

Návod k použití

Váš nástroj pro **navrhování efektivních vyvážených řešení** pro soustavy vytápění a chlazení

18

způsobů aplikace

Naše doporučené způsoby
aplikace pro soustavy
vytápění a chlazení zvýší
Vaše pohodlí a ještě více
sníží Vaše výdaje.

Obsah

1.1	Doporučené řešení pro soustavy vytápění	4
1.2	Doporučené řešení pro soustavy chlazení	6
2.1.1	Soustava s proměnným průtokem, typické využití pro fan-coilové jednotky topných-chladicích soustav a všech druhů koncových jednotek (např. AHU)	8
2.1.2	Soustava s proměnným průtokem, typické využití pro fan-coilové jednotky (chladicích) soustav a jednotkách AHU	10
2.1.3	Soustava s konstantním průtokem, typické využití v FCU topných-chladicích soustavách a v AHU	12
2.1.4	Soustava s konstantním průtokem, typické využití v FC topných-chladicích soustavách a v AHU	14
2.1.5	Soustava s proměnným průtokem, typické využití u povrchových topných-chladicích soustav, kde se používá totéž zařízení pro topení i chlazení	16
2.1.6	Aplikace s chladicí jednotkou – proměnný je pouze průtok v soustavě s paralelně řazenými čerpadly a regulovaným minimálním požadovaným průtokem skrze chladicí zařízení	18
2.1.7	Soustava s proměnným průtokem, typické využití v FCU, povrchových a jiných typech kombinovaných topných/chladicích soustav s přímočinnou regulací teploty v místnosti	20
2.1.8	Soustava s proměnným průtokem, typické využití v dvoutrubkových radiátorech topných soustav s termostatickými ventily	22
2.1.9	Radiátory v jednotrubkovém systému s termostatickými radiátorovými ventily a automatickým regulátorem průtoku	24
2.1.10	Soustava s proměnným průtokem, typické využití v dvoutrubkových soustavách povrchového vytápění (stěn či podlahy) s rozdělovači a individuální regulací teploty v místnosti	26
2.1.11	Soustava s proměnným průtokem, typické využití v předávacích stanicích	28
2.1.12	Soustava s proměnným průtokem, typické využití ve ventilačních topných jednotkách, vzduchových závěsech atd.	30
2.1.13	Soustava s proměnným průtokem s automatickou regulací teploty v systému distribuce teplé vody	32
2.1.14	Soustava s proměnným průtokem a automatickou regulací teploty systému distribuce teplé vody	34

2.2.1	Soustava s proměnným průtokem, často využíván u vytápění pomocí radiátorů, FC topných/chladicích soustav a AHU	36
2.2.2	Soustava s proměnným průtokem, často se užívá při vytápění pomocí radiátorů, FC topných/chladicích soustavách a AHU – u verzí s automatickými regulátory průtoku a MCV	38
2.2.3	Dvoutrubková topná/chladicí soustava s proměnným průtokem, typické využití u FC systémů a povrchových jednotek pro topení/chlazení	40
2.2.4	Soustava s konstantním průtokem s manuálním vyvažováním v systému distribuce teplé vody	42
2.3.1	Soustava s proměnným průtokem, aplikace v dvotrubkovém systému s radiátory a termostatickými radiátorovými ventily a regulátorem průtoku	44
3	Symbole a zkratky z 2.1, 2.2 a 2.3	46
3.1	Syndrom nízkého ΔT	48
3.2	Problém s nadprůtokem	49
3.3	Problém nedostatečného průtoku	52
4	Projektová případová studie: srovnání aplikací 2.1.1; 2.1.2 a 2.1.4	53
4.1	Provozní náklady	53
4.1.1	Úspora čerpací energie	54
4.1.2	Tepelné ztráty ve vedení	57
4.2	Porovnání investičních nákladů	60
4.3	Případová studie hydronického analyzátoru (Sunway Lagoon Hotel)	62
5.	Shrnutí informací o produktech	65
5.1	ABPCV: Automatický regulační ventil	65
5.2	PIBCV: Tlakově nezávislý regulační ventil s integrovaným automatickým regulátorem průtoku	65
5.3	Manuální seřizovací ventil	67
5.4	MCV: Zónové ventily a motorizované regulační ventily	68
5.5	SARC: Přímocinné regulátory teploty	70
5.6	RC: Prostorové termostaty	70



1.1

DOPORUČENÉ ŘEŠENÍ pro soustavy vytápění

SOUSTAVA VYTÁPĚNÍ

Jednotrubkové
soustavy

Dvoutrubkové
soustavy

Soustavy s TRV
a bez TRV

Soustavy s TRV
a bez TRV

Soustavy s TRV

Bez přednastavení

S přednastavením

DOPORUČENÉ
ŘEŠENÍ
AUTOMATICKÝ
REGULÁTOR PRŮTOKU
AB-QM, QT, CCR3



PŘIJATELNÉ ŘEŠENÍ
MANUÁLNÍ
BALANČNÍ VENTIL
LENO MSV-BD,
LENO MSV-B/S/O



DOPORUČENÉ
ŘEŠENÍ
REGULÁTOR TLAKOVÉ
DIFERENCE
ASV-P/PV + ASV-BD
AB-PM



DOPORUČENÉ
ŘEŠENÍ
REGULÁTOR TLAKOVÉ
DIFERENCE
ASV-P/PV + ASV-BD
AB-PM



DOPORUČENÉ ŘEŠENÍ
REGULÁTOR TLAKOVÉ DIFERENCE
ASV-PV + MSV-F2 (s impulzním potrubím)



Sanitární vodní soustavy

Soustavy bez TRV

Modernizace soustavy
s TRV není možná

Modernizace soustavy
s TRV je možná

Cirkulační soustavy
teplé vody

DOPORUČENÉ ŘEŠENÍ

LENO MSV-B/S/O
LENO MSV-BD
/USV-I



DOPORUČENÉ ŘEŠENÍ

USV-M + USV-I
(upgradovatelné)



DOPORUČENÉ ŘEŠENÍ

MTCV, CCR2





1.2

DOPORUČENÉ ŘEŠENÍ pro soustavy chlazení

CHLADICÍ SOUSTAVA

KONSTANTNÍ PRŮTOK

Automatické
vyvážení

DOPORUČENÉ
ŘEŠENÍ
AUTOMATICKÝ
REGULÁTOR PRŮTOKU
AB-QM



**THE MASTER FILE OF THIS BROCHURE
DOES NOT EXCIST WITH US;
I've send you an example of another
brochure where the same design was
used and that one is approved; please let
us know what you'd like to change or not.**

Manuální
vyvážení

PŘIJATELNÉ ŘEŠENÍ
MANUÁLNÍ BALANČNÍ
VENTIL

**MSV-F2, LENO MSV-BD
LENO MSV-B/O/S**



PROMĚNNÝ PRŮTOK

Regulátor tlaku

kombinovaná tlakově
nezávislá regulace

Fixní tlak

Regulovatelný tlak

Regulační ventil
s integrovaným
automatickým
regulátorem průtoku
s vlastním pohonem

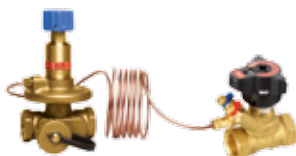
DOPORUČENÉ ŘEŠENÍ

ASV-P + ASV-M



DOPORUČENÉ ŘEŠENÍ

ASV-PV + ASV-I



DOPORUČENÉ ŘEŠENÍ

AB-QM + TWA-Z
AB-QM + ABNM
AB-QM + AMV(E)



DOPORUČENÉ ŘEŠENÍ

ASV-PV (příruba) + MSV-F2 (s impulzním potrubím)

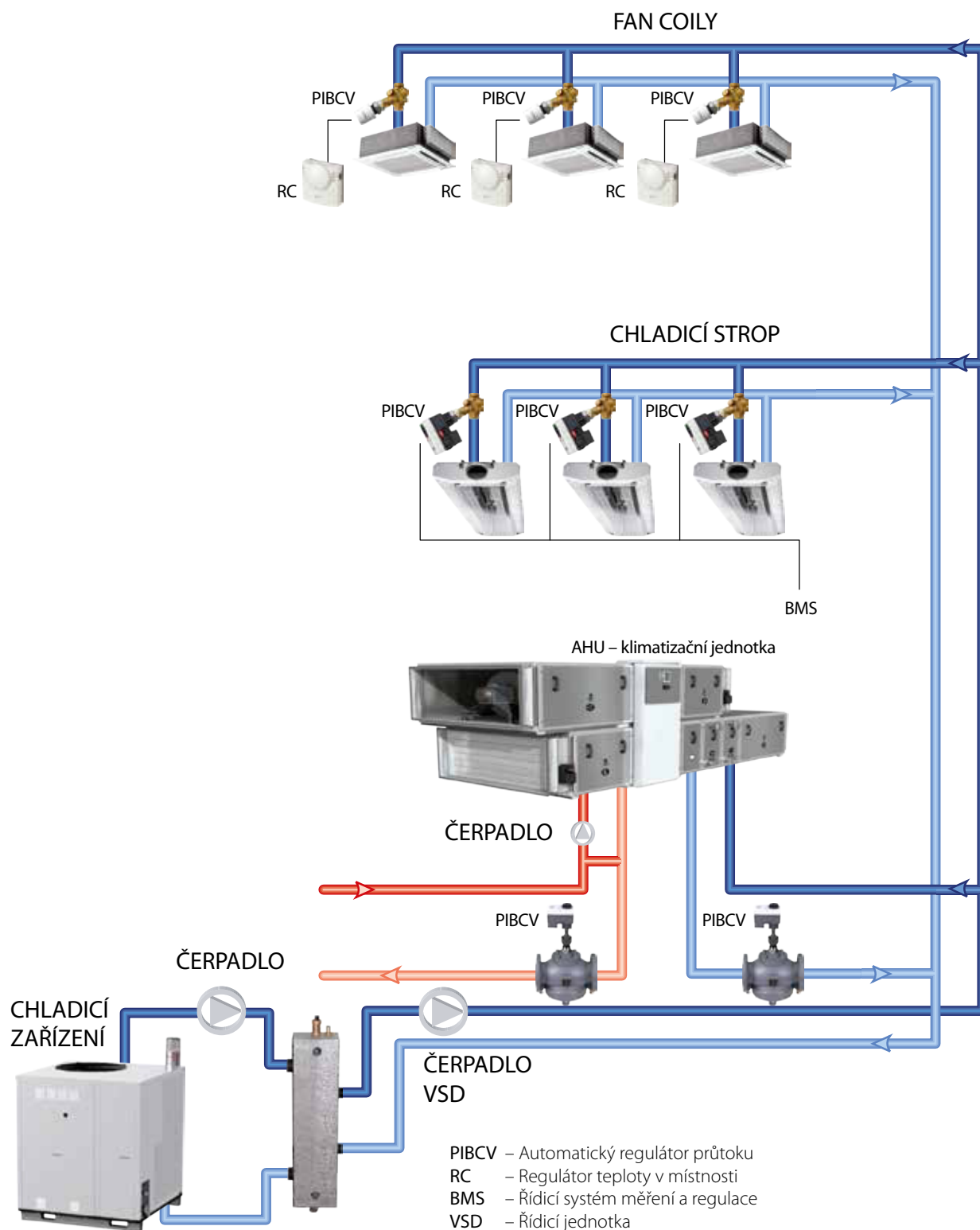




2.1.1

Soustava s proměnným průtokem, typické využití pro fan-coilové jednotky topných-chladicích soustav a všech druhů koncových jednotek (např. AHU)

(V této aplikaci je proměnný průtok v rozvodném potrubí a regulátor průtoku (či regulace) v celé koncové jednotce funguje nezávisle na oscilaci tlaku v soustavě. Tak se eliminuje riziko nadprůtoku po celou dobu provozu).



*Doporučený – správná funkce, vysoká efektivita

1

Návrh

- **JEDNODUCHÁ METODA VÝPOČTU:** není nutný výpočet Kvs, autorita či hydraulického nastavení
- Autorita 100 % – tlakově nezávislá regulace
- Zjednodušený výpočet nastavení průtoku podle spotřeby tepla
- Výpočet výtlačné výšky čerpadla podle min Δp na ventilu a tlakové ztráty soustavy při nominálním průtoku

2

Provozní náklady

- **NEJNIŽŠÍ** čerpací náklady ^{F)} (odpadá problém s nadprůtokem)
- Tepelné ztráty i tepelné zisky v potrubí jsou minimální
- **NEJNIŽŠÍ** požadavek na požadovanou výtlačnou výšku čerpadla
- Doporučená optimalizace výtlačné výšky čerpadla ^{J)}
- Regulační ventily – **100% AUTORITA** a nejvyšší účinnost – minimální oscilace teploty v místnosti ^{K)}
- Není zapotřebí opakovaně soustavu uvádět do provozu ^{C)}

3

Investice

- Investiční náklady ^{I)} – **DOBŘE** (jen 2 porty PIBCV)
- Žádný hydraulický prvek v soustavě
- Nejnižší počet ventilů v soustavě (nižší instalační náklady ^{I)})
- Není zapotřebí soustavu uvádět do provozu ^{B)}
- Doporučený je pohon s proměnlivou rychlostí ^{S)} (proporcionální charakteristika)

4

Navrženo pro rychlou instalaci

- Hydraulická regulace jen u koncových jednotek se **100% AUTORITOU**
- Vyvážení při plné i částečné zátěži – **VYNIKAJÍCÍ**
- Není zapotřebí žádné uvedení do provozu
- Čerpadlo s proměnnými otáčkami zajišťuje neefektivnější úsporu energie ^{T)}

5

Jiné

- PIBCV dokáže uzavřít i při 6 bar
- Nulový nadprůtok ^{L)}
- Optimalizace pro obvyklé čerpadlo
- Minimální celková spotřeba energie
- **MAXIMÁLNÍ ÚSPORA ENERGIE**

1

Návrh

- **JE ZAPOTŘEBÍ TRADIČNÍ VÝPOČET ^{A)}**: Kvs ventilu, autorita MCV
- Podle implikovaného hydraulického výpočtu (můžete soustavu rozdělit podle regulační smyčky)
- Je zapotřebí výpočet nastavení v rámci regulační smyčky
- Výpočet výtlačné výšky ventilu podle nominálního průtoku

2

Provozní náklady

- **NÍZKÉ** čerpací náklady ^{F)} (omezená délka kvůli riziku nadprůtoku)
- Tepelné ztráty i tepelné zisky v potrubí jsou nízké
- Vyšší potřeba výtlačné výšky ventilu – je třeba větší tlaková ztráta Δp regulátoru
- Hodí se optimalizace výtlačné výšky čerpadla ^{J)}
- Regulační ventily – lze dosáhnout dobré autority ^{B)} a lepší účinnosti – nižší oscilace teploty v místnosti ^{K)}
- Není třeba uvádět soustavu znovu do provozu ^{C)} (leda v případě dlouhé regulační smyčky)

3

Investice

- Investiční náklady ^{I)} – **DOBŘE** („levný“ 2cestný ventil + ABPC smyčkami)
- Nákladné velké automatické regulátory tlakové difference (ABPC)
- Vyvážení soustavy není třeba ^{B)}, leda v případě dlouhé regulační smyčky
- Doporučuje se čerpadlo s proměnnými otáčkami ^{S)} (konstantní tlaková charakteristika)
- Do smyčky v koncové jednotce je třeba umístit manuální seřizovací ventil, aby bylo možno nastavit průtok i pro dlouhé smyčky.

4

Navrženo pro rychlou instalaci

- Hydraulická regulace jen na koncových jednotkách (radiátorech), jejichž Δp na nejbližším regulačním ventilu je konstantní
- Vyvažování při plné i částečné zátěži – **DOBŘE**
- Uvedení do provozu není nutné, leda v případě dlouhé regulační smyčky (je třeba nastavení ventilu)
- Čerpadlo s proměnnými otáčkami zajišťuje úspory energie ^{T)}

5

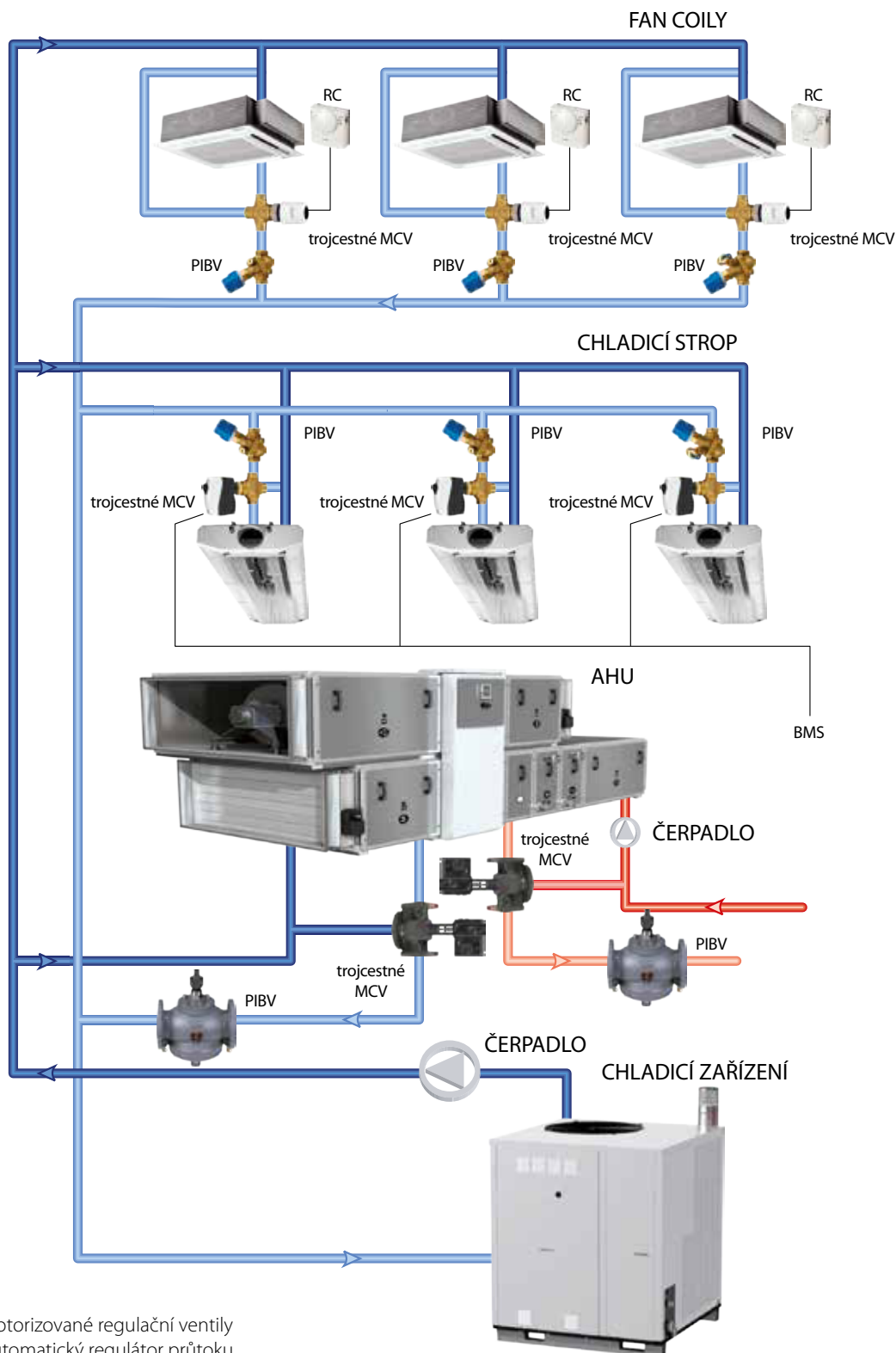
Jiné

- Uzavírací tlak zónových ventilů by měl být 50 % nad nastavením tlaku v regulátoru ΔP
- Mírný nadprůtok při částečné zátěži (manuální vyvažování ve smyčce)
- Obvykle je čerpadlo předimenzováno a přetěžováno, aby se dosáhlo normální autority u MCV.

2.1.3

Soustava s konstantním průtokem, typické využití v FCU topných-chladicích soustavách a v AHU

(U této aplikace je zaručen 100% konstantní průtok v rozvodném potrubí. Tato aplikace nabízí automatické vyvážení a odstraňuje nadbytečný nadprůtok při práci s částečným zatížením.)



MCV – Motorizované regulační ventily
 PIBV – Automatický regulátor průtoku
 RC – Pokojové regulátory
 BMS – Řídicí systém budovy
 AHU – Klimatizační jednotka

*Přijatelné – technicky správné, méně účinné

1

Návrh

- **JE ZAPOTŘEBÍ TRADIČNÍ VÝPOČET ^{A)}**: Kvs ventilu, autorita MCV
- Zjednodušený hydraulický výpočet s regulátorem průtoku (není třeba přednastavení, pouze nastavení průtoku)
- Výpočet výtlačné výšky ventilu podle nominálního průtoku

2

Provozní náklady

- **VYSOKÉ** čerpací náklady ^{F)}
- Tepelné ztráty i tepelné zisky v potrubí jsou vysoké
- Není možná optimalizace výtlačné výšky čerpadla ^{J)}, pokud je mimo charakteristiku čerpadla
- Regulační ventily – dobrá autorita ^{E)} a vysoká efektivita se nedá docílit ^{K)} (v případě modulační kontroly)
- **PROBLÉMY S NÍZKÝM ΔT ^{H)}** – v případě, že neregulujeme teplotu vratné vody, nízká efektivita boileru a chladicího stroje

3

Investice

- Investiční náklady ^{I)} – **VELMI VYSOKÉ** (3cestný ventil + PIBV)
- Hydraulická regulace pouze na otopných tělesech
- Méně ventilů než u 2.1.4. aplikace, nižší instalační náklady
- Uvedení soustavy do provozu ^{B)} není nutné

4

Navrženo pro rychlou instalaci

- Vyvažování při plné i částečné zátěži – **VELMI DOBRÉ**, po celou dobu konstantní průtok
- Uvedení soustavy do provozu není nutné ani když je rozšiřována či vyměňována
- Spotřeba energie čerpadla stálá, mnohem vyšší než u soustavy s proměnným průtokem ^{O)}

5

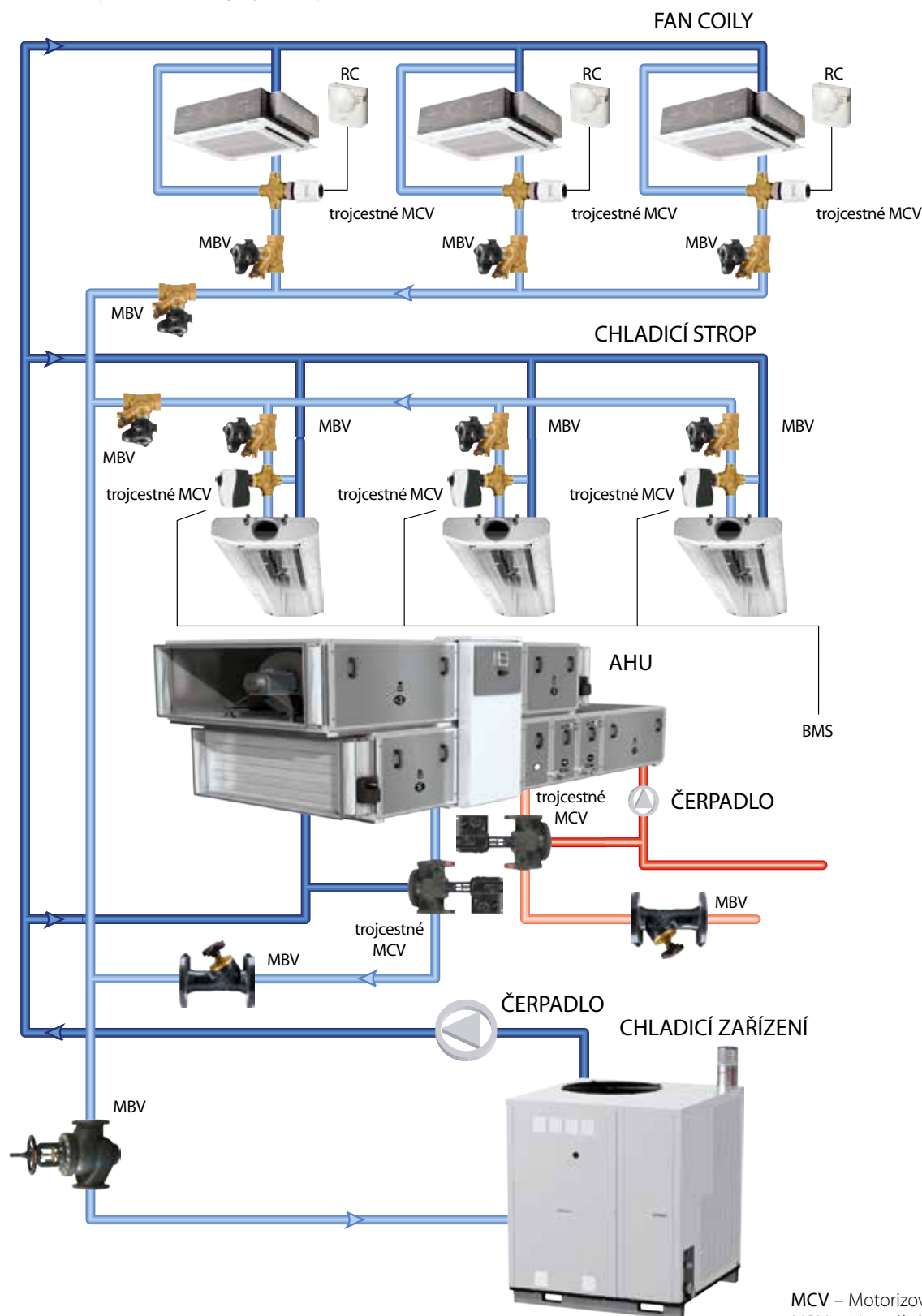
Jiné

- Uzavírací tlak zónových ventilů by měl být stejný jako výtlačná výška čerpadla při nulovém průtoku, tlak se nesníží
- Vyvažování při částečném zatížení – přijatelné až DOBRÉ, závisí na kapacitě čerpadla
- Obvykle je čerpadlo předimenzováno, ale tlak je podle nastavené hodnoty na regulátoru průtoku
- **SOUSTAVA S REÁLNÝM KONSTANTNÍM TOKEM**

2.1.4

Soustava s konstantním průtokem, typické využití v FC topných-chladicích soustavách a AHU

(U této aplikace je zajištěn přibližně konstantní průtok v rozvodném potrubí. Jedná se o okamžité řešení, kde je levná energie, ale automatické balanční ventily nejsou k dispozici.)



MCV – Motorizované regulační ventily
 MBV – Manuální balanční ventily
 RC – Pokojový regulátor
 AHU – Klimatizační jednotka
 BMS – Řídicí systém budovy

*Přijatelné – správná funkce, méně účinné

1

Návrh

- **JE ZAPOTŘEBÍ TRADIČNÍ VÝPOČET ^{A)}:**
Kvs ventilu, autorita MCV, přednastavení MBV
- Jednoduchý hydraulický výpočet s regulátorem průtoku (není třeba žádné přednastavení, pouze nastavení průtoku)
- Výpočet výtlačné výšky čerpadla při částečném provozu (nadprůtok v obtoku)

2

Provozní náklady

- **VELMI VYSOKÉ** čerpací náklady ^{F) 3.2} (kvůli nadprůtoku)
- Tepelné ztráty a tepelné zisky v potrubí jsou vysoké
- Optimalizace výtlačné výšky čerpadla ^{J)} **NENÍ MOŽNÁ**. Pouze pokud jsou použity partnerské ventily ^{N)} (MBV).
- Regulační ventily – nelze docílit dobrou autoritu a vysokou účinnost ^{E)}, vyšší oscilace teploty v místnosti ^{K)} (v případě modulační regulace)
- **SYNDROM NÍZKÉHO ΔT ^{H)}** nemá kontrolu nad teplotou vratné vody, nižší efektivita boileru a chladicího zařízení
- Čas od času je nutné znovu vyregulovat soustavu ^{G)} (dle úlohy EPBD ^{R)}) – zajistí zkušený zprovoznovací tým

3

Investice

- Investiční náklady ^{I)} – **VYSOKÉ** (3cestný ventil + MBV + uvedení do provozu)
- Jsou nutné velké dimenze partnerských ventilů ^{N)}
- Více ventilů – vyšší instalační náklady ^{I)} (zvláště u extra přírub pro větší ventily!)
- Uvedení soustavy do provozu ^{B)} nutné

4

Navrženo pro rychlou instalaci

- Vyvažování při plném zatížení – **VELMI DOBRÉ**, při částečném zatížení pouze **PŘIJATELNÉ**
- Uvedení soustavy do provozu je nutné
- Při částečné zátěži bude průtok 20–40 % vyšší než navržený průtok, je třeba větší čerpadlo
- Čerpací náklady ^{F)} jsou daleko vyšší při částečném zatížení

5

Jiné

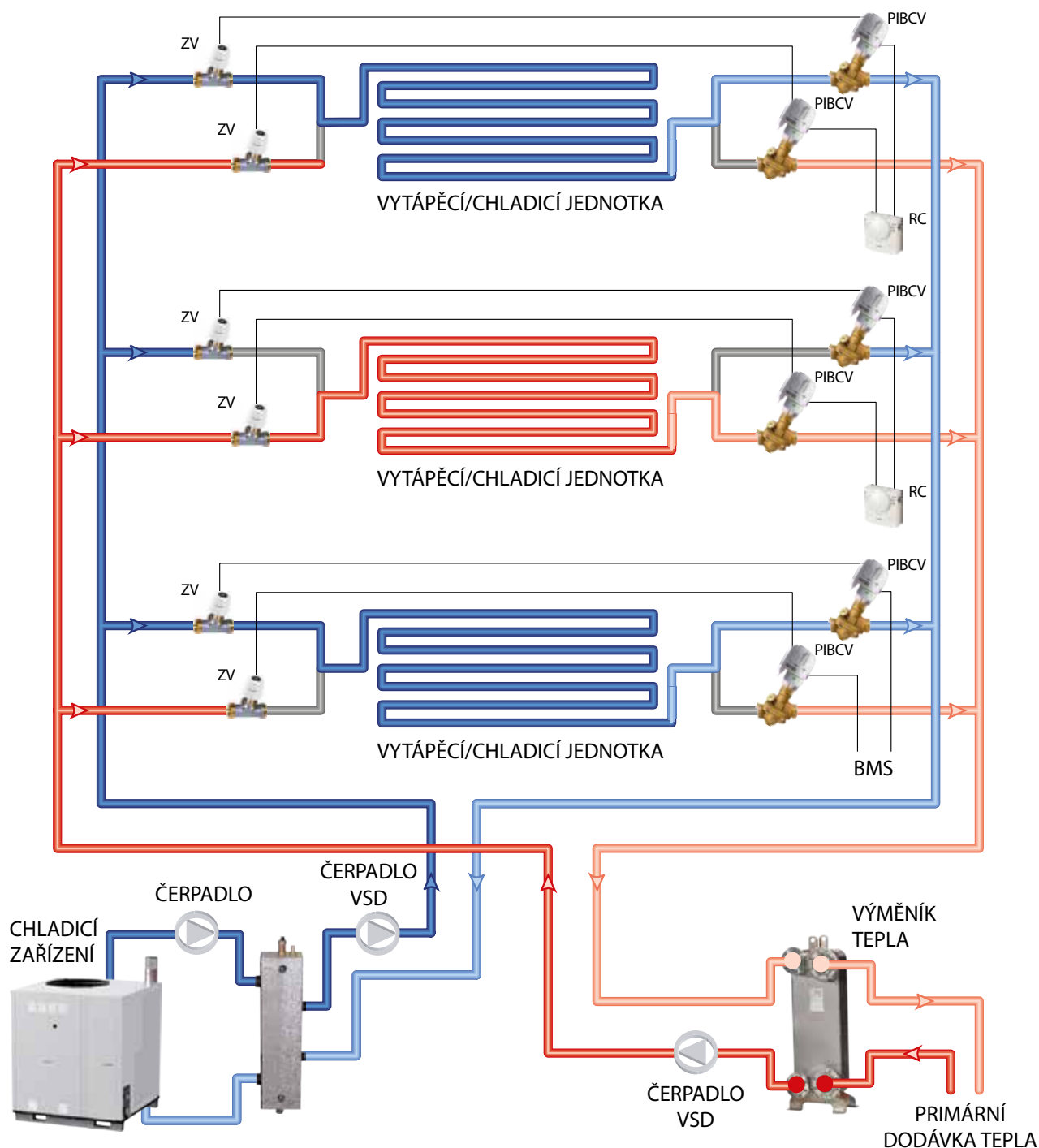
- Uzavírací tlak zónových ventilů by měl být stejný s výtlačnou výškou čerpadla při nulovém průtoku, tlak není snížen
- Obvykle je čerpadlo předimenzováno a přetíženo, aby se zajistil správný stav pro MBV
- V soustavě není konstantní reálný průtok ^{G)}, pokud v obtoku není MBV ^{P)} (např. na FCU)



2.1.5

Soustava s proměnným průtokem, typické využití u povrchových topných-chladicích soustav, kde se používá totéž zařízení pro topení i chlazení

(U této aplikace je zajištěn proměnný průtok v topné i chladicí distribuční síti nezávisle na sobě navzájem. Je zajištěno omezení (či regulace) průtoku sekvenčně (topení nebo chlazení) u koncových jednotek nezávisle na oscilacích tlaku v soustavě. Tak lze eliminovat nadprůtok během celého provozu.)



- PIBCV – Automatický regulátor průtoku
- RC – Regulátor teploty v místnosti
- BMS – Řídicí systém měření a regulace
- VSD – Řídicí jednotka
- ZV – Zónové ventily

*Doporučený – správná funkce, vysoká účinnost

1

Návrh

- **JEDNODUCHÁ METODA VÝPOČTU:** není nutný výpočet K_{vs} , autority ani výpočet přednastavení
- **AUTORITA 100 %** – na tlaku nezávislá regulace v topné i chladicí distribuční síti nezávisle na sobě navzájem
- Zjednodušený výpočet nastavení průtoku, podle spotřeby tepla
- Výpočet výtlačné výšky čerpadla dle min Δp na ventilu a tlakové ztráty v soustavě při nominálním průtoku
- Zónový ventil je nutný pro sekvenční řízení topení a chlazení

2

Provozní náklady

- **NEJNIŽŠÍ** čerpací náklady ^{F)} (nehrozí nadprůtok)
- Tepelné ztráty i tepelné zisky v potrubí jsou minimální
- Nejnižší potřeba výtlačné výšky čerpadla
- Doporučuje se optimalizace výtlačné výšky čerpadla ^{J)}
- Regulační ventily – **100% AUTORITA** a nejvyšší účinnost – minimum oscilace teploty v místnosti ^{K)}
- Uvedení soustavy do provozu ^{B)} není nutné

3

Investice

- Investiční náklady ^{I)} – **STŘEDNÍ** (2 ks. PIBCV pro vyvážení a 2 ks pro zónovou regulaci)
- Už žádný hydraulický prvek v soustavě, pouze zónový ventil pro sekvenční řízení
- Dvakrát dva ventily pro každou koncovou jednotku (střední instalační náklady ^{I)})
- Zprovoznění soustavy není nutné ^{B)}
- Doporučuje se čerpadlo s proměnnými otáčkami ^{S)}

4

Navrženo pro rychlou instalaci

- Hydraulická regulace pouze u topných/chladicích jednotek se 100% autoritou
- Uvedení do provozu při plné i částečné zátěži – **VYNIKAJÍCÍ**
- Zprovoznění není nutné vůbec – pouze nastavení průtoku
- Nízká oscilace teploty v místnosti ^{K)}
- Čerpadlo s proměnnými otáčkami zajišťuje nejvyšší úsporu energie ^{T)}

5

Jiné

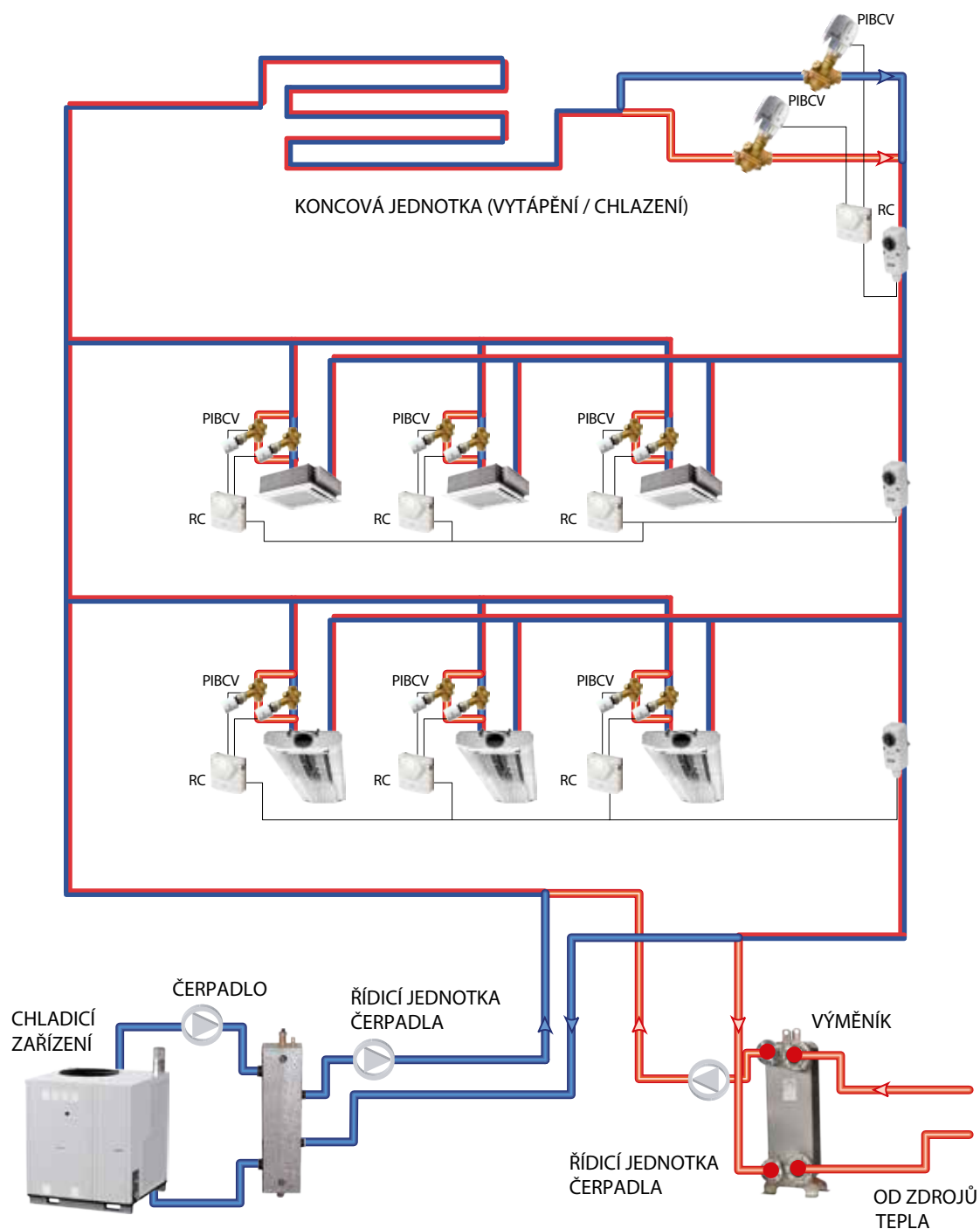
- PIBCV dokáže zavírat při 6 bar
- Nehrozí nadprůtok ^{L)}
- Obvykle optimalizované na dané čerpadlo
- Minimální celková spotřeba energie, **MAXIMÁLNÍ ÚSPORA ENERGIE**
- Elektrické zapojení dovozuje paralelní funkce topení a chlazení



2.1.6

**Dvoutrubková topná/chladicí soustava s proměnným průtokem.
Typické využití u fan-coilových (FCU) systémů a u všech typů koncových jednotek (například chladicí trám)**

(S takovou aplikací nelze uvnitř budovy zajistit souběžné vytápění a chlazení. V topné/chladicí centrále je třeba podle celkové spotřeby v budově přepínat zónové ventily. Pomocí paralelně zapojených tlakově nezávislých regulačních ventilů s automatickým regulátorem průtoku (PIBCV) je zajištěn proměnný průtok v rozvodném potrubí a individuální omezení (či regulace) průtoku v koncových jednotkách podle požadovaného průtoku v topné či chladicí distribuční síti. Přepínání regulátoru AB-QM mezi vytápěním a chlazením je řešeno potrubním čidlem. Tím je zamezeno jakémukoli nadprůtoku během celé doby provozu.)



PIBCV – Tlakově nezávislý regulační ventil s automatickým regulátorem průtoku
RC – Pokojový regulátor
VSD – Řídicí jednotka

*Doporučený – správná funkce, vysoká účinnost

1

Návrh

- **JEDNODUCHÁ METODA VÝPOČTU:** není nutný výpočet Kvs, autority ani výpočet hydraulického přednastavení
- **AUTORITA 100%** – tlakově nezávislá regulace všech koncových jednotek v topné i chladicí fázi, nezávisle na sobě
- Zjednodušený výpočet nastavení průtoku podle spotřeby tepla a chladu
- Dimenzování rozvodného potrubí podle většího požadavku na průtok (platí obecně pro chlazení)
- Výpočet výtlačné výšky čerpadla – zvlášť pro vytápění a chlazení – dle minimálního požadovaného Δp na PIBCV a podle tlakové ztráty v soustavě a na koncové jednotce při nominálním průtoku
- Průtok může být při vytápění a chlazení významně odlišný

2

Provozní náklady

- **NEJNIŽŠÍ** čerpací náklady ^{F)} (nulový nadprůtok, tlaková ztráta v potrubí je i při malém průtoku velmi nízká – platí obecně pro vytápění)
- Tepelné ztráty jsou během topné sezóny o trochu větší kvůli větším rozměrům potrubí a pomalejšímu proudění
- Nízká požadovaná výtlačná výška čerpadla (zejména při vytápění)
- Doporučuje se optimalizace výtlačné výšky ^{J)} čerpadla
- Regulační ventily – **100% AUTORITA** a nejvyšší účinnost
- Opětovné zprovoznění ^{C)} soustavy není nutné
- Neumožňuje vytápění a chlazení zároveň

3

Investice

- Investiční náklady ^{I)} – **NÍZKÉ** (2 ks PIBCV pro vyvážení a regulaci, žádné další ventily nejsou potřeba)
- Pouze dvě trubky na celou soustavu namísto čtyř, žádný další hydraulický prvek v soustavě
- Dva ventily pro každou koncovou jednotku (nízké náklady na instalaci ^{I)} méně potrubí)
- Zprovoznění systému není nutné ^{B)}, stačí jen nastavit průtok
- Doporučujeme použít čerpadlo s proměnnými otáčkami ^{S)}

4

Navrženo pro rychlou instalaci

- **NELZE SOUČASNĚ VYTÁPĚT A CHLADIT**, systém nesplňuje požadavky pro klasifikaci „A“ ^{X)}
- Regulace hydrauliky pouze u koncových jednotek se 100% autoritou
- Vyvážení při plném a částečném zatížení je – **VYNIKAJÍCÍ**, přesné omezení průtoku při vytápění i při chlazení
- Minimální kolísání teploty v místnosti ^{K)}
- Čerpadlo s proměnnými otáčkami zajišťuje maximální úsporu energie ^{T)}. Čerpadlo doporučujeme optimalizovat

5

Jiné

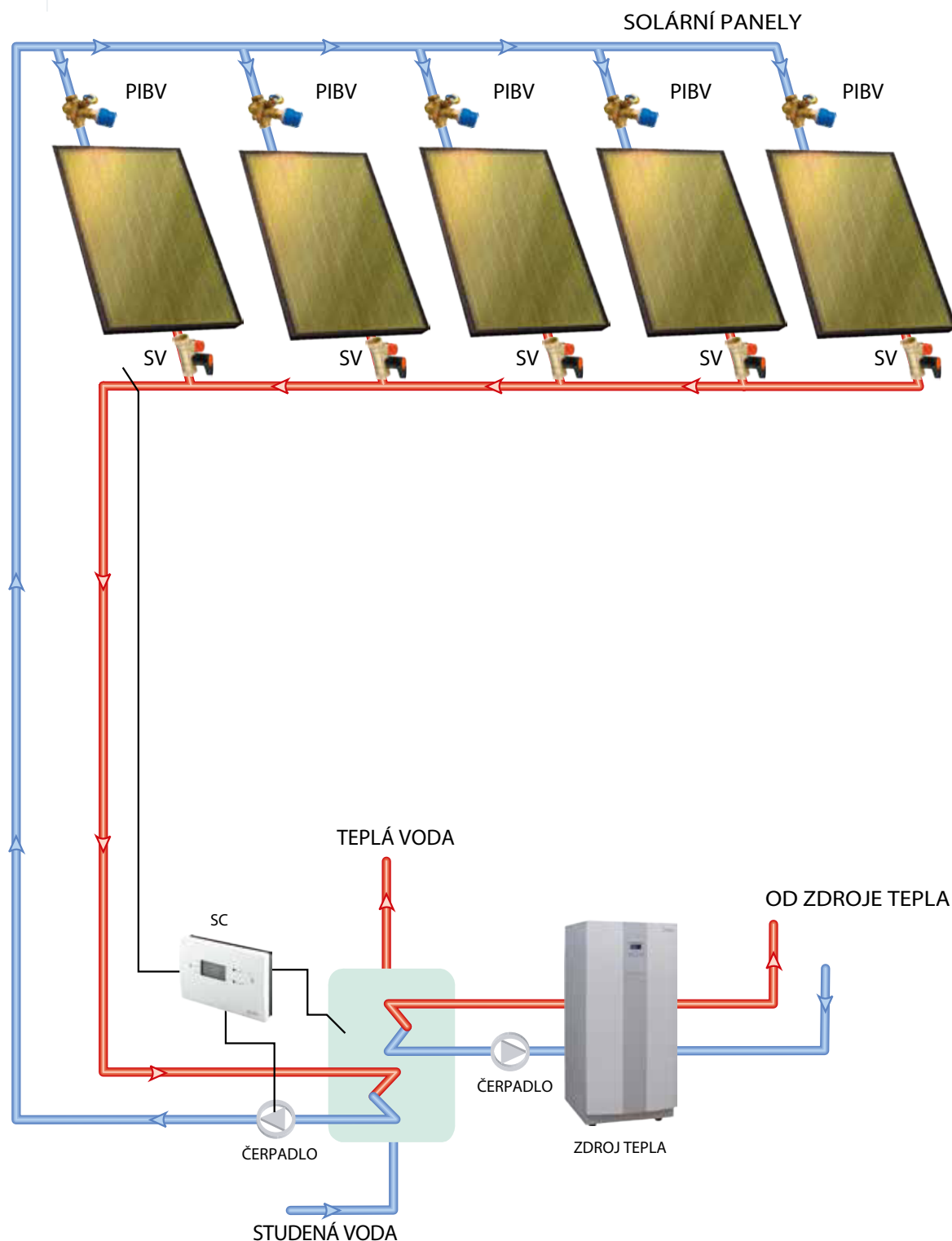
- Nulový nadprůtok ^{L)}
- Minimální celková spotřeba energie, **MAXIMÁLNÍ ÚSPORA ENERGIE**
- Je třeba použít elektrický přepínač, aby se zabránilo topení v případě požadavku na chlazení a naopak



2.1.7

Solární systémy se stálým průtokem, typické použití v kolektorech – zpravidla pro domácí přípravu horké vody a pro přehřívání topné vody

(U této aplikace je zajištěn stálý průtok v systému, přesný rozvod vody a omezení průtoku mezi kolektory nezávisle na jejich počtu, velikosti a umístění)



PIBV – Tlakově nezávislý regulační ventil s regulátorem průtoku (ve funkci regulátoru průtoku)

SV – Uzavírací ventil

SC – Solární regulátor

*Doporučený – správná funkce, vysoká účinnost

1

Návrh

- **JEDNODUCHÁ METODA VÝPOČTU:** není nutný výpočet Kvs ani výpočet přednastavení hydrauliky
- **SNADNÝ** výběr z automatických regulátorů průtoku (na základě požadovaného průtoku)
- Zjednodušené nastavení průtoku podle požadavku na průtok
- Výpočet výtlačné výšky čerpadla dle minimálního Δp na PIBV a na kolektoru a podle poklesu tlaku v systému při nominálním průtoku.
- Pokud se zvolená křivka čerpadla výrazně liší od požadované výtlačné výšky čerpadla, zvažte využití pohonu s proměnnými otáčkami

2

Provozní náklady

- **STŘEDNÍ** čerpací náklady ^{F)} (nulový nadprůtok)
- Větší požadovaná výtlačná výška čerpadla (minimální Δp je na PIBV vyšší než na ručním seřizovacím ventilu)
- Prostřednictvím pohonu s proměnnými otáčkami lze u čerpadla snížit spotřebu energie
- Opětovné zprovoznění systému ^{C)} není nutné

3

Investice

- Investiční náklady ^{I)} – **STŘEDNÍ** – (na každém kolektoru je pouze PIBV, žádné další hydraulické prvky nejsou zapotřebí)
- Zprovoznění systému není nutné
- Nejmenší možný počet ventilů v systému – nízké náklady na instalaci
- **SNADNÁ A RYCHLÁ** optimalizace čerpadla při použití pohonu s proměnnými otáčkami
- Pohon s proměnnými otáčkami není třeba instalovat, blíží-li se křivka čerpadla jeho požadované výtlačné výšce

4

Navrženo pro rychlou instalaci

- Regulace hydrauliky pouze u kolektorů s nastavením průtoku pomocí PIBV
- Záruka správné distribuce průtoku mezi kolektory
- **VYNIKAJÍCÍ** vyvážení
- Systém vůbec není třeba zprovozňovat – ani po jeho rozšíření či změně
- Neměnný čerpací výkon během celého provozu

5

Jiné

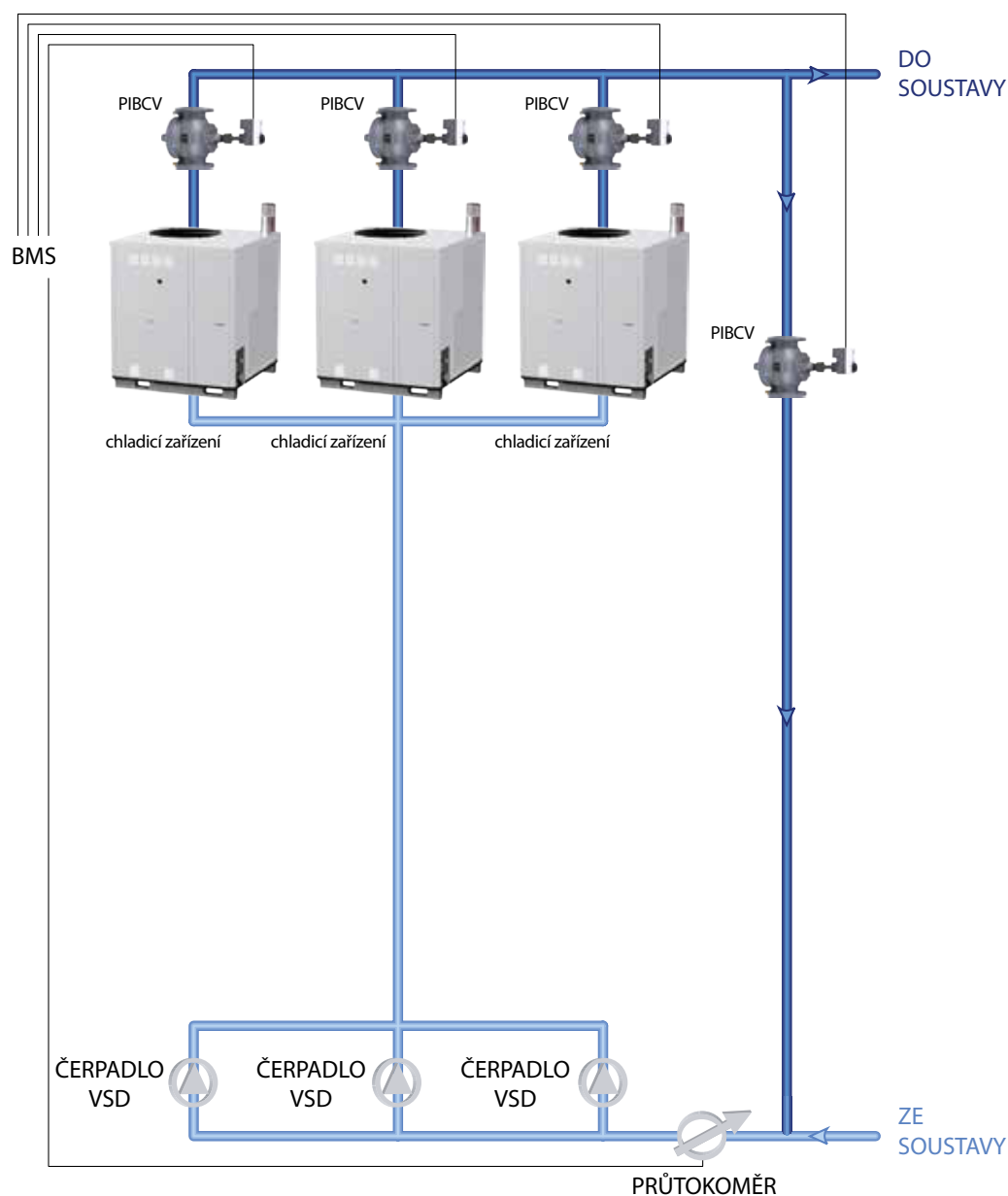
- Rozšířením PIBV o servo lze v případě požadavku na snížení kapacity nebo za jiným účelem provádět zónovou regulaci.
- Je třeba vzít v potaz maximální teplotu. Obecně u takovýchto solárních systémů teplota překračuje běžnou úroveň.
- Je nutno určit koncentraci glykolu v chladicí kapalině
- Jednoduchý regulátor slunečního tepla zajišťuje optimální využití energie



2.1.8

Aplikace s chladicí jednotkou – proměnný je pouze průtok v systému s paralelně řazenými čerpadly a regulovaným minimálním požadovaným průtokem skrze chladicí zařízení

(Variabilita průtoku v moderní aplikaci s minimálním průtokem v obtoku. Velmi vysoká efektivita systému)



PIBCV – Automatický regulátor průtoku

BMS – Řídicí systém měření a regulace

VSD – Řídicí jednotka

*Doporučený – správná funkce, vysoká účinnost

1

Návrh

- Hydraulická metoda výpočtu, kde musí být navržen minimální průtok v obtoku
- Výpočet výtlačné výšky čerpadla dle nominálního průtoku systémem
- Výpočet obtoku ohledně minimálního požadovaného průtoku pro chladicí zařízení
- Komplexní systémové řízení

2

Provozní náklady

- Možná **NEJNIŽŠÍ** čerpací náklady ^{F)} (chladicí primární systém proměnného průtoku)
- Teplota přesného průtoku, prevence syndromu nízkého Δt ^{H)}
- **VYSOKÁ EFEKTIVITA** chladicího zařízení
- Optimalizace výtlačné výšky čerpadla ^{J)}
- Minimální míra obtoku

3

Investice

- Investiční náklady ^{I)} ve srovnání s tradiční soustavou – nižší – žádný anuloid, není potřeba žádné sekundární čerpadlo
- Je nutné čerpadlo s proměnnými otáčkami ^{S)}

4

Navrženo pro rychlou instalaci

- Hydraulická regulace celými chladicími zařízeními nezávisle na sobě vzájemně se **100% AUTORITOU**
- Vyvážení při plné i částečné zátěži – **VYNIKAJÍCÍ**
- Uvedení soustavy do provozu není nutné
- Čerpadlo s proměnnými otáčkami zajišťují nejvyšší úsporu energie ^{T)}
- Přesná teplota průtoku

5

Jiné

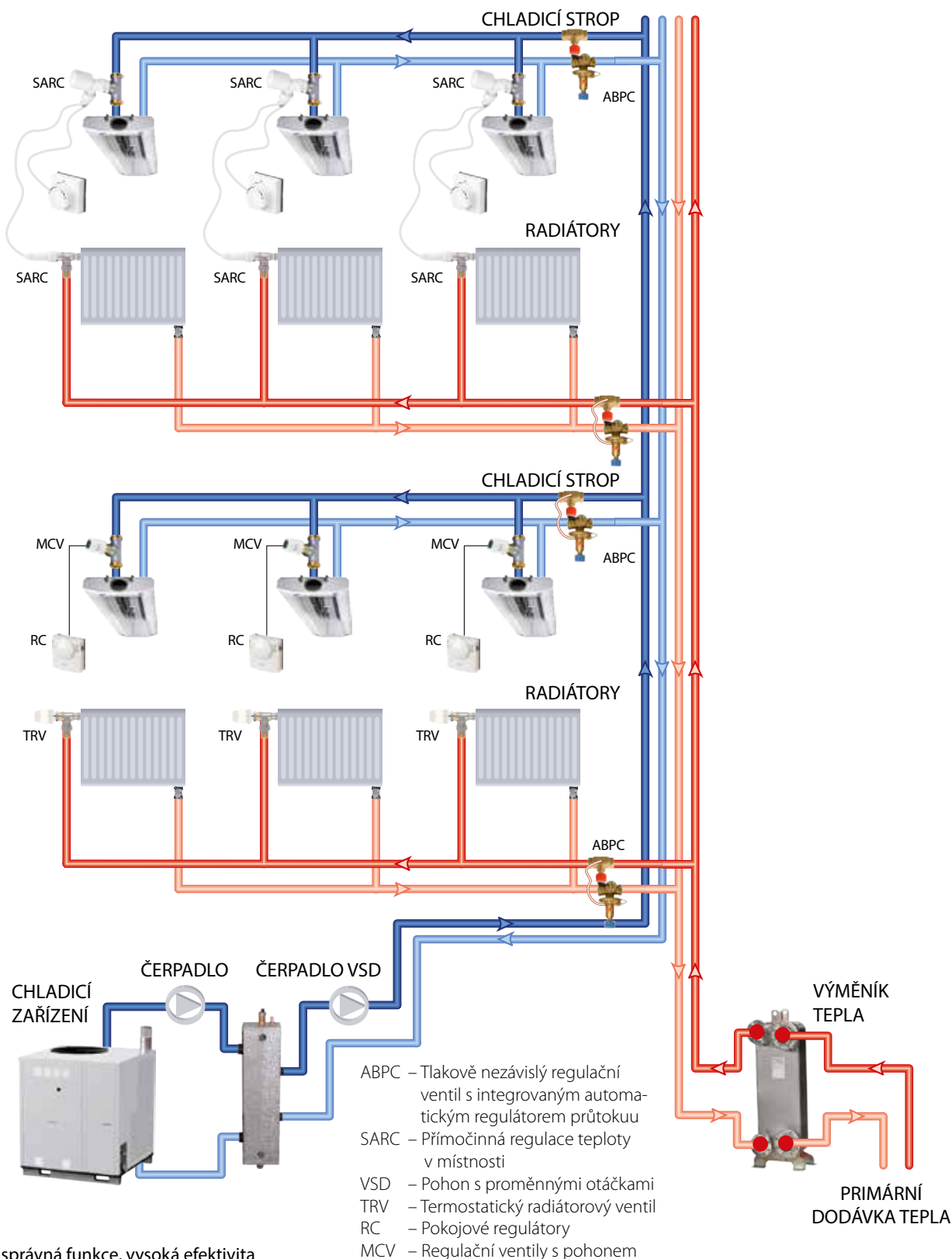
- Na tlaku nezávislé řízení chladicího zařízení s lineární či logaritmickou charakteristikou ventilu? (lineární vlastnosti s plnou autoritou, kompenzační vlastnosti lineárního potrubního systému)
- V chladicím zařízení nedochází k nadprůtoku ^{U)} – ideou tohoto systému je zvýšit účinnost chladicího zařízení při průtoku přesahujícím projektovaný průtok
- Spolehlivý a velice výkonný systém (pokud sekundární stranu ovládá PIBCV)



2.1.9

Soustava s proměnným průtokem, typické využití v FCU, povrchových a jiných typech kombinovaných topných/chladicích soustav s přímočinnou regulací teploty v místnosti

(U této aplikace je proměnný průtok v rozvodném potrubí a stálý diferenční tlak v obou větvích nezávisle na oscilacích tlaku v soustavě. Tak se redukuje většina nežádoucího nadprůtoku a eliminují se problémy s hlučností při běhu na částečnou zátěž.)



*Doporučený – správná funkce, vysoká efektivita

1

Návrh

- **U PŘÍMOČINNÝCH REGULAČNÍCH VENTILŮ JE NUTNÝ TRADIČNÍ VÝPOČET ^{A)}**: Kvs a autorita ventilu
- Zjednodušený hydraulický výpočet (můžete soustavu rozdělit podle regulované smyčky Δp)
- Je nutný výpočet přednastavení v rámci regulované smyčky
- Výpočet výtlačné výšky čerpadla dle nominálního průtoku

2

Provozní náklady

- **NÍZKÉ** čerpací náklady ^{F)} (omezená délka smyčky kvůli riziku nadprůtoku)
- Tepelné ztráty a zahřívání v potrubí jsou velmi nízké
- Vyšší potřebná výtlačná výška čerpadla – nutný další regulátor ztráty tlaku Δp
- Hodí se optimalizace výtlačné výšky čerpadla ^{J)}
- Přímochinné (proporční) regulační ventily – nízká oscilace teploty v místnosti ^{K)}
- Opětovné uvedení soustavy do provozu ^{Q)} není nutné
- Vyšší efektivita boileru a chladicího zařízení je dosažena díky většímu ΔT v soustavě

3

Investice

- Investiční náklady ^{I)} – vysoké požadavky na regulaci (levné 2cestné ventily + SARC; ABPC smyčkami a dále čidlo vlhkosti pro povrchové chlazení)
- **NÍZKÉ** instalační náklady ^{I)} – elektronická elektroinstalace není nutná
- Uvedení soustavy do provozu ^{B)} není nutné, stačí pouze přednastavit ventilová tělesa na požadované hodnoty
- Doporučuje se čerpadlo s proměnnými otáčkami ^{S)} (konstantní charakteristika)

4

Navrženo pro rychlou instalaci

- Stabilní teplota v místnosti ^{V)} (SARC), vysoký komfort
- Hydraulická regulace pouze koncových topných/chladicích jednotek
- Vyvažování při plné i částečné zátěži – **DOBŘE**
- Čerpadlo s proměnnými otáčkami a dobrá účinnost boileru/chladicího zařízení zajišťují úsporu energie ^{T)}
- Regulace průtoku v bočních větvích je řešeno přednastavením regulačních ventilů

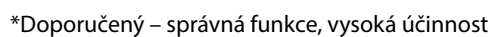
5

Jiné

- Uzavírací tlak zónových ventilů by měl být 50 % vyšší než nastavení tlaku (tojúhelníček) na regulátoru
- Mírný nadprůtok při částečném zatížení (kompenzace přímochinným regulátorem)
- Čerpadlo je obvykle předimenzováno a přetíženo, aby se při SARC dosáhlo normální autority
- Čidlo vlhkosti je nutné při chlazení povrchu, aby v místnosti nedocházelo ke kondenzaci



(U této aplikace zaručujeme proměnný průtok v distribuční síti a stálý diferenční tlak na obou stoupačkách nezávisle na přechodné zátěži a oscilacích tlaku v systému.)



1

Návrh

- **PRO POŽADOVANÝ PRŮTOK VE STOUPAČCE JE TŘEBA PROVÉST INDIVIDUÁLNÍ VÝPOČET:** S regulátorem průtoku a teploty ve vratném potrubí jsme schopni zaručit očekávaný minimální ΔT ve stoupačkách. Velikost radiátoru musí odpovídat velikosti konvektoru.
- Vzhledem k absenci regulace teploty je nezbytný výpočet pro přednastavení koncových jednotek ve smyčce, emise tepla bude odpovídat průtoku a velikosti radiátoru. Výpočet pro přednastavení je založen na požadovaném průtoku mezi radiátory a na poklesu tlaku v potrubí uvnitř regulační smyčky.
- Jednoduchý hydraulický výpočet (můžete systém rozdělit stoupačkami), je ale třeba vzít v potaz požadovaný Δp na ventilu AB-QT.
- Výpočet výtlačné výšky čerpadla podle nominálního průtoku

2

Provozní náklady

- **NEJNIŽŠÍ** čerpací náklady ^{F)} – průtok podřízených stoupaček je také regulován a dále snižován podle regulace teploty
- **NEJVĚTŠÍ MOŽNÝ ΔT** na stoupačkách – tepelné ztráty v potrubí jsou malé, efektivnější provoz bojleru nebo tepelného výměníku
- Menší přehřívání stoupaček
- Požadavek na vyšší výtlačnou výšku čerpadla – větší pokles tlaku v regulátoru průtoku
- Je vhodné optimalizovat čerpadlo ^{J)}

3

Investice

- Investiční náklady ^{I)} – **PŘIJATELNÉ** (termoelektrický pohon ABV ve smyčkách, není zde ale žádná individuální regulace teploty)
- Teplotní regulátor QT představuje dodatečné náklady
- Méně ventilů než při ruční aplikaci, menší instalační náklady ^{I)} v důsledku použití termostatického pohonu QT
- Opětovné zprovoznění ^{B)} systému není nutné, stačí pouze nastavit průtok a teplotu
- Namísto běžně používaného čerpadla se stálými otáčkami doporučujeme použít čerpadlo s proměnnými otáčkami ^{S)}

4

Navrženo pro rychlou instalaci

- Regulace hydrauliky je pouze na patách stoupaček.
- Průtok v radiátorech v závislosti na přednastavení a jeho změnách je úměrný uzavření termostatického pohonu QT.
- Vyvážení při plném a částečném zatížení: **DOBŘE** – další úspora energie
- **VYSOKÁ ÚČINNOST** – úspora energie díky maximalizovanému ΔT na stoupačce a čerpadlu s proměnnými otáčkami ^{T)}

5

Jiné

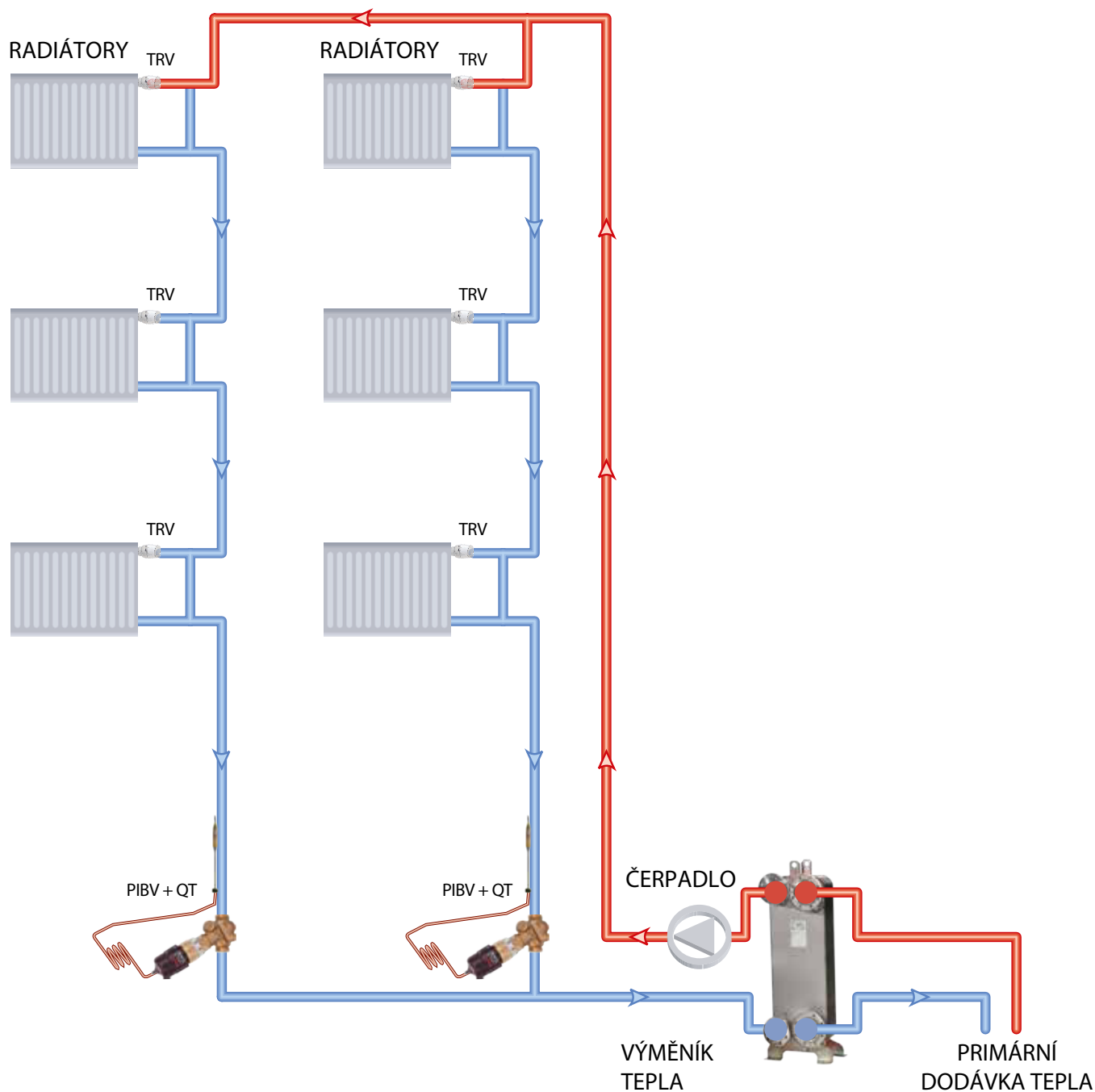
- Spotřeba tepla ve vnitřních prostorech (typicky např. koupelny) je konstantní. Poklesne-li venkovní teplota (a tím vzroste průtoková teplota), sníží se potřebný průtok.
- V případě nárůstu teploty vratné vody se prvek QT zavře pomocí samočinného regulátoru a zadrží průtok mimo stoupačku.



2.1.11

Radiátory v jednotrubkovém systému s termostatickými radiátorovými ventily a automatickým regulátorem průtoku

(U této aplikace je zajištěn stálý průtok stoupačkami s automatickými regulátory průtoku, takže je zajištěn správný rozvod vody v systému.)



TRV – Termostatické radiátorové ventily

PIBV + QT – Tlakově nezávislý vyvažovací ventil a termostatické čidlo (AB-QT) ve funkci regulátoru průtoku a teploty

*Doporučený – správná funkce, vysoká účinnost

1

Návrh

- Speciální metoda výpočtu „ α “ a velikosti radiátoru.
V úvahu je nutno vzít kv hodnotu TRV.
- (Výpočet tepelných ztrát na vertikálním potrubí)
- **ZJEDNODUŠENÝ HYDRAULICKÝ VÝPOČET**
(S OHLEDEM NA OCHYLKY MEZI STOUPAČKAMI)
- Není nutný výpočet přednastavení
- Nastavení prvku QT závisí na více faktorech*, jako je například efektivita renovace, počet poschodí apod.)
- Výpočet výtlačné výšky čerpadla dle nominálního průtoku

2

Provozní náklady

- **STŘEDNÍ** náklady na čerpání ^{F)} přestože systém při vypnutí prvku QT pracuje s proměnným průtokem
- Tepelné ztráty v potrubí jsou vysoké (s QT je ale lze omezit), většina z nich je ale zužitkována uvnitř vytápěných prostor (vertikální potrubí)
- Vyšší výtlačná výška čerpadla a požadovaný minimální Δp na ventilu AB-QM – dlouhé potrubí a relativně nízká hodnota průtokového množství (Kv) pro obtok ^{J)}
- Výtlačnou výšku čerpadla je možno optimalizovat pomocí měřicího níplu na ventilu AB-QM a díky řídicí jednotce
- Prvek QT šetří energii regulací vratné teploty

3

Investice

- Investiční náklady ^{I)} – **STŘEDNÍ** (TRV + PIBV + QT na stoupačkách)
- Méně ventilů než při manuálním vyvažování, nižší instalační náklady ^{I)}
- Jednoduchá instalace a nastavení QT
- Zprovoznění systému ^{B)} není nutné, stačí jen nastavit PIBV

4

Navrženo pro rychlou instalaci

- Regulace hydrauliky je pouze na patách stoupaček – požadovaný průtok se liší v závislosti na fungování QT
- Vyvážení při plném a částečném zatížení – **DOBŘE**
- Nízké kolísání teploty v místnosti ^{K)} – samočinná regulace, přestože je teplota ovlivňována přenosem tepla z potrubí
- Prvek QT reguluje vratnou teplotu (při nižší venkovní teplotě)

5

Jiné

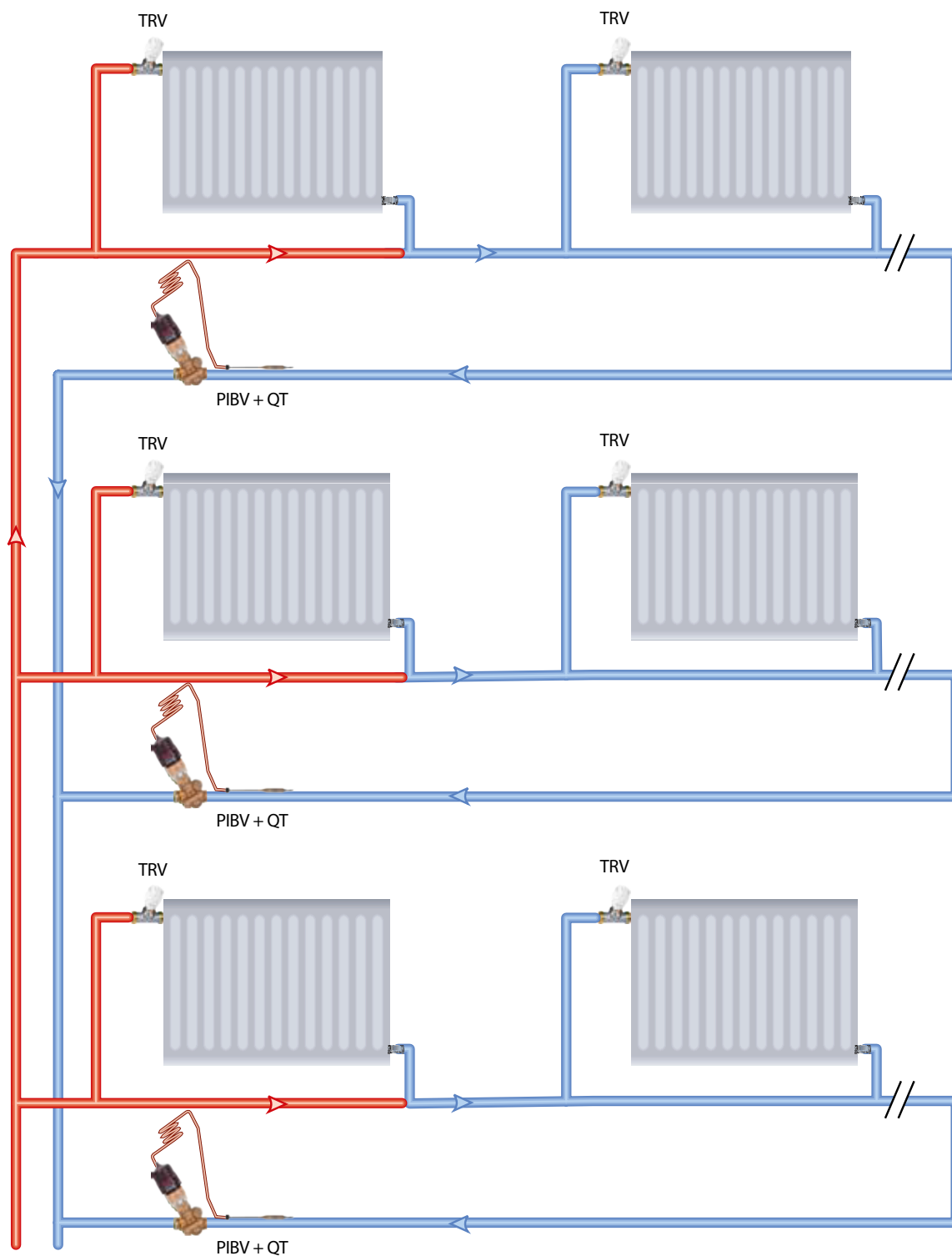
- Uzavírací tlak termostatických radiátorových ventilů (TRV) je dosti nízký – všeobecně postačuje 0,6 bar. Nejlepší funkčnost je udávána pro 0,1 až 0,3 bar.
- Při částečném zatížení se prvek QT zavírá, stoupá-li vratná teplota kvůli uzavření TRV (při nízké venkovní teplotě)
- Nastavení QT na vysokou teplotu zaručuje bezpečný provoz, při nastavení nízké teploty pak dochází k větší úspoře energie.



2.1.12

Jednotrubkové horizontální topné systémy s termostatickými radiátorovými ventily a automatickým regulátorem vratné teploty

(U této aplikace je zajištěna automatická regulace průtoku pro všechny topné okruhy a regulace vratné teploty s cílem zamezit nízké ΔT ve smyčkách při částečném zatížení, například při nižší venkovní teplotě.)



TRV – Termostatické radiátorové ventily

PIBV + QT – Tlakově nezávislý vyvažovací ventil a termostatické čidlo (AB-QT) ve funkci regulátoru průtoku a teploty

*Doporučený – správná funkce, střední účinnost

1

Návrh

- Tradiční zapojení radiátoru (v horní části výkresu nalevo): Zvláštní metoda výpočtu, počítající s „ α “ (koeficient rozdělení radiátoru) a velikostí radiátoru. Je třeba vzít v potaz hodnotu Kv (kapacitu) TRV.
- Zapojení s dvoubodovým radiátorovým ventilem (níže na nákresu vlevo): Stanovený koeficient „ α “ má vliv na maximální počet použitelných radiátorů (směšováním výpočtů teploty pro každý radiátor).
- **JEDNODUCHÝ HYDRAULICKÝ VÝPOČET (TÝKAJÍCÍ SE ODCHYLKY VODY MEZI STOUPAČKAMI)**
- Výpočet přednastavení TRV není třeba provádět
- Nastavení vratné teploty pro prvek QT podle funkce systému
- Výtlačná výška čerpadla podle nominálního průtoku

2

Provozní náklady

- **VYŠŠÍ** čerpací náklady^{F)}, přestože systém pracuje s proměnným průtokem, zavře-li QT prvek PIBV
- Tepelné ztráty v potrubí jsou vysoké, jen malá část z nich je využita v místnosti (závisí na potrubí)
- Prvek QT šetří energii
- Je požadována vyšší výtlačná výška čerpadla a minimální Δp pro ventil AB-QM – dlouhé potrubí, více ventilů v řadě, navzdory relativně vysoké hodnotě Kv u TRV
- Doporučujeme optimalizovat výtlačnou výšku čerpadla pomocí měřicího niplu na ventilu PIBV a za využití VSD^{S)}.

3

Investice

- Investiční náklady^{I)} – **VYSOKÉ** (TRV + PIBV + QT na stoupačkách)
- Méně ventilů než při manuálním vyvažování, nižší instalační náklady^{I)}
- Jednoduchá instalace a nastavení QT (doporučeno přenastavit na základě zkušeností z provozu)
- Zprovoznění systému^{B)} není nutné, stačí jen nastavit PIBV a QT
- Doporučujeme použít čerpadlo s proměnnými otáčkami^{S)}

4

Navrženo pro rychlou instalaci

- Nízké kolísání teploty v místnosti^{K)} – samočinná regulace na základě teploty v místnosti (malá hodnota Xp)
- Prvek QT omezuje průtok ve smyčce, stoupne-li vratná teplota
- Regulace hydrauliky je pouze u paty stoupaček – požadovaný průtok se liší podle výše částečného zatížení
- Vyvážení při plném a částečném zatížení – **DOBŘE**

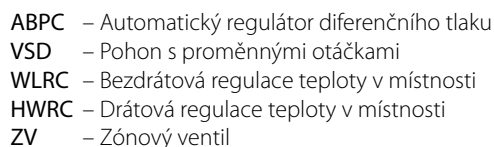
5

Jiné

- Uzavírací tlak termostatických radiátorových ventilů (TRV) je dosti nízký – všeobecně postačuje 0,6 bar. Nejlepší funkčnost je udávána pro 0,1 až 0,3 bar.
- Omezení průtoku v systému při částečném zatížení. Částečné zatížení způsobuje zvýšení vratné teploty a TRV se uzavírají



(U této aplikace zaručujeme proměnný průtok v distribuční síti a stálý diferenční tlak na obou manifoldech nezávisle na dočasném zatížení a na oscilaci tlaku v systému.)



*Doporučený – správná funkce, vysoká účinnosť

1

Návrh

- **TRADIČNÍ VÝPOČET ^{A)} NUTNÝ PRO PŘEDNASTAVITELNÁ VENTILOVÁ TĚLESA V CELÉM OKRUHU:** přednastavení kv, výpočet tlakové ztráty
- Výpočet přednastavení pro regulační ventil v regulované smyčce Δp
- Zjednodušený hydraulický výpočet (můžete soustavu rozdělit podle větví s regulací Δp)
- Jednoduchý výpočet regulace ΔP : doporučuje se 10 kPa tlakové ztráty
- Výpočet výtlačné výšky čerpadla dle nominálního průtoku

2

Provozní náklady

- **NÍZKÉ** čerpací náklady ^{F)}
- Tepelné ztráty v rozvodné síti jsou malé
- Zapotřebí je vyšší výtlačná výška čerpadla – je požadována další tlaková ztráta na diferenčním regulátoru tlaku
- Vhodná je optimalizace výtlačné výšky čerpadla ^{J)}
- Typická On/Off regulace s vysokou povrchovou akumulací tepla, vyšší oscilace teploty v místnosti. ^{K)}

3

Investice

- Investiční náklady ^{I)} – **DOBŘE** (zónový regulační ventil + ABV před každý manifold)
- Mírně dražší diferenční regulátor tlaku
- Méně ventilů než u manuální aplikace, nižší instalační náklady ^{I)}
- Uvedení soustavy do provozu ^{B)} není nutné
- Doporučují se čerpadla s proměnnými otáčkami ^{S)} (konstantní charakteristika)

4

Navrženo pro rychlou instalaci

- Hydraulická regulace pouze na manifoldech. Má prakticky konstantní Δp .
- Vyvažování při plné i částečné zátěži – **DOBŘE**
- Čerpadlo s proměnnými otáčkami zajišťuje úsporu energie ^{T)}

5

Jiné

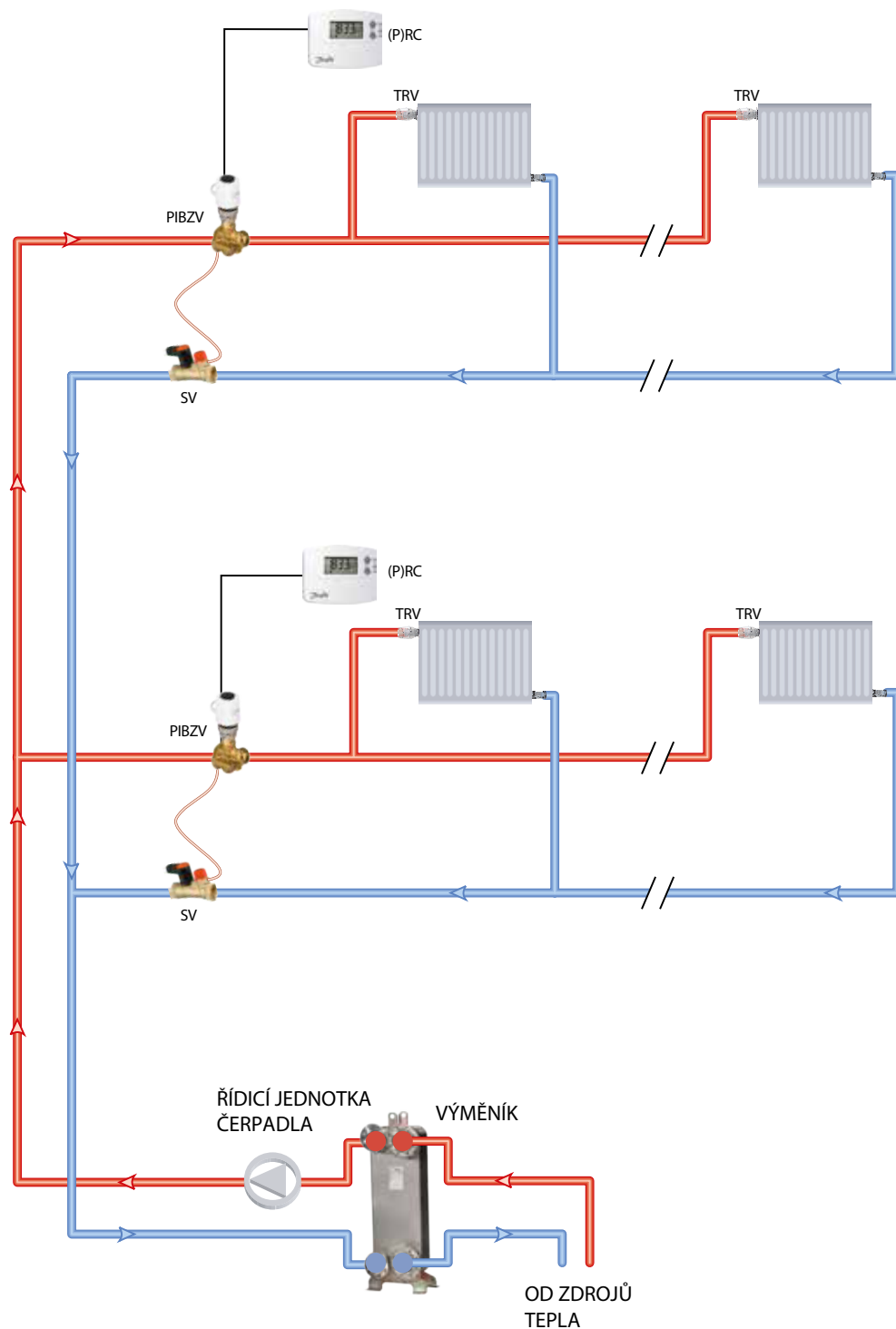
- Uzavírací tlak zónového ventilu by měl být 50 % vyšší než je nastavené dp na APBC
- Minimální nadprůtok při částečném zatížení (stálý diferenciální tlak v každém okruhu)



2.1.14

Dvoutrubkové horizontální topné systémy se zapojením pro jednotlivé byty, včetně termostatických radiátorových ventilů, automatického regulátoru tlakového rozdílu a zónové regulace

(U této aplikace je zajištěno automatické omezení průtoku pro všechny byty, automatická regulace tlakového rozdílu pro topné okruhy a (programovatelná) zónová regulace s jedním ventilem.)



- TRV – Termostatické radiátorové ventily
- PIBZV – Tlakově nezávislý vyvažovací a zónový ventil AB-PM
- (P)RC – (Programovatelný) pokojový regulátor
- VSD – Řídicí jednotka
- SV – Uzavírací ventil

1

Návrh

- **TRADIČNÍ VÝPOČET^{A)} POŽADOVANÝ PRO TRV:** Hodnota Kv (pro přednastavení)
- Výpočet pro přednastavení, platný pro hydraulické systémy v rámci smyčky regulované Δp
- Jednoduchý hydraulický výpočet rozvodného potrubí (systém lze rozdělit podle umístění regulátoru Δp)
- Je zapotřebí přesného výpočtu omezovače průtoku a regulátoru Δp na základě návrhového diagramu: přednastavení ventilu PIBVZ závisí na požadovaném průtoku a tlakové ztrátě regulační smyčky.
- Výpočet výtlačné výšky čerpadla podle nominálního průtoku
- Zónová regulace představuje přídatnou funkci, v takovém případě je zapotřebí termostat a servo ON / OFF

2

Provozní náklady

- **SNÍŽENÁ ENERGETICKÁ SPOTŘEBA** bytů, TRV zajišťuje využití uvolněného tepla, zónový ventil šetří energii na základě časové kontroly
- TRV, dosahující všeobecně dobré autority^{E)}, disponuje samočinnou kontrolou, nižší kolísání teploty v místnosti
- Nízké čerpací náklady^{F)}
- Tepelné ztráty v rozvodném potrubí jsou malé
- Vyšší požadovaná výtlačná výška – je vyžadována kompenzace zvláštní tlakové ztráty na PIBVZ
- Doporučujeme optimalizaci výtlačné výšky čerpadla^{J)}

3

Investice

- Investiční náklady^{I)} – **DOBŘE** (ABV před všemi byty + omezení průtoku + zónová regulace jedním ventilem)
- Velmi dobrý poměr cena – výkon (PIBVZ je dražší než ruční vyvažovací ventil)
- Méně ventilů než při ruční aplikaci, menší náklady na instalaci^{I)}
- Zprovoznění systému^{B)} není nutné, stačí pouze nastavit PIBVZ a TRV podle návrhu
- Doporučujeme použít čerpadlo s proměnnými otáčkami (proporcionální charakteristika)

4

Navrženo pro rychlou instalaci

- Minimální kolísání teploty v místnosti^{K)} – samočinná regulace s navrženým proporcionálním pásmem
- Δp na TRV je takřka konstantní, vzhledem k omezení průtoku nehrozí v systému žádný nadprůtok
- Vyvážení při plném a částečném zatížení – **DOBŘE** – vynikající pohodlí, možnost naprogramování teploty v místnosti
- Čerpadlo s proměnnými otáčkami zajišťuje úsporu energie^{T)}

5

Jiné

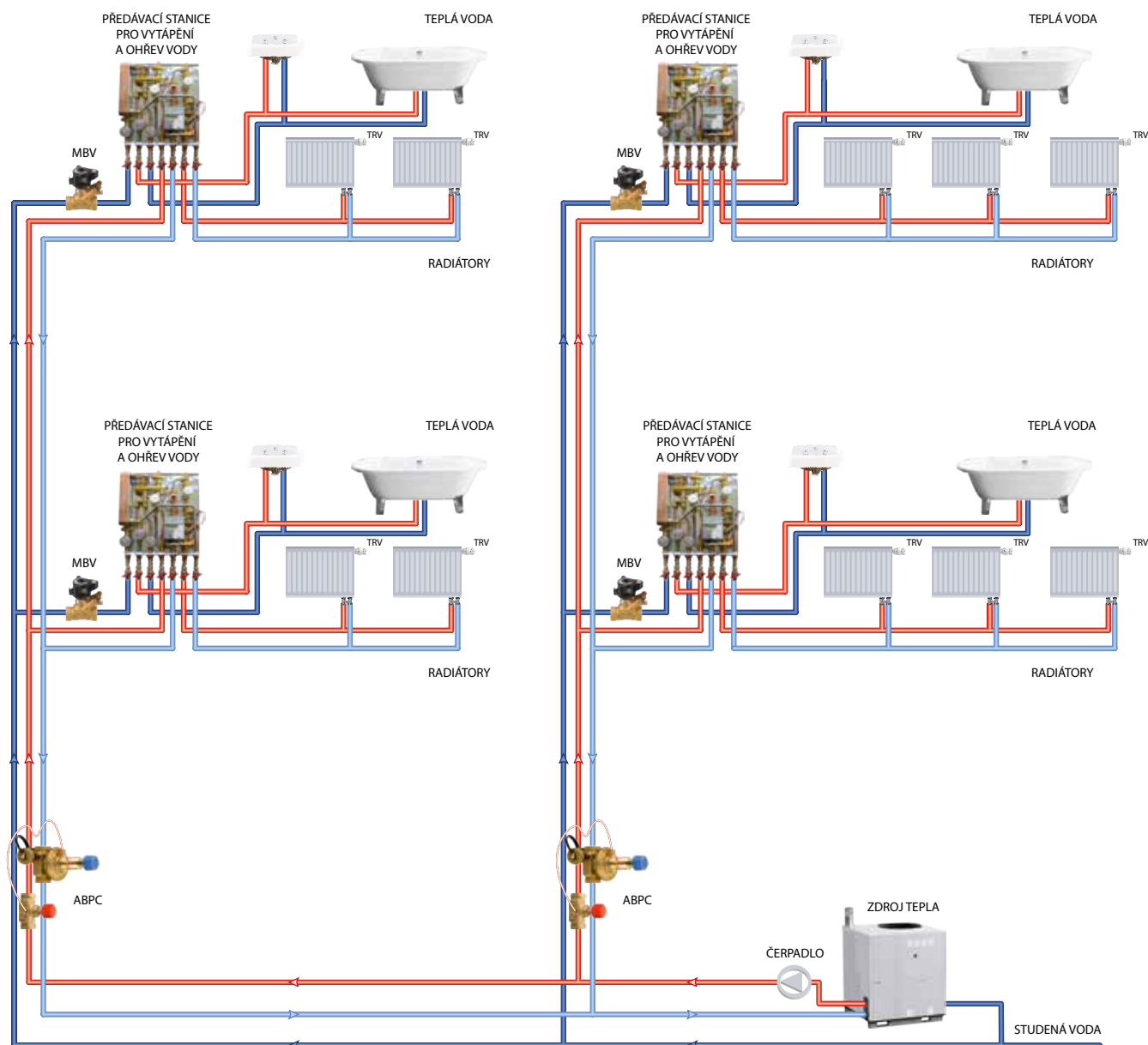
- Uzavírací tlak termostatických radiátorových ventilů (TRV) by měl být nastaven pouze na 22 kPa s ohledem na fungování PIBVZ
- Při použití měřiče tepla v bytech je možno rozúčtovat topné náklady (měřič musí být mimo regulační smyčku Δp)
- Riziko nadměrného průtoku v radiátorech je velmi nízké (závisí na měnící se tlakové ztrátě v rozvodném potrubí uvnitř regulační smyčky Δp během částečného provozu).



2.1.15

Soustava s proměnným průtokem, typické využití v předávacích stanicích

(U této aplikace zaručujeme proměnný průtok v primární (distribuční) síti a regulátor průtoku v části budov)



- MBV – Manuální seřizovací ventily
TRV – Termostatické radiátorové ventily
ABPC – Automatický regulátor tlakového diferenciálu

*Doporučený – správná funkce, vysoká účinnost

1

Návrh

- Je dána potřebná Δp v topném zařízení
- Topné zařízení má regulátor Δp pro topný obvod (je chráněn proti přetlaku)
- **POTRUBÍ POTŘEBUJE SPECIÁLNÍ HYDRAULICKÝ VÝPOČET**
- Výpočet přednastavení pro radiátory na sekundární straně v regulační smyčce Δp
- Hydraulický výpočet pro regulátor Δp : nastavení Δp (předávací stanice + potrubí) + regulátor průtoku
- Jednoduchý výpočet regulátoru Δp : DOPORUČENÝ 10 kPa tlakové ztráty
- Výpočet výtlačné výšky čerpadla podle tlakových ztrát s faktorem souběžnosti
- Plochá charakteristika čerpadla představuje výhodu, použití pohonu s proměnnými otáčkami se nedoporučuje (pouze s velmi rychlou reakcí vzhledem k velmi rychlým změnám zatížení v soustavě založené na fluktuaci DHW)

2

Provozní náklady

- **STŘEDNÍ** čerpací náklady ^{F)} (proměnný průtok, ale poněkud vysoká potřeba výtlačné výšky čerpadla)
- Tepelné ztráty v rozvodném potrubí velmi nízké (3 potrubí místo 5)
- Je zapotřebí vyšší výtlačná výška čerpadla – je třeba vysoké Δp v topné jednotce a další ztráty tlaku na regulátoru Δp + je nutný regulátor průtoku

3

Investice

- Investiční náklady ^{I)} – **VYSOKÉ** (předávací stanice + DPC + FL ve stoupačkách)
- Méně potrubí a dalšího vybavení – DHW systém chybí, příprava pomocí předávací stanice
- Uvedení soustavy do provozu je nutné (nastavit Δp v regulátoru a regulaci průtoku)
- Doporučuje se čerpadlo s proměnnými otáčkami ^{S)} (konstantní charakteristika)

4

Navrženo pro rychlou instalaci

- Hydraulická regulace uvnitř předávací stanice a na patě stoupaček
- Vyvažování při plné i částečné zátěži – **VELMI DOBRÉ**
- **VYSOKÝ KOMFORT** (individuální měření tepla, jednoduchý systém, okamžitá příprava DHW ^{M)}, topení s Δp regulací, přímočinná regulace teploty v místnosti s TRV, možnost časového ovládání)
- Energicky úsporné řešení, nízké tepelné ztráty v soustavě
- Čerpadlo s proměnnými otáčkami zaručuje úsporu energie ^{T)}

5

Jiné

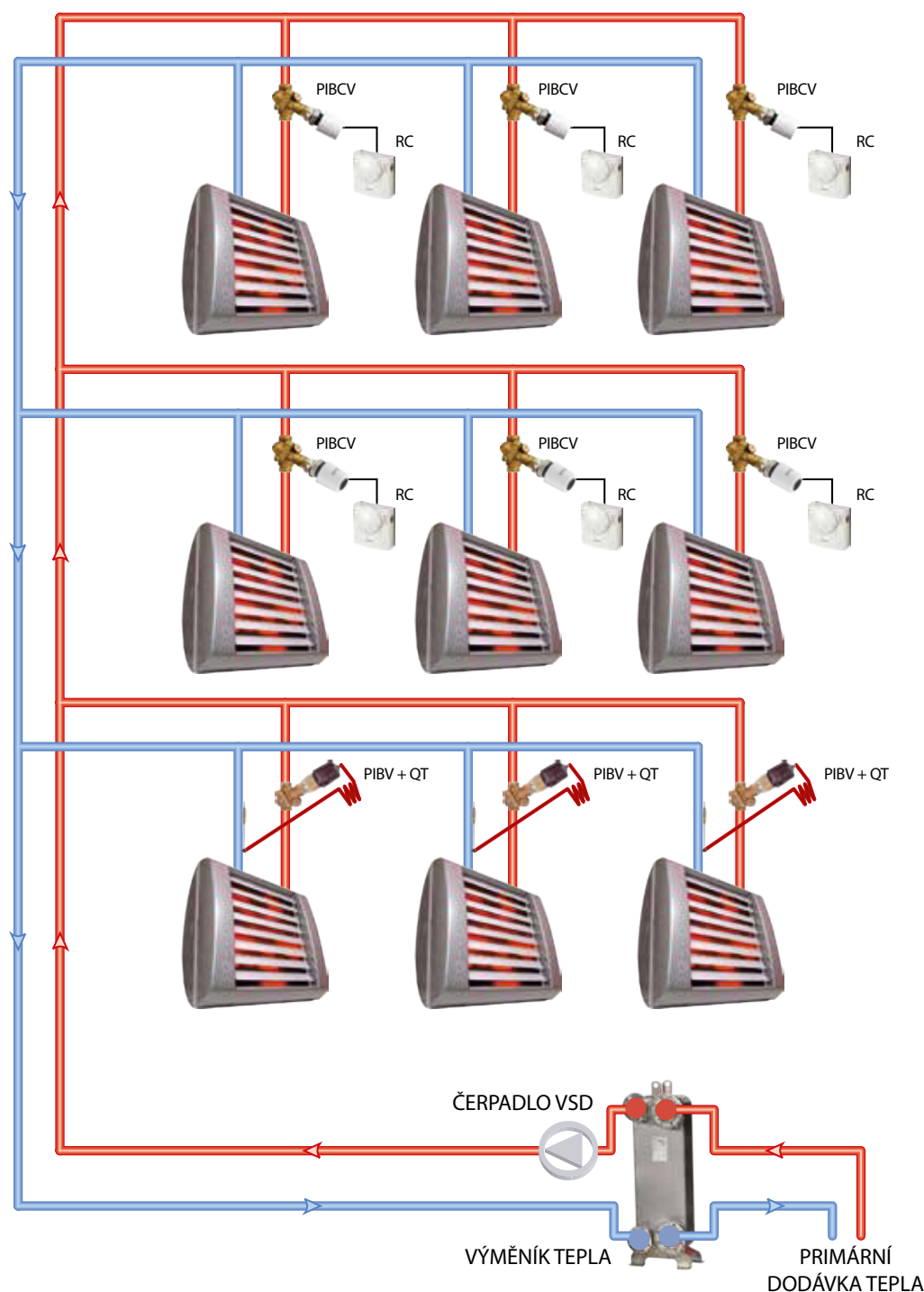
- Pro radiátory se doporučuje termostatický radiátorový ventil
- Tepelné ovládání DHW má tlakový ventil ke snižování tlaku
- Při částečném zatížení jen minimální nadprůtok (rychlá reakce tepelné regulace při přípravě DHW)
- Do topného zařízení je zabudovaný obtok, aby výměník tepla mohl stále připravovat teplou vodu
- Když u DHW zprovozňujete stranu DHW ^{M)}, vyhněte se sekundárnímu průtoku skrze výměník tepla, aby byla zajištěna potřebná teplota vody



2.1.16

Soustava s proměnným průtokem, typické využití ve ventilačních topných jednotkách, vzduchových závěsech atd.

(U této aplikace zaručujeme proměnný průtok v distribuční síti a regulaci průtoku v celé koncové jednotce nezávisle na oscilacích tlaku v systému. Tak během celého provozu zamezíme nadprůtok.)



PIBCVCV – Tlakově nezávislý regulační ventil s integrovaným automatickým regulátorem průtoku

RC – Regulátor teploty v místnosti

VSD – Řídicí jednotka

PIBV + QT – Tlakově nezávislý vyvažovací ventil a termostatické čidlo (AB-QT) ve funkci regulátoru průtoku a teploty

1

Návrh

- **JEDNODUCHÁ METODA VÝPOČTU:** není nutný výpočet Kvs, authority či hydraulického přednastavení
- **AUTORITA 100 %** – tlakově nezávislá regulace
- Zjednodušený výpočet nastavení průtoku podle spotřeby tepla
- Výpočet výtlačné výšky čerpadla podle min. Δp na ventilu a tlakové ztráty v soustavě při nominálním průtoku

2

Provozní náklady

- **NEJNIŽŠÍ** čerpací náklady ^{F)} (nehrozí nadprůtok)
- Tepelné ztráty a zahřívání potrubí jsou minimální
- Nejnižší potřeba výtlačné výšky čerpadla
- Je možná optimalizace výtlačné výšky čerpadla ^{J)}
- Regulační ventily – **100% AUTORITA** a nejvyšší účinnost – minimum oscilace teploty v místnosti ^{K)}
- Uvedení soustavy do provozu ^{B)} není nutné

3

Investice

- Investiční náklady ^{I)} – **DOBŘE – VYSOKÉ** (pouze 2cestný PIBCV)
- V soustavě není žádný hydraulický prvek
- Nejmenší počet ventilů v soustavě (nižší instalační náklady ^{I)})
- Uvedení soustavy do provozu ^{B)} není nutné
- Doporučuje se čerpadlo s proměnnými otáčkami ^{S)} (proporcionální charakteristika)

4

Navrženo pro rychlou instalaci

- Hydraulická regulace pouze u topných/chladicích jednotek se **100% AUTORITOU**
- Vyvažování při plné i částečné zátěži – **VYNIKAJÍCÍ**
- Uvedení do provozu není nutné
- Čerpadlo s proměnnými otáčkami zajišťuje nejvyšší úsporu energie ^{T)}

5

Jiné

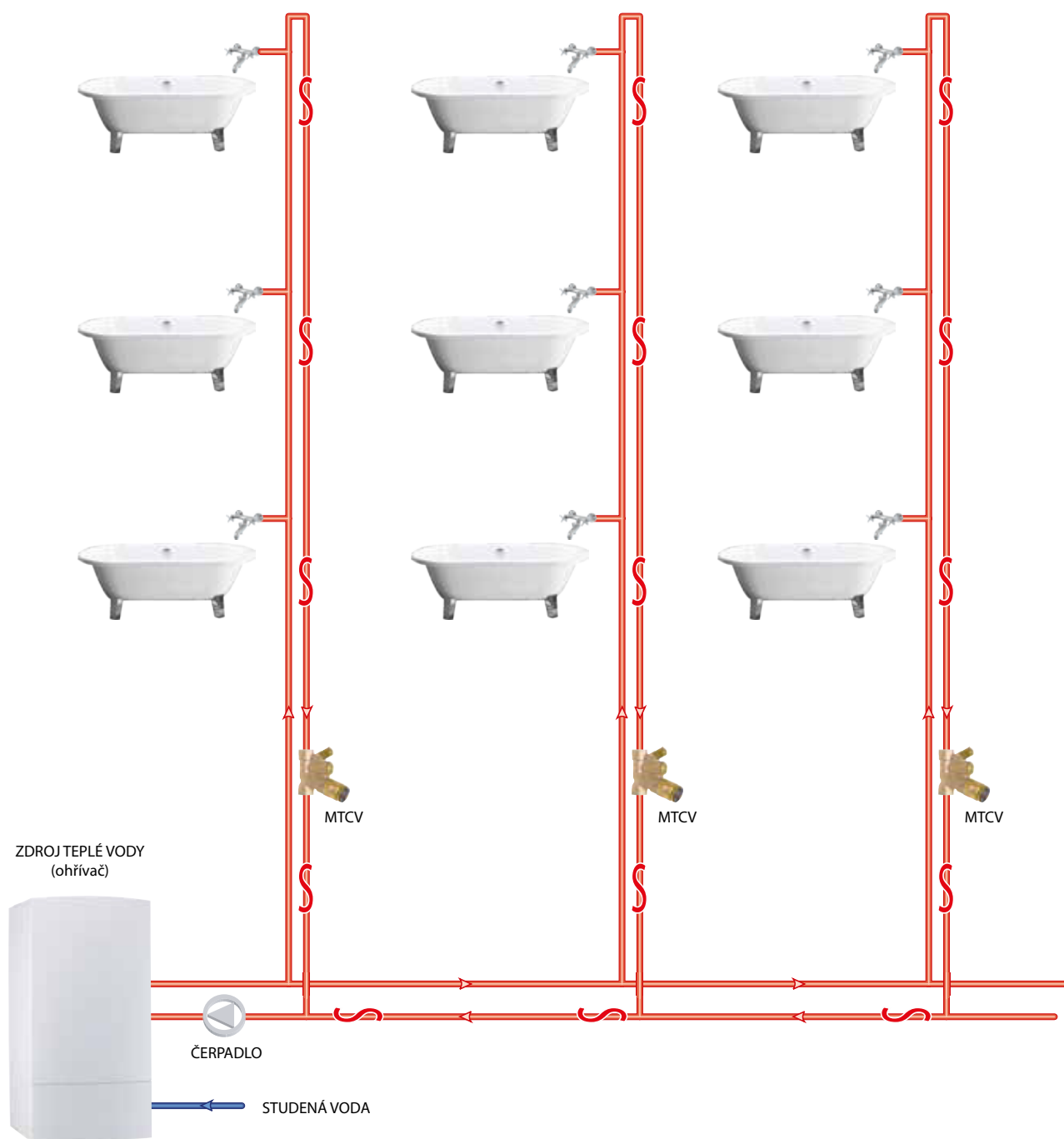
- PIBCV se dokáže uzavřít při tlaku 6 bar
- Nulový nadprůtok ^{L)}
- Obvykle optimalizované čerpadlo
- Minimální celková spotřeba energie, **MAXIMÁLNÍ ÚSPORA ENERGIE**
- V technologických prostorách jako jsou sklady apod. doporučujeme použít Samočinný regulátor teploty QT



2.1.17

Soustava s proměnným průtokem s automatickou regulací teploty v systému distribuce teplé vody

(U této aplikace je zajištěn proměnný průtok v DHW cirkulačním potrubí a stálá stáječí teplota nezávisle na vzdálenosti od zásobníku vody a na aktuální spotřebě horké vody. Tak se snižuje množství cirkulované vody. S dodatečným příslušenstvím je možná termální desinfekce.)



MTCV – Multifunkční termostatický cirkulační ventil

VSD – Pohon s proměnnými otáčkami

1

Návrh

- **ZJEDNODUŠENÝ VÝPOČET** je nutný pro přímočinné regulační ventily, Kvs a autoritu ventilu
- Zjednodušený hydraulický výpočet nutný – jen ohledně potrubí
- Není nutný výpočet přednastavení
- Výpočet výtlačné výšky čerpadla dle nominálního průtoku
- Doporučujeme použití pohonu s proměnnými otáčkami

2

Provozní náklady

- **NÍZKÉ** čerpací náklady ^{F)}
- Tepelné ztráty v oběhovém potrubí jsou minimalizovány
- Vhodná je optimalizace výtlačné výšky čerpadla ^{J)}
- Přímočinné (proporční) regulační ventily – zaručují stálou stáčecí teplotu ^{Z)}
- Znovuvedení soustavy do provozu ^{C)} není nutné
- Vysoká účinnost boileru díky vyššímu ΔT v soustavě
- Pohon s proměnnými otáčkami snižuje spotřebu energie a poskytuje ochranu čerpadla

3

Investice

- Investiční náklady ^{I)} – **STŘEDNÍ**: MTCV je dražší než manuální ventil (krátký reakční čas)
- **NÍŽŠÍ** instalační náklady ^{I)} – partnerský ventil není třeba ^{N)}
- Uvedení soustavy do provozu není nutné ^{B)}
- Doporučuje se čerpadlo s proměnnými otáčkami ^{S)} (konstantní tlaková charakteristika)

4

Navrženo pro rychlou instalaci

- Stabilní teplota oběhu, vysoký komfort
- Vyvažování při plné i částečné zátěži – **VELMI DOBRÉ**
- Čerpadlo s proměnnými otáčkami a dobrou účinností boileru/ /mrazícího zařízení zajišťuje úsporu energie ^{T)}

5

Jiné

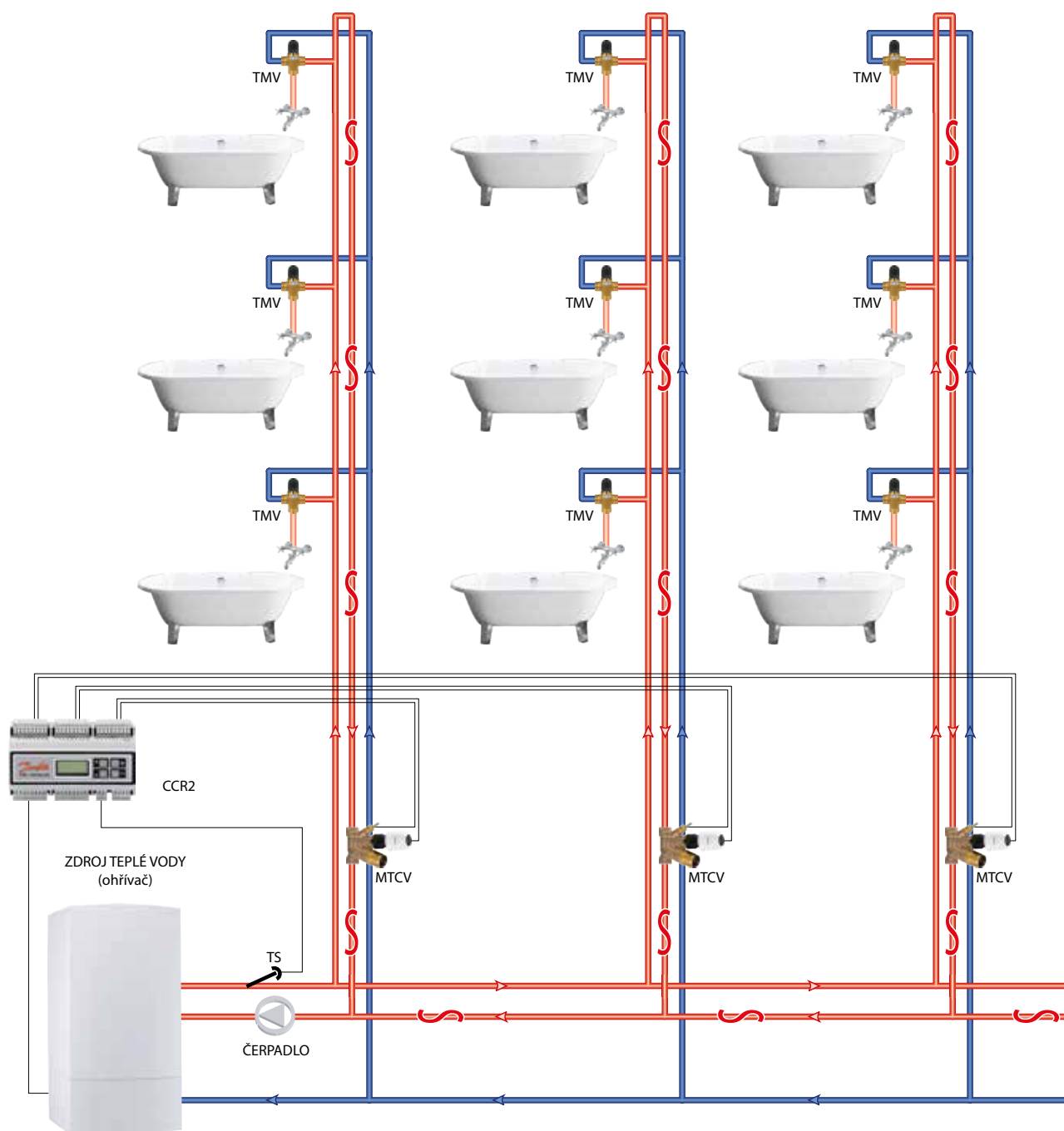
- Žádný nadprůtok, cirkulující průtok odpovídá aktuální potřebě (v případě využití, přívodní potrubí je horké, MTCV omezuje cirkulaci)
- S dodatečným příslušenstvím je možná termální desinfekce



2.1.18

Soustava s proměnným průtokem a automatickou regulací teploty systému distribuce teplé vody

(U této aplikace je zajištěn proměnný průtok v cirkulačním potrubí DHW a stálá teplota při odběru, nezávisle na vzdálenosti zásobníku a dočasném odběru teplé vody. Tím se snižuje množství cirkulační vody ve všech fázích. Ventily TVM také zajišťují stálou teplotu při odběru z hlediska období tepelné dezinfekce. Tepelná dezinfekce je řízena elektronickým zařízením CCR2 a je ji možno provádět za použití dodatečného vybavení.)



- MTCV – Multifunkční termostatický cirkulační ventil
- TMV – Termostatický třícestný směšovací ventil
- CCR2 – Řídicí elektronika dezinfekce
- TS – Teplotní čidlo

*Doporučuje se – správná funkce, vysoká účinnost

1

Návrh

- **ZJEDNODUŠENÝ VÝPOČET** nutný pro ventily s přímočinnou regulací: Kvs a autorita ventilu
- Zjednodušený hydraulický výpočet nutný – jen s ohledem na potrubí
- Není nutný výpočet přednastavení
- Výpočet výtlačné výšky čerpadla dle nominálního průtoku

2

Provozní náklady

- **NÍZKÉ** čerpací náklady ^{F)}
- Tepelné ztráty v oběhovém potrubí jsou minimalizovány
- Vhodná je optimalizace výtlačné výšky čerpadla ^{J)}
- Přímochinné (proporční) regulační ventily – zaručují stálou stáčecí teplotu ^{Z)}
- Znovuvvedení soustavy do provozu ^{C)} není nutné
- Vysoká účinnost boileru díky vyššímu ΔT v soustavě

3

Investice

- Investiční náklady ^{I)} – **VYSOKÉ**: ohledně regulačního vybavení (dražší MTCV a CCR, dále (nepovinně) ventil k míchání teplot a ovládání desinfekce)
- **NÍŽŠÍ** instalační náklady ^{I)} – partnerský ventil není třeba ^{N)}
- Uvedení soustavy do provozu ^{B)} není nutné
- Doporučuje se čerpadlo s proměnnými otáčkami ^{S)} (konstantní tlaková charakteristika)

4

Navrženo pro rychlou instalaci

- Stabilní oběhová teplota, vysoký komfort
- Vyvažování při plné i částečné zátěži – **VELMI DOBRÉ**
- Čerpadlo s proměnnými otáčkami a dobrou účinností boileru/ chladicího zařízení zajišťuje úsporu energie ^{T)}

5

Jiné

- Žádný nadprůtok, cirkulující průtok odpovídá aktuální potřebě (v případě využití, přírodní potrubí je horké, MTCV omezuje cirkulaci)
- Spravedlivé účtování nákladů díky stejné stáčecí teplotě (v případě použití TMV)
- Termální desinfekce ^{Q)} soustavy je vynikající – programovatelná a optimalizovatelná
- Záznam teplot pomocí CCR2



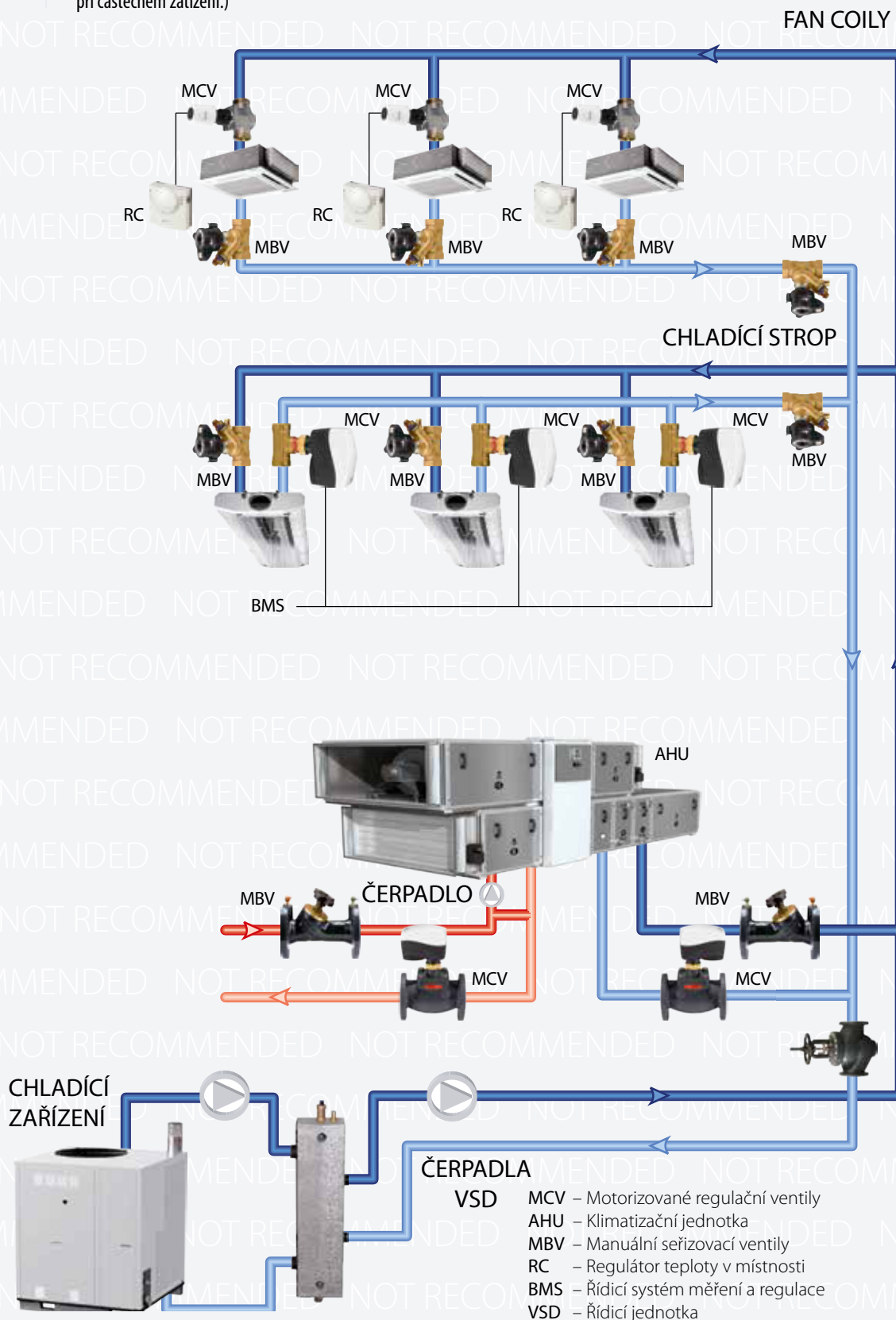
NEDOPORUČENÁ*

Aplikace

2.2.1

Soustava s proměnným průtokem, často využíván u vytápění pomocí radiátorů, FC topných/chladicích systémů a AHU

(U této aplikace zaručujeme proměnný průtok v distribuční síti, ale nelze zajistit konstantní diferenční tlak na koncových jednotkách. Dostupný tlak osciluje v systému a způsobuje špatnou regulaci teploty v místnosti, nadprůtok a problémy s hlukem při částečném zatížení.)



*Nedoporučuje se – Nesprávná funkce, provozní problémy, neefektivní

1

Návrh

- **TRADIČNÍ VÝPOČET** ^{A)} **NUTNÝ PRO TRV ČI MCV:**
- Kvs a autorita ventilu
- Vyžaduje komplexní hydraulický návrh
- Je nutný výpočet přednastavení na radiátorech pro partnerské ventily ^{N)}
- Výpočet výtlačné výšky čerpadla dle nominálního průtoku

2

Provozní náklady

- **VYSOKÉ** čerpací náklady ^{F)} (problém s nadprůtokem i nedostatečným průtokem)
- Průměrné tepelné ztráty a zahřívání potrubí
- Je zapotřebí vyšší výtlačná výška čerpadla – dobrá autorita na regulačním ventilu může být dosažena pomocí vyšší tlakové ztráty, tlaková ztráta je nutná k měření na partnerských ventilech
- Optimalizace výtlačné výšky čerpadla ^{J)} není možná, ledaže jsou implementovány partnerské ventily (MBV) + použijte kompenzační metodu uvedení soustavy do provozu ^{D)}
- Dobrou autoritu a vysokou účinnost nelze dosáhnout ^{K)}
- Znovuvvedení do provozu je čas od času nutné ^{C)}
- Vysoká oscilace teploty v místnosti

3

Investice

- Investiční náklady ^{I)} – **STŘEDNÍ** („levný“ 2cestný ventil + MBV ke zprovoznění)
- Drahé velké partnerské ventily (většinou verze s přírubami)
- Více ventilů – vyšší instalační náklady ^{I)} (obzvláště díky extra přírubám pro větší ventily!)
- Uvedení soustavy do provozu ^{B)} je nutné
- Doporučuje se čerpadlo s proměnnými otáčkami ^{S)} (konstantní tlaková charakteristika)

4

Navrženo pro rychlou instalaci

- Hydraulická regulace v celé soustavě (topné/chladicí jednotky a partnerské ventily ^{N)})
- Vyvažování při plné zátěži je OK, ale při částečné zátěži – **NEPŘIJATELNÉ**
- Uvedení soustavy do provozu je důležité, ale platné pouze pro plnou zátěž
- V případě TRV je pásmo Xp příliš vysoké při částečné zátěži, takže je špatná regulace teploty v místnosti

5

Jiné

- Uzavírací tlak zónových ventilů by měl být rovný výtlačné výšce čerpadla při nominálním průtoku
- Výrazný nadprůtok při částečné zátěži (manuální vyvažování ve smyčce)
- Čerpadlo je zpravidla předdimenzováno a přetíženo, aby se dosáhla normální autorita na MCV



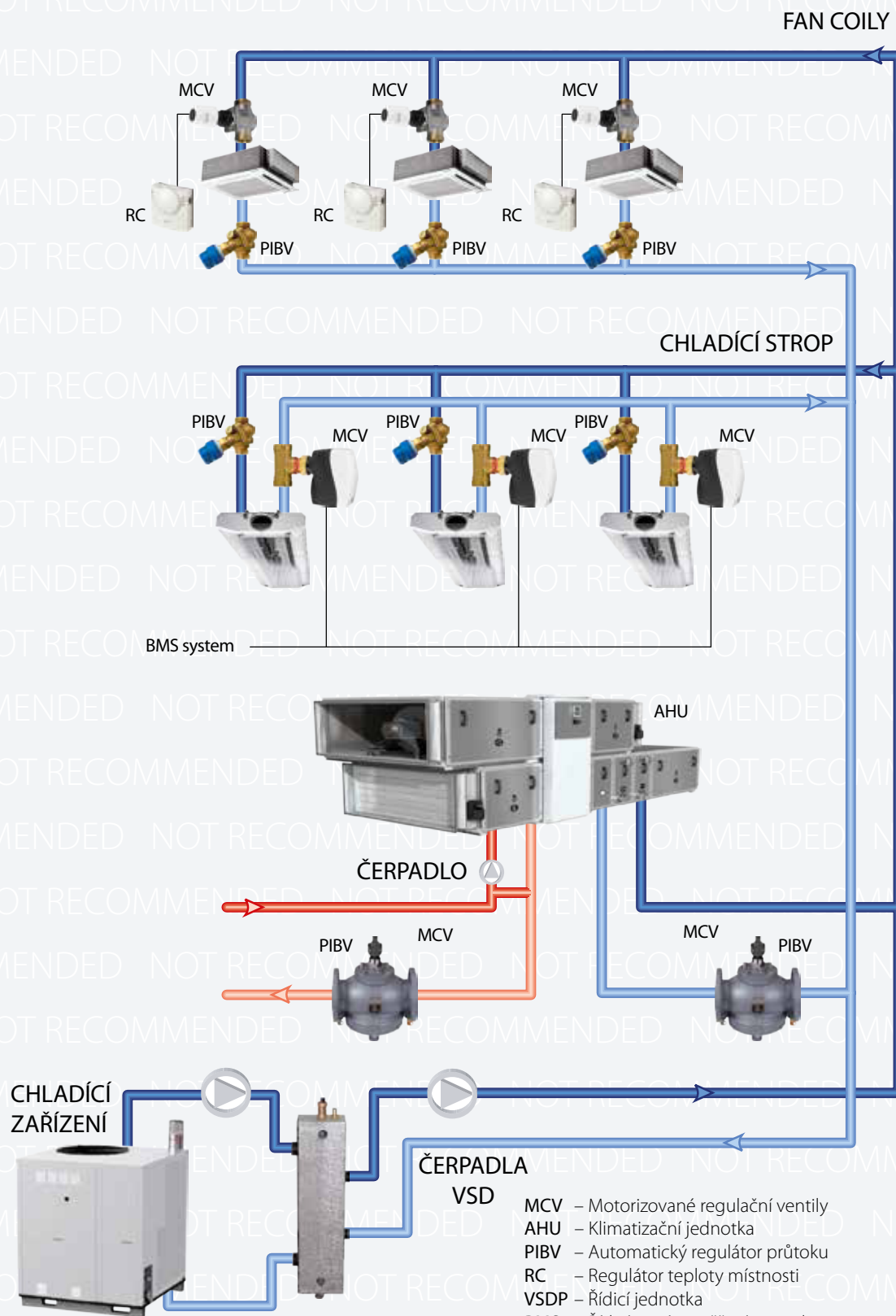
NEDOPORUČENÁ*

Aplikace

2.2.2

Soustava s proměnným průtokem, často se užívá při vytápění pomocí radiátorů, FC topných/chladičích systémech a AHU – u verzí s automatickými regulátory průtoku a MCV

(U této aplikace je zajištěn proměnný průtok v distribuční síti, nelze však zaručit konstantní diferenciální tlak na koncových jednotkách a regulačních ventilech. Průtok je regulován pomocí PIBV, ale u 3bodové nebo modulační regulace účinkuje proti MCV.)



- MCV – Motorizované regulační ventily
- AHU – Klimatizační jednotka
- PIBV – Automatický regulátor průtoku
- RC – Regulátor teploty místnosti
- VSDP – Řídicí jednotka
- BMS – Řídicí systém měření a regulace

*Nedoporučuje se – Nesprávná funkce, provozní problémy, neefektivní

1

Návrh

- **TRADIČNÍ VÝPOČET** ^{A)} **NUTNÝ U MCV:**
Kvs a autorita ventilu
- Zjednodušený hydraulický výpočet s automatickým regulátorem průtoku (přednastavení není nutné, jen nastavení průtoku)
- Výpočet výtlačné výšky čerpadla dle nominálního průtoku

2

Provozní náklady

- **NIŽŠÍ** čerpací náklady – max. průtok je omezen v koncové jednotce
- Tepelné ztráty a zahřívání v potrubí jsou nižší
- Je zapotřebí vyšší výtlačná výška čerpadla – je nutná vyšší tlaková ztráta na regulačním ventilu, aby se dosáhlo dobré autority a další tlakové ztráty na PIBV
- Optimalizace výtlačné výšky čerpadla ¹⁾ je možná, pokud PIBV má měřící koncovky
- U 3bodové či modulační regulace, MCV a PIGV se vzájemně potlačují, je obtížné regulovat průtok. MCV se musí zapínat velmi často, životnost MCV se tak zkracuje.

3

Investice

- Investiční náklady ¹⁾ – **VELMI VYSOKÉ** (2 ventily pro všechny koncové jednotky)
- „Nákladné“ PIBV pro každou topnou/chladicí jednotku
- Dvakrát více ventilů – vyšší instalační náklady ¹⁾
- Doporučuje se optimalizace čerpadla v soustavě
- Doporučuje se čerpadlo s proměnnými otáčkami ⁵⁾ (konstantní tlaková charakteristika)

4

Navrženo pro rychlou instalaci

- Hydraulická regulace v celé soustavě (koncové jednotky a partnerské ventily ^{N)})
- Vyvažování při plném zatížení je dobré v případě řízení ON/OFF
- V případě 3 bodové či modulační regulace je vyvažování – **NEPŘIJATELNÉ** (u částečné zátěže)
- Nastavení PIBV je důležité

5

Jiné

- Uzavírací tlak zónových ventilů by měl být stejný jako výtlačná výška čerpadla při nominálním průtoku
- **NADPRŮTOK** při částečném zatížení v případě 3bodové regulace, nadprůtok průběžně kompenzuje regulátor. **SOUSTAVA SNADNO OSCILUJE.**
- Čerpadlo obvykle předimenzováno



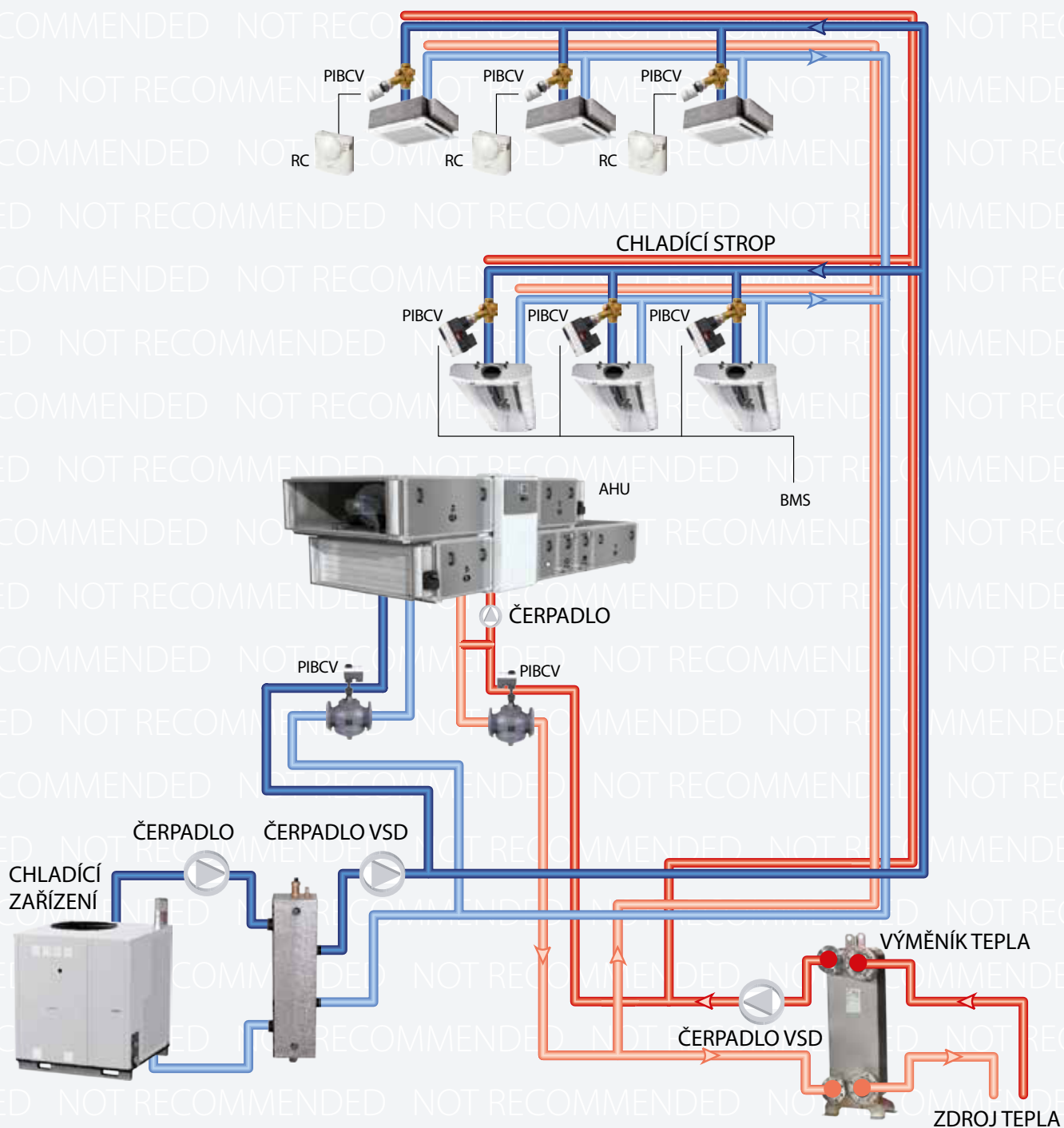
NEDOPORUČENÁ*

Aplikace

2.2.3

Dvoutrubková topná/chladicí soustava s proměnným průtokem, typické využití u FC systémů a povrchových jednotek pro topení/chlazení

(U této aplikace není možné využívat topení a chlazení současně. V topné/chladicí centrále musí být přepnut zónový ventil podle požadavku na komfort v budově. Je zde zajištěn proměnný průtok v distribuční síti a regulován příliš vysoký průtok (typicky při chlazení) nebo je možné regulovat průtok v době chlazení i topení v celé koncové jednotce nezávisle na oscilacích tlaku v soustavě.)



- PIBCV – Automatický regulátor průtoku
- RC – Regulátor topení a chlazení v místnosti
- BMS – Řídicí systém měření a regulace
- VSD – Řídicí jednotka
- AHU – Klimatizační jednotka

*Nedoporučuje se – Nesprávná funkce, provozní problémy, neefektivní

1

Návrh

- **JEDNODUCHÁ METODA VÝPOČTU:**
není nutný výpočet Kvs, autority ani hydraulického přednastavení
- Jednoduchý výpočet nastavení průtoku podle vyšších požadavků na průtok (při topení či chlazení)
- Rozměry potrubí podle vyšších požadavků na průtok (obecně chlazení)
- Výpočet výtlačné výšky čerpadla podle min. Δp na regulačním ventilu a tlakové ztráty v soustavě při nominálním průtoku (větší – chlazení)
- Nižší výtlačná výška čerpadla možná v případě nižší potřeby průtoku (u topení), je-li regulace průtoku řešena na koncové jednotce
- Je praktické přiblížit se diferenciální teplotě u soustav topení a chlazení

2

Provozní náklady

- **NEJNIŽŠÍ** čerpací náklady ^{F)} u topení i chlazení, úspora energie díky VSD
- Nelze spustit topení a chlazení současně
- Tepelné ztráty a zahřívání v potrubí jsou minimum (pouze dvě potrubí)
- Nejnižší potřeba výtlačné výšky čerpadla (hlavně u topení kvůli nižšímu průtoku ve větším potrubí)
- Doporučuje se optimalizace výtlačné výšky čerpadla ^{J)}, znovuuvedení soustavy do provozu ^{C)} není nutné
- Regulační ventily – 100% autorita a nejvyšší účinnost, minimum oscilace teploty v místnosti ^{K)}

3

Investice

- Investiční náklady ^{I)} – **NÍZKÉ** – (pouze 2 potrubí, 1 PIBCV pro jednoduché – dvoutrubkové – koncové jednotky)
- V přepínací jednotce jsou nutné zónové ventily
- V soustavě nejsou hydraulické prvky
- Znovuuvedení soustavy do provozu ^{C)} není nutné
- Doporučuje se čerpadlo s proměnnými otáčkami ^{S)}

4

Navrženo pro rychlou instalaci

- **NENÍ MOŽNÉ TOPIT A CHLADIT SOUČASNĚ**, dodržet požadavek na „A“ třídu ^{X)}
- Vyvážení je **VYNIKAJÍCÍ** při plné i částečné zátěži v případě větší potřeby průtoku (chlazení)
- Odchylna průtoku je problém v případě nižší potřeby průtoku, možný je nadprůtok
- Je obtížné stanovit čas přepínání (zima/léto)

5

Jiné

- PIBCV dokáže uzavřít při tlaku 6 bar
- **ZAJISTIT PŘESNOU REGULACI PRŮTOKU**, různá potřeba průtoku při topení a chlazení je možná **DÍKY SPECIÁLNÍMU TERMOSTATU V MÍSTNOSTI ČI SYSTÉMU BMS**
- Minimální celková spotřeba energie, **MAXIMÁLNÍ ÚSPORA ENERGIE ^{T)}**



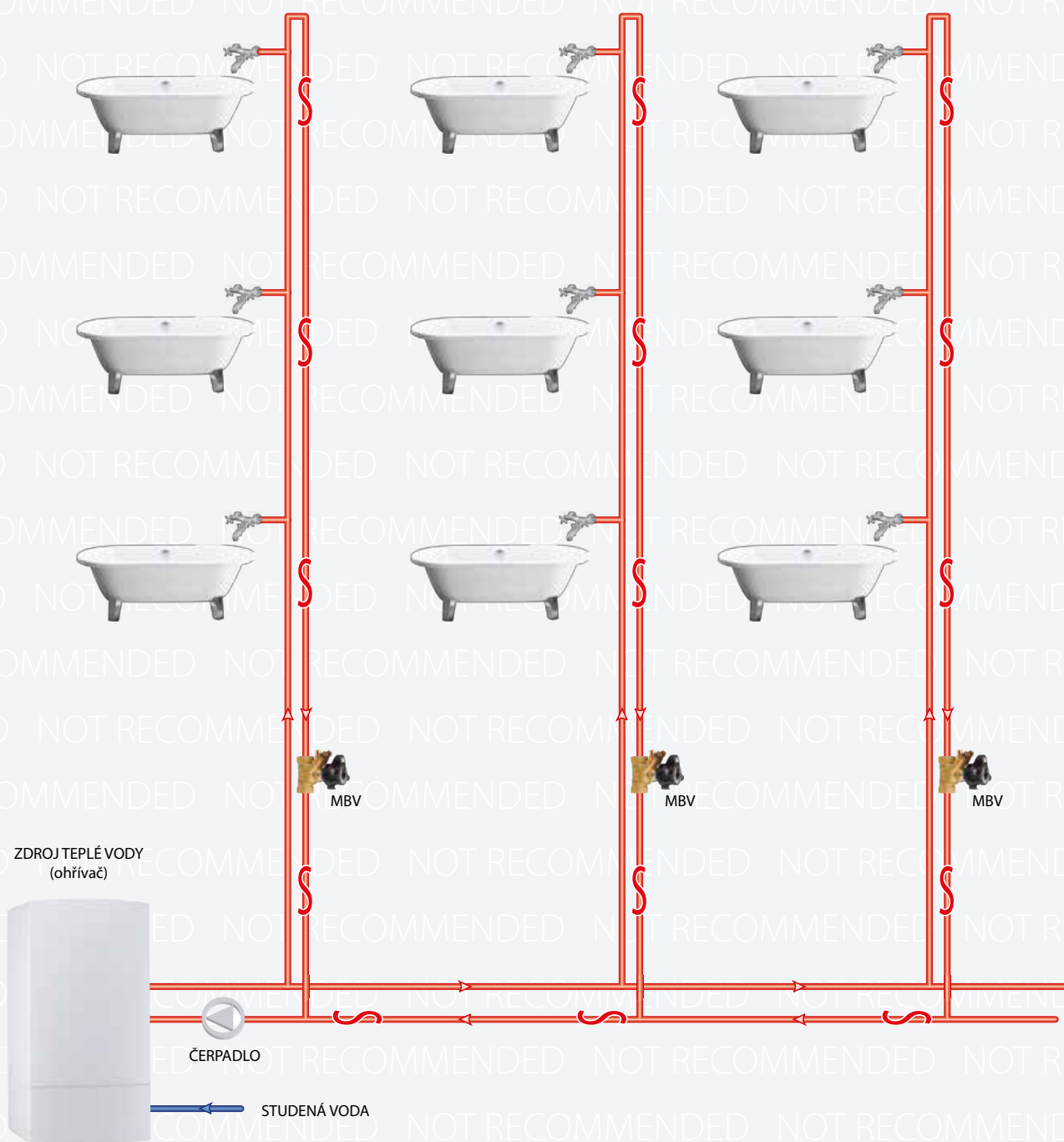
NEDOPORUČENÁ*

Aplikace

2.2.4

Soustava s konstantním průtokem s manuálním vyvažováním v systému distribuce teplé vody

(U této aplikace je zaručen konstantní průtok v distribuci teplé vody nezávisle na aktuální spotřebě vody.)



MBV – Manuální seřizovací ventil

*Nedoporučuje se – Nesprávná funkce, provozní problémy, neefektivní

1

Návrh

- **TRADIČNÍ VÝPOČET^{A)}**: Kvs manuálního seřizovacího ventilu
- Komplikovaný výpočet požadovaného průtoku v okruhu, podle tlakové ztráty teplé vody a cirkulačním potrubí
- Výpočet výtlačné výšky čerpadla dle nominálního průtoku

2

Provozní náklady

- **VYSOKÉ** čerpací náklady^{F)} – čerpadlo se stálou rychlostí
- Velké **TEPELNÉ ZTRÁTY** v okruhu potrubí
- Není možná optimalizace čerpadla^{J)}
- Opětovné uvedení soustavy do provozu^{Q)} je nutné
- Nižší efektivita boileru či výměníku tepla kvůli vysoké teplotě vratné vody

3

Investice

- Investiční náklady^{I)} – **NÍZKÉ** (levné MBV, čerpadlo se stálou rychlostí)
- Vyšší instalační náklady^{I)} – jsou nutné partnerské ventily^{M)}
- Uvedení soustavy do provozu je nutné^{B)}

4

Navrženo pro rychlou instalaci

- Nestálá stáčecí teplota^{Z)} (závisí na vzdálenosti od nádrže DHW^{M)})
- Vyvažování při plné i částečné zátěži – **PŘIJATELNÉ**
- Čerpadlo s proměnnými otáčkami se nedoporučuje, velké tepelné ztráty v potrubí – **ŽÁDNÁ** úspora energie^{T)}

5

Jiné

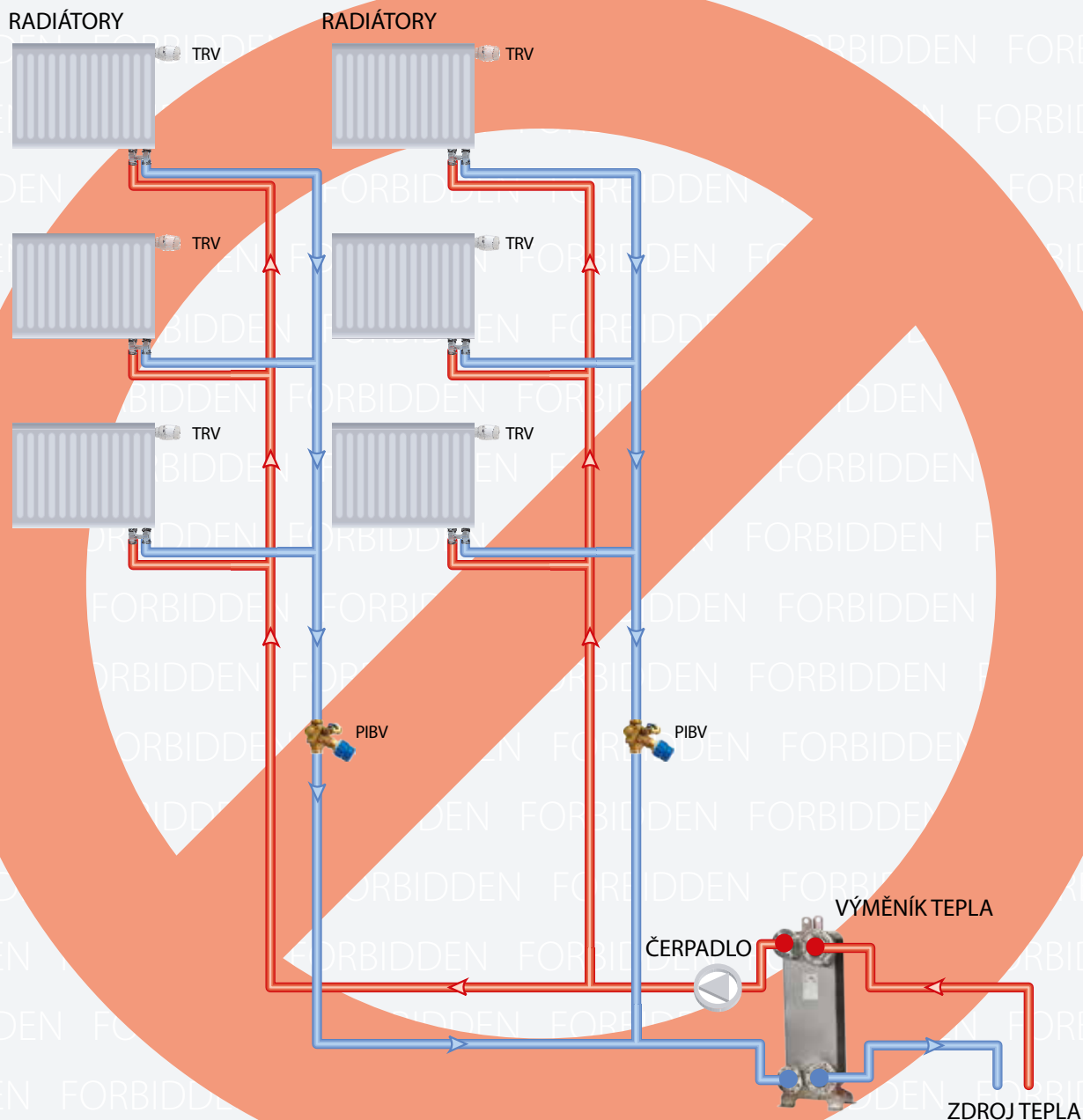
- **VYSOKÝ NADPRŮTOK**, cirkulující průtok je konstantní a nezávislý na aktuální spotřebě
- Spravedlivé rozúčtování nákladů není možné kvůli různým stáčecím teplotám
- Čerpadlo zpravidla předimenzováno
- Tepelná dezinfekce^{Q)} soustavy je drahá



2.3.1

Soustava s proměnným průtokem, aplikace v dvotrubkovém systému s radiátory a termostatickými radiátorovými ventily a regulátorem průtoku

(U této aplikace zaručujeme proměnný průtok v rozvodném potrubí s TRV. Využití jako regulátor průtoku – jako seřizovací ventil – způsobuje hydraulické potíže. Regulátor průtoku udržuje konstantní průtok ve stoupačkách a tak působí proti termostatickým radiátorovým ventilům. (Regulátor průtoku je stále otevřený zatímco TRV jsou uzavřené.)



TRV – Termostatické radiátorové ventily

PIBV – Automatický regulátor průtoku

*Nedoporučuje se – Nesprávná funkce, provozní problémy, neefektivní

1

Návrh

- **TRADIČNÍ VÝPOČET** ^{A)} **NUTNÝ PRO TRV:** Kv a autorita
- Výpočet nastavení TRV dle komplexního hydraulického modelu
- Přednastavení automatického regulátoru průtoku se rovná požadovanému průtoku
- Výpočet výtlačné výšky čerpadla dle nominálního průtoku

2

Provozní náklady

- **VYSOKÉ** čerpací náklady ^{F) 3.2}
- TRV pracuje s nízkou autoritou (automatický regulátor průtoku je otevřený a TRV jsou uzavřené) – obecně jako ON/OFF řízení – vysoké oscilace teploty v místnosti ^{K)}
- Tepelné ztráty ve vedení jsou střední – nadprůtok v soustavě
- Je zapotřebí vysoká výtlačná výška čerpadla – potřebuje vysoké Δp , automatický regulátor průtoku je otevřený a TRV jsou uzavřené, vysoké ΔP nutné kvůli autoritě ventilu
- Optimalizace výtlačné výšky čerpadla je možná

3

Investice

- Investiční náklady ^{I)} – **DRAHÉ** – Hlavně pokud se nevezme v úvahu regulační kapacita TRV. Nákladný automatický regulátor průtoku.

4

Navrženo pro rychlou instalaci

- Automatický regulátor průtoku má vliv **POUZE** v případě nominálního průtoku
- Hydraulická regulace u částečné zátěže **NENÍ PŘIJATELNÁ**, automatický regulátor působí proti TRV (automatický regulátor průtoku je otevřený a TRV jsou uzavřené)
- Vyvažování při částečném zatížení – **ŠPATNÉ** – špatný komfort
- Relativně vysoká oscilace teploty v místnosti (jako řízení ON/OFF)

5

Jiné

- Uzavírací tlak TRV by se měl rovnat výtlačné výšce čerpadla při nulovém průtoku ^{L)}
- Nadprůtok při částečné zátěži (přímočinná regulace jej nedokáže kompenzovat)

3

Symbole a zkratky v 2.1, 2.2 a 2.3

- A Tradiční výpočet:** Pro správnou regulaci musíme vzít v úvahu dvě hlavní charakteristiky; autoritu regulačního ventilu a tlakovou ekvivalenci před každou koncovou jednotkou. Z tohoto důvodu musíme spočítat požadovanou hodnotu kvs regulačních ventilů a brát celý hydraulický systém jako jednu jednotku.
- B Uvedení do provozu:** Musíme spočítat požadované nastavení manuálního a automatického seřizovacího ventilu tradičním výpočtem, nežli předáme budovu uživateli. Musíme se ujistit, že průtok odpovídá požadovaným hodnotám. Proto (kvůli nepřesnosti instalace) musíme zkontrolovat průtok v měřících bodech a případně provést nápravu.
- C Znovuvedení soustavy do provozu:** Občas je třeba provést znovu kontrolu (např. v případě změny funkce a velikosti místnosti, regulace ztráty tepla a tepelných zisků).
- D Kompenzační metoda uvedení do provozu:** Speciální zprovozňovací procedura, pokud je použit partnerský ventil ke kompenzování výkyvů manuálního seřizovacího ventilu (pro více informací kontaktujte Danfoss).
- E Dobrá autorita:** Autorita je velikost diferenčního tlaku, který zpomaluje úbytek tlaku v regulačním ventilu a porovnává se s dostupným diferenčním tlakem $a = \frac{Dp_{MCV}}{Dp_{MCV} + Dp_{potrubí/jednotek}}$. Autorita je dobrá, pokud je hodnota min. 0,5–0,6.
- F Čerpací náklady:** Výdaje, které musíme zaplatit za spotřebovanou energii čerpadla.
- G Konstantní průtok:** Průtok v soustavě či jednotce, který se po celé období provozu nemění.
- H Syndrom nízkého ΔT :** Je výrazný hlavně u soustav chlazení. Pokud nelze zajistit potřebné ΔT v soustavě, účinnost chlazení dramaticky klesá. Tento symptom se ale může objevit i v soustavách vytápění.
- I Investiční (instalační) náklady:** celá finanční částka, kterou musíme zaplatit za danou část instalace (v případě srovnání musíme vzít do úvahy veškeré náklady na implementaci včetně instalace a jiných příslušenství).
- J Optimalizace čerpadla:** V případě elektricky řízené spotřeby čerpadla lze redukovat výtlačnou výšku čerpadla do bodu, kde je zajištěn v celé soustavě požadovaný průtok, ale spotřeba energie klesne na minimum.

K	Oscilace teploty v místnosti: Reálná teplota v místnosti se po celou dobu odchyluje od nastavené teploty. Oscilace je velikost této odchylky.
L	Žádný nadprůtok: Stálý průtok koncovou jednotkou odpovídá žádoucímu průtoku, bez nadprůtoku.
M	DHW: Rozvody teplé vody (Domestic Hot Water).
N	Partnerský ventil: Dodatečný manuálně seřizovací ventil je dobré využít pro zajištění správného vyvážení ve všech větvích.
O	Proměnný průtok: Průtok v soustavě soustavně kolísá podle aktuální zátěže. Závisí na externích okolnostech jako je sluneční svit a interní tepelné zisky či obsazenost místnosti.
P	Chybějící obtok: V případě aplikace FCU s 3 či 4 cestným ventilem, MBV na obtokové větvi chybí. Tak není možné vyrovnávat tlakovou ztrátu v FCU v obtokové větvi. Průtok pak nebude stejný.
Q	Termální desinfekce: V systémech DHW se dramaticky zvyšuje počet bakterií Legionella při teplotě blízké stáčecí teplotě. Ta způsobuje nemoci a může vést i k úmrtí. Proto je nutná pravidelná desinfekce. Nejjednodušším způsobem je zvýšit teplotu v DHW nad ~60–65 °C. Při takové teplotě se bakterie zničí.
R	EPBD: Energetický výkon dle stavební směrnice (Energy Performance of Building Directive) – podle doporučení 2002/91/EK, které je v EU povinné od 2. ledna 2006. Tento předpis pojednává o úsporách energie a o revizích soustav.
S	Pohon s proměnnými otáčkami (Variable Speed Drive, VSD): Oběhové čerpadlo je vybaveno vestavěným či externím elektronickým regulátorem, který zajišťuje konstantní, proporční (či paralelní) diferenční tlak v soustavě.
T	Úspora energie: Snížení nákladů na elektrickou a nebo tepelnou energii.
V	Skupina: 2–4 ks koncových jednotek řízených jedním teplotním signálem.
W	Přepínání: V soustavách, kde topení a chlazení nemůže fungovat současně, musí soustava přepínat mezi těmito režimy provozu.
X	Třída „A“: Místnosti jsou klasifikovány podle toho, jaké poskytují pohodlí (norma EU). „A“ je nejvyšší třída s nejmenší oscilací teploty a nejlepším pohodlím.
Y	Stabilní teplota v místnosti: Lze jí dosáhnout proporčním přímočinným či elektronickým regulátorem. Tato aplikace brání oscilacím teploty v místnosti díky hysterezi on/off termostatu.
Z	Stáčecí teplota: Teplota, která se okamžitě objeví, jakmile se otevře kohoutek.

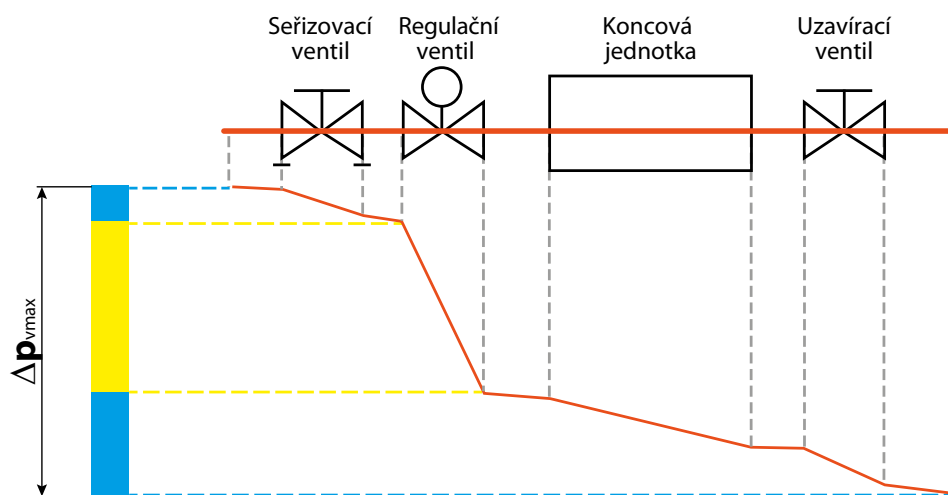
3.0.1 Definice

Autorita ventilu je ukazatelem toho, jak dokáže regulační ventil (RV) promítat své charakteristiky do okruhu, který reguluje. Čím má ventil vyšší odpor, a tím i tlakový diferenciál na ventilu, tím více bude regulační ventil schopen regulovat přenos energie v okruhu.

Autorita (acv) se obvykle vyjadřuje jako vztah mezi diferenčním tlakem na regulačním ventilu při 100% zatížení a plně otevřeném ventilu (minimální hodnota $\Delta P_{\min}$) a diferenčním tlakem na regulačním ventilu při jeho plném zavření ($\Delta P_{\max}$). Když je ventil uzavřen, tlakové ztráty v ostatních částech systému (například trubky, chladiče a kotle) zmizí a na regulační ventily se přenáší veškerý dostupný diferenční tlak. To je maximální hodnota ($\Delta P_{\max}$).

Vzorec: $acv = \Delta P_{\min} / \Delta P_{\max}$

Tlakové ztráty v rámci instalace jsou znázorněny na obrázku 3.1.



Obr. 3.1

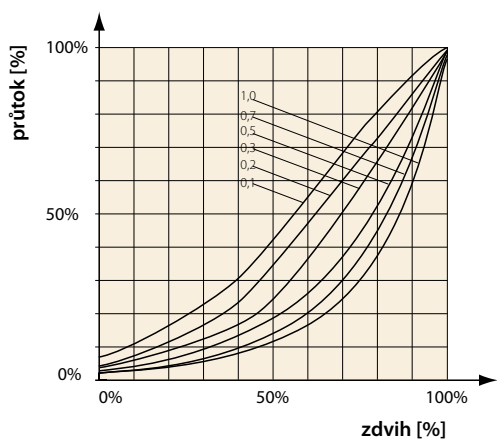
3.0.2 Charakteristiky ventilu

Každý regulační ventil má svou vlastní charakteristiku definovanou vztahem mezi zdvihem ventilu a odpovídajícím průtokem kapaliny. Tato charakteristika je definována při konstantním diferenčním tlaku na ventilu, tedy s autoritou 100 % (viz vzorec). Při praktické aplikaci v instalaci však diferenční tlak není konstantní, což znamená, že se efektivní charakteristika ventilu mění. Čím je autorita ventilu nižší, tím je charakteristika ventilu více zkreslená. Při navrhování musíme zajistit, aby autorita regulačního ventilu byla co nejvyšší, abychom minimalizovali deformaci charakteristiky.

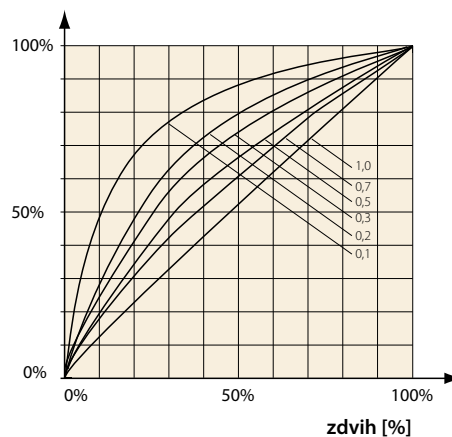
V grafech níže jsou znázorněny nejobvyklejší charakteristiky:

1. Rovnoprocentní / Logaritmicke charakteristika regulačního ventilu (obr. 3.2 a)
2. Lineární charakteristika regulačního ventilu (obr. 3.2 b)

Čára označená hodnotou 1,0 je charakteristikou při autoritě 1. Ostatní čáry představují postupně nižší autority.



Obr. 3.2a

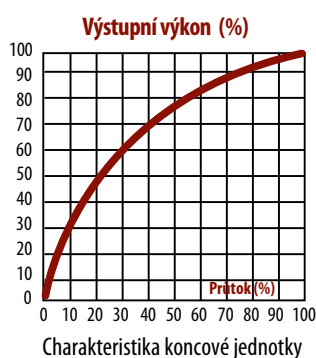


Obr. 3.2b

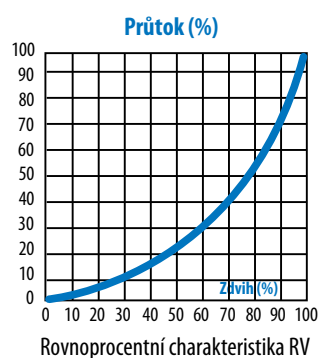
3.0.3 Regulace

Procesy se nejsnáze regulují, když je vztah mezi signálem a výstupem lineární. V ideálním případě by zvýšení regulačního signálu o 10 % způsobilo zvýšení výstupu o 10 %. U procesů s modulačním řízením klimatu (0–10 V) to znamená, že zvýšení regulačního signálu o 1 V (10 %) by mělo zvýšit výstup koncové jednotky (tj. pokojové klimatizační jednotky FCU, radiátoru, vzduchotechnické jednotky AHU) rovněž o 10 %.

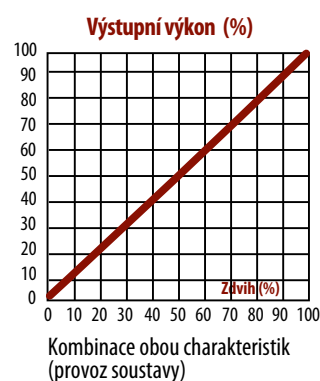
Výměníky tepla typu voda-vzduch, které se využívají např. v jednotkách FCU, radiátorech a jednotkách AHU, nemají lineární křivku přenosu (průtok-výstup), ale obvykle křivku podobnou grafu na obrázku 3.3.a.



Obr. 3.3a



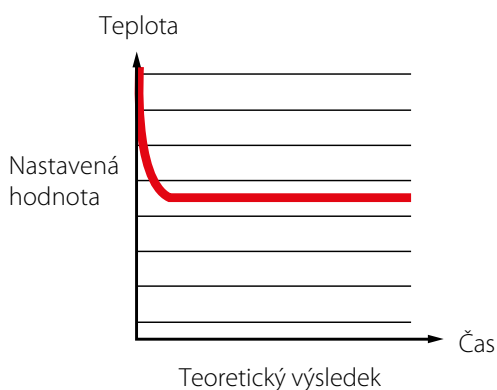
Obr. 3.3b



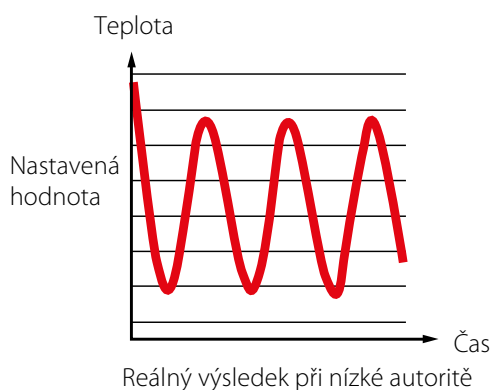
Obr. 3.3c

Pro získání ideálního lineárního výstupu tedy potřebujete mít regulační ventil, který na výstupu tuto křivku kompenzuje. Proto je křivka rovnoprocentního ventilu (obr. 3.3.b) opačná k charakteristice koncové jednotky. Tyto dvě křivky by vám ve výsledku měly dát požadovaný lineární výstup, jak uvádí obrázek 3.3.c.

Nicméně, jak bylo uvedeno výše, charakteristiky ventilu jsou definovány při autoritě 1, což v praktické situaci není reálné. Podívejme se tedy na nesprávně dimenzovaný lineární ventil s autoritou 0,1. Je-li ventil otevřen na 20 %, průtok ventilem je více než 50 % (viz obr. 3.2.b). Ve spojení s charakteristikou koncové jednotky na obrázku 3.3.a můžete vidět, že při průtoku 50 % bude výstup koncové jednotky již 80 %. Takže zdvih ventilu (otevření) na 20 % má za následek výstup ve výši 80 %! To v reálu znamená, že namísto stabilní a komfortní modulované regulace teploty v místnosti získáme divoce rozkolísanou regulaci, která bude fungovat spíše v režimu vypnutí/zapnutí a způsobí nekomfortní a kolísající teploty v místnosti (obrázek 3.4.b)



Obr. 3.4a



Obr. 3.4b

3.0.4 Závěr

Protože každý chladicí a vytápěcí systém obsahuje koncové jednotky, jako jsou pokojové klimatizační jednotky FCU nebo radiátory, které jsou řízeny regulačními ventily, vždy musíme zvažovat kombinaci koncové jednotky a regulačního ventilu. Cílem je přivést výstup obou komponent co nejblíže lineární charakteristice, protože v takovém případě bude přenos tepla proporcionální změně signálu regulátoru. Díky tomu bude stabilita řídicí smyčky téměř nezávislá na zatížení.

Čím je autorita regulačního ventilu vyšší, tím více průtok závisí na regulační charakteristice ventilu. Jedním z požadavků, které se často uplatňují při výběru regulačních ventilů, je jejich dimenzování s autoritou 0,5 a vyšší. To znamená, že tlaková ztráta na plně otevřeném ventilu musí být nejméně rovna tlakové ztrátě v koncové jednotce, potrubí a příslušenství okruhu. Tím se zajistí přiměřená kvalita regulace.

Nová generace tlakově nezávislých regulačních ventilů (PIBCV), prezentovaná například v kapitole 2.1.1, zajišťuje 100% autoritu, nezávisle na zatížení nebo provedení systému. To zajišťuje dokonalou regulaci teploty a nízké provozní náklady. Díky automaticky plné autoritě se snadno a jednoduše dimenzují bez komplikovaných výpočtů kv a autority, a proto přinášejí úsporu nákladů ve srovnání s ventily PIBCV.

„Syndrom nízkého ΔT “

Chladiče jsou navrženy pro určité extrémní podmínky, závisující na klimatu relevantním pro toto zařízení. To všeobecně znamená, že chladiče jsou předimenzovány, neboť tyto extrémní podmínky nastávají v méně než 1 % provozní doby. Můžeme tedy říci, že toto zařízení pracuje po 99 % provozní doby při částečném zatížení. Při částečném provozu zařízení se můžeme setkat s úkazem zvaným Syndrom nízkého ΔT , který může způsobovat velmi nízkou účinnost chladiče a jeho časté vypínání a zapínání. Syndrom nízkého ΔT navíc znemožňuje chladičům pracovat v tzv. režimu maximální kapacity (Max-Cap). V tomto režimu dokáže chladič při velmi vysoké účinnosti produkovat více, než je jeho jmenovitý výkon.

K syndromu nízkého ΔT dochází, je-li teplota do chladiče přiváděné vratné vody nižší než nastavená teplota. Je-li zařízení nastaveno na teplotní rozdíl ve výši 6 K, ale teplota vody přiváděné do chladiče je jen o 3 K nižší než nastavená teplota chlazené vody, dá se lehce pochopit, že chladič může dodat nanejvýše 50 % svého jmenovitého výkonu. To v dané situaci nepostačuje, a tak buď zařízení nebude mít dostatečnou kapacitu, nebo bude třeba zapojit další chladič.

Vezměme si následující příklad: je-li teplota vratné vody v sekundárním okruhu nižší než nastavená teplota (kvůli problémům s nadprůtokem atd.), chladičí zařízení nemůže být využito na maximální kapacitu. Pokud chladičí zařízení navržené na chlazení ze 13 °C na teplotu 7 °C, má na přívodu 11 °C místo navržených 13 °C, chladičí zařízení bude zatíženo v poměru:

$$\text{CHL}(\%) = \left[\frac{\text{CWRTR} - \text{CWSTD}}{\text{CWRTD} - \text{CWSTD}} \right] \times 100 = \left[\frac{11-7}{13-7} \right] \times 100 = 66,6\%$$

Kde:

CHL (%) – Procento zatížení chladičího zařízení

CWRTR – Skutečná teplota vratné chladičí vody (v našem případě, 11 °C)

CWSTD – Navržená teplota přívodu chladičí vody (v našem případě, 7 °C)

CWRTD – Navržená teplota vratné chladičí vody (v našem případě, 13 °C)

V tomto případě, kdy nízké ΔT (rozdíl mezi teplotou na přívodu a vratné chladičí vody) v zařízení je nižší než 6 °C (13–7 °C) čili zde 4 °C (11–7 °C), chladičí zařízení nebude využito z 33,4 %!

Jelikož navržené podmínky obvykle trvají jen po malé procento provozního času, chladičí zařízení fungují se značně sníženou efektivitou po většinu doby. V mnoha případech klesá provozní účinnost chlazení o 30 až 40 procent, když vratná chladičí voda má nižší teplotu, než je navrženo!

Syndrom nízkého ΔT má několik možných příčin:

- Použití třicestných regulačních ventilů: třicestné ventily mohou propojit bypassem přívod chladičí vody se zpátečkou, takže reálná teplota chladičí vody je nižší než navržena. To vede k potížím s nízkým ΔT (viz aplikace 2.1.4). Nápravné opatření – nepoužívat třicestné regulační ventily v systému s proměnným průtokem (modulační řízení). Doporučují se dva třicestné ventily, což tuto aplikaci omezuje na malé koncové jednotky (FCU). Kvůli špatnému výběru třicestných regulačních ventilů a aby se zamezilo problémům s nadprůtokem, doporučuje se aplikace 2.1.3. Hledáte-li regulační systém založený na třicestných regulačních ventilech.
- Špatný výběr dvoucestných regulačních ventilů s nesprávným vyvážením systému:

nevhodná velikost dvoucestného ventilu může vést k potřebě většího průtoku vody, než je navrženo.

Syndrom nízkého ΔT se zhoršuje při částečném zatížení kvůli změnám tlaku v systému, což vede k vyššímu nadprůtoku přes aplikované regulační ventily. Tento jev se objevuje zejména u systémů se špatným hydraulickým vyvážením (viz aplikace 2.2.1). Nápravné opatření – doporučují se dvoucestné regulační ventily s vestaveným regulátorem tlaku. Funkce regulace tlaku na aplikovaném regulačním ventilu eliminuje nadprůtok a tudíž i syndrom nízkého ΔT .

- A další: nesprávné nastavení, regulační kalibrace či snížená efektivita klimatizace.

3.2

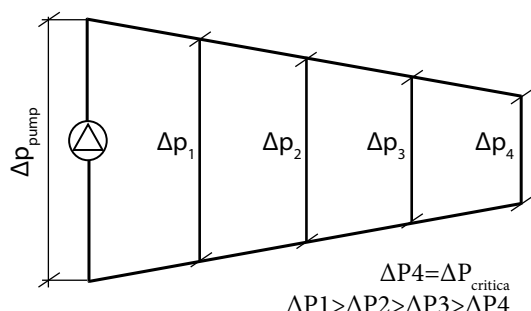
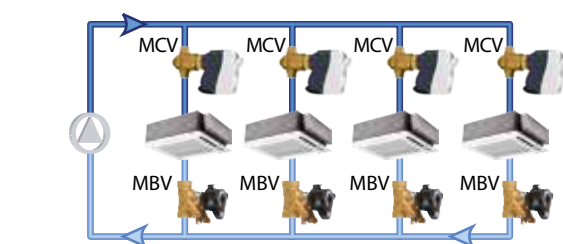
Problém s nadprůtokem

Reálným zdrojem známých problémů v systémech chladicí vody, jako je problém „nízkého ΔT “ je jev nadprůtoku. V této kapitole stručně vysvětlíme, co to je a proč tento jev existuje.

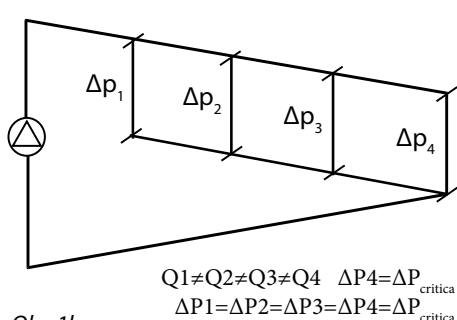
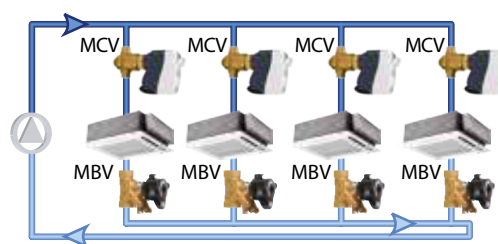
Všechny systémy jsou navrženy na nominální podmínky (100% zatížení), pro které projektanti vypočetli výtlačnou výšku čerpadla na základě pravidla: tlaková ztráta v kritických smyčkách zahrnuje – tlakovou ztrátu na potrubí, koncových jednotkách, seřizovacích ventilech, regulačních ventilech a dalších prvcích instalace (sítka, měřidla vody atd.)

Vezměme v úvahu tradiční systém prezentovaný níže, obr. 1a (na základě aplikace 2.2.1) a obr. 1b. U obou případů musíme zajistit dostatečný tlak na regulačních ventilech, aby byla zajištěna vysoká autorita regulačního ventilu. Je jasné, že každá jednotka se svým regulačním ventilem, která je blíže k čerpadlu, bude mít vyšší dispoziční tlak. U této aplikace musí být nadbytečný tlak snížen manuálně seřizovacími ventily. Systém funguje správně při 100% zatížení.

Na obrázku 1b vidíme takzvaný reverzní vratný systém. Hlavní myšlenkou tohoto systému je, že vzhledem k shodné délce potrubí pro každou koncovou jednotku není nutné vyvážení, neboť dostupný tlak je pro všechny jednotky stejný. Stojí za povšimnutí, že vyžadují-li koncové jednotky různé průtoky, budete i v tomto případě muset systém vyvážit pomocí vyvažovacích ventilů. Všeobecně tak můžeme říci, že jedinou správnou aplikací reverzního vratného systému je aplikace, kdy hovoříme o systému s konstantním průtokem (třícestné ventily) a kdy jsou všechny koncové jednotky stejně velké.

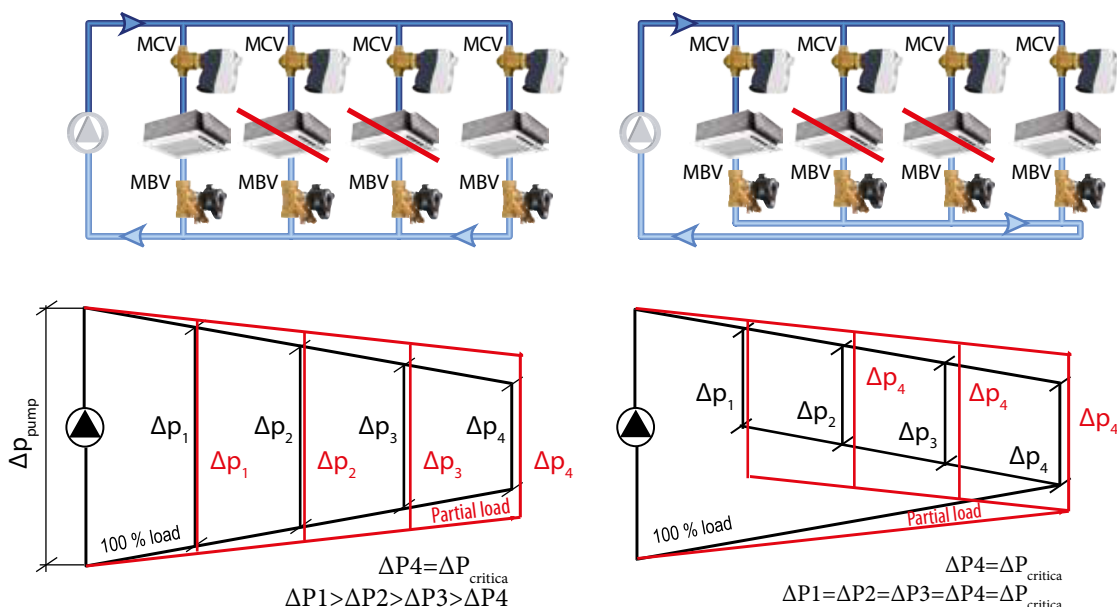


Obr. 1a
Přímý vratný systém (nedoporučuje se)



Obr. 1b
FCU s proměnným průtokem a **statickou** regulací

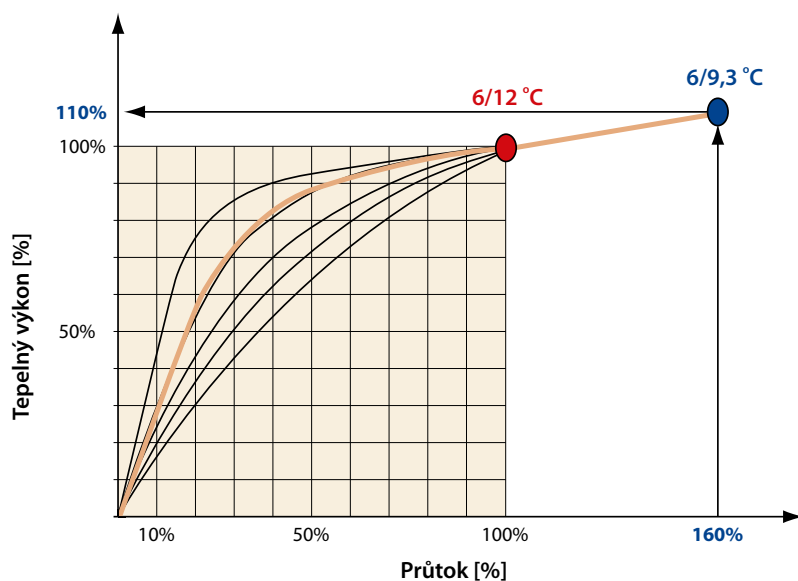
K regulaci průtoku na každé klimatizační jednotce se používají dvoucestné regulační ventily. Uvažujme situaci s částečným zatížením (tj. klimatizační jednotky 2 a 3 jsou uzavřené).



Obr. 2a
Částečná zátěž – přímý vratný systém

Obr. 2b
Proměnný průtok – **statická** regulace FCU

Kvůli nižšímu průtoku v systému se mění tlaková ztráta v potrubí, takže v otevřených smyčkách jsou k dispozici dva nové vyšší tlaky. Jelikož k seřízení systému (nastavení vypočteno pro 100% průtok) byl použit MBV (manuálně seřizovací ventil) s fixním nastavením, MBV nedokáže snížit nadbytečný tlak při částečném vytížení. Vyšší nadbytečný tlak přes tradiční dvojcestné regulační ventily je důvodem nadprůtoku v klimatizační jednotce. Tento jev se objevuje v přímém vratném systému i v reverzním vratném systému. To je důvod, proč aplikace 2.2.1 není doporučené řešení, jelikož smyčky klimatizačních jednotek jsou na tlaku nezávislé.

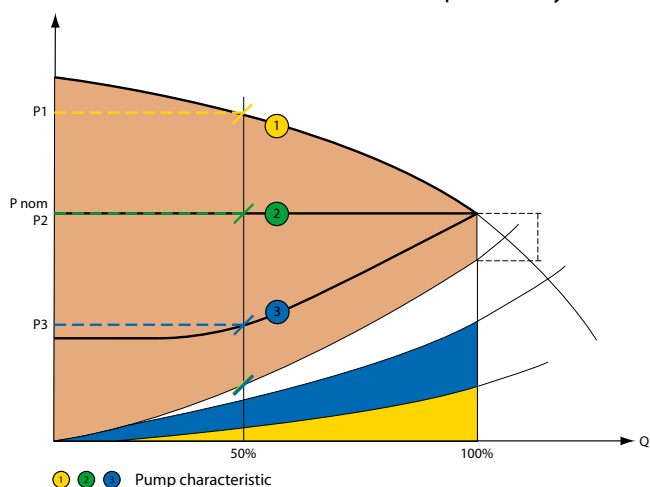


Obr. 3
Tepná charakteristika koncových jednotek

Tradiční FCU je navržena pro cca ΔT 6 °C. 100% přenos tepla je dosažen při 100% průtoku přes jednotku s teplotou 60 °C na přívodu a 12 °C na vratu. Nadprůtok v koncové jednotce má na přestup tepla malý vliv. Nicméně jiné vlivy více ovlivňují správnou funkci systému s chladicí vodou. Vyšší průtok přes jednotku má veliký vliv na přenos tepla/chlazení, což znamená, že vratná teplota nikdy nedosáhne

navržené teploty – místo designové teploty 12 °C je reálná teplota mnohem nižší, tj. 9,3 °C. Výsledkem je nižší vratná teplota z FCU, což vede k syndromu nízkého delta T.

Pro systémy s proměnným průtokem se nedoporučuje používat čerpadla s fixními otáčkami, která problém nadprůtoku zhoršují. To je jasné vidět na obrázku 4, který představuje křivku čerpadla, a jehož různě vybarvené oblasti ukazují poklesy tlaku v systému. Hnědá oblast představuje pokles tlaku na regulačním ventilu. Dovolíme-li čerpadlu pokračovat v jeho přirozené křivce, uvidíme, že se snižujícím se průtokem tlakový diferenciál poroste. Srovnáme-li tlakový diferenciál při 50% zatížení, je vidět, že dostupná výtlačná výška čerpadla je o hodně vyšší (P) než výtlačná výška při plném zatížení (P_{nom}). Všechn ten přebývající tlak bude muset být absorbován regulačním ventilem. To bude mít za následek nadprůtok v systému a také vážné zkreslení charakteristik ventilu.



Obr. 4

Charakteristika různých čerpadel

Dnes běžně používané pohony s proměnnými otáčkami (VSD) mohou díky snímačům tlaku měnit charakteristiku čerpadla podle změn průtoky a tlaku v hydraulickém systému. Nominální průtok při 100% zatížení a výše uvedená tlaková ztráta v systému určují výtlačnou výšku čerpadla, která se rovná nominálnímu tlaku P_{nom} . Je vidět, že konstantní tlakový diferenciál vede k výraznému zlepšení situace při částečném zatížení – tlakový diferenciál na regulačním ventilu vzroste mnohem méně než při zachování přirozené křivky čerpadla. Je nicméně třeba si všimnout, že tlak na regulačním ventilu i tak výrazně poroste.

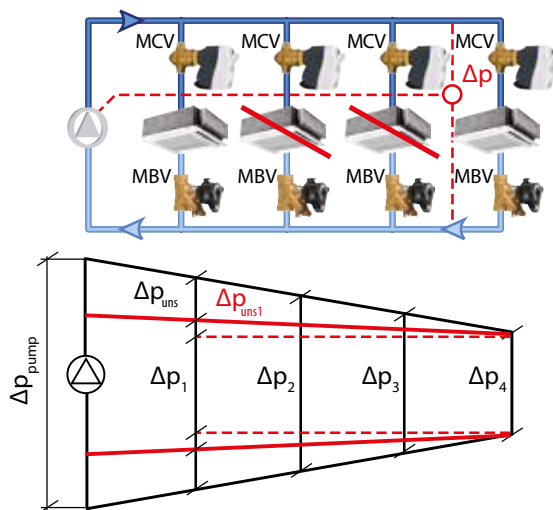
Některá moderní čerpadla jsou vybavena regulátory otáček, které mohou parametry čerpadla upravit nejen na základě tlaku, ale také co se týče průtoky – jedná se o takzvanou proporcionální regulaci. Je-li omezen průtok, sníží se i tlakový diferenciál. To teoreticky přináší ty nejlepší výsledky, jak lze vidět u tlaku P_3 v obrázku 4. Naneštěstí nelze předvídat, v které části zařízení bude průtok omezen, a není tedy nijak zaručeno, že bude možno tlak snížit tak, jak ukazuje obrázek 4. Proto důrazně doporučujeme omezit rozdíl mezi tlaky P_2 a P_3 , aby některé části zařízení za určitých podmínek nebyly postiženy nedostatečným průtokem.

Nevyhnutelným závěrem tedy je, že problémy s nadprůtokem a nedostatečným průtokem nelze vyřešit prostřednictvím samotného čerpadla. Proto se důrazně doporučuje použít tlakově nezávislá řešení. Tlakově nezávislé vyvažovací a regulační ventily jsou schopny vyřešit kolísání tlaku v systému a zásobovat tak koncové jednotky vždy tím správným průtokem při jakémkoli zatížení systému. Rozhodně doporučujeme použít na čerpadlo pohony s proměnnými otáčkami, neboť to zajistí velké úspory. Co se týče metody regulace, doporučujeme použít pevnou regulaci tlakového diferenciálu, která zaručí dostatečný tlak za všech okolností. Pokud preferujete proporcionální regulaci, je regulátor AB-QM schopen za takových podmínek pracovat, doporučujeme však držet rozdíl mezi tlaky P_2 a P_3 na minimu, aby některé části zařízení při částečném zatížení nebyly postiženy nedostatečným průtokem.

3.3

Problém nedostatečného průtoku

Jak ukazuje obrázek 1a, tlak dostupný pro první okruh je mnohem vyšší než tlak pro okruh poslední. O to by se u této aplikace měly postarat manuální seřizovací ventily zaškrcením přebytečného průtoku. Poslední seřizovací ventil by proto měl být co možná nejvíce otevřen, zatímco ostatní ventily by měly být přivírány tím více, čím blíže k čerpadlu jsou.



Obr. 5

Přímý vratný systém, proporční

Při nejběžnější aplikaci se na poslední koncovou jednotku osazuje čidlo tlakového diferenciálu, které zajišťuje, aby spotřeba čerpadla byla co nejnižší. Můžeme vidět, co se stane, když vypneme dvě prostřední koncové jednotky. Protože se průtok v potrubí výrazně sníží, zmenší se také odpor v systému, což znamená, že většina výtlačné výšky čerpadla končí na konci zařízení, kde se nachází čidlo. To je zobrazeno červenými čarami na obrázku č. 5. Při pohledu na první jednotku je vidět, že ačkoli by se tlak ve smyčce neměl změnit, je zde ve skutečnosti mnohem nižší tlakový spád a tím pádem i příliš nízký průtok. To může vést k matoucí situaci, kdy zařízení při plném zatížení pracuje bez problémů, zatímco když zatížení klesne, objevují se problémy s kapacitou systému v blízkosti čerpadla. Není třeba dodávat, že nastavení čerpadla na proporcionální regulaci tyto problémy výrazně zvýší. Čerpadlo zaznamená 50% pokles průtoku a v souvislosti s tím klesne i tlakový diferenciál, což má za následek ještě menší průtok v první koncové jednotce a zároveň problém s kapacitou na poslední koncové jednotce.

Často navrhovaný kompromis mezi nedostatečným průtokem a minimalizací spotřeby čerpadla spočívá v umístění čidla do dvou třetin systému. I to je ale stále kompromis a není zaručeno, že za všech okolností budete mít správný průtok. Jednoduchým řešením je na každou koncovou jednotku namontovat tlakově nezávislé vyvažovací a regulační ventily (AB-QM) a regulovat čerpadlo na konstantní tlakový diferenciál. Tím maximalizujete úspory čerpadla bez jakýchkoli problémů s nadměrným či nedostatečným průtokem.

4

Projektová případová studie: srovnání aplikací 2.1.1; 2.1.2 a 2.1.4

4.1

Provozní náklady

Úspora energie dynamickým „seřizováním“ tlaku v kancelářských budovách!

Obecný přehled:

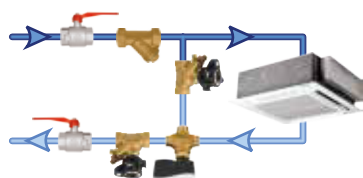
Ačkoliv ceny energií stále stoupají, nové budovy jsou zpravidla „optimalizovány“ pouze s ohledem na investiční náklady. V nejbližší budoucnosti se tento trend musí změnit.

Šetření energií a vyšší komfort (budovy klasifikace A,B,C) budou stále důležitější.

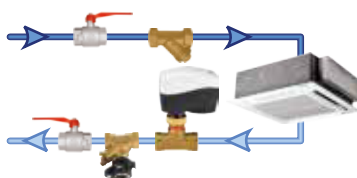
V tomto materiálu ukazujeme, kolik energie se dá ušetřit s novou metodou regulace v porovnání s tradičními řešeními. Demonstrujeme to na skutečné kancelářské budově s těmito parametry: celkem 18 430 m² podlah na 15 podlažích. Nachází se zde systém s čtyřtrubkovou pokojovou klimatizační jednotkou (celkem 941 jednotek) a s termoelektrickými pohony ON/OFF řízenými pokojovým termostatem. Analýza se soustředí jen na FC systém.

Příslušné systémy regulace, které se vyskytují v praxi nejčastěji, jsou analyzovány podrobně.

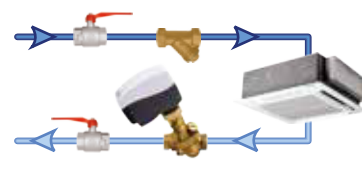
1. | Systém konstantního průtoku se statickým vyvažováním (schéma viz na obr. 1).
2. | Systém proměnného průtoku se statickým vyvažováním (schéma viz na obr. 2).
3. | Systém proměnného průtoku s dynamickým vyvažováním (schéma viz na obr. 3).



Obr. 1
Systém konstantního průtoku
s FC řízením
(u aplikace 2.1.4: přijatelné)



Obr. 2
Systém proměnného průtoku
se **statickým** FC řízením
(dle aplikace 2.2.1: nedoporučuje se)



Obr. 3
Systém proměnného průtoku
s **dynamickým** FC řízením
(dle aplikace 2.1.1: doporučeno)

Modelování systému:

Pro výpočet úspory energie musí být systém modelován v PC hydraulickém designovém programu. Prozkoumali jsme, jak funguje systém při 100% zatížení při podmínkách, na které byl projektován, a jak při 50 % průměrné roční zátěže. Systém byl analyzován při 150 Pa/m specifického odporu.

- U systémů s konstantním průtokem stačí provést hydronické výpočty při plném zatížení, protože průtok se při částečném zatížení nemění. Systém vyžaduje manuální uvedení do provozu, obvykle se dosahuje přesnosti $\pm 15\%$, takže uvažujeme, že čerpadlo bude seřizeno na 15% vyšší kapacitu, aby se vykryl nedostatečný průtok v systému.
- V případě statického seřizování, nejprve byly provedeny výpočty při nominálním zatížení a částečném zatížení, tj. když bylo 50 % spotřebitelů náhodně odpojeno. Výsledek nám udává průměrný 42% dodatečný průtok – kvůli zvýšení dostupného diferenčního tlaku v FCU jednotce – pro systém chlazení při polovičním zatížení (tato hodnota odpovídá sezónnímu průměru!). Systém vyžaduje manuální uvedení do provozu, obvykle se dosahuje přesnosti $\pm 15\%$, takže uvažujeme, že čerpadlo bude seřizeno na 15% vyšší kapacitu, aby se vykryl nedostatečný průtok v systému.
- V případě dynamického seřizování, analýza byla jednoduchá, protože automatická regulace zajišťuje stejný průtok pro spotřebitele i při částečném zatížení, stejně jako při plném zatížení, bez ohledu na změny tlaku.

Možnost úspory energie:

Je otázka, kde lze při provozu ušetřit na energii. Jde o následující:

1. Úspora čerpací energie – s důrazem na problém s nadprůtokem (případová studie)
2. Tepelné ztráty ve vedení – nižší vratná teplota zajišťuje nižší ztrátu energie ve vedení
3. Přesná regulace teploty v místnosti – snížit oscilace teploty v místnosti, zaručit bezpečnou energii
4. Efektivita výroby tepla - vyšší ΔT v systému zajišťuje vyšší účinnost
5. Úspora bez numerického vyčíslení – např. zdravotní otázky, pohodlí, recyklace.

Úspora energie v systému HVAC (topení, ventilace a klimatizace) představuje velmi komplexní záležitost a všechny výše uvedené faktory musí projít energetickým auditem.

Pro náš účel budeme za investiční náklady pokládat pouze čerpací náklady.

4.1.1

Úspora čerpací energie

Níže uvádíme případovou studii, která vychází z údajů a specifikací skutečného projektu:

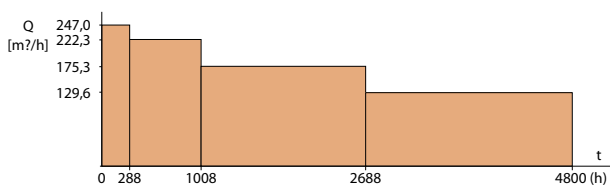
- 15patrová budova s 10 stoupačkami, typ budovy – hotel
- Celkový průtok v systému 215 m³
- Výtlačná výška čerpadla – 250 kPa
- Energie čerpadla – 20,1 kW:
 - aplikace 1 – Systém konstantního průtoku, čerpadlo bez regulace (s 15% předimenzováním kvůli manuálnímu uvedení systému do provozu)
 - aplikace 2 – Systém proměnného průtoku, čerpadlo se stálými tlakovými charakteristikami (s 15% předimenzováním kvůli manuálnímu uvedení systému do provozu)
 - aplikace 3 – Systém proměnného průtoku, čerpadlo s proporcionálními tlakovými charakteristikami

- Počet FCU jednotek (klimatizační pokojová jednotka) – 941 ks
- Cena energie: 0,0835 Euro/kWh
- Počet obsazených místností (průměrná data)
 - 100 % – 6 % celkové doby využívání
 - 75 % – 15 % celkové doby využívání
 - 50 % – 35 % celkové doby využívání
 - 25 % – 44 % celkové doby využívání

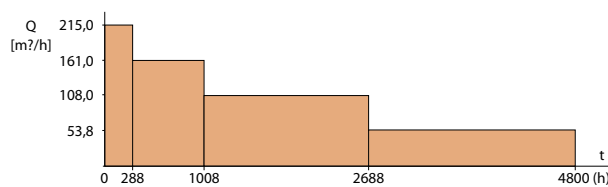
Nežli se pustíme do výpočtů, zamysleme se nad vhodností způsobu regulace použitého čerpadla! V systému s konstantním průtokem není regulace čerpadla zapotřebí.

U systému proměnného průtoku firmy preferující statické prvky doporučují udržovat konstantní diferenční tlak (zkrátka pro jistotu), zatímco výrobci doporučující dynamické seřizování dávají přednost proporcionálnímu řízení (v zájmu větší úspory energie).

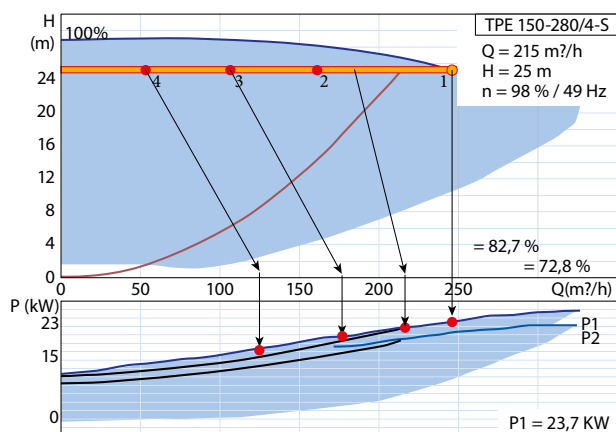
Nyní se podívejme na výše uvedenou budovu. Systém chlazení má Grundfos TPE 150-280/4-AS oběhové čerpadlo zvolené pro tento účel. Jeho operační bod je 250 kPa při 215 m³/h průtoku (kvůli manuálnímu uvedení do provozu aplikace 1a 2 počítáme s 15% nadprůtokem, což znamená průtok 247 m³/h).



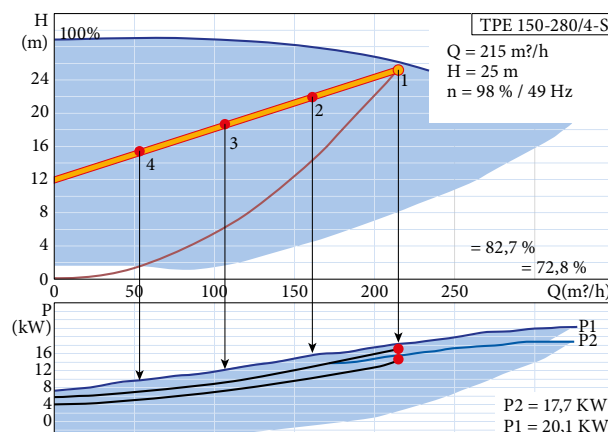
Obr. 4a



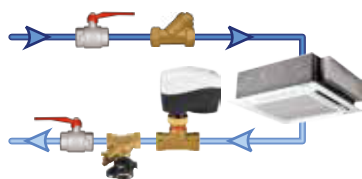
Obr. 4b



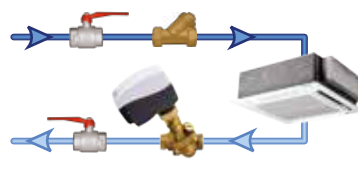
Obr. 5 Analýza čerpadla



Obr. 6 Analýza čerpadla



Obr. 7 Aplikace 2: s problémem nadprůtoku (nedoporučuje se)



Obr. 8 Aplikace 3: bez problémů s nadprůtokem (doporučeno)

Potřebná výtlačná výška čerpadla je zhruba stejná ve všech třech případech jen s několika kPa rozdíly (uvážíme-li potrubní systém, obecné prvky, seřizovací zařízení v jednotlivých systémech). Pro snazší srovnání zanedbáme rozdíly 1–2 kPa (ve srovnání s 250 kPa) a použijeme stejný provozní bod jako výchozí bod.

K přesnému výpočtu spotřeby energie v čerpadle musíme počítat (integrovat) celou plochu frekvence zatížení. To by ovšem bylo složité a zbytečné, proto používáme čtyřstupňovou aproximaci, kterou uvádějí výrobci čerpadla. Obr. 4a a 4b ukazuje diagram frekvence zatížení pro 200denní sezónu.

Graf čerpadla výše ukazuje frekvenci zatížení v 200denní sezóně (pro umístění projektu v geografické zóně, která vyžaduje 200denní provoz, by bylo nutné propočítat jinou zónu). Obr. 5 ukazuje řízení čerpadla, které používá statickou regulaci a udržuje konstantní diferenční tlak (aplikace dle obr. 7). Také ukazuje křivku charakteristiky čerpadla spolu se spotřebou energie čerpadla. Jelikož modelový výpočet už máme k dispozici, víme, že v systému při polovičním zatížení cirkuluje o 42 % více vody (více než při ¼ zatížení – asi dvakrát tolik; méně než při ¾ zatížení – pouze 20 %). Proto spotřeba energie v čerpadle musí být spočítána při „zvýšeném“ průtoku (viz černé šipky), kvůli nadprůtoku. Když toto víme, lze snadno spočítat celou spotřebu energie čerpadla za sezónu. Způsob výpočtu lze sledovat v tabulce 9, kde vidíme i čerpací náklady při ceně energie 0,084 € / kWh (nízké napětí, jediný tarif, tarif veřejných prací, bez základního poplatku a DPH). Náklady/rok/klimatizační pokojovou jednotku lze spočítat když celkovou spotřebu vydělíme počtem jednotek (941 jednotek.).

Nominální potřebný průtok odpovídající 100% zatížení	Skutečný průtok [m ³ /h]	Spotřeba energie čerpadla [kW]	Incidence	Den/ rok	Hodin za rok	Spotřeba energie
aplikace 1						
100%	247,00	23,70	6,00%	12	288	6825,6
75%	247,00	23,70	15,00%	30	720	17064
50%	247,00	23,70	35,00%	70	1680	39816
25%	247,00	23,70	44,00%	88	2112	50054,4
Součet:			100,00%	200	4800	113760
Čerpací náklady:		€/ year				9555,84
Náklady/klimatizační pokojová jednotka:		€/ FCU				10,15
aplikace 2						
100%	247,00	23,70	6,00%	12	288	6825,6
75%	222,30	20,30	15,00%	30	720	14616
50%	175,37	17,60	35,00%	70	1680	29568
25%	129,68	15,10	44,00%	88	2112	31891,2
Součet:			100,00%	200	4800	82900,8
Čerpací náklady:		€/ year				6963,67
Náklady/klimatizační pokojová jednotka:		€/ FCU				7,40
aplikace 3						
100%	215,00	20,10	6,00%	12	288	5788,8
75%	161,25	14,52	15,00%	30	720	10454,4
50%	107,50	9,27	35,00%	70	1680	15573,6
25%	53,75	6,01	44,00%	88	2112	12693,12
Součet:			100,00%	200	4800	44509,92
Čerpací náklady:		€/ year				3738,83
Náklady/klimatizační pokojová jednotka:		€/ FCU				3,97

Tabulka 9

Obrázek 6 ukazuje proporční řízení čerpadla používající dynamickou regulaci, které využívá charakteristiku čerpadla společně se spotřebou energie čerpadla v aplikaci na obr. 8. Víme, že při dynamické regulaci v systému není žádný další průtok. Proto šipky ukazující na spotřebu energie jsou tentokrát vertikální. S těmito znalostmi lze snadno spočítat spotřebu energie za sezónu.

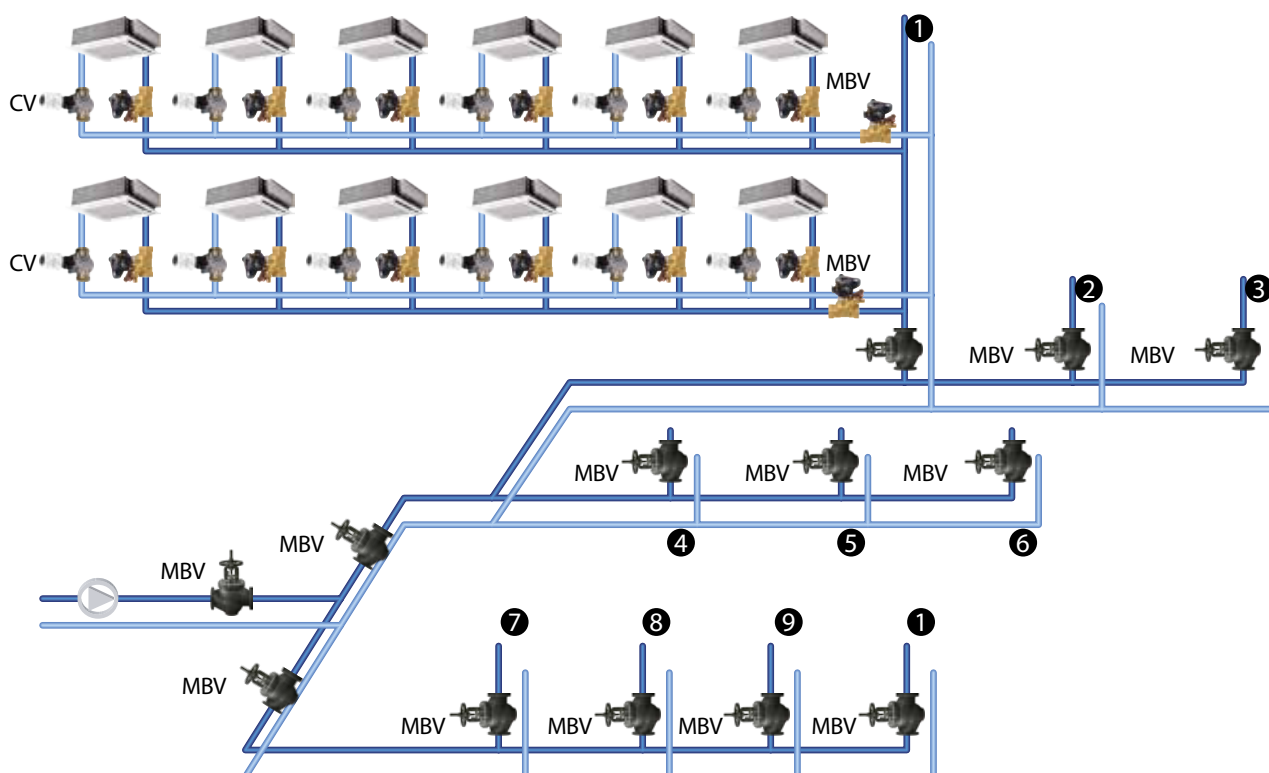
U systému s konstantním průtokem vidíme jen údaje uvedené ve výpočtové tabulce (tab. 9), protože charakteristika čerpadla je nezměněná (systém konstantního průtoku).

Náklady na pokojovou klimatizační jednotku jsou zvýrazněné, což vede k následujícím závěrům:

- **Potřeba čerpací energie** ve statickém systému s proměnným průtokem **je o 70,6 % vyšší** než u dynamického systému, **což znamená téměř 3,43 € dalších nákladů na klimatizační jednotku ročně (aplikace založené na obr. 2 Danfoss nedoporučuje).**
- **Potřeba čerpací energie v systému s konstantním průtokem je více než dvojnásobná** oproti dynamickému systému, **což znamená dodatečné náklady 6,20 € na klimatizační jednotku ročně.**
- **Nejúspornějším systémem je dynamické řízení.**

Porovnání investičních nákladů

Schéma instalace je uvedeno níže na ilustraci. Dvoutrubkové vodorovné systémy rozvádějí vodu do 10 stoupaček. Na každém z 15 podlaží budovy je 6 koncových jednotek na větví s klasickými seřizovacími ventily. Maximální rychlost ve vodorovných trubkách je 2,2 m/s, ve stoupačkách 1,5 m/s. Srovnání investičních nákladů bylo provedeno se třemi různými aplikacemi, které jsou prezentovány v kapitole 4.2 obr – aplikace 1, aplikace 2 a aplikace 3.



Pro porovnání investic projektu u jednotlivých aplikací, musíme nejprve posoudit každou aplikaci samostatně:

aplikace 1: třicetné regulační ventily s regulací pomocí on/off termoelektrických pohonů byly použity s manuálními seřizovacími ventily. Aby byla zajištěna správná metoda vyvážení, bere se v úvahu systém s manuálními seřizovacími ventily ve stoupačkách a v jednotlivých větvích (k optimalizaci výtlačné výšky čerpadla lze použít kompenzační metodu). Takový druh aplikace vždy vyžaduje velké rozměry manuálních seřizovacích ventilů, což ovlivňuje konečné investiční náklady. Projekt vyžaduje:

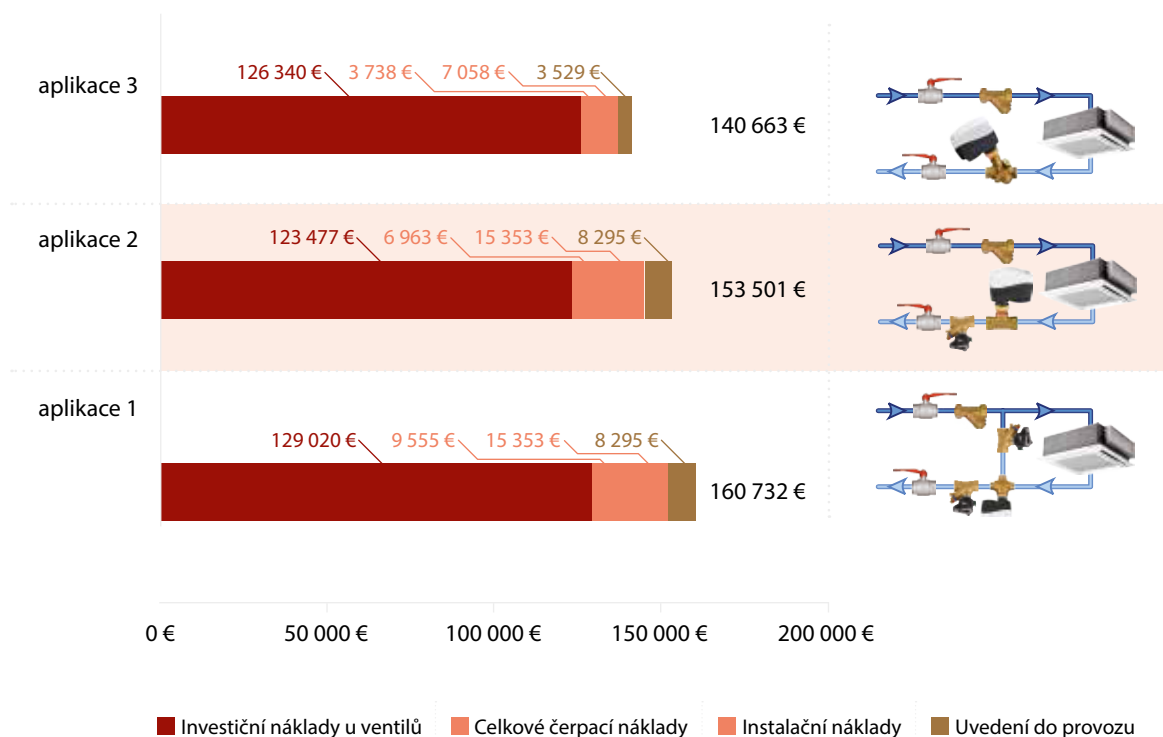
- regulační ventily: 941 ks VZ3 s TWA pohonem
- seřizovací ventily: 941 ks s závitovými MSV ventily na FCU
- seřizovací ventily: 150 ks se závitovými MSV ventily ve větvích
- seřizovací ventily: 15 ks přírubové ventily MSV na stoupačkách atd.

aplikace 2: dvoucestné regulační ventily s on/off termoelektrickým pohonem (VZ2 s TWA). Pro seřizování hydrauliky se používají manuální seřizovací ventily, viz výše. Tato aplikace také využívá velkých rozměrů manuálních seřizovacích ventilů (vodorovné trubky, stoupačky). Je třeba přidat jednu poznámku – jelikož mnoho projektových kanceláří se snaží tomuto ventilu vyhnout, vede to k velkým problémům se špatnou hydraulickou regulací. Všimněte si, že tradiční regulační ventily nelze použít k hydraulické regulaci, jelikož systém musí být správně seřízen, když jsou regulační ventily zcela otevřené. Projekt vyžaduje.

- regulační ventily: 941 ks VZ2 s TWA pohonem
- seřizovací ventily: 941 ks s závitovými MSV ventily na FCU
- seřizovací ventily: 150 ks se závitovými MSV ventily ve větvích
- seřizovací ventily: 15 ks přírubové ventily MSV na stoupačkách atd.

aplikace 3: PIBCV (tlakově nezávislé vyvažovací regulační ventily) typu ABQM. ABQM jsou kombinované ventily, které zároveň regulují a vyvažují systém. Vyvážení probíhá automaticky, takže taková aplikace už nepotřebuje další vyvažovací ventily na větvích, stoupačkách a horizontálních trubicích. Projekt vyžaduje:

- regulační ventily: 941 ks ABQM s pohonem TWA



Celkové srovnání nákladů bylo provedeno na základě ceníku Danfoss.

Závěry studie projektových nákladů:

- Z pohledu investičních produktových nákladů, nejatraktivnější aplikací je aplikace 2. Avšak ostatní klíčové faktory, které je třeba při investicích brát též do úvahy, ukazují, že nejatraktivnější je v tomto konkrétním projektu aplikace 3. Celkový indikovaný rozdíl mezi aplikací 3 a 2 je 10 %, kdežto mezi aplikací 3 a 1 je to téměř 16 %.
- Z pohledu investic i provozu dávají tlakově nezávislé vyvažovací regulační ventily jako ABQM vynikající výsledky.
- Případová studie (kvůli zjednodušení materiálů) nezahrnuje faktory jako:
 - Navržený proces (jednoduchý výpočet, verifikace autority regulačních ventilů atd.)
 - Tepelné ztráty/zisky ovlivňující spotřebu energie
 - Nadprůtok nad výtlačnou výšku čerpadla v případě manuálního seřizování s často přijatelnou přesností $\pm 15\%$ nominálního průtoku.
 - Stabilní a přesná regulace teploty v místnosti ovlivňuje spotřebu elektřiny.
 - Vysoká/nízká efektivita chladicího zařízení ovlivněná syndromem delta T
 - Komfort a vysoká pracovní efektivita díky stabilním podmínkám v místnosti
 - Je třeba více času na instalaci velkých těžkých přírubových ventilů
 - Vyšší investiční náklady na izolaci ventilů
- Každý projekt musí být analyzován samostatně a výsledek celkového porovnání cen závisí na těchto faktorech:
 - Velikost projektů – široké systémy s velkými rozměry rozvodných trubek potřebují instalaci řady velkých přírubových ventilů, což může znamenat mnohem vyšší investiční náklady oproti aplikacím s PIBCV ventily!
 - Čerpací náklady závisí do značné míry na typu budovy: komerční budovy jako kanceláře povedou k jiným číslům než hotely či nemocnice.
 - Problém s nadprůtokem závisí na velikosti instalace ventilů a dosahuje 40 až 80 % nominálního průtoku.

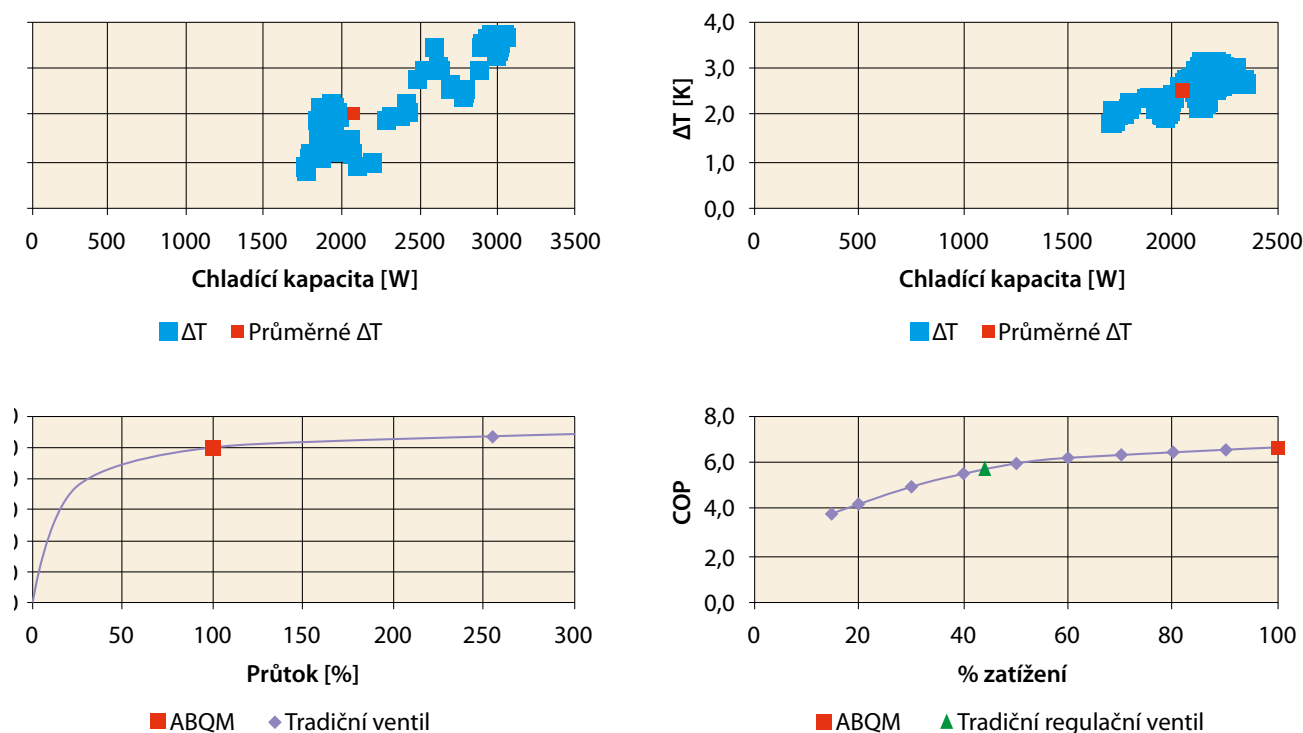
4.3

Případová studie hydronického analyzátoru (Sunway Lagoon Hotel)

Danfoss vyvinul nástroj, hydronický analyzátor (Hydronic Analyzer), který se dá použít k analýze efektivity hydronické instalace a určit potenciál pro úsporu energie. Hydronický analyzátor je v zásadě zařízení, které zaznamenává teplotu a dokáže registrovat teploty po dlouhý časový úsek. Chceme-li analyzovat systém, připojíme 4 senzory k měření teploty na přívodu a zpátečce rozvodů vody a vzduchu. Po jisté době měření může Danfoss porovnat řešení díky vyspělému softwaru.

Sunway Lagoon, pěti hvězdičkový hotel v Kuala Lumpur, se rozhodl renovovat své pokoje. Ačkoliv vlastníci hotelu byli přesvědčeni, že mají užívat tlakově nezávislé vyvažovací regulační ventily AB-QM, chtěli mít další důkazy o možných úsporách a výhodách.

Hotel má cca 500 klimatizačních jednotek, které byly původně vybaveny konvenčním řešením, dvoucestnými regulačními ventily a manuálními seřizovacími ventily (MBV). Když byla dokončena první fáze renovace hotelu, třetina pokojů byla vybavena asi 150 kusy AB-QM. Tehdy Danfoss nabídl majiteli hotelu otestovat systém hydronickým analyzátozem a porovnat dvě možná řešení, konvenční a AB-QM. Výsledky analýzy ukázaly značný potenciál úspory energie u čerpadla i chladicího zařízení. Upgrade všech 500 klimatizačních jednotek na AB-QM zvýší efektivitu chladicího zařízení a ušetří práci čerpadlům, cca 60 % celkového účtu za energie.



Obrázek 1 ukazuje vztah mezi ΔT a chladicí kapacitou, u měřené pokojové klimatizační jednotky (fan coil unit, FCU). Levý graf ukazuje výsledky měření na klimatizační jednotce s tradičním regulačním ventilem a manuálním seřizovacím ventilem. Graf napravo ukazuje klimatizační jednotku vybavenou AB-QM.

Výsledky: U levého grafu průměrné ΔT činí 2 °C, chladicí kapacita je 2,2 kW zatímco u pravého grafu je průměrná.

ΔT 5 °C a chladicí kapacita je 2,1 kW. Což znamená, že s AB-QM je chladicí kapacita prakticky stejná zatímco ΔT se výrazně zvyšuje. Čímž se výrazně zvýší efektivita chladicího zařízení, jak ukazuje graf 3.

Obrázek 2 graficky znázorňuje vztah mezi relativní emisí tepelných výměníků a mezi relativním průtokem.

V případě tradičních regulačních ventilů s manuálním seřizovacím ventilem bylo 250 % nadprůtoků, které přispívá méně než z 10 % k celkovým emisím klimatizačních jednotek, ve srovnání s klimatizační jednotkou, která má AB-QM.

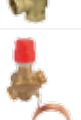
Obrázek 3 graficky znázorňuje vztah mezi spolu-efektivitou výkonu a procenty zatížení chladicího zařízení.

Nadprůtok skrze klimatizační jednotky vede k neefektivnímu fungování chladicího zařízení, protože se dostavuje tzv. syndrom nízkého ΔT (viz kapitola 4.0). Jelikož je třeba pro podobnou kapacitu pumpovat méně vody, rychlost čerpadla se dá snížit více než na polovinu a tím se ušetří značná čerpací energie.

5. Shrnutí informací o produktech

5.1 ABPCV – Automatický vyvažovací ventil, regulátor tlaku

Regulátor tlakové difference

Obrázek	Název	Popis	DN	Kvs (m3/h)	Aplikace RH-/HVAC*	Poznámky
	ASV-P	Regulace tlakové difference ve zpětném potrubí s fixním nastavením tlaku 10 kPa	15... 40	1,6... 10	RH	Vestavená možnost uzavření a vypouštění
	ASV-PV	Regulace tlakové difference ve zpětném potrubí s možností nastavení rozsahu tlakové regulace 5–25 či 20–40 kPa	15... 40	1,6... 10	RH a HVAC	Vestavená možnost uzavření a vypouštění
	ASV-M	Partnerský, uzavírací a impulzní ventil pro ASV-P/PV. Možnost napojení impulzního potrubí.	15... 50	1,6... 16	RH a HVAC	Používá se s ASV-P či PV především kvůli uzavírací funkci
	ASV-I	Partnerský, uzavírací, měřicí a impulzní ventil pro ASV-P/PV. Možnost napojení impulzního potrubí.	15... 50	1,6... 16	RH a HVAC	Používá se s ventily ASV-P či PV především pro omezení průtoku
	ASV-BD	Seřizovací ventil k přívodnímu potrubí, určený pro připojení impulzního potrubí, přednastavení, možnost měření, funkce uzavření	15... 50	3... 40	RH a HVAC	Používá se s ventily ASV-P či PV, velká kapacita, měření, funkce vypnutí
	ASV-PV	Automatický regulátor s možností nastavení tlakové difference 20–40, 35–75 či 60–100 kPa	50... 100	20... 76	Všechny	Používá se s manuálně seřizovacími a měřicími ventily MSV-F2. Především pro napojení impulzního potrubí, omezení průtoku a uzavření.
	AVDO	Přepouštěcí ventil s rozsahem 5... 50 KPa	15... 25	2,39... 5,98	Všechny	K dispozici jsou i větší rozměry
	AB-PM	Tlakově nezávislý vyvažovací a zónový ventil	15... 25	0,06... 1,2	RH	Maximální kapacita průtoku závisí na požadovaném Δp v regulační smyčce

5.2 PIBCV: Tlakově nezávislý regulační ventil s integrovaným automatickým regulátorem průtoku

PIBCV bez pohonu: Automatický regulátor průtoku

PIBCV s pohonem: Tlakově nezávislý regulační ventil s vyvažovací funkcí

Obrázek	Název	Popis	DN	Průtok m3/h	Aplikace RH-/HVAC	Poznámky
	AB-QM	Tlakově nezávislý regulační ventil s integrovaným automatickým regulátorem průtoku. S či bez měřících koncovek.	10... 32 40,50	0,03... 3,2 1,5... 12,5	RH, HVAC	V kombinaci s pohonem zajišťuje vysoce kvalitní regulaci průtoku
	AB-QM	Tlakově nezávislý regulační ventil s integrovaným automatickým regulátorem průtoku. S či bez měřících koncovek.	50... 250	5,0... 442	HVAC	V kombinaci s pohonem zajišťuje vysoce kvalitní regulaci průtoku dle logaritmické charakteristiky

* RH: Residential heating (topení obytných prostor)

RC: Residential cooling (chlazení obytných prostor)

HVAC: Non residential application – Heating Ventilation Control (aplikace pro nebytové prostory – regulace topení a chlazení)

Pohony pro ventily AB-QM

Obrázek	Název	Popis	Použití s AB-QM	Rychlost (s/mm)	Typ regulace	Poznámky
	TWA-Z	Termoelektrická hlavice na 24 V a 230 V, vizuální ukazatel polohy	DN10-20, DN25,32 do 60 %	60	ON/OFF	Dostupné ve verzi NC i NO, uzavírací síla 90 N
	ABNM A5, ABNM-Z	Termoelektrická hlavice na 24 V, vizuální ukazatel polohy	DN10-20, DN25,32 do 90%	30	0–10 V	Pouze ve verzi NC, uzavírací síla 100 N
	AMI 140	Elektromotorický pohon 24 V a 230 V, ukazatel polohy	DN10 - DN32	12	ON/OFF 2bodová regulace; 3drátové zapojení	Tovární nastavení NC verze, možnost přepínání na NO, uzavírací síla 200 N
	AMV/E 110NL, 120NL	Elektromotorický pohon 24 V, ukazatel polohy	DN10 - DN32	12 a 24	3bodové, 0–10 V	Detekce mezer zajišťuje precizní regulaci AB-QM ventilů
	AMV/E 13 SU, 23 SU	Elektromotorický pohon 24 V a 230 V, ruční ovládání	DN10 - DN32	14 a 15	0–10 V	Pozice pružiny nahoře: ochrana proti mrazu
	AMV/E 25 SU/SD	Elektromotorické pohony s bezpečnostní funkcí 24 V a 230 V	DN40 - DN100	15	0–10 V	Pozice pružiny dole: ochrana proti přehřívání; Pozice pružiny nahoře: ochrana proti mrazu
	AME 435 QM	Převodové lineární servo s napájením 24 a 230 V, ruční ovládání, LED indikace	DN40 – DN100	7,5–15	Třibodová, 0–10 V	3polohové servo dostupné s napájením 230 V
	AME 55 QM	Elektromotorický pohon na 24 V	DN 125-150	8	0–10 V	Nabízí i možnost napájení na 230 V nebo 3bodovou regulaci
	AME 85 QM	Převodové lineární servo s napájením 24 V	DN 200... 250	8	0–10 V	3polohové servo s vratnou pružinou, dostupné s napájením 230 V

Samočinný regulátor pro ventily AB-QM

Obrázek	Název	Popis	Velikost	Rozsah nastavení	Typ regulace	Poznámky
	CCR3	Regulátor vratné teploty, záznam teploty	—	—	Elektronická regulace	Programovatelná regulace teploty, ukládání dat
	QT	Samočinný pohon, regulátor vratné teploty	DN 10–32	35–50 °C 45–60 °C	Proporcionální regulace	Xp pásmo 5K při přednastavení, 50 % AB-QM

5.3 Manuální seřizovací ventil

Obrázek	Název	Popis	DN	Kvs (m3/h)	Aplikace RH-C/ HVAC	Poznámky
	USV-I	Univerzální seřizovací a měřicí ventil, montáž do přívodu, součástí ventilu je vypouštěcí kohout a měřicí koncovka	15... 50	1,6... 16	RH a HVAC	Používá se s ventily ASV-P či PV hlavně pro funkci omezení průtoku
	USV-M	Ventil do vratného potrubí, funkce uzavření a vypouštění, tělo ventilu z běžné mosazi	15... 50	1,6... 16	RH	Rozšiřitelný o regulátor tlakového diferenciálu (pro DN15 – DN40)
	MSV-BD	Přednastavení, dodáván s měřicím niple, tělo ventilu z mosazi DZR, funkce uzavření a vypouštění	15... 50	2,5... 40	Všechny	Extra velká hodnota Kvs, jednosměrná konstrukce ventilu, velmi přesná rotační měřicí stanice
	MSV-B	Přednastavení, dodáván s měřicím niple, tělo ventilu z mosazi DZR, funkce uzavření	15... 50	2,5... 40	Všechny	Extra velká hodnota Kvs, jednosměrná konstrukce ventilu, vysoká přesnost
	MSV-O	Přednastavení, dodáván s měřicím niple, tělo ventilu z mosazi DZR, funkce uzavření a pevná clona	15... 50	0,63... 38	Všechny	Extra velká hodnota Kvs, jednosměrná konstrukce ventilu, velmi přesná rotační měřicí stanice
	MSV-S	Uzavírací ventil, tělo z DZR mosazi	15... 50	3... 40	Všechny	Extra velká hodnota Kvs, funkce uzavření, vysoká vypouštěcí kapacita
	MSV-F2	Manuální seřizovací a měřicí ventil s uzavírací funkcí	15... 400	3,1 – 2585	Všechny	PN 25 verze k dispozici
	PFM 5000	Přístroj pro měření tlakové difference a průtoku	–	–	Všechny	Komunikace pomocí Danfoss App (Android) na smartphone

* RH: Residential heating (topení obytných prostor)

RC: Residential cooling (chlazení obytných prostor)

HVAC: Non residential application – Heating Ventilation Control (aplikace pro nebytové prostory – regulace topení a chlazení)

5.4 MCV: Zónové ventily a motorizované regulační ventily

Obrázek	Název	Popis	DN	Kvs m ³ /h	Aplikace RH-C/ HVAC	Poznámky
	RA-N	Radiátorová ventilová tělesa s přednastavením	10... 25	0,65... 1,4	RH	Doporučuje se aplikace s centrální regulací Δp
	RA-C	Přednastavitelná ventilová tělesa pro zónovou regulaci	15... 20	1,2... 3,3	RC, HVAC	Doporučuje se aplikace s centrální regulací Δp
	VZL-2/3/4	Ventilová tělesa pro fan-coilové aplikace se zónovou regulací a lineární charakteristikou	15... 20	0,25... 3,5	HVAC	Ventil s krátkým zdvihem použitelný s termoelektrickým či motorizovaným pohonem
	VZ-2/3/4	Ventilová tělesa pro fan-coilové aplikace se zónovou či 3bodovou, proporcionální regulací a lineární charakteristikou	15... 20	0,25... 4,0	HVAC	Ventil s dlouhým zdvihem – přesné řízení
	AMZ 112/113	Zónové ventily s on/off regulací a s vysokými hodnotami Kvs	15... 50 15... 25	17... 290, 3,8... 11,6	Všechny	S vestavěným motorizovaným pohonem
	VRB 2 či 3 port	Tradiční dvoucestný či třicestý regulační ventil	15... 50	0,63... 40	Všechny	Interní a externí závitové připojení
	VF 2 or 3 port	Tradiční dvoucestný či třicestý regulační ventil	15... 150	0,63... 320	Všechny	Dostupnost ventilových těles až do DN 150
	VFS 2 port	Tradiční dvoucestný regulační ventil pro parní aplikace	15... 100	0,4... 145	HVAC	PN 25 verze, T max: 200 °C

Ventilové pohony

Obrázek	Název	Popis	Použití s ventily	Rychlost (s/mm)	Typ regulace	Poznámky
	TWA-A, TWA-Z	Termoelektrická hlavice na 24 V a 230 V	RA-N/C, VZL	60	ON/OFF	Dostupná je NC i NO verze, uzavírací síla 90 N
	ABNM A5, ABNM-Z	Termoelektrická hlavice na 24 V, vizuální ukazatel polohy	RA-N/C, VZL	30	0–10 V	Je dostupná pouze NC verze, uzavírací tlak 100 N
	AMI 140	Elektromotorický pohon na 24 V a 230 V, ukazatel polohy	VZ, VZL	12	ON/OFF třídrátové připojení	Tovární natavení NC verze, možnost přepínání na NO, uzavírací síla 200 N
	AMV/E-H 130, 140	Elektromotorický pohon na 24 V a 230 V, ukazatel polohy	VZL (VZ)	12 a 24	3bodové, 0–10 V	Uzavírací síla 200 N, ruční ovládání
	AMV/E 13 SU	Elektromotorický pohon s bezpečnostní funkcí na 24 V a 230 V, manuální ovládání	VZ, VZL	14 a 15	3bodové, 0–10 V	Pozice pružiny nahoře: ochrana proti mrazu
	AMV/E 435	Převodové lineární servo s napájením 24 V a 230 V	VRB, VF, VFS DN 50	7 nebo 14	3polohová, 0–10 V	Dostupná pouze verze s 230 V, třípolohový pohon s vestavěným antioscilačním algoritmem
	AMV/E 25, 35	Elektromotorický pohon na 24 V a 230 V, manuální ovládání	DN 40-100	3/11	3bodové, 0–10 V	Verze 230 V jen u 3bodového pohonu
	AMV/E 25 SD/SD	Elektromotorické pohony s bezpečnostní funkcí na 24 V a 230 V	DN 40-100	15	3bodové, 0–10 V	Pozice pružiny dole: ochrana proti přehřívání, Pozice pružiny nahoře: ochrana proti mrazu
	AMV/E 55/56	Elektromotorický pohon na 24 V či 230 V	VL/VF,VFS DN65-100	8 / 4	3bodové, 0–10 V	Verze 230 V jen u 3bodového pohonu
	AMV/E 85/86	Elektromotorický pohon na 24 V či 230 V	VL/VF,VFS DN125-150	8 / 3	3bodové, 0–10 V	Verze 230 V jen u 3bodového pohonu

5.5 SARC: Přímochinné regulátory teploty

Obrázek	Název	Popis	Používá se s ventily	Délka kapiláry (m)	Aplikace	Poznámky
	FEK	Regulace topného okruhu klimatizace, čidlo uzavírá se stoupající teplotou, teplotní rozsah 17–27 °C	RA-C	5 či 2 + 2	chlazení	Vestavěné či oddělené čidlo
	FEV	Regulace chladicího okruhu klimatizace, čidlo otevírá se stoupající teplotou, teplotní rozsah 17–27 °C	RA-N	5 či 2 + 2	topení	Vestavěné či oddělené čidlo
	FED	Sekvenční regulace chladicího a topného okruhu klimatizace, teplotní rozsah 17–27 °C	RA-N, RA-C	4 + 11 či 2 + 2 + 2	topení/chlazení	Vestavěné či oddělené čidlo, nastavitelná mrtvá zóna 0,5–2,5 °C

5.6 RC: Prostorové termostaty

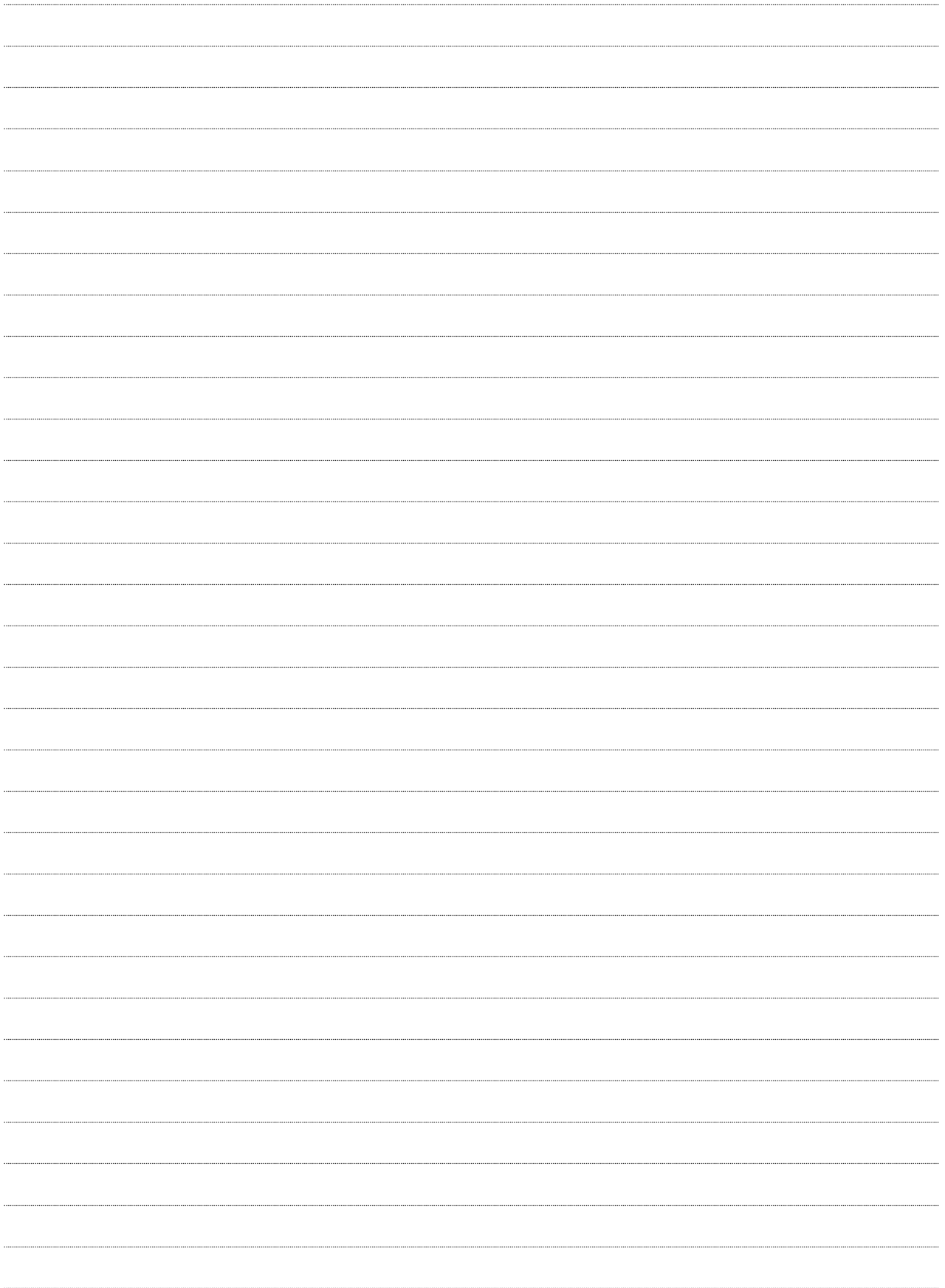
Obrázek	Název	Popis	Náпряжение	Plná regulace rychlosti	Systém	Poznámky
	RET 230CO 1/2/3/4	Elektronický neprogramovatelný pokojový termostat pro aplikace topení/chlazení	230 V	bez či 3 rychlosti	2 trubky, 4 trubky	Manuální přepínání režimů a rychlosti větráku
	RESD HC2/HC4	Programovatelný pokojový termostat pro aplikace topení / chlazení	230 V	Manuální či automatická, 3 rychlostní	2 trubky, 4 trubky	Automatická změna funkce, podsvětlení, zámek klávesnice, ON/OFF
	SH-E01	Elektronický regulátor solárního tepla	230 V	—	Solární aplikace	Použití čerpadla, výstup solárního tepla

DHWC: Regulace okruhů teplé vody

Obrázek	Název	Popis	DN	Kvs (m3/h)	Funkce	Poznámky
	MTCV	Multifunkční termostatický cirkulační ventil	15... 20	1,5... 1,8	Regulace teploty vratné vody	Teplotní rozsah 35–60 °C, Tělo ventilu z RG5, max. teplota napájecího přítoku 100 °C
	MTCV s B - modulem	Termostatický dezinfekční modul	15... 20	1,5... 1,8	Umožňuje tepelnou dezinfekci	Vestavěný obtok pro zahájení tepelné dezinfekce
	CCR2	Řídící elektronika dezinfekce, příkon 24 V	–	–	Elektronické řízení	Programovatelný dezinfekční proces, ukládání dat
	TWA-A	Termoelektrická hlavice na 24 V, vizuální ukazatel polohy	–	–	ON/OFF řízení dezinfekce	Dostupná je NC i NO verze, uzavírací síla 90 N
	ESMB, ESM-11	Teplotní čidla	–	–	Tepelná regulace, start dezinfekce	PT 1000
	TVM-W	Termostatický třícestný směšovací ventil	20... 25	1,9... 3,0	Regulace stáčecí teploty	Vestavěné teplotní čidlo, externí závit
	TVM-H	Termostatický směšovací ventil	20... 25	1,9... 3,0	Regulace stáčecí teploty	Vestavěné teplotní čidlo, vnější závit

POZNÁMKY

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.





Místo:
Shanghai, Čína
Projekt:
World Expo Performance Center
Aplikace:
AB-QM pro topení a chlazení



Místo:
Projekt:
Aplikace:

Dauhá, Katar
Barwa Commercial Avenue
AB-QM pro chlazení



Místo:
Projekt:
Aplikace:

Seoul, Jižní Korea
D-Cube city and shopping mall
AB-QM pro topení a chlazení



Místo:
Projekt:
Aplikace:

Frankfurt, Německo
Silver Tower
AB-QM pro topení a chlazení



Místo:
Projekt:
Aplikace:

Istanbul, Turecko
ING bank
AB-QM pro topení a chlazení

Danfoss nepřijímá odpovědnost za případné chyby v katalozích, brožurách a dalších tiskových materiálech. Danfoss si vyhrazuje právo změnit své výrobky bez předchozího upozornění. To se týká také výrobků již objednaných za předpokladu, že takové změny nevyžadují dodatečné úpravy již dohodnutých podmínek. Všechny ochranné známky uvedené v tomto materiálu jsou majetkem příslušných společností. Danfoss a logo firmy Danfoss jsou ochrannými známkami firmy Danfoss a.s. Všechna práva vyhrazena.

Danfoss s.r.o.

V Parku 2316/12 • 148 00 Praha 4-Chodov
Tel.: 283 014 111 • Fax: 283 014 567
E-mail: danfoss.cz@danfoss.com
www.danfoss.cz • www.cz.danfoss.com