

Hidraulika u HKLS- konstrukciji



 **Herz**[®]
Ko greje. Herz





Predgovor

Sa uspostavljanjem pumpi koje koriste metod tople vode za grejanje prostora, povećan je raspoloživi komfor ali i broj sve ozbiljnijih problema koji se javljaju pri snabdevanju toplotom.

Problem je da je u stanovima koji su dosta udaljeni od toplane bilo odviše hladno, dok je u stanovima blizu toplana bilo pretoplo. Očigledno razlog za tako nešto treba tražiti u vodi koja teče kroz cevovod, tj u toploj vodi koja dolazi preko obližnjih pumpi i koja zadržava toplinu zbog male udaljenosti od svoje destinacije.

Pitanje koje se nametalo bilo je koje mere primeniti kako bi se obezbedio isti protok vode koji je kod obližnjih pumpi veći a kod udaljenijih manji, i kako bi se bez obzira na udaljenost pumpe podesila srednja temperature za sve postojeće korisnike.

Tako je se došlo do zamisli hidrauličke regulacije i primeni njenih oblika.

Kako je energetska kriza postojala 70ih godina, uz pomoć regulacionog ventila ona se može štedeti, pogotovu korišćenjem hidrauličke regulacije intersekcije temperature u stanovima, posebno imajući u vidu kako se jednim usklađivanje može regulisati temperatura za čitave zgrade.

Glavni cilj je regulacija toplo-hladno i podešavanje količine protoka kroz cevovod. Za tako što teško je postizati različiti pritisak i količinu protoka u svim delovima cevovoda jednoga sistema.

Hidraulička integracija primarnog i sekundarnog sistema je opcija sa velikim brojem mogućnosti u odnosu na postojeća podešavanja. Selekcija ispravnih mogućnosti ovakvog povezivanja zavisna je od dosta faktora. Ostvarivanje ovakvih mera zavisi od velikog broja postrojenja, kao što je energetska izvor, koji je od presudnog značaja za korišćenje energije. U narednom tekstu objasnićemo osnovno uspostavljanje i navešćemo primere.



Uvod

Osnovni uslov za funkcionalno postrojenje je postojanje odgovarajuće hidraulike u sistemu. Bez toga se kasnije mogu pojaviti problemi, za vreme faze planiranja.

Pri izboru hidrauličnog uspostavljanja bitan je međusobni odnos uspostavljenih sistema, koji utiču jedan na drugi.

Hidraulično povezivanje primarnog i sekundarnog sistema pruža veliki broj mogućnosti uspostavljanja. Način ispravnog povezivanja zavisi od velikog broja faktora, kome doprinose takvi kao energetski izvor, odgovoran za količinu toplote. Objasnićemo osnovne principe i prednosti i mane cevne mreže koja se diferencira na 3 domena – izvor toplote, dispenzaciju i potrošače.

U distributivnoj mreži postoji odlazna i dolazna razlika u pritisku. Hidrauličnim rasparivanjem preko dispenzera, preko bafera ili hidrauličnog prekidača, ne postiže se razlika u pritisku. Tu se koristi razlika u priključnom pritisku. Uređaj za kontrolu dispenzera pritiska nalazio bi se u svim manjim grejnim sistemima. Treba obratiti pažnju na to da svaki potrošač treba ukloniti svoju pumpu.

Konvencije označavanja

Za sve šeme i izračunavanja se koriste sledeće konvencije označavanja

Δp_L	Pad pritiska u potrošaču
Δp_V	Pad pritiska u regulacionom ventilu
Δp_{SRV}	Pad pritiska u kolnom regulacionom ventilu
Δp_{AB}	Pad pritiska u sigurnosnom ventilu
Δp_{Schmu}	Pad pritiska u filteru
q_P	Protok primarnog kola
q_S	Protok sekundarnog kola
t_v	Podešena temperatura u sekundarnom kolu [°C]
t_R	Povratna temperatura [°C]
t_P	Podešena temperatura u primarnom kolu [°C]
t_K	Razlika u pritisku u kotlu [kPa]
Δp_{mv}	Razlika u pritisku u cevi varijabilnog protoka [kPa]

(Više komponenti se identifikuje na isti način umesto da se koristi specifično indeksiranje)

Osnove obračuna

Za obračune u vezi sa hidrauličnim kolima koriste se različite komponente (regulativni i regulacioni ventil) koje su ovde navedene, pa se gubitci u cevovodu (na osnovu dužine instalacije) analogni praktičnim karakteristikama korišćenog materijala.

Snaga ventila je po definiciji:

$$a = \frac{\Delta p_V}{\Delta p_{mv} + \Delta p_V}$$

Pregled sklopova

Sklop		Primarno kolo		Sekundarno kolo		Napomena
		Povratna veza	Protok	Temperatura kotla	Protok	
Distribucija smeše	Kolo ventila	Ne	Varijabilan	Konstantna	Varijabilan	Uticaj drugog potrošača
	Kolo preusmerenja	Da	Konstantan	Varijabilna	Varijabilan	Bez uticaja drugog potrošača
	Ubrizgavanje sa protočnim ventilom	Ne	Varijabilan	Konstantna	Konstantan	Kombinacija podnog i radijatorskog grejanja
	Ubrizgavanje sa trosmernim ventilom	Da	Konstantan	Varijabilna	Konstantan	Primerna temperatura na ventilu se uvek može dobro regulisati
	Jedinica za stvaranje smeše	Ne	Varijabilan	Varijabilna	Varijabilan	Primerna temperatura na ventilu se uvek može dobro regulisati
	Pomoćna jedinica za stvaranje smeše	Ne	Konstantan	Varijabilna	Konstantan	Kombinacija podnog i radijatorskog grejanja

Tabela 1: Pregled sklopova

Tabela izbora postavke

Način primene	Distributer pritiska				Ispuštanje pritiska	
	Kolo ventila	Kolo preusmeravanja	Ubrizgavanje	Ubrizgavanje	Stvaranje smeše	Stvaranje smeše
			Protočni ventil	Trosmerni ventil	Glavna jedinica	Pomoćna jedinica
Daljinsko grejanje	♥					
Peći	♥					
Sistem radijatora			♥	♥	♥	
Podno grejanje			♥			
Kombinacija podnog i radijatorskog grejanja			♥	♥		♥
Vazdušno grejanje		♥	♥		♥	
Hladnjaci		♥				
Zonska regulacija	♥	♥				

Slika 1: Izbor postavke

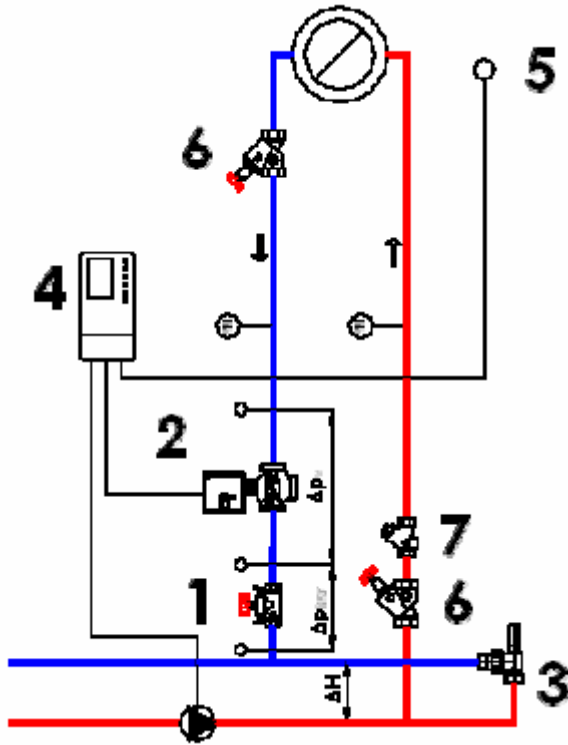
Hidraulični sklopovi za povezivanje kola različitog pritiska u sistem grejanja

Razne tehnike regulacije zahtevaju distribuciju različitog pritiska. Što se tiče dovoda regulacionog ventila, neophodno je obezbediti regulator pritiska, inače postoji mogućnost deformacije ovog ventila.

Četiri osnovna kola su pod uticajem varijacija pritiska u zajedničkom radu.

Kolo regulacionog ventila

Tokom postavljanja ovog hidrauličkog kola, vrši se usklađivanje kapaciteta sa usporavanjem protoka.



Slika 2: Kolo regulacionog ventila

1.	Ventil regulacije karike	4217	4117	
2.	Propulzivni regulacioni ventil	4037 + 7712		
3.	Protočni ventil	4004	4115	4112
4.	Regulator zagrevanja	7793		
5.	Termostat	7793		
6.	Zaptivni ventil	4115	4112	4215
7.	Filter	4111		

Tabela 2: Kolo regulacionog ventila

Karakteristike: Primarni i sekundarni protok vode su varijabilni. Temperatura primarnog protoka je konstantna (u zavisnosti od primarnog termostata), kao i sekundarnog. Izlazna toplota se reguliše variranjem količine protoka.

Prednosti: Kao rezultat značajnog širenja, ovo kolo je dakle pogodno za grejanje na čvrsta goriva, kao i za daljinsko grejanje.

Nedostatci: Za više instalacija regulacionog ventila u raznim cevovodima pri servisiranju, ventil i pritisak koji on reguliše predstavljaju radnu tačku za pumpu. Pojava promene pritiska dovodi do promene kod nekog od potrošača.

Ovaj regulacioni ventil na povratnom kolu služi za stabilizaciju promene pritiska i za stabilizaciju protoka. Dakle, ovo je bezbedan način regulisanja, garantovano bez spoljnih uticaja.

Ovo kolo regulacionog ventila nalazi svoju primenu svuda gde se koriste rezultujuća temperatura i varijabilan protok. Toplotno ponašanje je u međusobnoj vezi sa opadanjem rezultujuće temperature, uz pad opterećenja:

U konkretnom slučaju, to bi bila sledeća kola:

- distribucija daljinskog grejanja,
- pristup zalihama ili
- spajanje sekundarnih mreža u grejni sistem.


Druge mogućnosti primene jesu:

- Zonska regulacija pri radijatorskom ili podnom grejanju u odnosu na spoljnu temperaturu, gde se definiše osnovna (ciljna) temperatura, kao i za
- mali sistemi rezidualnog zagrevanja i klima-uređaji svih veličina

Prikaz veličina

$$\begin{aligned}Q &= 70 \text{ kW} \\t_V &= 90^\circ\text{C} \\t_R &= 50^\circ\text{C} \\ \Delta p_L &= 10 \text{ kPa} \\ \Delta H &= 30 \text{ kPa}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}q_S &= 3600 \cdot \frac{Q}{c \cdot (t_V - t_R)} = \\ &= 3600 \cdot \frac{70}{4,19 \cdot (90 - 50)} = 1504 \text{ l/h}\end{aligned}$$

 Obračun dimenzija zavisi od sirovina i dozvoljenog odstupanja dimenzija cevi.

Uslov 1:

$\Delta p_V \geq \Delta p_L$ (Razlika u pritisku u regulacionom ventilu mora biti veća od razlike u pritisku u potrošaču).


Korak 1:

Procena najmanjih raspoloživih razlika u pritisku:

Uslov 2:

$\Delta H \geq \Delta H_{\min}$ (Razlika u pritisku u potrošaču mora biti veća ili jednaka od najmanje dozvoljene razlike u pritisku)

$$\Delta H_{\min} = \Delta p_{V,\min} + \Delta p_L + \Delta p_{SRV} + \Delta p_{Ab} + \Delta p_{Schmu}$$

 Δp_{SRV} mora iznositi najmanje 3 kPa

U slučaju značajnog pada pritiska, sigurnosni ventil (4115) i filter (4111 – Srazmernik) će korigovati vrednost kv_s za vrednost DN 25 koja sledi.

$$\Delta H_{\min} = 10 + 10 + 3 + 0,7 + 1,2 = 24,9 \text{ [kPa]}$$

Kada je $\Delta H = 30$ kPa, Zahtev 2 je ispunjen.

Korak 2:

Procena teoretskih vrednosti kv regulacionih ventila ($\Delta p_{v,\min} = 10$ kPa)

$$k_{v,theo} = \frac{q_s}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{v,\min}}} = \frac{1504}{100 \sqrt{10}} = 4,75$$

Korak 3:

Uspostavljanje vrednosti kv_s je pod kontrolom ventila. U pitanju je ventil 4037 – to je ventil DN 15 sa vrednošću kv_s od 4,0 ventil DN 20 sa vrednošću kv_s od 6,3. Ovo pravilo se može objasniti na taj način što se bira manja vrednost kv_s , koja će dovesti do pada pritiska.

za $kv_s = 6,3$

$$\Delta p_v = \left(\frac{q_s}{100 \cdot Kv_s} \right)^2 = \left(\frac{1504}{100 \cdot 6,3} \right)^2 = 5,7 \text{ kPa}$$

Uslov 1 **nije** zadovoljen!

za $kv_s = 4,0$

$$\Delta p_v = \left(\frac{q_s}{100 \cdot Kv_s} \right)^2 = \left(\frac{1504}{100 \cdot 4,0} \right)^2 = 14,1 \text{ kPa}$$

Uslov 1 je zadovoljen!

Dakle, regulacioni ventil ima vrednost kv_s od 4,0 i dimenziju DN 15.

Snaga ventila iznosi:

$$a = \frac{\Delta p_V}{\Delta H} = \frac{14,1}{30} = 0,47$$

Snaga ventila se može kretati između 0,35 i 0,75, pa će vrednost od 0,25 biti neprihvatljiva jer će dovesti do nestabilnosti sistema.

Korak 4:

Sledi interpretacija kolnih regulacionih ventila

Obračun nastalih razlika u pritisku:

$$\Delta p_{SRV} = \Delta H - (\Delta p_V + \Delta p_L) = 30 - (14,1 + 10) = 5,9 \text{ kPa}$$

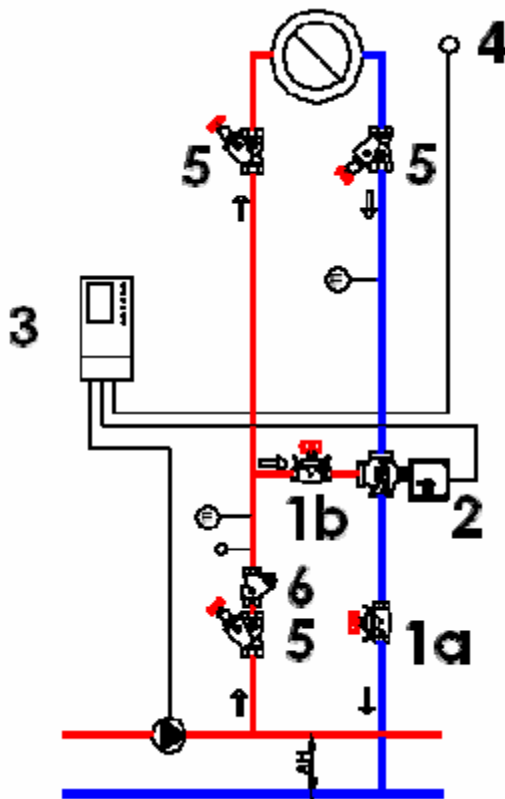
Obračun vrednosti kv :

$$k_{v,SRV} = \frac{q_s}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{SRV}}} = \frac{1504}{100 \cdot \sqrt{5,9}} = 6,2$$

Za ravni ventil 4217 dimenzije 1" osnovna vrednost iznosi 3,3.

Preusmeravajuće kolo (Distributivno kolo)

Kod ovog kola je u pitanju varijacija kola kontrolnog ventila.



Slika 3: Preusmeravajuće kolo

1.	Ventil regulacije karike	4217	4117	
2.	Propulzivni regulacioni ventil	4037 + 7712		
3.	Regulator zagrevanja	7793		
4.	Termostat	7793		
5.	Zaptivni ventil	4115	4112	4215
6.	Filter	4111		

Tabela 3: Preusmeravajuće kolo

Karakteristike: Količina vode u primarnom kolu je konstantna, a u sekundarnom varijabilna. Temperatura u primarnom kolu je konstantna (u skladu sa centralnim regulatorom temperature – termostatom), kao i u sekundarnom kolu. Regulacija drugog kola se vrši pomoću variranja količine protoka kroz njega.

Primena: Grejna tela, rashladna tela, zonska regulacija

Prednosti: Zahvaljujući konstantnoj količini protoka kroz prvo kolo, definisani kapacitet pumpe se poništava. Razlika u pritisku nastaje samo u potrošaču bez obostranog uticaja.

Nedostatci: Temperatura u potrošaču uvek odgovara primarnoj temperaturi.


Prednosti ovog hidrauličnog kola leže u konstantnom protoku srednjeg nivoa kroz primarno kolo, zahvaljujući pumpi sa regulisanim kapacitetom, koja se može izbaciti iz pogona. Snaga regulacionih ventila ne zavisi od snage, već od instalacije trostrukih ventila kroz čitavu mrežu, pa se ne treba plašiti bilo kakvog međusobnog uticaja. Nedostatak preusmeravajućeg kola leži u tome što se maksimalna temperatura u primarnom kolu prilagođava temperaturi u potrošačima i iz tog razloga se razlika u temperaturi između primarnog i sekundarnog kola ne može iskoristiti. Drugi je taj što instalacija lokalnog, etažnog ili daljinskog grejanja nije prikladna odnosno moguća parcijalno za pojedina grejna tela, pa postignuta temperatura u stvari raste.

Brza raspoloživost primarnih medijuma je za potrošača od velikog značaja. Rad sa konstantnim protokom iz izvora energije za grejne i rashladne uređaje se zasniva na regulacionoj tehnici, a naročito na prednostima ove tehnike. Razmatranja po pitanju energije se odnose na konstantan protok u primarnom kolu, ali uz to i jedan nedostatak koji se odnosi na nepostojanje mogućnosti štednje energije koju troši pumpa.

Prikaz veličina

$$\begin{aligned}
 Q &= 40 \text{ kW} \\
 t_V &= 6^\circ\text{C} \\
 t_R &= 12^\circ\text{C} \\
 \Delta p_L &= 25 \text{ kPa} \\
 \Delta H &= 70 \text{ kPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q_S &= 3600 \cdot \frac{Q}{c \cdot (t_V - t_R)} = \\
 &= 3600 \cdot \frac{40}{4,19 \cdot (12 - 6)} \cong 5730 \text{ l/h}
 \end{aligned}$$

 Obračun dimenzija zavisi od sirovina i dozvoljenog odstupanja dimenzija cevi.

Uslov 1:

$\Delta p_V \geq \Delta p_L$ (Razlika u pritisku u regulacionom ventilu mora biti veća od razlike u pritisku u potrošaču).


Korak 1:

Procena najmanjih raspoloživih razlika u pritisku:

Uslov 2:

$\Delta H \geq \Delta H_{\min}$ (Razlika u pritisku u potrošaču mora biti veća ili jednaka od najmanje dozvoljene razlike u pritisku)

$$\Delta H_{\min} = \Delta p_{V,\min} + \Delta p_L + \Delta p_{SRV} + \Delta p_{Ab} + \Delta p_{Schmu}$$

 Δp_{SRV} mora iznositi najmanje 3 kPa

U slučaju značajnog pada pritiska, sigurnosni ventil (4115) i filter (4111 – Srazmernik) će korigovati vrednost kv_s za vrednost DN 40 koja sledi.

$$\Delta H_{\min} = 25 + 25 + 3 + 0,8 = 53,8 [kPa]$$

Kada je $\Delta H = 70$ kPa, Zahtev 2 je ispunjen.

Korak 2:

Procena teoretskih vrednosti kv regulacionih ventila ($\Delta p_{v,\min} = 25$ kPa)

$$k_{v,theo} = \frac{q_s}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{v,\min}}} = \frac{5730}{100 \cdot \sqrt{25}} = 11,46$$

Korak 3:

Uspostavljanje vrednosti kv_s je pod kontrolom ventila. U pitanju je ventil 4037 – to je ventil DN 25 sa vrednošću kv_s od 10,0 ventil DN 32 sa vrednošću kv_s od 16. Ovo pravilo se može objasniti na taj način što se bira manja vrednost kv_s , koja će dovesti do pada pritiska.

za $kv_s = 16$

$$\Delta p_v = \left(\frac{q_s}{100 \cdot K_{v_s}} \right)^2 = \left(\frac{5730}{100 \cdot 16} \right)^2 = 12,82 \text{ kPa}$$

Uslov 1 **nije** zadovoljen!

za $kv_s = 10$

$$\Delta p_v = \left(\frac{q_s}{100 \cdot K_{v_s}} \right)^2 = \left(\frac{5730}{100 \cdot 10} \right)^2 = 32,8 \text{ kPa}$$

Uslov 1 je zadovoljen!

Dakle, regulacioni ventil ima vrednost kv_s od 10 i dimenziju DN 25.

Snaga ventila iznosi:

$$a = \frac{\Delta p_V}{\Delta p_L + \Delta p_V} = \frac{32,8}{25 + 32,8} = 0,57$$

Snaga ventila se može kretati između 0,35 i 0,75, pa će vrednost od 0,25 biti neprihvatljiva jer će dovesti do nestabilnosti sistema.

Korak 4:

Sledi interpretacija kolnih regulacionih ventila

Obračun nastalih razlika u pritisku:

$$\begin{aligned} \Delta p_{SRV1a} &= \Delta H - (\Delta p_V + \Delta p_L + \Delta p_{Schmu}) = \\ &= 70 - (32,8 + 25 + 0,8) = \\ &= 11,4 \text{ kPa} \end{aligned}$$

Obračun vrednosti kv:

$$k_{v,SRV1a} = \frac{q_S}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{SRV1}}} = \frac{5730}{100 \sqrt{11,4}} = 17,0$$

Za ravni ventil 4217 dimenzije DN 40 osnovna vrednost iznosi 4,8.

Korak 5:

Interpretacija premošćenja:

Potrošač ne bi smeo da gubi kapacitet, već mora zadržati punu količinu protoka koja je utvrđena za premošćenje.

Uslov 3:

$$\Delta p_{SRV2} = \Delta p_L$$

Uslov 4:

$$q_{Bypass} = q_S$$

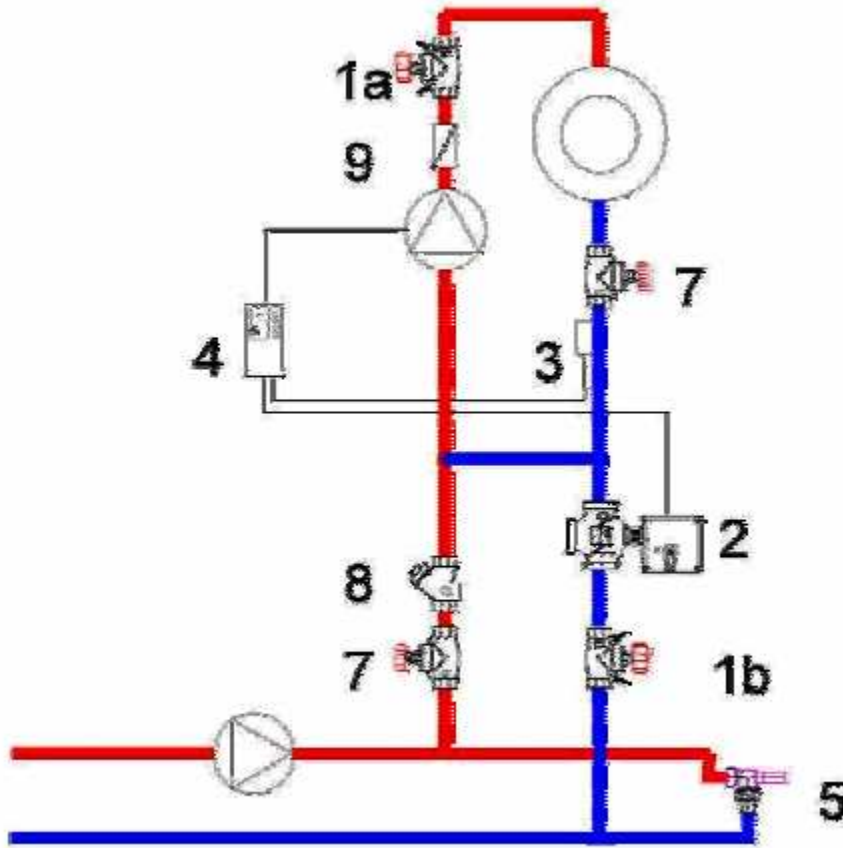
Na osnovu ovih uslova, vrednost kv za ventile u premošćenom izlazu iznosi:

$$k_{v,SRV1b} = \frac{q_{Bypass}}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{SRV2}}} = \frac{5730}{100 \sqrt{25}} = 11,46$$

Za ravni ventil 4217 dimenzije DN 40 osnovna vrednost iznosi 4,0.

Ubrizgavanje sa protočnim ventilom

U ovom sistemu je količina vode obrnuto proporcionalna konstanti protoka kroz kontrolni ventil u sekundarnom kolu.



Slika 4: Tok kola ubrizgavanja

1.	Ventil regulacije karike	4217	4117	
2.	Grejač	7793		
3.	Propulzivni regulacioni ventil	4037 + 7712	7762 + 7790	
4.	Regulator zagrevanja			
5.	Protočni ventil	4004	4115	4112
6.	Termostat	7793		
7.	Zaptivni ventil	4115	4112	4215
8.	Filter	4111		
9.	Jednosmerni ventil			

Tabela 4: Tok kola ubrizgavanja

Karakteristike: Količina vode u primarnom kolu je varijabilna, a u sekundarnom konstantna. Temperatura u primarnom kolu je varijabilna, u skladu sa podešavanjem potrošača

Primena: Radijatorski sistemi, sistemi podnog grejanja, sistemi vazdušnog grejanja, grejači sa niskom temperaturom


Prednosti: Kod sistema sa slabim grejačima za nisku temperaturu (daljinsko grejanje, peći na čvrsto gorivo), postavljaju se različiti nivoi temperature za primarno i sekundarno kolo (npr. 45°C i 90°C).

Nedostatci: Za dimenzioniranje regulacionih ventila, neophodno je znati razlike u pritisku, pošto toplotni registar zavisi od dužine cevi pod uticajem hladnoće.

Prikaz veličina

$$\begin{aligned}Q &= 25 \text{ kW} \\t_v &= 45^\circ\text{C} \\t_R &= 35^\circ\text{C} \\ \Delta H &= 25 \text{ kPa} \\ \Delta t_{\text{primär}} &= 70^\circ\text{C}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}q_p &= 3600 \cdot \frac{Q}{c \cdot (t_P - t_R)} = \\ &= 3600 \cdot \frac{25}{4,19 \cdot (70 - 35)} = 614 \text{ l/h}\end{aligned}$$

 Obračun dimenzija zavisi od sirovina i dozvoljenog odstupanja dimenzija cevi.

$$\begin{aligned}q_s &= 3600 \cdot \frac{Q}{c \cdot (t_v - t_R)} = \\ &= 3600 \cdot \frac{25}{4,19 \cdot (45 - 35)} = 2148 \text{ l/h}\end{aligned}$$

Dimenzije (promeri) cevi zavise od sirovina i dozvoljenog prečnika cevi, a podaci se dobijaju kroz naredne obračune.

Uslov 1:

$\Delta p_v \geq \Delta H$ (Razlika u pritisku u regulacionom ventilu mora biti veća od razlike u pritisku u potrošaču).

Korak 1:

Procena teoretskih vrednosti k_v regulacionih ventila: ($\Delta p_{v,\text{min}} = 25 \text{ kPa}$)

$$k_{v,theo} = \frac{q_s}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{v,min}}} = \frac{614}{100 \cdot \sqrt{25}} = 1,2$$

Korak 2:

Uspostavljanje vrednosti kv_s je pod kontrolom ventila. U pitanju je ventil 7762 – to je ventil DN 10 sa vrednošću kv_s od 1,0 do 1,6. Ovde je moguće postaviti veliku vrednost. Ostatak razlike u pritisku se u ventilu za regulaciju snage 2 eliminiše.

za $kv_s = 1,6$

$$\Delta p_v = \left(\frac{q_p}{100 \cdot K_{v_s}} \right)^2 = \left(\frac{614}{100 \cdot 1,6} \right)^2 = 14,7 \text{ kPa}$$

Dakle, regulacioni ventil ima vrednost kv_s od 1,6 i dimenziju DN 10.

Snaga ventila iznosi:

$$a = \frac{\Delta p_v}{\Delta p_L + \Delta p_v} = \frac{32,8}{25 + 32,8} = 0,57$$

Snaga ventila se može kretati između 0,35 i 0,75, pa će vrednost od 0,25 biti neprihvatljiva jer će dovesti do nestabilnosti sistema.

Korak 3:

Sledi interpretacija kolnih regulacionih ventila 1a

Obračun nastalih razlika u pritisku:

$$\Delta p_{SRV1a} = \Delta H - \Delta p_v = 25 - 14,7 = 10,3 \text{ kPa}$$

Obračun vrednosti kv :

$$k_{v,SRV1a} = \frac{q_p}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{SRV2}}} = \frac{614}{100 \cdot \sqrt{10,3}} = 1,9$$

Potrebni 10,3 kPa će se postići zahvaljujući radu ventila za regulisanje snage.

Za ravni ventil 4217 dimenzije DN 15 osnovna vrednost iznosi 2,9.

Korak 4:

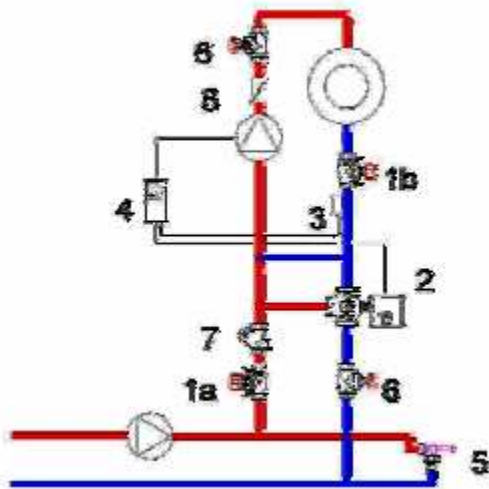
Sledi interpretacija kolnih regulacionih ventila 1a.
Regulacioni ventil 1b izlazni gubitak osnovnog pritiska od 3 kPa.

$$k_{v,SRV1b} = \frac{q_v}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{stat2}}} = \frac{2148}{100 \cdot \sqrt{3}} = 12,4$$

Za ravni ventil 4217 dimenzije DN 32 osnovna vrednost iznosi 4,3.

Ubrizgavanje sa trostrukim ventilom

U ovom hidrauličnom sklopu su protoci u primarnom i sekundarnom kolu količinski konstantni.



Slika 5: Kolo ubrizgavanja 3-struki

1.	Ventil regulacije karike	4217	4117	
2.	Propulzivni regulacioni ventil	4037 + 7712	7762 + 7790	
3.	Grejač	7793		
4.	Termostat	7793		
5.	Protočni ventil	4004		
6.	Zaptivni ventil	4115	4112	4215
7.	Filter	4111		
8.	Jednosmerni ventil			

Tabela 5: Kolo ubrizgavanja 3-struki

Karakteristike: Količina vode u primarnom kolu je konstantna, kao i u sekundarnom kolu.
Temperatura u sekundarnom kolu je varijabilna.

- Primena: Radijatorski sistemi, grejači sa niskom temperaturom, sa približno istom primarnom i sekundarnom temperaturom, sistemi vazdušnog grejanja, sa nepoznatim varijacijama pritiska
- Prednosti: Zahvaljujući konstantnom protoku kroz sekundarno kolo, postoji mogućnost signalizacije.
- Nedostatci: Primarna i sekundarna temperatura moraju biti približno jednake. Na spoju se ne može ostvariti zagrevanje sa niskom temperaturom (npr. 45°C od 90°C).

Prednosti ovog kola leže u malom ili nepostojećem vremenu kašnjenja pri prolasku tople vode kroz regulacioni ventil ka izlazu. Ove karakteristike su nam od koristi pri demontaži grejnog sistema, što značajno ubrzava potrebni protok energije. Takođe, sjajna ranije navedena prednost je što je snaga ventila skoro 1, što u cevi varijabilnog toka znači da otpor skoro ne postoji. Kako je ovo kolo izvodljivo, relativno različite temperature u primarnom i sekundarnom kolu nisu moguće.

Prikaz veličina

$$\begin{aligned}
 Q &= 90 \text{ kW} \\
 t_v &= 75^\circ\text{C} \\
 t_R &= 55^\circ\text{C} \\
 \Delta H &= 40 \text{ kPa} \\
 T_{\text{primär}} &= 90^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q_p &= 3600 \cdot \frac{Q}{c \cdot (t_p - t_R)} = \\
 &= 3600 \cdot \frac{90}{4,19 \cdot (90 - 55)} = 2209 \text{ l/h}
 \end{aligned}$$



Obračun dimenzija zavisi od sirovina i dozvoljenog odstupanja dimenzija cevi.

$$\begin{aligned}
 q_s &= 3600 \cdot \frac{Q}{c \cdot (t_v - t_R)} = \\
 &= 3600 \cdot \frac{90}{4,19 \cdot (75 - 55)} = 3866 \text{ l/h}
 \end{aligned}$$

Dimenzije (promeri) cevi zavise od sirovina i dozvoljenog prečnika cevi, a podaci se dobijaju kroz naredne obračune.

Uslov 1:

$$\Delta p_v > 3 \text{ kPa}$$

Korak 1:

Procena teoretskih vrednosti k_v regulacionih ventila: ($\Delta p_{v,\min} = 25 \text{ kPa}$)

$$k_{v,\text{theo}} = \frac{q_s}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{v,\min}}} = \frac{3866}{100 \cdot \sqrt{3}} = 22,3$$

Korak 2:

Uspostavljanje vrednosti k_{v_s} je pod kontrolom ventila. U pitanju je ventil 4037 – to je ventil DN 32 sa vrednošću k_{v_s} od 16 i DN 40 sa vrednošću k_{v_s} od 25.

za $k_{v_s} = 25$

$$\Delta p_v = \left(\frac{q_s}{100 \cdot K_{v_s}} \right)^2 = \left(\frac{3866}{100 \cdot 25} \right)^2 = 2,4 \text{ kPa}$$

za $k_{v_s} = 16$

$$\Delta p_v = \left(\frac{q_s}{100 \cdot K_{v_s}} \right)^2 = \left(\frac{3866}{100 \cdot 16} \right)^2 = 5,8 \text{ kPa}$$

Dakle, regulacioni ventil ima vrednost k_{v_s} od 16 i dimenziju DN 32.

Snaga ventila iznosi:

$$a = \frac{\Delta p_v}{\Delta p_v} = \frac{5,8}{5,8} = 1$$

(Ovi varijabilni tokovi se ograničeno prostiru sve do premošćenja)

Korak 3:

Sledi interpretacija kolnih regulacionih ventila 1a

Obračun nastalih razlika u pritisku:

$$\Delta p_{SRV1a} = \Delta H - \Delta p_v = 40 - 5,8 = 34,2 \text{ kPa}$$

Obračun vrednosti k_v :

$$k_{SRV2} = \frac{q_p}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{SRV2}}} = \frac{3866}{100 \cdot \sqrt{34,2}} = 6,6$$

Za ravni ventil 4217 dimenzije DN 40 osnovna vrednost iznosi 3,0.

Korak 4:

Sledi interpretacija kolnih regulacionih ventila 1b.

Regulacioni ventil 1b izlazni gubitak osnovnog pritiska od 3 kPa.

$$K_{SRV1b} = \frac{q_s}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{SRV1}}} = \frac{3866}{100 \cdot \sqrt{3}} = 22,3$$

Za ravni ventil 4217 dimenzije DN 40 osnovna vrednost iznosi 5,8.

Korak 5:

Interpretacija premošćenja

Premošćenje mora u potpunosti biti pozicionirano u sekundarnom protoku vode i to u pravcu toka.

Hidraulična kola za priključke za ispuštanje pritiska u grejnim sistemima

Mnoga regulativna kola ne podržavaju razlike u pritisku u sistemu. Ono što je neophodno kod ovih kola jeste ma kakav potrošač – makar i sa minornim kapacitetom – što bi bila jedna neophodna pumpa.

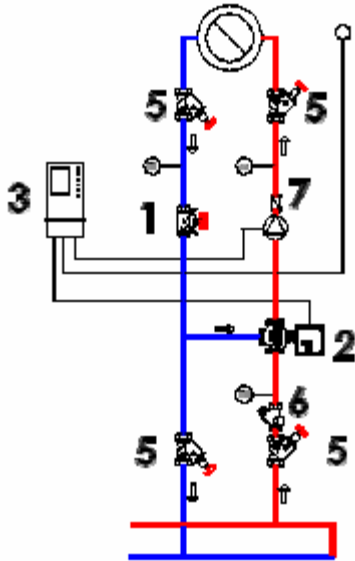
U obzir dolaze dva kola za ispuštanje pritiska.

Hidraulična kola za priključke za ispuštanje pritiska i hidraulični cilindri za ispuštanje pritiska su na raspolaganju.

Praksa pokazuje da hidraulična izolacija za cirkulišuće generatore toplote i potrošačke generatore toplote ima značajne prednosti. Dakle, primena hidrauličnih distributera, uprkos uočenim varijacijama protoka na mestu proizvodnje toplote, konstantno funkcionisanje potrošača je zagarantovana. Dakle, takva izmenjena postavka pogona ima dobro ponašanje.

Mešovito kolo

Ova hidraulična kola rade suprotno od kola preusmeravanja sa jednim primarnim, varijabilnim tokom vode i sa jednim konstantnim tokom koji je nosilac toplote u sekundarnom kolu. Regulisanje funkcioniše u sinergiji sa sistemom stvaranja mešavine za potrošač u okviru varijabilne temperature i regulacije konstantnih količina tečnosti. Ovaj oblik hidrauličnog kola je široko prihvaćen u inženjeringu grejnih sistema, zbog toga što je veoma jednostavno za implementaciju.



Slika 6: Mešovito kolo

1.	Ventil regulacije karike	4217	4117	
2.	Propulzivni regulacioni ventil	4037 + 7712		
3.	Grejač	7793		
4.	Termostat			
5.	Zaptivni ventil	4115	4112	4215
6.	Filter	4111		
7.	Jednosmerni ventil			

Tabela 6: Mešovito kolo

Karakteristike: Količina vode u primarnom kolu je varijabilna, a u sekundarnom konstantna. Temperatura u primarnom kolu je varijabilna.

Primena: Radijatorski sistemi, sistemi vazdušnog grejanja

Prednosti: Zahvaljujući konstantnom protoku kroz sekundarno kolo, postoji mogućnost signalizacije.


Nedostatci: Primarna i sekundarna temperatura moraju biti približno jednake. Sistemi sa niskim temperaturama se ne mogu porediti sa sistemima sa visokim temperaturama. Razlika u pritisku primarno nije dozvoljena.

Ovaj regulacioni ventil ima primarnu svrhu da reguliše, odnosno, ograničava količinu protoka.

Prikaz veličina

$Q = 20 \text{ kW}$
 $t_v = 80^\circ\text{C}$
 $t_R = 60^\circ\text{C}$
 $\Delta p_L = 25 \text{ kPa}$

$$q_s = 3600 \cdot \frac{Q}{c \cdot (t_v - t_R)} =$$
$$= 3600 \cdot \frac{20}{4,19 \cdot (80 - 60)} = 860 \text{ l/h}$$

 Dimenzije (promeri) cevi zavise od sirovina i dozvoljenog prečnika cevi, a podaci se dobijaju kroz naredne obračune.

Korak 1:

Procena teoretskih vrednosti k_v regulacionih ventila: ($\Delta p_{v,\min} = 3 \text{ kPa}$)

$$k_{v,\text{theo}} = \frac{q_s}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{v,\min}}} = \frac{860}{100 \cdot \sqrt{3}} = 4,9$$

Korak 2:

Uspostavljanje vrednosti k_{v_s} je pod kontrolom ventila. U pitanju je ventil 4037 – to je ventil DN 20 sa vrednošću k_{v_s} od 6,3 i DN 15 sa vrednošću k_{v_s} od 4. Po pravili, dakle, sledi da se biraju manje vrednosti k_{v_s} kako bi se postigao pad pritiska i postigao željeni pritisak.

za $k_{v_s} = 6,3$

$$\Delta p_v = \left(\frac{q_s}{100 \cdot K_{v_s}} \right)^2 = \left(\frac{860}{100 \cdot 6,3} \right)^2 = 1,86 \text{ kPa}$$

$\Delta p_v < 3 \text{ kPa!}$

za $k_{v_s} = 4,0$

$$\Delta p_v = \left(\frac{q_s}{100 \cdot K_{v_s}} \right)^2 = \left(\frac{860}{100 \cdot 4,0} \right)^2 = 4,62 \text{ kPa}$$

$\Delta p_v > 3 \text{ kPa}$

Dakle, regulacioni ventil ima vrednost k_{v_s} od 4,0 i dimenziju DN 15.

Prvo kolo je opremljeno sa dva sigurnosna ventila (4115, $\frac{3}{4}$ ") i jednim filterom (4111, $\frac{3}{4}$ " Smeša 0,75mm).

Snaga ventila iznosi:

$$a = \frac{\Delta p_r}{\Delta p_v + 2 \cdot \Delta p_{Ab} + \Delta p_{Schmu}} =$$
$$= \frac{4,62}{4,62 + 2 \cdot 0,7 + 1,3} = 0,63$$

Pad pritiska u ventilu za mešavinu mora zavisiti i od rada pumpe.

Korak 3:

Sledi interpretacija kolnih regulacionih ventila od 3 kpa

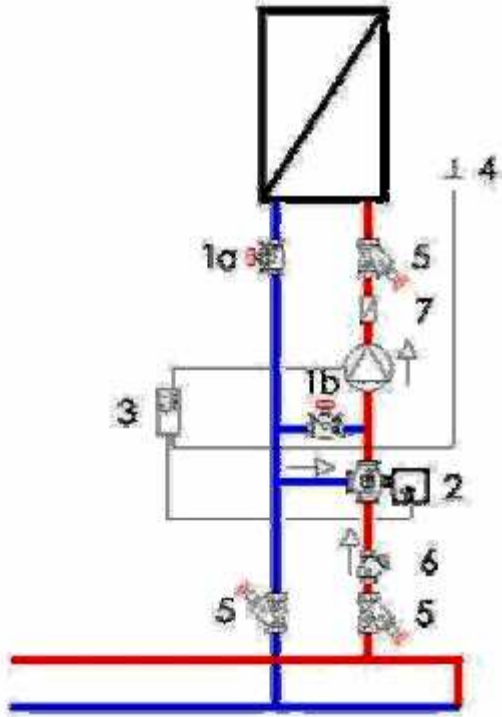
$$k_{v,SRV} = \frac{q_s}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{SRV}}} = \frac{860}{100 \cdot \sqrt{3}} = 4,9$$

Za ravni ventil 4217 dimenzije DN 20 osnovna vrednost iznosi 3,7.

Dvostruko mešovito kolo

Drugi oblik mešovitog kola jeste mešovito kolo sa fiksnim premošćenjem, koje koristi nastale razlike u nivoima temperature u primarnom i sekundarnom kolu. Ovaj put se takvo premošćenje postavlja na sekundarno kolo, pre regulacionog ventila, radi stvaranja permanentne količine u povratnom medijumu, nezavisno od položaja trostrukog ventila. Uvođenje ovog kola je korisno kod podnih sistema i sistema peći, a preovlađuje kod sistema daljinskog grejanja.

Mešovito kolo se postavlja sa trostrukim ventilom i direktnim, primarnim pristupom generatoru/kotlu.



Slika 7: Dvostruko mešovito kolo

1.	Ventil regulacije karike	4217	4117	
2.	Propulzivni regulacioni ventil	4037 + 7712		
3.	Grejač	7793		
4.	Termostat	7793		
5.	Zaptivni ventil	4115	4112	4215
6.	Filter	4111		
7.	Jednosmerni ventil			

Tabela 7: Dvostruko mešovito kolo

Karakteristike: Količina vode u primarnom kolu je konstantna, kao i u sekundarnom kolu. Temperatura u sekundarnom kolu je varijabilna.

Primena: Sistemi grejanja sa niskom temperaturom, gde su primarna i sekundarna temperatura različite. Izuzetno se može primeniti kod sistema podnog grejanja, kao sistema sa visokom temperaturom.

Prednosti: Pri ispuštanju pritiska, smanjenje pritiska se distribuira pod uticajem regulacionih ventila snage približno 1 (što predstavlja dobru mogućnost regulacije). Moguće je povezati ovakvo kolo na sistem grejanja sa niskim temperaturama (npr. 45°C do 90°C).

Nedostatci: Temperatura u primarnom kolu mora biti značajno viša od temperature u sekundarnom kolu. Razlika u pritisku nije jednostrano dozvoljena.

Korišćenjem kola koja nisu ograničena pritiskom nastaje gubitak pritiska u ovom mešovitom kolu.

Prikaz veličina

$$\begin{aligned} Q &= 40 \text{ kW} \\ t_V &= 45^\circ\text{C} \\ t_R &= 35^\circ\text{C} \\ t_P &= 70^\circ\text{C} \\ \Delta p_L &= 25 \text{ kPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_P &= 3600 \cdot \frac{Q}{c \cdot (t_P - t_R)} = \\ &= 3600 \cdot \frac{40}{4,19 \cdot (70 - 35)} = 982 \text{ l/h} \end{aligned}$$

⚠ Dimenzije (promeri) cevi zavise od sirovina i dozvoljenog prečnika cevi.

$$\begin{aligned} q_S &= 3600 \cdot \frac{Q}{c \cdot (t_V - t_R)} = \\ &= 3600 \cdot \frac{40}{4,19 \cdot (45 - 35)} = 3437 \text{ l/h} \end{aligned}$$

⚠ Dimenzije (promeri) cevi zavise od sirovina i dozvoljenog prečnika cevi, a podaci se dobijaju kroz naredne obračune.

Korak 1:

Procena teoretskih vrednosti k_v regulacionih ventila: ($\Delta p_{v,\min} = 3 \text{ kPa}$)

$$k_{v,\text{theo}} = \frac{q_P}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{v,\min}}} = \frac{982}{100 \cdot \sqrt{3}} = 5,7$$

Korak 2:

Uspostavljanje vrednosti k_{v_s} je pod kontrolom ventila. U pitanju je ventil 4037 – to je ventil DN 20 sa vrednošću k_{v_s} od 6,3 i DN 15 sa vrednošću k_{v_s} od 4. Po pravili, dakle, sledi da se biraju manje vrednosti k_{v_s} kako bi se postigao pad pritiska i postigao željeni pritisak.

za $k_{v_s} = 6,3$

$$\Delta p_v = \left(\frac{q_P}{100 \cdot K_{v_s}} \right)^2 = \left(\frac{982}{100 \cdot 6,3} \right)^2 = 2,4 \text{ kPa}$$

$\Delta p_v < 3 \text{ kPa}$!

za $kv_s = 4,0$

$$\Delta p_v = \left(\frac{q_p}{100 \cdot kv_s} \right)^2 = \left(\frac{982}{100 \cdot 4,0} \right)^2 = 6,0 \text{ kPa}$$

$\Delta p_v > 3 \text{ kPa}$

Dakle, regulacioni ventil ima vrednost kv_s od 4,0 i dimenziju DN 15.

Snaga ventila iznosi:

$$a = \frac{\Delta p_v}{\Delta p_v + \Delta p_{SRV_2}} = \frac{6,0}{6,0 + 6,0} = 0,5$$

Pad pritiska u ventilu za mešavinu mora zavisiti i od rada pumpe.

Korak 3:

Sledi interpretacija kolnih regulacionih ventila 1a od 3 kPa

$$k_{v,SRV1a} = \frac{q_s}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{SRV1}}} = \frac{3437}{100 \cdot \sqrt{3}} = 19,8$$

Za ravni ventil 4217 dimenzije DN 40 osnovna vrednost iznosi 5,3.

Korak 4:

Interpretacija premošćenja

Količina protoka koji ide kroz premošćenje iznosi:

$$q_{Bypass} = q_s - q_p = 3437 - 982 = 2455 \text{ [l/h]}$$

Sledi interpretacija kolnih regulacionih ventila 1b za ispuštanje pritiska regulacionih ventila (7,6 kPa)

$$kv_{SRV1b} = \frac{q_{Bypass}}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{SRV_2}}} = \frac{2455}{100 \cdot \sqrt{6,0}} = 10,0$$

Za ravni ventil 4217 dimenzije DN 32 osnovna vrednost iznosi 4,0.

Literatura i spisak ilustracija i tabela

ÖNORM H 5142, Hidraulična kola za grejne sisteme, 1990

VDI 2073, Hidraulična kola u grejnim i klimatizacionim tehničkim kapacitetima, 1999

Regulativni i hidraulični sistemi u grejnim i klimatizacionim tehničkim kapacitetima, VDI Verlag, 3.9.-4.9.1992.

Roos, H., Hidraulika grejanja toplom vodom, Oldenbourg Verlag Munchen, 1999

Ova brošura je u potpunosti informativnog karaktera.

Ona se oslanja isključivo na preporuke preduzeća Herz-Armaturen Ges.m.b.H. za koje se ne daje nikakva garancija.

Za navedene podatke se uopšte ne garantuje.

Tabela 1: Pregled sklopova

Tabela 2: Kolo regulacionog ventila

Tabela 3: Preusmeravajuće kolo

Tabela 4: Tok kola ubrizgavanja

Tabela 5: Kolo ubrizgavanja 3-struki

Tabela 6: Mešovito kolo

Tabela 7: Dvostruko mešovito kolo

Slika 1: Izbor postavke

Slika 2: Kolo regulacionog ventila

Slika 3: Preusmeravajuće kolo

Slika 4: Tok kola ubrizgavanja

Slika 5: Kolo ubrizgavanja 3-struki

Slika 6: Mešovito kolo

Slika 7: Dvostruko mešovito kolo