

prof. Ing. Jiří BAŠTA, Ph.D.
 ČVUT v Praze, Fakulta strojní,
 Ústav techniky prostředí

Tlakový rozdělovač a moderní čerpadla

Pressure Distributor and Modern Pumps

Recenzent
 Dr. Ing. Petr Fischer

Článek se zabývá různými možnostmi propojení kotlového okruhu se spotřebitelskými okruhy. Rozebírá výhody a nevýhody různých rozdělovačů ve vazbě na použité způsoby řízení oběhových čerpadel. Závěrem uvádí bezproblémovou možnost použití tlakového rozdělovače spolu s adaptivně řízenými oběhovými čerpadly.

Klíčová slova: vytápění, rozdělovače, oběhová čerpadla, otopná soustava

The article deals with various possibilities how to connect the boiler circuit with consumer circuits. It analyses the advantages and disadvantages of different distributors. It is considered in relation to the circulating pump control possibilities. Finally, it presents a trouble-free possibility of using a pressure distributor together with circulating pumps provided with adaptive control.

Keywords: heating, distributors, circulating pumps, heating system

ÚVOD

Otopné okruhy jsou navrhovány na jmenovitou potřebu tepla spotřebičů (otopných těles, ohřivačů vzduchu, zásobníků TV atd.). Pracují s konstantním či proměnným průtokem a regulace vlastních okruhů pak probíhá kvalitativně s využitím směšovacích armatur či kvantitativně změnou otáček oběhových čerpadel, event. postaru škrcením.

Hydraulické propojení primární a sekundární strany určují nároky kladené na soustavu a její hydraulické chování. Propojení kotlového okruhu a okruhu rozdělovačů, resp. propojení mezi přívodem a zpátečkou by mělo být navrženo tak, abychom mohli vyrovnat rozdíly průtoku kotlovým okruhem a okruhy spotřebitelskými.

ROZDĚLOVAČE

Soustavy lze tedy rozdělit podle hydraulického propojení okruhu zdroje tepla a spotřebitelských okruhů. Naskytá se nám tu možnost využít různé „rozdělovače“. Lze tedy vyjmenovat:

- ☐ tlakový rozdělovač (TR),
- ☐ beztlaký rozdělovač (BTR),
- ☐ termohydraulický rozdělovač (THR),
- ☐ hydraulický věnec (HV),
- ☐ hydraulická centrála (HC).



Obr. 1 Tlakový rozdělovač [6]

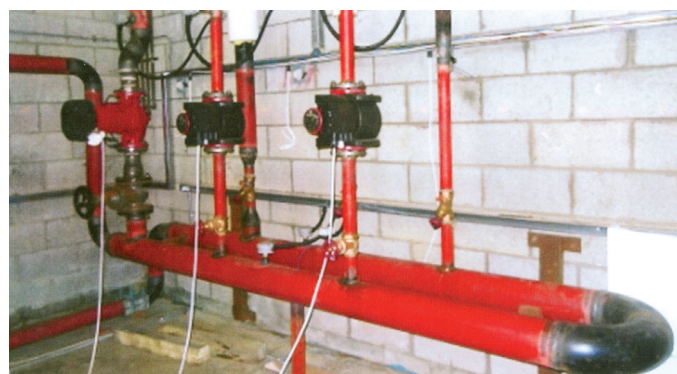
Fig. 1 Pressure distributor [6]

U **tlakového rozdělovače** jsou rozdělovač i sběrač od sebe odděleny (obr. 1). Vždy se uvádělo, že u soustav s tlakovým rozdělovačem se sekundární okruhy vzájemně tlakově a průtokově výrazně ovlivňují, přestože mají svá čerpadla navržena na jmenovité parametry [2].

Konstantní průtoky na sekundární straně (čerpadla pracující se stále stejnými otáčkami) a zachování jmenovitého či sníženého průtoku na straně primární vyžadovaly pečlivý návrh oběhových čerpadel a regulačních či nastavovacích armatur. Přesto docházelo při vypnutí jednoho z čerpadel, ať už na primární či sekundární straně, k výrazným změnám průtoků a tlaků v jiných okruzích. Na takové chování otopné soustavy s tlakovým rozdělovačem je však nutné se podívat z pohledu dnes používané technologie, tj. frekvenčně řízených oběhových čerpadel.

U **beztlakového rozdělovače** jsou rozdělovač a sběrač vzájemně propojeny na svém konci potrubím, ve kterém může být ještě vyvažovací armatura, přepouštěcí ventil, regulátor tlakové difference zapojený jako přepouštěcí, zpětný ventil či klapka. Přínejmenším musí být průměr propojovacího potrubí správně vypočítán (obr. 2). Dopravní množství čerpadel zdroje tepla je větší než jmenovitý průtok sekundárních okruhů. Přebytek se bez problémů přepouští spojkou rozdělovače. Použitím beztlakového rozdělovače se zlepšuje situace se vzájemným průtokovým a tlakovým ovlivňováním jednotlivých sekundárních okruhů mezi sebou. Rozhodující je dostatečné dimenzování rozdělovače a způsob provedení spojky rozdělovače a sběrače. Použití beztlakového rozdělovače vede ke zvyšování teploty vratné vody ke zdroji tepla.

Termohydraulický rozdělovač (obr. 3) není principiálně nic jiného než předimenzovaný zkrat kotlového okruhu. Na rozdíl od zkratu v kotlovém



Obr. 2 Beztlaký rozdělovač [6]

Fig. 2 Unpressurized distributor [6]



Obr. 3 Použití THR [6]

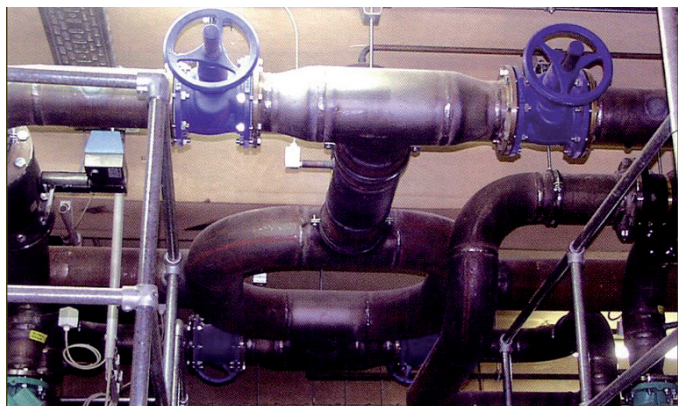
Fig. 3 Application of THR (hydraulic system header) [6]

okruhu vykazuje termohydraulický rozdělovač (THR) zanedbatelnou tlakovou ztrátu. Dosáhneme tak plného hydraulického propojení a vyloučíme protichůdné ovlivňování průtoků a tlaků primárního a sekundárního okruhu. THR je dimenzován na rychlosti proudění do 0,15 m/s při maximálním průtoku průřezem těla THR (občas doporučenou hodnotu 0,2 či 0,25 m/s považují za příliš velkou) viz [1].

THR nachází uplatnění u soustav s více kotli nebo s více sekundárními okruhy, kde kompenzuje rozdíly mezi průtoky jednotlivých okruhů a tlakově „odděluje“ primární a sekundární stranu. Správně navržený THR zabráňuje vzájemnému tlakovému ovlivňování okruhu zdroje tepla a okruhu spotřebičů. Snížení rychlosti proudění teplosné látky v THR usnadňuje odvzdušnění otopné vody. Ve spodní části THR se mohou usazovat kaly, které se následně vypustí. Nevýhodou u THR je skutečnost, že se při většině provozních stavů zvyšuje teplota vody proudící zpět ke kotli (vysoká teplota zpátečky není žádoucí u kondenzačních kotlů a tepelných čerpadel).

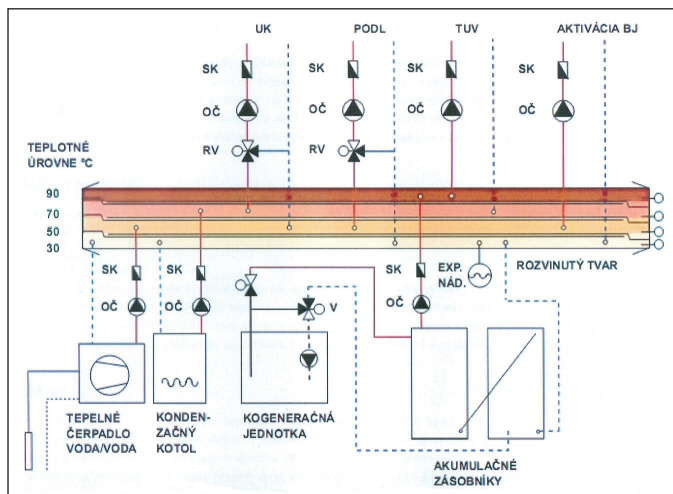
Další použitelnou variantou je aplikace **hydraulického věnce** (HV). HV představuje spojení dvou hydraulických systémů, aniž by se vzájemně významně ovlivňovaly. Praktické provedení představuje čtyři 90° oblouky (či kolena) a čtyři T kusy konstantního průměru, vzájemně spojené se stejnou roztečí (obr. 4). Obvyklé je pravoúhlé provedení, avšak je možné, podle potřeby, zvolit i jiný úhel. Vnitřní průměr se volí stejně jako průměr připojovacího potrubí zdroje tepla.

O něco náročnější, než je vlastní konstrukce, je provoz HV. Oba hydraulické okruhy napojené na HV jsou zapojeny do „kříže“. Přesto, že



Obr. 4 Hydraulický věnec [6]

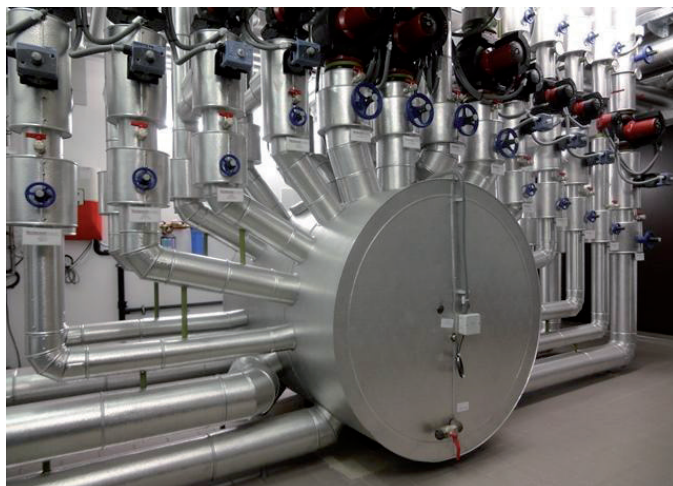
Fig. 4 Hydraulic collar [6]



Obr. 5 Schematické znázornění zapojení HC [4]

Fig. 5 Schematic diagram of the HC (hydraulic system vessel) connection [4]

HV poskytuje různé možnosti použití, jeho použití je v oblasti propojení primárního (okruh zdroje tepla) a sekundárního okruhu (okruh otopné soustavy). V praxi je jeho použití zajímavé tam, kde hydraulicky propojuje dva kotle řazené sériově. Typickým příkladem je kondenzační kotel, který pokrývá základní potřebu tepla a nízkoteplotní kotel (NK), který spíná pouze pro krytí špičkové potřeby tepla. Při této variantě provozování slouží HV k hydraulickému propojení obou zdrojů tepla, stejně jako směšovací prvek zajišťující zvyšování teploty vratné vody za některých provozních stavů do NK.



Obr. 6 Hydraulická centrála – realizace [6]

Fig. 6 Hydraulic system vessel – examples [6]

Principiálně musí platit, že množství vody do HV přivedené se rovná množství vody z HV odvedenému. HV je použitelný, jestliže rychlosti proudění vody a s nimi spojené tlakové ztráty HV nebudou příliš vysoké a připojení na sekundární straně nebude vykazovat vysoké dynamické tlaky. Průměry potrubí navrhujeme tak, aby stejně jako v primárním okruhu rychlost nepřesahovala 0,6 m/s. Budou-li provozní parametry v přívodním a vratném potrubí vykazovat vysoké rychlosti, je i tak potřeba navrhovat průměry HV podle rychlosti do max. 0,9 m/s.

Hydraulickou centrálu (HC) si lze představit jako nádobu válcového tvaru, ve které jsou neuzavřené přepážky. Ty umožňují stratifikovat teplosnosnou látku na jednotlivé teplotní úrovně, které mezi sebou nadále hydraulicky komunikují. Počet tlakově závislých vrstev může být od jedné až do 6. Připojení na jednotlivé okruhy se provádí „v kruhu“ po obvodu. I přesto, že nejsou jednotlivé teplotní vrstvy od sebe zcela fyzicky oddělené, může každá vrstva zastávat roli jakéhosi rozdělovače a sběrače. Další jednoznačnou prostorovou výhodou je, že na rozdíl od THR může být HC instalována jak vertikálně, tak horizontálně.

HC umožňuje přímo napojit několik zdrojů tepla s různými teplotními potenciály a zároveň spotřebitelské okruhy vyžadující různé jmenovité teplotní parametry. Vzájemné hydraulické ovlivňování jednotlivých okruhů je dle výrobce zanedbatelné [4]. Bylo by užitečné provést v této oblasti výzkum, který by dokonale zmapoval hydraulické a tepelně-technické chování HC. Zároveň však nelze naprojektovat HC jako např. THR a vybrat si příslušnou velikost z katalogu, je nutné zadat požadované parametry otopné soustavy a všechny použité zdroje tepla rakouské firmě, která to celé navrhne a vyrobí. Tuto firmu jsem kontaktoval s určitými odbornými dotazy stran návrhových rychlostí, průtoků a tlakových rozdílů, nicméně zcela bez úspěchu.

Moderní čerpadla

Dobře jsme si již zažili možnosti oběhových čerpadel řízených na Δp - c nebo Δp - v . K používání takových čerpadel přispěla evropská směrnice a příslušná nařízení hovořící o tom, že na trh určený pro vytápění mohou být uváděna mokroběžná oběhová čerpadla s indexem energetické účinnosti $EEL \leq 0,23$. A protože ten je u tříotáčkových oběhových čerpadel téměř nedosažitelný, zvykli jsme si na výše uvedená oběhová čerpadla. Ta však ještě nepřinášejí zcela optimální podmínky za provozu jednotlivých zón napojených na tlakový rozdělovač.

Tzv. inteligentní čerpadla lze přepínat z režimu Δp - c na Δp - v a naopak. Řídicí systém, který řídí otáčky čerpadel, se obecně skládá z regulátoru, frekvenčního měniče, snímače tlakové difference, resp. snímače průtoku. Samotné řízení čerpadel můžeme rozdělit na řízení přímým a nepřímým způsobem. U přímého způsobu je snímač tlakové difference umístěn v místě odběru, což může být např. u nejvzdálenějšího otopného tělesa v zóně [5]. Naproti tomu u nepřímého způsobu je snímač umístěn u čerpadla, resp. v těle čerpadla.

Relativně novým druhem regulačního chování při řízení oběhových čerpadel je adaptivní chování. Výhodou adaptivního řízení je tovární přednastavení, tzn. že oběhové čerpadlo nenastavuje topenářská firma, která v tomto směru mnohdy udělá vzhledem k hydraulice otopné soustavy či zóny více škody než užítu. Oběhové čerpadlo s adaptivním či autoadaptivním řízením si samo určí nejvýhodnější charakteristiku, podle které bude pracovat na základě zjištěných tlakových diferencí a průtoků tak, aby dostatečně zásobilo otopnou soustavu či její příslušnou část (zónu). Nejen, že se takto výrazně sníží nežádoucí projevy u okruhů napojených na tlakový rozdělovač a zbytečně nebudeme zvyšovat teplotu zpátečky k např. kondenzačním kotlům nebo tepelným čerpadlům, ale přináší to i energetické úspory. Samozřejmě nemůžeme rezignovat na návrh oběhových čerpadel a myslet si, že adaptivní funkce za nás vše vyřeší. To by byla vskutku naivní představa. Při návrhu čerpadla se musíme řídit po-

žadovanými jmenovitými parametry, tak jak to již známe. Zde si můžeme představit jakési pole (pásmo, oblast), ve kterém bude vždy ležet provozní charakteristika našeho čerpadla, a my se do něj musíme s návrhem čerpadla vejít. Nelze navrhnout oběhové čerpadlo s adaptivní funkcí tak, že náš pracovní bod bude nad či pod vyznačeným polem. Tam nás ani adaptivní funkce nezachrání.

ZÁVĚR

Významným krokem bylo již instalování oběhových čerpadel s elektronickou regulací na Δp - c nebo Δp - v . Dalším krokem vpřed je použití oběhových čerpadel s adaptivním přímým či nepřímým řízením, které nám poskytuje nejen energetické úspory, ale z hlediska hydrauliky především výrazné snížení vzájemného ovlivňování se jednotlivých paralelních spotřebitelských okruhů (zón) napojených na tlakový rozdělovač. Tak lze uvažovat např. u kondenzačních kotlů o použití pouze tlakového rozdělovače namísto THR, a tím dosažení snížení teploty zpátečky a zvýšení stupně využití kondenzačního kotle. V dnešní době již není třeba se bát použití pouze tlakového rozdělovače. Podmínkou je použití adaptivních oběhových čerpadel jak v kotlovém, tak ve spotřebitelských okruzích (s výjimkou TV). Vše ostatní pak záleží na odpovídající regulaci a jejím odladění.

Kontakt na autora: jiri.basta@fs.cvut.cz

Použité zdroje:

- [1] BAŠTA, J. Matematická simulace termohydraulického rozdělovače. *Vytápění, větrání, instalace*. 2015, roč. 24, č. 3, s. 102–106. ISSN 1210-1389.
- [2] BAŠTA, J. *Hydraulika a řízení otopných soustav*. Praha: Ediční středisko ČVUT, 2003. 252 s., 209 obr. ISBN 80-01-02808-9.
- [3] URBANEK, T., PLATZER, B. a kol. Untersuchung einer hydraulischen Weiche in einem Fernkältesystem. HLH. Bd. 65/2014 Nr. 7/8. Springer VDI Verlag.
- [4] HLAŤATÝ, E. Firemní podklady. Zortea Gebäudetechnik GmbH – Rakousko, zastoupení Integra Slovakia s.r.o.
- [5] KUKAL, P. *Řízení oběhových čerpadel*. Praha, 2018. Bakalářská práce. ČVUT v Praze, Fakulta strojní, BP-UTP-4-TZSI-2018.
- [6] Volně dostupné materiály. images.google.com [online]



VYTÁPĚNÍ
VĚTRÁNÍ
INSTALACE

VVI Poradna

Příspěvky a informace uveřejňované v časopisu Vytápění, větrání, instalace mají především naplnit potřeby členů Společnosti pro techniku prostředí.

Časopis připravil pro pravidelné čtenáře rubriku s názvem VVI Poradna.

<http://www.stpcr.cz/cz/vvi-poradna>

Prostřednictvím formuláře na webových stránkách STP (v sekci časopisu VVI) můžete vznášet dotazy, které se týkají problematiky techniky prostředí.

Nejzajímavější dotazy a odpovědi vybraných odborníků budeme průběžně zveřejňovat v našem časopisu.

Redakce VVI