

Jauschowitz Rudolf, Prof. Dipl.-Ing.

HERZ - Sistemi za grejanje toplom vodom - HIDRAULIKA

Izdavač:	Herz Armaturen Ges.m.b.H.
Izdanje:	Samostalno
Dizajn i grafika:	Herz Armaturen Ges.m.b.H.
Prevod i adaptacija:	Herz Armaturen d.o.o. - Srbija.

3. izdanje 2022

HERZ - Sistemi za grejanje toplom vodom - HIDRAULIKA
/ Rudolf Jauschowitz

Beč: Herz Armaturen Ges.m.b.H. 2022

Sva autorska prava su zadržana
© Herz Armaturen Ges.m.b.H., Beč 2022

Predgovor

Primarni uslov za ispravno funkcionisanje sistema grejanja toplom vodom je pravilno projektovanje i izvođenje hidrauličkog sistema

“HERZ - Sistemi za grejanje toplom vodom - HIDRAULIKA” profesora Rudolfa Jaušoveca u prethodna dva izdanja postala je popularna knjiga za studente i izvođače tehničkih radova u ovoj oblasti industrije.

Knjiga je prevedena na veliki broj jezika, od kojih je nedavno i gruzijski. Budući da je ovo delo dostupno na 13 jezika, prof. Jaušovec je svakako lider među austrijskim autorima tehničke literature.

Od pojavljivanja drugog izdanja, na tržište su tehnološkim napretkom stigli brojni novi proizvodi. Treće izdanje ove knjige obuhvatilo je i ventile za automatsko upravljanje kao što su regulatori diferencijalnog pritiska, regulatori protoka, kombinovani ventili i kompaktne grejne stanice, kao i savremeno hidrauličko balansiranje u praksi.

Zadržavajući osnovni koncept knjige, inženjeri HERZ Armaturen su dopunili i osavremenili sadržaj knjige u ovom trećem izdanju. Posebno sam zahvalan zbog toga

Nadam se da ćete imati koristi od čitanja ove knjige na više načina i svaka Vaša primedba i sugestija je dobrodošla za buduća izdanja ovog dela.

Beč, mart 2022

Dr Gerhard Glinzerer
Generalni direktor

Sadržaj

1	OSNOVI	10
1.1	OSNOVI TERMODINAMIKE	10
1.1.1	Zakon održanja energije	10
1.1.2	Prvi zakon termodinamike (zatvoreni sistem)	10
1.1.3	Toplotni kapacitet Q_i	10
1.1.4	Opšta jednačina termodinamike	11
1.1.5	Snaga P	11
1.1.6	Toplotna snaga = Toplotni fluks Φ	11
1.1.7	Maseni protok q_{mm} u zavisnosti od toplotnog fluksa Φ	11
1.1.8	Stepen korisnog dejstva η	12
1.1.9	Efikasnost η_N	12
1.1.10	Prenos toplote	13
1.2	Osnove mehanike fluida (hidraulika)	14
1.2.1	Jednačina kontinuiteta	14
1.2.2	Dinamički pritisak p_d	15
1.2.3	(Hidro) statički pritisak p_{st}	15
1.2.4	Hidraulični i ekvivalentni prečnik	17
1.2.5	Rejnoldsov broj	18
1.2.6	Trenje u pravim cevima	19
1.2.7	Koeficijent trenja cevi u hidraulici	19
1.2.8	Pad pritiska usled otpora trenja u cevovodu	20
1.2.9	Pad pritiska na regulacionim ventilima i izvršnim elementima upravljačkog sistema	23
1.2.10	Pad pritiska na deonicama sa konstantnim poprečnim presekom	25
1.2.11	Karakteristika (kriva karakteristike cevne mreže)	26
1.2.12	Paralelna veza grana cevovoda	28
2	CIRKULACIONE PUMPE	32
2.1	Osnovi, Pojmovi	32
2.1.1	Kapacitet pumpe	32
2.1.2	Potisna visina H	32
2.1.3	Napor pumpe	32
2.1.4	Električna snaga pumpe P_{el} i stepen iskorišćenja η_p	32
2.1.5	Kavitaciona rezerva hidrostatickog pritiska	33
2.1.6	Zakoni sličnosti	34
2.1.7	Karakteristika pumpe i radna tačka	34
2.1.8	Familija linija karakteristike	35
2.2	Oblici linije karakteristike pumpe	36
2.2.1	Pumpe sa promenljivim protokom	37
2.2.2	Dimenzionisanje pumpe (elektronski regulisane pumpe)	38
2.2.3	Redno i paralelno vezivanje pumpi	40
2.3	Izbor pumpe i toplotna snaga grejnih tela	41

2.4	Dizajn	46
2.4.1	Instalacija	48
3	KARAKTERISTIKE RADNOG PRITISKA	48
3.1	Raspodela pritiska u mreži	48
4	SISTEMI PREDAVANJA TOPLOTE U PROSTORIJAMA	54
4.1	Granični uslovi	54
4.2	Dimenzionisanje sistema grejanja prostora	54
4.3	Proračunske temperature	54
4.4	Saveti za planiranje	55
4.5	Osnovi dimenzionisanja	55
4.6	Grejna tela kao razmenjivači toplote	57
4.7	Toplotna snaga sobnih grejnih tela	59
4.7.1	Nominalna toplotna snaga	59
4.7.2	Redukovana snaga grejnih tela	59
4.8	Površinsko grejanje i hlađenje	67
4.8.1	Zidno grejanje	73
4.8.2	Pribor za površinsko grejanje	73
4.8.3	Regulisanje površinskog grejanja i hlađenja	74
4.8.4	Instalacija	74
4.8.5	Proba pritiska i verifikacija	74
5	SISTEM ZA DISTRIBUCIJU TOPLOTNE ENERGIJE	81
5.1	Proračun	81
5.2	Smernice za planiranje i projektovanje	83
5.3	Distribucija toplotne energije u zgradama	84
6	SISTEM ZA SNABDEVANJE TOPLOTNOM ENERGIJE	85
6.1	Proračun sistema za snabdevanje toplotnom energijom	85
6.2	Proračun komponenti sistema grejanja	85
6.2.1	Toplotno opterećenje objekta Φ_n	85
6.2.2	Snaga sistema za grejanje	86
6.3	Proračun sistema za pijaću vodu	86

6.4	Sistemi ventilacije i klimatizacije	86
6.5	Drugi izvori toplote	87
6.6	Sistemi sa više grejnih jedinica	87
6.7	Kompaktne grejne stanice	87
6.8	Fabrički formirana rešenja za povezivanje i regulisanje	91
6.8.1	HerzCon	91
6.8.2	Distribucione stanice	93
7	REGULISANJE I HIDRAULIČNI SISTEM	94
7.1	Osnove, Pojmovi	94
7.1.1	Šta je regulisanje?	94
7.1.2	Proračun i uslovi	94
7.1.3	Šta je upravljanje?	96
7.1.4	Termostatski regulator, funkcija i tipovi	98
7.1.5	Regulacioni ventili, autoritet ventila	100
7.2	Regulisanje opterećenja	102
7.2.1	Regulisanje mešanja	102
7.2.2	Regulisanje protoka	104
7.2.3	Vrste upravljanja	106
7.3	Hidraulični cirkulacioni sistem i dimenzionisanje	108
7.3.1	Upravljanje prigušenjem	109
7.3.2	Povratna cirkulacija (distributivni cirkulacioni krug)	113
7.3.3	Sistemi distribucije vode sa prolaznim ventilom	116
7.3.4	Distributivni sistem sa trokrakim mešnim ventilom	119
7.3.5	Regulisanje dodavanja vode mešanjem	122
7.3.6	Dvostruki mešni sistem	124
7.3.7	Regulisanje preko hidraulične skretnice	127
7.4	Kriterijumi izbora regulacije grejnog sistema	131
7.4.1	Pravilno postavljanje senzora u prostoriji	131
7.4.2	Pravilno postavljanje spoljašnjeg senzora	131
7.4.3	Pravilno postavljanje merača protoka	132
7.5	Regulacija niskotemperaturnih sistema za grejanje	132
8	SPECIJALNE ARMATURE U SISTEMIMA ZA GREJANJE	133
8.1	Izbor regulacionih elemenata	133
8.1.1	Izbor izvršnih organa	133
8.1.2	Proračun ventila na osnovu karakteristika	134
8.1.3	Proračun dimenzije ventila (DN)	137
8.1.4	Karakteristika ventila	137
8.2	Armature za hidrauličko balansiranje	139
8.2.1	Statičko balansiranje	139

8.2.2	Dinamičko balansiranje	142
8.2.3	Prednameštanje termostatskih ventila sa termostatskom glavom	147
8.2.4	Izbor termostatskih ventila	148
8.2.5	Izbor i postavljanje senzora	150
8.2.6	Izbor pumpe i stvaranje buke	151
9	DIMENZIONISANJE CEVOVODA DVOCEVNIH GREJNIH SISTEMA	152
9.1	Metoda izbora brzine	152
9.2	Metoda usvajanja srednjih gubitaka usled trenja	154
9.3	Sila gravitacije u proračunima grejnih sistema sa vodom	155
9.4	Proračun paralelnih deonica	156
9.4.1	Princip hidraulične ravnoteže	156
9.5	Cevovodi sa zadatom pumpom	156
9.6	Postupak dimenzionisanja cevne mreže sa cirkulacionom pumpom	157
9.7	Radijatorski regulacioni ventili	161
9.8	Razdelnici i sabirnici	162
10	DIMENZIONISANJE CEVOVODA KOD JEDNOCEVNIH SISTEMA	164
10.1	Jednocevni zatvoreni sistemi grejanja	164
10.2	Specijalni ventili za jednocevne sisteme	169
11	HIDRAULIČKO BALANSIRANJE	171
11.1	Prednameštanje radijatorskih ventila	171
11.2	Regulisanje	173
11.2.1	Regulisanje radnog kruga	173
11.2.2	Proporcionalno balansiranje	174
12	OSIGURANJE KVALITETA	181

Oznake i jedinice⁴

Oznaka	Jedinica	Naziv	Oznaka	Jedinica	Naziv
A	m^2	Površina	R	$Pa \cdot m^{-1}$	Pad pritiska po metru cevi
c	$kJ \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$	Spec. toplotni kapacitet	R	$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$	Toplotna otpornost
D	m	Unutrašnji prečnik cevi	Re	-	Rejnoldsov broj
DN	mm	Nominalni prečnik (dijametar)	U	$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$	Koeficijent prolaza toplote (k)
H	mWS	Potisna visina	W	Nm	Rad
h	$kJ \cdot kg^{-1}$	Entalpija	w	$m \cdot s^{-1}$	Brzina
α	$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$	Koeficijent prelaza toplote	$Z, \Delta p_E$	Pa	Pad pritiska na deonici
k, ε	m	Hrapavost cevi	Δp	Pa	Diferencijalni pritisak, razlika pritisaka
k_v	$m^3 \cdot h^{-1}$	Karakteristika delimično otvorenog ventila	Δp_R	Pa	Pad pritiska u cevi
k_{vs}	$m^3 \cdot h^{-1}$	Karakteristika potpuno otvorenog ventila	Δp_V	Pa	Pad pritiska na ventilu
l	m	Dužina cevi	ΔT_{ln}	K	Logaritamski temperaturni višak
m	kg	Masa	ΔT_{ii}	K	Temperaturni višak
P	W	Snaga	$\Delta \theta$	K	Temperaturna razlika ($\theta_V - \theta_R$)
p	$Pa = N \cdot m^{-2}$	Pritisak	Φ, P	W	Toplotni fluks = Toplotna snaga (\dot{Q})
Q	J	Količina toplote	η	-	Stepen iskorišćenja
q	$W \cdot m^{-2}$	Gustina toplotnog fluksa	λ	$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$	Toplotna provodljivost
q_l	$W \cdot m^{-1}$	Redukovano toplotno opterećenje	ν	$m^2 \cdot s^{-1}$	Kinematska viskoznost
q_m	$kg \cdot s^{-1}$	Maseni protok (\dot{m})			
q_v	$m^3 \cdot h^{-1}$	Protok (\dot{V})			

¹ Jedinice koje se koriste u praksi prema ISO, EN i ÖNORM

θ_R	°C	Povratna temperatura (t_R)	ζ	-	Koeficijent otpora
θ_V	°C	Polazna temperatura (t_V)	$1/2 \rho \cdot w^2$	Pa	Dinamički pritisak po Prantl-u
ρ	kg.m ⁻³	Gustina			

Prefiksi - redovi veličina

Jedinice se mogu formirati sa prefiksima SI sistema

P	(Peta)	1.000.000.000.000.000	10 ¹⁵	
T	(Tera)	1.000.000.000.000	10 ¹²	(Bilion)
G	(Giga)	1.000.000.000	10 ⁹	(Millijarda)
M	(Mega)	1.000.000	10 ⁶	(Milion)
k	(Kilo)	1.000	10 ³	
h	(Hekto)	100	10 ²	
da	(Deka)	10	10 ¹	
		1		
d	(Deci)	0,1	10 ⁻¹	1/10
c	(Centi)	0,01	10 ⁻²	1/100
m	(Milli)	0,001	10 ⁻³	1/1.000
μ	(Mikro)	0,000.001	10 ⁻⁶	1/1.000.000

Važne konverzije

1 bar ≅ 10 mWS = 100 kPa

0,1 mbar ≅ 1 mmWS = 10 Pa

1 kcal ≅ 4,2 kJ

1 kcal = 4,1868 kJ ≈ 4,2 kJ

1 kWh ≅ 3600 kJ

$$1 \text{ kcal/h} = 1 \text{ kcal} \cdot \text{h}^{-1} = \frac{4,2 \cdot 1000}{3600} = 1,16 \text{ W}$$

Literatura

- /1/ Arbeitskreis der Dozenten für Klimatechnik, LEHRBUCH DER KLIMATECHNIK, Band 1: Grundlagen, 1974, Verlag C.F. Müller, Karlsruhe
- /2/ Arbeitskreis der Dozenten für Klimatechnik, LEHRBUCH DER KLIMATECHNIK, Band 2:, Berechnung und Regelung, 1976, Verlag C.F. Müller, Karlsruhe
- /3/ CERBE/HOFFMANN, Einführung in die Wärmelehre, 8. Auflage 1987, Verlag Hanser
- /4/ BRÜNNER, Zentralheizungsbauer, 8. Auflage 1995, Verlag Bohmann
- /5/ VISSMANN HEIZUNGS-HANDBUCH, 1987, Gentner Verlag
- /6/ H. ROOS, Hydraulik der Warmwasserheizung, 2. Auflage, 1994, Verlag Oldenbourg
- /7/ IHLE, Die Pumpen-Warmwasserheizung, Band 2, 3. Auflage, 1979, Verlag Werner
- /8/ DAS MUSS ICH WISSEN, Band 2, Verlag TOPOS
- /9/ CHRISTOPH SCHMID, Heizungs- und Lüftungstechnik, Bau und Energie, Leitfaden für Planung und Praxis, Band 5, 1992, Verlag der Fachvereine Zürich
- /10/ HEIZUNGSTECHNIK BAND I, Arbeitskreis der Dozenten für Heizungstechnik, Verlag Oldenbourg, 1980
- /11/ HEIZUNGSTECHNIK BAND II, Arbeitskreis der Dozenten für Heizungstechnik, Verlag Oldenbourg, 1980
- /12/ MUSTERPROJEKT FÜR DIE GEWERKE DER INSTALLATIONSTECHNIK UND FÜR DIE GESUNDHEITSTECHNIK, Heft 8a, Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten, 1986
- /13/ RECKNAGEL SPRENGER, SCHRAMEK, Heizung + Klimatechnik, Verlag Oldenbourg
- /14/ HELMKER, Waagrechte Einrohrheizung, 1966, Verlag Krammer
- /15/ PRAXISHANDBUCH HAUSTECHNIK, 1989, Verlag Bohmann
- /16/ HEIZUNGSANLAGEN, Handbuch zur Sanierung und Planung von Raumheizung und Warmwasserbereitung, 1986, Verlag Bohmann
- /17/ HEIZUNGSTECHNIK IN DER PRAXIS, Fachbuch für den Planer und Installateur, 1982, Schweizerische Aktionsgemeinschaft Sparsamer Heizen (ASH)
- /18/ DUBBEL, Techn. Handbuch des Maschinenbaus, 16. Auflage
- /19/ WAGNER Walter, Rohrleitungstechnik, 1996, Verlag Vogel
- /20/ BIRAL PUMPEN in der Gebäudetechnik, Peter Schneider
- /21/ Wilo Gesamtkatalog Gebäudetechnik
- /22/ Stelrad Technische Dokumentation

1 Osnovi

1.1 Osnovi termodinamike

1.1.1 Zakon održanja energije

Transformacije energije prema zakonima prirode sveobuhvatno je formulisao H.v.Helmholc (H.v.Helmholz, 1821-1894)

U zatvorenom sistemu ukupna količina energije je konstantna
 $W = \text{const.}$

H.v.Helmholc (1821-1894) Nemački fiziolog i fizičar

Energija može biti samo prevedena iz jednog u drugi oblik. Prema tom fizičkom principu nije ispravno reći proizvođač toplote već toplotni pretvarač, odnosno potrošnja energije umesto korišćenje energije.

Toplotna energija je vid energije i označava se još kao i količina toplote Q . Jedinica mere toplotne energije Q je Džul (J). U praksi je takođe vrlo često, iz praktičnih razloga u upotrebi kilovat-čas (kWh)

1.1.2 Prvi zakon termodinamike (za zatvoreni sistem)

Deo energije koji je doveden u sistem akumulira se u vidu unutrašnje energije ΔU . Ovo povećanje unutrašnje energije ΔU odražava se povećanjem temperature ili promenom agregatnog stanja. Preostali deo energije Q se transformiše u mehanički rad W .

$$Q \Rightarrow \Delta U + W$$

Toplotna energija dovedena u zatvoreni sistem jednaka je zbiru promene unutrašnje energije i izvršenog rada.

1.1.3 Toplotni kapacitet Q_i

Toplotni kapacitet je količina toplote koja je potrebna da se izvrši jedinična promena temperature θ tela određene mase, količina toplote = toplotna energija (u odnosu na 0°C).

$$Q_i = m \cdot c \cdot \theta$$

Gde su:

Q_i	kJ	Toplotni kapacitet
m	kg	Masa
c	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	Spec. Topl. kapacitet (ranije specifična toplota)
θ	K	Temperatura

Tabela 1-1: Specifični toplotni kapacitet c

Specifični toplotni kapacitet između 0°C i 100°C	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	$\text{Wh} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
Voda	4,20	1,163
Bakar	0,385	0,105
Aluminium	0,904	0,252
Čelik, Železo	0,465	0,128
Zid od pune cigle	0,84	0,236
Mineralno ulje	2,00	0,560
Vazduh	1,00	0,280

Specifični toplotni kapacitet c je količina toplote koja je potrebna da se masa od 1 kg zagreje za 1 K. Specifični toplotni kapacitet se menja sa promenom temperature.

Razmena toplote i temperatura mešanja

Kada su toplo i hladno telo u kontaktu, toplo telo predaje energiju hladnom telu sve dok se ne izjednači temperatura oba tela. Pri tome će potpuna termodinamička ravnoteža termoizolovanog sistema biti ostvarena na temperaturi mešanja θ_m .

$$m_1 \cdot c_1 \cdot \theta_1 + m_2 \cdot c_2 \cdot \theta_2 = (m_1 \cdot c_1 + m_2 \cdot c_2) \theta_m$$

ili

$$m_1 \cdot c_1 \cdot (\theta_1 - \theta_m) = m_2 \cdot c_2 \cdot (\theta_m - \theta_2)$$

termodinamičke procese preferira upotreba mere džul u sekundi (J/s), dok se za vršenje mehaničkog rada koristi brzina pomeranja napadne tačke sile (Nm/s).

Snaga je količnik rada i vremena: što je kraće vreme izvršenja rada, utoliko je veća snaga

$$\text{Snaga} = \frac{\text{Rad}}{\text{Vreme}} ; P = \frac{W}{t}$$

1.1.4 Jednačina prvog zakona termodinamike

Količina toplote ne može biti izmerena direktno; moguće je tačno izmeriti masu tela i temperaturu pre i posle zagrevanja (hlađenja). Uz pomoć specifičnog toplotnog kapaciteta, primljena (predata) količina toplote može biti izračunata.

Promena temperature $\Delta\theta$ izazvana primljenom (ili predatom) količinom toplote $c = \text{const}$:

$$\Delta Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

Gde su:

Q	kJ	Količina toplote
m	kg	Masa
c	kJ.kg ⁻¹ .K ⁻¹	Spec. topl. kapacitet
$\Delta\theta$	K	Temperaturna razlika

1.1.5 Snaga P

Jedinica: W (vat) = J.s⁻¹

1 W jednak je ravnomernoj razmeni energije za 1 J za vreme od jedne sekunde.

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J.s}^{-1} = 1 \text{ N.m.s}^{-1}$$

Ove su jedinice u suštini jednake i mogu biti upotrebljavane bez ograničenja; na primer vat kao mera angažovane električne energije u elektrotehnici odgovara količini razmenjene toplote u termodinamici, pri čemu se za

Rad	$N.m = J$	Džul
Snaga	$\frac{J}{s} = W$	Vat

1.1.6 Količina razmenjene toplote = Toplotni fluks Φ

$$\text{Toplotni fluks} = \frac{\text{Kolicina toplote}}{\text{vreme}}$$

$$\Phi = \frac{dQ}{dt} = \frac{m \cdot c \cdot \Delta\theta}{t} = q_m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

Odavde sledi da se može primenjivati toplotni fluks \dot{Q} ili P .

1.1.7 Maseni protok q_m u zavisnosti od toplotnog fluksa Φ

IU sistemima za grejanje biće neophodno odrediti maseni protok u cevovodu i grejnim telima, isto kao i maseni protok pumpe q_m na osnovu poznatog toplotnog fluksa Φ temperaturne razlike $\Delta\theta$.

$$q_m = \frac{\Phi}{c \cdot \Delta\theta}$$

$$q_m = \frac{\Phi \cdot 3600}{c \cdot \Delta\theta} \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$$

Gde su:

q_m	kg.s ⁻¹	Maseni protok
Φ	kW	Toplotni fluks = toplotna snaga P
c	kJ.kg ⁻¹ .K ⁻¹	Spec. topl. kapacitet
$\Delta\theta$	K	Temperaturna razlika ($\theta_V - \theta_R$)

Za određivanje masenog protoka \dot{m} i zapreminskog protoka \dot{V} koristi se obrazac:

$$\dot{m} = \frac{P}{c \cdot \Delta t}$$

Pri čemu je

$$\text{gustina } \rho = \frac{\text{masa}}{\text{zapremina}} = \frac{m}{V} = \frac{q_m}{q_v} \quad \text{u } \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

dok je

$$\text{zapreminski protok } q_v = \frac{q_m}{\rho} \quad \text{u } \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Napomena:

Za gustinu vode u termodinamičkim proračunima usvaja se vrednost $\rho = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, odnosno 1 l = 1 kg

Primer: Maseni protok kroz cevovod, toplotni fluks

Kroz vod A sistema za grejanje toplom vodom mora proteći toplotni fluks 30 kW da bi ostvario pad temperature na grejnim telima od $\Delta\theta = 20 \text{ K}$ Koji je maseni (zapreminski) protok potreban za ostvarenje pada temperature?

$$q_m = \frac{\Phi}{c \cdot \Delta\theta} = \frac{30}{4,2 \cdot 20} = 0,357 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1} = 1286 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$$

ili

$$q_m = \frac{30000}{1,16 \cdot 20} = 1286 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$$

Za temperaturu vode od 80°C gustina je $\rho = 971,6 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

pa će protok iznositi

$$q_v = \frac{q_m}{\rho} = \frac{1286}{971,6} = 1,32 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

1.1.8 Stepen korisnog dejstva η

Stepen iskorišćenja (korisnog dejstva) pokazuje koliko je rada (energije) iskorišćeno u odnosu na ukupno uloženi rad.

$$\text{Stepen korisnog dejstva} = \frac{\text{koristan rad}}{\text{ulozeni rad}} = \frac{\Phi_{ab}}{\Phi_{zu}} = \frac{P_{ab}}{P_{zu}}$$

1.1.9 Efikasnost η_N

Pod pojmom efikasnosti podrazumeva se odnos između isporučene (upotrebjive) i iskorišćene energije u posmatranom sistemu.

Na primer: Koliko je angažovane energije izvršilo koristan rad za određenu svrhu.

$$\eta_N = \frac{\text{korisna energija}}{\text{uložena energija}} = \frac{Q_{kor}}{Q_{ul}}$$

1.1.10 Prenos toplote

Toplota se odaje kroz zidove procesom prolaženja toplote, koji je neophodno razumeti. Prenos toplote se određuje preko:

- koeficijenta prelaza toplote α_i = unutrašnja konvekcija
- provođenja toplote kroz zid (λ/d)
- koeficijenta prelaza toplote α_e = spoljašnja konvekcija

Jednačina za određivanje prenosa toplote kroz glatki zid važi pod pretpostavkom stacionarnog, jednodimenzionog toplotnog fluksa.

Za višeslojno građevinsko konstruktivno rešenje, ukupan otpor prolaženju toplote R određuje se kao zbir otpora svih slojeva - otpora provođenju toplote R_λ svih slojeva i otpora prolaza toplote R_i sa unutrašnje, odnosno R_e sa spoljašnje strane

$$R = R_i + \sum R_\lambda + R_e = \frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_e} = \frac{1}{U}$$

Gde su:

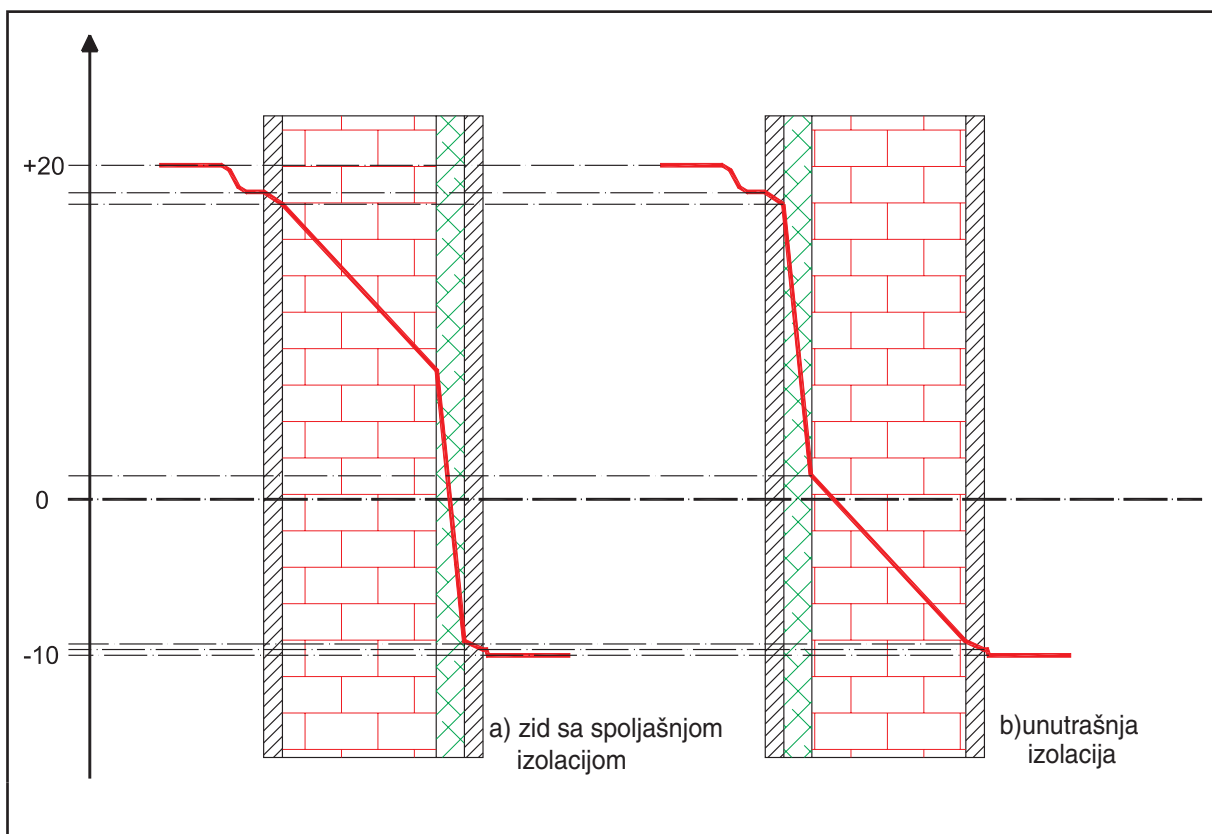
R $\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ otpor prolazu toplote $R = 1/U$

R_i	$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$	otpor prelazu toplote sa unutrašnje strane
R_λ	$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$	otpor svih slojeva provođenju toplote $R_\lambda = d/\lambda$
R_e	$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$	otpor prelazu toplote sa spoljašnje strane
α_i	$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$	koeficijent prelaza toplote sa unutrašnje strane
α_e	$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$	koeficijent prelaza toplote sa spoljašnje strane
d	m	debljina sloja
λ	$\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	koeficijent provođenja toplote
U	$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$	koeficijent prolaza toplote (ranije k)

Još uvek su u upotrebi oznake k za U i \dot{Q} za $\Phi = P$.

Koeficijent prolaza toplote U se dobija kao recipročna vrednost otpora prolazu toplote R .

Na slici 1-1 prikazan je raspored temperatura u zidu.



Slika 1-1 Temperaturna raspodela u izolovanom zidu sa (a) unutrašnjom i (b) spoljašnjom izolacijom

Toplotni fluks kroz glatki zid, pri stacionarnim uslovima, zavisi od površine zida A i razlike između unutrašnje i spoljašnje temperature (ne temperature površina zida).

$$\Phi_o = P_o = U \cdot A \cdot (\theta_i - \theta_e) = L \cdot \Delta\theta$$

Gde su:

Φ_o, P_o	W	Prenos toplote, toplotni fluks
U	W.m ⁻² K ⁻¹	Koeficijent prolaženja toplote
A	m ²	Površina zida
θ_i	K	Unutrašnja temperatura
θ_e	K	Spoljašnja temperatura
$L=U \cdot A$	W.K ⁻¹	Provodljivost

$$w = \frac{q_v}{A} = \frac{q_v \cdot A}{D^2 \cdot \pi}$$

Gde su:

w	m.s ⁻¹	Brzina
A	m ²	Površina poprečnog preseka
D	m	unutrašnji prečnik cevi
q_v	m ³ .s ⁻¹	Protok
q_m	kg.s ⁻¹	Maseni protok

Za slučaj promene površine prečnika cevi sa A_1 na A_2 kao što je prikazano na slici 1-2 i za $\rho = \text{const.}$ važi:

$$q_v = w_1 \cdot A_1 = w_2 \cdot A_2$$

1.2 Osnovi mehanike fluida (Hidraulika)

1.2.1 Jednačina kontinuiteta

Pri stacionarnom proticanju fluida kroz cev maseni protok je konstantan

$$q_m = \rho \cdot w \cdot A = \text{const.}$$

U slučaju strujanja nestišljivog fluida ($\rho = \text{const.}$) zapreminski protok je konstantan.

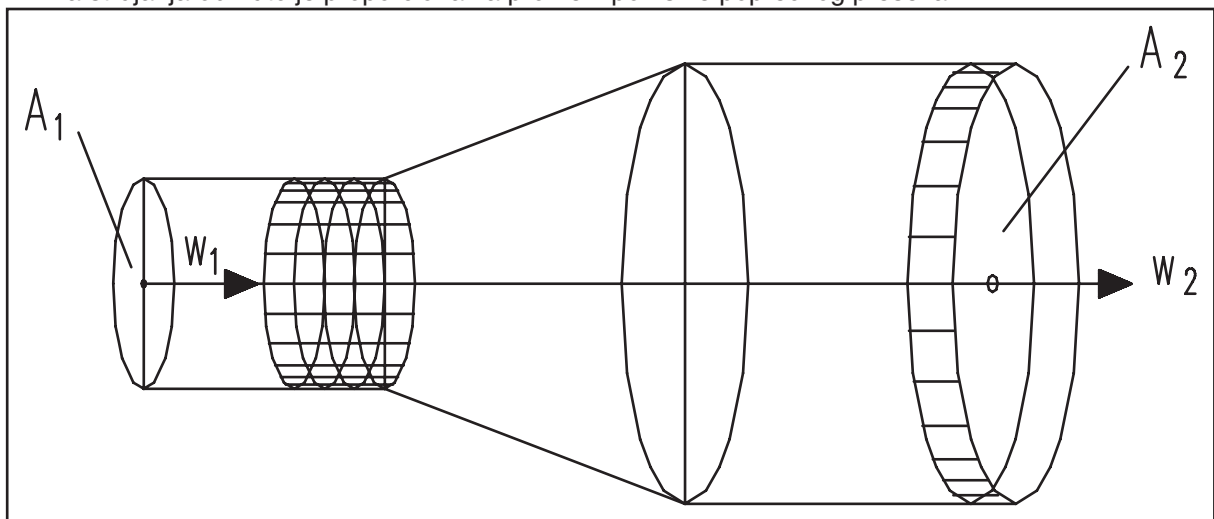
$$q_v = w \cdot A = \text{const.}$$

Brzina fluida u cevi unutrašnjeg prečnika D izračunava se preko obrasca

Jednačina kontinuiteta se može zapisati i u obliku:

$$\frac{w_1}{w_2} = \frac{A_2}{A_1}$$

Brzina strujanja obrnuto je proporcionalna promeni površine poprečnog preseka:.



Slika 1-2 Cev promenljivog poprečnog preseka

1.2.2 Dinamički pritisak p_d

Pri mirovanju fluid poseduje statički pritisak (rezervoar gasa) dok pri kretanju ima statičku (strujnu) i dinamičku komponentu.

Zbir ova dva pritiska daje totalni ili zaustavni pritisak. Pri kretanju aviona njegov vrh njuške trpi totalni pritisak, jer je u toj tački brzina strujanja fluida jednaka nuli i sva kinetička energija pretvorena u potencijalnu zapravo predstavlja dinamičku komponentu totalnog (zaustavnog pritiska).

Jedinica mere za pritisak p je Paskal (Pascal) u oznaci Pa.

$$1 \text{ bar} = 10^3 \text{ mbar} = 10^5 \text{ Pa}$$

Stare jedinice:

Tehnička atmosfera

$$1 \text{ at} = 9,80665 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

Fizička atmosfera

$$1 \text{ atm} = 1,033 \text{ at} = 101,3 \text{ kPa} = 760 \text{ Torr}$$

$$p_d = \frac{\rho}{2} w^2$$

Gde su:

p_d	Pa	Dinamički pritisak
ρ	$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$	Gustina
w	$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	Brzina

Ova veličina označava se kao Prantlov pritisak

1.2.3 (Hidro) statički pritisak p_{st}

Strujni pritisak (statička komponenta ukupnog pritiska) pri strujanju fluida kroz cevi deluje na zidove cevi odnosno pravac sile koja je posledica strujnog pritiska na površinu cevi normalan je na pravac strujanja fluida.

Pri mirovanju fluida statički pritisak je jednak zbiru pritiska stuba tečnosti i pritiska sistema.

$$p_{st} = \rho \cdot g \cdot h + p_{sjs}$$

Gde su:

p_{st}	Pa = N.m ⁻²	Statički pritisak
ρ	kg.m ⁻³	Gustina
g	m.s ⁻²	Ubrzanje zemljine teže = 9,81 m/s ²
h	m	Visina vodenog stuba
p_{sys}	Pa = N.m ⁻²	Pritisak u sistemu

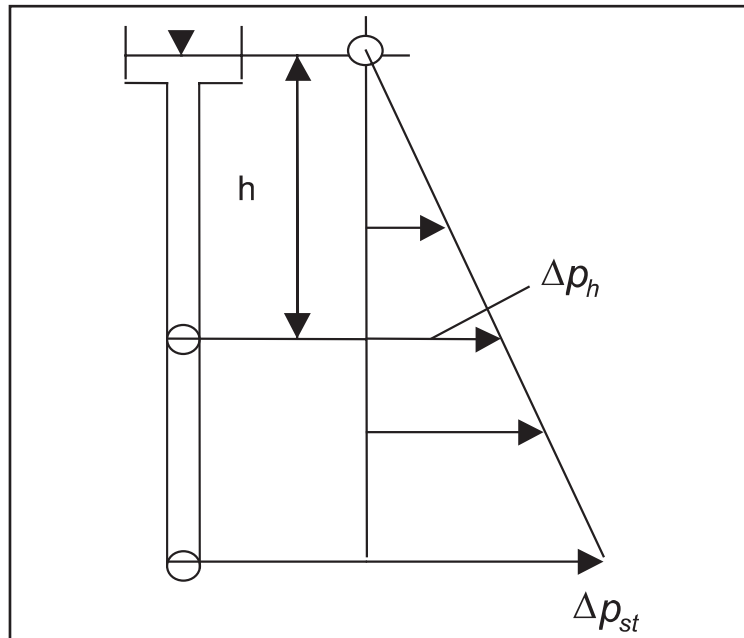
$$p_{st ges} = p_{st} + p_o$$

Gde su:

$p_{st ges}$	Pa = Nm ⁻²	Ukupan statički pritisak (apsolutni pritisak)
p_{st}	Pa = Nm ⁻²	statički pritisak
p_o	Pa = Nm ⁻²	atmosferski pritisak

Hidrostatički pritisak Δp_h menja se linearno sa promenom visine h (Slika 1-3)

Ukupan statički pritisak (apsolutni pritisak) jednak je zbiru statičkog pritiska p_{st} i spoljašnjeg pritiska p_o



Slika 1-3 Hidrostatički pritisak

Primer: Izračunavanje pritiska

Izračunati pritisak vodenog stuba na unutrašnji zid cevi, ako visina h od slobodne površine tečnosti u otvorenom rezervoaru iznosi 10 m.

$$p_{st} = \rho \cdot g \cdot h = 1000 \cdot 9,81 \cdot 10 = 9,81 \cdot 10^4 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}\text{s}^{-2} = 9,81 \cdot 10^4 \text{ Pa} = 0,981 \text{ bar} \sim 1 \text{ bar}$$

Sa druge strane na sistem deluje atmosferski pritisak p_{amb} , kao natpritisak. Atmosferski pritisak za 400 m nadmoske visine iznosi

$$p_{amb} = 0,96 \text{ bar:}$$

$$p_{abs} = p_{st} + p_{amb} = 98,1 \text{ kPa} + 96,0 \text{ kPa} = 98,1 + 96 = 194,1 \text{ kPa} = 1,94 \text{ bar}$$

Napomena:

10 metara vodenog stuba stvara hidrostatički pritisak od 10 mWs = 1 bar = 100 kPa.

Ukupni pritisak

$$P_{tot} = P_d + P_{st}$$

Označava se takođe kao radni pritisak u mašinskim sistemima. To je pritisak u određenoj tački prilikom rada sistema.

1.2.4 Hidraulični i ekvivalentni prečnik

Za potrebe proračuna usvojicemo da se strujanje kroz cevi proizvoljnog poprečnog preseka odvija približno isto kao i kod cevi kružnog poprečnog preseka.

Hidraulični prečnik

Za cevovode i kanale sa poprečnim presekom koji odstupa od kružnog, veoma je praktično, u saglasnosti sa otporima turbulentnog strujanja za poprečni presek D usvojiti hidraulični ekvivalentni prečnik d_h

$$d_h = \frac{4A}{U}$$

Gde su:

d_h	m	Hidraulični prečnik
A	m ²	Površina poprečnog preseka
U	m	Obim cevi okvašen fluidom

Kod cevi sa kružnim poprečnim presekom, hidraulični prečnik jednak je unutrašnjem prečniku cevi $d_h = D$.

Kod cevi sa pravouglim poprečnim presekom (pravougaonik sa stranicama a i b važi:

$$d_h = \frac{4ab}{2(a+b)} = \frac{2ab}{a+b}$$

Za kvadratni poprečni presek dimenzije a je:

$$d_h = 4a^2 / 4a = a$$

$$d_h = \frac{4a^2}{4a} = a$$

Pravougaoni kanal sa hidrauličnim prečnikom d_h pravi isti otpor kretanju fluida kao i cev kružnog poprečnog preseka stvarnog unutrašnjeg prečnika pri **istim brzinama strujanja fluida**.

Stvarna brzina strujanja w_{tat} kroz odgovarajući poprečni presek A izračunava se preko obrasca:

$$w_{tat} = \frac{q_v}{A}$$

Gde su:

w_{tat}	m.s ⁻¹	Brzina
q_v	m ³ .s ⁻¹	Protok
A	m ²	Referentna površina poprečnog preseka

Primera: Cev sa pravougaonim poprečnim presekom

Izračunati maseni protok i hidraulični prečnik cevi za deonicu sa cevima pravougaonog oblika dimenzija 40 x 60 mm.

Deblina zida $s = 2 \text{ mm}$
 Poprečni presek $A = 36 \times 56 = 2016 \text{ mm}^2 = 0,002 \text{ m}^2$
 Obim $U = (36 + 56) \cdot 2 = 184 \text{ mm} = 0,184 \text{ m}$

$$d_h = \frac{4 \cdot A}{U} = \frac{4 \cdot 0,002}{0,184} = 0,0435 \text{ m}$$

Pri stvarnoj brzini strujanja od $w = 2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ maseni protok će biti:

$$q_m = A \cdot w \cdot \rho = 0,002 \cdot 2 \cdot 1000 = 4 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1} = 14400 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$$

Na osnovu d_h i totalne brzine strujanja fluida, preko dijagrama za pravougaoni poprečni presek, određujemo gubitke usled trenja fluida u cevi R .

Ekvivalentni prečnik

Ekvivalentni prečnik d_g se najčešće upotrebljava kod proračuna vazдушnih deonica sa pravougaonim poprečnim presekom.

Kanal sa pravougaonim poprečnim presekom ekvivalentnog prečnika d_g pravi gubitke pritiska jednako kao i glatka cilindrična cev prečnika **pri istom zapreminskom protoku**.

$$d_g = \sqrt[5]{\frac{32}{\pi^2} \frac{a^3 b^3}{a+b}} = 1,27 \sqrt[5]{\frac{a^3 b^3}{a+b}}$$

Ekvivalentni prečnik d_g se primenjuje kada je poznat pad pritiska, npr. prilikom proračuna dužina deonica u okviru sistema kanala za klimatizaciju pod visokim pritiskom.

Korišćenjem odgovarajuće tabele, preko d_g potrebno dimenzionisanje kanala pravougaonog profila može biti izvršeno mnogo jednostavnije.

1.2.5 Rejnoldsov (Reynold) broj

Rejnoldsov broj je bezdimenziona veličina kojom je opisana karakteristika strujanja fluida. Strujanja u cevovodu su jednaka ako imaju jednak Rejnoldsov broj Re .

$$Re = \frac{w \cdot D}{\nu}$$

Gde su:

w	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Brzina
D	m	Unutrašnji prečnik cevi
ν	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$	Kinematička viskoznost

Za vodu:

10 °C	$\nu = 1,31 \cdot 10^{-6}$	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$
80 °C	$\nu = 0,37 \cdot 10^{-6}$	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$

Za lož-ulje (ekstra lako):

20 °C	$\nu = 6,00 \cdot 10^{-6}$	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$
-------	----------------------------	----------------------------------

Za vrednosti Rejnoldsovog broja $Re \leq 2320$ (praktično 3000) strujanje je **laminarno**, to jest profil brzina strujanja fluidnih delića unutar cevi je paraboloidnog oblika.

Kada je Reynoldsov broj pređe vrednost $Re = 2320$ strujanje postaje **turbulentno**.

U inženjerskim proračunima se pod turbulentnim strujanjem smatra kretanje fluidnih delića u različitim pravcima, a problem se razmatra kao ravanski profil brzina.

Raspored brzina je „ravniji“ što je veći reynoldsov broj.

1.2.6 Trenje u pravim cevima

Za proračun padova pritiska Δp_R strujanje fluida u kružnim, pravim cevima date dužine koristi se sledeći izraz:

$$\Delta p_R = R \cdot l = \lambda \frac{l}{D} \frac{\rho}{2} w^2$$

Gde su:

Δp_R	Pa	Pad pritiska u cevi
R	$\text{Pa} \cdot \text{m}^{-1}$	Pad pritiska po metru cevi= Otpor strujanju u cevi
l	m	Dužina cevi
λ	-	Koeficijent trenja u cevi
D	m	Unutrašnji prečnik cevi
ρ	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	Gustina
w	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Brzina
$1/2 \rho w^2$	Pa	Prantlov pritisak

Vrednost R -Wert u Pa/m označava pad pritiska po metru cevi i takođe se naziva specifični otpor trenja cevi. Njegove vrednosti se prikazuju tabelarno ili preko dijagrama..

1.2.7 Koficijent trenja cevi u hidraulici

Koeficijent trenja u cevi λ je bezdimenziona veličina i zavisi od hrapavosti cevi k u mm, oblika strujanja (Re) temperature fluida.

Uobičajene vrednosti:

$\lambda = 0,02 \dots 0,05$ sa strujanje vode

Za laminarno strujanje ($Re < 2320$) koeficijent trenja cevi se izračunava prema obrascu:

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

Za izračunavanje koeficijenta trenja λ za hrapave cevi pri turbulentnom strujanju koristi se obrazac po Kolbruku (COLEBROOK)

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left[\frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda}} + 0,27 \frac{k}{d_h} \right]$$

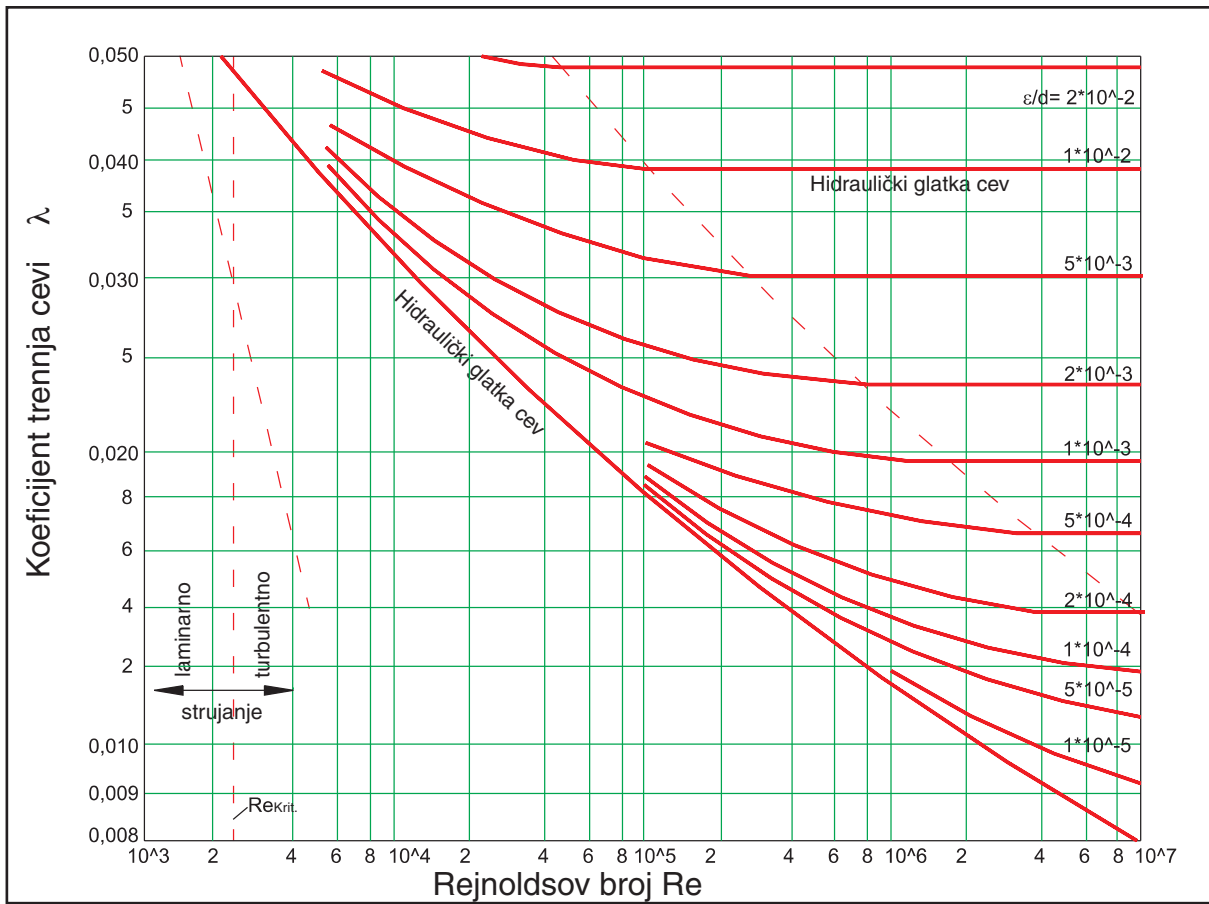
Gde su:

λ	-	Koeficijent trenja u cevi
k	m	Hrapavost cevi
d_h	m	Hidraulični prečnik
Re		Reynoldsov broj

Tab. 1-2 Apsolutna hrapavost k za različite cevi

	mm
vučene cevi (npr..Cu)	0,0013 ... 0,0015
Čelične cevi (nove)	0,045
Čelične cevi - korodirane	0,15 ... 0,2
Čelične cevi - intenzivno korodirane	1,0 ... 3,0
Plastika	0,0015 ... 0,0070

Koeficijent λ -može biti određen sa dijagrama (slika 1-4)



Slika 1-4 Koeficijent trenja λ za cevi

1.2.8 Pad pritiska usled otpora trenja u cevovodu

Dodatni gubici pritiska pri proticanju kroz armature, spojnice, aparate i slično moraju biti uzeti u obzir.

Ovi gubici su proporcionalni dinamičkom pritisku pri srednjoj brzini strujanja i mogu biti određeni uz pomoć koeficijenta otpora ζ .

Pad pritiska se tada izražava kao:

$$\Delta p_E = Z = \sum \zeta \frac{\rho}{2} w^2$$

Gde su:

Δp_E	Pa	Pad pritiska usled lokalnih otpora (Z)
ζ	-	Koeficijent otpora
ρ	kg.m ⁻³	Gustina (za vodu $\rho \approx 1,000 \text{ kg.m}^{-3}$)
w	m.s ⁻¹	Brzina

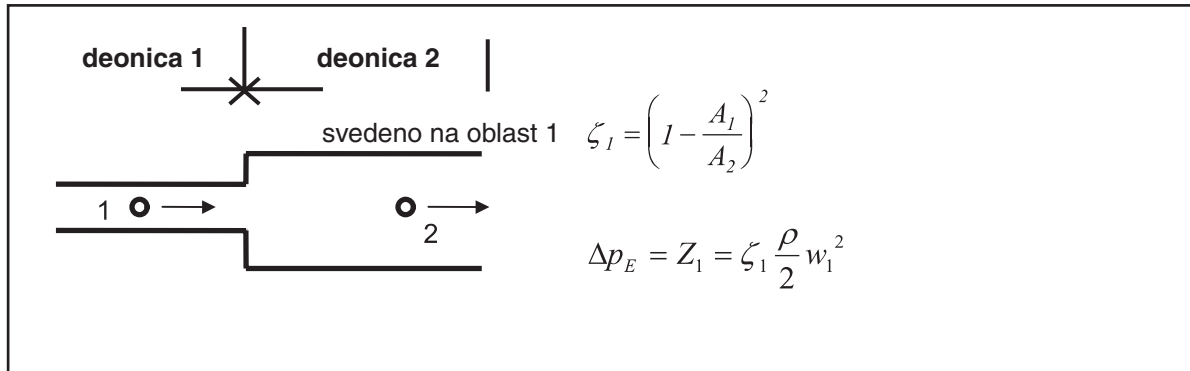
Brzina se izračunava preko jednačine kontinuiteta ili se određuje pomoću podataka iz tabela.

Armature, spojevi, rezervoari, aparati i sl. prouzrokuju gubitke usled trenja, odnosno gubitke usled promene pravca proticanja i mogu biti zajednički obuhvaćeni preko koeficijenta otpora

Pored toga mora biti uzeta u obzir brzina strujanja (videti tabelu koeficijenta lokalnih otpora u prilogu)

Primeri sistema sa lokalnim otporima

a) Diskontinuitet poprečnog preseka



Slika 1-5 Otpor usled proširenja cevi

Pad pritiska se u osnovi dešava pod zajedničkim uticajem različitih brzina kretanja fluida i različitih pravaca kretanja fluidnih delića

b) Proticanje kroz račvu

Prolazak kroz račvu pojavljuje se u slučajevima pražnjenja (smanjenje) ili snabdevanja (povećanje). Razdeljivanjem ili sabiranjem mase fluida u strujanju kroz odvod (odliv) ili dovod (priliv) dolazi do gubitaka pritiska glavnog toka.

Koeficijent otpora strujanju ζ zavisi od više faktora:

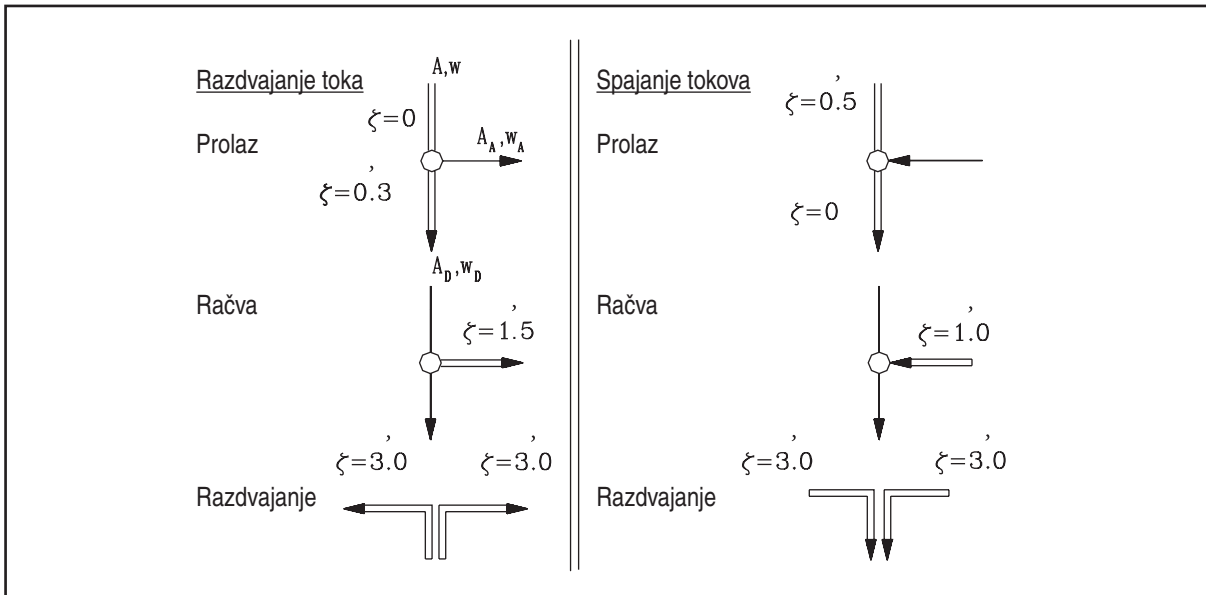
- Od oblika poprečnog preseka cevi (kružni ili pravougaoni),
- Karakteristika poprečnog preseka A/A_A odn. A/A_D ,
- Brzinske karakteristike w/w_A odn. w/w_D ,
- Ugla račvanja β i
- Oblika račve (npr. konusna).

Ovi faktori moraju biti uzeti u obzir pri određivanju veličine ζ -vrednosti.

Pri izračunavanju gubitaka pritiska mora se obratiti pažnja na koji se dinamički pritisak odnosi vrednost koeficijenta ζ ; na brzinu strujanja w ispred račve, ili na brzinu strujanja u račvi. w_A . Pri likom sabiranja protoka vrednosti koeficijenta ζ mogu biti čak i negativne, to jest, ako protok na ulazu sastoji od protoka sa velikom energijom. Gubici u račvi mogu biti umanjeni konusnim prelazom i dodatno, boljim zaobljenjem spoja cevi i račve.

Razdeljivanje protoka račvom u obliku krivine (kolena), za razliku od račvi pod uglom od 90° , rezultuje umanjnim gubicima.

Pod normalnim uslovima vrednosti mogu biti određivane sa slike 1-6. Za gubitke u razvodniku koeficijent $\zeta = 0,5$ za sabirni kolektor može usvojiti da je $\zeta = 1,0$, dok će odgovarajući poprečni presek biti određen iteracijom.



Slika 1-6 Koeficijent otpora račun/kolektor za prave T-priključke

c) Kalorimetar

Za merenje utroška toplotne energije koriste se kalorimetri koji se ugrađuju kod potrošača. Pre svakog kalorimetra ugrađuje se hvatač nečistoća na rastojanju od 5D do 8D a iza njega 2D do 3D. Ako je moguće, prilikom postavljanja senzora koristiti luk sa potopljenom čaustom postavljen suprotno od smera strujanja grejnog medijuma. Gubitak pritiska na kalorimetru deklarisan je u specifikaciji proizvođača.

d) Grejna tela

Za pad pritiska na cevastim ili pločastim grejnim telima, konvektorima sa malom brzinom strujanja grejnog medijuma, usvaja se vrednost $\zeta = 2,5$. Pad pritiska na grejnim telima u Pa iznosi:

$$\Delta p = \zeta \cdot \frac{\rho}{2} \cdot w_H^2$$

w_H je brzina vode na ulaznom preseku (npr. DN 20 prema ÖNORM M 5611 za cevi srednje tvrdoće sa navojem), a ne brzina strujanja u cevi. Za ispravno izvođenje proračuna potrebno je posebno razmotriti svaki grejni element. Grejni elementi sa izuzetno malim poprečnim presekom na mestima proticanja medijuma moraju biti uzeti u obzir pažljivo na osnovu dijagrama proizvođača..

e) Cevi za podno i zidno grejanje

Pad pritiska na cevnoj mreži dužine l može biti izračunat. Vrednosti R -date su tabelarno u tehničkoj dokumentaciji proizvođača.

$$\Delta p_{FB} = R \cdot l$$

f) Izmenjivači toplote, kaloriferi i solarni kolektori

Uopšteno važi::

Pad pritiska Δp_N e određuje iz tehničke dokumentacije na osnovu nominalnog zapreminskog protoka q_{vN} .

Stvarni pad pritiska Δp_2 proporcionalan je kvadratu količnika zapreminskih protoka q_{v2} :

$$\Delta p_2 = \Delta p_N \left(\frac{q_{v2}}{q_{vN}} \right)^2$$

Primer: Pad pritiska na vazdušnom izmenjivaču toplote

Izmenjivač toplote prema proizvođačkoj specifikaciji izaziva pad pritiska = gubitak pritiska od 1,2 mWS pri nominalnom protoku od 3,2 m³.h⁻¹.

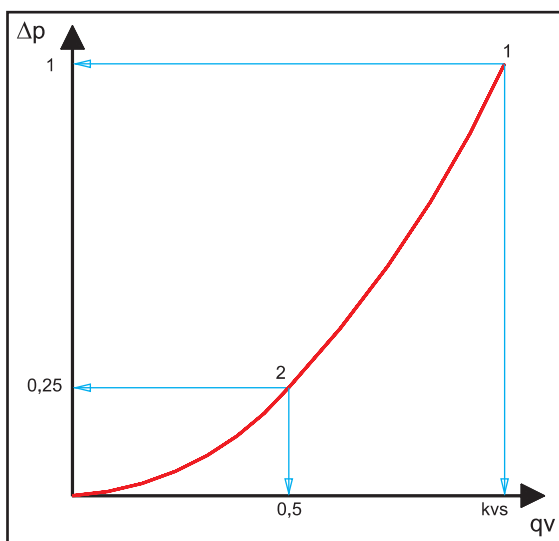
Pronaći gubitak pritiska na izmenjivaču pri protoku od 5 m³.h⁻¹.

$$\Delta p_2 = \Delta p_N \left(\frac{q_{v2}}{q_{vN}} \right)^2 = 1,2 \left(\frac{5}{3,2} \right)^2 = 2,93 \text{ mWS}$$

1.2.9 Pad pritiska na regulacionim ventilima i izvršnim elementima upravljačkog sistema

Promena protoka vode kroz sistem takođe izaziva promenu gubitaka pritiska.

Pad pritiska na regulacionim ventilima ili ventilima sa pretpodešavanjem može biti grafički prikazan na dijagramu, linijom pada pritiska (Slika 1-7).



Slika 1-7 Linija pada pritiska

Karakteristika ventila (kapacitet protoka) k_v prikazuje zapreminski protok vode q_v u m³.h⁻¹ pri kome dolazi do pada pritiska za 1 bar (prema VDI/VDE - 2173).

$$k_v = \frac{q_v}{\sqrt{\Delta p_V}}$$

Za $\rho \neq 1000$ npr. lako ulje

$$k_v = q_v \sqrt{\frac{\rho}{\Delta p_V}}$$

k_v -vrednost predstavlja protok kroz regulacioni element u m³/h, koji pri određenoj otvorenosti ventila (nominalna otvorenost H) izaziva pad pritiska od 1 bar = 100 kPa. k_{vs} -vrednost se odnosi na otvorenost H100, to jest pri 100% otvorenosti ventila.b.

Za $q_{v1} = k_{vs}$ i $\Delta p_1 = 1$ bar pad pritiska na ventilima biće

$$\frac{\Delta p_2}{\Delta p_1} = \left(\frac{q_{v2}}{q_{v1}} \right)^2$$

gde je

$$\Delta p_V = \left(\frac{q_v}{k_{vs}} \right)^2 \text{ bar gde je } q_v \text{ u m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

ili

$$\Delta p_V = 100 \left(\frac{q_v}{k_{vs}} \right)^2 \text{ kPa za } q_v \text{ u m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

Pad pritiska na ventilu može biti izračunat preko koeficijenta otpora ζ svedenog na poprečni presek otvora ventila kao::

$$\Delta p_V = \zeta \frac{\rho}{2} w^2 = 10^5 \left(\frac{q_v}{k_{vs}} \right)^2 \text{ u Pa}$$

Gde su:

ζ	-	Koeficijent otpora
ρ	kg.m ⁻³	Gustina
w	m.s ⁻¹	Brzina na ulazu
q_v	m ³ .h ⁻¹	Zapreminski protok
k_{vs}	m ³ .h ⁻¹	Karakteristika potpuno otvorenog ventila
Δp_V	bar	Pad pritiska na ventilu

Pad pritiska ne zavisi od poprečnog preseka otvora ventila pri fiksnoj vrednosti karakteristike ventila k_{vs} .

Primer: Regulatorni ventil

Izvršiti izbor regulatornog ventila za pad pritiska Δp_V pri protoku q_v .

Pad pritiska na ventilu $\Delta p_V = 5 \text{ kPa} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ bar}$

Zapreminski protok $q_v = 1,5 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

$$k_V = \frac{q_v}{\sqrt{\Delta p_V}} = \frac{1,5}{\sqrt{5 \cdot 10^{-2}}} = 6,7 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

izabrano $k_{vs} = 6$ (videti dijagram)

Ukupan pad pritiska iznosi:

$$\Delta p_V = 100 \left(\frac{q_v}{k_{vs}} \right)^2 = 100 \left(\frac{1,5}{6,3} \right)^2 = 5,7 \text{ kPa}$$

Primer: Izračunavanje pada pritiska na radijatorskom ventilu

Odrediti pad pritiska radijatorskim ventilima za brzinu strujanja vode w u srednje mekim cevima prema DIN 2440 (Önorm m 5611). Ako je medijum voda, onda važi:

$$\Delta p_V = \zeta \frac{\rho}{2} w^2 = \zeta 500 \cdot w^2 \quad \text{u Pa}$$

Za druge tipove priključaka npr. od plastike, pad pritiska se mora odrediti preko k_v -vrednosti.

Očitane vrednosti pojedinačnih otpora u ovom slučaju ne mogu biti primenjene.

Herz AS Nr. 6823 Dimenzija 1" = DN 25 $k_{vs} = 8,2$
Proračun za $q_v = 500 \text{ l/h} = 0,5 \text{ m}^3/\text{h}$ pad pritiska na ventilu iznosi:

$$\Delta p_V = 100 \left(\frac{q_v}{k_{vs}} \right)^2 = 100 \left(\frac{0,5}{8,2} \right)^2 = 0,37 \text{ kPa}$$

1.2.10 Pad pritiska na deonici sa konstantnim poprečnim presekom

Δp	Pa	Pad pritiska
Δp_E	Pa	Pad pritiska usled lokalnih otpora

Za svaku deonicu cevovoda važi da je pri istom prečniku cevi jednak protok.

Pad pritiska proporcionalan je kvadratu količnika zapreminskih protoka

Pad pritiska na deonici dužine l sastoji se od pada pritiska usled trenja fluida u cevi i lokalnih otpora.

Za lokalne padove pritiska vazi:

$$\begin{aligned} \Delta p &= p_1 - p_2 = R \cdot l + \Delta p_E = \\ &= \lambda \frac{l}{D} \cdot \frac{\rho}{2} w^2 + \sum \zeta \frac{\rho}{2} w^2 \end{aligned}$$

$$\frac{\Delta p_2}{\Delta p_1} = \left(\frac{q_{v2}}{q_{v1}} \right)^2$$

Gde su:

λ	-	Koef. trenja cevi
l	m	Dužina
D	m	Prečnik cevir
ρ	kg.m ⁻³	Gustina
w	m.s ⁻¹	Brzina
ζ	-	Koeficijent otpora
R	Pa . m ⁻¹	Spec. pad pritiska

Gde su:

Δp	Pa	Pad pritiska
q_{v1}	m ³ .s ⁻¹	Zapreminski protok pri Δp_1
q_{v2}	m ³ .s ⁻¹	Zapreminski protok pri Δp_2

1.2.11 Karakteristika cevododa (Karakteristika deonice)

Karakteristika cevododa je kriva koja prikazuje vezu između pada pritiska i odgovarajućeg protoka.

To sledi iz Bernulijeve jednačine održanja energije. Pri određenom povećanju protoka neminovno dolazi do podizanja nivoa vode u sistemu.

Ovo izaziva porast hidrostatičkog pritiska koji mora biti savladan do visine H_0 pored ostalih otpora u sistemu.

$$\Delta p = \sum \left(\frac{\lambda \cdot l}{D} + \sum \zeta \right) \frac{\rho}{2} w^2 + \Delta p_v + \Delta p_{st}$$

$$\Delta p_{st} = \rho \cdot g \cdot \Delta H_0$$

Gubici pritiska u cevnoj mreži mogu se odrediti na osnovu otpora trenja u cevododu i poznavanja lokalnih padova pritiska na regulacionim ventilima.

Jednačina koja opisuje zatvoreni sistem glasi:

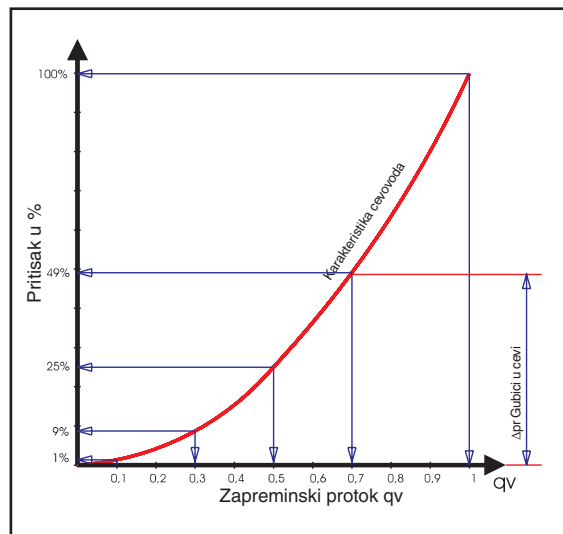
$$\begin{aligned} \Delta p &= \lambda \frac{l}{D} \frac{\rho}{2} \cdot w^2 + \sum \zeta \frac{\rho}{2} \cdot w^2 = \\ &= \left(\sum \lambda \frac{l}{D} + \sum \zeta \right) \frac{\rho}{2} \frac{q_v^2}{A^2} = K \cdot q_v^2 \end{aligned}$$

Gde su:

Δp	Pa	Pad pritiska
ρ	kg.m ⁻³	Gustina
w	m.s ⁻¹	Brzina
ζ	-	Koeficijent otpora
λ	-	Koeficijent trenja cevi
l	m	Dužina cevi
A	m ²	Poprečni presek
D	m	Prečnik cevi
q_v	m ³ .s ⁻¹	Zapreminski protok

K	Pa.s ² .m ⁻⁶	Konstanta cevododa
Δp_v	Pa	Pad pritiska na ventilu
Δp_{st} Druck	Pa	Hidrostaticki pritisak
g	m.s ⁻²	Ubrzanje zeml. teže = 9,81 m.s ⁻²
H_0	mWS	Visina vodenog stuba

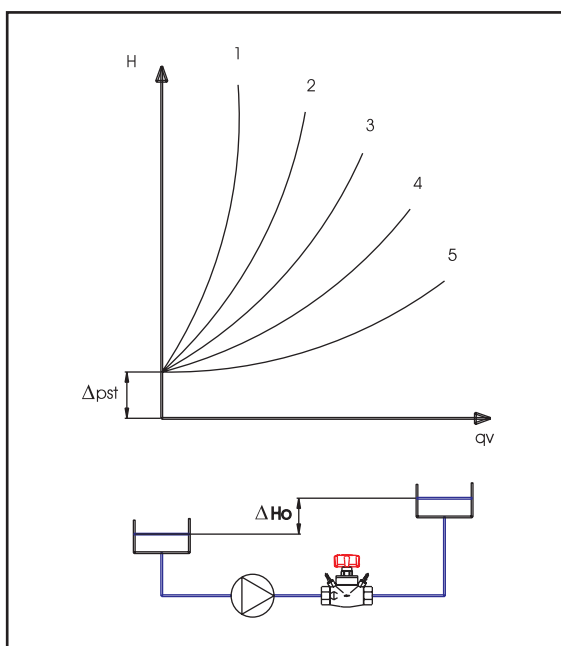
Kriva je parabola drugog reda i vrednosti mogu biti očitane sa dijagrama na slici 1-8



Slika 1-8 Karakteristika sistema

Karakteristika sistema za **otvoreni** sistem pokazuje komponentu hidrostatičkog pritiska koja mora biti savladana pumpom za visinu vodenog stuba H_0 .

Na slici 1-9 prikazana je linija karakteristike otvorenog sistema. Parabolički oblik krive za različite varijante podešavanja prigušenja od 1-5 počinje statičkom komponentom pritiska ΔH_0 .



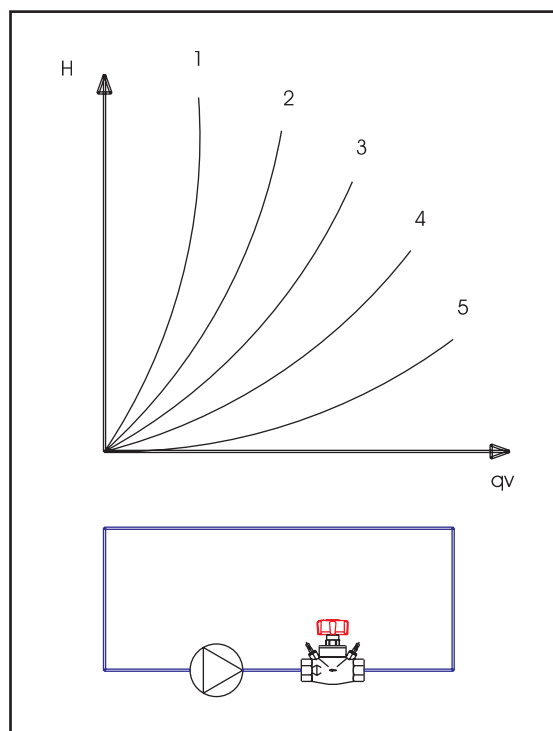
Slika 1-9 Karakteristika otvorenog sistema

Sistem grejanja u zatvorenom sistemu cirkulacije, na primer, ima konstantnu količinu vode, koja se pomoću pumpe kreće kroz sistem od bojlera do grejnih tela, a zatim preko sistema cevi vraća iz grejnih tela u bojler. Kroz sistem prolazi tačno onoliko vode koliko isporučuje pumpa. Nije od značaja povećanje nivoa vode u sistemu, jer će visinska razlika sigurno biti savladana. Pod uticajem gravitacione sile ohlađena voda se u bojler vraća teže (sa mnogo više otpora) nego što vruća voda dolazi do grejnih tela.

Uticaj sile zemljine teže uzima se u obzir samo ako značajno utiče na napor pumpe. Takav slučaj se može javiti pri vrlo niskom radnom pritisku pumpe ili u sistemima za grejanje visokih zgrada. U zatvorenim sistemima karakteristika mreže prolazi kroz nultu tačku. Može biti niža pri manjem pritisku pumpe i kod sistema u visokim zgradama.

Za zatvoreni sistem, parabolična karakteristika sistema prolazi kroz nultu tačku. Ovo je prikazano na slici 1-10. Karakteristika cevovoda pokazuje uzajamnu zavisnost između pritiska i zapreminskog protoka u cevnoj mreži. Pri 70 % snabdevanja sistema, samo je 49% pritiska potrebno, a pri 50 % količine potrebno je samo 25 % i.t.d.

U radnim dijagramima proizvođača pumpi, veoma često su karakteristike cevovoda prikazane kao familija krivih ili su predstavljene kao prave linije u logaritamskom koordinatnom sistemu.



Slika 1-10 Karakteristika mreže (zatvoreni sistem)

Sistem za grejanje funkcioniše pod različitim radnim uslovima tokom grejne sezone. Svakom od uslova pripada odgovarajuća karakteristika mreže. Karakteristika 5 pokazuje otpore otvorenog ventila pri promenljivom protoku. U sistemima za grejanje je uobičajeno da rade ispod nominalnog opterećenja npr. pri upotrebi termostatskih ventila. Tada dolazi do povećanja otpora.

Prištaj krive će se povećavati sa porastom protoka, tj. sa udaljavanjem od nulte vrednosti i teži vertikalnoj liniji.

1.2.12 Paralelna veza grana cevovoda

U hidraulički paralelno povezanim granama, protok vode se može podeliti na dve komponente protoka q_{m1} i q_{m2} . Raspodela se vrši proporcionalno u skladu sa padom pritiska na deonici 1 odnosno 2. Razlici pritiska odgovara **razlika pritiska u čvoru (KDD) A**, odnosno B.

Na svakoj od deonica važi:

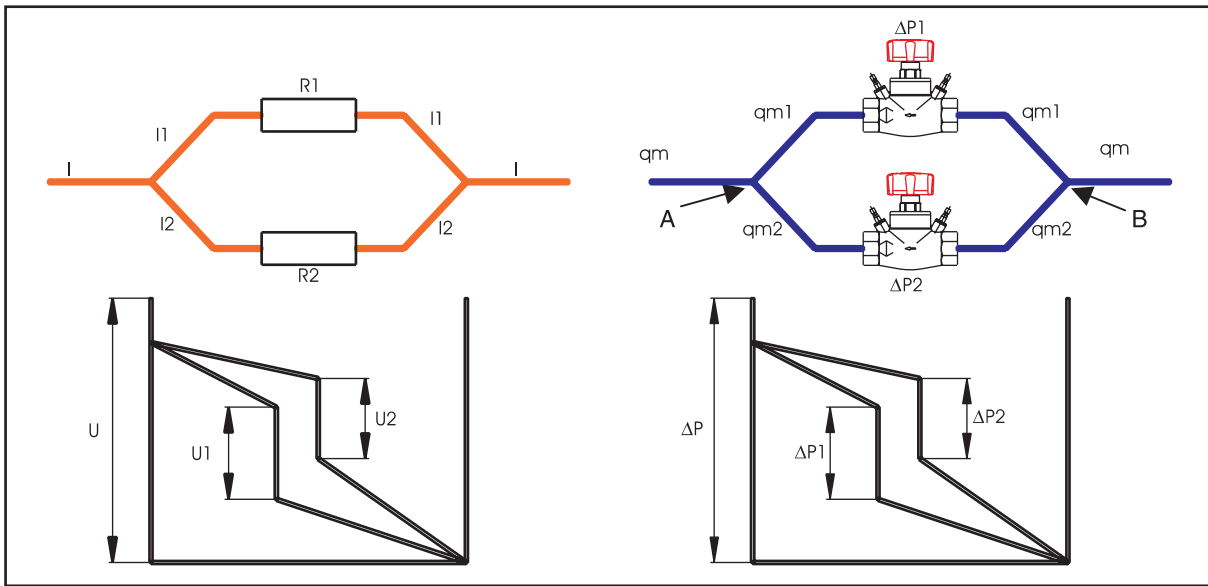
$$\Delta p_1 = K_1 \cdot q_{m1}^2$$

$$\Delta p_2 = K_2 \cdot q_{m2}^2$$

Izjednačavajući ove vrednosti razlike pritiska na deonicama, jednačina glasi:

$$KDD = \Delta p = K_1 \cdot q_{m1}^2 = K_2 \cdot q_{m2}^2$$

Ova ravnoteža ima potpunu analogiju sa električnim sistemima.



Slika 1-11 Analogija između električne i hidraulične paralelne veze otpora

Suma svih napona - odnosno padova pritiska moraju biti jednaki u čvorovima paralelnih deonica.

Dijagram podešavanja:

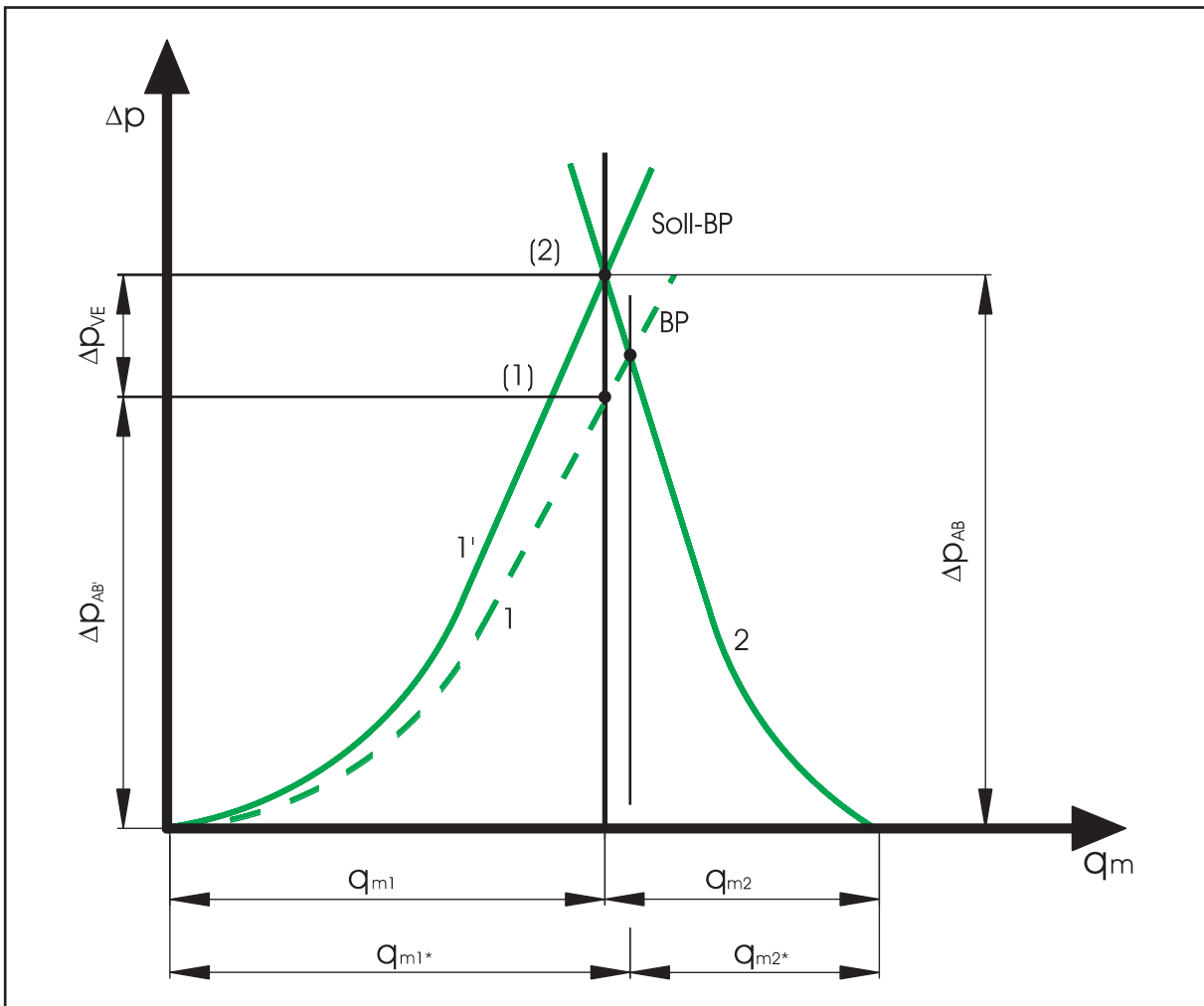
Grafički prikaz odnosa pritiska je dat na dijagramu podešavanja (slika 1-12).

Izrada dijagrama podešavanja se vrši nakon izvršenja nekoliko bitnih koraka:

- Potrebni maseni protoci $q_{m1} + q_{m2}$ moraju biti označeni na x-osi
- Dve karakteristike paralelnih deonica uneti

- u koordinatni sistem (parabole 1 i 2)
- Povuci normale kroz željenu radnu tačku BP (2)
- Dve presečne tačke (1) i (2) sa linijom koja prolazi kroz (2)
- Visinska razlika između više (2) i niže (1) tačke su dopunski gubici pritiska Δp_{VE} koji mogu biti regulisani ventilom za protok q_{m1} .

Ako se sada ovi gubici pritiska na ventilu Δp_{VE} pomere u tačku 1, dobija se nova karakteristika (1*) za deonicu. U presečnoj tački linije 1* sa karakteristikom deonice 2 nalazi se tražena radna tačka (2).



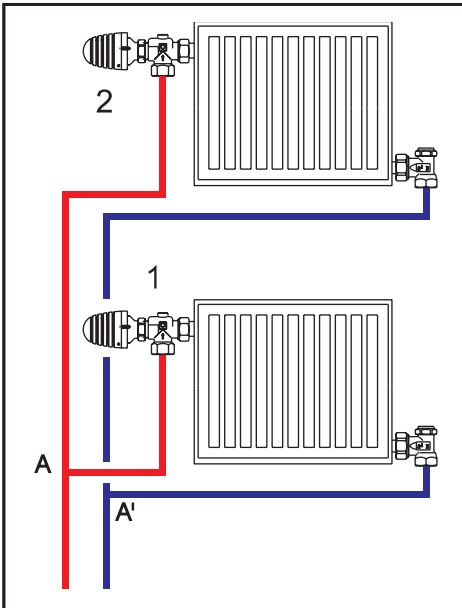
Slika 1-12 Dijagram podešavanja paralelno izvedenih deonica

Bez podešavanja:

U slučaju da se ne želi podešavanje Δp_{VE} na ventilu, ravnoteža između dve paralelne deonice će se uspostaviti spontano. Ovo spontano balansiranje iziskuje povećanje protoka sa q'_{m1} na q'_{m2} .

Željene vrednosti i promena protoka mogu biti određeni direktno sa dijagrama.

Primjer: Paralelno vezivanje grejnih tela



Slika 1-13 Dva paralelno vezana grejna tela

Vezivanje dva grejna elementa izvršeno je kao što je prikazano na slici 1-13. Dva grejna tela su priključena paralelno i odnos pritiska se reguliše preko regulacionih ventila.

Radijator 1: Snaga grejnog tela $\Phi_1 = 1600W$
 Pad pritiska pri prolasku medijuma kroz grejno telo A- A' = 250Pa

Radijator 2: Snaga grejnog tela $\Phi_2 = 800W$
 Pad pritiska A- A' = 60Pa

Temperaturna razlika 10 K

Dva radijatorska ventila dimenzije 1/2" potrebno je podesiti tako da padovi pritiska na deonicama budu podjednaki.

Može se uočiti da će pad pritiska rezultovati prekomernim zagrevanjem elementa 1 za razliku od elementa 2, tako da će za potrebe proračuna biti usvojeno da je ventil 1 potpuno otvoren. Radijatorski ventil 2 je potrebno podesiti prema razlici pritiska u granama A i A' ,

Izračunavanje zapreminskog protoka:

$$q_{v1} = \frac{\Phi_1}{c \cdot \Delta\theta} = \frac{1600}{4200 \text{ s} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10} = 0,038 \quad \text{kg} \cdot \text{s}^{-1} = 0,038 \quad \text{l} \cdot \text{s}^{-1} = 136,8 \quad \text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$$

$$q_{v2} = \frac{\Phi_2}{c \cdot \Delta\theta} = \frac{800}{4200 \text{ s} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 10} = 0,019 \quad \text{kg} \cdot \text{s}^{-1} = 0,019 \quad \text{l} \cdot \text{s}^{-1} = 68,4 \quad \text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$$

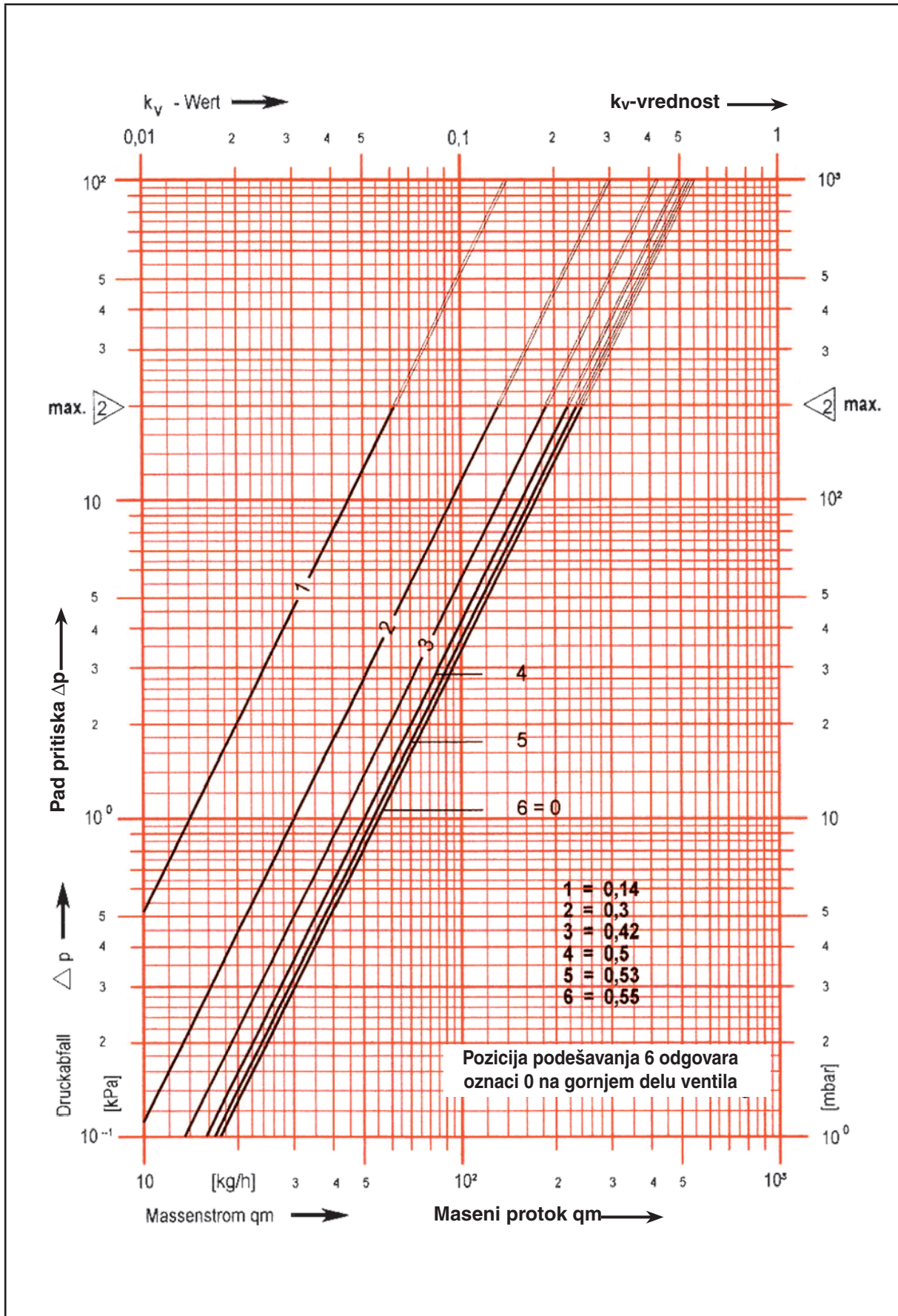
Odabran je radijatorski ventil HERZ TS 98V, dimenzije 1/2 „

Pad pritiska na radijatorskom ventilu na grejnom telu 1:

$\Delta p_{HRv1} = 1500 \text{ Pa}$ pri potpuno otvorenom ventilu.

Pad pritiska na radijatorskim ventilima: $\Delta p_{HRv2} : \Delta p_1 = \Delta p_2$

$250 \text{ Pa} + 1500 \text{ Pa} = 60\text{Pa} + \Delta p_{HRv2} \longrightarrow \Delta p_{HRv2} = 1690 \text{ Pa} \quad \text{VE} = 5$



Slika 1-14 Dijagram za HERZ TS-98-V

2 Cirkulacione pumpe

2.1 Osnove, Pojmovi

Cirkulaciona pumpa za grejanje ima ulogu transporta tople vode u zatvorenom sistemu grejanja npr. topla voda iz kotla dovodi se do grejnih tela, a zatim se ohlađena vraća nazad u kotao.

$$H = \frac{\sum (l.R + Z)}{\rho \cdot g}$$

2.1.1 Kapacitet pumpe

Kapacitet pumpe je koristan protok isporučen kroz izlazni poprečni presek odvoda pumpe. Kapacitet pumpe u sistemu se izračunava prema emisiji toplote na strani korisnika i toplotnim gubicima pri distribuciji.

$$q_v = \frac{\Phi_H + \Phi_V}{\rho \cdot c \cdot \Delta\theta}$$

Gde su:

Φ_H	W	Predat toplotni fluks
Φ_V	W	Toplotni gubici
$\Delta\theta$	K	Razlika temperatura u potisnom i povratnom vodu
c	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	spec. toplotni kapacitet (voda $c = 4,196 \text{ kJ kgK}$)
ρ	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	gustina (Voda pri 80°C ima gustinu = $971,6 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

Napomena:

U inženjerskim proračunima može se usvojiti da je gustina vode 1000 kg/m^3 .

2.1.2 Potisna visina H

Potisna visina H je visina do koje je pumpa u mogućnosti da podigne vodeni stub, odnosno, slobodnu površinu tečnosti. Jedinica mere je metar vodenog stuba..

l	m	Dužina cevovoda
R	[Pa/m]	Pad pritiska
Z	[Pa]	Lokalni otpori
ρ	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	gustina (Voda pri 80°C ima gustinu = $971,6 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$)
g	$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$	Ubrzanje zemljine teže = $9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

2.1.3 Napor pumpe

Napor centrifugalne pumpe je koristan protok ostvaren radom pumpe.

$$P = \rho \cdot g \cdot q_v \cdot H$$

Gde su:

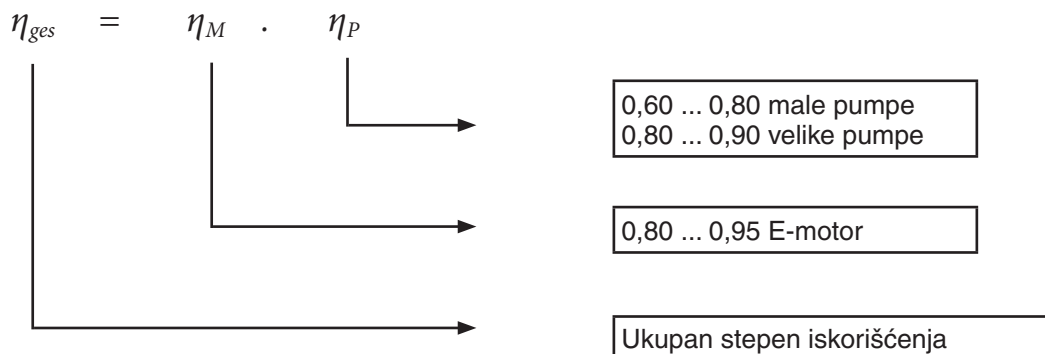
q_v	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	Zapreminski protok (\dot{V})
P	W	Napor pumpe
g	$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$	Ubrzanje zemljine teže = $9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
ρ	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	Gustina
H	mWS	Potisna visina

2.1.4 Električna snaga pumpe P_{el} i stepen iskorišćenja η_p

Električna snaga pumpe izračunava se preko obrasca

$$P_{el} = \frac{q_v \cdot \Delta p_p}{\eta_{ges}}$$

Za električni pogon cirkulacione pumpe važi:



Gde su:

q_v	$m^3 \cdot s^{-1}$	Zapreminski protok
Δp_p	Pa	Ukupni pritisak 1 mWS = 10 kPa = 10 000 Pa
η_{ges}	-	Stepen iskorišćenja = $\eta_M \cdot \eta_P$

2.1.5 Nivo usisnog pritiska

Nivo usisnog pritiska $H =$ NPSH vrednost (Net Positive Suction Head) nivo energije manji od nivoa pritiska pare na ulazu u pumpu

$$H = \frac{p_d - p_{st}}{\rho \cdot g} + \frac{w_d^2 - w_s^2}{2g} + (h_d - h_s)$$

Gde su:

p_d	Pa	Dinamički pritisak
p_{st}	Pa	Statički pritisak
ρ	$kg \cdot m^{-3}$	Gustina
g	$m \cdot s^{-2}$	Ubr. zemlj. teže = 9,81 $m \cdot s^{-2}$
w_d	$m \cdot s^{-1}$	Brzina na izlazu
w_s	$m \cdot s^{-1}$	Brzina na ulazu
h_d	m	Geostacionarna visina izlazne grane
h_s	m	Geostacionarna visina ulazne grane

Neophodno je da usisni pritisak bude veći od vrednosti NPSH pumpe naznačeno od strane proizvođača pumpe, kako bi se izbegla pojava kavitacije.

2.1.6 Zakoni sličnosti

Uz odgovarajuće aproksimacije za svaku pumpu moguće je primeniti sledeći zakon (proporcionalnosti ili sličnosti)

Protok je proporcionalan broju obrta:

$$\frac{\dot{V}_1}{\dot{V}_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

Potisna visina je proporcionalna kvadratu broja obrta:

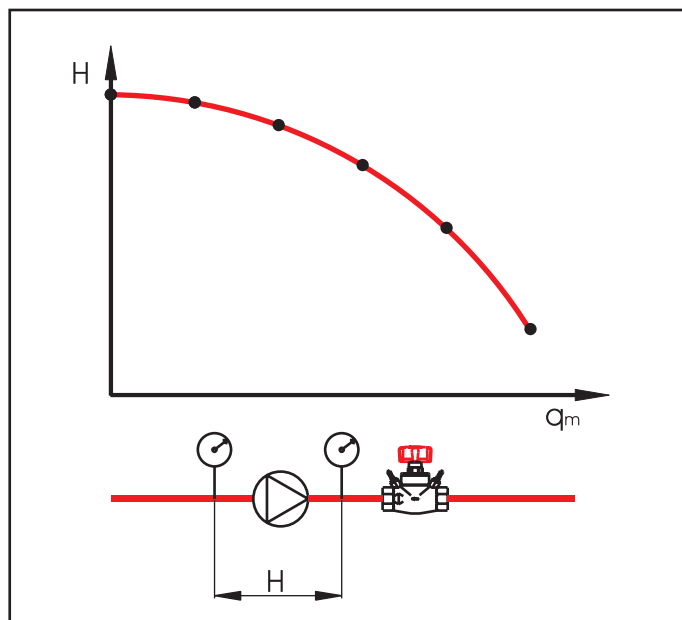
$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^2$$

Električno opterećenje je proporcionalno trećem stepenu broja obrta:

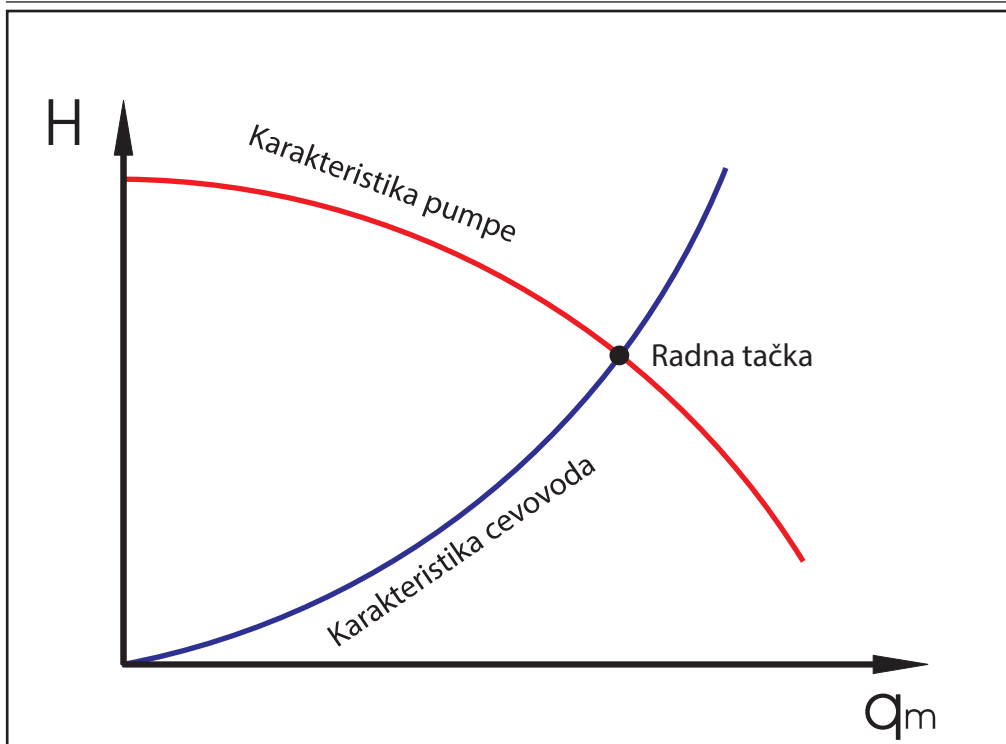
$$\frac{P_{E11}}{P_{E12}} = \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^3$$

2.1.7 Karakteristika pumpe i radna tačka

Linija karakteristike pumpe pokazuje vezu između protoka i pritiska pri konstantnom broju obrta pumpe. Određuje se prilikom ispitivanja na probnim stolovima prigušivanjem protoka i unosi na krivu prigušenja. Zatvaranjem ventila ostvaruje se protok jednak nuli, a pritisak ima maksimalnu vrednost i tada se postiže nulta potisna visina. Ova vrednost je vrlo često označena na pumpi. Ispod radne tačke se nalazi presečna tačka karakteristike sistema i karakteristike pumpe.



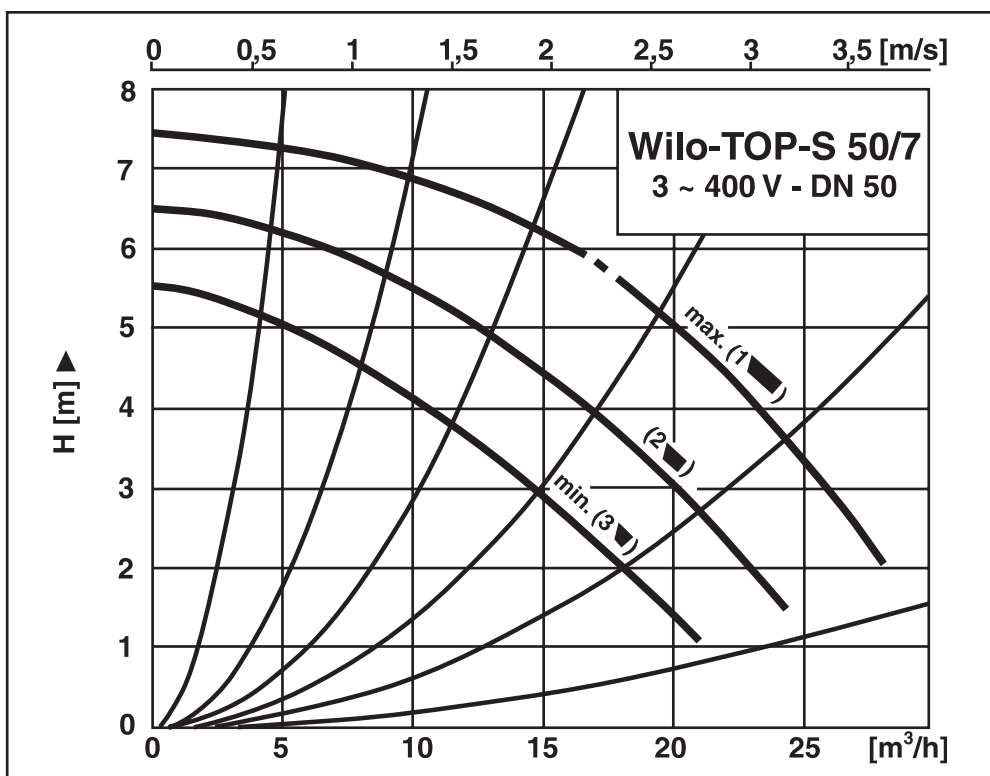
Slika 2-2 Karakteristika otvorenog sistema



Slika 2-3 Radna tačka

2.1.8 Familija linija karakteristike

U cilju jednostavnijeg podešavanja pumpe prema različitim cevovodima i/ili radnim uslovima pumpe imaju odgovarajuće familije linija karakteristike. Na taj način se smanjuje broj tipova pumpe. Savremene pumpe imaju tri brzine rada, pri čemu je najmanja brzina jednaka 50% maksimalne brzine.

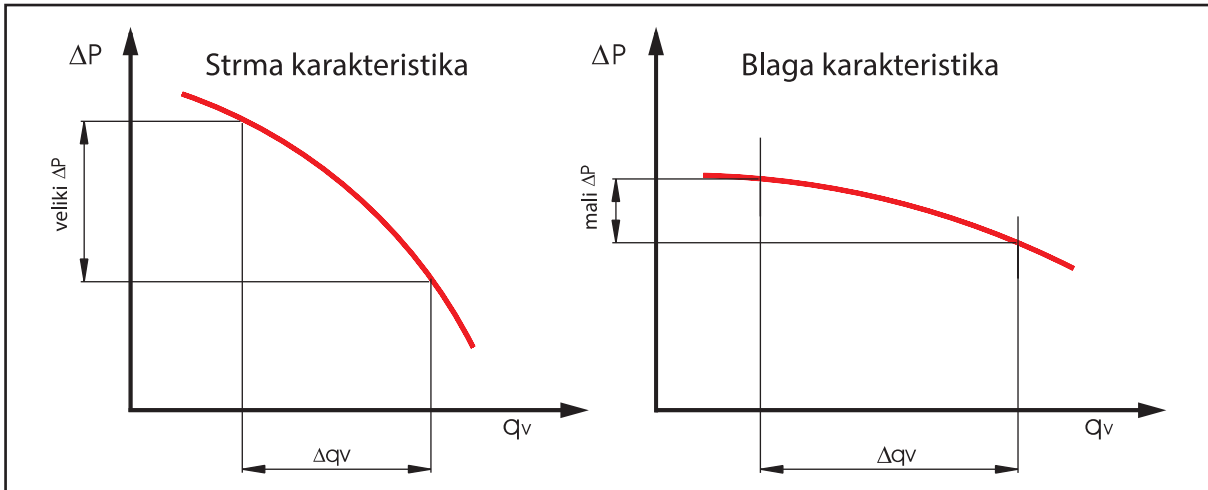


Slika 2-4 Karakteristika pumpe sa tri brzine rada

2.2 Oblici linije karakteristike pumpe

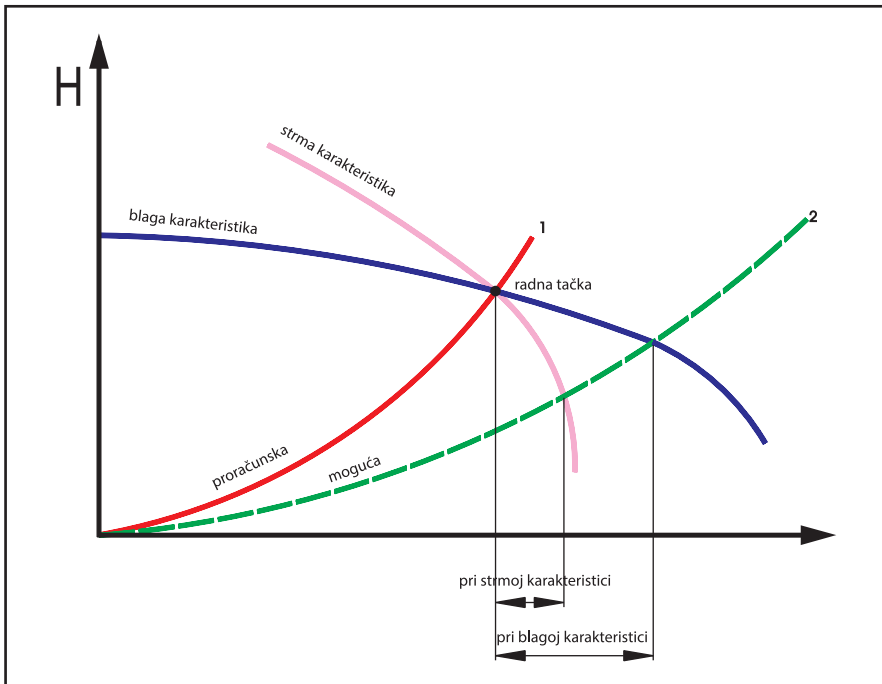
Pri ravnoj liniji karakteristike pumpe, promenom protoka, potisna visina ima vrlo blagu promenu

Kod strme karakteristike, promena protoka pumpe izaziva velike promene potisne visine.



Slika 2-5 Strma i blaga linija karakteristike pumpe

Različite karakteristike sistema 1 i 2 daju različite radne tačke za promenu protoka. Na slici 2-6 prikazane su promene za strmu i blagu karakteristiku pumpe.



Slika 2-6 Promene potisne visine pri različitim karakteristikama

2.2.1 Pumpe sa regulisanjem

Pumpe se konstruišu prema najvećem mogućem toplotnom opterećenju, odnosno najvećem stepenu ekonomičnosti, pri čemu je u najvećem delu radnog veka svakako ispod tih vrednosti opterećenja (do 60% procenata radnog veka toplotno opterećenje pumpe ne prelazi 30% nominalnog opterećenja).

Specijalan slučaj je kada se regulisanje termičkog opterećenja vrši prema protoku, a ne preko srednjih vrednosti temperatura na ulazu. Mnogo ekonomičnija regulacija pumpe, uz mnogo manje buke, ne vrši se na osnovu karakteristike protoka, već preko regulacionog uređaja.

Uz to, možemo uočiti regulaciju promenom dimenzija impelera, regulacijom obrtanja, isključivanjem pumpe u grupi više pumpi, ili pak, kontinualno - regulacijom promenom frekvencije. Upravljanje preko promena frekvencije vrši se frekventnim regulatorom.

2.2.1.1 Električna regulacija rada pumpe

Smanjenjem rada hidrauličnog sistema smanjuje se angažovana električna energija. Ovo ima uticaja i na smanjivanje buke pri radu.

Mogućnosti regulisanja snage:

- preko promene polova
- preko promene kalemova
- elektronski, pomoću fazne kontrole (tiristora)
- elektronska kontrola pomoću frekventnog pretvarača

Frekventni kontroleri, odnosno frekventni pretvarači, imaju prednost jer pružaju mogućnost kontinualne regulacije.

2.2.1.2 Tipovi regulacije

Regulacija tipa $\Delta p-c$

Kod regulacije tipa $\Delta p-c$ vrši se konstantna kontrola dozvoljenog opsega protoka preko podešene vrednosti diferencijalnog pritiska H_s .

Regulacija tipa $\Delta p-v$

Pri regulaciji tipa Δp p-v promena željene vrednosti diferencijalnog pritiska vrši se elektronikom, pri čemu može biti održana linearna karakteristika između H_s i $1/2 H_s$. Željena vrednost diferencijalnog pritiska H menja se sa promenom protoka Q .

2.2.1.3 Brzinska regulacija rada pumpe

Prilagođavanje pumpe sistemu za grejanje regulacijom brzine pogonskog motora.

U sistemu za grejanje samo je tokom nekoliko dana u godini potrebno puno angažovanje pumpe, pa stoga u zavisnosti od tipa regulacije, pumpa u ostalom periodu može raditi pri smanjenom broju obrta. Tada je ulazna snaga daleko manja. Danas se u ponudi mogu pronaći savremene kompaktne, elektronski regulisane pumpe. Set se sastoji od pumpe, motora, frekventnog pretvarača, kao i svega što je neophodno za opsluživanje. Zadavanje željenih operativnih veličina ostvaruje se preko kontrolnog interfejsa na displeju. Osnovna karakteristika ovih uređaja je visoka operativnost.

Pri izboru trebalo bi doneti odluku prema kojoj se ostvaruje optimalna efikasnost u radnom opsegu. Svakako se moraju obezbediti dovoljne performanse pogonskog motora, kako bi se izbeglo preopterećenje.

Kavitaciona rezerva hidrostatičkog pritiska mora biti dovoljno velika, kako bi se izbegla kavitacija pumpe. Ovakvim načinom upotrebe, pri odgovarućem opterećenju ostvaruje se značajna ušteda. Takođe se može izbeći pojava

buke.

2.2.2 Dimenzionisanje pumpe (električno regulisane pumpe)

2.2.2.1 Opšte

Električno regulisane pumpe ili pumpe sa kontinualnom regulacijom brzine se pokreću postepenom promenom brzine preko električnog regulatora, što znači da mogu adaptirati protok prema zahtevima potrošača, što igra bitnu ulogu u energetskej efikasnosti, odnosno uštedi energije.

Njihova primena je široka. Posebno su pogodnne kao cirkulacione pumpe za sisteme grejanja ili hlađenje. Do pre samo nekoliko godina u grejne sisteme su ugrađivane jednostepene ili višestepene neregulirane pumpe. Višestepene pumpe su imale 1 do 3 režima rada i saglasno tome su radile sa konstantnim protokom, što je dovelo do povećane potrošnje električne energije. One ne mogu detektovati bilo kakvu promenu u instalaciji, na primer zatvaranje ventila na radiatorima, te nastavljaju da rade istim intenzitetom, odnosno protokom.

Danas u ponudi postoji veliki broj kompaktnih, elektronski kontrolisanih pumpi (pumpe sa regulacijom brzine). Sastoje se od pumpe, motora, frekventnog pretvarača sa regulatorom brzine, sa pratećim interfejsima za zadavanje ili očitavanje parametara i displejima za prikaz podataka.

Karakteristične ih jednostavnost upotrebe. Prilikom izbora pumpe mora se uzeti u obzir da se svi režimi rada nalaze u optimalnoj zoni efikasnosti. Pored toga treba ostaviti dovoljnu rezervu snage za slučaj preopterećenja. Kavitaciona rezerva pumpe NPSH (Net Positive Suction Head), veličina koja prikazuje dozvoljeni pad pritiska na ulazu pumpe mora biti dovoljno velika kako bi se sprečila kavitacija pumpe. U promenljivom režimu rada voda u grejnom sistemu ne cirkuliše kada je to nepotrebno i time se smanjuje količina buke.

Pumpa sa regulacijom brzine automatski

prilagođava karakteristiku prema trenutnoj radnoj tački sistema grejanja. Promenom brzine automatski se podešava protok prema potrebama.

2.2.2.2 Oblasti primene

Pumpe sa regulacijom brzine koriste se u različitim sistemima, uglavnom kao cirkulacione pumpe za grejanje. U manjim sistemima, pumpa takođe može da preuzme funkciju regulatora diferencijalnog pritiska kako bi zadata vrednost diferencijalnog pritiska u sistemu bila linearna. Željena vrednost diferencijalnog pritiska se postiže proporcionalnom promenom protoka.

Pored idealnog prilagođavanja radnim uslovima, pri korišćenju pumpi sa regulacijom brzine, fokus je na uštedi energije. Normalan radni vek je duži od deset godina što eliminiše investicione troškove uštedom energije do približno 90%, i praktično izjednačava „trošak životnog ciklusa“ (lifecicle costing).

U malom procentu investicioni troškovi su samo delić troškova. Tako regulacija brzine nudi maksimalno smanjenja operativnih troškova pumpe.

Automatska promena izlazne snage pumpe i samim tim ušteda energije zavise od samog sistema. Protok koji pumpa za grejanje mora da ostvari zavisi od potrebe za toplotnom energijom objekta koji se greje. Pritisak sa druge strane zavisi od otpora trenja u cevima i armaturama. Prilikom renoviranja postojećih sistema za grejanje neophodno je izvršiti grubu kalkulaciju kako bi se odredili osnovni parametri protoka i pritiska.

2.2.2.3 Tipovi regulisanja

Za električno kontrolisane pumpe mogu se podesiti različiti režimi rada i upravljanja. Pravi se razlika između dve vrste upravljanja: adaptivno - gde pumpa radi nezavisno i upravljanje preko radne tačke u kome pumpa ne reguliše sama sebe, već mora biti podešena na odgovarajuću radnu tačku. Veliki broj podataka može se obraditi i preneti uz pomoć dodatnih regulacionih uređaja i kontrola.

2.2.2.3.1 Konstantan diferencijalni pritisak $\Delta p-c$

Elektronski kontroler održava konstantan diferencijalni pritisak koji ostvaruje pumpa u dozvoljenom opsegu protoka prema prethodno podešenoj željenoj vrednosti diferencijalnog pritiska H_s .

2.2.2.3.2 Varijabilni diferencijalni pritisak $\Delta p-v$

Elektronski kontroler prihvata zadatu tačku diferencijalnog pritiska koju pumpa održava linearno između H_s i $1/2 H_s$. Zadana vrednost diferencijalnog pritiska varira sa oko vrednosti protoka Q - iznad ili ispod.

2.2.2.3.3 Temperaturna regulacija diferencijalnog pritiska $\Delta p-T$

Pri ovoj vrsti regulisanja, elektronski kontroler adaptira podešenu vrednost diferencijalnog pritiska koju pumpa održava u zavisnosti od trenutne temperature medijuma. Postoje dva moguća režima pri ovoj vrsti kontrole:

- **Kontrola sa pozitivnim dejstvom (sprega)**

Podešena vrednost diferencijalnog pritiska raste linearno sa porastom temperature medija. Praktični primer je standardni kotao sa varijabilnom temperaturom na polazu.

- **Kontrola sa negativnim dejstvom (sprega)**

Kako temperatura vode raste, regulisana vrednost diferencijalnog pritiska se linearno smanjuje. Primenjuje se kod kondenzacionih kotlova, gde se mora održavati minimalna temperatura povrata kako bi se postigao najveći mogući stepen iskorišćenja toplote grejnog medijuma. Ugradnja pumpe u povratni vod sistema je apsolutno neophodna.

2.2.2.4 Analiza

2.2.2.4.1 Novi sistemi

Prilikom postavljanja novog sistema grejanja, parametri protoka mogu se izračunati uz pomoć kompjuterskih programa za izbor pumpe.

2.2.2.4.2 Renoviranje

Prilikom renoviranja postojećeg sistema grejanja, potrebno je izvršiti grubi proračun kako bi se odredili potrebni parametri protoka.

Ako program za izbor pumpe nije dostupan, potisna visina H i protok Q_{PU} mogu se odrediti na osnovu osnovnih podataka i pumpa se može dimenzionisati korišćenjem veb sajtova proizvođača pumpi ili aplikacija za pametne telefone.

U zavisnosti od snage, pumpa mora da ostvari dovoljan pritisak kako bi se savladali sve otpori u sistemu grejanja svi radijatori i/ili sistem podnog grejanja dobili dovoljnu količinu tople vode.

2.2.2.4.2.1 Protok

Zapreminski protok na potisnoj strani pumpe je protok pumpe. Ako je nova cirkulaciona pumpa ugrađena u sistem grejanja, ona se dimenzioniše prema protoku korišćenjem sledeće formule:

$$\text{Protok } Q_{PU} = \frac{Q_N}{\rho \cdot c \cdot \Delta\theta} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]$$

Q_N	W	Toplotno opterećenje
ρ	kg/m ³	Gustina vode [1 kg/l]
c	Wh/kg.K	spec. topl. kapacitet [1,163 Wh/kg.K]

$\Delta\theta$ K Razlika temperatura

$$\Delta\theta = (\theta_V - \theta_R) \text{ približno } 20 \text{ K}$$

2.2.2.4.2.2 Potisna visina

Da bi se fluid mogao transportovati do bilo koje tačke u sistemu, pumpa mora savladati sve otpore. Za određenu dimenziju cevi i nominalne dimenzije elemenata u instalaciji, za približni proračun potisne visine primenjuje se sledeća formula:

$$\text{Potisna visina: } H = \frac{R \cdot L \cdot ZF}{10.000} \text{ [mWS]}$$

R Pa/m Gubitak pritiska (50 - 150 Pa/m)

zavisi od godine izgradnje objekta, odnosno njegove starosti. Starije zgrade imaju obično veće nominalne dimenzije instalacije, a samim tim i manje otpore npr. 50 Pa/m

L m Dužina deonice

ZF Korekcioni faktor za armature

- Armature i elementi $\approx 1,3$
- Termostatski ventil $\approx 1,7$
- Mešni ventil i cirkulaciona kočnica $\approx 1,2$
- Fitinzi, armature + termost. ventil $\approx 2,2$
- Fitinzi, armature + termost. ventil + cirkulaciona kočnica $\approx 2,6$

10.000... faktor za izračunavanje visine vodenog stuba (mWs) u Paskalima(Pa).

2.2.2.5 Primer primene

Prema dokumentima, izvor toplote u starijoj stambenoj zgradi ima snagu od 60 kW.

Pri temperaturnoj razlici $\Delta\theta$ od 20 K (polazna temperatura 70°C/ Povratna temperatura 50°C) potreban protok iznosi Q_{pu} :

$$Q_{pu} = \frac{Q_N}{c \cdot \Delta\theta} = \frac{60}{1,163 \cdot 20} = 2,57 \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

Ako bi se ista zgrada zagrevala uz manju temperaturnu razliku od 15 K, pumpa bi morala da ostvaruje 1,5 puta veći protok, odnosno približno. 3,9 m³/h , kako bi se prenela ista količina toplote od toplotnog izvora do rejnih tela

Gubitak pritiska usled trenja cevi R u našem primeru treba da bude 50 Pa/m dužina cevi L razvodnog i povratnog voda je 170 m i korekcionni faktor ZF iznosi 2,2, jer nema mešnog ventila i cirkulacione kočnice. Tada će potisna visina biti H

$$H = \frac{R \cdot L \cdot ZF}{10.000} = \frac{50 \cdot 170 \cdot 2,2}{10.000} = 1,87 \text{ mWs}$$

2.2.2.6 Efekti približnog proračuna pumpe

Ukoliko se potrebna toplotna energija sa relativno nepoznatom instalacijom može samo približno odrediti grubim proračunom, nameće se pitanje realnih efekata aproksimacije. Ako se protok Q pumpe smanji za deset procenata, grejna snaga radijatora se smanjuje samo za dva procenta.

Isto važi i ako se protok Q poveća za oko deset odsto, radijatori će emitovati samo oko dva odsto više toplotne energije. Čak i kada bi se protok udvostručio, grejna snaga bi se povećala za samo dvanaest procenata.

Ovo je zbog činjenice da intenzitet razmene toplote u radijatorima direktno zavisna od protoka. Ali, veći protok znači kraće vreme zadržavanja vode u radijatoru. Pri manjem protoku, grejni

medijum ima više vremena da preda toplotu prostoriji.

Čak i značajno smanjenje bi imalo neproporcionalno manje posledice. Sa protokom umanjenom za 50 procenata, radijatori bi i dalje predavali oko 83 procenta energije za grejanje prostorije.

Nepotrebno je predimenzionisati pumpu samo na osnovu pretpostavke da grejna tela ne dobijaju dovoljno energije.

2.2.2.7 Podešavanje napora pumpe za potpuno nepoznate sisteme

Trenutno dostupne cirkulacione pumpe sa elektronskom regulacijom brzine nude veoma jednostavan način prilagođavanja potrebnog napora pumpe nepoznatom sistemu. To se ostvaruje na sledeće načine:

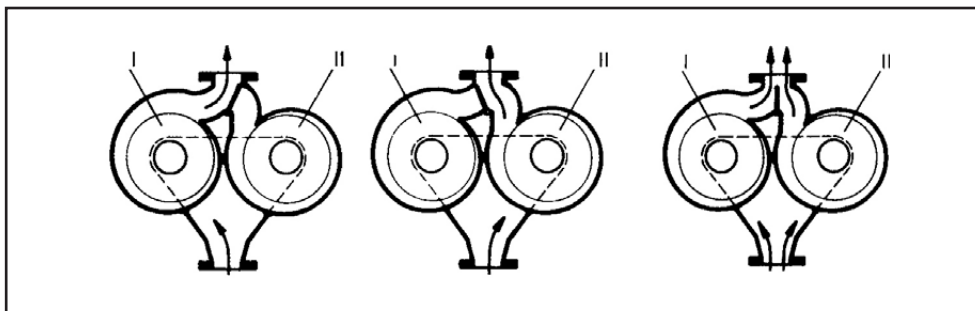
- Najvažniji preduslov je da su deonice pažljivo izbalansirane i da je sistem pažljivo odvezdušen. Svi zaustavni i balansni ventili moraju biti otvoreni prilikom ispuštanja vazduha.

- Cirkulacione pumpe imaju različite opcije podešavanja napora. Na početku se podešava najmanji napor pumpe uz najniži protok. Na najnepovoljnijem grejnom telu u celom sistemu grejanja trebalo bi da se utvrdi da postoji dovoljan protok. Ako topla voda nije dostigla ovu tačku, napor pumpe se povećava lagano. Pri tome ne treba zanemariti inerciju vode.

- Čim se i najnepovoljnije grejno telo napaja toplotnom energijom, podešavanje napora pumpe je završeno.

2.2.3 Redno i paralelno povezivanje pumpi

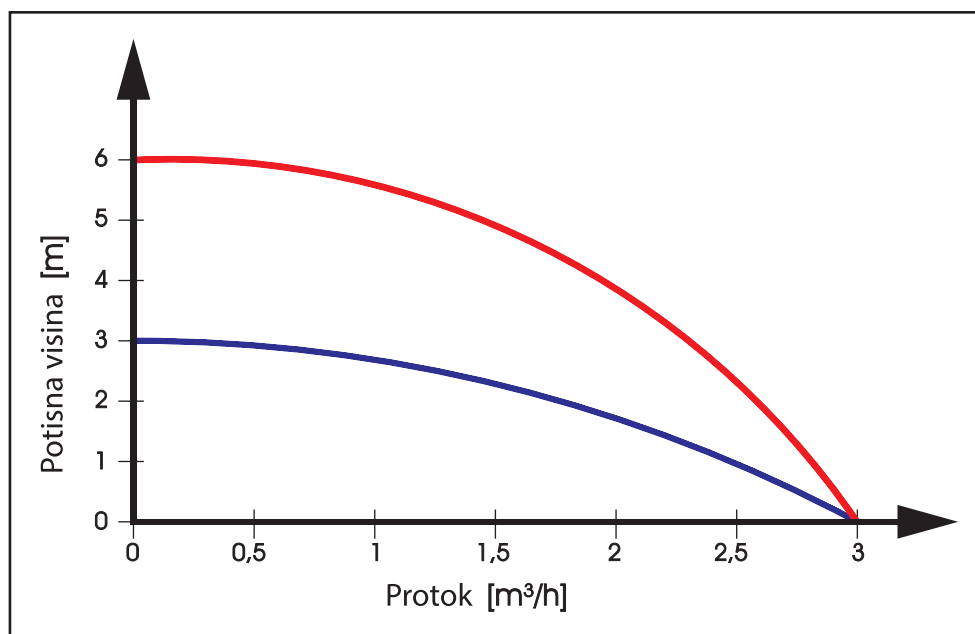
Često može biti potrebna velika pouzdanost u radu sistema ili zahtevana rezerva snage u sistemu. Tada se kao rešenje nameće koriscenje dveju ili više pumpi.



Slika 2-7 Načini povezivanja dve pumpe

Uz relativno mali protok potisna visina se korišćenjem dve pumpe značajno povećava, u zavisnosti od načina povezivanja. Karakteristike su prikazane na ilustraciji.

Pri nultoj potisnoj visini ($V=0$), npr. ako su dve pumpe spregnute kao što je prikazano na slici 2-8, zatvaranjem ventila postiže se dvostruka potisna visina.



Slika 2-7 Karakteristika redne veze 2 pumpe

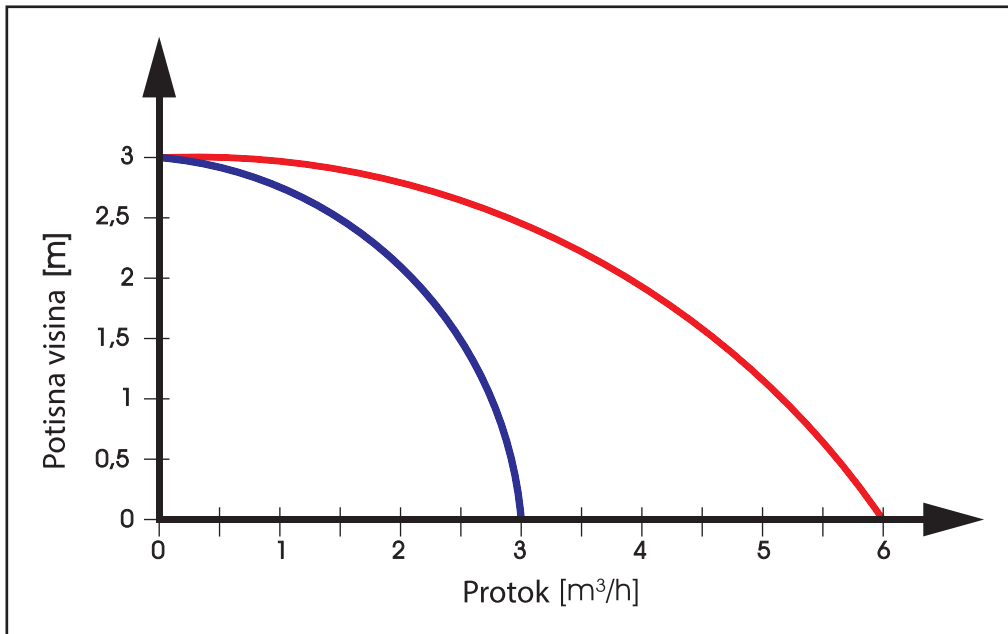
Sa druge strane, pri radu bez otpora ($H=0$) pumpe ne mogu zajedno ostvariti maksimalni protok, već samo pojedinačno.

Ako je potrebno postići veliki protok sa relativno malom potisnom visinom, preporučljivo je korišćenje više paralelno vezanih pumpi. Sprezanjem dve identične pumpe dobija se sistem sa potpuno novim karakteristikama, što je prikazano na slici 2-9.

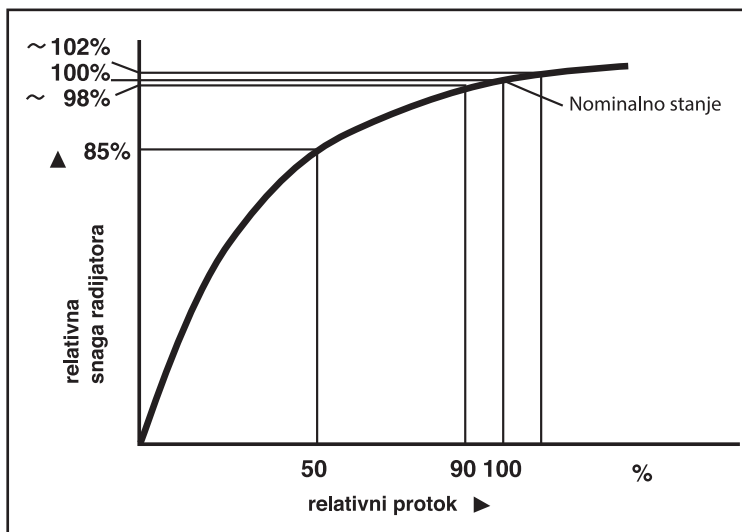
2.3 Izbor pumpe i toplotna snaga grejnih tela

Na slici 2-10 prikazana je tipična kriva performansi sobnog grejača (grejnog tela).

Sa dijagrama karakteristike grejnog tela vrednosti se očitavaju samo pri protoku bez pritiska ($H=0$), kada dolazi do udvostručenja protoka. Slično situaciji sa rednom vezom, obe pumpe zajedno nemaju veću potisnu visinu u dugim radnim tačkama.



Slika 2-9 Paralelna veza dve pumpe



Slika 2-10 Karakteristika snage grejnog tela

Kako se efikasnost grejnog elementa menja sa promenom protoka koji dolazi do grejnih elemenata, prikazano je karakteristikom efikasnosti. 10% promene protoka izaziva 2% promene efikasnosti grejnog tela posmatrano preko temperature.

Primjer: Ako se protok prepolovi (umanji za 50%) tada se preko grejnog tela predaje $\approx 85\%$ toplotne snage Φ_{100} .

Određene su vrednosti::

Zapreminski protok

$$q_v = \frac{q_m}{\rho} = \frac{\Phi}{c \cdot \rho \cdot \Delta\theta}$$

$$q_v = \frac{\Phi}{1,163 \cdot 0,972 \cdot \Delta\theta} = \frac{\Phi}{1,13 \cdot \Delta\theta} \quad m^3 h^{-1}$$

za vodu na 80°C

Gde su:

q_v	$m^3 \cdot h^{-1}$	Zapreminski protok	
q_m	$kg \cdot h^{-1}$	Maseni protok	
Φ	W	Toplotni fluks	Toplotna snaga P
ρ	$kg \cdot m^{-3}$	Gustina	
c	$Wh \cdot kg^{-1} K^{-1}$	spec. topl. kap.-	
$\Delta\theta$	K	$=(\theta_V - \theta_R)$ temp. razlika	

Primjer: Izbor pumpe za stambeni blok

Toplotno opterećenje za stambeni blok je $\Phi = 613$ kW,

Temperatura tople vode na izlazu: $\theta_v = 90$ °C povratna temp.: $\theta_R = 70$ °C

$$\Delta\theta = 20 \text{ K}, \rho = 0,9716 \text{ pri } 80 \text{ °C}$$

$$q_v = \frac{\Phi}{c \cdot \Delta\theta \cdot \rho} = \frac{613}{1,16 \cdot 20 \cdot 0,9716} = 27,2 \text{ m}^3 \cdot h^{-1}$$

Potisna visina H mora pokriti gubitke pritiska u grani sa najvećim padom pritiska.

Gubitak pritiska u cevnoj mreži izračunava se kao zbir sledećih komponenti otpora:

- **Prave deonice:** $R \cdot l$

- **Lokalni otpori** $\sum \Delta p_E = \sum \zeta \frac{\rho}{2} w^2$

- **Regulacioni ventili** $p_v = 10^5 \left(\frac{q_v}{k_{vs}} \right)^2$

- **Ukupan pad pritiska** $\Delta p = R \cdot l + \sum p_E + p_v$

Napomena:

Gubitak pritiska usled suviše cirkulacije na dužim deonicama izračunava se kao $R = 100 \text{ Pa/m}$.

Za lokalne otpore usvojeno je da regulacioni ventili izazivaju između 40–60 % ukupnih gubitaka pritiska.

Dužina potisnog i povratnog voda $l = 223 \text{ m}$

Pad pritiska	Pa
na cevovodu dužine $223\text{m} \cdot 100 \text{ Pa/m} = 22300 \text{ Pa} (= 60 \%)$	
Ukupni pad pritiska	
$100\% = \frac{22300}{60} 100 =$	37.167
Trokraki mešni ventil $k_{VS} = 200, \text{ DN } 125$	
$p_v = 100 \cdot \left(\frac{q_v}{k_{VS}}\right)^2 = 100 \left(\frac{27,2}{200}\right)^2 = 1,85 \text{ kPa} =$	1.850
Potrebna potisna visina pumpe za Δp_p	39.017
	= 3,9 mWS

Koeficijent cevne mreže

$$K^* = \frac{q_v}{\sqrt{\Delta p}} = \frac{27,2}{\sqrt{3,9}} = 13,8$$

Svaka radna tačka se nalazi na paraboli karakteristike cevne mreže

$$q_v = K^* \sqrt{\Delta p}$$

Na dvostrukom logaritamskom dijagramu parabole imaju oblik prave linije.

Budući da pumpa može raditi samo duž linije karakteristike, presečna tačka dveju karakteristika određuje radnu tačku.

Primer: Izbor pumpe

Izbor pumpe se vrši na osnovu radne tačke iz prethodnog primera

Odabrana pumpa: WILO TOP-S 80 / 7

Očitana radna tačka pri stepenu 1:

$$q_v = 29 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

$$H = 4,15 \text{ mWS} = 41,5 \text{ kPa}$$

$$P_{el} = 710 \text{ W}$$

Očitana radna tačka pri stepenu 2:

$$q_v = 25,2 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

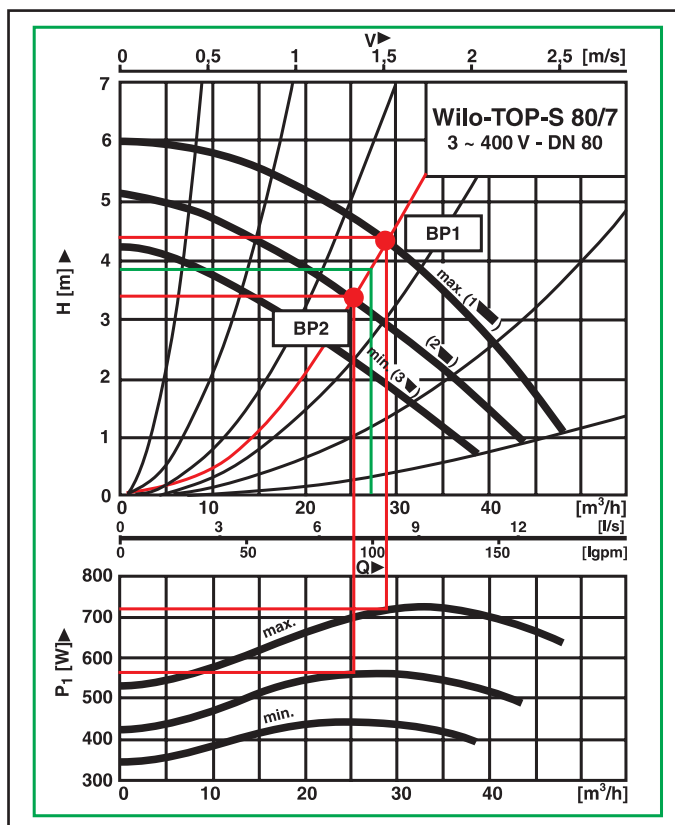
$$H = 3,2 \text{ mWS} = 32 \text{ kPa}$$

$$\text{Stepen 2: } P_{el} = 570 \text{ W}$$

Potrošnja električne energije:

Pri stepenu 1 u 220 grejnih dana ne uključujući letnji period potrošnja je $P_{el} = 710 \text{ W}$ pri $n = 1450$

$$W = P_{el} \cdot t = 0,71 \cdot 5280 = 3949 \text{ kWh}$$



Slika 2-11 WILO TOP-S 80

Čest je slučaj upotrebe cevi različitih dimenzija nego što je predviđeno projektom. To dodatno utiče na sigurnost sistema i takvi slučajevi moraju biti uzeti u obzir u proračunu cevovoda. Izračunat kapacitet pumpe, u opštem slučaju, može biti ostvaren manjom pumpom od pumpe određene dimenzionisanjem.

Ovakav način izbora pumpe ima sledeće prednosti:

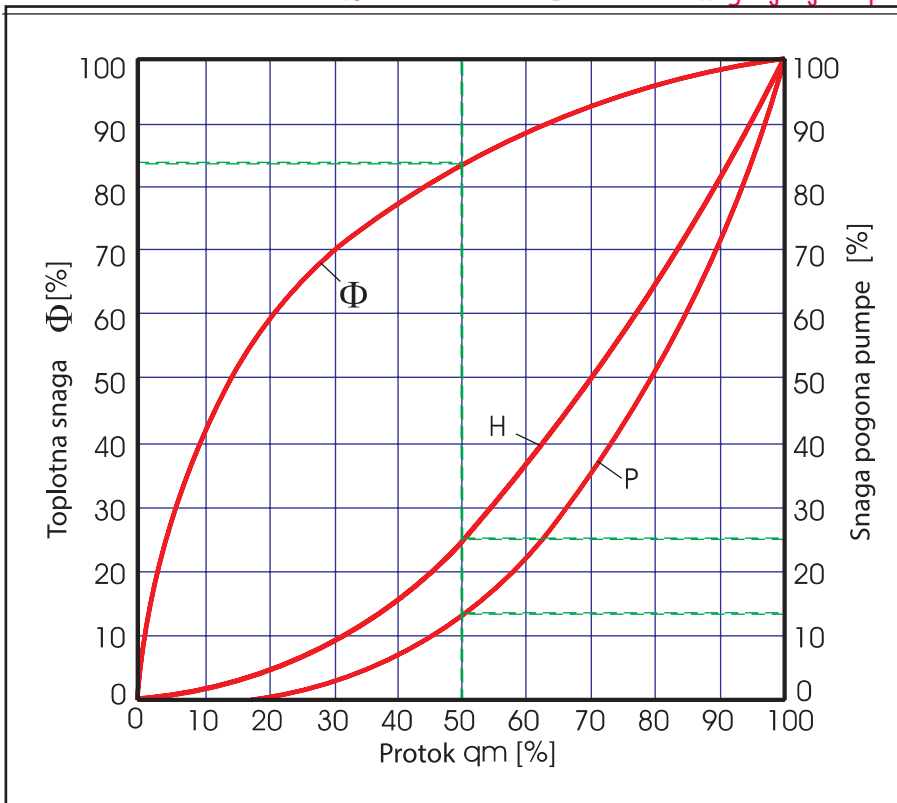
- 1) niži investicioni troškovi i manja potrošnja električne energije
- 2) niži nivo buke koju izaziva rad pumpe
- 3) izbegnuta je pojava buke usled protoka vode kroz ventile koja može nastati prilikom prvelikog protoka izazvanog radom velike pumpe, posebno kod termostatskih ventila.

Izbor pumpe bi trebalo da bude izvršen tako da se radna tačka nalazi u srednjoj trećini karakteristike pumpe.

Tako pumpa radi u optimalnom delu radnog opsega. Sa dijagrama se određuju tačke najveće efikasnosti pumpe.

U slučaju da postoji dvoumljenje, uvek je bolje izabrati manju pumpu za posmatrani grejni sistem.

Na slici 2-12 prikazan je dijagram količine predate toplote Φ , potisne visine pumpe H procentualnog angažovanja motora pumpe



Slika 2-12 dijagram predate količine toplote, potisne visine pumpe i procentualnog angažovanja motora pumpe.

Primer: Za ostvarenje 50% protoka potrebno je samo 12,5% snage pumpe. Količina predate toplote pritom iznosi 82,5%..

2.4 Dizajn

Pumpe se pretežno ugrađuju redno tj. ulazni i potisni vod su u istoj liniji. Male pumpe (nominalne dimenzije do 100 mm) su smeštene u spiralno kućište izrađeno od sivog liva ili visokokvalitetnog čeličnog lima. Sa motorom je povezana spojnicom. Impeleri su izrađeni od vrlo kvalitetne plastike, legiranih čeličnih limova ili sivog liva.

Proizvode se u različitim veličinama prema potrebama ostvarivanja željene potisne visine. U zavisnosti od potrebne potisne visine upotrebljavaju se aksijalne pumpe za manje, odnosno radijalne pumpe za veće potisne visine.

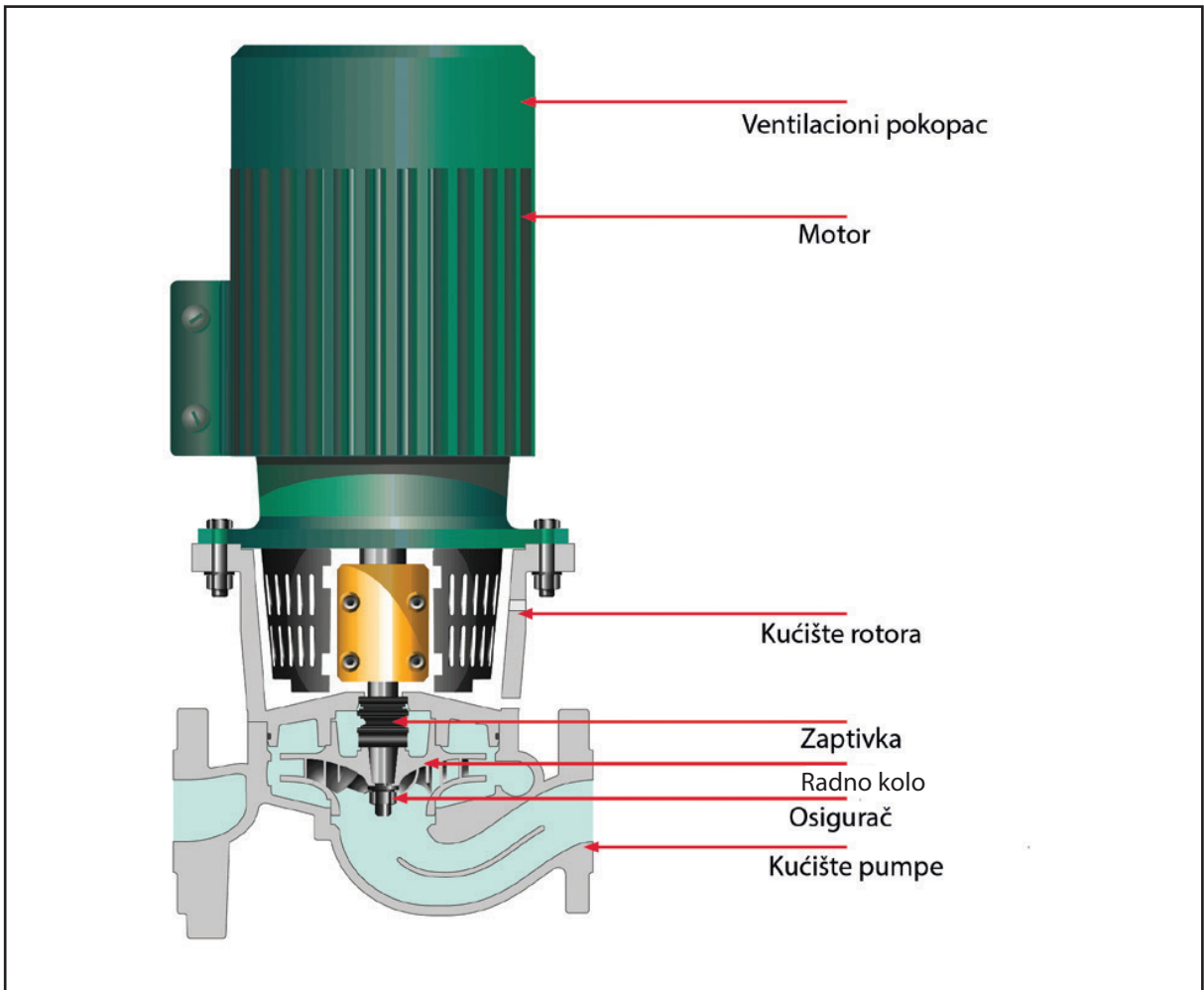
Za pumpe koje se koriste u sistemima za grejanje postoje dva konceptna rešenja:

Pumpe sa nezaštićenim motorom (potapajuće) i pumpe sa prirubnicom (suve). Oba rešenja proizvode se u pojedinačnoj i dvostrukoj ver-

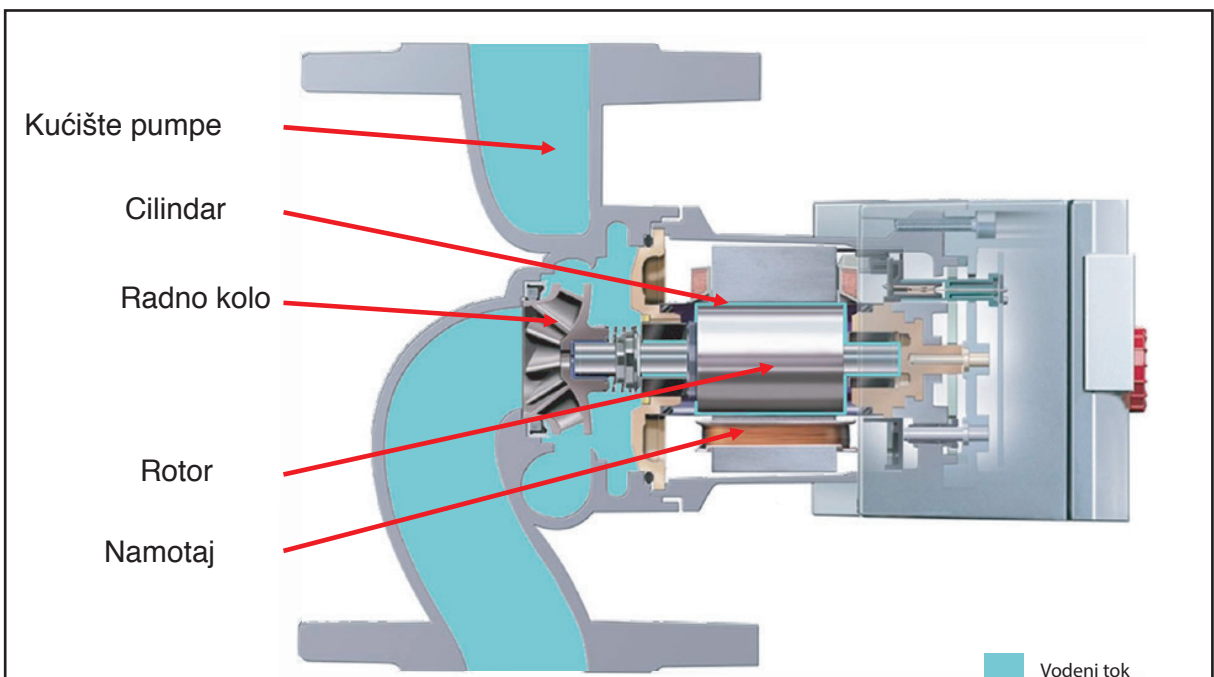
ziji. Kod prvog tipa pumpi svi pokretni delovi se nalaze u vodi, a zaptivanje se vrši uspešno pomoću zaptivača. Voda koja se potiskuje pumpom, ujedno služi kao mazivo rotora.

Ove pumpe karakteriše bešuman rad i gotovo da nije potrebno nikakvo održavanje. Snage pumpe se kreću od 10W do 2,5kW. Pumpa ovog tipa se na primer koristi za potisnu visinu 12 m uz ostvarivanje protoka do 100 m /h.

Kod suvih pumpi zaptivanje se postiže prstenastom zaptivkom (od keramičkih materijala visokog kvaliteta, kada je potrebno ostvariti duži eksploatacioni vek). Buka koja nastaje pri radu suvih pumpi je mnogo veća nego kod potapajućih pumpi. Suve pumpe obično imaju snagu 0,75 KW.



Slika 2-12 Pumpa sa suvim rotorom (Proizvod: Wilo)



Slika 2-13 Pumpa sa mokrim rotorom (Proizvod: Wilo)

2.4.1 Ugradnja

Dovodna grana pumpe bi trebalo da ima što je moguće manje otpora kako bi se ostvarili povoljni uslovi za nesmetan protok.

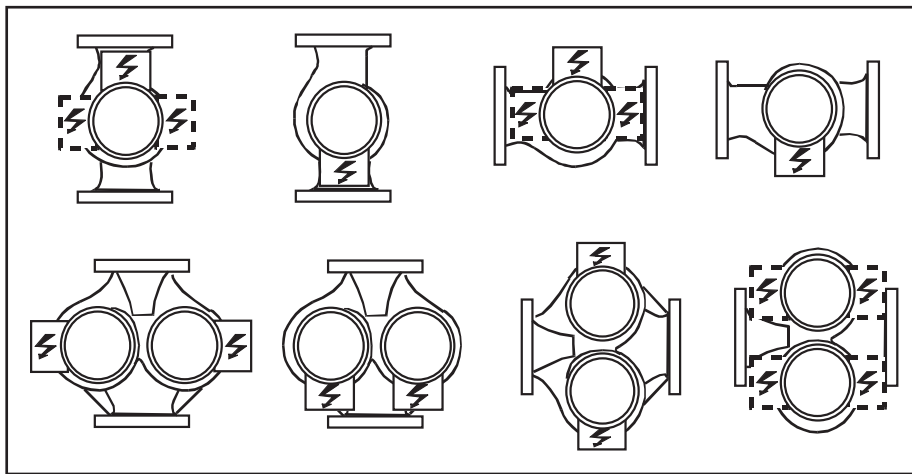
Potrebno je za ulaznu, kao i za izlaznu granu pumpe predvideti postavljanje zaustavnih ventila za potrebe održavanja.

U principu, pumpe mogu biti ugrađene i u potisni i u povratni vod. Na slici 2-15 prikazane su dozvoljene pozicije instaliranja. U zavisnosti od termičkog opterećenja trebalo bi favorizovati

ugradnju pumpe povratni vod.

Kod potapajućih pumpi od velikog je značaja mesto instaliranja, jer voda koja se upotrebljava za grejanje istovremeno služi i kao mazivo i kao rashladno sredstvo.

Pumpi se kod horizontalne ugradnje mora obezbediti stalan dotok vode. Kod vertikalne ugradnje, ponašanje pumpe u radu može postati nestabilno i dovesti do uništavanja pumpe.



Slika 2-14 Spregnute pumpe

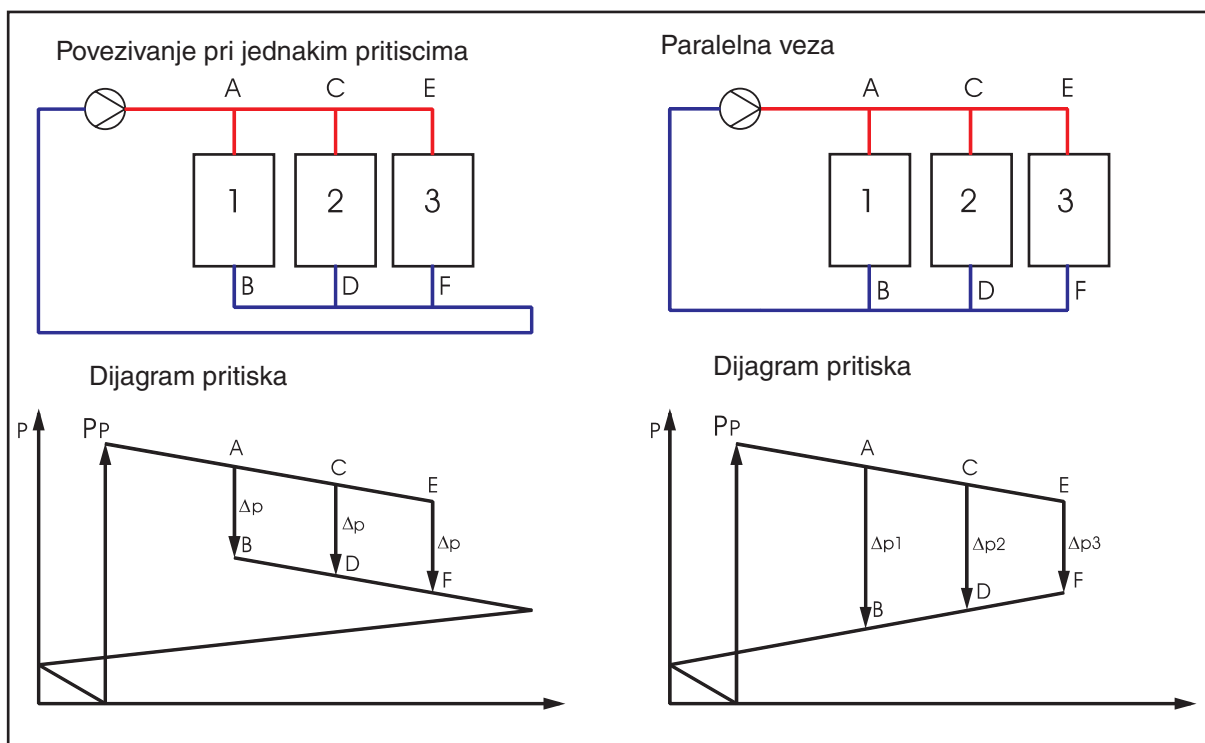
3 Karakteristike radnog pritiska

3.1 Raspodela pritiska u mreži

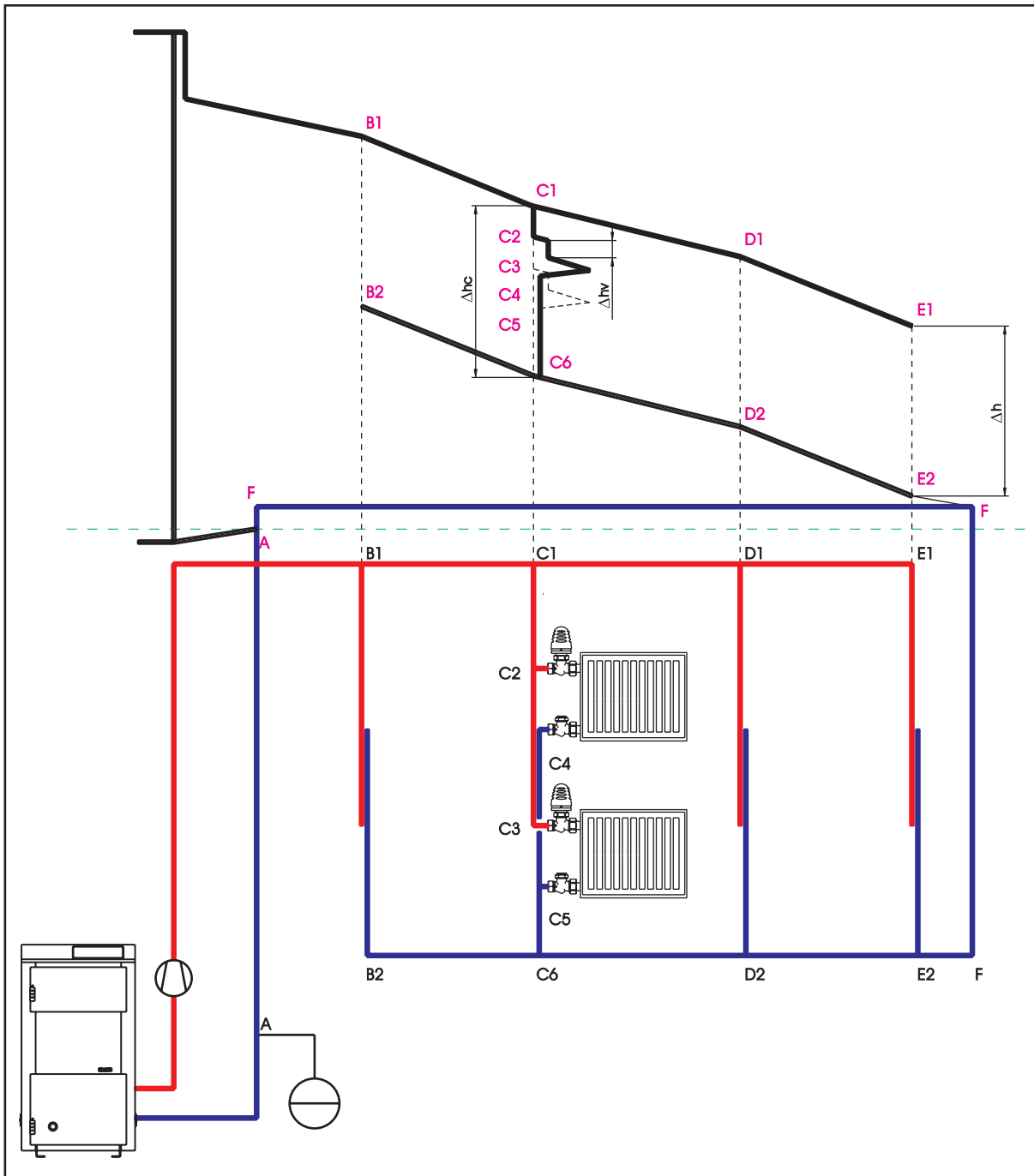
Čvorne tačke su tačke u sistemu u kojima se glavni vod cevovoda grana prema potisnom i povratnom vodu.

Slično važi i za veze grejnih elemenata. Na osnovu gubitaka pritiska u granama, u čvornim tačkama je moguće odrediti diferencijalni pritisak. Moguće je nacrtati dijagram za svaki sistem grejanja.

Sa radne linije pritiska moguće je odrediti čvorni diferencijalni pritisak. Na slici 3-1 prikazan je raspored pritiska za klasičnu paralelnu vezu i paralelnu Tihelmanovu (Tichelmann) vezu (cirkulaciju)



Slika 3-1 Raspodela pritiska u grejnim telima

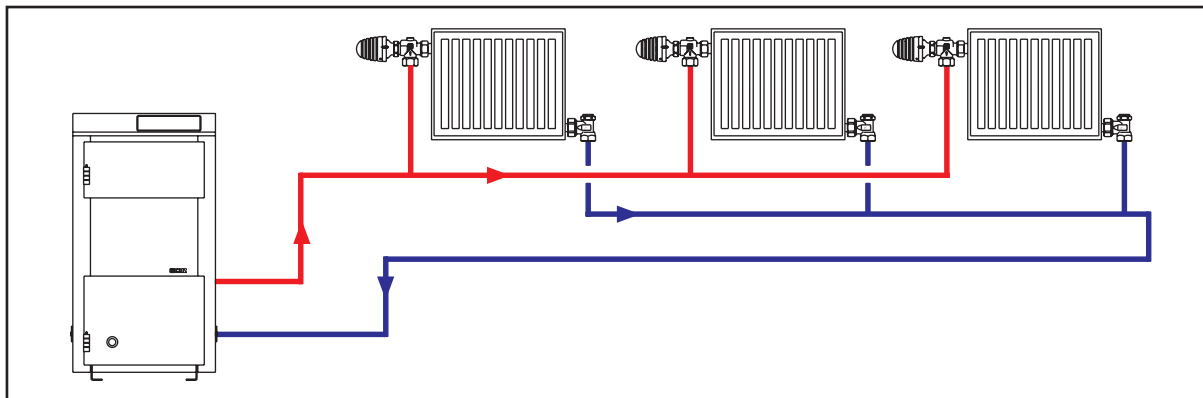


Slika 3-2 Dijagram pritiska za dvocevni sistem sa Tihelmanovom jednakom raspodelom pritiska

3.2 Ravnomerna raspodela pritiska prema Tihelmanu

Preporučuje se od strane A.Tihelmana i predstavlja specifičan raspored elemenata kod koga je svako grejno telo izloženo strujanju na podjednako dugim deonicama cevovoda mereno od kotla.

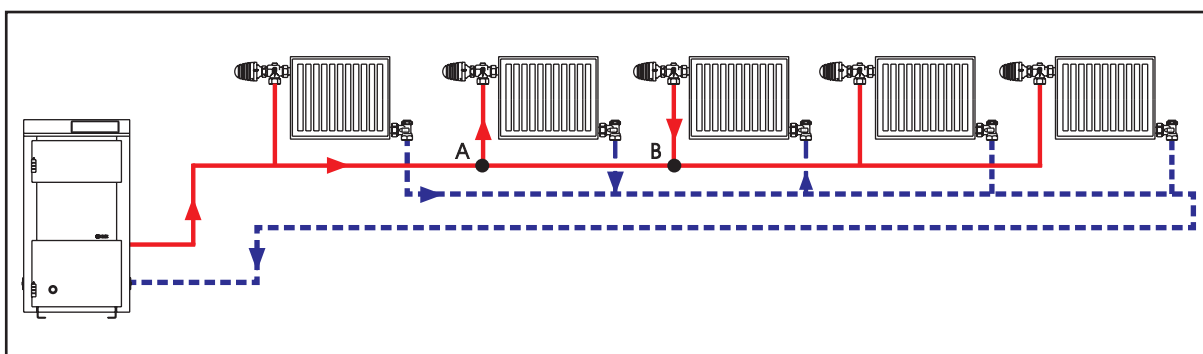
Podjednake padove pritiska moguće je ostvariti jedino ako su svi grejni elementi jednako angažovani uz iste protoke. Proračun cevovoda je u tom slučaju pojednostavljen i za uspostavljanje ispravno regulisanog sistema neophodna su samo mala podešavanja.



Slika 3-3 Tihelmanov sistem - šema cevovoda

Dodatno, Tihelmanovim sistemom se postiže ravnoteža kada je pad pritiska u grani veći nego u grejnom elementu. U tom slučaju se može uspostaviti reverzna cirkulacija preko grejnog tela. Na slici 3-4- prikazan je slučaj povratnog stru-

janja vode kroz grejno telo u slučaju da je pad pritiska između A i B preveliki. Grejni element se snabdeva iz povratne grane. Ovo je čisto teorijski slučaj i gotovo se nikada ne pojavljuje u praksi.

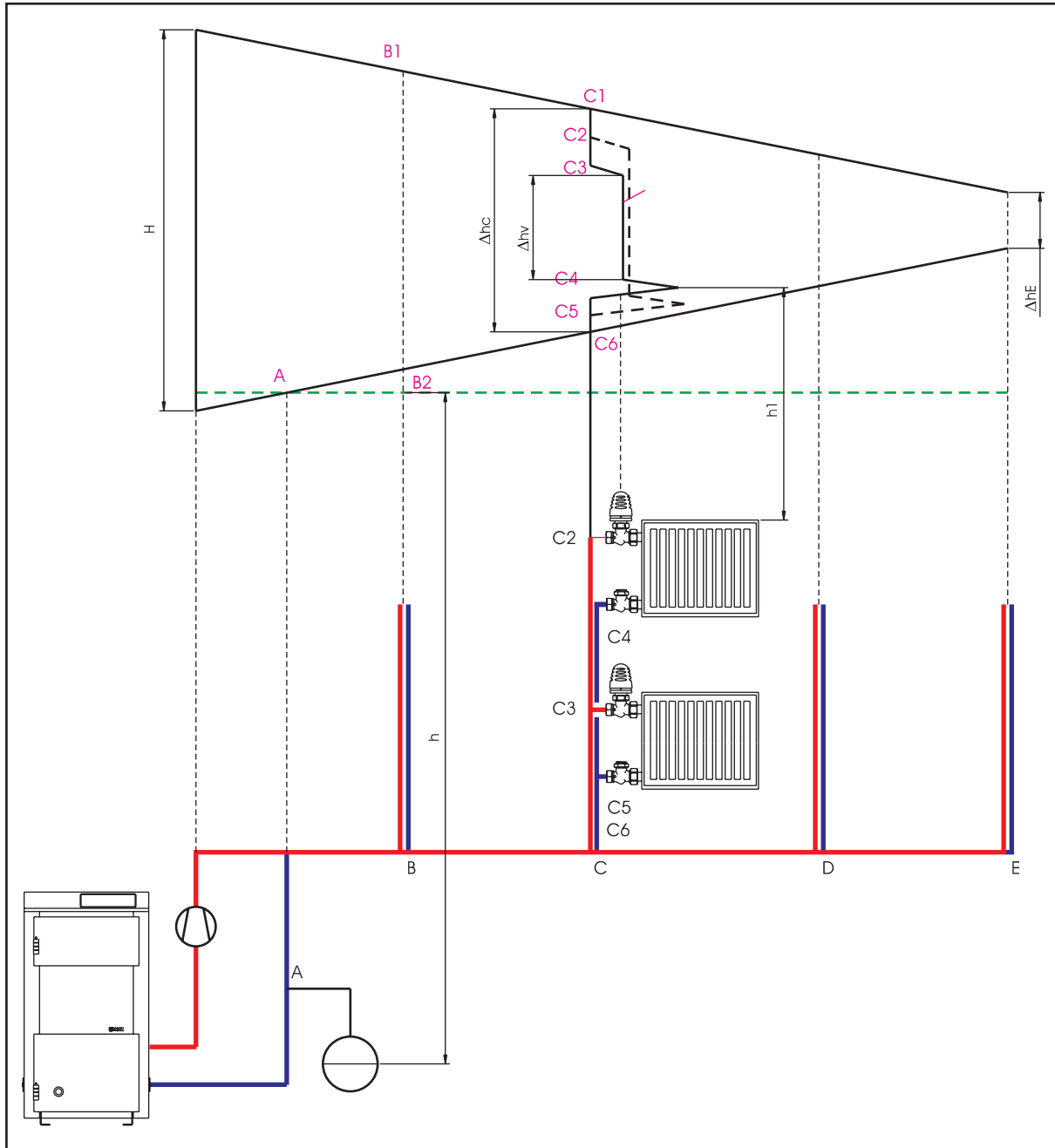


Slika 3-4 Moguć slučaj cirkulacije u Tihelmanovom sistemu.

Primena:

Premda je izvođenjem Tihelmanovog sistema ostvarenje jednakih pritisaka moguće, ovaj primer slikovito prikazuje kako je moguće odrediti gubitke pritiska u jednostavnom hidrauličkom sistemu. Tihelmanov sistem daje zadovoljavajuće rezultate svuda gde je agregate ili izmenjivače toplote potrebno podjednako opteretiti.

Ovo može biti slučaj kada je u sistem povezano više bojlera ili izmenjivača toplote preko jednog magistralnog voda, kada su potrošači toplotne energije povezani u prstenasti sistem ili prilikom snabdevanja sistema cevnom mrežom iz solar-nih kolektora.



Slika 3-5 Dijagram raspodele pritiska u dvocevnom sistemu

U tačkama B, C, D, E u vodovima 1 do 4 od C1
... C6 su tačke grane 2

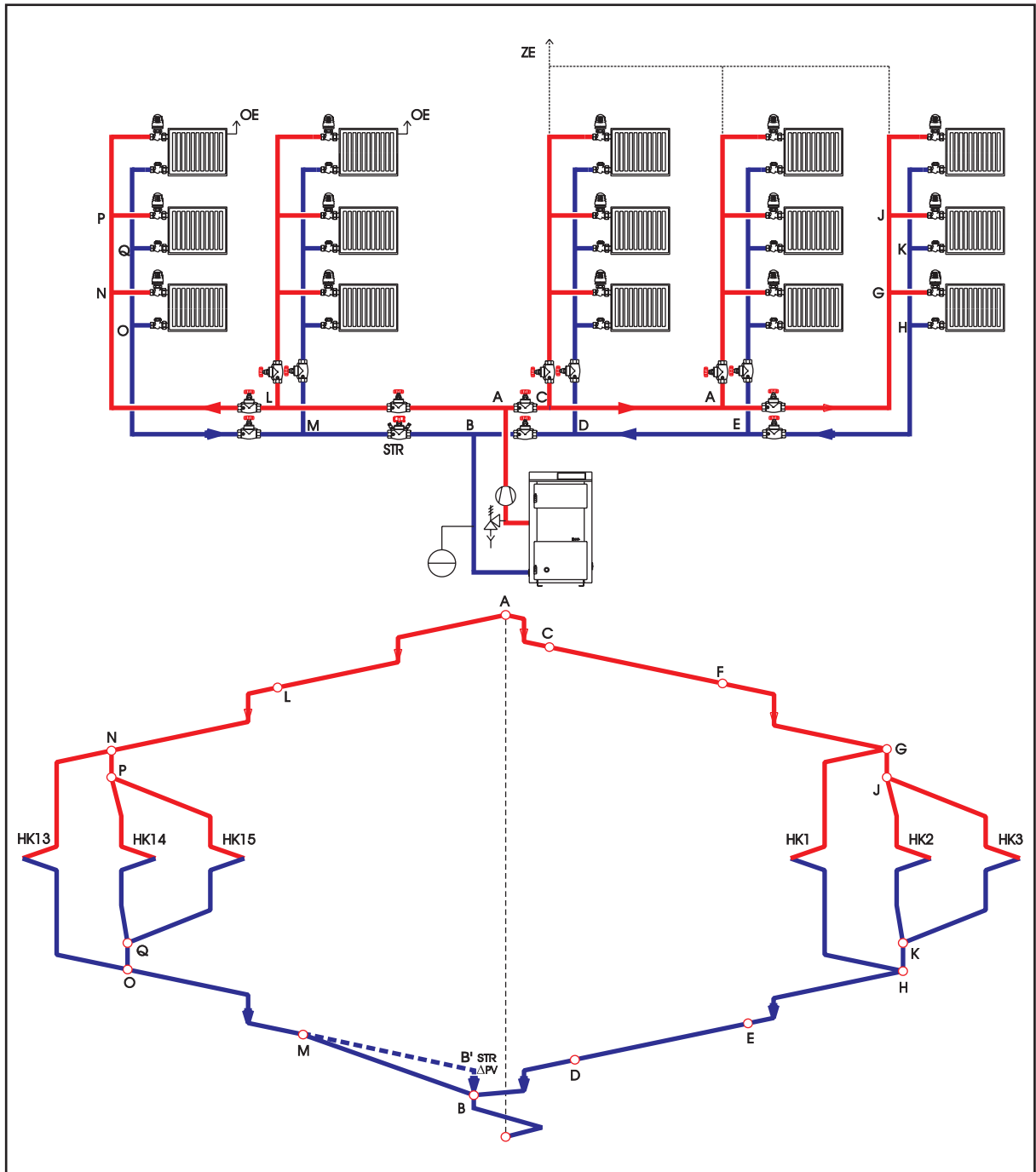
H = Potisna visina pumpe

Δh_C = Diferencijalni pritisak u čvoru
za granu 2

Δh_V = Razlika hidrostatickog pritiska,
ventil na grejnom telu 1 mora
prigušiti

Δh_E = Diferencijalni pritisak u čvoru
za granu 3 (= pad hidrostatickog
pritiska na grani 4)

h_1 = Radni hidrostaticki pritisak za
grejno telo 1



Slika 3-6 linija pritiska sistema za grejanje sa nižom distribucijom (zatvoreni sistem je na desnoj strani: sa centralnom degasacijom, levo: sa lokalnim odvozdušenjem)

Za dvocevni sistem sa nižom distribucijom na slici 3-6 prikazan je radni dijagram pritiska.

Na početku je nacrtna pumpa A sa desne strane. Gubici pritiska na deonicama \overline{AC} , \overline{CF} , \overline{FG} , \overline{GJ} su redukcija pritiska. Hidrostatički pritisak nije uzet u obzir. Gubitak pritiska na grejnom telu 3

je zabeležen. On mora biti iste veličine kao i na grejnom telu 2.

Sada za grejno telo 1 diferencijalni pritisak na deonici od G do H mora biti izbalansiran upotrebom regulacionog ventila (predstavljen na slici u ogledalu). Zabeležen je pad pritiska na deonici kao i duž raspona cevi.

Pad pritiska na deonicama \overline{HE} , \overline{ED} i \overline{DB} se beleži.

Sada se početak A nalazi na istom mestu kao i završetak B. Preostaje razlika pritiska B`-B, koja je nastala usled

korišćenja regulacionog ventila u deonici \overline{MB} . Na kraju se vrši balansiranje pritiska regulacionim ventilom na deonici \overline{MB} .

4 Sistem za grejanje prostorija predavanjem toplote

4.1 Granični uslovi

Za potrebe proračuna sistema za zagrevanje prostorija odavanjem toplote moraju se uzeti u obzir faktori:

- Namena prostora (npr. svrha upotrebe prostorije i ambijentalna temperatura)
- Tip sistema odavanja toplote (npr. pločasti radijatori, konvektori ili kombinovana rešenja)
- Sistem snabdevanja toplotnom energijom (npr. bojler, izmenjivač toplote, toplotna pumpa, solarni kolektori)
- Tip sistema za optimizaciju korišćenja energije (npr. niskotemperaturni sistemi, iskorišćavanje otpadnih voda)
- Vrste i temperature medijuma za distribuciju toplote.

4.2 Dimenzionisanje sistema za grejanje prostorija

Za potrebe proračuna sistema za grejanje prostorija mogu se primeniti sledeće definicije:

(1) Pločasti i člankasti radijatori
Standardne količine toplote koje odgovaraju grejnim telima stvaraju osnovu za dimenzionisanje. Faktori promene moraju biti uzeti u razmatranje u zavisnosti od opterećenja za odgovarajući tip povezivanja, za obložene ili sa metaliziranim bojom. Promena srednje temperature medijuma za distribuciju toplote (temperature vode), korekcija standardnih količina toplote za druge ambijentalne temperature mora biti izvršena u saglasnosti sa OENORM M 7513.

(2) Konvektori
Prilikom vršenja proračuna moraju se uzeti u obzir tehničke specifikacije proizvoda na koje utiče promena radnih parametara (npr. srednja korigovana temperatura medijuma)

(3) (Integrirani) grejači - podno grejanje
Dimenzionisanje sistema za podno grejanje vrši se standardnim proračunom na osnovu podataka iz tehničke dokumentacije .

(4) (Integrirani) grejači - drugi sistemi
Za relevantne podatke potrebne za dimenzionisanje geometrijskih parametara i temperature medijuma plafonskih panelnih grejača u prostoriji boravka, neophodno je koristiti tehničku dokumentaciju i odgovarajuću tehničku literaturu.

(5) Ostali grejni elementi
Za ostale grejne elemente kalkulacija se vrši na osnovu tehničkih podataka iz proizvođačke dokumentacije ili u nedostatku informacija koriste se podaci iz relevantne tehničke literature. Prilikom korišćenja posebnih tipova elemenata npr. fen-konvektora potrebno je odrediti sledeće uticaje: nivo buke, (pogledati OENORM H 6000-3), strujanje vazduha, regeneracije toplote.

Veliki broj kompanija nudi savremene programe za dimenzionisanje elemenata sistema za grejanje. Tako je postupak proračuna znatno pojednostavljen. Naravno, od krucijalnog je značaja poznavanje teorijskih osnova proračuna kako bi pravilno tumačili i koristili rezultate kalkulacija.

4.3 Proračunska temperatura

odabrati vrstu izvora toplotne energije i način distribucije. Do sada je toplotna moć goriva postavljala zahtev niske temperature u povratnom vodu, tako da se načelno pokušava održavanje temperature sistema na što je moguće nižoj temperaturi.

Takođe je prilikom upotrebe toplotnih pumpi potrebno izmeriti razmenu energije u sistemu

Prema standardu OENORM H 5150-1 za proračunske temperature se preporučuje :

- sistemi za grejanje sa toplotnom pumpom - temperatura na ulazu 50 °C
- sistemi za grejanje sa gasnim bojlerima - temperatura u povratnom vodu 35 °C
- ostali sistemi za grejanje temperatura na ulazu = 75 °C

nim uslovima bi trebalo da budu jednaki nominalnom toplotnom opterećenju površina Φ_n .

$$\Phi \geq \Phi_n$$

4.4 Napomene za planiranje

Svaki element sistema za emisiju toplote (pločasti radiator, konvektor, toplotna mreža npr. podno grejanje, zidno grejanje) je moguće:

- podesiti,
- obostrano isključiti
- isprazniti
- ugraditi odstranjivač vazuha (DIN 18380)

(1) Integrisanim grejnim elementima, posebno kod podnog grejanja, moguće je izvršiti pražnjenje više toplotnih mreža (npr. u magistralnom vodu za snabdevanje).

(2) kod drugih sistema za emisiju toplote (npr. grejni elementi, integrisani grejači i drugi grejni elementi) neophodna je ugradnja regulacionih elemenata.

(3) ako su na sistem grejanja priključene nezavisne deonice, za svaku deonicu pojedinačno je potrebno ugraditi regulacione armature

(4) ako je potrebno merenje utroška toplotne energije, tada je neophodno postaviti kalorimetre. Relevantne zakonske odredbe su regulisane preko ÖNORM : M 5920, M 5921, M 5922 i EN 835.

(5) kod sistema daljinskog grejanja ili udaljenih sistema trebalo bi razmotriti posebne smernice prilikom projektovanja i instalacije sistema.

Prema DIN 4701 deo 3:1989 potrebno je razmotriti i predstaviti slučaj pri 15 % odstupanja između nominalnih i stvarnih uslova i/ili ambijentalne i spoljašnje temperature.

Na osnovu potrebnog toplotnog opterećenja Φ_n može biti određen i broj članaka radijatora:.

$$N \geq \frac{\Phi_n}{\Phi_{IN} \cdot f_g}$$

Φ_{IN} u W/članku ili W/metru = specifično nominalno odavanje toplote određeno prema ÖNORM EN 442-2.

f_g je ukupan faktor umanjenja stvarnih vrednosti u odnosu na rezultate ispitivanja..

Uobičajen je nepotpun i neravnomeran rad grejnog elementa u zavisnosti od tipa, zbog čega su utvrđene i tabelarno predstavljene vrednosti predatog toplotnog fluksa na osnovu visine i dužine grejnog tela.

Za pločasti radiator vrednosti Φ mogu biti određeni iz tabele predstavljene na slici 4-1.

4.5 Osnove proračuna

Osnove proračuna toplotnog opterećenja date su u skladu sa preporukama ÖNORM M 7500.

Sa promenom radnih uslova, angažovanje grejnih elemenata će odstupati od standardnih količina toplote i to će biti uzeto u obzir prilikom proračuna.

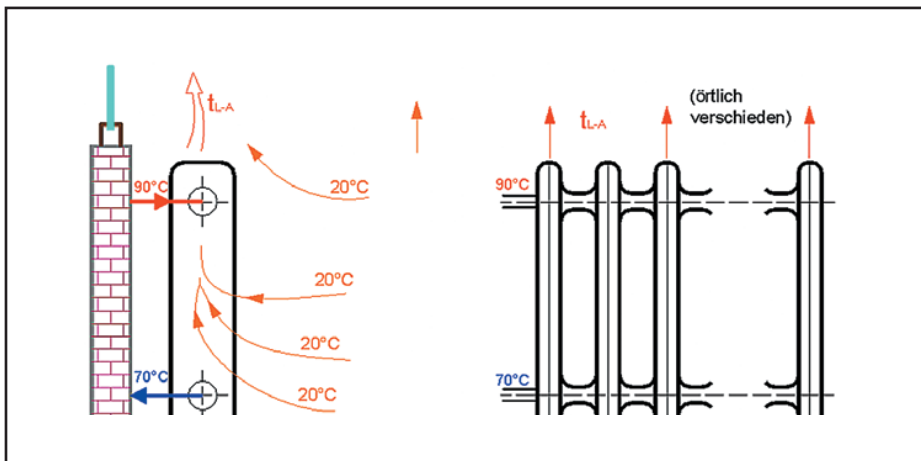
Uslov: Stvarni izlazni toplotni fluks Φ na lokalnim grejnim površinama i zagrevanim podnim površinama pri posmatranim rad-

Bauhöhe [mm]	300		400			500				600			
Baulänge [mm]	Typ 22	Typ 33	Typ 11	Typ 22	Typ 33	Typ 11	Typ 21	Typ 22	Typ 33	Typ 11	Typ 21	Typ 22	Typ 33
400						333				392	538	693	956
500			338	623		417	577	747		490	673	866	1.195
600	589	809	406	747	1.027	500	692	896	1.234	588	807	1.039	1.433
700			473	872		583	807	1.046	1.439	686	942	1.212	1.672
800	786	1.079	541	996	1.369	666	922	1.195	1.645	784	1.076	1.386	1.911
900	884	1.214	608	1.121	1.540	750	1.038	1.345	1.850	882	1.211	1.559	2.150
1000	982	1.349	676	1.245	1.711	833	1.153	1.494	2.056	980	1.345	1.732	2.389
1100	1.080	1.484	744	1.370	1.882	916	1.268	1.634	2.262	1.078	1.480	1.905	2.628
1200	1.178	1.619	811	1.494	2.053	1.000	1.384	1.793	2.467	1.176	1.614	2.078	2.867
1400	1.375	1.889	946	1.743	2.395	1.166	1.614	2.092	2.878	1.372	1.883	2.425	3.345
1600	1.571	2.158	1.082	1.992	2.738	1.333	1.845	2.390	3.290	1.568	2.152	2.771	3.822
1800	1.768	2.428	1.217	2.241	3.080	1.499	2.075	2.689	3.701	1.764	2.421	3.118	4.300
2000	1.964	2.698	1.352	2.490	3.422	1.666	2.306	2.988	4.112	1.960	2.690	3.464	4.778
2200	2.160	2.968		2.739	3.764	1.833	2.537	3.287		2.156	2.959	3.810	

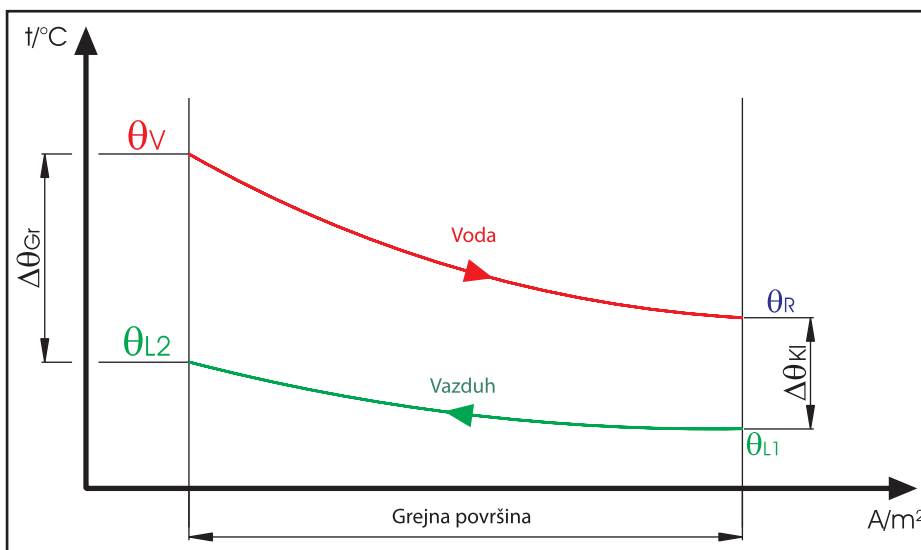
Slika 4-1 Standardne toplotne snage za pločasti radiator pri normalnim uslovima 75/65/20 °C /22/
(Primer proizvod Stelrad)

4.6 Grejna tela kao izmenjivači toplote

Grejna tela mogu biti posmatrana kao izmenjivači toplote prema principu protivstrujanja. Pri konstantnoj temperaturi vazduha θ_L , logaritamski temperaturni višak, odnosno ambijentalna temperatura θ_i .



Slika. 4-2 Raspodela temperatura u radiatoru



Slika. 4-3 Temperatura u grejnom telu

Predati toplotni fluks je zavistan od temperaturnog viška:

$$\Phi = U \cdot A \cdot \Delta T_{ln} \quad \Delta T_{ln} = \frac{\theta_V - \theta_R}{\ln \frac{\theta_V - \theta_i}{\theta_R - \theta_i}}$$

logaritamski temperaturni višak

Pri normalnim uslovima 75/65/20 °C dobija se $\Delta T_{ln} = 49,83 \text{ K}$.

A	m^2	Površina grejnog tela (idealno ravna pločasta površina kovekcije)
U	$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$	Koeficijent prenosa toplote
ΔT_{ln}	K	Logaritamski temperaturni višak
θ_V	°C	Polazna temperatura
θ_R	°C	Povratna temperatura
θ_i	°C	Sobna temperatura
Φ	W	Toplotna snaga grejnih tela

Temperaturni višak je razlika između prosečne temperature vode i normalne (standardne) temperature.

$$\Phi = K_m \cdot \Delta T^n$$

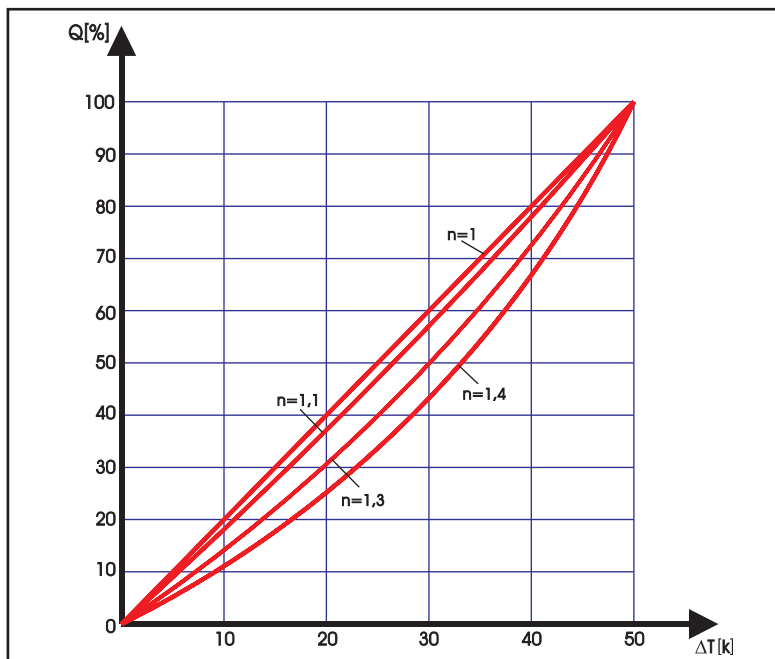
Kada nije moguće izračunati U, tada se pri ispitivanju prema ÖNORM EN 442-2 meri angažovanje grejnog tela. Na osnovu specifične predate toplote može biti određen Φ_{1N} za svaki element.

EkspONENT n karakteristike snage sobnog grejnog tela se prikazuje u tehničkoj dokumentaciji proizvođača za posmatrani tip grejnog elementa..

Najčešće korišćene vrednosti eksponenta:

Konvektori	$n = 1,4$
Radijatori	$n = 1,3$
Panelni radijatori	$n = 1,2 \dots 1,3$
Podno grejanje	$n = 1,1$

Karakteristika grejnog tela prikazuje predatu količinu energije u funkciji porasta temperature pri konstantnom protoku. Karakteristika je funkcija snage sa eksponentom n .



Slika 4-4 Karakteristika grejnog tela $\theta_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$.

Neophodna karakteristika je određena na osnovu predate količine energije Φ .

Gde su:

Maseni protok iznosi:

$$q_m = \frac{\Phi}{c \cdot (\theta_V - \theta_R)}$$

θ_V	$^\circ\text{C}$	Polazna temperatura
θ_R	$^\circ\text{C}$	Povratna temperatura
Φ	W	predata količina toplote preko grejnih površina
q_m	$\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$	Maseni protok
c	$\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$	spec. topl.kapacitett H_2O pri $20 \text{ }^\circ\text{C}$: z $c = 4,183 \text{ kJ/}$
kgK		

4.7 Predavanje toplote preko grejnih tela

4.7.1 Nominalna snaga

Nominalna snaga Φ_N = nominalnoj predatoj količini toplote i predstavlja predatu količinu energije, kada su ispunjeni sledeći uslovi (u saglasnosti sa ÖNORM EN 4)

Polazna temperatura

$$\theta_V = 75 \text{ °C}$$

Povratna temperatura

$$\theta_R = 65 \text{ °C}$$

Standardna temperatura vazduha

$$\theta_L = 20 \text{ °C}$$

Standardni temperaturni višak - aritmetički

$$\Delta T_n = 50 \text{ K}$$

Temperaturni višak - određen logaritamski

$$\Delta T_{ln} = 49,83 \text{ K}$$

4.7.2 Redukovana snaga grejnog tela

Stvarna snaga grejnog tela se pod određenim uslovima smanjuje u odnosu na nominalnu snagu Φ_N .

Redukovana snaga Φ u slučaju da protok grejnog medijuma nema uticaja na predaju toplote, izračunava se množenjem nominalne snage uticajnim koeficijentima.

$$\Phi = \Phi_N \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 \cdot f_5 = \Phi_N \cdot f_g$$

$$f_g = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 \cdot f_5$$

Tabela 7-1: Uticajni faktori

	Uticaj
f_1	Temperatura
f_2	Veze
f_3	Obloge, niše
f_4	Metalizirani premaz
f_5	Ograničen rad
f_g	Ukupan faktor

4.7.2.1 Faktor snage

Faktor snage predstavlja odnos toplotne snage radijatora u radnim uslovima i standardnim uslovima (tokom ispitivanja).

f_1 temperaturni faktor

$$f_1 = \frac{1}{NTF} = \left(\frac{\Delta T_{\ddot{u}}}{49,83} \right)^n$$

Faktor f_1 određuje se kao recipročna vrednost NTF vrednosti - niskotemperaturni faktor.

Pojednostavljen postupak proračuna prema ÖNORM M 7513

Kod ove proračunske metode koristi se aritmetički temperaturni višak:

$$\Delta T_{\ddot{u}} = \frac{\theta_V + \theta_R}{2} - \theta_i \text{ i}$$

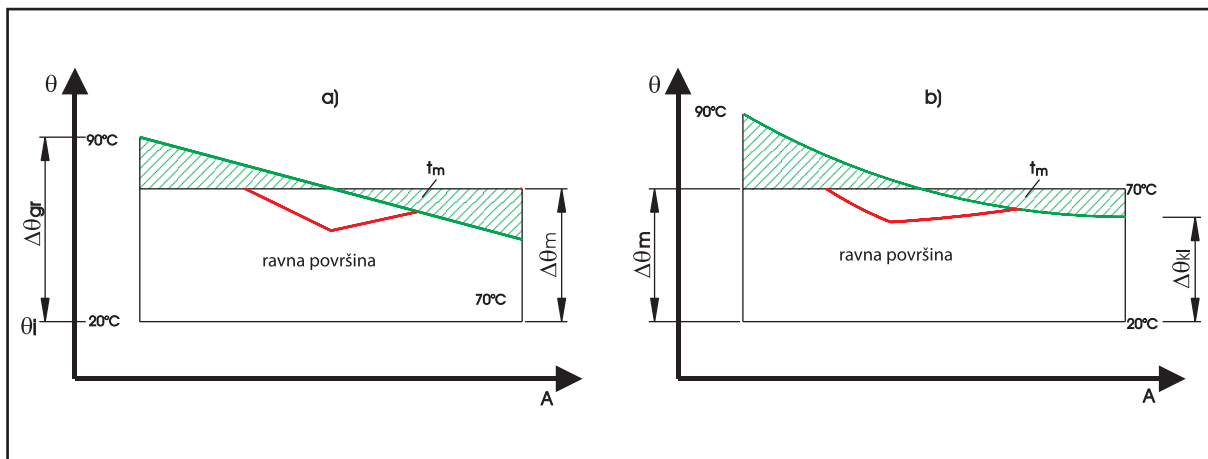
$$f_1 = \frac{1}{NTF} = \left(\frac{\Delta T_{\ddot{u}}}{50} \right)^n$$

Logaritamski temperaturni višak iznosi

$$\Delta T_{\ddot{u}} = \Delta T_{ln}$$

Aritmetički temperaturni višak $\Delta T_{\ddot{u}}$ ma linearni rast. (Slika 7-5a): ova se pojednostavljenja odnose na

$$c = \frac{\theta_R - \theta_i}{\theta_V - \theta_i} \geq 0,7$$

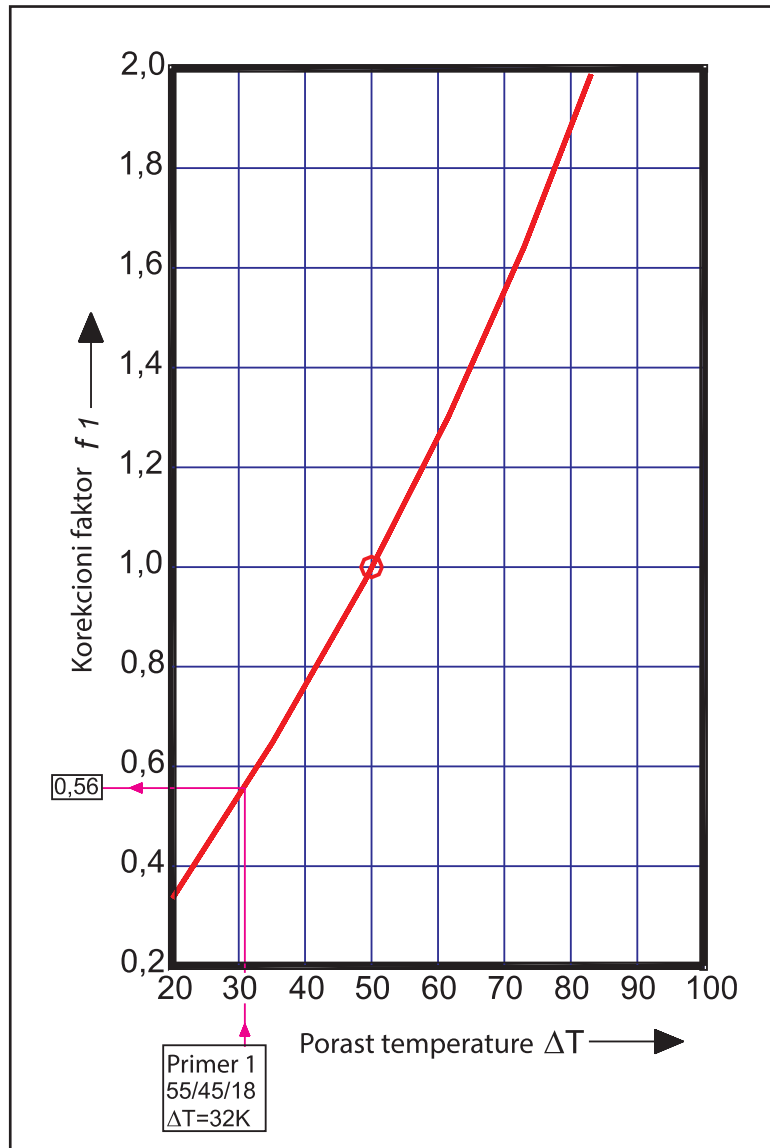


Slika 4-5 a) Uproščena i b) stvarna raspodela temperatura u grejnom telu

Za izabrane temperature, iz tabele 4-2 je moguće odrediti Niskotemperaturne faktore NTF.

Tab. 4-2 Temperaturni faktor NTF za $n = 1,3$ pri normalnim uslovima 75/65/20°C, NTF = 1,0

Polaz. ttemp. t_v [°C]	Povrat. temp.. t_R [°C]	Temperatura vazduha t_L [°C]						
		10	12	15	18	20	22	24
90	80	0,59	0,61	0,64	0,68	0,71	0,74	0,77
	75	0,62	0,64	0,68	0,72	0,75	0,78	0,82
	70	0,65	0,67	0,72	0,76	0,80	0,83	0,87
	65	0,68	0,71	0,76	0,81	0,85	0,89	0,93
	60	0,72	0,76	0,81	0,87	0,91	0,96	1,01
	55	0,77	0,81	0,87	0,93	0,98	1,04	1,10
	50	0,83	0,87	0,93	1,01	1,07	1,14	1,21
85	75	0,64	0,67	0,71	0,75	0,79	0,82	0,86
	70	0,68	0,70	0,75	0,80	0,84	0,88	0,92
	65	0,72	0,75	0,80	0,85	0,89	0,94	0,99
	60	0,76	0,79	0,85	0,91	0,96	1,01	1,07
	55	0,81	0,85	0,91	0,98	1,04	1,10	1,16
	50	0,87	0,91	0,98	1,07	1,13	1,21	1,29
80	70	0,71	0,74	0,79	0,84	0,88	0,93	0,97
	65	0,75	0,78	0,84	0,90	0,94	0,99	1,05
	60	0,80	0,83	0,89	0,96	1,01	1,07	1,13
	55	0,85	0,89	0,96	1,04	1,10	1,16	1,24
	50	0,91	0,96	1,04	1,13	1,20	1,28	1,37
75	65	0,79	0,82	0,88	0,95	1,00	1,05	1,12
	60	0,84	0,88	0,94	1,02	1,08	1,14	1,21
	55	0,89	0,94	1,01	1,10	1,17	1,24	1,32
	50	0,96	1,01	1,10	1,20	1,28	1,37	1,47
70	60	0,88	0,93	1,00	1,08	1,15	1,22	1,30
	55	0,94	0,99	1,08	1,17	1,25	1,33	1,42
	50	1,01	1,07	1,17	1,28	1,37	1,47	1,58
	45	1,10	1,16	1,28	1,42	1,52	1,64	1,79
	40	1,20	1,28	1,42	1,59	1,73	1,89	2,08
65	55	1,00	1,05	1,15	1,26	1,34	1,43	1,54
	50	1,08	1,14	1,25	1,37	1,47	1,58	1,71
	45	1,17	1,24	1,37	1,52	1,64	1,78	1,94
	40	1,28	1,37	1,52	1,71	1,87	2,05	2,27
60	55	1,07	1,13	1,23	1,35	1,45	1,56	1,68
	50	1,15	1,22	1,34	1,48	1,60	1,73	1,87
	45	1,25	1,33	1,47	1,65	1,78	1,94	2,13
	40	1,37	1,47	1,64	1,86	2,03	2,24	2,50
55	50	1,23	1,31	1,45	1,62	1,75	1,90	2,07
	45	1,34	1,43	1,60	1,80	1,96	2,15	2,37
	40	1,47	1,58	1,78	2,03	2,24	2,48	2,78
	35	1,64	1,78	2,03	2,36	2,64	2,99	3,43
	30	1,87	2,05	2,39	2,86	3,29	3,86	4,67
50	45	1,45	1,56	1,75	1,98	2,17	2,40	2,67
	40	1,60	1,73	1,96	2,25	2,50	2,79	3,15
	35	1,78	1,94	2,24	2,63	2,96	3,37	3,92
	30	2,03	2,24	2,64	3,19	3,70	4,39	5,39
45	40	1,75	1,90	2,17	2,53	2,83	3,19	3,65
	35	1,96	2,15	2,50	2,96	3,37	3,89	4,58
	30	2,24	2,48	2,96	3,63	4,25	5,11	6,38
40	35	2,17	2,40	2,83	3,41	3,93	4,62	5,54
	30	2,50	2,79	3,37	4,21	5,01	6,14	7,87
	25	2,96	3,37	4,25	5,68	7,28	10,16	17,93



Slika 4-6 Korekcionni faktor f_1 za $n = 1,3$ i $\Delta T_n = 50$ K it ÖNORM M 7513:1997

f_2 faktor načina ugradnje

Navedene vrednosti su približne, odnosno empirijske vrednosti.

1,0	sa jednakim stranama sa gornjim izlazom
0,9	sa jednakim stranama, ventil, otvoren 100% protoka
0,85 ... (0,7)	sa jednakim stranama, ventil, pri 50% protoka
1,0	suprotan (do 2m)
0,9	ulaz i izlaz sa donje strane
0,9	srednji priključak ventila

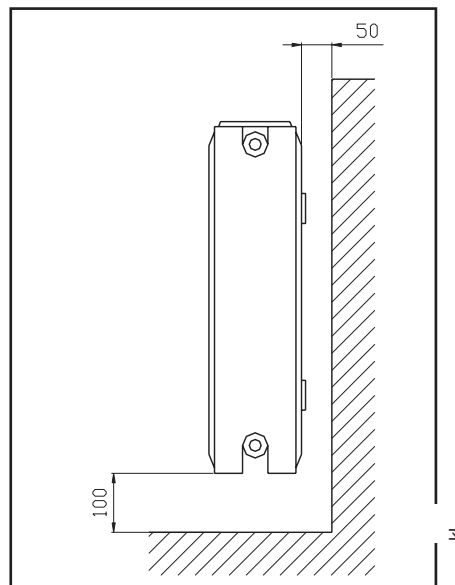
0,85 ... 0,90 specijalni ventili za jednocevne sisteme sa potapajućom cevi

f_3 Prepreke, niše

Navedene vrednosti faktora su približne..

- a) Pri ispitivanju pod normalnim uslovima grejni elementi su postavljeni prema preporuci proizvođača (100 mm slobodnog prostora ispod i 50 mm iza grejnog tela). Za ovako postavljen grejni element $f_3 = 1,0$.

U slučaju odstupanja od navedenog načina instalacije mora se predvideti umanjeње per-

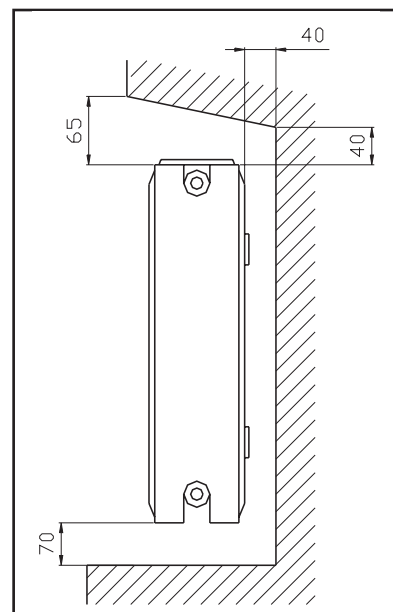


Slika 4-7 Postavljanje grejnog tela za $f_3 = 1,0$ u saglasnosti sa ÖNORM M 7513

formansi

- b) Za instalaciju grejnih tela unutar niša razmotrene su minimalne vrednosti utvrđene standardima; poštovanjem standarda obezbeđuje se umanjeње predaje toplote za maksimalno 4%

Slobodan prostor (iznad 65mm, ispod 70 mm i



Slika 4-8: Instalacija grejnih tela prema ÖNORM M of 7513, minimalne dimenzije, $f_3 = 0.99... 0.96$

iza, prema zidu 40 mm)

$f_3 = 0,99 \dots 0,96,$

c) Maskirano postavljanje grejnih tela (npr. maskiranje drvenom ili mermernom pločom), za razliku od slobodno postavljenog radijatora opstruira predaju toplote vazduhu u prostoriji, pri čemu je umanjeње efikasnosti grejnih tela približno 15% a) $f_3 = 0,9 \dots 0,85$ (pri zazorima

prema slici 4-9)

d) Povoljan raspored prednjih panela takođe može dovesti do povećanja kapaciteta, kroz povećanje efekta osovine. Kapacitet pomenuta smanjenja ni na koji način ne mogu biti u poređenju sa dodatnim gubicima u transferu kroz spoljašnji zid

e) Sobni radijator sa ugrađenim rešetkastim poklopcem ima smanjenje efikasnosti predavanja toplote, što najviše zavisi od veličine otvora kroz koji struji vazduh i iznosi oko 20%.

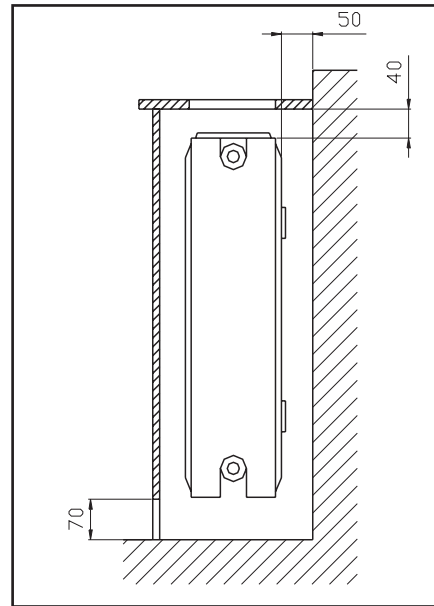
$f_3 = 0,9 \dots 0,8$

f) Prilikom predavanja toplote preko gornjih i bočnih pokrivnih limova radijatora izaziva smanjenje $f_3 = 0,95 \dots 0,9$. Podaci su prikupljeni i obrađeni prema EN 442 pod kontrolisanim uslovima.

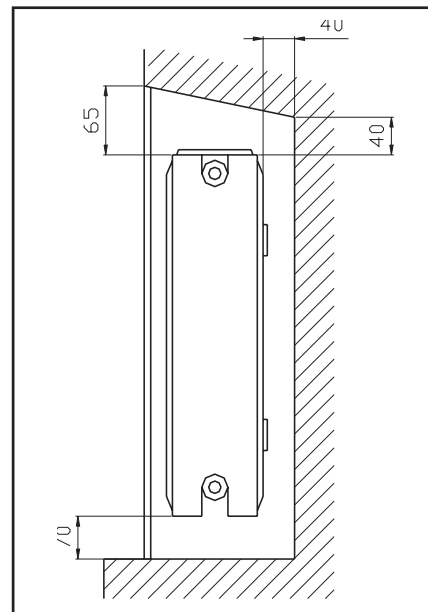
g) Smanjenje odavanja toplote zračenjem frontalnim limovima.

Gornji i donji usisnici vazduha moraju odgovarati najmanjem normalnom poprečnom preseku kroz koji se vrši strujanje vazduha ($0,5 \times \text{dubina} \times \text{ukupna dužina}$). Prepreka izaziva gubitke usled konvekcije (akumulacija toplote), ako su gornji, donji i bočni otvori jednaki dubini radijatora. $f_3 = 0,9$.

h) Preblizu postavljene zavese imaju uticaj na



Slika 4-9 Preporučeno postavljanje radijatora prema ÖNORM M 7513 sa $f_3 = 0,9 \dots 0,85$



Slika 4-10 Postavljanje grejnih tela u saglasnosti sa ÖNORM M 7513

prolazak toplog vazduha u prostoriju. $f_3 = 0,9$

f_4 Faktor metalnih površina

Malim koeficijentom zračenja metalnih površina smanjuje se i odavanje toplote.

$f_4 = 1,0$ - Osnovna boja ÖNORM C 2360, farba za radijatore, nereflektivni sloj (nezavisno od boje)

$f_4 = 0,85 \dots 0,9$ metalizirani premazi, bronveoma brzog zagrevanja $f_5 = 0,8$

zani premaz, aluminijumski sjaj.

f_5 Ograničen rad

Stalni prekidi u radu sistema, kao što je na primer brzo zagrevanje prostorija može biti razlog povećanja predatog toplotnog fluksa sa grejnog tela.

Ako je poželjno predimensionisati sistem, najbolje je to učiniti preko faktora f_5 . Na primer, kod

Primer: Pločasti radijator

Čelični pločasti radijator ima izlaznu snagu

$$\Phi_N = 1300 \text{ Watt.}$$

Pronaći toplotni fluks $\Phi = ?$ za $\theta_1 = 55 \text{ }^\circ\text{C}$, $\theta_2 = 45 \text{ }^\circ\text{C}$, $\theta_i = 18 \text{ }^\circ\text{C}$

$$c = \frac{45 - 18}{55 - 18} = 0,729 > 0,7$$

a) U konkretnom slučaju poslužićemo se diagramom prikazanim na slici 4-6 odakle sledi::

$$\Delta T = \frac{55 \text{ }^\circ\text{C} + 45 \text{ }^\circ\text{C}}{2} - 18 \text{ }^\circ\text{C} = 32 \text{ K}$$

Sa slike 4-6 sledi da je $f = 0,56$

$$\Phi = 0,56 \cdot 1300 = 728 \text{ W} \quad \text{Stvarno predata količina toplote je}$$

b) Na drugi način je moguće odrediti preko niskotemperaturnog faktora NTF iz tabele 4-2

$$\text{NTF} = 1,8 \text{ odakle sledi } \Phi = 1300 : 1,8 = 722 \text{ W}$$

Primer: Radijator

Nominalna izlazna snaga radijatora iznosi 112W po rebru.

$$\Phi_{IN} = 112 \text{ W bei } \theta_V = 75^\circ, \theta_R = 65^\circ, \theta_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

Pronaći stvarno predatu količinu toplote ako su $\theta_V = 80 \text{ }^\circ\text{C}$, $\theta_R = 60 \text{ }^\circ\text{C}$, $\theta_i = 22 \text{ }^\circ\text{C}$

a) Temperaturni višak se određuje kao $\Delta T_{ii} = \frac{80 + 60}{2} - 22 = 48 \text{ K}$, $f_1 = \left(\frac{48}{50}\right)^{1,3} = 0,948$

sa dijagrama (slika 4-6) pri čemu je $\Delta T = 48 \text{ K}$ a temperaturni korekcionni faktor $f_1 = 0,93$, NTF = 1,07 iz tabele 4-2)

Pri tome redukovana toplotna snaga iznosi::

$$\Phi = f_1 \cdot \Phi_{IN} = 0,93 \cdot 112 = 104 \text{ W.}$$

b) Izračunavanje Temperaturnog faktora f_1 pomoću ΔT_{ln}

Toplotno opterećenje je funkcija snage zavisna od logaritamskog temperaturnog viška

$$\Delta T_{\ln} = \frac{\theta_v - \theta_R}{\ln \frac{\theta_v - \theta_i}{\theta_R - \theta_i}} = \frac{80 - 60}{\ln \frac{80 - 22}{60 - 22}} = 47,3 \text{ K}$$

$$f_{1,2} = \left(\frac{47,3}{49,83} \right)^{1,3} = 0,934 \quad \text{NTF} = \frac{1}{f_{1,2}} = 1,0707$$

Primer: Grejanje primenom toplotne pumpe

Sistem za grejanje treba da ostvari temperature (ulazna/povratna) 50/40° i temperaturu ambijenta od 20°C.

Toplotno opterećenje u prostorijama 25 m³ sa spec. toplotnim opterećenjem od 32 W/m²,
Nominalno toplotno opterećenje 75/65/20°C $\Phi_{IN} = 77 \text{ W/rebru}$ za radijatore

Toplotno opterećenje u prostoriji iznosi $\Phi_n = 25 \cdot 32 = 800 \text{ W}$

Temperaturni faktor je uticajni koeficijent radne temperature i određuje se kao::

$$c = \frac{\theta_R - \theta_i}{\theta_v - \theta_i} = \frac{40 - 20}{50 - 20} = 0,67 < 0,7$$

na osnovu prethodnog se određuje logaritamski temperaturni višak.

$$\Delta T_{ii} = \frac{\theta_v + \theta_R}{2} - \theta_i = \frac{50 + 40}{2} - 20 = 25 \text{ K} \quad f_1 = \left(\frac{\Delta T_{ii}}{50} \right)^n = \left(\frac{25}{50} \right)^{1,3} = 0,406$$

$$\text{NTF} = \frac{1}{f_1} = 2,46$$

$$\Delta T_{\ln} = \frac{\theta_v - \theta_R}{\ln \frac{\theta_v - \theta_i}{\theta_R - \theta_i}} = \frac{50 - 40}{\ln \frac{50 - 20}{40 - 20}} = 24,66 \text{ K}$$

$$f_1 = \left(\frac{\Delta T_{ii}}{49,83} \right)^n = \left(\frac{24,66}{49,83} \right)^{1,3} = 0,40$$

Toplotno opterećenje iznosi $\Phi = \Phi_{IN} \cdot f_1 = 77 \cdot 0,40 = 30,8 \text{ W}$ pro Glied

$$N \geq \frac{\Phi_n}{\Phi_{IN} \cdot f_g} = \frac{800}{77 \cdot 0,4} = 26$$

Potreban broj rebara radijatora = 26

Maseni protok grejnog medijuma iznosi: $q_m = \frac{\Phi}{c(\theta_v - \theta_R)} = \frac{800}{1,16(50 - 40)} = 69 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$ u normalnim radnim uslovima.

Primer: Grejni elementi - dimenzionisanje

Za zagrevanje prostorije je potrebna snaga od 920 W. Grejna tela se nalaze u nišama. Predviđene temperature su 80/60/20°C

Izgled niše je prikazan na slici 4-8 sa 4-% manjenja emisije toplote. $f_3 = 0,96$

Prema tabeli 4-2 NTF-faktor iznosi = 1,01

Iz tabele standardnih toplotnih opterećenja (Slika 4-1) 75/65/20°C za standardno grejno telo nominalna snaga iznosi

$$\Phi_N = \frac{P_n \cdot NTF}{f_g} = \frac{920 \cdot 1,01}{0,96} = 968 \text{ W}$$

Izabran je model radijatora Kompakt Typ21 1100-500 proizvođača STELRAD, nominalne snage 1.011W (Sa slike 4-1)..

4.8 Površinsko grejanje i hlađenje

Poslednjih godina raste tražnja i sve je više prihvaćen koncept površinskog grejanja i hlađenja. Kao rezultat brojnih prednosti koje ovi sistemi donose, više od trećine svih novoizgrađenih porodičnih kuća opremljeno je podnim grejanjem. Upotreba savremenih materijala kao što su HERZ višeslojne kompozitne cevi obezbeđuje dug radni vek sistema. Investicioni troškovi su na sličnom nivou kao i za ugradnju sistema radijatorskog grejanja. Troškovi instalacije za hlađenje prostorija su manji od konvencionalnih sistema uz prednost izuzetno tihog rada.

Ako se istovremeno koriste površinsko grejanje i radijatorsko grejanje, treba imati na umu da se kontrola površinskog grejanja uvek mora izvesti nezavisno od upravljanja radijatorskim grejanjem. Površinsko grejanje zahteva niže temperature grejne vode nego radijatorsko grejanje. Za sisteme hlađenja hladnom vodom takođe se razlikuju temperature rashladnog medijuma.

Prednosti površinskog grejanja

Podno ili zidno grejanje koristi celu površinu poda ili zida prostorije kao konvekcijsku površinu, odnosno za razmenu toplote. Radijator, sa druge strane predstavlja samo koncentrisani izvor toplote.

- Toplota emitovana zračenjem uvek postiže ujednačenu raspodelu temperatura u prostoriji.

Toplota zračenja od podnog grejanja podrazumeva daleko manju razmenu toplote između ljudi i spoljašnje sredine oko prostorije nego što je to slučaj kod radijatorskog grejanja.

To znači da se sobna temperatura može održavati na oko 2-3 °C nižem nivou bez narušavanja osećaja udobnosti. Ovo dovodi do značajnog smanjenja troškova grejanja čak do 12%.

- Svi prostori u prostoriji su potpuno dostupni, raspoloživi su deo enterijera i prilagođeni deci. Manje je ograničenja kada je u pitanju opremanje prostorija, jer se ne mora voditi računa o radijatorima i instalaciji.

- Nema taloženja prašine: Pošto postoji samo blago kretanje vazduha, turbulencija prašine je svedena na minimum. Turbulencija prašine izaziva se vazдушnim strujanjem u radijatorima - topli vazduh se diže iz radijatora, a hladniji vazduh pada i ulazi sa donje strane radijatora.

To znači da vazduh u prostoriji sadrži znatno manje prašine, a samim tim i poboljšanje kvaliteta života, posebno za osobe sklone alergiji.

jama. Temperaturnom razlikom između sobne temperature i temperature površine podnog grejanja manjom od 6K, komponenta konvekcije je veoma niska; praktično postoji samo komponenta zračenja. Ako je Δt veći od 6K, konvektivna komponenta se povećava i prašina se podiže.

- Površinsko grejanje zahteva značajno niže temperature dovoda i povrata u odnosu na sisteme radijatorskog grejanja, što naglašava prednost udobnosti i uštede energije nisko-temperaturnog grejanja. Zbog nižih polaznih temperatura od konvencionalnih sistema grejanja, sistemi površinskog grejanja su idealni za korišćenje sa alternativnim izvorima toplote, npr. toplotnim pumpama, solarnim kolektorima itd.

Površinsko hlađenje se izvodi kao plafonsko hlađenje u porodičnim kućama, u višespratnim stambenim zgradama, poslovnim ili industrijskim objektima kao aktivna betonska armatura. Prilikom izgradnje čvrstih plafona ili čvrstih zidova, postavljaju se cevi i mreže kapilarnih cevi.

Rashladni medijum protiče kroz sistem cevi i ceo ohlađeni plafon ili zid postaje termalna masa skladištenja energije. Temperatura hladne vode ne sme biti ispod 18°C (opasnost od pada ispod tačke rose). Kao izvor energije (odnosno toplotni ponor) mogu se koristiti geosonde, bunari ili geotermalni kolektori u zemlji. U zavisnosti od podzemnih voda i stanja zemljišta, zemljište se može koristiti kao sezonsko skladište. Besplatno ponovno hlađenje izvora je takođe moguće, uz smanjenu energetska efikasnost.

Maksimalni kapacitet hlađenja termoaktivnih plafona je oko 50W/m (pri sobnoj temperaturi 26°C), stoga se plafonsko hlađenje može primeniti samo sa fasadama koje efikasno sprečavaju prodor sunčevog zračenja.

Svakako, preporučuje se razdvajanje sistema. Za efikasnu eliminaciju problema pojave kondenzacije, neophodno je imati odgovarajući regulacioni sistem sa senzorima vlažnosti.

Postavljanje podnog grejanja se izvodi na dva načina:

- Sistem mokrog polaganja: cevi se polažu direktno u košuljicu.

- Sistem suvog polaganja: cevi se polažu ispod suve košuljice na izolacionom materijalu.

Prednost: mala ukupna visina i mala težina.

Sistem mokrog polaganja

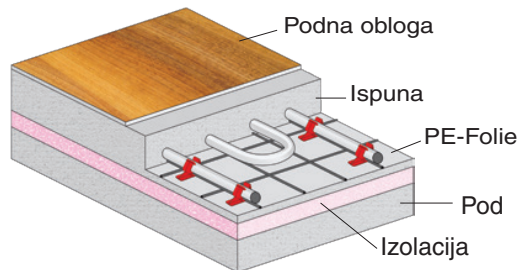
Kod ove podne konstrukcije, cevi za grejanje su ugrađene direktno u košuljicu.

Prenos toplote je veoma dobar kod ovog sistema. Međutim, potrebno je dodati aditive u košuljicu, u skladu sa ONORM B 3732, koji smanjuju udeo vazdušnih uključaka. Dostupan je veliki broj sistema polaganja cevi - čelične mrežaste prostirke, noseće šine, sistemske ploče sa vezicama. Kod sistema mokrog polaganja, cevi se ugrađuju direktno u košuljicu. U slučaju grejanja, mora se obezbediti neophodna minimalna debljina.

U slučaju cementnih košuljica, gornja ivica cevi treba da bude pokrivena sa najmanje 45 mm obloge.

Kod anhidritnih košuljica gornja ivica cevi treba da bude pokrivena sa najmanje 35 mm.

U slučaju podnih obloga, posebno tepiha, mora se obezbediti da su i tepih i lepak pogodni za podno grejanje



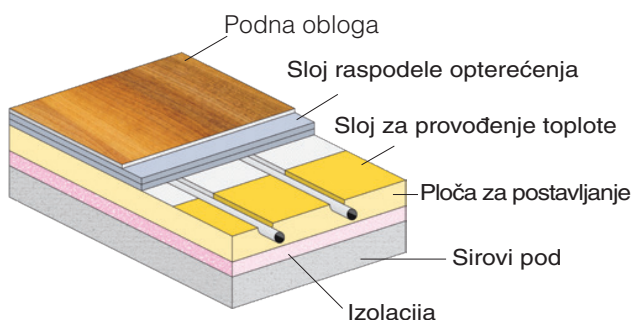
Podna konstrukcija u sistemu mokrog postavljanja (odozdo prema gore)

- Sirovi pod na licu mesta, npr. sirovi beton, prekrivaju se peskom ili sličnim materijalom. U slučaju nasipa potrebno je postaviti zaštitni film.
- Ako je potrebno, postaviti izolaciju sirovog poda,
- Zvučna izolacija od udara
- PE film
- Polaganje ploča od polistirena sa spajalicama, sistemskih ploča, potpornih šina, čelične mrežaste prostirke ili ploče za postavljanje cevi
- Cevi za podno grejanje dimenzije: 16 x 2,0 mm do 20 x 2,0 mm
- košuljica
- Podovi

Sistem suvog postavljanja

Toplotna provodljivost ovih sistema je nešto niža od one kod mokrog postavljanja. Cevi su ugrađene u rastser - ploče za polaganje sa udubljenjima za cevi sa različitim distancama postavljanja. Aluminijski ili drugi metalni sloj ravnomerno raspoređuje toplotu po površini.

Za gornji sloj postavlja se sloj estrih ploča za ravnomernu raspodelu opterećenja, što znači da se mogu postići niže građevinske visine, neophodne za renoviranje i naknadnu instalaciju grejanja. Preko ovog sloja se postavlja podna obloga.



Podna konstrukcija u sistemu suvog polaganja (od dna ka vrhu)

- Sirovi plafon na licu mesta, npr. sirovi beton, ispunje peskom ili sličnim materijalom. U slučaju nasipanja potrebno je postaviti zaštitni film.
- Ako je potrebno, postaviti izolaciju sirovog poda, zvučnu izolaciju itd.
- Polaganje polistirenskih ploča debljine 50 mm sa aluminijumskim slojem
- Cevi za podno grejanje: 14 x 2,0 ili 16 x 2,0 mm
- Sloj za raspodelu opterećenja (suva košuljica)
- Podovi

Vrste ugradnje površinskog grejanja

Mogu se koristiti različite vrste polaganja cevi i na njih utiču sledeći faktori:

- Prostorni oblik
- Broj krugova grejanja
- košuljica ili dilatacioni spojevi zgrade
- Ivične zone sa povećanom temperaturom površine
- Projektovanje sistema podnog i površinskog grejanja kao potpunog, delimičnog ili kombinovanog sistema grejanja
- Ujednačenost površinske temperature
- Voditi računa o minimalnom radijusu savijanja cevi

Cilj polaganja cevi je da se postigne što ravnomernija raspodela temperature po celom podu. To se postiže bifilarnim (spiralnim) polaganjem, tako da se polazna i povratna cev polažu jedna do druge i na taj način naizmenično teku „vruća“ i „ohlađena“ grejna voda.

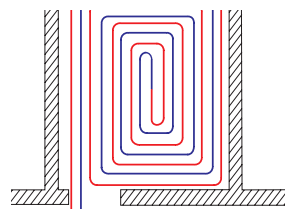
Temperatura površine poda meri se direktno iznad vrha cevi i između cevi. Temperaturna razlika se naziva „talasanost“. Važno je da ove razlike budu što je moguće niže. To znači, s jedne strane, da razmaci polaganja budu mali (maksimalno 30 cm), a sa druge strane da se temperature polaza podese što je moguće niže.

U slučaju veoma velikih površina, položenih u obliku meandra, smer toka vode se takođe može promeniti u određenim vremenskim intervalima kako bi se postigla ujednačena površinska temperatura. To se često naziva „obrnuto ili reverzno grejanje“.

Drugi mogući tip polaganja je polaganje cevi u obliku meandra, gde se cev postavlja u meandrima od spoljašnjeg zida do unutrašnjeg zida.

Za formiranja ivičnih zona postavljaju se samo potisne cevi.

U slučaju različitih krugova grejanja, temperaturu polaza određuje grejni krug sa najvećim toplotnim opterećenjem. Preostali krugovi grejanja se konfiguriraju preko razmaka između cevi za grejanje. Rastojanje između cevi je od 50 do 300 mm i zavisi od projektnog rešenja i sistema polaganja.

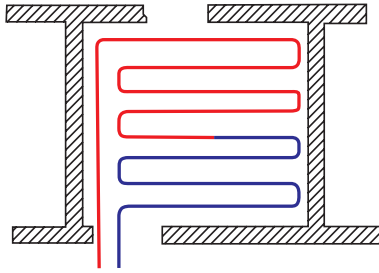


Spiralno postavljanje cevi za površinsko grejanje

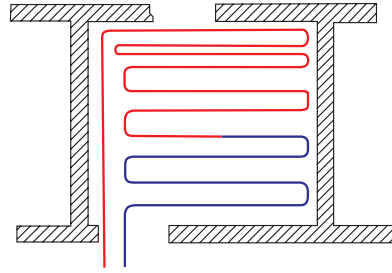
Dimenzionisanje i izvođenje Površinskog grejanja

Kao i kod bilo kog sistema grejanja, optimalno projektno rešenje je ključ za ispravno funkcionisanje sistema podnog grejanja, koji treba planirati i izvesti u skladu sa važećim pravilima i standardima.

Pravilno projektovanje je jedini način da se postigne ugodna klima u prostoriji i niski operativni troškovi.



Bifilarno postavljanje cevi



Postavljanje cevi - meandri

Dimenzionisanje podnog grejanja vrši se napr. prema standardu ONORM EN 1264. Kao osnova za proračun koristi se toplotno opterećenje prema ONORM EN 12831.

Ovo je toplotna snaga potrebna za zagrevanje prostorije. Uzima u obzir veliki broj faktora - od lokacije prostorije, korišćenih građevinskih materijala, toplotne izolacije objekta, broja prozora i drugih uticajnih činilaca. Ako je toplotno opterećenje poznato, podno grejanje se može projektovati relativno jednostavnim postupkom.

Previsoka temperatura poda
Prilikom projektovanja mora se obezbediti da se ne prekorače fiziološki dozvoljene temperature poda (navedene u EN 1264). Površinska temperatura na grejanom podu ne sme prelaziti 27°C, jer je većina ljudi dugoročno doživljava kao neprijatnu. Međutim, pošto je maksimalna temperatura poda potrebna samo nekoliko dana u godini, 29°C je još uvek prihvatljiva u dnevnim sobama i sličnim prostorijama.

U zonama koje nisu predviđene za stalno stanovanje, na primer, periferne zone ili sanitarne zone, dozvoljeno je do 35°C. Ove vrednosti su navedene u EN 1264 kao granične vrednosti prekoračenja preporučene temperature poda: (za stambene prostore 9K, a za periferne zone 15 K pri sobnoj temperaturi od 20 °C).

Ako se potrebna toplotna snaga ne može postići ni uvođenjem ivičnih zona, potrebno je dodatno zagrevanje. Odgovarajuća izolacija ispod cevi mora da obezbedi da emisija toplote prema donjoj strani bude manja od 25% toplotne snage i manja od 20 W/m .

Koraci u projektovanju
Polazna tačka za dimenzionisanje je toplotno opterećenje (potreba za toplotom) PN prema EN 12831.

1) Ispunjavanje toplotnih zahteva

Kod podnog grejanja, gubitak toplote preko poda može se odbiti od ukupnog toplotnog gubitka prostorije (potreba za toplotom).

$$P_{NB} = P_N - P_{FB} \text{ [W]}$$

- P_{NB} redukovana potrošnja toplote [W]
- P_N nominalna potreba za toplotom [W]
- P_{FB} gubitak toplote kroz pod [W]

2) Određivanje specifičnog toplotnog opterećenja

Na osnovu redukovane potrebne toplotne snage i raspoložive grejne površine (Podna površina prostorije - uz oduzimanje površine za skladištenje) izračunava se specifična potreba za toplotom.

$$q_{spez} = \frac{P_{NB}}{A_R} \text{ [W/m}^2\text{]}$$

- q_{spez} specifična potrebna toplota [W/m²]
- P_{NB} redukovana potrebna toplota [W]
- A_R grejna površina [m²]

Za izračunavanje temperature polaznog voda uzima se prostorija sa najvećim specifičnim toplotnim opterećenjem (ne kupatila!) - u daljem tekstu „referentna prostorija“.

3) Proračun referentne prostorije

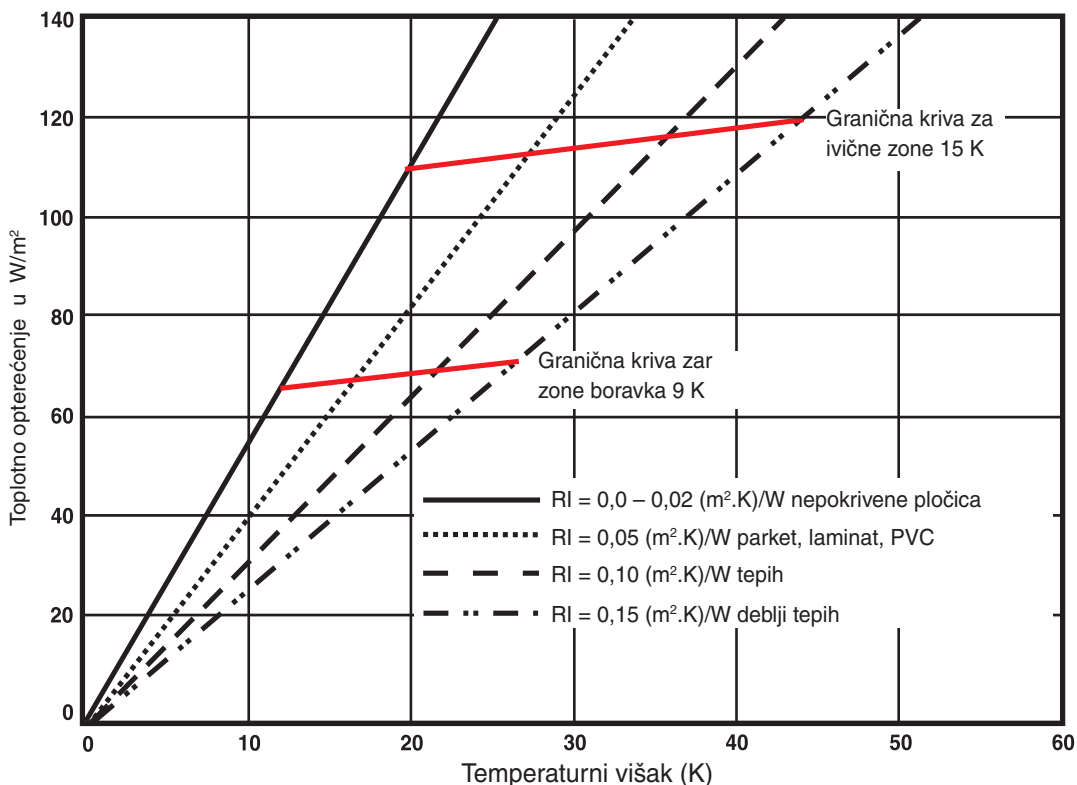
Raspon (razlika temperature između polaza i povrata) se bira za proračun referentne prostorije (i samo za referentnu prostoriju). – prema EN 1264 sa $\sigma < 5$ K. Kupatila se ne koriste kao referentna prostorija.

4) Temperaturni višak medijuma za grejanje

Temperaturni višak grejnog medijuma je određena kao srednja logaritamska razlika između temperature grejnog medijuma i nominalne unutrašnje temperature. Za proračun referentne prostorije koristi se projektovani temperaturni višak grejnog

medijuma, koja je dominantna za termalni otpor izabrane podne obloge pri projektovanom protoku. Temperaturni višak medijuma za grejanje može se očitati direktno sa dijagrama. Donja temperatura medijuma za grejanje i hlađenje prostorije takođe se određuje iz dijagrama.

Temperaturni višak medija za grejanje za standardne podne obloge



Ulazna temperatura rashladnog medijuma za hlađenje prostorije

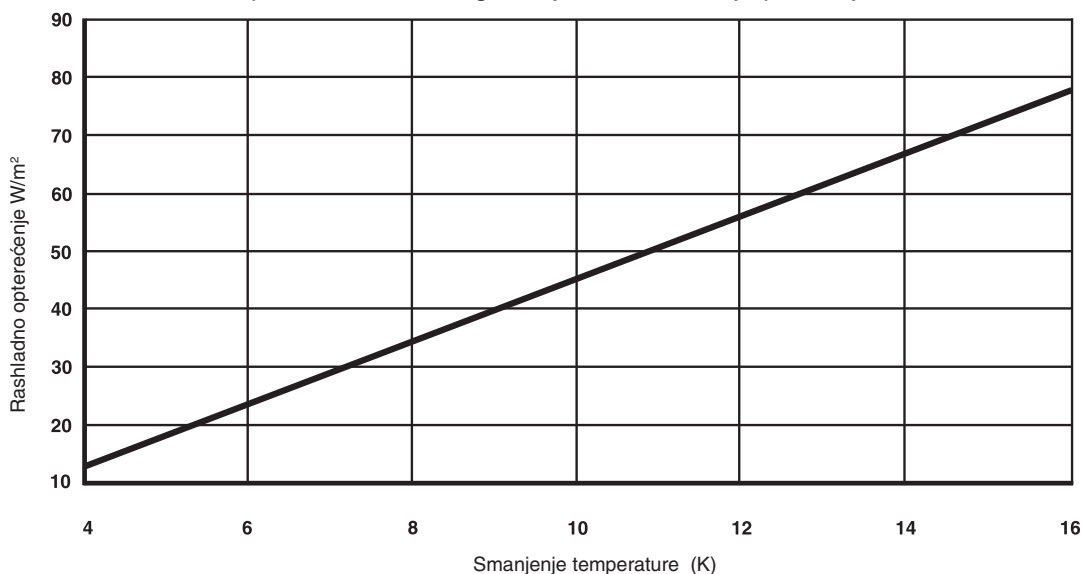


Tabela referentnih vrednosti za toplotnu provodljivost i toplotnu otpornost podnih obloga

Referentne vrednosti za potpuno prijanjajuće podne obloge na podnom grejanju

Pod	Debljina (mm)	Toplotna provodljivost (W/mK)	Termalni otpor (m K/W)
Mozaik parket (hrast)	8	0,21	0,038
Višeslojni parket	11-14	0,09-0,12	0,055-0,076
Lamelni parket (hrast)	16	0,21	0,09
Laminat	9	0,17	0,044
Keramika	13	1,05	0,012
Mermer	12	2,1	0,0057
Prirodni kamen	12	1,2	0,01
Betonske ploče	12	2,1	0,0057
Tepih		-	0,07-0,17
Filc	6,5	0,54	0,12
Sintetička obloga	3,0	0,23	0,011
PVC obloga - nalegajuća	2,0	0,20	0,010

5) Proračun polazne temperature

$$t_{VL} = t_i + t_{mH} + \frac{\sigma}{2} [^{\circ}C]$$

t_{VL} polazna temperatura [$^{\circ}C$]
 t_i sobna temperatura [$^{\circ}C$]
 t_{mH} temperaturni višak [K]
 σ razlika temperatura (polazna – povratna)

Temperatura polaza ne važi samo za referentnu prostoriju, već i za sve druge grejne krugove. Da bi se obezbedio ispravan rad svakog kruga podnog grejanja, protok i temperaturna razlika (temperatura polaza – temperatura povrata) se prilagođavaju.

6) Utvrđivanje temperaturne razlike ostalih grejnih krugova

Uz pomoć specifičnog grejnog opterećenja i rastojanja između cevi, kao i kod proračunavanja referentne prostorije, određuje se temperaturna razlika grejnog medijuma.

Razlika se može izračunati iz temperaturnog viška grejnog medijuma i temperature polaza..

$$\frac{\sigma}{2} = t_{VL} - (t_i + t_{mH})$$

$$\sigma = 2 \cdot (t_{VL} - (t_i + t_{mH}))$$

t_{VL} polazna temperatura [$^{\circ}C$]
 t_i sobna temperatura [$^{\circ}C$]
 t_{mH} temperaturni višak [K]
 σ razlika temperatura (polazna – povratna)

7) Ivične zone

Ako je potreba za toplotom u prostoriji tolika da je nedovoljno postavljanje sistemom sa minimalnim rastojanjem između cevi za održavanje maksimalne temperatura poda od $29^{\circ}C$, mora se izvršiti proračun sa ivičnim zonama.

Ispituje se da li je moguće pokriti potrebe za toplotom kroz ivičnu zonu sa temperaturom poda do $35^{\circ}C$. Ako se potrebna toplotna snaga ne može dostići malim rastojanjem između cevi (npr. 10 cm), mora se predvideti viša temperatura polaza od prvobitno proračunate. Ovo takođe utiče i na sve ostale prostorije. Moraju se poštovati sva fizička ograničenja sistema.

8) dodatna grejna tela

Ako se nominalna potreba za toplotom u prostoriji ne može potići toplotnom snagom grejnih podnih površina, uključujući jače grejane ivične zone, onda je potrebno obezbediti dodatna grejna tela.

Sistemi zidnog grejanja se prvenstveno razmatraju zbog iste ulazne temperature grejne vode. Druga alternativa su plafonsko grejanje ili radijatori različitih tipova, kao i pomoćno električno grejanje ili grejači radijatora..

9) Proračun protoka vode

Na osnovu poznatog toplotnog opterećenja i izračunate temperaturne razlike moguće je izračunati potreban protok vode.

$$m = \frac{P_{NB} + P_{FB}}{\sigma \cdot c} \cdot 3600 \text{ [kg/h]}$$

m	Maseni protok [kg/h]
P_{NB}	Toplotno opterećenje [kW]
P_{FB}	Toplotni gubici podnog grejanja [kW]
σ	Razlika temperatura [K]
c	Spec.topl.kapacitet medijuma, za vodu = 4,19 [kJ/kgK] 3600 umnožak za pretvaranje kg/s u kg/h

10) Proračun dužine cevi

Ukupna dužina cevi grejnog kruga ne bi trebalo da prelazi 100 m (krug grejanja + priključne deonice).

$$L = \frac{A_R}{a} + 2 \cdot L_{zu} \text{ [m]}$$

L	Dužina cevi u grejnom krugu [m]
A_R	Grejna površina [m ²]
a	Rastojanje između cevi [m]
L_{zu}	Dužina cevi na razvodima [m]

Pored toga, ne smeju se zaboraviti razvodne deonice (L_{zu}) od razdelnika.

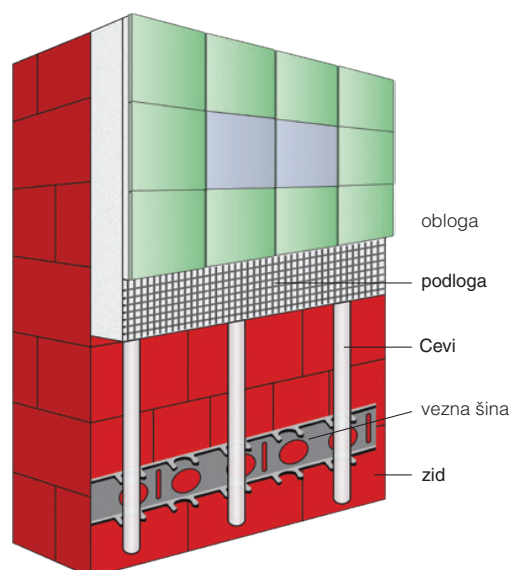
Ako je izračunata dužina cevi veća od 100 m, mora se podeliti u dva kruga (npr. podela ivične zone i grejne zone).

11) Proračun gubitaka pritiska

Gubitak pritiska u sistemu podnog grejanja može se odrediti uz pomoć poglavlja 1.2.6 do 1.2.10. Maksimalni protok ne bi trebalo da prelazi 0,8 m / s..

4.8.1 Zidno grejanje

Cevi su pričvršćene za zid pomoću steznih šina. Nakon grubog malterisanja zida, zid se presuši, te malter popuca. Zatim se nanosi fini malter preko mrežice za gips.



4.8.2 Pribor i sredstva za površinsko grejanje

Aditivi za košuljice

Dodatak košuljici homogenizuje cementnu košuljicu i na taj način ostvaruje bolju toplotnu provodljivost i povećanu otpornost na pritisak i savijanje. Potrošnja od 0,25 l/m² (za debljinu košuljice od 8 cm). Aditiv za košuljicu je u tečnom stanju i prodaje se u kanisterima.

Ivične izolacione trake

Ivične izolacione trake su od polietilena, razdvojene folijom i sa prorezom za zvučnu izolaciju prema DIN 18560. Ivična izolaciona traka je samolepljiva na zadnjoj strani i prirubnici folije ili opciono i bez lepka.

Ivične izolacione trake postavljene duž obimnog područja prostorije omogućavaju da se zagrejana košuljica širi ravnomerno na sve strane. Ovo je neophodno jer su grejane košuljice podložne većem širenju od negrejanih i izazivaju termičko naprezanje.

Ivične izolacione trake obezbeđuju da se košuljica može širiti, tako što se duž ivice formira dilatacioni spoj. Ivične izolacione trake bi trebalo da imaju minimalnu debljinu od 10 mm. Grejna košuljica mora biti odvojena od zidova prostorije, stubova i drugih čvrstih elemenata konstrukcije.

Ivične izolacione trake bi trebalo budu izrađene od materijala koji se može sabiti za najmanje 5 mm..



Dilatacioni spojevi

U slučaju razdvajanja prostorija ili primene dilatacionih fuga u košuljici, cevi za grejanje moraju biti postavljene u zaštitnoj cevi. Dozvoljeni su i prefabrikovani dilatacioni spojevi od pene sa plastičnim vodičama..

Cevi za grejanje

Grejne cevi i grejni kablovi se postavljaju unutar ili ispod košuljice ili poda. Oni postaju deo strukture i stoga moraju ispuniti najviši nivo bezbednosti.

Prema važećim zakonima za građevinarstvo, standardizovane komponente se mogu koristiti samo ako su u saglasnosti sa standardom. Pored toga, sve komponente moraju ispuniti zahtev kvaliteta i imati odgovarajuće sertifikate. U slučaju sertifikovanih komponenti, potreban je i redovni pregled za obezbeđivanje besprekorne ispravnosti.

Garantovana predviđena funkcionalnost i vek trajanja postiže se upotrebom adekvatnih materijala.

Pogodni i ispitani materijali i sistemi za cevi navedeni su u međunarodnim standardima EN ISO 15874 (PP), EN ISO 15875 (PE-Ks), EN ISO 15876 (PB), EN ISO 15877 (PVC), EN ISO 22391 (PE-RT) i EN ISO 21003 (višeslojne kompozitne cevi).

Ovi standardi takođe propisuju minimalne zahtevе u pogledu otpornosti na temperaturu i pritisak u sistemima toplovodnog podnog grejanja, kao i označavanje cevi.

Plastične cevi nisu podložne koroziji. Da bi se sprečilo da kiseonik uđe u sistem grejanja kroz plastičnu cev, prednost treba dati korišćenju gasno nepropusne cevi. Propustljivost kiseonika $\leq 0,1 \text{ g / m d}$ se smatra nepropusnom za kiseonik prema DIN 4726. U ovom slučaju nisu potrebne dalje mere kao što je upotreba antikorozivnih sredstava ili sistema za degazaciju.

Prilikom korišćenja aditiva za grejni medijum, moraju se poštovati informacije koje daje proizvođač cevi i aditiva.

Sve uobičajene tehnike povezivanja kao što su procesi radijalnog presovanja ili primena presfitinga su praktične. Postupci zavarivanja se koriste za cevi od polipropilena i cevi od polibutilena.

Rastavljivi priključci u nepristupačnom području (npr. u košuljici) nisu dozvoljeni.

4.8.3 Kontrola površinskog grejanja ili hlađenja

Regulacija je detaljno obrađena u 7. poglavlju knjige.

Površinsko grejanje ili hlađenje su veoma inertni sistemi, jer se promena temperature u prostoriji odvija veoma sporo zbog velike mase koja predaje toplotu.

Obično se koristi kontrola u 2 tačke pojedinačnih krugova grejanja.

Ako se temperatura kruga grejanja smanjuje noću, to je povoljno zbog inercije sistema.

Isto važi i za temperaturu vode za grejanje kontrolisanu preko spoljašnje temperature, koja verovatno neće imati nikakvog uticaja jer je sledeća željena vrednost već zadata.

Temperatura površine se takođe može regulisati u zonama postavljanjem senzora.

U slučaju površinskog hlađenja, temperatura površine mora se uvek proveriti u odnosu na vlažnost vazduha. Najbolji rezultati se postižu sensorima vlažnosti. Molijerovi h-k dijagrami se koriste za dimenzionisanje. Postoje dostupne aplikacije za dimenzionisanje.

4.8.4 Instalacija

Za ugradnju površinskog grejanja i hlađenja postoji veliki broj gotovih razdelnika i distributivnih stanica kao što je „Compactfloor“. Ove gotove stanice pojednostavljuju instaliranje i povezivanje i dostupne su sa ili bez razdvajanja sistema. Svi elementi potrebni za sisteme površinskog grejanja i hlađenja takođe su uključeni u HERZ asortiman.

4.8.5 Ispitivanja pod pritiskom i odobrenja

Ispitivanje pritiska za podno grejanje prema EN 1264-4

Cevovodi su pod pritiskom i od vazdušeni. Pritisak vode se mora proveriti neposredno pre i posle radova na košuljici.

Ispitni pritisak mora odgovarati 1,3 puta uvećanom radnom pritisku sistema i ne sme pa-

sti za više od 0,2 bara tokom perioda ispitivanja. Sistem mora ostati vodootporan.

Tokom postavljanja košuljice, pritisak u cevima se mora postaviti na maksimalno dozvoljeni radni pritisak.

Preporučujemo test pritiska na 6 bara u periodu od 24 sata.

Mora se voditi zapisnik o ispitivanju pritiska..

Ispitivanje pritiska za zidno grejanje

Cevovodi su pod pritiskom i od vazdušeni. Nivo ispitnog pritiska je 1,3 puta veći od maksimalnog radnog pritiska, ali najmanje 5 bara.

Nepropusnost i probni pritisak se evidentiraju u izveštaju. Radni pritisak se zatim podešava i održava tokom rada..

Sušenje košuljice pomoću toplovodnog podnog grejanja (spremnost za pokrivanje)

U osnovi, neophodno je pripremiti košuljicu za pokrivanje (uklanjanje zaostale vlage) pre nanošenja gornje obloge. To je naročito važno kada se postavljaju drveni podovi.

Preostala vlaga ne sme biti veća od 1,8% za cementne košuljice i 0,3% za anhidritne košuljice. Površina mora biti čvrsta i suva. Nakon što je košuljica izlivena i postavljena (oko 3-4 nedelje), kao i nakon funkcionalnog zagrevanja, ona spremna za pokrivanje nakon CM merenja, što je preduslov za nanošenje podne obloge. Vremena sušenja košuljice se razlikuju u zavisnosti od proizvođača.

Test folije: Na košuljicu postaviti PE foliju veličine približno 50 x 50 cm i pričvrstiti lepljivom trakom. Na maksimalnoj temperaturi polaznog voda, kondenzacija se ne sme formirati ispod filma u roku od 12 sati, dok prostorija mora biti provetrena. Ovo odgovara preostaloj vlazi od oko 0,1%..

Test folije ne zamenjuje CM merenje!

Podni sloj pokazuje da li je potrebno dalje zagrevanje

Kada je nakon zagrevanja sve spremno za pokrivanje, temperatura polaza se postepeno povećava za 5 K svakog dana i nakon što se postigne 2/3 grejnog opterećenja, košuljica se neprestano zagreva u trajanju od 2 nedelje.

Zatim se zagrevanje značajno smanjuje za 3 dana kako bi vlaga koja je istisnuta grejanjem ponovo mogla da se vrati u jezgro. Zatim se košuljica ponovo zagreva nedelju dana sa 2/3 grejnog opterećenja.

Pre polaganja gornjeg pokrivača, temperatura se shodno tome mora smanjiti.

Zidno grejanje - uspostavljanje funkcije

U slučaju grejanja zidova sa cementnim malterom ili ispunom, grejanje sme da otpočne najranije 21 dan nakon postavljanja.

U slučaju gipsanog ili glinenog maltera, zagrevanje treba započeti najranije nakon 7 dana. Morate se pridržavati informacija proizvođača!

Funkcionalno grejanje počinje na temperaturi polaza od 25 ° C, i mora se održavati 3 dana. Zatim se temperatura povećava na maksimum i održava 4 dana.

U slučaju zidnog grejanja sa zidnom oblogom, funkcionalno grejanje se može započeti odmah nakon ugradnje..

Primjer: Protokol grejanja za pripremu grejne košuljice za pokrivanje

Protokol grejanja za pripremu grejne košuljice za pokrivanje

Investitor:	Instalater - firma:
Izvođač:	Nadzor gradilišta:

- Cementna košuljica _____
- Košuljica, _____
- Ostalo : _____

Grejni sistem:	srednja. debljina košuljice: _____ mm
Ugradnja košuljice na	obloga grejne površine: Min: mm Max: mm

Zagrevaje (grejanje pre pokrivanja):

Datum	Spoljašnja temp. °C	Polazna temp. °C	Potpis

Ispitivanje sušenja:

Datum	Metoda	Suvo da / ne	Potpis

Snižena temperatura polaza:

Datum	Spoljašnja temp. °C	Polazna temp. °C	Potpis

Grejanje završeno - spremno za oblogu:

Datum	Spoljašnja temp. °C	Polazna temp. °C	Potpis

.....
Mesto / Datum:

.....
Potpis rukovodioca gradilišta:

Primjer: Protokol za sušenje zidnih grejnih tela

Protokol za postavljane zidnog grejanja

Investitor:

Izvođač:

Instalater - firma::

Nadzor gradilišta::

- Cementni zid _____
- Gipsani zid _____
- Ostalo _____

Grejni sistem:

Malter postavljen

srednja debljina maltera: _____ mm

obloga grejne površine:
Min: _____ mm Max: _____ mm

Zagrevanje:

Datum	Spoljašnja temp. °C	Polazna temp. °C	Potpis

Funkcionalno grejanje:

Datum	Spoljašnja temp. °C	Polazna temp. °C	Potpis

.....
Mesto / Datum:

.....
Potpis rukovodioca gradilišta:

Primjer: Izveštaj o ispitivanju pritiska za površinsko grejanje

Ispitivanje pritiska za površinsko grejanje

Investitor:
Izvođač:

Instalater - firma:::
Nadzor gradilišta:::

Vrsta grejanja / hlađenja (podno / zidno / plafonsko): _____

Materijal cevi / priključak cevi (marka / tip) : _____

Vrsta cevni priključaka (presovana / navojna / zavarena):: _____

Proizvođač, prodajni partner: _____

Proba pritiska:

Probni pritisak _____ bar Početak od _____ do _____ h

Probni pritisak _____ bar Kraj od _____ do _____ h

Pad pritiska tokom perioda ispitivanja _____ bar

Rezultat vizuelnog pregleda: _____

.....
.....
Mesto / Datum:

.....
.....
Potpis nadzora:

.....
.....
Potpis šefa gradilišta:

Primjer: Brzo postavljanje površinskog grejanja i hlađenja



**Podno zidno i plafonsko
grejaje i hlađenje prostorija**



5 Sistem za distribuciju toplotne energije

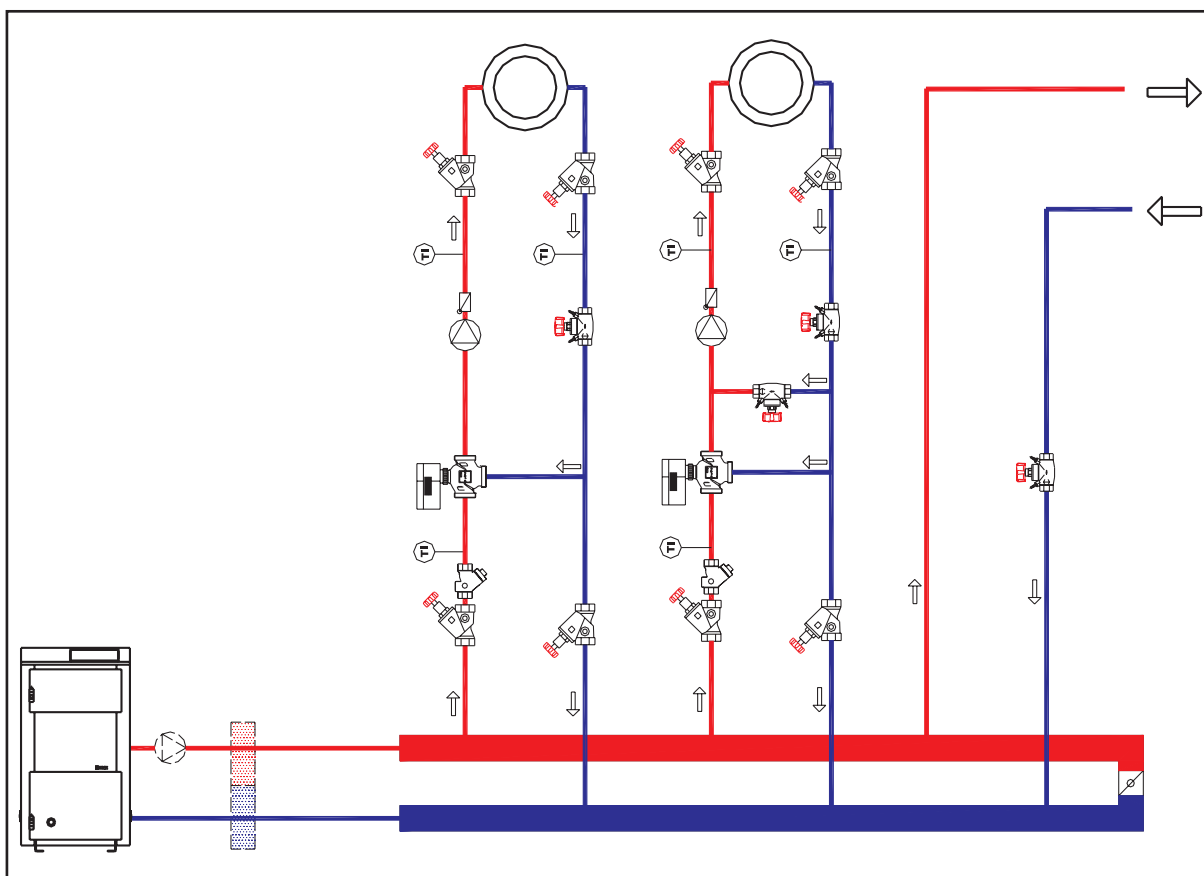
5.1 Proračun

Pri sprovođenju proračuna sistema za distribuciju toplote važno je obratiti pažnju na:

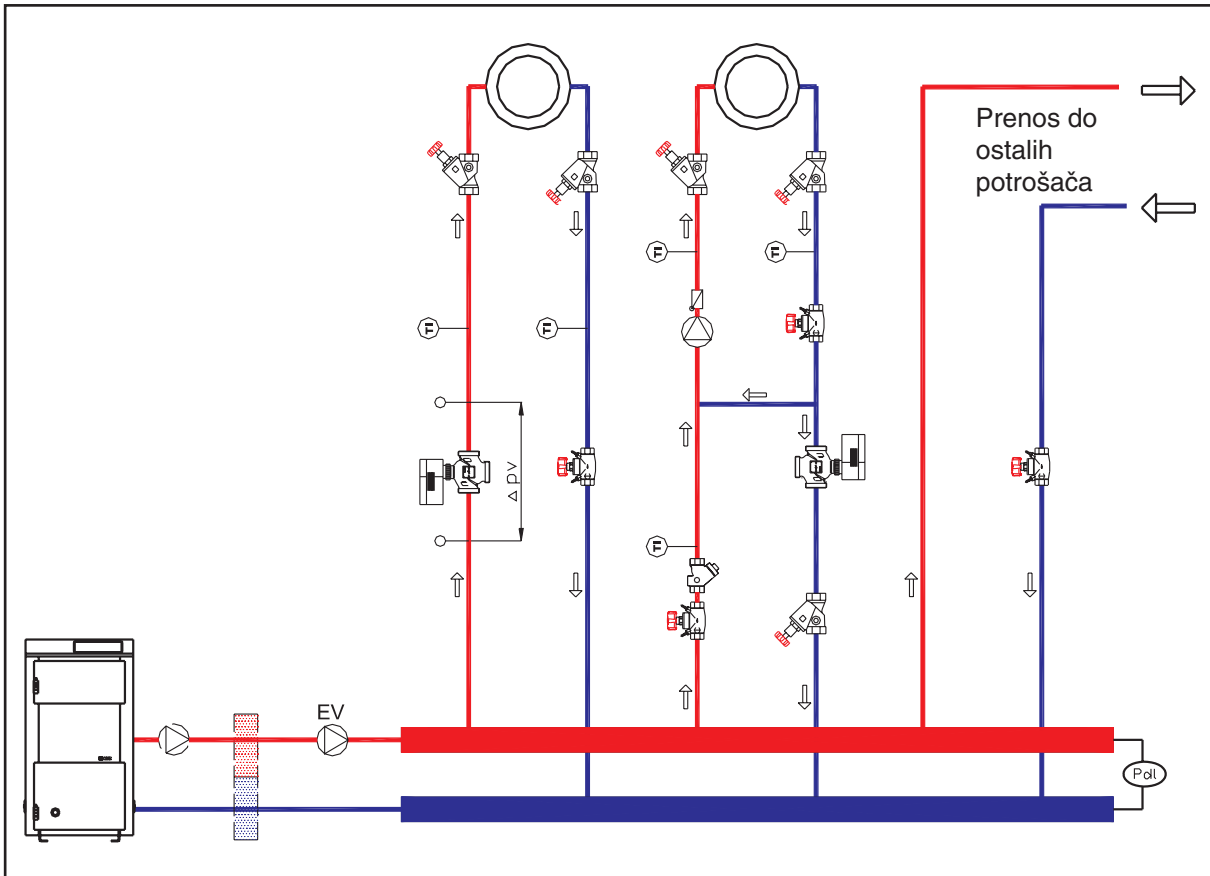
- 1) Namenu
- 2) Vrstu sistema za grejanje
- 3) Moguće vrste različitih elemenata za odavanje toplote unutar sistema. Regulacija bi trebalo da bude izvedena posebno za svaku od grupa.
- 4) Posebne grupe koje funkcionišu pod specifičnim radnim uslovima npr. deo sistema

na južnoj ili severnoj strani, zatim periodično upotrebljavani delovi sistema prema potrebama potrošača,

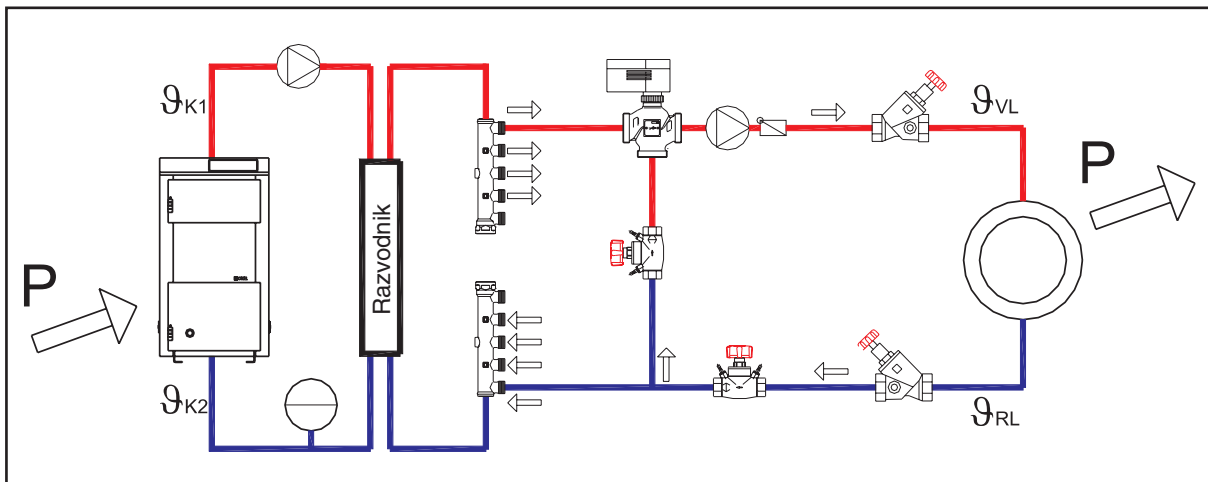
- 5) Mogućnost simultanog rada,
- 6) Temperature i/ili temperaturne razlike grejnog medijuma,
- 7) Vrstu grejnog medijuma (voda, mešavina vode i antifriz)
- 8) Sistem hidraulične cirkulacije (npr. hidraulični razvodnici, distributori sa ili bez uticaja diferencijalnog pritiska)



Slika 5-1 Distributor na koji ne utiče diferencijalni pritisak sa pumpom



Slika 5-2 Distributor sa uticajem diferencijalnog pritiska sa pumpom (Centralna pumpa i promenljiv protok)



Slika 5-3 Funkcija hidrauličnog razvodnika

Dalje je potrebno uzeti u obzir sledeće:

9) na proračun utiče protok:

za sistem za snabdevanje do radnih jedinica proračun se vrši prema osnovama projektovanja sistema za snabdevanje toplotnom energijom

u okviru radne jedinice: prema osnovama projektovanja sistema za odavanje toplote.

10) cirkulacione pumpe bi trebalo da prema veličini imaju zadovoljavajuće karakteristike, broj obrta i upravljivost kako bi bilo moguće ostvariti podešavanja prema potrebama sistema za grejanje.

11) upravljačke veličine i hidraulična cirkulacija bi trebalo da budu precizno koordinisane sa celim sistemom.

12) prilikom povezivanja na sisteme daljinskog grejanja moraju biti uzete u obzir specifičnosti sistema u skladu sa preporukama nadležnih institucija.

5.2 Smernice za planiranje i projektovanje

1) Svaka grupa elemenata u kolu je regulisana, sa mogućnošću zatvaranja za potrebe pražnjenja sistema i degazacije. Spojevi na kojima se vrši zatvaranje moraju biti dobro zaptiveni u zavisnosti od temperature i lokalnih eksploatacionih uslova (zaptivanje se vrši prema standardu ÖNORM M 7340, odeljak za zaptivanje)

2) Sve regulacione veličine koje se odnose na zatvaranje, pražnjenje, degazaciju, merenje i upravljanje moraju biti dostupne za očitavanje, a sve razdvojive veze i kompenzatori deformacija i pomeranja moraju biti pristupačni za potrebe održavanja i servisiranja.

3) Raspored cevovoda, dimenzije cevi i oblikovani elementi (lukovi, T-fitinzi) moraju biti planirani prema smernicama i preporukama za dimenzionisanje sistema za grejanje.

4) Problemi sa generisanjem buke preporučljivo je rešavati prema ÖNORM B 8115, H 5190.

5) Održavanje protoka fluida za prenos toplote (maseni protok, zapreminski protok) - vrši se na osnovu proračunskih podataka uz odgovarajuće mere predostrožnosti (npr. podesive vijčane veze povratnih vodova, regulacioni ventili za usponske vodove sa mernim priključcima, automatski regulator diferencijalnog pritiska, automatski kontroler intenziteta protoka)

6) Izvođenje sistema za distribuciju toplotne energije u prostorijama koje nisu zagrevane izvode se prema preporukama ÖNORM M 758 sa

ciljem smanjenja gubitka toplote.

7) Ako je cevovod sistema za grejanje izveden kroz prostorije koje su zagrevane regulisanim sistemom neophodno je postupiti prema sledećim preporukama:

- Ukupna emisija toplote sa termoizolovanih i neizolovanih delova sistema u prostoriji mogu učestvovati sa najviše 20% prema ÖNORM M 7500 - određenog toplotnog opterećenja. Obloge, omotači i pokrivači bi trebalo da budu ugrađeni u skladu sa preporukama proizvođača.
- Elementi sistema koji su smešeni unutar dekorativnih obloga ili pregrada bi takođe trebalo da budu tretirani kao neizolovani. U proračunu ukupnog odavanje toplote prema ÖNORM M 7580 izolovani delovi sistema nisu uzeti u obzir

8) Sistem za distribuciju toplotne energije bi trebalo opremiti regulatorom ulazne temperature medijuma.

9) Cirkulacione pumpe i sistem za održavanje pritiska bi trebalo da budu postavljene u sistem za grejanje tako da se izbegne mogućnost pojave vazduha u sistemu. Preporučljiva je ugradnja dopunske pumpe.

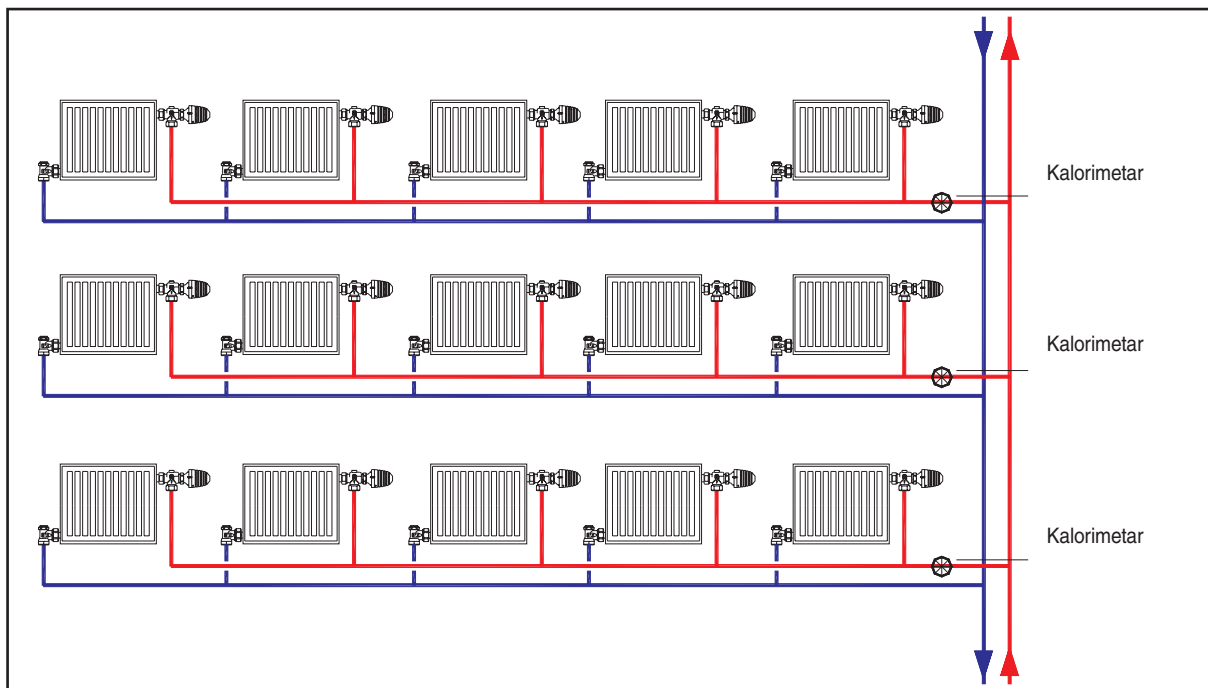
10) Sistem za grejanje bi trebalo da bude izveden tako da usled linearnog širenja uzrokovnog promenom temperature ne bude poremećena sigurnost sistema. Takođe je potrebno konstruktivnim merama izbeći pojavu buke pri

širenju cevi. Problemi koji nastaju usled promena dimenzija sa promenom temperature najčešće se rešavaju ugradnjom kompenzatora pomeranja (aksijalni, bočni i priključni kompenzatori). Ako kompenzatori moraju biti ugrađeni, potrebno je pridržavati se proizvođačkih preporuka i uputstava

11) U sistemu za grejanje bi trebalo da bude vršeno merenje na način koji obezbeđuje informaciju da je energija predana na način na koji je to predviđeno (npr. preko grejnih tela)

5.3 Distribucija toplotne energije u zgradama

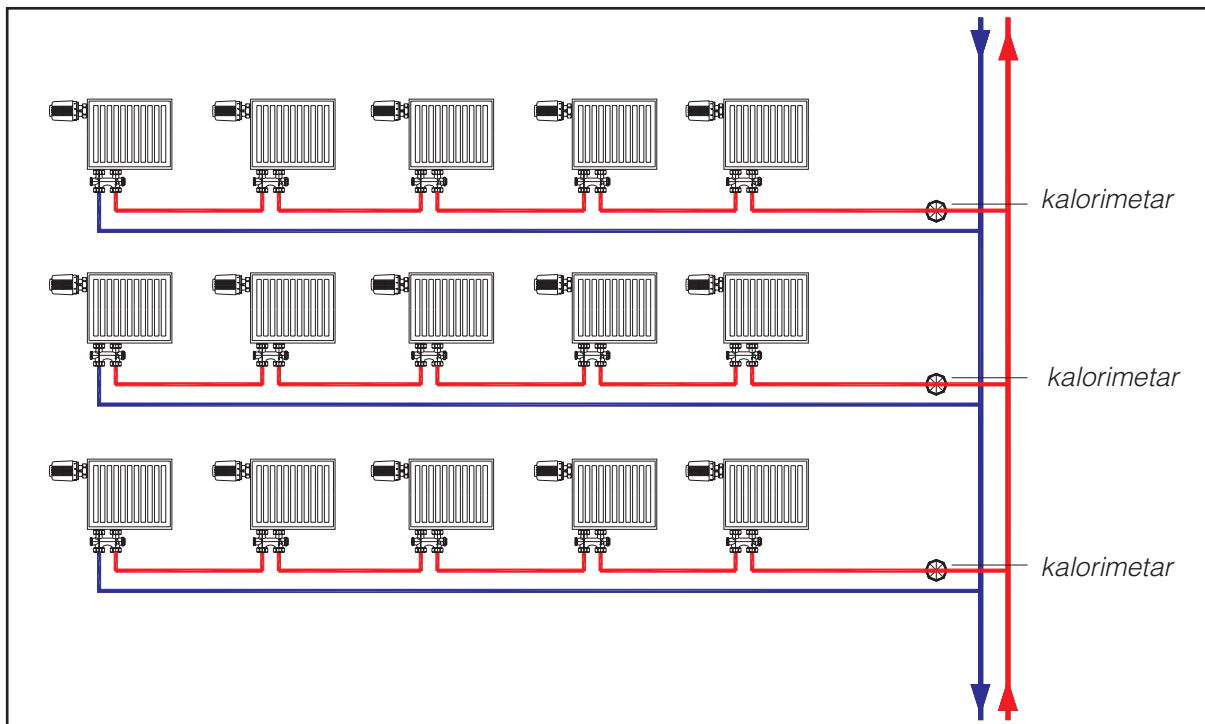
Primer klasičnog cevovoda sa uspešno izvedenom decentralizacijom..



Slika 5-4 Dvocevni sistem sa centralnim vertikalnim vodom i horizontalnom distriucijom

Zbog većih mogućnosti određivanja troškova grejanja preferira se centralizovani sistem po grupama.

U navedenom primeru će svaki stan, ili eventualno stanovi u okviru jedne horizontalne distributivne grane cevovoda, biti opremljen kalorimetrom..



Slika 5-5 Jednocevni sistem sa centralnim vertikalnim vodom i raspodelom po stanovima

6 Sistem za snabdevanje toplotnom energijom

6.1 Proračun sistema za snabdevanje toplotnom energijom

Toplotni kapacitet kotla i izmenjivača toplote bi trebalo da bude dimenzionisan prema maksimalnim zahtevima za grejanjem uz istovremeno savladavanje toplotnog opterećenja elemenata posmatranog sistema.

Angažovanje toplotnog izvora (rad kotla) Φ_{EB} izražava se kao zbir:

$$\Phi_{EB} = \Phi_{EBH} + \Phi_W + \Phi_{EBL} + \Phi_{EBS}$$

Φ_{EBH} W Angažovanje toplotne snage za grejanje

Φ_W	W	Prenošenje toplote zagrevanjem pijaće vode
Φ_{EBL}	W	Prenos toplote ventilacijom
Φ_{EBS}	W	Ostali uticaji

6.2 Izačunavanje komponente grejanja prostorija

6.2.1 Toplotno opterećenje objekta Φ_n

Osnovu proračuna potrebne snage toplotnog izvora predstavlja potrebna količina toplote za grejanje objekta, koja se određuje u saglasnosti sa ÖNORM M 7500.

Dobijena vrednost ne mora da odgovara toplotnom opterećenju zgrade – izračunato prema ONORM EN 12831.

6.2.2 Rad toplotnog izvora

Pri određivanju angažovanja toplotnog izvora, mora se razmotriti sledeće:

- prekidi u radu
- termodinamičko ponašanje zgrade
- usvojene radne temperature

Na primer, pad temperature ispod nominalne ili delimično korišćenje delova zgrade moraju biti uzeti u obzir.

6.2.2.1 Razmatranje snižene temperature

Smanjenje temperature u sistemu grejanja pojavljuje se kod dugog, neprekidnog snižavanja temperature vazduha do +5°C (samo uređaji sa zaštitom od smrzavanja) u prostorijama nakon prekidanja grejanja nekog dela objekta. Potrebno je pojačano angažovanje i duže trajanje grejanja kako bi se kompenzovalo slabije zagrevanje tih delova.

Brzina hlađenja delova objekta zavisi od nekoliko merljivih veličina. Za spoljašnju temperaturu može biti usvojena srednja vrednost za celu grejnu sezonu od +4°C ili se može usvojiti srednja temperatura u toku najhladnijeg meseca u grejnoj sezoni, koja iznosi oko -2°C.

6.2.2.2 Proračun snage toplotnog izvora

Angažovanje toplotnog izvora (angažovanje kotla) Φ_{EBH} izračunati na sledeći način:

$$\Phi_{EBH} = f_H \cdot \Phi_n$$

Gde su:

Φ_{EBH}	W	Snaga toplotnog izvora
f_H		Korekcionni faktor
Φ_n	W	Nominalna toplotna snaga

6.3 Proračun zagrevanja pijaće vode

Rad toplotnog izvora delom vrši zagrevanje rezervoara sa pijaćom vodom ili zagrevanje tekuće vode mora u potpunosti odgovarati minimalnoj snazi toplotnog izvora Φ_{min} .

$$\Phi_W \geq \Phi_{min}$$

Gde su:

Φ_W	W	Prenos toplote pijaćom vodom (gubitak preko izmenjivača toplote)
Φ_{min}	W	Minimalna snaga toplotnog izvora, minimalno potrebna snaga iz toplotnog izvora za ispunjenje uslova za zagrevanjem pijaće vode Q_{2T} (prema ÖNORM H5150-1)

6.4 Sistemi za ventilaciju i klimatizaciju

Proračunavanje toplotnog opterećenja Φ_L vrši se na osnovu najnepovoljnije tačke proračuna, gde se određuje faktor snage f_L , u zavisnosti od broja priključenih potrošača toplotne energije..

$$\Phi_{EBL} = f_L \cdot \Phi_L$$

Gde su:

Φ_{EBL}	W	Potrošnja toplote u sistemu za ventilaciju
Φ_L	W	Proračunski gubitak toplote usled ventilacije

$f_L = 1,0$, za 1 do 3 potrošača
 $f_L = 0,95$ za 4 do 10 potrošača
 $f_L = 0,9$ za preko 10 potrošača.

6.5 Drugi izvori toplote

Pri proračunavanju drugih sistema koji vrše razmenu energije (procesna toplota) dopunski izvori toplote moraju biti uzeti u obzir. Pri određivanju ukupno potrebne količine toplote u sistemu, npr. pri zagrevanju vode u zatvorenim ili otvorenim bazenima potrebno je uzeti gubitak toplotne energije.

$$\Phi_{EBS} = f_s \cdot \Phi_S$$

Gde su:

Φ_{EBS} W Toplotno opterećenje drugih delova sistema

f_s

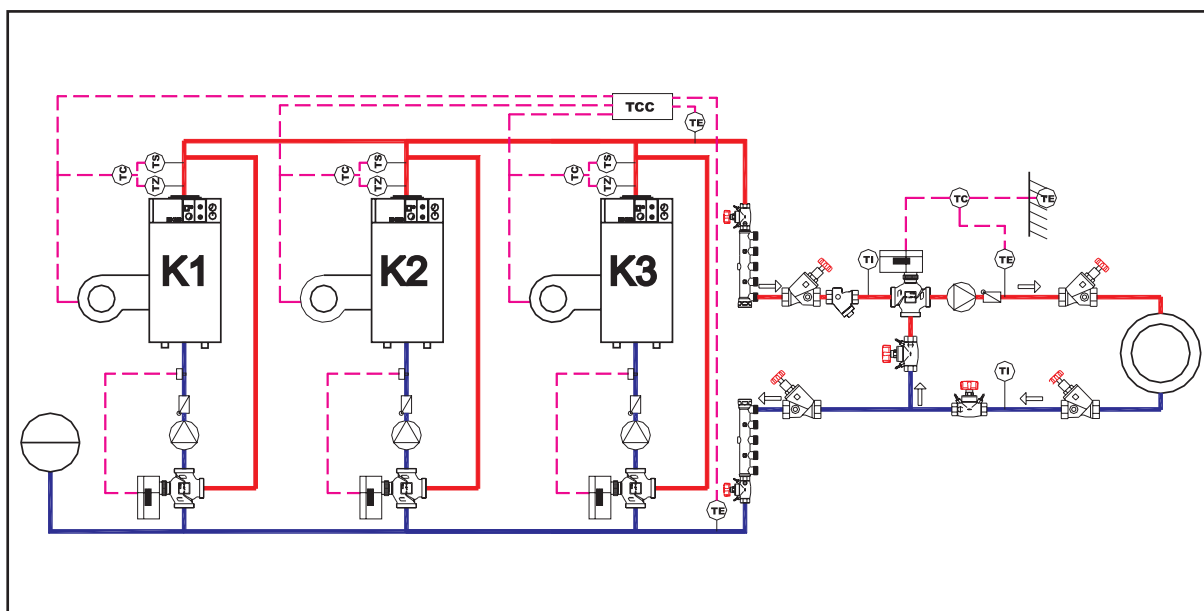
Korekcionni faktor toplotnog opterećenja

Φ_S W

Proračunsko toplotno opterećenje ostalih delova,

6.6 Sistemi sa više grejnih jedinica

Za optimalno podešavanje sistema neophodno je za svaki toplotni izvor izvršiti maksimizaciju efikasnosti uz minimizaciju emisije zagađivača životne sredine, jer je trend korišćenje hibridnih sistema grejanja. Šema prikazana na slici 6-1-je primenljiva samo za klasične bojlere. Na ovaj način je potpuno eliminisana mogućnost porasta temperature u povratnom vodu.



Slika 6-1 Sistem sa više grejnih jedinica

6.7 Distributivne stanice za decentralizovanu pripremu tople vode

Konvencionalan i do sada najčešće korišćen način pripreme tople vode je primenom rezervoara tople vode. Ovakva vrsta uređaja zagreva vodu pre nego što se upotrebi i skladišti je. Zbog neizbežnog gubitka toplote tokom skladištenja, potrebno je redovno dogrevanje u zavisnosti od temperature okoline.

Nedostaci ovog načina pripreme i distribucije tople vode su dobro poznati: gubitak toplote i mogući higijenski nedostaci (pojava legionele). Razvoj legionele treba unapred sprečiti tehničkim

rešenjima ili načina pripreme vode. Ova rešenja imaju za cilj izbegavanje stacionarnog skladišta tople vode u dužem vremenskom periodu kako se ne bi pojavila legionela.

Uređaji koji ne zahtevaju bilo kakvo skladištenje vode za obavljanje funkcije su protočni bojleri. Da bi se primenilo ovakvo rešenje visok nivo udobnosti, koji je danas uobičajen i često zahtevan od korisnika, i da bi se u svakom trenutku i radnom režimu obezbedila puna funkcionalnost potrebno je opsežno tehničko/tehnološko znanje i praktično iskustvo. Svi potrebni radni uslovi moraju biti ispunjeni kako bi se osvarilo predvidljivo i optimalno funkcionisanje sistema. Tehnološki napredak ove vrste uređaja

može se jasno videti kroz različite generacije.

Glavna oblast primene je upotreba u kućnim domaćinstvima (npr. 2 odrasle osobe, 2 dece) ili višespratnim stambenim zgradama.

Često se koristi kao dopunski sistem pored sistema daljinskog grejanja. Uređaji su pogodni i za upotrebu u modernim zgradama kao npr. pasivne kuće, niskoenergetske kuće i idealni su za porodične kuće u nizu.

U zavisnosti od potencijala primarnog izvora, distributivne stanice imaju dovoljno snage za bilo koju uobičajenu primenu i ostvarenje komfora. Najvažniji kvalitativni kriterijum za korisnika u praktičnoj upotrebi ovih uređaja je protok tople vode u jedinici vremena (l/min). Topla voda mora postići i održati željenu, unapred podešenu temperaturu tokom celog procesa korišćenja.

Distributivna stanica je kompaktna jedinica spremna za priključenje za nezavisno grejanje i pripremu tople vode. U zavisnosti od tipa stanice za prenos tople vode izlaz tople vode je projektovan tako da se istovremeno može snabdevati nekoliko potrošača. Voda za piće se zagreva po potrebi kontinualnim protokom preko izmenjivača toplote. Više nije potrebno čuvati toplu vodu za domaćinstvo u rezervoarima. To znači da su sistemu potrebne samo tri grane: za grejanje, povrat grejanja i hladnu vodu. Ne postoji usponski vod za toplu vodu i niti cirkulacija. Mesto postavljanja distributivne stanice je uglavnom centralno. Ovo takođe ispunjava zahteve Pravilnika o vodi za piće u kratkim cevovodima.

Cevi i izmenjivač toplote u distributivnoj stanici su od nerđajućeg čelika. U slučaju potrebe dostupna je i toplotna izolacija.

Izvori toplote kao npr. daljinsko grejanje, kotlovi na naftu, gas ili drva i pelet, lokalna kotlarnica ili podstanica za daljinsko grejanje, itd. snabdevaju distributivne stanice vodom za grejanje preko toplovoda.

Distributivna stanica decentralizovano distribuira vodu za grejanje direktno kod potrošača, reguliše raspodelu toplote i proizvodi protočno toplu vodu preko pločastog izmenjivača toplote.

Prednosti su brza i laka montaža distributivne stanice kao i higijenski bezbedna potrošnja tople vode. Individualna regulacija grejanja stambenog prostora je moguća u zavisnosti od modela stanice. (Primer: kontrola prema vremenskim uslovima ili regulisanje podnog grejanja)

Glavne prednosti su:

- Grejanje pojedinačnih prostorija i točenje tople vode.
- Protočno grejanje omogućava konstantno korišćenje tople vode.
- Niski investicioni troškovi u poređenju sa konvencionalnim zidnim kotlovima.
- Integracija na svim mestima ugradnje.
- Mala količina vode u sistemu vode za piće eliminiše potrebu za recirkulacijom.
- Nema obaveze testiranja na legionelu prema ONORM-u ili Pravilniku o vodi za piće.
- Niske povratne temperature.
- Cevi i izmenjivač toplote od visokokvalitetnog nerđajućeg čelika.
- Distributivna stanica je kompletno montirana na kućište, proverena je na curenje i sve funkcije.
- Niski troškovi održavanja.
- Kontrola troškova potrošnje i tačan obračun za sve stambene jedinice preko integrisanih kalorimetara i protokomera hladne vode.
- Distributivna stanica se može podesiti pojedinačno prema potrebama svakog potrošača.
- Minimalni zahtevi za prostorom.
- Ne zahteva rezervoar za toplu vodu.
- Održavanje konstantne temperature u izmenjivaču toplote smanjuje rizik od legionele i stvaranja kamenca.
- Minimalni gubici u sistemu.
- Jednostavan rad sistema.
- Optimalni toplotni komfor.

U stand-by režimu, voda za grejanje teče kroz prestrujnu granu, koja se održava na radnoj temperaturi pomoću graničnika povratne temperature. To znači da je voda za grejanje uvek dostupna odmah neposredno ispred izmenjivača toplote. Ako se topla voda dovodi iz priključenog potrošača, regulator za dovod hladne vode i vode za grejanje otvara se diferencijalnim pritiskom. To znači da hladna voda teče kroz izmenjivač toplote, zagreva se i odmah stavlja na raspolaganje potrošaču kao topla voda na slavini. Temperaturu tople vode reguliše termostat preko uronskog senzora na izlazu tople vode iz izmenjivača toplote, koji kontroliše regulator pritiska i temperature. Zbog sprečavanja kontaminacije grejna strana je na ulazu.

Primera: HERZ- distributivne stanice

HERZ distributivne stanice postižu visok kontinuirani protok tople vode za domaćinstvo pri konstantnoj temperaturi od 50°C. One imaju najmanji pad pritiska u poređenju sa konkurentskim proizvodima i optimizovane su za upotrebu u domaćinstvima.

HERZ distributivne stanice tako obezbeđuju dovoljnu količinu tople vode na konstantnoj temperaturi čak i pri intenzivnoj potrošnji ili istovremenom korišćenju.

Snaga grejanja uređaja je takođe visoka i u rasponu od 7-19 kW.

HERZ distributivne stanice imaju jedinstven sistem montaže patentiran od strane HERZ-a,

koji instalateru često štedi komplikovane i dugotrajne pripreme i prilagođavanja postojećim instalacijama. Zbog toga HERZ distributivne stanice garantuju brzu i jednostavnu montažu zahvaljujući svom inteligentnom dizajnu. Lako razumljive i trajno vidljive oznake priključaka velikoj meri isključuju greške pri montaži i povezivanju.

Svi modeli iz HERZ kataloga imaju HERZ mešni ventil za pijaću vodu, koji ograničava temperaturu vode (maks. 50°C) i služi kao zaštita od opekotina.

Postoji širok spektar modela u izboru prema posebnim zahtevima praktične primene..

Primera: HERZ distributivne stanice za radijatorski sistem, podno grejanje i pripremu tople vode

Kompaktne distributivne stanice za protočnu pripremu tople vode i distribuciju toplote na sistem niskotemperaturnog grejanja sa priključivanjem radijatora sadrži pločasti suprotosmerni izmenjivač toplote od nerđajućeg čelika sa bakarnim spojevima.

Centralni regulator temperature održava temperaturu tople vode u zavisnosti od pritiska i protoka hladne vode.

Priključak cevi na distributivnu stanicu izveden je preko patentiranog sistema montaže sa konzolom za predmontažu. Sistem je uvek spreman za pripremu tople vode čak i tokom letnjeg perioda zahvaljujući temperaturno regulisanom bajpasu - na strani grejanja, primarni regulator diferencijalnog pritiska je podešen na 50 kPa.

Sekundarni regulator diferencijalnog pritiska je podešen na 13 kPa sa integrisanim zonskim ventilom. pored toga sadrži adapter za protokomer hladne vode, adapter za kalorimetar, hvatač nečistoća sa finim sitom za sistem grejanja na ulazu primara i na povratnoj deonici sekundarnog voda, 2 ručna ventila za od vazdušenje,

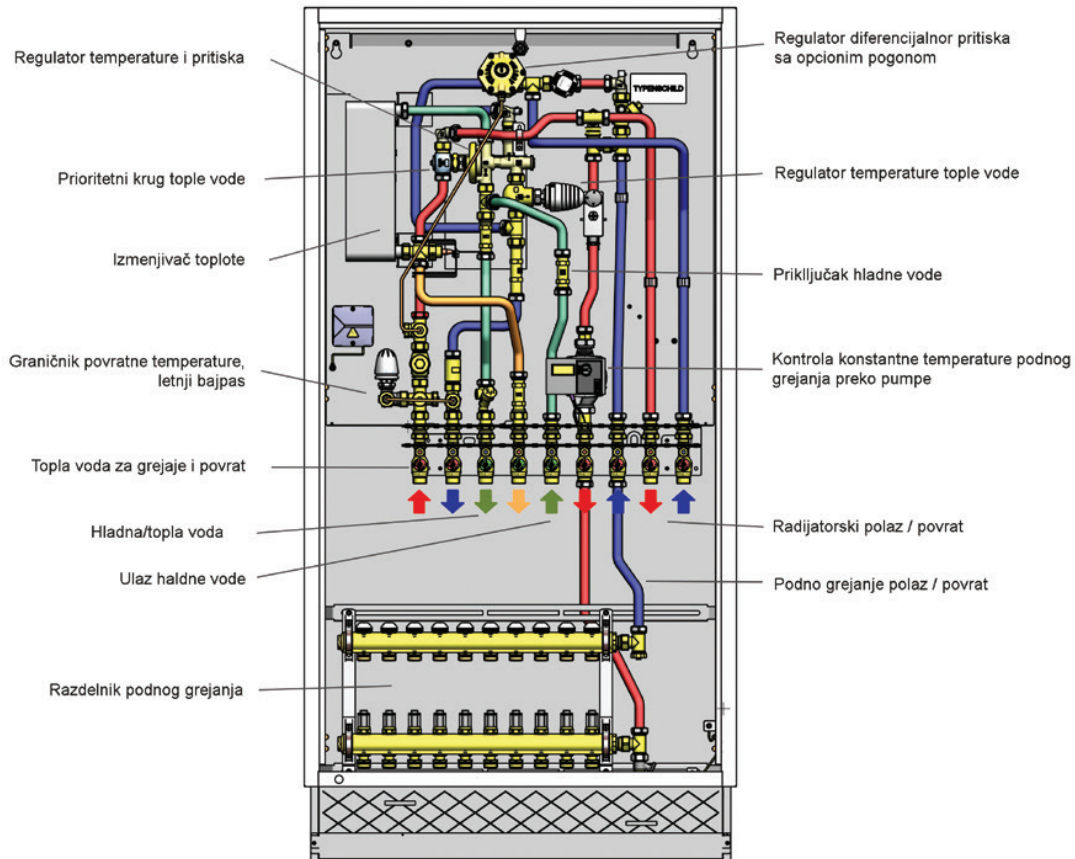
HERZ regulacioni set sa bajpasom, graničnikom temperature, pumpu, sigurnosni termostat, razdelnik od nerđajućeg čelika sa protokomerom i gornjim delovima termostata.

Pojedinačnih krugovi grejanja u niskotemperaturnim sistemima grejanja mogu se pojedinačno regulisati ili isključiti i po potrebi. Opciono se postavlja motorni pogon (M 28 x 1,5 mm).

Ostale funkcije uključuju ispiranje ili radzdeljivanje sistema. Ispisni ventil na sifonu za nečistoće omogućava ispiranje prljavštine bez uklanjanja sita.

Regulator protoka mora se inicijalno podesiti prema potrebnoj količini vode.

Sve konfiguracije se takođe nude sa toplotnom izolacijom. Za upotrebu u krugovima vode za hlađenje, toplotna izolacija mora biti projektovana tako da bude otporna na prodor vodene pare zbog pojave kondenzacije.



- Maksimalna radna temperatura 90 °C
- Minimalna radna temperatura 55 °C
- Maksimalni radni pritisak 6 bara
- Min Stat. Pritisak hladne vode 2,5 bara
- Brzina izdavanja 15 l/min (10/45 °C)
- Maksimalni diferencijalni pritisak 2 bara

Primjer: HerzCON u dimenzijama DN 15 do DN 32 (Slika 6-2)

Direktno povezivanje ventilator-konvektora sa standardni rastojanjem između cevi

DN 15 i DN 20 - rastojanje između cevi 65 mm

DN 25 - rastojanje između cevi 90 mm

DN 32 - rastojanje između cevi 120 mm

Protok 80 - 2500 l/h

Maksimalni radni pritisak 25 bar

Temperatura -20 °C do 130 °C



6.8 *Fabrička rešenja za povezivanje ili centralno podešavanje*

6.8.1 Gotove kombinacije priključaka za ventilator konvektore (fancoil)

Za jednostavno povezivanje ventilator konvektora postoje kompaktne priključne jedinice koje su opremljene svim potrebnim priključcima za njihovo povezivanje.

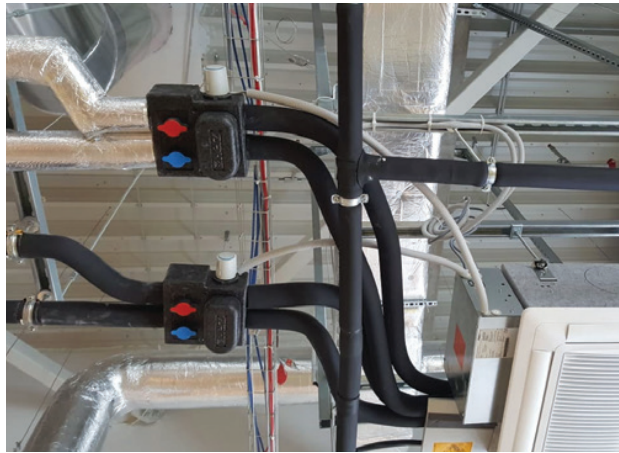
Ove priključne jedinice su pogodne za sisteme grejanja i hlađenja, po mogućstvu u poslovnim zgradama, koje su opremljene ventilator-konvektorima. Prednosti se ogledaju u brzom montaži i jednostavnom povezivanju.

Ovde se obično ugrađuju regulatori protoka,

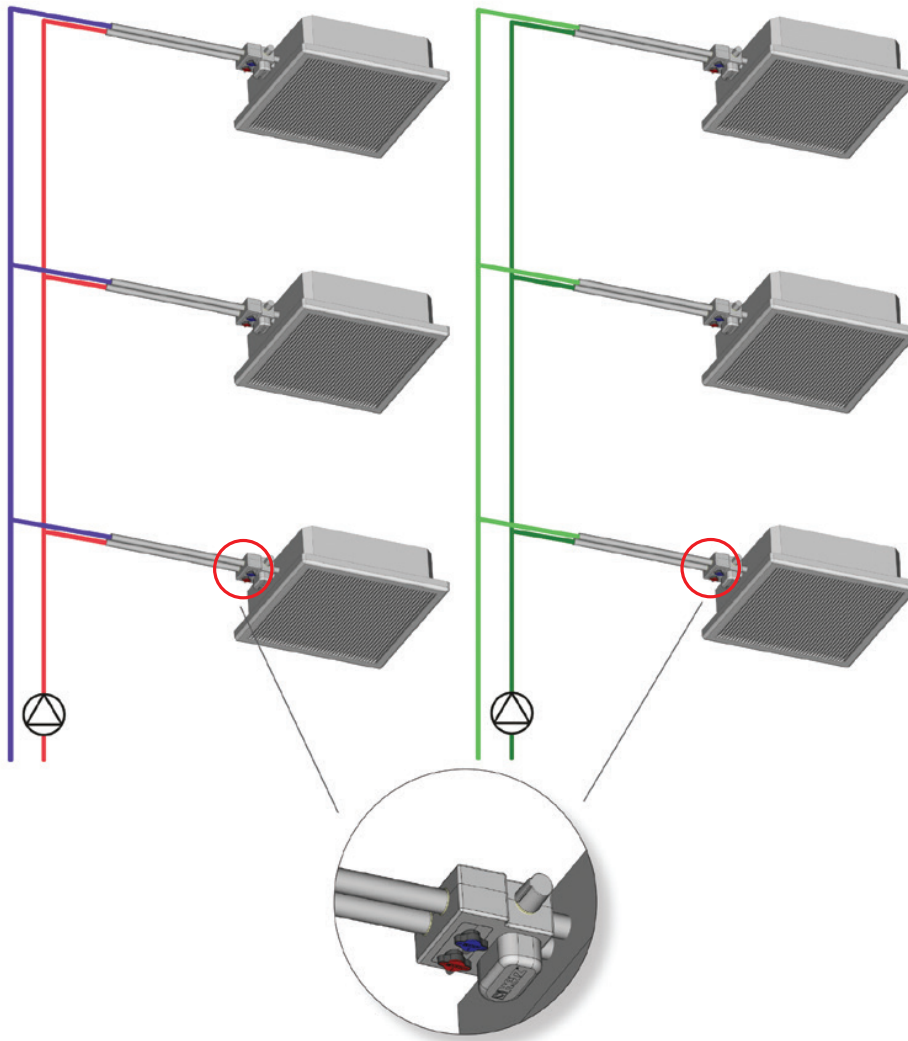
i multifunkcionalni ili zaustavni ventili i hvatač nečistoća.

Kako bi regulator protoka ispravno funkcionisao, mora se ostvariti minimalni diferencijalni pritisak prema tehničkim podacima proizvođača. Regulatori protoka mogu biti opremljeni i upravljani električnim aktuatorima. U zavisnosti od izabranog aktuatora, kontrola sobne temperature je moguća preko sobnog termostata kao centralne upravljačke jedinice. Ovo obezbeđuje kontrolu nezavisnu od pritiska uz konstantan protok čak i pri poremećajima pritiska. Pored toga, energetska efikasnost celog sistema je optimalno maksimizirana.

Primera: Instalacija grejanja i hlađenja



Primera: Primer instalacije sistema grejanja i hlađenja



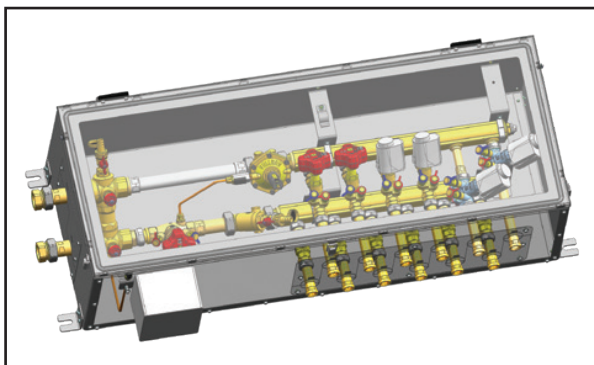
6.8.2 Distributivne stanice

Takozvane „Distributivne stanice“ kompanije Herz pružaju ekonomično regulisanje rada kućnih uređaja. Razvijen je sa ciljem centralizacije povezivanja i kontrole rada više potrošača, npr. ventilator konvektora, grejnih i rashladnih površina kao i uređaja za grejanje i hlađenje vode.

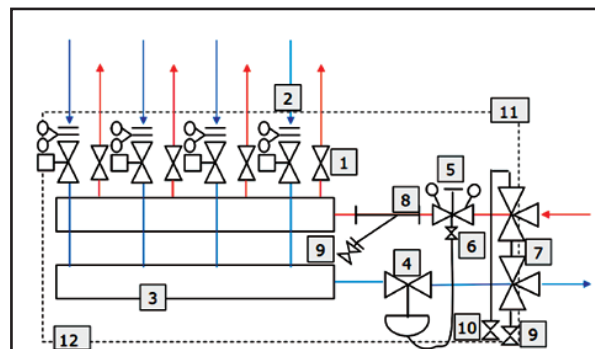
Distributivne stanice isporučuju se u čeličnom kućištu otpornom na koroziju i može se koristiti za sisteme hlađenja. Regulator diferencijalnog pritiska ugrađen je u primarni vod distributivne stanice i obezbeđuje konstantan diferencijalni pritisak između deonica sa pojedinačnim potrošačima.

Korišćenjem regulacionih i kombi ventila (nezavisnih od pritiska na potrošačima) u sistemima sa promenljivim protokom moguće je ostvariti značajne uštede energije. Preporučljivo je koristiti ventile za regulaciju diferencijalnog pritiska u lokalnim deonicama ukoliko se na njima i na grejnim telima koriste zaustavni i regulacioni ventili.

Posebno treba napomenuti da se uštede energije u sistemima sa promenljivim protokom mogu značajno povećati postavljanjem regulatora diferencijalnog pritiska što bliže regulacionim ventilima prema deonicama koje snabdevaju potrošače.



Slika 6-3 Distributivna stanica (Herz)



Br.	Komponenta	HERZ.-Br.
1	Kuglasta slavina	2190
2	Balansni ventil	4017
2	Regulacioni ventil	7217-V
2	Kombi ventil / regulator protoka	4006 SMART
3	Razdelnik	N/A
4	Regulator dif. pritiska	4002
4	Regulator dif. pritiska sa zonskim ventiloml	4002 Fix TS
4	Merna blenda	4000
5	Balansni ventil	4217
6	Kuglasta slavina za kapilarni vod	4007-87
7	3-kraki ventil	2414
8	Uklanjač nečistoća	4111
9	Ventil za pražnjenje	2512
10	Odvazdušenje	N/A
11	Kućište	N/A
12	Izolacija	N/A

Pozicije 2, 4 & 5 su opcione u zavisnosti od odabranog sistemskog rešenja

Slika 6-4 Komponente distributivne stanice

7 Regulisanje i hidraulični sistem

7.1 Osnove, Pojmovi

7.1.1 Šta je regulisanje?

Odgovor na ovo pitanje je najbolje dati kroz praktičan primer.

Jednostavno otvorimo ventile za hladnu i toplu vodu na slavini. Naše čulo dodira, preko površine kože ruke prenosi preko perifernog nervnog sistema do mozga informaciju o temperaturi vode.

U mozgu se donosi odluka da li se trenutna temperatura vode slaže sa željenom vrednošću temperature vode. Ako postoji razlika između željene temperature i stvarne temperature, mozak odlučuje i preko nervnog sistema upućuje komandu mišićima da izvrše promenu odnosa vruće i hladne vode na ventilima slavine. Na ovom primeru je potrebno uočiti prirodu regulisanja.

Zadatak regulisanja je da se na bilo koju fizičku veličinu npr. pritisak, nivo tečnosti, temperaturu, vlažnost, materijalne ili energetske kvantifikovane veličine, izvrši uticaj i izazove promena stanja prema datim željenim vrednostima. U našem primeru, postizanje željene temperature mešanjem vruće i hladne vode.

Objekt čijim radom treba da se upravlja naziva se objekt upravljanja.

Upravljanje je ona ulazna veličina objekta, za čije formiranje je neophodna informacija o njegovom željenom ponašanju, a koja deluje na objekt da bi obezbedila to željeno dinamičko ponašanje ili da odstupanja stvarnog od željenog ponašanja budu u dozvoljenim granicama.

Takav objekt na koji deluje upravljanje nazivamo upravljani objekt.

Deo objekta na koji deluje upravljačka veličina i koji to dejstvo prenosi na proces u objektu je upravljački deo objekta. Deo objekta u kome se odvija proces naziva se procesni deo objekta.

One ulazne veličine koje izazivaju odstupanja njegovog stvarnog od željenog ponašanja, a nastale su bez korišćenja informacije o tom željenom ponašanju, su poremećaji.

Sistem sastavljen iz objekta i upravljačkog sistema je sistem upravljanja.

Automatsko upravljanje ima za cilj da na osnovu matematičkog modela objekta, čije se stanje u svakom trenutku identifikuje mernim sistemom, i adekvatno izabranog upravljačkog sistema uspostavi upravljanje koje dejstvom na upravljački deo objekta (ventil, klapna, aktuator...) ostvaruje njegovo željeno dinamičko ponašanje.

Proces upravljanja u sistemima sa povratnom spregom (sistemi u zatvorenom krugu dejstva) koje se ostvaruje na osnovu razlike željenog i stvarnog ponašanja objekta, a sa ciljem da obezbedi njegov zadovoljavajući rad bez obzira na uticaj poremećaja, naziva se regulisanje.

Na koje fizičke veličine bi trebalo uticati sa ciljem ostvarenja zadatka jednog sistema?

Primer kontrole na osnovu temperature na ulazu predstavljen je na slici 7-1. Pre svega je potrebna pouzdanost uređaja, koji se mora zaustaviti pri postizanju željene temperature.

Potreban je zadavač željene vrednosti upravljačke veličine. Potreban je i merni element (davač ili senzor), koji meri temperaturu vode. Senzor šalje izmerene vrednosti automatskom kontroleru (upravljačkom sistemu).

7.1.2 Proračun i uslovi

Regulisanje / upravljanje

Za regulisanje je karakteristično zatvoreni krug, pri čemu regulisana veličina (izlazna veličina) preko povratne sprege kontinuirano utiče na samu sebe.

Automatsko regulisanje:

Sva dešavanja unutar sistema automatskog upravljanja odvijaju se bez uticaja ljudskog faktora (izraz „automatski“ se koristi samo ako je neophodno postaviti relaciju u odnosu na manualno upravljanje)

Manualna kontrola:

Najmanje jedan od činilaca upravljačkog sistema je manualno upravljanje.

Regulacioni krug:

Formira se od članova sistema koji učestvuju u zatvorenom sistemu regulisanja. Regulacioni krug se sastoji od upravljačkog sistema, upravljanog sistema (objekta), mernog sistema i povratne sprege.

Veličine u regulacionom krugu:

x	- regulisana (upravljana) veličina ili izlaz
w	- željena vrednost upravljane veličine
yR	- izlazna regulaciona veličina (pre ulaska u korekcionni organ)
y	- upravljačka veličina
r	- povratna veličina
z	- poremećaj

Smisao automatskog kontrolera (regulatora) je da u objektu stvori grešku regulisane veličine suprotnog znaka od znaka njene greške izazvane uticajem poremećaja i/ili promenom željene vrednosti s tim da su apsolutne vrednosti tih grešaka približno jednake. Time regulator teži da kompenzuje uticaj poremećaja odnosno promene željene vrednosti. U našem slučaju regulisana veličina je proporcija mešanja tople i hladne vode koja se postiže promenom ugla zakretanja vretena mešnog ventila.

Kratak opis rada sistema:

Automatski kontroler (upravljački sistem) TC na osnovu informacije greške (razlika željene vrednosti i vrednosti izlaza) i u zavisnosti od veličine greške formira upravljački signal koji preko akuatora (izvršni element upravljačkog sistema) SA zakreće vreteno ventila (upravljački deo objekta) SG i izaziva promenu proporcije mešanja tople i hladne vode (vode na ulazu u kotao i vode na izlazu iz kotla).

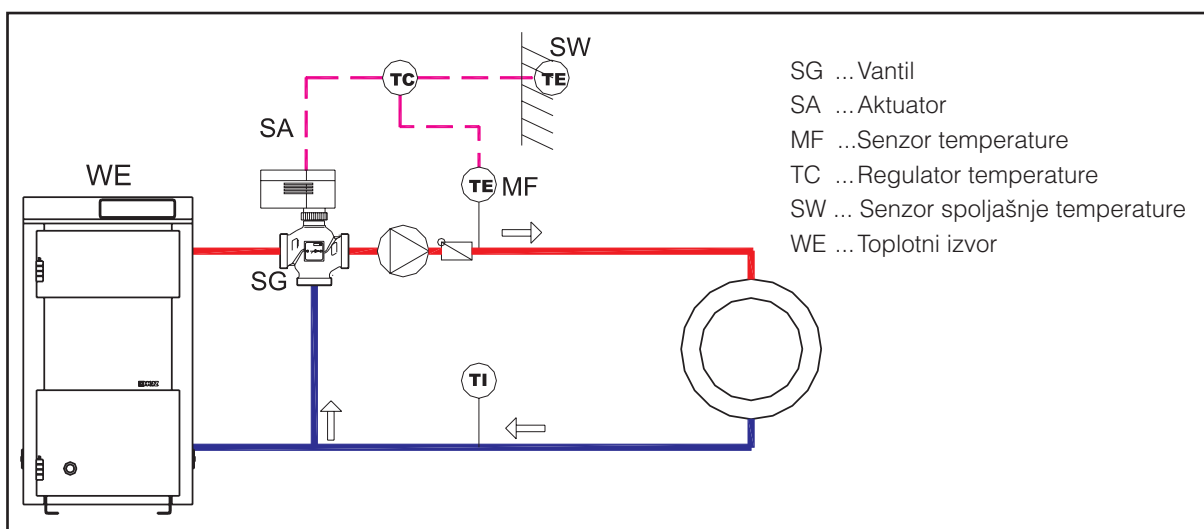
Promena proporcije mešanja dovodi do promene upravljane veličine, u našem primeru temperatura vode na izlazu. Nova vrednost upravljane veličine se ponovo prenosi preko senzora do automatskog kontrolera i novi ciklus opisanog rada sistema može početi ponovo.

Ovakav sistem sa povratnom spregom je sistem automatskog regulisanja. (Slika 7-2).

Ulazna veličina upravljanoj objekta (cirkulacionog kola) je upravljanje y , a izlaz je upravljana veličina x (u ovom slučaju temperatura vode razvodnog voda).

Oblast proporcionalnosti regulatora X_p :

U cilju upravljanja izlaznom veličinom (x) prema određenoj referentnoj vrednosti neophodno je korigovati veličinu u domenu vrednosti Y .



Slika 7-1 Upravljanje (regulisanje)

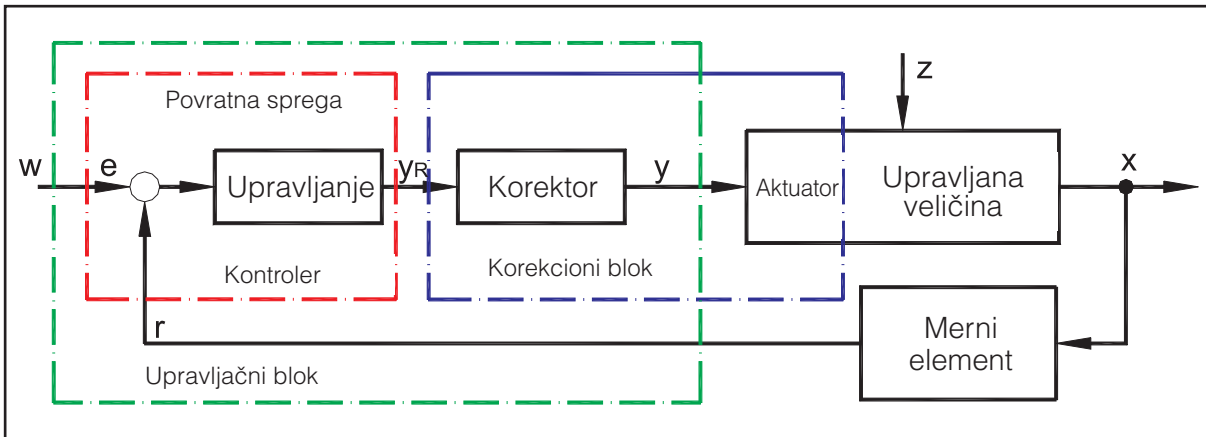
7.1.3 Šta je upravljanje??

Objašnjavajući pojam regulisanja, govorili smo o zatvorenom sistemu sa povratnom spregom. Nasuprot zatvorenom sistemu je otvoreni sistem automatskog upravljanja.

Pojmovi regulisanja i upravljanja nisu identični. Kod regulisanja upravljački sistem (TC) stalno prima informaciju o izlaznoj veličini od mernog elementa (davača temperature). Kod otvorenog

sistema upravljanja upravljački sistem nema informaciju o izlazu iz objekta.

Na slici 7-3 predstavljen je rad sistema za regulaciju temperature vazduha u prostoriji. Senzori mere temperaturu vazduha koji ulazi iz spoljašnje sredine u kalorifer θ_{AUL} i tu informaciju prenose upravljačkom sistemu (TC). Zadatak upravljanja u ovom slučaju je da preko mešnog ventila utiče na ulaznu temperaturu grejnog fluida kalorifera (objekta) u skladu sa



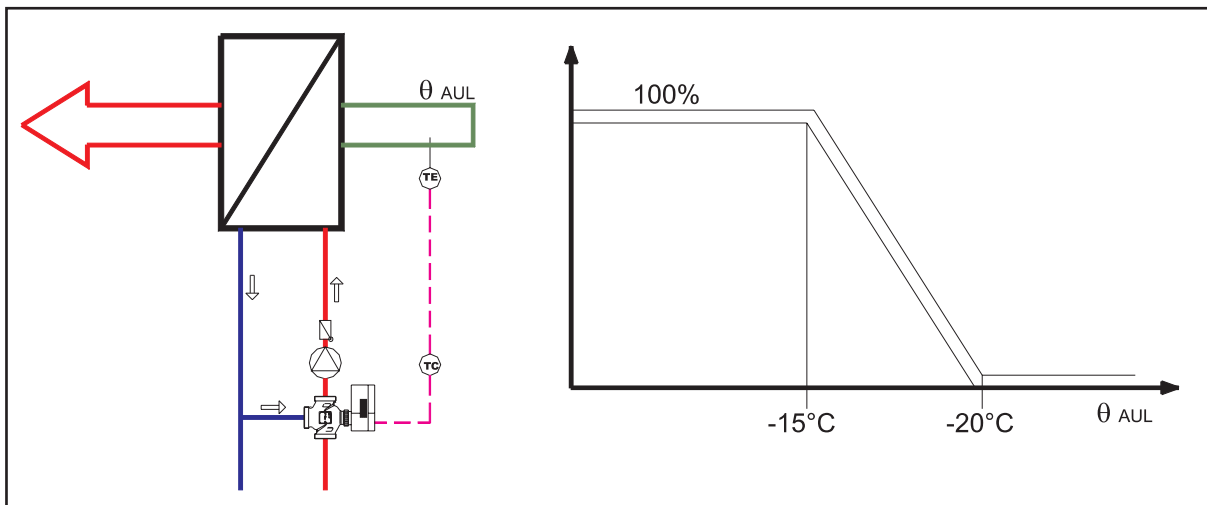
Slika 7-3 kontrola temperature zagrevanog vazduha

promenom ulazne temperature vazduha θ_{AUL} (poremećaja), kao što je predstavljeno na funkcionalnom dijagramu ventila na slici 7-3..

U narednom primeru imamo instalaciju za koju je važno da temperatura ulazne vode u kotao ne predje dozvoljenu vrednost zbog pojave gasnih mehurova, a time i progresivno oštećivanje kotla.

Ukoliko postavimo davač temperature ispred T račve potisnog voda pumpe u bajpas grani (obilaznom vodu), gledano u smeru toka povratne vode, dobijamo otvoreni sistem automatskog upravljanja.

Na slici 7-4 je prikazano prenošenje informacije o minimalnoj temperaturi povratne vode do upravljačkog sistema.



Slika 7-3 kontrola temperature zagrevanog vazduha

Povećanje povratnog strujanja je neophodno zbog:

- sprečavanja pojave korozije čeličnih kotlova pri niskim temperaturama ,
- sprečavanja pojave mikropukotina na sudovima
- obezbeđivanje minimalnog protoka vode kroz kotao .

Preporučene RL temperature:

- Lož-ulje (ekstra lako) > 55°C
- Lož-ulje (lako) > 60 ... 65°C
- Drvo (prosečno) > 65°C
- Gasni kotao > 100 KW oko 35... 45°C

Primjer: Povećanje povratne temperature pomoću bajpas pumpe kotla prema sl. 7-4

Kotao snage pri $\theta_{KV} = 80^\circ\text{C}$ ulazne temperature

Za izbegavanje korozije na strani dimnih gasova, za ekstra lako lož ulje (HEL) potrebna je minimalna temperatura na povratnoj deonici kotla od 55°C . Temperatura mešanja se izračunava iz toplotnog bilansa u tački mešanja M, za povratnu temperaturu grejanja $\theta_{HR} = 50^\circ\text{C}$

[Količina toplote] bajpas grana + povratna grana = povratna deonica do kotla

Iz ovoga se može izračunati potreban protok vode u bajpas deonici:

u krugu kotla

$$q_B \cdot c \cdot \theta_{KV} + q_H \cdot c \cdot \theta_{HR} = (q_B + q_H) c \cdot \theta_{KR}$$

u bajpasu

$$q_H + q_B = \frac{100}{4,2 \cdot 25} = 0,95 \frac{\text{kg}}{\text{s}} = 0,95 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

$$q_H = 0,95 - q_B$$

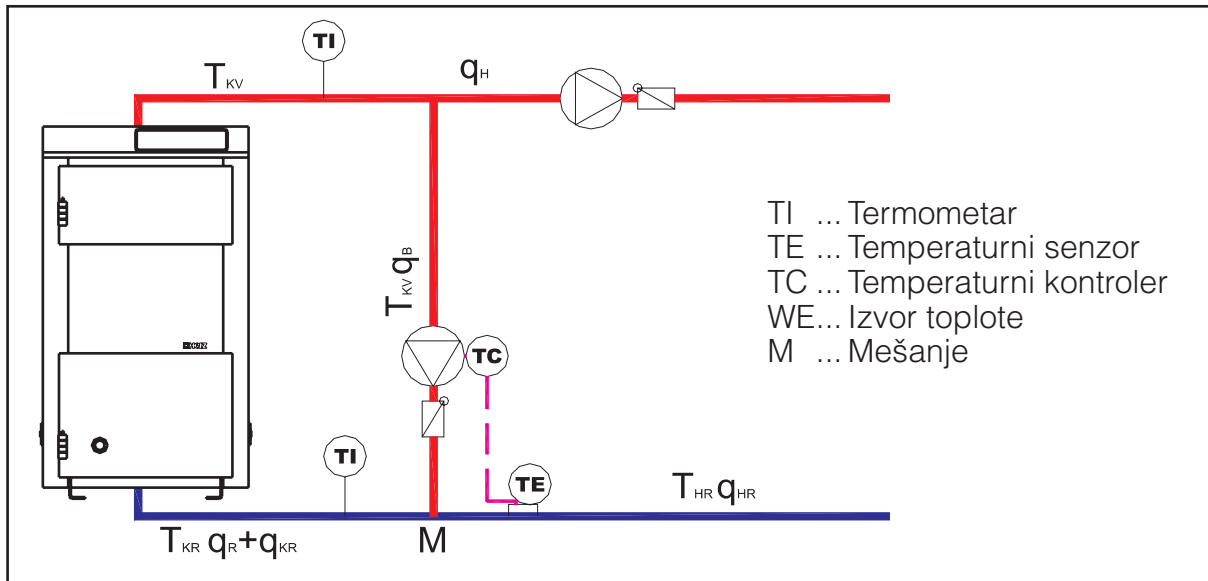
$$q_B \cdot 80 + (0,95 - q_B) \cdot 50 = 0,95 \cdot 55$$

$$30 \cdot q_B + 47,5 = 52,25$$

$$30 \cdot q_B = 52,25 - 47,5$$

$$q_B = 0,158 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

$$q_H = 0,95 \frac{\text{l}}{\text{s}} - 0,158 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 0,792 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 3,21 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$



Slika 7-4 Kontrola temperature u kotlu (ili upravljanje temperaturom u kotlu)

Pumpa u obilaznom vodu:
 Približno se može izračunati:

$$\text{Protok pumpe: } q_V = \frac{\Phi_K}{1,16 \cdot \Delta\theta}$$

$\Delta\theta = 30 \text{ K}$ Za livni kotao
 $\Delta\theta = 50 \text{ K}$ Za čelični kotao

Potisna visina pumpe = Zbir otpora u cevovodu -
 Lokalni otpori unutar kotla = ca. 20 kPa

7.1.4 Termostatski regulator, Funkcija i upotreba

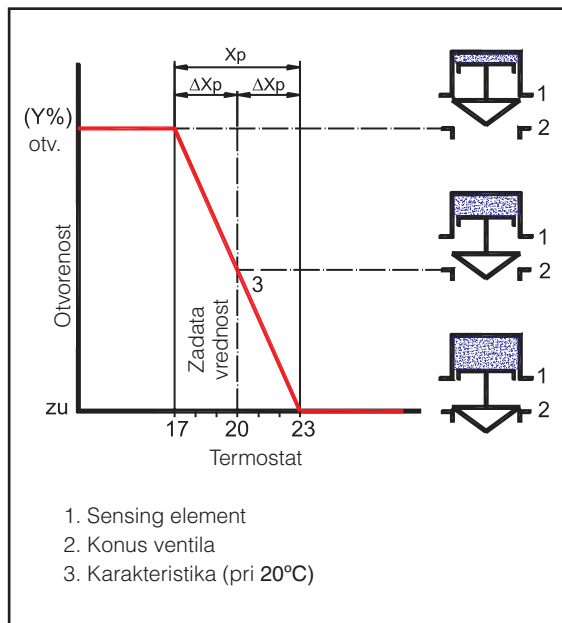
Proporcionalni regulator

Termostatski ventil spada u armature sa upravljanjem proporcionalnog dejstva bez dodatnih izvora energije. Mora biti posebno pažljivo odabran i ugrađen kako bi se ostvarilo željeno dinamičko ponašanje sistema.

Kod proporcionalnog regulatora, zadata vrednost je proporcionalna izlazu, tj. svaka promena u termostatskom ventilu odnosi se na promenu ambijentalne temperature (upravljana veličina x) proporcionalnim pomeranjem klipa ventila (upravljajčka veličina y). Pomeranje klipa ostvaruje direktnu promenu dotoka vode. Ovo rezultuje prigušnom regulacijom rada grejnog tela. Na slici 7-5 prikazana je uprošćena funkcionalna šema

Pri podešenoj željenoj vrednosti temperature od 20 °C, ventil će biti u potpunosti zatvoren pri temperaturi od 23 °C (otvorenost ventila = 0 %), a biće potpuno otvoren pri temperaturi od 17 °C (otvorenost ventila = 100 %). Senzor (1) može biti napunjen tečnošću, gasom ili specijalnim voskom.

Kada se temperatura poveća dolazi do širenja tečnosti ili voštane mase i/ili porasta pritiska gasa i klip ventila se pokreće ka zatvorenom položaju. Padom temperature odvija se obrnut proces..

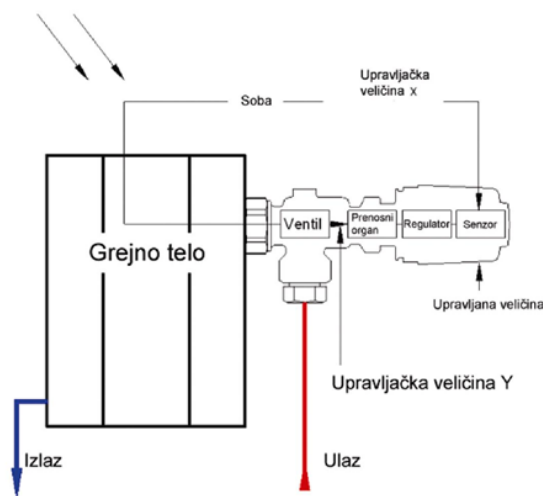


Slika 7-5 Funkcionisanje termostata

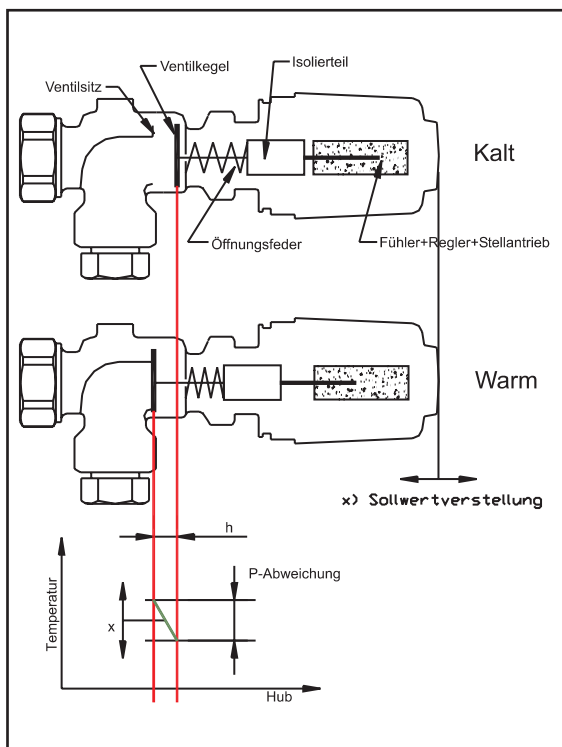
1. Sensing element
2. Konus ventila
3. Karakteristika (pri 20°C)

Termostati se proizvode u verzijama termostatskih ventila sa ugrađenim senzorom, kod termostatskih ventila sa daljinskim senzorom kao i termostatskih ventila sa kombinovanim senzorima (ugrađeni + daljinski).

Senzor termostata je uglavnom napunjen tečnošću, mada se u upotrebi često mogu sresti i termostati napunjeni gasom ili voskom. Proporcionalni regulatori bez dodatnih izvora energije imaju određenu oblast proporcionalnosti (x_p) npr. $x_p = 4 K$



Slika 7-7 Termostatski ventil kao automatski regulator



Slika 7-6 Funkcionisanje termostatskog ventila HERZ

Premala oblast proporcionalnosti je podložna većim oscilacijama, dok prevelika oblast dovodi do nekontrolisanih odstupanja od željene vrednosti.

Radijatorski termostatski ventil je podešen (najčešće fabrički) na nominalnu vrednost radne temperature od 20°C i temperaturu zatvaranja 22°C. $\Delta x_p = 2 K$

Poremećaji koji utiču na promenu konstantne ambijentalne temperature i stvaraju potrebu za automatskom regulacijom su:

- A) Uticaj spoljašnje temperature
- B) Izloženost suncu
- C) Dodatni izvori toplote (električni uređaji, ljudi, osvetljenje, toplovođi i slično)

Ako se spoljašnja temperatura često menja , veoma je zgodna upotreba termostatskih ventila u cilju većeg iskorišćenja energije i uštede goriva.

Svaki porast temperature preko predviđene trebalo bi sprečiti. Drugim rečima, potrebno je dis-

tribuirati toplu vodu samo u oblasti regulisanja 50% do 0%, kako bi se ostvarilo pozitivno proporcionalno odstupanje.

Ventil iz našeg primera biće odabran prema optimalnoj karakteristici grejanja i kada nema spoljašnjih poremećaja (vetar, sunce i sl.), pri svakom povećanju spoljašnje temperature, pri položaju regulatora od 50% (srednja pozicija) postiže se potreban protok.

Potreban protok vode se dobija na osnovu dimenzionisanja grejnog tela, pri čemu je

$$\Delta\theta = \theta_V - \theta_R$$

definisana stvarna povratna temperatura θ_R

7.1.5 Regulacioni ventili, autoritet ventila

Autoritet regulacionog ventila se definiše preko pada pritiska na ventilu. Pri potpuno otvorenom ventilu pad pritiska se određuje uglavnom preko diferencijalnog pritiska u čvoru, a gubici pritiska na spojevima i u cevima su najveći. Ovo je najmanji pad pritiska na ventilu Δp_{Vmin} .

Zatvaranjem ventila, pada pritisak na spojevima i u cevima na nulu, diferencijalni pritisak u čvoru raste. Ovde se javlja najveća vrednost pada pritiska na regulacionom ventilu $\Delta p_{Vmax} = KDD$.

Zavisnost pada pritiska od hoda klipa ventila nije linearna, odnosno promena pritiska na ventilu nije proporcionalna promeni hoda klipa.

Promena karakteristike ventila zavisi od hidrauličnih uslova i geometrijskih dimenzija upravljanog sistema.

Odnos maksimalne i minimalne vrednosti pada pritiska izražava se preko autoriteta ventila. a_v :

$$a_v = \frac{\Delta p_{Vmin}}{\Delta p_{Vmax}}$$

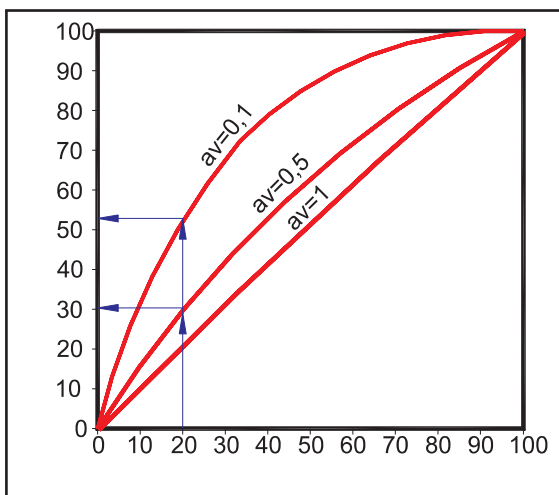
Gde su:

a_v	-	Autoritet ventila
Δp_{Vmin}	Pa	Pad pritiska pri otvorenom ventilu
Δp_{Vmax}	Pa	Pad pritiska pri zatvorenom ventilu

Posmatrani ventil, za koje su navedeni podaci, dostiže nominalni protok pri potpunoj otvorenosti sa nepoželjnim autoritetom ventila od $a_v = 0,1$ a pri 20 % otvorenosti postiže 50% nominalnog protoka., Za razliku od toga, regulacioni ventil sa autoritetom ventila od $a_v = 0,5$ pri 20% otvorenosti, ostvaruje 30% nominalnog protoka. Autoritet ventila od $a_v = 0,5$ je zato mnogo prikladniji za regulacione ventile.

Ovo poređenje takođe pokazuje degradaciju kvaliteta pri upotrebi predimenzionisanih regulacionih ventila. Kod predimenzionisanih ventila Δp_{Vmin} se smanjuje, Δp_{Vmax} ostaje nepromenjen. Ovo pogoršava autoritet ventila i kvalitet regulacije.

Autoritet ventila bi trebalo da ima vrednosti $a_v = 0,25 \dots 0,75$.



Slika 7-8 Karakteristike regulacionih ventila različitih autoriteta

Dimenzionisanje regulacionih ventila

Dimenzionisanje regulacionih ventila vrši se na osnovu pada pritiska na potpuno otvorenom regulacionom ventilu, pri nominalnom protoku.

Nominalni protok se izračunava prema preporukama, u zavisnosti od konkretnog projektnog rešenja.

$$k_v = \frac{q_v}{\sqrt{\Delta p_{v \min}}}$$

Gde su:

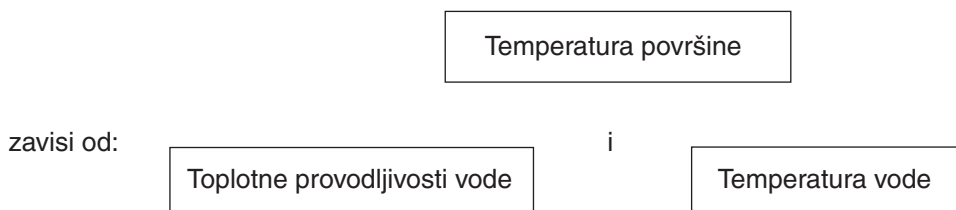
k_v	$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	Protok kroz ventil na pritisku 1 bar
q_v	$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	Protok
$\Delta p_{v \min}$	bar	Pad pritiska na potpuno otvorenom ventilu

Iz prethodne jednačine se određuje k_v -vrednost, koja je osnova za izbor ventila. Iz tehničke dokumentacije bira se ventil koji ima prvu manju k_v -vrednost. Izračunata vrednost može biti takva da se pojavljuje u malom broju ventila, što često dovodi do izbora predimenzionisanog ventila, usled čega dolazi do povećanja protoka.

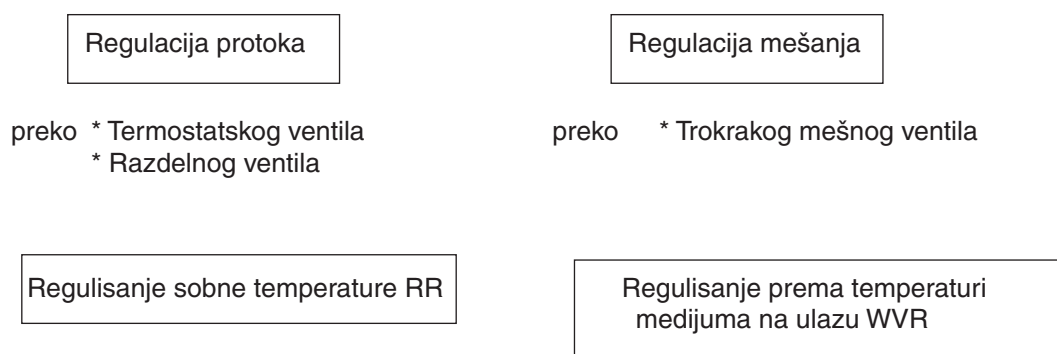
U cilju sprečavanja bilo kakvog nedovoljnog snabdevanja grejnih tela toplotnom energijom, na magistralnim deonicama cevovoda postavljaju se regulacioni ventili, čime se dodatno podešava nominalni protok.

7.2 Regulisanje opterećenja

Regulacija emisije toplote preko grejnih površina (npr. radijatora ili sistema podnog grejanja) zavise od promenljivih:



Dodakle se dobija



7.2.1 Regulisanje mešanja

Promenljiva ulazna temperatura, konstantan protok kroz potrošače.

- Bajpas pumpa kotla
- Četvorokraki mešni ventil
- Termostatski ventil

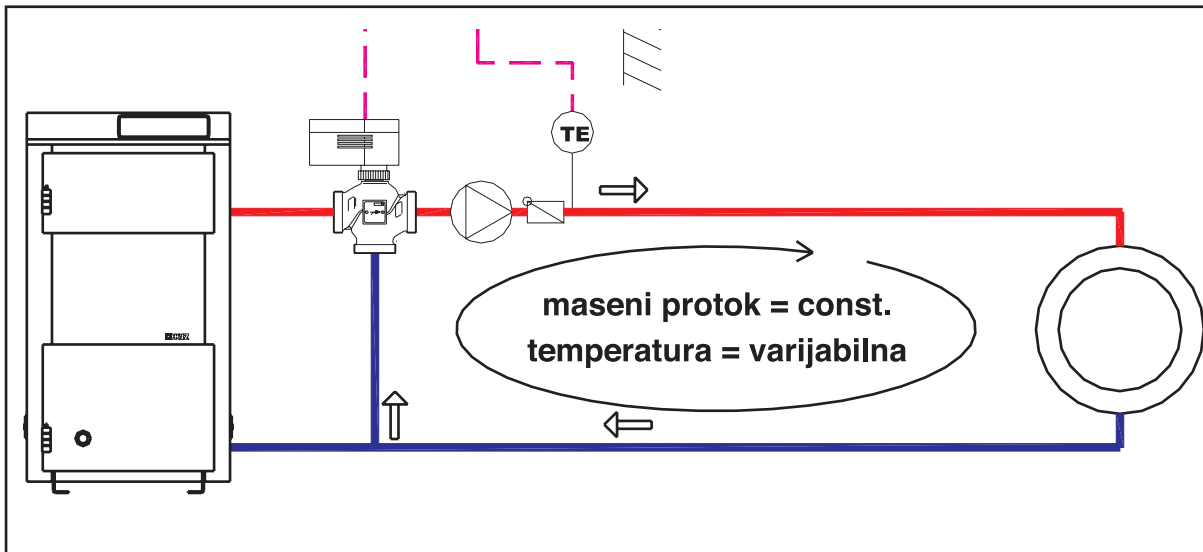
Šema veze na slici 7-9 prikazuje mešanje vode razvodnog i povratnog voda kotla. Potrošači (grejni elementi) dobijaju konstantan protok vode preko cirkulacione pumpe.

Tip Ederstat: Pri dostizanju temperature od 72 °C bimetalna traka/opruga otvara kontaktnu metalnu pločicu

Regulisanje toplotnog opterećenja grejnog elementa vrši se regulisanjem temperature ulazne vode (vode u potisnom vodu pumpe). Ovakav sistem je veoma podesan kod sistema sa niskom temperaturom vode u povratnoj grani, sistema sa dugim cevovodom i toplotnih pumpi.

Tip Ederbac: regulacioni ventil sa tri priključka za prevenciju loše cirkulacije

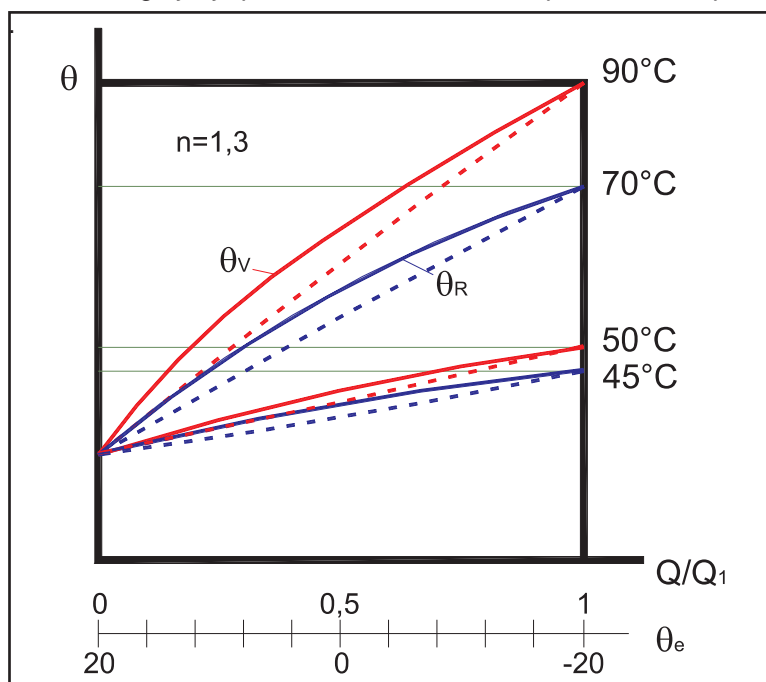
Pri minimalnoj temperaturi u povratnom vodu Minimalna temperaturom u povratnom vodu obezbediće se preko dodatnog cirkulacionog kola npr.



Slika 7-9 regulisanje temperature na ulazu, upravljane preko spoljašnje temperature sa Herz 3- trokrakim ventilom (1 4037 xx) i pogonom (1 7712 xx)

Grafički prikaz zavisnosti između ulazne temperature i toplotnog opterećenja i/ili spoljašnje temperature daje se preko takozvane krive grejanja.

Oblik krive grejanja prvenstveno zavisi od eksponenta krive performansi grejnih površina



Slika 7-10 krive grejanja za 90/70°C i 50/45°C pri n=1,3

Kriva grejanja prikazana na slici 7-10 odnosi se na 90/70 i 50/45°C temperature u potisnom/povratnom vodu pri spoljašnjoj temperaturi $\theta_{min} = -20^{\circ}\text{C}$
Srednja temperatura vode između potisnog i

povratnog voda umanjena za ambijentalnu temperaturu daje porast temperature ΔT .
Što je ova razlika izraženija, to je veća emisija toplote..
Ovo je predstavljeno na karakterističnoj krivoj grejnog tela (slika 7-10) . Linijskim povezivan-

jem više elemenata (prikazano na slici 7-10) voda može pri spoljašnjoj temperaturi $\theta_x^{\circ}\text{C}$ predati dovoljnu količinu toplote Φ_{100} auf

$$\Phi_x = \Phi_{100} \frac{\theta_i - \theta_x}{\theta_i - \theta_{min}}$$

Primer: Delimično opterećenje

Za sistem radijatorskog grejanja potrebno je odrediti potrebnu količinu toplotne energije pri spoljašnjoj temperaturi od 0°C i temperaturu radijatora, ako su planirane vrednosti:

$$\theta_{emin} = -20^{\circ}\text{C} \quad \Phi_{100} \quad (90/70/20) = 800 \text{ W Utrošak energije}$$

za sobnu temperaturu $\theta_i = 20^{\circ}\text{C}$ oplotno opterećenje je $\Phi = 0$

$$\text{Za spoljašnju temperaturu } 0^{\circ}\text{C biće } \Phi_x = \Phi_{100} \frac{20+0}{20+20} = \Phi_{100} \cdot 0,5$$

Takođe je pri 0°C potrebna samo polovina toplotnog opterećenja. Za krivu grejanja datu na slici 7-10 očitano je $\theta_V = 68^{\circ}\text{C}$; $\theta_R = 59^{\circ}\text{C}$.

Porast temperature $\Delta T = 43,5 \text{ K}$ izračunata je preko srednje temperature $63,5^{\circ}\text{C}$

$$\Delta T = \frac{\theta_V + \theta_R}{2} - 20 = \frac{68 + 59}{2} - 20 = 43,5 \text{ K}$$

7.2.2 Regulisanje protoka

**Konstantna temperatura na ulazu,
promenljiv protok u potošaču.**

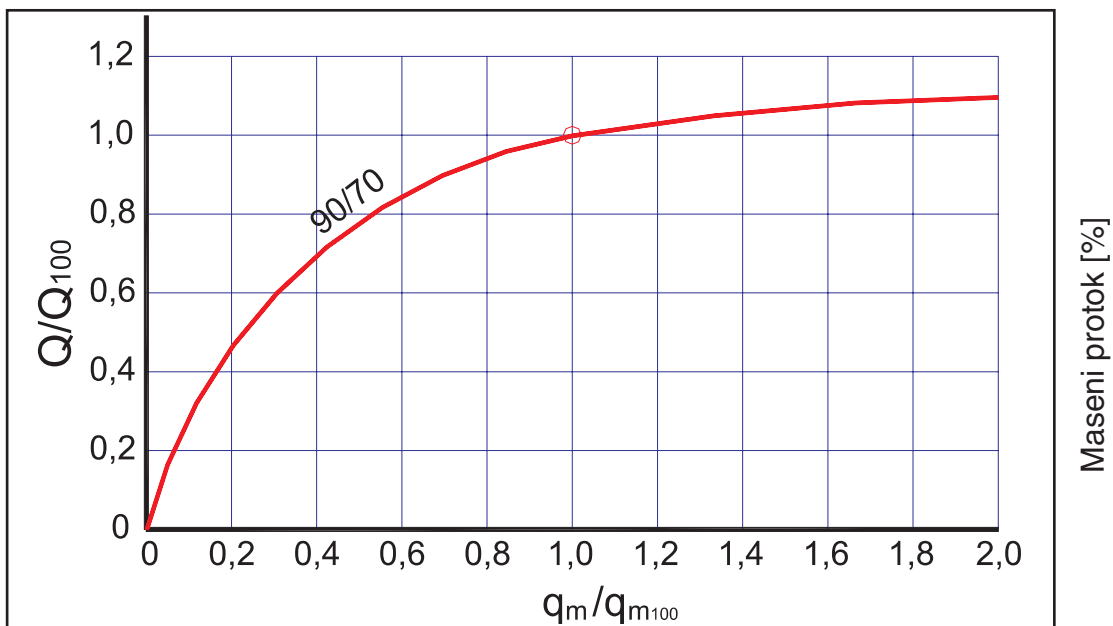
Regulisanje toplotnog opterećenja u grejnom krugu vrši se regulisanjem protoka.

$$q_m = \frac{\Phi}{c \cdot (\theta_V - \theta_R)}$$

Dodatno se smanjenjem protoka povećava vreme proticanja vode kroz grejno telo. To prouzrokuje intenzivnije hlađenje vode. Povećanjem

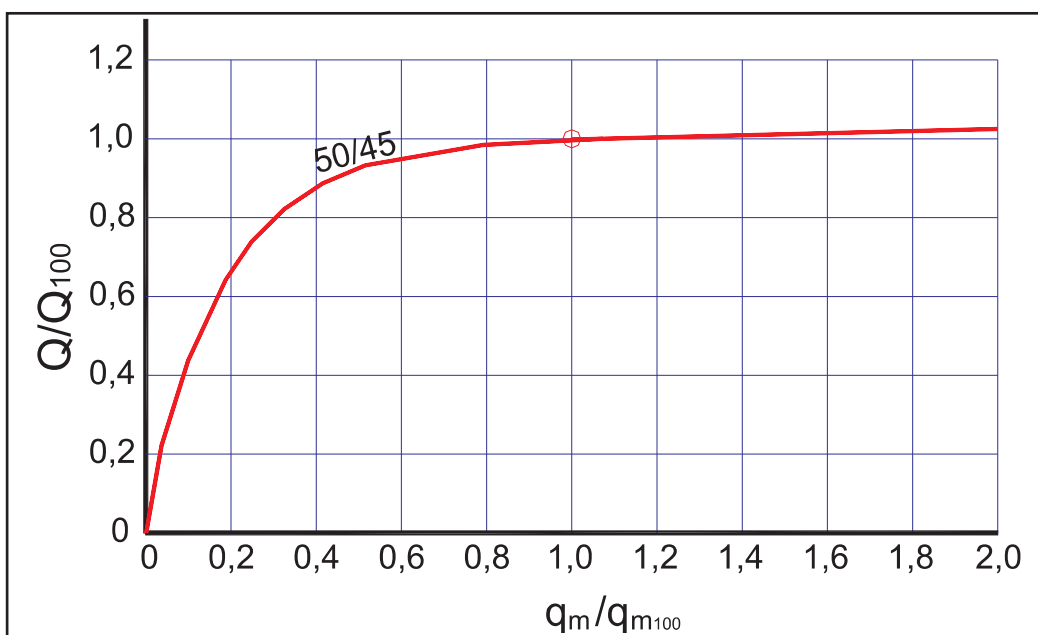
odavanja toplote sa grejnih tela izaziva se efekat delimičnog prigušenja strujanja vode. To znači da toplotno opterećenje nije proporcionalno protoku fluida.

Zavisnost je prikazana na sledećem dijagramu.



Slika 7-11 Kriva odavanja toplote sa grejnog tela za 90/70 °C

Otvorenost [%]



Slika 7-12 Kriva odavanja toplote sa grejnog tela za 50/45 °C

Kriva odavanja toplote sa grejnog elementa pokazuje da se pri smanjenju protoka kroz grejno telo za polovinu, predata količina toplote umanjuje za samo 20%. Za polovinu predate količine toplote potrebno je samo 10 do 20% nominalnog protoka.

Predimenzionisani regulacioni ventil moraju raditi uvek pri maloj otvorenosti. Zato je neophodno ugrađivati regulacione ventile kojima je moguće pretpodesiti prigušenje uz punu otvorenost ventila i nominalni protok.

7.2.3. Vrste upravljanja

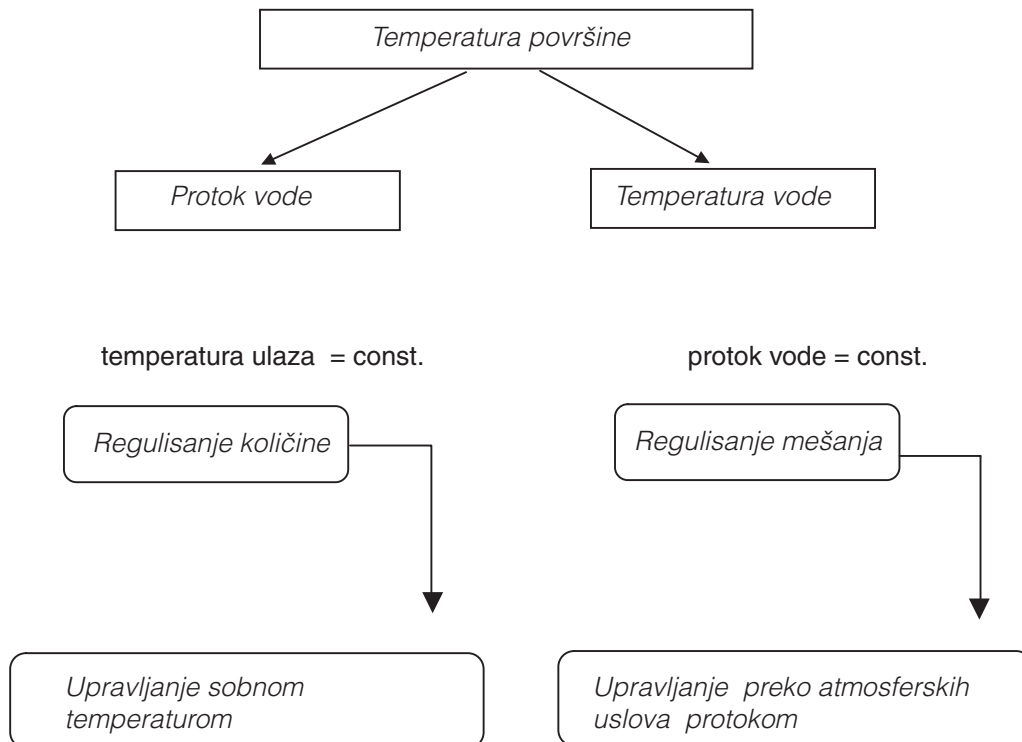
U grejnoj tehnici razlikuju se upravljanja u dve tačke, tri tačke i kontinualno upravljanje. Za određenu oblast primene neophodno je izabrati odgovarajući tip upravljanja. Vrste upravljanja objašnjene su detaljno u nastavku teksta.

7.2.3.1. Upravljanje u dve tačke

Upravljanje u dve tačke, kao i upravljanje u tri tačke su diskretni, odnosno sekvencijalni sistemi upravljanja. Upravljački organ menja izlazni signal korak po korak i u zavisnosti od broja mogućih tačaka promene režima određuje se tip upravljanja (u dve, tri ili više tačaka).

Kao što sam naziv sugeriše, upravljanje u dve tačke može imati samo dva stanja - uključeno ili isključeno (ON/OFF)

U kontekstu ventila, ovo označava otvoren ili zatvoren ventil. Nedostatak ovog načina upravljanja je da radni vek ventila može biti značajno skraćen zbog čestog aktiviranja ventila. Razlika između tačke uključivanja (otvaranja) i tačke isključivanja (zatvaranja) ventila naziva se histerezis. Ovaj tip upravljanja koristi se na primer kod regulisanja sobne temperature. U ovom slučaju kontroler dobija signal za otvaranje ili zatvaranje ventila preko davača temperature.

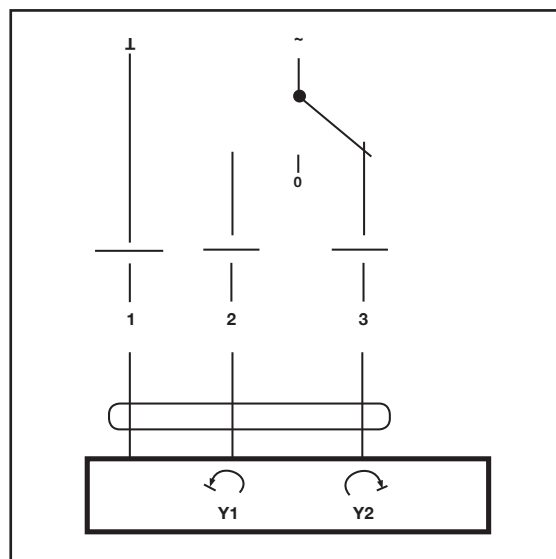


Slika 7-13 Dijagram upravljanja u dve tačke

7.2.3.2. Upravljanje u tri tačke

Kao što je prethodno pomenuto ovaj tip upravljanja je takođe diskretan. I u ovom slučaju postoje tačke uključivanja i isključivanja i između njih treća tačka upravljanja.

Ovaj tip upravljanja se koristi na primer u grejnim sistemima sa dva režima grejanja (nivo 1, nivo 2, i isključeno) ili za upravljanje sistema klimatizacije prostorija koje se mogu grejati ili hladiti (grejanje, isključeno, hlađenje) ili regulisanje temperature preko trokrakog mešnog ventila (gore, zatvoren, dole).



Slika 7-14 Primer upravljanja u tri tačke

7.2.3.3. Kontinualno upravljanje (modulacija)

Pri kontinualnom upravljanju (modulaciji) kontroler se može postaviti u bilo koju poziciju od 0-100%. Podešavanje se vrši poređenjem trenutne vrednosti sa željenom. Kontrolni signal se kontinualno emituje do ventila ili aktuatora kako bi se osigurala ustaljena funkcija upravljanja. Ovaj tip upravljanja odlikuje se neograničenim brojem vrednosti podešavanja, kao i brzim odzivom. Koristi se u fan-coil sistemima na primer.

Ventili sa kontinualnim pogonom (npr. Herz. 7990) mogu se postaviti u bilo koji položaj. U zavisnosti od napona napajanja regulisanja ventil se može kontrolisati kontinualnim naponom od 0-10V. Ovo kontinualno upravljanje sprečava nagle promene pritiska izazvane potpunim otvaranjem ili zatvaranjem ventila kao što bi to bio slučaj pri kontroli u dve tačke.

Postoje dve osnovne vrste regulatora - proporcionalni (P-kontroleri) i integralni (I-kontroleri). Takođe mogu imati kombinovano dejstvo (PI-kontroleri).



Slika 7-15 Termopogon ventila (Herz. 7990)

7.3 Hidraulični sistemi i dimenzionisanje

Primarni cilj podešavanja sistema za grejanje ili klimatizaciju je obezbeđivanje protoka, tako da svi grejni/rashladni elementi rade pod nominalnim opterećenjem.

Vrlo je teško promeniti diferencijalni pritisak tako da na svim deonicama protoci budu usklađeni

Hidraulička integracija primarnog i sekundarnog sistema je moguća u velikom broju različitih cevovoda. Izbor odgovarajućeg rešenja zavisi od više faktora. Prilikom ocenjivanja trebalo bi uzeti u obzir odgovarajuća materijalna ulaganja kao i izvore energije koji su neophodni za snabdevanje toplotom.

Ako se u distribucionoj mreži diferencijalni pritisci u potisnim i povratnim vodovima izjednačavaju, tada se koriste vezivni elementi na koje utiče diferencijalni pritisak. Hidraulično razdvojeni (hidrauličnim razvodnikom) distributori bez izjednačavanja diferencijalnog pritiska su distributori nezavisni od pritiska. Kod njih se upotrebljavaju veze na koje diferencijalni pritisak nema uticaja. Najvažniji osnovni cirkulacioni sistemi biće objašnjeni uz predstavljanje odgovarajućih osnova proračuna..

NAPOMENA: Pod svim radnim uslovima nominalni protok mora biti ostvariv u svim komponentama..

Upravljanje		Krug daljinskog grejanja		Potrošači		Specifičnost
		Porast na izlazu	Maseni protok	Porast na izlazu	Maseni protok	
Razdelinjivanje pritiska	Prigušenje	Ne	Varijabilno	Konstantno	Varijabilno	Uticaj drugih potrošača
	Preusmeravanje	Da	Konstantno	Varijabilno	Varijabilno	Bez uticaja drugih potrošača
	Protok preko prolaznog ventila	Ne	Varijabilno	Konstantno	Konstantno	Moguće kombinovanje radijatorskog i podnog grejanja
	Protok preko trokrakog ventila	Da	Konstantno	Varijabilno	Konstantno	Uvek temperatura daljinskog grejanja, visoka upravljivost
Razdelnik bez pada pritiska	Mešanje jednostruko	Ne	Varijabilno	Varijabilno	Varijabilno	Uvek temperatura daljinskog grejanja, visoka upravljivost
	Mešanje dvostruko	Ne	Konstantno	Varijabilno	Konstantno	Moguće kombinovanje radijatorskog i podnog grejanja

Slika 7-17 Pregled regulisanja

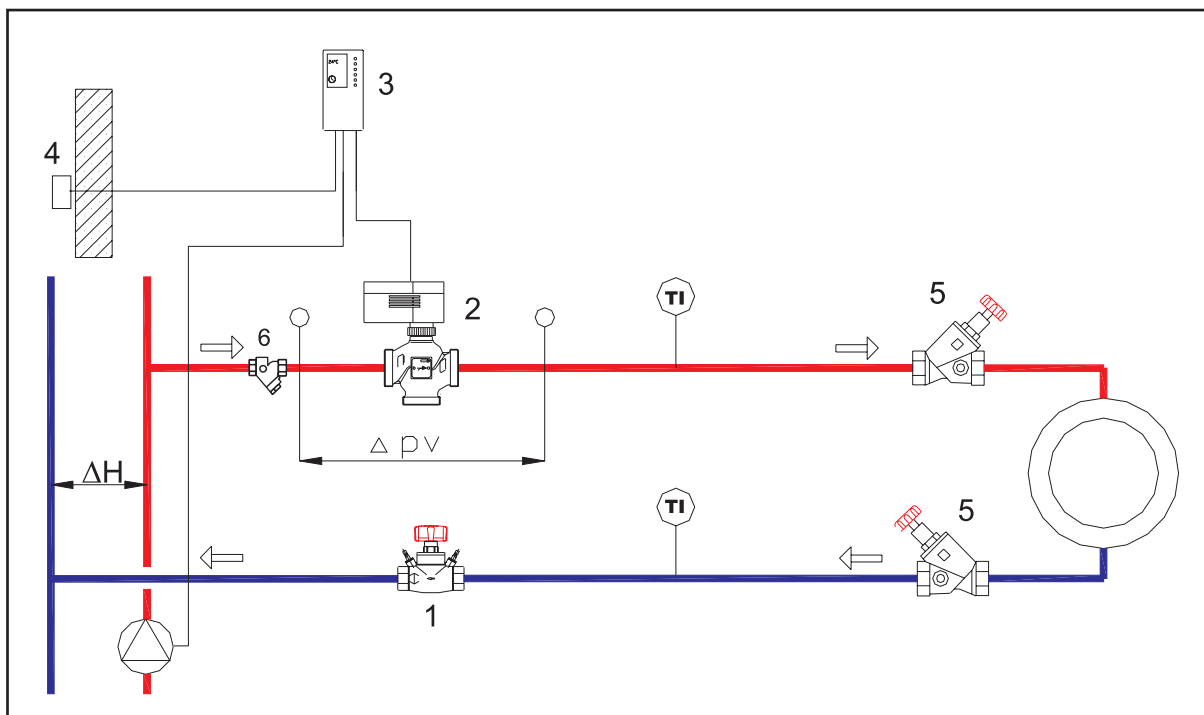
7.3.1 Upravljanje prigušenjem

1	Balansni ventil	4217
2	Regulacioni ventil sa motorom	4037+7712
3	Termoregulator	7793
4	Senzor spolj. temperature	7793
5	Zaustavni ventil	4115
6	Hvatač nečistoća	4111

Karakteristike:

Diferencijalni pritisak potrebne količine vode primarnog i sekundarnog kola. Temperatura u primarnom krugu varira, dok je u sekundarnom krugu konstantna.

Regulisanje toplotnog opterećenja vrši se promenom protoka..



Slika 7-18 Upravljanje prigušenjem

Prednosti:

Dobro predavanje toplote, sistem je primenjiv za velike potrošače i velike dužine deonice.

Nedostaci:

Prilikom regulisanja pritiska u cevovodu se radna tačka pumpe menja pomeranjem klipa ventila. Povećanje diferencijalnog pritiska ima uticaja na grejna tela. .

Primena:

- Pri distribuciji unutar međusobno udaljenih delova sistema
- Pri povezivanju više kotlova
- Pri povezivanju sekundarne mreže ili velikih potrošača toplote
- Pri ostvarenju zonske regulacije sa radijatorskim i podnim podsistemima

grejanja sa regulisanom ulaznom temperaturom

- Kod toplotnih pumpi i rashladnih sistema svih veličina .

Regulacioni ventil u potisnom vodu služi za regulisanje diferencijalnog pritiska i ograničavanje protoka..

Ovakav način regulisanja unutar hidrauličkog cirkulacionog kola vrši se kontrolom protoka. U ovom slučaju regulacioni ventil izvršava zadatak promene protoka, kao deo povratne sprege automatskog regulatora kod, na primer izmenjivača toplote..

Regulisanje vodova se vrši svuda gde je potrebna niska povratna temperatura i promenljiv protok. Karakteristično termodinamičko ponašanje sistema je pad povratne temperature sa padom opterećenja.

Konvencionalne oznake

Prilikom prikaza šema i u primerima proračuna koriste se sledeće oznake:

Δp_L	Pad pritiska na potrošaču [kPa]
Δp_V	Pad pritiska na regulacionom ventilu [kPa]
Δp_{SRV}	Pad pritiska na balansnom ventilu [kPa]
Δp_{ab}	Pad pritiska na zaustavnom ventilu [kPa]
Δp_{Schmu}	Pad pritiska na hvataču nečistoća [kPa]
q_p	Maseni protok u primaru [l/h]
q_s	Maseni protok u sekundaru [l/h]
t_v	Povratna temperatura sekundara [°C]
t_R	Povratna temperatura [°C]
t_P	Povratna temperatura primara [°C]

ΔH Diferencijalni pritisak na razdelniku [kPa]

Δp_{mv} Diferencijalni pritisak na deonici sa promenljivim protokom [kPa]

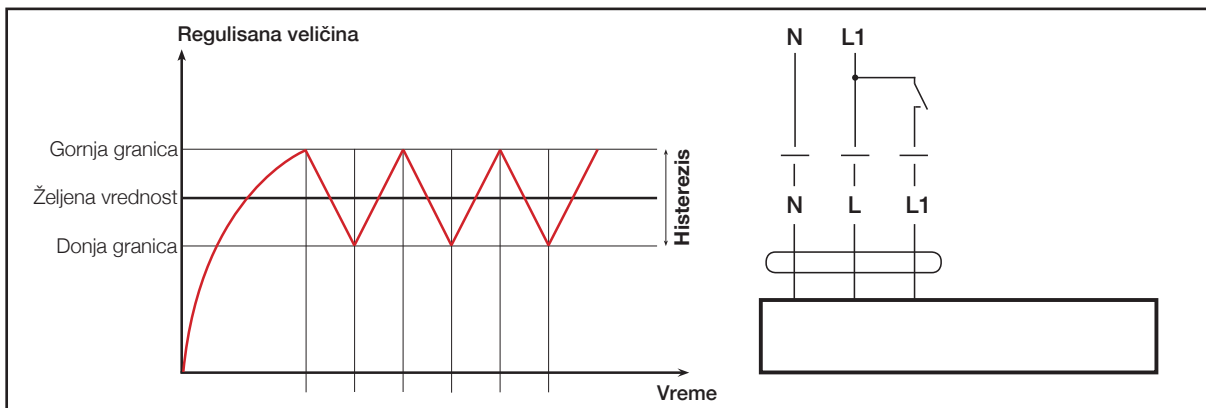
(Ako postoji više istih elemenata vrši se indeksiranje oznaka)

Osnove pretpostavke za proračun:

Pri proračunu hidrauličnih krugova uzimaju se u obzir samo ugrađeni elementi (regulacioni i regulacioni ventili), jer su gubici u cevovima (zbog kratke dužine deonica) praktično zanemarljivi za razliku od gubitaka na elementima.

Prema definiciji autoritet ventila je

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



Primer: Dimenzionisanje regulisanja prigušenjem

Parametri:

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

Odrediti - minimalan diferencijalni pritisak
 - Izbor regulacionog ventila
 - Izbor balansnog ventila

$$Q = q_s \cdot (t_v - t_R)$$

$$\rightarrow q_s = \frac{Q}{c \cdot (t_v - t_R)}$$

$$q_s = \frac{70}{4,19 \cdot (90 - 50)} \cdot 3600$$

$$q_s = 1504 \text{ l/h}$$

Za ostvarenje regulisanja prigušenjem neophodno je ispuniti dva osnovna uslova.

Uslov 1: $\Delta p_V \geq \Delta p_L$ diferencijalni pritisak na regulacionom ventilu mora biti veći ili isti u odnosu na diferencijalni pritisak na deonici potrošača

Uslov 2: $\Delta H \geq \Delta H_{min}$ diferencijalni pritisak na razdelniku mora biti veći ili isti u odnosu na minimalno dozvoljeni pad pritiska!

Korak 1: Proračun minimalnog diferencijalnog pritiska ΔH_{min}

$$\begin{aligned}\Delta H_{min} &= \Delta p_{Vmin} + \Delta p_L + \Delta p_{SRV} + 2 \cdot \Delta p_{Ab} + \Delta p_{Schmu} \\ \Delta p_{Vmin} &= 10 \text{ kPa (Uslov 1)} \\ \Delta p_L &= 10 \text{ kPa (dato)}\end{aligned}$$

Proizvođačka specifikacija:

$$\begin{aligned}\Delta p_{SRV} &= 3 \text{ kPa} \\ \Delta p_{Ab} &= 0,7 \text{ kPa} \\ \Delta p_{Schmu} &= 1,2 \text{ kPa}\end{aligned}$$

Za balansni ventil može se usvojiti da je minimalni pritisak $\Delta p_{SRV} = 3 \text{ kPa}$. Za gubitke pritiska na zaustavnom ventilu (4115) i hvataču nečistoće (4111 - usvojena vrednost se odnosi na nominalni prečnik DN25).

$$\text{Dobija se: } \Delta H_{min} = 10 + 10 + 3 + 2 \cdot 0,7 + 1,2 = 25,6 \text{ [kPa]}$$

Uslov 2 je ispunjen jer je: $\Delta H \geq \Delta H_{min}$
 $30 \text{ kPa} \geq 25,6 \text{ kPa}$

Korak 2: Izbor vrednosti k_{vs} - regulacionog ventila

$$k_V = \frac{q_s}{\sqrt{\Delta p_{Vmin}}}$$

$$\begin{aligned}\Delta p_{Vmin} &= 10 \text{ kPa} = 0,1 \text{ bar} \\ q_s &= 1 \text{ 504 l/h} = 1,504 \text{ m}^3/\text{h}\end{aligned}$$

Prvo je neophodno odrediti k_v vrednost:

$$k_{v,theo} = \frac{q_s}{\sqrt{\Delta p_{Vmin}}} = \frac{1,504}{\sqrt{0,1}} = 4,75$$

Izbor k_{vs} vrednosti iz serije ventila. Najpodesniji su ventili serije (Herz 4037) nominalne dimenzije DN 20 (k_{vs} vrednost 6,3) i ventil DN 15 (k_{vs} vrednost 4) . .

Napomena: Uobičajen je izbor ventila sa manjom k_{vs} -vrednošću, kako bi se ostvario potreban pad pritiska.!

za DN 15: $k_{vs} = 4,0$

$$\Delta p_V = \left(\frac{q_s}{Kv_s} \right)^2 = \left(\frac{1,504}{4,0} \right)^2 = 0,141 \text{ bar} = 14,1 \text{ kPa}$$

Uslov 1 je ispunjen! $\Delta p_V \geq \Delta p_L$
 $14,1 \text{ kPa} \geq 10 \text{ kPa}$

za DN 20: $k_{vs} = 6,3$

$$\Delta p_V = \left(\frac{1,504}{6,3} \right)^2 = 0,057 \text{ bar} = 5,7 \text{ kPa}$$

Uslov 1 za dimenziju DN 20 nije ispunjen!
Regulacioni ventil DN 15 je izabran.

Autoritet ventila:

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

Napomena: Autoritet ventila nalazi se između 0,25 i 0,75, i nikako ne sme biti ispod 0,25 kako bi se izbegla nestabilnost sistema.

Korak 3: Izbor i prednameštanje balansnog ventila

Potrebno je odrediti pad pritiska Δp_{SRV} i vrednost k_v balansnog ventila

$$\Delta p_{SRV} = \Delta H - (\Delta p_V + \Delta p_L)$$

$$\Delta p_{SRV} = 30 - (14,1 + 10) = 5,9 \text{ kPa} = 0,059 \text{ bar}$$

$$k_{v,SRV} = \frac{q_s}{\sqrt{\Delta p_{SRV}}} = \frac{1,504}{\sqrt{0,059}} = 6,2$$

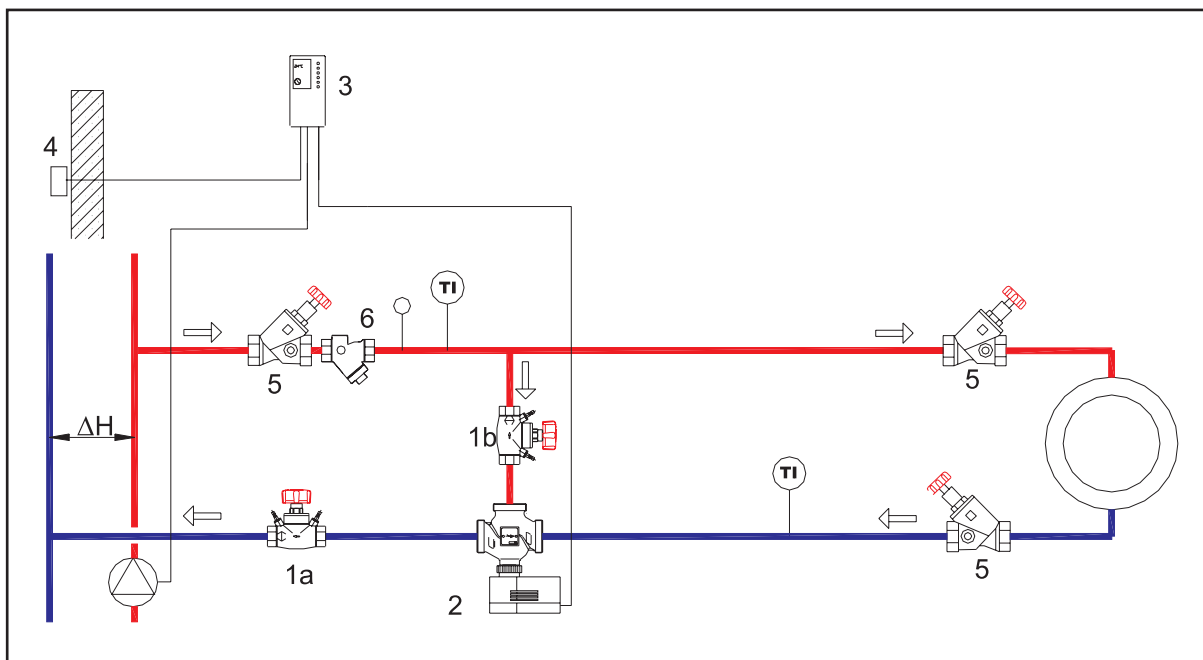
Proračunom je utvrđeno da je odgovarajući regulacioni ventil sa ravnim sedištem tipa (Herz 4217) dimenzije DN 25 ($k_{vs} = 9,22$) sa pozicijom prednameštanja 5,1.

Napomena: Dimenzija cevi zavisi od materijala cevi i koeficijenta trenja između cevi i fluida..

Krug Primena	Distribucija sa visokim diferencijalnim pritiskom				Mali gubici	
	Prigušenjem	Bajpas	Polazni vod	Polazni vod	Mešni krug	Mešni krug
			Regu. ventil	Trokraki ventil	jedan	dvostruki
Grejni sistem - odvojen	♥					
Kondenzacioni kotlovi	♥					
Radijatorski sistemi			♥	♥	♥	
Sistemi podnog grejanja			♥			
Niskotemperaturni sistemi			♥	♥		
Niskotemperaturni sistemi sa visokotemp. izlazom			♥			♥
Grejači vazduha		♥	♥		♥	
Rashlađivanje vazduha		♥				
Zonsko upravljanje	♥	♥				

Slika 7-16, tabela izbora

7.3.2 Povratna cirkulacija (Upravljanje razdeljivanjem)



Slika 7-19 Upravljanje razdeljivanjem

1	Balansni ventil	4217
2	Regulacioni ventil sa motorom	4037+7712
3	Termoregulator	7793
4	Davač temperature	7793
5	Zaustavni ventil	4115
6	Hvatač nečistoća	4111

Karakteristike:

Neophodan je diferencijalni pritisak. Protok vode u primarnom krugu je konstantan, dok je u sekundaru promenljiv. Temperatura u primaru je varijabilna, dok je u sekundarnom krugu konstantna. Podešavanje toplotnog opterećenja vrši se promenom protoka.

Prednosti:

Konstantan protok u primarnom krugu može biti ostvaren bez korišćenja pumpe sa regulisanim protokom. Diferencijalni pritisak nema uticaja na sistem tj. regulacioni ventil može biti ugrađen nezavisno od veličine diferencijalnog pritiska.

Nedostaci:

Temperatura na strani potrošača uvek odgovara temperaturi u primarnom krugu.

Primena:

- Elementi za zagrevanje vazduha

- Hladnjače
- Zonsko regulisanje

Autoritet regulacionog ventila zavisi samo od opterećenja tj. instalacija trokrakog mešnog ventila vrši se nezavisno od distributivne mreže, sve dok ne postoji opasnost od pojave neželjenih efekata.

Mana povratne cirkulacije je da pri maksimalnoj temperaturi vode u primarnom krugu, temperatura na strani potrošača ostaje konstantna i da temperaturna razlika između primarnog i sekundarnog kola ne može biti iskorišćena.

Takođe povratnu cirkulaciju nije pogodno instalirati u sistemima sa velikim potrošačima ili kod dugih deonica cevovoda, jer se voda iz parcijalno opterećenog potisnog voda uvek meša sa vodom u povratnoj grani čime se povećava temperatura povratne struje vode.

Veliku prednost predstavlja mogućnost regulisanja raspoložive tople vode u primarnom krugu. Kod sistema sa konstantnim angažovanjem energetskih izvora, uređaja za grejanje ili rashlađivanje ovakva mogućnost regulisanja ima brojne tehničke prednosti.

Strogo energetski posmatrano konstantan protok po sebi ima nedostatak što nije moguće ostvariti uštedu kontrolom rada pumpe.

Primer: Dimenzionisanje povratnog cirkulacionog kola

Parametri:	$Q = 40 \text{ kW}$	Odrediti	- minimalni diferencijalni pritisak
	$t_V = 6 \text{ }^\circ\text{C}$		- Izbor regulacionog ventila
	$t_R = 12 \text{ }^\circ\text{C}$		- Izbor balansnog ventila
	$\Delta p_L = 25 \text{ kPa}$		
	$\Delta H = 70 \text{ kPa}$		

$$\boxed{Q = q_s \cdot (t_V - t_R)} \quad \rightarrow \quad q_s = \frac{Q}{c \cdot (t_V - t_R)}$$

$$q_s = \frac{40}{4,19 \cdot (12 - 6)} \cdot 3600$$

$$q_s = 5730 \text{ l/h}$$

Za ostvarenje regulisanja preko povratnog cirkulacionog voda neophodno je ispuniti dva osnovna uslova.

Uslov: 1: $\Delta p_V \geq \Delta p_L$ diferencijalni pritisak na regulacionom ventilu mora biti veći ili isti u odnosu na diferencijalni pritisak na deonici potrošača!

Uslov: 2: $\Delta H \geq \Delta H_{min}$ diferencijalni pritisak na razdelniku mora biti veći ili isti u odnosu na minimalno dozvoljeni pad pritiska!

Korak 1: Proračun minimalnog diferencijalnog pritiska ΔH_{min}

$$\Delta H_{min} = \Delta p_{Vmin} + \Delta p_L + \Delta p_{SRV} + 2 \cdot \Delta p_{Ab} + \Delta p_{Schmu}$$

$$\Delta p_{Vmin} = 25 \text{ kPa (Uslov: 1)}$$

$$\Delta p_L = 25 \text{ kPa (Idato)}$$

Specifikacija:

$$\Delta p_{SRV} = 3 \text{ kPa}$$

$$\Delta p_{Ab} = 1,2 \text{ kPa}$$

$$\Delta p_{Schmu} = 0,8 \text{ kPa}$$

Za balansni ventil može se usvojiti da je minimalni pritisak $\Delta p_{SRV} = 3 \text{ kPa}$. Za gubitke pritiska na zaustavnom ventilu (Herz 4115) i hvatač nečistoća (Herz 4111) u dimenziji DN 40.

$$\text{Dobija se: } \Delta H_{min} = 25 + 25 + 3 + 2 \cdot 1,2 + 0,8 = 56,2 \text{ [kPa]}$$

$$\text{Uslov: 2 je ispunjen: } \Delta H \geq \Delta H_{min}$$

$$70 \text{ kPa} \geq 56,2 \text{ kPa}$$

Korak 2: Izbor ventila preko k_{vs} - vrednosti

$$k_v = \frac{q_s}{\sqrt{\Delta p_{Vmin}}}$$

$$\Delta p_{V,min} = 25 \text{ kPa} = 0,25 \text{ bar}$$

$$q_s = 5 \text{ 730 l/h} = 5,730 \text{ m}^3/\text{h}$$

Prvo se određuje vrednost k_v

$$k_{v,theo} = \frac{q_s}{\sqrt{\Delta p_{v,min}}} = \frac{5,730}{\sqrt{0,25}} = 11,46$$

Izbor se vrši na osnovu k_{vs} vrednosti iz serije ventila. Najpodesniji su ventili serije (Herz 4037) nominalne dimenzije DN 25 ($k_{vs} = 10,0$) i DN 32 ($k_{vs} = 16$).

Napomena: Uobičajen je izbor ventila sa manjom k_{vs} -vrednošću, kako bi se ostvario potreban pad pritiska.

za DN 25: $k_{vs} = 10,0$

$$\Delta p_v = \left(\frac{q_s}{K_{v_s}} \right)^2 = \left(\frac{5,730}{10,0} \right)^2 = 0,328 \text{ bar} = 32,8 \text{ kPa}$$

Uslov: 1 je ispunjen $\Delta p_v \geq \Delta p_L$

$$32,8 \text{ kPa} \geq 25 \text{ kPa}$$

za DN 32: $k_{vs} = 16$

$$\Delta p_v = \left(\frac{5,730}{16,0} \right)^2 = 0,128 \text{ bar} = 12,8 \text{ kPa}$$

Uslov: 1 za DN 32 nije ispunjen

Regulacioni ventil dimenzije DN 25 ($k_{vs} = 10,0$) je izabran.

Autoritet ventila je:

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

Napomena: Autoritet ventila nalazi se između 0,25 i 0,75, i nikako ne sme biti ispod 0,25 kako bi se izbegla nestabilnost sistema.

Korak 3: Izbor i prednameštanje balansnog ventila u povratnom vodu

Potrebno je odrediti pad pritiska Δp_{SRV} i k_v - vrednost: za balansni ventil

$$\Delta p_{SRV1a} = \Delta H - (\Delta p_v + \Delta p_L + \Delta p_{Schmu})$$

$$\Delta p_{SRV1a} = 70 - (32,8 + 25 + 0,8) = 0,114 \text{ bar}$$

$$k_{v,SRV1a} = \frac{q_s}{\sqrt{\Delta p_{SRV}}} = \frac{5,730}{\sqrt{0,114}} = 17,0$$

Proračunom je utvrđeno da je odgovarajući regulacioni ventil sa ravnim sedištem tipa Herz 4217 dimenzije DN 40 ($k_{vs} = 23,3$) sa prednameštanjem 6,3.

Napomena: Dimenzija cevi zavisi od materijala cevi i koeficijenta trenja između cevi i fluida.

Korak 4: Izbor balansnog ventila u bajpasu

Ukoliko potrošaču nije potreban protok, tada se celokupni protok preusmerava na bajpas deonicu.

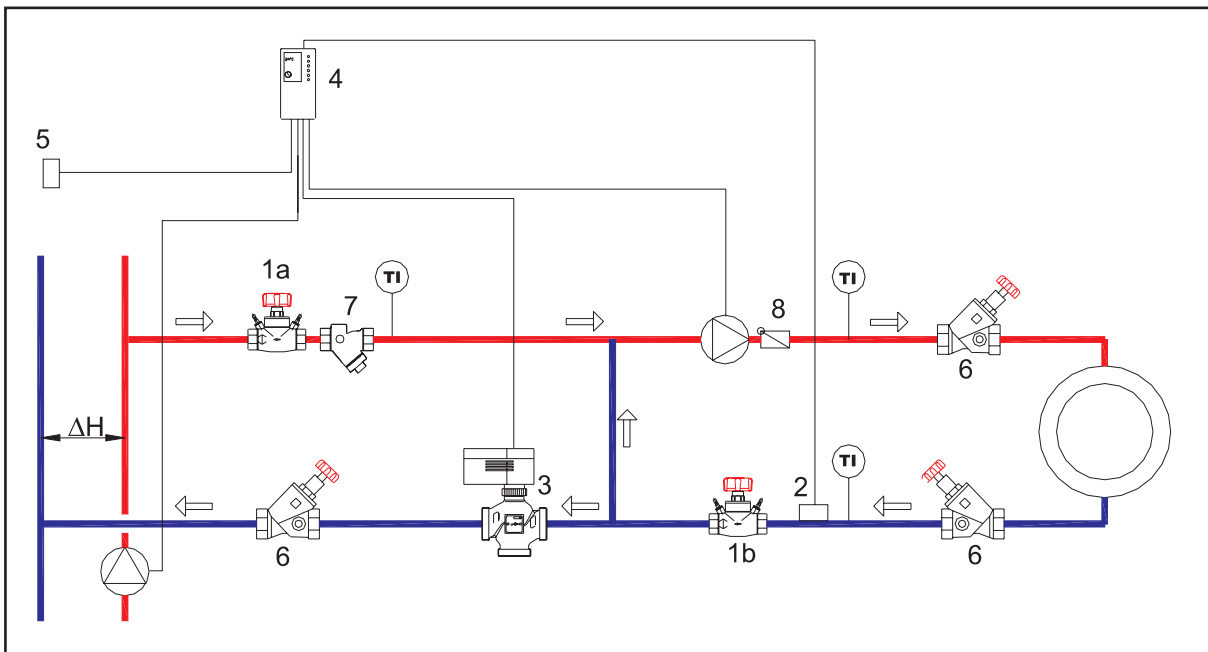
Uslov: 3: $\Delta p_{SRV1b} = \Delta p_L$

Uslov: 4: $q_{Bypass} = q_S$

$$k_{v,SRV1b} = \frac{q_{Bypass}}{\sqrt{\Delta p_{SRV1b}}} = \frac{5,730}{\sqrt{0,25}} = 11,46$$

Na osnovu dijagrama balansnog ventila Herz 4217 vrši se izbor dimenzije DN 40 ($k_{vs} = 23,3$) sa podešavanjem 4,8.

7.3.3 Sistemi distribucije vode sa prolaznim ventilom



Slika 7-20 Sistem sa prolaznim ventilom

1	Balansni ventil	4217
2	Nalegajući senzor temperature	7793
3	Regulacioni ventil sa motorom	4037+7712
4	Termoregulator	7793
5	Davač temperature	7793
6	Zaustavni ventil	4115
7	Hvatač nečistoća	4111
8	Nepovratni ventil	2622

Karakteristike:

Diferencijalni pritisak je neophodan. Protok vode u primarnom krugu varira, dok je u sekundaru konstantan. Temperatura varira od potrošača do potrošača..

Prednosti:

Ovakva distribucija je prikladna za sisteme sa nižom temperaturom u povratnom vodu (npr. sistemi daljinskog grejanja), pogotovu kada je razlika temperatura između primarnog i sekundarnog voda velika (na primer 90°C i 45°C).

Nedostaci:

Za dimenzionisanje regulacionih ventila mora postojati diferencijalni pritisak. Kod većih dužina cevovoda postoji opasnost od mržnjenja. U ovim sistemima, za razliku od sistema sa povratnim cirkulacionim krugom, postoji konstantno mešanje vode iz potisnog i povratnog voda u sekundarnom krugu.

Primena:

- Grejanje radiatorima
 - Podno grejanje
 - Sistemi za zagrevanje vazduha
 - Niskotemperaturno grejanje
- Diferencijalni pritisak pumpe ne utiče na protok

i pritisak u sekundarnom krugu.
Protok može biti posebno podešen u primarnom, odnosno sekundarnom krugu .

Primer: Dimenzionisanje distributivnog sistema sa prolaznim ventilom

Parametri:	$Q = 25 \text{ kW}$ $t_V = 45 \text{ }^\circ\text{C}$ $t_R = 35 \text{ }^\circ\text{C}$ $\Delta H = 25 \text{ kPa}$ $t_{v,primär} = 70 \text{ }^\circ\text{C}$	Odrediti	- diferencijalne pritiske - izbor balansnog ventila - izbor regulacionog ventila
------------	--	----------	--

Primar:

$$q_p = \frac{Q}{c \cdot (t_p - t_R)}$$

$$q_p = 3600 \cdot \frac{25}{4,19 \cdot (70 - 35)} = 614 \text{ l/h}$$

$$c_{Wasser} = 4,19 \text{ kJ/kgK}$$

Sekundar:

$$q_s = \frac{Q}{c \cdot (t_V - t_R)}$$

$$q_s = 3600 \cdot \frac{25}{4,19 \cdot (45 - 35)} = 2148 \text{ l/h}$$

Za ostvarenje regulisanja distributivnog sistema sa prolaznim ventilom neophodno je ispuniti osnovni uslov:

Uslov: 1: $\Delta p_v \geq \Delta H$ diferencijalni pritisak na razdelniku mora biti veći ili isti u odnosu na pad pritiska na razdelniku.

Korak 1: izbor regulacionog ventila preko k_{vs} - vrednosti

$$k_v = \frac{q_p}{\sqrt{\Delta p_{v, \min}}}$$

$$\Delta p_{v, \min} = 25 \text{ kPa} = 0,25 \text{ bar (Uslov: 1)}$$

$$q_p = 614 \text{ l/h} = 0,614 \text{ m}^3/\text{h}$$

Odrađuje se teorijska k_v - vrednost:

$$k_{v, \text{theo}} = \frac{q_p}{\sqrt{\Delta p_{v, \min}}} = \frac{0,614}{\sqrt{0,25}} = 1,2$$

Za balansni ventil može se usvojiti Herz Nr. 7760 dimenzije DN 10 ($k_{vs} = 1,0$) ili DN 10 ($k_{vs} = 1,6$) .

I

U ovom slučaju može biti usvojena veća vrednost. Regulacija diferencijalnog pritiska vrši se pomoću balansnih ventila (2)

za DN 10: $k_{vs} = 1,6$

$$\Delta p_v = \left(\frac{q_p}{Kv_s} \right)^2 = \left(\frac{0,614}{1,6} \right)^2 = 0,147 \text{ bar} = 14,7 \text{ kPa}$$

Izabran je regulacioni ventil dimenzije DN 10 ($k_{vs} = 1,6$).

Autoritet ventila iznosi:

$$a = \frac{\Delta p_v}{\Delta H} = \frac{14,7}{25} = 0,59$$

Napomena: Autoritet ventila nalazi se između 0,25 i 0,75, i nikako ne sme biti ispod 0,25 kako bi se izbegla nestabilnost sistema.

Korak 2: Izbor i prednameštanje balansnog ventila

Za balansni ventil može se usvojiti da je minimalni pritisak Δp_{SRV1} i k_v -vrednost balansnog ventila iznosi:

$$\Delta p_{SRV1a} = \Delta H - \Delta p_v - \Delta p_{Ab}$$

$$\Delta p_{SRV1a} = 25 - 14,7 - 0,7 = 9,6 \text{ kPa} = 0,096 \text{ bar}$$

$$k_{v,SRV1a} = \frac{q_p}{\sqrt{\Delta p_{SRV1a}}} = \frac{0,614}{\sqrt{0,096}} = 2,0$$

Na osnovu prethodnog vrši se izbor ventila tipa Herz 4217 u dimenziji DN 15 ($k_{vs} = 6,05$) sa prednameštanjem 2,6.

Korak 3: Izbor i prednameštanje balansnog ventila u povratnom vodu

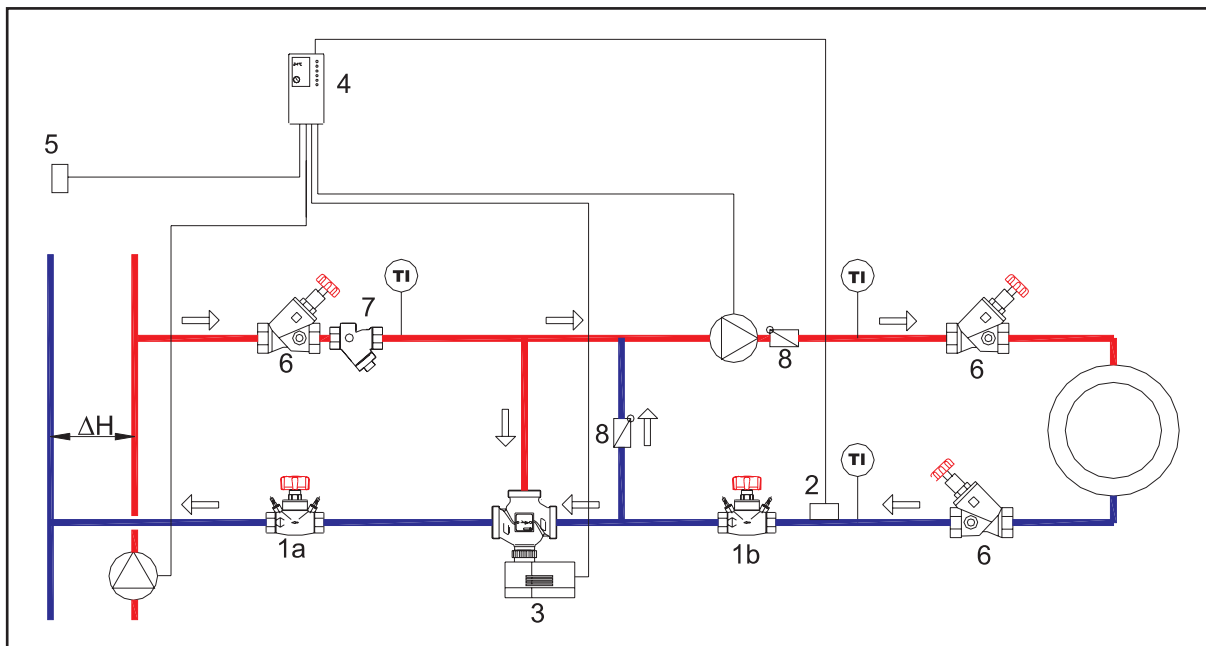
Pad pritiska iznosi 3 kPa. Iz ovoga sledi da je k_v -vrednost:

$$k_{v,SRV1b} = \frac{q_s}{\sqrt{\Delta p_{SRV1b}}} = \frac{2,148}{\sqrt{0,03}} = 12,4$$

Vrši se izbor ventila tipa Herz 4217 u dimenziji DN 32 ($k_{vs} = 18,83$) sa prednameštanjem 5,6.

Napomena: Dimenzija cevi zavisi od materijala cevi i koeficijenta trenja između cevi i fluida

7.3.4 Distributivni sistem sa trokrakim mešnim ventilom



Slika 7-21 Distributivni sistem sa trokrakim mešnim ventilom

1	Balansni ventil	4217
2	Nalegajući senzor temp.	7793
3	Mešni ventil sa motorom	4037+7712
4	Elektronski regulator PI	7793
5	Senzor spoljašnje temp.	7793
6	Zaustavni ventil	4115
7	Hvatač nečistoće	4111
8	Nepovratni ventil	2622

Karakteristike:

Neophodan diferencijalni pritisak. Protok vode u primarnom krugu je konstantan, u sekundarnom krugu konstantan, temperatura u sekundarnom krugu varira.

Prednosti:

Zbog konstantnog protoka u sekundarnom krugu sistem je veoma pogodan sa stanovišta automatskog upravljanja. Autoritet ventila je skoro 1. Veoma kratko izgubljeno vreme. Različiti temperaturni nivoi mogu biti povezani.

Nedostaci:

Permanentni porast temperature u povratnom vodu, tako da nije pogodan za daljinsko grejanje i sisteme sa većim potrošačima energije.

Primena:

- Sistemi sa grejnim telima
- Niskotemperaturno grejanje
- Elementi za zagrevanje vazduhom
- Podno grejanje

Prednosti ovakvog kola je relativno mali ili potpuno eliminisan gubitak vremena jer je voda koja prolazi kroz regulacioni ventil raspoloživa u svakom trenutku.

Ovo se svojstvo koristi prilikom povezivanja grejnih elemenata kod kojih je potrebna velika količina toplote. Takođe je velika prednost, kao što je ranije navedeno, da je autoritet ventila približno jednak jedinici, tako da na deonici praktično nema otpora.

U ovakvom sistemu je moguće imati više različitih nivoa temperature u primarnom i/ili sekundarnom krugu.

Primar: Dimenzionisanje distributivnog sistema sa trokrakim ventilomParametri: $Q = 90 \text{ kW}$

$$\begin{aligned}t_V &= 75 \text{ }^\circ\text{C} \\t_R &= 55 \text{ }^\circ\text{C} \\ \Delta H &= 40 \text{ kPa} \\t_{v,\text{primär}} &= 90 \text{ }^\circ\text{C}\end{aligned}$$

Odrediti: -Izbor regulacionog ventila
- Izbor balansnog ventila
- Diferencijalni pritisak

Primar:

$$q_p = \frac{Q}{c \cdot (t_p - t_R)}$$

$$q_p = 3600 \cdot \frac{90}{4,19 \cdot (90 - 55)} = 2209 \text{ l/h}$$

$$c_{\text{Wasser}} = 4,19 \text{ kJ/kgK}$$

Sekundar:

$$q_s = \frac{Q}{c \cdot (t_V - t_R)}$$

$$q_s = 3600 \cdot \frac{90}{4,19 \cdot (75 - 55)} = 3866 \text{ l/h}$$

Za ostvarenje regulisanja neophodno je ispuniti osnovni uslov:

Uslov 1: $\Delta p_V > 3 \text{ kPa}$ diferencijalni pritisak na regulacionom ventilu mora biti veći ili jednak diferencijalnom pritisku na balansnom ventilu u povratu. (3 kPa).Korak 1: Izbor ventila preko k_{vs} -vrednosti

$$k_V = \frac{q_p}{\sqrt{\Delta p_{V,\text{min}}}}$$

$$\Delta p_{V,\text{min}} = 3 \text{ kPa} = 0,03 \text{ bar (Uslov: 1)}$$

$$q_p = 2209 \text{ l/h} = 2,209 \text{ m}^3/\text{h}$$

Određuje se teorijska vrednost k_v :

$$k_{v,\text{theo}} = \frac{q_p}{\sqrt{\Delta p_{v,\text{min}}}} = \frac{2,209}{\sqrt{0,03}} = 12,8$$

Na osnovu prethodnog vrši se izbor ventila Herz 4037 dimenzije DN 25
($k_{vs} = 10,0$) ili DN 32 ($k_{vs} = 16,0$)Napomena: Uobičajen je izbor ventila sa manjom k_{vs} -rednošću, kako bi se ostvario potreban pad pritiskapri DN 25: $k_{vs} = 10,0$

$$\Delta p_v = \left(\frac{q_p}{Kv_s} \right)^2 = \left(\frac{2,209}{1,0} \right)^2 = 0,049 \text{ bar} = 4,9 \text{ kPa}$$

Izabran je regulacioni ventil dimenzije DN 25 ($k_{vs} = 10,0$).

Autoritet ventila je:

$$a = \frac{\Delta p_v}{\Delta p_v} = \frac{4,9}{4,9} = 1$$

... jer je deonica sa promenljivim protokom samo na bajpas deonici!

Napomena: Autoritet ventila nalazi se između 0,25 i 0,75, i nikako ne sme biti ispod 0,25 kako bi se izbegla nestabilnost sistema.

Korak 2: Izbor i prednameštanje balansnog ventila u povratnom vodu (1a, Slika 7-21)

Potrebno je odrediti pad pritiska Δp_{SRV} i k_v - vrednost: za balansni ventil:

$$\Delta p_{SRV1} = \Delta H - \Delta p_v - \Delta p_{Ab} - \Delta p_{Schmu}$$

$$\Delta p_{SRV1a} = 40 - 4,9 - 1,2 - 0,8 = 33,1 \text{ kPa} = 0,331 \text{ bar}$$

$$k_{v,SRV1a} = \frac{q_p}{\sqrt{\Delta p_{SRV1a}}} = \frac{2,209}{\sqrt{0,331}} = 3,8$$

Vrši se izbor balansnog ventila Herz 4217 u dimenziji DN 32 ($k_{vs} = 18,83$) i prednameštanjem 2,7.

Korak 3: Izbor balansnog ventila u provratu (1b, slika 7-21)

Pad pritiska iznosi 3 kPa i odatle je k_v -vrednost:

$$k_{v,SRV1b} = \frac{q_s}{\sqrt{\Delta p_{SRV1b}}} = \frac{3,866}{\sqrt{0,03}} = 22,3$$

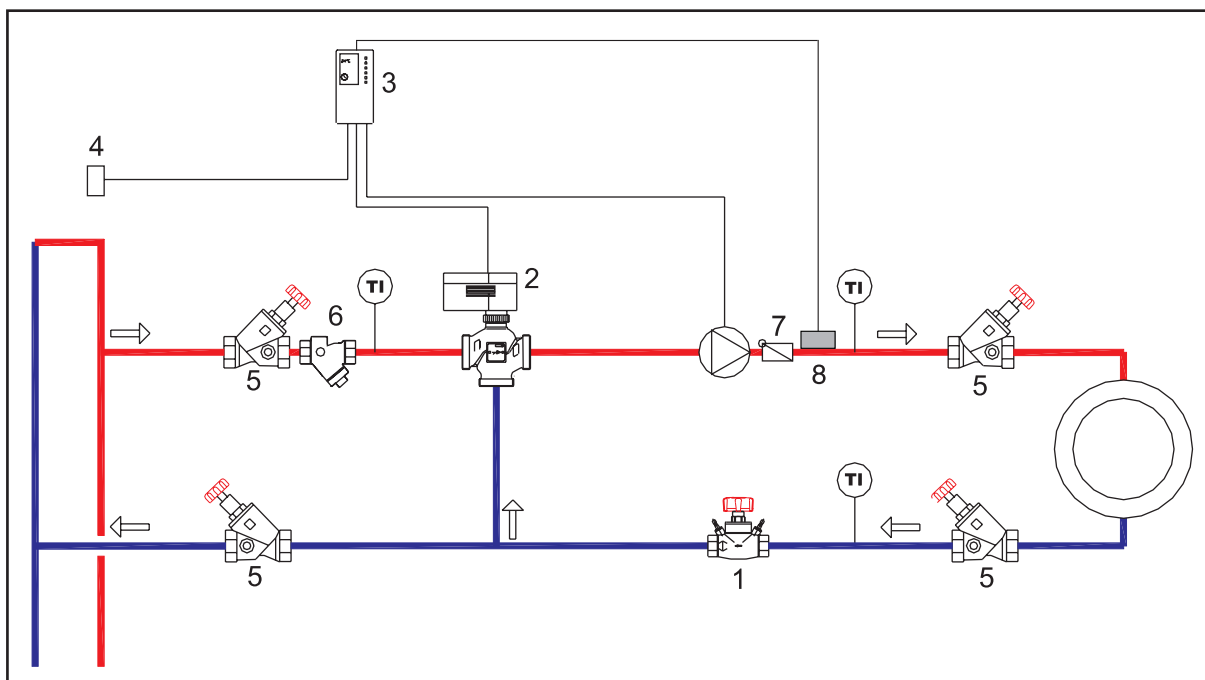
Vrši se izbor balansnog ventila Herz 4217 u dimenziji DN 50 ($k_{vs} = 35,26$) sa podešavanjem 4,6.

Napomena: Dimenzija cevi zavisi od materijala cevi i koeficijenta trenja između cevi i fluida

.

Obilazni vod mora biti projektovan tako da može prihvatiti celokupnu količinu vode..

7.3.5 Regulisanje mešanjem



Slika 7-22 Regulisanje mešanjem

1	Balansni ventil	4217
2	Trokraki ventil	4073+7712
3	Termoregulator	7793
4	Senzor spoljašnje temp.	7793
5	Zaustavni ventil	4115
6	Hvatač nečistića	4111
7	Nepovratni ventil	2622
8	Nalegajući senzor temperature	7793

Primena:

- Radijatorski sistemi
- Elementi za zagrevanje vazduhom

Hidraulički krug u primarnom delu ima promenljiv protok a u sekundarnom delu konstantan protok.

Ovaj vid hidrauličnog kola se vrlo često sreće u inženjerskoj praksi, jer je veoma jednostavan za realizaciju.

Regulacioni ventil u povratnoj grani služi za ograničavanje protoka.

Karakteristike:

Pojava diferencijalnog pritiska nije dopuštena. Protok je u primarnom krugu promenljiv, dok je u sekundarnom krugu konstantan. Temperatura u sekundarnom krugu je promenljiva.

Prednosti:

Konstantan protok u sekundarnom krugu pruža široke mogućnosti regulisanja. Autoritet ventila je približno jednak 1.

Nedostaci:

Temperature u primarnom i sekundarnom krugu se ne razlikuju mnogo, što znači da ne odgovara sistemima koji rade na višim temperaturama.

P rimer: Dimenzionisanje sistema mešanjem

Parametar:	$Q = 20 \text{ kW}$	Odrediti:	- Izbor regulacionih ventila
	$t_V = 80 \text{ °C}$		- Izbor balansnih ventila
	$t_R = 60 \text{ °C}$		- Diferencijalni pritisak
	$\Delta p_L = 25 \text{ kPa}$		

$$q_s = \frac{Q}{c \cdot (t_V - t_R)}$$

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

Za ostvarenje regulisanja mešanjem neophodno je ispuniti osnovni uslov:

Uslov: 1: $\Delta p_v \geq 3 \text{ kPa}$

Korak 1: Izbor ventila preko k_{vs} -vrednosti

$$k_v = \frac{q_s}{\sqrt{\Delta p_{v,\min}}}$$

$$\Delta p_{v,\min} = 3 \text{ kPa} = 0,03 \text{ bar (Uslov: 1)}$$

$$q_s = 860 \text{ l/h} = 0,860 \text{ m}^3/\text{h}$$

Određuje se teorijska vrednost k_v :

$$k_{v,\text{theo}} = \frac{q_s}{\sqrt{\Delta p_{v,\min}}} = \frac{0,860}{\sqrt{0,03}} = 5,0$$

Na osnovu prethodnog vrši se izbor ventila Herz 4037 dimenzije DN 15 ($k_{vs} = 4,0$) ili DN 20 ($k_{vs} = 6,3$).

Napomena: Uobičajen je izbor ventila sa manjom k_{vs} -vrednošću, kako bi se ostvario potreban pad pritiska

za DN 15: $k_{vs} = 4,0$

$$\Delta p_v = \left(\frac{q_s}{Kv_s} \right)^2 = \left(\frac{0,860}{4,0} \right)^2 = 0,0462 \text{ bar} = 4,62 \text{ kPa}$$

Uslov: 1 je ispunjen! $\Delta p_v \geq 3 \text{ kPa}$

za DN 20: $k_{vs} = 6,3$

$$\Delta p_v = \left(\frac{q_s}{Kv_s} \right)^2 = \left(\frac{0,860}{6,3} \right)^2 = 0,0186 \text{ bar} = 1,86 \text{ kPa}$$

Uslov 1 za DN 20 nije ispunjen!

Izabran je regulacioni ventil dimenzije DN 15 ($k_{vs} = 4,0$)

Autoritet ventila je:

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

Na osnovu pada pritiska na zaustavnom ventilu Herz 4115 i hvataču nečistoća Herz 4111 bira se dimenzija DN 20. Pad pritiska na trokrakom ventilu mora se kompenzovati radom pumpe.

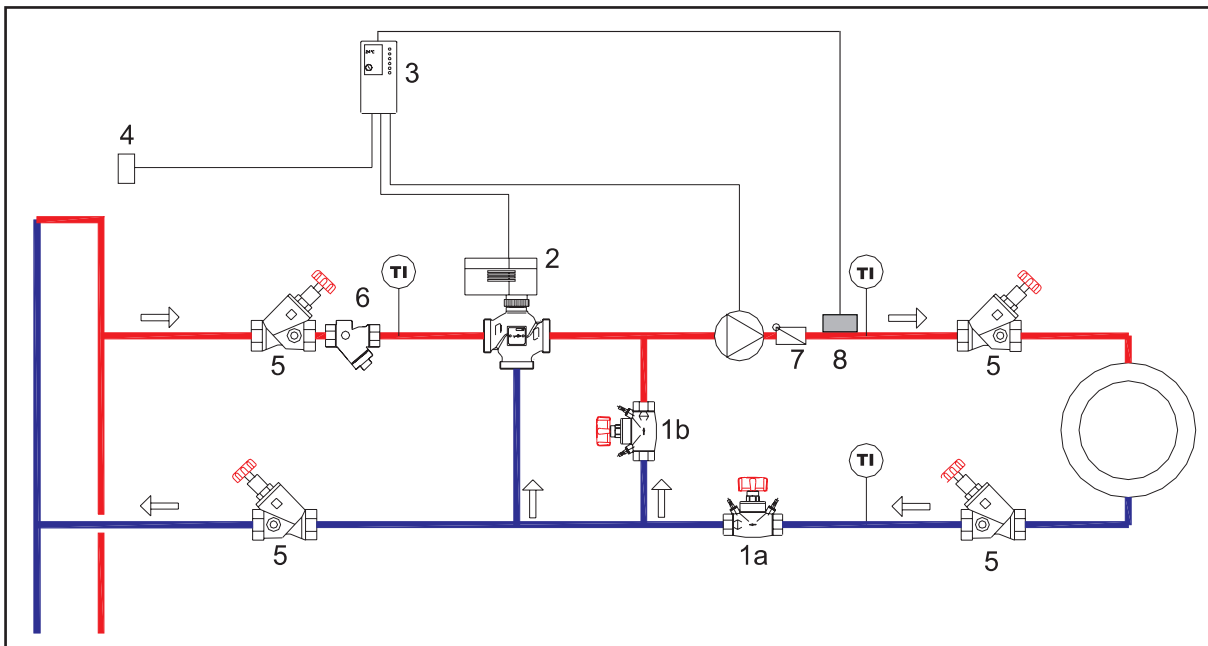
Korak 2: Izbor i prednameštanje balansnog ventila

Pad pritiska iznosi 3 kPa. Iz ovoga sledi da je k_v -vrednost:

$$k_{v,SRV} = \frac{q_s}{\sqrt{\Delta p_{SRV}}} = \frac{0,860}{\sqrt{0,03}} = 5,0$$

Vrši se izbor balansnog ventila Herz 4217 dimenzije DN 20 ($k_{vs} = 4,98$) sa prednameštanjem 4,7.

7.3.6 Dvostruki mešni sistem



Slika 7-23 Dvostruki mešni sistem

1	Balansni ventil	4217
2	Trokraki ventil	4037+7712
3	Termoregulator	7793
4	Senzor spoljašnje temp.	7793
5	Zaustavni ventil	4115
6	Hvatač nečistića	4111
7	Nepovratni ventil	2622
8	Nalegajući senzor temperature	7793

Karakteristike:

Nije dozvoljena pojava diferencijalnog pritiska. Protoci na primarnom i sekundarnom krugu su konstantni. Temperatura u sekundarnom krugu varira.

Prednosti:

Preporučljiv je za sisteme bez natpritiska ili sa niskim pritiskom. Autoritet ventila je približno jednak 1 (tj. dobra upravljivost). Može se upotrebiti za povezivanje kola niskotemperaturnog grejanja. Veoma mali gubitak vremena.

Nedostaci:

Nije dozvoljeno postojanje diferencijalnog pritiska. Koristi se samo u distributivnim sistemima sa mešanjem kada nema diferencijalnog pritiska.

Primena:

- Niskotemperaturni sistemi grejanja
- Podno grejanje

Mešni krug sa fiksnim obilaznim vodom upotrebljava se kod sistema gde postoje velike temperaturne razlike između primarnog i sekundarnog kola. Obilazni vod (bajpas) u sekundarnom krugu nalazi se ispred regulacionog ventila, preko koga se vrši permanentno povratno strujanje bez obzira na položaj klipa u mešnom ventilu.

Ovakvo izvođenje sistema se preporučuje kod podnog grejanja, kao i kod većih potrošača energije i kod dužih deonica daljinskog grejanja.

Primjer: Dimenzionisanje dvostrukog mešnog sistema sa fiksnim obilaznim vodom

Parametri:

$$\begin{aligned}
 Q &= 40 \text{ kW} \\
 t_V &= 45 \text{ °C} \\
 t_R &= 35 \text{ °C} \\
 \Delta p_L &= 25 \text{ kPa} \\
 t_{v, \text{primär}} &= 90 \text{ °C}
 \end{aligned}$$

Odrediti: - Izbor balansnog ventila
 - Izbor regulacionog ventila
 - diferencijalni pritisak

Primar:

$$q_p = \frac{Q}{c \cdot (t_P - t_R)}$$

$$q_p = 3600 \cdot \frac{40}{4,19 \cdot (70 - 35)} = 982 \text{ l/h}$$

Sekundar:

$$q_s = \frac{Q}{c \cdot (t_V - t_R)}$$

$$q_s = 3600 \cdot \frac{40}{4,19 \cdot (45 - 35)} = 3437 \text{ l/h}$$

Uslov: 1: $\Delta p_V \geq 3 \text{ kPa}$

Korak 1: Izbor regulacionog ventila preko k_{vs} -vrednosti

$$k_v = \frac{q_p}{\sqrt{\Delta p_{v, \min}}}$$

$\Delta p_{v, \min} = 3 \text{ kPa} = 0,03 \text{ bar}$ (Uslov: 1)

$q_p = 982 \text{ l/h} = 0,982 \text{ m}^3/\text{h}$

Prvo se određuje k_v -vrednost:

$$k_{v, \text{theo}} = \frac{q_p}{\sqrt{\Delta p_{v, \min}}} = \frac{0,982}{\sqrt{0,03}} = 5,7$$

Najpodesniji su ventili serije Herz Nr. 4037 dimenzija DN 15 (kvs = 4,0) ili DN 20 (kvs = 6,3)

Napomena: Uobičajen je izbor ventila sa manjom kvs-vrednošću, kako bi se ostvario potreban pad pritiska.

za DN 15: $k_{vs} = 4,0$

$$\Delta p_v = \left(\frac{q_p}{Kv_s} \right)^2 = \left(\frac{0,982}{4,0} \right)^2 = 0,06 \text{ bar} = 6 \text{ kPa}$$

Uslov 1 je ispunjen! $\Delta p_v \geq 3 \text{ kPa}$

za DN 20: $k_{vs} = 6,3$

$$\Delta p_v = \left(\frac{q_p}{Kv_s} \right)^2 = \left(\frac{0,982}{6,3} \right)^2 = 0,024 \text{ bar} = 2,4 \text{ kPa}$$

Uslov 1 za DN 20 nije ispunjen!

Zbog toga se bira ventil dimenzije DN 15 ($k_{vs} = 4,0$).

Autoritet ventila::

$$a = \frac{\Delta p_v}{\Delta p_v + \Delta p_{Schmu} + 2 \cdot \Delta p_{Ab}} = \frac{6,0}{6,0 + 1,3 + 2 \cdot 0,7} = 0,69$$

Pad pritiska na zaustavnom ventilu Herz 4115 i hvataču nečistoća Herz 4111 sužava izbor na dimenziju DN 20. Pad pritiska na trokrakom ventilu mora se kompenzovati radom pumpe.

Korak 2: Izbor i prednameštanje balansnog ventila

Pad pritiska iznosi 3 kPa i odatle je k_v -vrednost:

$$k_{v, SRV} = \frac{q_s}{\sqrt{\Delta p_{SRV}}} = \frac{3,437}{\sqrt{0,03}} = 19,8$$

Na osnovu prethodnog, bira se balansni ventil Herz 4217 dimenzije DN 40 ($k_{vs} = 23,29$) sa prednameštanjem 7,5.

Korak 3: Izbor i prednameštanje balansnog ventila na bajpasu

Protok u obilaznom vodu:

$$q_{Bypass} = q_S - q_P = 3437 - 982 = 2455 \text{ l/h} = 2,455 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$\Delta p_{SRV} = 6 \text{ kPa} = 0,06 \text{ bar}$$

$$k_{v,SRV2} = \frac{q_{Bypass}}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{SRV2}}} = \frac{2,455}{\sqrt{0,06}} = 10,0$$

$\Delta p_{SRV} = 6 \text{ kPa}$, - gubitak pritiska koji je potrebno savladati

Vrši se izbor balansnog ventila Herz 4217 dimenzije DN 32 ($k_{vs} = 18,83$) sa podešavanjem 4,9

7.3.7 Upravljanje preko hidrauličke skretnice

Postoji mogućnost povezivanja kola sa kotlom u sistem grejanja posebno preko hidraulične skretnice. Dva međusobno nezavisna kruga mogu biti povezana obilaznim vodom bez diferencijalnog pritiska, koji se prostire u oba smera.

Ovo se povoljno odražava na grejne krugove kada su izvedena u sledećim situacijama:

- bez hidrauličkog uticaja između kotla i grejnog kruga
- distribucija toplote se vrši određenim

protokom tople vode

- sistemi za praćenje rada bojlera i sistema za grejanje su nezavisni
- upravljački sistemi rade na obe strane vršeći optimalno hidrauličko balansiranje kruga
- dimenzionisanje pumpe u krugu sa kotlom i rešenje upravljanja bez pojave problema

Hidraulička skretnica se ugrađuje između kotla i distributora (slika 7-20). U cilju obezbeđivanja termičkog razdvajanja potisnog i povratnog voda, neophodno je izvesti instalaciju pod pravim uglom. Dalje, rastojanje između potisnog i povratnog voda trebalo bi da odgovara veličini najmanje tri do četiri prečnika cevi..

Instaliranjem hidrauličke skretnice postiže se pravilno podešavanje protoka u primarnom i sekundarnom krugu (slika 7-25, gore). Nominalni protok vode u primarnom krugu q_p trebalo bi da bude jednak nominalnom protoku u sekundaru q_s

Proračun se vrši na sledeći način:

Za primar:

$$q_p = \frac{\Phi_p}{c \cdot (\theta_1 - \theta_2)}$$

Za sekundar:

$$q_s = \frac{\Phi_s}{c \cdot (\theta_3 - \theta_4)}$$

Gde su:

q_p	kg.s ⁻¹	Nominalni protok u primarnom vodu
q_s	kg.s ⁻¹	Nominalni protok u sekundarnom vodu
Φ_p	kW	Toplotno opterećenje -toplotni fluks u primaru
θ_1	°C	Izlazna temperatura toplotnog izvora
θ_2	°C	Povratna temperatura na toplotnom izvoru
θ_3	°C	Ulazna temperatura na potrošaču
θ_4	°C	Povratna temperatura na potrošaču
Φ_s	kW	Toplotno opterećenje - toplotni fluks u

sekundaru

c kJ.kg⁻¹.K⁻¹ Specifični toplotni kapacitet

Nepravilno podešavanje može se nepogodno odraziti na celi sistem grejanja

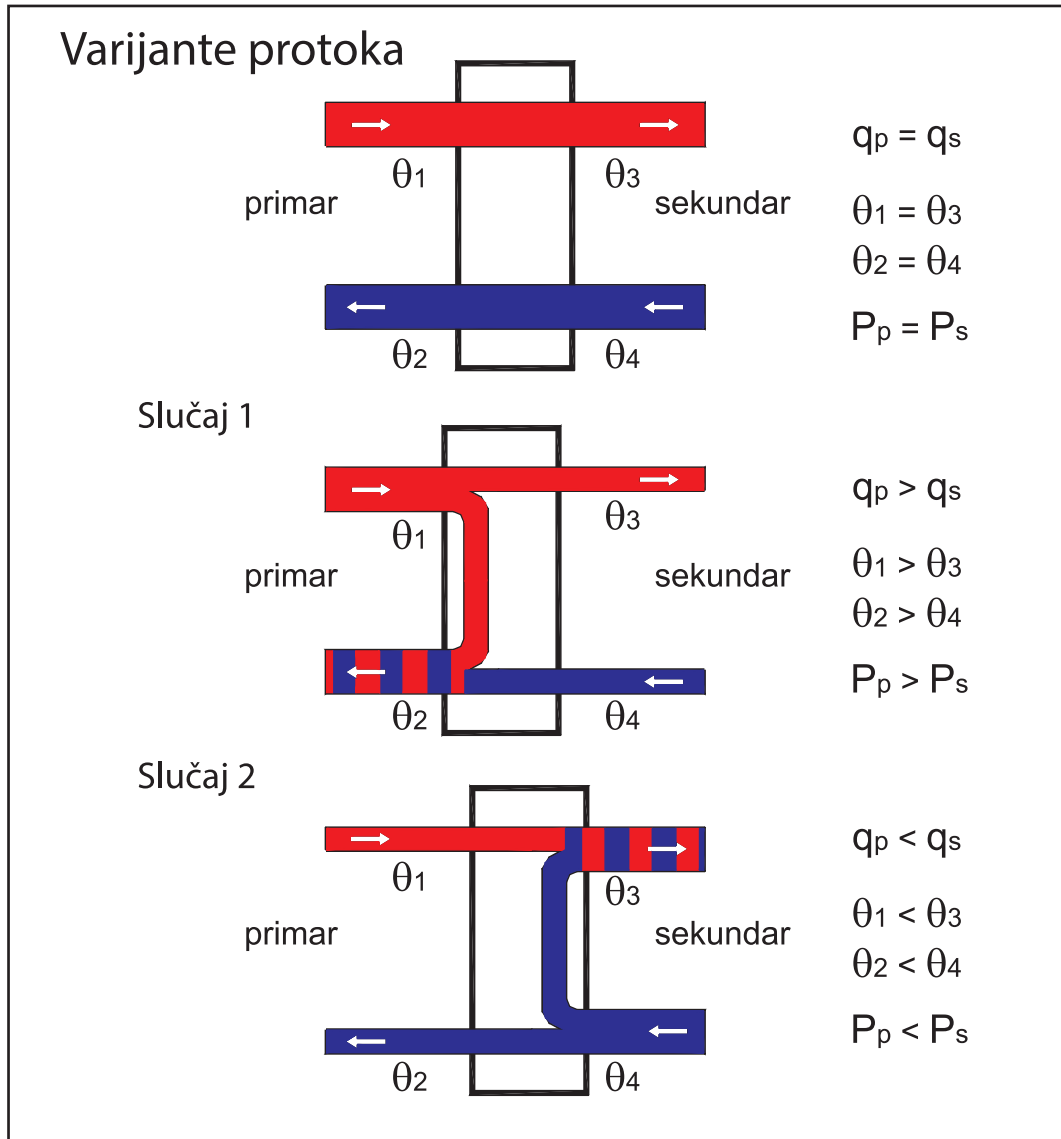
Ovo je prikazano na slici 7-25. U ovom slučaju je količina vode u sekundarnom krugu veća nego u primarnom. U ovakvom sistemu će nastati problemi tek pri punom opterećenju, kada potrošači (grejna tela) ne mogu predati dovoljnu količinu toplote. Protok u primarnom krugu je dosta veći nego u sekundarnom (slika 7-25 sredina) i tada počinje vraćanje tople vode iz kotla direktno u njegov povratni vod.

Ovo može povoljno uticati na sistem ukoliko je potrebna viša temperatura u povratnom vodu. Kod toplotnih pumpi ovakav rad sistema se mora izbeći.

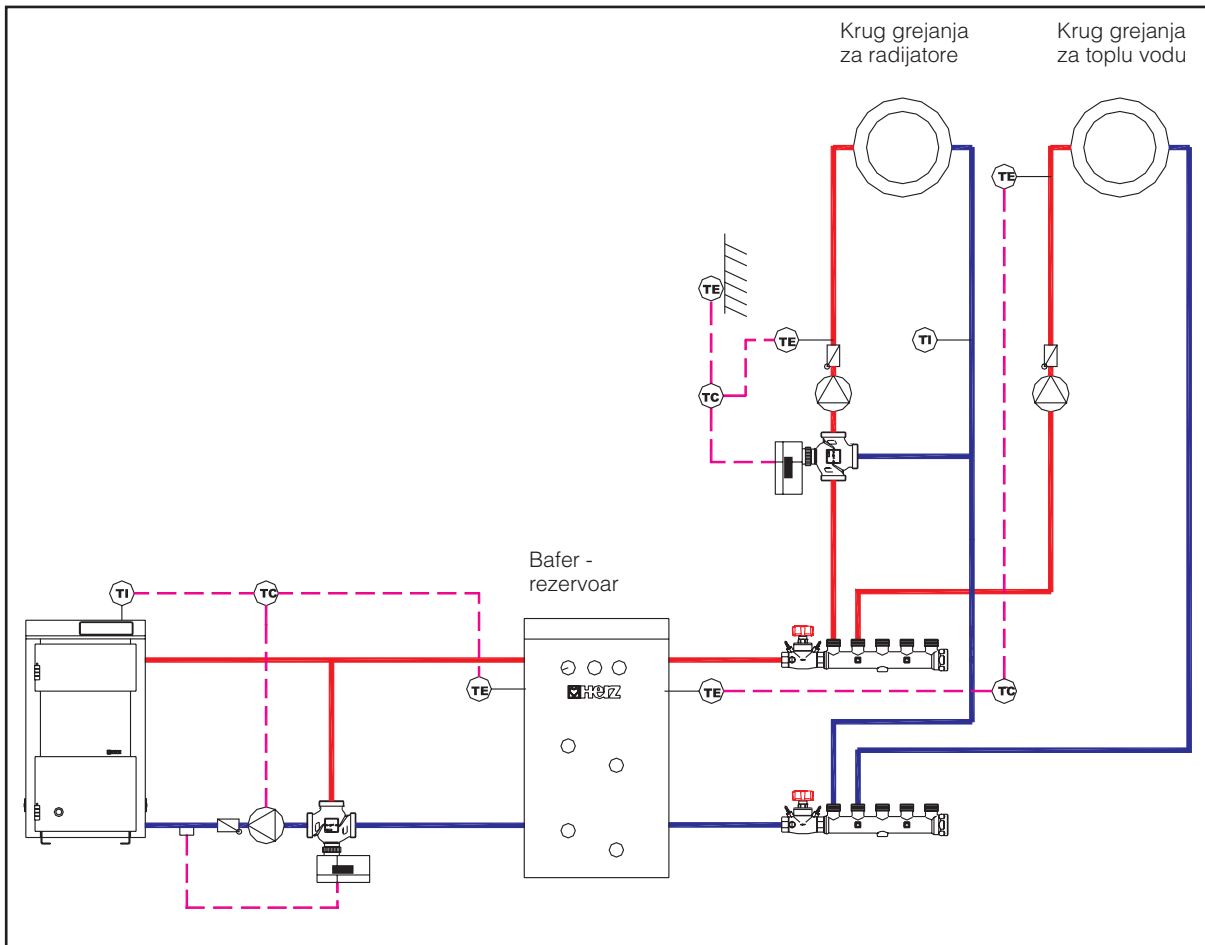
Dimenzionisanje hidrauličke skretnice

Neznatno povećanje gubitaka pritiska može se pojaviti između potisnog i povratnog voda. Ako se u sistemu upotrebljava hidraulička skretnica, brzina strujanja ne sme prekoračiti 0,15 m/s , što je definisano prema ÖNORM H 5142. Preko ove nominalno određene vrednosti protoka u primarnom krugu q_p može se dobiti dimenzija hidrauličke skretnice, tako da su zadovoljeni hidraulički uslovi.

Druga mogućnost je upotreba akumulacionog rezervoara i dva posebna kola, kao što je prikazano na slici 7-26.



Slika 7-25 sistem grejanja sa akumulacionim rezervoarom i hidrauličnim razvodnikom



Slika 7-26 sistem grejanja sa akumulacionim rezervoarom

Akumulacioni rezervoar ima za osnovni zadatak da privremeno akumulira energiju, sve dok se kasnije ne upotrebi.

Na taj način se ostvaruje veće iskorišćenje energije. Akumulacioni rezervoari se najčešće primenjuju kod kotlova na čvrsto gorivo, kao i kod toplotnih pumpi i solarnih panela, čime se značajno povećava efikasnost ovih sistema. Pored obavljanja osnovne funkcije, Akumulacioni rezervoar može služiti kao hidraulični razvodnik. Na primer toplotne pumpe pri temperaturnoj razlici od 5 K radiće približno kao pri temperaturnoj razlici od 15 do 20 K. Protok se u krugu potrošača tada povećava četiri puta u odnosu na protok u krugu kotla. Hidrauličko razdvajanje se ovde vrši preko akumulacionog rezervoara. Ovakvo razdvajanje je neophodno kako bi bilo moguće da svoju funkciju obavljaju i toplotna pumpa i distributivni krug. Na osnovu iskustva potrebno je predvideti akumulacioni rezervoar tako da za svaki kW snage kotla bude predviđeno minimum 40 litara akumulirane vode.

Dimenzionisanje akumulacionog rezervoara za kotlove na čvrsto gorivo (preporuke prema EN 303-5):

$$V_{Sp} = 15 \cdot T_B \cdot Q_N \cdot \left(1 - 0,3 \frac{Q_H}{Q_{min}} \right)$$

Gde su:

V_{Sp}	l	Kapacitet rezervoara
T_B	h	Vreme sagorevanja pri nominalnom toplotnom opterećenju
Q_N	kW	Nominalno toplotno opterećenje
Q_H	kW	Potrebna količina toplote za zgradu
Q_{min}	kW	Minimalna toplotna snaga

7.4 Kriterijumi izbora regulisanja grejnog sistema

Regulisanje u jednoj prostoriji	RR
Porodična kuća sa dnevnim boravkom	RR
Porodična kuća sa dnevnim boravkom i dodatnom prostorijom	RR
Porodična kuća sa više jednakih stambenih jedinica	WVR
Porodične kuće u nizu, škole, poslovni prostori i sl. sa odvojenim strujnim kolima	WVR
RR - regulisanje temperature u prostoriji	
WVR - distribucija vode preko razvodnika	
TV - termostatski ventil	

Napomena:

- U kontrolnim prostorijama ne smeju biti instalirani termostatski ventili
- Senzori u prostorijama reaguju na dopunske izvore energije (Sunce, ljudi, uređaji)
- Kod podnog grejanja regulisanje sobne temperature ima znatno vremensko kašnjenje

Optimizacija grejanja kao dopunska funkcija

- Dnevni rad kao DVR.
- Preko vremenskog releja se smanjuje angažovanje RR u kontrolnoj prostoriji. Potrebna temperatura se održava dogrevanjem
- U poslednjem mogućem trenutku vrši se brzo zagrevanje prostorije. Tako će se postići manje angažovanje energije.

Pravilnom kombinacijom ova dva tipa regulisanja postiže se umanjevanje potrošnje energije.

7.4.1 Pravilno postavljanje senzora u prostoriji

a) Regulisanje

Kontrolna prostorija za regulisanje sobne temperature mora biti hladnija nego prostorije u kojima se boravi. U tim prostorijama temperatura se reguliše preko termostatskih ventila..

b) Merenja

Davač temperature mora davati ispravnu informaciju o temperaturi u prostoriji. Senzor registruje sobnu temperaturu kao zbir izmerene temperature vazduha i povećanja temperature na senzoru usled toplotnog zračenja sa grejnih tela, zidova i predmeta u prostoriji.

Mesta za instaliranje:

- Ugrađivati na mestima koja nisu direktno izložena suncu
- Postavljati daleko od izvora toplote (npr. lampe)
- Ne instalirati blizu grejanih zidova (na primer zid na kome se nalaze cevi ili grejna tela)
- Ne postavljati u niše ili uglove prostorija gde je slabo strujanje vazduha
- Ne postavljati na spoljašnji zid
- Ne postavljati blizu vrata koja vode u prostorije koje nisu grejane
- Ne ugrađivati na cevi ili metalne konstrukcije. Strujanje hladnog vazduha ili drugi termodinamički procesi mogu izazvati greške pri merenju.

7.4.2 Pravilno postavljanje spoljašnjeg senzora

a) Regulisanje

U prostorijama koje su više izložene sunčevom zračenju potrebno je koristiti termostatske ventile

Položaj prostorije	Orjentacija zida
S	S
I	I (Aktivan u jutarnjim časovima)
J	J (Zbog akumulirane toplote u južnom zidu)
Z	Z

Međupoložaj	JZ, JI
-------------	--------

b) Merenja

- Visina prvog sprata
- Zaštititi od dodatnih toplotnih uticaja, npr. preko prozora
- Ne postavljati senzore u niše već u uglove prostorija

7.4.3 Pravilno postavljanje merača protoka

a) Regulisanje

Postaviti na tačkama mešanja (npr. iza mešnog ventila)

b) Merenja

- Kod mešanja postaviti iza pumpe, normalno na osu cevi.
- Zbog vremenskog kašnjenja nije poželjno postavljati daleko od tačke mešanja.
- Koristiti kratke deonice između sabirnika i senzore postavljati nasuprot strujanju fluida.
- Senzore postavljati na očišćene i učvršćene cevi.

7.5 Regulisanje niskotemperaturnog grejanja

Kod niskotemperaturnih grejnih sistema potrebno je zbog male temperaturne razlike održavati najvišu moguću srednju temperaturu grejnih tela sa što manjim grejnim elementima.

Ovo zahteva 2 do 4 puta veći protok kroz potrošače u odnosu na primarni krug (sa kotlom), pri čemu je poželjno da obilazni vod bude sa fiksno podešenim bajpasom. Opseg regulisanja termostatskih ventila se tada povećava. Ugao podešavanja od 90 ° dostiže se pri određenoj temperaturi (npr. 60°C).

Kod sistema sa monovalentnom toplotnom pumpom obilazni vod nije obavezan, sve dok je temperaturna razlika sistema toplotne pumpe relativno mala, a kod bivalentnih sistema sa toplotnom pumpom potrebno je predvideti hidraulični razvodnik.

Kombinacijom regulacije mešanja (centralizovano) i prigušenja (lokalno, termostatskim ventilima) može se izazvati povećanje diferencijalnog pritiska. Ovaj se problem može rešiti na tri načina:

- prestrujnim ventilom
- regulatorom diferencijalnog pritiska
- upotrebom pumpe sa elektronskom regulacijom diferencijalnog pritiska

Za a) Smanjeni radni kapacitet u toku noći
b) Male ulazne temperature

poželjno je koristiti pumpu sa kontrolom brzine.

Smanjenjem broja obrta smanjuje se protok i na taj način se vrši ušteda energije.

Podno grejanje i toplotne pumpe

Za toplotne pumpe monovalentnog dejstva emisija toplote preko podnog grejanja može se regulisati::

- manualnom kontrolom, podešavanjem temperature u povratnom vodu toplotne pumpe (pod je u stvari akumulator toplote)
- automatskim upravljanjem predavanja toplote preko informacije o temperaturi u prostoriji..

Zbog inertnosti sistema podnog grejanja, najprikladnija je kontrola u dve tačke, koja po potrebi uključuje i isključuje kompresor. Cirkulaciona pumpa za grejanje svakako mora ostati i dalje uključena, kako se kompresor ne bi uključivao suviše često (maksimalno 6 puta u toku jednog sata).

Emisija toplote kod sistema podnih grejanja se uglavno kontroliše regulacijom temperature preko regulacionog ventila.

Emisija toplote pojedinačnih prostorija se može regulisati upotrebom aktuatora na sabirniku kojima se upravlja preko zidnih kontrolera.

Tako se vrlo jednostavno može izbeći pregrevanje prostorija, na primer duž južne strane objekta. Kod bivalentnih sistema regulacija podnog grejanja mora biti izvedena kao i kod klasičnih grejnih tela, pri čemu je svakako poželjno predvideti regulaciju mešanja.

Kod takvih sistema pod služi ne samo kao emitor toplote, već i kao akumulacioni rezervoar (vrši balans toplotnog opterećenja) sa regulacijom temperature na ulazu grejnog kola..

8 Specijalne armature u sistemima za grejanje

8.1 Izbor kontrolnih elemenata

8.1.1 Izbor izvršnih organa

Izvršni organ:	Ventil, Slavina, Zasun
Upravljanje	ručno, hidraulično, pneumatsko, elektromotorno, elektrotermičko, elektrohidrauličko
Tip izvršnog organa:	Trokraki mešni ventil i zaustavni ventil, trokraka ili četvorokraka slavina, dvostruki zasun
Medijum	Vruća voda, rashladno sredstvo, para
Nominalni pritisak	PN6/10/16/25/40 bar
Radni pritisak	PN 6/10/16/25/40 bar Nominalni pritisak odgovara radnom pritisku pri 120°C. Pri višim temperaturama radni pritisci se nalaze ispod PN
Materijal	Crveni liv RG 5 (navojni spojevi) Sivi liv GG 20 (prirubnice GG 38 do PN 16) Nodularni liv GGG 42 do PN 25 čelični liv GS 45,5 do PN 40

8.1.2 Izračunavanje parametara ventila na osnovu projektnih podataka

- (1) - Nominalni protok q_{v100}
- (2) - Potreban diferencijalni pritisak Δp_D preko otvorenog izvršnog organa pri nominalnom protoku q_{v100}

Napomena:

Za dostizanje autoriteta ventila većeg od 0,5 za potpuno otvoren ventil q_{v100} minimalni pad pritiska ventila mora biti jednak padu pritiska deonice pri promenljivom protoku $\Delta p_{100} > p_D$

- (3) - Karakteristike protoka ventila

$$k_v \leq \frac{q_v}{\sqrt{\Delta p_D}}$$

Željena vrednost. Izračunavanje sa p_D preko varijabilne dužine deonice

Gde su:

k_v	m ³ .h ⁻¹	Karakteristika ventila
Δp	bar	Pad pritiska
q_v	m ³ .h ⁻¹	Zapreminski protok

- (4) - maksimalni porast diferencijalnog pritiska na zatvorenom izvršnom organu upravljanja Δp_{max} (u dosta slučajeva ova vrednost odgovara raspoloživom naporu pumpe)
- p_{max} je najveća dozvoljena vrednost diferencijalnog pritiska na ventilu, pri kome on još uvek vrši zadovoljavajuće zatvaranje.

8.1.2.1 Karakteristika i izbor ventila

Vrednost karakteristike ventila određuje dati protok u m³.h⁻¹ pri padu pritiska od 1 bar na ventilu.

$$\text{Protok} = q_v = k_v \cdot \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho}}$$

Autoritet ventila:

$$a_v = \frac{\Delta p_v}{\Delta p_v + \Delta p_{MV}}$$

Gde su:

Δp_v	Pad pritiska na ventilu
Δp_{MV}	Pad pritiska na deonici sa promenljivim protokom

važno:

$$0,3 \leq a_v \leq 0,7$$

za $a_v = 0,5$

važi:

$$\Delta p_v = \Delta p_{MV}$$

Izbor ventila:

$$k_v = \frac{q_v}{\sqrt{\Delta p_v}} \quad \text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

Primer: Radijatorski ventil

Radijator: $\Phi = 4,65 \text{ kW}$ pri $\Delta\theta = 20 \text{ K}$

$$\text{Protok: } q_v = \frac{4650}{1,163 \cdot 20 \cdot 1} = 200 \text{ l.h}^{-1} = 0,2 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

željeni pad pritiska $\Delta p_D = 2 \text{ kPa} = 200 \text{ mmWS} = 20 \text{ mbar} = 20 \cdot 10^{-3} \text{ bar}$

$$k_v = \frac{q_v}{\sqrt{p_D}} = \frac{0,2}{\sqrt{20 \cdot 10^{-3}}} = 1,41$$

ventil HERZ-TS-90-E, DN 15, daje potrebne rezultate pri odstopanju $> 2 \text{ K}$.

Pad pritiska prema tome prenik za 2 K a za dimenziju DN 15 odgovara $k_v = 0,9$.

Odatle je pad pritiska:

$$\Delta p = \left(\frac{q_v}{k_v} \right)^2 = \left(\frac{0,2}{1,1} \right)^2 = 49,38 \cdot 10^{-3} \text{ bar} = 49 \text{ mbar} = 4,9 \text{ kPa}$$

Primer: Termostatski ventil

U cevnoj mreži za radijator iz predhodnog primera je potrebno upotrebiti termostatski ventil sa odstupanjem 2K koji garantuje da dostignuti pad pritiska na ventilu od 20kPa može da se spusti .

$$k_{vs} = \frac{q_v}{\sqrt{p_v}} = \frac{0,2}{\sqrt{200 \cdot 10^{-3}}} = 0,45$$

Izabran je HERZ-TS-90-kv, TIP E

Za izabrani model ventila odstupanje je $< 2\text{K}$

Za termostatski ventil sa većim od $k_v = 0,6$ mora biti upotrebljen dodatni podesivi povratni ventil

$$\Delta p_v = \left(\frac{q_v}{k_v} \right)^2 = \left(\frac{0,2}{0,6} \right)^2 = 111 \cdot 10^{-3} \text{ bar} = 111 \text{ mbar}$$

Ako je povratni ventil prednamešten na pritisak $\Delta p = 200 - 111 = 89 \text{ mbar}$ postižu se optimalni rezultati.

Sa dijagrama za HERZ-RL-5 očitava se vrednost pretpodešavanja $V = 3,5$ ili $k_v = 0,7$.

Primera: Nadogradnja termostatskih ventila

Postojeći ugaoni ventil TS 7724 sa $k_{vs}=1,9$ je potpuno otvoren i mora biti opremljen termostatskim regulatorom (instaliranje termostatske glave) sa 2K odstupanja

$$q_v = 200 \text{ l.h}^{-1} = 0,2 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$$

Prethodno, bez termostatske funkcije:

$$\Delta p_v = \left(\frac{0,2}{1,9} \right)^2 = 0,011 \text{ bar} = 11 \text{ mbar} = 1,1 \text{ kPa}$$

Sa ugrađenim termostatskim pogonom:

$$k_v = 0,6 \text{ za } 2 \text{ K} = \Delta X_p$$

$$\Delta p_{vT} = 100 \left(\frac{0,2}{0,6} \right)^2 = 11,1 \text{ kPa}$$

Pri pravilnom regulisanju rada pumpe i/ili većem broju obrta neophodno je:

Povećanje pritiska:

$$\Delta p = 10 \text{ kPa} = 1 \text{ mWS prema željenom protoku vode}$$

Primera: Dodatna ugradnja elementa sistema

Radijator kao u prethodnom primeru ima pritisak termostatskom regulacijom povećan 10 puta. Paralelno vezan radijator ima 11 mbar i nema termostatsko regulisanje.

Prema tome, diferencijalni pritisak iznosi $KDD = 11,1 - 1,1 = 10 \text{ kPa}$ na čvoru grane, u kojoj se vrši prigušenje, kako bi se postigla željena vrednost.

Povratni ventil mora biti pretpodešen na novu vrednost $k_{v..}$

8.1.3 Određivanje nominalne veličine (DN)

- (1)
- Za svaki ventil nominalne veličine DN data je k_{vs} -vrednost
 - Izaberi DN čija je k_{vs} -vrednost manja od podešene vrednosti k_v
 - Izračunati trenutni pad pritiska delta Δp_{100} pri nominalnom protoku q_{v100} i ovu vrednost uzeti u obzir pri izboru napora pumpe

$$\Delta p_{100} = \left(\frac{q_{v100}}{k_{vs}} \right)^2 \cdot 100 \text{ kPa}$$

- (2) Izbor upravljačkog sistema:
Približno mogu biti usvojeni parametri sistema za mešanje vode u grejnom sistemu:
Trokraki mešni ventil $\Delta p_v = 2 \text{ kPa}$ odnosno

Tip:

Upravljanje: Dve tačke, tri tačke, 0 ... 10 V

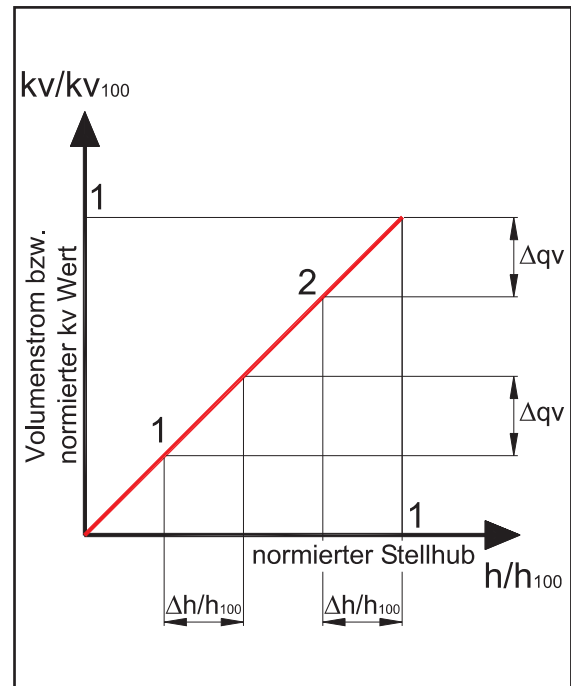
Radni napon: 230 V / 24 V

Rad bez sigurnosne zaštite

8.1.4 Karakteristika ventila

Karakteristika ventila se menja sa promenom slobodnog poprečnog preseka otvora ventila. Veza između protoka i položaja vretena ventila data je preko karakteristike ventila. To se može prikazati kao $q_v = kV$.

Linearna karakteristika ventila se postiže pravim konusnim ili tanjirastim klipovima dimenzije $d/4$ za konstruktivno određeni ugao konusa. Pri upotrebi ventila sa ekvivalentnom karakteristikom podešavanje uvek dovodi do jednake procentualne promene protoka bez obzira iz kog položaja klipa ventila se počinje podešavanje protoka.



Slika 8-1 Linearna karakteristika protoka, odnosno karakteristika ventila

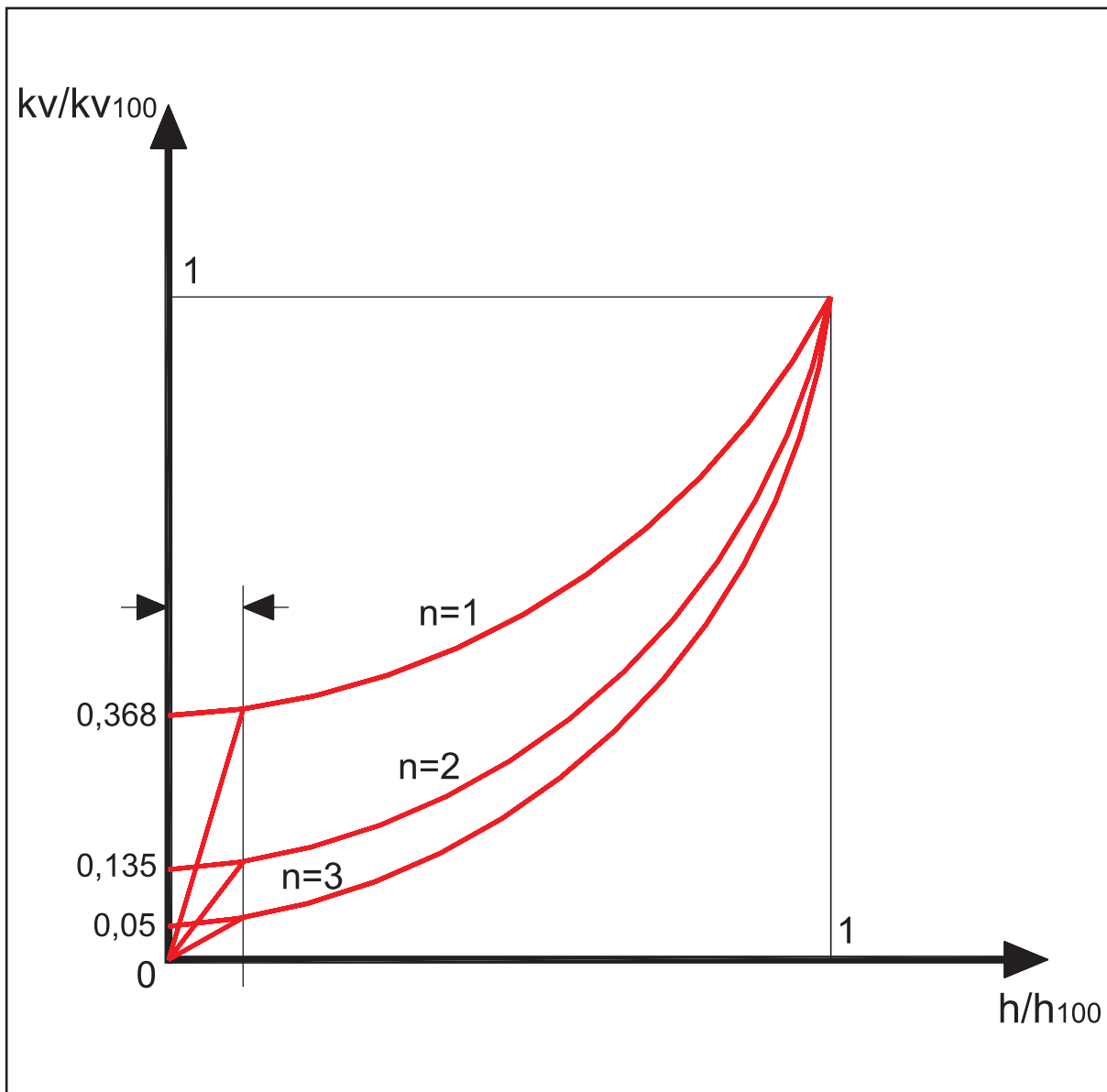
Oblik funkcije linije karakteristike je:

$$\frac{k_v}{k_{v100}} = e^{n(h/h_{100}-1)}$$

i na slici 8-2 data je promena u zavisnosti od n .

U termotehnici, sistemi moraju biti prevashodno upravljivi pri laganim radnim uslovima. U skladu sa tim izabrani ventili takođe moraju imati odgovarajuće jednakoprocentne karakteristike, koje odnosom k_v / k_{v100} odstupaju relativno malo ($\approx 0,04$)

Određene vrednosti karakteristike ventila mogu biti postignute oblikovanjem klipa ili sedišta ventila.



Slika 8-2 Jednakoprocentna karakteristika

8.2 Armature za hidrauličko balansiranje

Razlikuju se dva tipa zavisno od načina hidrauličkog balansiranja. Prvi tip je statička (ručna) regulacija a drugi tip je dinamička (automatska) regulacija. U principu svi ventili za balansiranje moraju imati mogućnost prednameštanja pada pritiska na ventilu i njegovog merenja.

8.2.1 Statičko regulisanje

Svi hidraulični elementi koji se mogu unapred podesiti i izmeriti u svrhu balansiranja smatraju se elementima statičkog balansiranja. Njihova kv vrednost mora ostati konstantna u svim radnim uslovima nakon podešavanja. Kada se završi podešavanje, ovi hidraulični elementi u hidrauličnom sistemu obezbeđuju odgovarajući protok. Statički regulacioni ventili se najčešće koriste u sistemima sa konstantnim protokom, ili gde se koriste pumpe sa regulacijom brzine sa ili bez kontrole diferencijalnog pritiska.

Ova grupa ventila obuhvata balansne ventile (npr serije Herz 4017 ili 4217), kombinovane regulacione i kontrolne ventile (npr. Herz 7217) kao i ventile za termostatsku regulaciju (npr. Herz TS-98-V).

8.2.1.1 Balansni ventil

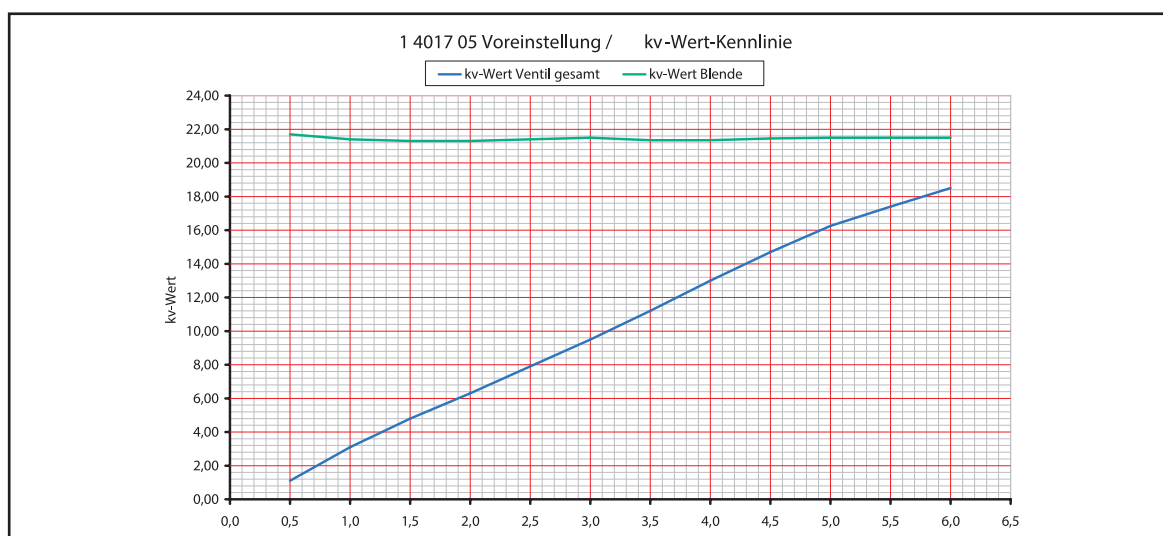
Uz pomoć ventila za regulaciju usponskih vodova moguće je preko diferencijalnog

pritiska na ventilu odrediti maksimalni protok. To je neophodno jer bi u suprotnom deonice sa slabijim otporom bile preobilno snabdevane vodom, dok bi delovi sa većim otporima bili nedovoljno snabdeveni. Pomoću ventila za regulisanje usponskih vodova moguće je posebno podesiti svaki od hidrauličnih vodova u zavisnosti od potrebe.

Tačan položaj ventila za balansiranje može se lako pročitati sa displeja na ručnom točku sa tačnošću od jednog decimalnog mesta. Regulacioni ventil se tako može vrlo precizno podesiti i fiksirati pomoću skrivenog blokatora prednameštanja.

Kompanija Herz proizvodi ventile sa dve vrste merenja na ventilu. Prvi tip merenja se vrši pre i posle ventila (npr 4217). Prednost mernog priključka sa obe strane ventila je u tome što se može meriti razlika pritiska pri zatvorenom ventilu, što znači da se otklanjanje kvarova i dijagnostika sistema mogu izvršiti u hidrauličnom sistemu pomoću uređaja za merenje diferencijalnog pritiska, bez ikakvih dodatnih pomagala.

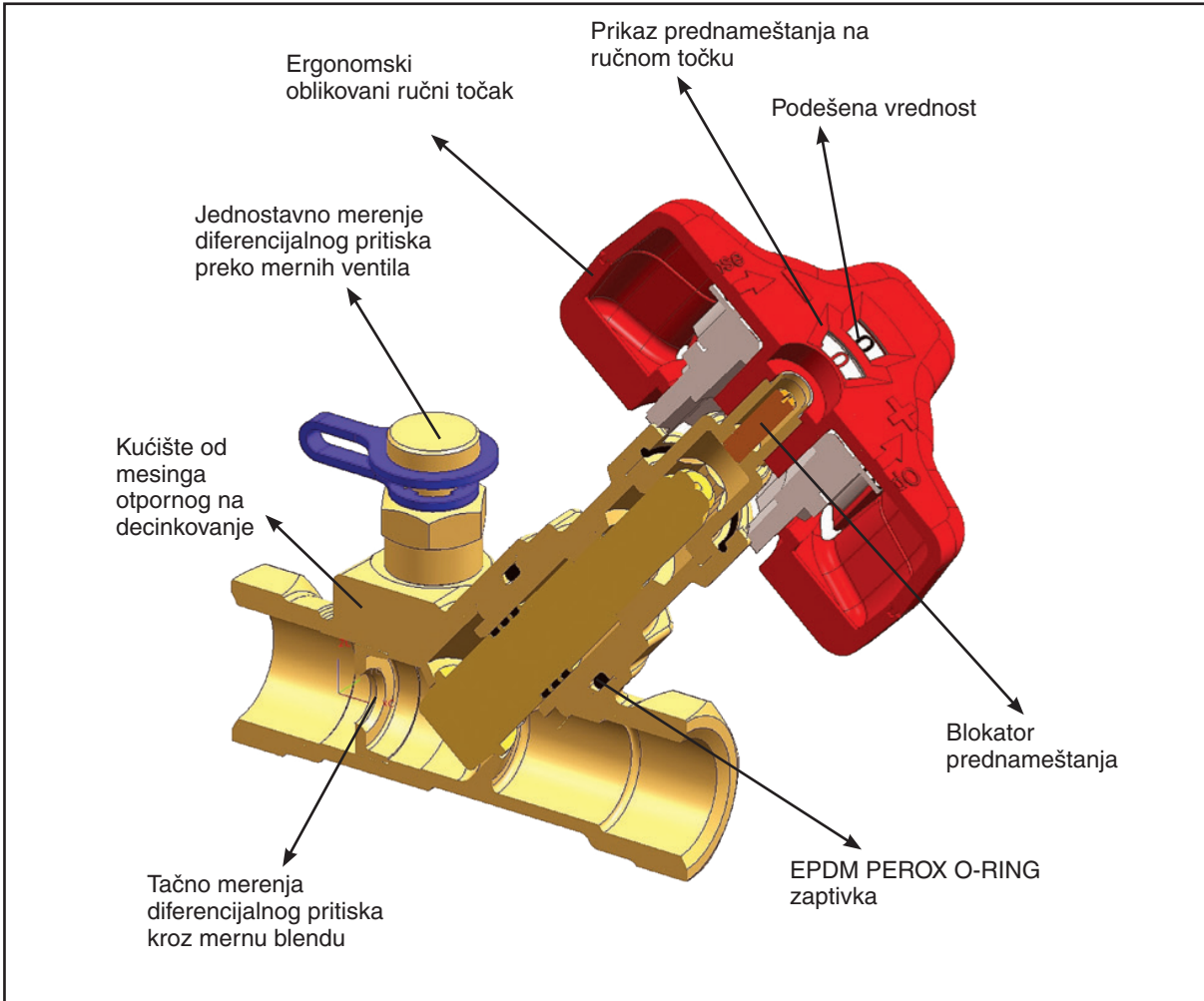
Drugi tip merenja vrši se preko integrisane merne blende u telu ventila (npr. Herz 4017) i to preko dva merna mesta sa iste strane. Najvažnija prednost merne blende sa obe strane je da ona obezbeđuje konstantnu kv vrednost za svaku podešenu vrednost, što ubrzava i olakšava podešavanje. Preko integrisane merne blende, diferencijalni pritisak se može meriti veoma precizno i uz precizno podešavanje.



Slika 8-3 Dijagram karakteristike i podešavanja ventila

Za ostvarivanje ispravnih merenja, važno je eliminisati nestabilnost protoka ispred i iza ventila. Deonica umirenja protoka treba da bude 10 x

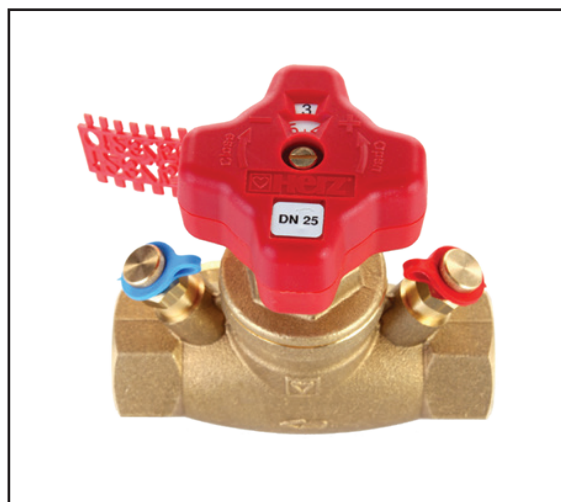
prečnik cevi na ulazu i 5 x prečnik cevi na strani izlaza.



Slika 8-4 Presek ventila za regulaciju i balansiranje sa mernom blendom (br. Herz 4017)



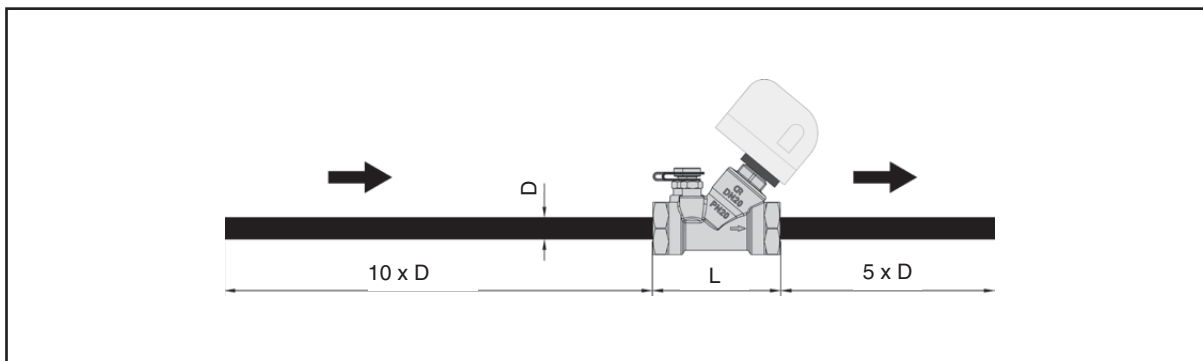
Slika 8-5 Kosi balansni ventil



Slika 8-6 Pravi balansni ventil

Oba tipa HERZ balansnih i regulacionih ventila mogu se prednamestiti, a njihova podešavanja se takođe mogu zapisati na markeru podešavanja. U slučaju servisne intervencije, lako se utvrđuje prethodno podešavanje sistema, te se repariran ili novi ventil može podesiti.

Dimenzionisanje se vrši pomoću dijagrama (pogledajte prilog) ili putem aplikacije za prednameštanje kompanije Herz. Prilikom projektovanja ventila, potrebno je da prednameštanje gornjeg regulacionog dela ne bude manje od 25% ukupnog hoda.



Slika 8-7 stacionarni protok pre i posle balansnog ventila

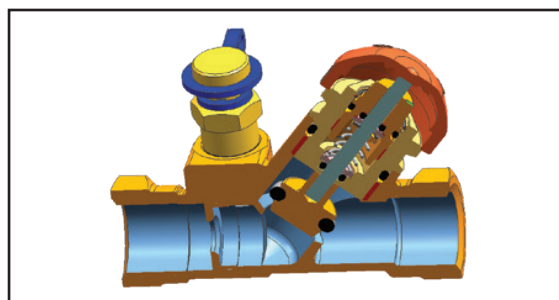
8.2.1.2 Kombinovani regulacioni ventili

Ovi ventili (npr. Herz 7217 V) se koriste za regulaciju sistema grejanja i hlađenja i izmenjivača toplote na instalacijama sistema za grejanje i hlađenje. Mogu se koristiti i kao zonski ventili. Samozaptivajući integrisani merni ventili nalaze se ispred sedišta ventila. Integrisana merna blenda pruža iste prednosti kao i kod balansnih ventila (npr. Herz 4017).

Kombinovani regulacioni ventil ima ugrađen termostatski ventil, na koji se nakon podešavanja može ugraditi termoelektrični pogon i može se povezati i na sistem upravljanja. Još jedna

prednost je relativno mali gabarit ventila, kao i mogućnost podešavanja i upravljanja u dve tačke.

Prednameštanje je ostvareno pomoću prigušnice smeštene iza sedišta ventila, sa kontinualnim podešavanjem kojim se prenosi prednameštanje pomeranje na hod radnog vretena ventila. Prednamešteni nivo je obezbeđen od neovlašćene promene vrednosti.



Slika 8-8, Regulacioni ventil HERZ 7217 sa mernom blendom

8.2.2 Dinamička regulacija

Primenom automatskih regulacionih ventila mogu se postići efikasne uštede energije u sistemima grejanja i hlađenja. Cilj je minimalna potrošnja energije u skladu sa opterećenjem. Zbog toga su izbor regulacionih ventila i definisanje zona upravljanja od ključne važnosti. Za dinamičko podešavanje se koriste, na primer, prestrujni ventili, regulatori diferencijalnog pritiska i kombinovani regulacioni ventili sa regulacijom diferencijalnog pritiska.

Prednemeštanje graničnog protoka za regulacione i kontrolne ventile uvek se



Slika 8-9, Upravljački ventil HERZ 7217 sa upravljačkim aktuatorom HERZ 7708

odnosi na rad pri maksimalnom opterećenju (puno opterećenje) i zbog toga nemaju dovoljne performanse za upravljanje u realnim radnim uslovima. Ovaj nedostatak se može eliminisati primenom automatskih upravljačkih ventila preko kojih se u svakom trenutku se propušta samo protok u meri u kojoj je potreban potrošačima.

8.2.2.1 Prestrujni ventili

Prestrujni ventili (npr. HERZ 4004) mogu se ugraditi umesto regulatora diferencijalnog pritiska u manjim sistemima zbog smanjenja troškova.

U ovom slučaju, polazni i povratni vod povezani su preko prestrujnog ventila. Ako dođe do pojave pritiska većeg od podešenog maksimalnog pritiska na prestrujnom ventilu, on se otvara i deo protoka meša sa povratnim vodom. Kao rezultat toga, diferencijalni pritisak nije regulisan već ograničen. Pri korišćenju prestrujnog ventila, povratna temperatura se neminovno povećava. Pored toga, povećavaju se toplotni gubici jer topla voda odlazi neiskorišćena u povratni vod. U većim sistemima je stoga daleko razumnije koristiti regulator diferencijalnog pritiska.

Prestrujni ventil diferencijalnog pritiska se koristi

kada se razlika pritiska ne može održavati na niskom nivou projektovanog sistema, prilikom ograničenog izbora pumpe, ili kada treba izbeći previsoku razliku pritiska na termostatskim ventilima. Pored toga, prelivni ventil može se koristiti za održavanje minimalnog protoka vode koja cirkuliše u sistemima sa promenljivim protokom, kako bi se obezbedio minimalni protok kroz pumpu sa regulacijom brzine.

U skladu sa preporukom VDMA, termostatski ventili bi trebalo da budu projektovani za diferencijalni pritisak od 5 kPa (5–10 kPa). Takođe treba obezbediti da pad pritiska na radijatorskim ventilima koji se nalaze u blizini pumpe, ili pri niskom protoku, ne prelazi vrednost od 20 kPa.

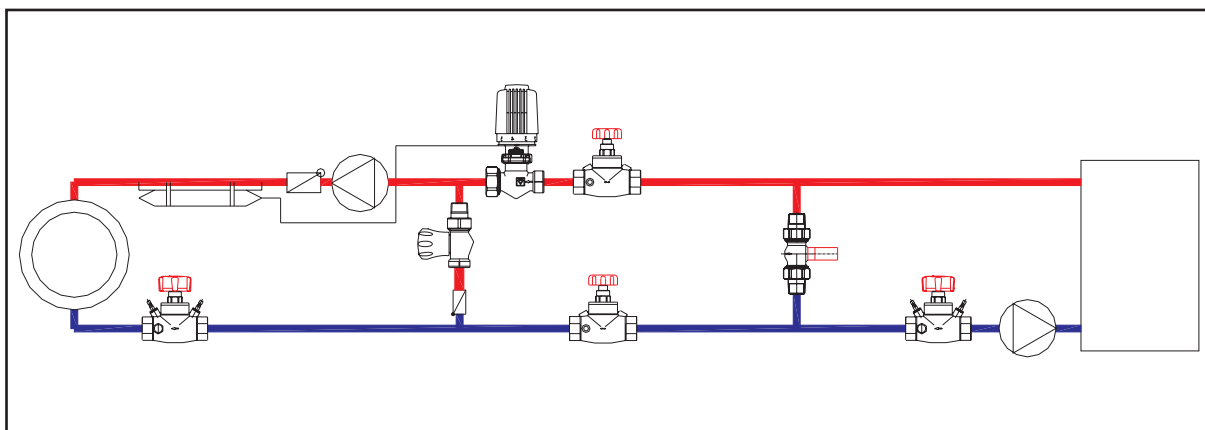
Korišćenjem prestrujnog ventila u mreži sa termostatskim ventilima i radijatorima može se izbeći previsok diferencijalni pritisak na termostatskom ventilu (> 20 kPa) i stvaranje buke usled naglog pada pritiska.

Druga važna primena u sistemima grejanja i hlađenja je obezbeđivanje minimalnih protoka za zaštitu motora i elemenata pumpi visokih performansi (obično 5-10% nominalnog protoka). Za ovaj protok treba izabrati prestrujni ventil u bajpasu.

Prilikom određivanja minimalnog protoka, uvek se mora poštovati preporuka proizvođača pumpe, a bajpas linija bi trebalo da bude što kraća i sa malim gubicima pritiska.

Prestrujni ventil je najjeftiniji regulator diferencijalnog pritiska. Međutim, ne treba zaboraviti da se povratna temperatura nužno povećava sa primenom prestrujnog ventila.

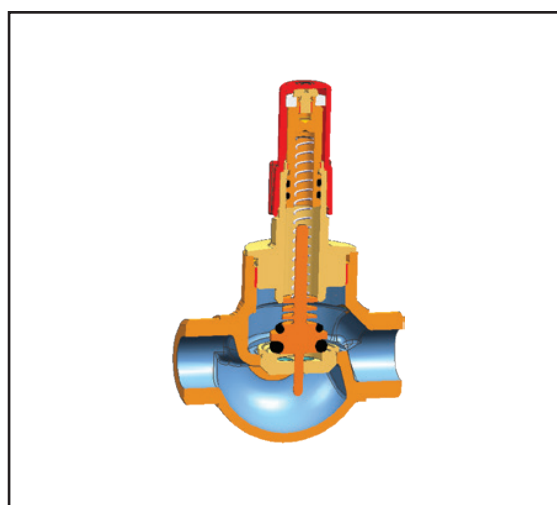
To dovodi do gubitka energije jer se već topli medijum koji nije upotrebljen vraća u primarni sistem sa gubicima. Bolje rešenje je regulator diferencijalnog pritiska koji se stoga koristi u većim sistemima



Slika 8-10 Šematski prikaz sistema sa prestrujnim ventilom



Slika 8-11 Prestrujni ventil



Slika 8-12 Prestrujni ventil - presek

8.2.2.2 Regulator diferencijalnog pritiska

8.2.2.2.1 Opšte

Regulator diferencijalnog pritiska koristi se u sistemima sa promenljivim diferencijalnim pritiskom; može se koristiti u starim ili novim sistemima za decentralizovanu ili centralnu kontrolu diferencijalnog pritiska. Primenjuje se za hidrauličko balansiranje sistema grejanja ili hlađenja. Regulator diferencijalnog pritiska ima osnovnu namenu održavanje podešenog diferencijalnog pritiska u celom sistemu. Ovo ne samo da poboljšava autoriteta ventila, već i pruža bolje hidrauličko balansiranje sistema grejanja.

Postoje dve vrste regulatora: proporcionalni (npr. HERZ 4007) i linearni regulator (HERZ

4002) i oba rade bez dodatnog pogona.

Regulator diferencijalnog pritiska sastoji se od aktuatora i ventila. Željeni diferencijalni pritisak se kontinuirano podešava preko opruge. Model regulatora 4002 dostupan je sa opsegom regulacije od 50-300 mbar, 250-600 mbar ili 450-800 mbar i podešava se pomoću posebnog alata. Regulatori 4007 i F 4007 (model sa priрубnicom) imaju opseg regulisanja od 50-300 mbar i podešavaju okretanjem ručnog točka.

Regulator diferencijalnog pritiska je uvek povezan sa balansnim ventilom (naziva se partnerski ili upareni ventil) koji se nalazi na istom krugu. Regulator diferencijalnog pritiska i balansni ventil povezani su međusobno preko kapilarne

cevi. U manjim sistemima grejanja umesto regulatora diferencijalnog pritiska koristi se pumpa sa regulacijom brzine.



Slika 8-12 Regulator diferencijalnog pritiska sa linearnom karakteristikom (Herz 4002)



Slika 8-14 Regulator diferencijalnog pritiska sa prirubnicom (Herz F 4007)



Slika 8-13 Proporcionalni regulator diferencijalnog pritiska (Herz 4007)

8.2.2.2 Funkcija

Sekundarna komponenta diferencijalnog pritiska deluje na membranu. Što je veći pritisak na vrhu, niži je na dnu. Kada se diferencijalni pritisak poveća, regulator diferencijalnog pritiska se zatvara proporcionalno (regulator proporcionalnog dejstva) ili linearno (regulator linearnog dejstva).

U regulator je ugrađena opruga za podešavanje vrednosti koja se prednapreže zadatoj željenoj vrednosti. Opruga za zadavanje vrednosti je izmenjiva tako da regulator diferencijalnog pritiska može biti podešen u različitim granicama željenih vrednosti. Spoljna membranska komora je povezana preko kapilarne cevi sa balansirnim ventilom koji se nalazi u polaznom vodu. Kapilarnu cev ne treba spajati sa donje strane kako bi se sprečilo začepljenje prljavštinom. Pri povećanju diferencijalnog pritiska u sistemu disk ventila gura u smeru zatvaranja, suprotno od prenapregnute opruge, a pri smanjenju diferencijalnog pritiska u smeru otvaranja. Višak diferencijalnog pritiska se kompenzuje u regulatoru diferencijalnog pritiska, a u regulisanom krugu se održava podešeni diferencijalni pritisak.

8.2.2.2.3 Instalacija i uputstva za ugradnju

Regulator diferencijalnog pritiska se ugrađuje samo u povratnoj deonici. Regulator diferencijalnog pritiska 4007 se postavlja u horizontalnom položaju i nikada vertikalno. Regulatora diferencijalnog pritiska 4002, pozicija instalacije nije značajna i može se izabrati u zavisnosti od situacije. Pored toga, mora se voditi računa da protok prati smer strelice.

Preporučuje se ugradnja zaustavnog ventila pre i posle regulatora diferencijalnog pritiska. Takođe se preporučuje upotreba kuglastog ventila u kapilarnoj deonici kako bi se sprečili skokovi pritiska na membrani pri punjenju sistema. Preporučuje se ugradnja sakupljača nečistoća ispred regulatora diferencijalnog pritiska.

8.2.2.2.4 Određivanje vrednosti podešavanja

Za određivanje potrebne vrednosti podešavanja neophodan je proračun prema najnepovoljnijoj deonici (najveći pad pritiska). Proračun se vrši na osnovu gubitaka pritiska prema formuli:

$$\Delta p = \Delta p_{Rohr} + \Delta p_{TV} + \Delta p_{Verschr} + \Delta p_{Sonstiges}$$

Primer proračuna

Dato

Deonica DN 20, 3 radijatora

$\Delta p_{STRV} = 100$ mbar (Pad pritiska na balansnom ventilu polaza)

$\Delta p_{Verschr} = 13$ mbar (Pad pritiska na povratnom ventilu radijatora)

$\Delta p_{Sonstige} = 0$ (bez ostalih komponenti)

Odrediti:

Podešavanje vrednosti regulatora diferencijalnog pritiska

Proračun potrebne vrednosti podešavanja

Gubici pritiska

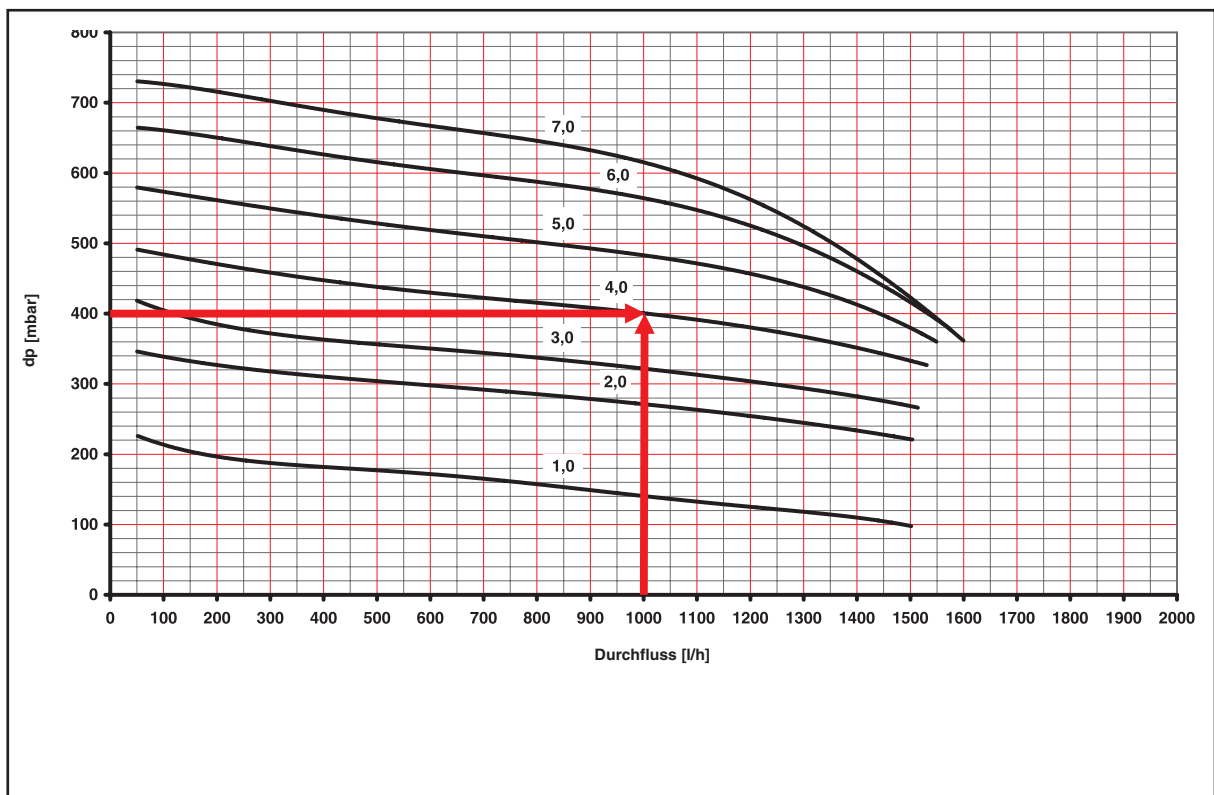
$$\Delta p_{Str} = \Delta p_{TV} + \Delta p_{Verschr} + \Delta p_{Rohr} + \Delta p_{Sonstige}$$

$\Delta p_{STRV} = 100$ mbar (npr. sa dijagrama)

$\Delta p_{Verschr} = 13$ mbar (npr. sa dijagrama)

$\Delta p_{Rohr} = 30$ mbar (30 m polazni i povratni 1 mbar/m)

$\Delta p_{Str} = 100 + 13 + 30 = 143$ mbar (podešavanje regulatora diferencijalnog pritiska)



Primer brzog određivanja vrednosti prednameštanja regulatora diferencijalnog pritiska preko dijagrama

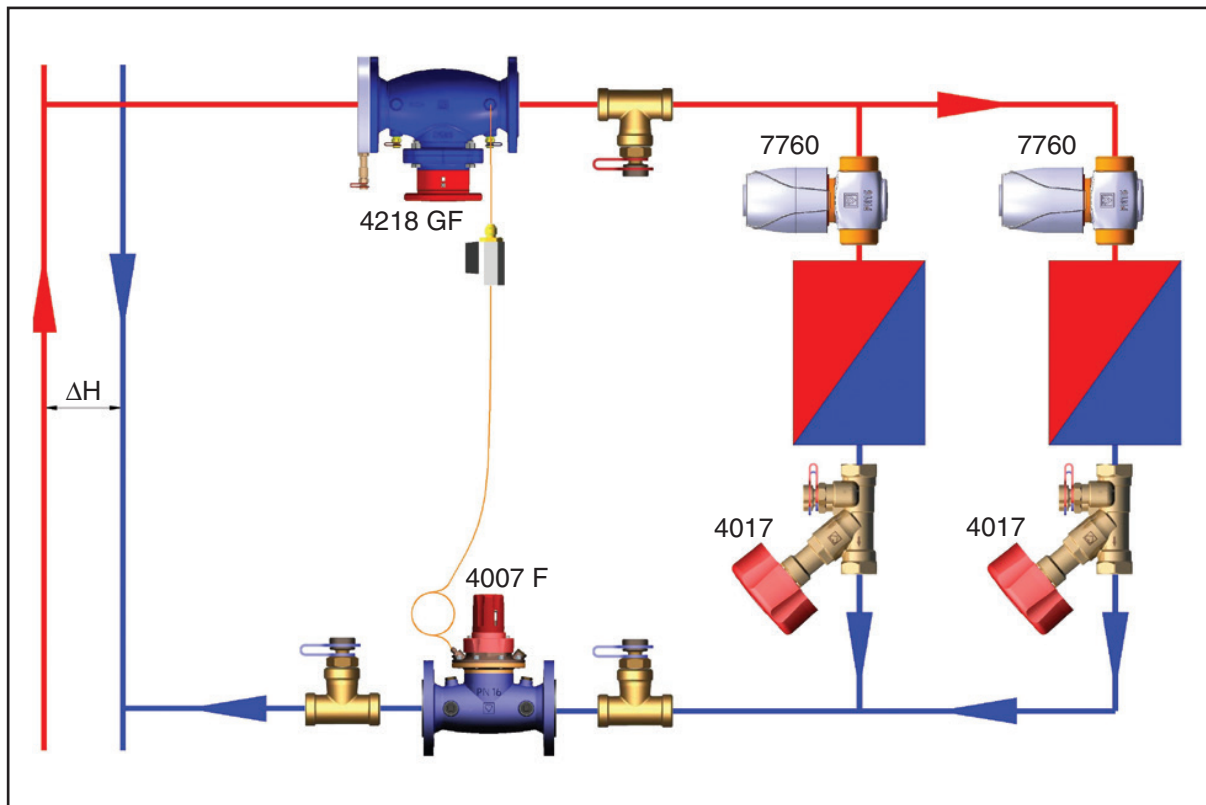
Željeni diferencijalni pritisak: 400 mbar!

Protok: 1000 l/h

Pozicija prednameštanja: 4

Vrednost podešavanja regulatora diferencijalnog pritiska može se takođe brzo odrediti korišćenjem standardnog dijagrama na prikazani način. Za ovo su, međutim, neophodni razlika pritiska [Δp] i protoka.

Ove vrednosti su označene na dijagramu i produžene do tačke preseka. Vrednost na preseku se koristi kao vrednost podešavanja za regulator diferencijalnog pritiska.



Slika 8-16 Primer primene regulatora diferencijalnog pritiska

8.2.2.3 Regulatori protoka

Upotreba kombinovanih ventila (npr. Herz 4006 Smart) u velikoj meri pojednostavljuje projektovanje tehničkih sistema zgrade. Regulatorni ventil, balansni ventil, regulator diferencijalnog pritiska i zaustavni ventil su kombinovani u jedan ventil - jednostavno dizajniran i funkcionalan automatski regulatorni i balansni ventil nezavisan od pritiska. Pošto je ventil nezavisan od pritiska, on automatski reguliše protok, uz održavanje minimalnog diferencijalnog pritiska, pri čemu su sile pogona minimalne, a karakteristika upravljanja najvišeg kvaliteta.

Regulator automatski ograničava protok na određenoj deonici sistema na jednokratno podešenu vrednost merenjem i regulacijom svih poremećaja pritiska. To znači da nisu potrebna dodatna merenja i kontrola je efikasna u svim uslovima rada. Kombi-ventil reguliše protok na osnovu prednameštanja ventila na konstantnu vrednost, a membrana reguliše diferencijalni

pritisak prema podešenoj vrednosti neposredno pre i posle regulatora.

Podešavanje prethodno dimenzionisanog protoka na ventilu se vrši u procentima i kontinualno je podesivo.

Ukoliko je podešavanje protoka u toku rada sistema, ono se vrši sa jedne strane preko integrisanog regulacionog ventila pogonom ventila, a sa druge strane autoritet ventila se konstantno održava preko integrisanog regulatora diferencijalnog pritiska.

Promene pritiska koje se javljaju u sistemu kompenzuje se preko membrane. Kombi-ventil je takođe pogodan za kontinualno ili ON/OFF individualna regulisanja temperature u prostorijama u okviru sistema za grejanje i klimatizaciju prostora.

Međutim, ovde se uvek preporučuje kontinualno upravljanje. Razlog za to je što kod sistema sa

brzim odzivom, kao što su sistemi za hlađenje ili grejači vazduha, neophodna stalna kontrola zbog energetske efikasnosti. Maksimalne uštede energije mogu se postići samo modulacionim ventilima. Uz stalnu kontrolu, protok se kontinualno upravlja za najmanje odstupanje između minimalne i maksimalne željene sobne temperature. Ovo takođe štiti sve ostale komponente u sistemu, kao i pumpu. Drugi tip kontrole, kontrola u 2 tačke, preporučuje se za spore, inertne sisteme kao što je na primer podno grejanje.

Posebno je važno da je zabranjeno serijsko (redno) povezivanje ventila i kombinovanog ventila u



Slika 8-17 Kombiventil (Herz 4006 Smart)

dvocevnim sistemima sa ugrađenim termostatskim ventilima sa termostatskom glavom!

Primer rešenja:

Pretpostavimo da je potrošaču potrebno 300l/h protoka. Vrednost podešavanja se određuje za HERZ 4006 kombi-ventil (vidi dodatak) 1/2". Maksimalni protok na ventilu je 400 l/h. To znači da je 400 l/h 100% protoka ventila, odnosno 300 l/h je 75% maksimalnog protoka.

Sada sve što je potrebno uragiti je da podešavanje vrednosti na ventilu u poziciju 75% uz ne-



Slika 8-18 Termostatska glava (Herz 7260)

ophodno kontrolno merenje. Treba napomenuti da se mora ostvariti minimalni diferencijalni pritisak na ventilu prema tehničkom listu za njegov ispravan rad.

8.2.3 Prednameštanje termostata ventila sa termostatskim glavama

Termostatski radijatorski ventil ima važnu ulogu u sistemu grejanja. Termostatski radijatorski ventil ima sledeće funkcije:

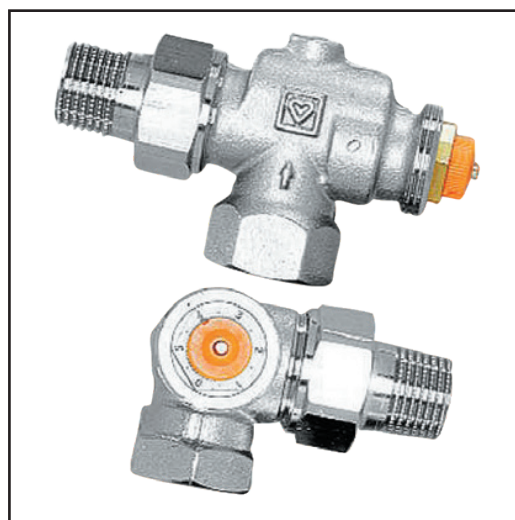
- reaguje na promenu sobne temperature
- upoređuje sa podešenom vrednošću
- i kompenzuje svako odstupanje promenom položaja ventila tako da željena sobna temperatura ostane konstantna.

Razumljivo je da se ovaj zadatak ne može rešiti samim ventilom, već je potreban odgovarajući regulator.

Pošto ventil mora da funkcioniše kao aktuator, dimenzionisanju se mora posvetiti posebna pažnja. Dakle, pored dimenzija deonice, moraju se i poštovati tehnički zahtevi.

Pre svega, treba napomenuti da kućište ventila i senzorski element predstavljaju konstrukcijsku celinu. Neophodno je izvršiti prednameštanje termostatskih ventila kako bi se pojedinačni radijatori podesili linearno. Ako termostatski ventili nisu prednamešteni, radijatori koji zahtevaju manje energije ili će dobijati manje ili previše protoka.

Kao rezultat toga, termostatski ventil se mora ponovo zatvoriti i time reguliše protok. Maksimalni protok se može podesiti kroz prednameštanje, čime se sprečava nedovoljno ili prekomerno snabdevanje dok ventili mogu da rade u celom opsegu regulacije.



Slika 8-19 Termostatski ventil (Herz TS 98 V)

8.2.4 Izbor termostatskih ventila

8.2.4.1 Novi sistemi

Pri izboru radijatorskih ventila moraju se razmotriti tehnički uslovi (protok, diferencijalni pritisak) kao i konstruktivna ograničenja (niše, duže deonice, pregrade). Dimenzionisanje ventila se vrši uvek na osnovu nominalnog protoka vode potrebnog grejnom telu. Preko ove vrednosti (u l/h ili m³/h) razmatraju se vrednosti očitane sa dijagrama, koje pokazuju pad pritiska u bar ili milimetrima vodenog stuba. Pad pritiska bi trebalo da iznosi 2...4 kPa

U kombinovanim sistemima (termostatski i ručno regulisani ventili) dimenzionisanje može biti izvršeno na osnovu minimalnog pada pritiska ili prema odgovarajućem pretpodešavanju ručno pokretanih ventila.

Preporučljivo je ugraditi bajpas sa prestrujnim ventilom i ako je moguće izvršiti regulisanje broja obrta pogonskog motora pumpe, kako bi se izvršilo sprečavanje prekomerno snabdevanje i omogućilo rad ventila u celom radnom opsegu.

Primera: Novi sistem sa termostatskim ventilom

Radijator - Predavanje toplote 1000 W

pri $\Delta\theta = 20$ K Razlika temperatura

TS-Eck DN 15 TS-90-E

Pri punoj otvorenosti ventila

za termostatski rad $k_{v2} = 0,9$

RL-5 povratni ventil 3924, $k_{v2} = 1,9$ otvoren

biće: $q_v = 0,043$ m³.h⁻¹

$k_{vs} = 2,3$

$\Delta p = 35$ Pa

$\Delta p = 228$ Pa

$\Delta p = 51$ Pa

Rešenje:

1. Za toplotno opterećenje od 1 kW dimenzija DN 15 je prevelika i za ispravan rad bi trebalo upotrebiti DN 10, što se u praksi ne čini jer radijatori imaju standardne priključke DN15.
2. Termostatski ventil sa sedmostrukim padom pritiska u odnosu na potpuno otvoreni ventil sa x_p od 2 K
3. Povratni ventil je podesiv od 51 do 2840 Pa.
4. TS - ventil i navijak imaju opseg radnog pritiska 100 do 2900 Pa.

8.2.4.2 Sanacija postojećih sistema grejanja uvođenjem termostatskih ventila

Upotrebom termostatskog regulisanja, ugradnjom termostatskih glava postojećim ventilima vrši se ako opseg promene ambijantalne temperature nije veća od 2 K.

Na primer pri temperaturi od 18 °C ventil je potpuno otvoren, a potpuno je zatvoren na 22 °C. Hod klipa je 2 mm i ostvaruje se preko ekspanzivnog tela sa alkoholnim punjenjem.

Pri sobnoj temperaturi od 20 °C ventil je poluotvoren i pritom propušta nominalni protok vode.

U cilju dobijanja ispravnog rada automatskog regulatora neophodno je postaviti relativno visoke otpore.

Ventil sa karakteristikom $x_p = 2$ K može se ugraditi u sistem grejanja tako da korekcija otpora strujanju termostatskom glavom ventila nije neophodna. Ako se ova mogućnost ne razmotri, oblast proporcionalnosti se povećava, tako da se ni najkvalitetnijim ventilima ne može postići zadovoljavajuća funkcija upravljanja. Ugradnjom samo termostatskih ventila, ne može se ostvariti hidraulična i termodinamička ravnoteža grejnih sistema

U takvim slučajevima je preporučljivo:

- Sve ventile kompatibilne sa termostatskom regulacijom trebalo bi podesiti prema $x_p=2K$
 - Višak pritiska mora biti odveden preko povratnog ventila ili pomoću odgovarajućeg podešavanja termostatskog ventila.
 - Korišćenjem delimično zatvorenog radijatorskog ventila diferencijalni pritisak na ventilu ne raste značajno. Prestrujni ventili se ugrađuje iza pumpe.
- Nivo buke usled protoka kroz termostatski ventil bi trebalo držati na niskom nivou (oko 20 dB).

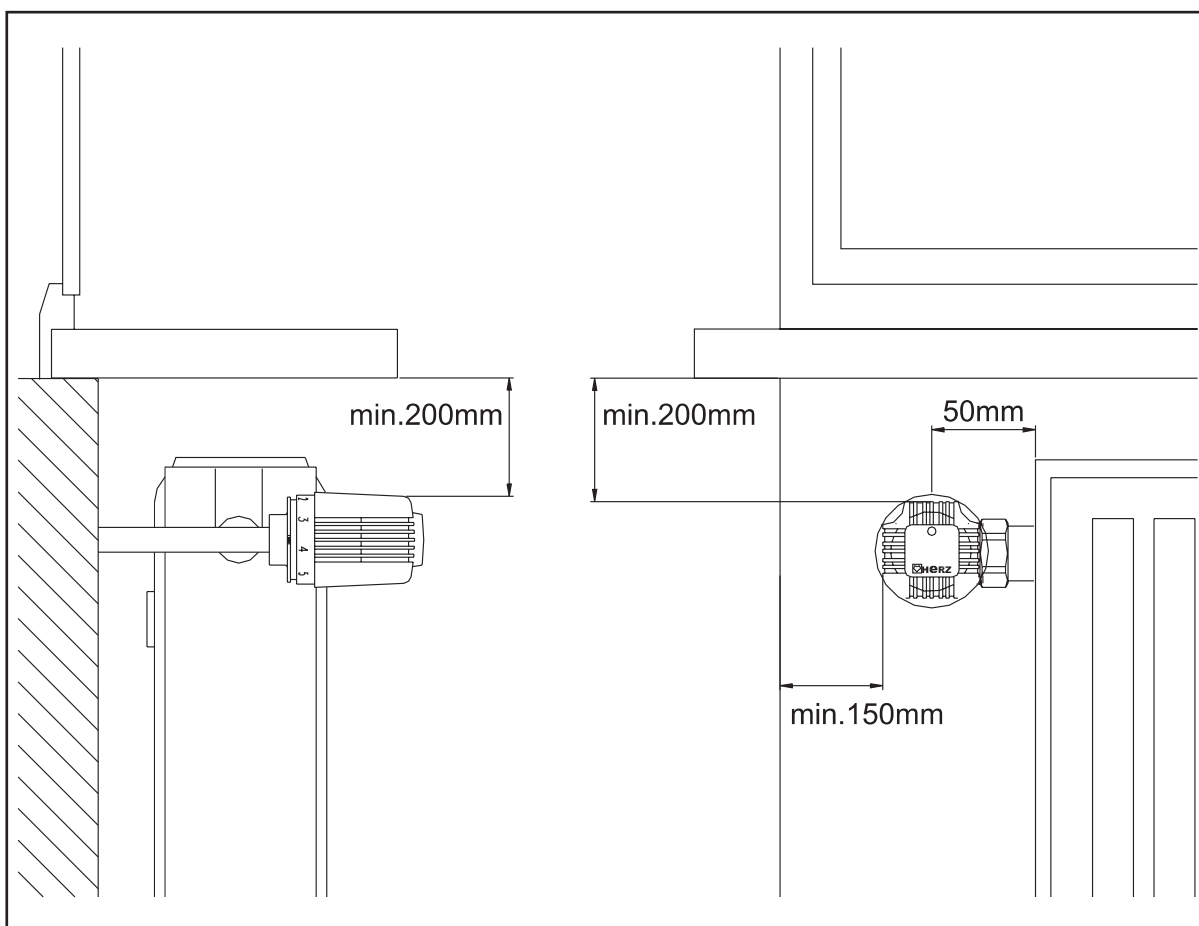
Postojeći sistemi

Prilikom zamene ventila sa ručnom regulacijom termostatskim ventilima, potrebno je imati u vidu da je kod ventila sa ručnom regulacijom najveći gubitak pritiska 1kPa.

U manjim sistema sa manjim protokom će tada biti izabrani ventili sa manjim padom pritiska odnosno većom kv - vrednošću.

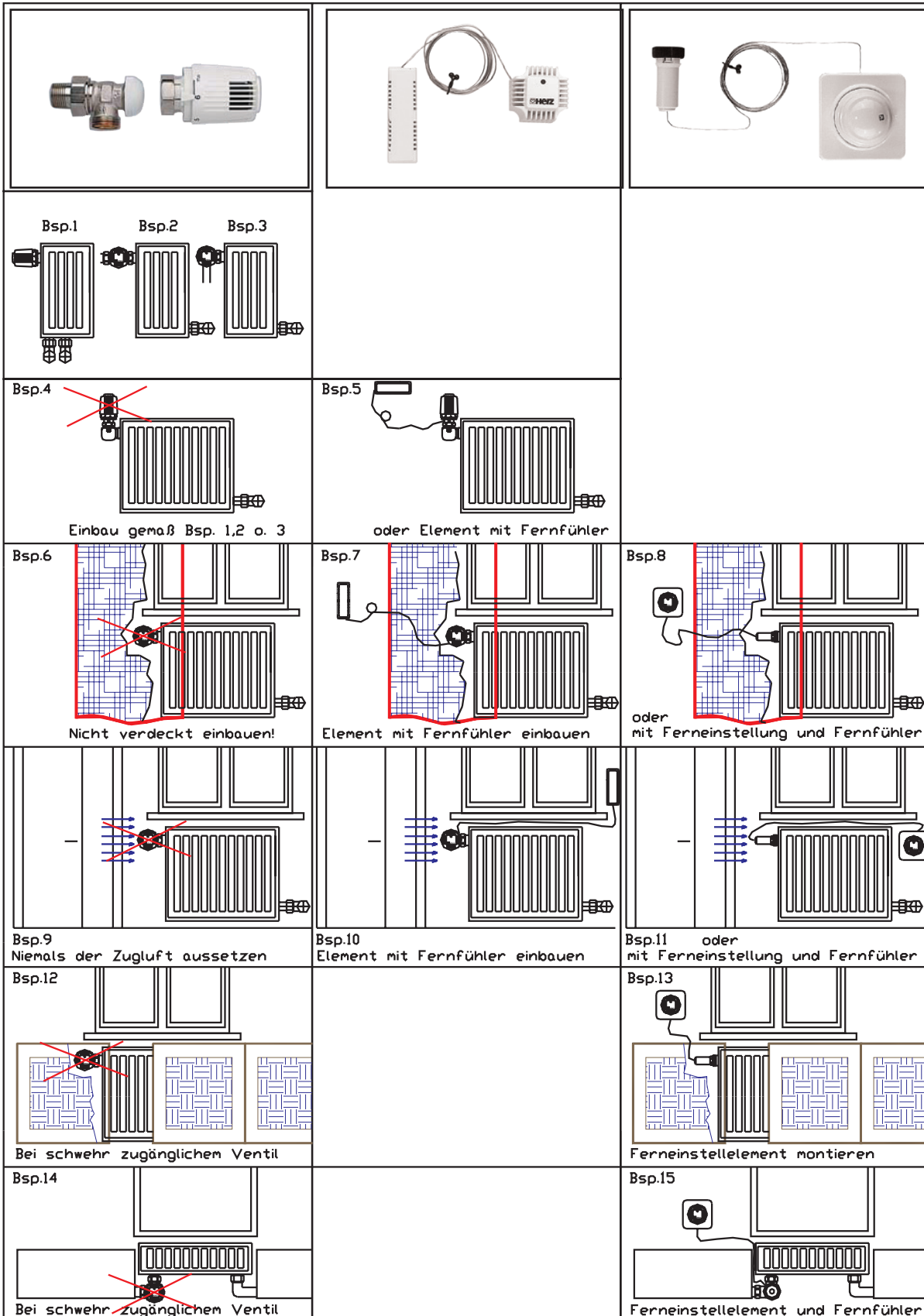
Ovo se takođe odnosi i na klasično izvedene cevovode, za koje su ventili iz TS serije posebno predviđeni (HERZ-TS-E). U većim sistemima, pogotovu u novijim, termostatski ventili smanjuju cirkulaciju vode kroz sistem za 30 %, pa se može računati da pad pritiska na ventilu neće prelaziti 4 kPa. Dodatnu razliku pritiska 3-4 kPa prouzrokuje pumpa zbog smanjenog protoka (na zaustavnom ventilu ili ventilu na obilaznom vodu pri odgovarajućem podešavanju)

Pri samo delimičnoj sanaciji ventila (termostatski i ručni ventili) ručno regulisani ventili bi trebalo da budu pretpodešeni prema najnižem padu pritiska.



Slika 8-20 Minimalna rastojanja pri ugradnji senzora

8.2.5 Regulisanje preko senzora - postavljanje senzora



Ispitivanja su pokazala da je u cilju dovoljne cirkulacije vazduha prilikom ugradnje termostata, potrebno uzeti u obzir brojne faktore

Slika 8 - 21 postavljanje senzora odnosno termostatskih glava

Termostatski senzori su podešeni za rad u okviru sistema i pod normalnim okolnostima nije potrebno vršiti nikakvo dodatno podešavanje.

Termostatski ventili moraju biti ograničeni prema potrebama. Uobičajeno je da se vrši ograničavanje maksimalne sobne temperature. Blokiranje, odnosno postavljanje željene vrednosti odnosi se na željenu vrednost za određenu oblast (npr. hodnik, stepenište itd.)

Posebne napomene:

Sigurnost od mržnjenja:

U opsegu regulisanja termostatskih radijatorskih ventila nalazi se pozicija za zaštitu od smrzavanja vode u instalaciji (otvaranje između +4°C i +8°C).

Preciznost (osetljivost) senzora: Preciznost senzora zavisi od izbora proizvođača, dimenzija i načina ugradnje (pozicioniranje i ugradnja senzora)

Histerezis: Histerezis je izraz temperaturnog odstupanja, koje je neophodno kako bi se prevazišla inertnost termostatskog ventila. Unutrašnja inercija je primarno posledica trenja. Histerezis je merljiv i prema EN 215 ne bi trebalo da premašuje 1 stepen. Za manje vrednosti preciznija je regulacija.

Uputstva: Svakom od kupaca dati odgovarajuće uputstvo.

Standard: Upotrebljavati samo termostatske ventile koji su u skladu sa standardom EN 215

Temperatura: Ako je gornji deo radijatora topliji, a donji hladniji, to može biti znak da je izvršena dobra regulacija termostatskim ventilom

Sistemi: Hvatač nečistoće je preporučljiv u sistemu kako bi se održala neophodna čistoća vode

Izmene: Prilikom zamene postojećih ručno regulisanih ventila termostatskim sledeće smerice moraju biti ispoštovane:

- U malim sistemima grejanja može se izbeći zamena cirkulacione pumpe i samo izvršiti zamena ručno pokretanih ventila termostatskim, jer promene pritiska nisu značajne.

- U većim sistemima svi termostatski ventili izazivaju veće padove pritiska. U većim sistemima će veći otpori biti automatski eliminisani zbog manjeg protoka pumpe.

8.2.6 Izbor pumpe i generisanje buke

U sistemima za grejanje sa termostatskim ventilima voda praktično nikada ne cirkuliše nominalnim protokom. U praksi protok varira između 100 % i 50 % . U ekstremnim uslovima, još manje. Porast pritiska pumpe više ili manje, u zavisnosti od karakteristike, smanjuje otpore na deonici srazmerno kvadratu smanjenja brzine strujanja.

Ograničenje buke:

Gornja granica buke izazvane radom termostatskih ventila iznosi 30 dB(A) i ne sme biti prekoračena. Kada se ventili u grejnom kolu zatvore, dolazi do porasta diferencijalnog pritiska na ventilima. Ako razlika pritisaka na ventilu pređe 2 mV_S, javljaju se problemi sa bukom.

9 Dimenzionisanje cevovoda dvocevnih grejnih sistema

Cirkulaciona pumpa ima gubitke pritiska koji se javlja usled cirkulacije vode. Dimenzionisanje cevovoda može se izvršiti na dva načina:

- 1) preko uslova brzine
- 2) preko gubitaka usled trenja

9.1 Metoda izbora brzine

Aproksimativne vrednosti brzina za izbor dimenzija cevovoda iznose::

- Usponski vod $w < 0,8$ m/s mind. DN 25
- Razvodni vod $w < 1,0$ m/s do DN 65
- Podstanica $w = 0,5 - 1,0$ m/s
- Priključak radijatora $w = 0,2 - 0,3$ m/s
- Daljinsko grejanje $w = 2,0 - 3,0$ m/s

Na osnovu navedenih vrednosti može biti izvršen izbor nominalnog prečnika cevi u cevovodu. Uz pomoć ovog standardizovanog postupka moguće je odrediti pad pritiska.

Ako izračunata vrednost nije u skladu sa datim padom pritiska, novi pad pritiska može biti određen na osnovu drugog standardnog prečnika cevi.

Ovaj metod je preporučljivo koristiti kada padovi pritiska usled lokalnih otpora na deonicama cevovoda ne mogu biti tačno izmereni ili utvrđeni.

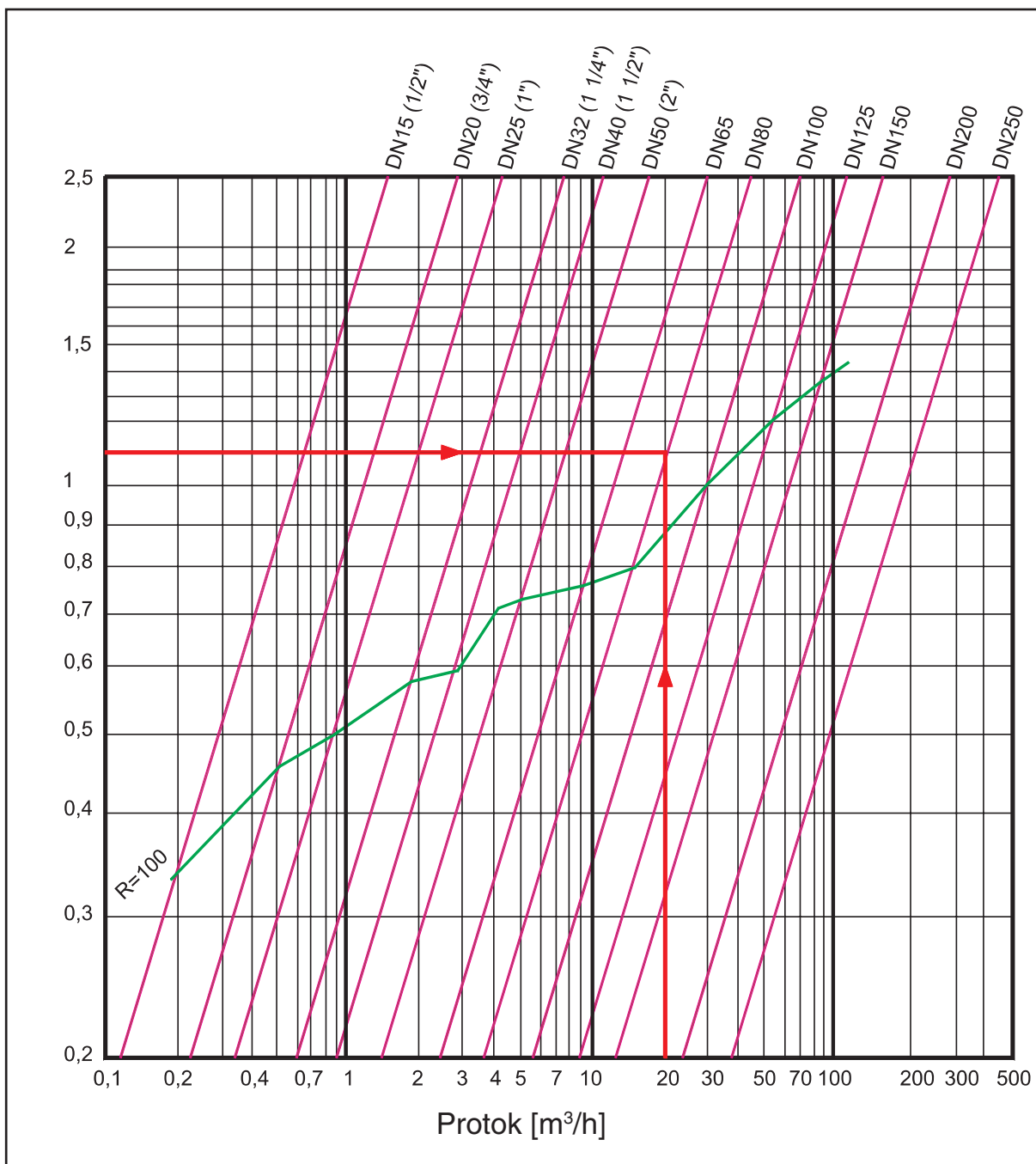
Proračun cevovoda za sisteme sa vodom

Proračun za izbor dimenzija cevi i izbor pumpe odnosi se na određivanje nominalnih parametara. Ako ne postoji proračun, tada se potrebna nominalna veličina cevi može odrediti na osnovu datog protoka, korišćenjem dijagrama. Trebalo bi izbegavati brzinu veću od 2 m/s.

Primer: Određivanje veličine cevi

Odrediti potrebnu nominalnu veličinu cevi za protok od 20 m³/h sa dozvoljenom brzinom strujanja od 1,1 m/s (vidi sliku 9-1)

Rezultat prema dijagramu: DN 80



Slika 9-1 Dijagram cevovoda

9.2 Metoda srednjih gubitaka usled trenja

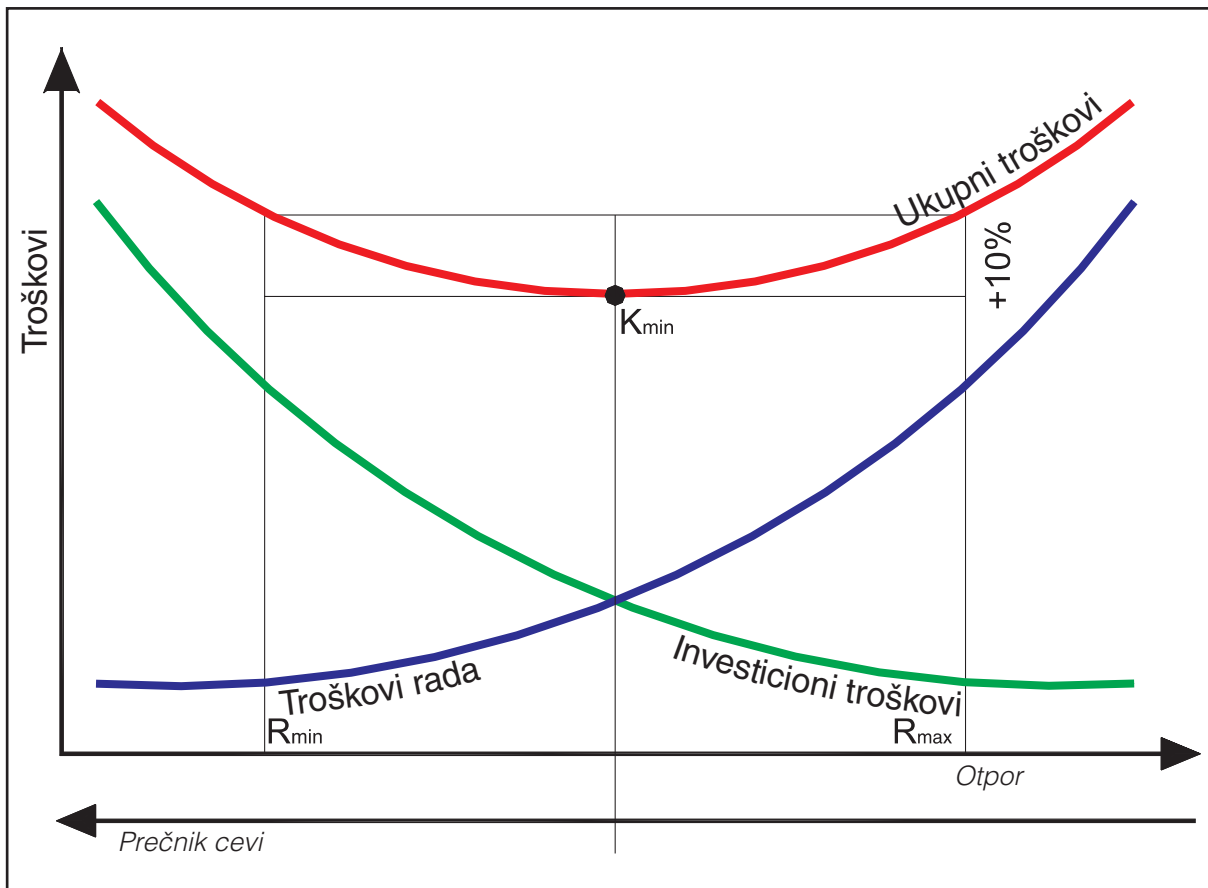
Ova metoda se široko i pouzdano primenjuje za veće cevovode grejnih sistema. Pritisak pumpe jednak je zbiru svih gubitaka u cevovodu.

$$p_P = \sum (R \cdot l + \Delta p_E) + \Delta p_V$$

Veći protok pumpe rezultovaće manjim prečnikom cevi, a samim tim i manjim investicionim troškovima, dok sa druge strane vremenom se akumuliraju troškovi izazvani većom potrošnjom energije.

U drugom slučaju će sistem imati manji protok. Pedantnom ekonomskom kalkulacijom može se ustanoviti koji je od dva rešenja prihvatljiviji u datom trenutku.

Otpor od $R=100 \dots 200 \text{ Pa/m}$ je srednja preporučena vrednost pada pritiska usled otpora u cevovodu.



Slika 9-2 Kriva troškova

Smernice za dimenzionisanje

Glavne distributivne mreže je preporučljivo proračunavati saglasno „metodi konstantnog pada pritiska“

U zavisnosti od dimenzije cevi usvajaju se

sledeći parametri:

$$\Delta p_R = \text{Pad pritiska po metru}$$

$$w = \text{Brzina fluida u deonici}$$

Tab. 12-1

do DN 80	$\Delta p_R = 100 \text{ Pa}\cdot\text{m}^{-1}$	$w = 0,25 \text{ do } 1,0^{(2)} \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
DN 100 do DN 200	$\Delta p_R = 70 \text{ Pa}\cdot\text{m}^{-1}$	$w = 0,90 \text{ do } 1,5^{(2)} \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
DN 250 do DN 500	$\Delta p_R = 50 \text{ Pa}\cdot\text{m}^{-1}$	$w = 1,20 \text{ do } 2,0^{(2)} \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

1) Preporučuje se za cevovode sistema centralnog grejanja. Zasniva se na pretpostavkama temperature vod $\theta_w = 60^\circ \text{ C}$ srednje hrapavosti cevi $k = 0,045 \text{ mm}$, i kinematičke viskoznost $\nu = 0,475 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$

2) Najmanja brzina strujanja odgovara najmanjoj dimenziji cevi, a respektivno, većoj brzini strujanja odgovara najveći prečnik.

Vodovi daljinskog grejanja:

Preporučene vrednosti su 2...2,5 m/s i 250...300 Pa/m

9.3 Sila gravitacije u proračunima grejnih sistema sa vodom

Efektivna razlika pritisaka:

U kotlu se voda zagreva i grejnim telima odaje toplotu. U svakoj tački hlađenja javlja se efektivna razlika pritisaka, kao da je mala pumpa instalirana u tom delu sistema. Na primer, kod sistema sa temperaturom 90/70 C pojavljuje se razlika u gustini vode.

$$\Delta p = g \cdot h \cdot (\rho_R - \rho_V)$$

$$9,81 \cdot (977,7 - 965,2) \cdot h = 122,6 \cdot h \quad \text{u Pa}$$

Visina h je u metrima. Proračun cevovoda se izvodi analogno proračunu kod sistema sa pumpom. Kod sistema sa pumpom takođe se deo cirkulacije vrši prirodno. Njen udeo je mali, ali pri preciznom proračunavanju ne sme biti zanemaren uticaj gravitacije. Pad pritiska u takvom slučaju je $R = 25 \dots 30 \text{ Pa/m}$. Brzina strujanja vode je $0,3 \text{ m/s}$.

Sistemi podnog grejanja sa neizolovanim cevima:

Grejni element sa najdužim grejnim kolom ima najveće odavanje toplote, ali i najveće gubitke. Za ove sisteme se usvaja otpor od $R = 1,5 \text{ do } 2 \text{ Pa/m}$. Ovakve sisteme bi generalno trebalo izbegavati zbog loših mogućnosti regulisanja i velikih toplotnih gubitaka.

Radijatorski ventili sa manjim padom pritiska se ugrađuju u sisteme sa većim uticajem gravitacione sile (npr. HERZ-TS-E)

9.4 Proračun paralelnih deonica

9.4.1 Princip hidraulične ravnoteže

Padovi pritiska u paralelno povezanim mrežama moraju biti isti.

(analogija sa zakonom jednakosti napona između dva čvora u strujnom kolu)

Višak diferencijalnog pritiska:

Nakon dimenzionisanja najvažnijih deonica vrši se proračun preostalih grana. Na primer, možemo dimenzionisati pumpu.

Na čvornoj tački između potisnog i povratnog voda, pri punom opterećenju pumpe važi da je razlika pritiska jednaka preostalom diferencijalnom pritisku ili

Δp = diferencijalnom pritisku u čvoru

Dimenzionisaje cevi na mestu čvora vrši se preko formule::

$$vorl \cdot R = \frac{a \cdot (KDD - p_v)}{l}$$

U ovom slučaju se koristi dužina deonice l od čvorne tačke do najudaljenijeg grejnog elementa.

Nastavlja se određivanjem proporcionalnog udela otpora usled trenja u cevima u ukupnom otporu u cevovodu.

Približno određivanje ovih odnosa vrši se obično na sledećim sistemima:

- Duge deonice kod daljinskog grejanja, , Otpor proticanju usled trenja u cevima 90 % lokalni otpori 10 %

$$R \cdot l = 0,9 \cdot \Delta p_{ges}$$

- Sistemi centralnog grejanja u stambenim objektima

Otpor proticanju usled trenja u cevima 67 % lokalni otpor 33 %

$$R \cdot l = 0,67 \cdot \Delta p_{ges} = 2/3 \cdot \Delta p_{ges}$$

- Sistemi centralnog grejanja u stambenim objektima

Otpor proticanju usled trenja u cevima 10 % lokalni otpori 90 % $R \cdot l = 0,1 \cdot \Delta p_{ges}$

Otpor kroz armature kao što su npr. regulacioni

ventili p_v određuju se sa dijagrama.

Dimenzionisanje cevi paralelno postavljene deonice može se izvršiti na osnovu srednje vrednosti R prema podacima iz tabele. Zbog činjenice da su dimenzije cevi date preko aritmetičkog niza veličina, što ne odgovara standardnom redu dimenzija prema kojima se izrađuju cevi (npr. 3/8" i 8x1), pojaviće se višak pritiska p_R . U cilju ostvarenja optimalnog rada prema principima hidraulike, preostali pritisak mora biti eliminisan preko pretpodešenog ventila.

Prednameštanje

Ventili se prednameštaju specijalnim ključem na položaj maksimalne otvorenosti i/ili minimalnog pada pritiska. Pad pritiska raste sa odgovarajućim povećanjem otpora. Izvan graničnih podešenih vrednosti na ventilu ne utiče zatvaranje ili otvaranje pri regulisanju.

Hidrauličko balansiranje

Cevovodi se moraju podesiti prema stvarnom protoku vode. Balansiranje cevovoda prema željenom stanju može se izvršiti jedino prema izmerenom protoku.

Zato su posebno razvijene armature sa ugrađenim mernim ventilima - ventili serije HERZ STRÖMAX GM ili serije HERZ STRÖMAX M.

9.5 Cevovodi sa postojećom pumpom

Ako je data jedna pumpa, cevovod se mora dimenzionisati na osnovu potisne visine date pumpe, koja se ne sme prekoračiti. Tada se računa sa otporima svedenim na izlaz pumpe sved.R

$$sved.R = \frac{a \cdot \Delta p_p}{l_K}$$

Gde su:

Δp_p kPa Pritisak pumpe (npr. 2mVS = 20 kPa = 0.2 bar)

l_K m dužina deonice do najudaljenijeg grejnog elementa

9.6 Postupak dimenzionisanja cevne mreže sa cirkulacionom pumpom

Svaki od planiranih koraka mora biti sproveden prema navedenoj proceduri. Izvorni dijagrami vrednosti H date su u prilogu.

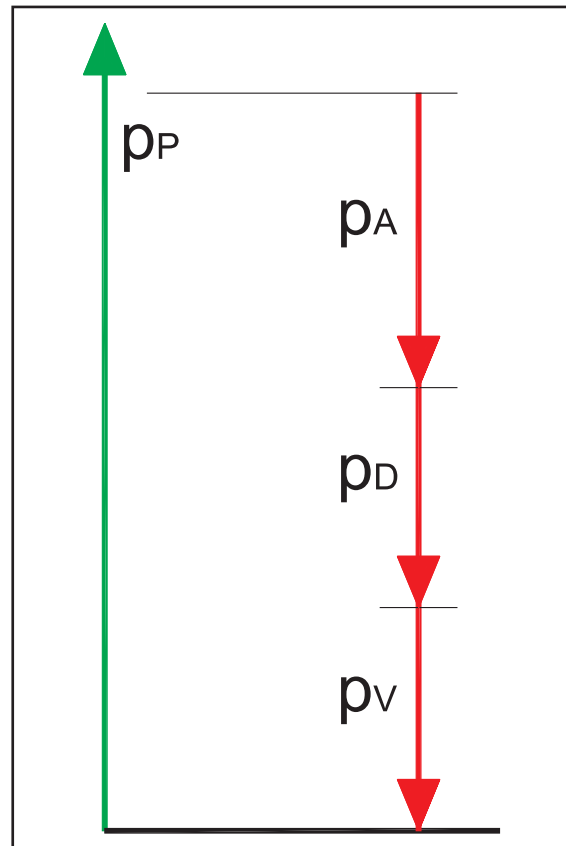
1. Određivanje potrebne potisne visine pumpe

Šematski prikaz postupka dat je na slici 9-5.

- Inicijalno podešavanje cevovoda.
- Opterećenje deonica u vatima (W) odnosno kg.s-1 (energija predata sa grejnih tela), određuje se prema dijagramu H104. Tako se određuje maseni protok q_m a stvarnim snagama grejnih tela.
- Koriguje se srednji krug grejanja prema tabeli H 105 i unose se dužine deonica.
- Za ovakav sistem usvajaju se cevi sa $R = 100...150 \text{ Pa/m}$
- Iz tabele H 106 utvrđuju se otpori i unose se u tabelu H 105
- U tabeli H 105 utvrđuju se stvarne vrednosti R i w iz tabele otpora trenja cevi
- Izračunavanje zbira $R \cdot l + \Delta p_E = \text{stvarni Pad pritiska na deonici}$
- Pad pritiska u sistemu (potrošački krug) p_A je zbir $R \cdot l + p_E$
- Za određivanje regulacionih ventila, kao što je ranije prikazano, potrebno je poznavati parametre deonice (npr. kolo kotla pri regulisanju mešanja) $p_D < p_V$
- Zbir vrednosti u koloni Δp daje potrebnu potisnu visinu pumpe = pad pritiska u sistemu

p_A	+	Pad pritiska na deonici sa promenljivim protokom p_D
	+	Pad pritiska na regulacionim ventilima p_V

$$p_P = p_A + p_D + p_V$$



Slika 9-3 Dijagram pritiska

2. Proračun paralelnih deonica

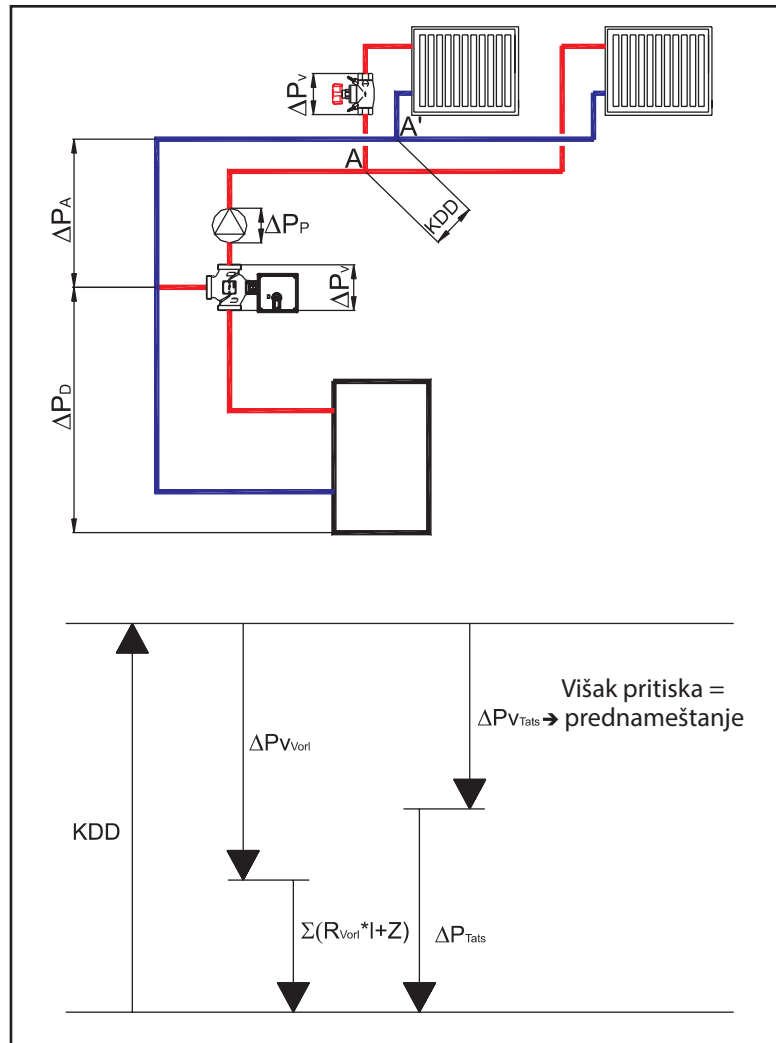
Šematski prikaz postupka prikazan je na slici 9-6.

- Iz krajnje tačke sledeća deonica će označiti drugu krajnju tačku.
- Efektivni diferencijalni pritisak u čvoru je već prethodno dimenzionisan prema dijagramu
- Prethodni $R = \frac{a \cdot (KDD - p_v)}{l_A}$ za cevovod (paralelno postavljeni vodovi) gde je l_A = izračunata dužina deonice za odabranu dimenziju cevi.
- Zatim se određuje stvarni pad pritiska $\Delta p_{tats} = R \cdot l + \Delta p_E$.
- Višak pritiska $\Delta p_R = KDD - \Delta p_{tats}$.
- Pad pritiska na ventilu $\Delta p_V = \Delta p_R$

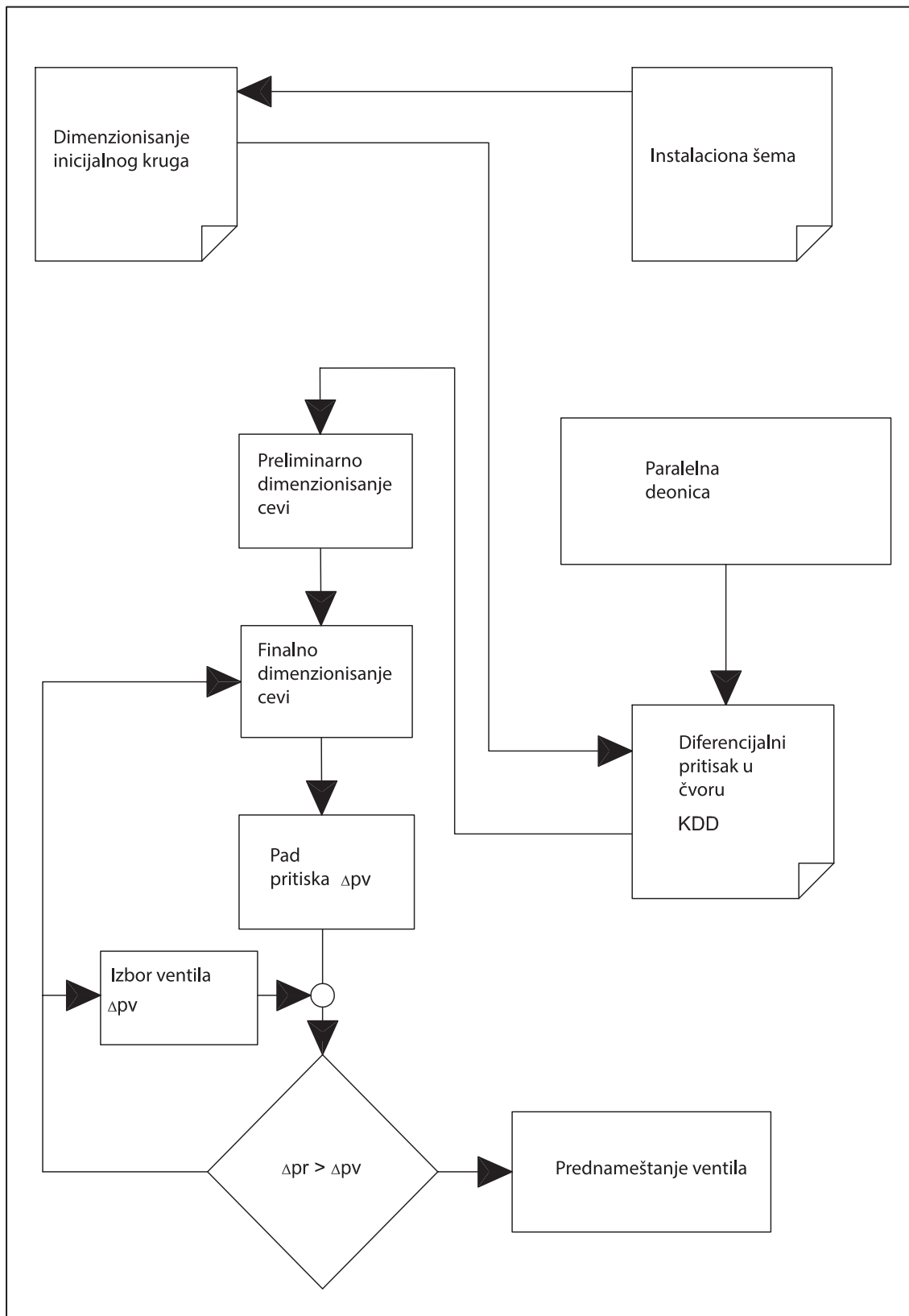
Napomena:

- Potrebno je odrediti stvarno Δp tats. bez ventila.
- Ako je $\Delta p_V > \Delta p_R$, prečnik cevi se mora povećati. Ako je $p_V < \Delta p_R$, tada se bira manji prečnik cevi.

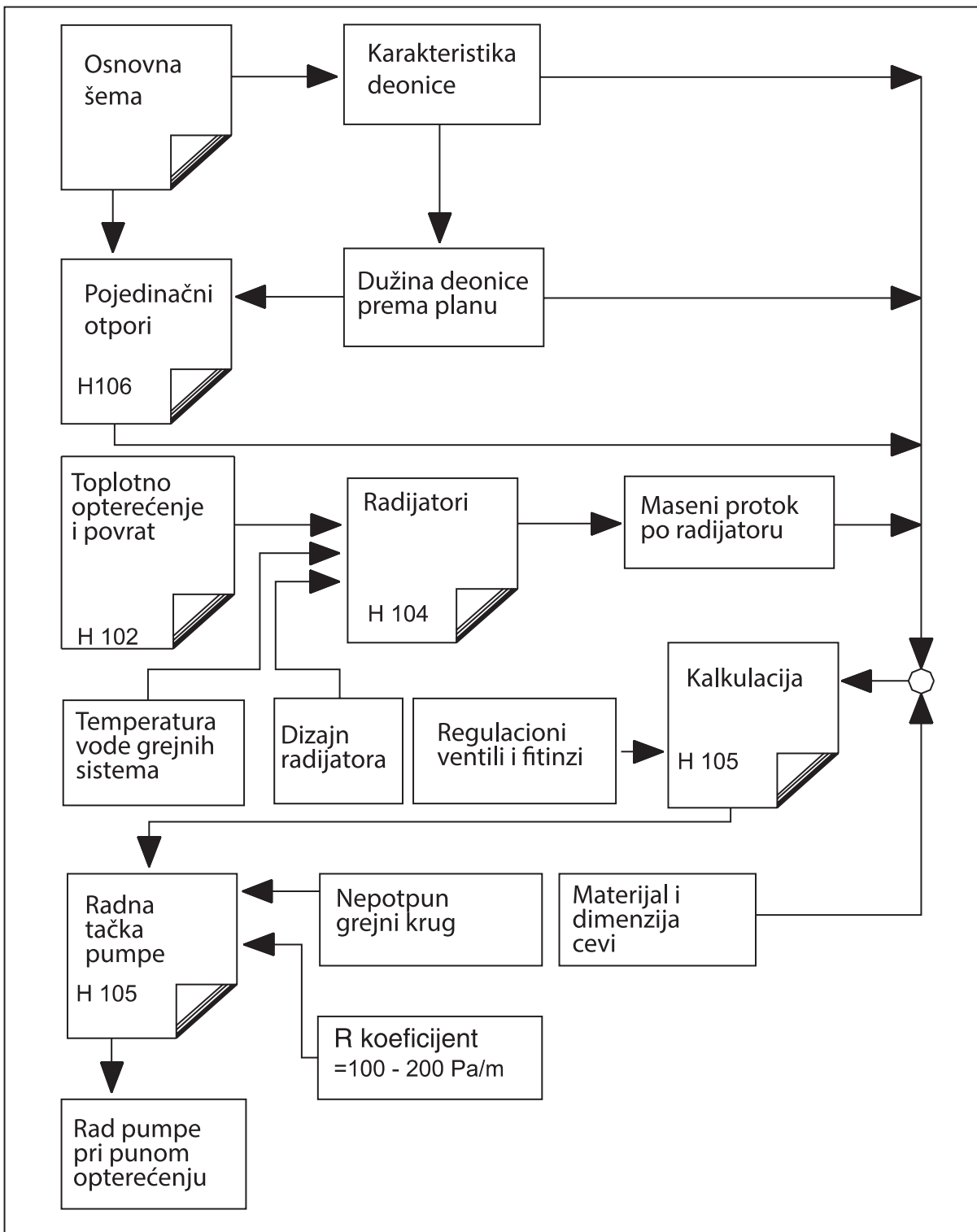
Kod sledeće deonice diferencijalni pritisak u čvoru jednak je već izračunatom padu pritiska na deonici 1) i dalje se računa prethodno prikazanim postupkom. Na slici 9-4 prikazano je grafičko određivanje pritiska.



Slika 9-4 Određivanje viška pritiska



Slika 9-5, Šematski prikaz postupka dimenzionisanja sistema za grejanje toplom vodom



Slika 9-5 Šematski prikaz postupka proračuna mreže grejnog sistema sa paralelnim deonicama

9.7 Radijatorski regulacioni ventili

Ventili moraju ispuniti sledeće zahteve:

Zatvaranje i regulisanje (slavine, ventili, zasuni)

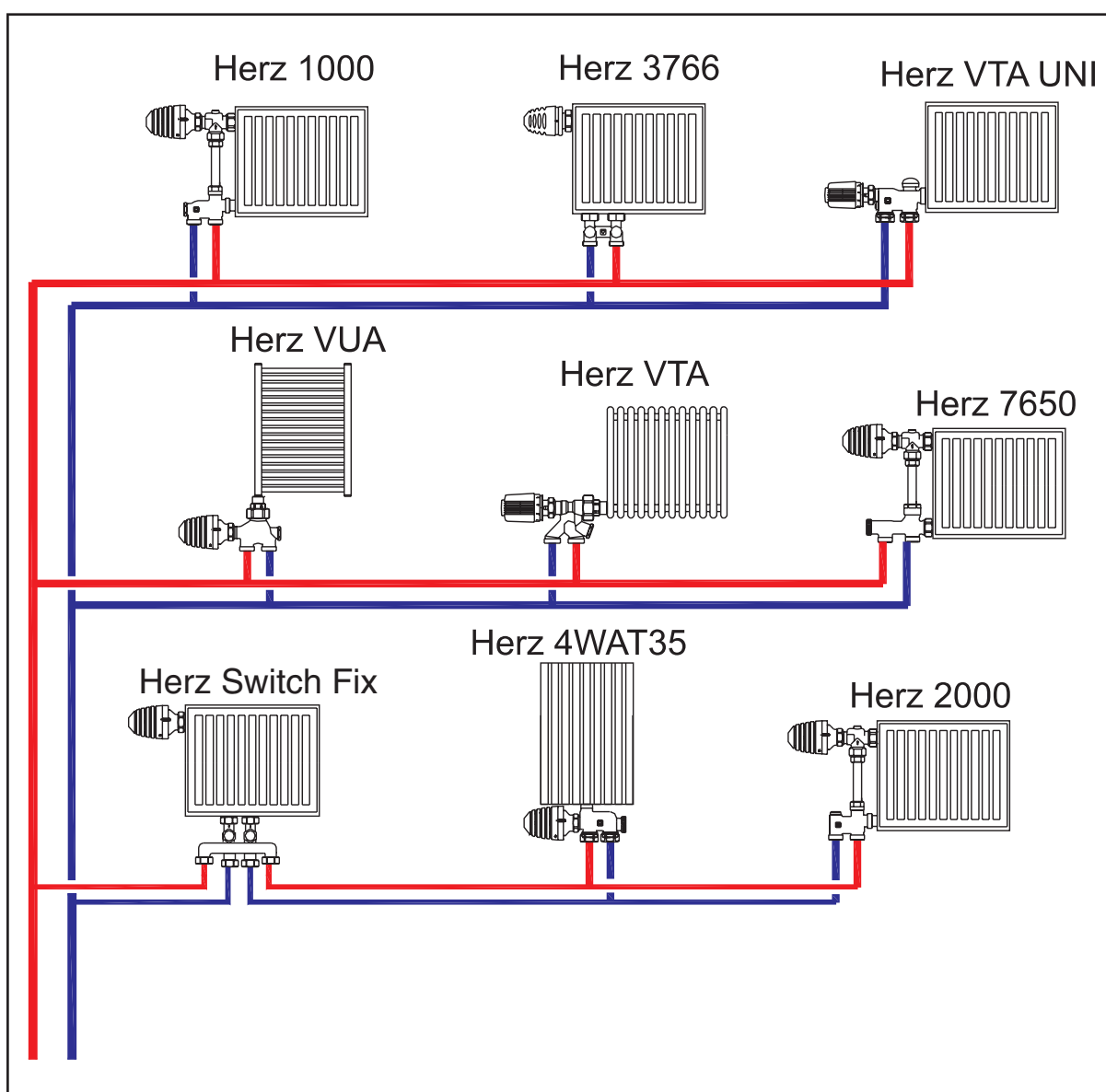
- Laka i precizna manipulacija
- Materijal ručnog točka ili ručice: otpornost na toplotu i slaba provodljivost toplote
- Pouzdano zatvaranje i dobra zaptivenost
- Zaptivna površina mora imati visoku

otpornost prema koroziji, mehaničkom i termičkom opterećenju.

- Dobra pristupačnost zaptivkama i zaptivnim čaurama
- Laka zamena delova

Dodatni zahtevi za armature npr. radijatorske ventile, koji moraju biti ispunjeni:

- Obrtanje ručnog točka mora biti



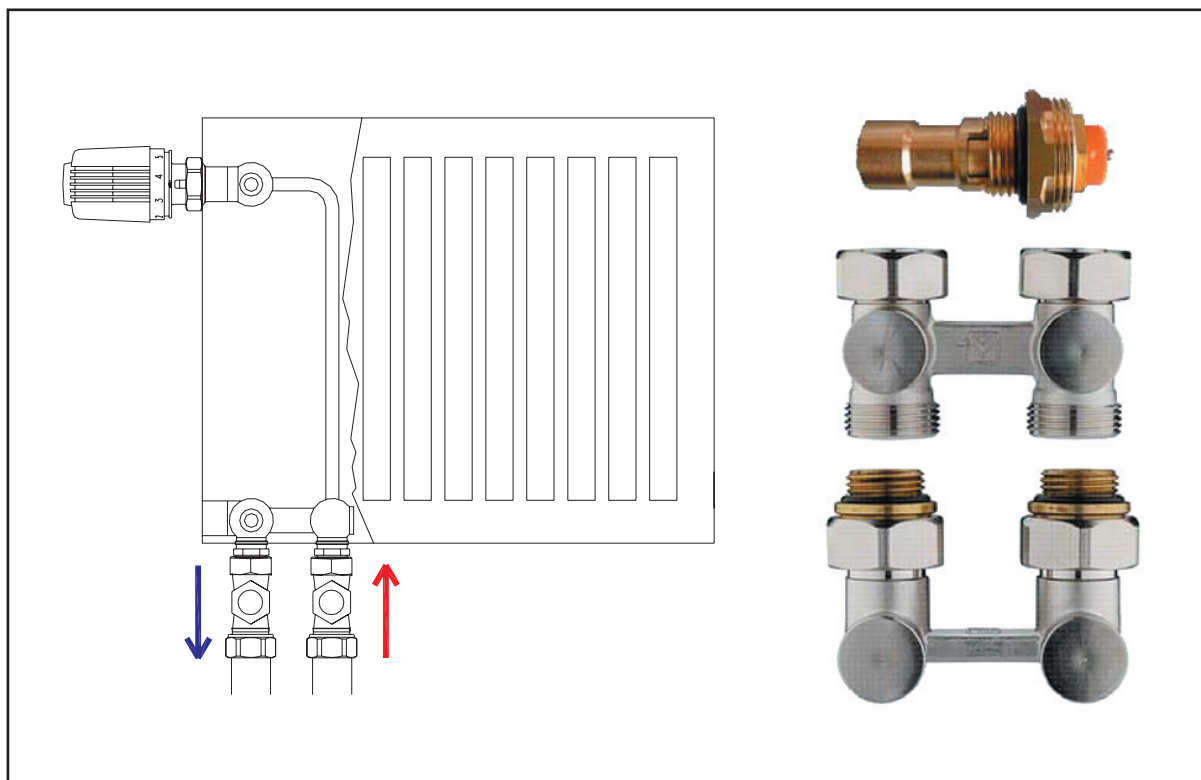
Slika 9-7 Radijatorske armature HERZ za dvocevni sistem

proporcionalno efektu koji ima na promenu pritiska

- Regulacioni element mora imati vidljiv deo za pretpodešavanje otpora sa odgovarajućom skalom. Podešavanje se mora vršiti lako, brzo i jednostavno.

Na slici 9-7 prikazane su različite varijante veživanja grejnih tela upotrebom HERZ armatura.

Priključivanje na dvocevni sistem prikazano je na slici 9-8



Slika 9-8 Priključivanje grejnih tela sa ugrađenim armaturama na dvocevni sistem grejanja

9.8 Razdelnici i sabirnici

Razdelnici i sabirnici se koriste za centralizovanu organizaciju više potrošača. To mogu biti grejna kola podnog grejanja ili pojedinačno vezani elementi.

Na razvodnicima se nalaze specijalni ventili preko kojih je moguće regulisati protok vode, npr. topmetar (slika 9-9).

Topmetar se postavlja na razdelnik i služi za ručno podešavanje protoka u granama sistema.

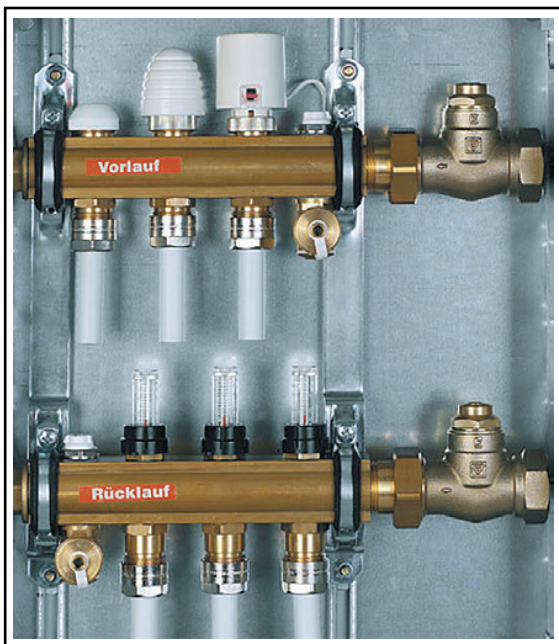
Preko topmetra se okretanjem rotacionog dela podešava protok, koji se može očitati sa skale.

Razdelnicima i sabirnicima razdvajamo ili spajamo deonice u cevovodu.

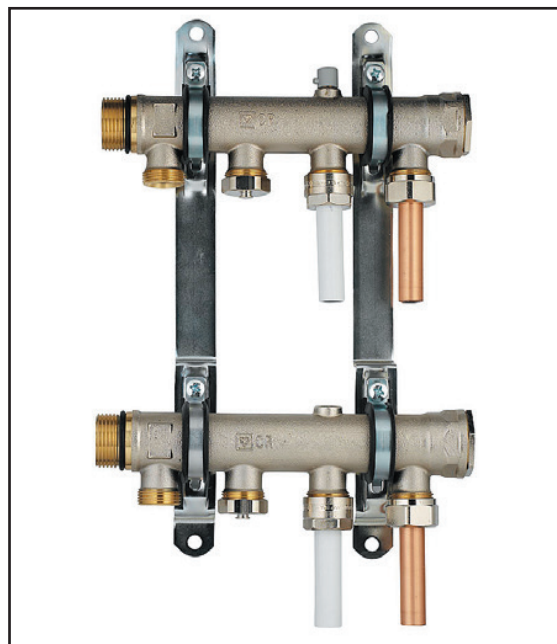
Kompaktni razdelnici su liveni, pa nije moguće nastavljati ih, tj. imaju definisan broj ulaza i izlaza. Broj priključaka nije moguće menjati.

Razdelni sistem

Kod razvodnih podsistema u okviru dvocevni grejnih sistema svako grejno telo je direktno priključeno na razdelnik.



Slika 9-9 Razdelnik



Slika 9-10 Kompaktni razdelnik

10 Dimenzionisanje cevodova kod jednocevnih sistema

Potisni i povratni vod grejnog elementa kod jednocevnih sistema je povezan u grejno kolo preko iste cevi. U zatvorenim sistemima protok se grana na armaturi grejnog tela. Pri maksimalnom protoku od 100% sva voda u sistemu cirkuliše preko grejnih tela, npr. konvektori, podno ili zidno grejanje. Pri temperaturi u grejnom telu mnogo je povoljnije razdvojiti protok.

Proračun ovih sistema zahteva superpoziciju znanja iz hidraulike i termodinamike (zagrevanje površine grejnog tela u funkciji protoka i promene temperature)

10.1 Jednocevni zatvoreni sistemi grejanja

Jednocevni sistem - izvođenje

Upotreba cirkulacionih jednocevnih sistema i priključenim grejnim telima preporučuje se za ugradnju prilikom renoviranja starijih objekata i kod novih objekata sa etažnim grejanjem. Pored toga preporučljiv je za različite grejne zone (slika 10-1)

Prednosti:

- Materijalna ušeda u cevima
- Preko prigušnih i radijatorskih ventila vrši se regulisanje protoka gotovo konstantno
- Nije potrebno razbijanje podova
- Najjednostavniji i najjeftiniji sistem grejanja

Nedostaci:

- Potrebna je veća potisna visina pumpe
- Toplotno opterećenje pojedinačnih grejnih tela mora biti posebno regulisano

Dimenzionisanje sistema koji rade pod normalnim uslovima vrši se preko tri metode::

1. Aproximativna metoda „Rajhov postupak“ (Reichow)
2. Proračun prema „Jednačini ravnoteže“
3. Grafička metoda po „Helmker-u“ (Helmker)

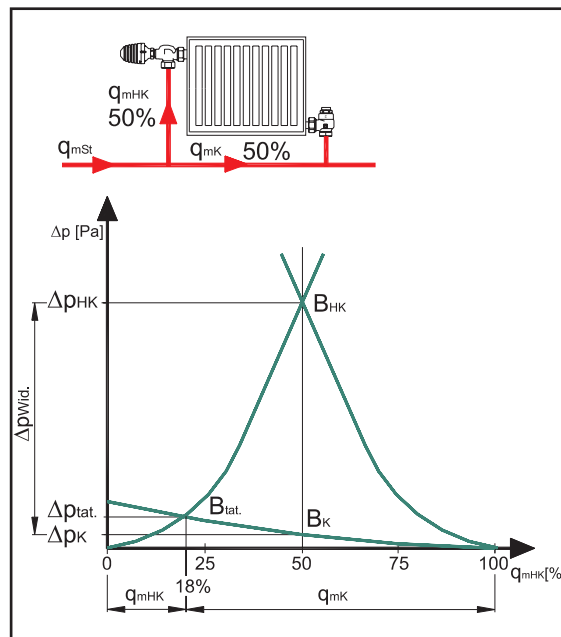
U svakoj od navedenih metoda mora biti ispunjen uslov ravnoteže otpora na paralelnim deonicama.

Ravnoteža se može lako uočiti na slici 10-1. Distribucija vode je određena kao 50/50 %.

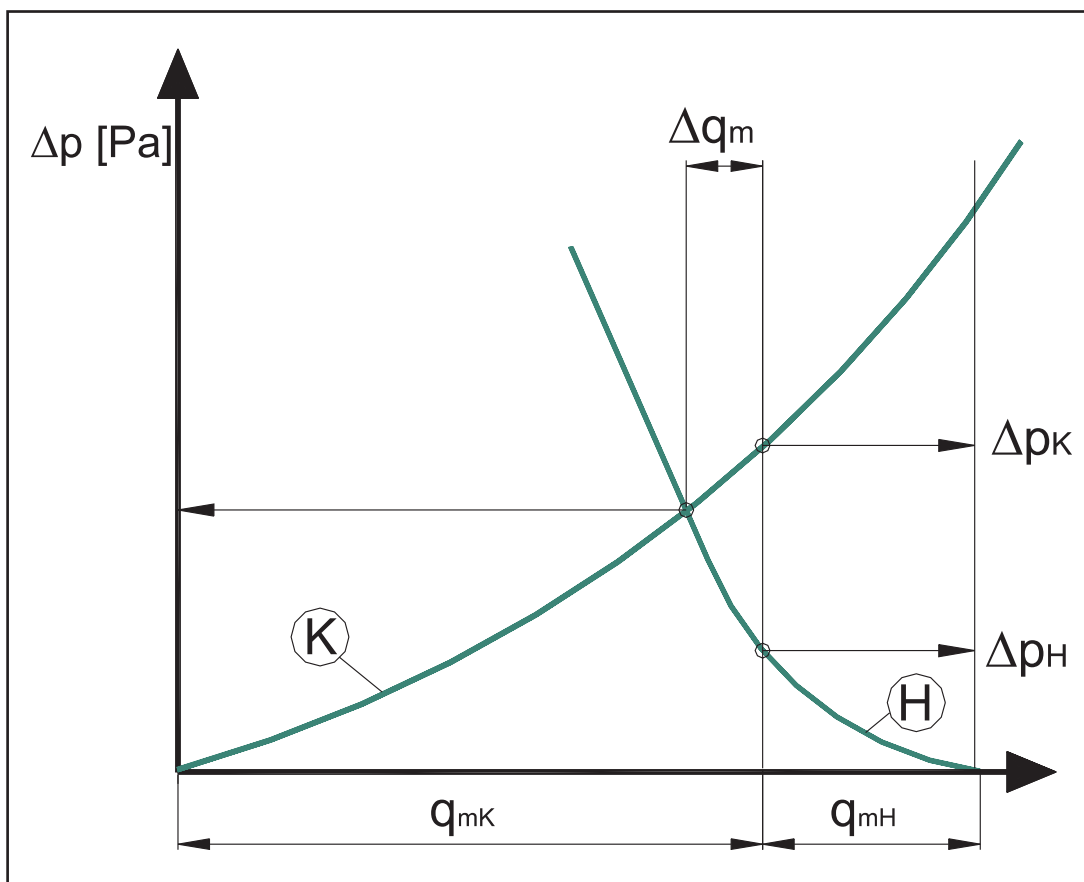
Na prikazanom dijagramu po Helmker-u, pad pritiska na deonici zatvorenog kola BK i preko grejnih tela sa ventilima B_K i preko grejnih tela sa ventilima B_{HK} postavljeni su tako da svako kolo prima 50 % protoka. Na osnovu toga se dobija presečna tačka $B_{tat.}$ na liniji karakteristike mreže (parabola).

Ona se nalazi na protoku od 18% kroz grejno telo. U slučaju da je dobijena vrednost premala, mora se upotrebiti dodatni otpor BHK - BK u zatvorenom kolu. Na taj način se dostiže raspodela 50/50 %.

Na osnovu jednačine ravnoteže moguće je odrediti razliku protoka Δq_v .

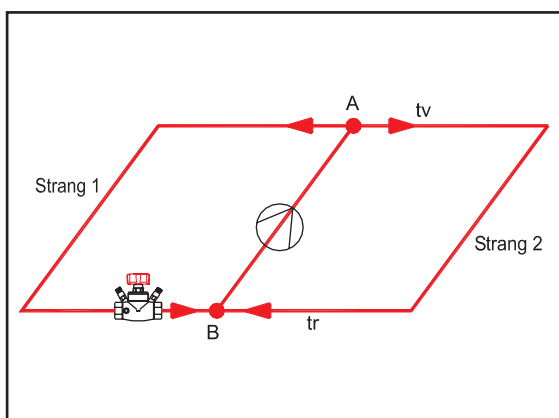


Slika 10-1 Hidraulična ravnoteža



Slika 10-2 Jednačina ravnoteže - grafički prikaz

Gubici pritiska su u jednocevnim sistemima 2-4 puta veći nego u konvencionalnim grejnim sistemima. Potrebno je usvojiti početno toplotno opterećenje od 10 do 15 kW podeljeno u dve ili više grejnih zona. Ovde padovi pritiska moraju biti jednaki u svakoj od grejnih zona.



Slika 10-3 Balansiranje pomoću regulacionih ventila

Na bazi ventila raspoloživih na tržištu, pri temperaturnoj razlici od 15 K, najveće moguće je opterećenje po deonici može biti 6-8 kW. Kod većih toplotnih opterećenja, neophodno je grejno kolo podeliti na dve ili više manjih deonica (slika 10-3). Regulacija pritiska na deonicama vrši se preko regulacionih ventila.

Dimenzionisanje grejnog kruga:

Neophodna količina vode u grejnom krugu se izračunava preko toplotnog opterećenja kruga

$$m_R = \frac{\Sigma \Phi_{HK}}{c(\theta_V - \theta_R)_R}$$

Gde razlika između ambijentalne temperature i temperature grejnog medijuma ne bi trebalo da prelazi 10-15 K.

Dalje je potrebno izabrati dovoljno veliku brzinu strujanja vode, jer bi u suprotnom to dovelo do premalog protoka fluida kroz grejno telo. Tako pad pritiska u zatvorenom kolu može postati suviše mali. Prekoračenjem brzine preko 1 m/s, sa druge strane dovodi do pojave buke.

Preporučena vrednost za brzinu je $w = 1$ m/s i $R = 100$ Pa/m a za otpor t .

Mogućnost balansiranja pritiska u zatvorenom kolu vrši se preko regulacionih ventila na razvodniku. Cevovod se može postavljati i u horizontalnoj i u vertikalnoj ravni.

Kod vertikalno postavljenih cevovoda napajanje toplom vodom je moguće izvesti sa donje ili gornje strane i oba su rešenja široko primenjena. Čak i kombinovano korišćenje ovih varijanti daje zadovoljavajuće rezultate.

Kod horizontalno instaliranog cevovoda neophodno je napraviti prelaz preko pragova vrata. Pad temperature na grejnim telima bi trebalo da bude što je moguće veći, kako bi se izvršila dobra regulacija raspodele toplote.

Prednosti horizontalnog cevovoda:

- Ušteda i mogućnost regulacije (merenje)
- Manje grubih radova na podovima
- Olakšano održavanje

Instaliranje pumpe potrebno je izvršiti tako da postoji višak pritiska (za radnu tačku sistema. npr. termoblok sa padom pritiska od 25 kPa na priključku grejnog kruga.

Pad pritiska u zatvorenom krugu iznosi:

$$\Delta p = R \cdot l + \Delta p_E + \Delta p_V$$

Gde su:

R	Pa.m ⁻¹	Rad pritiska = f (m,D)
l	m	Dužina kruga
Δp_E	Pa	Pad pritiska na deonici
Δp_V	Pa	Pad pritiska kroz ventile

$$\Delta p_E = \zeta \frac{\rho w^2}{2}$$

Kod primene specijalnih ventila preliminarna vrednost R se izračunava za toplotno opterećenje kola.

$$vorl.R = \frac{a \cdot (\Delta p - \Delta p_v)}{l}$$

Ako je data potisna visina cirkulacione pumpe H tada se primenjuje:

$$vorl.R = \frac{H}{2l}$$

kada se koristi 50 % za savladavanje lokalnih otpora.

Izbor grejnih elemenata

Kada pad temperature na grejnim telima nije suviše veliki, tada je za održavanje odavanja toplote sa grejnih tela na najnižem nivou neophodno da temperaturna razlika bude: $\Delta \theta_{HK} = \theta_{VHK} - \theta_{RHK}$ približno 15 Kelvin.

Željeni protok iznosi:

$$\begin{aligned} \frac{q_{mHK}}{q_{mR}} &= \frac{\Phi_{HK} \cdot c \cdot (\theta_{VR} - \theta_{RR})}{\sum \Phi_{HK} \cdot c \cdot \Delta \theta_{HK}} = \\ &= \frac{\Phi_{HK} \theta_V - \theta_R}{\sum \Phi_{HK} \Delta \theta_{HK}} = \\ &= \frac{\text{Radijator - protok}}{\text{Krug- protok vode}} \end{aligned}$$

Protok kroz grejno telo iznosi:

Na osnovu jednakosti pritisaka pad pritiska u kolu i na grejnom telu iznosi

$$\sum (R \cdot l + \Delta p_E + \Delta p_v)_{HK} = \sum (R \cdot l + \Delta p_E)_R$$

podešavanje će se izvršiti prema podnosu

$$\frac{q_{mHK}}{q_{mR}}$$

U tabelama 10-1 i 10-2 dat je odnos $\frac{q_{mHK}}{q_{mR}}$ za različite dimenzije cevi.

Iz prethodnog sledi da je temperaturna razlika

$$\Delta \theta = \frac{\Phi_{HK}}{c \cdot q_{mHK}}$$

Ako je $\Delta \theta$ mnogo veći 10...15 K, tada se mora povećati prečnik veze sa grejnim telom.

Povratna temperaturar $\theta_R = \theta_V - \Delta \theta$

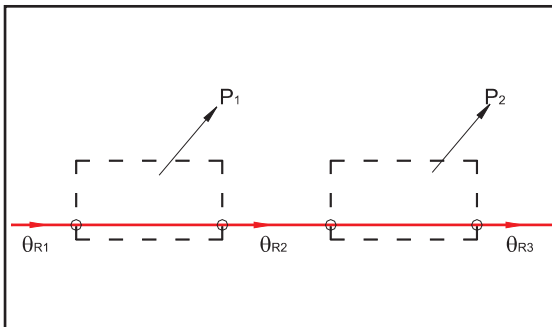
Temperatura na ulazu u sledeći grejni element izračunava se preko pada temperature u krugu.

$$\Delta\theta = \frac{\Phi_{HK}}{\sum \Phi_{HK}} \cdot (\theta_V - \theta_R)$$

Ulazna temperatura za sledeći grejni element je jednak ulaznoj temperaturi za prethodni element θ_{V1} manjen za hlađenje medijuma $\Delta\theta$

$$\theta_{V2} = \theta_{V1} - \Delta\theta$$

Na slici 10-4 je dat grafički prikaz.



Slika 10-4 Hlađenje u zatvorenom krugu

Tabela:10-2 Čelične cevi

d	HK/STG	1/2"	3/4"	1"	1"
15,5	3,8	1/6	1/10	1/15	1/30
16	1/2"	1/3	1/7	1/10	1/15
21,6	3/4"		1/3	1/6	1/10
27,2	1"			1/3	1/7

Tabela 10-3 Bakarne cevi prema ÖNORM M 3548, Meke čelične cevi prema DIN 2394

d	HK/STG	12 x 1	15 x 1	18 x 1	22 x 1sd
10	12 x 1	1/3	1/5	1/7	1/11
13	15 x 1		1/3	1/4	1/7
16	18 x 1			1/3	1/5

Plave vrednosti se odnose na priključne dimenzije grejnih tela.

Crvene vrednosti se odnose na dimenzije cirkulacionog kruga.

U zavisnosti od dimenzija priključaka i cevi, određene su i odgovarajuće vrednosti protoka. D je unutrašnji prečnik u mm

Iz prethodne tabele sledi za:

$$\text{za } \sum \zeta_{HK} \approx 10, \quad \sum \zeta_K = 0,5, \quad l_K \approx 1,5 \text{ m}, \\ l_{HK} \approx 0,5 \text{ m}$$

Izbor grejnih tela:

Kada su prečnik i temperature određeni, potrebno je izabrati grejno telo prema toplotnom opterećenju pri standardnoj temperaturi.

$$\text{Faktor kašnjenja snage} = f_1 \cdot f_5$$

Pri nižoj temperaturi grejnog tela snaga će takođe biti manja u odnosu na nominalnu pri temperaturi 75/65/20° C.

$$\Delta T_{ln} = \frac{\theta_V - \theta_R}{\ln \frac{\theta_V - \theta_i}{\theta_R - \theta_i}}$$

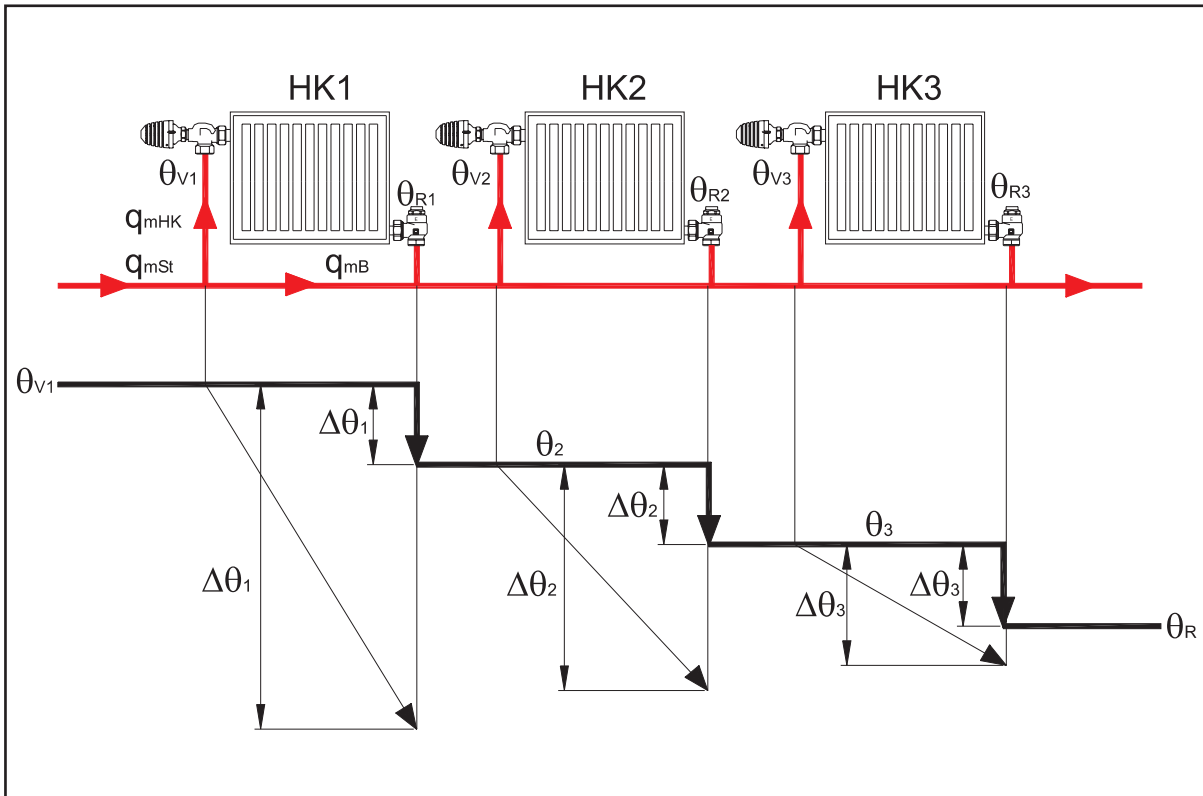
ΔT_{ln} = log. temperaturna razlika

$$\Phi_{100} = \frac{\Phi}{\left(\frac{\Delta T_{ln}}{\Delta T_{ln100}}\right)^n} = \frac{\Phi}{f_1} \quad f_1 = \left(\frac{\Delta T_{ln}}{60}\right)^2$$

Mešanjem u unutrašnjem kolu postiže se::

$$\begin{aligned} \theta_V - \theta_R &= \Delta\theta \\ &= 20 \text{ K} & f_5 &= 1,07 \dots 1,08 \\ &= 10 \text{ K} & &= 1,04 \\ &= 04 \text{ K} & &= 1,02 \end{aligned}$$

Kod paralelnih deonica koriste se potpuno otvoreni ventili tako da samo jedna komponenta protoka struji kroz grejno telo, dok ostatak ide kroz kratko spojenu deonicu.



Slika 10-5 Temperaturni tok kod jednocevnog grejnog sistema

Kod prinudne cirkulacije 100% protoka u deonici prolazi kroz grejno telo.

Pri 100% protoka, više vode prolazi kroz grejna tela, tako da se ona brže hladi predavanjem toplote. Tako θ_m raste. Kod prvih grejnih tela biće veća, a kod narednih manja. Zato se veća grejna tela ugrađuju na početak potisnog voda. Povećanjem temperature grejnog medijuma, neophodno je smanjiti površinu odavanja toplote za 4 do 6%. Javlja se potreba za poboljšanim regulisanjem snage preko srednje temperature na ulazu.

Izbor pumpe

Jednocevni sistem grejanja mora imati pumpu za savladavanje najvećih otpora (najudaljenije deonice)

Protok se dobija kao zbir svih pojedinačnih protoka u kolima.

Otpor u cevovodu se određuje prema najnepovoljnjoj deonici. Povećanje otpora na ventilima mora biti razmotreno prilikom izbora pumpe.

$$\Delta p = R \cdot l + Z = R \cdot l + \sum \zeta \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2}$$

Δp_E je takođe moguće odrediti i preko ekvivalentne dužine deonice

$$\Delta p = R \cdot (l + l_{\text{äqu}})$$

Preporučene vrednosti:

Otpor na ventilima i deonicama:
 $R = 100$ do 150 Pa/m

Grejni krug::

$\omega = 0,5$ do 1 m/s npr. ventilski priključak dimenzije 15 odn. 18
 $(R \approx 200$ do 700 Pa/m za 6 do 10kW)

Padovi pritiska na radijatorskim ventilima određuju se na osnovu dijagrama karakteristike ventila.

$$(\Delta p_v \approx 500 \text{ do } 1000 \text{ Pa})$$

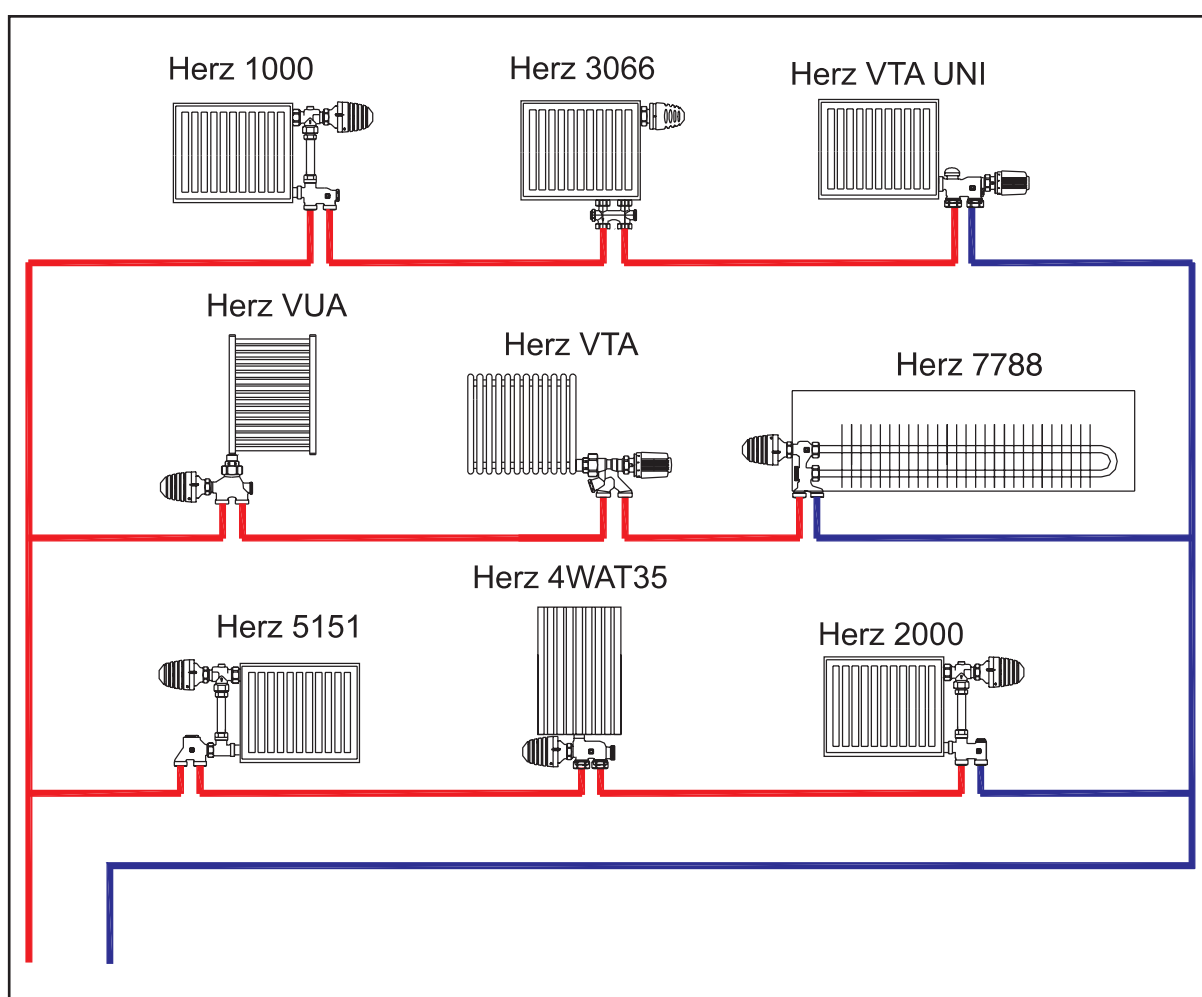
Obično se ne ugrađuje više od 7 grejnih tela po grejnom krugu. Cev dimenzije 18 x 1 može biti obložena izolacionom odlogom, kako bi se umanjilo odavanje toplote preko cevi.

10.2 Specijalni ventili za jednocevne sisteme

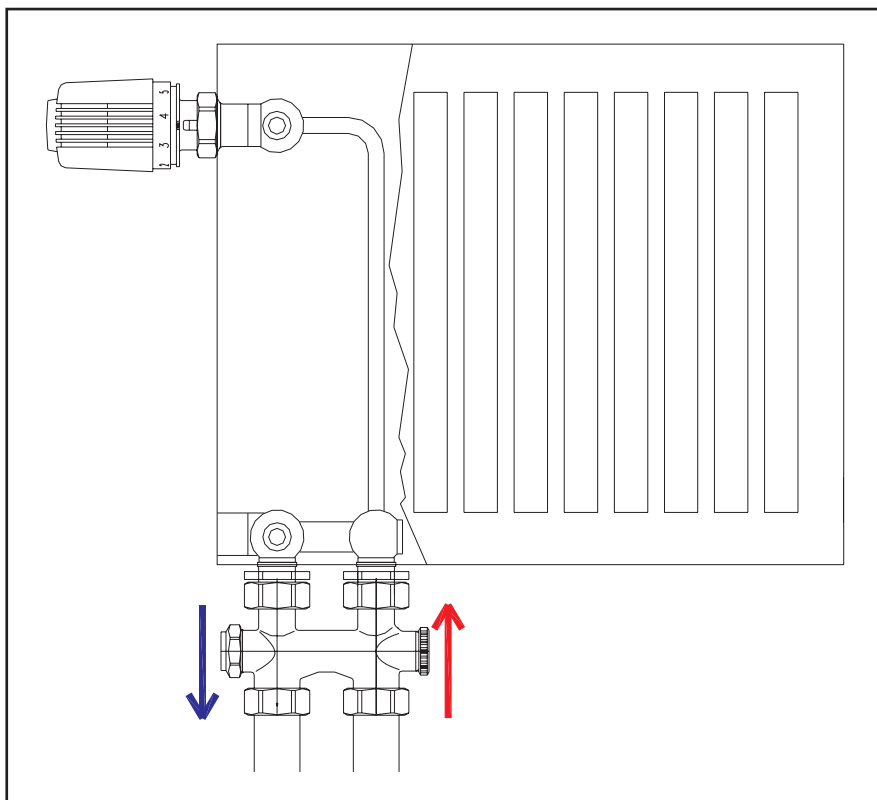
Protok vode preko ventila na grejnom telu deli se na deo koji prolazi kroz grejni element i deo koji cirkuliše u zatvorenom kolu. Ovi se ventili podešavaju na određenu vrednost, npr. 35% protoka ide preko grejnog tela.

Radijatorski ventili

Grejna tela se opremaju priključnim garnitura-
ma, tako da se podešavanje parametara ce-
vovoda i grejnog tela vrši unutar integrisanih
ventila. Priključivanje grejnih tela se vrši preko
HERZ 3000, koji se nakon promene regulacio-
nog vretena može upotrebljavati u dvocevnim
sistemima.



Slika 10-6 Armature grejnih tela jednocevnih sistema



Slika 10-7 Radijatorski ventil Herz 3000 / baj-pas ventil (Herz 3066)

Kratko spojena deonica nalazi se u samom ventilu, koji je dizajniran tako da bude prednamešten ili podesiv na određeni protok.

11 Hidrauličko balansiranje

11.1 Prednameštanje radijatorskih regulacionih ventila

Da li protok raste naglo ili je na početku otvaranja mali, a zatim intenzivno raste daljim otvaranjem ventila?

$$\theta_m = \frac{\theta_V + \theta_R}{2}$$

$$\Phi = U \cdot A \cdot (\theta_m - \theta_i) = U \cdot A \cdot \Delta\theta$$

θ_m e srednja temperatura grejnog medijuma u grejnom elementu

Budući da se grejni elementi uvek proračunavaju prema jedinstvenoj srednjoj temperaturi, u praksi je potrebno odrediti da se svim grejnim telima distribuira medijum na srednjoj temperaturi (npr. 80°C)

Kako će se na sistem odraziti odstupanja od srednje temperature θ_m u pojedinim grejnim telima ?

1. Preko ulazne temperature (θ_V ili θ_E)
2. Preko protoka vode, prolaza kroz grejna tela, sve će manje zavistiti od pritiska pumpe, odn. otpora u grejnim telima ili ventilima.

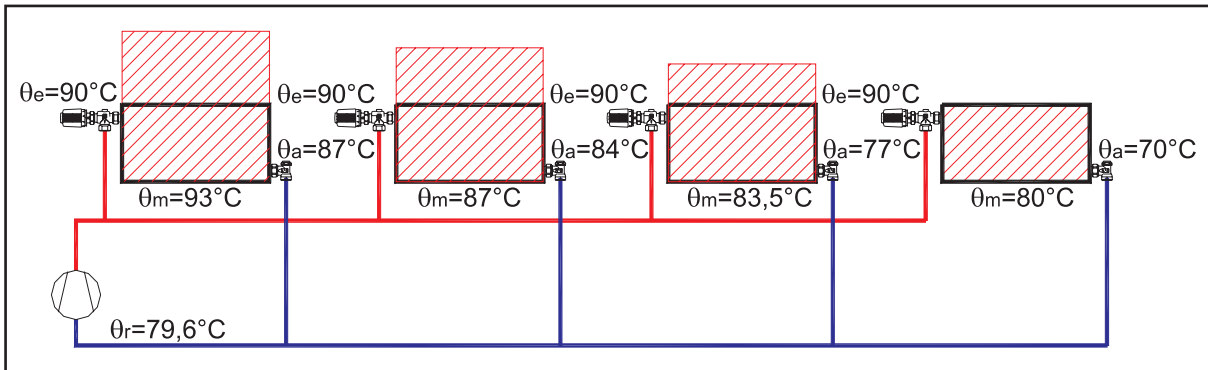
U praksi se još uvek više ugrađuju regulacioni ventili bez pretpodešavanja, tako da je količina vode koja prolazi kroz prvi radijator veća nego kroz poslednji. Tako se prva oblast pregreva dok je druga pothlađena.

Principski, veliki i mali sistemi funkcionišu na isti način, s tim da je za prostorije sa jednakim potrebama za toplotnom energijom, potrebno obezbediti jednaka grejna tela i ekvivalentne dimenzije priključnih armatura. Pritisak u sistemu se ostvaruje preko pumpe.

U poslednjoj prostoriji se ne postiže željena radna temperatura. Preko prva dva grejna elementa. Šta se preduzima u takvim slučajevima ?

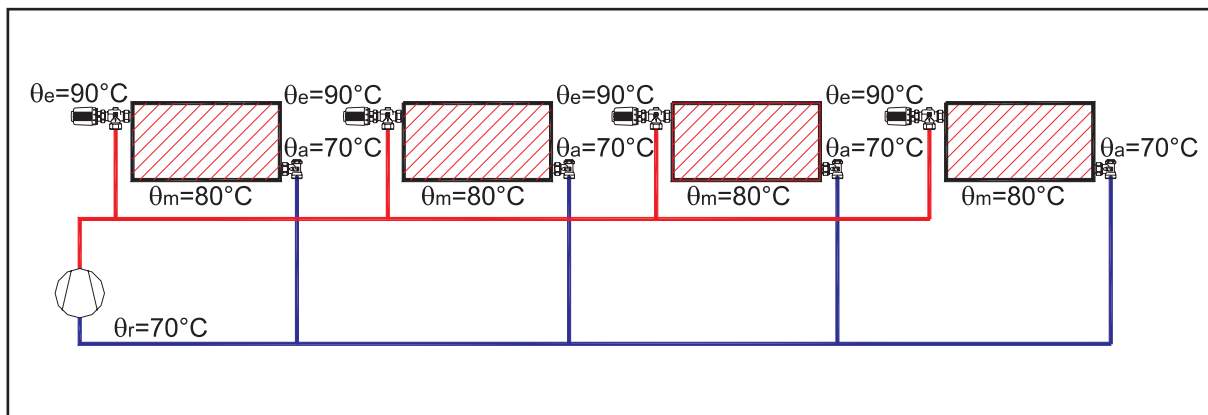


Bez regulisanja



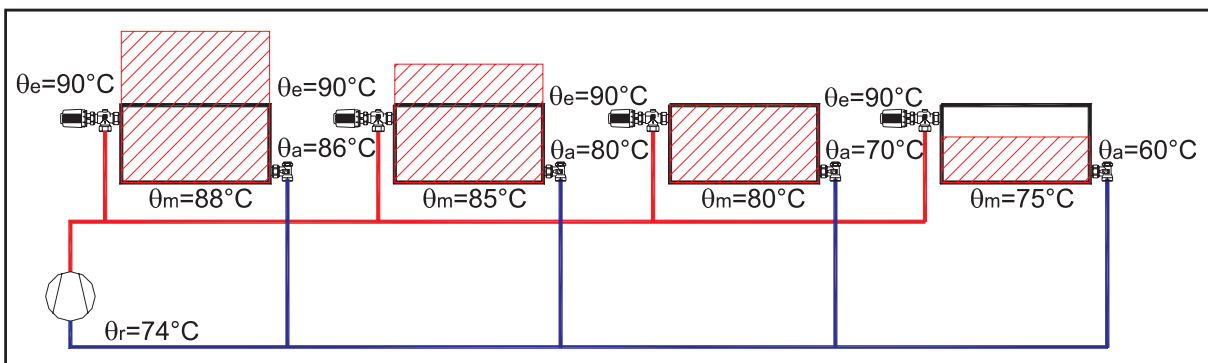
Slika 11-1 Četiri radijatora bez regulisanja

a) porast ulazne temperature



Slika 11-2 Četiri grejna tela pri porastu ulazne temperature

b) porast pritiska na pumpi

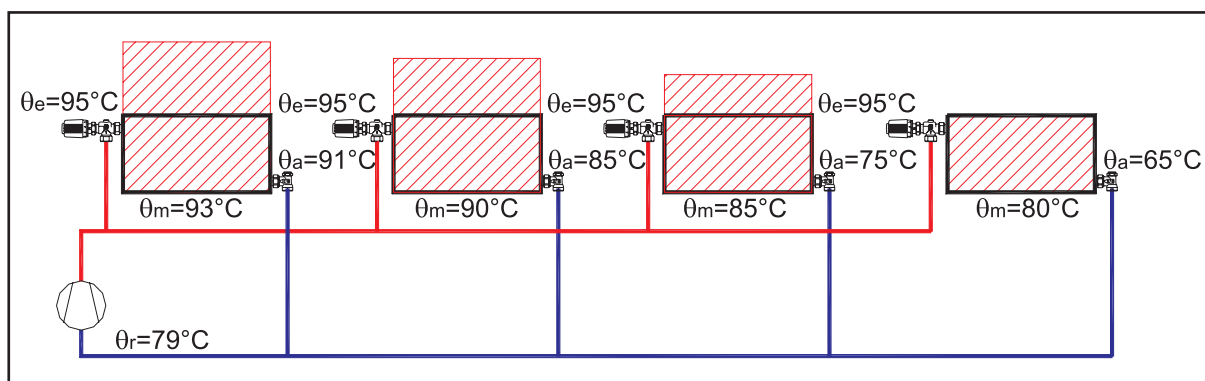


Slika 11-3 Četiri grejna tela pri porastu pritiska pumpe

Iz prethodnog sledi:

U poslednjoj prostoriji se postiže željena temperatura, a u ostalim prostorijama je povišena temperatura za 6°C preko proračunom predviđene temperature, gde se vrši regulisanje temperature najskupljom metodom - otvaranjem prozora i rasipanjem energije. Važno je napomenuti da je od vitalnog značaja da svaki grejni element dobije pravu količinu vode.

Ovo je „veštačka otpornost“ preko koje se određuje protok tako da udaljeni grejni elementi sa slabijim pritiskom dobijaju veće količine vode. U cilju pravilnog poredenja, bez prethodnog komplikovanog proračuna, potrebni otpori na radijatoru su predstavljeni preko Ceta-vrednosti.

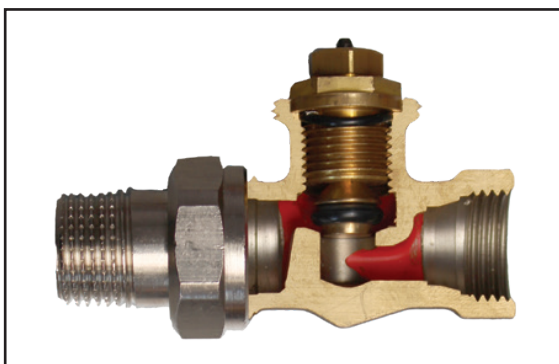


Slika 11-4 Pravilno podešavanje protoka kroz grejna tela

Emisija toplote

U praksi se promenom dimenzija cevi ne postiže efekat, pa se ovi veštački otpori moraju ostvariti predregulacijom radijatorskih ventila.

Postoje različiti načini predregulisanja, a najefektnija je mikroregulacija preko dvostrukog vretena. Smanjenje poprečnog preseka otvora ventila vrši se pomeranjem konusnog klipa prema sedištu ventila. Na taj način vrši se brzo, tačno i pouzdano pretpodešavanje.



Slika 11-5 Poprečni presek termostatskog radijatorskog ventila HERZ- TS-90

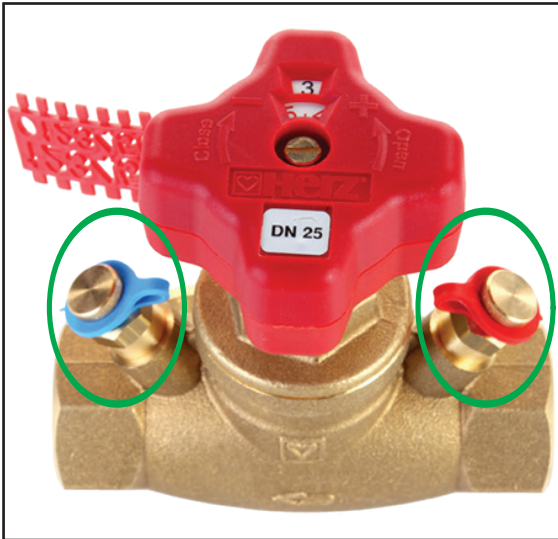
11.2 Regulisanje

11.2.1 Regulisanje radnog kruga

Svi ventili su konstruisani tako da ostvaruju predregulisanje u određenom opsegu (za radijatorske ventile $\Delta p = 8...10$ kPa). Regulacioni ventili i radijatorski ventili sa termostatom moraju biti zatvoreni. Sa padom temperature ventili se otvaraju. Ovom metodom u svakom kolu najudaljeniji ugrađeni ventil služi kao referentni ventil.

Nakon toga uspostavlja se ispravan protok podešavanjem ostalih ventila (počinje se od najudaljenije postavljenog ventila od pumpe). Ako su sve deonice regulisane, glavni vod se podešava na isti način.

Regulacioni ventili u celom sistemu se vrlo uspešno mogu pretpodesiti preko mernih ventila, korišćenjem mernog kompjutera HERZ. Podešavanje ispravnog protoka se vrši prema izmerenom diferencijalnom pritisku. U nekim slučajevima je potrebno postaviti prigušni ventil pre pumpe ili postojeća pumpa mora biti zamenjena pumpom odgovarajućih tehničkih karakteristika.



Slika 11-6 Balansni ventil sa mernim priključcima (Herz 4217)



Slika 11-7 Merni kompjuter (Herz 8900)

11.2.2 Proporcionalno balansiranje

Proporcionalno balansiranje je metoda za fino hidrauličko balansiranje sistema grejanja. Koristi se princip hidrotehničke ravnoteže. Za proporcionalnu metodu, merni uređaj se koristi za referentne vrednosti, a drugi merni uređaj za podešavanje za pojedinačne deonice. Ako je pri ruci samo jedan merni uređaj, podešavanje može izvršiti i samo njegovim korišćenjem, ali je za to neophodno preduzeti korake navedene u nastavku teksta.

Hidraulično balansiranje

Termin „hidraulično balansiranje“ se prvenstveno koristi u oblasti sistema za grejanje tople vode, ali se takođe odnosi i na sisteme hlađenja i distribucije vode za piće. On označava postupak kojim se svaki radijator ili krug grejanja sistema površinskog grejanja snabdeva tačno potrebnom količinom toplote za postizanje sobne temperature u prostorijama pri određenoj polaznoj temperaturi sistema grejanja.

Prednosti hidrauličnog balansiranja

Sistem može da radi na optimalnom pritisku sistema, a samim tim i pri optimalnom minimalnom protoku. Ovo rezultuje niskim investicionim troškovima za cirkulacionu pumpu i niskom utrošku energije pri radu. Ukratko:

- Ušteda energije
- Zaštita životne sredine
- Udobnost (bez prevelikog ili premalog protoka kroz grejna tela, bez buke)

Posledice neizvršenja hidrauličnog balansiranja

Ukoliko hidraulično balansiranje nije izvršeno, intenzivnije snabdevaju radijatori koji su blizu izvora toplote, ali će radijatori koji su udaljeniji u gornjim spratovima dobijati manje toplote ili je uopšte neće dobijati. Sistem ne ostvaruje željeni efekat u udaljenim prostorijama. Dodatne posledice hidrauličke neravnoteže su:

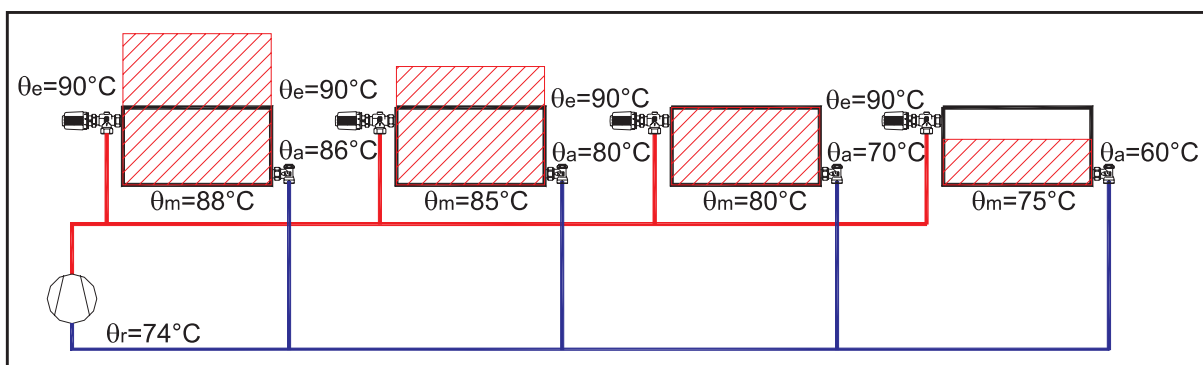
- Radijatori se ne zagrevaju jer su ostali delovi sistema preobilno snabdeveni
- Radijatorski ventili stvaraju buku jer je diferencijalni pritisak na ventilu previsok
- Radijatorski ventili i cevi emituju buku zbog prevelikog protoka
- Ventili radijatora se ne otvaraju i zatvaraju pri željenoj unutrašnjoj temperaturi jer su diferencijalni pritisci previsoki
- Sistem grejanja radi na previsokim temperaturama kako bi se kompenzovao nedostatak protoka
- Koriste se pumpe sa previsokim performansama, koje izazivaju prevelike i nepotrebne investicione troškove uz neekonomičan rad.
- Efikasnost generatora toplote se smanjuje jer sistem radi na previsokim

temperaturama pri promenljivom protoku

- Temperature u polazu i povratu su nepotrebno visoke. To predstavlja poseban problem, kada se koristi savremena kondenzaciona tehnologija, toplotne pumpe ili solarni sistem zbog značajnog pada energetske efikasnosti.

Vizuelni primer nebalansiranog sistema

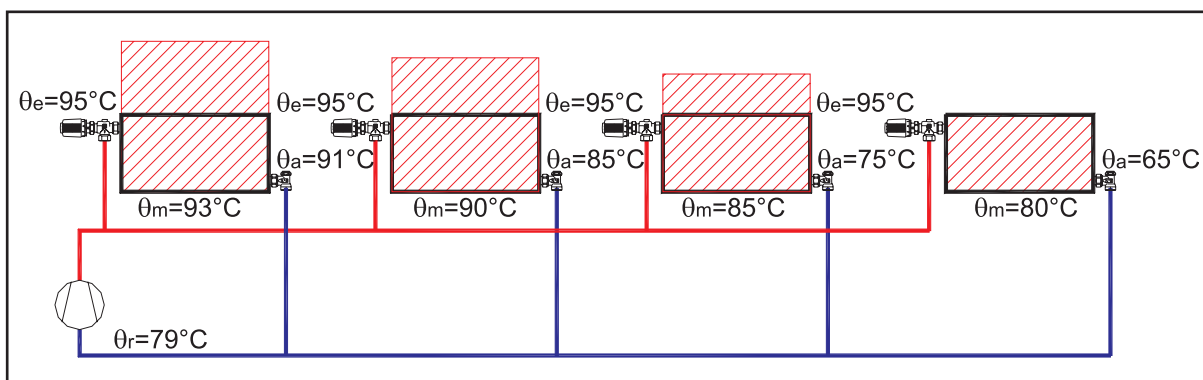
Na sledećoj slici je jasno uočljiva neravnomerna raspodela toplote do pojedinačnih potrošača. Očigledno je da je potrošač koji je najbliži pumpi previše snabdeven, dok je onaj najudaljeniji nedovoljno snabdevan.



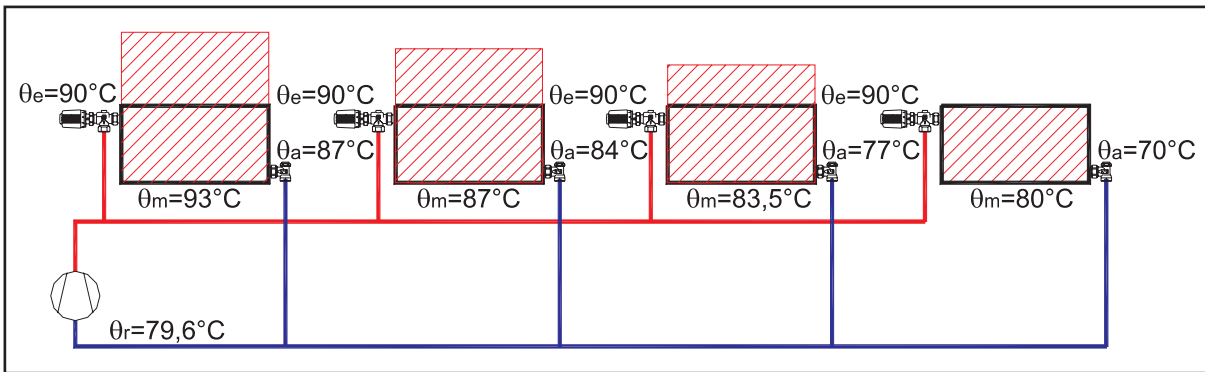
Slika 11-8 Četiri radijatora bez prednameštanja

U tom slučaju se često pretpostavlja da je temperatura polaza preniska i iz predostrožnosti je jednom povećana, ako to ipak ne dovede do željenog rezultata, u mnogim slučajevima se povećava i pritisak pumpe. Konačno se poslednji radijator zagreva, tako da se svi ostali radijatori očigledno prenapajaju.

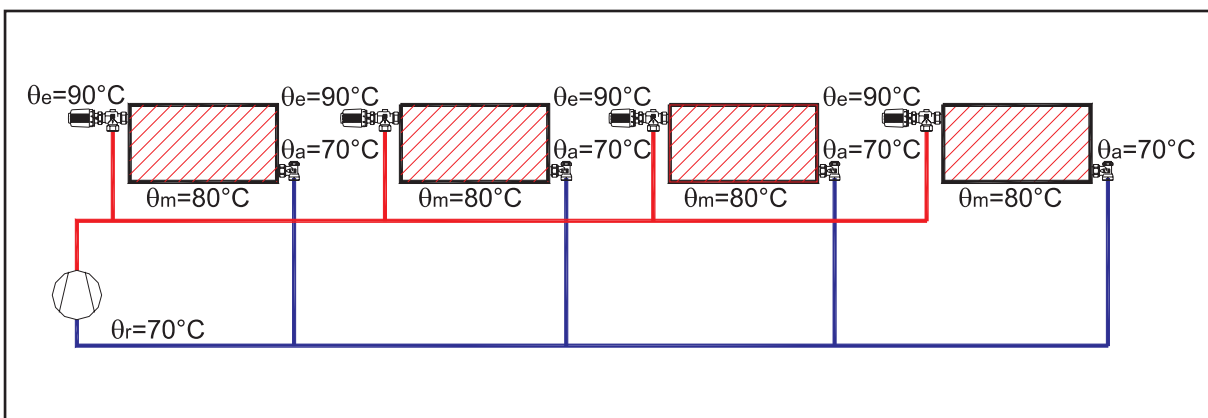
Ipak, sve ove promene ne zaobilaze hidrauličko balansiranje toplotne mreže. Povećane temperature polaza ili povećan pritisak pumpe izazivaju buku na ventilima ili u mreži cevovoda, a osim toga nastaju nepotrebno visoki operativni troškovi.



Slika 11-9 Četiri radijatora sa povećanom temperaturom polaza



Slika 11-10 Četiri radijatora sa povećanim pritiskom pumpe



Slika 11-11 Pravilno podešavanje protoka vode kroz radijator

Vizuelni primer pretpodešenog sistema

Sledeća slika pokazuje jasnu razliku u poređenju sa prethodnom. Nije povećana ni polazna temperatura, a ni pritisak pumpe. Sistem grejanja je balansiran, odnosno unapred podešen i svi se potrošači snabdevaju istom i stvarno potrebnom količinom toplotne energije. Može se utvrditi da nijedan radijator nije niti preterano ni nedovoljno snabdevan. Svi su optimalno podešeni.

Procedura za hidraulično balansiranje

- Određivanje temperatura u sistemu, kao i za odgovarajuće projektovane grejne površine, uzimajući u obzir stvarnu temperaturu povrata
- Proračun temperatura sistema prema izlaznim temperaturama iz radijatora pri redukovanom opterećenju sistema grejanja
- Određivanje protoka za svaki od radijatora
- Podešavanje svih regulacionih ventila prema izračunatim vrednostima prednameštanja

Upravljački elementi za hidraulično balansiranje

- Ručni balansni ventili

Automatski regulatori:

- Regulator diferencijalnog pritiska
- Regulator protoka

Hidraulično balansiranje (proporcionalna metoda)

Proporcionalna metoda je koristan alat za balansiranje složenih ili razgranatih sistema grejanja. Ako mreža sadrži više krugova, svaka promena

protoka u jednom od krugova će rezultirati promenama u protoku u drugim deonicama.

Protok 1. grane se reguliše na referentnu vrednost Q_{ref1} , čim se pređe na drugu granu, svaka promena protoka u ovoj deonici dovodi do promene protoka u 1. grani. Proporcionalnom metodom se ovaj problem rešava na efikasan način.

Primer

Za mrežu sa 4 grane, referentne protoke projektni biro je odredio na sledeći način

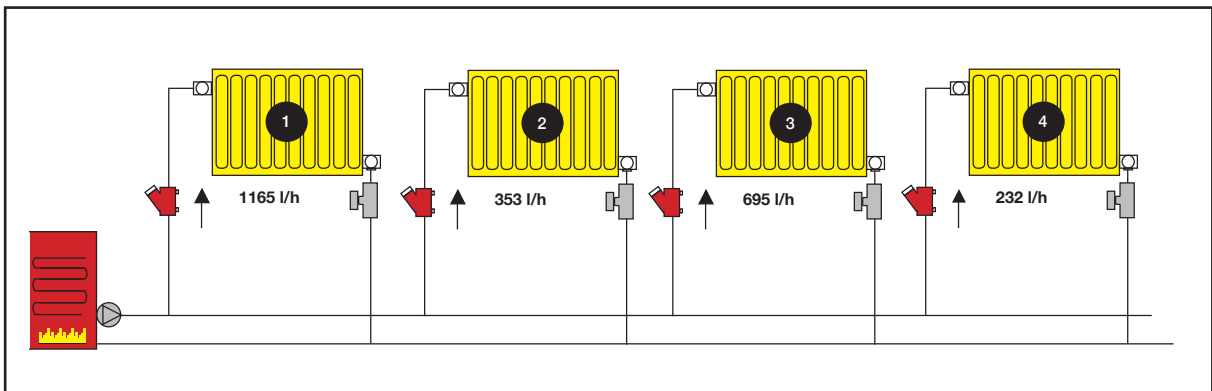
Deonica 1: $Q_{ref1} = 1165 \text{ l/h}$

Deonica 2: $Q_{ref2} = 353 \text{ l/h}$

Deonica 3: $Q_{ref3} = 695 \text{ l/h}$

Deonica 4: $Q_{ref4} = 232 \text{ l/h}$

Q_{ref} = Referentni protok



Slika 11-12

Svi ventili moraju biti postavljeni u potpuno otvoren položaj. Tada merenje može započeti. Merenjem su dobijeni sledeći rezultati:

- Deonica 1 $Q_{ist1} = 1421 \text{ l/h}$
- Deonica 2 $Q_{ist2} = 554 \text{ l/h}$
- Deonica 3 $Q_{ist3} = 938 \text{ l/h}$
- Deonica 4 $Q_{ist4} = 250 \text{ l/h}$

Koeficijent protoka R , određuje se kao

$$\text{koeficijent protoka } R = \frac{\text{Protok}_{ist} Q_{ist}}{\text{Protok}_{soll} Q_{soll}}$$

Na osnovu prethodnog, izračunati su koeficijenti

- Deonica 1
- $Q_{ist1} = 1421 \text{ l/h}$ $R_1 \rightarrow 1421 / 1165 = 1,22$
-
- Deonica 2
- $Q_{ist2} = 554 \text{ l/h}$ $R_2 \rightarrow 554 / 353 = 1,57$
-
- Deonica 3
- $Q_{ist3} = 938 \text{ l/h}$ $R_3 \rightarrow 938 / 695 = 1,35$
-
- Deonica 4
- $Q_{ist4} = 250 \text{ l/h}$ $R_4 \rightarrow 250 / 232 = 1,08$

Uočljivo je da je svaki pojedinačni faktor (količnik) veći od 1. U slučaju da je srednja vrednost faktora manja od 1, protok pumpe bi morao da se poveća na najmanje 1 stepen.

Podešavanje kada su na raspolaganju dva merna uređaja

Ako su dva uređaja pri ruci, prvi uređaj (tzv. referentni uređaj) se povezuje na deonicu sa najmanjim faktorom protoka (deonica 4 u ovom primeru), ali podešavanje ventila 4 ostaje nepromenjeno.

Drugi uređaj je povezan sa deonicom koja ima najveći protok (npr. deonica 2). Protok na deonica 2 je sada smanjen (ako se koristi konvencionalni metod, ne zaboravite da unesete položaj ventila u uređaj nakon svake promene), tako da je vrednost za R ista na oba uređaja: $R_2 = R_4$ (primer 1.20).

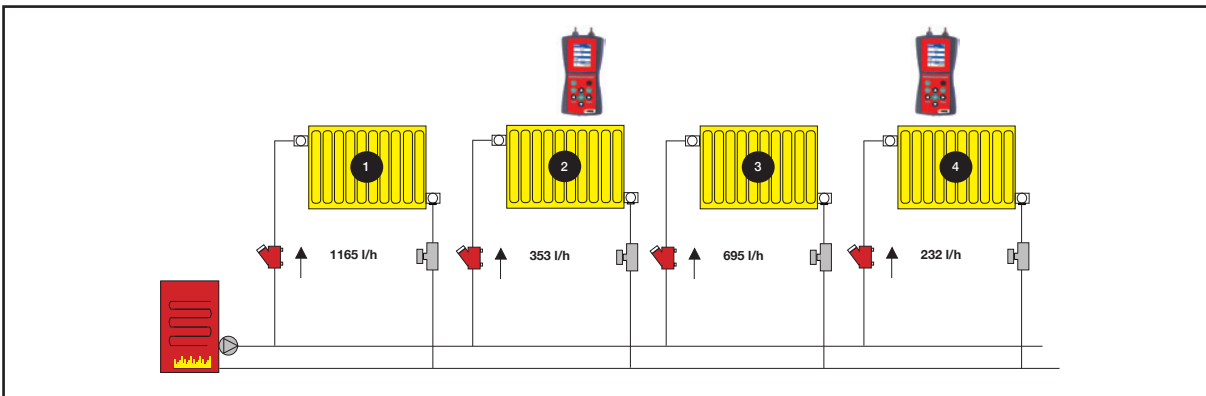
U ovom trenutku, protoci deonice 2 i 4 još se ne poklapaju sa željenom brzinom protoka, ali su proporcionalno međusobno uravnotežene. Uređaj se isključuje sa deonice 2 i povezuje se sa deonicom 3. Ponoviti isti postupak za $R_3 = R_4 = 1,25$. Treba napomenuti da R_2 „prati“ R_4 i da su deonice 2, 3 i 4 proporcionalno izbalansirane.

Nastavite na isti način sa deonicom 1, postavite npr. $R_1 = R_4 = 1,15$.

U ovom trenutku, $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 1,15$. Sada je još samo potrebno podesiti protok pumpe tako da faktor protoka bude oko 1.

Primer regulisanja pojedinačnih deonica

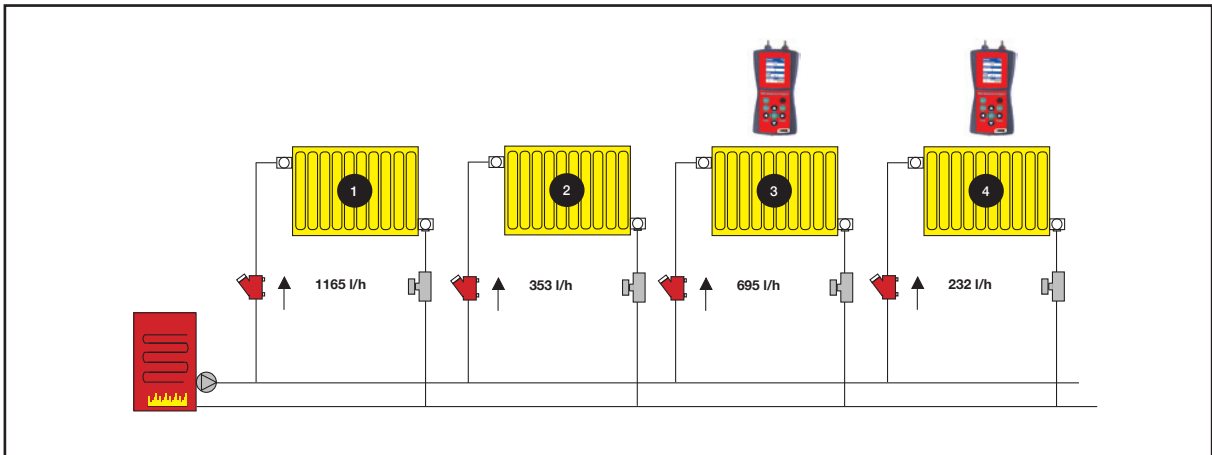
- prvi uređaj se postavlja na deonicu 4, sa najmanjim protokom
- drugi merni uređaj sa deonicom 2, sa najvećim protokom
- Protok na deonic 2 se podešava do $R_2 = R_4$ (u primeru 1.32)



Slika 11-13

$R_1 = 1,22$ $R_2 = 1,57$ $R_3 = 1,35$ $R_4 = 1,08$

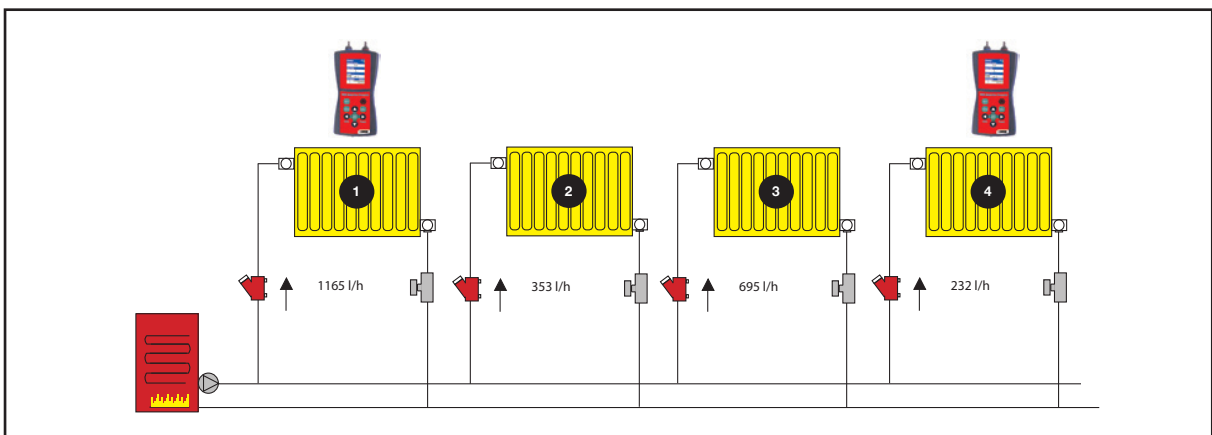
- Referentni merni uređaj ostaje na deonici 4
- Drugi uređaj na deonici 3 sa najvećim faktorom protoka
- Podesiti protok na deonici 3 tako da bude $R_2 = R_3 = R_4$ (primer 1,34)



Slika 11-14

$$R_1 = 1,22 \quad R_2 = 1,32 \quad R_3 = 1,35 \quad R_4 = 1,32$$

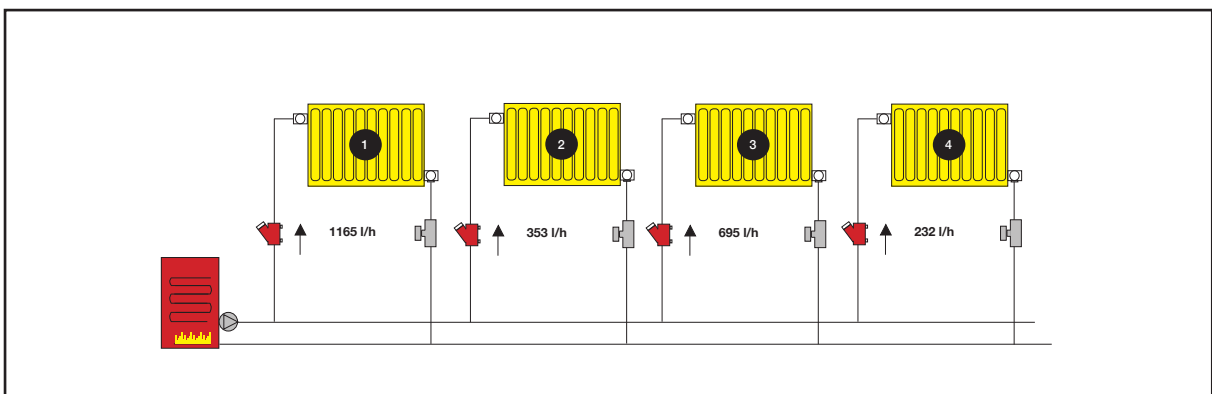
- Referentni uređaj ostaje na deonici 4
- Drugi merni uređaj na deonici 1 sa najvećim faktorom protoka
- Na deonici 1 podesiti protok do $R_1=R_2=R_3=R_4$ (u primeru 1,27)



Slika 11-15

$$R_1=1,22 \quad R_2=1,33 \quad R_3=1,33 \quad R_4=1,33$$

Nakon ova 3 koraka izvršeno je balansiranje tako da je $R_1 = R_2 = R_3 = R_4$ i sistem je uravnotežen



Slika 11-16

$$R_1 = \underline{1,27} = R_2 = \underline{1,27} = R_3 = \underline{1,27} = R_4 = \underline{1,27}$$

Ako je dostupan samo jedan merni uređaj

Ako je dostupan samo jedan merni uređaj, podešavanje se mora izvršiti u nekoliko prolaza. Nakon što su izmerene i određene inicijalne vrednosti faktora R, bira se deonica sa najvećim faktorom protoka (pretpostavka deonica 2) i merni uređaj se povezuje na nju.

Prvi prolaz

Izabrati ciljnu vrednost faktora R koju je potrebno postići u prvom prolazu, na prajmer $R = 1,15$. Smanjite protok u deonici 2 (ako se koriste konvencionalne metode, ne zaboravite da unesete položaj ventila u uređaju nakon svake promene). Smanjivati protok dok se na mernom uređaju ne pokaže $R2 = 1,15$. Nastavite na isti način za ostale deonice, od najvećeg protoka ka najmanjem.

- Deonica 3 do $R3 = 1,15$
- Deonica 1 do $R1 = 1,15$
- Deonica 4 do $R4 = 1,15$

Drugi prolaz

Ciljna vrednost je postavljena za R, koju je potrebno postići u drugom prolazu, npr. $R = 1.2$.

Proces je isti kao u prvom prolazu. Merni uređaj se povezuje sa deonicom 2 meri se $R2$. Pri tome je, međutim, gotovo izvesno da faktor protoka više nema vrednost 1,15, pošto je promena protoka na ostalim deonicama delimično preneti na ovu deonicu. Zbog toga je potrebno nekoliko prolaza.

Protok na deonici 2 podešava se tako da merni uređaj prikaže $R2 = 1,2$.

Nastavite na isti način sa ostalim deonicama, od najvećeg protoka ka najmanjem.

- Deonica 3 do $R3 = 1,2$
- Deonica 1 do $R1 = 1,2$
- Deonica 4 do $R4 = 1,2$

Treće kolo – finalizacija

Generalno, dva prolaza bi bila dovoljna da se postigne balansiranje deonica. Međutim, ukoliko je potrebno, može se lako izvesti i treći prolaz u kome se primenjuju isti principi kao u prolazima 1 i 2. Važno je da sve deonice budu ujednačene i da imaju istu vrednost za R, tako da je $R1 = R2 = R3 = R4 = 1,2$ (kao u primeru)

12 Osiguranje kvaliteta

Kvalitet prema standardu ISO 9002 potpuno je ispunjen tako da proizvodi i usluge tačno odgovaraju zahtevima kupaca.

Da bi se u potpunosti obezbedio ovaj kvalitet, instalaterske kompanije bi trebalo da rade u sistemu upravljanja kvalitetom u skladu sa ISO 9001.

Kvalitet definiše tržište ili kupac, a ne kompanija ili snabdevač.

Zadovoljan kupac je krajnji cilj

Svaki proizvod je praćen dokumentacijom i praćen izdavanjem kratkog tehničkog uputstva i pratećih formulara.

Regulisanje sistema

Za regulisanje sistema potrebno je da budu ispunjeni sledeći uslovi:

Hidrauličko balansiranje mora biti izvršeno tako

da sistem funkcioniše kao jedinstvena celina, na primer, ako temperatura prostorije pada, sva grejna koja učestvuju u zagrevanju prostorije moraju dobiti adekvatno povećane količine vode.

Ispitivanje

Test funkcionalnosti mora biti izvršen, u skladu sa funkcijom kod sledećih uređaja.

Sigurnosti uređaji

- Sistemi sa plamenom (sagorevanje) - npr. kotlovi na čvrsto gorivo
- Upravljačke jedinice i sistemi isključivanja
- Hidraulički balanseri

Odobrenje upotrebe

Popunjavanjem priloženog obrasca funkcionalnim parametrima sistema. Ovaj protokol može biti zahtevan od strane klijenta u formi specifi-

kacije.

REGULACIONI PROTOKOL

Br. deonice	VL RL	Tip ventila DN DN	Protok		Diferencijalni pritisak		Položaj R.točka.	Nap.
			V - želj. l.s-1 m ³ /h	V - stv. l.s-1 m ³ .h-1	Δp-želj. mWs kPa	Δp-stv mWs kPa		

Slika 12-1 Regulacioni protokol

Prilog

NAPOMENA

Sadržaj priloga dat je u originalnoj formi

Molimo Vas da najnoviju verziju dokumentacije pogledate na sajtu <https://herz.rs>

Lista podešavanja sistema grejanja

Dipl.-Ing. Rudolf JAUSCHOWITZ
 Zwingenauer für Maschinenbau
 Urheberrechtlich geschützt, alle Rechte
 insbesondere auf Vervielfältigung vorbehalten

Nr. H 104 Vertrieb: Fa. Desch-Drexler, 7423 Pinkafeld

Podaci o prostoriji		temperatura grejnog tela		Faktor korekcije			toplotno opterećenje		Izabrani broj rebara radijatora			stvarne vrednosti					Datum:		Projekt																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Br.	Naziv	t_1	V_n	t_2	t_3	t_4	NTF	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	P_H	W	Visina mm	Širina mm	Broj	HK-type	$P_N = \frac{P_H}{f_1}$	$t_2 - t_3$	$t_3 - t_4$	$t_4 - t_5$	$t_5 - t_6$	$t_6 - t_7$	$t_7 - t_8$	$t_8 - t_9$	$t_9 - t_{10}$	$t_{10} - t_{11}$	$t_{11} - t_{12}$	$t_{12} - t_{13}$	$t_{13} - t_{14}$	$t_{14} - t_{15}$	$t_{15} - t_{16}$	$t_{16} - t_{17}$	$t_{17} - t_{18}$	$t_{18} - t_{19}$	$t_{19} - t_{20}$	$t_{20} - t_{21}$	$t_{21} - t_{22}$	$t_{22} - t_{23}$	$t_{23} - t_{24}$	$t_{24} - t_{25}$	$t_{25} - t_{26}$	$t_{26} - t_{27}$	$t_{27} - t_{28}$	$t_{28} - t_{29}$	$t_{29} - t_{30}$	$t_{30} - t_{31}$	$t_{31} - t_{32}$	$t_{32} - t_{33}$	$t_{33} - t_{34}$	$t_{34} - t_{35}$	$t_{35} - t_{36}$	$t_{36} - t_{37}$	$t_{37} - t_{38}$	$t_{38} - t_{39}$	$t_{39} - t_{40}$	$t_{40} - t_{41}$	$t_{41} - t_{42}$	$t_{42} - t_{43}$	$t_{43} - t_{44}$	$t_{44} - t_{45}$	$t_{45} - t_{46}$	$t_{46} - t_{47}$	$t_{47} - t_{48}$	$t_{48} - t_{49}$	$t_{49} - t_{50}$	$t_{50} - t_{51}$	$t_{51} - t_{52}$	$t_{52} - t_{53}$	$t_{53} - t_{54}$	$t_{54} - t_{55}$	$t_{55} - t_{56}$	$t_{56} - t_{57}$	$t_{57} - t_{58}$	$t_{58} - t_{59}$	$t_{59} - t_{60}$	$t_{60} - t_{61}$	$t_{61} - t_{62}$	$t_{62} - t_{63}$	$t_{63} - t_{64}$	$t_{64} - t_{65}$	$t_{65} - t_{66}$	$t_{66} - t_{67}$	$t_{67} - t_{68}$	$t_{68} - t_{69}$	$t_{69} - t_{70}$	$t_{70} - t_{71}$	$t_{71} - t_{72}$	$t_{72} - t_{73}$	$t_{73} - t_{74}$	$t_{74} - t_{75}$	$t_{75} - t_{76}$	$t_{76} - t_{77}$	$t_{77} - t_{78}$	$t_{78} - t_{79}$	$t_{79} - t_{80}$	$t_{80} - t_{81}$	$t_{81} - t_{82}$	$t_{82} - t_{83}$	$t_{83} - t_{84}$	$t_{84} - t_{85}$	$t_{85} - t_{86}$	$t_{86} - t_{87}$	$t_{87} - t_{88}$	$t_{88} - t_{89}$	$t_{89} - t_{90}$	$t_{90} - t_{91}$	$t_{91} - t_{92}$	$t_{92} - t_{93}$	$t_{93} - t_{94}$	$t_{94} - t_{95}$	$t_{95} - t_{96}$	$t_{96} - t_{97}$	$t_{97} - t_{98}$	$t_{98} - t_{99}$	$t_{99} - t_{100}$	$t_{100} - t_{101}$	$t_{101} - t_{102}$	$t_{102} - t_{103}$	$t_{103} - t_{104}$	$t_{104} - t_{105}$	$t_{105} - t_{106}$	$t_{106} - t_{107}$	$t_{107} - t_{108}$	$t_{108} - t_{109}$	$t_{109} - t_{110}$	$t_{110} - t_{111}$	$t_{111} - t_{112}$	$t_{112} - t_{113}$	$t_{113} - t_{114}$	$t_{114} - t_{115}$	$t_{115} - t_{116}$	$t_{116} - t_{117}$	$t_{117} - t_{118}$	$t_{118} - t_{119}$	$t_{119} - t_{120}$	$t_{120} - t_{121}$	$t_{121} - t_{122}$	$t_{122} - t_{123}$	$t_{123} - t_{124}$	$t_{124} - t_{125}$	$t_{125} - t_{126}$	$t_{126} - t_{127}$	$t_{127} - t_{128}$	$t_{128} - t_{129}$	$t_{129} - t_{130}$	$t_{130} - t_{131}$	$t_{131} - t_{132}$	$t_{132} - t_{133}$	$t_{133} - t_{134}$	$t_{134} - t_{135}$	$t_{135} - t_{136}$	$t_{136} - t_{137}$	$t_{137} - t_{138}$	$t_{138} - t_{139}$	$t_{139} - t_{140}$	$t_{140} - t_{141}$	$t_{141} - t_{142}$	$t_{142} - t_{143}$	$t_{143} - t_{144}$	$t_{144} - t_{145}$	$t_{145} - t_{146}$	$t_{146} - t_{147}$	$t_{147} - t_{148}$	$t_{148} - t_{149}$	$t_{149} - t_{150}$	$t_{150} - t_{151}$	$t_{151} - t_{152}$	$t_{152} - t_{153}$	$t_{153} - t_{154}$	$t_{154} - t_{155}$	$t_{155} - t_{156}$	$t_{156} - t_{157}$	$t_{157} - t_{158}$	$t_{158} - t_{159}$	$t_{159} - t_{160}$	$t_{160} - t_{161}$	$t_{161} - t_{162}$	$t_{162} - t_{163}$	$t_{163} - t_{164}$	$t_{164} - t_{165}$	$t_{165} - t_{166}$	$t_{166} - t_{167}$	$t_{167} - t_{168}$	$t_{168} - t_{169}$	$t_{169} - t_{170}$	$t_{170} - t_{171}$	$t_{171} - t_{172}$	$t_{172} - t_{173}$	$t_{173} - t_{174}$	$t_{174} - t_{175}$	$t_{175} - t_{176}$	$t_{176} - t_{177}$	$t_{177} - t_{178}$	$t_{178} - t_{179}$	$t_{179} - t_{180}$	$t_{180} - t_{181}$	$t_{181} - t_{182}$	$t_{182} - t_{183}$	$t_{183} - t_{184}$	$t_{184} - t_{185}$	$t_{185} - t_{186}$	$t_{186} - t_{187}$	$t_{187} - t_{188}$	$t_{188} - t_{189}$	$t_{189} - t_{190}$	$t_{190} - t_{191}$	$t_{191} - t_{192}$	$t_{192} - t_{193}$	$t_{193} - t_{194}$	$t_{194} - t_{195}$	$t_{195} - t_{196}$	$t_{196} - t_{197}$	$t_{197} - t_{198}$	$t_{198} - t_{199}$	$t_{199} - t_{200}$	$t_{200} - t_{201}$	$t_{201} - t_{202}$	$t_{202} - t_{203}$	$t_{203} - t_{204}$	$t_{204} - t_{205}$	$t_{205} - t_{206}$	$t_{206} - t_{207}$	$t_{207} - t_{208}$	$t_{208} - t_{209}$	$t_{209} - t_{210}$	$t_{210} - t_{211}$	$t_{211} - t_{212}$	$t_{212} - t_{213}$	$t_{213} - t_{214}$	$t_{214} - t_{215}$	$t_{215} - t_{216}$	$t_{216} - t_{217}$	$t_{217} - t_{218}$	$t_{218} - t_{219}$	$t_{219} - t_{220}$	$t_{220} - t_{221}$	$t_{221} - t_{222}$	$t_{222} - t_{223}$	$t_{223} - t_{224}$	$t_{224} - t_{225}$	$t_{225} - t_{226}$	$t_{226} - t_{227}$	$t_{227} - t_{228}$	$t_{228} - t_{229}$	$t_{229} - t_{230}$	$t_{230} - t_{231}$	$t_{231} - t_{232}$	$t_{232} - t_{233}$	$t_{233} - t_{234}$	$t_{234} - t_{235}$	$t_{235} - t_{236}$	$t_{236} - t_{237}$	$t_{237} - t_{238}$	$t_{238} - t_{239}$	$t_{239} - t_{240}$	$t_{240} - t_{241}$	$t_{241} - t_{242}$	$t_{242} - t_{243}$	$t_{243} - t_{244}$	$t_{244} - t_{245}$	$t_{245} - t_{246}$	$t_{246} - t_{247}$	$t_{247} - t_{248}$	$t_{248} - t_{249}$	$t_{249} - t_{250}$	$t_{250} - t_{251}$	$t_{251} - t_{252}$	$t_{252} - t_{253}$	$t_{253} - t_{254}$	$t_{254} - t_{255}$	$t_{255} - t_{256}$	$t_{256} - t_{257}$	$t_{257} - t_{258}$	$t_{258} - t_{259}$	$t_{259} - t_{260}$	$t_{260} - t_{261}$	$t_{261} - t_{262}$	$t_{262} - t_{263}$	$t_{263} - t_{264}$	$t_{264} - t_{265}$	$t_{265} - t_{266}$	$t_{266} - t_{267}$	$t_{267} - t_{268}$	$t_{268} - t_{269}$	$t_{269} - t_{270}$	$t_{270} - t_{271}$	$t_{271} - t_{272}$	$t_{272} - t_{273}$	$t_{273} - t_{274}$	$t_{274} - t_{275}$	$t_{275} - t_{276}$	$t_{276} - t_{277}$	$t_{277} - t_{278}$	$t_{278} - t_{279}$	$t_{279} - t_{280}$	$t_{280} - t_{281}$	$t_{281} - t_{282}$	$t_{282} - t_{283}$	$t_{283} - t_{284}$	$t_{284} - t_{285}$	$t_{285} - t_{286}$	$t_{286} - t_{287}$	$t_{287} - t_{288}$	$t_{288} - t_{289}$	$t_{289} - t_{290}$	$t_{290} - t_{291}$	$t_{291} - t_{292}$	$t_{292} - t_{293}$	$t_{293} - t_{294}$	$t_{294} - t_{295}$	$t_{295} - t_{296}$	$t_{296} - t_{297}$	$t_{297} - t_{298}$	$t_{298} - t_{299}$	$t_{299} - t_{300}$	$t_{300} - t_{301}$	$t_{301} - t_{302}$	$t_{302} - t_{303}$	$t_{303} - t_{304}$	$t_{304} - t_{305}$	$t_{305} - t_{306}$	$t_{306} - t_{307}$	$t_{307} - t_{308}$	$t_{308} - t_{309}$	$t_{309} - t_{310}$	$t_{310} - t_{311}$	$t_{311} - t_{312}$	$t_{312} - t_{313}$	$t_{313} - t_{314}$	$t_{314} - t_{315}$	$t_{315} - t_{316}$	$t_{316} - t_{317}$	$t_{317} - t_{318}$	$t_{318} - t_{319}$	$t_{319} - t_{320}$	$t_{320} - t_{321}$	$t_{321} - t_{322}$	$t_{322} - t_{323}$	$t_{323} - t_{324}$	$t_{324} - t_{325}$	$t_{325} - t_{326}$	$t_{326} - t_{327}$	$t_{327} - t_{328}$	$t_{328} - t_{329}$	$t_{329} - t_{330}$	$t_{330} - t_{331}$	$t_{331} - t_{332}$	$t_{332} - t_{333}$	$t_{333} - t_{334}$	$t_{334} - t_{335}$	$t_{335} - t_{336}$	$t_{336} - t_{337}$	$t_{337} - t_{338}$	$t_{338} - t_{339}$	$t_{339} - t_{340}$	$t_{340} - t_{341}$	$t_{341} - t_{342}$	$t_{342} - t_{343}$	$t_{343} - t_{344}$	$t_{344} - t_{345}$	$t_{345} - t_{346}$	$t_{346} - t_{347}$	$t_{347} - t_{348}$	$t_{348} - t_{349}$	$t_{349} - t_{350}$	$t_{350} - t_{351}$	$t_{351} - t_{352}$	$t_{352} - t_{353}$	$t_{353} - t_{354}$	$t_{354} - t_{355}$	$t_{355} - t_{356}$	$t_{356} - t_{357}$	$t_{357} - t_{358}$	$t_{358} - t_{359}$	$t_{359} - t_{360}$	$t_{360} - t_{361}$	$t_{361} - t_{362}$	$t_{362} - t_{363}$	$t_{363} - t_{364}$	$t_{364} - t_{365}$	$t_{365} - t_{366}$	$t_{366} - t_{367}$	$t_{367} - t_{368}$	$t_{368} - t_{369}$	$t_{369} - t_{370}$	$t_{370} - t_{371}$	$t_{371} - t_{372}$	$t_{372} - t_{373}$	$t_{373} - t_{374}$	$t_{374} - t_{375}$	$t_{375} - t_{376}$	$t_{376} - t_{377}$	$t_{377} - t_{378}$	$t_{378} - t_{379}$	$t_{379} - t_{380}$	$t_{380} - t_{381}$	$t_{381} - t_{382}$	$t_{382} - t_{383}$	$t_{383} - t_{384}$	$t_{384} - t_{385}$	$t_{385} - t_{386}$	$t_{386} - t_{387}$	$t_{387} - t_{388}$	$t_{388} - t_{389}$	$t_{389} - t_{390}$	$t_{390} - t_{391}$	$t_{391} - t_{392}$	$t_{392} - t_{393}$	$t_{393} - t_{394}$	$t_{394} - t_{395}$	$t_{395} - t_{396}$	$t_{396} - t_{397}$	$t_{397} - t_{398}$	$t_{398} - t_{399}$	$t_{399} - t_{400}$	$t_{400} - t_{401}$	$t_{401} - t_{402}$	$t_{402} - t_{403}$	$t_{403} - t_{404}$	$t_{404} - t_{405}$	$t_{405} - t_{406}$	$t_{406} - t_{407}$	$t_{407} - t_{408}$	$t_{408} - t_{409}$	$t_{409} - t_{410}$	$t_{410} - t_{411}$	$t_{411} - t_{412}$	$t_{412} - t_{413}$	$t_{413} - t_{414}$	$t_{414} - t_{415}$	$t_{415} - t_{416}$	$t_{416} - t_{417}$	$t_{417} - t_{418}$	$t_{418} - t_{419}$	$t_{419} - t_{420}$	$t_{420} - t_{421}$	$t_{421} - t_{422}$	$t_{422} - t_{423}$	$t_{423} - t_{424}$	$t_{424} - t_{425}$	$t_{425} - t_{426}$	$t_{426} - t_{427}$	$t_{427} - t_{428}$	$t_{428} - t_{429}$	$t_{429} - t_{430}$	$t_{430} - t_{431}$	$t_{431} - t_{432}$	$t_{432} - t_{433}$	$t_{433} - t_{434}$	$t_{434} - t_{435}$	$t_{435} - t_{436}$	$t_{436} - t_{437}$	$t_{437} - t_{438}$	$t_{438} - t_{439}$	$t_{439} - t_{440}$	$t_{440} - t_{441}$	$t_{441} - t_{442}$	$t_{442} - t_{443}$	$t_{443} - t_{444}$	$t_{444} - t_{445}$	$t_{445} - t_{446}$	$t_{446} - t_{447}$	$t_{447} - t_{448}$	$t_{448} - t_{449}$	$t_{449} - t_{450}$	$t_{450} - t_{451}$	$t_{451} - t_{452}$	$t_{452} - t_{453}$	$t_{453} - t_{454}$	$t_{454} - t_{455}$	$t_{455} - t_{456}$	$t_{456} - t_{457}$	$t_{457} - t_{458}$	$t_{458} - t_{459}$	$t_{459} - t_{460}$	$t_{460} - t_{461}$	$t_{461} - t_{462}$	$t_{462} - t_{463}$	$t_{463} - t_{464}$	$t_{464} - t_{465}$	$t_{465} - t_{466}$	$t_{466} - t_{467}$	$t_{467} - t_{468}$	$t_{468} - t_{469}$	$t_{469} - t_{470}$	$t_{470} - t_{471}$	$t_{471} - t_{472}$	$t_{472} - t_{473}$	$t_{473} - t_{474}$	$t_{474} - t_{475}$	$t_{475} - t_{476}$	$t_{476} - t_{477}$	$t_{477} - t_{478}$	$t_{478} - t_{479}$	$t_{479} - t_{480}$	$t_{480} - t_{481}$	$t_{481} - t_{482}$	$t_{482} - t_{483}$	$t_{483} - t_{484}$	$t_{484} - t_{485}$	$t_{485} - t_{486}$	$t_{486} - t_{487}$	$t_{487} - t_{488}$	$t_{488} - t_{489}$	$t_{489} - t_{490}$	$t_{490} - t_{491}$	$t_{491} - t_{492}$	$t_{492} - t_{493}$	$t_{493} - t_{494}$	$t_{494} - t_{495}$	$t_{495} - t_{496}$	$t_{496} - t_{497}$	$t_{497} - t_{498}$	$t_{498} - t_{499}$	$t_{499} - t_{500}$	$t_{500} - t_{501}$	$t_{501} - t_{502}$	$t_{502} - t_{503}$	$t_{503} - t_{504}$	$t_{504} - t_{505}$	$t_{505} - t_{506}$	$t_{506} - t_{507}$	$t_{507} - t_{508}$	$t_{508} - t_{509}$	$t_{509} - t_{510}$	$t_{510} - t_{511}$	$t_{511} - t_{512}$	$t_{512} - t_{513}$	$t_{513} - t_{514}$	$t_{514} - t_{515}$	$t_{515} - t_{516}$	$t_{516} - t_{517}$	$t_{517} - t_{518}$	$t_{518} - t_{519}$	$t_{519} - t_{520}$	$t_{520} - t_{521}$	$t_{521} - t_{522}$	$t_{522} - t_{523}$	$t_{523} - t_{524}$	$t_{524} - t_{525}$	$t_{525} - t_{526}$	$t_{526} - t_{527}$	$t_{527} - t_{528}$	$t_{528} - t_{529}$	$t_{529} - t_{530}$	$t_{530} - t_{531}$	$t_{531} - t_{532}$	$t_{532} - t_{533}$	$t_{533} - t_{534}$	$t_{534} - t_{535}$	$t_{535} - t_{536}$	$t_{536} - t_{537}$	$t_{537} - t_{538}$	$t_{538} - t_{539}$	$t_{539} - t_{540}$	$t_{540} - t_{541}$	$t_{541} - t_{542}$	$t_{542} - t_{543}$	$t_{543} - t_{544}$	$t_{544} - t_{545}$	$t_{545} - t_{546}$	$t_{546} - t_{547}$	$t_{547} - t_{548}$	$t_{548} - t_{549}$	$t_{549} - t_{550}$	$t_{550} - t_{551}$	$t_{551} - t_{552}$	$t_{552} - t_{553}$	$t_{553} - t_{554}$	$t_{554} - t_{555}$	$t_{555} - t_{556}$	$t_{556} - t_{557}$	$t_{557} - t_{558}$	$t_{558} - t_{559}$	$t_{559} - t_{560}$	$t_{560} - t_{561}$	$t_{561} - t_{562}$	$t_{562} - t_{563}$	$t_{563} - t_{564}$	$t_{564} - t_{565}$	$t_{565} - t_{566}$	$t_{566} - t_{567}$	$t_{567} - t_{568}$	$t_{568} - t_{569}$

JEDNOCEVNI SISTEM								Datum:	Projekt:
								Br.:
Odgovorna osoba:									
P_n W	1	2	3	4	5	6	7	V_{ges}	
t_i °C									
V_{HK}								$\frac{l}{s}$	
V_{HK}								%	
t_1	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	°C	
t_m	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	°C	
t_2	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	°C	
$\vartheta_v = \dots \text{°C}$								$\vartheta_R = \dots \text{°C}$	
$\Delta\vartheta$									
Δt_{HK}								°C	
$\Delta t_{\ddot{u}}$								°C	
f_1									
P_{100}								W	
$P_{ges} = \dots \text{ kW}$									
$P_{ges} = \dots \text{ kW}$									
P_n W	1	2	3	4	5	6	7	V_{ges}	
t_i °C									
V_{HK}								$\frac{l}{s}$	
V_{HK}								%	
t_1	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	°C	
t_m	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	°C	
t_2	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">.....</div>	°C	
$\vartheta_v = \dots \text{°C}$								$\vartheta_R = \dots \text{°C}$	
$\Delta\vartheta$									
Δt_{HK}								°C	
$\Delta t_{\ddot{u}}$								°C	
f_1									
P_{100}								W	

H 111

Čelična cev t= 1 K R(Pa.m.)	DN10	15	20	25		32		40	50		
	3/8	1/2	3/4	1	38x2,6	1 1/4	44,5x2,6	1 1/2	57x2,9	63,5x2,9	
	D= 12,5mm	16	21,6	27,2	32,8	35,9	39,3	41,8	51,2	57,7	
6	1) P 2) m 3) w	27 6.0E ³ .05	53 .013 .06	122 .029 .08	229 .055 .1	381 .091 .11	488 .116 .12	623 .149 .13	737 .176 .13	1274 .304 .15	1759 .419 .16
8		32 8.0E ³ .06	63 .015 .08	144 .034 .1	269 .064 .11	448 .107 .13	573 .136 .14	732 .174 .15	864 .206 .15	1494 .356 .18	2061 .491 .19
10		36 9.0E ³ .07	106 .025 .13	240 .057 .16	449 .107 .19	745 .178 .22	951 .227 .23	1213 .289 .25	1431 .341 .26	2466 .588 .29	3395 .809 .32
20		54 .013 .11	106 .025 .13	240 .057 .16	449 .107 .19	745 .178 .22	951 .227 .23	1213 .289 .25	1431 .341 .26	2466 .588 .29	3395 .809 .32
30		68 .016 .14	133 .032 .16	301 .072 .2	562 .134 .24	930 .222 .27	1186 .283 .29	1512 .36 .31	1784 .425 .32	3070 .732 .37	4224 1,007 .4
40		80 .019 .16	156 .037 .19	353 .084 .24	658 .157 .28	1088 .259 .32	1386 .33 .34	1767 .421 .36	2084 .497 .37	3583 .854 .43	4928 1,174 .46
50		90 .022 .18	177 .042 .22	399 .095 .27	743 .177 .31	1228 .293 .36	1564 .373 .38	1993 .475 .4	2350 .56 .42	4037 .962 .48	5550 1,323 .52
60		100 .024 .2	196 .047 .24	441 .105 .29	820 .195 .35	1355 .323 .39	1725 .411 .42	2197 .524 .44	2591 .617 .46	4449 1,06 .53	6114 1,457 .57
70		109 .026 .22	213 .051 .26	479 .114 .32	891 .212 .38	1472 .351 .43	1874 .447 .45	2386 .569 .48	2813 .67 .5	4829 1,151 .58	6635 1,581 .62
80		117 .028 .23	229 .055 .28	515 .423 .34	958 .228 .4	1581 .377 .46	2013 .48 .49	2562 .611 .52	3020 .72 .54	5183 1,235 .62	7120 1,697 .67
90		125 .03 .25	244 .058 .3	549 .131 .37	1020 .243 .43	1684 .401 .49	2143 .511 .52	2728 .65 .55	3216 .766 .57	5516 1,314 .66	7576 1,805 .71
100		133 .032 .27	259 .062 .32	581 .139 .39	1079 .257 .46	1781 .424 .52	2267 .54 .55	2885 .688 .58	3400 .81 .61	5831 1,39 .69	8008 1,908 .75
110		140 .033 .28	273 .065 .33	612 .146 .41	1136 .271 .48	1874 .447 .54	2385 .568 .58	3035 .723 .61	3576 .852 .64	6132 1,461 .73	8419 2,006 .79
120		147 .035 .29	286 .068 .35	642 .153 .43	1190 .284 .5	1963 .468 .57	2497 .595 .6	3178 .757 .64	3745 .892 .67	6419 1,53 .76	8813 2,1 .83
130		153 .037 .31	299 .071 .36	670 .16 .45	1242 .296 .52	2048 .488 .59	2605 .621 .63	3315 .79 .67	3906 .931 .7	6695 1,595 .8	9190 2,19 .86
140		160 .036 .32	311 .074 .38	697 .166 .47	1292 .308 .55	2130 .508 .62	2710 .646 .66	3448 .822 .7	4062 .968 .73	6960 1,659 .83	9554 2,277 .9
150		166 .039 .33	323 .077 .39	723 .172 .48	1340 .319 .57	2209 .526 .64	2810 .67 .68	3575 .852 .72	4212 1,004 .75	7217 1,72 .86	9905 2,36 .93
160		172 .041 .34	334 .08 .41	749 .178 .5	1387 .331 .59	2286 .545 .66	2908 .693 .7	3699 .881 .75	4358 1,038 .78	7465 1,779 .89	10245 2,441 .96
170		177 .042 .35	345 .082 .42	773 .184 .52	1433 .341 .6	2361 .563 .69	3002 .715 .73	3819 .91 .77	4499 1,072 .8	7706 1,836 .92	10574 2,52 .99
180		183 .044 .37	356 .085 .43	797 .19 .53	1477 .352 .62	2433 .58 .71	3094 .737 .75	3935 .938 .8	4636 1,105 .83	7939 1,892 .95	10894 2,596 1,02
190		188 .045 .38	367 .087 .45	820 .196 .55	1520 .362 .64	2503 .597 .73	3183 .759 .77	4049 .965 .82	4769 1,137 .85	8167 1,946 .97	10245 2,441 1,05
200		194 .046 .39	377 .09 .46	543 .201 .56	1561 .372 .66	2572 .613 .75	3270 .779 .79	4159 .991 .84	4899 1,168 .88	8388 1,999 1	11509 2,743 1,08
220		204 .049 .41	397 .095 .48	887 .211 .59	1642 .391 .69	2704 .644 .78	3438 .819 .83	4372 1,042 .88	5150 1,227 .92	8816 2,101 1,05	12094 2,882 1,13
240		214 .051 .43	415 .099 .51	929 .221 .62	1719 .41 .73	2831 .675 .82	3599 .858 .87	4576 1,091 .93	5390 1,284 .96	9224 2,198 1,1	12653 3,015 1,19
260		223 .053 .45	434 .103 .53	969 .231 .65	1794 .427 .76	2952 .703 .86	3753 .894 .91	4772 1,137 .96	5620 1,339 1	9616 2,292 1,15	13190 3,143 1,24
280		232 .055 .46	451 .108 .55	1008 .24 .67	1865 .444 .79	3069 .731 .89	3901 .93 .95	4960 1,182 1	5841 1,392 1,04	9994 2,382 1,19	13706 3,266 1,29
300		241 .057 .48	468 .112 .57	1046 .249 .7	1934 .461 .82	3182 .758 .92	4045 .964 .98	5142 1,225 1,04	6055 1,443 1,08	10358 2,468 1,23	14205 30385 1,33
400		281 .067 .56	545 .13 .67	1217 .29 .81	2249 .536 .95	3698 .881 1,07	4699 1,12 1,14	5972 1,423 1,21	7032 1,676 1,26	12022 2,865 1,43	16482 3,928 1,55
500		317 .075 .63	614 .146 .75	1368 .326 .92	2527 .602 1,07	4153 .862 1,21	5276 1,257 1,28	6705 1,598 1,36	7893 1,881 1,41	13490 3,215 1,61	18490 4,406 1,73
600		349 .083 .7	676 .161 .82	1505 .359 1,01	2778 .662 1,17	4565 1,088 1,32	5799 1,382 1,4	7368 1,756 1,49	8673 2,067 1,55	14818 3,531 1,76	20307 4,839 1,9
700		378 .09 .76	733 .175 .89	1631 .389 1,09	3010 .717 1,27	4944 1,178 1,43	6280 1,496 1,52	7978 1,901 1,61	9390 2,238 1,68	16040 3,822 1,91	21979 5,237 2,06

Topla voda t=80°C
1) Toplotni učinak u w pri tv-tr= 1K
2) Protok vode u kg.s⁻¹
3) Brzina vode w u m.s⁻¹



TABLICA trenja u srednje teškim navojnim cevima
i bešavne cevi

Topla voda
 Toplotni učinak u W pri $t_v - t_r = 1K$
 Protok vod u kg.s-1
 Brzina vode w u m.s-1



ROHRREIBUNGSTAFEL für nahtlose Siederohre

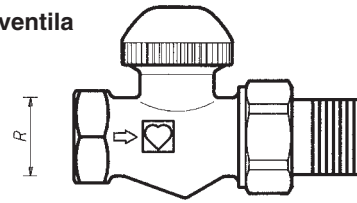
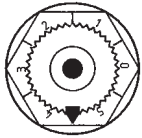
Stahlrohr $t = 1 K$ R(Pa.m.)	DN 65	80	(R 3)	100	(R 4)	125	(R 5)	150	(175)	
	70x2,9	76,1x2,9	82,5x3,2	88,9x3,2	108x3,6	114,3x3,6	133x4	139,7x4	159x4,5	191x5,4
	D= 64,2mm	70,3	76,1	82,5	100,8	107,1	125	131,7	150	180,2
6	1) P 2) m 3) w 2344 ,559 ,18	2991 ,713 ,19	3700 ,882 ,2	4594 ,1095 ,21	7849 ,1871 ,24	9228 ,2199 ,25	13933 ,332 ,28	16011 ,3815 ,29	22629 ,5393 ,31	36823 ,8775 ,35
8	2745 ,654 ,21	3501 ,834 ,22	4330 ,1032 ,23	5374 ,1281 ,25	9174 ,2186 ,28	10783 ,257 ,29	16271 ,3877 ,33	18094 ,4455 ,34	26409 ,6293 ,37	42945 ,10234 ,41
10	3101 ,739 ,23	3954 ,942 ,25	4888 ,1165 ,26	6066 ,1445 ,28	10349 ,2466 ,32	12162 ,2898 ,33	18343 ,4371 ,37	21071 ,5021 ,38	29756 ,7091 ,41	48364 ,11525 ,47
20	4516 ,1076 ,34	5753 ,1371 ,36	7107 ,1694 ,38	8811 ,21 ,4	15005 ,3576 ,46	17624 ,42 ,48	26545 ,6326 ,53	30479 ,7263 ,55	42955 ,10246 ,6	69782 ,16629 ,67
30	5615 ,1338 ,43	7150 ,1704 ,45	8828 ,2104 ,48	10940 ,2607 ,5	18611 ,4435 ,57	21853 ,5208 ,59	32890 ,7838 ,66	37756 ,8997 ,68	53230 ,12685 ,74	86325 ,20571 ,83
40	6547 ,156 ,5	8334 ,1986 ,53	10287 ,2451 ,55	12744 ,3037 ,58	21666 ,5163 ,67	25435 ,6061 ,69	38262 ,9118 ,76	43915 ,10465 ,79	61890 ,14748 ,86	100317 ,23905 ,96
50	7372 ,1757 ,56	9381 ,2235 ,59	11577 ,2759 ,62	14339 ,3417 ,66	24366 ,5506 ,75	28600 ,6815 ,78	43007 ,10249 ,86	49356 ,11761 ,89	69537 ,1657 ,96	112669 ,26849 ,108
60	8119 ,1935 ,62	10330 ,2462 ,65	12746 ,3037 ,69	15785 ,3762 ,72	26811 ,6389 ,82	31466 ,7498 ,86	47305 ,11273 ,95	54283 ,12935 ,98	76461 ,18221 ,106	123852 ,29514 ,119
70	8808 ,2099 ,67	11205 ,267 ,71	13823 ,3294 ,75	17117 ,4079 ,79	29064 ,6926 ,89	34107 ,8128 ,93	51262 ,12216 ,102	58819 ,14017 ,106	82836 ,1974 ,115	134145 ,31967 ,129
80	9451 ,2252 ,72	12020 ,2864 ,76	14828 ,3533 ,8	18358 ,4375 ,84	31163 ,7426 ,96	36567 ,8714 ,1	54949 ,13094 ,11	63046 ,15024 ,113	88775 ,21155 ,123	143734 ,34252 ,138
90	10055 ,2396 ,76	12787 ,3047 ,81	15772 ,3758 ,85	19526 ,4653 ,9	33137 ,7896 ,102	38880 ,9265 ,106	58415 ,1392 ,117	57019 ,15971 ,121	94358 ,22485 ,131	152764 ,363 ,147
100	10627 ,2532 ,8	13513 ,322 ,85	16666 ,3971 ,9	20631 ,4916 ,95	35005 ,8342 ,112	41070 ,9787 ,112	61696 ,14702 ,123	70780 ,16867 ,127	99641 ,23744 ,138	161274 ,38431 ,155
110	11171 ,2662 ,85	14205 ,3385 ,9	17517 ,4174 ,94	21682 ,5167 ,99	36783 ,8765 ,113	43154 ,10283 ,117	64818 ,15446 ,13	74358 ,17719 ,134	104668 ,24942 ,145	169388 ,40365 ,163
120	11692 ,2786 ,89	14866 ,3542 ,94	18331 ,4368 ,99	22688 ,5407 ,104	38483 ,917 ,118	45146 ,10758 ,123	67802 ,16157 ,135	77779 ,18535 ,14	109473 ,26087 ,152	177144 ,42213 ,17
130	12192 ,2905 ,92	15500 ,3694 ,98	19112 ,4554 ,103	23653 ,5637 ,109	40114 ,9559 ,123	47057 ,11214 ,141	70666 ,1684 ,141	81061 ,19317 ,146	114084 ,27186 ,158	184586 ,43986 ,177
140	12673 ,302 ,96	16111 ,3839 ,102	19864 ,4734 ,107	24583 ,5858 ,113	41684 ,9933 ,128	48 ,11652 ,133	73423 ,17496 ,147	84221 ,2007 ,152	118522 ,28244 ,164	191748 ,45693 ,184
150	13138 ,3131 ,1	16700 ,398 ,106	20590 ,4906 ,111	25480 ,6072 ,117	43200 ,10294 ,133	50674 ,12075 ,138	76083 ,1813 ,152	87270 ,20796 ,157	122805 ,29264 ,17	198660 ,4734 ,191
160	13588 ,3238 ,103	17271 ,4116 ,109	21292 ,5074 ,115	26347 ,6279 ,121	44666 ,10644 ,137	52392 ,12485 ,143	78657 ,18744 ,157	90220 ,21499 ,162	126949 ,30252 ,176	205347 ,48934 ,197
170	14023 ,3342 ,106	17824 ,4247 ,113	21973 ,5236 ,118	27189 ,6479 ,125	46088 ,10983 ,142	54058 ,12882 ,147	81152 ,19339 ,162	93080 ,22181 ,168	130966 ,31209 ,182	211829 ,50479 ,204
180	14447 ,3443 ,109	18361 ,4375 ,116	22634 ,5394 ,122	28006 ,6674 ,128	47469 ,11312 ,145	55676 ,13268 ,152	83576 ,19916 ,167	95858 ,22843 ,173	134867 ,32139 ,187	218124 ,51979 ,21
190	14859 ,3541 ,113	18884 ,45 ,119	23278 ,5547 ,125	28801 ,6863 ,132	48812 ,11532 ,15	57250 ,13643 ,156	85934 ,20478 ,172	98560 ,23487 ,177	138662 ,33043 ,192	224248 ,53438 ,216
200	15260 ,3637 ,116	19393 ,4621 ,123	23905 ,5697 ,129	29576 ,7048 ,136	50121 ,11944 ,154	58784 ,14008 ,16	88230 ,21025 ,176	101193 ,24114 ,182	142359 ,33924 ,198	230200 ,54859 ,221
220	16035 ,3821 ,121	20376 ,4855 ,129	25114 ,5985 ,135	31070 ,7404 ,143	52644 ,12345 ,162	61741 ,14713 ,168	92659 ,25323 ,185	106268 ,29323 ,191	149487 ,35623 ,207	241714 ,576 ,232
240	16775 ,3997 ,127	21315 ,5079 ,135	26270 ,626 ,142	32498 ,7744 ,149	55056 ,1312 ,169	64567 ,15386 ,176	96891 ,23089 ,194	111119 ,26479 ,2	156300 ,37246 ,217	252706 ,60219 ,243
260	17485 ,4167 ,132	22215 ,5294 ,14	27379 ,6524 ,148	33868 ,8071 ,155	57370 ,13671 ,176	67279 ,16032 ,183	100952 ,24057 ,202	115773 ,27588 ,208	162835 ,38803 ,226	263250 ,62732 ,253
280	18168 ,4329 ,138	23083 ,5501 ,146	28446 ,6779 ,153	35187 ,8385 ,161	59598 ,14202 ,183	59889 ,16654 ,19	104860 ,24988 ,21	120251 ,28656 ,216	169125 ,40302 ,235	273397 ,6515 ,263
300	18828 ,4487 ,143	23920 ,57 ,151	29476 ,7024 ,159	36459 ,8688 ,167	61747 ,14714 ,197	72407 ,17255 ,197	108632 ,25887 ,217	124574 ,29686 ,224	175194 ,41749 ,243	283189 ,67484 ,272
400	21841 ,5205 ,143	27741 ,6611 ,175	34180 ,8145 ,184	42270 ,10073 ,194	71560 ,17053 ,22	83904 ,19994 ,228	125846 ,29989 ,251	144302 ,34387 ,26	202897 ,4835 ,282	327879 ,78133 ,315
500	24497 ,5838 ,186	31111 ,7414 ,197	38327 ,9133 ,207	47393 ,11294 ,217	80210 ,19114 ,246	94039 ,22409 ,256	141020 ,33605 ,282	161691 ,38531 ,291	227314 ,54169 ,315	367266 ,37519 ,353
600	26901 ,641 ,204	34159 ,814 ,206	42078 ,10027 ,227	52027 ,12398 ,239	88034 ,20978 ,271	103206 ,24594 ,281	154743 ,36875 ,309	177418 ,42278 ,319	249395 ,5943 ,346	402883 ,96006 ,387
700	29112 ,6937 ,221	36964 ,8808 ,234	45529 ,10849 ,245	56289 ,13414 ,258	95321 ,22693 ,293	111638 ,26603 ,304	167366 ,39883 ,334	191883 ,45725 ,345	269705 ,6427 ,374	435642 ,103813 ,419

HERZ-TS-98-V

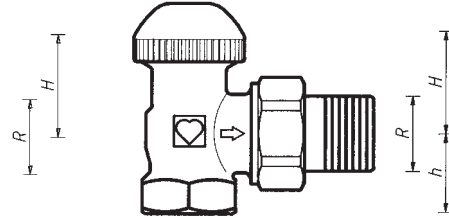
Termostatski ventil sa kontinualnim očitljivim prednameštanjem

Tehnički list za **TS-98-V**, izdanje 0711

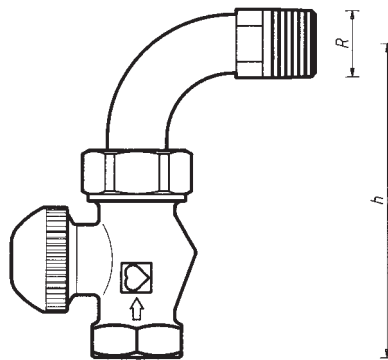
HERZ-TS-98-V
Gornji deo termostatskog ventila



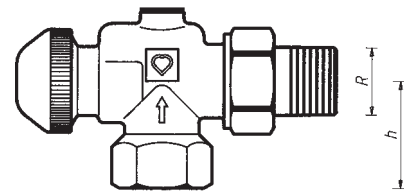
7623 V



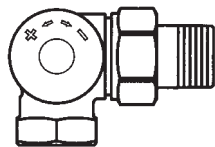
7624 V



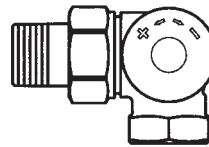
7623 V + 6249



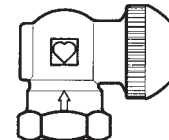
7628 V



7658 V

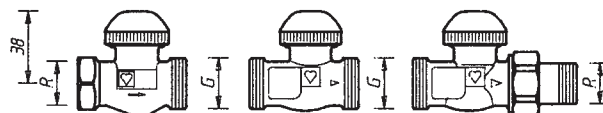


7659 V

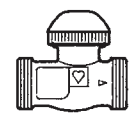


Specijani modeli

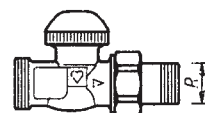
R = R 1/2
G = G 3/4



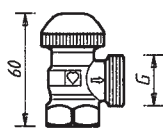
1 7623 71



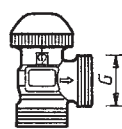
1 7637 67



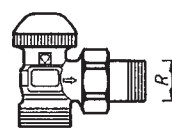
1 7633 67



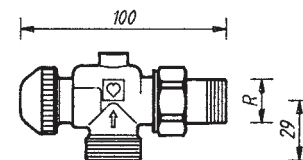
1 7624 71



1 7624 42



1 7638 67



1 7648 67

☑ Dimenzije u mm za standardne serije EN 215 T2, HD 1215

Model	Verzija	DN	R		L	H	h	art. br.
7623 V	Serija „F“ - ventil prav	10	3/8	12	75	27	–	1 7623 66
		15	1/2	1	83	27	–	1 7623 67
		20	3/4	18	98	27	–	1 7623 69
7624 V	Serija „F“ - ventil ugaoni	10	3/8	12	49	27	20	1 7624 66
		15	1/2	15	54	23	23	1 7624 67
		20	3/4	18	63	23	23	1 7724 92
7623 VD + 6249	EN 215 F prav ventil sa kolenom	10	3/8	12	40	27	84	Ventil i koleno naručuju se posebno
		15	1/2	15	54	27	94	
7628 V	Ugaoni specijal	10	3/8	12	49	35	27	1 7628 65
		15	1/2	15	55	35	29	1 7628 67
7658 V	AB	15	1/2	15	53	26	31	1 7658 67
7659 V	CD	15	1/2	15	53	26	31	1 7659 67
7623 VD	Serija „D“ - ventil prav	10	3/8	12	85	27	–	1 7623 66
		15	1/2	15	95	27	–	1 7623 68
7624 VD	Serija „D“ - ventil ugaoni	10	3/8	12	52	27	22	1 7624 66
		15	1/2	15	58	23	26	1 7624 68
7623 VD + 6249	EN 215 D prav ventil sa kolenom	10	3/8	12	40	27	94	Ventil i koleno naručuju se posebno
		15	1/2	15	54	27	107	
		20	3/4	122	60	37	122	

☑ Izvedbe

Svi modeli su niklovani, sa narandžastom kapom.

Univerzalni modeli sa specijalnim Un za cev sa navojem ili priključni set.

HERZ-TS-98-V 7723 V 3/8 – 3/4 Prav ventil serije F
7724 V 3/8 – 3/4 Ugaoni ventil serije F
7728 V 3/8 – 3/4 Ugaoni special

HERZ-3-D-V 7758 V 1/2 3-osni ventil „AB“, grejno telo desno od ventila
7759 V 1/2 3-osni ventil „CD“, grejno telo levo od ventila

☑ HERZ-TS-98 Specijalni modeli

HERZ-TS-98-V-Ventili specijal, dimenzija 1/2

1 7623	71	Pravi, Univerzalni Un x Sn G 3/4, konusno zaptivanje
1 7637	67	Pravi, 2 x Sn G 3/4, konusno zaptivanje
1 7633	67	Pravi, konusno zaptivanje priključka za grejno telo, cevni priključak Sn G 3/4
1 7624	71	Ugaoni, Univerzalni Un x Sn G 3/4, konusno zaptivanje
1 7624	42	Ugaoni, 2 x Sn G 3/4, konusno zaptivanje
1 7638	67	Ugaoni, konusno zaptivanje priključka za grejno telo, cevni priključak Sn G 3/4
1 7648	67	Ugaoni, konusno zaptivanje priključka za grejno telo, cevni priključak Sn G 3/4

☑ Srodni modeli

HERZ-TS-90	Termostatski ventil bez prednameštanja
HERZ-TS-90-E	Termostatski ventil sa redukovanim otporom za jednoceveni sistem
HERZ-TS-E	Termostatski ventilsa maksimalnim protokom za jednoceveni sistem
HERZ-TS-90-V	Termostatski ventil sa kontinualnim, skrivenim prednameštanjem
HERZ-TS-90-kv	Termostatski ventil sa fiksnim kv vrednostima za sisteme daljinskog grejanja

Za navedene modele dostupni su posebni tehnički listovi.

☑ Radni uslovi

Maks. radna temperatura 120 °C
 Maks. radni pritisak 10 bar
 Kvalitet vode prema ÖNORM H 5195 odn. VDI 2035.

☑ HERZ priključni setovi

Prilikom korišćenje HERZ priključnih setova za bakarne ili crne cevi dozvoljena temperatura i pritisak određeni su prema EN 1254-2:1998 u tabeli 5. Za plastične cevi maksimalna radna temperatura je 80 °C i maksimalni radni pritisak 4 bar, ako je to dozvoljeno od strane proizvođača cevi.

☑ Oblast primene

Sistemi za grejanje toplom vodom, kada hidrauličko uravnoteženje nije moguće preko povratnog ventila ili nije poželjno.

☑ Priključak grejnog tela

Priključak za crne cevi **6210**, konusno zaptivanje, ugrađen. Preporučuje se upotreba HERZ-montažnog ključa **6680**.

☑ Dodatne mogućnosti povezivanja

Brojevi artikala saglasni su HERZ-prodajnom programu.

Umesto radijatorskih priključaka mogu se upotrebiti i muški navojni priključci G 3/4:

6210	1/2	Priključak za crne cevi, duži 26 odnosno 35 mm
6211	1/2	Redukcija, 1/2 x 3/8
6213	3/8	Redukcija, 3/8 x 1/2
6218	3/8-3/4	Duža navojna čaura bez navrtke, može se upotrebiti za kompenzaciju ukupne dužine Dužine 3/8 x 40; 1/2 x 39, 42 odnosno 76; 3/4 x 70 mm.
6218	1/2	Navojni nastavak bez navrtke, dužina 36, 48 odnosno 76 mm
6235	3/8-3/4	Priključak za lemljenje, 3/8 x 12; 1/2 x 12, 15 odn. 18; 3/4 x 18 mm
6249	3/8-3/4	Priključni luk za crne cevi, bez navrtke, konusno zaptiven
6274	G 3/4	Priključni set za bakarne cevi i tankozidne čelične cevi prečnika 8, 10, 12, 14, 15, 16, 18 mm
6276	G 3/4	Priključni set sa mekom zaptivkom za bakarne i tankozidne čelične cevi masivna gumena zaptivka (EPDM) za cevi, spoljašnji prečnik 12, 14, 18 mm.
6098	G 3/4	Priključni set za PE-X-, PB- i plastične kompozitne cevi

Na strani navojnog priključka ventila koriste se:

6219	1/2-3/4	Redukcioni navojni priključak, za povezivanje cevi i ventila, unutrašnji prečnik (cevi) x spoljašnji navoj (Ventil), 1 x 1/2, 1 1/4 x 1/2, 1 x 3/4, 1 1/4 x 3/4.
6066,6067	M 22 x 1,5	Priključak za PE-X-, PB- i plastične kompozitne cevi, koristi se sa adapterom 1 6272 01 (R 1/2 x M 22 x 1,5).
6097,6098	G 3/4	Priključak za PE-X-, PB- i plastične kompozitne cevi, koristi se sa adapterom 1 6266 01 (R 1/2 x G 3/4).

Dimenzije cevi i priključaka za plastične cevi saglasne su HERZ-prodajnom programu.

☑ Priključak za cevi - univerzalni modeli

Univerzalni modeli su izvedeni sa specijalnim mufom. Može se prema izboru priključiti navojna cev ili pomoću steznog seta kalibrisana cev od mekog čelika ili bakarna cev. Priključni set se naručuje posebno.

Kod ventila za spoljne prečnike cevi 10, 12, 14, 16 i 18 mm primenjuje se adapter art.br. **6272** između ventila i steznog seta.

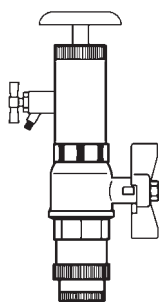
Cev Ø D mm	12	10	12	14	15	16	18
Ventil R =	3/8	1/2					
Adapter Art.br.		1 6272 01	1 6272 01	1 6272 01		1 6272 01	1 6272 11
Priklj. set Art.br.	1 6292 00	1 6284 00	1 6284 01	1 6284 03	1 6292 01	1 6284 05	1 6289 01

Prilikom montaže cevi od mekog čelika ili bakarne cevi priključnim setom preporučujemo upotrebu zaštitne čaure. Za lakšu montažu steznog seta potrebno je navoj steznog prstena, odnosno navrtku, kao i sam stezni prsten, nauljiti silikonskim uljem. Preporučujemo pridržavanje uputstvu za rukovanje i ugradnju.

☑ Funkcija prednameštanja

Prednameštanje je omogućeno spolja preko navojnog vretena za podešavanje povezanim sa sedištem ventila koje je obuhvaćeno zaptivkom sedišta i ne smanjuje radni hod vretena ventila. Prednameštanje je zaštićeno od neovlašćenog rukovanja.

Prednameštanje gornjeg dela vrši se pomoću HERZ-ključa za podešavanje (1 **6809** 67).

☑ HERZ-TS-90-Kompatibilnost izmena gornjih delova termostatskih ventila


HERZ-TS-90-ventili izvedeni su u 4 verzije koje se međusobno razlikuju po konstrukciji gornjeg dela ventila.

- HERZ-TS-90 – klasičan model bez prenameštanja
- HERZ-TS-90-k_v – termostatski ventil sa fiksnom kv-vrednošću
- HERZ-TS-90-V – termostatski ventil za fino regulisanje, skriveno podešavanje
- HERZ-TS-98-V – termostatski ventil za fino regulisanje, vidljivo podešavanje

Ako se za vreme rada postrojenja ustanovi da bi za individualno podešavanje protoka kroz grejno telo trebalo primeniti drugi tip gornjeg dela ventila, može se po potrebi lako zameniti gornji deo HERZ-Changefix-priborom za zamenu tokom rada instalacije.

Isto tako se mogu jednostavno ukloniti smetnje na grejnim telima, odnosno termostatskim ventilima - npr. preko stranih tela, kao što su prljavština, ostaci od lemljenja ili zavarivanja.

Prilikom korišćenja uređaja potrebno je slediti uputstva HERZ-uređaja za zamenu ventila priložena uz uređaj.

☑ Zaptivanje vretena HERZ-TS-98-V - gornji deo


Za zaptivanje vretena služi specijalni zaptivni prsten, koji pruža maksimalnu lakoću održavanja i dugotrajnu prohodnost ventila. Kod zatvorenog zaptivanja vretena menja se gornji deo ventila i istovremeno saniraju moguća oštećenja zaptivki sedišta. Postojeće prednameštanje se nakon ponovno podesi zamene gornjeg dela ventila.

1. Demontirati HERZ-termostatsku glavu odnosno HERZ-TS-ručni pogon.
2. Odvrnuti gornji deo ventila i zameniti novim.
3. Ponovo montirati HERZ-termostatsku glavu, odnosno HERZ-TS-ručni pogon.

Zamena gornjeg dela ventila može se izvršiti dok je instalacija pod pritiskom uz pomoć HERZ-Changefix alata za zamenu gornjeg dela ventila, pri čemu je neophodno pridržavati se uputstva za rad sa alatom

Broj artikla za HERZ-TS-98-V-gornji deo ventila je: 1 **6367** 98

☑ HERZ-Navojna kapa termostatskog ventila



Navojna kapa služi za rukovanje za vreme prekida rada instalacija (ispiranje cevovoda). Skidanjem navojne kape i postavljanjem HERZ-termostatske glave moguće je postaviti pogon ventila bez pražnjenja sistema.

Podešavanje nominalnog položaja pomoću navojne kape:

Na obimu navojne kape, na rubu, nalaze su dve oznake za podešavanje koje završavaju oznakama „+” i „-”.

1. Zatvaranje ventila vrši se okretanjem navojne kape u smeru kazaljke na satu.
2. Označiti sve pozicije saglasno oznakama nameštanja „+”.
3. Okrenuti navojnu kapu suprotno od kazaljke na satu dok oznaka nameštanja „-” ne dođe na poziciju 2.

☑ HERZ-TS Ručni pogon



Ako HERZ-termostatski ventil (donji deo) u bilo kom slučaju nije opremljen HERZ-termostatskom glavom, navojnu kapu je moguće zameniti HERZ-TS-ručnim pogonom.

Prilikom montaže moraju se poštovati priložena uputstva za ugradnju.

☑ Ugradnja

Termostatski ventil ugrađen je na polaz grejnog tela sa protokom u smeru strelice na ventilu. Termostatska glava bi trebalo da se nalazi u horizontalnom položaju koliko god je to moguće, kako bi se postiglo optimalno regulisanje temperature prostorije i kod najmanjih poremećaja.

☑ Uputstvo za ugradnju

HERZ-termostatska glava ni u kom slučaju ne bi trebalo da bude izložena suncu ili izvorima koji zrače toplotu – npr. televizor. Ako je grejno telo pokriveno (zavesama) stvara se topla zona u kojoj termostat ne registruje realnu temperaturu prostora, pa je ne može ni ispravno regulisati. U tom slučaju primenjuje se HERZ-termostat sa daljinskim senzorom, odnosno HERZ-termostat sa daljinskim podešavanjem.

Detaljnije informacije o HERZ-termostatima sa daljinskim senzorima date su njihovim tehničkim listovima.

☑ Letnje nameštanje

Nakon završetka sezone grejanja ventil skroz otvoriti okretanjem u smeru suprotno od kazaljke na satu kako bi se izbeglo taloženje prljavštine na sedištu ventila.

☑ Pribor

- | | |
|-----------|--|
| 1 6680 00 | HERZ- Montažni ključ za priključni set |
| 1 6819 98 | HERZ-TS-98-V Montažni ključ |
| 1 7780 00 | HERZ- Changefix, alat za zamenu gornjeg dela ventila |
| 1 9102 80 | HERZ-TS-90-ručni pogon, serija 9000 „Design“ |

☑ Rezervni delovi

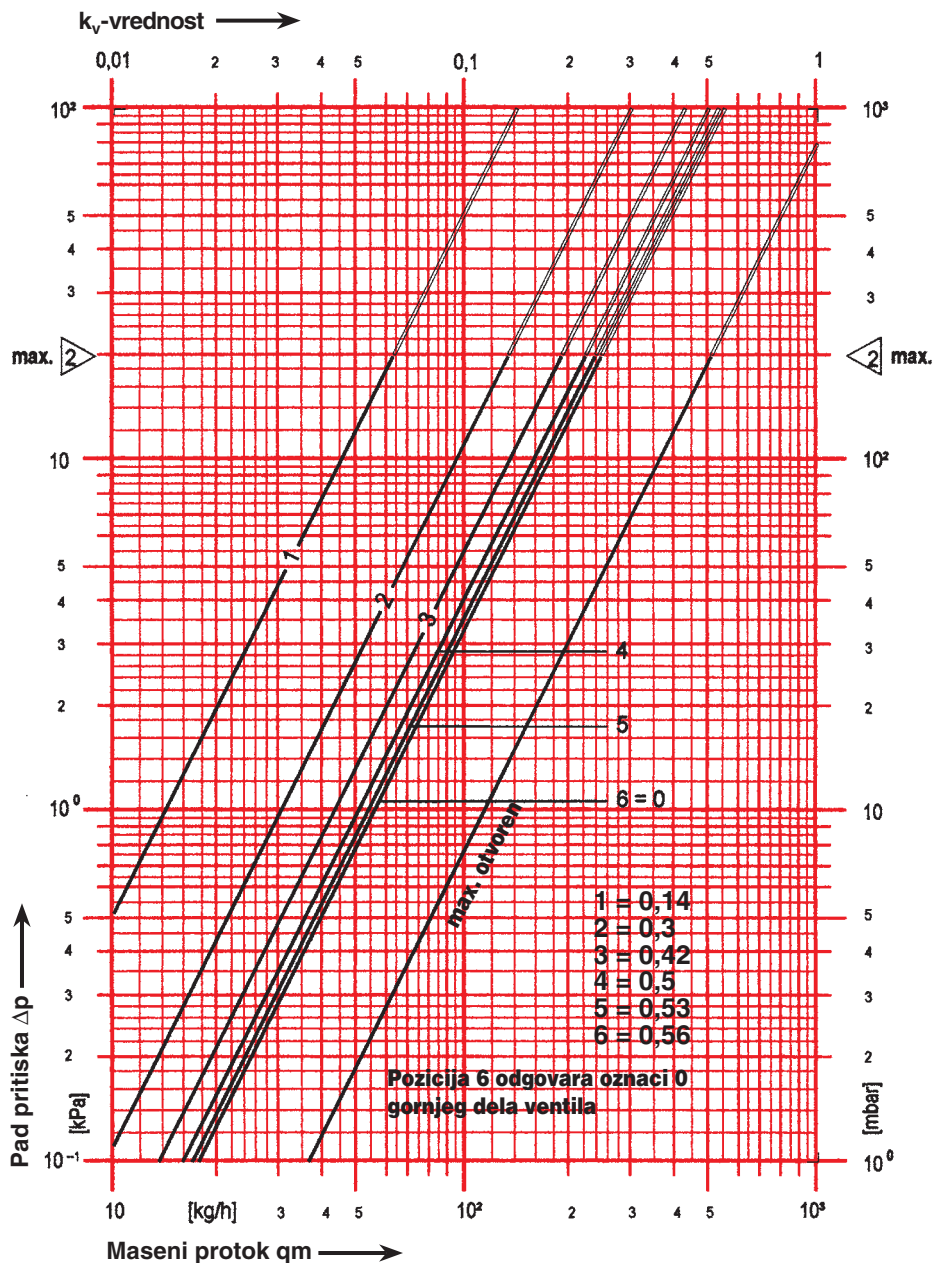
- | | |
|-----------|---|
| 1 6367 98 | HERZ-TS-98-V gornji deo termostatskog ventila |
|-----------|---|

HERZ-Karakteristika ventila

HERZ-TS-98-V

Art. br. 7623 V - 7723 V

Dim. DN 10 R = 3/8 • DN 15 R = 1/2

 Konstrukcija ventila $[\Delta p]$ izvedena je prema „VDMA-preporukama o urbanoj gradnji i planiranju grejnih sistema sa termostatskim regulisanjem ventila na grejnim telima.


Podaci se odnose na statički pritisak u opsegu 2,5-10 bar

	kv-vrednost							
p-odstupanje [K]	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
položaj								
1	0,05	0,11	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
2	0,13	0,25	0,29	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
3	0,14	0,26	0,38	0,42	0,44	0,44	0,45	0,45
4	0,14	0,27	0,39	0,50	0,54	0,55	0,56	0,57
5	0,15	0,28	0,40	0,53	0,66	0,70	0,72	0,73
6	0,15	0,28	0,41	0,56	0,70	0,76	0,80	0,81

HERZ-ov RL 5

Prigušni ventil prema DIN 3842 s 5 funkcija
otvoriti – zatvoriti – prednamestiti – puniti – prazniti

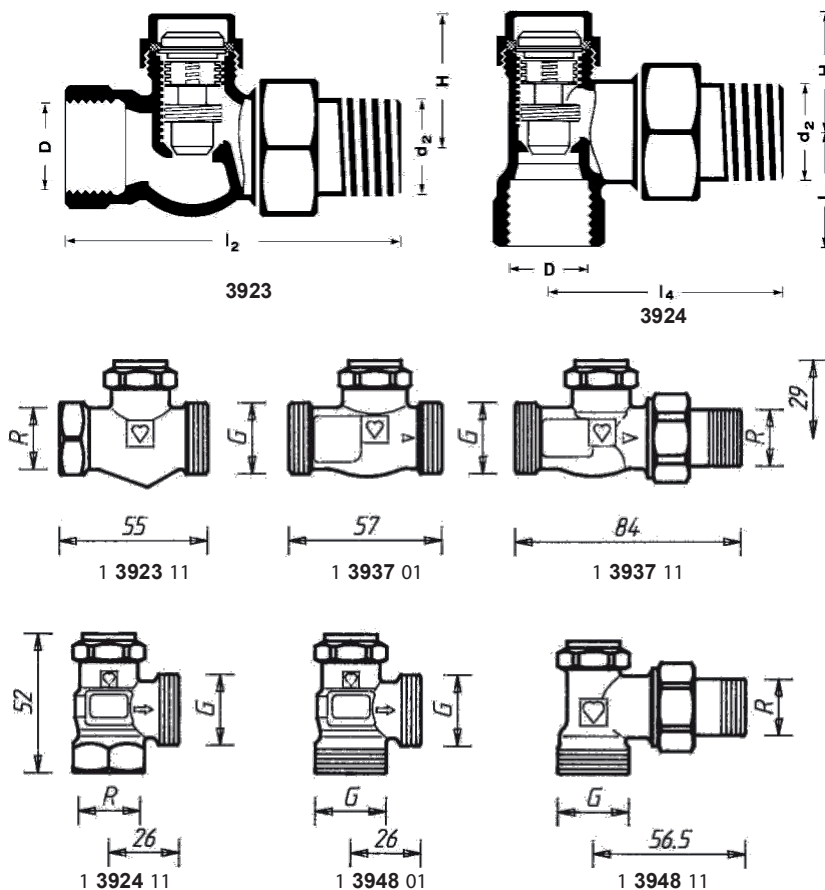
Tehnički list 3923/3924

Posebne izvedbe

R= R1/2

G= G3/4

DIN



Ugradbene mere mm prema DIN 3842 – grupa 1,

Br. artikla	Izvedba	Priključak D, d2	l2	l4	H	l5	Narudžbeni br.
3923	Ravni	3/8	75	-	30	-	1 3923 00
		1/2	81	-	30	-	1 3923 01
	DARE	3/4	92	-	30	-	1 3923 02
3924	ugaoni EARE	3/8	-	51	29	23	1 3924 00
		1/2	-	57	29	25	1 3924 01
		3/4	-	67	29	28	1 3924 02

Izvedba

Svi modeli se isporučuju u niklovanoj izvedbi. To su univerzalni modeli sa posebnim priključkom za navojnu cev i stezni spoj.

HERZ-ov RL 5 posebne izvedbe

HERZ-ov RL 5 ventili posebne izvedbe, dimenzije 1/2

1 3923 11 Ravni, univerzalni priključak x spoljni navoj G 3/4, konusno zaptivanje

1 3937 01 Ravni, 2 x spoljni navoj G 3/4, konusno zaptivanje

1 3937 11 Ravni, priključak na grejno telo konusno zaptiven, priključak cevi spoljni navoj G 3/4

1 3924 11 Ugaoni, univerzalni priključak x spoljni navoj G 3/4, konusno zaptivanje

1 3948 01 Ugaoni, 2 x spoljni navoj G 3/4, konusno zaptivanje

1 3948 11 Ugaoni, priključak na grejno telo konusno zaptiven, priključak cevi spoljni navoj G 3/4

Priključak cevi, univerzalni model

Univerzalni modeli su opremljeni sa posebnim priključkom. Može se spojiti navojna cev ili pomoću steznog seta kalibrisane cevi od čelika ili bakra. Stezni set se naručuje posebno.

Za ventile R = 1/2 za spoljne promere cevi 10, 12, 14, 16 i 18 mm, potreban je adapter art. 6272 između ventila i steznog set.

Cev ø D mm	12	10	12	14	15	16	18	18
Ventil R=	3/8	1/2						3/4
Adapter br. art.		1 6272 01	1 6272 01	1 6272 01		1 6272 01	1 6272 11	
Stezni set br. art.	1 6292 00	1 6284 00	1 6284 01	1 6284 03	1 6292 01	1 6284 05	1 6289 01	1 6292 02

Za montažu čeličnih ili bakarnih cevi steznim setom, preporučujemo upotrebu zaštitnih čaura.

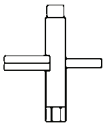
Za montažu steznog seta, navojnog steznog prstena tj matica i sam stezni prsten, moraju biti podmazani silikonskim uljem. Preporučujemo HERZ-ove uputstva za montažu.

Konstruktivne karakteristike

Zatvaranje i otvaranje se vrši vretenom ventila pomoću višenamenskog ključa 1 6625 00. Otvaranje ležišta ventila može se ograničiti unutrašnjim vretenom. To omogućava precizno prigušivanje. Ovo prigušenje koje je precizno postavljeno prema tehničkom dijagramu, ostaje nepromenjeno tokom otvaranja i zatvaranja ležišta ventila.

Prednameštanje

1 6625 00 višenamenski ključ



1. Odvrnuti poklopac ventila
2. Zatvoriti ventil višenamenskim ključem (u smeru kazaljke na satu, okrenuti moment maks. 6 Nm)
3. Okrenuti šraf za prednameštanje HERZ-ovim ključem 1 6639 01 ili odvijačem (3mm) udesno do kraja. Polazeći od ovog položaja okrećući u levo, postaviti potrebnu prednameštenost prema tehničkom dijagramu. Pri tome jedna rotacija predstavlja prednameštanje

4. Višenamenskim ključem otvoriti ventil do kraja (okrenuti u levo)

5. Zavrnuti poklopac ventila sa zaptivkom (okretni moment ili moment pritezanja 5-10 Nm)

Pažnja: HERZ-ov RL 5 ventil isporučuje se fabrički tako da su ventil i prednameštanje potpuno otvoreni.

Vreteno za prednameštanje u ovom položaju, više se ne sme okretati u levo. Glava šrafa se ne sme da viri iz glavnog vretena.

Pražnjenje

Adapter za priključak creva 1 0256 01



Nakon skidanja poklopc ventila, zatvaranja HERZ-ovog RL 5 ventila (obrotni moment 5-8 Nm) pomoću višenamenskog ključa i zatvaranja termostatskog ventila na polazu (položaj termostatske glave "0").

Radijator se može isprazniti dok je sistem pod pritiskom:

1. Adapter za priključak creva 1 0256 01 treba zavrnuti na HERZ-ov RL 5 ventil.

2. Spojiti crevo R=1/2. Kraj creva mora biti ispod nivoa radijatora. Deo adaptera za priključak creva može se okretati nakon otpuštanja četvrtaste matice. Ponovo je treba zategnuti nakon okretanje (5-10 Nm).

3. Staviti višenamenski ključ na kvadratni nastavak. Utisnuti vreteno pritiskom na gornji deo u smetu HERZ-ovog RL 5 ventila. Okretanjem na levo do kraja, prigušni ventil se otvara prema spolja i započinje pražnjenje. Tokom pražnjenja na radijatoru treba biti odzračni ventil.

4. Nakon pražnjenja zatvoriti gornji deo (8-10 Nm) i demontirati priključni adapter creva. Zavrnuti poklopac ventila (5-10 Nm).

5. Radijator se sada može demontirati.

Punjenje

Punjenje radijatora se vrši obrnutim redosledom. Treba paziti da se ne prekorači najviši dozvoljeni radni pritisak u instalaciji. Radijator se može napuniti preko sistema grejanja otvaranjem vretena ventila.

Zaptivanje vretena

Ventil i vreteno za prednameštanje zaptiveni su O-prstima. To osigurava lagan i dugotrajan rad bez održavanja, za zadate radne temperature.

Zaptivanje sedišta

Zaptivanje sedišta je metalno i zato je otporno na habanje

Zaštita

Zaštita od neovlaštenog pristupa je navojnom metalnom kapom sa zaptivkom.

 Pribor

1	0256 01	adapter za priključak creva
1	6206 01	priključak creva
1	6625 00	višenamenski ključ
1	6639 01	ključ za prednameštanje
1	6680 00	ključ za montažu

 Rezervni deo

1	6304 00	Zamenski gornji deo sa zaptivkom vretena
---	----------------	--

Radne karakteristike**HERZ-ov stezni set****Maks. radna temperatura 120°C****Maks. radni pritisak 10 bara**

Kvalitet vode prema ONORM H 5195 ili smernicama VDI- 2035

Kada se koristi HERZ-ov stezni set za bakarne i čelične cevi, moraju se poštovati dozvoljenje temperature i pritisci u skladu sa EN 1254-2: 1998 prema tablici 5. Za spojeve plastičnih cevi maks. radna temperatura 80°C i maks. radni pritisak 4 bara, ukoliko ga je odobrio proizvođač cevi.

 Područje upotrebe

Sistem toplovodnog grejanja

Povrat iz radijatora se može zatvoriti ugradnjom priguđnog ventila. Ako se istovremeno zatvori ventil na polazu (termostatski ventil u položaju "0"), radijator se može demontirati kada je sistem pod pritiskom. servisni radovi ili radovi na zidu iza radijatora (postavljanje tapeta ili pločica) mogu se izvoditi bez isključivanja ostatka sistema. Pomoću HERZ-ovog RL 5 ventila, količina vode koja prolazi kroz radijator može se precizno regulisati prema potrebnom učinku. To se posebno preporučuje pri ugradnji termostatskih ventila, jer je ograničavanjem količine vode u noćnom periodu u potpunosti efektivno. Održava se hidraulička ravnoteža sistema. Radijator ili sistem se mogu napuniti ili isprazniti pomoću HERZ-ovog RL 5 ventila.

 Priključak grejnog tela

Montirati konusno zaptiven priključak čeličnih cevi 6210.

Preporučuje se upotreba HERZ-ovog ključa za montažu 6680.

 Druge mogućnost i spajanja

Naručeni brojevi nalaze se u HERZ-ovom prodajnom programu.

6210	1/2	Čelični cevni priključak, ugradbena dužina 26 do 35 mm.
6211	1/2	Redukcija, 1/2 x 3/8.
6213	3/8	Redukcija, 3/8 x 1/2.
6218	3/8–3/4	Dugački navojni nastavak, bez matice, može se skratiti kako bi se prilagodila montaži Ugradbena dužina 3/8 x 40; 1/2 x 39, 42 ili 76; 3/4 x 70 mm.
6218	1/2	Navojni nastavak, bez matice, ugradbena dužina 36, 48 ili 76 mm.
6235	3/8–3/4	Priključak za lemljenje, 3/8 x 12; 1/2 x 12, 15 ili 18; 3/4 x 18 mm.
6249	3/8–3/4	Čelično koljeno za priključak, bez matice, konusno zaptivanje.
6274	G 3/4	Stezni set za bakarne i tankozidne čelične cevi, za spoljne promere cevi 8, 10, 12, 14, 15, 16, 18 mm.
		Stezni set sa mekom zaptivkom za bakarne i tankozidne čelične cevi, posebno prikladan za cevi od nerđajućeg čelika i cevi sa tvrdim pocinkovanim površinama.
6275	G 3/4	Za spoljni promer cevi 12, 14, 15 mm

6098 G 3/4 Stezni komplet za PE-X-, PB- i plastične višeslojne cevi.

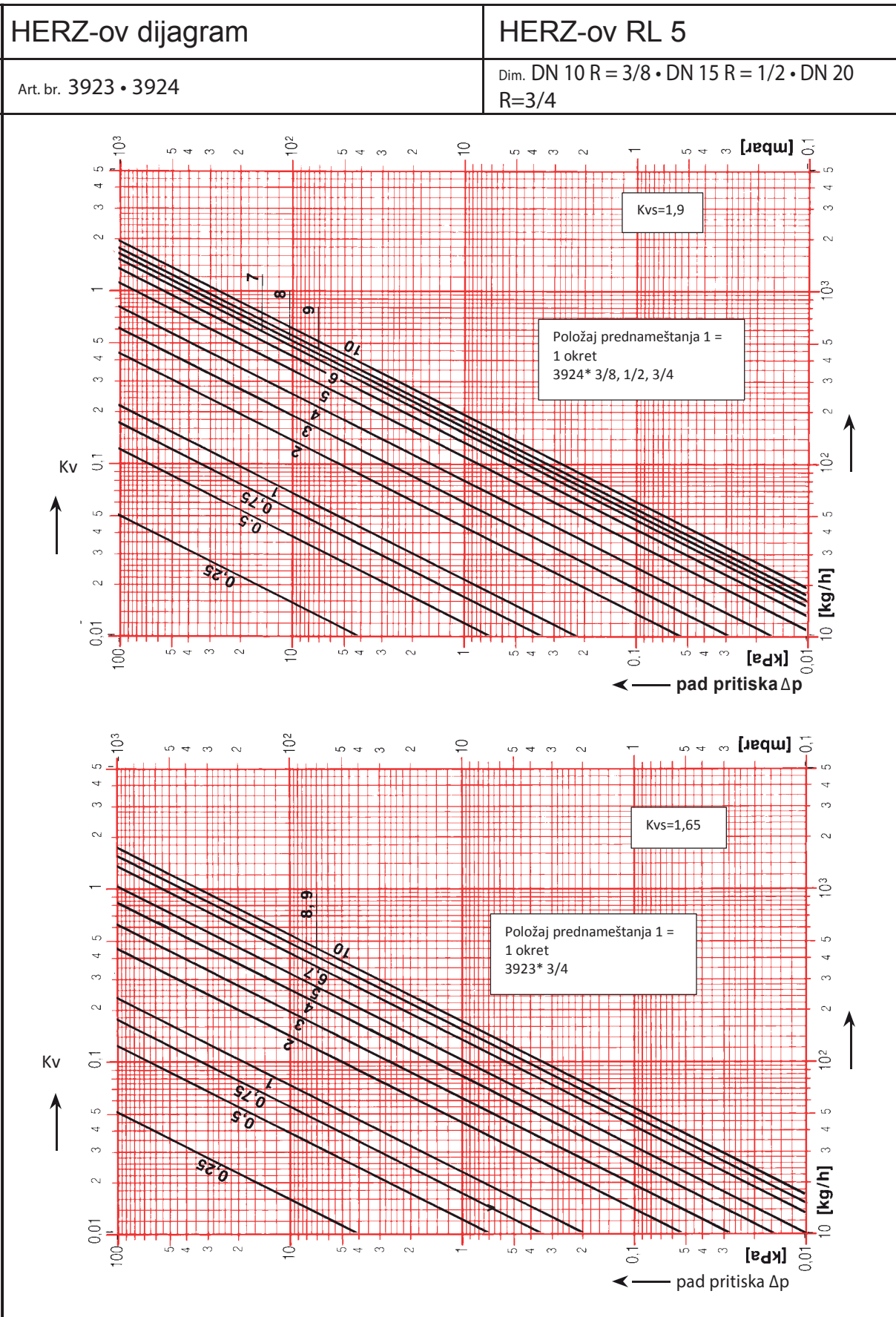
Za priključak na ventil sa strane:

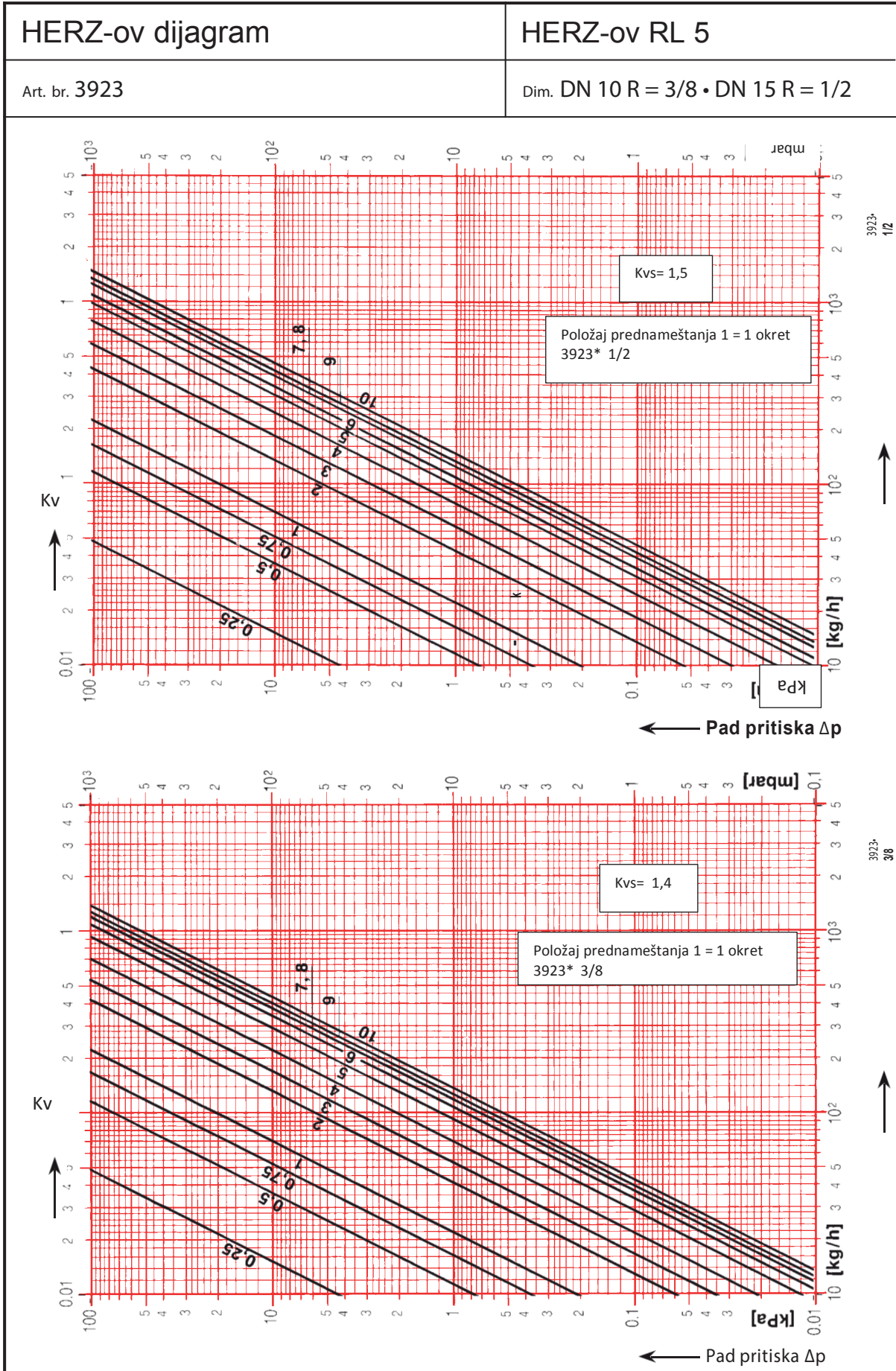
6219 1/2–3/4 Redukcijski priključak, žuta izvedba, za priključnu cev / ventil, unutrašnji navoj (cev) x spoljni navoj (ventil), 1 x 1/2, 1¼ x 1/2, 1 x 3/4, 1¼ x 3/4.**6066** M 22 x 1,5 Cevni priključak za plastične cijevi PE-X-, PB- i plastične višeslojne cevi, primenljivo sa adapterom 1 **6272** 01 (R 1/2 x M 22 x 1,5)**6098** G 3/4 Cevni priključak za plastične cijevi PE-X-, PB- i plastične višeslojne cevi, primenljivo sa adapterom 1 **6266** 01 (R 1/2 x G 3/4)

Dimenzije cevi i priključci plastičnih cevi prikazani su u HERZ-ovom prodajnom programu.

Tablica prednameštanja HERZ -ovog RL 5, kv- zadata vrednost

Ventil	3923 - 3/8 DARE DN 10		3923 - 1/2 DARE DN 15		3923 - 3/4 DARE DN 20	
	kv	ξ	kv	ξ	kv	ξ
V						
0,25	0,05	14 817	0,05	40 489	0,05	134 168
0,5	0,12	2 572	0,12	7 029	0,12	23 293
0,75	0,17	1 282	0,17	3 503	0,17	11 606
1	0,23	700	0,23	1 914	0,23	6 341
2	0,44	191	0,44	523	0,44	1 733
3	0,55	123	0,6	281	0,6	932
4	0,72	72	0,8	158	0,8	524
5	0,95	41	1,0	101	1,0	335
6	1,12	30	1,16	75	1,3	199
7	1,19	26	1,26	65	1,34	187
8	1,21	25	1,32	58	1,47	155
9	1,27	23	1,38	53	1,55	140
10	1,4	19	1,5	45	1,65	123
Ventil	3924 - 3/8 EARE DN 10		3924 - 1/2 EARE DN 15		3924 - 3/4 EARE DN 20	
	kv	ξ	kv	ξ	kv	ξ
V						
0,25	0,05	14 817	0,05	40 489	0,05	134 168
0,5	0,12	2 572	0,12	7 029	0,12	23 293
0,75	0,17	1 282	0,17	3 503	0,17	11 606
1	0,23	700	0,23	1 914	0,23	6 341
2	0,44	191	0,44	523	0,44	1 733
3	0,6	103	0,6	281	0,6	932
4	0,8	58	0,8	158	0,8	524
5	1,1	31	1,1	84	1,1	277
6	1,3	22	1,3	60	1,3	199
7	1,45	18	1,45	48	1,45	160
8	1,6	15	1,6	40	1,6	131
9	1,75	12	1,75	33	1,75	110
10	1,9	10	1,9	28	1,9	93



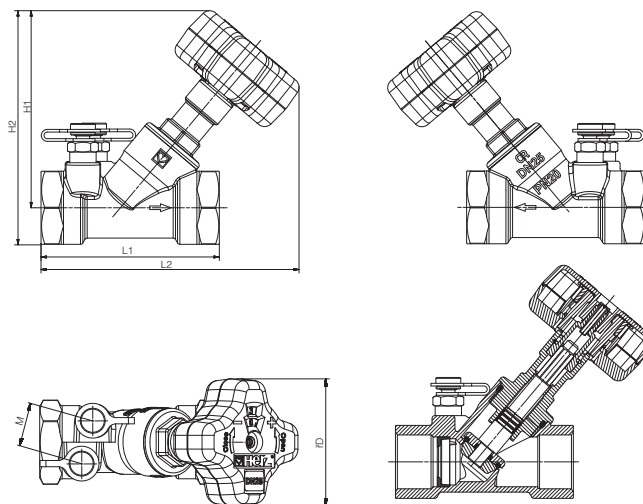


HERZ STRÖMAX. 4017 M

Kosi navojni regulacioni ventil sa mernom blendom

Za instalacije hladne i tople vode u zgradama

Tehnički list za **4017 M**, Izdanje 0711



☑ Dimenzije u mm

Artikal br.:	DN	L1	L2	H1	H2	M	D	kvs	k _v -vrednost blende
1 4017 11	15 LF	83	129	96	109	25	70	0,46	0,48
1 4017 21	15 MF	83	129	96	109	25	70	0,88	0,97
1 4017 01	15	83	129	96	109	25	70	2,00	1,95
1 4017 02	20	91	135	99	115	25	70	3,60	3,95
1 4017 03	25	110	146	109	130	25	70	6,50	7,9
1 4017 04	32	122	159	117	142	25	70	13,30	15,75
1 4017 05	40	135	178	136	163	25	70	18,50	21,5
1 4017 06	50	164	197	140	175	25	70	33,00	46,7

☑ Izvedbe prema normi BS 7350 PN 20 serija B

Regulacioni ventil od legure mesinga. Svi elementi koji dolaze u dodir sa vodom izrađeni su od materijala koji ne ispušta cink (DZR).

Gornji deo ventila sa nepodizućim vretenom.

4017 M STRÖMAX 4017 M, kosi regulacioni ventil sa mernom blendom za merenje diferencijalnog pritiska, sa mernim ventilima.

Materijal ventila mesing, otporan na odvajanje cinka, Un x Un*, zaptivanje vretena dvostrukim O-prstenom, prednameštanje ventila ograničavanjem hoda vretena, prikaz pozicije prednameštanja nabrojčaniku ručnog točka.

☑ Oblast primene

Za hidraulično uravnoteženje sistema za grejanje i hlađenje, regulisanje i zatvaranje distributivnih vodova, izmenjivača toplote ili rezervoara za grejanje/hlađenje i instalacije sa sanitarnom vodom.

☑ Radni uslovi

Ventil se zatvara u smeru kazaljke na satu.	Maks. radna temperatura	130 °C na 10 bar
	Maks. radni pritisak	20 bar na 20 °C
	Maks. dif.pritisak kod zatvorenog sedišta	10 bar

Kvalitet vode za sisteme grejanja prema ONORM H 5195 odnosno VDI 2035.

Kod korišćenja HERZ-ovog priključnog seta za bakarne i čelične cevi, potrebno je pridržavati se dopuštenih vrednosti temperature i pritiska prema EN 1254-2, 1998, prema tabeli 5.

Za priključenje kompozitnih cevi maks. radna temperatura je 95 °C, a maks. radni pritisak je 10 bara, tj. vrednosti dovojljene od strane proizvođača cevi. Amonijak iz kudelje oštećuje mesingano kućište ventila. Ako se za podmazivanje koriste mineralna ulja ili maziva koja sadrže mineralna ulja, EPDM zaptivka će nabubriti i ispasti. Antikorozivna sredstva i sredstva protiv smrzavanja na bazi etilenglikola, treba koristiti u skladu sa preporukama proizvođača.

☑ Konstrukcione karakteristike

Smer protoka

Prilikom ugradnje voditi računa da smer strujanja odgovara strelici na kućištu ventila

Oblast primene

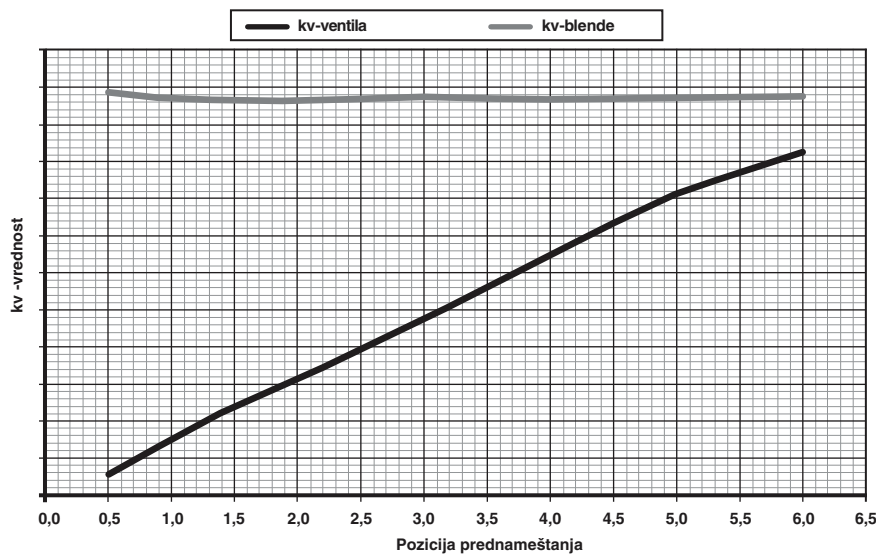
Za sve sisteme KGH i sanitarne vode u okviru propisanih radnih uslova

Prednameštanje

Položaj prigušnog vretena ventila jasno je prikazan na brojčaniku ručnog točka. Željena pozicija prednameštanja može se lako podesiti i fiksirati preko vretena za prednameštanje, koje je smešteno unutar glavnog vretena ventila i skriveno je. Prednamešteni regulacioni ventil uvek može da se zatvori ili postavi u bilo koju poziciju između pozicije 0,0 i prednameštene vrednosti, ne više. Vreteno prednameštanja pokriveno je sigurnosnim zavrtanjem ručnog točka i tako zaštićeno od neovlašćenog pomeranja.

☑ Regulacioni ventil sa mernom blendom 4017 M

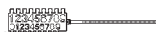
Karakteristike integrisane merne blende



Tačnost merenja ± 3%

☑ Pribor

Pokazivač prednameštanja



Pokazivač prednameštanja (1 6517 05) postavlja se na ventil ili cevovod. Prednameštena vrednost ventila označava se kidanjem ili odsecanjem brojki za pune i delimične okretaje. Zahvaljujući tome pri servisiranju i kontroli nije potrebna dokumentacija o prethodno izvršenom podešavanju.

☑ Podešavanje i fiksiranje

Postupak prednameštanja

1. Željenu poziciju prednameštanja odrediti i namestiti prema proračunu (digitalni brojčanik na ručnom točku).
 2. Skinuti uvijek ručnog točka, ali ne skidati ručni točak sa ventila.
 3. Sada dostupno vreteno prednameštanjem uvrnuti do kraja.
 4. Ponovo zavrtnuti učvrtni vijak ručnog točka.
 5. Nameštenu poziciju označiti na pokazivaču prednameštanja i pričvrstiti ga za ventil.
- Korak 5. nije neophodan za funkcionisanje, ali se preporučuje.

☑ Dimenzionisanje

Neophodno je voditi računa da prednameštanje ne bude manje od 1/4 ukupnog hoda gornjeg dela ventila, tj. da ventil bude više od 25% otvoren.

Povezivanje cevi priključnim setovima

Regulacioni ventili mogu se po želji spojiti sa cevima navojnim; priključkom ili pomoću priključnog seta za kalibrisane bakarne cevi. Priključni set se naručuje posebno.

Prečnik cevi mm	8	10	12	14	15	16	18
Ventil DN	15						
Adapter	1 6266 01	1 6266 01	1 6266 01	1 6266 01	1 6266 01	1 6266 01	1 6266 01
Priključni set	1 6274 18	1 6274 00	1 6274 01	1 6274 02	1 6274 03	1 6274 04	–
Priključni set	–	–	1 6276 12	1 6276 14	1 6276 15	1 6276 16	1 6276 18

Prečnik cevi mm	8	10	12	14	15	16	18	22
Ventil DN	20							
Adapter	1 6266 20	1 6266 20	1 6266 20	1 6266 20	1 6266 20	1 6266 20	1 6266 20	1 6266 13
Priključni set	1 6274 18	1 6274 00	1 6274 01	1 6274 02	1 6274 03	1 6274 04	–	1 6273 01
Priključni set	–	–	1 6276 12	1 6276 14	1 6276 15	1 6276 16	1 6276 18	–

Prečnik cevi mm	22
Ventil DN	25
Adapter	1 6266 03
Priključni set	1 6273 01

Za spajanje mekih čeličnih ili bakarnih cevi priključnim setovima, preporučujemo upotrebu zaštitnih čaura. Navoj spojnice, navrtku i sam prsten spojnice potrebno je nauljiti silikonskim uljem, radi lakše, besprekorne montaže. Skrećemo pažnju na pridržavanje uputstvu o ugradnji.

 Povezivanje plastičnih kompozitnih cevi

Regulacioni ventili mogu se koristiti u instalacijama sa plastičnim kompozitnim cevima. Za montažu se koristi posebna navojna spojnica, adapter i priključak za plastične kompozitne cevi.

Prečnik cevi mm	14 x 2	16 x 2	16 x 2,2	17 x 2	17 x 2,5	18 x 2	18 x 2,5	20 x 2	20 x 2,5	20 x 3,5
Ventil DN	15									
Adapter	1 6266 01	1 6266 01	1 6266 01	1 6266 01	1 6266 01	1 6266 01	1 6266 01	1 6266 01	1 6266 01	1 6266 01
Priključni set	1 6098 02	1 6098 03	1 6098 12	1 6098 04	1 6098 05	1 6098 07	1 6098 06	1 6098 08	1 6098 11	1 6098 10

Prečnik cevi mm	14 x 2	16 x 2	16 x 2,2	17 x 2	17 x 2,5	18 x 2	18 x 2,5	20 x 2	20 x 2,5	20 x 3,5
Ventil DN	20									
Adapter	1 6266 20	1 6266 20	1 6266 20	1 6266 20	1 6266 20	1 6266 20	1 6266 20	1 6266 20	1 6266 20	1 6266 20
Priključni set	1 6098 02	1 6098 03	1 6098 12	1 6098 04	1 6098 05	1 6098 07	1 6098 06	1 6098 08	1 6098 11	1 6098 10

Prečnik cevi mm	16 x 2	20 x 2	25 x 3,5	26 x 3
Ventil DN	25			
Adapter	1 6266 03	1 6266 03	1 6266 03	1 6266 03
Priključni set	1 6098 11	1 6098 12	1 6198 00	1 6198 01

- | | | | |
|--|-----------|-----|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Rezervni delovi | 1 0284 01 | 1/4 | Merni ventil za regulacione ventile, plavi. |
| | 1 0284 02 | 1/4 | Merni ventil za regulacione ventile, crveni. |
| | 1 0284 03 | 1/4 | Merni ventil za regulacione ventile, sa priključkom za regulator dif. pritiska, plavi. |
| | 1 0284 04 | 1/4 | Merni ventil za regulacione ventile, sa priključkom za regulator dif. pritiska, crveni. |
| | 2 0284 01 | 1/4 | Merni ventil za HERZ STROMAX TW regulacioni ventil, mesing, za ventile za pitku vodu, plavi. |
| | 2 0284 02 | 1/4 | Merni ventil za HERZ STROMAX TW regulacioni ventil, mesing, za ventile za pitku vodu, crveni. |
| | 1 0284 11 | 1/4 | Merni ventil za balansne ventile, plavi, duža verzija za izolaciju do 40 mm debljine. |
| | 1 0284 12 | 1/4 | Merni ventil za balansne ventile, crveni, duža verzija za izolaciju do 40 mm debljine. |
| | 1 0284 22 | 1/4 | Merni ventil sa ventilom za pražnjenje, mesing, crveni. |
| | 1 0284 21 | 1/4 | Merni ventil sa ventilom za pražnjenje, mesing, plavi. |

☑ Upozorenje

U zavisnosti od oblasti primene, armature pažljivo ugrađivati.

Treba sprečiti unošenje nečistoća u armaturu. Pri montaži ventila stezni alat bi trebalo da bude direktno na navojnom priključku. U protivnom može doći do zaokretanja kućišta ventila.

Obučeni instalateri bi trebalo da navojne priključke ventila povezuju uz korišćenje sredstava za podmazivanje prilikom zavrtanja na konusni navoj cevi. Ukoliko nema dovoljno mesta, gornji deo ventila može se demontirati za vreme ugradnje.

Prilikom izmene gornjeg dela ventila ne bi trebalo koristiti sredstvo za zaptivanje, jer postoji O zaptivka. Izbragavati prekomerno stezanje gornjeg dela ventila.

☑ Merni ventili

Dva merna ventila 1 **0284** i marker podešavanja 1 **6517 05** isporučuju se uz ventil. Merni ventili su postavljeni ispred i iza merne blende, čime je omogućeno olakšano priključivanje mernih instrumenata u bilo kojoj konfiguraciji instalacije.

☑ Srodni proizvodi

4117 M	DN 15 - 80	STRÖMAX-M kosi navojni regulacioni ventil sa mernim ventilima
4117 R	DN 15 - 80	STRÖMAX-R kosi navojni regulacioni ventil bez mernih ventila
4117 U	DN 15 - 50	STRÖMAX-U kosi navojni regulacioni ventil
4117 MW	DN 15 - 50	STRÖMAX-MW kosi navojni regulacioni ventil za sanitarnu vodu sa mernim ventilima
4117 RW	DN 15 - 50	STRÖMAX-RW kosi navojni regulacioni ventil za sanitarnu vodu
4217 GM	DN 15 - 80	STRÖMAX-GM prav navojni regulacioni ventil sa mernim ventilima
4217 GR	DN 15 - 80	STRÖMAX-GR prav navojni regulacioni ventil bez mernih ventila
4217 GMW	DN 15 - 80	STRÖMAX-GMW prav navojni regulacioni ventil sa mernim ventilima
4216 M	DN 15 - 20	STRÖMAX-MS prav navojni ručno podesivi regulacioni ventil za sisteme plafonskog hlađenja
4000	DN 15 - 50	HERZ navojna merna blenda sa dva ventila
4218 GMF	DN 25 - 80	STRÖMAX-GMF prirubnički pravi regulacioni ventil sa mernim ventilima
4218 GF	DN 50 - 300	STRÖMAX-GF prirubnički pravi regulacioni ventil sa mernim ventilima
4219	DN 50 - 300	HERZ-zaporna i regulaciona klapna, prirubnička
4000 + 4117-R		HERZ-merna blenda + STRÖMAX-R- regulacioni ventil
4000 + 4217-GR		HERZ-merna blenda + STRÖMAX-GR- regulacioni ventil
4000 F + 4218 GMF		HERZ-merna blenda za prirubnicu + STRÖMAX-GMF prirubnički regulacioni ventil
4000 F + 4218 GF		HERZ-merna blenda za prirubnicu + STRÖMAX-GF prirubnički regulacioni ventil
4000 F	DN 65 - 300	HERZ-merna blenda za prirubnicu sa dva merna ventila
4017 R	DN 15 - 50	STRÖMAX-R kosi navojni regulacioni ventil sa blendom, bez mernih ventila



Ugradnja



Može se montirati u bilo kom položaju. Smer protoka mora biti saglasan smeru strelice na kućištu. Preporučuje se ostavljanje prave deonice ispred ventila u dužini 10 x prečnik cevi (10D), a na izlazu iz ventila deonice dužine 5 x prečnik cevi (5D).

Mešavina voda-glikol ima drugačiju vrednost viskoziteta u odnosu na vodu, koja zavisi od temperature. Zbog toga se vrednosti prilikom merenja razlikuju, te je potrebno izvršiti korekcije putem korekcionih faktora.

Korekcionni faktori za mešavinu etilglikol-voda pri merenju uređajima HERZ

Temperatura, °C	Etilenglikol 34%, (Faktor)	Etilenglikol 40%, (Faktor)	Etilenglikol 44%, (Faktor)
-20	1,98	2,133	2,235
-15	1,833	1,9908	2,096
-10	1,737	1,8738	1,965
-5	1,649	1,7702	1,851
0	1,567	1,6744	1,746
5	1,482	1,5876	1,658
10	1,412	1,505	1,567
15	1,342	1,4254	1,481
20	1,281	1,3554	1,405
25	1,226	1,2956	1,342
30	1,163	1,2284	1,272
35	1,123	1,1848	1,226
40	1,079	1,136	1,174
45	1,04	1,0928	1,128
50	1	1,0528	1,088
55	0,974	1,0214	1,053
60	0,947	0,9938	1,025
65	0,926	0,9714	1
70	0,912	0,9528	0,98
75	0,893	0,9332	0,96
80	0,884	0,9242	0,951

$$\frac{dP_M}{f} = dP_s$$

$$\frac{Q_M}{\sqrt{f}} = Q_{st}$$

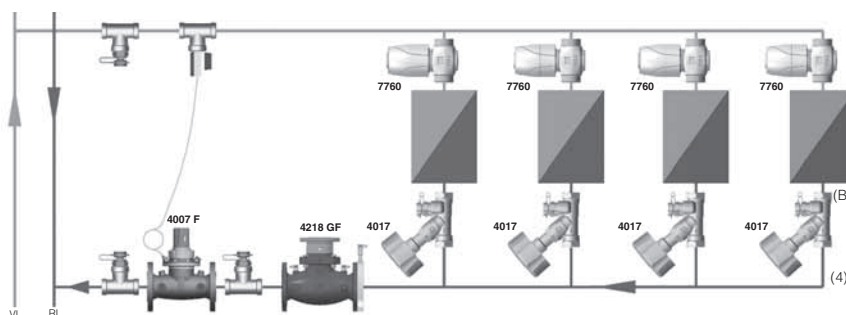
dP_M
 dP_s
 Q_M
 Q_s
 f

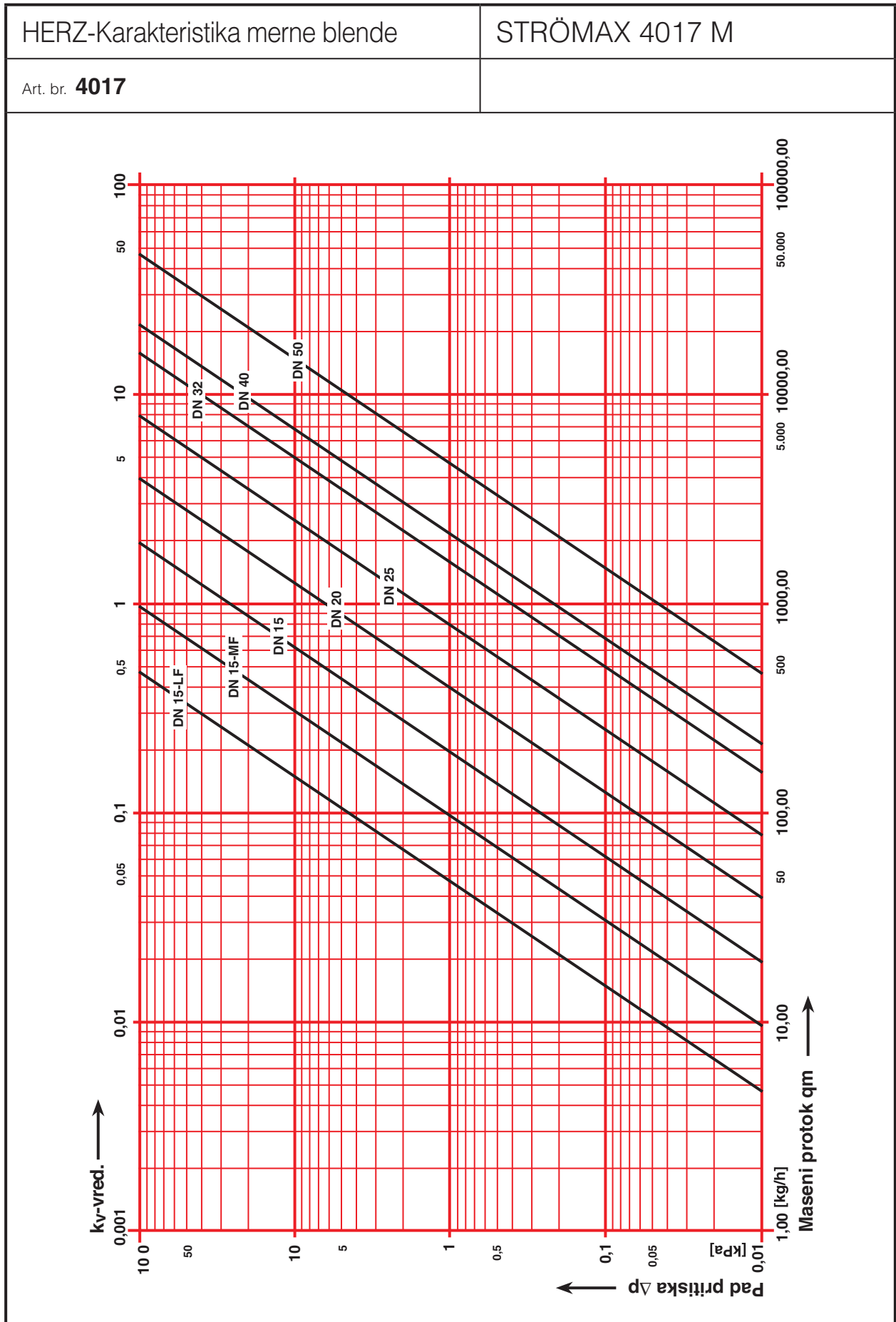
Izmereni diferencijalni pritisak
Stvaran diferencijalni pritisak
Izmereni protok
Stvaran protok
Korekcionni faktor iz gornje tabele

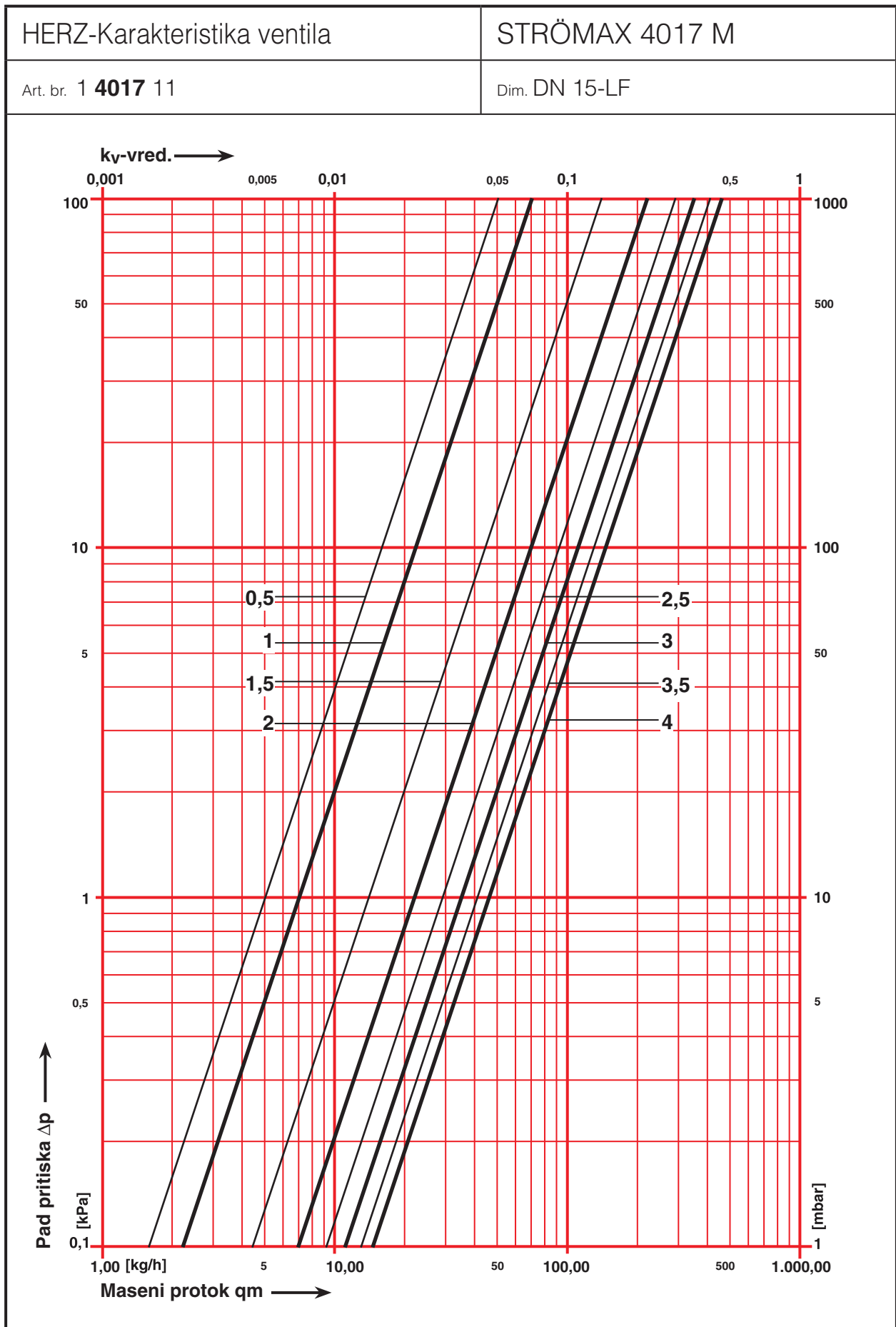
Šema: Hidraulično uravnoteženje sistema

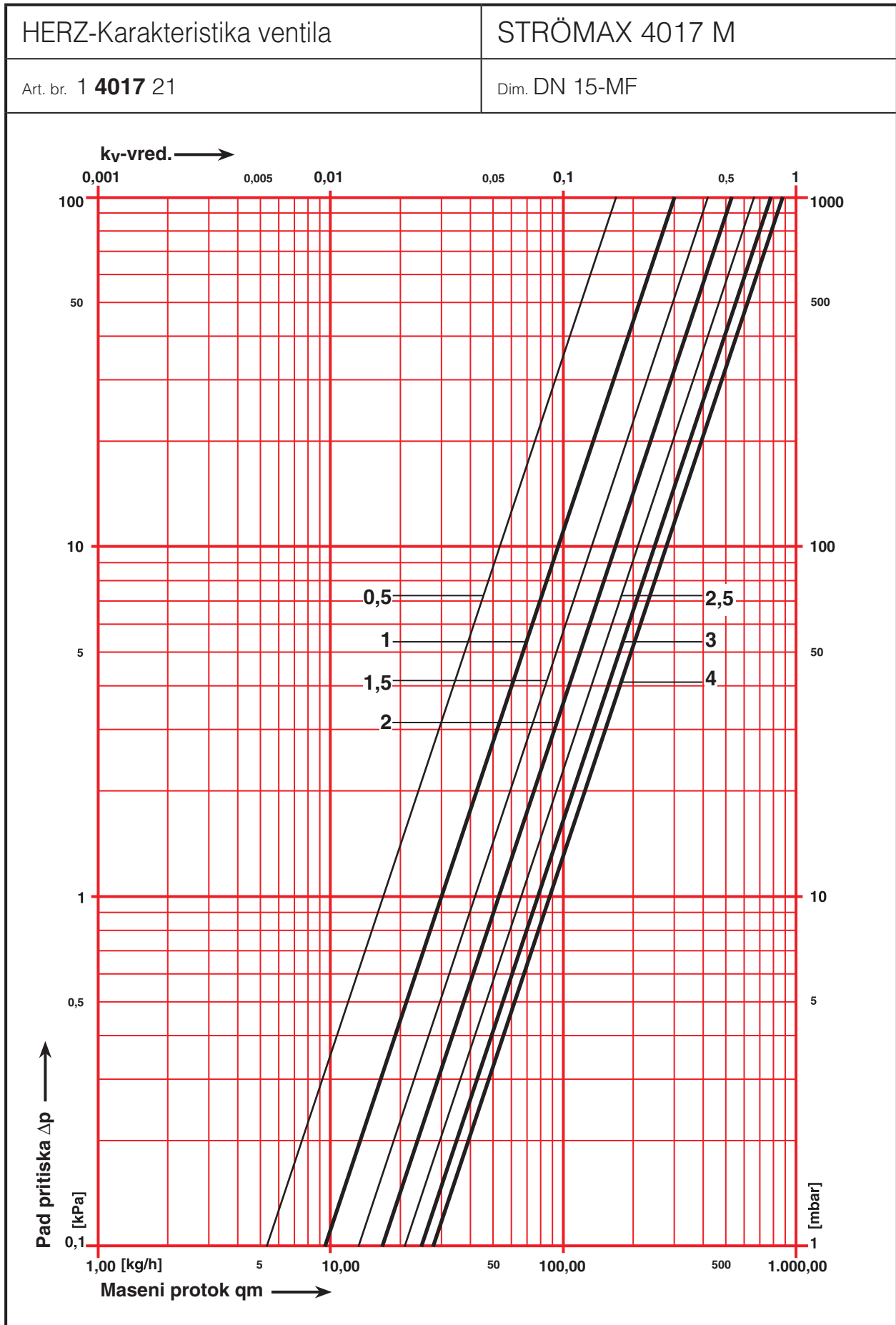
Primer proporcionalne metode uravnoteženja:

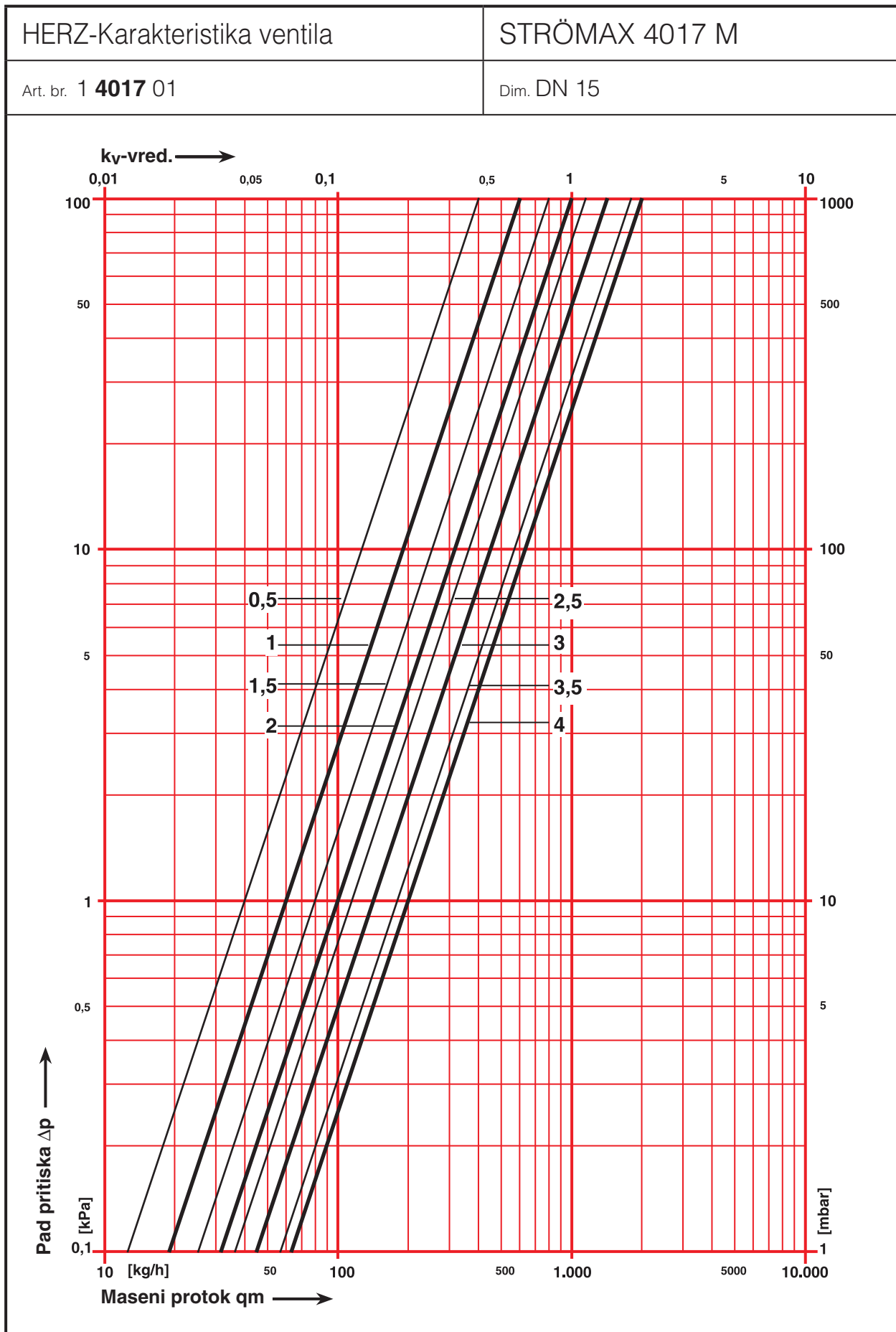
- Pri merenju protoka obezbediti da sve grane i ventili grejnih krugova i u celoj instalaciji u kojoj se vrši merenje budu potpuno otvoreni.
- Za svaku granu je potrebno odrediti vrednost λ formulom: $\lambda = \text{izmereni protok} / \text{projektovani protok}$
- Nakon identifikovanja ventila sa najmanjom vrednošću λ_{\min} , on će biti označen kao kontrolni ventil. Ako sve grane imaju isti pad pritiska, onda je uobičajeno da poslednja u nizu ima najmanju vrednost λ zato što ima najmanju razliku pritisaka. U slučaju da grane imaju različite diferencijalne pritiske bilo koji ventil može biti odabran kao kontrolni.
- Regulacioni ventil (B), na prikazanoj šemi na poslednjoj grani biće izabran za kontrolni ventil.
- Regulacioni ventil je podešen tako da bude ispunjen uslov $\lambda_4 = \lambda_{\min}$. Na uređaju za merenje protoka uspostaviti konstantan protok
- Regulacioni ventil podesiti tako da $\lambda_3 = \lambda_4 + (5 \text{ do } 10 \%)$. Procentualno povećanje će doprineti da sistem bude debalansiran. Ovaj korak takođe utiče na promenu λ_4 .
- Kada se postigne da je podešavanje regulacionog ventila (3B) takvo da protok (4B) odstupa manje od 5 %, kontrolni ventil bi trebalo podesiti na približno istu vrednost kao i regulacioni ventil (3B).
- Koraci 6 i 7 se ponavljaju dok se ne postigne ujednačavanje svih grana.
- Pažnja: Prilikom podešavanja ventil B1 ima direktan uticaj na λ_4 , λ_2 i λ_3 koji bi trebalo da ostanu nepromenjeni. Ovo znači da se ventili B2, B3 i B4 podešavaju istovremeno. To je razlog zbog čega je izabrani kontrolni ventil referentni ventil.

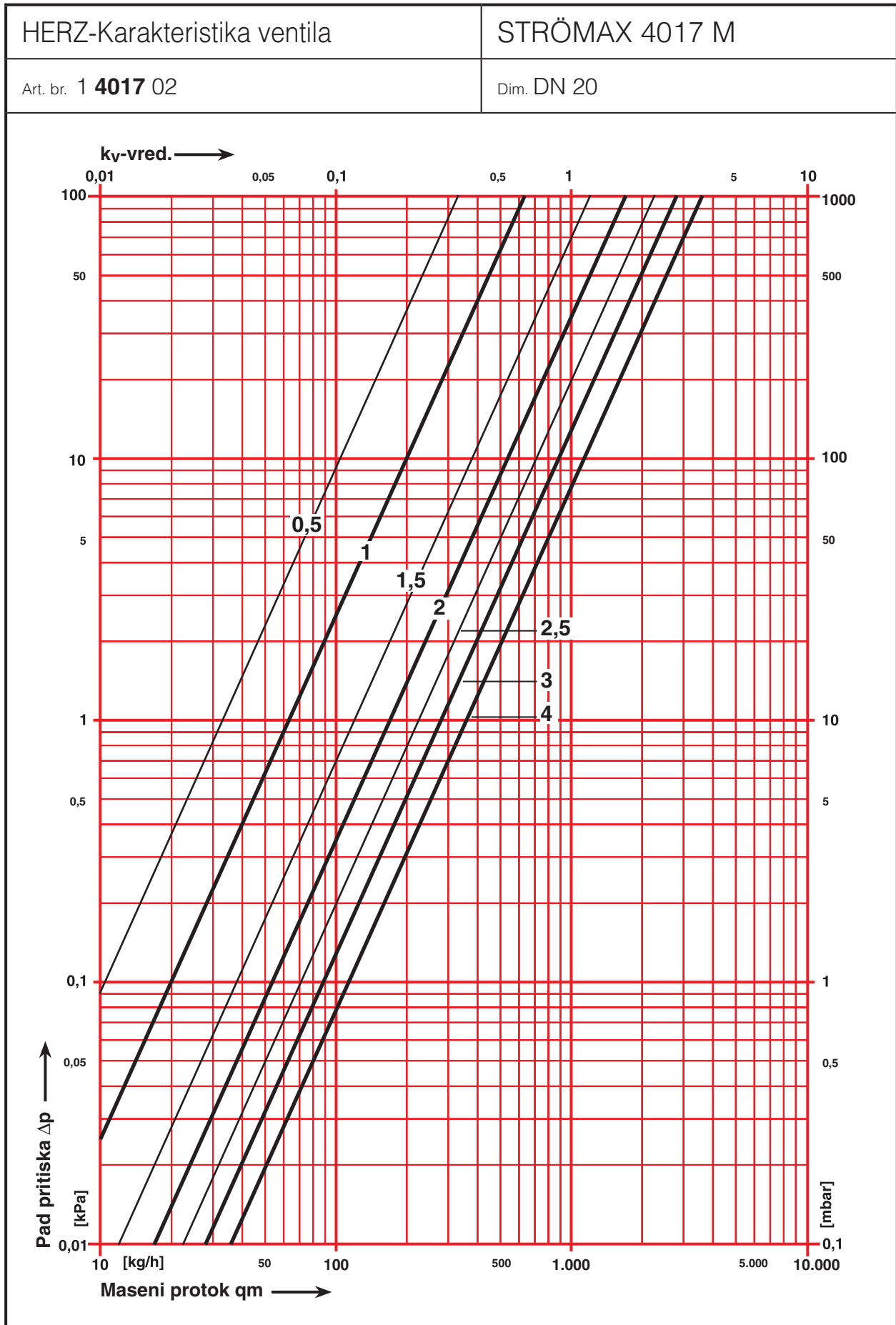


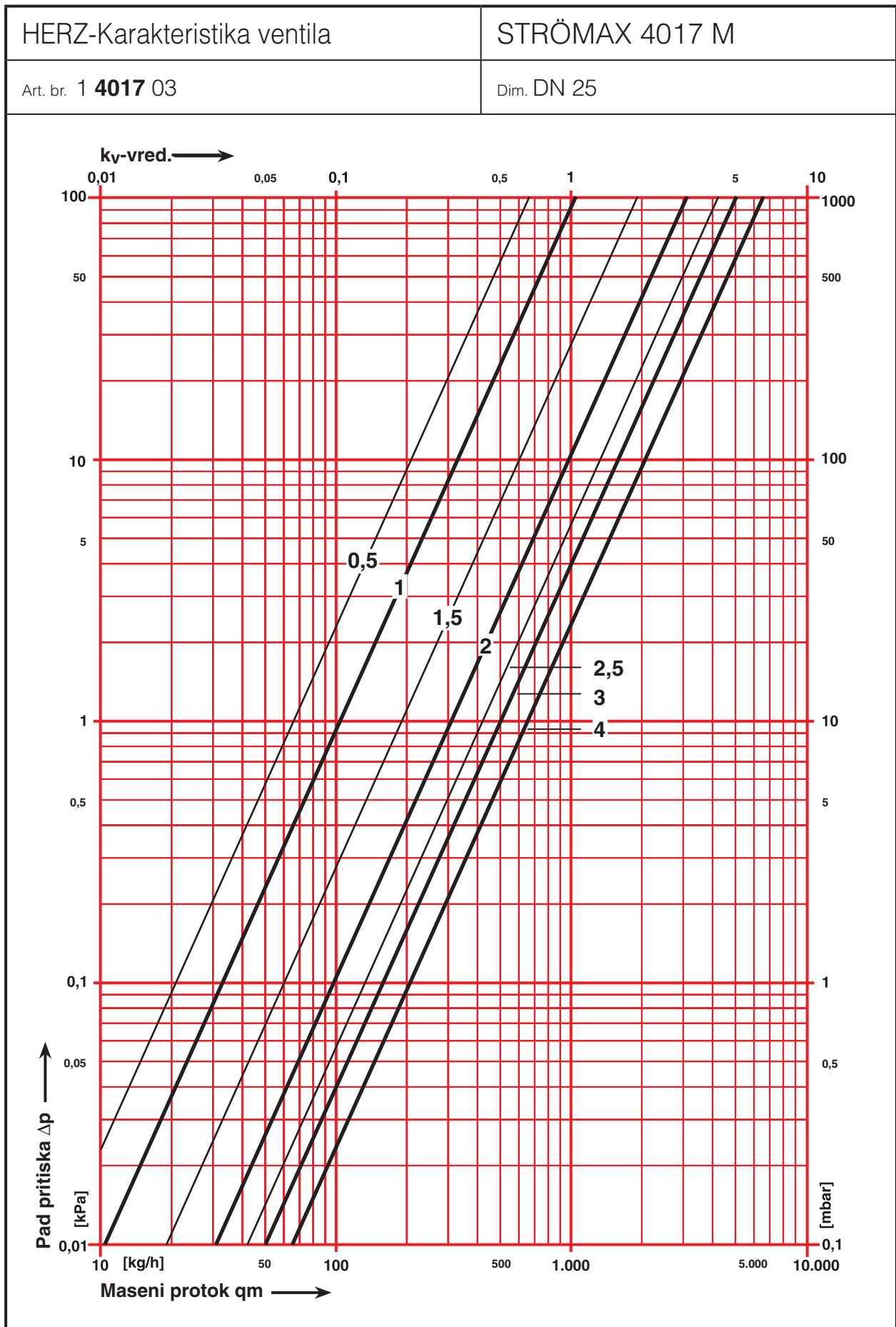


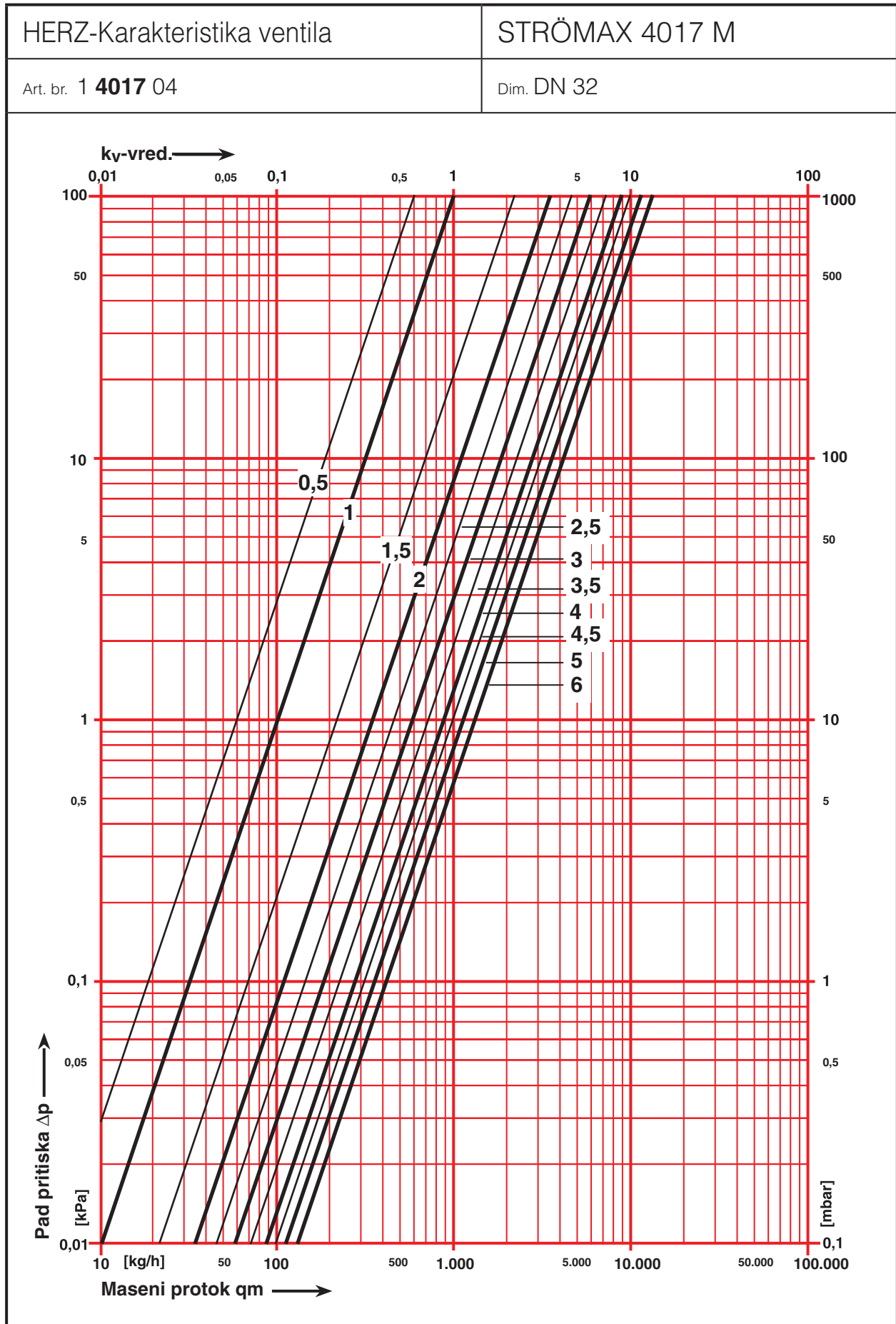


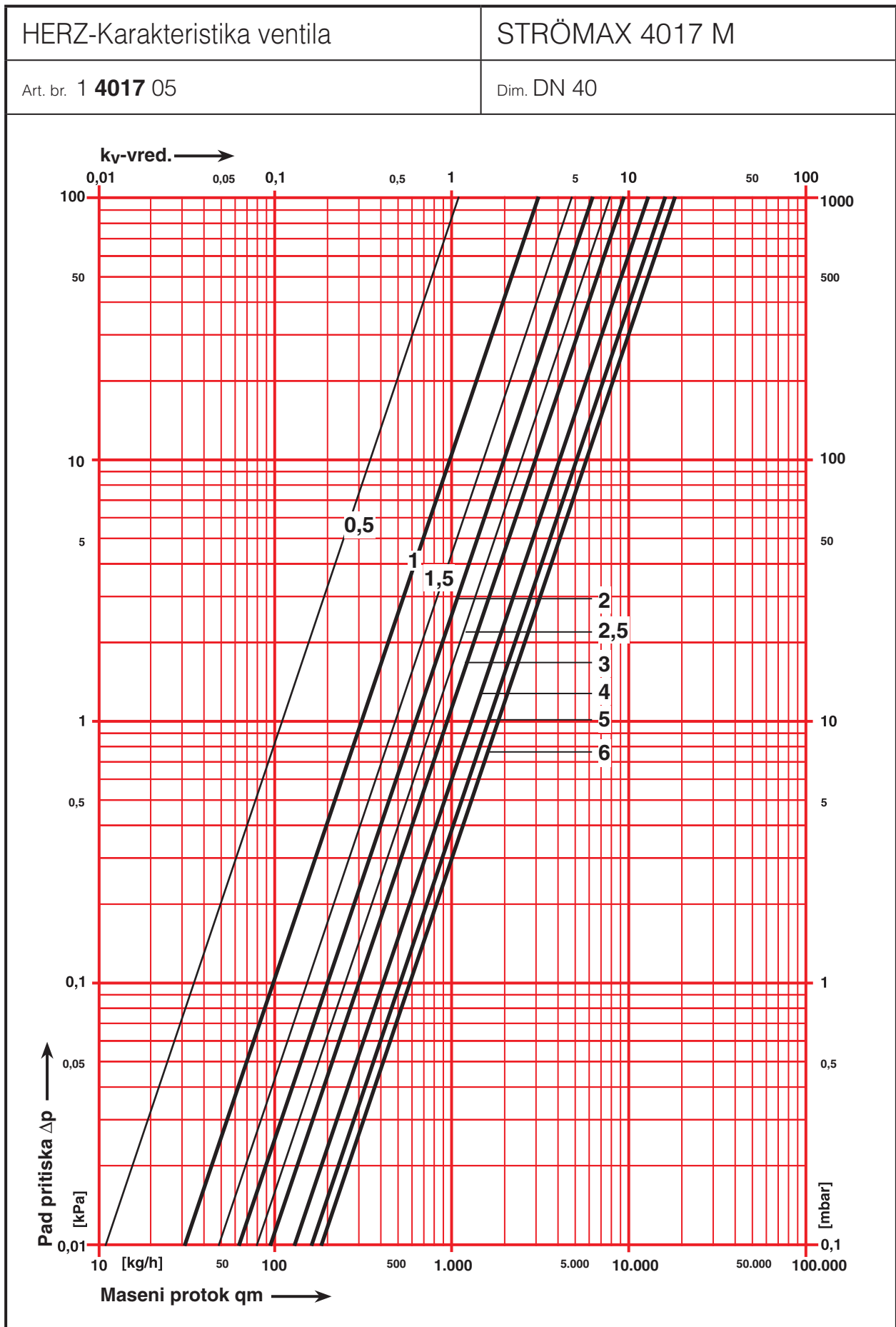


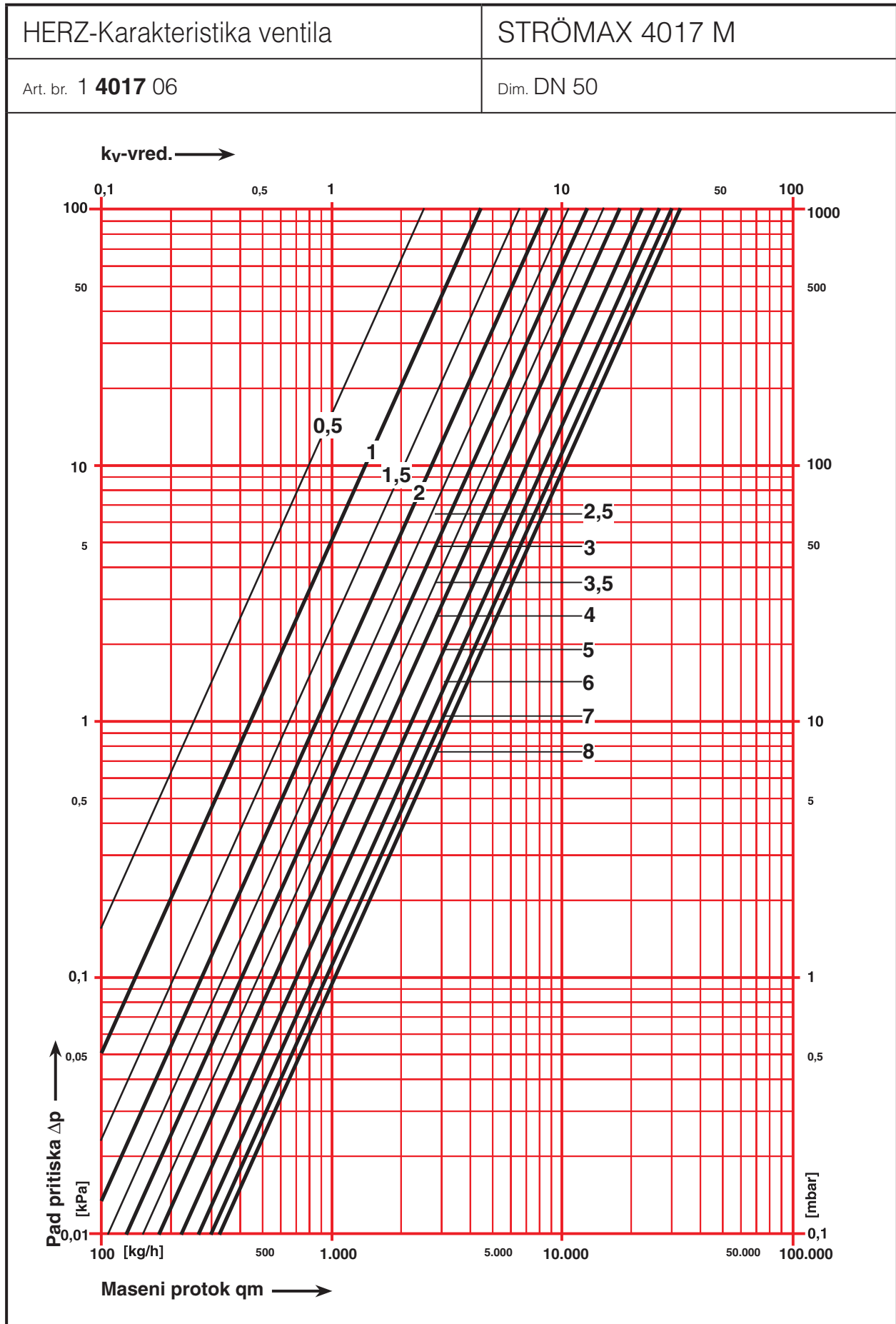












HERZ STRÖMAX 4017 M

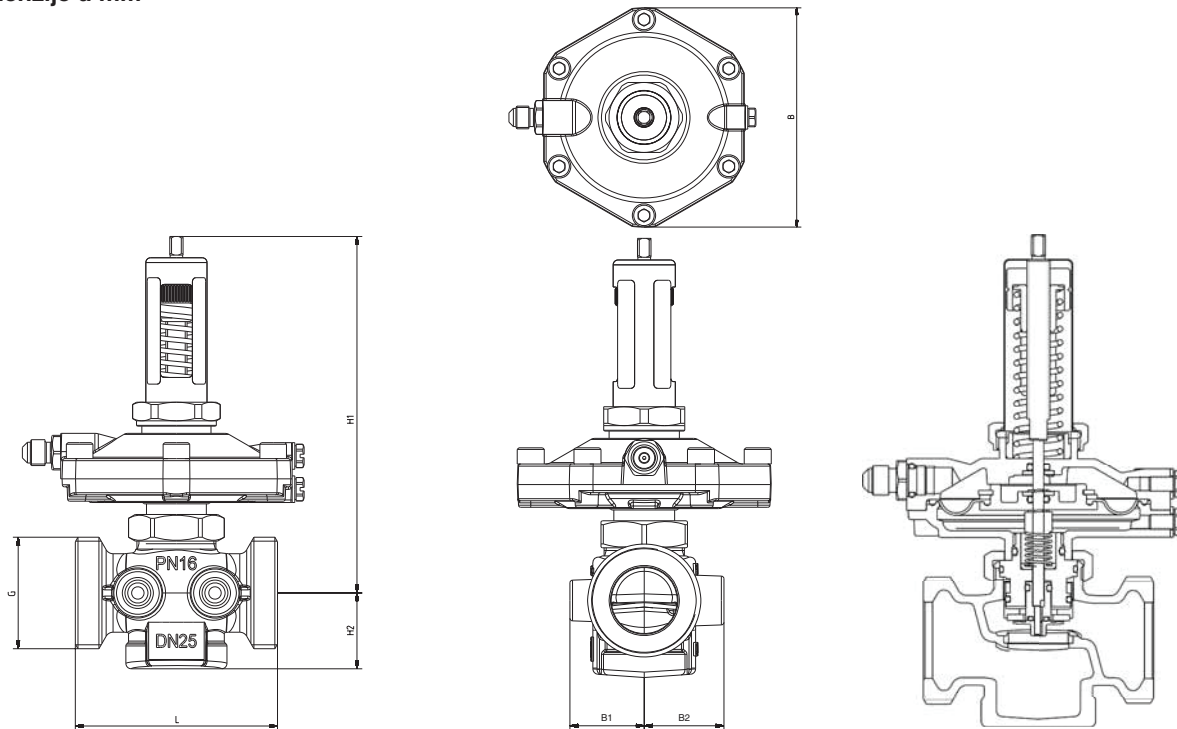
DN	15	15-LF	15-MF	20	25	32	40	50
k_{vs}	2	0,46	0,88	3,6	6,5	13,3	18,5	33
k_v-vrednost blende	1,95	0,48	0,97	3,95	7,9	15,75	21,5	46,7
Pozicija	k_v	k_v	k_v	k_v	k_v	k_v	k_v	k_v
0,5	0,40	0,05	0,17	0,33	0,66	0,60	1,10	2,55
0,6	0,43	0,05	0,19	0,38	0,70	0,66	1,45	2,85
0,7	0,46	0,06	0,21	0,43	0,74	0,72	1,80	3,15
0,8	0,49	0,06	0,23	0,48	0,78	0,78	2,15	3,45
0,8	0,52	0,06	0,25	0,53	0,82	0,84	2,50	3,75
0,9	0,56	0,07	0,27	0,58	0,86	0,90	2,85	4,05
1,0	0,60	0,07	0,30	0,63	1,04	1,00	3,10	4,50
1,1	0,64	0,08	0,32	0,73	1,20	1,20	3,37	4,80
1,2	0,67	0,09	0,34	0,83	1,36	1,40	3,64	5,10
1,3	0,71	0,10	0,36	0,93	1,52	1,60	3,91	5,40
1,3	0,74	0,11	0,38	1,03	1,68	1,80	4,18	5,70
1,4	0,78	0,12	0,40	1,13	1,84	2,00	4,45	6,00
1,5	0,81	0,14	0,42	1,20	1,90	2,20	4,80	6,60
1,6	0,85	0,16	0,44	1,28	2,10	2,40	5,04	6,95
1,7	0,88	0,17	0,45	1,36	2,30	2,60	5,28	7,30
1,8	0,92	0,19	0,47	1,44	2,50	2,80	5,52	7,65
1,8	0,95	0,20	0,48	1,52	2,70	3,00	5,76	8,00
1,9	0,97	0,22	0,50	1,60	2,90	3,20	6,00	8,35
2,0	1,00	0,22	0,53	1,70	3,10	3,50	6,30	8,70
2,1	1,04	0,23	0,55	1,80	3,25	3,70	6,58	9,05
2,2	1,07	0,24	0,57	1,90	3,40	3,90	6,86	9,40
2,3	1,11	0,25	0,59	2,00	3,55	4,10	7,14	9,75
2,3	1,14	0,26	0,61	2,10	3,70	4,30	7,42	10,10
2,4	1,18	0,27	0,63	2,20	3,85	4,50	7,70	10,45
2,5	1,20	0,29	0,66	2,25	4,20	4,65	7,90	10,80
2,6	1,22	0,30	0,68	2,35	4,32	4,85	8,18	11,10
2,7	1,24	0,30	0,70	2,45	4,44	5,05	8,46	11,40
2,8	1,26	0,31	0,72	2,55	4,56	5,25	8,74	11,70
2,8	1,28	0,32	0,74	2,65	4,68	5,45	9,02	12,00
2,9	1,30	0,33	0,76	2,75	4,80	5,65	9,30	12,30
3,0	1,42	0,35	0,78	2,80	5,00	5,90	9,50	13,00
3,1	1,49	0,36	0,79	2,86	5,07	6,13	9,78	13,40
3,2	1,56	0,37	0,80	2,92	5,14	6,36	10,06	13,80
3,3	1,63	0,37	0,81	2,98	5,21	6,59	10,34	14,20
3,3	1,70	0,38	0,82	3,04	5,28	6,82	10,62	14,60
3,4	1,77	0,39	0,83	3,10	5,35	7,05	10,90	15,00
3,5	1,80	0,41	0,86	3,25	5,80	7,25	11,20	15,30
3,6	1,83	0,42	0,86	3,32	5,93	7,50	11,50	15,70
3,7	1,85	0,42	0,87	3,39	6,06	7,75	11,80	15,90
3,8	1,88	0,43	0,87	3,46	6,19	8,00	12,10	16,20
3,8	1,90	0,43	0,87	3,53	6,32	8,25	12,40	16,50
3,9	1,93	0,44	0,88	3,60	6,45	8,50	12,70	16,80
4,0	2,00	0,46	0,88	3,60	6,50	8,85	13,00	18,00
4,1						8,96	13,30	18,35

DN	15	15-LF	15-MF	20	25	32	40	50
k_{vs}	2	0,46	0,88	3,6	6,5	13,3	18,5	33
k_v -vrednost blende	1,95	0,48	0,97	3,95	7,9	15,75	21,5	46,7
Pozicija	k_v	k_v	k_v	k_v	k_v	k_v	k_v	k_v
4,2						9,07	13,60	18,70
4,3						9,18	13,90	19,05
4,3						9,29	14,20	19,40
4,4						9,40	14,50	19,75
4,5						9,90	14,70	20,20
4,6						10,15	14,95	20,55
4,7						10,40	15,20	20,90
4,8						10,65	15,45	21,25
4,8						10,90	15,70	21,60
4,9						11,15	15,95	21,95
5,0						11,40	16,25	22,50
5,1						11,60	16,40	22,90
5,2						11,80	16,55	23,30
5,3						12,00	16,70	23,70
5,3						12,20	16,85	24,10
5,4						12,40	17,00	24,50
5,5						12,50	17,40	25,00
5,6						12,63	17,60	25,30
5,7						12,76	17,80	25,60
5,8						12,89	18,00	25,90
5,8						13,02	18,20	26,20
5,9						13,15	18,40	26,50
6,0						13,30	18,50	26,70
6,1								26,98
6,2								27,26
6,3								27,54
6,3								27,82
6,4								28,10
6,5								28,60
6,6								28,93
6,7								29,26
6,8								29,59
6,8								29,92
6,9								30,25
7,0								30,30
7,1								30,55
7,2								30,80
7,3								31,05
7,3								31,30
7,4								31,55
7,5								31,90
7,6								32,10
7,7								32,30
7,8								32,50
7,8								32,70
7,9								32,90
8,0								33,00

Automatski regulacioni ventil Regulator diferencijalnog pritiska

Tehnički list za **4002**, Izdanje 0711

☑ Dimenzije u mm



Broj artikla	DN	G	L	H1	H2	B	B1	B2
1 4002 41	15	3/4 G	66	133	28	95	26	29
1 4002 61								
1 4002 42								
1 4002 62	20	1 G	76	134	29	95	28	30
1 4002 43								
1 4002 63	25	5/4 ravna zaptivka	76	134	29	95	28	30
1 4002 44								
1 4002 64	32	1½ ravna zaptivka	114	150	47	95	-	-
1 4002 45								
1 4002 65	40	1¾ ravna zaptivka	132	160	55	95	-	-
1 4002 46								
1 4002 66	50	2¾ ravna zaptivka	140	160	55	94	-	-
1 4002 47								

☑ Radni uslovi

Radni pritisak maks.	16 bar
Ispitni pritisak	
Maks. diferencijalni pritisak u kućištu	2 bar
Min. radna temperatura	2 °C (čista voda)
Min. radna temperatura	- 20 °C (sa antifrizom)
Maks. dozvoljena radna temperatura	120 °C

Regulacioni opseg 4002 4x	5 - 30 kPa
Regulacioni opseg 4002 6x	25 - 60 kPa

☑ Oblast primene

Regulator diferencijalnog pritiska je proporcionalni regulator sa pravim sedištem i funkcioniše bez dodatne energije. Željene vrednosti diferencijalnog pritiska - radna tačka može se podesiti u opsegu 50 do 300 mbar odnosno, 250 i 600 mbar. Vrednost podešavanja može se očitati sa dijagrama karakteristike ventila. Fabričko podešavanje je u poziciji minimum. Podešavanje željene vrednosti vrši se pomoću ključa za podešavanje (1 4006 02) ili okretanjem navrtke. Isporučuje se sa kapilarnom za povezivanje ventila sa potisnim vodom, dužine 1000 mm.

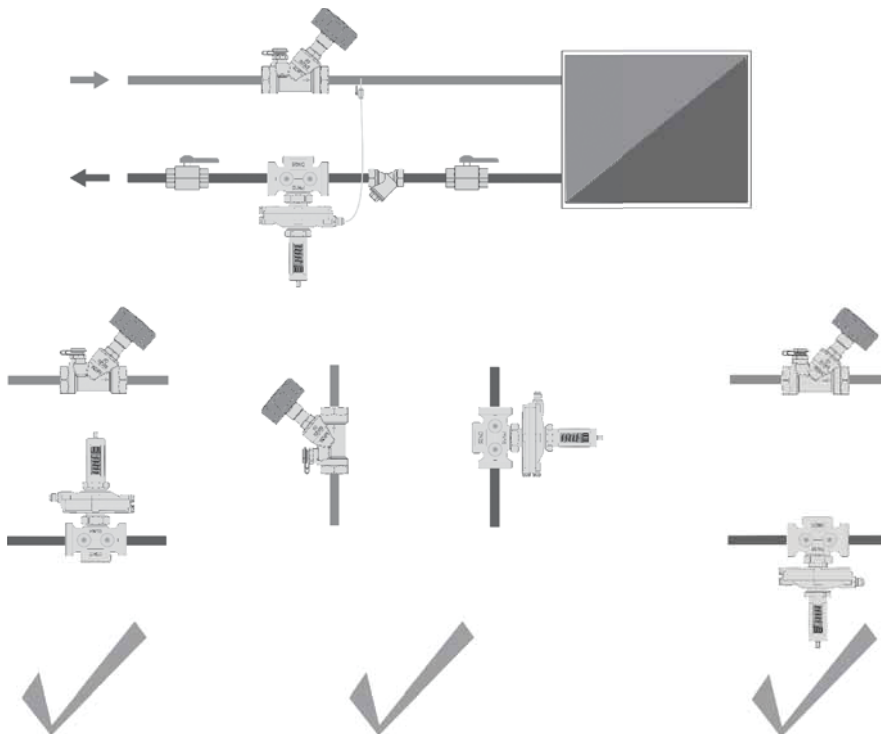
Materijali

Kućište ventila: mesing postojan na odvajanje cinka
 Membrana i O-prsten: EPDM
 Kvalitet vode prema ÖNORM H 5195 i VDI 2035
 Etilenglikol i propilenglikol koristiti u rastvoru koncentracije 15 - 45 %.

Rastvor koji sadrži amonijak štetan je po mesigano kućište ventila, EPDM zaptivke se razaraju upotrebom mineralnog ulja i vremenom dolazi do uništavanja EPDM zaptivke. Za zaštitu od smrzavanja i korozije koristiti sredstva na bazi etilen-glikola saglasno uputstvima za upotrebu koja se dostavljaju od strane proizvođača.

Uputstvo za ugradnju

Ugrađuje se u povratni vod, a sam položaj nije bitan. Smer protoka označen je strelicom na kućištu. Preporučuje se ugradnja zaustavnih ventila ispred i iza regulatora diferencijalnog pritiska.



kvs- vrednosti

	DN 15	DN 20	DN 25	DN 32	DN 40	DN 50
4002	2,66	4,36	5,38	9,48	14,95	14,95

Pribor i rezervni delovi

- 4117 HERZ-STRÖMAX M - kosi regulacioni ventil
- 4217 HERZ-STRÖMAX GM- pravi regulacioni ventil
- 4017 HERZ-STRÖMAX M- kosi regulacioni ventil sa integrisanom mernom blendom
- 4125 HERZ-STRÖMAX zaustavni ventil, kosi
- 4115 HERZ-STRÖMAX zaustavni ventil, kosi
- 4215 HERZ-STRÖMAX zaustavni ventil, pravi - dodatna varijanta sa navojnim priključcima. Detaljnije informacije dostupne su u tehničkim listovima
- 1 0284 01 Merni ventil, plava kapa
- 1 0284 02 Merni ventil, crvena kapa
- 1 0284 11 Merni ventil, plava kapa, produženi
- 1 0284 12 Merni ventil, crvena kapa, produženi
- 1 0284 21 Merni ventil sa ventilom za pražnjenje, mesing, plavi
- 1 0284 22 Merni ventil sa ventilom za pražnjenje, mesing, crveni
- 1 0284 00 Sonde za merenje pritiska na ventilima
- 1 0273 09 Zaptivni čep 1/4
- 1 4006 02 HERZ-ključ za podešavanje diferencijalnog pritiska

☑ Navojni priključci

- 1 6220 .. Priključak za crne cevi, sastoji se od holendera, zaptivke i cevnog priključka za lemljenje sa Sn
- 1 6236 .. Priključak za bakar sastoji se od holendera, zaptivke i cevnog priključka za lemljenje
- 1 6240 .. Priključak za zavarivanje sastoji se od holendera, zaptivke i cevnog priključka za zavarivanje
- 1 6210 .. Priključak za crne cevi, sastoji se od holendera, zaptivke i cevnog priključka sa Sn
- 1 6235 .. Priključak za bakar sastoji se od holendera, zaptivke i spojnica za lemljenje

☑ Upozorenje

Već sama namena armature zahteva preciznu ugradnju. Prodor prljavštine u armaturu može se sprečiti ugradnjom HERZ-hvatača nečistoće (4111).

☑ Merni ventili

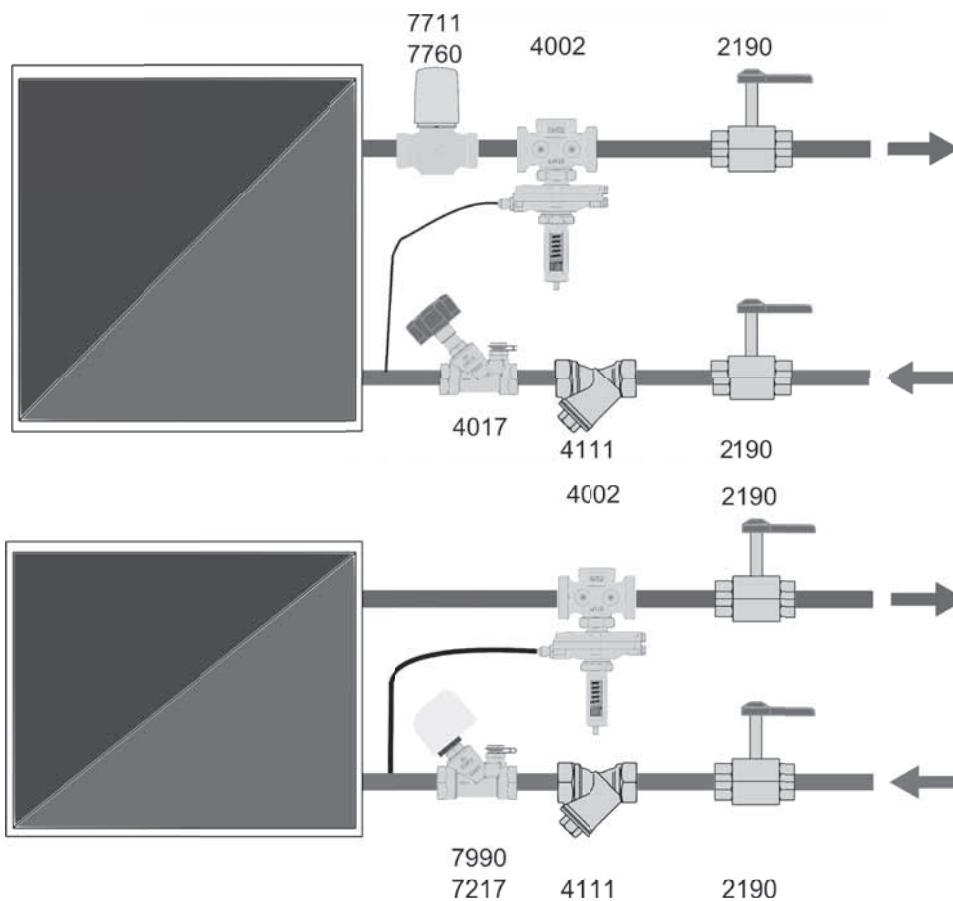
Dva merna ventila su fabrički ugrađena.

Takav raspored omogućava za sve položaje ugradnje najbolju dostupnost i optimalni položaj priključka za merni kompjuter.

☑ Prednameštanje

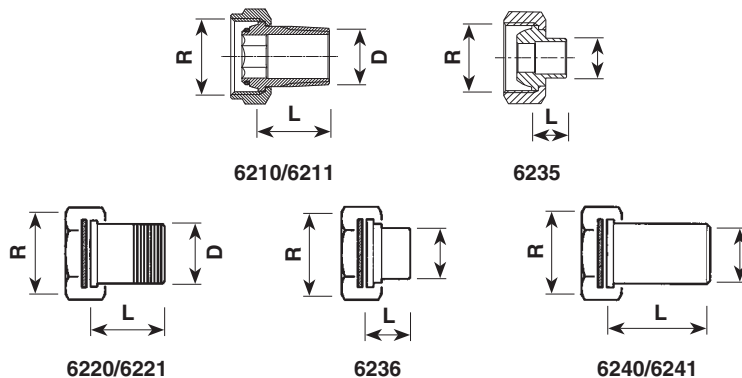
Svaka pozicija pokazivača nameštanja je jasno čitljiva. Željeno podešavanje regulatora diferencijalnog pritiska uvek je moguće lako namestiti u bilo koju poziciju.

☑ Primer primene

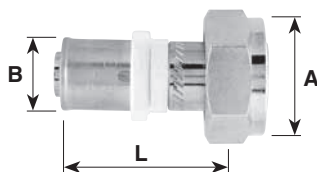


Napomena: Sve prikazane šeme predstavljaju simbolički prikaz i mogu biti nepotpune za primenu.

☑ HERZ-Navojni priključci



Dimenzija ventila	Broj artikla	R	D		L
DN 15	1 6210 21	3/4	1/2	-	25
DN 15	1 6210 26	3/4	1/2	-	21
DN 15	1 6210 11	3/4	1/2	-	30
DN 15	1 6211 00	3/4	3/8	-	24
DN 20	1 6210 02	1	3/4	-	30
DN 20	1 6210 12	1	1/2	-	30
DN 25	1 6220 63	1¼	1	-	35
DN 32	1 6220 64	1½	1	-	40
DN 40	1 6220 65	1¾	1½	-	49
DN 50	1 6220 66	2¾	2	-	56
DN 15	1 6235 21	3/4	-	12	13
DN 15	1 6235 31	3/4	-	15	13
DN 15	1 6235 41	3/4	-	18	18
DN 20	1 6235 12	1	-	18	18
DN 25	1 6236 63	1¼	-	28	24
DN 32	1 6236 64	1½	-	35	27
DN 40	1 6236 65	1¾	-	42	31
DN 50	1 6236 66	2¾	-	54	37
DN 25	1 6240 63	1¼	-	34	51
DN 32	1 6240 64	1½	-	42	54
DN 40	1 6240 65	1¾	-	48	57
DN 50	1 6240 66	2¾	-	60	60



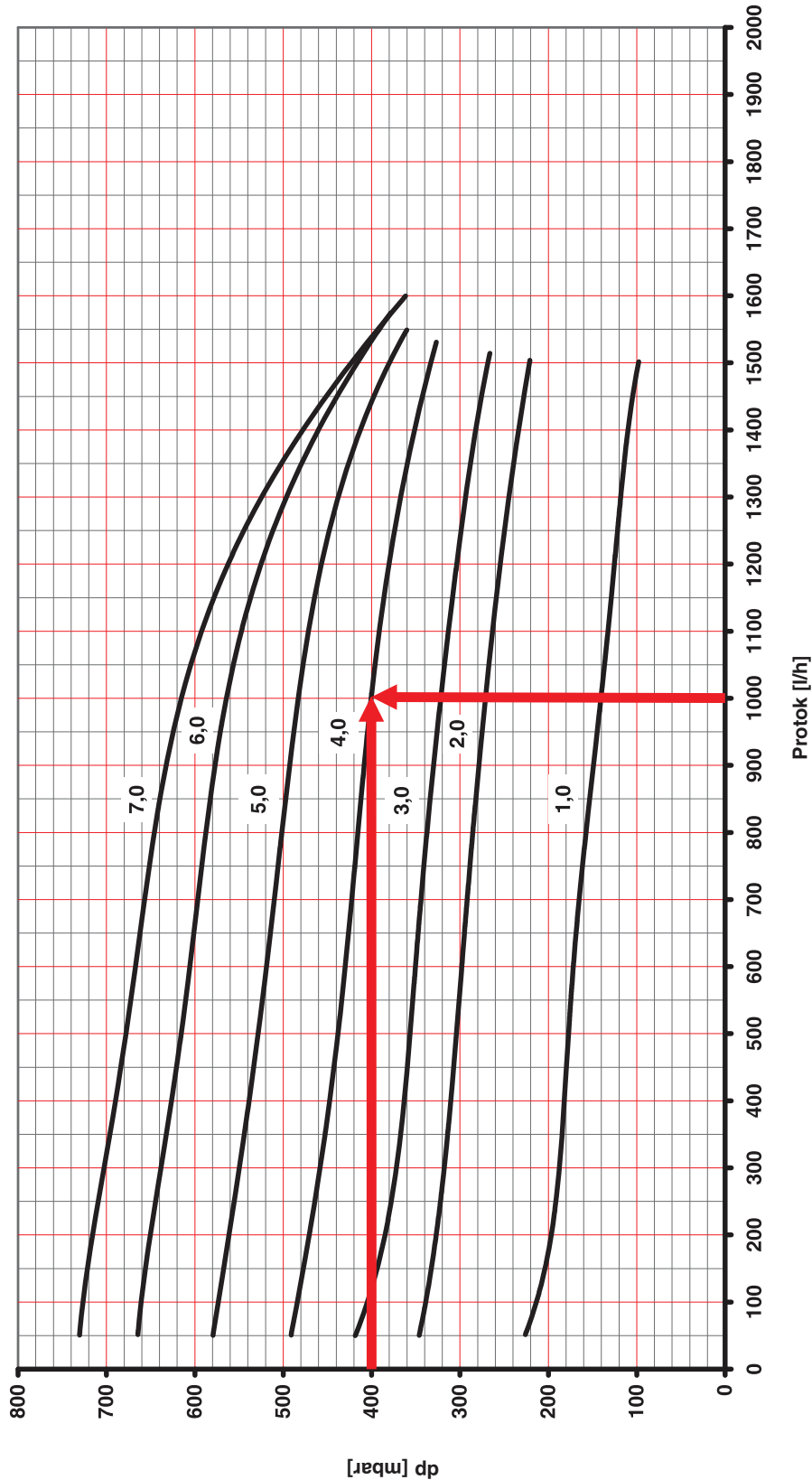
Dimenzija ventila	Broj artikla	A	B	L
DN 15	P 7014 81	G 3/4	14 x 2	50
DN 15	P 7016 81	G 3/4	16 x 2	50
DN 15	P 7018 81	G 3/4	18 x 2	50
DN 15	P 7020 81	G 3/4	20 x 2	50
DN 25	P 7026 43	G 1¼	26 x 3	50
DN 25	P 7032 43	G 1¼	32 x 3	50
DN 25	P 7040 43	G 1¼	40 x 3,5	70
DN 32	P 7032 44	G 1½	32 x 3	50
DN 32	P 7040 44	G 1½	40 x 3,5	70
DN 32	P 7050 44	G 1½	50 x 4	70

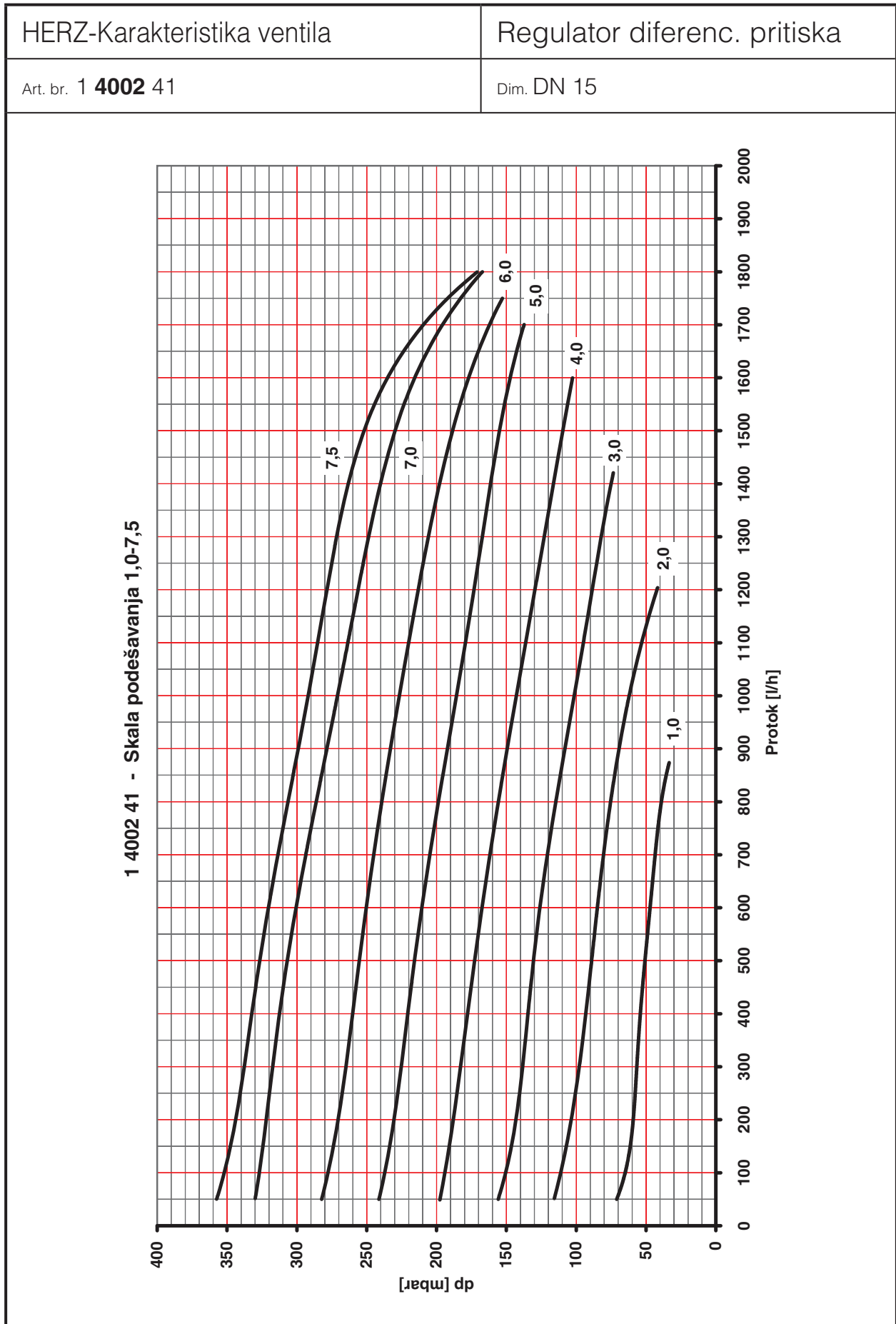
Prednameštanje

Primer: Željeni diferencijalni pritisak 400 mbar, protok 1000 l/h

- vrednosti nameštanja na skali 4

Vrednost podešavanja sa skale odgovara diferencijalnom pritisku u sistemu samo pri određenom protoku vode

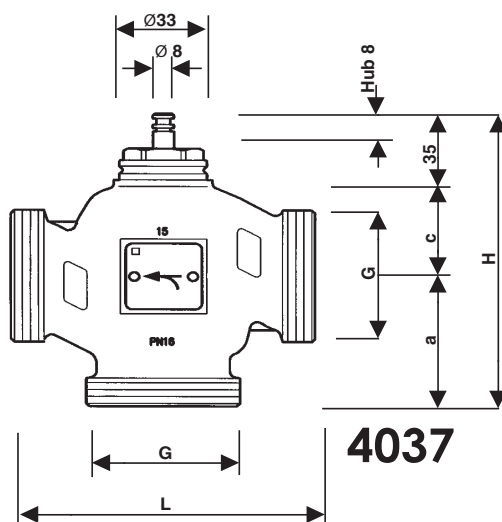




Trokraki mešni i razdelni ventil

Tehnički list za 4037

☑ Ugradbene dimenzije u mm



* sa korištenjem 1 7712 50

Narudžbeni broj	Dimenzije	G	a	c	L	H	Δp maks*	kvs [m ³ /h]
1 4037 15	1/2	G 1 B	50	32	100	117	6	4
1 4037 20	3/4	G1¼B	50	33	100	118	5	6,3
1 4037 25	1	G1½B	55	36	110	126	4	10
1 4037 32	1¼	G 2 B	60	38	120	133	3,7	16
1 4037 40	1½	G2¼B	70	48	130	153	2,7	25
1 4037 50	2	G2¾B	75	54	150	164	1,8	40

☑ Izvedba

4037 trokraki ventil s cilindričnim spoljnim navojem prema ISO 228/1, klasa B, ravno zaptivanje, cevni spojevi posebno se naručuju. Vreteno od nerđajućeg čelika, mesingana kugla ventila s teflonskim zaptivnim prstenom ojačanim staklenim vlaknima. Mesingana zaptivna čaura s EPDM O-prstenom, kućište od mesinga cc 754 S.

Korištenje mešnog ventila 4037 ima prednost u odnosu na uobičajene ugrađene mešače u tome što nema zaptivnih ivica. Zbog toga skoro nema habanja ni propuštanja. Čak i nakon višegodišnjeg korišćenja propuštanje vode je vrlo malo.

☑ Podaci za upotrebu

maks. radna temperatura -15 ... + 130 °C
maks. radni pritisak 16 bar / 130 °C do DN 32
16 bar / 110 °C DN 40, DN 50

Pri temperaturama <0 ° C preporučujemo upotrebu zaptivke za zaptivnu čauru, pri temperaturama > 100 ° C upotrebu temperaturnog adaptera.

Karakteristika ventila: linearna

Razdvajanje

Propuštanje < 0,02% od kvs vrednos

(tip.) mešanje 1% od kvs vrednosti

Dopuštena je upotrebu etilen i propilen glikola u odnosu mešanja od 15–45 vol. %.

Moraju se poštovati podaci koje je dao odgovarajući proizvođač.

Kvaliteta vode prema ÖNORM H 5195 i VDI 2035.

Područje upotrebe

Za kontinualnu regulaciju hladne ili tople vode, kao mešni ili razdelni ventil. Zajedno s pogonima ventila s podesivim karakteristikama (linearna ili jednakopostotna). Pogon se može instalirati u bilo kojem položaju, ali ne i u visećem položaju. Mora se sprečiti prodor kondenzata, kapanja vode i sl. u pogon. Pogon se na ventil montira bez podešavanja. Nakon spajanja na el. priključak pogon će se sam prilagoditi hodu ventila.

Ugradnja

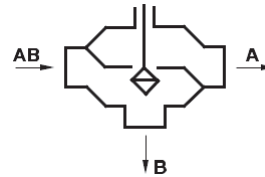
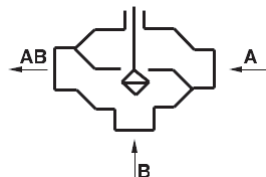
Ventili se ugrađuju u cevne sisteme pomoću standardnih navojnih spojeva s ravnim zaptivanjem. Zavisno o nameni, ugrađuje se kao mešni ili razdelni ventil. Mora se izbegavati unošenje nečistoća u ventile. Kada je izvučeno vreteno ventila, zatvoren je smer A – AB. Prilikom ugradnje mora se poštovati smer protoka. To pokazuju strelice na kućištu.



Uputstvo za ugradnju

Upotreba kao mešni ventil

Upotreba kao razdelni ventil



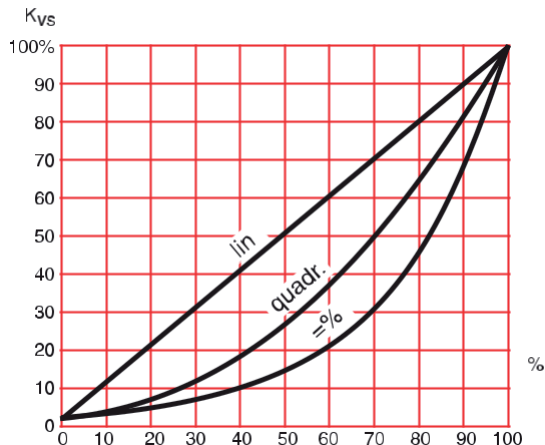
Pogon

Narudžbeni broj	Diferencijalni pritisak maks. [bar]	
	500 N	Ručni pogon
	1 7712 11	1 9102 40
	1 7712 50	
	1 7712 51	
	Mešni ventil	
1 4037 15	6	15
1 4037 20	5	10
1 4037 25	4	9
1 4037 32	3,7	7
1 4037 40	2,7	4,4
1 4037 50	1,8	3

Upotreba kao razdelni ventil s pogonom od 500 N nije dopuštena.

Karakteristika

Karakteristika u kombinaciji s pogonom 1 7712 11 (graf. prikazuje linearnu i kvadratnu karakteristiku)



Linearna karakteristika ventila
Može se koristiti s pogonom 1 7712 11 s ugrađenim DIP-prekidačem:
- linearna karakteristika
- procentualna karakteristika

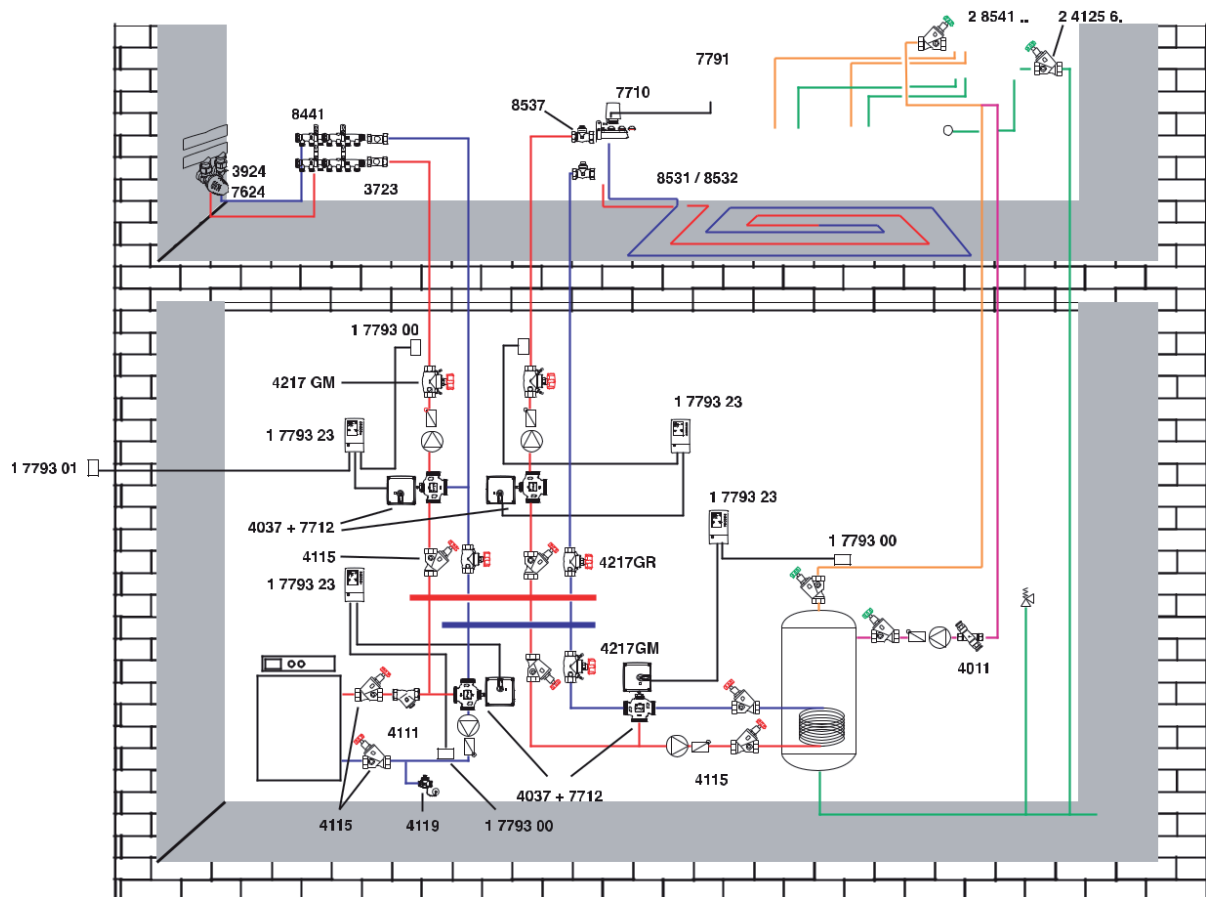
Hod

Pribor

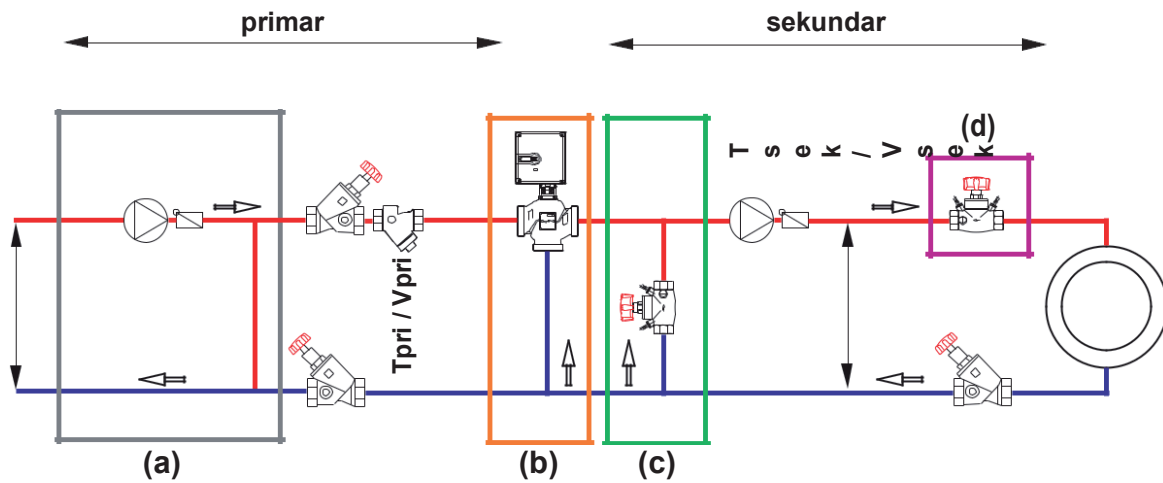
- 1 7712 11 HERZ-ov pogon ventila s regulatorom položaja 24 V, upravljački signal 0–10 V 1
- 7712 50 HERZ-ov pogon ventila za 3-krake ventile 230 V, sila upravljanja 500 N
- 1 7712 51 HERZ-ov pogon ventila za 3-krake ventile 24 V, sila upravljanja 500 N
- 1 7796 03 HERZ-ov sigurnosni transformator 230 V/24 V, 50 Hz, 50 VA
- 1 7793 23 HERZ-ov elektronski kontroler temperture s PI regulacijom, 110–230 V
- 1 7793 24 HERZ-ov elektronski kontroler temperture s PI regulacijom, 24 V
- 1 7793 01 HERZ-ov vanjski temperaturni osjetnik za regulator grijanja
- 1 7793 00 HERZ-ov nalegajući temperaturni senzor za regulaciju temperature
- 1 9102 40 HERZ-ov ručni pogon za 4037

Kada se koristi kao razdelni ventil, preporučujemo pogon sa silom upravljanja 800 N.
Ostali proizvodi

- 1 **7761** xx Razdelni ventili CALIS-RD, DN 15 - DN 32
za termički pogon
- 1 **7762** xx Trokraki mešni i razdelni ventil, DN 10 - DN
20 za termički pogon
- 1 **7766** xx Mešni ventil za povećanje temperature povrata, DN 25 i DN
32 s ugrađenim termostatom, pogon nije potreban
- 1 **2137** xx Trokraki mešni ventil

 Primer ugradnje:


☑ Primer projektovanja:



- (a)
- (c)
- (d)
- (b)

Primarna pumpa je uvek sa bypass-om

Ventil u bypass-u kada je $\Delta T > 30 K$
 $\Delta p_{bypass-a} = \Delta p_{trokrakog\ ventila\ (tat)}$

$\Delta p_{STRÖMAX} = 3\ kPa$

Izbor mešnog ventila

Postupak:

1) $\Delta p_{teor} = 3\ kPa$

$$2) kv_{teor} = \frac{\Delta V_{pri}}{100\sqrt{\Delta p_{teor}}}$$

3) Odabir ventila prema tablici ($kv_{tat} < kv_{teor}$)

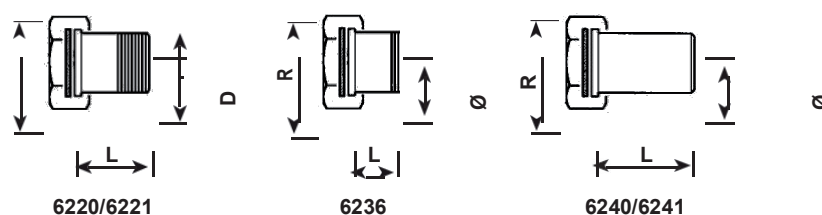
4) Proračun stvarnog pada pritiska

$$\Delta p_{tat} = \left(\frac{V_{pri}}{100 kv_{tat}} \right)^2$$

Odnos kapacitet/maseni protok vode potrošača:

$$V = \frac{3600 \cdot P}{c \cdot \Delta T}$$

Maseni protok	V	[kg/h]
Kapacitet	P	[KW]
Spec.top.kapac.	c	[kJ/kg K]
Temp. razlika	ΔT	[K]
Karakteristika ventila	kv	[m ³ /h]
Pad pritiska	Δp	[kPa]

 HERZ-ovi navojni spojevi


Dimenzija ventila	Narudžbeni broj	R	D	Ø	L
DN 15	1 6221 02	1	1/2	-	33
DN 20	1 6220 12	1	3/4	-	31
DN 20	1 6220 63	1¼	1	-	35
DN 25	1 6220 64	1½	1	-	40
DN 32	1 6220 74	2	1¼	-	40
DN 40	1 6220 75	2¼	1½	-	49
DN 50	1 6220 76	2¾	2	-	56
DN 15	1 6236 02	1	-	15	18
DN 15	1 6236 12	1	-	18	19
DN 15	1 6236 22	1	-	22	23
DN 20	1 6236 63	1¼	-	28	24
DN 25	1 6236 64	1½	-	35	27
DN 32	1 6236 74	2	-	35	27
DN 40	1 6236 75	2¼	-	42	31
DN 50	1 6236 76	2¾	-	54	37
DN 15	1 6240 02	1	-	27	45
DN 15	1 6241 02	1	-	21	45
DN 20	1 6240 63	1¼	-	34	51
DN 25	1 6240 64	1½	-	42	54



Dimenzija ventila	Narudžbeni broj	A	B	L
DN 15	P 7016 42	G 1	16 x 2	40
DN 15	P 7018 42	G 1	18 x 2	35
DN 15	P 7020 42	G 1	20 x 2	40
DN 15	P 7026 42	G 1	26 x 3	50
DN 20	P 7026 43	G 1¼	26 x 3	50
DN 20	P 7032 43	G 1¼	32 x 3	50
DN 20	P 7040 43	G 1¼	40 x 3,5	70
DN 25	P 7032 44	G 1½	32 x 3	50
DN 25	P 7040 44	G 1½	40 x 3,5	70
DN 25	P 7050 44	G 1½	50 x 4	70
DN 32	P 7040 45	G 2	40 x 3,5	70
DN 32	P 7050 45	G 2	50 x 4	70

Zbirka tehničkih listova za kombiventile

Izdanje 1221

Opšte informacije

Proizvod je namenjen samo primeni koju je odredio proizvođač. Tu se takođe podrazumijevaju svi pripadajući propisi za proizvod. Nisu dopuštene promene ili dogradnje.

Pozicioniranje

Prilikom pozicioniranja treba se pridržavati svih opštih i lokalnih važećih propisa.

Napomena

Sve sheme su simbolične i ne predstavljaju celovito rešenje.

Materijal

Prema članku 33. uredbe REACH (EZ br. 1907/2006) dužni smo istaknuti da je olovo kao element na listi SVHC i da sve mesingane komponente koje se koriste u našim proizvodima ne sadrže više od 0,1% (m / m) olova (CAS: 7439-92-1 / EINECS: 231-100-4). Budući da je olovo čvrsto vezano kao komponenta u leguri, ne očekuje dodati se njegov uticaj te zbog toga dodatne sigurnosne informacije nisu potrebne.

Napomena: sve sheme su simbolične i ne predstavljaju celovito rešenje. Svi podaci u ovom dokumentu odgovaraju stanju tehnike u vreme štampanja ovog dokumenta. Služe samo kao informacija. Zadržavamo pravo izmena u smislu tehničkih unapređenja. Prikazi su simbolički i zbog toga se vizuelno mogu razlikovati od stvarnih proizvoda. Moguća su odstupanja boja zbog tehnike štampe. U različitim zemljama moguća su odstupanja proizvoda. Zadržavamo pravo izmjna tehničkih i funkcionalnih karakteristika. Za dodatna pitanja molimo obratite se najbližoj HERZ-ovoj kancelariji.

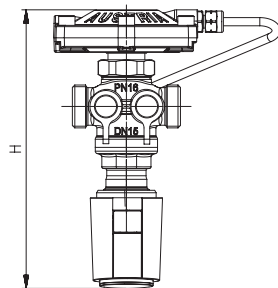
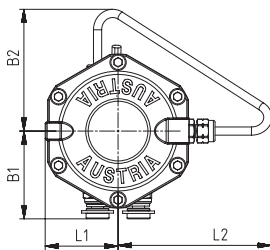
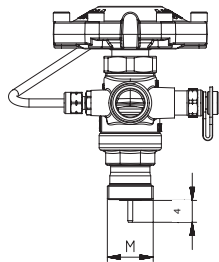
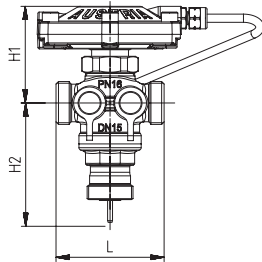
Beleške

Kombiventil - regulator zapreminskog protoka

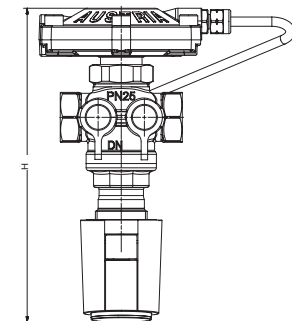
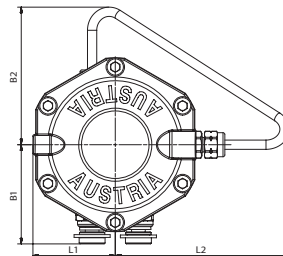
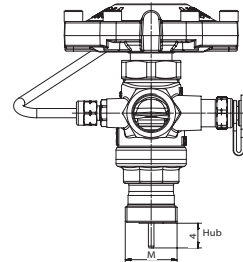
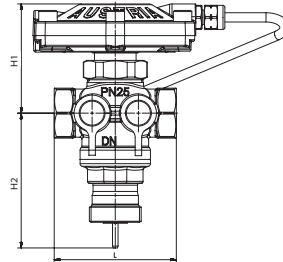
Tehnički list 4006 1x, 2x, 4x, 6x; 4206 1x, 2x, 4x, 6x

Dimenzije u mm

1 4006 XX M

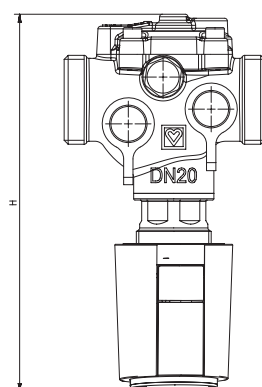
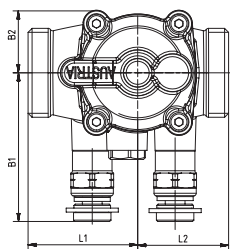
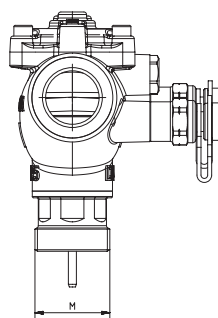
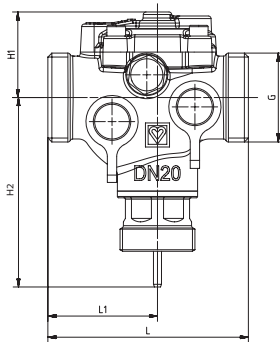


1 4206 XX M

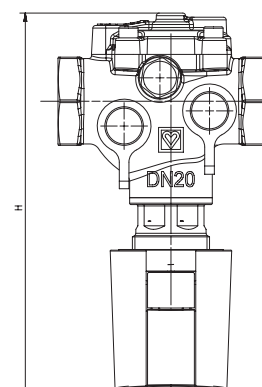
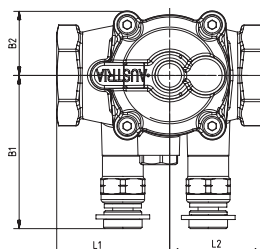
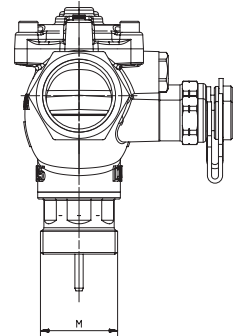
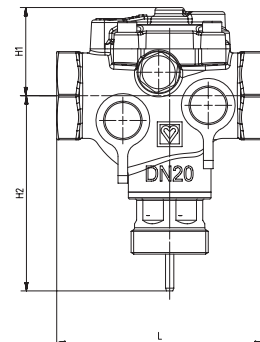


Dimenzije u mm

1 4006 XX M SMART



1 4206 XX M SMART



Ugradne mere u mm, narudžbeni brojevi

Narudžbeni broj	DN	Navoj, inč	L, mm	H1, mm	H2, mm	H*, mm	B1, mm	B2, mm	L1, mm	L2, mm	M, mm
1 4006 30 M SMART	15 LF	3/4 ravno zaptivanje	75	35	69	158,8	50	23	41	34	28
1 4006 39 M SMART	15 MF	3/4 ravno zaptivanje	75	35	69	158,8	50	23	41	34	28
1 4006 51 M SMART	15 SF	3/4 ravno zaptivanje	75	32	70,9	157,7	54,6	23,3	41	34	28
1 4006 91 R SMART	15 SF	3/4 ravno zaptivanje	75	32	70,9	157,7	30,6	23,3	41	34	28
1 4006 71 M SMART	15 HF	3/4 ravno zaptivanje	75	32	70,9	157,7	54,6	23,3	41	34	28
1 4006 81 R SMART	15 HF	3/4 ravno zaptivanje	75	32	70,9	157,7	30,6	23,3	41	34	28
1 4006 52 M SMART	20 SF	1 G ravno zaptivanje	75	32	70,9	157,7	55,6	23,2	41	34	28
1 4006 92 R SMART	20 SF	1 G ravno zaptivanje	75	32	70,9	157,7	31,6	23,2	41	34	28
1 4006 72 M SMART	20 HF	1 G ravno zaptivanje	75	32	70,9	157,7	55,6	23,2	41	34	28
1 4006 82 R SMART	20 HF	1 G ravno zaptivanje	75	32	70,9	157,7	31,6	23,2	41	34	28
1 4006 11 M	15	3/4 G	66	59	75	188,8	54	74	45	94	28
1 4006 12 M	20	1 G	76	60	75	189,8	56	72	45	89	28
1 4006 13 M	25	5/4 G ravno zaptivanje	76	60	75	189,8	56	72	45	89	28
1 4006 14 M	32	1 1/2 G ravno zaptivanje	114	76	86	216,8	47	76	57	86	28
1 4006 15 M	40	1 3/4 G ravno zaptivanje	132	86	97	237,8	47	82	66	85	28
1 4006 16 M	50	2 3/8 G ravno zaptivanje	140	86	97	237,8	47	82	70	85	28
1 4006 41 R	15	3/4 G	66	59	75	188,8	47	74	45	94	28
1 4006 42 R	20	1 G	76	60	75	189,8	47	72	45	89	28
1 4006 43 R	25	5/4 G ravno zaptivanje	76	60	75	189,8	47	72	45	89	28
1 4006 44 R	32	1 1/2 G ravno zaptivanje	114	76	86	216,8	47	76	57	86	28
1 4006 45 R	40	1 3/4 G ravno zaptivanje	132	86	97	237,8	47	82	66	85	28
1 4006 46 R	50	2 3/8 G ravno zaptivanje	140	86	97	237,8	47	82	70	85	28
1 4206 20 M SMART	15 LF	1/2	75	35	67	156,8	50	23	41	34	28
1 4206 60 R SMART	15 LF	1/2	75	35	67	156,8	26	23	41	34	28
1 4206 29 M SMART	15 MF	1/2	75	35	67	156,8	50	23	41	34	28
1 4206 69 R SMART	15 MF	1/2	75	35	67	156,8	26	23	41	34	28
1 4206 01 M SMART	15 SF	1/2	75	32	70,9	157,7	55,2	23,2	41	34	28
1 4206 91 R SMART	15 SF	1/2	75	32	70,9	157,7	31,2	23,2	41	34	28
1 4206 71 M SMART	15 HF	1/2	75	32	70,9	157,7	55,2	23,2	41	34	28
1 4206 81 R SMART	15 HF	1/2	75	32	70,9	157,7	31,2	23,2	41	34	28
1 4206 02 M SMART	20 SF	3/4	75	32	70,9	157,7	55,6	23,3	41	34	28
1 4206 92 R SMART	20 SF	3/4	75	32	70,9	157,7	31,6	23,3	41	34	28
1 4206 72 M SMART	20 HF	3/4	75	32	70,9	157,7	55,6	23,3	41	34	28
1 4206 82 R SMART	20HF	3/4	75	32	70,9	157,7	31,6	23,3	41	34	28
1 4206 11 M	15	1/2	66	59	73	186,8	54	74	45	94	28
1 4206 12 M	20	3/4	76	60	73	187,8	56	72	45	89	28
1 4206 13 M	25	1	90	60	73	187,8	56	72	45	89	28
1 4206 14 M	32	1 1/4	114	76	84	214,8	47	76	57	86	28
1 4206 15 M	40	1 1/2	132	86	95	235,8	47	82	66	85	28
1 4206 16 M	50	2	140	86	95	235,8	47	82	70	85	28
1 4206 41 R	15	1/2	66	59	73	186,8	47	74	45	94	28
1 4206 42 R	20	3/4	76	60	73	187,8	47	72	45	89	28
1 4206 43 R	25	1	90	60	73	187,8	47	72	45	89	28
1 4206 44 R	32	1 1/4	114	76	84	214,8	47	76	57	86	28
1 4206 45 R	40	1 1/2	132	86	95	235,8	47	82	66	85	28
1 4206 46 R	50	2	140	86	95	235,8	47	82	70	85	28

* s pogonom 1 7990 3X ; M - s mernim ventilima; R - bez mernih ventila.

Tehnički podaci

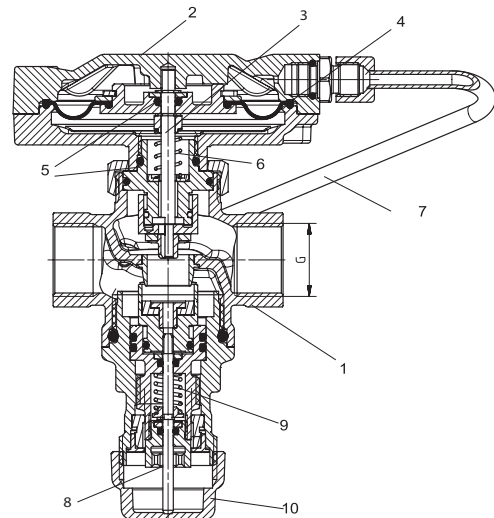
	SMART						DN15	DN20	DN25	DN32	DN40	DN50
	15LF	15MF	15SF	15HF	DN20SF	20HF						
1 4006 ..; 1 4206 ..	20;60 30	29; 69 39	01;51; 91	71; 81	02; 52 92	72; 82	11; 41	12; 42	13; 43	14; 44	15; 45	16; 46
k_{vs} vrednost	0,22	0,36	1,75	2,62	2,62	3,54	1,01	2,0	3,26	5,59	9,49	9,17
Protok pri otvorenosti 100%, l/h	120	190	800	1200	1200	2000	430	900	1900	2500	5200	4820
Maks. dif.pritisak na kućištu, bar	4	4	6	6	6	6	4	4	4	4	4	4
Radni pritisak	maks. 25 bara						4006 - maks. 16 bara 4206 - maks. 25 bara					
Min. radna temperatura	2 °C (čista voda); - 20 °C (sredstvo protiv smrzavanja)											
Maks. radna temperatura	do DN32: 130 °C DN40 - DN50: 110 °C											
Hod	4 mm											
Područje nameštanja	pogledati gore protok pri otvorenosti 100 %											
Kvalitet vode	prema ÖNORM H 5195 i VDI 2035 dopuštena je upotreba etilen i propilen glikola u koncentraciji 25- 50 vol %											

Integrirani regulacijski uložak služi za moduarnu regulaciju kada se postavi pogon. Postoji više vrsta pogona (pogledati poglavlje: pribor i rezervni delovi).

Materijali

N	Opis	Materijal
1	Kućište	Mesing otp. na otc. CC770S
2	Kućište membrane	Mesing CW602N
3	Klin	Nehrđajući čelik 14301
4	Membrana	EPDM
5	O-ring	EPDM
6	Pritisne opruge	Opružni čelik
7	Kapilarna cev	Bakar Cu-DHP (CW024A)
8	Iglica	Nehrđajući čelik 14301
9	Pritisna opruga	Čelik za opruge
10	Poklopac	Plastika

Kvaliteta vode prema ÖNORM H 5195 i VDI 2035



Dozvoljena je upotreba etilen i propilen glikola u koncentraciji od 25-50 vol % Amonijak u konoplji oštećuje mesing kućište ventila. EPDM zaptivke bubre u kontaktu sa mineralnim uljima i mazivima na bazi mineralnih ulja. To može dovesti do ispadanja EPDM zaptivki. Treba koristiti antifriz i sredstva za zaštitu od korozije prema uputstvima proizvođača.

Prema članku 33. uredbe REACH (EZ br. 1907/2006) dužni smo istaknuti da je olovo kao tvar na popisu SVHC i da sve mjedene komponente koje se koriste u našim proizvodima ne sadrže više od 0,1% (m / m) olova (CAS: 7439-92-1 / EINECS: 231-100-4). Budući da je olovo čvrsto vezano kao komponenta u leguri, ne očekuje njegov utjecaj te zbog toga dodatne sigurnosne informacije nisu potrebne.

Područje primene

Kombiventil se koristi u svim sistemima grejanja i hlađenja sa pumpom. U izabranom delu sistema regulatora automatski

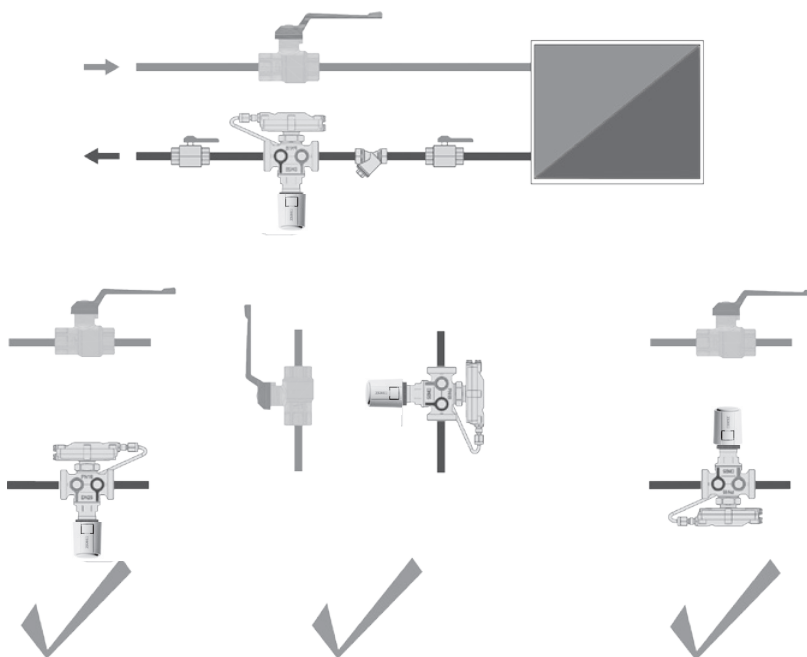
ograničava protok zapremine na jednu zadatu vrednost. Meri i reguliše sve fluktuacije pritiska. Dakle, nisu potrebna merenja, a kontrola je efikasna u svim uslovima rada. Kombiventil održava konstantni zapreminski protok prema svom prethodnom podešavanju. Dijafagma reaguje na pritisak ispred i iza kontrolnog ventila (preko unutrašnjeg kapilarne linije). Predpodešavanje ventila deluje direktno na maseni protok. Maksimalni protok se može podesiti direktno prema dijagramu toka iz tehničkog lista. Ovo olakšava balansiranje npr. krugova grejanja, hlađenje, plafonski paneli, rashladni plafoni i grejači vazduha, bez brige o raspodela pritiska u sistemu. Uglavnom se koristi kao kontrolni ventil potrošača.

Ispiranje sistema

Ako sistem treba da se ispira u smeru suprotnom od smeru rada ventila, važno je pridržavati se informacija o maksimalno dozvoljeni diferencijalni pritisak na ventilu za protivispiranje (300 kPa).

Ugradnja

Ugrađuje se u povratni vod, položaj instalacije nije važan. Smjer protoka je u smjeru strelice na kućištu. Preporučuje se ugradnja zapornog ventila prije i nakon kombiventila. Kombiventil se zatvara ključem za podešavanje HERZ (1 4006 02). Željeni protok postavlja se u % od maksimalnog protoka. Zatvara se okretanjem udesno do graničnika (položaj <0% crvenog područja).



☑ **Primer izbora**

Pretpostavlja se da potrošaču treba protok od 600 l/h. Traži se vrednost prednamještanja za kombiventil HERZ 4006 SMART DN 15 SF (1 4006 51/91, 1 4206 01/91). Maksimalni protok kroz ventil DN 15 SF je 800 l/h, što odgovara prednamještanju 100%:

$$\frac{600 \text{ l/h}}{800 \text{ l/h}} \times 100 \% = 75 \%$$

Potrebnih 600 l/h dobije se uz prednameštanje ventila na 75%. Nakon toga može se obaviti kontrolno merenje. Treba imati na umu da za pravilan rad na ventilu mora biti minimalni diferencijalni pritisak prema tehničkom listu.

HERZ Combi-Valve 4006 radi sa 2-položajnim ili kontinualnim pogonom. Kontinuirano se uvek preporučuje regulacija. To je zato što su važni u sistemima koji brzo rade, kao što su sistemi za hlađenje ili grejači vazduha stalna kontrola i ušteda energije. Maksimalne uštede energije mogu se postići samo sa modularnim ventilima regulacija.

Uz kontinualnu regulaciju, zapreminski protok se reguliše kontinualno, uz najmanju fluktuaciju između minimalnog i maksimalni protok. Zahvaljujući kontinualnom upravljanju, sve ostale komponente specifične za sistem, uključujući pumpu. Kontrola u dve pozicije se preporučuje za inertne sisteme kao što je podno grejanje.

HERZ 4006 kombinovani ventili imaju nekoliko prednosti u odnosu na konvencionalne priključke za serijski regulator protoka i regulatora diferencijalnog pritiska, pošto regulator zapremine protoka ograničava protok u zavisnosti od diferencijalni pritisak sistema, dok je diferencijalni pritisak promenljiv. Ako se količina vode smanji pri dostizanju sobne temperature, diferencijalni pritisak se povećava. Kao rezultat toga, radna tačka je potpuno drugačija od kod hidrauličnog balansiranja. To znači da će se ventili, ako su redno povezani, međusobno ometati.

HERZ combi-ventil ima idealnu "autoritet" karakteristiku ventila "1". Ventili ispod 0,3 imaju funkciju ON / OFF regulacija. Da bi se obezbedila efikasnost sistema i pravilan rad, treba koristiti modularnu kontrolu sa karakteristikom većom od 0,5. Pošto HERZ ventil 4006 kompenzuje različite diferencijalne pritiske, protok do potrošača se održava konstantnim. To znači da je isključeno prekomerno ili nedovoljno snabdevanje pojedinih potrošača

Hidraulično balansiranje je uvek relevantna tema u građevinskoj tehnologiji. Kombinovani ventili 4006, 4006 SMART i 4206, 4206 SMART omogućava izradu tehničkog sistema zgrade uz smanjenje rada na projektovanju.

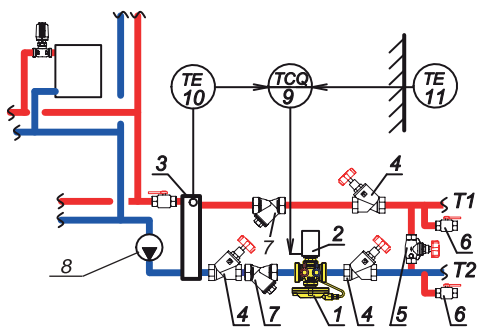
U sistemima sa velikim brojem kombinovanih ventila preporučuje se upotreba regulatora diferencijalnog pritiska 4002, kako bi se izbegli problemi sa bukom, hidrauličnim udarom i nestabilnim radom sistema.

☑ **Primer primene**

Kombinovani ventili koriste se u sistemima za snabdevanje toplotom sa ventilokonvektorima. Kombinovani ventil je ugrađen u povratak svakog fan coil-a. Funkcioniše kao kontrolni i balansni ventil.



Kombiventil u upotrebi s hidrauličkom skretnicom



1 - kombiventil 4006; 2 - termomotor 7990; 3 - hidraulička skretnica; 4 - zaporni ventil STRÖMAX A 4115; 5 - granski regulacioni ventil STRÖMAX-GM 4217; 6 - slavina za punjenje i pražnjenje THERMOFLEX 4119; 7 - hvatač nečistoća 4111; 8 - cirkulaciona pumpa; 9 -elektronički kontinuirani regulator; 10-senzor temperature zagrevanje vode; 11 - senzor spoljne temperature.

Izbor

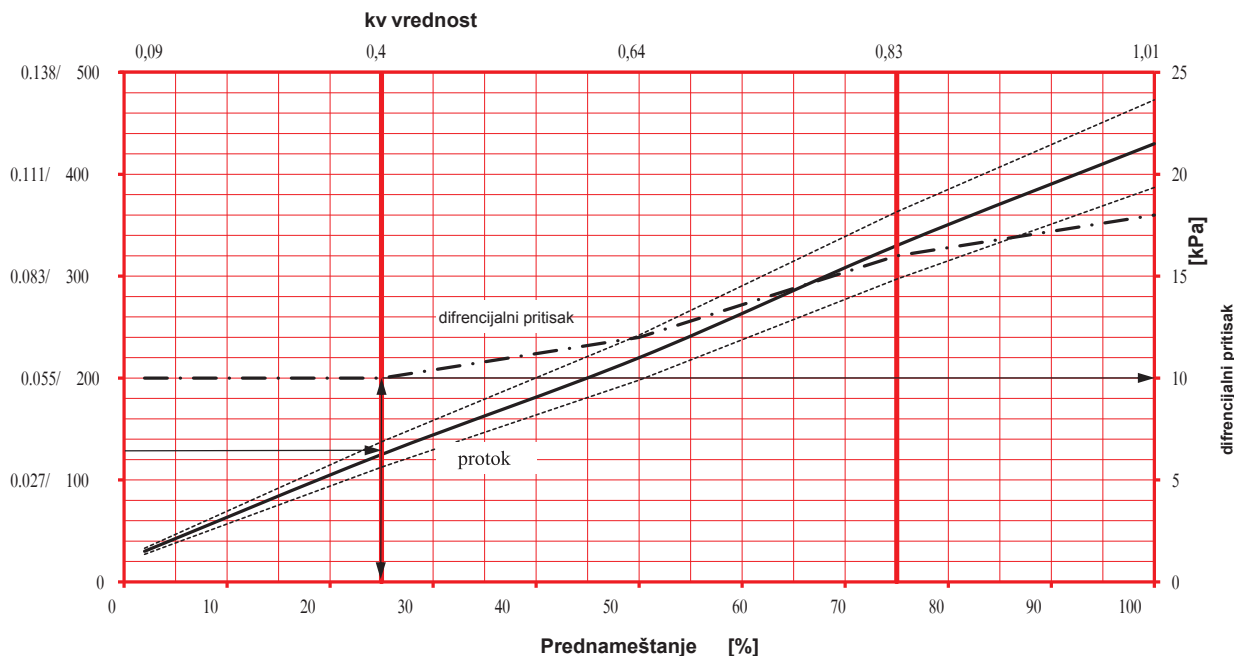
Odaberite ventil s najmanjom dimenzijom koja osigurava potreban nominalni protok uz sigurnosni dodatak. Otvorenost ventila trebala bi biti što veća.

Izračun protoka je prema sljedećoj formuli :








$$V = \frac{3600 \times Q}{c \times \rho \times \Delta T} \times 1000, [l/h]$$

Q... toplotni kapacitet [kW]
 c... specifični toplotni kapacitet 4,19 [kJ/kgK]
 ρ .. gustina vode [kg/m³]
 ΔT... temperaturna razlika polaza i povrata [K]

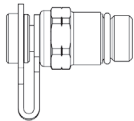
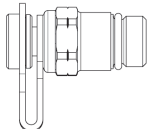
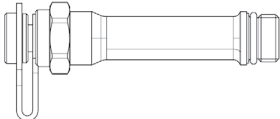
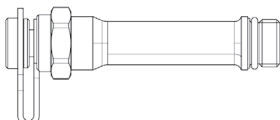
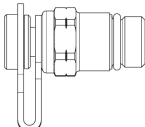
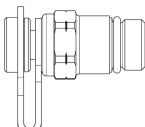

Pomoću kv dijagrama može se odrediti odgovarajući minimalni diferencijalni pritisak [kPa], zavisno od protoka [l / h] i prednameštanja [%].



☑ Pribor i rezervni dijelovi

Pribor Narudžbeni broj	Opis	Slika
1 7990 31	HERZ-ov termomotor za kontinuiranu regulaciju, NC M 28 x 1,5, 0-10 V, hod 5 mm, adapter M 28 x 1,5 plavi sadržan, utikač, kabel odvojen, bez krajnjeg prekidača, sila zatvaranja 100 N, 1,2 W, napon 24 V / AC, upravljački signal 0-10 V / DC.	
1 7990 32	HERZ- ov termomotor za kontinuiranu regulaciju, NC M 28 x 1,5, 0-10 V, hod 6,5 mm, adapter M 28 x 1,5 plavi sadržan, utikač, kabel odvojen, bez krajnjeg prekidača, sila zatvaranja 125 N, 1,2 W, s prepoznavanjem hoda ventila, napon 24 V / AC, upravljački signal 0- 10 V / DC.	
1 7708 53	HERZ-ov termomotor za 2-položajnu regulaciju, NC, za razdelnik podnog grejanja i ventile M 28 x 1,5, 2 položaja, pogodan za rad impuls- pauza, hod 5 mm, adapter M 28 x 1,5 crveni sadržan, kabel spojen, bez krajnjeg prekidača, sila zatvaranja 100 N, potrošnja energije 1 W, napon 230 V / AC.	
1 7708 52	HERZ-ov termomotor za 2-položajnu regulaciju, NC, za razdelnik podnog grejanja i ventile M 28 x 1,5, 2 položaja, pogodan za rad impuls- pauza, hod 5 mm, adapter M 28 x 1,5 crveni sadržan, kabel spojen, bez krajnjeg prekidača, sila zatvaranja 100 N, potrošnja energije 1 W, napon 24 V / AC.	
1 7708 40	HERZ-ov elektromotor s prenosnikom za 3-pol. reg., NC adapter M 28 x 1,5 plavi sadržan, hod maks. 8,5 mm, maks. sila zatvaranja 200 N, napon 24 V / AC.	
1 7708 41	HERZ-ov elektromotor s prenosnikom za 3-pol. reg., NC adapter M 28 x 1,5 plavi sadržan, hod maks. 8,5 mm, maks. sila zatvaranja 200 N, napon 230 V / AC.	
1 7708 42	HERZ-ov elektromotor s prenosnikom, NC, DDC 0–10 V, adapter M 28 x 1,5, plavi sadržan, hod maks. 8,5 mm, maks. sila zatvaranja 200 N, napon 24 V / AC, upravljački signal 0 - 10 V / DC.	
1 7708 46	HERZ-ov elektromotor s prenosnikom, NC, DDC 0–10 V, adapter M 28 x 1,5 plavi sadržan, hod maks. 8,5 mm, maks. sila zatvaranja 200 N s prepoznavanjem hoda ventila i povratnim kanalom, napon 24 V / AC, upravljački signal 0 - 10 V / DC.	

Pribor

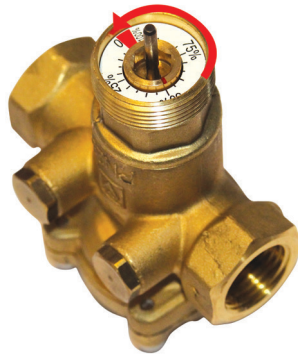
Narudžbeni broj	Dim.	Opis	Izvedba
1 0284 01	1/4"	Brzi merni ventil za kombinovani ventil-regulator zapreminskog protoka, žuta verzija, plavi poklopac, za merenje pritiska.	
1 0284 02	1/4"	Brzi merni ventil za kombinovani ventil-regulator zapreminskog protoka, žuta verzija, crveni poklopac za merenje pritiska.	
1 0284 11	1/4"	Brzi merni ventil za kombinovani ventil-regulator zapreminski protok, žuta verzija, plavi poklopac (povratak) za merenje pritiska, produžen dizajn za ventile sa izolacijom do 40 mm.	
1 0284 12	1/4"	Brzi merni ventil za kombinovani ventil-regulator zapreminski protok, žuta verzija, crveni poklopac (povratak) za merenje pritiska, produžen dizajn za ventile sa izolacijom do 40 mm.	
1 0284 05	1/8"	Brzi merni ventil za kombinovani regulator SMART zapremina protoka, žuta verzija, plava kapa (povratak) za merenje pritiska.	
1 0284 06	1/8"	Brzi merni ventil za kombinovani regulator SMART zapremina protoka, žuta verzija, crvena kapa (povratak) za merenje pritiska.	
1 4006 02		Ključ za podešavanje za HERZ-ov kombiventil- regulator zapremine protoka 4006/4206	

Prednameštanje

Prednameštanost je jasno čitljiva i prikazana u postocima. Kombiventil se prednamešta i zatvara ključem za prednameštanje HERZ (1 4006 02). Željen protok postavlja se u % od maksimalnog protoka. Zatvara se okretanjem udesno na <0% (crveno područje).

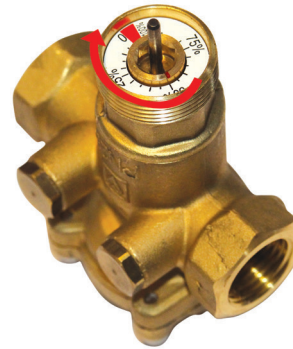
$$\text{Prednameštanost [\%]} = (\text{željeni protok} / \text{maksimalni protok}) * 100$$

otvaranje = zakrenuti na levo



1 4006 02

zatvaranje = zakrenuti na desno



Merenje protoka :

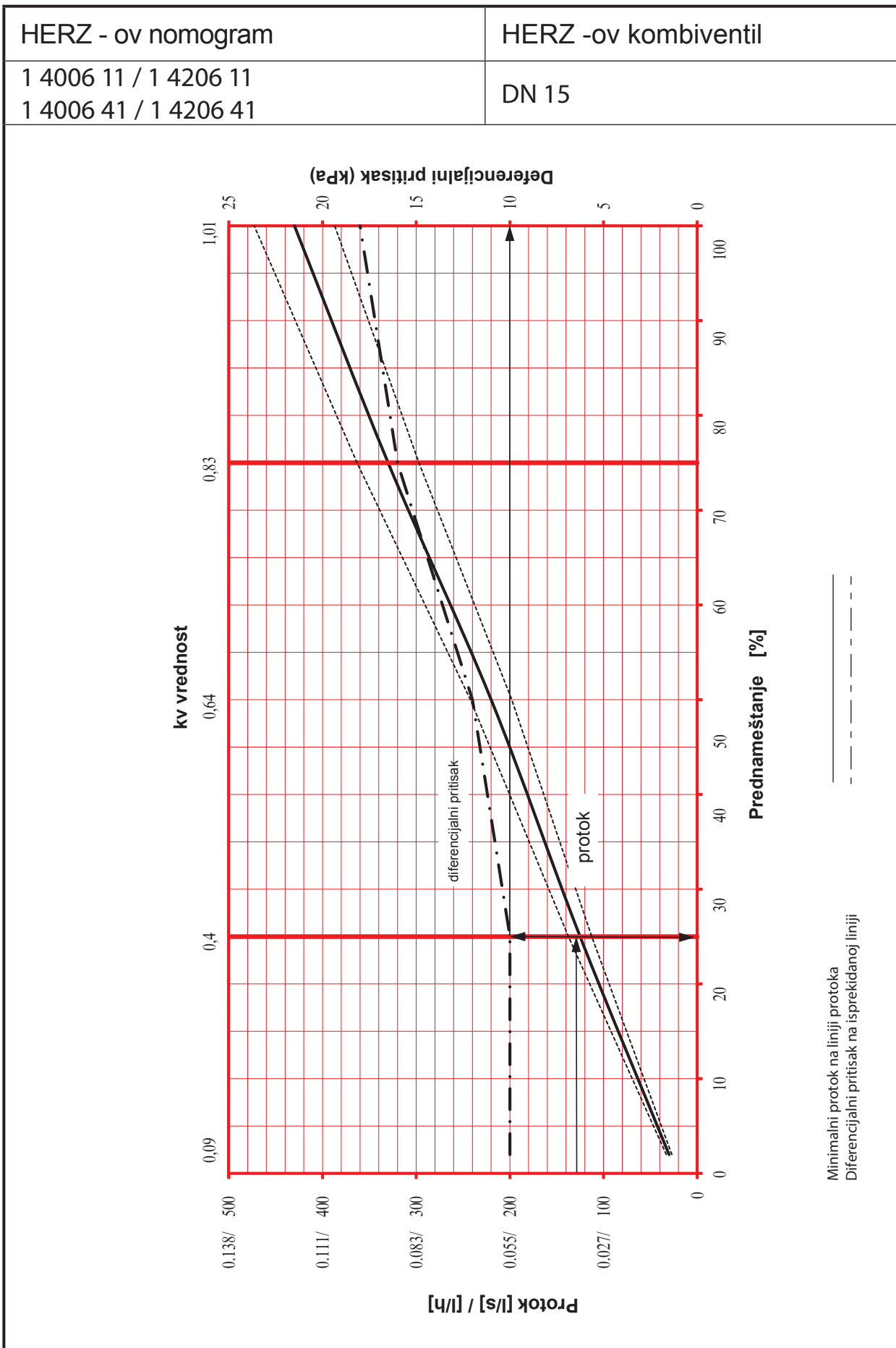
- Merni računar spojite namerne priključke
- Unesite dimenziju, tip i prednameštanost ventila -> merni računar prikazuje protok

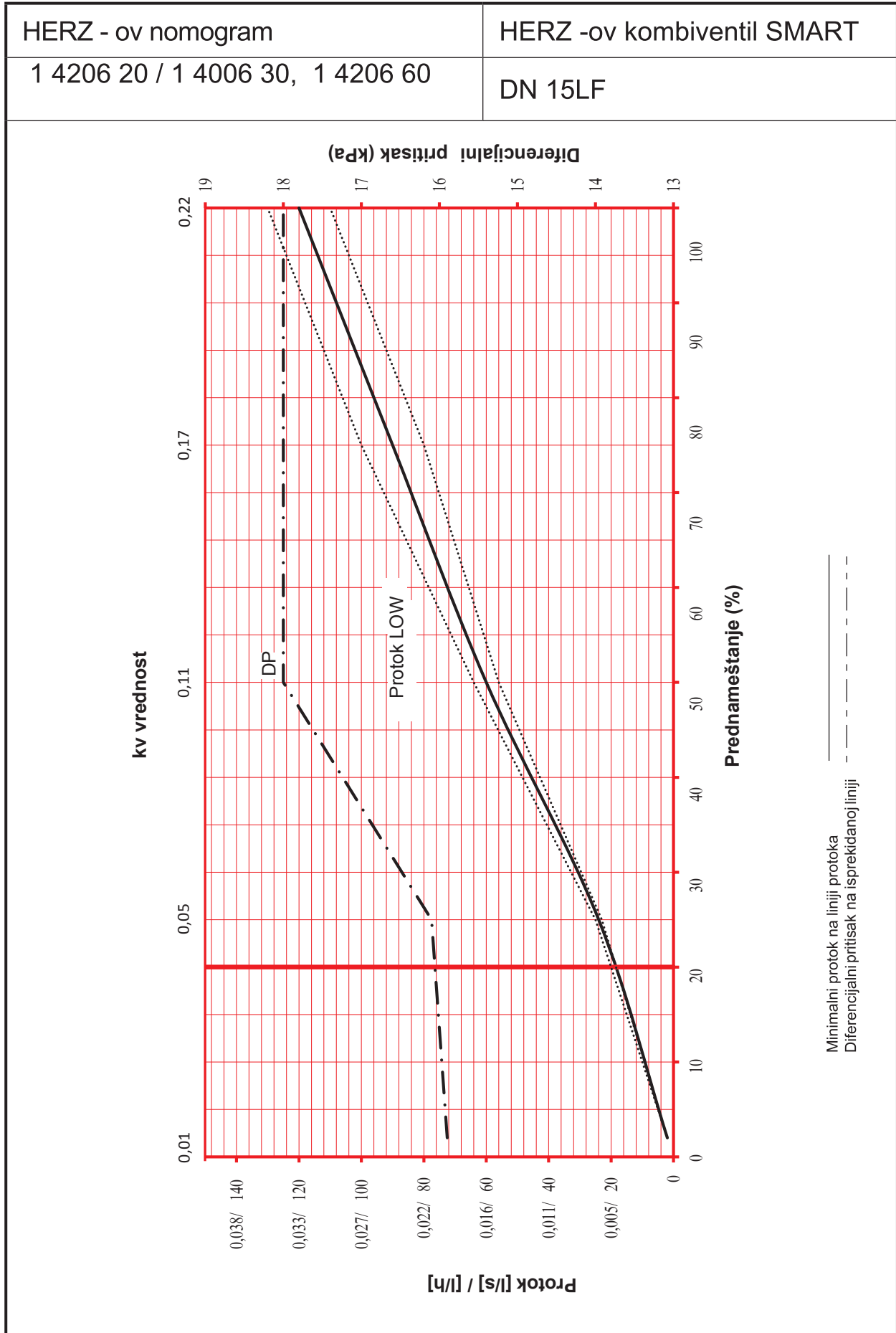
Upozorenje

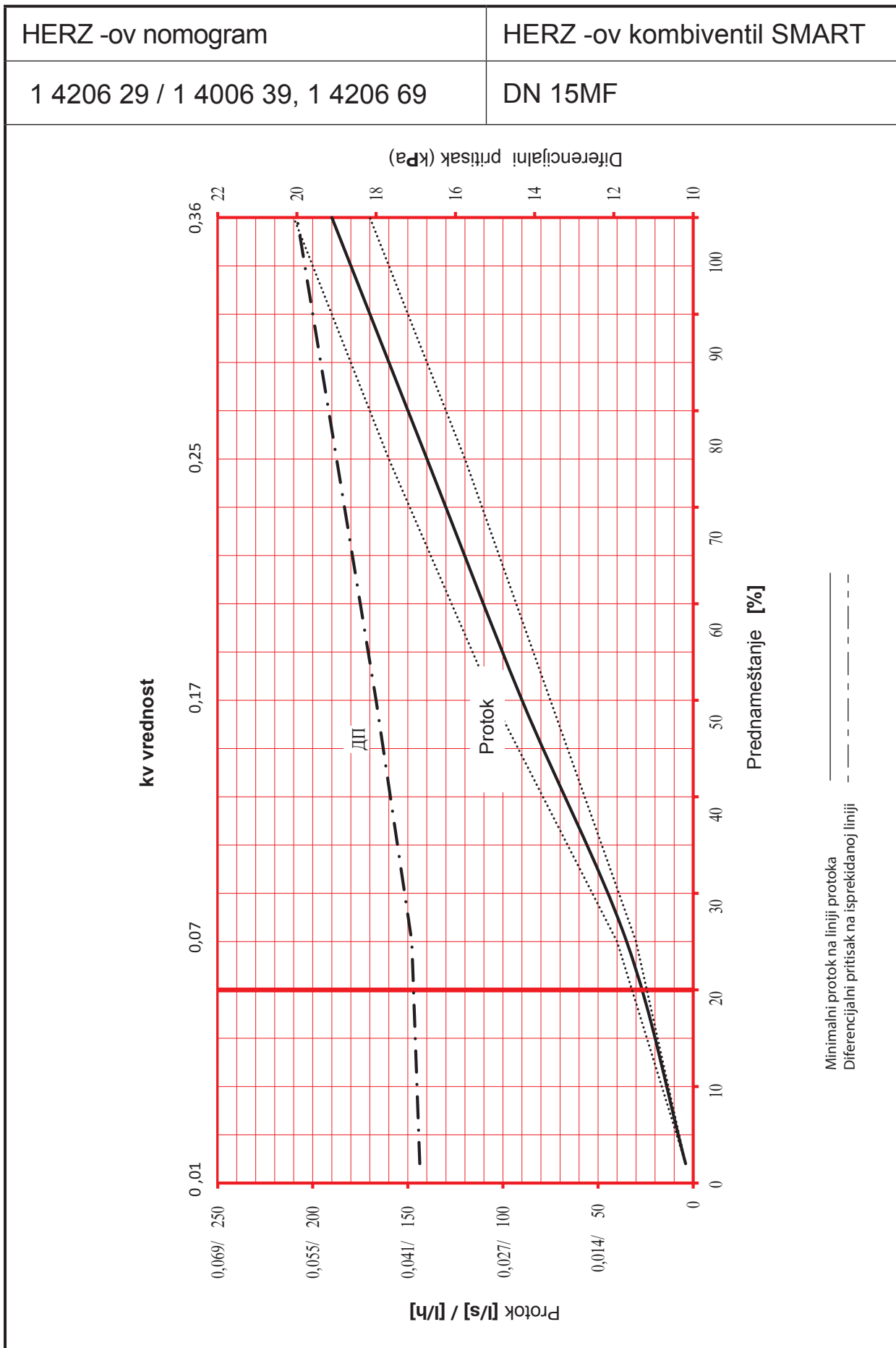
Ventile treba ispravno ugraditi prema njihovoj nameni i pri tome koristiti čiste spojne elemente. Unošenje nečistoća može se sprečiti ugradnjom HERZ-ovog hvatača nečistoća (4111).

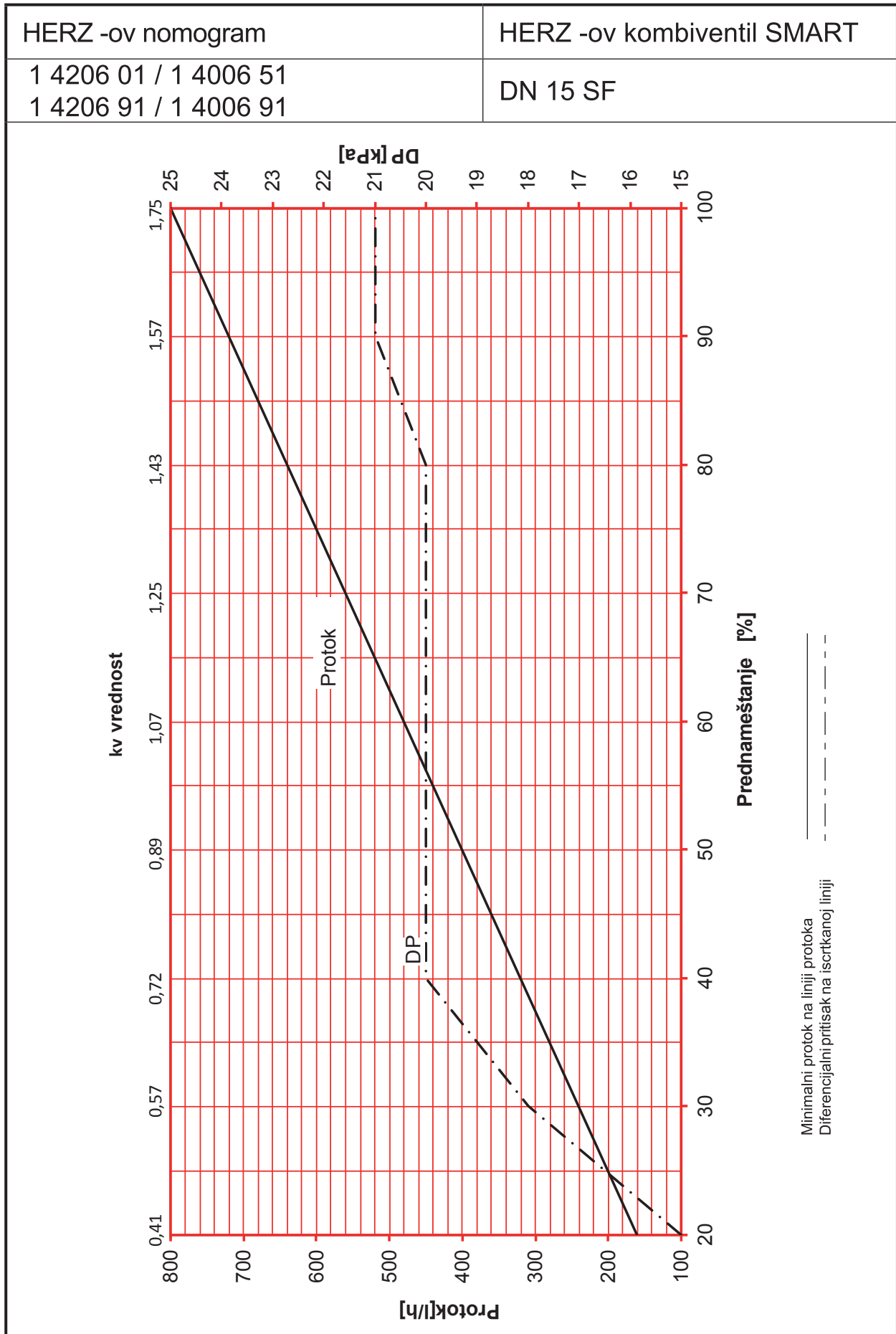
Merni ventili

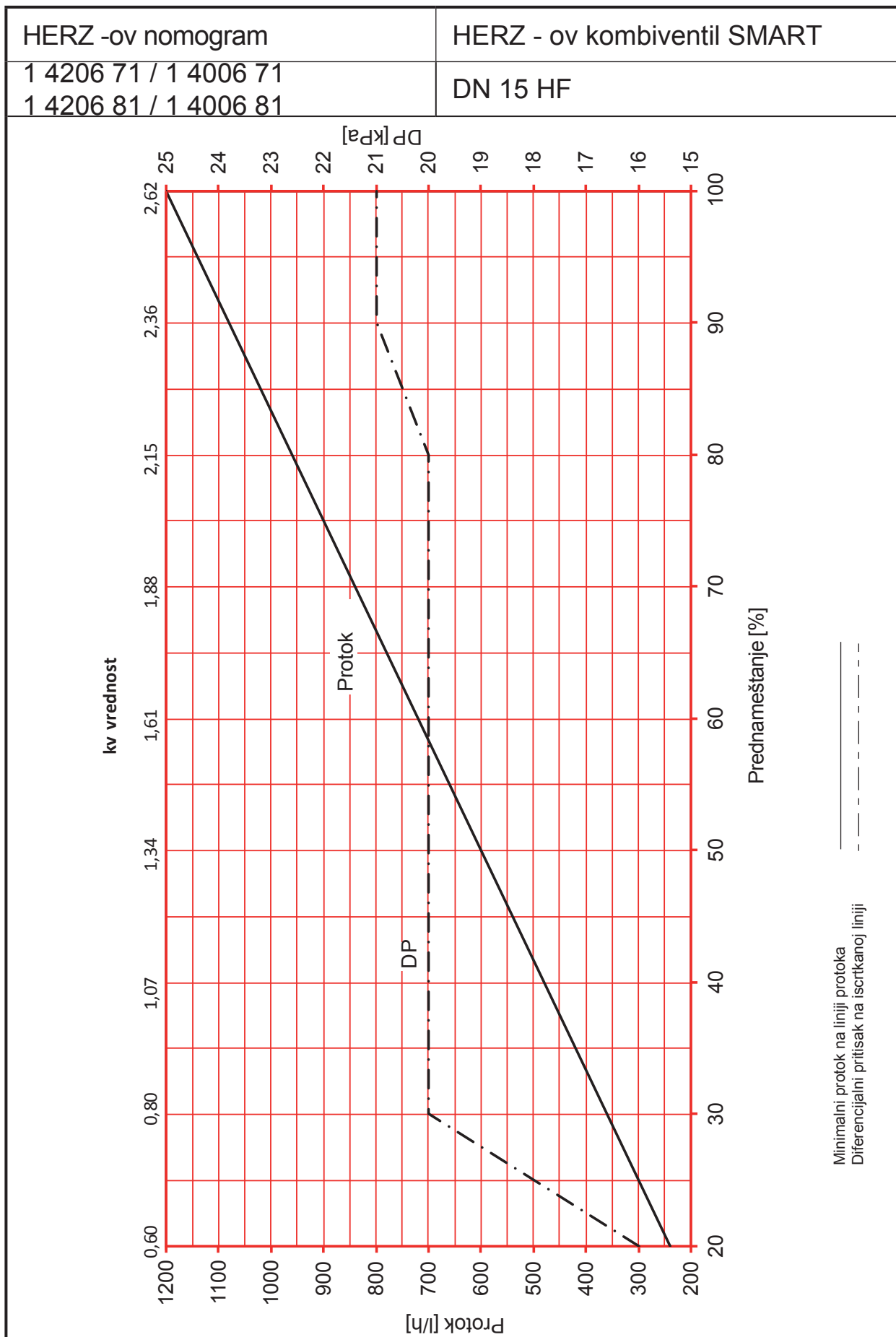
Dva merna ventila montirana su na istoj strani ventila i fabrički su zaptivena. Zbog njihovog položaja, dostupni su u svim položajima ugradnje, a povezivanje mernog uređaja je optimalno.

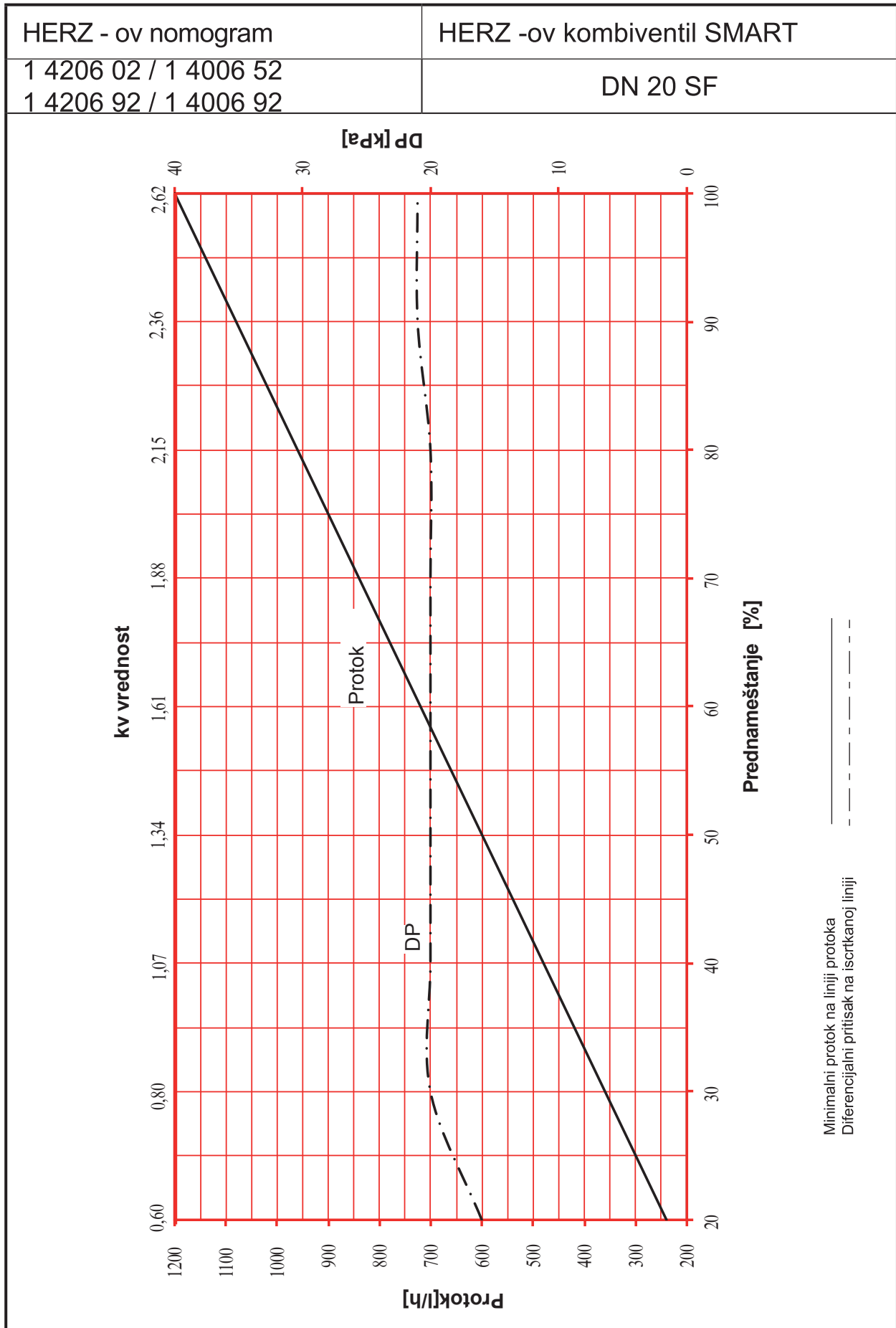


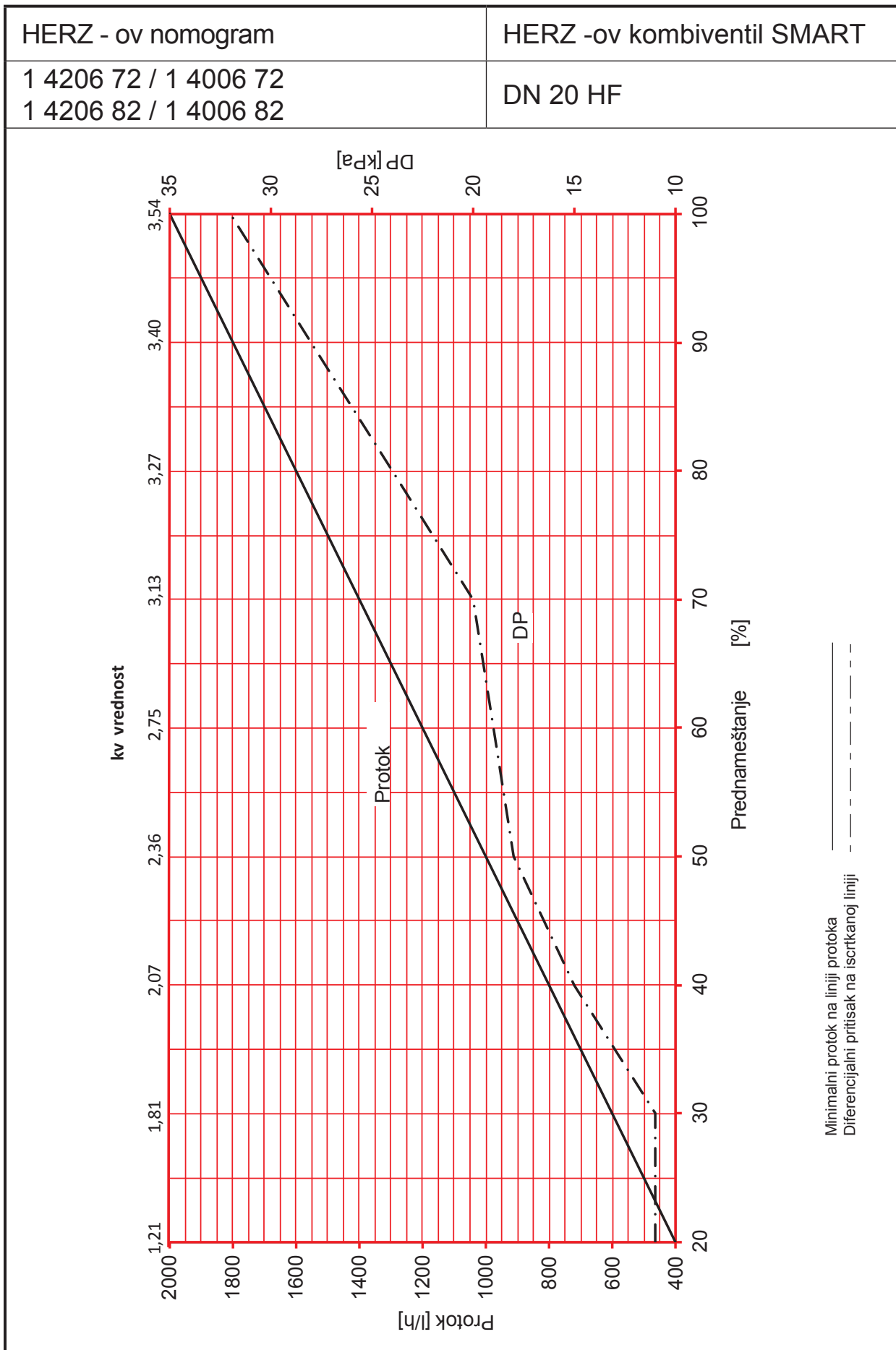


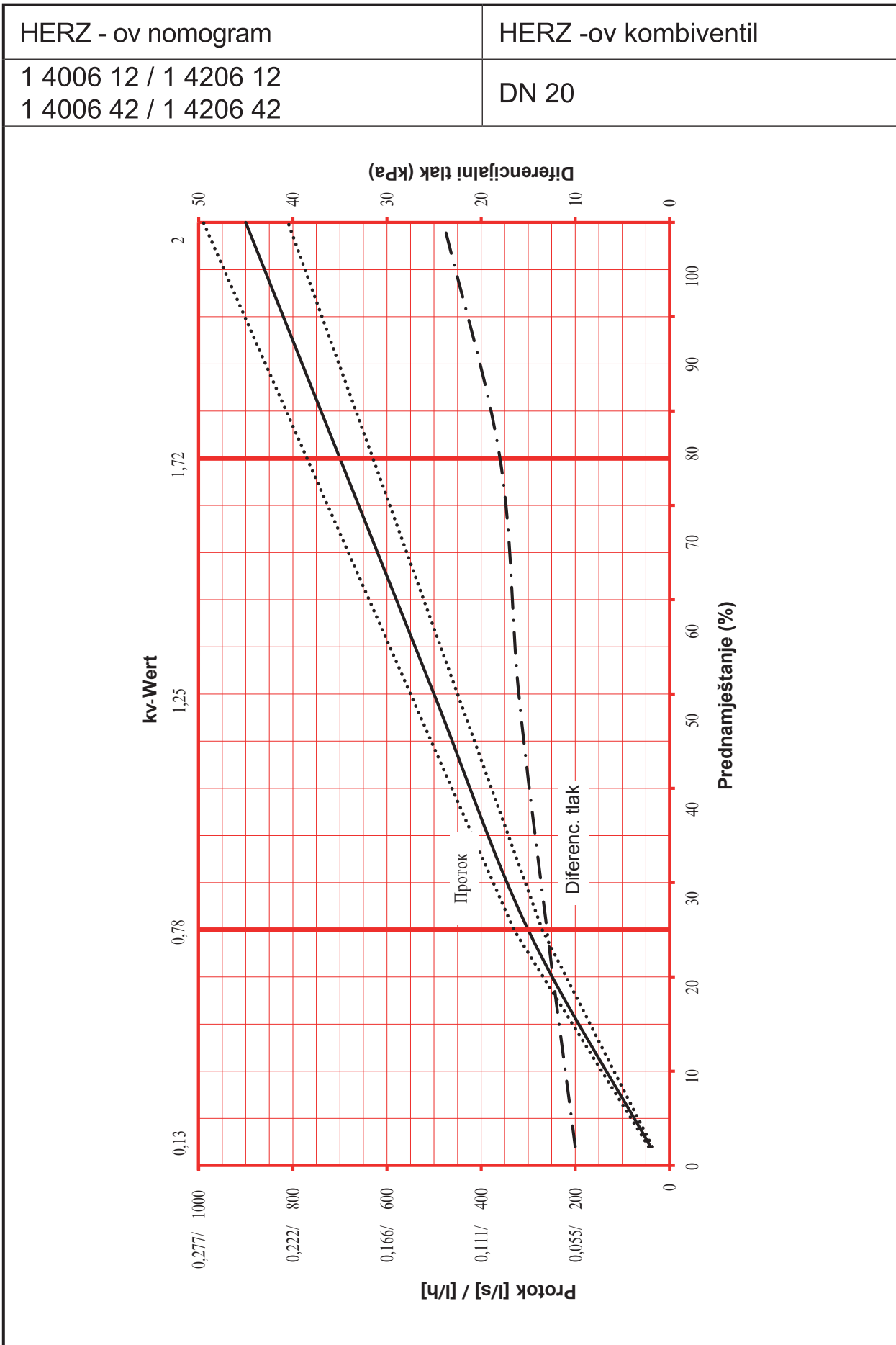


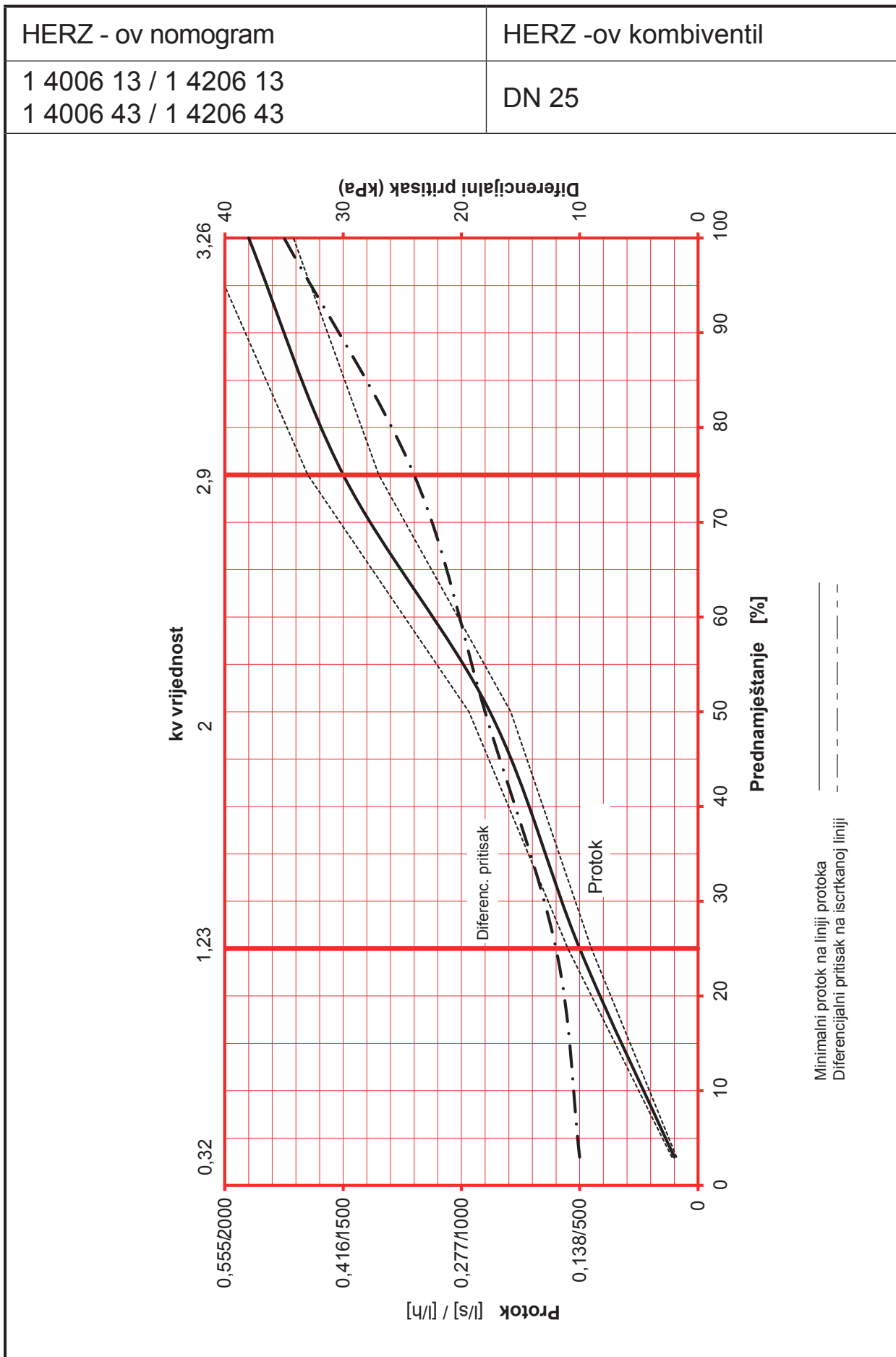


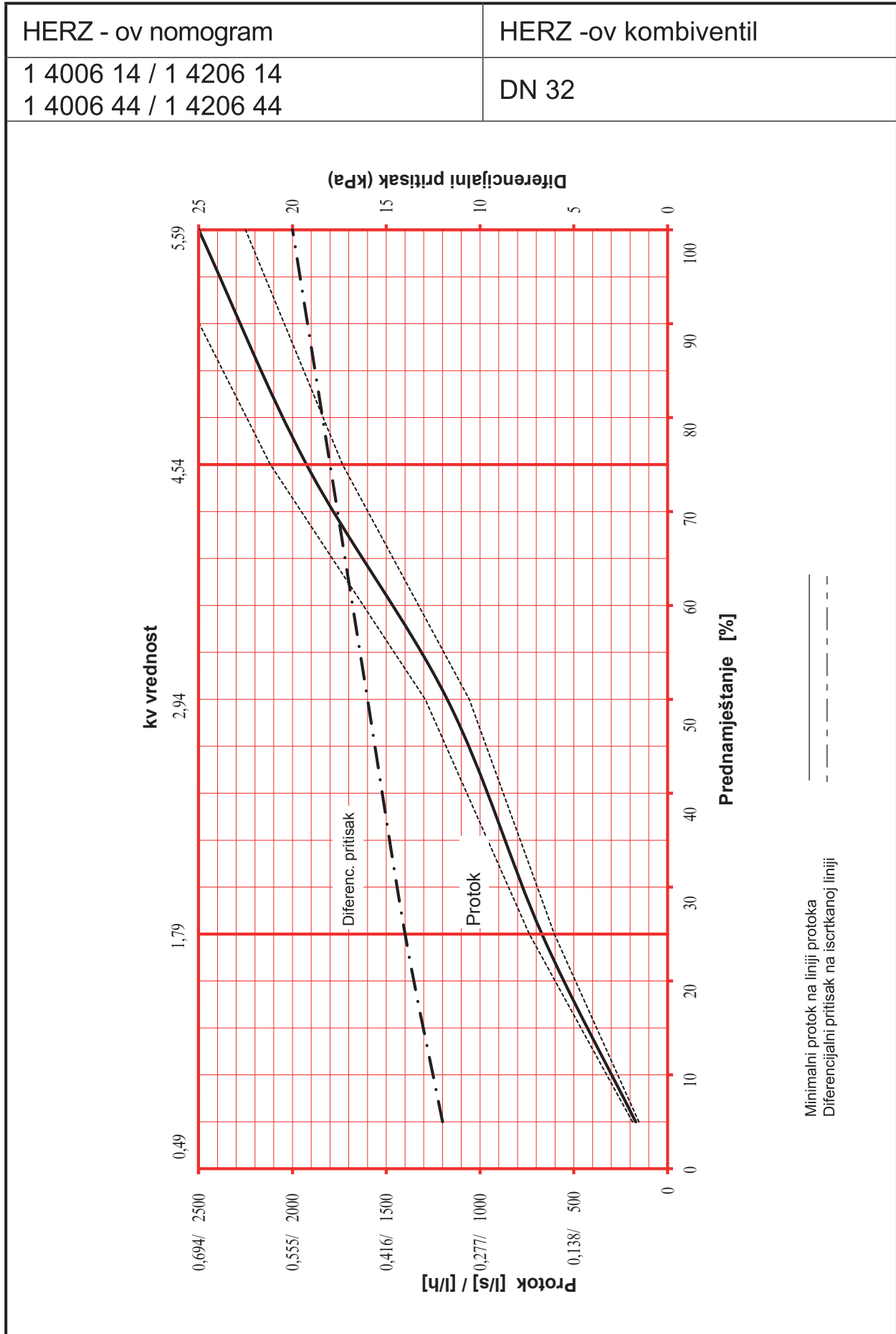


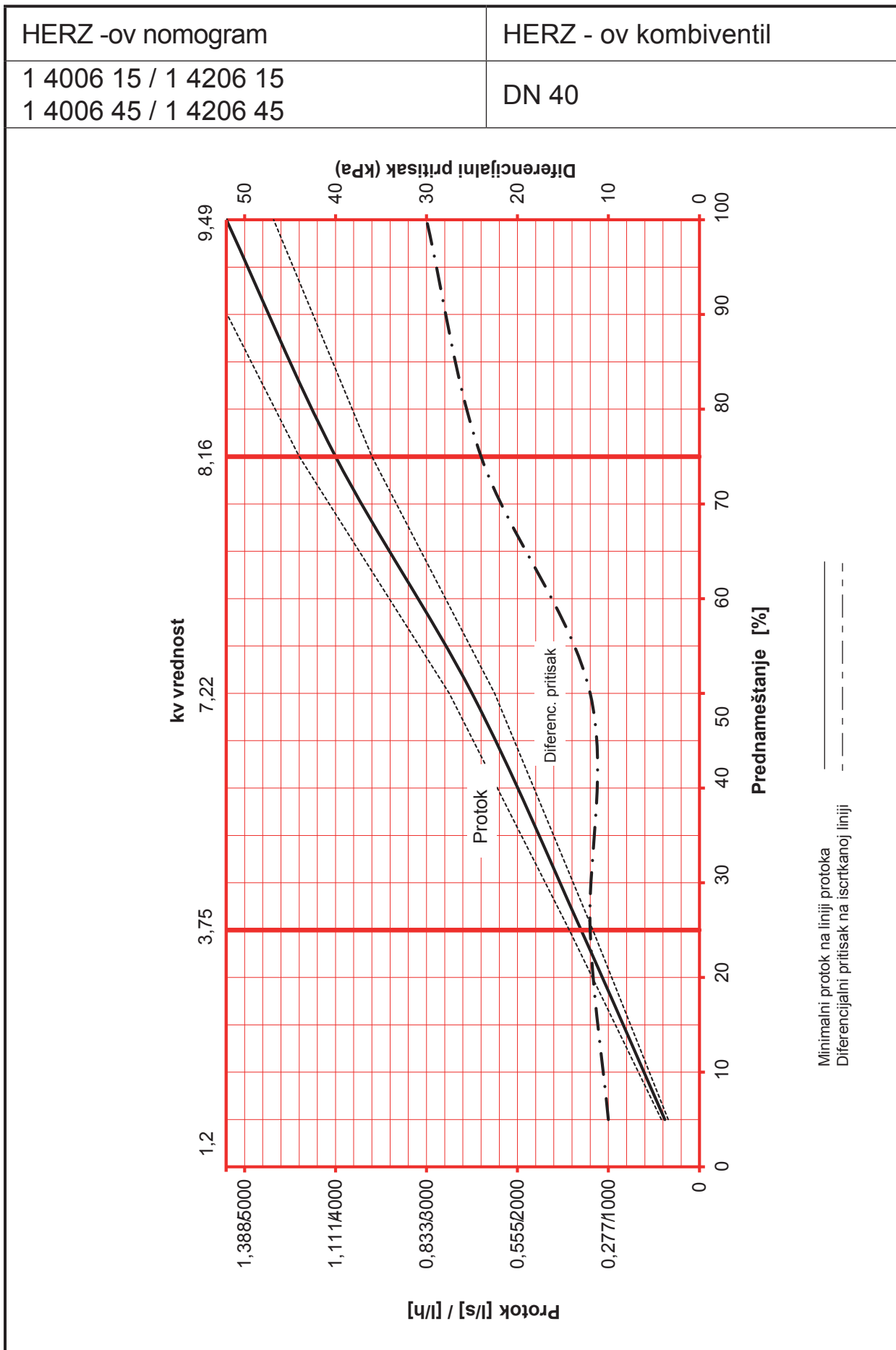


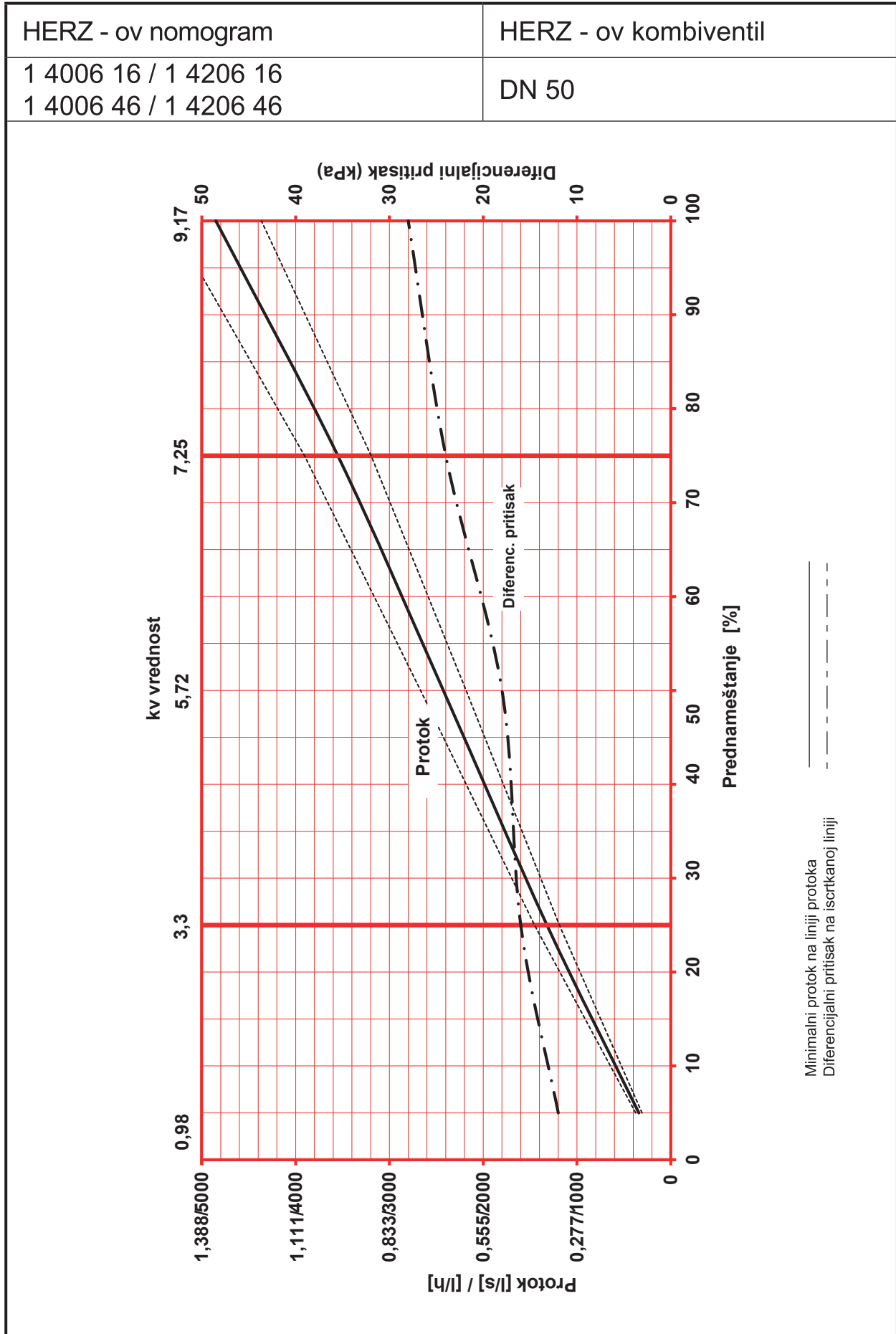












Beleške

Beleške

Beleške

Beleške
