

Energie pod Vaší kontrolou 2005

Sborník přednášek



Hydronic Systems

Modřanská 98
147 01 Praha 4
tel.: 244 466 792
fax.: 244 461 381
praha@hydronic.cz

Šámalova 78
615 00 Brno
tel.: 545 247 246
fax.: 545 247 519
brno@hydronic.cz

www.hydronic.cz

Obsah

<i>Ing. Josef Kůra</i> Moderní, architektonicky příznivé řešení soustav vytápění, chlezení a VZT	3
<i>Ing. Rudolf Talian</i> Chladící stropy	5
<i>Ing. Josef Kůra</i> Stěnové konvektory	8
<i>Ing. Josef Kůra</i> Provedení a rozměry sestav stěnových konvektorů	11
<i>Ing. Alexander Reichert</i> Koncepční řešení soustav s fancoily a vzduchotechnickými jednotkami	14

Moderní, architektonicky příznivé řešení soustav vytápění, chlazení a VZT

Ing. Josef Kůra

Vývoj ve stavebnictví a logicky také ve všech návazných oborech spěje kupředu obrovským tempem. Díky tomuto vývoji dnes prožíváme obrovský zlom v požadavcích na technologie technických zařízení budov (TZB). Pojdme si tedy tyto skutečnosti blíže popsat. Zcela jistě to přispěje k lepší orientaci a uvědomění si dopadu této situace na naši denní technickou praxi.

Možná nelogicky hned v úvodu uvedu, pro toto pojednání hlavní, důsledek zmíněného vývoje. Nové technologie TZB, které vznikly jako přirozená reakce na nové tepelně technické parametry objektů, vytváří zcela nové možnosti při architektonickém ztvárnění interiérů. Můžeme se tak stát svědky převratné změny, kdy požadavky architekta a projektantů TZB přestanou být tím pověstným jablkem sváru. Pro úplnost nutno uvést že tato jistě příjemná změna, povede na druhé straně ke zvýšení nároků. Je to jak v oblasti nově používaných technologií pro určité typy objektů, kde tyto dosud nebyly běžně používány, tak ve zvýšení nároků na stávající technologie. Důvod je zcela zřejmý. Jen velmi těžko si lze představit, že by někdo byl schopen akceptovat nekomfortní podmínky ve špičkově architektonicky zpracovaném interiéru. Podívejme se tedy jaké cesty vedou k tomuto předčasně popsanému závěru.

Prostor pro nové možnosti se otevřel díky obrovským změnám ve vývoji nových stavebních prvků a technologií. Tím hlavním důvodem je zásadní změna tepelně izolačních vlastností nově budovaných ale i rekonstruovaných objektů.

Co je tou prvotní příčinou? Tady bych si dovilil použít poněkud pozměněné rčení: „Za vším hledej ekonomiku a ekologii“. Primární roli v celém procesu hraje ekonomický tlak a snaha o minimalizaci dopadu na životní prostředí. Tyto důvody jsou obrovským motivačním prvkem pro další vývoj stavebních prvků a technologií.

Dopad vývoje nových stavebních prvků a technologií na oblast TZB

Jak už jsem uvedl, vstupním impulsem do oblasti TZB je zásadní změna tepelně technických parametrů nových staveb, ale také rekonstruovaných objektů. Promítnutí této změny do našeho oboru se děje v několika rovinách. Zcela zásadní význam v této oblasti sehraje skutečnost, že díky změně parametrů objektů dochází také k uplatnění vlivů, které jsme v dřívější technické praxi vůbec nebrali v potaz, nebo jejichž vliv byl jen velmi malý. Jedná se především poměr mezi potřebným výkonem vytápění nebo chlazení a vnitřními tepelnými zisky. Zatímco na straně vytápění dochází k dalšímu výraznému snížení požadovaného výkonu, v oblasti klimatizace a chlazení jsme v první fázi svědky prostého nastolení potřeby použití těchto technologií tam, kde to dříve nebylo obvyklé.

Změna poměru mezi požadovaným výkonem vytápění a chlazení a vnitřními zisky

Obrovské snížení tepelných ztrát objektů přibližuje hodnoty potřebného výkonu pro vytápění a chlazení hodnotám vnitřních tepelných zisků. Co znamená tento fakt pro technickou praxi?

U systému vytápění se tak vnitřní zisky stávají jedním z důležitých faktorů se kterými je nutno počítat při energetické bilanci. Obzvláště u prostor s vysokým procentem nasazení výpočetní techniky, komunikačních technologií a dalších elektronických systémů (např. v kancelářských prostorách), se stále častěji dostáváme do situace, kdy v provozní době tyto tepelné zisky plně postačují k pokrytí teplotních ztrát dané místnosti. Tento trend pokračuje dál, takže jsme svědky potřeby chladit i v období kdy u jiných místností (bez uvedených technologií nebo v jiném umístění např. obvodové místnosti) je potřeba zajišťovat byť jen ve zcela nepatrné míře vytápění.

Totéž platí pro zvýšené nároky na řízenou výměnu vzduchu. Přirozená infiltrace je u nových prvků hluboko pod potřebou minimální hygienicky nezbytné výměny vzduchu. Je tedy nutno zajistit tuto výměnu jiným způsobem.

Dopad na konstrukční a materiálové provedení aktivních prvků

Řádové snížení potřebných výkonů umožňuje, jak použití podstatně menších aktivních prvků, tak použití nových materiálů např. s nižší schopností předávat výkon. Tyto materiály pak mimo jiné

přinášejí možnost realizace modernějších designů aktivních prvků.

U mnoha technologií tento trend dosahuje až úplného extrému a to tím, že zde dochází k celkovému vizuálnímu potlačení těchto technologií v interiéru. Jedná se především o velkoplošné systémy.

Rozšíření možností využitelných zdrojů

Řádové snížení požadovaných výkonů na straně jedné a např. použití velkoplošných systémů, přinášejí možnost či spíše nezbytnost použití systémů s malými teplotními diferencemi mezi teplotou média a teplotou v místnosti. Tímto se otvírá velmi široký prostor pro využití alternativních zdrojů a to jak pro vytápění, tak pro chlazení. Možnost pokrytí mnohem větší části sezony, energií z alternativního zdroje, se zásadním způsobem promítá do základní ekonomické kalkulace efektivnosti nasazení těchto zdrojů.

Velmi příjemný je dopad do oblasti subjektivního vnímání teplotního komfortu v dané místnosti. Obecně lze říci že soustavy využívající nižší teplotní rozdíl mezi teplotou média a vnitřní teplotou místnosti jsou většinou subjektivně vnímány mnohem pozitivněji.

Řízení rovnoměrného teplotního obrazu místnosti

Možnost využití velkoplošných technologií a nebo vícebodového vyzařování výkonu, přináší rovněž mnohem lepší možnosti pro aktivní řízení rovnoměrného teplotního obrazu místnosti. Výkon lze tak přivést mnohem blíže k místu vzniku potenciálního teplotního extrému a zajistit tak vyrovnání rozdílů teplotního obrazu. Díky celkově výrazně nižší úrovni potřebného výkonu a tím možnosti přivádět výkon výrazně menšími aktivními prvky, lze umístit tyto prvky i do míst, kde to dříve nebylo možné. Tyto a další možnosti lze tak použít při aktivním návrhu soustav, v zájmu dosažení optimálního teplotního obrazu místnosti. Tato možnost je v příkrém kontrastu s předchozí praxí kdy umístění aktivních prvků bylo více či méně jednoznačně dáno.

Zvýšené požadavky na řídicí systém MaR

Změna poměrů ztrát a zisků znamenají ve své podstatě zvýšení počtu vlivů, které mohou vést k porušení podmínek vnitřního komfortu. Řízení systému s mnohem větším počtem proměnných, které ovlivňují výsledné hodnoty je samo o sobě složitější úlohou. Další zvýšení požadavků přináší existence velkých rozdílů mezi jednotlivými místnostmi v jednom objektu. Tento fakt v úplném extrému vyjadřuje současný požadavek chlazení v jedné místnosti a vytápění v další místnosti téhož objektu. Za této situace není tedy přehnaným konstatování, že se úplnou samozřejmostí stávají systémy individuálního řízení místností (IRC) nebo inteligentní budovy. Díky nárůstu složitosti soustav se tak požadavky kladené na systémy MaR stále více blíží požadavkům obecně kladeným na informační systémy. Aby bylo možno naplnit tyto požadavky vystupuje mnohem více do popředí odvěké téma diskuzí požadavek komunikační kompatibility jednotlivých instalovaných systémů. Jsou to např. systémy vytápění a chlazení, osvětlení, docházkový systém, zabezpečovací systém, protipožární systém aj.

Dopad do oblasti architektonického ztvárnění interiéru

Z uvedeného výčtu je zřejmé, že nový prostor, který se otevírá pro architektonické ztvárnění interiérů je pouze jednou s částí celého spektra oblastí, které je možno, či spíše je nutno řešit novými metodami a postupy. Tyto metody a postupy musí co nejvíce korespondovat s novými podmínkami, které jsou před nás postaveny. Na závěr bych si dovilil zdůraznit tu nejpodstatnější skutečnost, která je cílem jak architektonického ztvárnění interiérů tak návrhu soustav TZB a tou je spokojený uživatel. Velká část toho, co zde bylo uvedeno, je pro běžného uživatele skryto za stěnami technických a obslužných prostor. Ale výsledný estetický dojem a kvalita vnitřního mikroklimatu působí na každého uživatele dnes a denně. Není snad nadnesený závěr, že právě u objektů kde výsledné dílo vyjde z pozitivní spolupráce architekta a jednotlivých profesí TZB lze očekávat nejlepších výsledků právě v oblasti spokojenosti uživatelů.

Chladicí stropy

Ing. Rudolf Talian

Co si představit pod pojmem velkoplošná technologie?

Jedná o systémy, kde energie je šířena do sledovaného prostoru pomocí velké přenosové plochy tedy nikoliv nuceným nebo přirozeným profukem vzduchu přes výměník a distribuci takto teplotně upraveného vzduchu výustkami do prostoru.

Typickým příkladem je chladicí (resp. topný) strop či stěna. Je to systém velkoplošného, bezprůvanového přenosu tepla, kde z větší části (cca 60 %) se výkon přenáší radiální složkou. Zbývající část výkonu (cca 40 %) se přenáší konvekcí.

Jako teplotně nosné médium se používá voda. Energie je zde předávána na velké ploše a bez použití dalších aktivních prvků (typicky ventilátorů).

Z hlediska vlastního konstrukčního provedení se jedná o svazek trubek o malém průměru (obvykle 6×1 nebo 8×1) spojený do sběrnic, které jsou dále přes zónový rozdělovač a sběrač napojeny přes stoupačku na zdroj chladu resp. tepla.

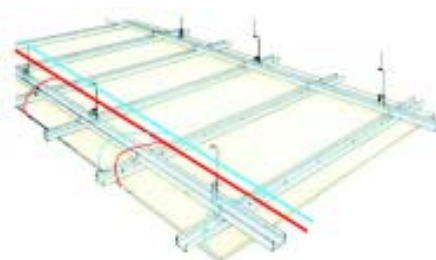
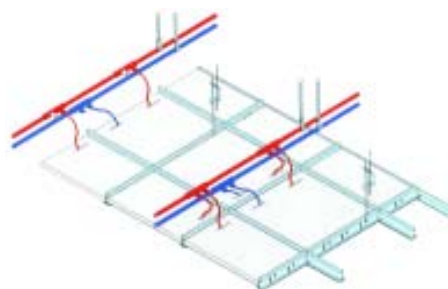
Pro jaké aplikace je tento systém vhodný?

Vhodnost použití vyplývá přímo z principu funkce a konstrukčního provedení. Systém je velmi vhodný pro použití v kancelářských prostorech, spojovacích koridorech, obytných místnostech zejména ložnice, obývací pokoje, dětské pokoje, nemocnice tedy typicky tam, kde nejsou velmi vysoké nároky na chladicí výkon (není tedy obecně určen pro chlazení místností serverů apod.)



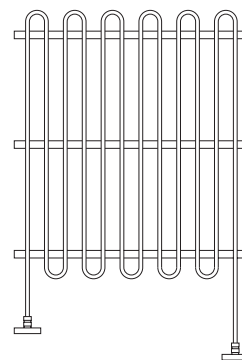
Jaké provedení jsou k dispozici a pro co jsou vhodná?

- **Závěsné kazety** - typové označení Alfatherm
Jedná se o jednotlivé desky standardizovaného formátu určené k montáži do sádrokartonových snímacích podhledů. K dispozici je jak několik variant úpravy povrchu tak i různých rozměrů (600×600; 600×1200; 622×1245; 300×1800). Samozřejmě je možné vyrobit na zakázku nestandardní rozměr.
- **Sádrokartonové desky** - typové označení Planotherm
Jedná se o prefabrikované sádrokartonové desky určené k bezspárové montáži (jako standardní sádrokartonový podhled, strop, či stěna). K dispozici jsou v několika rozměrových variantách (620×700; 310×1500; 310×2000; 620×1500; 320×2000). Samozřejmě není problém dodat desky o jiných rozměrech.



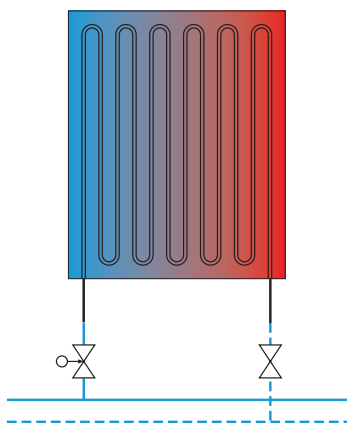
- **Podomítková instalace** – typové označení Capitherm

Jedná se o prefabrikované registry (moduly) určené k montáži přímo pod omítku (na strop nebo do stěny. Tento typ není vhodný pro použití v aplikacích, kde jsou použity izolační omítky (na bázi perlitu, polystyrénu či jiného tepelně izolačního plniva). Další omezení pro použití tohoto konkrétního typu je dané tím, že uvedení do provozu je s ohledem na způsob montáže (pod omítku) možný až po dokonalém vyvrání omítky tj. minimálně po 21 dnech. Moduly jsou k dispozici v celé škále rozměrů (standardně od 500×700 až do 1000×2000). Rozměry modulů lze samozřejmě přizpůsobit požadavkům projektanta.

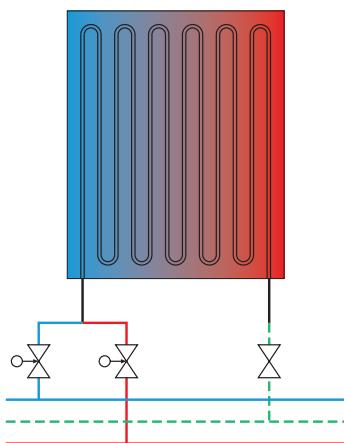


System chladicích stropů lze samozřejmě využít pro topení.

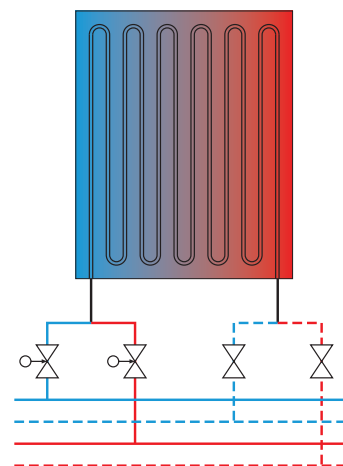
Na schématech jsou uvedeny základní způsoby zapojení.



připojení dvoutrubkové



připojení třítrubkové



připojení čtyřtrubkové

System chladicích resp. topných stropů lze samozřejmě s výhodou kombinovat i s jinými systémy topení resp. chlazení.

- *Kombinace stropní chlazení, podlahové vytápění*

Výhodou je skutečnost, že stejně jako stropní chlazení tak ani topení nezabírá žádný užitečný prostor a není vidět. Jistou nevýhodou je skutečnost, že oba systémy mají řádově odlišné reakční doby (chladicí strop v řádu minut, podlahové vytápění v řádu desítek až stovek minut).

- *Kombinace stropní chlazení, stěnové vytápění*

Výhodou je reakční doba řádově shodná s chladicím stropem. Nevýhodou je „blokování“ stěn pro další využití a nemožnost flexibilního využití prostoru (ve většině případů lze konstatovat, že používám-li stěnu k přenosu energie, nemohu tuto aktivní část konstrukce zastínit nábytkem či jiným způsobem).

- *Kombinace stropní chlazení, vytápění otopnými tělesy (resp. konvektory)*

Tato kombinace se jeví jako neoptimalnější. Časové odezvy jsou v podstatě stejné (nepředpokládá se osazení litinovými článkovými tělesy) a zvolí-li se podokenní konvektor namísto



klasického deskového otopného tělesa, bude to mít zvláště u kancelářských prostor kde jsou obvykle okna nízko nad zemí i estetický efekt nehledě k příznivějšímu teplotnímu profilu v místnosti. Příznivější teplotní profil je dán skutečností, že tyto konvektory jsou obvykle rozmístěny po celé délce stěny.

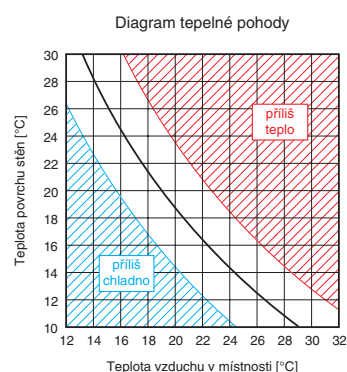
Laicky by se na tomto místě vsouvala myšlenka: „Zajistili jsme teplo i chlad tak proč tedy se ještě zabývat vzduchotechnikou (VZT)?“

Je to proto, že aplikací, kde je možné větrat okny a zajistit tak přísun čerstvého vzduchu ke spotřebiteli bude nadále ubývat a to úměrně se zvyšujícími se požadavky na mikroklimatický komfort. Tam, kde není možné větrat okny (tj. do klimatizovaných prostor), je nutné zajistit přívod čerstvého vzduchu jiným způsobem (nuceně).

Stropní chlazení „pracuje“ pouze s vnitřním vzduchem v místnosti tj. plošně jej ochlazuje, ale nepřivádí do místnosti žádný čerstvý vzduch. Proto je nutné pro osoby které se v prostoru nacházejí čerstvý vzduch přivádět a vydýchaný zase odvádět. Kontrolovaně a ekonomicky tj. ve většině případů vzduchotechnickými jednotkami. Vzduchotechnické jednotky budou samozřejmě daleko menší než při realizaci plně klimatizovaného systému což přinese nemalé úspory jednak v nákladech investičních, ale též v nárocích na prostor (menší rozměry jednotek a potrubí) a následně i v provozních nákladech. Snížené nároky na potřebný výkon otvírají možnost použití nízkohlučných kompaktních vzduchotechnických jednotek (např. GOLD compact unit), které pak lze v principu instalovat blíže ke koncovým odběratelům.

Jaké jsou tedy výhody chladících resp. topných stropů?

- Výhodou je zejména kvalita tepelného komfortu, kdy obvykle k zajištění dostatečné tepelné pohody postačuje docílit teploty v prostoru okolo 26~28 °C (viz níže diagram tepelné pohody).
- Snížená spotřeba energie na provoz (nejsou potřeba žádné další aktivní distribuční prvky jako čerpadla, ventilátory samozřejmě vyjma regulačních ventilů)
- Minimální nutnost přívodu čerstvého vzduchu (jen tolik, kolik je vyžadováno platnými nařízeními)
- hlukové parametry (Zařízení nemá žádných ventilátorů a je proto tiché)
- odpadá nebezpečí vzniku průvanu a s tím spojených problémů (není ventilátor, není průvan)



Jako každé zařízení mají i chladící stropy své nevýhody. Jaké tedy jsou?

- omezení měrného výkonu (měrný plošný výkon se pohybuje kolem 70~80W/m². Tento handicap je vyvážen hlavně výhodou bezhlučného a levného provozu)
- mírně zvýšené investiční náklady (zvýšené investiční náklady jsou kompenzovány nízkými provozními náklady což se v součtu projeví nižšími celkovými náklady)
- tuto technologii nelze použít pro odvod tepla vázaného ve vodní páře (je to dáno konstrukcí a fyzikálními omezeními)
- je zde možnost vzniku orosování povrchu chladících stropů (toto je dáno fyzikálními vlastnostmi vlhkého vzduchu tj. vzduchu s kterým běžně pracujeme. Nejedná se v pravém slova smyslu o nevýhodu, neboť kontrolou vlhkosti se s ohledem na vzrůstající požadavky na mikroklimatický komfort se budeme v blízké budoucnosti muset zabývat v daleko hlubší míře než bylo doposud obvyklé (tj. prostou kontrolou relativní vlhkosti měřením na centrální VZT jednotce).

Co dodat na závěr?

Použití velkoplošných chladících stropů nám zvýší mikroklimatický komfort, navíc díky skutečnosti, že chladící strop „není vidět“ a „nezabírá prostor“ nám rozšíří možnosti využití prostoru v nově budovaných a nebo rekonstruovaných kancelářských a nebo obytných budovách a to zejména co se týče architektonických řešení interiérů. Navíc při přesném zadání ze strany architektů po přesném výpočtu a nadimenzování přináší ve svém důsledku i úsporu celkových nákladů na provoz.

Stěnové konvektory

Ing. Josef Kůra

Díky zlepšování tepelně technických parametrů budov narážíme při návrhu systémů TZB na zcela nové problémy a nové okruhy technických otázek. Snižování potřebných výkonů pro vytápění, ke kterému dochází vlivem snižování tepelných ztrát, díky stále vyšší kvalitě izolací staveb, je jevem jednoznačně pozitivním. Toto pozitivum ale na druhé straně přináší požadavek nového přístupu k řešení vytápění. Bylo by nesprávné se domnívat, že v objektu kde tepelné zisky v době provozu vyvolávají spíše potřebu chladit, můžeme návrh vytápění odbyť nějakým jednoduchým řešením. Paradoxní je rovněž ta skutečnost, že čím menší výkon pro vytápění místnosti potřebujeme, tím přesněji musíme zpracovávat návrh rozmístění aktivních prvků. A to je právě jedna z oblastí, kde lze s velkou výhodou využít vysoké modulárnosti stěnového konvektoru jako otopného prvku. Samozřejmě je mnoho dalších aplikací, kde lze s výhodou použít tento velmi variabilní systém vytápění. Dovolím si uvést několik příkladů, na nichž je možno si ukázat základní technické možnosti vytápění pomocí stěnových konvektorů.

- distribuce malého topného výkonu v relativně rozsáhlé místnosti
- zajištění topného výkonu podél vnějších stěn s velkým rozsahem prosklení
- zajištění vytápění ve velké místnosti s požadavkem na maximální potlačení vizuálního vnímání otopné soustavy
- dodatečná instalace topení s minimálními zásahy do stavební konstrukce
- instalace vytápění obecně ve všech prostorách se zvýšenými nároky na estetické řešení celku
- realizace vytápění v prostorách kde je nutno dbát zvýšené ochrany před dotykem aktivních ploch (školy, školky, zdravotní ústavy..)

Pojďme si tedy uvést alespoň základní přednosti konvektorů, které se při řešení těchto typických případů využívají.

- **distribuce malého topného výkonu v relativně rozsáhlé místnosti**

Vhodné rozložení přiváděného výkonu je nezbytné pro dosažení rovnoměrného teplotního obrazu. Optimálním řešením je větší počet míst ve kterých je odevzdáván malý výkon. To je zase zcela typická možnost, kterou konvektor umožňuje. Přitom i při větším počtu aktivních částí lze celek řešit tak, že je přítomnost otopného systému v místnosti vizuálně potlačena.

- **zajištění topného výkonu podél vnějších stěn s velkým rozsahem prosklení**

Opět zcela typická aplikace vyžadující maximální rozložení výkonu. Navíc v tomto případě je nezbytná velmi malá výška topení jako celku. Velmi významným a neopomenutelným faktem je výsledné estetické řešení celku.

- **zajištění vytápění ve velké místnosti s požadavkem na maximální potlačení vizuálního vnímání otopné soustavy**

Typická aplikace, ve které se může výborně uplatnit systém, který má jednotvárný vzhled bez velkých a náhlých změn tvaru. Pro snížení intenzity vnímání systému je vhodná jednoduchá a neměnná tvarová linie, při malé stavební výšce. Vhodným řešením pro tuto oblast je použití souvislého panelu konvektoru. Aktivní části konvektoru jsou spojeny pasivními částmi tzn. panely bez topných segmentů. V pasivních panelech může být s výhodou umístěno distribuční potrubí. Celek pak působí velmi kompaktním dojmem. Monotónní, jednoduchá a přitom elegantní linie konvektoru nepřitahuje pozornost přítomných osob

- **dodatečná instalace topení s minimálními zásahy do stavební konstrukce**

Při rekonstrukcích především historických objektů, obzvláště v případech prvotní instalace vytápění, je velmi častým požadavkem minimální zásah do stavebních konstrukcí. Samozřejmostí je požadavek na maximálně estetické řešení celku. Nejvhodnějším řešením v takové situaci mohou být horizontální okruhy v každém podlaží. Při použití konvektorů lze realizovat vytápění prostorově velmi nenáročným způsobem a to včetně distribučních rozvodů. Velkou výhodou tohoto systému je možnost umístění aktivních prvků přesně v místech, kde jsou z hlediska optimálního rozložení přiváděného výkonu potřeba.

- **instalace vytápění obecně ve všech prostorách se zvýšenými nároky na estetické řešení celku**

Jedná se převážně o prostory, ve kterých by nic nemělo rušit pozornost přítomných osob. Touto cestou lze přispět k zvýraznění prvků sloužících pro trvalé nebo dočasné aktivní ztvárnění interiéru. Jednoduché, jednotvárné a přitom elegantní tvary konvektorových panelů včetně jejich malé výšky mohou být v tomto případě optimálním řešením

- **realizace vytápění v prostorách kde je nutno dbát zvýšené ochrany před dotykem aktivních ploch (školy, školky, zdravotní ústavy..)**

V prostorách, ve kterých se pohybují osoby u kterých je nutno dbát zvýšené ochrany proti případnému zdravotnímu poškození (děti, postižení apd.), je nutno řešit vytápění způsobem, který zabraňuje alespoň nechtěnému dotyku částí s vysokou teplotou. Velkou výhodou konvektorů je rovněž neexistence ostrých rohů a pružnost konstrukce konvektorového panelu oproti klasickým radiátorům. Další nezanedbatelnou výhodou je malá výška konvektoru. Díky malé výšce konvektoru je i v případě malých dětí vrchol konvektoru pod úrovní hlavy a horních končetin, tedy nejnebezpečnějších částí těla z hlediska případného úrazu.

Uváděné příklady popisují obecné možnosti použití v nejběžnějších případech. Pro úplnost a poněkud podrobněji si uvedme ještě možnost aplikace, která se v našich podmínkách vyskytuje velmi často a to byt v panelovém domě. Použití konvektoru zde může napomoci při řešení dvou základních možných problémů.

- Řešení vytápění při přestavbě tedy novém architektonickém ztvárnění interiéru bytu v zájmu dosažení vyššího estetického standardu bydlení. S touto snahou se v poslední době setkáváme stále častěji. Použití konvektorů v tomto případě nabízí mnohem větší prostor právě pro důslednější řešení v oblasti architektonického ztvárnění interiéru. To že i v tomto případě může aplikace konvektorů vést současně k řešení problematiky popsané v dalším odstavci je v daném případě až druhořadou záležitostí.
- U panelového bytu po provedeném zateplení a termostatizaci dochází k výskytu plísní. Příčinou této skutečnosti je nerovnoměrný teplotní obraz místnosti. K tomuto stavu může zásadním způsobem přispět stav otopného systému po termostatizaci.

Pojďme si zrekapitulovat situaci, která nastane po zateplení a termostatizaci. Díky výraznému poklesu potřebného výkonu a díky velkému předimenzování radiátorů při prvotním návrhu topení jsme velmi často svědky situace, kdy snížený výkon vyzařuje radiátor jen zlomkem své plochy. Záměrně pominu situaci, kdy vlivem nesprávně navržené a nevyvážené soustavy vytápění pracuje v režimu zapnuto-vypnuto. Vezmeme-li v potaz běžné uspořádání v typické a největší místnosti tzn. v obývacím pokoji, kde se v jednom rohu pod oknem těsně u radiátoru nachází např. sedací souprava, dále je zde balkonové okno a menší prostor před druhým rohem. U této relativně velké místnosti je nebezpečí vyplývající víceméně z bodového vyzáření výkonu a možný negativní dopad této skutečnosti nejvíce pravděpodobný.

Použitím konvektoru lze rozložit výkon do více míst. Problematickým místem jsou balkonové dveře. V mnoha případech je zvýšená výška prahu dostatečná pro instalaci konvektoru. Nicméně hlavně proto, aby nedocházelo k znesnadnění průchodu, je vhodné využít tento prostor pro přechod potrubí po podlaze nebo v podlaze a na obou stranách balkonových dveří umístit aktivní segmenty konvektoru. Dostaneme tak výkon do místa, ve kterém dochází k největším ztrátám. Při správném umístění zbytku aktivních segmentů pro zbylý výkon vytvoříme mnohem lepší podmínky pro vytápění dané místnosti. Při návrhu konvektoru je nutno respektovat hydronické a výkonové podmínky soustavy domu. Při respektování této podmínky je umístění konvektoru byt jen v jediné místnosti domu naprosto bezproblémovou záležitostí.

Zapojení konvektorů

V základu lze uvažovat o dvou základních způsobech zapojení konvektorů a to paralelním a sériovém. Oba způsoby mají své kladné i záporné stránky. Pojďme si uvést alespoň ty nejdůležitější informace.

Sériové zapojení

Obrovskou výhodou sériového zapojení je naprosto jednoduchá a bezproblémová montáž. Tato skutečnost je ovšem vykoupena mnohem složitějším návrhem, protože každou aktivní část musíme počítat na jinou vstupní teplotu a dle velikosti segmentu na jiný teplotní spád. Mnohem obtížnější je také řízení systému. Pokud jde o případnou reakci na požadavek změny rozložení vyzařovaných výkonů v jednotlivých místech je k dispozici jen možnost změny daná možností nastavení klapek konvektoru.

Paralelní zapojení

U paralelního zapojení je problematickou jedině větší složitost montáže. Ve všech dalších oblastech je paralelní zapojení jednoznačně výhodnější. Mnohem jednodušší je řízení a to jak jednotlivých aktivních segmentů, tak všech segmentů instalovaných na jedné větvi. Pokud jde o změnu rozložení výkonů mezi jednotlivými aktivními částmi, je zde možné bezproblémové přestavení od maxima až po úplné odstavení dané aktivní části.

Návrh otopných soustav se stěnovými konvektory samozřejmě vychází ze standardního postupu energetické bilance otopného systému. Použití obvodových stěnových konvektorů nabízí zcela nové možnosti při návrhu moderních otopných soustav. Získáváme zde obrovský prostor jak v oblasti technické, tak v oblasti architektonického ztvárnění interiérů. Lze tak mnohem lépe vyjít vstříc požadavkům uživatele na esteticky vyšší standard řešení interiérů. Je jen na technické představitosti architektů a projektantů, jak dokáží využít všech možností, které tento variabilní systém nabízí při řešení projektů, na nichž pracují. O tom že se této role dokáží velmi tvůrčím způsobem zhostit ani v nejmenším nepochybují. Dnes a denně, při našich pracovních setkáních, kdy diskutujeme o vašich návrzích a nápadech, jsme svědky obrovské invence s níž se ujímáte řešení i těch nejsložitějších úkolů. Vždyť právě touto cestou přišlo na svět mnoho, dnes standardně používaných řešení.

Provedení a rozměry sestav stěnových konvektorů

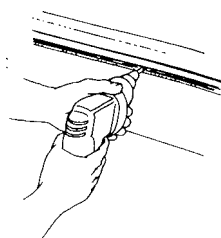
Ing. Josef Kůra

Pro zajištění co nejjednodušší montáže a přizpůsobení instalace stěnových konvektorů specifickým podmínkám jednotlivých interiérů obsahují sestavy jednotlivých provedení stěnových konvektorů velké množství doplňků. Pojďme si představit jednotlivé sestavy. Můžeme tak získat základní představu, jak z pohledu technického návrhu, tak z pohledu možností architektonického ztvárnění interiérů.

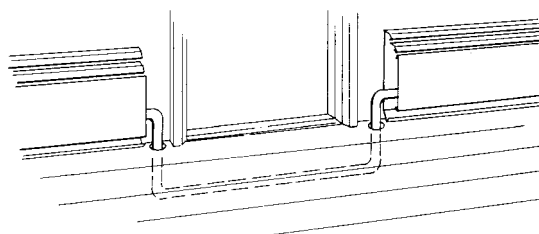
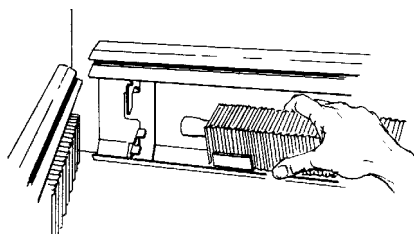
Stavební délky, rozměry a způsob montáže stěnových konvektorů umožňují instalaci bez řezání při vlastní montáži. Toho dosáhneme vhodným využitím různých stavebních délek jednotlivých prvků. S ohledem na architektonické ztvárnění interiérů umožňuje systém stěnových konvektorů realizaci nepřerušované linie stěnového konvektoru nezávisle na rozložení aktivních a pasivních segmentů. Tato koncepce přináší rovněž zjednodušení při řešení instalace distribučního potrubí.

V obecné rovině lze postup montáže stěnových konvektorů provádět dle následujícího pořadí:

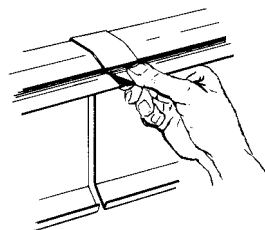
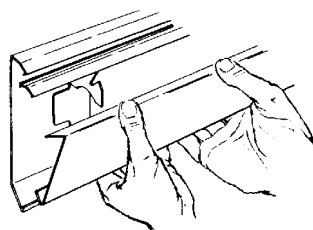
1. montáž zadních panelů (nutno dodržet pouze vzdálenosti jednotlivých částí a horizontální linii)



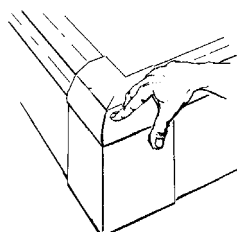
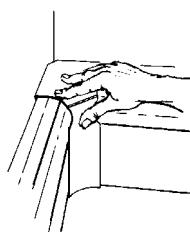
2. vložení aktivních segmentů a instalace potrubní části



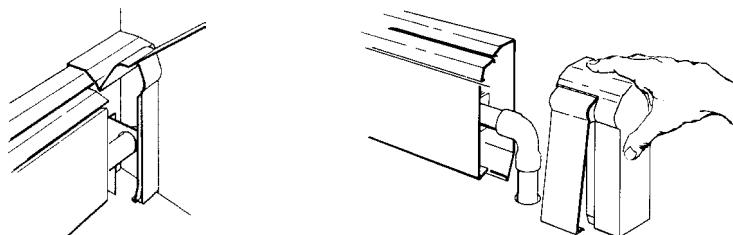
3. instalace čelních panelů a krytek spojovacích štěrbin



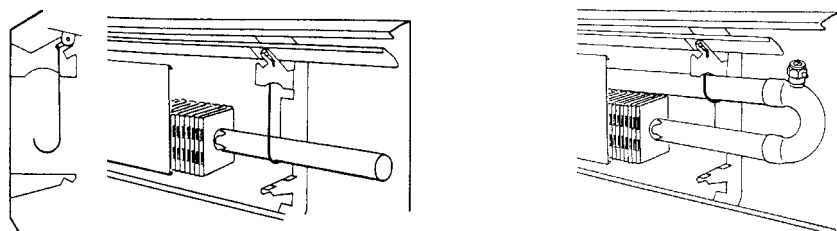
4. instalace vnějších a vnitřních rohů



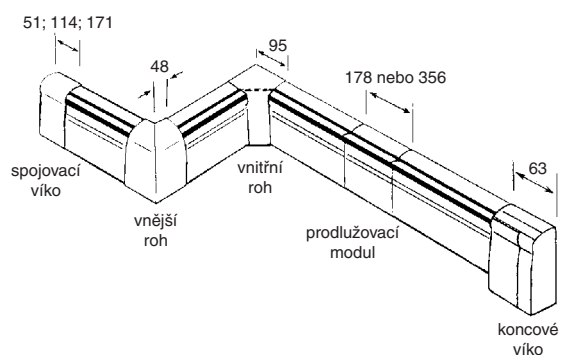
5. instalace koncových vík



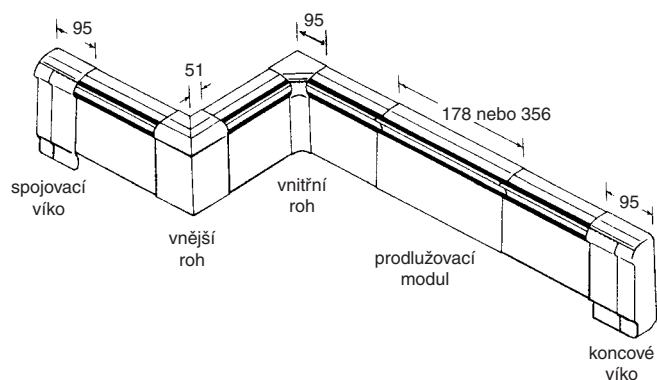
Pro uchycení pasivních částí potrubí se používají závěsné háčky dvou délek.



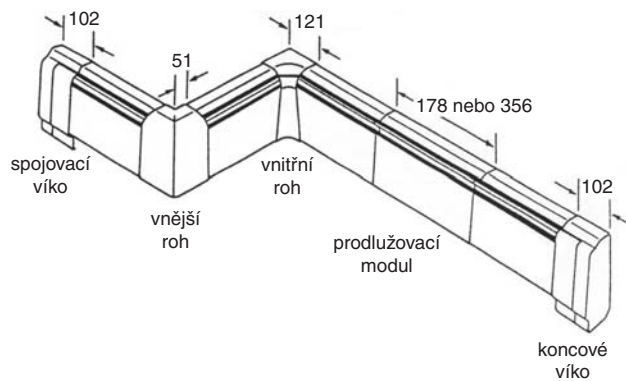
Sestava konvektoru řady 15



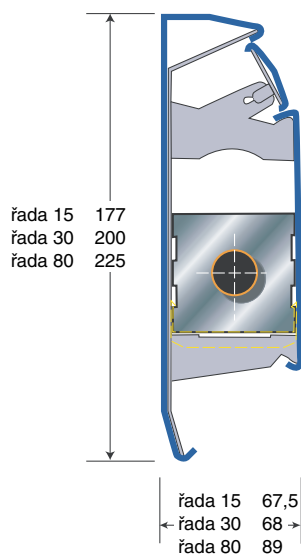
Sestava konvektoru řady 30



Sestava konvektoru řady 80



Rozměry konvektorů



délky konvektorů [m]											
řada 15	0,6	0,9	1,1	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	3,0	3,7	4,3
řada 30	0,6	0,9	1,1	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	3,0	3,7	
řada 80	0,6	0,9	1,1	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	3,0	3,7	4,3

Koncepční řešení soustav s fancoily a vzduchotechnickými jednotkami

Ing. Alexander Reichert

Zvyšování cen energií, a tedy i elektrické energie, vede mimo jiné k používání čerpadel s proměnnými otáčkami, které mohou být řízeny požadovanou hodnotou diferenčního tlaku, nebo v poslední době i požadovanou teplotou, např. media ve vratném potrubí. V případě použití tohoto typu čerpadel je potom smysluplné použít v roli regulačního prvku výkonu spotřebiče (např. fancoil, aktivní chladicí strop, ...) dvoucestný regulační ventil a soustavu koncipovat jako systém s proměnným průtokem. Bohužel se často setkáváme s řešením, kdy jsou v systému použita čerpadla s proměnnými otáčkami a soustava je koncipována jakožto systém s konstantním průtokem často s použitím trojcestných regulačních ventilů. Průtok media v potrubním systému je tedy konstantní a čerpadlo běží při konstantních otáčkách. Nedochozí tedy k žádné úspoře čerpací práce, a tedy ani elektrické energie.

Dalším krokem při řešení je úspora nákladů na potrubní systém topení a chlazení, který vede k používání menších průtočných průřezů, a tedy současně k větším rychlostem proudění teplotné látky. Současně tak dochází i k zvýšení hlukového projevu proudícího media.

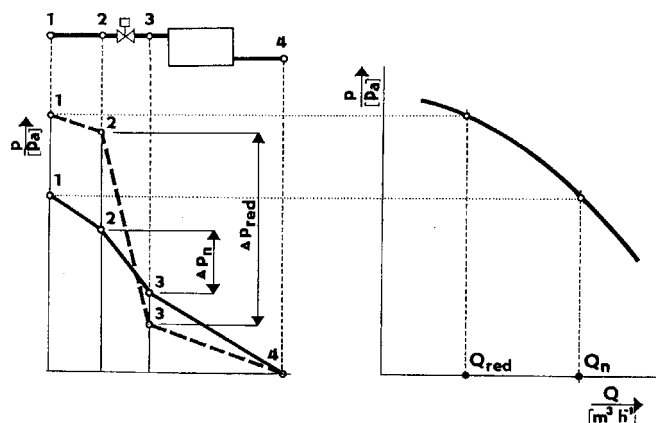
Toto řešení přináší jeden závažný provozní problém. Čím je průtočný průřez menší, tím větší jsou tlakové ztráty v potrubí, a paradoxně tedy dochází k volbě čerpadel s většími dopravními výškami, a tedy ke zvýšení provozních nákladů.

Tento paradox je způsoben následující úvahou. Použití menších dimenzí potrubí představuje menší investiční náklady, a je tedy pro investora lepší. Současné použití silnějších čerpadel představující zvýšení provozních nákladů je pro investora sekundárním problémem. Řešení je tedy bohužel jasné – čerpadla s větší dopravní výškou.

Podívejme se tedy podrobněji na děje, které budou probíhat v soustavách, kde:

- průtok media je regulován dvoucestnými regulačními ventily
- průtok media je tedy proměnlivý
- použitím výkonných čerpadel nabývá tlaková ztráta potrubí značně velkých hodnot
- v důsledku změn průtoku, tj. při jeho snižování přivíráním ventilů dochází k výraznému zvyšování tlakové difference v koncových bodech soustav, tj. na regulačních ventilech
- v důsledku velkého nárůstu dispozičního tlaku na regulačním ventilu dochází k výraznému snižování autority regulace, a tedy schopnosti regulovat

Každý dvoucestný ventil reguluje změnou průtoku. To má za následek změny průtoku otopnou soustavou spojené se změnami diferenčního tlaku, viz obr. 1.



obr. 1 Nárůst diferenčního tlaku při zavírání regulačního ventilu

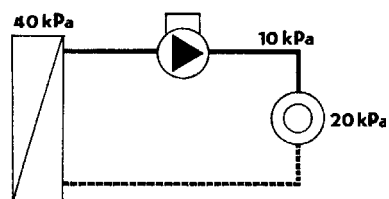
Celá soustava včetně ventilu je navržena na jmenovitou (výpočtovou) tlakovou ztrátu Dp_n při jmenovitém průtoku Q_n a při výpočtových podmínkách se chová podle plné čáry v levé části obrázku (body 1, 2, 3, 4). Úsek 1-2 znázorňuje tlakovou ztrátu přívodního potrubí, 2-3 tlakovou ztrátu regulační armatury a 3-4 ztrátu odběrného místa (spotřebiče – fancoil atd.) včetně zpětného potrubí.

Za normálního provozu však bude regulační armatura do určité míry uzavřena. V pravé části obr. 1 je znázorněn posun po charakteristice čerpadla, tzn. že při nižším průtoku Q_{red} bude v síti vyšší dynamický tlak. Protože klesá průtok sítě, okolní potrubní systém bude mít nižší tlakovou ztrátu (čárkovaný průběh 1-2, 3-4) a celý zbytek dispozičního tlaku bude odškrvcován ventilem (2-3, D_{pred}).

Z obrázku 1 je zřejmé, že nárůst diferenčního tlaku na regulační armatuře je způsobován dvěma faktory, jednak nárůstem tlaku čerpadla, dále pak i poklesem ztrát potrubní sítě.

Pro omezení nárůstu diferenčního tlaku se s oblibou užívá čerpadel s proměnnými otáčkami, jak s frekvenčními měniči vestavěnými do svorkovnice, tak i s oddělenými měniči (zejména pro větší výkony).

Zamyslíme-li se nad obrázkem 1, je zřejmé, že frekvenčně regulované čerpadlo nedává dostatečnou záruku konstantního tlaku na regulační armatuře. Na obr. 2 je uveden příklad soustavy, kde zdroj má tlakovou ztrátu 40 kPa, potrubní síť 10 kPa, fancoil a jeho regulační ventil 20 kPa (výměník fancoilu 10 kPa a regulační ventil také 10 kPa).

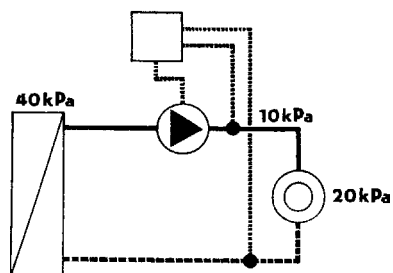


obr. 2 Soustava s frekvenčně řízeným čerpadlem (vestavěný měnič)

Podle tohoto obrázku bude nutné nastavit dopravní výšku čerpadla na součet všech dílčích ztrát soustavy, tj. na $40+10+20=70$ kPa.

Protože v soustavách topení a chlazení klesá za normálního provozu podstatně průtok teplotné látky (30–50 % snížení oproti jmenovitému průtoku), poklesne rovněž s jeho druhou mocninou tlaková ztráta všech pevných hydraulických odporů (potrubí, spotřebičů apod.). V případě dle obr. 2 předpokládáme, že reálný průtok soustavou bude poloviční (samozřejmě nastávají stavy v přechodových obdobích kdy je tento pokles i výrazně větší). Tlakové ztráty potrubní sítě i zdroje se v takovém případě zmenší na čtvrtinu. Čerpadlo je nastaveno na konstantní tlak 70 kPa a na regulačních ventilech bude za tohoto stavu dispoziční tlak $70-10-2,5=57,5$ kPa. To znamená, že tlak na ventilu se zvýší 5,75 !

V tomto případě bylo použito čerpadlo s vestavěným frekvenčním měničem do svorkovnice. Nastavený diferenční tlak je u těchto strojů zjišťován výpočtem z elektrických veličin, udržován v podstatě mezi přírubami, a proto musí nastavení frekvenčního měniče zohledňovat i vlastní tlakovou ztrátu zdroje. U větších čerpadel, kde se používají oddělené (samostatné) frekvenční měniče s tlakovými převodníky, je situace o něco příznivější díky možnosti téměř libovolného umístění tlakových čidel, ale v principu se jedná o stejný problém, viz obr. 3.

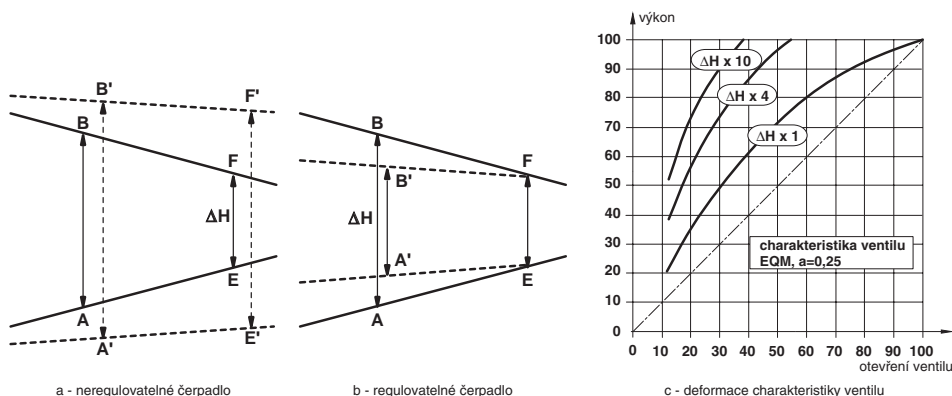


obr. 3 Soustava s frekvenčně řízeným čerpadlem (oddělený měnič)

V zapojení podle obr. 3 předpokládáme, že průtok se nám změní stejně jako v předchozím případě, potrubní síť i soustava je stejná a tlakové převodníky jsou umístěny na prahu zdroje (např. hlavní rozdělovač a sběrač). Dopravní výška čerpadla bude opět nastavena na součet všech dílčích ztrát soustavy, ale v tomto případě již bez vlastní tlakové ztráty zdroje, tj. na $10+20=30$ kPa. Tímto zapojením jsme sice eliminovali vlastní tlakovou ztrátu zdroje, ale problém jsme posunuli dále do sítě, protože při sníženém průtoku bude na regulačních ventilech za tohoto stavu dispoziční tlak $30-2,5=27,5$ kPa. Bohužel i při nasazení i takto drahého čerpadla stoupne tlak na regulační armatuře více než dvakrát!

Z uvedených příkladů je zřejmé, že ani použití čerpadla s proměnnými otáčkami často nevyřeší problémy s nárůstem diferenčního tlaku na regulačních armaturách, a že tedy není většinou vyhnouti používat na větších objektech další prostředky pro jeho stabilizaci. Provozní problémy bez další stabilizace diferenčního tlaku jsou potom tím horší, čím vyšší tlakové ztráty vykazuje potrubní síť při jmenovitém průtoku.

Z těchto důvodů je třeba nahlížet na frekvenčně řízená čerpadla především jako na vynikající prostředek pro šetření elektrické energie, kde se úspory běžně vyčíslují na 50%. Takto řízená čerpadla mají dále všechny předpoklady pro vyšší životnost a vyznačují se menším hlukem.



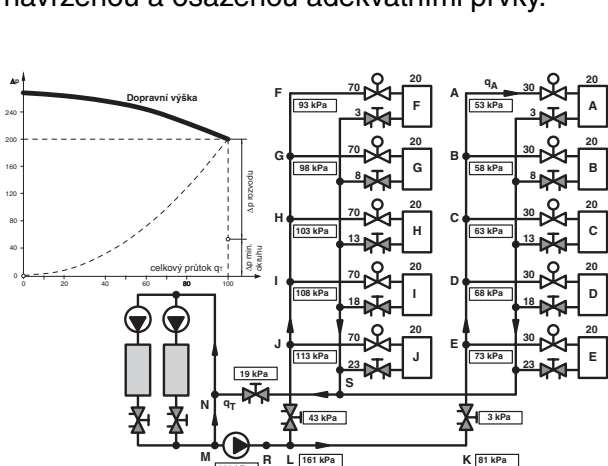
obr. 4 Závislost klesání autority regulačního ventilu, deformace regulačních charakteristik ventilů na zvyšujícím se ΔH

Z výše uvedených příkladů a obrázku 4 plynou následující poznatky:

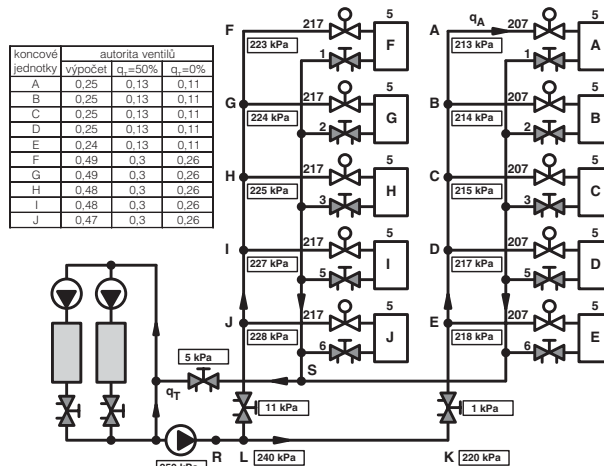
- použitím čerpadel s proměnnými otáčkami se zmírňuje otevírání tlakového diagramu ve směru ke spotřebiči s regulačním ventilem
- nicméně i tak dochází ke stoupání tlakové difference na regulačních armaturách z důvodu snižování odporu hydraulické sítě (v soustavách bez řízených čerpadel v ještě větší míře)
- v důsledku významného zvyšování dispozičních tlaků na regulačních armaturách dochází k výraznému snižování autority regulace
- snižování autority degraduje regulační charakteristiky regulačních armatur a následně dochází k výraznému poklesu schopnosti systém regulovat

V předešlých příkladech jsme pro jednoduchost použili velmi jednoduchý obrázek soustav, aby bylo možné zřetelně poukázat na základní problémy, ke kterým dochází v soustavě při měnícím se průtoku.

Ukažme si ale jak se chová reálná soustava na obr. 5. Předpokládejme, že jde o soustavu s fancoily, které jsou osazeny v regulačním okruhu dvoucestnými armaturami na přívodu a vyvažovacími armaturami ve vratném potrubí. Můžeme tedy konstatovat, že jde o soustavu pečlivě navrženou a osazenou adekvátními prvky.



obr. 5 Soutava pracující při výpočtových podmínkách



obr. 6 Soutava v reálném provozu – průtok = 50% výpočtové hodnoty.

Porovnejme soustavu pracující při výpočtových podmínkách se soustavou v reálném provozu, tedy při 50% průtoku z průtoku návrhového.

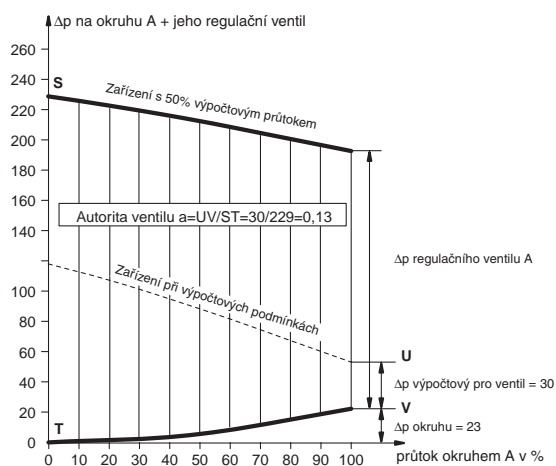
Všimněme si:

- nominální průtok je dosažen při $DH = 200$ kPa
 - při 50% průtoku stoupne DH na 250 kPa
- dispoziční tlak okruhu „A“ stoupne z 53 kPa na 213 kPa
- tlaková ztráta regulačního ventilu na fancoilu „A“ stoupne ze 30 kPa na 207 kPa!
- dispoziční tlak okruhu „J“ stoupne ze 113 kPa na 228 kPa
- tlaková ztráta regulačního ventilu na fancoilu „J“ stoupne ze 70 kPa na 217 kPa!

Můžeme tedy konstatovat, že v reálných provozních podmínkách uzavírání jednotlivých ventilů v jedné části soustavy vede nevyhnutelně k nárůstu tlakové difference v jiných částech soustavy a můžeme z uvedených hodnot konstatovat, že tlakové difference působící na okruhy vzrůstají 2–4! Což má v našem případě za následek, že tlaková ztráta regulačního ventilu „A“ se zvětší až 7!

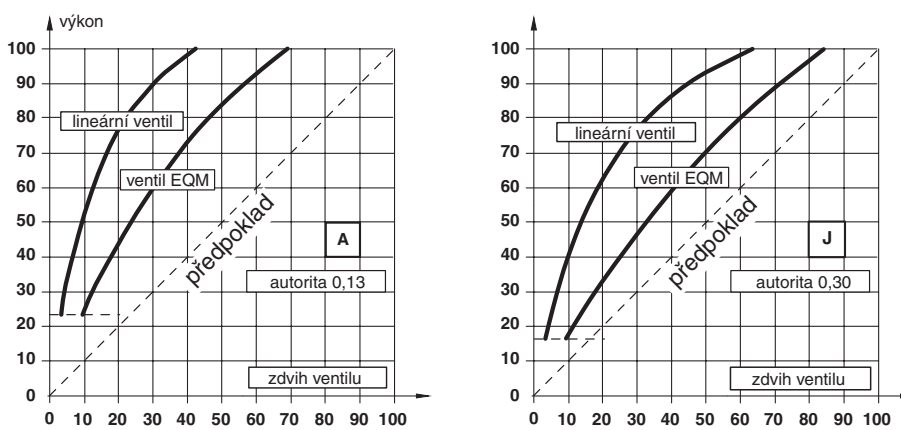
Mnohokrát se v praxi stává, že se pro regulační ventily volí pohon dle diferenčního tlaku v nominálním stavu (v našem případě 30, 70 kPa) a zvolí se pohon, který zvládá například 100 kPa. Ale jaké je následné překvapení, když pohony nejsou schopny ventily zavřít a jednotky trvale topí nebo chladí! Daný pohon není samozřejmě schopen uzavřít všechny ventily, na kterých stoupne tlaková difference nad hodnotu 100 kPa.

Autorita regulačního ventilu klesne z „normální hodnoty“ 0,57 na hodnotu 0,13!



obr. 7 Systém při 50% průtoku a následné změny na jednotce „A“

Důležité je si uvědomit, co tyto skutečnosti způsobují v procesu naší schopnosti regulovat výkon fancoilu „A“ a „J“.



obr. 8 Deformace regulačních charakteristik ventilů fancoilů „A“ a „J“

Na obr. 8 je vidět deformace regulačních charakteristik ventilů, z kterých je jasné, že v důsledku poklesu autority ventilu „A“ dosahujeme při 10% zdvih ventilu 52% průtoku, což představuje regulační zesílení 5 namísto 1 (lineární závislost mezi výkonem spotřebiče a zdvihem ventilu). V tomto případě již snad ani nemůžeme mluvit o regulaci regulačními ventily.

Podívejme se na situaci, kdy v soustavě bude použito čerpadlo s vestavěným frekvenčním měničem. Tlaková difference bude na ventilu „A“ stoupat až na hodnotu 111 kPa, což znamená, že nárůst je více než trojnásobný! Autorita regulačního ventilu prudce klesá, a tím dochází k výrazné deformaci regulační charakteristiky spotřebiče.

Toto řešení je o něco lepší, než předešlé, ale nemůžeme ho akceptovat jako přijatelné. V případě osazení pohonů do 100 kPa by opět nastal stav, kdy by se regulační ventily na spotřebičích nebyly schopny uzavřít. Je tedy nutné tyto soustavy řešit jiným způsobem.

Z obrázků 5 a 6 je zřejmé, že změnami průtoku dochází až k neuvěřitelně významnému ovlivňování jednotlivých spotřebičů navzájem, a to až do takové míry, že jednotlivé spotřebiče nejsou schopné být regulovány!

Pro nás ze všeho výše uvedeného plyne základní projekční pravidlo:

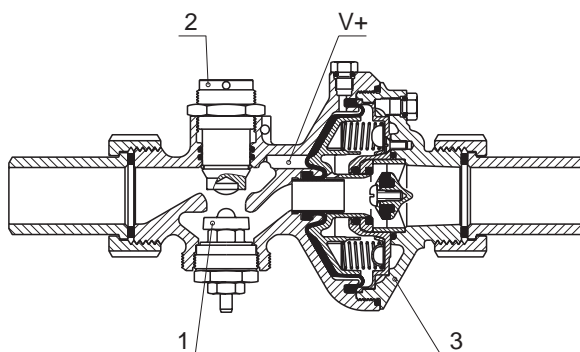
Stabilizace diferenčního tlaku v soustavě má být realizována co nejbližší ke spotřebiči, ideálně přímo na regulační armatuře.

Zabezpečíme-li tuto skutečnost, nebudou se nám navzájem ovlivňovat jednotlivé spotřebiče, tj. jejich regulační okruhy mohou pracovat v autonomních podmínkách vhodných k regulaci.

V praxi by bylo možné tento požadavek realizovat osazením regulátorů diferenčního tlaku na regulační okruhy spotřebičů, ale cena tohoto řešení by byla poměrně vysoká.

Nabízí se tedy daleko schůdnější cesta. Instalovat na spotřebiče (fancoily, podlahové konvektory, vzduchotechnické jednotky atd.) inteligentní 2-cestné regulační ventily KT 512.

Osazení těchto armatur umožňuje neosazovat soustavu vyvažovacími armaturami a regulátory diferenčního tlaku, a proto tato cesta představuje ekonomicky výhodné řešení.



Inteligentní 2-cestné regulační ventily KT 512 sdružují všechny potřebné vlastnosti na řešení výše uvedených provozních stavů:

- 1) integrovaný regulátor dif. tlaku (3) udržuje na kuželce regulačního ventilu (1) neustále konstantní hodnotu D_p (12, 20 nebo 40 kPa), což má za následek, že se jednotlivé spotřebiče nemohou vzájemně tlakově ovlivňovat a autorita regulace je trvale rovná 1. Nedochozí tedy k deformaci regulačních charakteristik spotřebiče.
- 2) Armatura má integrovaný dynamický omezovač maximálního průtoku, a tak není možné, aby v důsledku změn dispozičních tlaků docházelo k tomu, že některé spotřebiče mají nedostatečný průtok jako důsledek nadprůtoku v jiné části soustavy. Není tedy nutné používat vyvažovací ventily.
- 3) Udržování tlakové diference na hodnotách 12 nebo 20 kPa umožňuje použít výrazně slabší a tedy i levnější pohony na regulačních armaturách a současně zabraňuje provozním stavům, kdy v důsledku nárůstu tlakové ztráty na kuželce regulačního ventilu není ovládací pohon schopen zavřít.

Uvedená koncepce řešení soustav naplňuje představu soustav, kde:

- mohou být použity menší průměry potrubí, a tak **šetřit investiční náklady**
- osazená čerpadla jsou frekvenčně řízena a **šetří elektrickou energii**
- výkony spotřebičů jsou skutečně regulovány, a tak ve skutečnosti **dochází k úsporám energie**
- v důsledku schopnosti dynamicky regulovat maximální průtoky do spotřebičů není nutné používat vyvažovací ventily, čímž se **sníží investiční náklady**
- v důsledku stabilizace minimálních tlaků na regulačních kuželech je možné používat výrazně **levnější pohony ventilů**



Hydronic Systems

Modřanská 98
147 01 Praha 4

tel.: 244 466 792
fax.: 244 461 381

paha@hydronic.cz

Šámalova 78
615 00 Brno

tel.: 545 247 246
fax.: 545 247 519

brno@hydronic.cz

www.hydronic.cz