

Ing. Vladimír ZMRHAL, Ph.D.  
 Ing. Jiří KREPINDL\*  
 Ing. Michal DUŠKA  
 ČVUT v Praze, Fakulta strojní,  
 Ústav techniky prostředí  
 \*DAP-PROVMEX s.r.o.

# Technické aspekty projektování chladivových systémů

## Technical Aspects of Refrigerant Systems Design

Recenzent  
 Prof. Ing. František Drkal, CSc.

Chladivové klimatizační systémy představují pro investory, uživatele často nejjednodušší způsob úpravy tepelného komfortu v letním i zimním období. Jednoduché systémy lze instalovat a provozovat bez hlubších znalostí o jejich omezujících možnostech, pro složitější systémy jsou užitečné podrobnější informace. Článek stručně charakterizuje koncepci systémů a přináší některé poznatky, které čtenář nenajde v běžné dokumentaci výrobců.

**Klíčová slova:** klimatizace, chladivový klimatizační systém, split systém, multisplit systém

Cooling conditioning systems often represent the easiest way of thermal comfort treatment in summer and winter period for investors and users. Simple systems can be installed and operated without deeper knowledge of their limitations, systems that are more complicated would benefit from detailed information. The article briefly characterizes the systems' conception and brings some information, which cannot be found in ordinary producers' documentation.

**Key words:** air conditioning, refrigerant air conditioning system, split system, multisplit system

## ÚVOD

Jednou z možností úpravy stavu prostředí pro vytvoření tepelného komfortu osob jsou chladivové klimatizační systémy, které nacházejí stále širší uplatnění. Chladivové klimatizační systémy se využívají jak v rozsáhlých administrativních celcích, v průmyslu, nebo v obchodních objektech, tak mohou sloužit například pro klimatizaci rodinných domů, nebo bytů, a to bez vysokých nároků na vnitřní prostory budov. Při návrhu chladivových klimatizačních systémů je však nutné zohlednit celou řadu aspektů, které jsou důležité pro správnou funkci zařízení.

Výrobci chladivových systémů určují dimenze potrubí i omezení potrubní sítě a ve svých podkladech uvádí příslušné korekční údaje. Úkolem projektanta je pak na základě těchto omezení vybrat co nejvhodnější typ zařízení a jeho výkon.

## ROZDĚLENÍ CHLADIVOVÝCH SYSTÉMŮ

Split systém je jednozónový klimatizační systém, který je v nejjednodušší variantě tvořen jednou venkovní a jednou vnitřní jednotkou. Příspěvek se věnuje pouze zařízením s oddělenou venkovní a vnitřní jednotkou (zařízení split) a nezabývá se kompaktním chladicím zařízením typu okenní jednotky. Venkovní jednotka obsahuje kompresorové chladicí zařízení, výměník tepla (vzduch/chladivo) a ventilátor (zpravidla tří až čtyřrotáčkový). Hlavní součástí vnitřní jednotky je filtr cirkulačního vzduchu, ventilátor a výměník tepla (chladivo/vzduch). Chladivové klimatizační systémy slouží buď pro chlazení vzduchu v letním období, nebo mohou sloužit i pro vytápění v zimě. V takovém případě mluvíme o zařízení ve variantě tepelné čerpadlo. Pokročilé vícezónové systémy s tepelným čerpadlem umožňují současně některými vnitřními jednotkami vytápět a jinými chladit. Přívod venkovního vzduchu se u chladivových systémů řeší buď samostatným vyústěním upraveného vzduchu do místnosti, nebo lze některé vnitřní jednotky napojit přímo na přívod upraveného čerstvého vzduchu (do směšovací komory u mezistropních jednotek). Podle uspořádání se chladivové klimatizační systémy dělí do čtyř základních skupin:

- split systémy,
- multisplit systémy,
- VRV (VRF) (variable refrigerant volume) systémy (multisplit systémy s proměnným průtokem chladiva),
- přímé chlazení (venkovní jednotka je zdrojem chladu pro přímé výparníky centrálních klimatizačních jednotek).

Split systém je jednozónový klimatizační systém, který v nejjednodušší variantě je tvořen z jednou venkovní a jednou vnitřní jednotkou (chladicí výkon 2 až 7 kW). S rozbočením může v jedné teplotní zóně obsahovat až pět vnitřních jednotek. Multisplit systém představuje vícezónový systém, který je složen opět z jedné venkovní a až pěti vnitřních jednotek (výkony 4,5 až 11 kW). Každá vnitřní jednotka je s venkovní propojena samostatným chladivovým potrubím a může být řízena individuálně. VRV<sup>1)</sup> (VRF) systém je vícezónový systém s možností napojení většího počtu vnitřních jednotek (v současnosti výrobci udávají až 64 jednotek) a používá se pro větší chladicí výkony 14 až 50 kW. Venkovní jednotky pro přímé výparníky v centrálních jednotkách bývají běžně ve výkonech od 12 do 50 kW, pro rozsáhlejší aplikace pak může být výkon navýšen až na 160 kW.

*Poznámka*

<sup>1)</sup> VRV je obchodní značka výrobce chladivových systémů Daikin, který se vžil jako obecně používaný název pro vícezónové systémy s proměnným průtokem chladiva obdobného typu.

## HLAVNÍ OMEZENÍ PŘI VÝBĚRU SYSTÉMU

Základním omezením je počet vnitřních jednotek napojených na jednotlivé venkovní jednotky a prostorové nároky pro venkovní část. Při umístění venkovní jednotky by měly být dodrženy předepsané odstupy od stavebních konstrukcí a vzdálenosti mezi jednotlivými jednotkami. Rovněž umístění jednotky do míst s intenzivními větrnými podmínkami, nebo na černě natřené střeše, případně do nedostatečně provětrávaného prostoru nemusí být optimální. Vzdálenost vnitřní a venkovní jednotky musí být volena s ohledem na možnou délku potrubní sítě. Rovněž maximální výškový rozdíl mezi vnitřní a venkovní jednotkou a mezi vnitřními jednotkami musí být volen s ohledem na výkon zařízení. Dalším omezujícím faktorem jsou teplotní podmínky resp. rozsahy teplot pro práci vnitřních i venkovních jednotek.

Z hlediska požadavků na přesnost regulace je dnes již naprosto běžná plynulá regulace výkonu (řízení otáček kompresoru). U starších typů zařízení se lze ještě setkat s regulací dvoupolohovou – vypnuto / zapnuto.

V tab. 1 jsou uvedeny konkrétní hodnoty omezujících faktorů při výběru chladivových systémů. Uvedené hodnoty jsou pouze informativní a mohou se pro zařízení různých výrobců lišit. Navíc se dá předpokládat, že díky vývoji a technickému pokroku se budou tyto parametry neustále měnit.

Tab. 1 Hlavní omezení při výběru systému

Systém	Počet vnitřních jednotek	Délka potrubí	Výškový rozdíl	Rozsah teplot venkovního vzduchu	Rozsah teplot vnitřního vzduchu
Split	1	15 ~ 25 m 50 ~ 70 m	15 m	Vytápění: -15 (-20) °C až +15 °C	Vytápění: +15 °C až 30 °C
Split s rozbočkou (refnet)	4**	~50 m	15 m		
Multisplit	5	25 m	15 m	Chlazení: +5 (-15) °C až +47 °C	Chlazení: +16 °C až 28 °C
Multisplit s rozbočkou	9	~50 m	25 m		
VRV (VRF)	64	175 m (40 m)	90 m (15 m)		
Přímé chlazení	1	15 až 50 m	25 m	dtto pouze chlazení	dtto pouze chlazení

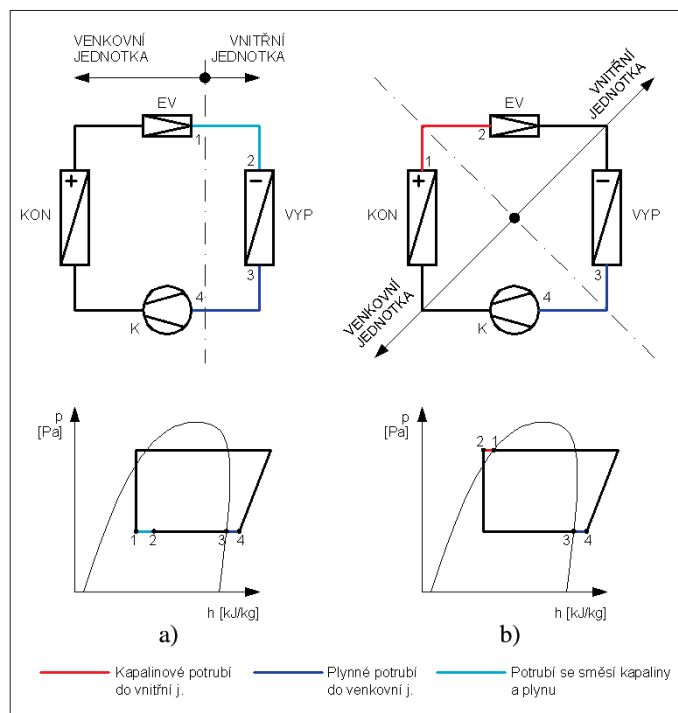
\*\* v rámci jedné teplotní zóny

### Rozdíly v umístění expanzního ventilu

Systémy split a multisplit mají expanzní ventil vč. příslušenství umístěný ve venkovní jednotce a kapalinové potrubí vede směs kapaliny a plynu o nízkém tlaku (obr. 1a). Naproti tomu přímé chlazení a VRV (VRF) systémy mají expanzní systém ve vnitřní jednotce, kapalinové potrubí pak vede kapalinu o vysokém tlaku (obr. 1b). Tato skutečnost ovlivňuje požadavky na kvalitu izolace přívodního potrubí k vnitřní jednotce.

Zatímco u systému VRV pokles teploty kapaliny o vysokém tlaku (a teplotě) v přívodním potrubí nemá velký vliv na funkci zařízení, vypařování chladiva o nízkém tlaku (a teplotě), ke kterému by mohlo docházet v přívodním potrubí systému SPLIT, významně ovlivní chladicí výkon vnitřní jednotky. Lze tedy konstatovat, že systémy SPLIT jsou více citlivé na kvalitu izolace.

Nevýhodou umístění expanzních ventilů do vnitřních jednotek je hlučnost expanzních ventilů při určitých provozních stavech, která bývá předmětem stížností uživatelů.



Obr. 1 Rozdíl v umístění expanzního ventilu

a) Split a Multisplit systémy, b) VRV (VRF) systémy a přímé chlazení (K – kompresor, EV – expanzní ventil, KON – kondenzátor, VYP – výparník)

### ASPEKTY PŘI PROJEKTOVÁNÍ

Chladivové systémy je nutné vnímat jako kompaktní chladivový okruh, jehož venkovní a vnitřní části se přímo ovlivňují. Teplotní poměry na vý-

parníku a kondenzátoru mají zásadní vliv na funkci celého systému. Tímto se chladivové systémy výrazně odlišují od vodních klimatizačních systémů, kde je chladivový okruh využíván pouze pro přípravu chladicí vody, jejíž parametry jsou udržovány v konstantních mezích. Zdroj chladu je tak oddělen od teplotních poměrů klimatizovaného prostoru. Tato skutečnost přináší určitá omezení použití chladivových systémů a je nutné na ně brát zřetel při návrhu systému.

### Teplota venkovního vzduchu a režim chlazení

S rostoucí venkovní teplotou se zvyšuje kondenzační tlak – zvyšuje se zatížení kompresoru a klesá chladicí faktor. V případě, že kondenzační tlak dosáhne horní meze, zmenšuje se odvod tepla z povrchu kondenzátoru do venkovního vzduchu a chladicí výkon klesá. Naopak čím je venkovní teplota nižší, kondenzační tlak klesá, s tím klesá i potřeba energie pro pohon kompresoru a stoupá chladicí faktor – zlepšuje se účinnost zařízení viz obr. 2a. Při extrémně nízké teplotě venkovního vzduchu však kondenzační tlak klesne natolik, že dojde k celkové změně parametrů chladicího okruhu, což společně s reakcí jisticích prvků vede až k výpadku chodu zařízení. Nejčastějším řešením u jednotek split je zařízení pro řízení otáček ventilátoru kondenzátoru, tedy řízením otáček je udržována vyšší teplota kondenzátoru.

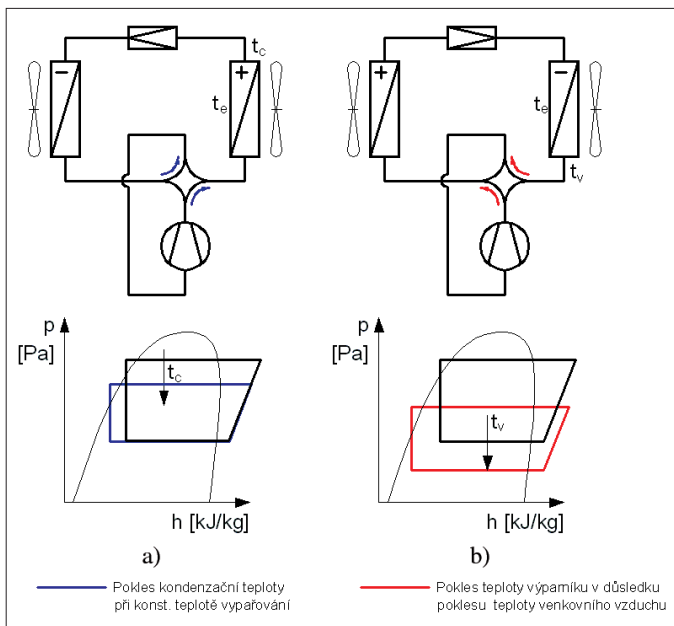
Z hlediska účinnosti zařízení je vhodné volit pro umístění venkovní jednotky chladnější místa jako např. severní fasády apod. Při projektování aplikací pro celoroční chlazení technologických zařízení (např. serveroven) je nutné se důsledně dotazovat výrobce na mezní (minimální) hodnotu venkovní teploty. U jednotek s řízením otáček ventilátoru kondenzátoru je nutné vhodným umístěním či opatřením vyloučit vliv větru!

### Teplota venkovního vzduchu a režim vytápění

Při poklesu teploty venkovního vzduchu nutně klesá i teplota na výparníku (která je zpravidla nižší než teplota venkovního vzduchu přibližně o 7 K) a tím dochází i k poklesu teploty kondenzační a snížení topného výkonu chladivového systému (obr. 2b). S poklesem teploty venkovního vzduchu pod +7 °C nastává nebezpečí kondenzace a namrzání vodních par obsažených ve venkovním vzduchu na výměníku venkovní jednotky (v režimu vytápění je to výparník). Odtávání se děje periodickou reverzací chladicího okruhu.

Na obr. 3 je znázorněn obecný časový průběh topného výkonu při chodu chladivového klimatizačního systému v režimu vytápění. V důsledku periodického odtávání dochází ke snižování topného výkonu zařízení až na nulovou hodnotu. Vliv tohoto jevu zohledňuje korekční faktor výkonu (obr. 4), který by měl každý výrobce uvádět ve svých katalogových listech. Z průběhu korekčního faktoru na obr.4 je zřejmé, že nejnižších výkonů je dosaženo při venkovní teplotě 0 °C. S dalším snižováním venkovní teploty korekční faktor opět narůstá (měrná vlhkost vzduchu se snižuje).

Z hlediska polohy venkovní jednotky je nutné volit taková umístění, kde bude zařízení jednak chráněno proti navátí sněhu a v druhé řadě je třeba brát ohled i na případný vznik namrzající zkondenzované vodní páry z venkovního vzduchu ve vaně pro odvod kondenzátu z venkovní jednotky. Kondenzát, který odtéká z venkovního výměníku při periodickém odtávání (defrost), následně může zamrznout v odvodním potrubí a vaně kondenzátu. Tento jev může vést k úplnému zamrznutí venkovní jednotky. V některých případech se vyplatí důsledně zhotovit odvod kondenzátu od venkovní jednotky s elektrickým vyhříváním. V době odtávání je topný výkon vnitřní jednotky nulový a jednotky je pak vhodné navrhovat s ohledem na periodické výpadky výkonu.



Obr. 2 Vliv venkovní teploty na chladivový okruh – zařízení s tepelným čerpadlem  
a) režim chlazení, b) režim vytápění

V některých aplikacích lze přívod čerstvého venkovního vzduchu realizovat přímo do vnitřní mezistropní („kanálové“) jednotky. Venkovní větrací vzduch bývá upravován celoročně na konstantní teplotu např. 16 °C a nízké teploty vzduchu se využívá v létě částečně i pro chlazení prostoru. Současná potřeba chlazení a vytápění různých částí objektu napojeného na jeden centrální větrací systém, však může v době odtávání způsobit problémy.

V případě, že je teplota větracího venkovního vzduchu nižší než teplota vzduchu v místnosti, je třeba zamezit přívodu vzduchu do vnitřní jednotky. Zbytečné vychlazování prostoru centrálně upraveným vzduchem by mohlo problém sníženého topného výkonu (vlivem odtávání) ještě prohloubit.

### Teplota vnitřního vzduchu a režim chlazení

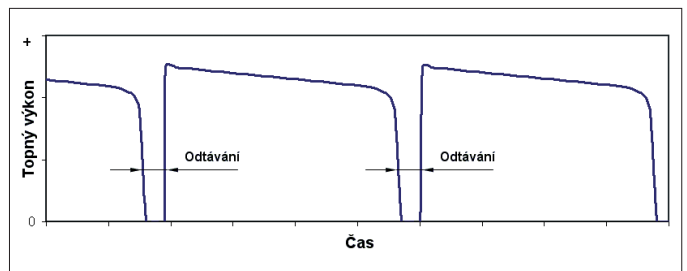
Vnitřní jednotky chladivových systémů jsou vybaveny regulačními mechanismy zamezující vzniku námrazy na výměníku. Vypařovací teplota chladiva se pohybuje kolem 5 až 7 °C. Na většině vnitřních jednotek nelze nastavit požadovanou teplotu prostoru nižší než +16 °C!

Běžná zařízení typu split nebo multisplit nejsou tedy vhodná pro nižší teploty vzduchu v prostoru např. chlazení vinných sklepů, nebo připraven některých potravin, kde je požadovaná teplota 10 °C. K takovému účelu je nutné použít speciální technologické chladicí zařízení.

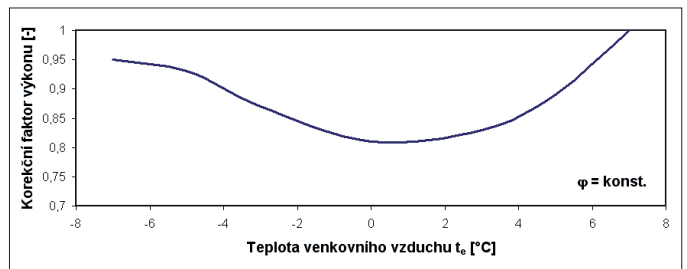
Čidlo vnitřní teploty je zpravidla umístěno na sání vnitřní jednotky a někdy rovněž na dálkovém ovladači, přičemž se přednostně bere teplotní údaj z čidla teploty na sání jednotky. U některých „kanálových“ jednotek bývá čidlo vnitřního vzduchu umístěno v sací komoře jednotky, kde dochází k míšení odváděného vzduchu se vzduchem čerstvým, což může regulovanou veličinu ovlivňovat.

### Teplota vnitřního vzduchu a režim vytápění

Teplota vzduchu na sání vnitřní jednotky by neměla poklesnout pod +15 °C. Pro mezistropní jednotky („kanálové“) s přívodem čerstvého vzduchu je potřeba uvažovat dostatečný směšovací poměr cirkulačního a čerstvého vzduchu tak, aby teplota na sání jednotky nebyla nižší než je požadovaná mez. U parapetních jednotek je vysoké riziko nasávání chladnějšího vzduchu od podlahy, zejména při náběhu systému po periodickém odtávání.



Obr. 3 Cyklus chodu chladivového klimatizačního zařízení v režimu vytápění



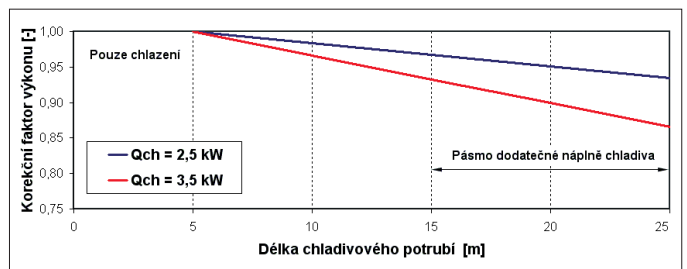
Obr. 4 Závislost korekčního faktoru topného výkonu na teplotě venkovního vzduchu (jednotka s tepelným čerpadlem) [3]

### VLIV DÉLKY POTRUBÍ NA VÝKON A FUNKCI SYSTÉMU

Průměry a předepsané délky kapalinového a plynového potrubí navržené výrobcem vycházejí z hydraulických výpočtů a zohledňují zejména:

- tlakovou ztrátu
- umožnění cirkulace olejové náplně v chladicím okruhu
- objem zásobníku a výměníku venkovní jednotky pro celkové množství chladiva v systému

Tlaková ztráta při dopravě chladiva způsobuje snížení skutečného kompresního poměru oproti teoretickému a vede ke zvýšení vypařovací teploty (obr. 6) s následným snížením výkonu zařízení.



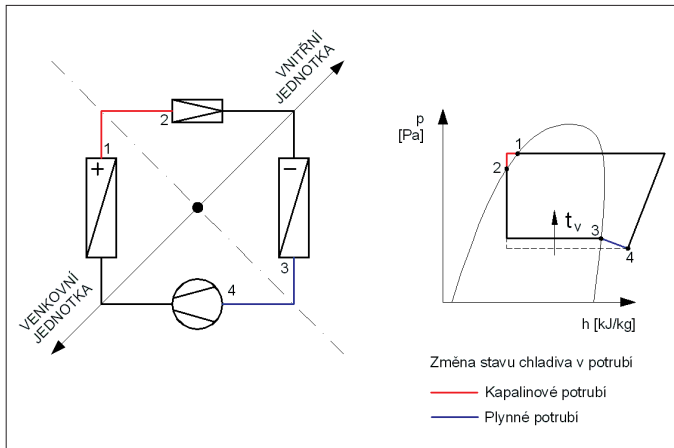
Obr. 5 Příklad poklesu chladicího výkonu zařízení SPLIT s rostoucí délkou chladivového potrubí

Výrobci chladivových systémů udávají korekce výkonu na délku potrubí (obr. 5) a výšku mezi vnitřní a venkovní jednotkou. U kondenzačních jednotek pro přímé chlazení v centrálních klimatizačních jednotkách je však výpočet nutno provést v rámci projektu. Dále je nutné zohlednit potřebné množství chladiva na základě délky potrubí.

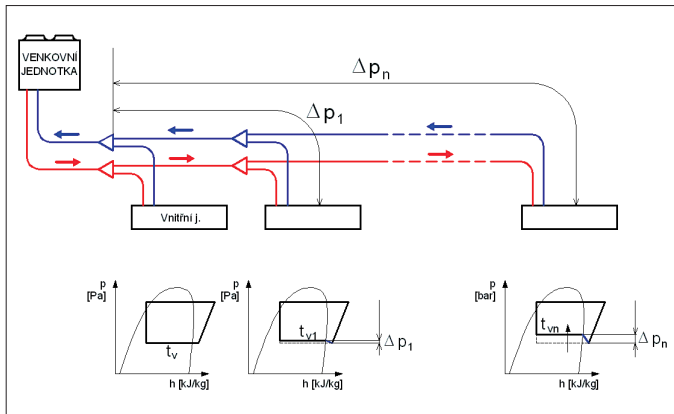
### Délky potrubí systému VRV (VRF)

Vzdálenost od první rozbočky po poslední vnitřní jednotku většina výrobců omezuje na 40 m.

Důvodem je rozdílný tlak chladicího média v jednotlivých výparnicích, v důsledku toho zvýšení výparné teploty ve vzdálených jednotkách (obr. 7). Regulační mechanismus vnitřní jednotky reaguje výrazným snížením chladicího výkonu. V režimu vytápění je vliv rozdílu mezi kondenzační



Obr. 6 Zvýšení vypařovací teploty v důsledku tlakové ztráty v potrubí



Obr. 7 Rozdíl v tlakových poměrech na vnitřních jednotkách VRV systému (režim chlazení)

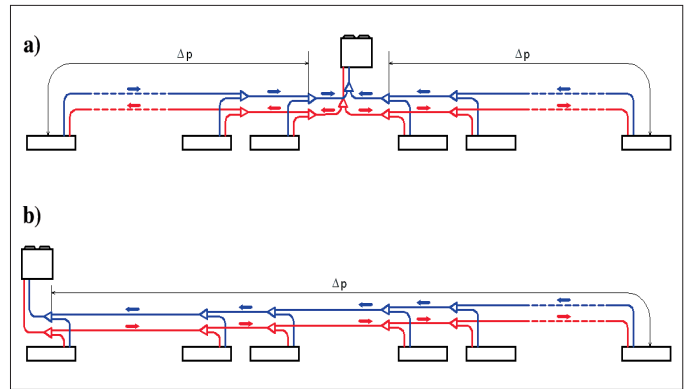
ními teplotami v jednotlivých vnitřních jednotkách na regulační mechanismus minimální.

Na obr. 7 je znázorněn nárůst teploty výparníku na druhé  $t_{v1}$  a poslední jednotce  $t_{vn}$  v důsledku nárůstu tlakových ztrát druhé  $\Delta p_1$  a poslední jednotky  $\Delta p_n$  vůči první jednotce.

Jako zajímavá a z hlediska rovnoměrnosti výparného tlaku ve vnitřních jednotkách se jeví výhodnější topologie zobrazená na obr. 8a) oproti standardnímu řešení znázorněnému na obr. 8b). Nestandardní řešení předpokládá rovnoměrné rozdělení chladiva do dvou větví. Rozdíl tlaku mezi první a poslední jednotkou v obou větvích je pak výrazně menší (v případě stejných délek přibližně poloviční) než u standardního řešení. Výrobci v obou případech předepisují omezení délky potrubí od první rozbočky po poslední jednotku! Z pohledu nepřekročení rozdílu tlaku mezi první a poslední jednotkou v případě a), by však první rozbočka na uvedenou skutečnost neměla mít teoreticky vliv; rozhodující je vzdálenost mezi rozbočkou vedoucí k první jednotce a poslední jednotkou.

**Volba zařízení dle energetické účinnosti – topný faktor COP vs. chladicí faktor EER**

Topný faktor COP (Coefficient of Performance), který se používá pro hodnocení zařízení pracující v zimním období, je vyjádřený poměrem topného výkonu zařízení ku energii přivedené (elektrické). Chladicí faktor EER (Energy Efficiency Ratio) je definován stejně a používá se pro hodnocení chladicích



Obr. 8 Různé topologie potrubních rozvodů

zařízení pracujících v létě v režimu chlazení [1]. Oba faktory tedy charakterizují dané klimatizační zařízení z hlediska energetické náročnosti. Klimatizační zařízení o vysoké hodnotě chladicího či topného faktoru pracují s velkou účinností z hlediska využití přiváděné energie a jsou tedy úspornější.

Vyhlaška, kterou se stanoví podrobnosti označování energetických spotřebičů energetickými štítky [2] se vztahuje na klimatizační jednotky určené pro domácnosti s chladicím výkonem menším než 12 kW. Klimatizační zařízení jsou zde rozdělena na zařízení chlazené vzduchem a vodou. Klimatizační jednotky chlazené vzduchem jsou rozděleny na:

1. Dělené a několikanásobně členěné jednotky
2. Blokové jednotky
3. Jednotky s jedním vzduchovodem

V tab. 2 jsou uvedena rozmezí číselných hodnot chladicího a topného faktoru a zařazení do konkrétní energetické třídy pro klimatizační jednotky chlazené vzduchem [2]. Každá energetická třída pak má svoje slovní vyjádření:

- A – velmi úsporná
- B – úsporná
- C – vyhovující
- D – nevhovující
- E – neúsporná
- F – velmi neúsporná
- G – mimořádně neúsporná

**Ostatní aspekty**

Zejména u rozsáhlých chladivových systémů je nutné uvažovat o vhodném přiřazení jednotlivých zón a místností k venkovním jednotkám. Zde hraje roli hledisko zastupitelnosti v případě výpadku zdroje (venkovní jednotky).

Tab. 2 Rozdělení chladivových klimatizačních systémů dle energetické účinnosti – chladicí a topný faktor dělených a několikanásobně členěných klimatizačních jednotek dle [2]

Energetická třída	Chladicí faktor	Topný faktor
A	3,2 < EER	3,6 < COP
B	3,2 ≥ EER > 3,0	3,6 ≥ COP > 3,4
C	3,0 ≥ EER > 2,8	3,4 ≥ COP > 3,2
D	2,8 ≥ EER > 2,6	3,2 ≥ COP > 2,8
E	2,6 ≥ EER > 2,4	2,8 ≥ COP > 2,6
F	2,4 ≥ EER > 2,2	2,6 ≥ COP > 2,4
G	2,2 ≥ EER	2,4 ≥ COP

Obr. 9 Energetický štítek klimatizačního zařízení [2]



V případě že chladivový systém neumožňuje současné chlazení a vytápění pak je nutné přiřadit k jedné venkovní jednotce takovou část objektu, kde lze předpokládat požadavek buď na chlazení, nebo na vytápění (zónování). Při návrhu rozsáhlejších systémů je pak účelné zvážit výhody a nevýhody mezi volbou většího zařízení nebo několika menšími.

Při umísťování venkovních jednotek je nutné zohlednit i hlukové parametry zařízení. Zvláště pak v případech, kdy jsou jednotky umístěny blízko obytné zóny je vhodné, v rámci projektu pro stavební povolení, zpracovat hlukovou studii.

### ZÁVĚR

Chladivové klimatizační systémy představují zajímavou alternativu k vodním chladicím systémům. Jejich návrh je však nutné provádět se zřetelem na vzájemné vazby venkovní a vnitřní části zařízení při různých provozních stavech. Jedná se o jevy, které například u vodních systémů nepředstavují tak závažný problém. Pro zajištění správné funkce chladivových systémů je nutné detailně znát a dodržet požadavky výrobce na umístění vnitřních a venkovních jednotek a především parametry potrubních rozvodů.

V rámci návrhu zařízení je vhodné vyžádat si od výrobce informace o chování zařízení při všech provozních i náběhových stavech a případné poklesy výkonu zařízení zohlednit při návrhu. Je nutné si uvědomit, že chladivové klimatizační systémy byly vyvinuty především pro komfortní chlazení pracujících s cirkulačním vzduchem. Jakékoli jiné použití chladivových klimatizačních systémů, jako např. pro technologické chlazení na nízké teploty (pod 16 °C), nebo primární úprava venkovního vzduchu při vytápění není možné.

Při projektování je také nutné velmi pečlivě zvážit použití chladivových systémů pro monovalentní vytápění, které může narazit na problémy při přerušovaném provozu, nebo při vytápění prostor na nekomfortní teploty

(vstupní haly, chodby), kdy vnitřní teploty klesají pod 15 °C. Samostatnou kapitolou je chování zařízení při odtávání namrzlého kondenzátu na venkovní jednotce (při vytápění a venkovní teplotě pod +7 °C), kdy po dobu odmrazování chladivový systém zcela přestává dodávat tepelný výkon.

Zařízení i tepelná stabilita místnosti musí být navržena tak, aby tyto cyklické výpadky, výrazně snižující celkový tepelný výkon zařízení, nepříznivě neovlivnily tepelnou pohodu ve vytápěném prostoru.

*Článek vznikl na základě přednášky Ing. Krepindla na semináři STP „Chladivové klimatizační systémy“ pořádaném OS 01 Klimatizace a větrání v roce 2007.*

### Seznam veličin

<i>COP</i>	topný faktor [-]
<i>EER</i>	chladicí faktor [-]
$t_e$	teplota venkovního vzduchu [°C]
$t_c$	teplota kondenzační [°C]
$t_v$	teplota vypařovací [°C]

### Použité zdroje:

- [1] Brož, K. Posuzování účinnosti a energetické náročnosti větracích a klimatizačních zařízení, chlazení a tepelných čerpadel v USA. *Vytápění, větrání, instalace*, 2005, roč.14, č.4, s. 194-194. ISSN 1210-1389.
- [2] Vyhláška č.442/2004 Sb., kterou se stanoví podrobnosti označování energetických spotřebičů energetickými štítky a zpracování technické dokumentace, jakož i minimální účinnost užití energie pro elektrické spotřebiče uváděné na trh.
- [3] Daikin Europe Extranet. Extranetové stránky firmy Daikin. Dostupné z: <<http://extranet.daikineurope.com>>.
- [4] Hviždala, J. Klimatizace pro kancelářské budovy VRF systémem City Multi. In Chladivové klimatizační systémy, *Sborník semináře*, Společnost pro techniku prostředí, 2007. ■