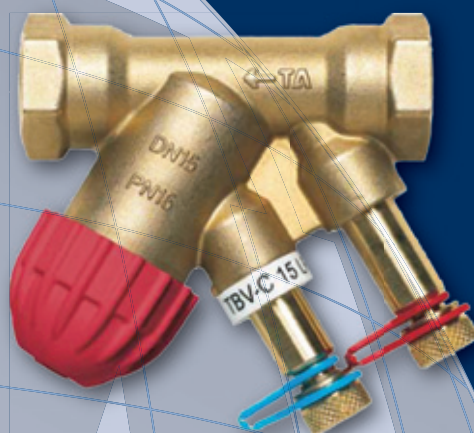
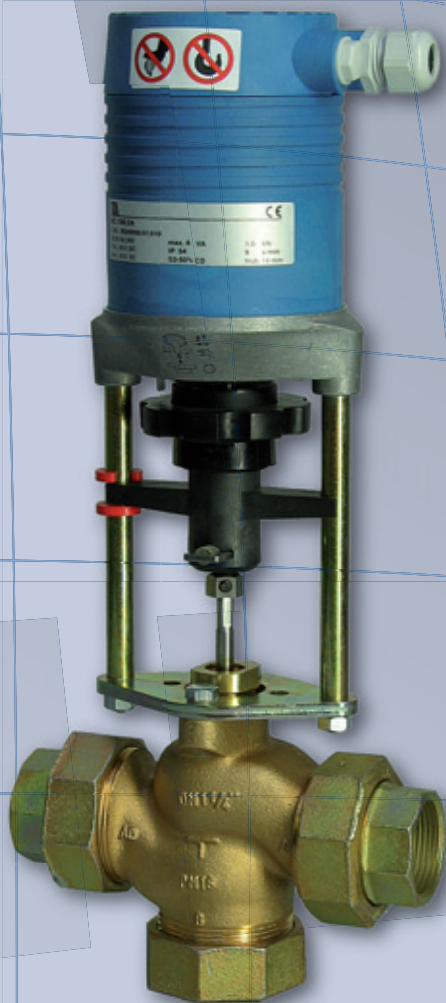


Správná volba

2006



TA

+

Heimeier

Pojištění Vaší profesionální reputace

IMI
IMI INTERNATIONAL

a subsidiary of IMI plc.



dceřinná společnost IMI plc

Central Trade Park – D1 č.p. 1573
P.O. BOX 75
CZ – 396 01 Humpolec
Tel: +420 565 533 604
Fax: +420 565 533 912
mail: info@imi-international.cz
<http://www.imi-international.cz>

Radim Hečko

správná volba 2006

1. vydání

Obsah

Obsah	2
Úvod	3
1. Novinky v sortimentu IMI International	4
1.1. Adaptér E-PRO	4
1.2. Nový TBV-C NF (LF).....	6
1.3. Regulační ventily TA	7
1.3.1. CV 216/316 Z	7
1.3.2. CV 216/316 RGA	8
1.3.3. CV 216/316 GG	9
1.3.4. CV 225/325, 240/340 S, 240/340 E	10
2. Inteligentní připojení fan-coilů v otopných a chladicích soustavách	11
2.1. Základní definice	11
2.2. Výkonová charakteristika FC	11
2.2.1. Chladicí provoz	11
2.2.2. Vytápěcí provoz	12
2.3. Koncepce IMI pro zapojení FC v soustavách HVAC	13
2.3.1. Princip funkce STAD + STAP	14
2.3.2. Vyvážení okruhu	14
2.3.3. Diagnostika okruhu v případě podprůtoku	14
2.3.4. Diagnostika v praxi	15
3. Praktické příklady zapojení s dvoucestnými a třicestnými regulačními ventily TA	16
3.1. Definice základních pojmů	16
3.1.1. DN jmenovitá světlost	16
3.1.2. PN tlaková třída	16
3.1.3. Zdvih	16
3.1.4. Regulační poměr	16
3.1.5. Netěsnost	16
3.1.6. Hodnota Kvs	17
3.1.7. Hodnota Kv	17
3.1.8. Autorita ventilu	17
3.1.9. Kavitace	17
3.1.10. Uzavírací tlak pohonu	17
3.2. Zapojení s dvoucestným regulačním ventilem – příklady	18
3.2.1. Regulace spotřebiče dvoucestným regulačním ventilem.....	18
3.2.2. Regulace spotřebiče dvoucestným regulačním ventilem s regulátorem tlakové diference	22
3.2.3. Regulace spotřebiče dvoucestným regulačním ventilem s havarijní funkcí	26
3.3. Zapojení s třicestnými regulačními ventily – příklady.....	27
3.3.1. Regulace spotřebiče třicestným směšovací ventilem.....	27
3.3.2. Regulace spotřebiče třicestným směšovací ventilem v rozdělovací funkci	31
4. Seznam certifikovaných partnerů pro vyvažování pro rok 2006	35

Úvod

Vážené kolegyně, vážení kolegové,

v rukou držíte již sedmé pokračování sborníku s názvem „Správná volba 2006“, který byl vydán u příležitosti uspořádání stejnojmenných odborných seminářů společnosti IMI International v roce 2006.

Tento sborník je určen projektantům, investorům, technickým i montážním pracovníkům, ale i dalším zájemcům z oblastí vytápění a chlazení.

Témata předchozích sborníků byla zaměřena na nejčastější problémy v dnešních otopných a chladicích soustavách, ekonomiku provozu a základní výpočty vyvažovacích armatur, regulátorů tlakové difference, termostatických ventilů a správné zapojení a návrh v praxi nejčastěji používaných regulačních uzlů.

Sborník „Správná volba 2006“ je zaměřen na regulaci výměníků vzduchotechnických jednotek regulačními ventily Tour & Andersson a také na optimální regulaci fan-coilů pro moderní vytápění a chlazení administrativních budov. Ve druhé části jsou zpracovány příklady výpočtu a návrhu regulačních ventilů TA s vazbou na návrh elektropohonů, regulátorů tlakové difference a vyvažovacích ventilů.

Jeho úkolem je také představit novinky roku 2006 v sortimentu firem Heimeier a Tour & Andersson a seznámit účastníky seminářů s možnostmi jejich aplikací v běžné projekční a montážní praxi. Na konci tohoto sborníku pak naleznete aktuální seznam Certifikovaných partnerů pro vyvažování pro rok 2006.

Doufáme, že Vám tento sborník přednášek bude nápomocen při řešení každodenních profesních problémů a najdete v něm odpovědi na často kladené otázky.

Jsem si vědom toho, že i při největší snaze kontroly všech dat a výpočtů se může v těchto skriptech objevit chyba. Uvítám jakékoli podněty k doplnění popřípadě opravě, které mohou být zpracovány do dalších skript v následujících letech.

Humpolec, duben 2006

Radim Hečko

1. Novinky v sortimentu IMI International

Nové trendy v oblasti vytápění a chlazení jsou především odrazem touhy nás všech po stále větším komfortu s plně automatizovaným provozem. Naší společnou snahou je také ušetřit co nejvíce energie za provoz a v důsledku i finanční náklady. Výsledkem těchto našich snah je také šetřit společné životní prostředí. Nové trendy se také odrážejí v inovacích produktů firem Heimeier a TA.

1.1 Adaptér E – PRO



Úspory tepelné energie jsou hlavním tématem každého z nás, přesto je denně plýtváno značným množstvím energie.

Heimeier představuje novou vizi programovatelného termostatu, který je ukryt v adaptéru E-PRO :

- Adaptér lze použít v kombinaci s termostatickými hlavicemi Heimeier typ K, D, DX a WK. Je určen pro nové aplikace i pro renovace.
- Bez LCD – snadné zjištění aktuálního provozního stavu E-PRO
- Automatická identifikace otevřeného okna
- Jednoduché programování
- Denní a týdenní program

Naučte E - PRO vašim zvykům

Denně vykonáváme mnoho činností opakovaně a jsou již takovou rutinou, že si to možná ani neuvědomujeme. Denně otáčíme termostatickými hlavicemi v ložnici, dětském pokoji atd., abychom ušetřili finanční prostředky na vytápění. Tuto rutinu zvládne za Vás nový adaptér E-PRO. Při odchodu z domova místo stažení hlavice na značku 2 stiskněte modré tlačítko a E-PRO automaticky sníží teplotu v místnosti o 4K. Po příchodu opět stiskněte červené tlačítko a E-PRO zapne komfortní režim. Celkem lze denně zaznamenat 4 změny. E-PRO si pamatuje každou změnu v reálném čase a následující den již pracuje za Vás. To je vše, žádné složité programování s LCD .

E - PRO zajistí tepelný komfort před vaším příchodem

Začátek komfortního režimu začíná 30 minut v předstihu než je Vámi uložený čas v paměti adaptéru. Váš byt bude příjemně vytopen i přesto, že jste celý den šetřili tepelnou energii.

Zvolte si časový režim

E-PRO lze provozovat v denním nebo týdenní režimu. Denní režim je postačující pro denně užívané místnosti např. ložnice, koupelna. Týdenní režim je vhodný pro dětské pokoje, kanceláře a specificky používané místnosti. Přepínač je ukryt pod krytem E-PRO.

Automatické rozpoznání otevřeného okna

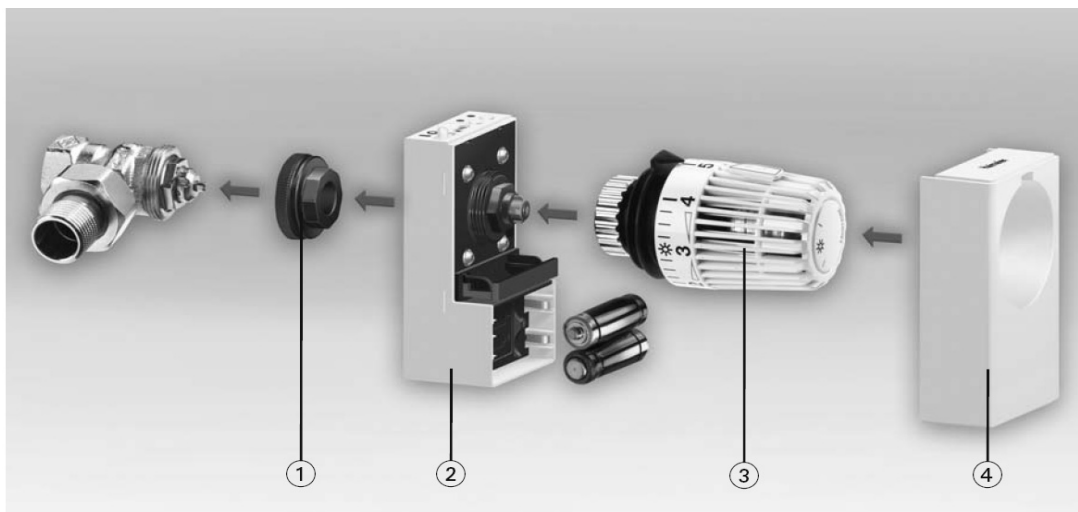
E-PRO rozpozná otevřené okno a rychlé ochlazování místnosti. Automaticky přepne na tlumený provoz, aby nedocházelo k plýtvání tepelné energie. Po uzavření okna přepne na komfortní provoz.

Provoz bez regulace

Adaptér lze kdykoli vypnout. V takovém případě je zachována plná funkčnost osazené termostatické hlavice. Napájení je zajištěno dvěma tužkovými bateriemi s životností min. 5 let. Baterie jsou využívány pouze krátkou dobu v době přechodu na jiný režim vytápění. Nízká kapacita je indikována v předstihu blikáním kontrolní LED.

Montáž

Adaptér E-PRO se instaluje mezi ventil a termostatickou hlavici. Je určen pro všechny termostatické hlavice a ventily Heimeier typu K, D, DX a WK. Instalace je možná také na všechny desková otopná tělesa s integrovanou vložkou Heimeier. Montáž je velice snadná a rychlá. E-PRO lze osadit i na stávající ventily – vaši stávající termostatickou hlavici můžete používat nadále.



Obr. 1.1 Schéma montáže adaptéru E-PRO na radiátorový ventil Heimeier

Legenda :

- ① Spojovací díl mezi E-PRO a ventilem
- ② Adaptér E-PRO
- ③ Termostatická hlavice K
- ④ Kryt adaptéru E-PRO

1.2 Nový TBV - C NF (LF)



Obr. 1.2 TBV-C NF (LF)

Nový vyvažovací a regulační ventil TBV-C je určen pro koncová zařízení v soustavách vytápění a chlazení např.:

- fan-coily – podokenní a vestavěné provedení
- stropní kazetové jednotky pro ohřev a chlazení vzduchu
- ohřívače a chladiče vzduchu
- okruhy podlahového nebo stěnového vytápění
- teplotní oblast použití $-20/+120^{\circ}\text{C}$, PN 16

Ventil TBV-C v sobě sdružuje funkce 3 ventilů : uzavírací, vyvažovací a regulační
Nabízí následující funkce :

- uzavírání
- přednastavení průtoku
- měření průtoku, teplot a tlaků
- regulaci průtoku elektrickým pohonem

Osazením TBV-C se značně zrychlí montáž a na pouhých 91 mm je vyřešeno vyvážení a regulace průtoku spotřebičem.



Obr. 1.3 TBV-C řez ventilem

Nový TBV-C je k dispozici ve dvou provedeních :

DN 15 **LF** : Kv 0,05 – 0,90 – verze se sníženým průtokem

DN 15 **NF** : Kv 0,22 – 1,80 – verze s normálním průtokem

DN 20 **NF** : Kv 0,40 – 3,40 – verze s normálním průtokem

Regulační lineární charakteristika je určena pro řízení elektrickými pohony Heimeier s přípojovacím závitem M 30x1,5 :

- EMO-T – dvoubodové řízení ON/OFF
- EMO-3 – třibodové řízení
- EMO-1 – proporcionální řízení
- EMO-EIB – proporcionální řízení v systémech řízení EIB
- EMO-LON – proporcionální řízení v systémech řízení LON

Zdvih kuželky je 3 mm a je zachován v celém rozsahu přednastavení. Přednastavení se provádí ergonomicky tvarovanou hlavicí. Praktické použití v praxi je probráno v následující kapitole „ Inteligentní připojení fan-coilů v soustavách vytápění a chlazení“.



Obr. 1.4 Nastavovací hlavice TBV-C

1.3 Regulační ventily TA

1.3.1 CV 216/316 Z – zónový regulační ventil



Regulační dvoucestný ventil CV 216 Z



Regulační třícestný ventil CV 316 Z

Regulační ventily CV 216/316 Z jsou určeny k regulaci menších spotřebičů. Dimenze ventilu DN 15 je k dispozici se širokým rozsahem hodnot Kv 0,16 – 4.

Regulační charakteristika : A-AB – rovnoprocentní, B-AB - lineární

Elektrický pohon MC 25 s uzavírací silou 250 N je dostatečně silný pro uzavírání diferenčních tlaků od 100 – 1000 kPa.

MC 25 lze řídit regulátory s třibodovým nebo proporcionálním výstupem. Rychlost pohonu je standardně z výroby nastavena na 65 s a lze ji změnit interním přepínačem na 115 s.

Ventil je dodáván standardně se závitovým připojením. Jako příslušenství lze volit připojení pro pájení.

Typ		MC 25/24	MC 25/230	MC 25Y
Čas přestavění ¹⁾	s/mm	13 * 7,5	13 * 7,5	13 * 7,5
Uzavírací síla	kN	0,25	0,25	0,25
Zdvih	mm	9	9	5,5 nebo 8
Napájecí napětí	VAC	24 ±10%	230 +6% -10%	24 ±10%
Frekvence	Hz	50/60 ±5%	50/60 ±5%	50/60 ±5%
Příkon	VA	2,5	5,5	2,5
Vstupní signál ²⁾		3-bodový	3-bodový	0(2)...10 VDC 70 kOhm
Hystereze	V	0,3	0,3	0,3

Obr. 1.5 Charakteristické vlastnosti pohonu MC 25

1.3.2 CV 216/316 RGA



Regulační dvoucestný ventil CV 216 RGA



Regulační třícestný ventil CV 316 RGA

Regulační ventily CV 216/316 RGA jsou k dispozici v dimenzích DN 15 - 50 se širokým rozsahem hodnot Kv 0,63 - 40.

Regulační charakteristika : A-AB – rovno procentní, B-AB - lineární

V nabídce jsou také nestandardní hodnoty Kv pro optimální volbu regulačního ventilu : Kv 1,25 / 5 / 8 / 12,5 / 20 a 31,5.

Umožňují osazení pohony MC 55 (600 N), MC 100 (1000N) a MC 160 (1600N) . Nabídka silných pohonů umožňuje uzavírat tlaky od 150 – 1600 kPa.

Pohony MC 100 a 160 jsou univerzální a umožňují řízení tříbodové nebo proporcionální přepnutí spínače pod krytem pohonu.

Ventil je dodáván standardně se závitovým připojením.

Varianty provedení :

- Krytí IP 65
- Napájení 1150 VAC
- Doplnění koncových bezpotenciálních spínačů
- Výstupní proudový signál
- Nerezové nosné tyče pohonu pro agresivní prostředí
- Speciální epoxidový lak ventilu odolný kondenzaci
- Tlakově vyvážená kuželka

1.3.3 CV 216/316 GG



Regulační dvoucestný ventil CV 216 GG



Regulační třícestný ventil CV 316 GG

Regulační ventily CV 216/316 GG jsou k dispozici v provedení :

PN 6 DN 15 – 100, Kv 0,63 - 160

PN 16 DN 15 – 150, Kv 0,63 - 315

Regulační charakteristika : A-AB – rovnoprocentní, B-AB - lineární

V nabídce jsou také nestandardní hodnoty Kv pro optimální volbu regulačního ventilu :
Kv 1,25 / 5 / 8 / 12,5 / 20 a 31,5.

Umožňují osazení pohony :

MC 55 (600 N), MC 100 (1000N), MC 160 (1600N), MC 250 (2500N), MC 500 (5000N)
a MC 1000 (10 000 N). Nabídka silných pohonů umožňuje uzavírat tlaky
od 150 – 1600 kPa.

Pohony MC 100, 160, 250 a 500 jsou univerzální a umožňují řízení třibodové nebo
proporcionální přepnutím spínače pod krytem pohonu.

Ventil je dodáván standardně jako přírubový.

Varianty provedení :

- Krytí IP 65
- Bezsilikonové provedení pro automobilový průmysl
- Kuželka z CrNi oceli 1.4305
- Těsnění FKM pro minerální oleje

1.3.4 CV 225/325, CV 240/340 S, CV 240/340 E



Oblast použití :

pro regulaci chladicí a topné vody s max. 50% nemrznoucích a antikoročních přísad : glykol, ethyl alkohol glykol, mono ethyl alkohol. , ethyl, methyl alkohol, glycerín, antifrogen, média na bázi minerálních olejů, pára, olej.

Provedení S : ocelolitina 1.0619+N

Provedení E : nerezová ocel CrNi 1.4408

Regulační ventily jsou k dispozici v těchto provedeních:

CV 216	PN 16 DN 125 - 300, Kvs 125 - 1250
CV 316	PN 16 DN 15 - 300, Kvs 2,5 - 1250
CV 225	PN 25 DN 15 - 300, Kvs 0,16 - 1250
CV 325	PN 25 DN 15 - 300, Kvs 2,5 - 1250
CV 240S	PN 40 DN 15 - 300, Kvs 0,16 - 1250
CV 340S	PN 40 DN 15 - 300, Kvs 2,5 - 1250
CV 240E	PN 40 DN 15 - 300, Kvs 0,16 - 1250
CV 340E	PN 40 DN 15 - 300, Kvs 2,5 - 1250

Regulační charakteristika : A-AB – rovno procentní, B-AB - lineární

Umožňují osazení pohonů :

MC 103 (1000 N), MC 163 (1600N), MC 253 (2500N), MC 403 (4000N), MC 503 (5000N) a MC 1003 (10 000 N), MC 1503 (15 000 N).

Nabídka silných pohonů umožňuje uzavírat tlaky až do 4 000 kPa.

Pohony jsou univerzální a umožňují řízení třibodové nebo proporcionální přepnutím spínače pod krytem pohonu.

2 Inteligentní připojení fan-coilů v otopných a chladících soustavách

2.1 Základní definice

Současné požadavky na tepelnou pohodu v nových objektech kladou vysoké nároky na soustavy vytápění a chlazení. Standardní otopná tělesa jsou v moderních administrativních budovách nahrazovány tzv. fan-coily (dále jako FC), které zajišťují vytápění i chlazení interiéru a umožňují celoroční provoz.

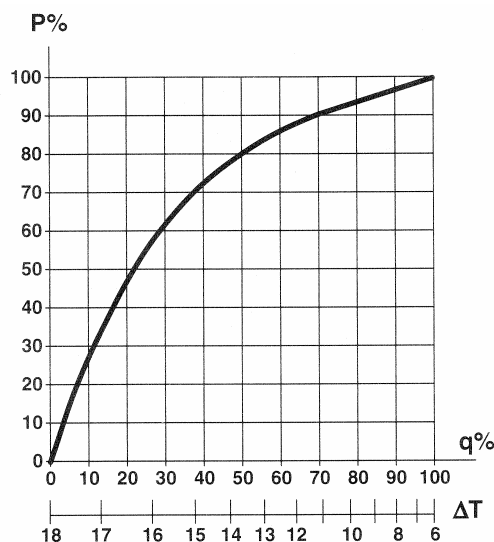
Fan-coil je zařízení skládající se z výměníku pro vytápění a/nebo výměníku chlazení. Výměník je tvořen lamelami nasazenými nejčastěji na měděné trubce. Průtok vzduchu zajišťuje ventilátor s měnitelnými otáčkami. Vše je ukryto pod kompaktním krytem nebo jsou zakryty interiérovými prvky. V místnosti je umístěn prostorový termostat s přepínačem otáček ventilátoru.

Výměníky pro vytápění nebo chlazení jsou ukončeny volnými vývody pro napojení armatur regulujících dodávku topné nebo chladící vody. Používá se nejčastěji zapojení s dvoucestnými ventily, popřípadě s třícestnými ventily s rozdělovací funkcí. Ovládání regulačních ventilů je nejčastěji provedeno termickými pohony např. EMO-T, které jsou pro řízení FC dostačující.

2.2 Výkonová charakteristika FC

Každý spotřebič má výkonovou charakteristiku, která udává závislost průtoku teplotnosné látky a výkonu. V případě výměníků voda/vzduch, odpovídající konstrukci FC, není tato charakteristika lineární. V praxi to znamená, že pokud snížíme o 50 % průtok nedojde ke 50% snížení výkonu.

2.2.1 Chladící provoz



Znázorněná charakteristika FC vyjadřuje nelineární závislost průtoku a výkonu. Soustavy chlazení jsou provozovány nejčastěji s teplotním spádem 6/12°C. FC bude s tímto teplotním spádem provozováno pouze při projektem daných návrhových podmínkách. V provozu bude tento teplotní spád ovlivněn teplotou vzduchu vstupujícího do FC a průtočným množstvím teplotnosné látky a požadovanou teplotou v místnosti.

Při velmi malém zatížení může být teplota zpátečky shodná s teplotou vstupujícího vzduchu, např. $\Delta T = 24 - 6 = 18 \text{ }^\circ\text{C}$. Vzestup teplotního rozdílu mezi teplotou přívodu a zpátečky z FC je patrný z grafu.

Graf charakteristiky FC-CHL pro podmínky :

$$\Delta t_{chl} = 6/12 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_{ie} = 24/16 \text{ }^\circ\text{C}$$

V oblasti sníženého výkonu FC je závislost průtoku na výkonu v poměru cca 1:3. V praxi to znamená, že průtočné množství 1 l/h odpovídá výkonu cca 20,9 W. Každé zvýšení průtoku o 1% zvýší výkon cca o 3%.

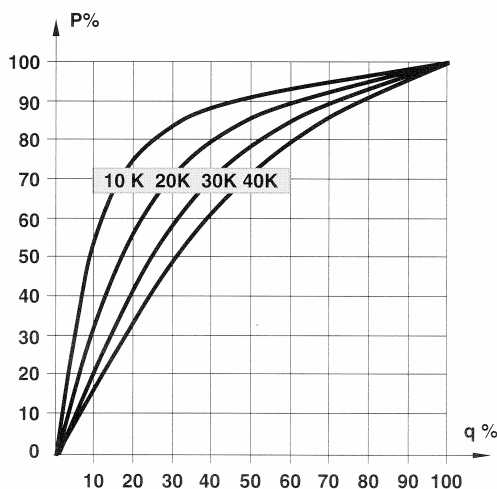
Pokud požadujeme regulaci FC v této oblasti je nutno používat proporcionální pohony (EMO 1, EMO-EIB a EMO-LON) a regulační ventil, který má zachován při každém přednastavení plný zdvih (např. TBV-C LF-NF, V exakt). Při návrhu radiátorového ventilu V exakt je nutno počítat s hodnotami Kvs nikoli Kv2, které jsou určeny pro návrh ventilu pro provoz s termostatickou hlavíci.

Pro provoz FC v oblasti maximálního výkonu, kdy jsou téměř dosaženy provozní podmínky odpovídající projektovaným parametrům je závislost výkonu na průtoku opačná než v oblasti malého výkonu. Průtočné množství 1 l/h odpovídá výkonu cca 7 W, tj. každé zvýšení průtoku o 1% způsobí zvýšení výkonu o cca 0,18%.



Pro provoz FC je nutno zajistit požadované průtočné množství odpovídající výkonu FC. Ventil TBV-C zajistí změření průtoku, přednastavení, regulaci průtoku elektropohonem a vyvážení soustavy. Kompaktní rozměry umožní instalaci i ve velmi stísněném prostoru. Řízení TBV-C elektrotermickým pohonem EMO-T je pro FC zcela dostačující.

2.2.2 Vytápěcí provoz



Provoz FC v režimu vytápění je z hlediska výkonové charakteristiky velmi obdobný. Z grafu je patrné, že je křivka závislosti jiná pro různé teplotní spády teplotnosné látky. Při větších teplotních spádech se závislost průtoku a výkonu přibližuje lineární křivce. Vezmeme-li v úvahu, že nejčastěji jsou voleny spády mezi 10-20°C je pak provoz FC obdobný jako u chlazení.

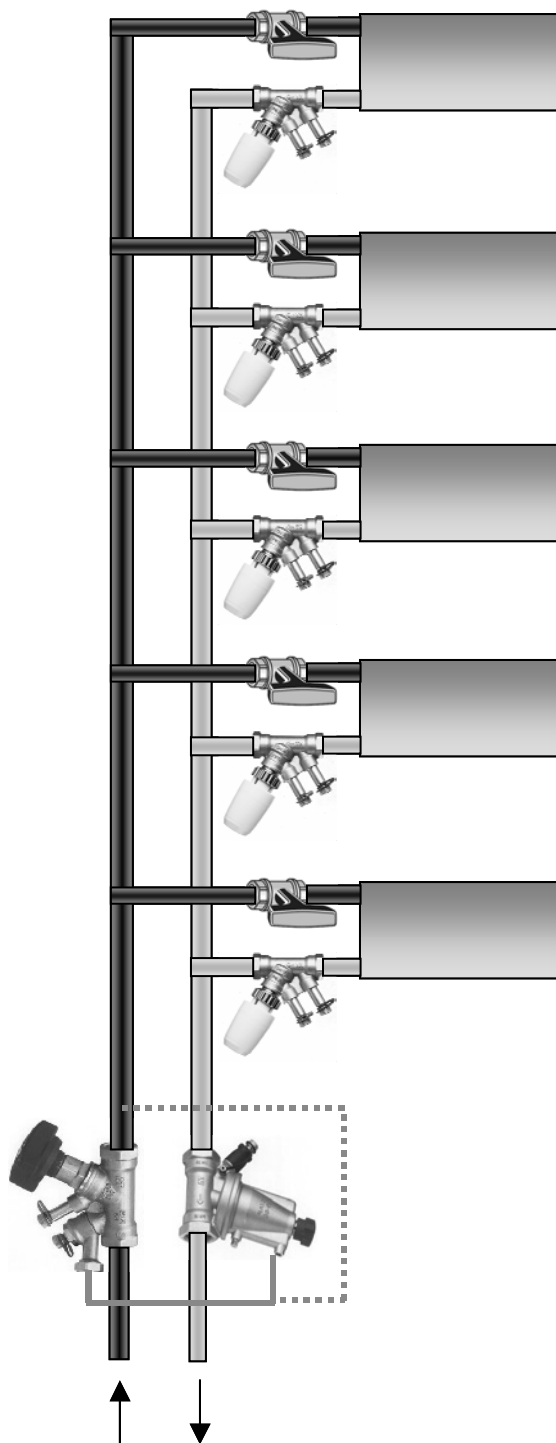
Graf charakteristiky FC-ÚT pro podmínky :
 $t_s = 90^\circ\text{C}$
 $t_i = 20^\circ\text{C}$

Inteligentní připojení FC :

Z pohledu správného vyvážení soustavy doporučujeme osazení ventilem TBV-C, který umožní měření průtoku. V případě špatné funkce FC nebo stížnosti uživatelů lze velmi rychle a efektivně změřit průtok a zjistit co je příčinou poruch. TBV-C zajistí omezení průtoku správným nastavením přednastavení bez vlivu na plný zdvih regulační kuželky. Nadprůtoky způsobené uzavíráním dalších FC napojených na společné potrubí jsou v běžném provozu cca 6-9% a nezpůsobují žádné dramatické zvýšení výkonu ostatních FC ani podprůtoky.

Omezovače průtoku řeší pouze nadprůtok FC (cca 2% výkonu) z tohoto pohledu jsou pro FC nedostačující. Neumožňují měření potřebných dat a provést diagnostiku soustavy a FC.

2.3 Koncepte IMI pro zapojení FC v soustavách HVAC



Zapojení FC (popřípadě jiných obdobných zařízení) dle obrázku má řadu výhod a umožňuje kompletní proměření všech částí a úplnou diagnostiku celé soustavy v případě nedostatečného průtoku do kterékoliv jeho části.

Popis zapojení FC:

FC je na přívodu osazen kulovým kohoutem a na zpáteče ventilem TBV-C :

- možnost uzavřít přívod i zpátečku
- měření průtoku do FC
- přednastavení maximálního průtoku
- regulace průtoku elektropohonem
- vypouštění FC
- měření dispozičního tlaku před FC
- měření tlakové ztráty TBV-C
- měření teploty teplotonosné látky

Popis zapojení okruhu s FC:

Na přívodu je osazen vyvažovací ventil STAD (STAF) a na zpáteče regulátor tlakové diference STAP (STAP-F) :

- měření průtoku do okruhu
- přednastavení maximálního průtoku
- nastavení konstantního dispozičního tlaku pro okruh (max. tlakové ztráty)
- možnost uzavřít přívod i zpátečku
- vypouštění
- měření dispozičního tlaku před okruhem
- měření teploty teplotonosné látky v přívodním i vratném potrubí
- provoz okruhu bez vlivu na uzavírání ostatních větví

Pozn. Zapojení kapiláry lze provést dvěma způsoby :

- před STAD : tlakovou ztrátu STADu je nutno započítat do tlakové ztráty okruhu
- za STAD : tlaková ztráta STADu nemá vliv na tlakovou ztrátu okruhu. Přebytečný dispoziční tlak je seškrácen na vyvažovacím ventilu STAD a tím je umožněno, aby STAP pracoval s maximálním zdvihem kuželky.

2.3.1 Princip funkce dvojice STAD + STAP

Použití kombinace ventilů TA STAD + STAP umožňuje provoz okruhu se spotřebiči nezávisle na ostatních okruzích a jsou měřícím bodem na začátku okruhu.

V současné době je stále více žádoucí postupné uvádění do provozu, především v administrativních budovách, již instalovaných částí soustavy v jednotlivých podlažích. Je nutno provést tlakové zkoušky jednotlivých okruhů a zajistit jejich provoz bez závislosti na ostatních okruzích, které nejsou ještě instalovány.



Regulátor tlakové difference STAP zajistí nastavení požadované tlakové difference pro okruh spotřebičů odpovídající jeho skutečné tlakové ztrátě. Svou konstrukcí STAP neumožní zvýšení průtoku do větve, protože nadprůtok vyvolá zvýšení tlakové ztráty okruhu nad hodnotu, která je nastavena na STAPu. Zvýšení tlakové ztráty má za následek omezení průtoku STAPem. Nadprůtok okruhem je tedy vyloučen. Regulátor tlakové difference STAP omezuje také maximální přípustný tlak pro TBV-C. Příliš vysoký dispoziční tlak může způsobit hluk v potrubí i na regulačních ventilech.

Průtok do okruhu se nastaví na vyvažovacím ventilu STAD a provede se blokáce přednastavení. Vyvažovací ventil STAD i nadále slouží jako uzavírací ventil. Přednastavením je omezen zdvih kuželky.

2.3.2 Hydronické vyvážení okruhu

Koncepce IMI umožňuje proměření průtoku každým FC na vyvažovacím a regulačním ventilu TBV-C. Měření průtoku na TBV-C není nutno provádět na každém FC, zejména ve větších budovách s několika set kusy by tyto činnosti byla časově náročná.

U rozsáhlejších budov postupujeme jako u obytných budov s otopnými tělesy. Přednastavíme TBV-C dle projektové dokumentace (obdobně jako V exakt na otopném tělese) a provedeme seřízení průtoku do okruhu vyvažovacím ventilem STAD a následně nastavíme regulátor tlakové difference STAP.



2.3.3 Diagnostika okruhu v případě podprůtoku

Rychlá montáž a souběh několika profesí najednou má za následek, že při realizaci dochází ke střetům jednotlivých vedení a je nutno na místě provést úpravy, které nejsou zachyceny v projektu. Zpravidla ustoupí topenář, kterému to vždy bude „nějak“ topit, přece má v kotelně čerpadlo. Důsledkem těchto změn je větší množství kolen, oblouků a trubek, které mají za následek zvýšení tlakové ztráty soustavy někdy i nad možnosti projektem navrženého čerpadla.

Soustava vytápění nebo chlazení se stává nefunkční a je potřeba ji uvést do provozu schopného stavu a zjistit podmínky, za kterých bude plně funkční a zda je stávající čerpadlo vyhovující či nikoliv. Častým problémem je ucpání potrubí nečistotami: kousky cihel, omítka, minerální vlna, kousky polystyrénu nebo dřeva, plastové PET láhve, víčka atd. v těchto případech je nezbytná **diagnostika soustavy**.



Diagnostikou soustavy se rozumí měření průtoků, statických a dynamických tlaků a teplot na vyvažovacích ventilech. Měření poskytnou potřebná data pro další výpočty a zjištění skutečného technického stavu soustavy a návrhu dalších opatření. Bez vyvažovacích ventilů nelze provádět diagnostiku soustavy !!!

2.3.4 Diagnostika v praxi

Měření na TBV-C :

- skutečný průtok FC
- tlaková ztráta TBV-C
- dispoziční tlak v místě napojení FC na hlavní potrubí okruhu

Dle průtoku vypočteme tlakovou ztrátu potrubí a výměníku FC.

Měření na STAD :

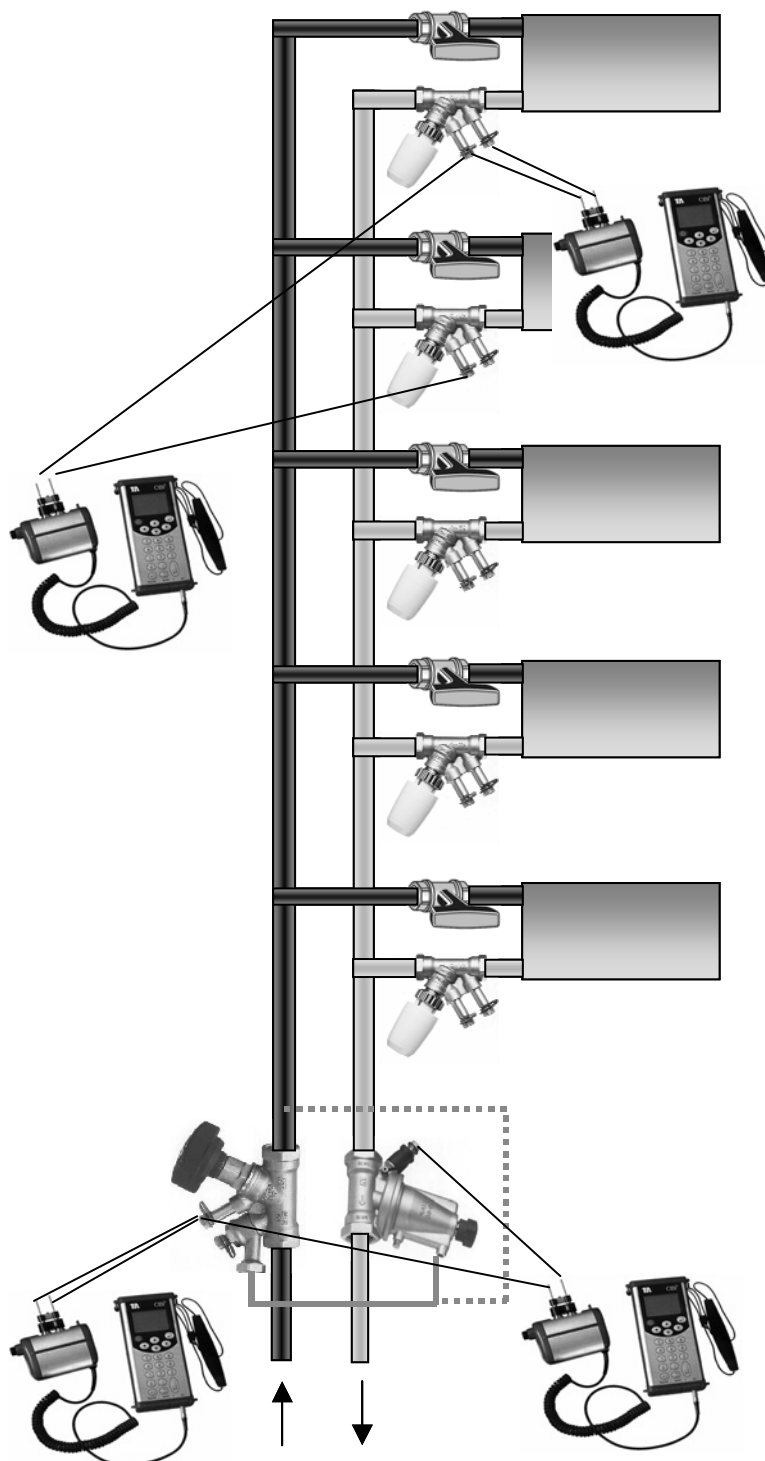
- skutečný průtok okruhem
- tlaková ztráta STAD
- dispoziční tlak před okruhem
- teplota teplotnosné látky v přívodním potrubí

Měření mezi STAD a STAP :

- tlaková ztráta okruhu
- ověření správného nastavení diferenčního tlaku na STAP
- teplota teplotnosné látky ve vratném potrubí

Diagnostikou lze zjistit :

- skutečný průtok každým úsekem potrubí
- tlakovou ztrátu okruhu, každého spotřebiče a jednotlivých úseků potrubí
- vypočítat Kv soustavy, okruhu atd.
- identifikovat místo kde došlo k zanesení potrubí, lze identifikovat zda se jedná o přívod nebo zpátečku
- posoudit stávající čerpadlo a navrhnout další postupy



Neznáte-li průtok nemůžete vypočítat žádnou ze základních hodnot důležitých pro provoz otopné nebo chladicí soustavy:

skutečný výkon, tlakovou ztrátu spotřebičů, potrubí a armatur, kv hodnotu soustavy, pracovní bod čerpadla

Vyvažovací ventily TA Vám poskytnou všechny potřebné informace a pomohou Vám úspěšně dokončit dílo.



3 Praktické příklady zapojení s dvoucestnými a třicestnými regulačními ventily TA

V následujících kapitolách je podrobně vysvětlen postup správného návrhu regulačního ventilu a vyvažovacího ventilu, které jsou nutným předpokladem pro kvalitní regulaci chladicího nebo vytápěcího zařízení. Špatný návrh regulačního ventilu se v důsledku projeví neschopností udržet požadovaný výkon spotřebiče dle požadavků regulace.

3.1 Definice základních pojmů

3.1.1 DN jmenovitá světlost

Hodnota udává přibližný rozměr vstupního a výstupního hrdla ventilu v mm. Při návrhu ventilu se doporučuje, především při větších tlakových ztrátách ventilu, zkontrolovat rychlost proudění teplotné látky a zvolit odpovídající DN a Kvs ventilu.

3.1.2 PN tlaková třída

Hodnota udává maximální přetlak v soustavě (nejčastěji v Barech), pro který je armatura vyrobena. Tlaková třída je závislá na teplotě a proto při používání armatur v soustavách s vyššími teplotami je nutno posoudit skutečnou hodnotu PN, popř. zvolit armaturu s vyšší hodnotou PN. V katalogových listech je u regulačních ventilů TA možnost aplikace až do teplot 350°C a právě v těchto případech je nutno hodnotu PN posoudit.

3.1.3 Zdvih

Je udáván v mm a definuje maximální zdvih kuželky. Při plném zdvihu je dosaženo hodnoty Kvs, která je udávána v katalogu. Zdvih lze u pohonů omezit vhodným nastavením softwaru.

3.1.4 Regulační poměr

Vyjadřuje poměr mezi největším průtokem a nejmenším průtokem, resp. největším a nejmenším součinitelem Kv. Hodnota je dána typem regulační charakteristiky ventilu a typem použitého pohonu. Regulačním poměrem se ověřuje schopnost armatury regulovat minimální požadovaný průtok spotřebičem.

3.1.5 Netěsnost

Netěsnost je u ventilu dána provedením těsnicí plochy mezi kuželkou a sedlem při uzavřeném regulačním ventilu. Při použití měkkých těsnících ploch – nejčastěji O-kroužků je těsnost vyšší a v katalogových listech je uváděno jako „těsné uzavření“ s uvedením třídy těsnosti a hodnotou netěsnosti. Tato hodnota je stanovena v procentech z hodnoty Kvs a vyjadřuje množství média, které proteče ventilem za hodinu při zkušebních podmínkách. V případě požadavků na podmínky zkoušení pro daný typ armatury kontaktujte IMI International, kde Vám sdělíme zkušenosti tlaky pro jednotlivé typy.

3.1.6 Hodnota Kvs

Hodnota Kvs je jedním ze základních parametrů každého regulačního ventilu a udává jaké množství průtoku za hodinu proteče plně otevřenou armaturou při tlakové ztrátě 1 bar = 100 kPa a teplotě vody 15°C. V katalogových listech je uvedena hodnota, která je průměrnou hodnotou a zahrnuje záporné i kladné výrobní odchylky.

3.1.7 Hodnota Kv

Součinitel Kv vyjadřuje průtočné množství za hodinu při definovaném zdvihu regulační kuželky a definované tlakové ztrátě ventilu.

3.1.8 Autorita ventilu „a”

Hodnota autority je definována jako poměr tlakové ztráty ventilu při maximálním průtoku ku dispozičnímu tlaku při zcela uzavřeném ventilu. Autorita má zásadní vliv na deformaci průtočné charakteristiky ventilu, tedy závislost zdvihu regulační kuželky a hodnoty Kv. V praxi se doporučuje autorita v rozmezí 0,3-1. V některých speciálních aplikacích lze provozovat armatury i s autoritami menšími než 0,3 vyžaduje to však podrobnější výpočty a dobrou znalost charakteristiky spotřebiče. Autorita ventilu se u soustav s proměnným průtokem mění, což je způsobeno proměnným množstvím průtoku vlivem uzavírání dalších spotřebičů a tím dochází k poklesu tlakové ztráty na potrubí a pevných odporech. Změna tlaku před ventilem ovlivňuje jeho průtočnou charakteristiku a proto je vhodné posoudit také provozní autority při různých provozních stavech. V případě velkých rozdílů tlaků je nutno dispoziční tlak stabilizovat regulátory tlakové difference, popř. zvolit vhodné schéma zapojení.

3.1.9 Kavítace

Kavítace je fyzikální jev, ke kterému dochází v kapalných teplotně nosných látkách v případech, kdy je regulačním ventilem škrceno velké množství tlaku. Tento jev vzniká tehdy, když se statický tlak kapaliny dostane po průchodu regulačním orgánem ventilu pod tlak sytých par a začnou se vytvářet bublinky par, které ihned zanikají. Důsledkem toho je okamžitý tlakový ráz v kapalině a dochází k narušování vnitřního povrchu ventilu. K poklesu statického tlaku dochází nejčastěji v místech s největší rychlostí těsně za kuželkou. Sekundárním projevem kavítace je zvýšená hlučnost a někdy i vibrace. Kavítaci ovlivňuje především teplota, hodnota tlakové ztráty ventilu, statický tlak v soustavě. V případě možného výskytu kavítace je nutno ověřit výpočtem zda tento jev může vzniknout a za jakých podmínek. V těchto případech se doporučuje použít ventily se sedlem s navařeným tvrdokovem (Stellit) nebo použít děrované kuželky.

3.1.10 Uzavírací tlak pohonu

Uzavírací síla pohonu je v katalogových listech udávána v kN. Vyjadřuje sílu celého ústrojí, která je vyvíjena na regulační kuželku. V závislosti na hodnotě Kvs, která definuje také plochu kuželky, se uzavírací tlak pohonu mění. Hodnoty jsou uvedeny v každém katalogovém listu. Hodnoty uzavíracího tlaku musí být vyšší než je tlaková ztráta ventilu a dispoziční tlak v místě napojení ventilu v soustavě. U ventilů s havarijní funkcí jsou pohony osazeny elektro-hydraulickým zařízením, které po výpadku proudu okamžitě uzavře regulační ventil. Uzavírací síla těchto pohonů musí být větší než je statický přetlak v soustavě. Hodnota uzavírací síly je limitována tlakovou třídou armatury.

3.2 Zapojení s dvoucestnými regulačními ventily - příklady

3.2.1 Regulace spotřebiče dvoucestným regulačním ventilem

Popis zapojení okruhu :

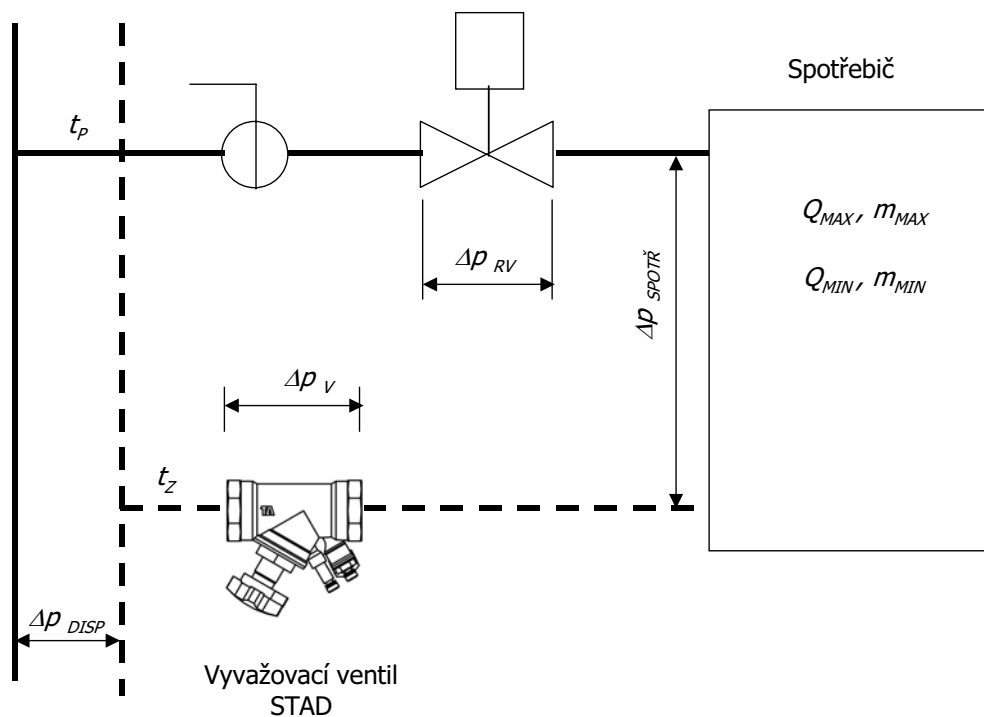
- regulace spotřebiče změnou průtoku teplotonosné látky
- proměnný průtok spotřebičem i primárním okruhem
- teplota přívodu je stejná jako teplota v přívodním potrubí primárního okruhu

Výhody :

- oběhové čerpadlo okruhu zajišťuje průtok okruhem spotřebiče
- řádné vychlazení zpátečky
- nízké tepelné ztráty potrubí

Nevýhody :

- proměnné tlakové poměry v primárním okruhu – především v soustavách CZT nutno zajistit dobrou regulační schopnost RV za všech provozních stavů



Legenda :

- | | |
|--------------------|--|
| t_p | teplota přívodu |
| t_z | teplota zpátečky |
| Δp_{DISP} | dispoziční tlak v místě napojení spotřebiče na primární okruh |
| Δp_{RV} | tlaková ztráta regulačního ventilu |
| Δp_V | tlaková ztráta vyvažovacího ventilu |
| $\Delta p_{SPOTŘ}$ | celková tlaková ztráta okruhu spotřebiče (včetně potrubí, kolen) |
| Q_{MAX} | jmenovitý výkon spotřebiče |
| Q_{MIN} | minimální požadovaný výkon spotřebiče |
| m_{MAX} | jmenovité průtočné množství při Q_{MAX} |
| m_{MIN} | průtočné množství při Q_{MIN} |

Zadání :

Jmenovitý výkon spotřebiče Q_{MAX}	200	kW
Teplota přívodu t_P	90	°C
Teplota zpátečky t_Z	70	°C
Tlaková ztráta spotřebiče $\Delta p_{SPOTŘ}$	40	kPa
Dispoziční tlak Δp_{DISP}	100	kPa
Statický tlak soustavy p_{STAT}	12	Bar

Navrhněte :

- regulační ventil TA s proporcionálně řízeným pohonem
- vyvažovací ventil TA

1. Výpočet průtočného množství :

$$m = \frac{Q_{MAX}}{c \cdot \Delta t} = \frac{200000 \cdot 3600}{4186 \cdot 20} = 8600 \text{ l/h}$$

2. Výpočet maximální tlakové ztráty regulačního ventilu :

Tlakovou ztrátu na vyvažovacím ventilu uvažujeme minimálně 3 kPa pro zajištění přesného měření průtoku a pro zajištění turbulentního proudění přes ventil.

$$\Delta p_{RV MAX} = \Delta p_{DISP} - (\Delta p_V + \Delta p_{SPOTŘ})$$

$$\Delta p_{RV MAX} = 100 - (3 + 40) \text{ kPa}$$

$$\Delta p_{RV MAX} = 57 \text{ kPa}$$

3. Výpočet Kv hodnoty regulačního ventilu :

$$K_v = 0,01 \cdot \frac{m}{\sqrt{\Delta p_{RV}}} = 0,01 \cdot \frac{8600}{\sqrt{57}} = 11,39$$

Z katalogového listu zvolíme odpovídající hodnotu K_v . Z katalogového listu TA CV 216 RGA zvolíme regulační ventil CV 216 RGA, DN 32, $K_{vs} = 12,5$.

Regulační ventil musí také vyhovovat podmínkám zadání :

- tlaková třída PN 16 (vyhovuje, statický tlak soustavy je 12 Bar)
- lze osadit pohonem s proporcionálním řízením
- uzavírací síla pohonu umožňuje uzavřít regulační ventil

4. Výpočet skutečné tlakové ztráty regulačního ventilu :

$$\Delta p_{RV} = \left(0,01 \cdot \frac{m}{K_{vs}}\right)^2 = \left(0,01 \cdot \frac{8600}{12,5}\right)^2 = 47,3 \text{ kPa}$$

5. Výpočet autority regulačního ventilu :

$$a = \frac{\Delta p_{RV}}{\Delta p_{DISP}} = \frac{47,3}{100} = 0,47$$

Regulační ventil CV 216 RGA má rovnoprocentní charakteristiku. Autorita ventilu vyhovuje požadavku na minimální autoritu 0,3.

6. Tlaková ztráta vyvažovacího ventilu :

$$\Delta p_V = \Delta p_{DISP} - (\Delta p_{RV} + \Delta p_{SPOTŘ})$$

$$\Delta p_V = 100 - (47,3 + 40)$$

$$\Delta p_V = 12,7 \text{ kPa}$$

Průtočné množství vyvažovacím ventilem	8 600	l/h
Vypočtená tlaková ztráta	12,7	kPa

Z katalogového listu TA zvolíme vyvažovací ventil STAD DN 50, nastavení 3,27 otáčky.

7. Regulační poměr regulačního ventilu :

Před vlastním výpočtem potřebného regulačního poměru je nutno stanovit minimální výkon spotřebiče. Předpokládejme pro další výpočty, že minimální výkon spotřebiče bude 10% z celkového jmenovitého výkonu, tj. $Q_{MIN} = 20\,000 \text{ W}$.

Při sníženém výkonu spotřebiče klesá tlaková ztráta pevných odporů a potrubí. Tento fakt je nutno zohlednit pro stanovení tlakové ztráty regulačního ventilu při regulaci menšího průtočného množství.

Výpočet tlakové ztráty spotřebiče a vyvažovacího ventilu při Q_{MAX} :

$$\Delta p_{SPOTŘ+V} = 40 + 12,7$$

$$\Delta p_{SPOTŘ+V} = 52,7 \text{ kPa}$$

Výpočet tlakové ztráty spotřebiče a vyvažovacího ventilu při Q_{MIN} :

- procentuální změna průtoku vyvolá stejný pokles rychlosti a tlaková ztráta je závislá na druhé mocnině rychlosti (platí pouze pro oblast turbulentního proudění)
- lze proto jednoduše počítat dle následujícího vztahu : $0,1^2 = 0,01 \cdot 52,7 = 0,527 \text{ kPa}$

$$\Delta p_{Q_{MIN}} \cong 0,53 \text{ kPa}$$

Výpočet tlakové ztráty regulačního ventilu CV 216 RGA DN 32 při Q_{MIN} :

průtočné množství 860 l/h

tlaková ztráta RV pak bude činit :

$$\Delta p_{RV-Q_{MIN}} = 100 - 0,53 = 99,47 \text{ kPa}$$

Výpočet hodnoty $K_v \text{ min}$:

$$K_v = 0,01 \cdot \frac{m}{\sqrt{\Delta p_{RV}}} = 0,01 \cdot \frac{860}{\sqrt{99,47}} = 0,86$$

Výpočet regulačního poměru :

$$r = \frac{K_{vs}}{K_{v_{MIN}}} = \frac{12,5}{0,86} = 14,53$$

Regulační poměr regulačního ventilu CV 216 RGA je v katalogovém listu uveden jako teoretická hodnota 40:1. Výpočet vyhovuje. Rovnoprocentní regulační charakteristika je v tomto případě vyhovující (lineární by byla deformovaná autoritou ventilu a je v tomto případě nevhodná) a umožní regulaci výkonu spotřebiče s dostatečným zdvihem.

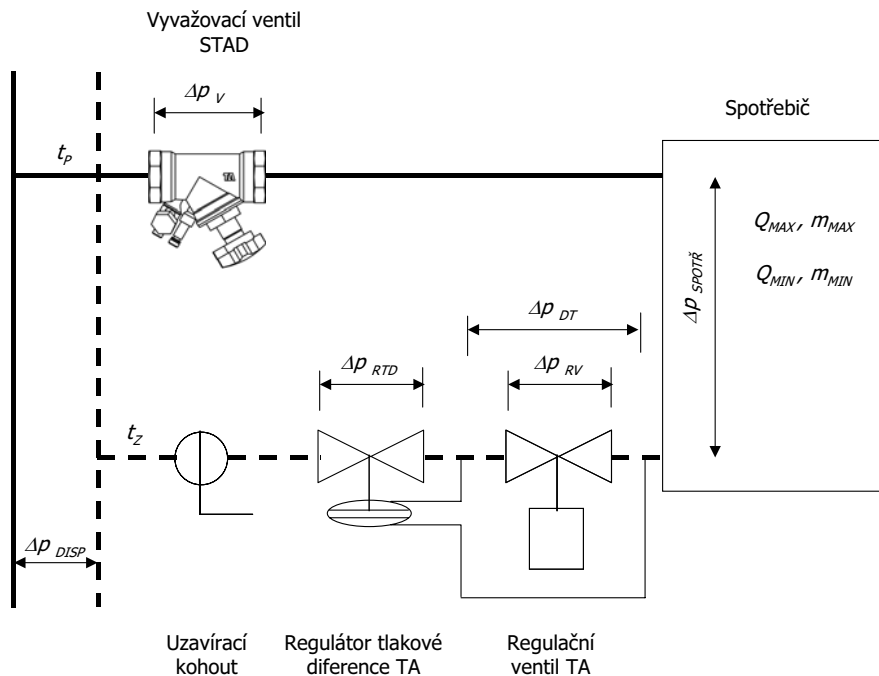
Návrh pohonu :

- proporcionální řízení
- uzavírací tlak 100 kPa

Z katalogového listu TA CV 216 RGA zvolíme proporcionálně řízený pohon MC 55Y s uzavírací silou 0,6 kN, který pro DN 32 a K_{vs} 12,5 umožní uzavřít tlak až 450 kPa (str.6).

Poznámky :

3.2.2 Regulace spotřebiče dvoucestným regulačním ventilem a regulátorem tlakové difference



Popis zapojení okruhu :

- regulace spotřebiče změnou průtoku teplotonosné látky
- proměnný průtok spotřebičem i primárním okruhem
- teplota přívodu je stejná jako teplota v přívodním potrubí primárního okruhu
- regulátor tlakové difference udržuje konstantní tlak před a za regulačním ventilem

Výhody :

- stabilizace tlakové difference přímo na regulačním ventilu
- vysoká autorita regulačního ventilu (blíží se hodnotě 1)
- oběhové čerpadlo primárního okruhu zajišťuje průtok okruhem spotřebiče
- řádné vychlazení zpátečky
- nízké tepelné ztráty potrubí

Upozornění :

- Při instalaci regulačního ventilu do přívodního potrubí a regulátoru tlakové difference do vratného potrubí není zabezpečeno vyrovnání expanzního objemu spotřebiče a dojde ke vzniku podtlaku při uzavřeném regulačním ventilu. Především v soustavách CZT dochází vychlazením deskových výměníků ke značným změnám teplot a dochází ke zavzdušnění okruhu spotřebiče vytvořeným podtlakem.
- Podtlak v okruhu spotřebiče může způsobit také přísátí kuželky regulátoru tlakové difference.



Zadání :

Jmenovitý výkon spotřebiče Q_{MAX}	280	kW
Teplota přívodu t_p	80	°C
Teplota zpátečky t_z	60	°C
Tlaková ztráta spotřebiče $\Delta p_{SPOTŘ}$	40	kPa
Dispoziční tlak Δp_{DISP}	150	kPa
Statický tlak soustavy p_{STAT}	12	bar

Navrhněte :

- regulační ventil s proporcionálně řízeným pohonem
- vyvažovací ventil
- regulátor tlakové difference

1. Výpočet průtočného množství :

$$m = \frac{Q_{MAX}}{c \cdot (t_p - t_z)} = \frac{280000 \cdot 3600}{4186 \cdot 20} = 12040 \text{ l/h}$$

2. Výběr regulátoru tlakové difference :

Při výběru RTD je nutno respektovat maximální rychlost proudění (do 2 m/s) a maximální dovolený průtok.

Hodnotu tlakové difference Δp_{DT} je nutno volit tak, aby následný návrh regulačního ventilu vyhovoval podmínce maximální povolené rychlosti pro regulační ventily do max. 3 m/s.

Hodnota tlakové difference Δp_{DT} má zásadní vliv na výpočet hodnoty Kvs regulačního ventilu a DN. Volte proto tuto hodnotu s ohledem na technické i ekonomické aspekty. Vyšší hodnota Δp_{DT} sníží Kvs – popřípadě DN ventilu, avšak vzroste rychlost proudění.

3. Výběr regulačního ventilu :

Z katalogových listů TA lze zvolit tyto regulační ventily :

1. CV 216 RGA, DN 40, PN 16, Kvs = 20
2. CV 216 GG, DN 40, PN 16, Kvs = 20

S ohledem na časté předimenzování výkonu lze zvolit CV 216 RGA DN 40 = 2.4 m/s (DN 50 = 1,5 m/s). V případě instalace v obytných budovách se doporučuje volit nižší rychlosti.

4. Výpočet skutečné tlakové ztráty regulačního ventilu CV 216 RGA DN 40/ Kvs = 20 :

$$\Delta p_{RV} = \left(0,01 \cdot \frac{m}{K_{VS}}\right)^2 = \left(0,01 \cdot \frac{12040}{20}\right)^2 = 36,2 \text{ kPa}$$

5. Volba regulátoru tlakové difference :

Hodnota tlakové difference $\Delta p_{DT} = 36,2 \text{ kPa}$

Navrhneme regulátor tlakové difference DA 616 – s plynule nastavitelným rozsahem tlakové difference 15 – 60 kPa. DA 616 bude nastaven na hodnotu 36,2 kPa.

Dispoziční tlak pro návrh DA 616 :

$$\Delta p_{RTD-DISP} = \Delta p_{DISP} - (\Delta p_{RV} + \Delta p_{SPOTŘ} + \Delta p_V)$$

$$\Delta p_{RTD-DISP} = 150 - (36,2 + 40 + 3)$$

$$\Delta p_{RTD-DISP} = 70,8 \text{ kPa}$$

Výpočet Kv hodnoty DA 616 :

$$K_v = 0,01 \cdot \frac{m}{\sqrt{\Delta p_{RTD}}} = 0,01 \cdot \frac{12040}{\sqrt{70,8}} = 14,3$$

Z katalogového listu TA DA 616 lze zvolit následující typy :

1. DA 616, DN 32, Kvs = 15, PN 25, $w = 3,3 \text{ m/s}$
2. DA 616, DN 40, Kvs = 21, PN 25, $w = 2,4 \text{ m/s}$
3. DA 616, DN 50, Kvs = 32, PN 25, $w = 1,5 \text{ m/s}$

Navrháme DA 616, DN 50.

Výpočet skutečné tlakové ztráty DA 616 DN 50 :

$$\Delta p_{RTD} = \left(0,01 \cdot \frac{m}{K_{VS}}\right)^2 = \left(0,01 \cdot \frac{12040}{32}\right)^2 = 14,2 \text{ kPa}$$

6. Návrh vyvažovacího ventilu :

Tlaková ztráta vyvažovacího ventilu

$$\Delta p_V = \Delta p_{DISP} - (\Delta p_{RV} + \Delta p_{SPOTŘ} + \Delta p_{RTD})$$

$$\Delta p_V = 150 - (36,2 + 40 + 14,2)$$

$$\Delta p_V = 59,6 \text{ kPa}$$

Pro jmenovitý průtok 12 040 l/h a tlakovou ztrátu 59,6 kPa zvolíme vyvažovací ventil STAD DN 50, nastavení 2,43 otáčky.

7. Výpočet autority regulačního ventilu :

$$a = \frac{\Delta p_{RV}}{\Delta p_{DT}} = \frac{36,2}{36,2} \cong 1$$

Autorita ventilu bude ovlivněna pouze odchylkami tlakové difference na regulátoru DA 616. Odchytky tlakové difference regulátoru jsou zanedbatelné a nebudou mít vliv na regulační schopnost regulačního ventilu.

8. Regulační poměr regulačního ventilu :

Předpokládáme 10% výkon z jmenovitého výkonu, tj. $Q_{MIN} = 28\ 000\ W$.

Regulátor tlakové difference DA 616 bude udržovat konstantní hodnotu tlakové difference na hodnotě 36 kPa. Pokles tlakové ztráty spotřebiče, vyvažovacího ventilu a pevných odporů způsobí snížení zdvihu kuželky RTD DA 616, který tím vykompenzuje vzestup dispozičního tlaku před regulačním ventilem.

Výpočet tlakové ztráty regulačního ventilu CV 216 RGA DN 40 při Q_{MIN} :

průměrné množství 1 204 l/h
 tlaková ztráta RV pak bude činit :

$$\Delta p_{RV-Q_{MIN}} = \Delta p_{DT} = 20\ kPa$$

Výpočet hodnoty $K_v\ min$:

$$K_v = 0,01 \cdot \frac{m}{\sqrt{\Delta p_{RV}}} = 0,01 \cdot \frac{1204}{\sqrt{20}} = 2,69$$

Výpočet regulačního poměru :

$$r = \frac{K_{vs}}{K_{v\ min}} = \frac{20}{2,69} = 7,43$$

Regulační poměr regulačního ventilu CV 216 RGA je v katalogovém listu uveden jako teoretická hodnota 40:1. Výpočet vyhovuje. Rovnoprocentní regulační charakteristika je v tomto případě vyhovující a lze použít i regulační ventil s lineární charakteristikou.

9. Volba odpovídajícího pohonu regulačního ventilu :

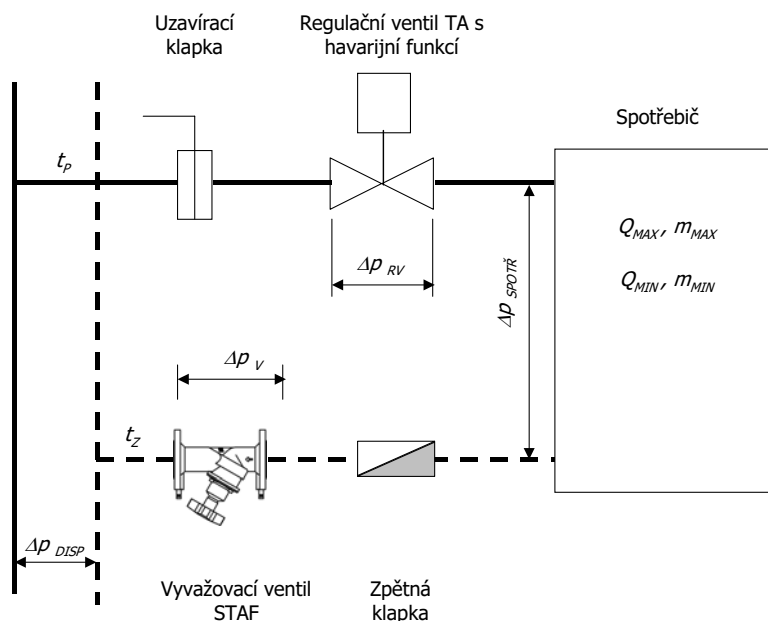
Návrh pohonu :

- proporcionální řízení
- uzavírací tlak 150 kPa

Z katalogového listu TA CV 216 RGA zvolíme proporcionálně řízený pohon MC 55Y s uzavírací silou 0,6 kN, který pro DN 40 a K_{vs} 20 umožní uzavřít tlak až 250 kPa (str.6).

Poznámky :

3.2.3 Regulace spotřebiče dvoucestným regulačním ventilem s bezpečnostní havarijní funkcí



Popis zapojení okruhu :

- regulace spotřebiče změnou průtoku teplotonosné látky
- proměnný průtok spotřebičem i primárním okruhem
- teplota přívodu je stejná jako teplota v přívodním potrubí primárního okruhu
- oběh teplotonosné látky zabezpečuje čerpadlo primárního okruhu

Bezpečnostní funkce :

- regulační ventil TA je osazen elektro-hydraulickým pohonem, který při výpadku napájecího napětí uzavře regulační ventil (typ CVDH 210 a CVDH 230)
- zpětná klapka ve vratném potrubí zabrání výtoku teplotonosné látky , např. při havárii výměníku

Návrh pohonu regulačního ventilu :

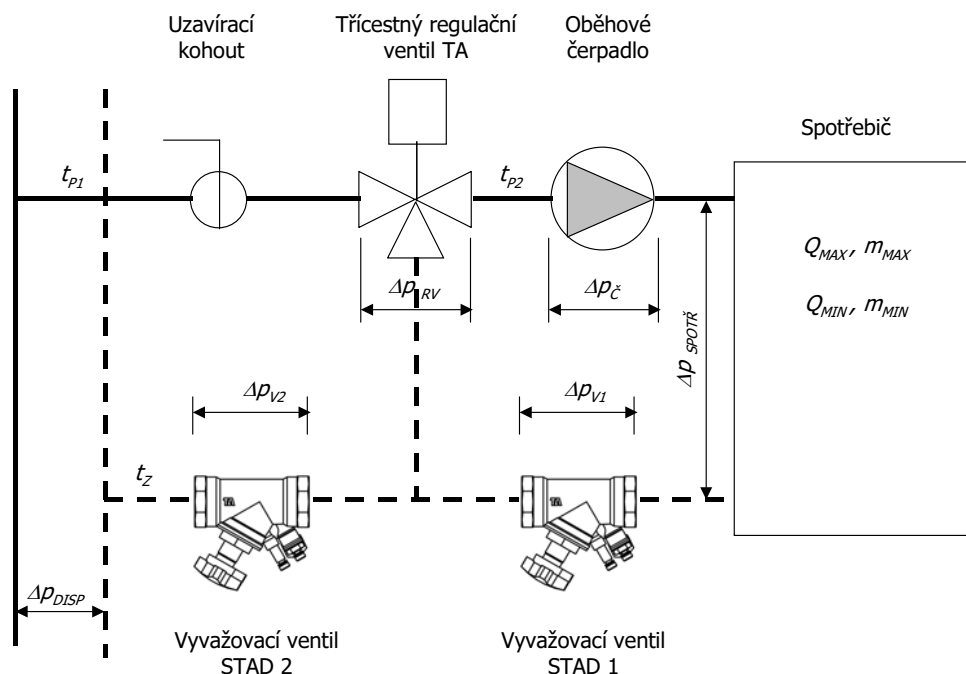
Elektro-hydraulický pohon musí mít takovou uzavírací sílu, aby uzavřel statický přetlak v soustavě. Vezmeme-li v úvahu předchozí příklady, je nutno v případě havarijního stavu uzavřít tlak 12 bar.

Z katalogového listu TA CVDH 210, CVDH 230 na str.6 :

Regulační ventil CVDH 230 s tlakově vyváženou kuželkou DN 40, Kvs = 20, PN 40 s pohonem EH20Y. Uzavírací tlak 3 000 kPa = 30 bar. Výběr vyhovuje našemu požadavku na uzavření tlaku 12 bar. Uzavírací síla pohonu 2 000 N.

3.3 Zapojení s třícestným regulačním ventilem – příklady

3.3.1 Regulace spotřebiče třícestným regulačním ventilem



Popis zapojení okruhu :

- regulace spotřebiče změnou teploty směřováním přívodní a zpětné teplotnosné látky
- proměnný průtok primárním okruhem
- konstantní nebo proměnný průtok okruhem spotřebiče
- teplota t_{p2} může shodná s t_{p1} nebo menší

Výhody :

- zapojení umožňuje konstantní průtok přes spotřebič (vhodné pro výměníky VZT a deskové výměníky)
- průtočné množství okruhem spotřebiče je zajištěno vlastním oběhovým čerpadlem (individuální regulace $\Delta p_{\check{c}}$ u obytných domů napojených na soustavy CZT)
- řádné vychlazení zpátečky
- nízké tepelné ztráty potrubí

Nevýhody :

- dispoziční tlak Δp_{DISP} ovlivňuje autoritu třícestného ventilu
- tlaková ztráta třícestného ventilu zvyšuje výtlačnou výšku čerpadla spotřebiče
- při předimenzování třícestného ventilu nebo při značných rozdílech dispozičního tlaku hrozí obrácení průtoku ve zkratu

Poznámka :

Do zkratu lze instalovat zpětnou klapku pro případ výpadku oběhového čerpadla okruhu spotřebiče pro dočasné zajištění ochrany proti zamrznutí např. u výměníků VZT.

Zadání :

Jmenovitý výkon spotřebiče Q_{MAX}	50	kW
Teplota přívodu t_{P1}	80	°C
Teplota přívodu t_{P2}	80	°C
Teplota zpátečky t_Z	60	°C
Tlaková ztráta spotřebiče $\Delta p_{SPOTŘ}$	10	kPa
Dispoziční tlak Δp_{DISP}	40	kPa
Statický tlak soustavy p_{STAT}	4	bar

Navrhňte :

- třicestný regulační ventil TA s třibodově řízeným pohonem
- vyvažovací ventil 1
- vyvažovací ventil 2
- oběhové čerpadlo spotřebiče

1. Výpočet průtočného množství :

$$m = \frac{Q_{MAX}}{c \cdot \Delta t} = \frac{50000 \cdot 3600}{4186 \cdot 20} = 2150 \text{ l/h}$$

2. Tlaková ztráta třicestného regulačního ventilu :

Nejprve stanovíme tlakovou ztrátu na vyvažovacím ventilu pro výpočet hodnoty Kv. Tlaková ztráta třicestného regulačního ventilu by se měla blížit hodnotě dispozičního tlaku, který má vliv na autoritu třicestného ventilu :

$$\Delta p_{RV} = \Delta p_{DISP}$$

$$\Delta p_{RV} = 40 \text{ kPa}$$

Ztrátu potrubí mezi třicestným regulačním ventilem a napojením na primární okruh v tomto příkladě zanedbáváme. V praxi je nutno tuto tlakovou ztrátu včetně tlakové ztráty ostatních armatur instalovaných na tomto potrubí odečíst od dispozičního tlaku Δp_{DISP} .

3. Výpočet Kv hodnoty třicestného regulačního ventilu :

$$K_v = 0,01 \cdot \frac{m}{\sqrt{\Delta p_{RV}}} = 0,01 \cdot \frac{2150}{\sqrt{40}} = 3,39$$

4. Návrh třicestného regulačního ventilu :

Z katalogového listu TA CV 316 RGA navrhne nejbližší vyšší hodnotu Kv.

Řešení : třicestný regulační ventil CV 316 RGA, DN 20, Kvs = 5, w = 1,6 m/s

Poznámka : nejbližší vyšší hodnota Kv je 4 pro RV DN 15, rychlost proudění w = 2,9 m/s je vysoká a mohla by způsobovat hluk.

Regulační ventil musí také vyhovovat podmínkám zadání :

- tlaková třída PN 16 (vyhovuje, statický tlak soustavy je 4 bar)
- lze osadit pohonem s třibodovým řízením
- uzavírací síla pohonu umožňuje uzavřít regulační ventil

5. Výpočet skutečné tlakové ztráty regulačního ventilu :

$$\Delta p_{RV} = \left(0,01 \cdot \frac{m}{K_{VS}}\right)^2 = \left(0,01 \cdot \frac{2150}{5}\right)^2 = 18,5 \text{ kPa}$$

6. Výpočet autority regulačního ventilu :

$$a = \frac{\Delta p_{RV}}{\Delta p_{RV} + \Delta p_{DISP}} = \frac{18,5}{18,5 + 40} = 0,316$$

Regulační ventil CV 316 RGA má rovnoprocentní charakteristiku ve směru toku A-AB a lineární charakteristiku ve směru B-AB. Autorita ventilu vyhovuje požadavku na minimální autoritu 0,3.



V případě menší autority než 0,3 je nutno snížit dispoziční tlak v primárním okruhu, např. regulátorem tlakové difference, nebo použít zapojení s dvoucestným regulačním ventilem, tzv. vstříkovací zapojení.

Viz. skripta Správná volba 2001 str. 36.

7. Výběr vhodného pohonu :

Návrh pohonu :

- třibodové řízení
- uzavírací tlak 60 kPa

Z katalogového listu TA CV 216 RGA zvolíme proporcionálně řízený pohon MC 55/230 s uzavírací silou 0,6 kN, který pro DN 20 a Kvs 5 umožní uzavřít tlak až 1250 kPa (str.6).

8. Tlaková ztráta vyvažovacího ventilu STAD 1 :

$$\Delta p_{V1} = \Delta p_{\dot{c}} - \Delta p_{SPOTŘ}$$

Oběhové čerpadlo :

- bez elektronického řízení otáček : vyvažovacím ventilem seškrtneme přebytečný tlak
- s elektronickým řízením otáček : navrhne vyvažovací ventil na tlakovou ztrátu 3 kPa

9. Návrh vyvažovacího ventilu STAD 1 :

$$K_v = 0,01 \cdot \frac{m}{\sqrt{\Delta p_{RV}}} = 0,01 \cdot \frac{2150}{\sqrt{3}} = 12,41$$

Řešení : vyvažovací ventil STAD DN 32, nastavení 3,63 otáčky.

10. Návrh oběhového čerpadla :

$$\Delta p_{\check{c}} = \Delta p_{RV} + \Delta p_{SPOTŘ} + \Delta p_{V1}$$

$$\Delta p_{\check{c}} = 18,5 + 10 + 3$$

$$\Delta p_{\check{c}} = 31,5 \text{ kPa}$$

Řešení : oběhové čerpadlo navrhne pro jmenovitý průtok 2150 l/h a výtlačnou výšku 31,5 kPa. V případě proměnného průtoku okruhem spotřebiče navrhne elektronicky řízené oběhové čerpadlo.

11. Návrh vyvažovacího ventilu STAD 2 :

$$\Delta p_{V2} = \Delta p_{DISP} - (\Delta p_{POTR} + \Delta p_{OSTATNÍ})$$

$$\Delta p_{V2} = 40 \text{ kPa}$$

Výpočet tlakové ztráty :

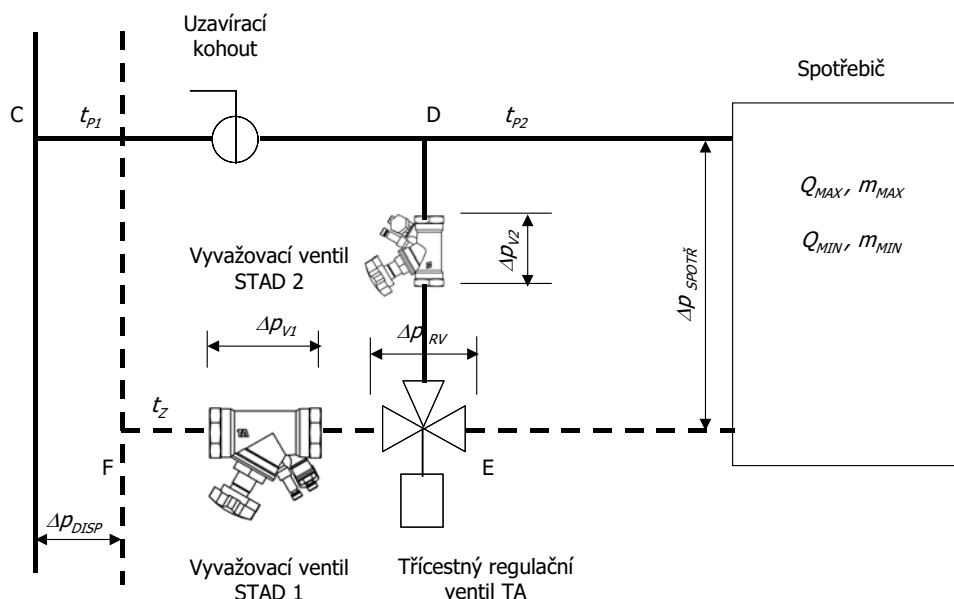
Ztrátu potrubí mezi třicestným regulačním ventilem a napojením na primární okruh v tomto příkladě zanedbáváme. V praxi je nutno tuto tlakovou ztrátu včetně tlakové ztráty ostatních armatur instalovaných na tomto potrubí odečíst od dispozičního tlaku Δp_{DISP} .

Výpočet K_v hodnoty STAD 2 :

$$K_v = 0,01 \cdot \frac{m}{\sqrt{\Delta p_{RV}}} = 0,01 \cdot \frac{2150}{\sqrt{40}} = 3,40$$

Řešení : vyvažovací ventil STAD DN 25, nastavení 1,93 otáčky.

3.3.2 Regulace spotřebiče třícestným regulačním ventilem v rozdělovací funkci



Popis zapojení okruhu :

- regulace spotřebiče změnou průtoku teplotnosné látky
- proměnný průtok okruhem spotřebiče
- konstantní průtok primárním okruhem
- teplota $t_{p1} = t_{p2}$

Výhody :

- konstantní průtok primárním okruhem stabilizuje dispoziční tlak před spotřebiči
- u soustav chlazení lze využít objem potrubí pro akumulaci chladu
- snadné vyvažování

Nevýhody :

- nelze uspořit energii na pohon oběhových čerpadel – konstantní průtok
- nevhodné zapojení pro vytápění - teplá voda se vrací zpět ke zdroji – vysoké tepelné ztráty potrubí a nižší účinnost zdroje.
- nutno osadit do zkratu vyvažovací ventil, aby nedocházelo při uzavřeném třícestném regulačním ventilu k nadprůtokům zkratem

Poznámka :

Nadprůtoky způsobené nevhodně navrženým třícestným ventilem a nevyváženým zkratem způsobují podprůtoky na spotřebičích, které jsou v provozu.



Zadání :

Jmenovitý výkon spotřebiče Q_{MAX}	50	kW
Teplota přívodu t_{P1}	6	°C
Teplota přívodu t_{P2}	6	°C
Teplota zpátečky t_Z	12	°C
Tlaková ztráta spotřebiče $\Delta p_{SPOTŘ}$	20	kPa
Dispoziční tlak Δp_{DISP}	60	kPa
Tlaková ztráta potrubí Δp_{C-D}	2	kPa
Tlaková ztráta potrubí Δp_{E-F}	2	kPa
Tlaková ztráta potrubí Δp_{D-E}	4	kPa
Statický tlak soustavy p_{STAT}	4	bar

Navrhňte :

- třicestný regulační ventil TA s třibodově řízeným pohonem
- vyvažovací ventil 1
- vyvažovací ventil 2

1. Výpočet průtočného množství :

$$m = \frac{Q_{MAX}}{c \cdot \Delta t} = \frac{50000 \cdot 3600}{4186 \cdot 6} = 7167 \text{ l/h}$$

2. Tlaková ztráta třicestného regulačního ventilu :

Nejprve stanovíme tlakovou ztrátu na vyvažovacím ventilu pro výpočet hodnoty Kv. Tlaková ztráta třicestného regulačního ventilu Δp_{RV} by se měla blížit tlakové ztrátě spotřebiče $\Delta p_{SPOTŘ}$ (tlaková ztráta spotřebiče včetně potrubí, armatur a pevných odporů mezi body CD) :

$$\Delta p_{RV} = \Delta p_{SPOTŘ} + \Delta p_{D-E}$$

$$\Delta p_{RV} = 20 + 4 = 24 \text{ kPa}$$

3. Výpočet Kv hodnoty třicestného regulačního ventilu :

$$K_v = 0,01 \cdot \frac{m}{\sqrt{\Delta p_{RV}}} = 0,01 \cdot \frac{7167}{\sqrt{24}} = 14,63$$

4. Návrh třicestného regulačního ventilu :

Z katalogového listu TA CV 316 RGA navrhne nejblíže vyšší hodnotu Kv.

Řešení : třicestný regulační ventil CV 316 RGA, DN 32, Kvs = 16, w = 2.0 m/s

Regulační ventil musí také vyhovovat podmínkám zadání :

- tlaková třída PN 16 (vyhovuje, statický tlak soustavy je 4 bar)
- lze osadit pohonem s třibodovým řízením
- uzavírací síla pohonu umožňuje uzavřít regulační ventil

5. Výpočet skutečné tlakové ztráty regulačního ventilu :

$$\Delta p_{RV} = \left(0,01 \cdot \frac{m}{K_{VS}}\right)^2 = \left(0,01 \cdot \frac{7167}{16}\right)^2 = 20,06 \text{ kPa}$$

6. Výpočet autority regulačního ventilu :

$$a = \frac{\Delta p_{RV}}{\Delta p_{RV} + \Delta p_{SPOTŘ}} = \frac{20}{20 + 24} = 0,45$$

Regulační ventil CV 316 RGA má rovnoprocentní charakteristiku ve směru toku A-AB a lineární charakteristiku ve směru B-AB. Autorita ventilu vyhovuje požadavku na minimální autoritu 0,3.

7. Výběr vhodného pohonu :

Návrh pohonu :

- třibodové řízení
- uzavírací tlak 60 kPa

Z katalogového listu TA CV 316 RGA zvolíme proporcionálně řízený pohon MC 55/230 s uzavírací silou 0,6 kN, který pro DN 32 a Kvs 16 umožní uzavřít tlak až 450 kPa (str.6).

8. Tlaková ztráta vyvažovacího ventilu STAD 1 :

$$\Delta p_{V1} = \Delta p_{DISP} - (\Delta p_{C-D} + \Delta p_{D-E} + \Delta p_{SPOTŘ} + \Delta p_{RV} + \Delta p_{E-F})$$

$$\Delta p_{V1} = 60 - (2 + 4 + 20 + 20 + 2)$$

$$\Delta p_{V1} = 12 \text{ kPa}$$

Tlaková ztráta vyvažovacího ventilu je zbytková tlaková ztráta při průtoku teplotnosné látky při plně otevřeném třicestném regulačním ventilu ve směru A-AB.

9. Návrh vyvažovacího ventilu STAD 1 :

$$K_v = 0,01 \cdot \frac{m}{\sqrt{\Delta p_{V1}}} = 0,01 \cdot \frac{7167}{\sqrt{12}} = 20,68$$

Řešení : vyvažovací ventil STAD DN 50, nastavení 2,92 otáčky.

10. Posouzení nutnosti instalovat vyvažovací ventil STAD 2 :

Pokud bude splněna následující podmínka není nutno vyvažovat zkrat :

$$\Delta p_{SPOTŘ} + \Delta p_{D-E} < 0,25 \cdot (\Delta p_{DISP} - \Delta p_{CD+EF})$$

$$24 < 0,25 \cdot 56$$

$$24 < 14$$

Závěr : vyvažovací ventil STAD 2 je nutno instalovat do zkratu

11. Výpočet tlakové ztráty vyvažovacího ventilu STAD 2 :

$$\Delta p_{V2} = \Delta p_{DISP} - (\Delta p_{C-D} + \Delta p_{RV} + \Delta p_{E-F} + \Delta p_{V1})$$

$$\Delta p_{V2} = 60 - (2 + 20 + 2 + 12)$$

$$\Delta p_{V2} = 24 \text{ kPa}$$

nebo-li

$$\Delta p_{V2} = \Delta p_{D-E} + \Delta p_{SPOTŘ}$$

$$\Delta p_{V2} = 4 + 20 = 24 \text{ kPa}$$

12. Návrh vyvažovacího ventilu STAD 2 :

Výpočet Kv hodnoty STAD 2 :

$$K_v = 0,01 \cdot \frac{m}{\sqrt{\Delta p_{V2}}} = 0,01 \cdot \frac{7167}{\sqrt{24}} = 14,63$$

Řešení : vyvažovací ventil STAD DN 40, nastavení 3,29 otáčky.



Další způsoby zapojení jsou podrobně řešeny ve skriptech Správná volba 2001. Skripta si lze stáhnout ve formátu pdf z internetových stránek IMI International :

www.imi-international.cz

Certifikovaní partneři pro vyvažování - 2006

Cetifikovaný partner	Firma	Adresa	Telefon	Mobil
Bahr Josef, Ing.	KLIMAKOM spol. s r.o.	Horova 69, Brno	547 242 066	606 601 537
Burian Jaroslav	INTEVO spol. s r.o.	Zahradní 681, Dolní Lutyně	596 544 151	605 297 609
Dinka Petr	ENERGIS 92 s. r. o.	Šímkova 904, Hradec Králové	495 518 725	602 104 317
Hadrava Martin, Ing.	P - TESOTECH s.r.o.	Slovanská alej 22, Plzeň	377 440 948	737 524 760
HAMPL Rudolf, Ing.	TOPROM s.r.o.	Mariánská 475, Varnsdorf	412 370 826	777 799 221
Holas Marek, ing.	UNITHERM s.r.o.	Vedlejší 25, Jablonec nad Nisou	286 891 813	777 661 100
Horálek Tomáš	ENERGIS 92 s. r. o.	Šímkova 904, Hradec Králové	495 518 725	606 602 212
Jurča Libor, Ing.	BLOCK a. s.	U Kasáren 727, Valašské Meziříčí	571 670 429	606 611 985
Kotýza Karel, Ing.	MARS s. r. o.	Tovární 118, Český Krumlov	380 711 656	604 639 610
Krejčík Miroslav	ENERGOPLAN s.r.o.	Hlavní 174/22, Dalovice u K. Varů	353 232 701	603 309 919
Křivánek Eduard, Ing.	KLIMAKOM spol. s r.o.	Horova 69, Brno	547 242 066	728 613 197
Kudělka Josef	TERMIA K+Š v.o.s.	28. října 168, Ostrava	596 637 029	606 583 100
Marková Lenka, Ing.	KLIMAKOM spol. s r.o.	Horova 69, Brno	547 242 066	602 770 073
Mrňka Tomáš	ALFA LAVAL spol. s r.o.	U nákladového nádraží 6, Praha 3	234 710 700	724 032 711
Müller Vladimír, Ing.	ENZA s. r. o.	U Michelského lesa 366, Praha 4	241 721 836	603 437 241
Novotný Radek, Ing.	ENERGOPLAN s.r.o.	Hlavní 174/22, Dalovice u K. Varů	353 232 701	603 493 750
Petřkovský Martin, Ing.	BLOCK a. s.	U Kasáren 727, Valašské Meziříčí	571 670 428	724 205 380
Plodr Martin	UNITHERM s.r.o.	Vedlejší 25, Jablonec nad Nisou	286 891 813	777 792 225
	Ing. Richard Valoušek			
Rybka Pavel, Ing.	Ekonomik Projekt	Heřmanova 22, Praha 7	220 571 131	602 312 683
Stolařík Karel, Ing.	ENERGOPLAN s.r.o.	Hlavní 174/22, Dalovice u K. Varů	353 232 701	603 252 345
Šelong Radim	TERMIA K+Š v.o.s.	28. října 168, Ostrava	596 637 029	724 027 988
Šober Eduard, Ing.	PROJEKCE - TZB	Pilařova 8, Kroměříž	573 345 762	603 178 038
Štunc Pavel, Ing.	ENERGOPLAN s.r.o.	Hlavní 174/22, Dalovice u K. Varů	353 232 701	603 204 196
Svěrák Miroslav	ALLTECH s.r.o.	Krhanice 38, Krhanice	241 100 978	606 626 176
	Urbánek Libor Ing.			
Urbánek Libor, Ing.	URBA projekt	Mánesova 3/1136, Havířov	596 432 950	603 377 207
	Ing. Richard Valoušek			602 395 428
Valoušek Richard, Ing.	Ekonomik Projekt	Heřmanova 22, Praha 7	220 571 131	777 910 377
Vaniček Jan, Ing.	UNITHERM s.r.o.	Vedlejší 25, Jablonec nad Nisou	286 891 813	777 792 223
Ženíšek Václav	SYSTHERM s. r. o.	K Papírně 26, Plzeň	377 456 637	605 525 245
Žuravský Petr, Ing.	ENERGOPLAN s.r.o.	Hlavní 174/22, Dalovice u K. Varů	353 232 701	603 734 297

Literatura

Petitjean, R. : Total Hydronic Balancing
Tour & Andersson Hydronics, Ljung, Švédsko, 1997

Firemní materiály IMI International s.r.o.
Humpolec, Česká republika

Firemní materiály Theodor Heimeier Metallwerk GmbH & CO.KG
Erwitte, SRN

Firemní materiály Tour & Andersson Hydronics
Ljung, Švédsko

Firemní materiály Tour & Andersson Hydronics Control Valve
Ljung, Švédsko