zaustavlja.

Praćenje pada tlaka na filteru se izvodi pomoću osjetnika razlike tlaka. Osjetnici razlike tlaka na ventilatorima reagiraju u slučaju niskog protoka ili prestanka protoka i zaustavljaju ventilatore, zatvaraju ventile i zaklopke te zaustavljaju cirkulacijske pumpe.

Zaštita u slučaju požara izvodi se zaustavljanjem ventilatora i zatvaranjem svih zaklopki na strani zraka.