

Předávací stanice tepla ve vodních soustavách CZT (I)

Vstupní stanice u odběratele a tlakově závislé připojení spotřebičů tepla

12.5.2008 | Ing. Miroslav Kotrbatý, Ing. Ondřej Hojer, Ph.D. | RECENZOVANÝ

Článek se věnuje rozboru tlakově závislých připojení otopných soustav a jejich významnému vlivu na snížení pořizovacích nákladů. Při respektování všech uváděných technických detailů lze konstatovat, že se jedná o velice spolehlivý a ekonomický princip připojování spotřebičů tepla. Obsah článku je určen odborné veřejnosti.

01.00 Úvod

V oblasti centralizovaného zásobování teplem jsou vodní soustavy nejrozšířenějším způsobem dodávky tepelné energie ze zdroje k jednotlivým odběratelům. Připojování odběratelů a následně pak i jednotlivých spotřebičů se provádí buď přímo - tlakově závisle nebo nepřímo - prostřednictvím výměníků.

Řešení ovlivňují dva parametry. Jsou to: teplota zpětné vody a tlakové podmínky v místě napojení odběratele tepla v závislosti na konstrukčním provedení spotřebičů tepelné energie.

02.00 Teplota zpětné vody

Každý tepelný zdroj má jiné podmínky pro hospodárny a bezporuchový provoz. Aby byl režim provozu optimální, musí být v souladu provoz zdroje tepla sítě a spotřebiče.

Jako zdroje tepla se v soustavách CZT používají:

Okreskové výtopny:	110/70°C
Průmyslové výtopny:	130/70°C
Teplárny:	120/70°C ; 130/70°C ; 150/70°C

Jedním z důležitých požadavků na bezporuchový provoz kotlů v okreskových a průmyslových výtopnách je, aby teplota media ve zpětném potrubí byla $t_{m2} \geq 70^\circ\text{C}$. V teplárenských soustavách se naopak požaduje větší vychlazení: $t_{m2} \leq 70^\circ\text{C}$.

Jak je z popisu funkce a požadavků různých zdrojů tepla zřejmé, může způsob připojení spotřebiče podstatně ovlivnit hospodárnost výroby tepla. Je proto zapotřebí vzít tyto požadavky v úvahu při volbě

napojení jak odběratele tepla, tak také samotného spotřebiče.

V principu se používají dva způsoby připojení. Je to jednak způsob, kdy část přebytečného množství teplotnosné látky, přivedené před spotřebič přepouští bez vychlazení zpět do vratného potrubí primáru. Teplota zpátečky stoupá, což vyhovuje ve vytopenských soustavách.

Druhý způsob omezuje množství dodávaného tepla škrcením přívodu primáru a tím i dodávaného množství teplotnosné látky. Teplota zpátečky primáru se pak rovná teplotě zpátečky sekundáru a při regulačním zásahu se její teplota ještě snižuje, což vyhovuje provozu teplárny.

02.01 Schémata tlakově závislého připojení v soustavách vytopenských

Na obr.č.1 je znázorněn princip připojení spotřebičů tepla, tzv. směšovací čerpadlem v kombinaci se čtyřcestnou směšovací klapkou. Směšovací čerpadlo je zařazeno do zpětného potrubí sekundárního okruhu (t_{04}). Je rovněž možná instalace do zpátečky sekundáru (t_{03}). Při regulačním zásahu dojde ke zvýšenému přepouštění primárního media (t_{01}) zpět do primáru (t_{02}). Na obou stranách sekundár - primár proudí za každého provozního stavu stejné množství media (M).

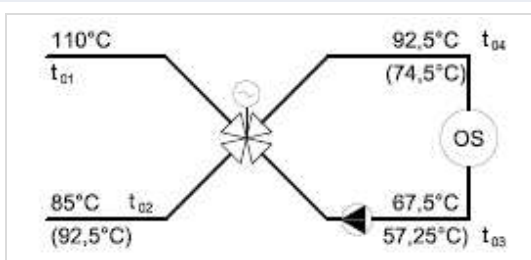


Schéma zapojení čtyřcestná směšovací klapka DUOMIX

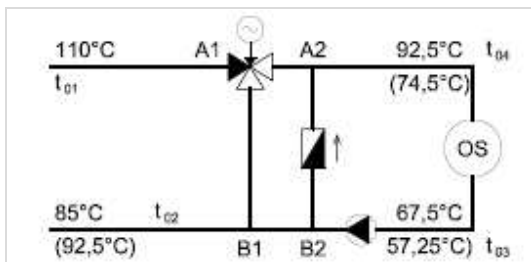


Schéma zapojení trojcestný rozdělovací ventil v přívodu

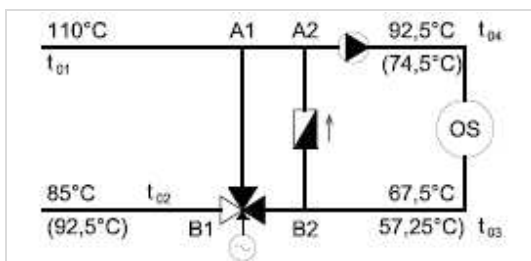
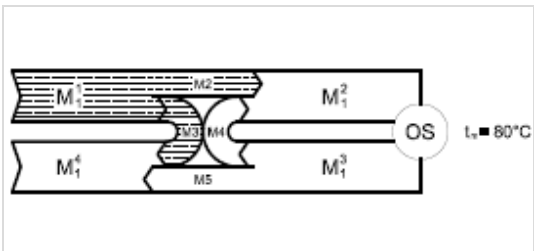
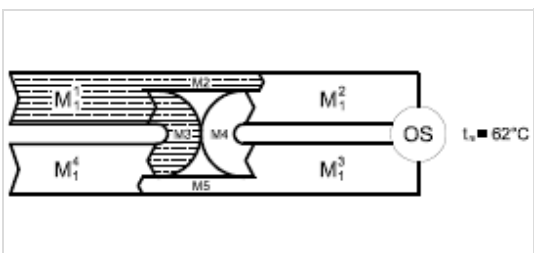


Schéma zapojení trojcestný rozdělovací ventil ve zpátečce



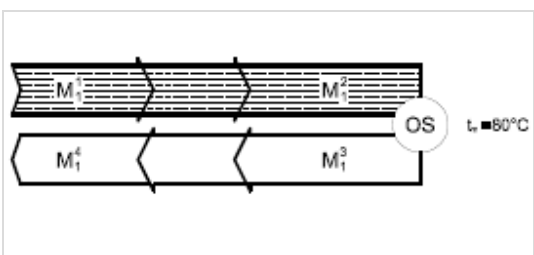
Směšování při maximální spotřebě

$M_1^1 = 100 \%$	$\theta_1^1 = 110 \text{ }^\circ\text{C}$	$M_2 = 41,17 \%$	$\theta_2 = 110 \text{ }^\circ\text{C}$
$M_1^2 = 100 \%$	$\theta_1^2 = 92,5 \text{ }^\circ\text{C}$	$M_3 = 58,83 \%$	$\theta_3 = 110 \text{ }^\circ\text{C}$
$M_1^3 = 100 \%$	$\theta_1^3 = 67,5 \text{ }^\circ\text{C}$	$M_4 = 58,83 \%$	$\theta_4 = 67,5 \text{ }^\circ\text{C}$
$M_1^4 = 100 \%$	$\theta_1^4 = 85 \text{ }^\circ\text{C}$	$M_5 = 41,17 \%$	$\theta_5 = 67,5 \text{ }^\circ\text{C}$



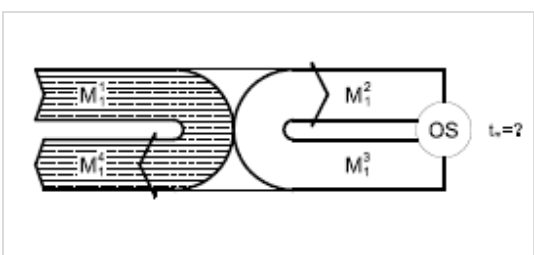
Směšování při 70% spotřebě

$M_1^1 = 100 \%$	$\theta_1^1 = 110 \text{ }^\circ\text{C}$	$M_2 = 33,18 \%$	$\theta_2 = 110 \text{ }^\circ\text{C}$
$M_1^2 = 100 \%$	$\theta_1^2 = 74,5 \text{ }^\circ\text{C}$	$M_3 = 66,82 \%$	$\theta_3 = 110 \text{ }^\circ\text{C}$
$M_1^3 = 100 \%$	$\theta_1^3 = 57,25 \text{ }^\circ\text{C}$	$M_4 = 66,82 \%$	$\theta_4 = 57,25 \text{ }^\circ\text{C}$
$M_1^4 = 100 \%$	$\theta_1^4 = 92,5 \text{ }^\circ\text{C}$	$M_5 = 33,18 \%$	$\theta_5 = 57,25 \text{ }^\circ\text{C}$



Provozní stav (teplota primáru = teplota sekundáru)

$M_1^1 = 100 \%$	$\theta_1^1 = 92,5 \text{ }^\circ\text{C}$
$M_1^2 = 100 \%$	$\theta_1^2 = 92,5 \text{ }^\circ\text{C}$
$M_1^3 = 100 \%$	$\theta_1^3 = 67,5 \text{ }^\circ\text{C}$
$M_1^4 = 100 \%$	$\theta_1^4 = 67,5 \text{ }^\circ\text{C}$



Provozní stav (přechod na provoz útlmu)

$M_1^1 = 100 \%$	$\theta_1^1 = 110 \text{ }^\circ\text{C}$
$M_1^2 = 100 \%$	$\theta_1^2 = 92,5 \text{ }^\circ\text{C}$ - klesající
$M_1^3 = 100 \%$	$\theta_1^3 = 67,5 \text{ }^\circ\text{C}$ - klesající
$M_1^4 = 100 \%$	$\theta_1^4 = 110 \text{ }^\circ\text{C}$

Obr. 1 - Schémata pro připojování spotřebičů tepla se zdrojem tepla výtopna

Jako příklad regulace jsou v příložených diagramech a tabulkách uvedeny hodnoty množství média proudícího v jednotlivých potrubních částech a jeho teploty při plném a 70 % výkonu. Dále jsou uvedeny diagramy průběhu média a jeho teploty při provozním stavu (teplota primáru = teplota sekundáru) a při přechodu na provoz útlumu, kdy se odběr úplně zastavuje. Potom se celé množství bez vychlazení vrací zpět do zdroje tepla.

Stejný princip přepouštění umožňují další dvě schémata připojení za použití směšovacího čerpadla a rozdělovacího nebo směšovacího ventilu.

Regulační schéma s rozdělovacím ventilem v bodě A1 s přepouštěním přebytečného množství média spojkou A1 → B1 zpět do primární sítě. Při míchání primáru do sekundární sítě se uskutečňuje v bodě A2 (A1 → A2), kde dochází ke směšování s médiem ze zpátečky sekundáru (B2 → A2). Cirkulaci v sekundárním okruhu zajišťuje "směšovací čerpadlo", které může být zařazeno jak v přívodním, tak i ve zpětném potrubí.

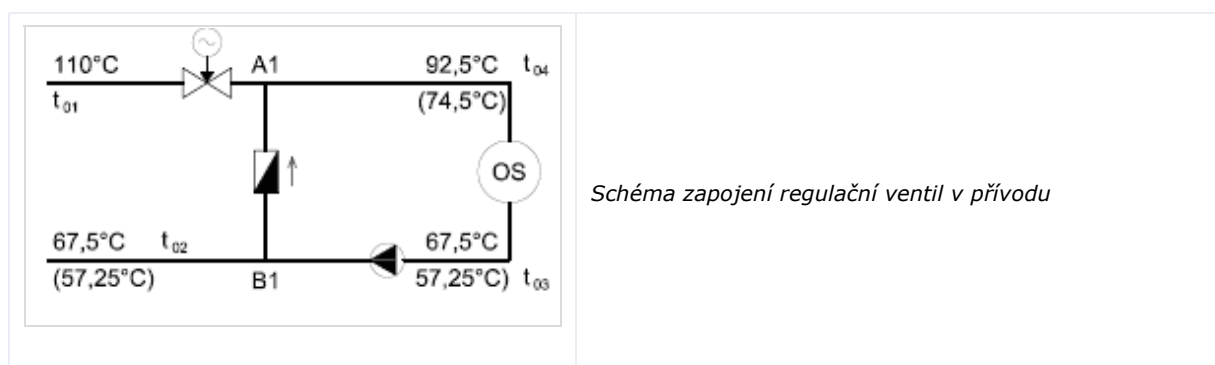
Na stejném principu pracuje i regulační okruh uvedený jako třetí, s tím rozdílem, že požadované směšování realizuje trojcestný směšovací ventil zařazený do směšovacího bodu B1. Jako varianta je "směšovací čerpadlo" zařazeno do přívodu sekundáru - může být i ve zpětném potrubí sekundáru.

Z uvedených diagramů a tabulek je zřejmé, že předložená schémata připojení objektů a spotřebičů plně vyhovují požadavku, kde zdrojem tepla v soustavě CZT je výtopna. Při regulačním zásahu se zvyšuje teplota zpátečky primáru, resp. neklesá pod požadovaných $t_{02} \geq 70^\circ\text{C}$.

Použití těchto principů je naprosto **nevyhovující v teplárenských soustavách**.

02.02 Schémata tlakově závislého připojení v soustavách teplárenských

Na obr.č.2 je znázorněn princip připojení spotřebičů tepla "směšovacím čerpadlem" v kombinaci s přímým regulačním ventilem omezujícím při regulačním zásahu dodávané množství média - regulace škrcením. Směšovací čerpadlo je zařazeno do zpátečky sekundáru, regulační ventil do přívodu primáru. Oba tyto prvky však mohou být zařazeny jak do přívodních tak i zpětných potrubí sekundáru a primáru.



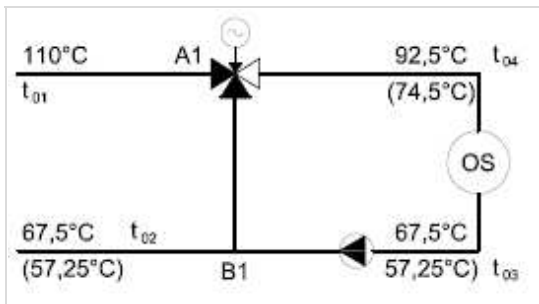


Schéma zapojení trojcestný směšovací ventil v přívodu

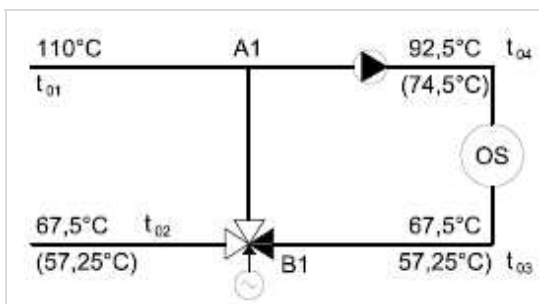


Schéma zapojení trojcestný rozdělovací ventil ve zpátečce

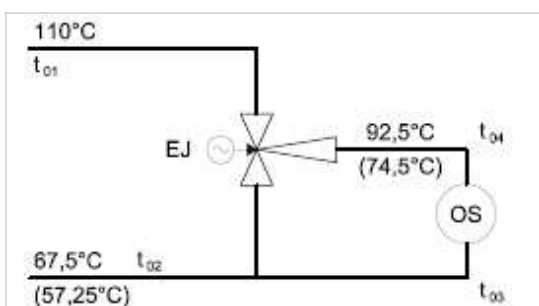
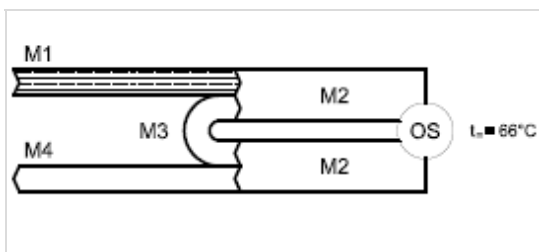
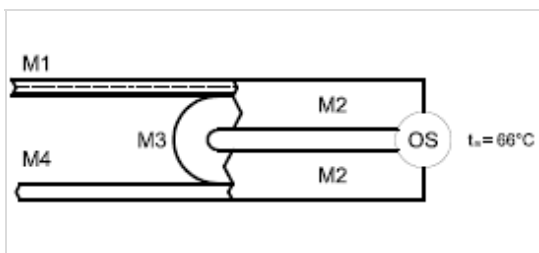


Schéma zapojení regulovatelný ejektor



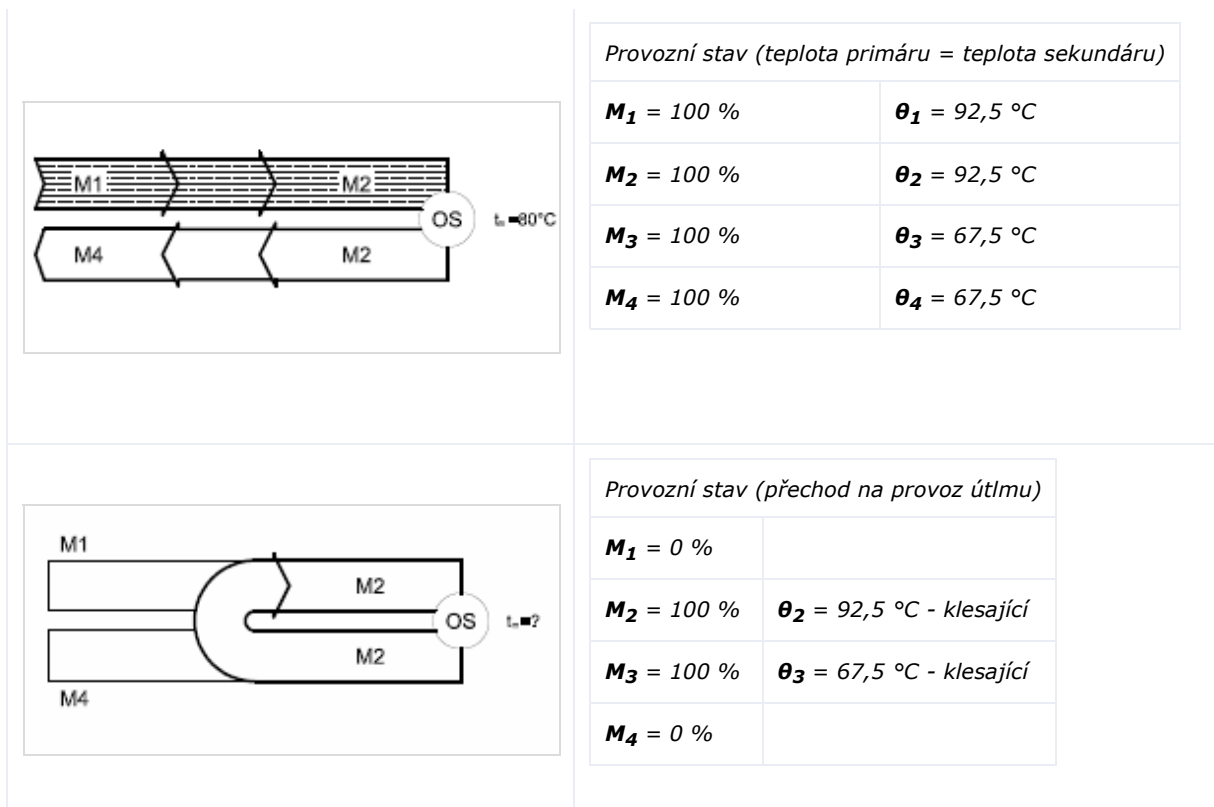
Směšování při maximální spotřebě

$M_1 = 58,83 \%$	$\theta_1 = 110 \text{ } ^\circ\text{C}$
$M_2 = 100 \%$	$\theta_2 = 92,5 \text{ } ^\circ\text{C}$
$M_3 = 41,17 \%$	$\theta_3 = 67,5 \text{ } ^\circ\text{C}$
$M_4 = 58,83 \%$	$\theta_4 = 67,5 \text{ } ^\circ\text{C}$



Směšování při 70 % spotřebě

$M_1 = 33,17 \%$	$\theta_1 = 110 \text{ } ^\circ\text{C}$
$M_2 = 100 \%$	$\theta_2 = 74,5 \text{ } ^\circ\text{C}$
$M_3 = 66,83 \%$	$\theta_3 = 57,25 \text{ } ^\circ\text{C}$
$M_4 = 33,17 \%$	$\theta_4 = 57,25 \text{ } ^\circ\text{C}$



Obr. 2 - Schémata pro připojování spotřebičů tepla se zdrojem tepla teplárna

Regulace pracuje tak, že primární médium je přiváděno v množství M_1 a teplotě t_{01} do sekundárního okruhu v bodě A1. Smícháním s médiem M_3 a teplotou t_{03} (t_{02}) ($B1 \rightarrow A1$) se dosáhne požadovaná teplota v přívodu sekundáru.

Totožné množství média (M_1), které je přivedeno z primáru do sekundárního okruhu v bodě A1, odchází zpátečkou primáru (M_1) zpět z bodu B1 do zdroje tepla.

Stejný způsob směšování umožňují další tři schémata.

Směšovací trojcestný ventil v bodě A1; rozdělovací trojcestný ventil v bodě B1 a regulovatelný ejektor.

Senkyovy diagramy a tabulky ukazují směšovaná množství medií a jejich teploty při 100 % a 70 % spotřebě.

Poslední dvě ukázky uvádějí diagramy a tabulky v extrémních případech "směšování" při 100 % spotřebě a teplotách média $t_{01} = t_{04}$ a odstavení přívodu primáru - přechod na útlum.

Tyto principy zapojení při regulačním zásahu (omezení přívodu primáru) snižují teplotu zpátečky sekundáru a tím i zpátečky primáru ($t_{02} = t_{03}$). Je proto vhodné jeho používání v teplárenských soustavách.

(POZOR! Nevylučuje se použití i v soustavách výtopenských, ovšem ve zdroji tepla je zapotřebí provádět "dohřev" zpátečky do kotle na požadovanou teplotu).

03.00 Tlakové podmínky v místě napojení odběratele tepla

Předpokladem pro zajištění maximální hospodárnosti provozu tepelně technické soustavy, je zapotřebí, aby všechny tři hlavní její prvky tj. zdroj, síť a spotřebič pracovaly v souladu. Podmínky pro hospodárný provoz zdroje byly již stanoveny vymezením hranice teplot zpětné vody přiváděné po využití ve spotřebičích. Další součástí soustavy je tepelná venkovní síť a hlavně pak její hydraulické podmínky.

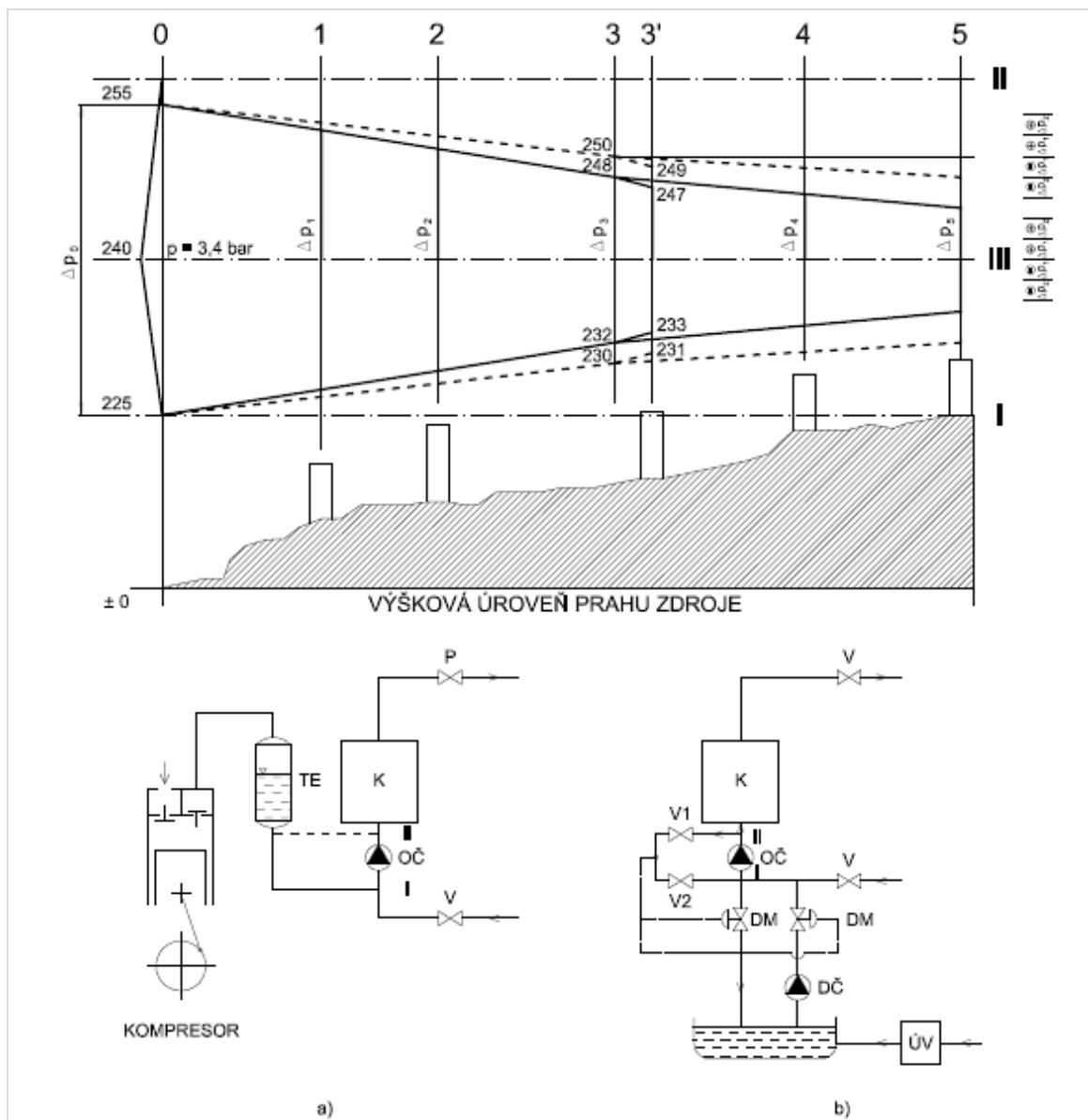
03.01 Tlakový diagram tepelné sítě (Brož)

Tlakové podmínky v místě napojení odběratele tepla na soustavu CZT jsou jedněmi z nejdůležitějších podkladů pro návrh tepelně technických soustav odběratelů.

Tyto podmínky určuje tlakový diagram tepelné sítě. Udává průběh statických tlaků po délce hydraulicky hlavní větve. Za hydraulicky hlavní se označuje větev tepelné sítě, která spojuje zdroj s hydraulicky nejvzdálenějším odběratelem. Hydraulicky nejvzdálenější odběratelské místo vyžaduje pak na prahu zdroje pro dopravu správného množství teplotonosné látky největší rozdíl statických tlaků mezi přívodním a vratným potrubím.

Z tohoto rozdílu se pak vychází při dimenzování oběhových čerpadel. Kromě toho slouží tlakový diagram k posouzení všech možných provozních stavů, což je zvláště důležité při přímém připojení na primární síť (sálavé soustavy v průmyslu) nebo tlakově závislém připojení spotřebičů.

Tlakový diagram je uveden na obr.č.3. Základní údaje vycházejí z profilu hlavní trasy od zdroje tepla k nejvzdálenějšímu odběrateli.



Obr. 3 - Tlakový diagram venkovní sítě

Po výpočtu tlakových ztrát v jednotlivých úsecích - zdroj → první odbočka (Δp_{p1} - přívod; Δp_{v1} - vratná větev); dále mezi první a druhou odbočkou atd. se dojde k poslednímu odběrateli. V tomto předávacím bodě je požadovaný tlakový rozdíl Δp_5 .

Součet všech předchozích tlakových ztrát, ztráta kotle a ostatních potrubních rozvodů ve zdroji tepla udávají minimální dopravní výšku čerpadla. Takto získané údaje se zakreslí do profilu hlavní trasy za předpokladu, že je známa hodnota statického tlaku v sání a výtlačku čerpadla. Poloha celého diagramu či jeho "převýšení" nad prahem zdroje musí být taková, aby za žádného provozního stavu (ani při vypnutí oběhových čerpadel) nedošlo k poklesu tlaku vody pod tlak sytosti v žádném místě sítě. To je požadavek, který musí být vždy splněn.

Při tlakově závislém připojení přistupuje ještě další požadavek, totiž, že obrys žádného objektu nesmí protnout čáru statického tlaku ve vratném potrubí. Došlo by k přetržení sloupce kapaliny, zastavení oběhu teplotně nosné látky v daném objektu a jejímu odpařování - ve výše položeném potrubí by vznikl podtlak.

Potřebný tlak k udržení celého diagramu ve správné poloze lze docílit dvojnásobným technickým opatřením:

- a. zdrojem tepla s tlakovým expanderem (tradiční)
- b. zdrojem tepla se stálým chodem doplňovacího čerpadla a tlakovou regulací

Obě jsou schématicky znázorněna na obr.č.3 (způsoby regulace tlakové hladiny v neutrálním bodě).

Tlakovou hladinou neutrálního bodu nebo též "neutrálním tlakem" se nazývá tlak, jež se v daném místě (tzv. neutrálním bodě) nezmění za jakéhokoliv provozního stavu a ani při vypnutí oběhového čerpadla. Tyto tlaky jsou vyznačeny čerchovanými čarami (I; II; III).

Při použití zdroje s tlakovým expanderem jsou možné v podstatě jen dva alternativní neutrální body. Buď v sání, nebo výtlačku čerpadla. Samo oběhové čerpadlo může být před nebo za kotlem. Je-li expander připojen na straně sání čerpadla (plná čára), potom je neutrální tlaková hladina daná čarou I. Ve druhé čarou II. Příslušných tlaků Δp_I ; Δp_{II} je dosaženo kompresorem nad hladinou tlakového expanderu (TE).

Je-li dopravní výška čerpadla velká a navíc členitý kopcovitý terén, vznikají při tomto zapojení na prahu sítě značné statické tlaky. Přispívá k tomu i skutečnost, že hladina tlaku neutrálního bodu je vždy buď na spodním, nebo horním okraji tlakového diagramu.

Tato nevýhoda se odstraní při druhém možném zapojení s doplňovacím čerpadlem - bez tlakového expanderu - kdy je možné hladinu neutrálního tlaku měnit plynule mezi oběma krajními polohami. Je-li otevřen ventil V2 (obr.č.3) a V1 uzavřen, je hladina neutrálního tlaku vzdálena o Δp_I od prahu zdroje (I). Je-li otevřen V1 a V2 uzavřen, je hladina v druhé krajní poloze Δp_{II} - (II).

Při částečném otevření obou ventilů V1, V2 vzniká kolem čerpadla cirkulace určitého množství vody a neutrální tlak snímán hodnotou v ose čerpadla - bod 0. Tlakový rozdíl Δp_0 nad prahem teplárny lze tak měnit přivíráním nebo otevíráním některého z ventilů.

Podmínkou tohoto způsobu udržení konstantního stavu neutrálního bodu je, že doplňovací čerpadlo DČ má vhodnou charakteristiku a je stále v chodu.

Snímaná hodnota Δp_0 se přenáší do funkčních orgánů doplňovacího manostatu DM a vypouštěcího manostatu VM. Kdyby z nějakého důvodu došlo v neutrálním bodě ke vzrůstu nebo poklesu statického tlaku, otevře se vypouštěcí manostat a vypustí určitý objem vody ze sítě, čímž se tlak upraví. Při otevření doplňovacího manostatu DM doplňovací čerpadlo vrátí hladinu tlaku v neutrálním bodě na správnou výši.

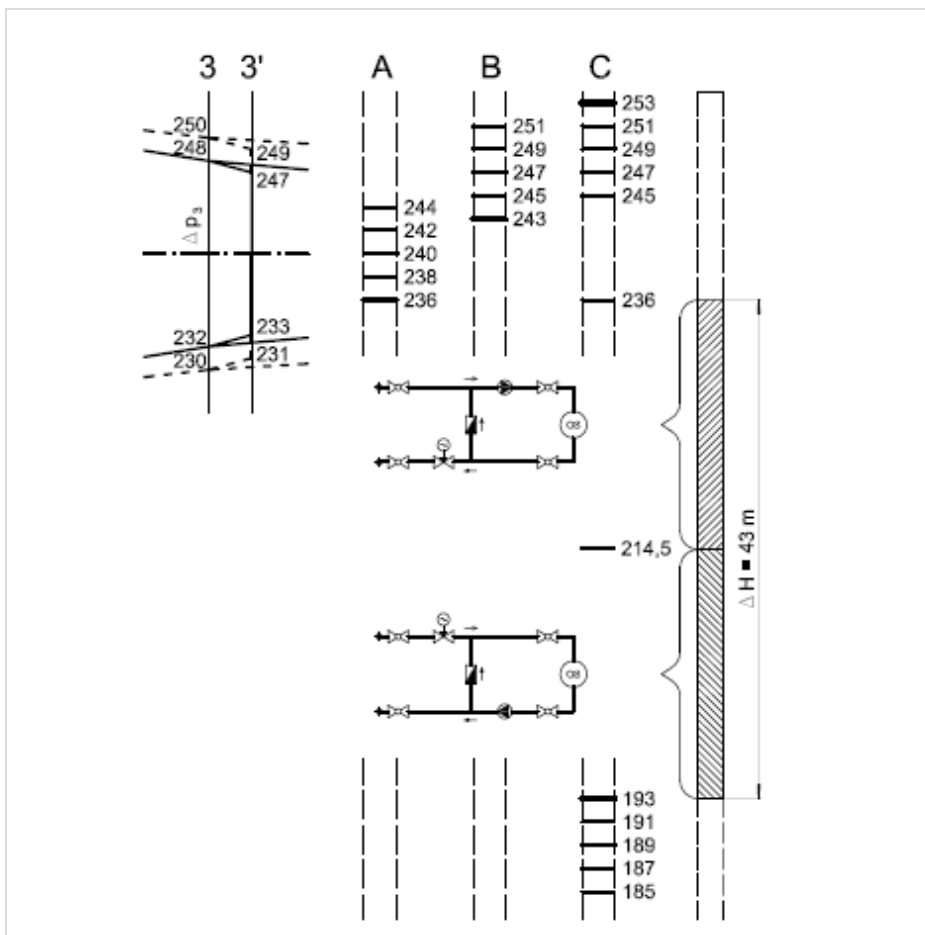
03.02 Provozní stavy tlakového diagramu

Plnými čarami vynesené tlakové podmínky v přívodním i zpětném potrubí tlakového diagramu jsou platné za ideálního výpočtového stavu. V podstatě však nelze předpokládat, že budou během reálného provozu dodrženy.

Prvním ovlivňujícím činitelem je dodržení konstantní hodnoty tlakové hladiny v neutrálním bodě. Vezme-li s v úvahu způsob regulace této hodnoty se u obou variant řešení (obr.č.3) musí pracovat s mezními hodnotami. Dochází tudíž ke kolísání mezi oběma hodnotami. Aby bylo naprosto zřejmé objasnění provozních stavů, jsou ve všech přiložených obrázcích vyznačeny konkrétní údaje. Při vyjádření tlakových podmínek jsou

použity m.n.v. (metry nadmořské výšky).

Na obr.č.3 a 4 je vyznačena tlaková hladina v neutrálním bodě III umístěna ve výši 240 m.n.m. Předpokládané kolísání je $\Delta p = \pm 2$ m; tudíž 242 m x 238 m. Pro další použití se doporučuje zvolit v každém směru rezervu 2 m, čímž se získají hodnoty $P_{\max} = 244$ m.n.m.; $P_{\min} = 236$ m.n.m. Tyto dvě hodnoty budou v dalším jako určující. Jedná se o provozní stav sítě, kdy došlo k odstavení oběhových čerpadel (viz A).



Obr. 4 - Výškové vymezení tlakově závislého připojení spotřebičů v teplotné síti.

Hodnota $P_{\min} = 236$ m.n.m určuje nejvyšší místo v terénu, případně předávací stanici s teplotou media přívodu primární sítě. V případě poklesu pod tuto hodnotu by mohlo dojít k odpařování.

Hodnota $P_{\max} = 244$ m.n.m určuje nevyšší stav od kterého se pak určuje konstrukční tlak soustavy (za klidového stavu).

Příklad: PN 6 bar, potom nejvyšší bod umístění zařízení s tímto konstrukčním tlakem bude $P_K = 244$ m.n.m - 60 m = 184 m.n.m.

Při tlakově závislém připojování z teplotných sítí dochází k dalším vlivům, které určují způsob odběratelů i jednotlivých spotřebičů. Během provozu primární sítě dochází k tlakovým změnám, které jsou způsobeny jednak případným postupným připojováním nových odběrů nebo i jejich odpojováním a hlavně pak vlivem způsobu regulace odběrů škrcením, které umožňuje jednak snižování teploty zpětné vody z primáru a omezuje průtočné množství otopného media.

Tyto změny dodávky, resp. změny průtočného množství media v síti ovlivňují podstatně tlakový diagram. Omezováním průtoku dochází při dodržení tlakové difference na výstupu ze zdroje k "rozevírání" tlakového diagramu a tím i ke změnám diferenčních tlaků u jednotlivých odběratelů.

Na obr.č.3 je předpokládaný tlakový diagram při omezeném průtočném množství vyznačen čárkovanými čarami. Stejně tak jsou vyznačeny konkrétní hodnoty tlaků (m.n.m) při průtoku max (B) a omezeném odběru (C) (obr.č.4). U každého stavu byly vzaty v úvahu i výkyvy dané regulací neutrálního bodu včetně rezervy ± 2 m. Z možných provozních stavů a z nich získaných údajů odvodit v jakém rozmezí lze provozovat tepelně technické zařízení se zadanou teplotou primáru, aniž by došlo k odpaření vlivem nízkého statického tlaku na straně jedné a k překročení konstrukčního tlaku soustavy na straně druhé.

První limitní hodnota - nejvýše položená část soustavy (př. potrubní trasa primáru; vstupní stanice primáru; sálavé panely připojené přímo na primární síť) se určí ze stavu (A) - oběhová čerpadla mimo provoz. $P_1 = 236$ m.n.m.

Druhý limitní stav určuje konstrukční provedení otopného zařízení v případě, že je k dispozici např. zařízení o PN 6, pak spodní hranice použití se získá z údajů ze stavu C: $P_2 = 253$ m.n.m - 60 m = 193 m.n.m.

Rozmezí (236 m.n.m - 193 m.n.m.) je schematicky znázorněno. Využitelná výška pro umístění soustavy zadané parametry otopného media (130 / 70).

04.00 Tlakově závislé připojení sekundární soustavy - směšovací čerpadlo

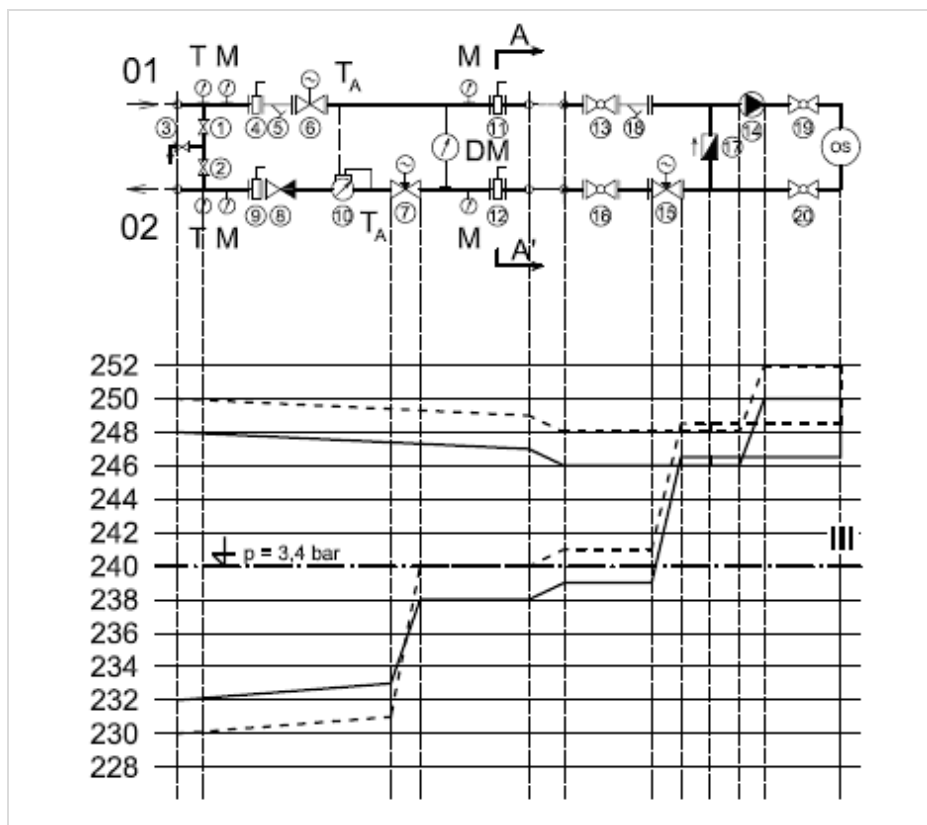
Při tlakově závislém připojení otopného zařízení se musí vzít v úvahu proměnné tlakové hodnoty v místě napojení sekundáru na primární síť.

Tlakový diagram pokračuje bez přerušení až k přímému napojení spotřebiče. Technické řešení (umístění regulačních armatur, směšovacích čerpadel atd.) značně ovlivňuje průběh statických tlaků jak v přívodu, tak i zpětném potrubí sekundáru.

04.01 Tlakově závislé připojení "směšovacím čerpadlem" v oblasti možného zavzdušnění soustavy

K zavzdušnění soustavy může dojít v případě, že statický tlak v nejvýše položeném tělese nebo potrubní části poklesne pod úroveň $P_1 = 236$ m.n.m.

Technické řešení nabízí obr.č.5, kde jsou zachyceny průběhy tlaků - pokračování tlakového diagramu - až ke spotřebiči. Umístění potřebných armatur je voleno tak, aby nedošlo ke shora řečenému nežádoucímu stavu.



Obr. 5

Zde bylo rovněž jako v předchozím použito konkrétních hodnot.

První část schématu tvoří vstupní stanice, která zajišťuje pro připojování jednotlivých spotřebičů jednak měření spotřeby tepla a hlavně pak konstantní tlakové podmínky - diferenční tlak.

Primární otopné medium (O1) je přivedeno do objektu, kde jsou změřeny jeho teplotní (T) i tlakové (P) parametry. Důležité je umístění teploměru před propojením se zpětným potrubím (O2), stejně tak teploměru v potrubí zpětném. Toto umístění hraje důležitou roli při najíždění soustavy po odstávce, kdy veškerá otopná voda v přípojce ke spotřebiči (mnohdy se jedná o přípojky větší délky i větších dimenzí) je vychladlá. Není proto vhodné přivést takto vychlazené medium do spotřebiče. V tomto okamžiku se přechod do normálního najížděcího stavu řeší otevřením ventilů (1) a (2) a ventily 4, 9 jsou uzavřeny. Kontroluje se teplota na obou teploměrech umístěných na primárních potrubích. Jakmile teploty odpovídají teplotám primáru, uzavírá se propojení pomocí ventilů (1 a 2). Kontrola uzavření se provede otevřením ventilu (3) a jeho následným uzavřením.

Následují ručně uzavírací armatury (4 a 9). Od DN 300 se doporučuje použít armatury s elektropohonem. Do přívodu se instaluje filtr (5) a pak následuje havarijní uzávěr reagující na havarijní stavy na sekundární straně jako např.: zatopení stanice, překročení teploty ve stanici přes $35 \text{ }^\circ\text{C}$, překročení teploty media v sekundární soustavě nebo vzniku podtlaku v sekundární soustavě. Odstavení objektu od vlivu tlaku primární sítě ze strany zpátečky po uzavření přívodu havarijním ventilem zajistí zpětný ventil nebo klapka (8). Po těchto vstupních armaturách je vhodné zařadit měření spotřeby (10) měřením průtočného množství media snímaním teplot v přívodu i zpátečce (T_A) a následným vyhodnocením odběru tepelné energie v integračním prvku měření tepla. Jak již bylo řečeno, tlakové podmínky v primární síti se mohou radikálně měnit a tím vytvářet nevhodné stavy pro funkci následně zařazených regulačních armatur. Proto je důležité po vyhodnocení situace v primární síti (kolísání tlaku) zařadit regulaci tlakové difference (7). Tímto opatřením se

za snímačem tlaku v primárním přívodu (PA) a před regulátorem tlakové diference, který si snímá tlak ve zpětném potrubí primáru, vytvoří "chráněná oblast" (A - A'), kde se trvale udržuje předepsaná tlaková diference. Jsou tím vytvořeny optimální podmínky pro regulační armatury jednotlivých spotřebičů připojených na primární síť. Vizuální kontrola tlakové diference se dá provádět jednak tlakoměry na přívodním a zpětném potrubí (M) nebo diferenčním tlakoměrem (DM).

Za vstupní stanicí následuje "připojení spotřebičů", kde se uvažuje s tlakovou ztrátou 1 m mezi stanicí a spotřebičem a to jak v přívodním, tak i zpětném potrubí.

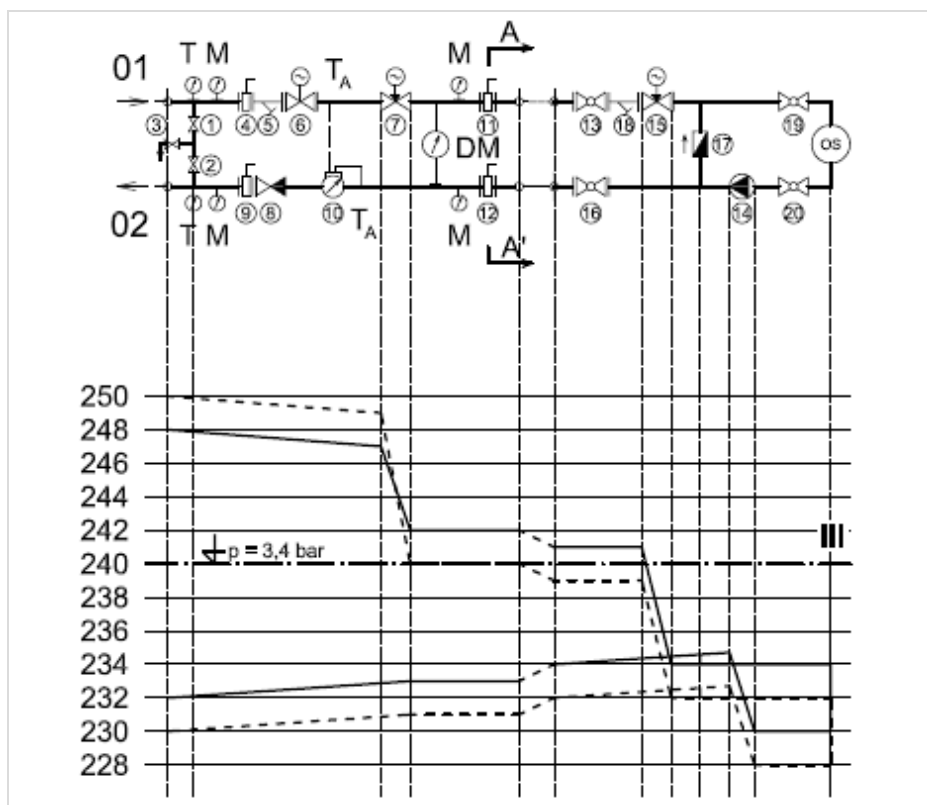
Schéma připojení "směšovacím čerpadlem" je voleno s přímým regulačním ventilem umístěným ve zpětném potrubí primáru a oběhovým čerpadlem v přívodu sekundáru. Tento princip umístění "zvedá" tlakovou úroveň sekundáru, což jde ku prospěchu požadované funkce.

Jak je z tlakového diagramu zřejmé, všechny hodnoty statických tlaků jak v primárním, tak i sekundárním potrubí jsou nad úrovní limitních $P = 236$ m.n.m.

04.02 Tlakově závislé připojení "směšovacím čerpadlem" v oblasti konstrukčního tlaku soustavy

Úkolem technického řešení při napojování spotřebičů v oblasti blízké konstrukčnímu tlaku soustavy je provést takové umístění regulačních armatur a oběhového čerpadla, které bude během provozu snižovat v jednotlivých částech snižovat statický tlak.

Vliv je třeba uplatnit již ve vstupní stanici: Regulační ventil (7) na obr.č.6 ovládající "konstantní tlakovou diferencí" osadit do přívodu primáru.



Regulační ventil ve směšovací bloku před spotřebičem zařadit rovněž do přívodu primáru a směšovací čerpadlo pak do zpětného potrubí sekundáru. Tlakový diagram jasně ukazuje snížení statických tlaků jak v primární, tak sekundární části soustavy.

05.00 Závěr

Tlakově závislé připojení otopných soustav jak ukazuje předložený rozbor má nesmírný vliv na snížení pořizovacích nákladů, což je předností před tlakově nezávislým řešením s výměníky tepla. Při respektování všech uváděných technických detailů lze konstatovat, že se jedná o velice spolehlivý a ekonomický princip připojování spotřebičů tepla.

Jako důkaz tohoto tvrzení lze použít "Teplofikaci města Mělníka", kde je celé město vytápěno shora uvedeným způsobem - výkon 60 MW - parametry: primár: horká voda 120 / 60 °C sekundár 90 / 60 °C.

Ještě výhodnější technické řešení nabízejí regulovatelné ejektory. Tato problematika bude řešena v samostatném bloku.

06.00 Literatura

1. Kotrbatý Miroslav: *Hospodaření teplem v průmyslových závodech, Příručky PRÁCE* - 1985
2. Kotrbatý Miroslav: *Zdroj tepla, síť spotřebič (II), TZB - info-2006*
3. Kotrbatý Miroslav: *Připojování spotřebičů v soustavách CZT, STP Praha* - 1988
4. Brož Karel: *Topenářská příručka - svazek 1, GAS s.r.o. Praha* - 2001

Datum: 12.5.2008

Autor: Ing. Miroslav Kotrbatý [všechny články autora](#)
Ing. Ondřej Hojer, Ph.D. [všechny články autora](#)