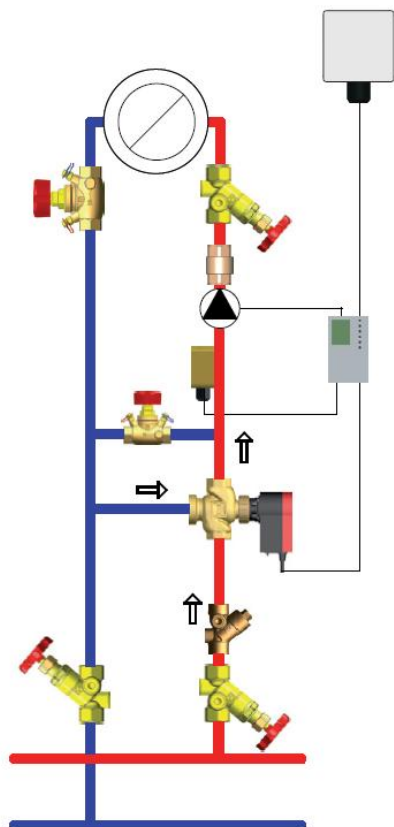




Partenerul dumneavoastră de încredere din 1896

Fabricat U.E.

Peste 120 ani de prezență pe piață



**Echipamente hidraulice în instalații de încălzire,
climatizare, ventilație și sanitare**



Cuvânt înainte

Odată cu folosirea pompelor cu circulație forțată în sistemele de încălzire cu apă caldă, pe lângă îmbunătățirea confortului termic, au apărut și probleme cauzate de instalațiile de încălzire tot mai mari folosite pentru alimentarea clădirilor.

Problema principală care a apărut, a fost că în spațiile aflate la distanță mare de locul de producere a agentului termic era prea frig, în timp ce în spațiile aflate în imediata apropiere a acestuia, de multe ori era prea cald. Evident, apa caută întotdeauna calea cu cea mai mică rezistență în rețeaua de conducte, ceea ce face ca debitul de apă caldă să fie mult mai mare în apropierea pompelor montate pe țevi cu același diametru nominal, decât debitul care trece prin țevile aflate la distanțe mai mari.

Întrebarea care se pune acum era dacă la rezistențele realizate în mod artificial, atunci când acestea sunt mai mari în apropierea pompelor și mai mici la distanță mai mare de ele, debitele pot fi modificate, astfel încât la orice distanță de pompă ar putea fi disponibilă aceeași cantitate de agent de încălzire pentru consumatori la fel de mari.

Astfel a apărut ideea reglărilor hidraulice și a modului de utilizare al acestora. În timpul crizei de energie din anii '70, s-a constatat că prin utilizarea robinetelor de reglare, poate fi economisită energie, pentru că prin intermediul reglării hidraulice pot fi scăzute temperaturile medii din clădiri și în același timp se poate ajunge și la o creștere a confortului termic.

Obiectivul principal al unei reglări hidraulice, indiferent că este vorba de încălzire sau de răcire, este de a pune la dispoziția tuturor consumatorilor, debitele necesare în condițiile stabilite în proiectare. În plus, presiunea diferențială prin toate circuitele nu trebuie să se modifice prea mult, iar debitele din interfețele sistemelor trebuie să rămână compatibile.

Integrarea hidraulică a sistemului primar și secundar este posibilă într-un număr foarte mare de variante de sisteme. Alegerea corectă a acestor posibilități depinde de mai mulți factori. Printre aceștia, se numără de exemplu, utilizarea pentru fiecare instalație, a sursei de energie care este necesară și disponibilă pentru alimentarea cu căldură a clădirilor. În prezentul text, sunt explicate cele mai importante sisteme de bază și de asemenea este prezentat calculul acestor sisteme.

Cuprins

Echipamente hidraulice în instalații de încălzire, climatizare, ventilație și sanitare	1
<i>Cuvânt înainte</i>	<i>3</i>
<i>Cuprins</i>	<i>4</i>
<i>Introducere</i>	<i>5</i>
<i>Convenții de denumire</i>	<i>5</i>
Sisteme hidraulice de bază	6
<i>Privire de ansamblu asupra sistemelor</i>	<i>6</i>
<i>Tabel de selecție rapidă</i>	<i>7</i>
<i>Sisteme hidraulice din instalațiile de încălzire pentru conexiuni cu presiune diferențială</i>	<i>8</i>
Sistem cu vană cu 2 căi	8
Exemplu de dimensionare	9
Sistem cu deviere	10
Exemplu de dimensionare	11
Sistem cu injecție cu vană cu 2 căi	12
Exemplu de dimensionare	13
Sistem cu injecție cu vană cu 3 căi	14
Exemplu de dimensionare	14
<i>Sisteme hidraulice din instalațiile de încălzire pentru conexiuni fără presiune diferențială</i>	<i>16</i>
Sistem cu amestec	16
Exemplu de dimensionare	17
Sistem cu dublu amestec	17
Exemplu de dimensionare	18
Bibliografie și listă de figuri din lucrare ordonate în ordine cronologică	20

Introducere

Cea mai importantă condiție pentru o instalație funcționabilă este existența unui echipament hidraulic potrivit în sistem. Fără acesta, problemele care pot să apară ulterior sunt intuibile încă din faza de proiectare.

De aceea, la alegerea sistemelor hidraulice trebuie să se acorde o atenție specială asupra funcționării fiecărui sistem, precum și la compatibilitatea cu celelalte sisteme din instalație și la influențele reciproce.

Integrarea hidraulică a sistemului primar și secundar este posibilă într-un număr foarte mare de variante de sisteme. Alegerea posibilității corecte a acestei integrări depinde de mai mulți factori. Printre aceștia, se numără, de exemplu, utilizarea fiecărei instalații, precum și a sursei de energie care este necesară pentru alimentarea cu căldură și care este disponibilă. În această lucrare sunt explicate cele mai importante sisteme de bază, precum și avantajele și dezavantajele fiecărui sistem în parte. În principiu, în rețeaua de conducte pot fi identificate trei zone: producător, distribuție și consumator.

În cazul în care în rețeaua de distribuție există o presiune diferențială între tur și retur, se folosesc conexiunile cu presiune diferențială. La distribuitorii decuplate hidraulic printr-un rezervor tampon sau un schimbător de cale hidraulic, nu se produce nici un fel de presiune diferențială și este vorba de un distribuitor fără presiune diferențială. În acest caz, sunt folosite conexiunile fără presiune diferențială. Domeniul de utilizare pentru distribuitorii fără presiune diferențială se găsește mai ales în instalațiile de încălzire mai mici. Trebuie să se țină cont de faptul că fiecare consumator trebuie să dispună de propria pompă.

Convenții de denumire

Pentru toate exemplele de scheme și calcul sunt valabile următoarele convenții de denumire:

Δp_L	Pierdere de presiune prin consumator [kPa]
Δp_V	Pierdere de presiune prin robinetul de reglare (vanele cu 2 și 3 căi) [kPa]
Δp_{SRV}	Pierdere de presiune prin robinetul de reglare a debitului pe coloane [kPa]
Δp_{ab}	Pierdere de presiune prin robinetul de închidere [kPa]
Δp_{Schmu}	Pierdere de presiune prin separatorul de impurități [kPa]
q_p	Flux de masă (debit masic) în circuitul primar [l/h]
q_s	Flux de masă (debit masic) în circuitul secundar [l/h]
t_v	Temperatura pe tur în circuitul secundar [°C]
t_R	Temperatura pe retur [°C]
t_p	Temperatura pe tur în circuitul primar [°C]
ΔH	Presiune diferențială la distribuitor [kPa]
Δp_{mv}	Presiune diferențială în tronsoanele cu cantități variabile [kPa]
(În cazul mai multor componente de același tip se utilizează o indexare)	

Elemente de calcul:

Pentru calcularea sistemelor hidraulice sunt luate în considerare doar elementele componente de bază (robinetele de reglare), pentru că pierderile prin țevi (din cauza lungimilor mici ale țevelor), spre deosebire de celelalte componente, sunt practic neglijabile.

Autoritatea vanei prin definiție se calculează cu formula:

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

Sisteme hidraulice de bază

Trecerea în revistă a tuturor sistemelor

Sistem		Circuit primar		Circuit secundar		Caracterisitici
		Creștere temperatură pe retur	Debit de apă	Creștere temperatură pe retur	Debit de apă	
Sistem cu presiune diferențială	Sistem cu vană cu 2 căi	Nu	Variabil	Constant	Variabil	Influențează alți consumatori din instalație
	Sistem cu deviere	Da	Constant	Variabil	Variabil	Nu influențează alți consumatori din instalație
	Sistem cu injecție cu vană cu 2 căi	Nu	Variabil	Constant	Constant	Este posibilă combinația de sisteme de încălzire prin pardoseală cu radiatoare
	Sistem cu injecție cu vană cu 3 căi	Da	Variabil	Constant	Variabil	Întotdeauna temperatură primară la ventil, o bună capacitate de reglare
Sistem fără presiune diferențială	Sistem cu amestec	Nu	Variabil	Variabil	Variabil	Întotdeauna temperatură primară la ventil, o bună capacitate de reglare
	Sistem cu dublu amestec	Nu	Constant	Variabil	Constant	Este posibilă combinația de sisteme de încălzire prin pardoseală cu radiatoare

Tabel 1: Trecerea în revistă a tuturor sistemelor

Tabel de selecție rapidă

Sistem Aplicație	Sistem cu presiune diferențială				Sistem fără presiune diferențială	
	Sistem cu vană cu 2 căi	Sistem cu deviere	Sistem cu injecție	Sistem cu injecție	Sistem cu amestec	Sistem cu amestec
			Cu vană cu 2 căi	Cu vană cu 3 căi	Simplu	Dublu
Sisteme de termoficare						
Centrale termice cu funcționare în condensatie						
Sisteme de încălzire cu radiatoare						
Sisteme de încălzire prin pardoseală (cu temperatură joasă)						
Combinație sistem de încălzire prin pardoseală cu radiatoare						
Echipamente de încălzire a aerului						
Echipamente de răcire a aerului						
Control zonal						

Imagine 1: Selecție rapidă

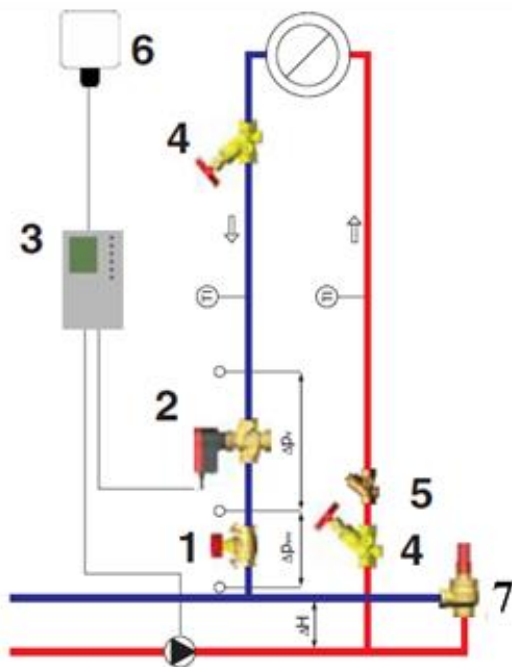
I. Sisteme hidraulice din instalațiile de încălzire pentru conexiuni cu presiune diferențială

Unele sisteme utilizate în tehnica reglării hidraulice, necesită o presiune diferențială la distribuitor. Pentru montarea corectă a robinetelor de reglare, trebuie cunoscută presiunea diferențială, altfel existând riscul ca robinetele de reglare să fie dimensionate incorect.

În cazul conexiunilor cu presiune diferențială, se identifică patru tipuri de sisteme de bază:

1. Sistem cu vană cu 2 căi

La această variantă de sistem hidraulic, adaptarea puterii termice se realizează prin modificarea debitului volumic. În acest caz, ventilele de reglare preiau sarcina de modificare a debitului volumic în circuitul de reglare, pentru a influența de exemplu, puterea calorică a unui mediu transmițător de căldură.



Poziție	Denumire	Număr articol					
1	Robinet de reglare debit	4217	4117	4017	4218		
2	Robinet de reglare cu 2 căi cu acționare electrică	4037	2117				
		7712	7712				
3	Regulator electronic pentru încălzire	7793					
4	Robinet de închidere	4115	4112	4113	4215	4125	4218
5	Separator de impurități	4111					
6	Senzor de temperatură exterioară	7793					
7	Robinet de descărcare la presiune diferențială	4004					

Tabel 2: Sistem cu vană cu 2 căi

Imagine 2: Sistem cu vană cu 2 căi

Caracteristici: Diferență de presiune necesară. Debitul de apă este variabil atât în circuitul primar cât și în cel secundar. Temperatura este variabilă în circuitul primar și constantă în circuitul secundar. Reglarea puterii termice se realizează prin modificarea debitului.

Avantaje: Rezultă o diferență mare de temperatură între tur și retur și prin urmare, acest sistem este potrivit pentru cazanele în condensatie și pentru încălzirea de la distanță (exemplu: centrale de termoficare).

Dezavantaje: În cazul mai multor sisteme în rețeaua de conducte, punctul de lucru pentru pompă se deplasează ca urmare a modificării cursei ventilului și a modificării presiunii rezultată de aici. Modificarea de presiune diferențială astfel rezultată duce la influențarea fiecărui consumator în parte.

Robinetul de reglare montat pe retur (1) servește la menținerea constantă a presiunii diferențiale și în același timp la limitarea (reglarea) debitului. În acest fel, este garantată o reglare sigură și fără influențe asupra celorlalți consumatori.

Sistemul cu vană cu 2 căi poate fi folosit peste tot unde este nevoie de temperaturi de retur scăzute și debite volumice variabile. Comportamentul tehnic se remarcă prin temperaturile de retur scăzute, în condiții de sarcină redusă.

În cazuri concrete, acest sistem se recomandă pentru:

- Distribuția sistemului de încălzire la distanță (centrale de termoficare);
- Racordarea rezervoarelor de stocare tampon;
- Racordarea rețelei secundare la cazanele cu funcționare în condensatie;
- Reglarea zonală la sistemele de încălzire cu radiatoare și prin pardoseală, cu temperatura de tur reglată în funcție de temperatura exterioară;
- Echipamente de reîncălzire și de răcire a aerului de toate dimensiunile.

Exemplu de dimensionare

$Q = 70 \text{ kW}$
 $t_v = 90 \text{ }^\circ\text{C}$
 $t_R = 50 \text{ }^\circ\text{C}$
 $\Delta p_L = 10 \text{ kPa}$
 $\Delta H = 30 \text{ kPa}$

$$q_s = 3600 \cdot \frac{Q}{c \cdot (t_v - t_R)} =$$
$$= 3600 \cdot \frac{70}{4,19 \cdot (90 - 50)} = 1504 \text{ l/h}$$



Dimensiunea țevii depinde de materialul acesteia și de frecarea admisă a fluidului în țevă.

Cerința 1:

$\Delta p_v \geq \Delta p_L$ (Presiunea diferențială prin robinetul de reglare cu 2 căi trebuie să fie mai mare sau egală cu presiunea diferențială de la consumator).

Pasul 1:

Calcularea presiunii diferențiale minime disponibile:

Cerința 2:

$\Delta H \geq \Delta H_{\min}$ (Presiunea diferențială disponibilă la distribuitor trebuie să fie mai mare sau egală cu presiunea diferențială minimă necesară)

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



Δp_{SRV} minim 3 kPa

Pentru pierderea de presiune la robinetul de închidere (4115) și la separatorul de impurități (4111 – mărime ochi 0,75 mm) au fost adăugate valorile kvs pentru dimensiunea DN 25.

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

După $\Delta H = 30 \text{ kPa}$, cerința 2 a fost îndeplinită.

Pasul 2:

Calcularea valorii kv teoretice a robinetului de reglare: ($\Delta p_{v,\min} = 10 \text{ kPa}$)

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

Pasul 3:

Selectarea valorii kvs din seria de construcție a robinetului. Robinetele utilizate sunt din seria constructivă 4037, cu dimensiunile DN 15 cu o valoare kvs de 4,0 și DN 20 cu o valoare kvs de 6,3. De obicei, se poate pleca de la premiza că se alege valoarea kvs mai mică, pentru a se atinge pierderea de presiune necesară.

la $k_{v_s} = 6,3$

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

Cerința 1 **nu** a fost îndeplinită!

la $k_{v_s} = 4,0$

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

Cerința 1 a fost îndeplinită!

Robinetul de reglare are o valoare kvs de 4,0 și dimensiunea DN 15.

Autoritatea ventilului este:

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

Autoritatea ventilului trebuie să fie cuprinsă între 0,35 și 0,75, nu trebuie însă să fie mai mică de 0,25, pentru că altfel sistemul devine instabil.

Pasul 4:

Montarea robinetului de reglare a debitului pe retur.

Stabilirea presiunii diferențiale care trebuie redusă:

$$\Delta p_{SRV} = \Delta H - (\Delta p_v + \Delta p_L) =$$

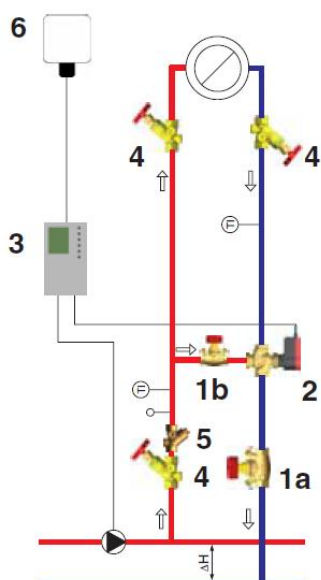
$$= 30 - (14,1 + 10) = 5,9 \text{ kPa}$$

Stabilirea valorii kv

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

Pentru un robinet cu scaun drept, modelul-4217 cu dimensiunea DN25, rezultă o reglarea prealabilă la 3,3.

2. Sistem cu deviere



Poziție	Denumire	Articol număr					
1	Robinet de reglare debit (1a și 1b)	4217	4117	4017	4218		
2	Robinet de reglare cu 3 căi cu acționare electrică	4037 7712	2117 7712				
3	Regulator electronic pentru încălzire	7793					
4	Robinet de închidere	4115	4112	4113	4215	4125	4218
5	Separator de impurități	4111					
6	Senzor de temperatură exterioră	7793					

Tabel 3: Sistem cu deviere

Imagine 3: Sistem cu deviere

Caracteristici: Diferență de presiune necesară.
Debitul de apă în circuitul primar este constant și în circuitul secundar variabil.
Temperatura este variabilă în circuitul primar (în funcție de reglarea centrală a temperaturii) și constantă în circuitul secundar. Reglarea puterii termice se realizează prin variația debitului.

Utilizare:

- Încălzire cu aer cald;
- Răcire;
- Reglare zonală.

Avantaje: Datorită debitului constant din circuitul primar nu este necesară utilizarea unei pompe cu turație variabilă. Presiunea diferențială nu se modifică și în acest fel consumatorii nu se influențează reciproc.

Dezavantaje: Temperatura la consumator (unități terminale), corespunde întotdeauna temperaturii din circuitul primar.

Avantajele hidraulice ale acestui sistem constau în debitele constante de agent termic în circuitul primar, datorită cărora nu este necesară utilizarea pompelor cu turație variabilă. Autoritatea hidraulică a robinetului de reglare depinde doar de puterea termică, altfel spus alegerea vanei cu trei căi nu se realizează în funcție de rețeaua de distribuție, pentru că funcționarea ei nu induce nici un fel de modificare în rețea. Dezavantajul sistemului cu deviere constă în faptul că întotdeauna la consumator vom avea temperatura din circuitului primar și de aceea nu se poate realiza un nivel separat de temperatură între circuitul primar și cel secundar. Utilizarea acestui sistem în cazul cazanelor în condensatie sau a încălzirii la distanță (centrale de termoficare) este inadecvată, pentru că o parte din debitul din conducta de tur trece și se amestecă permanent cu debitul din conducta de retur, mărindu-i acestuia din urmă temperatura. Disponibilitatea rapidă a mediului primar de încălzire la consumator are un mare avantaj din punctul de vedere al reglării. O funcționare cu debit constant a sursei de energie, (în cazul încălzirii sau răcirii) are de asemenea un avantaj din punctul de vedere al reglării, dar și din punctul de vedere al utilizării. Din punct de vedere energetic, constanța debitului din circuitul primar aduce cu sine și dezavantaje, pentru că nu este posibilă o economisire de energie la pompă.

Exemplu de dimensionare

$Q = 40 \text{ kW}$
 $t_v = 6 \text{ }^\circ\text{C}$
 $t_a = 12 \text{ }^\circ\text{C}$
 $\Delta p_L = 25 \text{ kPa}$
 $\Delta H = 70 \text{ kPa}$

$$q_s = 3600 \cdot \frac{Q}{c \cdot (t_v - t_a)} =$$

$$= 3600 \cdot \frac{40}{4,19 \cdot (12 - 6)} \cong 5730 \text{ l/h}$$



Dimensiunea țevii depinde de materialul acesteia și de frecarea admisă a fluidului în țeavă.

Cerința 1:

$\Delta p_v \geq \Delta p_L$ (Presiunea diferențială prin robinetul de reglare cu 3 căi trebuie să fie mai mare sau egală cu presiunea diferențială de la consumator).

Pasul 1:

Calcularea presiunii diferențiale minime disponibile:

Cerința 2:

$\Delta H \geq \Delta H_{\min}$ (Presiunea diferențială disponibilă la distribuitor trebuie să fie mai mare sau egală cu presiunea diferențială minimă necesară)

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



Δp_{SRV} minimal 3 kPa

Pentru pierderea de presiune la robinetul de închidere (4115) și la separatorul de impurități (4111 – mărime ochi 0,75 mm) au fost adăugată valorile kvs pentru dimensiunea DN 40.

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

După $\Delta H = 70 \text{ kPa}$, cerința 2 a fost îndeplinită.

Pasul 2:

Calcularea valorii kv teoretice a robinetului de reglare: ($\Delta p_{v,\min} = 25 \text{ kPa}$)

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

Pasul 3:

Selectarea valorii kvs din seria de construcție a robinetului. Robinetele utilizate sunt din seria constructivă 4037, cu dimensiunile DN 25 cu o valoare kvs de 10,0 și DN 32 cu o valoare kvs de 16,0. De obicei, se poate pleca de la premiza că se alege valoarea kvs mai mică, pentru a se atinge pierderea de presiune necesară.

la $k_{vs} = 16$

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

Cerința 1 **nu** a fost îndeplinită!

la $k_{vs} = 10$

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

Cerința 1 a fost îndeplinită!

Robinetul de reglare are o valoare kvs de 10 și dimensiunea de DN 25.

Autoritatea ventilului este:

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

Autoritatea ventilului trebuie să fie cuprinsă între 0,35 și 0,75, nu trebuie însă să fie mai mică de 0,25, pentru că altfel sistemul devine instabil.

Pasul 4:

Montarea robinetului de reglare a debitului 1a pe retur

Stabilirea presiunii diferențiale care trebuie redusă:

$$\Delta p_{SRV1a} = \Delta H - (\Delta p_v + \Delta p_L + \Delta p_{Schmu}) =$$

$$= 70 - (32,8 + 25 + 0,8) = 11,4 \text{ kPa}$$

Stabilirea valorii kv

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

Pentru un robinet cu scaun drept model-4217 cu dimensiunea DN40 rezultă o reglarea prealabilă la 4,8.

Pasul 5:

Montarea robinetului de reglare a debitului pe by-pass:
În cazul în care consumatorul trebuie să reducă puterea, întregul flux de masă trebuie să poată fi deviat prin by-pass.

Cerința 3:

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

Cerința 4:

$$Q_{by-pass} = Q_S$$

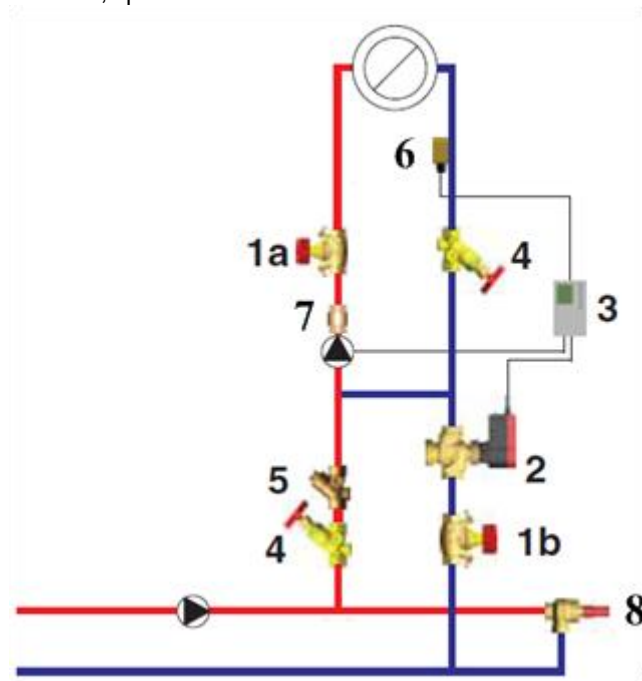
Din aceste cerințe poate fi stabilită valoarea kvs a robinetului de reglare montat pe by-pass:

$$k_{vSRV1b} = \frac{q_{By-pass}}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{SRV2}}} = \frac{5730}{100 \cdot \sqrt{25}} = 11,46$$

Pentru un robinet cu scaun drept model-4217 cu dimensiunea DN40 rezultă o reglarea prealabilă la 4,0.

3. Sistem cu injecție cu vană cu 2 căi

În acest sistem, debitul de apă din circuitul secundar este constant, spre deosebire de sistemul cu vană cu 2 căi.



Imagine 4: Sistem cu injecție cu vană cu 2 căi

Poziție	Denumire	Articol număr					
1	Robinet de reglare debit (1a și 1b)	4217	4117	4017	4218		
2	Robinet de reglare cu 2 căi cu acționare electrică	4037 7712	2117 7712				
3	Regulator electronic pentru încălzire	7793					
4	Robinet de închidere	4115	4112	4113	4215	4125	4218
5	Separator de impurități	4111					
6	Senzor de temperatură aplicat pe țevă	7793					
7	Clapetă de sens	2622					
8	Robinet de descărcare la presiune diferențială	4004					

Tabel 4: Sistem cu injecție cu vană cu 2 căi

- Caracteristici:** Diferență de presiune necesară.
Debit de apă variabil în circuitul primar și constant în circuitul secundar.
Temperatura este variabilă la consumator.
- Utilizare:** Sisteme de încălzire cu radiatoare, încălzire prin pardoseală, aeroterme, sisteme de încălzire la temperaturi joase
- Avantaje:** Pentru sisteme cu temperaturi pe retur scăzute (instalații de încălzire la distanță, cazane cu condensatie).
Sunt posibile nivele de temperaturi diferite pentru circuitul primar și cel secundar (de exemplu 90 °C și 45 °C)
- Dezavantaje:** Pentru dimensionarea robinetului de reglare, trebuie să fie cunoscută presiunea diferențială disponibilă, iar la regiștrii de preîncălzire, există pericol de îngheț în cazul țevilor lungi.

Exemplu de dimensionare

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

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

 Dimensiunea țevii depinde de materialul acesteia și de frecarea admisă a fluidului în țevă.

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

Datele sunt preluate din coloana calculată.

Cerința 1:

$\Delta p_v \geq \Delta p_H$ (Presiunea diferențială prin robinetul de reglare cu 2 căi trebuie să fie mai mare sau egală cu presiunea diferențială de la distribuitor).

Pasul 1:

Calcularea valorii k_v teoretice a robinetului de reglare cu 2 căi: ($\Delta p_{v,\min} = 25 \text{ kPa}$)

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

Pasul 2:

Selectarea valorii k_{vs} din seria de construcție a robinetului. Robinetele utilizate sunt din seria constructivă 7762, cu dimensiunea DN 10 cu o valoare k_{vs} de 1,0. În acest caz, poate fi selectată o valoare mai ridicată. Diferența de presiune rămasă este redusă prin intermediul robinetului de reglare a debitului 1a.

la $k_{vs} = 6,3$

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

Robinetul de reglare cu 2 căi are o valoare k_{vs} de 1,6 și dimensiunea de DN 10.

Autoritatea ventilului este:

$$a = \frac{\Delta p_v}{\Delta H} = \frac{14,7}{25} = 0,59$$

Autoritatea ventilului trebuie să fie cuprinsă între 0,35 și 0,75, nu trebuie însă să fie mai mică de 0,25, pentru că altfel sistemul devine instabil.

Pasul 3:

Montarea robinetului de reglare a debitului 1a pe tur.

Stabilirea presiunii diferențiale care trebuie redusă:

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

Stabilirea valorii k_v

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

10,3 kPa necesare vor fi diminuate prin intermediul robinetului de reglare a debitului.

Pentru un robinet cu scaun drept model-4217 cu dimensiunea DN15 rezultă o reglare prealabilă la 2,9.

Pasul 4:

Montarea robinetului de reglare a debitului 1b pe retur:

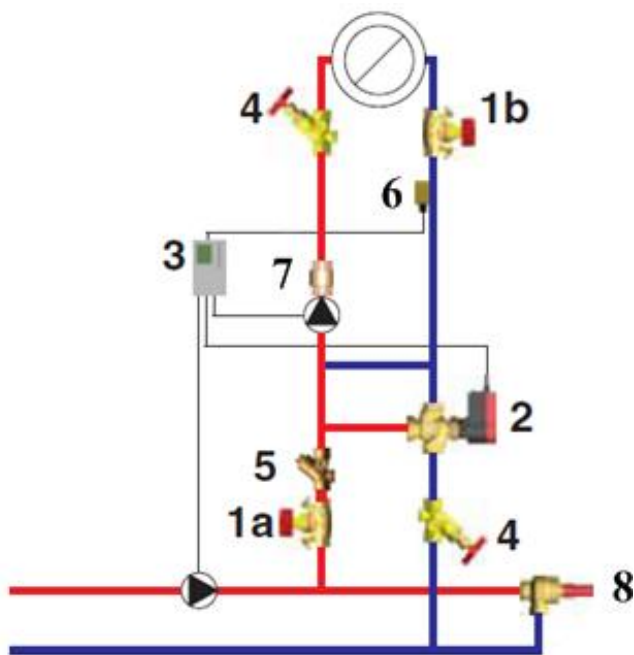
Robinetului de reglare a debitului 1b trebuie montat cu o pierdere nominală de presiune de 3 kPa.

$$k_{v,SRV1b} = \frac{q_s}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{stad2}}} = \frac{2148}{100 \cdot \sqrt{3}} = 12,4$$

Pentru un robinet cu scaun drept model-4217 cu dimensiunea DN32 rezultă o reglare prealabilă la 4,3.

4. Sistem cu injecție cu vană cu 3 căi

La acest sistem hidraulic, debitele volumice în circuitul primar și secundar sunt constante.



Imagine 5: Sistem cu injecție cu vană cu 3 căi

Poziție	Denumire	Articol număr					
1	Robinet de reglare debit (1a și 1b)	4217	4117	4017	4218		
2	Robinet de reglare cu 3 căi cu acționare electrică	4037 7712	2117 7712				
3	Regulator electronic pentru încălzire	7793					
4	Robinet de închidere	4115	4112	4113	4215	4125	4218
5	Separator de impurități	4111					
6	Senzor de temperatură aplicat pe țevă	7793					
7	Clapetă de sens	2622					
8	Robinet de descărcare la presiune diferențială	4004					

Tabel 5: Sistem cu injecție cu vană cu 3 căi

Caracteristici: Diferență de presiune necesară.
Debit de apă constant în circuitul primar și în cel circuitul secundar.

Temperatura variabilă în circuitul secundar.

Utilizare: Sisteme de încălzire cu radiatoare, sisteme de încălzire la temperaturi joase, cu temperaturi aproximativ egale în circuitul primar și cel secundar, regiștrii de încălzire, instalații de încălzire în pardoseală.

Avantaje: Datorită debitului volumic constant în circuitul primar rezultă o capacitate foarte bună de reglare a sistemului.

Dezavantaje: Temperaturile din circuitul primar și cel secundar trebuie să fie aproximativ egale. Temperatura pe retur crește permanent, motiv pentru care soluția nu poate fi folosită la sistemele de încălzire la distanță sau la cele cu cazane în condensatie.

Avantajele acestui sistem constau în timpii morți în funcționare reduși sau chiar inexistenți, pentru că la robinetul de reglare există permanent apă caldă disponibilă. Această caracteristică este utilă la utilizarea corpurilor de încălzire, unde este nevoie rapid de cantități foarte mari de energie. Un alt avantaj deja menționat este autoritatea ventilului de reglare de aproape 1, pentru că în tronsoanele cu debit variabil nu există aproape nici o pierdere de presiune. De asemenea, la acest sistem este posibilă utilizarea de temperaturi diferite în circuitul primar și în cel secundar.

Exemplu de dimensionare

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

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

 Dimensiunea țevii depinde de materialul acesteia și de frecarea admisă a fluidului în țevă.

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

Cerinta 1:

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

Pasul 1:

Calcularea valorii kv teoretice a robinetului de reglare cu 3 căi:

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

Pasul 2:

Selectarea valorii kvs din seria de construcție a robinetului. Robinetele utilizate sunt din seria constructivă 4037, cu dimensiunile DN 32 cu o valoare kvs de 16,0 și DN 40 cu o valoare kvs de 25,0.

la $k_{vs} = 25$

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

la $k_{vs} = 16$

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

Robinetul de reglare cu 3 căi are o valoare kvs de 16 și dimensiunea de DN 32.

Autoritatea ventilului este:

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

(Tronsoanele cu debite variabile se limitează la piesa de by-pass)

Pasul 3:

Montarea robinetului de reglare a debitului 1a pe tur:

Stabilirea presiunii diferențiale care trebuie redusă:

$$\Delta p_{SRV_{1a}} = \Delta H - \Delta p_v = 40 - 5,8 = 34,2 \text{ kPa}$$

Stabilirea valorii kv

$$k_{SRV_2} = \frac{q_p}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{SRV_2}}} = \frac{3866}{100 \cdot \sqrt{34,2}} = 6,6$$

Pentru un robinet cu scaun drept model-4217 cu dimensiunea DN40 rezultă o reglarea prealabilă la 3,0.

Pasul 4:

Montarea robinetului de reglare a debitului 1b pe retur:

Robinetului de reglare a debitului 1b trebuie montat cu o pierdere nominală de presiune de 3 kPa.

$$k_{SRV_{1b}} = \frac{q_s}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{SRV_1}}} = \frac{3866}{100 \cdot \sqrt{3}} = 22,3$$

Pentru un robinet cu scaun drept model-4217 cu dimensiunea DN40 rezultă o reglarea prealabilă la 5,8.

Pasul 5:

Montarea robinetului de reglare pe by-pass:

În cazul în care consumatorul trebuie să reducă puterea, întregul flux de masă trebuie să poată fi deviat prin by-pass.

II. Sisteme hidraulice din instalațiile de încălzire pentru conexiuni fără presiune diferențială

Diferite sisteme în tehnica reglării nu permit nici un fel de presiuni diferențiale la distribuitor. În cazul acestor sisteme trebuie să se țină cont de faptul că fiecare consumator – chiar și cu putere redusă – necesită propria lui pompă.

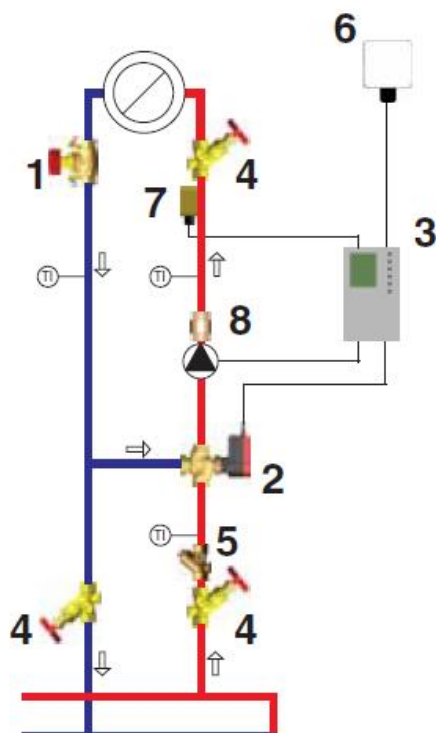
În cazul conexiunilor fără presiune diferențială, există două sisteme de bază: cu amestec și cu dublu amestec.

Sisteme hidraulice pentru conexiuni fără presiune diferențială și distribuitoare hidraulice decuplate, fără presiune.

Practica a demonstrat că decuplarea hidraulică a circuitelor generatoarelor de căldură și a circuitelor consumatorilor de căldură este foarte avantajoasă. Prin utilizarea unei decuplări hidraulice, în ciuda debitelor volumice foarte variate de la generatoarele de căldură, sunt asigurate relații constante la consumatori. În acest fel, rezultă condiții mai bune pentru comportamentul general al întregii instalații.

1. Sistem cu amestec

Spre deosebire de sistemul de deviere, acest sistem hidraulic lucrează cu un debit variabil de apă în circuitul primar și un debit constant de agent termic în circuitul secundar. În cazul reglării, la sistemul de amestec, pentru consumatori este vorba de o reglare cu temperaturi variabile și cu debite constante. Acest tip de sistem hidraulic este cel mai răspândit în tehnica de încălzire, pentru că poate fi realizat foarte ușor.



Imagine 6: Sistem cu amestec

Poziție	Denumire	Articol număr					
1	Robinet de reglare debit	4217	4117	4017	4218		
2	Robinet de reglare cu 3 căi cu acționare electrică	4037 7712	2117 7712				
3	Regulator electronic pentru încălzire	7793					
4	Robinet de închidere	4115	4112	4113	4215	4125	4218
5	Separator de impurități	4111					
6	Senzor de temperatură exterioară	7793					
7	Senzor de temperatură aplicat pe țevă	7793					
8	Clapetă de sens	2622					

Tabel 6: Sistem cu amestec

Caracteristici: Fără diferență de presiune.
Debit de apă variabil în circuitul primar și constant în circuitul secundar.
Temperatură variabilă în circuitul secundar.

Utilizare: Sisteme de încălzire cu radiatoare, aroterme.

Avantaje: Datorită debitului volumic constant din circuitul secundar rezultă o capacitate foarte bună de reglare.

Dezavantaje: Temperatura din circuitul primar și secundar trebuie să fie aproximativ egale. Aceasta înseamnă că un sistem de încălzire cu temperaturi scăzute nu poate fi cuplat la un sistem de încălzire cu temperaturi ridicate. Nu este permisă nici un fel de presiune diferențială în circuitul primar.

Robinetul de reglare de pe retur servește la limitarea debitului.

Exemplu de dimensionare

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

$$q_s = 3600 \cdot \frac{Q}{c \cdot (t_v - t_R)} =$$

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

 Dimensiunea țevii depinde de material și de fecarea admisă a fluidului în țevă; datele sunt preluate din coloana calculată.

Pasul 1:

Calcularea valorii kv teoretice a robinetului de reglare cu 3 căi: ($\Delta p_{v,\min} = 3 \text{ kPa}$)

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

Pasul 2:

Selectarea valorii kvs din seria de construcție a robinetului. Robinetele utilizate sunt din seria constructivă 4037, cu dimensiunile DN 20 cu o valoare kvs de 6,3 și DN 15 cu o valoare kvs de 4,0. De obicei, se poate pleca de la premiza că se alege valoarea kvs mai mică, pentru a se atinge pierderea de presiune necesară.

La $k_{vs} = 6,3$

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

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

la $k_{vs} = 4,0$

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

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

Robinetul de reglare are o valoare kvs de 4,0 și dimensiunea de DN 15.

În circuitul primar există două robinete de închidere (4115-3/4") și un separator de impurități (4111-3/4" mărime ochi 0,75 mm).

Autoritatea ventilului este:

$$a = \frac{\Delta p_v}{\Delta p_v + 2 \cdot \Delta p_{Ab} + \Delta p_{Schmu}} =$$

$$= \frac{4,62}{4,62 + 2 \cdot 0,7 + 1,3} = 0,63$$

Pierderea de presiune de la robinetul de amestec cu 3 căi trebuie în plus recuperată de la pompă.

Pasul 3:

Montarea robinetului de reglare a debitului la 3 kPa

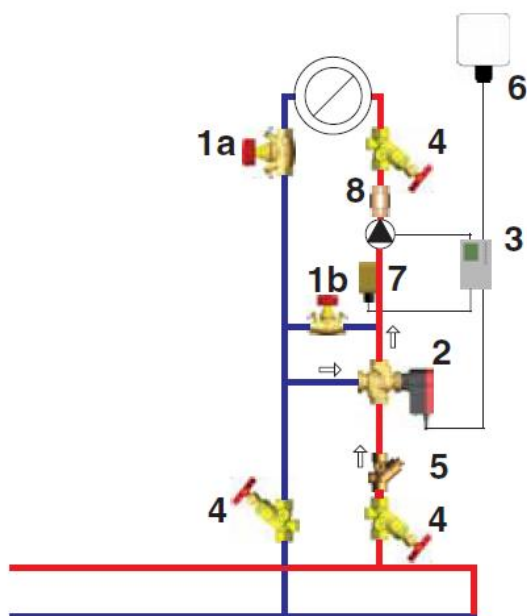
$$k_{v,SRV} = \frac{q_s}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{SRV}}} = \frac{860}{100 \cdot \sqrt{3}} = 4,9$$

Pentru un robinet cu scaun drept model-4217 cu dimensiunea DN20 rezultă o reglarea prealabilă la 3,7.

2. Sistem cu dublu amestec

O altă formă a sistemului de amestec este sistemul de amestec cu piesă fixă de by-pass, care se folosește în cazul aplicațiilor la care apar diferențe între nivelul de temperatură din circuitul primar și din cel secundar. De data aceasta, piesa de by-pass se află în circuitul secundar în fața robinetului de reglare, prin care curge o cantitate permanentă de agent termic de retur, indiferent de poziția vanei cu 3 căi. Folosirea acestui sistem este frecventă la sistemele de încălzire prin pardoseală, precum și la recuperatoarele de căldură, rezervoare și termocentrale.

Sistemul de amestec se realizează cu vane de reglare cu 3 căi și legarea directă a circuitului primar la generatorul de căldură.



Imagine 7: Sistem cu dublu amestec

Poziție	Denumire	Articol număr					
1	Robinet de reglare debit (1a și 1b)	4217	4117	4017	4218		
2	Robinet de reglare cu 3 căi cu acționare electrică	4037	2117				
		7712	7712				
3	Regulator electronic pentru încălzire	7793					
4	Robinet de închidere	4115	4112	4113	4215	4125	4218
5	Separator de impurități	4111					
6	Senzor de temperatură exterioară	7793					
7	Senzor de temperatură aplicat pe țevă	7793					
8	Clapetă de sens	2622					

Tabel 7: Sistem cu dublu amestec

- Caracteristici:** Fără diferență de presiune.
Debit de apă constant în circuitul primar și în circuitul secundar.
Temperatură variabilă în circuitul secundar.
- Utilizare:** Sisteme de încălzire la temperaturi joase cu temperaturi diferite în circuitul primar și cel secundar. Potrivit pentru sistemele de încălzire prin pardoseală și la sistemele de încălzire cu temperaturi ridicate.
- Avantaje:** La utilizarea la distribuitoare fără presiune sau cu presiune scăzută, autoritatea robinetului de reglare este aproape 1, ceea ce înseamnă capacitate foarte bună de reglare. Poate fi folosit la conectarea unui sistem de încălzire cu temperaturi scăzute (de exemplu 90 °C și 45 °C).

Dezavantaje: Temperatura pe tur din circuitul primar trebuie să fie neapărat mai ridicată decât temperatura pe tur din circuitul secundar. Nu este permisă nici un fel de presiune diferențială în circuitul primar. La utilizarea unui distribuitor sub presiune trebuie neapărat folosit un sistem de amestec „fără presiune”.

Exemplu de dimensionare

Q = 40 kW
t_v = 45 °C
t_R = 35 °C
t_p = 70 °C
Δp_L = 25 kPa

$$q_p = 3600 \cdot \frac{Q}{c \cdot (t_p - t_R)} =$$

$$= 3600 \cdot \frac{40}{4,19 \cdot (70 - 35)} = 982 \text{ l/h}$$

 Dimensiunea țevii depinde de material și de fecarea admisă a fluidului în țevă.

$$q_s = 3600 \cdot \frac{Q}{c \cdot (t_v - t_R)} =$$

$$= 3600 \cdot \frac{40}{4,19 \cdot (45 - 35)} = 3437 \text{ l/h}$$

Pasul 1:

Calcularea valorii kv teoretice a robinetului de reglare cu 3 căi: (Δp_{v,min} = 3 kPa)

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

Pasul 2:

Selectarea valorii kvs din seria de construcție a robinetului. Robinetele utilizate sunt din seria constructivă 4037, cu dimensiunile DN 20 cu o valoare kvs de 6,3 și DN 15 cu o valoare kvs de 4,0. De obicei, se poate pleca de la premiza că se alege valoarea kvs mai mică, pentru a se atinge pierderea de presiune necesară.

La $k_{vs} = 6,3$

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

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

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

La $k_{vs} = 4,0$

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

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

Robinetul de reglare are o valoare k_{vs} de 4,0 și dimensiunea de DN 15.

Autoritate ventil:

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

Pierdere de presiune de la robinetul de amestec cu 3 căi trebuie în plus recuperată de la pompă.

Pasul 3:

Montarea robinetului de reglare a debitului la 3 kPa

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

Pentru un robinet cu scaun drept model-4217 cu dimensiunea DN40 rezultă o reglare prealabilă la 5,3.

Pasul 4:

Montarea piesei de by-pass

Debitul de la piesa de legătură rezultă din:

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

Montarea robinetului de reglare a debitului 1b se realizează la pierdere de presiune a robinetului de reglare (7,6 kPa)

$$k_{v,SRV1b} = \frac{q_{Bypass}}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{SRV2}}} = \frac{2455}{100 \cdot \sqrt{6,0}} = 10,0$$

Pentru un robinet cu scaun drept model-4217 cu dimensiunea DN32 rezultă o reglare prealabilă la 4,0.

Bibliografie și listă de figuri din lucrare ordonate în ordine cronologică

ÖNORM H 5142, Sisteme hidraulice pentru instalații de încălzire, 1990

VDI 2073, Sisteme hidraulice în instalațiile de încălzire și ventilație, 1999

Reglare și sisteme hidraulice în instalațiile de încălzire și ventilație, VDI Verlag, 3.9.-4.9.1992

Roos, H., Hydraulik der Warmwasserheizung (Hidraulica în încălzirea cu apă caldă), Oldenbourg Verlag München, 1999

Această broșură are caracter pur informativ.
Este vorba doar de recomandări ale firmei Herz-Armaturen Ges.m.b.H. și nu oferim nici o garanție.

Toate informațiile sunt negarantate.

Imagine 1: Selecție rapidă.....	7
Imagine 2: Sistem cu vană cu 2 căi	8
Imagine 3: Sistem cu deviere	10
Imagine 4: Sistem cu injecție cu vană cu 2 căi	12
Imagine 5: Sistem cu injecție cu vană cu 3 căi	14
Imagine 6: Sistem cu amestec	16
Imagine 7: Sistem cu dublu amestec	18
Tabel 1: Trecere în revistă a sistemelor	6
Tabel 2: Sistem cu vană cu 2 căi	8
Tabel 3: Sistem cu deviere	10
Tabel 4: Sistem cu injecție cu vană cu 2 căi	12
Tabel 5: Sistem cu injecție cu vană cu 3 căi	14
Tabel 6: Sistem cu amestec	16
Tabel 7: Sistem cu dublu amestec	18



HERZ Armaturen

A-1230 Wien, Richard-Strauss-Straße 22

Tel.: +43/(0)1/616 26 31-0

Fax: +43/(0)1/616 26 31-27

e-mail: office@herz.eu

www.herz.eu



**HERZ – Robinet de reglare
debit Strömax 4017**



**HERZ – Robinet de amestec
4037 cu actionare electrică**



**HERZ – Regulator electronic
pentru încălzire 7793**



**HERZ – Robinet de închidere
Strömax 4125**

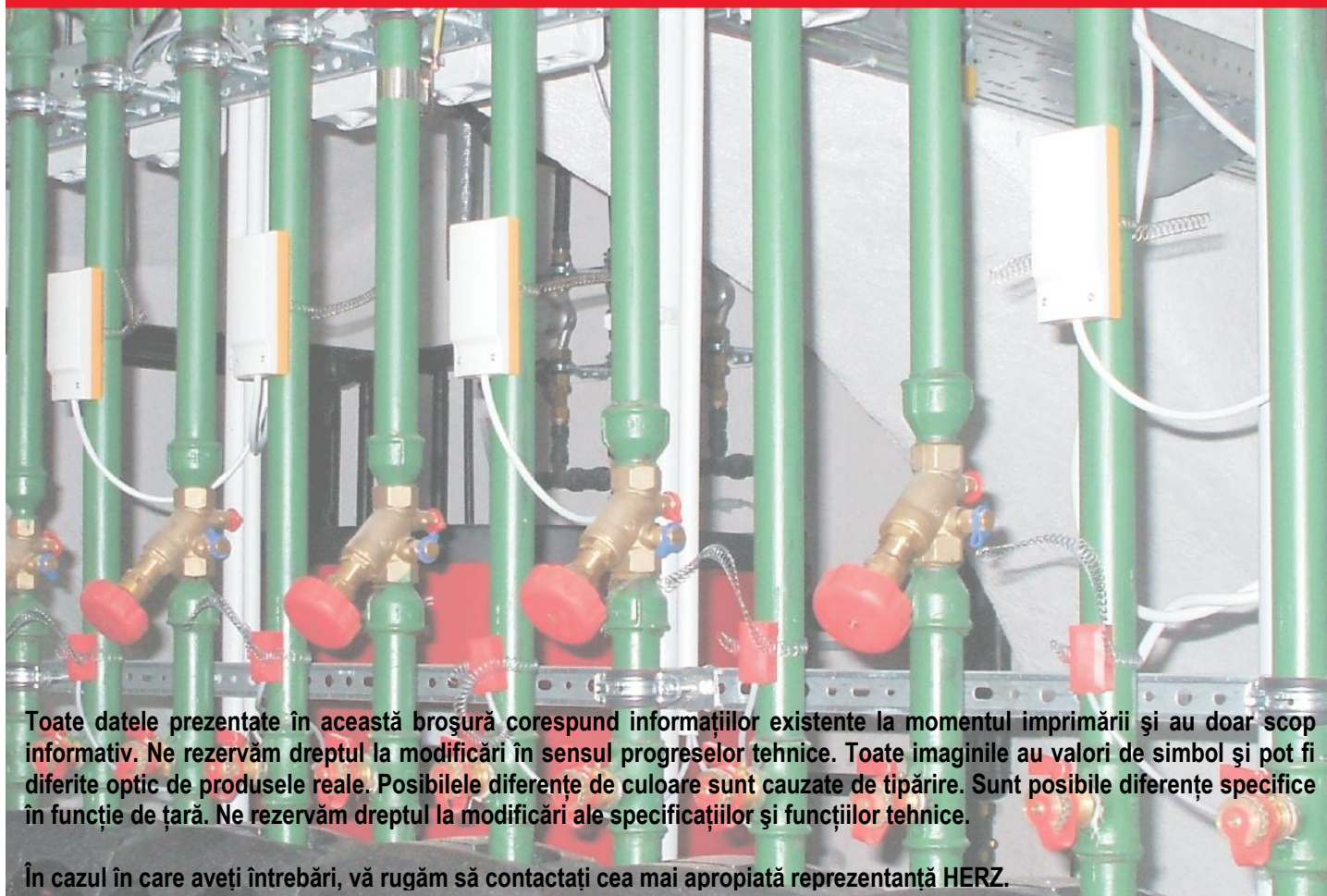


**HERZ – Separator de impurități
4111**



HERZ – Clapetă de sens 2622

**HERZ Armaturen Ges. m. b. H. A-1230 Wien, Richard-Strauss-Straße 22, Tel.: +43(0)1/616 26 31-0
Fax: +43(0)1/616 26 31-27 ☑ E-Mail: office@herz.eu ☑ www.herz.eu**



Toate datele prezentate în această broșură corespund informațiilor existente la momentul imprimării și au doar scop informativ. Ne rezervăm dreptul la modificări în sensul progreselor tehnice. Toate imaginile au valori de simbol și pot fi diferite optic de produsele reale. Posibilele diferențe de culoare sunt cauzate de tipărire. Sunt posibile diferențe specifice în funcție de țară. Ne rezervăm dreptul la modificări ale specificațiilor și funcțiilor tehnice.

În cazul în care aveți întrebări, vă rugăm să contactați cea mai apropiată reprezentanță HERZ.