

Hidraulica în Aplicațiile HVAC



Prefață

Pe lângă beneficiile unui confort sporit, introducerea încălzirii cu apă caldă pompată în clădiri a dezvoltat probleme și mai mari în legătură cu sistemele de încălzire utilizate pentru alimentarea clădirilor.

Problema era că în apartamentele situate mai la depărtare de centrala termică era prea frig, în timp ce în cele aflate în apropierea acesteia era deseori prea cald. Evident, apa din conducte căuta mereu calea cea mai puțin rezistentă, lucru care făcea ca debitul apei de încălzire din apropierea pompelor să fie mai mare decât cantitatea care curgea prin conductele aflate la distanță, deși diametrul nominal al rețelei de conducte era același.

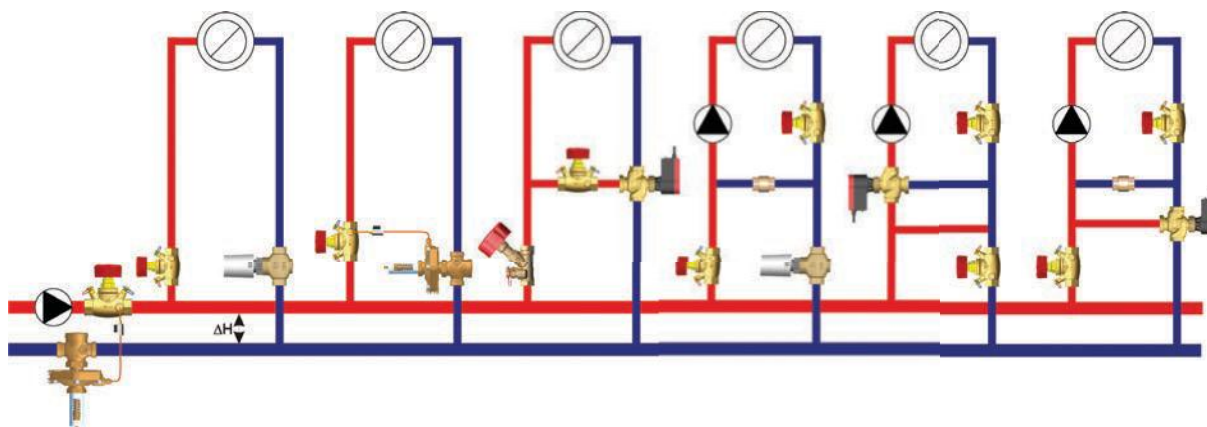
Întrebarea care s-a pus era dacă debitul putea fi modificat pentru ca aceeași cantitate de agent termic pentru consumatori de aceeași mărime să fie disponibilă la orice distanță față de pompă, dacă s-ar monta rezistoare speciale – cele mai mari lângă pompe și cele mai mici mai la depărtare.

Astfel s-a născut ideea echilibrării hidraulice și a modurilor de realizare a acesteia.

În timpul crizei energetice din anii 1970 s-a constatat că energia poate fi economisită cu ajutorul sistemelor echilibrate, întrucât temperaturile medii din clădiri pot fi reduse prin echilibrare hidraulică, deși crește simultan confortul din clădirea încălzită.

Scopul principal al echilibrării, indiferent că este în domeniul încălzirii sau al răcirii, este ca debitele să fie disponibile tuturor consumatorilor de căldură în condiții nominale. Mai mult, presiunea diferențială s-ar modifica prea puțin în cadrul circuitelor, iar debitele rămân compatibile cu interfețele sistemului.

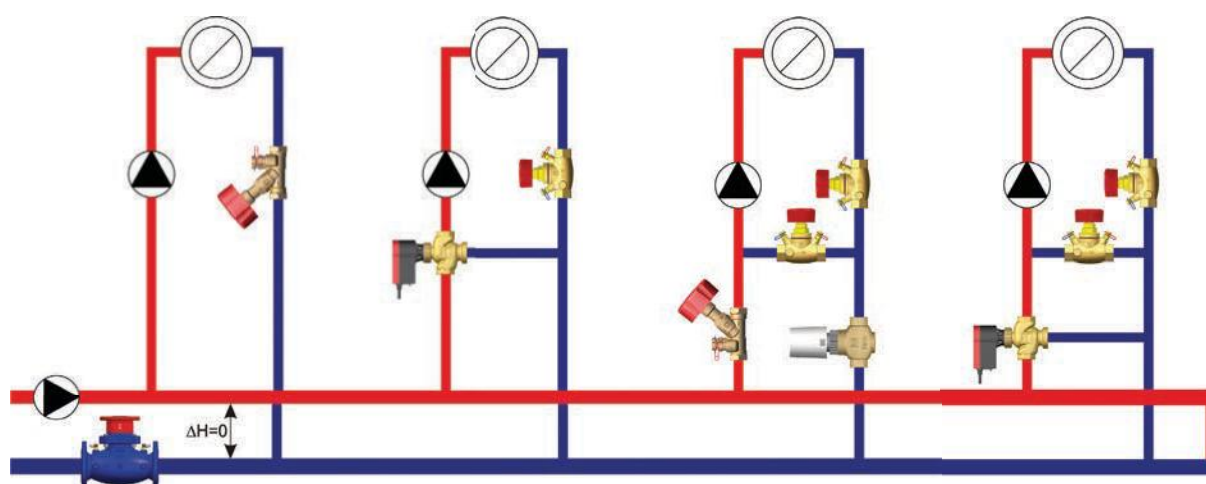
Integrarea hidraulică a consumatorului și sistemele de căldură distribuită sunt posibile pentru o mare varietate de circuite. Alegerea opțiunii corecte pentru această integrare depinde de mulți factori. Aceștia includ utilizarea sistemului respectiv, dar și sursa de energie care este necesară și disponibilă pentru alimentarea cu căldură. Acest document explică cele mai importante circuite de bază și calculul acestor circuite de bază cu ajutorul exemplelor.



Sisteme cu echilibrare automată și configurare de proporționalitate, regulator de presiune diferențială, circuit de deviere, circuit de injecție cu robinet de purjare, circuit cu dublă amestecare (de la stânga la dreapta).

Cuprins

Hidraulica în echipamentele HVAC	1
<i>Prefață</i>	<i>3</i>
<i>Cuprins</i>	<i>4</i>
<i>Introducere</i>	<i>5</i>
<i>Denumirea convențiilor</i>	<i>5</i>
Circuite hidraulice de bază	6
<i>Prezentarea circuitelor</i>	<i>6</i>
<i>Tabel pentru selectare rapidă</i>	<i>7</i>
<i>Circuite hidraulice pentru racorduri cu presiune diferențială în cadrul sistemelor de încălzire</i>	<i>8</i>
Circuit de ștrangulare	8
Exemplu de dimensionare.....	9
Circuit de deviere (circuit de distribuție)	10
Exemplu de dimensionare	11
Circuit de injecție cu robinet de purjare	12
Exemplu de dimensionare	13
Circuit de injecție cu vană cu trei căi	14
Exemplu de dimensionare	14
<i>Circuite hidraulice pentru racorduri fără presiune diferențială în cadrul sistemelor de încălzire</i>	<i>16</i>
Circuitul de amestecare	16
Exemplu de dimensionare	17
Circuitul cu dublă amestecare	17
Exemplu de dimensionare	18
Bibliografie & tabel cu figuri	20



Sisteme cu echilibrare statică și supapă de comandă a circuitului, circuit de deviere, circuit de injecție cu robinet de purjare, circuit cu dublă amestecare.

Introducere

Cea mai importantă condiție pentru un sistem funcțional este prezența unei hidraulici corecte în sistem. Fără aceasta, problemele ulterioare sunt inevitabile în faza de proiectare.

Astfel, se acordă o atenție specială funcției circuitelor individuale, dar și relației acestora cu alte circuite din sistem și influenței reciproce a acestora atunci când se aleg circuitele hidraulice.

Integrarea hidraulică a consumatorului și sistemele de distribuție sunt posibile pentru un număr foarte variat de circuite. Alegerea opțiunii corecte de integrare depinde de mai mulți factori. Aceștia includ modul de utilizare al sistemului respectiv și sursa de energie necesară pentru alimentarea cu căldură.

Abrevieri

Următoarele abrevieri se aplică tuturor schemelor și calculelor oferite ca exemplu:

Δp_L	Pierdere de presiune la consumator [kPa]
Δp_v	Pierdere de presiune la vana de comandă [kPa]
Δp_{SRV}	Pierdere de presiune la robinetul de reglaj al circuitului [kPa]
Δp_{ab}	Pierdere de presiune la robinetul de izolare [kPa]
Δp_{Schmu}	Pierdere de presiune la filtru de impurități [kPa]
q_p	Debit volumetric pe circuitul de distribuție [l/h]
q_s	Debit volumetric pe circuitul consumatorului [l/h]
t_v	Temperatură de alimentare pe circuitul consumatorului [°C]
t_R	Temperatură de retur [°C]
t_p	Temperatură de alimentare pe circuitul de distribuție a căldurii [°C]

Cele mai importante circuite de bază, dar și avantajele și dezavantajele acestora sunt explicate în continuare. În principiu, există trei elemente de bază pe rețeaua de conducte – furnizori, distribuitori și consumatori (unitățile terminale).

Dacă există o presiune diferențială între circuitele de alimentare și retur în rețeaua de distribuție se folosesc racorduri presurizate diferențiale. Cu ajutorul distribuitorilor decuplate hidraulic care folosesc un amortizor sau un comutator hidraulic, nu există presiune diferențială - și vorbim de un distribuitor fără presiune. Aici folosim racorduri fără presiune. Distribuitorii fără presiune sunt folosiți în principal în cadrul sistemelor de încălzire mai mici. Trebuie spus în același timp, că fiecare consumator trebuie să aibă propria pompă.

ΔH Diferență de presiune la distribuitor [kPa]

Δp_{mv} Diferență de presiune pe secțiunea cu volum variabil [kPa]

(Pentru mai multe componente de același fel se folosește indexarea)

Elemente de bază pentru calcule:

Pentru a dimensiona circuitele hidraulice se folosesc doar componentele (supapele de comandă și reglaj), deoarece pierderile de pe conducte sunt practic neglijabile, spre deosebire de componente (datorită lungimilor reduse ale conductelor).

Definirea eficienței (autorității) supapei se face cu formula:

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

Circuite hidraulice de bază

Clasificare

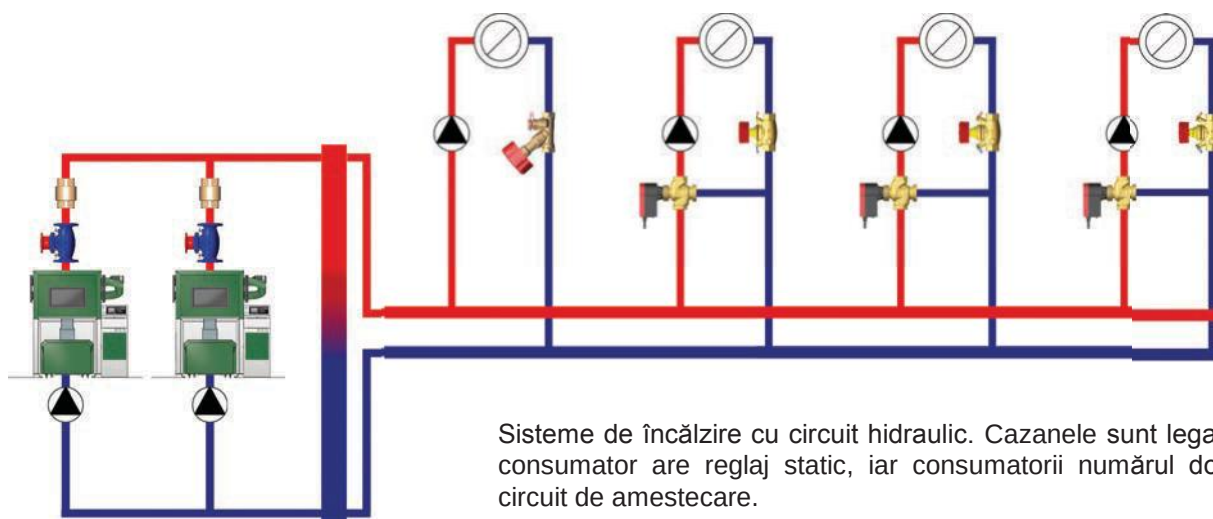
Circuit		Circuit de distribuție a căldurii		Circuitul consumatorului		Caracteristică specială
		Creșterea debitului pe retur	Debit volum	Creșterea debitului pe retur	Debit volum	
Sistem de distribuție cu "presiune diferențială"	Circuit de ștrangulare	Nu	Variabil	Constantă	Variabil	Are influență asupra altor consumatori
	Circuit de deviere	Da	Constant	Variabilă	Variabil	Nu are influență asupra altor consumatori
	Circuit de injecție cu vană cu două căi	Nu	Variabil	Constantă	Constant	Sunt posibile combinații cu încălzire prin pardoseală/radiator
	Circuit de injecție cu vană cu trei căi	Da	Constant	Variabilă	Constant	Control permanent bun al temperaturii căldurii distribuite la supapă
Sistem de distribuție cu "presiune diferențială"	Circuit de amestecare simplu	Nu	Variabil	Variabilă	Variabil	Control permanent bun al temperaturii căldurii distribuite la supapă
	Circuit cu dublă amestecare	Nu	Constant	Variabilă	Constant	Sunt posibile combinații cu încălzire prin pardoseală/radiator

Tabelul 1: Prezentarea circuitelor

Tabel pentru selectare rapidă

Circuit de Utilizare	Distribuție cu "presiune diferențială"				Distribuție fără "presiune diferențială"	
	Circuit de ștrangu lare	Circuit de deviere	Circuit de injecție	Circuit de injecție	Circuit de amestecare	Circuit de amestecare
			Robinet de purjare	Robinet de purjare	Simplu	Dublu
Sisteme de termoficare	♥					
Sisteme cu cazan în condensare	♥					
Sisteme cu radiator			♥	♥	♥	
Încălzire prin pardoseală			♥			
Încălzire prin pardoseală, combinată cu radiatoare			♥	♥		♥
Încălzitoare electrice de aer		♥	♥		♥	
Baterii de răcire		♥				
Reglaj de zonă	♥	♥				

Fig. 1: Selectare rapidă



Circuite hidraulice pentru racorduri cu presiune diferențială în cadrul sistemelor de încălzire

Diferite circuite de comandă necesită o presiune diferențială la distribuitor. Pentru a regla corect vanele de comandă, trebuie să cunoașteți presiunea diferențială, în caz contrar vanele de comandă vor fi reglate incorect.

Avem în vedere patru exemple de circuite de bază cu racorduri cu presiune diferențială.

a) Circuitul de ștrangulare

Cu ajutorul acestui circuit hidraulic, ajustarea se face prin ștrangularea debitului. În acest caz, vanele de comandă preiau sarcina de a modifica debitul pe circuitul de comandă, de exemplu influențează randamentul termic al schimbătorului de căldură.

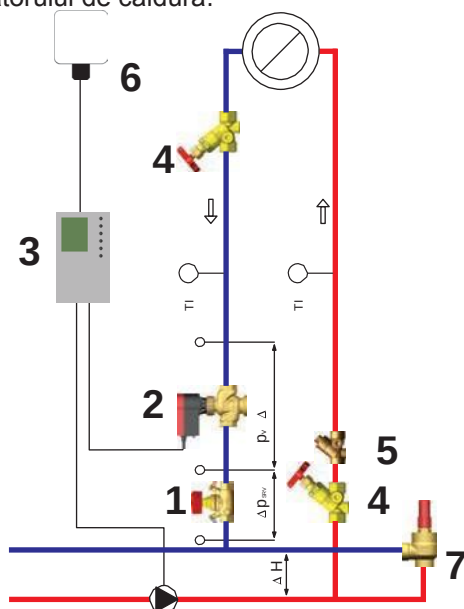


Fig. 2: Circuit de ștrangulare (vană cu 2 căi)

Caracteristici: Volumul de apă este variabil atât pe partea căldurii distribuite (circuitul primar), cât și pe partea consumatorului (circuitul secundar). Temperatura este constantă pe partea de căldură distribuită (în funcție de reglarea temperaturii) și este constantă și pe partea consumatorului. Randamentul este controlat prin modificarea debitului.

Beneficii: Acest sistem oferă o diversitate mare și, astfel este adecvat sistemelor cu cazan în condensare și celor cu circuit primar de distribuție.

Dezavantaje: Prin prezența câtorva circuite de ștrangulare în rețeaua de conducte, punctul de funcționare a pompei este deplasat prin schimbarea cursei vanei de comandă și prin modificarea de presiune asociată. Diferența de presiune care apare influențează consumatorii individuali (unitățile terminale).

Vana de reglaj a debitului pe retur menține presiunea constantă și limitează debitul. Aceasta garantează un control fiabil fără alte influențe.

Circuitele de ștrangulare sunt folosite când se impun temperaturi joase pe retur și debite variabile. Comportamentul termic caracterizează temperaturile de retur care scad cu o sarcină descrescătoare.

Poz	Denumire	Nr. articol					
1	Robinet de reglare a circuitului	4217	4117	4017	4218		
2	Vană de amestec cu acționare electrică	4037 7712	2117 7712				
3	Regulator de temperatură	7793					
4	Robinet de izolare	4115	4112	4113	4215	4125	4218
5	Filtru cu sită	4111					
6	Senzor de temperatură	7793					
7	Robinet de descărcare la presiune diferențială	4004					

Tabelul 2: Circuit de ștrangulare (elemente componente)

Acest circuit se găsește în mod special:

- În instalațiile de termoficare urbane
- Pe racordurile rezervoarelor de stocare tampon
- La integrarea rețelei de consumatori în sistemele cu cazan în condensare.

Alte domenii de utilizare sunt:

- Reglaje zonale în cadrul sistemelor cu radiatoare și al sistemelor de încălzire prin pardoseală cu temperatură de tur reglată în funcție de temperatura exterioară
- Echipamente de reîncălzire și de răcire a aerului de toate dimensiunile
- Dimensionarea circuitului cu vană cu două căi

Exemplu

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

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

$$= 3600 \cdot \frac{70}{4.19 \cdot (90 - 50)} = 1504 \text{ l/h}$$

 Mărimea conductei depinde de materialul acesteia și de rugozitatea admisibilă a conductelor.

Condiția 1:

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

Pasul 1:

Calcularea presiunii diferențiale minim disponibilă.

Condiția 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

Valorile kv_s pentru DN 25 au fost folosite pentru a stabili pierderea de presiune la ventilul de închidere (4115) și mărimea ochiurilor sitei (4111).

$$\Delta H_{\min} = 10 + 10 + 3 + 0.7 + 1.2 = 24.9 \text{ [kPa]}$$

Deoarece $\Delta H = 30 \text{ kPa}$, condiția 2 este îndeplinită.

Pasul 2:

Calcularea valorii teoretice kv pentru vana de comandă: ($\Delta p_{v,\min} = 10 \text{ kPa}$)

$$k_{v,theo} = \frac{q_s}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{v,\min}}} = \frac{1504}{100 \cdot \sqrt{10}} = 4.75$$

Pasul 3:

Alegerea valorii kv_s din gama dimensionată de vane. Vanele 4037 în cauză sunt cu dimensiunea DN 15, cu o valoare a lui kv_s de 4,0 și DN 20 cu o valoare a lui kv_s de 6,3. În general, se poate spune că se alege valoarea mai mică a lui kv_s pentru a obține pierderea de presiune necesară.

Dacă $kv_s = 6,3$

$$\Delta p_v = \left(\frac{q_s}{100 \cdot Kv_s} \right)^2 = \left(\frac{1504}{100 \cdot 6.3} \right)^2 = 5.7 \text{ kPa}$$

Condiția 1 nu este îndeplinită.

Dacă $kv_s = 4,0$

$$\Delta p_v = \left(\frac{q_s}{100 \cdot Kv_s} \right)^2 = \left(\frac{1504}{100 \cdot 4.0} \right)^2 = 14.1 \text{ kPa}$$

Condiția 1 este îndeplinită.

Vana de comandă are valoarea kv_s de 4,0 și dimensiunea DN 15.

Autoritatea vanei este:

$$a = \frac{\Delta p_v}{\Delta H} = \frac{14.1}{30} = 0.47$$

Autoritatea vanei trebuie să aibă o valoare cuprinsă între 0,35 și 0,75, dar nu poate fi mai mică de 0,25. În caz contrar sistemul devine instabil.

Pasul 4:

Alegerea robinetului de reglare și presetarea acestuia.

Se calculează mai întâi presiunea diferențială introdusă de robinetul de reglaj:

$$\Delta p_{SRV} = \Delta H - (\Delta p_v + \Delta p_L) = 30 - (14.1 + 10) = 5.9 \text{ kPa}$$

Apoi se calculează valoarea coeficientului kv:

$$k_{v,SRV} = \frac{q_s}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{SRV}}} = \frac{1504}{100 \cdot \sqrt{5.9}} = 6.2$$

Se alege un robinet de reglare tip 4217 cu dimensiunea de 1" și cu o presetare (treaptă de reglaj) de 3,3.

b) Circuitul de deviere (circuit de distribuție)

Acest circuit este o variantă a circuitului de ștrangulare prezentat anterior.

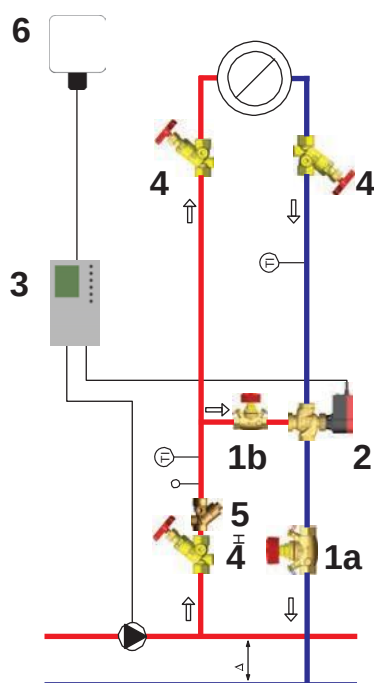


Fig. 3: Circuitul de deviere

Poz	Denumire	Nr. articol					
1	Robinete de reglaj circuit	4217	4117	4017	4218		
2	Vană de amestec cu acționare electrică	4037 7712					
3	Regulator de temperatură	7793					
4	Robinete izolare	4115	4112	4113	4215	4125	4218
5	Filtru cu sită	4111	2662				
6	Senzor de temperatură	7793					

Tabelul 3: Circuitul de deviere (elemente componente)

Caracteristici: Volumul de apă este constant pe partea căldurii distribuite în circuitul primar și variabil pe partea consumatorului (în circuitul secundar). Temperatura este constantă pe partea de căldură distribuită (în funcție de reglarea temperaturii) și este constantă și pe partea consumatorului. Randamentul din circuit este controlat prin modificarea debitului.

Utilizare: Încălzitoare de aer, baterii de răcire, reglaj de zonă.

Beneficii: Nu este necesară utilizarea unei pompe cu turație variabilă pe circuitul primar, datorită debitului constant. Presiunea diferențială nu se modifică, iar consumatorii individuali nu se influențează unii pe alții.

Dezavantaje: Temperatura la consumator este mereu aceeași cu temperatura din circuitul primar.

Avantajele hidraulice ale acestui circuit sunt cantitatea constantă de agent de încălzire de pe circuitul primar, ceea ce înseamnă că pompele cu turație variabilă nu sunt necesare. Autoritatea vanei de reglaj depinde doar de sarcină, deoarece vana cu trei căi este independentă față de rețeaua de distribuție, întrucât nu există interacțiune. Dezavantajul circuitului de deviere este că temperatura la consumator este mereu temperatura maximă a sistemului de distribuție și nu se poate folosi un nivel de temperatură separat între căldura distribuită și circuitele consumatorului. Mai mult, nu permite stocarea în rezervoare tampon (sistemele cu cazan în condensare și sistemele cu distribuție centralizată), deoarece agentul termic este amestecat mereu în vana de retur și crește temperatura debitului pe retur în timpul funcționării în sarcină parțială.

Disponibilitatea rapidă a agentului termic distribuit aduce mari beneficii consumatorului în ceea ce privește controlul. Funcționarea la un debit constant a sursei de energie, fie ea un generator de căldură, sau de aer rece aduce și ea beneficii referitor la control și la utilizarea sarcinii parțiale. Din punct de vedere al eficienței energetice, totuși, debitul constant în circuitul de căldură distribuită aduce și un dezavantaj și anume, energia electrică consumată de pompa de circulație nu poate fi economisită.

Exemplu de dimensionare

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

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

$$= 3600 \cdot \frac{40}{4.19 \cdot (12 - 6)} \cong 5730 \text{ l/h}$$

 Mărima conductei depinde de materialul acesteia și de rugozitatea admisibilă a conductelor.

Condiția 1:

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

Pasul 1:

Calcularea presiunii diferențiale minim disponibile:

Condiția 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} minimum 3 kPa

Valorile kv_s pentru DN 40 au fost folosite pentru a stabili pierderea de presiune la ventilul de închidere (4115) și mărimea ochiurilor sitei (4111).

$$\Delta H_{\min} = 25 + 25 + 3 + 0.8 = 53.8 \text{ [kPa]}$$

Deoarece $\Delta H = 70 \text{ kPa}$, cerința 2 este îndeplinită.

Pasul 2:

Calcularea valorii teoretice kv pentru vana de comandă: ($\Delta p_{v,\min} = 25 \text{ kPa}$)

$$k_{v,theo} = \frac{q_s}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{v,\min}}} = \frac{5730}{100 \cdot \sqrt{25}} = 11.46$$

Pasul 3:

Alegerea valorii kv_s în funcție de tipul utilizat. Vanele 4037 în cauză sunt de dimensiunea DN 25 cu o valoare a lui kv_s de 10,0 și DN 32 cu o valoare a lui kv_s de 16. În general, se poate spune că se alege valoarea mai mică a coeficientului kv_s pentru obține pierderea de presiune necesară.

Dacă $kv_s = 16$

$$\Delta p_v = \left(\frac{q_s}{100 \cdot K_{v_s}} \right)^2 = \left(\frac{5730}{100 \cdot 16} \right)^2 = 12.82 \text{ kPa}$$

Condiția 1 nu este îndeplinită.

Dacă $kv_s = 10$

$$\Delta p_v = \left(\frac{q_s}{100 \cdot K_{v_s}} \right)^2 = \left(\frac{5730}{100 \cdot 10} \right)^2 = 32.8 \text{ kPa}$$

Vana de comandă are valoarea kv_s de 10 și dimensiunea DN 25

Autoritatea vanei este:

$$a = \frac{\Delta p_v}{\Delta p_L + \Delta p_v} = \frac{32.8}{25 + 32.8} = 0.57$$

Autoritatea vanei trebuie să aibă valoare cuprinsă între 0,35 și 0,75, și nu poate fi mai mică de 0,25. În caz contrar sistemul devine instabil.

Pasul 4:

Alegerea robinetului de reglare și presetarea acestuia.

Stabilirea presiunii diferențiale ce urmează a fi disipată se face după formula deja cunoscută:

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

$$= 70 - (32.8 + 25 + 0.8) = 11.4 \text{ kPa}$$

Și în final se calculează valoarea coeficientului kv :

$$k_{v,SRV1a} = \frac{q_s}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{SRV1}}} = \frac{5730}{100 \cdot \sqrt{11.4}} = 17.0$$

Setarea implicită pentru robinetul de reglaj model 4217, cu dimensiunea DN 40 este 4,8.

Pasul 5:

Dimensionarea robinetului de by-pass-1b:

În situația în care consumatorul nu este în sarcină este posibilă devierea întregului debit masic, prin traseul de bypass.

În acest caz trebuie îndeplinite următoarele condiții:

Condiția 3:

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

Condiția 4:

$$q_{Bypass} = q_S$$

Valoarea kv-ului robinetului de pe bypass va fi determinată cu ajutorul acestor două condiții.

$$k_{v,SRV1b} = \frac{q_{Bypass}}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{SRV2}}} = \frac{5730}{100 \cdot \sqrt{25}} = 11.46$$

Setarea implicită pentru robinetul de reglaj 1b, model 4217 cu dimensiunea DN 40 va fi făcută pe treapta 4,0.

c) Circuitul de injecție cu vană cu două căi

Spre deosebire de circuitele de ștrangulare, debitul apei în sistemul consumatorului este constant în cadrul acestui sistem.

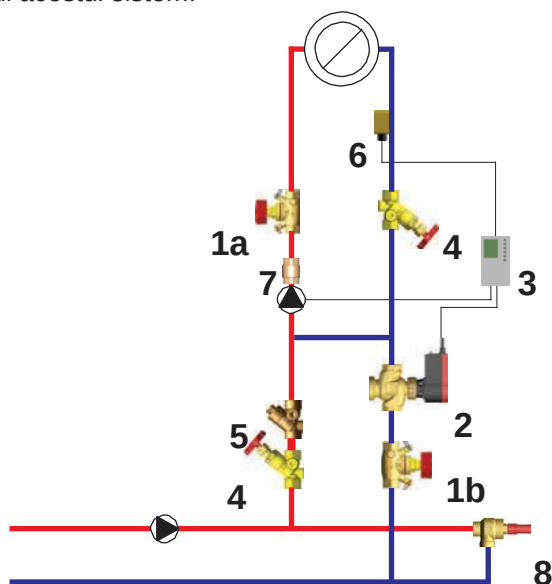


Fig. 4: Circuit de injecție cu vană cu două căi

Poz	Denumire	Nr. articol					
1	Robinete de reglaj circuit	4217	4117	4017	4218		
2	Vană de comandă cu acționare electrică	4037 7712	2117 7712				
3	Regulator de temperatură	7793					
4	Robinet de izolare	4115	4112	4113	4215	4125	4218
5	Filtru cu sită	4111	2662				
6	Senzor temperatură externă	7793					
7	Supapă de reținere	2622					
8	Robinet de descărcare la presiune diferențială	4004					

Tabelul 4: Circuit de injecție cu vană cu două căi

Caracteristici: Debitul de apă pe partea sistemului de căldură distribuită este variabil, iar pe partea consumatorului este constant. Temperatura la consumator este variabilă.

Utilizare: sisteme cu radiatoare, încălzire prin pardoseală, încălzitoare de aer, încălzire de temperatură joasă

Beneficii: În cazul sistemelor cu temperaturi de retur joase (sisteme de distribuție a căldurii, sisteme cu cazan în condensare), nivelurile de temperatură sunt diferite pentru căldura distribuită și pentru consumator (ex. 45°C și 90°C)

Dezavantaje: Trebuie să cunoașteți presiunea diferențială pentru a dimensiona vana de comandă, în cazul unor trasee lungi existând riscul de îngheț al radiatoarelor cu preîncălzire.

Exemplu de dimensionare

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

$$\begin{aligned} q_p &= 3600 \cdot \frac{Q}{c \cdot (t_p - t_R)} = \\ &= 3600 \cdot \frac{25}{4.19 \cdot (70 - 35)} = 614 \text{ l/h} \end{aligned}$$

 Dimensiunea conductei depinde de materialul acesteia și de rugozitatea admisibilă a conductelor.

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

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

Condiția 1:

$\Delta p_v \geq \Delta H$ (presiunea diferențială la vana de comandă trebuie să fie mai mare sau egală cu presiunea diferențială la distribuitor)

Pasul 1:

Calcularea valorii teoretice k_v pentru vana de comandă:

$$(\Delta p_{v,min} = 25 \text{ kPa})$$

$$k_{v,theo} = \frac{q_s}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{v,min}}} = \frac{614}{100 \cdot \sqrt{25}} = 1.2$$

Pasul 2:

Alegerea valorii k_{vs} în funcție de tipul de vană utilizat. Vanele 7762 în cauză sunt cele din gama DN 10, cu o valoare a coeficientului k_{vs} de 1,0 sau 1,6. Se poate alege o valoare mai mare. Presiunea diferențială rămasă este disipată prin vana de comandă 2 a circuitului.

Dacă $k_{vs} = 1.6$

$$\Delta p_v = \left(\frac{q_p}{100 \cdot K_{vs}} \right)^2 = \left(\frac{614}{100 \cdot 1.6} \right)^2 = 14.7 \text{ kPa}$$

Vana de comandă are valoarea k_{vs} de 1,6 și dimensiunea DN 10.

Autoritatea vanei este:

$$a = \frac{\Delta p_v}{\Delta H} = \frac{14.7}{25} = 0.59$$

Autoritatea vanei trebuie să fie între 0,35 și 0,75, dar nu poate fi mai mică de 0,25. În caz contrar sistemul devine instabil.

Pasul 3:

Dimensionarea și setarea robinetului de reglaj 1a pe circuitul de alimentare.

Calcularea presiunii diferențiale introdusă de robinet:

$$\Delta p_{SRV1a} = \Delta H - \Delta p_v = 25 - 14.7 = 10.3 \text{ kPa}$$

Calcularea valorii coeficientului k_v :

$$k_{v,SRV1a} = \frac{q_p}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{SRV2}}} = \frac{614}{100 \cdot \sqrt{10.3}} = 1.9$$

Presiunea de 10,3 kPa este disipată prin robinetul de reglare a circuitului.

Setarea implicită pentru robinetul de reglaj model 4217 cu DN 15 este 2,9.

Pasul 4:

Dimensionarea și setarea robinetului de reglaj 1b: Robinetul de reglare 1b trebuie setat pentru o pierdere de presiune nominală de 3 kPa.

$$k_{v,SRV1b} = \frac{q_s}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{std2}}} = \frac{2148}{100 \cdot \sqrt{3}} = 12.4$$

Setarea implicită pentru un robinet de reglaj model 4217 cu DN 32 este 4,3.

d) Circuitul de injecție cu vană cu trei căi

Cu acest circuit hidraulic, debitele volumice de pe circuitul de căldură distribuită și de pe circuitul consumatorului sunt constante.

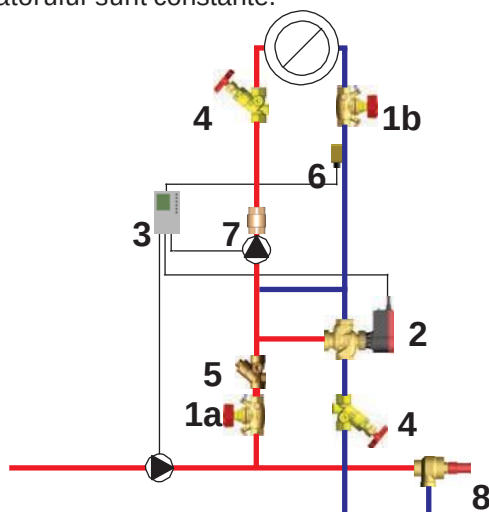


Fig. 5: Circuit de injecție cu vană cu trei căi

Poz	Denumire	Nr. articol					
1	Robinet reglaj circuit	4217	4117	4017	4218		
2	Vană de amestec cu acționare electrică	4037	2117				
		7712	7712				
3	Regulator temperatură	7793					
4	Robinet de izolare	4115	4112	4113	4215	4125	4218
5	Filtru cu sită	4111	2662				
6	Senzor temperatură exterioară	7793					
7	Supapă de reținere	2622					
8	Robinet de descărcare la presiune diferențială	4004					

Tabelul 5: Circuit de injecție cu vană cu trei căi

Caracteristici: Debitele de agent termic în cele două circuite, primar și secundar sunt constante. Temperatura la consumator este variabilă.

Utilizare: Sisteme cu radiatoare, sisteme cu temperatură joasă, cu temperaturi ale căldurii distribuite și la consumator aproape egale, încălzitoare de aer, dacă nu se cunoaște presiunea diferențială.

Beneficii: Control excelent datorită debitului constant la consumator (în circuitul secundar).

Dezavantaje: Creșterea permanentă a temperaturii de retur. Acest circuit nu este adecvat pentru termoficarea urbană sau sistemele cu cazane în condensare.

Beneficiile acestui circuit constau în timpii morți foarte mici sau inexistenți, întrucât apa caldă este permanent prezentă în robinetul de reglare. Această caracteristică este exploatată la instalarea registrelor de încălzire, unde sunt necesare cantități mari de energie în timp scurt. Un alt beneficiu deja discutat este autoritatea robinetului de reglare apropiată de 1, deoarece pierderea de presiune din porțiunea cu debit variabil este foarte redusă.

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 conductei depinde de materialul și de rugozitatea acesteia.

$$\begin{aligned}
 q_s &= 3600 \cdot \frac{Q}{c \cdot (t_v - t_R)} = \\
 &= 3600 \cdot \frac{90}{4.19 \cdot (75 - 55)} = 3866 \text{ l/h}
 \end{aligned}$$

Condiția 1:

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

Pasul 1:

Calcularea valorii teoretice a coeficientului k_v pentru vana de comandă:

$$k_{v,theo} = \frac{q_s}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{v,min}}} = \frac{3866}{100 \cdot \sqrt{3}} = 22.3$$

Pasul 2:

Alegerea valorii k_v în funcție de tipul utilizat. Vanele 4037 în cauză sunt cele din gama DN 32 cu o valoare a coeficientului k_v de 16 și DN 40 cu o valoare a coeficientului k_v de 25.

Dacă $k_v = 25$

$$\Delta p_v = \left(\frac{q_s}{100 \cdot K_{v_s}} \right)^2 = \left(\frac{3866}{100 \cdot 25} \right)^2 = 2.4 \text{ kPa}$$

Dacă $k_v = 16$

$$\Delta p_v = \left(\frac{q_s}{100 \cdot K_{v_s}} \right)^2 = \left(\frac{3866}{100 \cdot 16} \right)^2 = 5.8 \text{ kPa}$$

Vana de comandă are valoarea k_v de 16 și dimensiunea DN 32.

Autoritatea vanei este:

$$a = \frac{\Delta p_v}{\Delta p_v} = \frac{5.8}{5.8} = 1$$

(Porțiunea de circuit cu debit variabil se limitează la conducta de by-pass)

Pasul 3:

Dimensionarea și setarea robinetului de reglaj 1a pe circuitul de alimentare.

Calcularea presiunii diferențiale introdusă de robinet:

$$\Delta p_{SRV1a} = \Delta H - \Delta p_v = 40 - 5.8 = 34.2 \text{ kPa}$$

Calcularea valorii coeficientului k_v :

$$k_{SRV2} = \frac{q_p}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{SRV2}}} = \frac{3866}{100 \cdot \sqrt{34.2}} = 6.6$$

Setarea implicită pentru robinetul de reglaj model 4217 cu dimensiunea DN 40 este 3,0.

Pasul 4:

Dimensionarea și setarea robinetului de reglaj 1b:

Robinetul de reglare 1b trebuie setat pentru o pierdere de presiune nominală de 3 kPa.

$$k_{SRV1b} = \frac{q_s}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{SRV1}}} = \frac{3866}{100 \cdot \sqrt{3}} = 22.3$$

Setarea implicită pentru un robinet de reglaj model 4217 cu dimensiunea DN 40 este 5,8.

Pasul 5:

Dimensionarea conductei de by-pass

By-pass-ul trebuie să poată face față preluării întregului volum de apă al consumatorului.

Circuite hidraulice pentru racorduri fără presiune diferențială în cadrul sistemelor de încălzire

Câteva circuite de comandă nu permit presiunea diferențială la distribuitor. În cazul acestor circuite, trebuie avut în vedere că fiecare consumator are nevoie de propria pompă, chiar și cei cu putere nominală redusă.

Două soluții de bază sunt luate în discuție în cazul circuitelor fără presiune diferențială:

Circuitele hidraulice pentru racorduri fără presiune diferențială (soluțiile a și b) și distribuitorii fără presiune separate hidraulic (schemele c și d).

Practica ne-a arătat că separarea hidraulică a circuitelor de generare și de consum al căldurii poate fi avantajoasă. Utilizarea unui separator hidraulic asigură condiții constante pe partea consumatorului, în ciuda debitelor puternic variabile pe partea de generare a căldurii. Această soluție creează condiții îmbunătățite pentru întregul comportament al sistemului.

a) Circuitul de amestec

Spre deosebire de circuitul de deviere, acest circuit hidraulic lucrează cu un volum de apă variabil pe partea de căldură distribuită și cu un volum constant de agent de încălzire pe circuitul consumatorului. Circuitul de amestec pentru consumator este controlat printr-o temperatură variabilă și de o comandă cu debit constant. Această formă de circuit hidraulic este cel mai răspândit circuit în tehnologia de încălzire deoarece este foarte simplu de realizat.

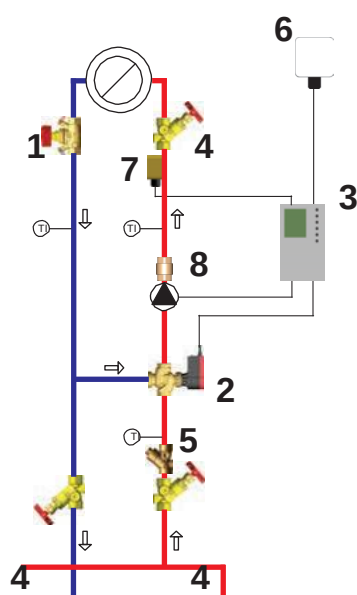


Fig. 6: Circuit de amestec

Poz	Denumire	Nr. articol					
1	Robinet reglaj circuit	4217	4117	4017	4218		
2	Vană cu trei căi cu acționare electrică	4037 7712	2117 7712				
3	Regulator de temperatură	7793					
4	Supapă de izolare	4115	4112	4113	4215	4125	4218
5	Filtru cu sită	4111	2662				
6	Senzor de temperatură	7793					
7	Senzor temperatură exterioară	7793					
8	Supapă de reținere	2622					

Tabelul 6: Circuitul de amestec

Caracteristici: Debitul de apă pe partea de căldură distribuită este variabil, iar pe partea consumatorului este constant. Temperatura căldurii distribuite este variabilă.

Utilizare: Sisteme cu radiatoare, încălzitoare de aer

Beneficii: Control excelent datorită debitului constant la consumator.

Dezavantaje: Temperatura de pe partea de căldură distribuită și de pe partea consumatorului trebuie să fie aproape egală. Aceasta înseamnă că un sistem cu temperatură joasă nu poate fi cuplat la un sistem cu temperatură înaltă. Nu se admite presiune diferențială pe partea de căldură distribuită.

Robinetul de reglaj de pe retur limitează debitul.

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 conductei depinde de materialul și de rugozitatea acesteia, datele fiind preluate din tabelele de valori.

Pasul 1:

Calcularea valorii teoretice a coeficientului k_v pentru vana de comandă: ($\Delta p_{v,\min} = 3 \text{ kPa}$)

$$k_{v,theo} = \frac{q_s}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{v,\min}}} = \frac{860}{100 \cdot \sqrt{3}} = 4.9$$

Pasul 2:

Alegerea valorii k_v pentru tipul respectiv de vană. Vanele 4037 în cauză sunt cele DN 20 cu o valoare a coeficientului k_v de 6,3 și DN 15 cu o valoare a k_v -ului de 4. În mod normal se alege o valoare mai mică a k_v -ului pentru a obține pierderea de presiune necesară.

Dacă $k_v = 6.3$

$$\Delta p_v = \left(\frac{q_s}{100 \cdot K_{v_s}} \right)^2 = \left(\frac{860}{100 \cdot 6.3} \right)^2 = 1.86 \text{ kPa}$$

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

Dacă $k_v = 4.0$

$$\Delta p_v = \left(\frac{q_s}{100 \cdot K_{v_s}} \right)^2 = \left(\frac{860}{100 \cdot 4.0} \right)^2 = 4.62 \text{ kPa}$$

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

Vana de comandă are valoarea k_v de 4,0 și dimensiunea DN15. Circuitul de căldură distribuită conține două robinete de închidere (4115 3/4") și un filtru cu sită (4111, 3/4", mărimea ochiurilor este de 0,75 mm).

Autoritatea vanei 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 din vana de amestec trebuie furnizată suplimentar (asigurată) de pompă.

Pasul 3:

Dimensionarea și setarea robinetului de reglaj a circuitului la 3 kPa.

$$k_{v,SRV} = \frac{q_s}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{SRV}}} = \frac{860}{100 \cdot \sqrt{3}} = 4.9$$

Setarea implicită pentru un robinet de reglaj model 4217 cu dimensiunea DN 20 este 3,7.

b) Circuitul cu dublu amestec

O altă formă a circuitului de amestec este circuitul de amestec cu by-pass fix, care este folosit în situațiile când apar diferențe de temperatură pe circuitul de căldură distribuită și pe circuitul consumatorului. De această dată, by-passul este pe circuitul consumatorului înaintea vanei de comandă, prin care curge o cantitate permanentă de agent de retur, indiferent de setarea vanei cu trei căi. Acest circuit este foarte folosit la încălzirea prin pardoseală și în sisteme cu cazane în condensare, sau cu dispozitive de stocare și distribuție a căldurii.

Circuitele de amestec sunt concepute cu vane cu trei căi și cu racord direct la generatorul de căldură, pe partea de distribuție a căldurii.

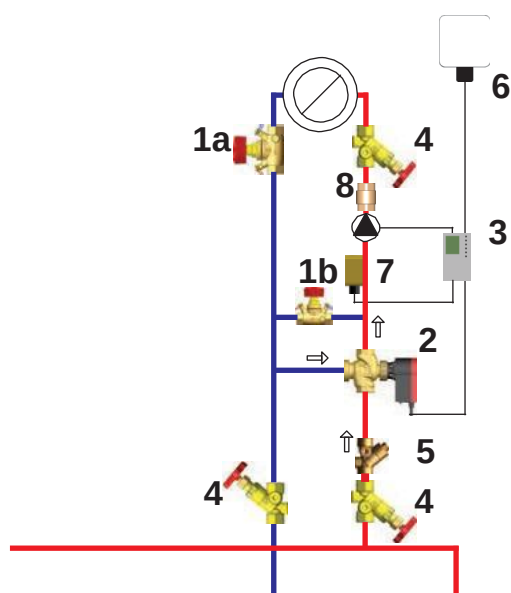


Fig. 7: Circuit cu dublu amestec

Poz	Denumire	Nr. articol					
1	Robinet reglaj circuit	4217	4117	4017	4218		
2	Vană cu trei căi cu acționare electrică	4037 7712	2117 7712				
3	Regulator de temperatură	7793					
4	Supapă de izolare	4115	4112	4113	4215	4125	4218
5	Filtru cu sită	4111	2662				
6	Senzor de temperatură	7793					
7	Senzor temperatură exterioară	7793					
8	Supapă de reținere	2622					

Table 7: Circuit cu dublu amestec

Caracteristici: Volumul de apă pe partea de căldură distribuită este constant, iar pe partea consumatorului este tot constant. Temperatura căldurii distribuite este variabilă.

Utilizare: Încălzire la temperatură joasă cu temperaturi diferite de distribuție a căldurii și la consumator. Adecvat în special pentru sistemele de încălzire în pardoseală din cadrul unui sistem cu temperatură ridicată.

Beneficii: Eficiența supapei de comandă este aproape 1 când este folosită cu distribuție fără presiune sau cu presiune joasă. Poate fi folosit pentru racordare la sisteme de încălzire cu temperatură joasă (ex. 45°C până la 90°C).

Dezavantaje: Temperatura de alimentare pe partea de distribuție a căldurii trebuie să fie mai mare decât temperatura de alimentare pe partea consumatorului. Nu se admite presiune diferențială pe partea de căldură distribuită. Dacă se folosește un distribuitor sub presiune, trebuie să folosiți un circuit de amestec „fără presiune diferențială”.

Exemplu de dimensionare

$Q = 40 \text{ kW}$
 $t_v = 45^\circ\text{C}$
 $t_R = 35^\circ\text{C}$
 $t_p = 70^\circ\text{C}$
 $\Delta p_L = 25 \text{ kPa}$

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

$$= 3600 \cdot \frac{40}{4.19 \cdot (70 - 35)} = 982 \text{ l/h}$$

 Dimensiunea conductei depinde de materialul și de rugozitatea acesteia.

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

$$= 3600 \cdot \frac{40}{4.19 \cdot (45 - 35)} = 3437 \text{ l/h}$$

Pasul 1:

Calcularea valorii teoretice a coeficientului kv pentru vana de comandă:

($\Delta p_{v,min} = 3 \text{ kPa}$)

$$k_{v,theo} = \frac{q_p}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{v,min}}} = \frac{982}{100 \cdot \sqrt{3}} = 5.7$$

Pasul 2:

Alegerea valorii kv_s-ului. Vanele 4037 în cauză sunt cele cu dimensiunea DN 20, cu o valoare a kv_s-ului de 6,3 și DN 15 cu o valoare a kv_s-ului de 4. În mod normal se alege o valoare mai mică a kv_s-ului pentru a obține pierderea de presiune necesară.

Dacă $kv_s = 6,3$

$$\Delta p_v = \left(\frac{q_p}{100 \cdot K_{v_s}} \right)^2 = \left(\frac{982}{100 \cdot 6.3} \right)^2 = 2.4 \text{ kPa}$$

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

Dacă $kv_s = 4.0$

$$\Delta p_v = \left(\frac{q_p}{100 \cdot K_{v_s}} \right)^2 = \left(\frac{982}{100 \cdot 4.0} \right)^2 = 6.0 \text{ kPa}$$

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

Vana de comandă are valoarea kv_s de 4,0 și mărimea DN 15. Autoritatea vanei este:

$$a = \frac{\Delta p_v}{\Delta p_v + \Delta p_{SRV2}} = \frac{6.0}{6.0 + 6.0} = 0.5$$

Pierderea de presiune din vana de amestec trebuie furnizată suplimentar (asigurată) de pompă.

Pasul 3:

Dimensionarea și setarea robinetului de reglaj a circuitului la 3 kPa.

$$k_{v,SRV1a} = \frac{q_s}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{SRV1}}} = \frac{3437}{100 \cdot \sqrt{3}} = 19.8$$

Setarea implicită pentru un robinet de reglaj model 4217 cu DN 40 este 5,3.

Pasul 4:

Dimensionarea by-pass-ului

Debitul pe by-pass se calculează în relația:

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

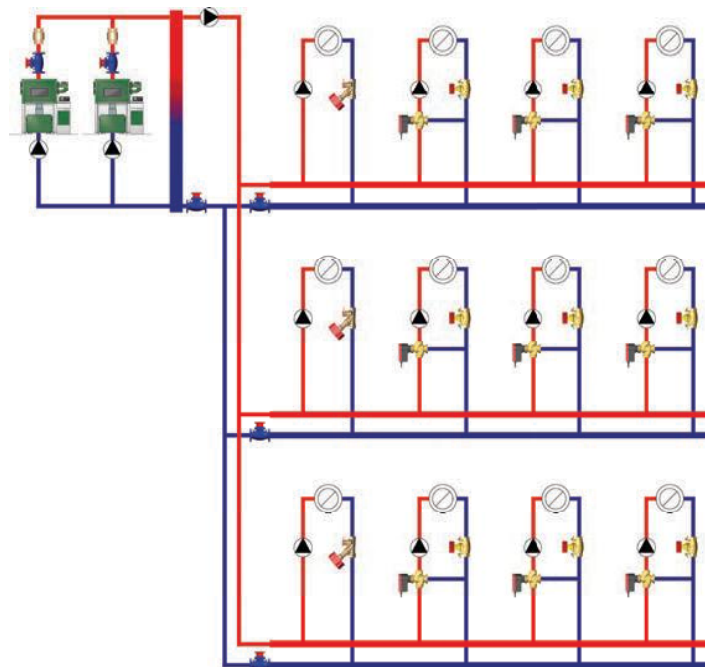
Robinetul de reglaj 1b trebuie setat pentru o pierdere egală cu cea a vanei de comandă (7,6 kPa)

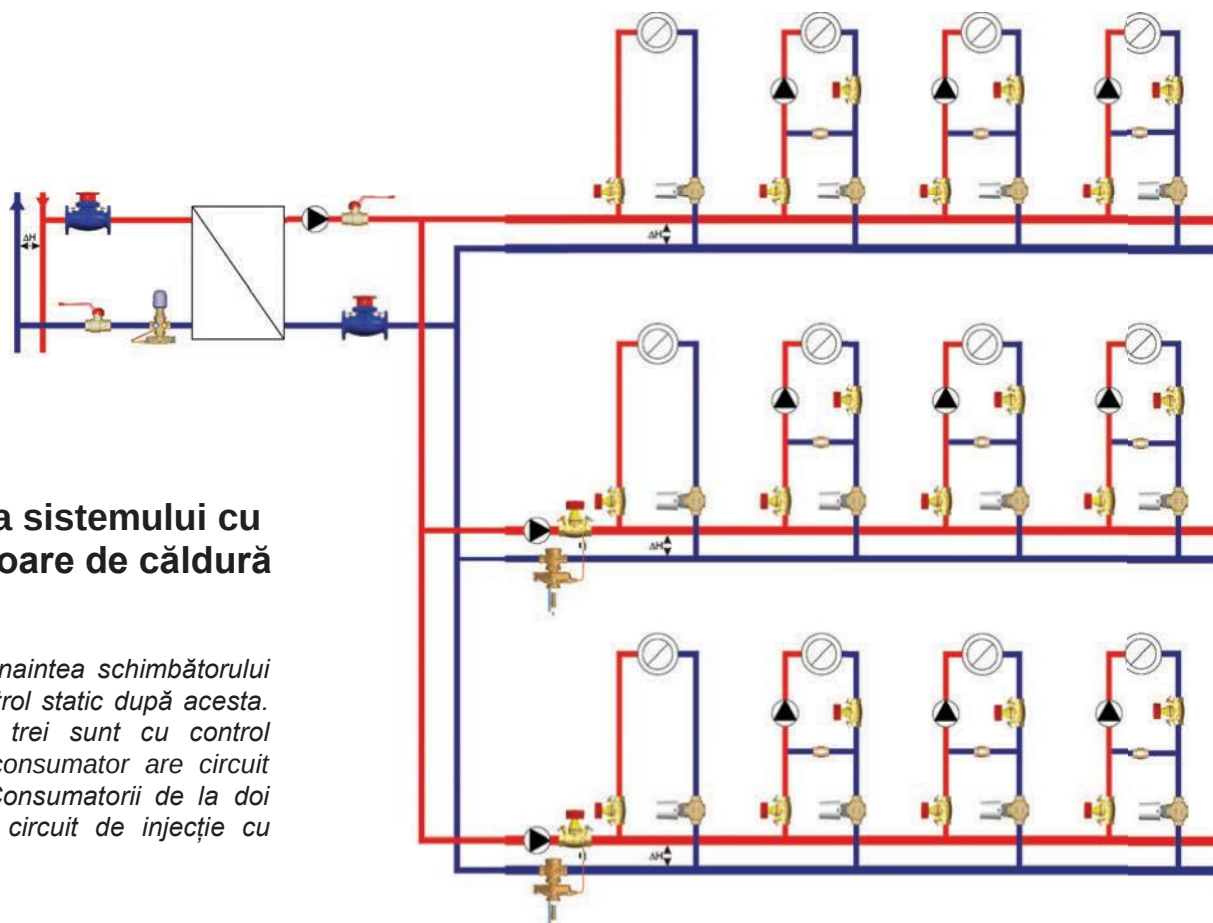
$$k_{v,SRV1b} = \frac{q_{Bypass}}{100 \cdot \sqrt{\Delta p_{SRV2}}} = \frac{2455}{100 \cdot \sqrt{6.0}} = 10.0$$

Setarea implicită pentru un robinet de reglaj model 4217 cu DN 32 este 4,0.

c) Sisteme de încălzire cu separator hidraulic

Generatoarele de căldură din circuit sunt legate în paralel. Se face un reglaj static al circuitelor. Primul consumator se află pe circuitul cu reglaj static (fix), iar consumatorii de la doi până la patru se află pe circuitele de amestec.





d) Separarea sistemului cu schimbătoare de căldură

Control automat înaintea schimbătorului de căldură și control static după acesta. Circuitele doi și trei sunt cu control dinamic. Primul consumator are circuit de ștrangulare. Consumatorii de la doi până la patru au circuit de injecție cu vană cu două căi.

Bibliografie & lista de scheme

OENORM H 5142, Echipamente tehnice pentru clădiri; circuite hidraulice pentru instalațiile de încălzire, 1990.

VDI 2073, Circuite hidraulice pentru sisteme de încălzire, ventilație și aer condiționat (HVAC), 1999.

Circuite de comandă și hidraulice pentru sistemele de încălzire și ventilare, VDI Verlag, 3.9.-4.9.1992.

Roos, H., Hidraulică pentru sisteme de apă caldă, Oldenbourg Verlag Munich, 1999.

Fig. 1: Selectare rapidă	7
Fig. 2: Circuit de ștrangulare	8
Fig. 3: Circuit de deviere	10
Fig. 4: Circuit de injecție cu vană cu 2 căi	12
Fig. 5: Circuit de injecție cu vană cu 3 căi	14
Fig. 6: Circuit de amestec.....	16
Fig. 7: Circuit cu dublu amestec.....	18
Tabelul 1: Prezentarea circuitelor	6
Tabelul 2: Circuit de ștrangulare.....	8
Tabelul 3: Circuit de deviere.....	10
Tabelul 4: Circuit de injecție cu vană cu 2 căi.....	12
Tabelul 5: Circuit de injecție cu vană cu 3 căi.....	14
Tabelul 6: Circuit de amestec.....	16
Tabelul 7: Circuit cu dublu amestec.....	18

Această broșură are doar scop informativ. Ea conține doar recomandări făcute de HERZ-Armaturen Ges.m.b.H și nu implică vreo garanție din partea firmei. Nu ne asumăm nicio răspundere pentru acuratețea informațiilor furnizate.

Această broșură va fi utilizată doar în scop orientativ. Ne rezervăm dreptul de a face modificări în cazul îmbunătățirilor tehnice. Ilustrațiile vor fi considerate reprezentări simbolice și, astfel, diferă vizual de produsele reale. Orice variație de culoare depinde de tehnologia de tipărire utilizată. De asemenea, produsele variază în funcție de țară. Ne rezervăm dreptul de a aduce modificări la specificațiile și funcțiile tehnice. Pentru alte întrebări vă rugăm să contactați cea mai apropiată filială HERZ.

HERZ Armaturen România SRL

Electromagnetica Business Park
Calea Rahovei nr.266-268, Corp 61, Etaj 3
Cam 24-26, sector 5, București
Tel.: +40 (0)21 456 10 66, Fax: +40 (0)21 456 10 68
E-Mail: vanzari@herz-romania.ro

HERZ Armaturen GmbH
Richard-Strauss-Str. 22, A-1230 Vienna
Tel.: +43 (0)1 616 26 31-0, Fax: +43 (0)1 616 26 31-27
E-Mail: office@herz.eu

www.herz-romania.ro

