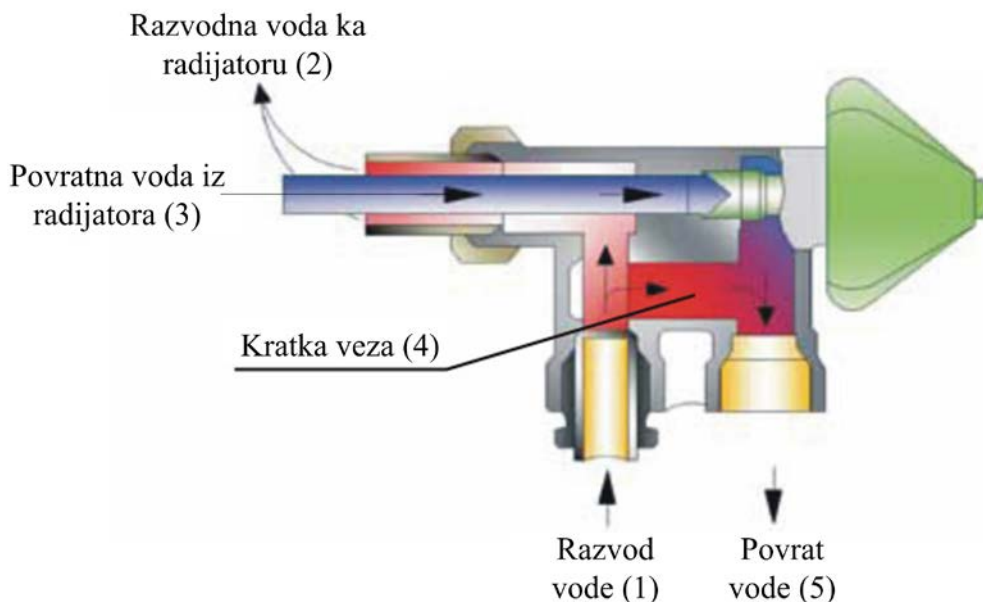


JEDNOCEVNI SISTEM GREJANJA

Dvocevni sistemi centralnog grejanja toplom vodom imaju poseban cevovod za razvod vode, tako da svako grejno telo dobija vodu iste temperature. Povratna voda se skuplja povratnim cevovodom i vraća prema izvoru toplote (npr. kotlu). Kao što smo videli, cevna mreža ima promenljiv presek, pri čemu se u razvodnom cevovodu prečnik umanjuje, a u povratnom povećava u smeru strujanja vode.

Kod jednocevnog sistema centralnog grejanja kompletna cevna mreža ima isti prečnik i konstantan protok. Voda koja prođe kroz jedno grejno telo dospeva u drugo, pri čemu u svako sledeće ulazi sa nižom temperaturom, sve dok ne izađe iz poslednjeg grejnog tela sa temperaturom koja odgovara temperaturi povratne vode celog sistema.

Važan element jednocevnog sistema grejanja je ventil jednocevnog sistema grejanja koji je posebne konstrukcije, i koje je prikazan na slici 1.



Slika 1 Ventil jednocevnog sistema grejanja

Topla voda razvodnom deonicom (1) ulazi u ventil. Deo vode (najčešće 50% od ukupnog protoka) deonicom (2) ulazi u radijator. Prolaskom kroz rebra radijatora se hladi, i deonicom (3) odlazi ka povratnoj deonici (5). Drugi deo vode (ostalih 50%) kratkom vezom (4) se usmerava ka povratnoj deonici (5) gde se meša sa vodom koja se deonicom (3) vratila iz radijatora. Ukupan protok vode (100%) se usmerava ka sledećem grejnom telu, sa nešto nižom temperaturom. Ventil jednocevnog sistema grejanja se izrađuje sa uronskom ili sa usponskom cevi. Radijatori sa ventilima sa uronskom cevi odaju u od 7 do 15% manje toplote od radijatora u dvocevnom sistemu grejanja, i za toliko treba povećati broj rebara. Sa ventilima sa usponskom cevi distribucija vode kroz radijator je slična kao kod dvocevnog sistema grejanja.

Odnos protoka vode koja prolazi kroz radiator i kratku vezu ne mora biti 50% - 50%, već se podešavanjem može ostvariti i neki drugi željeni odnos. Pri proračunu jednocevnog sistema potrebno je naglasiti koliki je odnos protoka vode.

Neke od prednosti jednocevnog sistema grejanja u odnosu na dvocevni su sledeće:

- Cevna mreža ima isti prečnik i konstantan protok čime se smanjuje obim posla pri montaži cevovoda;
- Pri izvođenju se vodi samo jedna cev, što je veoma pogodno kod naknadnog uvođenja grejanja (adaptacija);

Kod jednocevnog sistema grejanja prva grejna tela imaju višu srednju temperaturu vode u odnosu na dvocevni sistem grejanja, pa time i manji broj rebara. Svako sledeće grejno telo ima nižu srednju temperaturu vode čime se povećava broj rebara, tako da poslednja grejna tela imaju nešto veći broj rebara u odnosu na dvocevni sistem grejanja.

Odavanje toplote radijatora pri različitim uslovima

Kao što je već napomenuto, kod jednocevnog sistema grejanja u svaki radiator ulazi voda različite temperature, pa je za potrebno odrediti toplotnu snagu svakog radijatora posebno (za razliku od dvocevnog sistema gde u svaki radiator ulazi voda iste temperature, pa svako rebro odaje istu snagu). Za određivanje snage rebra radijatora koristi se izraz:

$$Q_r = Q_{nom} \cdot \left(\frac{\Delta T}{\Delta T_{nom}} \right)^n, W$$

a procedura je opisana u **5. nedelji predavanja – IZBOR RADIJATORA**

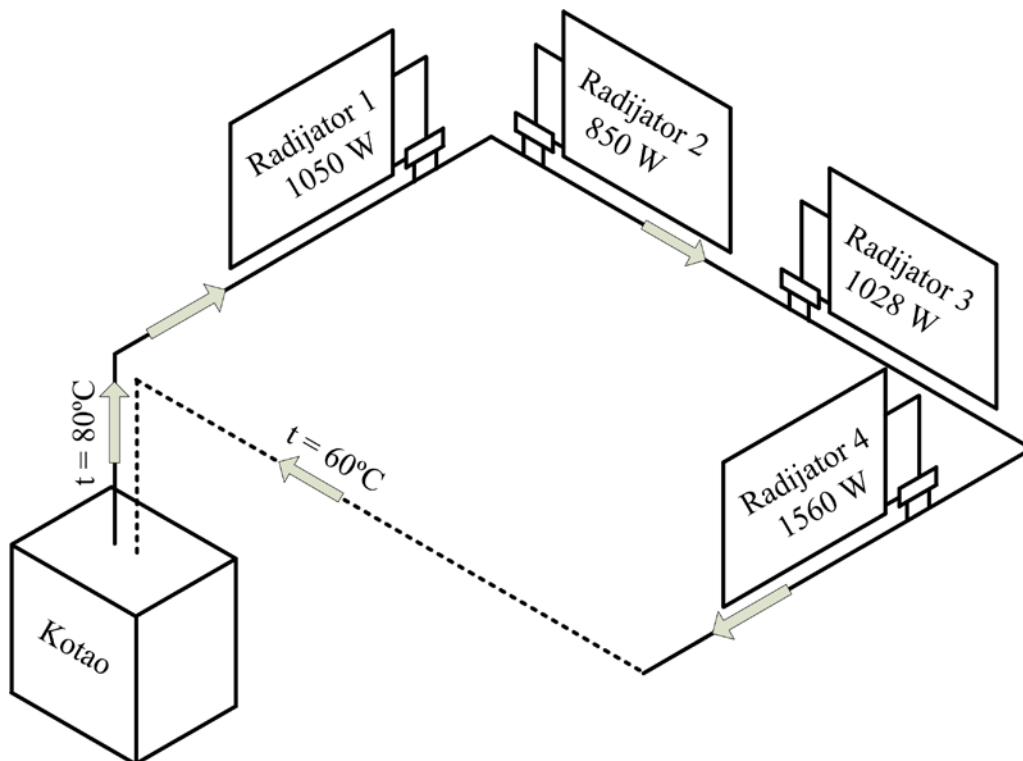
Pad pritiska u cevnoj mreži jednocevnog sistema grejanja

Pad pritiska u cevnoj mreži jednocevnog sistema grejanja se određuje prema proceduri za proračun pada pritiska dvocevnog sistema grejanja **opisanoj u prošloj nedelji**. Za razliku od dvocevnog sistema, jednocevni sistem grejanja ima samo jednu deonicu, s obzirom na jedinstveni prečnik cevi i konstantan protok vode.

U nastavku će biti urađen zadatak izbora radijatora i proračuna pada pritiska na osnovu kog se bira cirkulaciona pumpa.

ZADATAK

Izvršiti izbor radijatora i proračun pada pritiska jednocevnog sistema grejanja čiji je izometrijski prikaz dat na slici 2, a koji se sastoji od bakarne cevne mreže apsolutne hrapavosti $a_r = 0,05$ mm. Ukupna dužina cevodova je zadata, i iznosi 48 m. Temperatura vode na izlazu iz kotla iznosi 80°C , a na izlazu iz poslednjeg radijatora 60°C (temperaturski režim $80/60^\circ\text{C}$). Ventil je podešen da 50% protoka vode prolazi kroz radijator, a 50% vode kroz kratku vezu.



Slika 2 Izometrijski prikaz jednocevnog sistema grejanja

Sistem grejanja se sastoji od četiri radijatora (koji su smešteni u četiri različite prostorije). U tabeli 1 su date potrebne snage (dobijene proračunom gubitaka toplote), kao i potrebne temperature prostorija.

Tabela 1 Potrebne snage i temperature prostorija

| Oznaka prostorije/radijatora | Potrebna snaga radijatora, W | Temperatura prostorije, $^\circ\text{C}$ |
|------------------------------|------------------------------|--|
| 1 | 1050 | 20 |
| 2 | 850 | 24 |
| 3 | 1028 | 20 |
| 4 | 1560 | 20 |

Kao grejna tela usvojiti radijatore GLOBAL, model 600/80 prema karakteristikama proizvođača datim u **5. nedelji – Izbor radijatora**.

Rešenje:

1. Određivanje potrebnog broja članaka radijatora

Potreban broj članaka radijatora 1

NAPOMENA: deonica (1), deonica (2), deonica (3), deonica (4) i deonica (5) koje će se dalje u rešenju pominjati se odnose na deonice u ventilu prikazane na slici 1.

Potrebna snaga prvog radijatora iznosi 1050 W. U prvi radijator ulazi 50% protoka vode temperature 80°C. Da bismo odredili temperaturu vode u deonici (3) sa slike 1 (temperatura vode pre mešanja sa vodom iz kratke veze (4)) poći ćemo od izraza:

$$Q = 50\% \cdot \dot{V} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_{ul} - t_{izl}) \text{ odakle sledi:}$$

$$t_{izl} = t_{ul} - \frac{Q}{50\% \cdot \dot{V} \cdot \rho \cdot c} = 80 - \frac{1050}{50\% \cdot 0,000055 \cdot 978,2 \cdot 4171,78} = 70,64 \text{ } ^\circ\text{C}$$

50% protoka vode iz deonice (3) temperature 70,64°C se meša sa 50% protoka vode iz kratke veze (deonice (4)) temperature 80°C. Temperatura ove mešavine se računa na osnovu izraza:

$$t_{izl1} = \frac{t_{deonice(3)} \cdot \dot{V}_{deonice(3)} + t_{deonice(4)} \cdot \dot{V}_{deonice(4)}}{\dot{V}_{deonice(3)} + \dot{V}_{deonice(4)}}, \text{ odakle sledi da temperatura vode na izlazu iz}$$

radijatora 1 iznosi:

$$t_{izl1} = 75,32 \text{ } ^\circ\text{C}$$

a to je i temperatura vode na ulazu u radijator 2.

NAPOMENA:

Kada je odnos protoka vode koja prolazi kroz radijator i kratku vezu 50% - 50% kao u ovom primeru, gornji izraz za određivanje temperature mešavine se pojednostavljuje u sledeći oblik:

$$t_{izl1} = \frac{t_{deonice(3)} \cdot \dot{V}_{deonice(3)} + t_{deonice(4)} \cdot \dot{V}_{deonice(4)}}{\dot{V}_{deonice(3)} + \dot{V}_{deonice(4)}} = \frac{t_{deonice(3)} + t_{deonice(4)}}{2}$$

Za temperaturu prostorije 1, srednja temperatura ΔT_1 , °C se računa na sledeći način:

$$\Delta T_1 = t_{izl,1} - t_{pr1} = 75,32 - 20 = 55,32 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Za usvojeni model rebara GLOBAL 600/80, za nominalnu $\Delta T_{nom} = 50 \text{ } ^\circ\text{C}$ snaga jednog rebra iznosi: $Q_{nom} = 145 \text{ W}$. Eksponent n iznosi 1,32879.

Za izračunato $\Delta T_1 = 55,32^\circ\text{C}$ snaga jednog rebara se izračunava na osnovu izraza i procedure iz **5. nedelje**:

$$Q_r = Q_{\text{nom}} \cdot \left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_{\text{nom}}} \right)^n = 145 \cdot \left(\frac{55,32}{50} \right)^{1,32879} = 165,85 \text{ W}$$

Potreban broj rebara iznosi:

$$N_{\text{reb1}} = \frac{Q_{\text{gub1}}}{Q_{r1}} = \frac{1050}{165,85} = 6,33$$

Usvojeni broj rebara iznosi $N_{\text{reb1}} = 7$, a snaga radijatora sa 7 rebara iznosi

$$Q_1 = 7 \cdot 165,85 = 1161 \text{ W}$$

Potreban broja članaka radijatora 2

Potrebna snaga drugog radijatora iznosi 850 W. Temperatura vode u deonici (3) sa slike 1 (temperatura vode pre mešanja sa vodom iz kratke veze (4)) iznosi:

$$t_{\text{izl}} = t_{\text{ul}} - \frac{Q}{50\% \cdot \dot{V} \cdot \rho \cdot c} = 75,32 - \frac{850}{50\% \cdot 0,000055 \cdot 978,2 \cdot 4171,78} = 67,75^\circ\text{C}$$

50% protoka vode iz deonice (3) temperature $67,75^\circ\text{C}$ se meša sa 50% protoka vode iz kratke veze (deonice (4)) temperature $75,32^\circ\text{C}$. Temperatura ove mešavine iznosi:

$$t_{\text{izl2}} = \frac{t_{\text{deonice(3)}} + t_{\text{deonice(4)}}}{2} = \frac{67,75 + 75,32}{2} = 71,53^\circ\text{C}$$

Za temperaturu prostorije 2, srednja temperatura ΔT_2 , $^\circ\text{C}$ iznosi:

$$\Delta T_2 = t_{\text{izl,2}} - t_{\text{pr2}} = 71,53 - 24 = 47,53^\circ\text{C}$$

Snaga jednog rebara iznosi:

$$Q_r = Q_{\text{nom}} \cdot \left(\frac{\Delta T_2}{\Delta T_{\text{nom}}} \right)^n = 145 \cdot \left(\frac{47,53}{50} \right)^{1,32879} = 135,57 \text{ W}$$

Potreban broj rebara iznosi:

$$N_{\text{reb2}} = \frac{Q_{\text{gub2}}}{Q_{r2}} = \frac{850}{135,57} = 6,27$$

Usvojeni broj rebara iznosi $N_{\text{reb2}} = 7$, a snaga radijatora sa 7 rebara iznosi

$$Q_2 = 7 \cdot 135,57 = 949 \text{ W}$$

Potreban broj članaka radijatora 3

Potrebna snaga trećeg radijatora iznosi 1028 W. Temperatura vode u deonici (3) sa slike 1 (temperatura vode pre mešanja sa vodom iz kratke veze (4)) iznosi:

$$t_{izl} = t_{ul} - \frac{Q}{50\% \cdot \dot{V} \cdot \rho \cdot c} = 71,53 - \frac{1028}{50\% \cdot 0,000055 \cdot 978,2 \cdot 4171,78} = 62,37 \text{ } ^\circ\text{C}$$

50% protoka vode iz deonice (3) temperature 62,37°C se meša sa 50% protoka vode iz kratke veze (deonice (4)) temperature 71,53°C. Temperatura ove mešavine iznosi:

$$t_{izl3} = \frac{t_{deonice(3)} + t_{deonice(4)}}{2} = \frac{62,37 + 71,53}{2} = 66,95 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Za temperaturu prostorije 3, srednja temperatura ΔT_3 , °C iznosi:

$$\Delta T_3 = t_{izl,3} - t_{pr3} = 66,95 - 20 = 46,95 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Snaga jednog rebra iznosi:

$$Q_r = Q_{nom} \cdot \left(\frac{\Delta T_3}{\Delta T_{nom}} \right)^n = 145 \cdot \left(\frac{46,95}{50} \right)^{1,32879} = 133,37 \text{ W}$$

Potreban broj rebara iznosi:

$$N_{reb3} = \frac{Q_{gub3}}{Q_{r3}} = \frac{1028}{133,37} = 7,71$$

Usvojeni broj rebara iznosi $N_{reb3} = 8$, a snaga radijatora sa 8 rebara iznosi

$$Q_3 = 8 \cdot 133,37 = 1067 \text{ W}$$

Potreban broj članaka radijatora 4

Potrebna snaga četvrtog radijatora iznosi 1560 W. Temperatura vode u deonici (3) sa slike 1 (temperatura vode pre mešanja sa vodom iz kratke veze (4)) iznosi:

$$t_{izl} = t_{ul} - \frac{Q}{50\% \cdot \dot{V} \cdot \rho \cdot c} = 66,95 - \frac{1560}{50\% \cdot 0,000055 \cdot 978,2 \cdot 4171,78} = 53,05 \text{ } ^\circ\text{C}$$

50% protoka vode iz deonice (3) temperature 53,05°C se meša sa 50% protoka vode iz kratke veze (deonice (4)) temperature 66,95°C. Temperatura ove mešavine iznosi:

$$t_{izl4} = \frac{t_{deonice(3)} + t_{deonice(4)}}{2} = \frac{53,05 + 66,95}{2} = 60 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Za temperaturu prostorije 3, srednja temperatura ΔT_4 , °C iznosi:

$$\Delta T_4 = t_{izl,4} - t_{pr4} = 60 - 20 = 40^\circ\text{C}$$

Snaga jednog rebra iznosi:

$$Q_r = Q_{\text{nom}} \cdot \left(\frac{\Delta T_4}{\Delta T_{\text{nom}}} \right)^n = 145 \cdot \left(\frac{40}{50} \right)^{1,32879} = 107,79 \text{ W}$$

Potreban broj rebara iznosi:

$$N_{\text{reb4}} = \frac{Q_{\text{gub4}}}{Q_{r4}} = \frac{1560}{107,79} = 14,47$$

Usvojeni broj rebara iznosi $N_{\text{reb4}} = 15$, a snaga radijatora sa 15 rebara iznosi

$$Q_4 = 15 \cdot 107,79 = 1617 \text{ W}$$

2. Proračun pada pritiska

Za ukupnu toplotnu snagu koja iznosi $1050 + 850 + 1028 + 1560 = 4488 \text{ W}$, potreban protok vode, za temperaturski režim vode $80/60^\circ\text{C}$ se računa na osnovu izraza:

$$Q = \dot{V} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_{ul} - t_{izl}) \text{ odakle sledi:}$$

$$\dot{V} = \frac{Q}{\rho \cdot c \cdot (t_{ul} - t_{izl})} = \frac{4488}{978,2 \cdot 4171,78 \cdot (80 - 60)} = 0,000055 \text{ m}^3/\text{s}, \text{ odnosno:}$$

$$\dot{V} = 0,000055 \cdot 3600 = 0,1980 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Termofizička svojstva vode su određena prema **proceduri iz 6. nedelje**.

Izbor dimenzije cevi

Dimenzija cevi se određuje na osnovu preporučene brzine u cevi, i to je iterativna procedura (metoda probanja), takođe **opisana u 6. nedelji**.

Pretpostavićemo dimenziju cevi deonice: $d_s \times \delta = 15 \times 1 \text{ mm}$

Unutrašnji prečnik cevi iznosi:

$$d_{un} = d_s - 2 \cdot \delta = 15 - 2 \cdot 1 = 13 \text{ mm}$$

Površina poprečnog preseka iznosi:

$$A = \frac{d_{un}^2 \cdot \pi}{4} = \frac{(13/1000)^2 \cdot \pi}{4} = 0,00013273 \text{ m}^2$$

Brzina vode se dobija kao količnik protoka i površine poprečnog preseka:

$$w = \frac{\dot{V}}{A} = \frac{0,000055}{0.00013273} = 0,41 \text{ m/s}$$

Ovo je brzina vode u cevi koja je u odgovarajućem opsegu, pa je usvojena standardna bakarna cev 15 x 1 mm.

Proračun pada pritiska se određuje **prema proceduri iz 7. nedelje**, tako da ovde neće biti izvršen detaljan proračun, već će rezultati proračuna biti prikazani u tabelarnoj formi u tabeli 2. Jedina razlika u odnosu na proceduru proračuna pada pritiska kod dvocevnog sistema grejanja je karakteristični ventil za jednocevni sistem grejanja, i pad pritiska ne njemu se usvaja na osnovu kataloga proizvođača (Giacomini, Herz ili neki drugi proizvođač).

Tabela 2 Tabelarni prikaz proračuna pada pritiska jednocevnog sistema grejanja

| Deon. | To. Snaga Q [W] | Dužina Lc [m] | Protok V [m³/h] | Dim. cevi ds x δ [mm] | dun [mm] | Brzina w [m/s] | Δp_{tr} [Pa] | Suma lokalnih otpora Σλ | Δp_{lo} [Pa] | Δp_{ukupno} [Pa] |
|--------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 4488 | 48 | 0.1980 | 15 x 1.0 | 13 | 0.41 | 9074 | 31.51 | 2645 | 11719 |

Parametri za izbor cirkulacione pumpe su:

Potreban protok pumpe: 0,198 m³/h

Potreban napor pumpe: 11719 Pa