

Ing. Jaroslav WURM, CSc.,¹⁾
 Marek CZARCHORSKI¹⁾
 Prof. Ing. Karel HEMZAL, CSc.²⁾

Ekonomie použití odvlhčovacích zařízení v evropských podmínkách

Applying Humidity Control Equipment in European Environment

Recenzent
 Ing. Zdeněk Lerl

Provozní náklady komerčních a výrobních budov mohou být v mnohých případech nepříznivě ovlivněny rostoucími požadavky na větrání těchto zařízení. V takových případech použití pasivních (entalpickej výměníků) a aktivních (odvlhčovacích) desikačních systémů může redukovat energetické nároky u zařízení pro úpravu vzduchu (HVAC) a tak provozní náklady snížit. Pro některé klimatické oblasti Spojených Států a jejich strukturu cen energií se použití odvlhčovacích zařízení ukázalo jako výhodné. V této studii autoři rozšířili vyhodnocení kombinovaných zařízení pro podmínky střední Evropy. Ukázalo se, že zrovna tak jako pro případy Spojených Států, ekonomické vyhodnocení musí být řešeno případ od případu a pro každou hodinu celoročního provozu. Následující zpráva taková vyhodnocení popisuje.

Klíčová slova: pasivní (entalpickej) výměníky, aktivní desikační systémy (odvlhčovací)

For many commercial and industrial plants, maintaining required ventilation rates can result in a significant operating cost. Fortunately, passive (i.e. enthalpy exchangers) and active (dehumidifying) desiccant systems can be used to reduce the load on the HVAC equipment and reduce its operating costs. Considering current scenarios of energy costs, certain applications of these dehumidifier technologies were found to be economical in some areas of the U.S. and the respective climates. In this paper, authors expanded the evaluation to cover the relatively moderate climate of Central Europe. As in the U.S. situation the potential cost savings and return on investments had to be assessed individually for each application and solved on an hourly basis.

Key words: passive (enthalpy) exchangers, active desiccant systems (dehumidifying)

CELKOVÉ POSOUZENÍ TRHU

Pasivní a aktivní odvlhčovací výměníky citelného a latentního tepla, v našem případě entalpickej a odvlhčovací výměníky rotační, představují relativně mladé technologie skupiny HVAC. V období svého 40letého vývoje se však dokázala zařadit na solidní pozici na trhu. V současné době se o trh dělí 8 výrobců entalpickej rotorů (buď s povrchově nanesenou vrstvou desikačního materiálu anebo impregnovaným povrchem výměníkové struktury), a 5 výrobců obou technologií, tedy entalpickejch a odvlhčovacích rotorů a systémů. Tito výrobci representují Evropskou Unii, Spojené Státy, Japonsko a Indii. Jejich výrobní závody jsou však nyní v Číně, Koreji, Malajsii, Dubaji, Austrálii a Jižní Africe.

Objem výroby odvlhčovacích zařízení v minulých letech narůstal pomalu. Alespoň ve Spojených Státech, jak znázorňuje příklad na obr. 1, je podle posledních údajů vidět nárůst jejich použití teprve v roce 2003, přestože předpověď předpokládala daleko rychlejší nárůst hlavně v komerčním sektoru. Tento trend byl již v minulosti předvídan, bude to však ještě znamenat celkem velké úsilí výrobců nejen zlepšovat kvalitu výrobků, ale také vzdělávat architekty (projektanty) a inženýry a konečně využít možností těchto zařízení k prosazení jejich významné účasti na trhu.

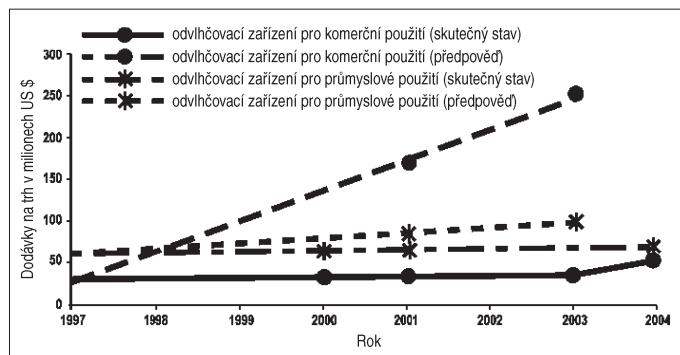
Býlo předpovídáno, že odbyt desikačních odvlhčovacích rotačních výměníků v komerčním sektoru poroste podstatně na úkor aktivních desikačních výměníků, které jsou používány u jednotek s čerstvým vzduchem.

Toto lze považovat za krok ke zvýšení použití desikačních odvlhčovacích zařízení na trhu Spojených Států a Evropy v nastávajícím období 3 až 5 let, [1].

Podobné tendence jako na obr. 1 se projevily na trhu Asie a Evropy. V absolutním měřítku se však uvádí, že tyto trhy předčily v posledním roce Spojené Státy přibližně o 20 % [1].

¹⁾ Gas Technology Institute GTI), Des Plaines, IL, USA, retired;

²⁾ ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav techniky prostředí

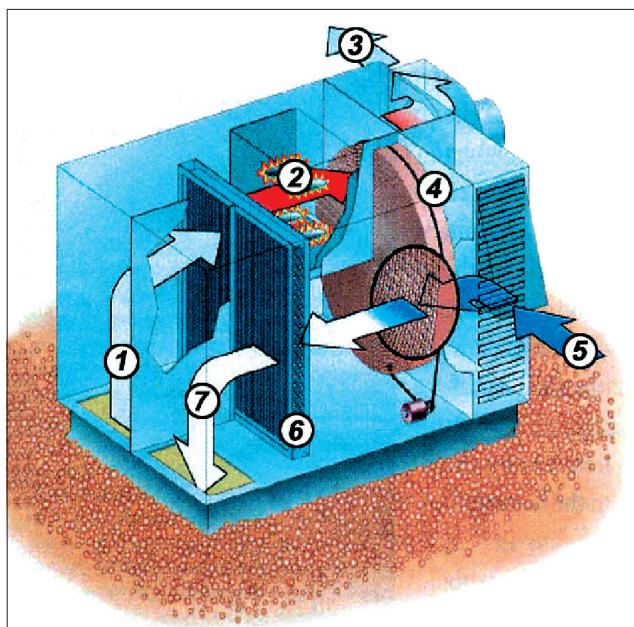


Obr. 1 Stav trhu odvlhčovacích zařízení v USA, (s výjimkou entalpickej rotačních výměníků)

Zčásti jiná je situace na trhu entalpickej výměníků, které ve skupině odvlhčovacích rekuperacních zařízení stále dominují (u koncového uživatele, nikoli výměníků jako takových). Odhaduje se, že v současné době se těchto regenerátorů vyrábí ve Spojených Státech o 20 % více, v Asii o 15 % a v Evropě o 30 % více než představuje objem výroby (v kusech) aktivních odvlhčovacích zařízení.

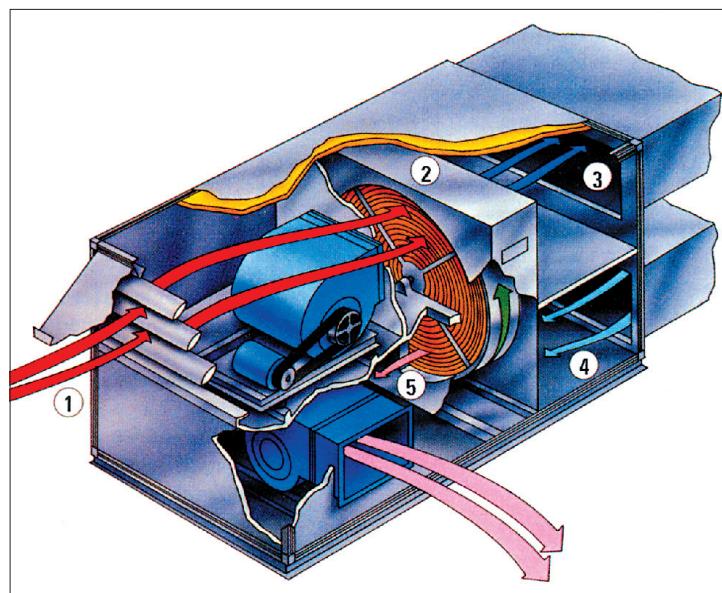
Podíváme-li se na tento trh z hlediska použití, situace je následující:

V průmyslových aplikacích, jako je použití při výrobě léčiv, plastů, elektroniky, v průmyslu potravinářském, chemickém, nájemném vyušovacím zařízení a vojenském zařízení, aktivní odvlhčování má silnou pozici. Pro **komerční použití** také existují ekonomicky výhodné aplikace aktivního odvlhčování. Lze je tak vyhodnotit zvlášť pro případy, kdy se pohoda prostředí, zlepšení zdravotních podmínek a zvýšené produktivity dá dosáhnout aktivními zařízeními, která se dají reaktivovat už při 60 °C, např. odpadním teplem (obr. 2). V případě přímé reaktivace, např. zemním plynem, je třeba najít situaci, kdy cena elektřiny (pro odvlhčování tradičním způsobem) značně převyšuje cenu plynu (či alternativního zdroje tepla). Přes tyto případy, pasivní systémy (obr. 3) dominují v komerčních instalacích, i když jejich kapacita pro odvlhčení je daleko menší než je pravidlem pro systémy aktivní (viz přehled v Tab. 1).



Obr. 2 Aktivní odvlhčovací zařízení ve větracím zapojení pro větrání

1. Vnitřní vzduch pro reaktivaci rotoru
2. Teplota přiváděná pro reaktivaci
3. Odváděný teplý a vlhký vnitřní vzduch
4. Odvlhčovací rotační výměník
5. Přiváděný vlhký vnější vzduch
6. Docházavací výměník tepla
7. Suchý a chladný vnější vzduch přiváděný do prostoru



Obr. 3 Pasivní odvlhčovací zařízení v normálním zapojení pro větrání

- (Entalpicí rotor zde používá relativně sušší a chladnější vnitřní vzduch pro reaktivaci a následné předchlazení a odvlhčení vnějšího vzduchu přiváděného do prostoru. Struktura rotoru připomíná plástev navinutou či expandovanou z plastové, kovové či skelné vláknité folie navržené pro účinný přestup tepla a hmoty).
1. Teplý a vlhký vnější vzduch větrací
 2. Pasivní (entalpicí) rotor, (přijímá část citelného tepla a odvlhčuje větrací vzduch)
 3. Větrací vzduch po výstupu z rotoru
 4. Relativně sušší a chladnější vzduch odváděný z prostoru (než vzduch vnější), (přiváděn pro reaktivaci rotoru)
 5. Vnitřní vzduch po nasycení teplem a vlhkostí z pasivního rotoru odchází mimo budovu.

POROVNÁNÍ PROVOZU AKTIVNÍCH A PASIVNÍCH SYSTÉMŮ

V tomto pojednání autoři předpokládají, že čtenář je buď dostatečně obeznámen s provozem a podmínkami diskutovaných systémů, nebo se s nimi může seznámit např. v [2 a 3].

Přesto zde alespoň ve velmi zkrácené formě (jako dodatek k Tab. 1) uvádíme provozní charakteristiky obou systémů k porovnání jejich zvláštností, důležitých pro chápání rozdílů v použití těchto zařízení:

- Nejdůležitější výhodou aktivních systémů** je jejich schopnost vzduch odvlhčovat kontinuálně za každých klimatických poměrů bez ohledu na vlhkost odváděného vzduchu. Navíc mohou být reaktivována vnějším vzduchem namísto odváděného vzduchu, dovolují tedy použití ve více alternativách (např. větrací či recirkulační oběh), protože odváděný vzduch se nemusí přivádět zpět do jednotky. V některých případech není nutné přivádět odváděný vzduch k jednotce. Na druhé straně je nutné připomenout, že tyto jednotky vždy potřebují přivádět tepelnou energii pro reaktivaci rotačních výměníků.
- Pasivní systémy** nemohou konkurovat aktivním v množství odváděné vlhkosti, které zde závisí na vlhkosti odváděného vzduchu. Odvádějí však vlhkost adiabaticky, čili nepotřebují energii na reaktivaci provozu. Jejich provozní náklady jsou tedy minimální, hodinové provozní náklady jsou podstatně nižší než u aktivních výměníků.

Výzkumný Ústav Plynárenských Technologií (The Gas Technology Institute na předměstí Chicaga), s podporou plynárenských společností v USA, v nedávné době rozsáhle vyhodnotil použití rotačních odvlhčovacích zařízení pro různé aplikace na trhu Spojených Států. Hlavním důvodem této studie bylo zjistit relativní výhodnost aktivních a pasivních odvlhčovacích zařízení v porovnání s použitím tradičního klimatizačního zařízení v podmírkách Spojených Států. Detailní popis výsledků pro jeden příklad této výhodnocení, tj. pro typický maloobchod na Floridě, lze nalézt v [4 a 5]. V porovnání pro podobnou aplikaci komerční

Tab. 1 Porovnání pasivních a aktivních systémů odvlhčování

(zkrácené porovnání výhod a nevýhod provozu pasivních a aktivních odvlhčovacích rotačních výměníků)

Pasivní systémy

Výhody

1. Šetří citelnou a latentní tepelnou energii
2. Snižují náklady na zvlhčování vzduchu v zimě
3. Snižují chladicí zátěž v létě
4. Nepotřebují energii na reaktivaci

Nevýhody

1. Odváděný vzduch musí být přiváděn k místu přívodu čerstvého vzduchu.
2. Odváděný vzduch musí být zbaven jakékoli mastnoty.
3. K odvlhčení dochází jedině v případě, že odváděný vzduch je sušší než vzduch přiváděný (rozhoduje měrná vlhkost x).
4. Odvlhčení přestává při zpomalení rotoru na minimální otáčky nastavené tak, aby nedošlo k přehřátí prostoru. To může nastat až stovky hodin ročního provozu, kdy venkovní teplota je nad 24 °C.

Aktivní systémy

Výhody

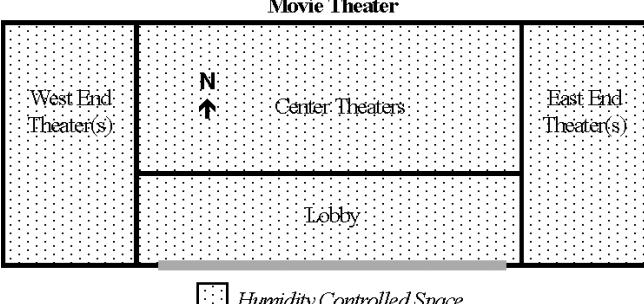
- I. Dovolují regulovat vnitřní vlhkost bez ohledu na vnější podmínky.
- II. Snižují náklady na el. energii pro odvlhčování a chlazení větracího vzduchu.
- III. Omezují kondenzaci a růst plísni ve vzduchovodech.
- IV. Zlepšují účinnost chladicího zařízení, které může pracovat s vyšší vypařovací teplotou a odpovídajícím vyšším chladicím faktorem.
- V. Umožňují uvažovat použití alternativních chladicích metod pro klimatizaci.
- VI. Zmenšují velikost centrální jednotky včetně zařízení pro rozvod vzduchu a vzduchovodů.

Nevýhody

1. Vyšší kapitálový náklad v porovnání s AC jednotkami bez kontroly vlhkosti.
2. Ekonomická výhodnost je obvykle omezená na velké budovy s centrální klimatizací.
3. Výhodné hlavně v případech, kdy náklady na reaktivaci jsou nižší než náklady na chlazení (např. při použití relativně levného přírodního plynu v porovnání s elektřinou).

Rozvrh provozu klimatizace		
	Základní	Alternativní
Teplota chlazení/mimo provoz	24/37 °C	24/37 °C
Teplota vytápění/mimo provoz	21/18 °C	21/18 °C
Max. vlhkost	60 %	60 %
Min. vlhkost	30 %	30 %

Vnitřní zatížení a větrání		
Obsazení	2,23 m ² /osobu	
Osvětlení	10,8 W/m ²	
Ostatní elektrické	21,5 W/m ²	
Infiltrace	0,1 výměny vzduchu/h	
Větrání na osobu	25 m ³ /h	



Obr. 4 Specifikace pro objekt s komplexem biografů, s aplikací základní nástřešní jednotky klimatizace, vytápění a větrání

instalace v podmínkách střední Evropy byly zjištěné výhody pouze minimální. Z toho důvodu autoři navrhli další aplikace k podobnému využití, tj. jednak budovu jednopodlažní s komplexem biografů, dále pak velkou více-poschoďovou. Tato využití je včetně popisu budov a zařízení jsou součástí dalšího textu.

EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ

Aby bylo možné zhodnotit ekonomický potenciál aktivních (s odvlhčovacím rotorem) a pasivních (s entalpickým rotorem) odvlhčovacích koncepcí, byla analyzována energetická spotřeba a provozní náklady na klimatizaci pro tři typy systémů ve dvou aplikacích v porovnání s nimi odpovídajícími tradičními systémy. Zvolenou lokalitou s odpovídajícími hodinovými podmínkami klimatu a cen energií bylo hlavní město ČR Praha, tj. 51° severní šířky a 14,21° východní délky.

Údaje zvolených aplikací

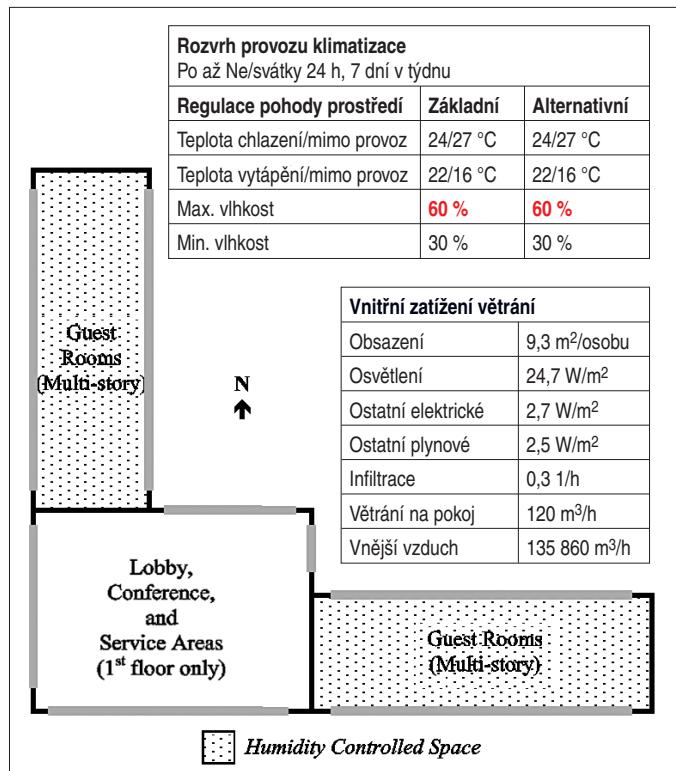
Technická specifikace pro vyhodnocení byla následující:

I. MÍSTNÍ NÁVRHOVÉ PODMÍNKY

Dva stavy letního zatížení při shodné hodnotě tepelného obsahu:
Letní návrhové zatížení suchý teplomér/průměrný současný vlhký teplomér: 27 °C/18 °C, absolutní vlhkost 9,2 g/kg, h = 51 kJ/kg s.v.
Letní návrhové zatížení rosný bod/průměrný současný suchý teplomér: 17 °C/21 °C, absolutní vlhkost 14,2 g/kg, h = 51 kJ/kg s.v.
Zima 99,6 % relativní vlhkosti, suchý teplomér: -16 °C.

II. PRVNÍ PŘÍPAD – KOMPLEX BIOGRAFŮ

Konstrukce: jednopošodková bez podsklení na betonovém základě, typická pro komplex biografů, s 8 % zasklením stěn, 0° severní orientaci, a 7,5 m výškou stropu. Regulace a nastavení pohody prostředí, jednotlivé programy nastavení, vnitřní tepelné zatížení a větrání byly určeny pro 4 460 m² plochy podlaží. Stavební materiál:



Obr. 5 Specifikace pro aplikaci ve velkém hotelu se základním centrálním turbokompresevovým chladičem vody

Stěny – 10 cm cihla + 6,4 cm isolace R-7,5 *) viz. poznámka

Okna – dvojitě sklo stínené

Střecha – překližka + 15 cm isolace R-19, tmavá

Ostatní – viz obr. 4

Poznámka:

Veličina R je tepelný odpor stěny: $R = A (T_{hi} - T_{lo}) / Q$. Kde A je plocha stěny,

T_{hi} vyšší teplota stěny a T_{lo} nižší teplota stěny, Q je tepelný tok.

Převod: [sqft.deg F/(Btu/hr)] / 5,68 = [m²K/W].

Porovnávací klimatizační systém „přímé expanze“, (DX) zvolen s následující sestavou:

Nástřešní jednotka s přímou expanzí, s konstantním průtokem vzduchu a s účinnostním parametrem „10EER“, je dimenzovaná na 120 % návrhového chladičího výkonu podle ASHRAE. Systém má tepelný ekonomizér, je bez rekuperace tepla z odváděného vzduchu. Přímé chlazení nebylo uvázeno, pro vytápění a dohřívání pro regulaci vlhkosti byl použit zemní plyn. Pro vlhčení byl použit zvlhčovač na zemní plyn. Chladicí zařízení neinstalováno.

III. DRUHÁ APLIKACE – VÍCEPODLAŽNÍ HOTEL

Konstrukce: 6poschoďová budova se 40% zasklením stěn, 0° severní orientaci a výškou stropů 3 m. Recepce a společenské místnosti jsou v přízemí. Pokoje pro hosty jsou v patrech. Regulace a nastavení parametrů pohody prostředí, jednotlivé programy nastavení, vnitřní tepelné zatížení a intenzita větrání byly určeny pro 19 530 m² pokojové plochy. Stavební materiál:

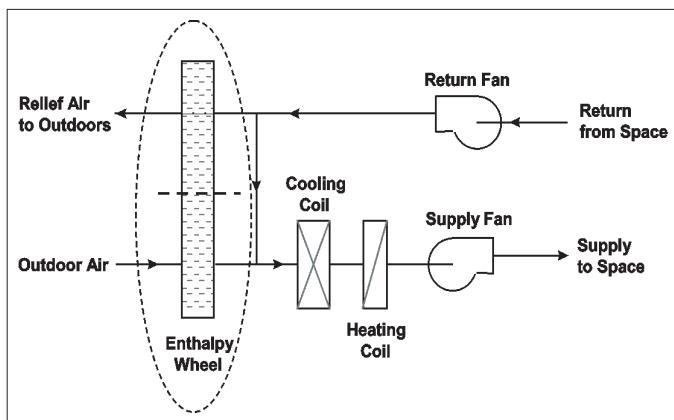
Stěny – 25 cm beton (vysoká hmotnost) + 7,5 cm isolace R-10

Okna – dvojitě zasklená, zabarvená

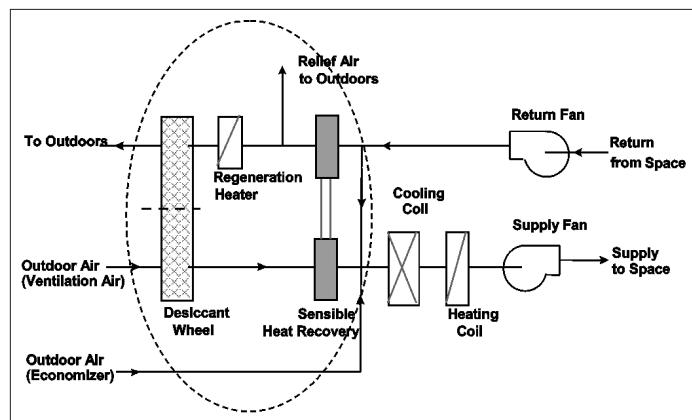
Střecha – 15,25 cm beton (nízká hmotnost) + 14 cm isolace R-17, tmavá

Celková podlahová plocha – 27 900 m²

Ostatní – viz. obr. 5.



Obr. 6 Schéma systému s dohlíváním a entalpicí regenerací (DX + Enth.)



Obr. 7 Schéma systému s dohlíváním, odvlhčovacím rotem a rekuperací citelného tepla výměníky tepla propojenými kapalinovým okruhem (DX + Des./Sens.)

Porovnávací klimatizační systém zvolen s následující specifikací:

Centrální, vodu chlazený systém se vzduchovým rozvodem s konstantním průtokem klimatizovaného vzduchu. Vodou chlazené jednotky sestávaly ze dvou chladicích turbokomprezorů s regulací vstupními lopatkami, s účinností 0,68 kW/RT (0,193 kW/kW), navržené na 120 % návrhové chladicí kapacity podle ASHRAE. Ekonomizer a rekuperace tepla z odcházejícího vzduchu nebyly použity, stejně tak jako možnost přímého chlazení. Chladicí věž byla vybavena ventilátorem s konstantní rychlosťí a teplotou regulovanou na 29,5 °C. Zvlhčovač používal zemní plyn. Chladicí zařízení neinstalováno.

Účinnost a charakteristiky provozu dvou alternativních zařízení pro regulaci vlhkosti (latentního ale i citelného tepla) bylo porovnán se standardní přímou expanzní (DX) střešní jednotkou se zpětným ohřevem v případě komplexu biografů a standardním turbo-komprezorovým chladicím pro hotel, které jsou popsány výše.

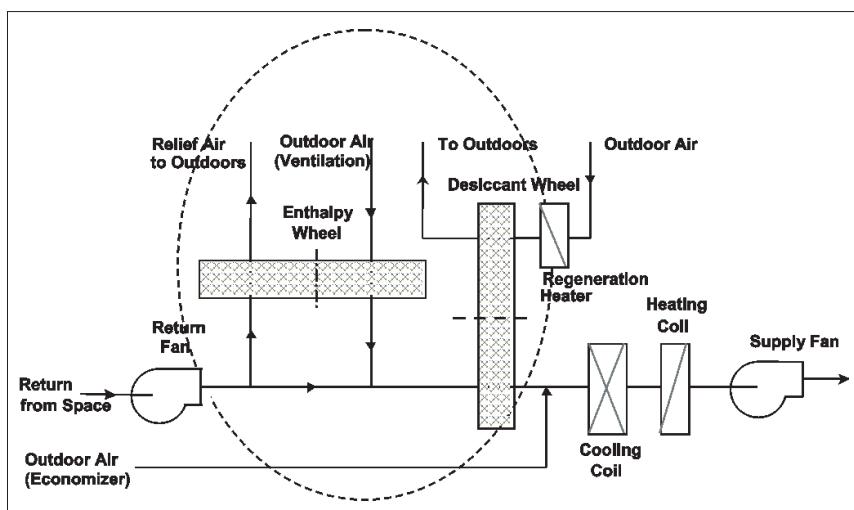
Vyhodnocení je pro aplikace popsané v předcházející části, tj. pro případ komplexu biografů a vícepodlažního hotelu, oba v pražské oblasti.

Popis vyhodnocovaných systémů

Vyhodnocované alternativní systémy s aktivním a pasivními komponenty, které přispívají významně ke kontrole vlhkosti a účinnosti celkového klimatizačního zařízení, jsou schematicky znázorněny na obr. 6, 7 a 8. Regulace těchto zařízení byla nastavena tak, aby maximální relativní vlhkost v objektu nepřesáhla 60 %.

Základním úkolem studie bylo určení velikosti či výkonnosti zařízení vzhledem ke zvolené aplikaci. Pro tento úkol byla zvolena metoda stanovená ASHRAE. Pro objekt komplexu kin a udržení nastavených hodnot termostatu byla velikost referenčního systému DX (a plynového vytápění) stanovena na 619 kW chladicího výkonu a na 1 260 kW otopného výkonu.

Zde je třeba zdůraznit, že se tyto výkony snižují pro varianty s instalací entalpicích či odvlhčovacích komponentů (obr. 9 a 10). Tato důležitá výhoda se projeví proto, že DX část systému v takovém případě obstarává hlavně citelnou část tepla, zatímco latentní zatížení přebírají rotační výměníky. Otopný výkon se podobně sníží díky částečné rekuperaci a hlavně eliminací ohřívání vzduchu po tradičním odvlhčení. Co napomáhá zmenšení velikosti základního systému je také téměř kontinuální provoz odvlhčovacích přídavných zařízení.



Obr. 8 Schéma systému s odvlhčováním rotem a předchlazovacím rotačním entalpicím výměníkem pro odpadní vzduch (DX + Des./Enth.)

Podobně se postupovalo v případě hotelové aplikace. Zde byla velikost tradičního zařízení vyhodnocena na 1 460 kW chladicího výkonu a 3 116 kW otopného výkonu.

Zrovna tak jako v předcházejícím případě použití alternativní kombinace s pasivními či aktivními odvlhčovacími komponenty umožňuje zmenšení a tedy snížení kapitálového nákladu základního klimatizačního zařízení (obr. 11).

Provozní výhody

Energetické požadavky a provozní náklady byly počítány simulačním programem, jehož základem je kód DOE 2 e. Vstupní informace jako technické specifikace budovy a zařízení, klimatické podmínky, ceny energií, druh a rozvrh provozu byly výše popsány. Výstupní data zahrnují hodinový průběh nároků na energii, provozní náklady a údaje o dodržení podmínek v objektu.

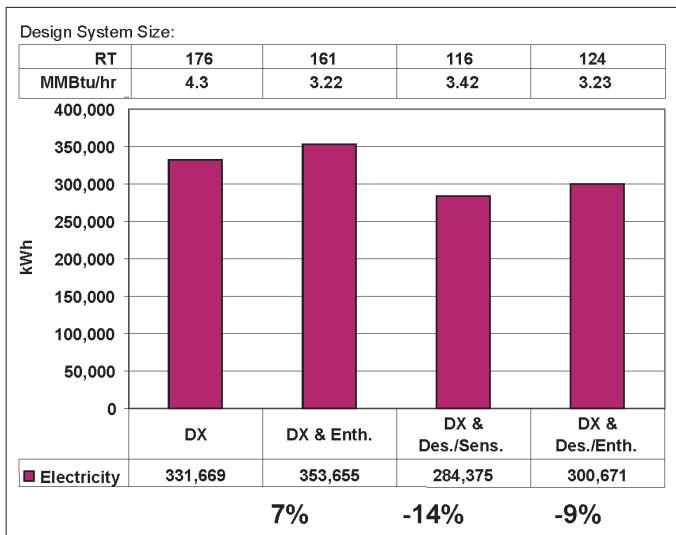
Konečné výsledky jsou uvedeny na obr. 9, 10 a 11 pro komplex kin, a na obr. 12, 13 a 14 pro vícepodlažní hotel.

Tyto obr. 9 až 14 ukazují na důležitý úsporný potenciál kombinovaných klimatizačních zařízení s použitím odvlhčovacích komponentů. Pro vyhodnocovaný areál komplexu kin byla zjištěna úspora provozních nákladů v rozsahu 12 až 20 %, zatímco pro hotel přibližně 10 % pro všechny tři varianty.

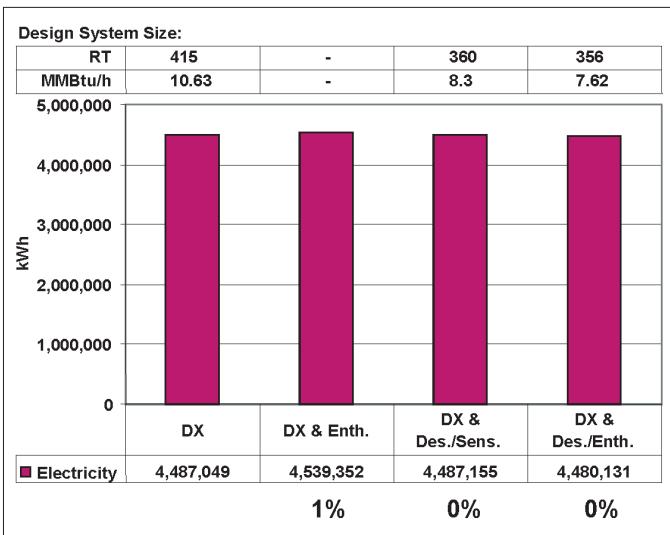
Při posouzení potenciálu tří variant je pak nutné nepřehlédnout, že:

- Jde o aplikace s relativně nízkou latentní zátěží.

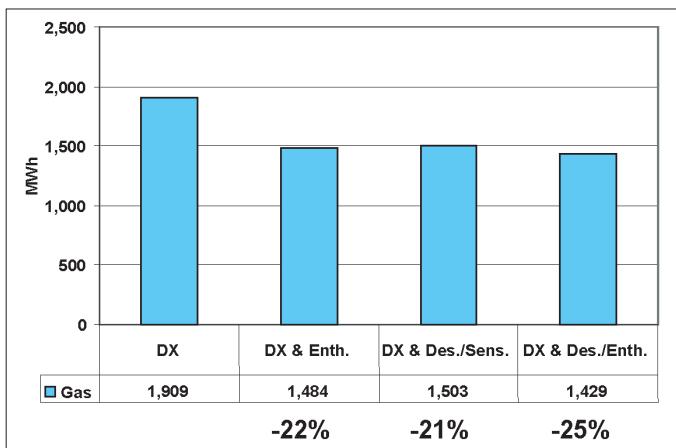
Klimatizace – ekonomie odvlhčování



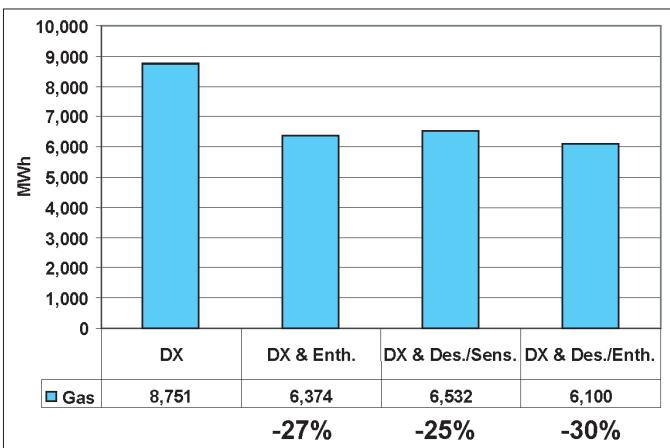
Obr. 9 Roční spotřeba elektrické energie pro budovu komplexu kin o rozloze 4 460 m², Praha



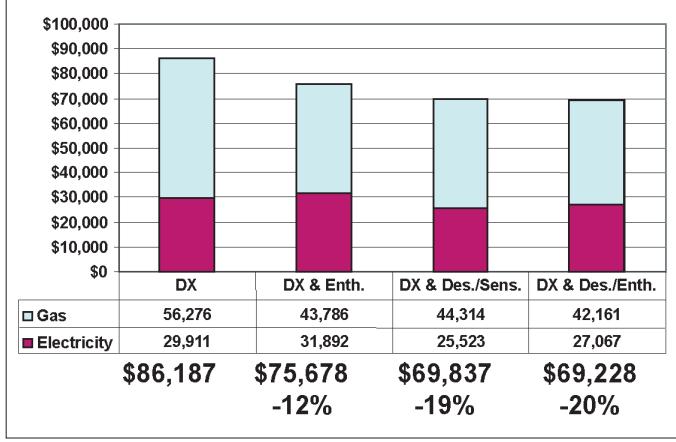
Obr. 12 Roční spotřeba elektrické energie pro budovu vícepochodového hotelu o rozloze 27 900 m², Praha



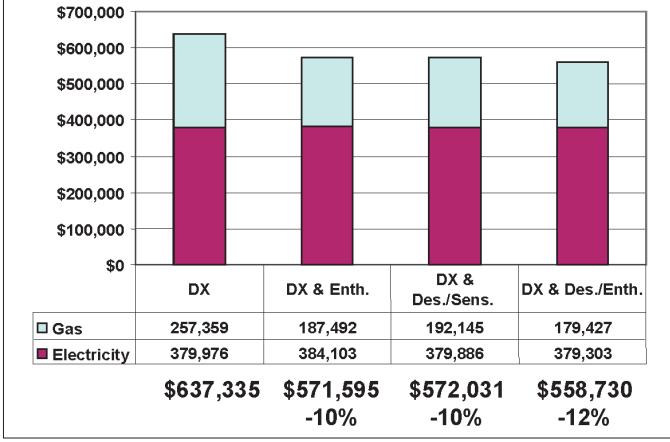
Obr. 10 Roční spotřeba plynu pro budovu komplexu kin o rozloze 4 460 m², Praha



Obr. 13 Roční spotřeba plynu pro budovu vícepochodového hotelu o rozloze 27 900 m², Praha



Obr. 11 Roční provozní náklad pro budovu komplexu kin o rozloze 4 460 m², Praha



Obr. 14 Roční provozní náklady pro budovu vícepochodového hotelu o rozloze 27 900 m², Praha Přepočty: chladicí výkon RT . 3,156 = kW; otopný výkon MM Btu/h . 293 = kW

- Důsledkem toho, zvlášť v případě hotelu, je důležité, že úspora při použití entalpickej rekuperace je výrazná a téměř stejná s variacemi ostatními.

S přihlédnutím na redukci základního zatížení je pak tato alternativa nejméně kapitálově náročná. Jiné posouzení by však přicházelo v úvahu v případě, kdy by bylo požadováno hlubší odvlhčení.

Z hlediska pohody prostředí je nutné dodat, že v tomto případě všechny čtyři alternativy zabezpečily požadované odvlhčení pod 60 %.

ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ

Většina studií aplikací pasivních a aktivních odvlhčovacích zařízení vede k závěru, že výsledky nelze generalizovat a že je tedy nutné vy-

hodnocovat systémy a jejich aplikace případ od případu. Bylo též zjištěno, že vyhodnocení musí být hodinové, aby detailně zobrazilo změny klimatu a cen energií během roku. Jakékoli zjednodušení s časovým uvážením průměrných hodnot vede jen k aplikaci, která nesplní očekávaná ekonomická zvýhodnění.

Popsaná vyhodnocení jsou v souladu s trendem trhu v Evropě. Vyplývá to z výsledků, které ukazují, že je možné najít komerční uplatnění odvlhčovacích technologií i pro případy jen mírně zvýhodněné ceny plynu vůči elektřině a lokalitě s mírným problémem vlhkosti. Je také patrné, že v takových případech, kdy není požadováno hluboké odvlhčení, kombinace s pasivními systémy zajistí pohodu prostředí stejně dobře jako mnohem nákladnější alternativy se zařízením aktivního odvlhčení.

Je také nutné si uvědomit, že počítačové programy umožňující popsaná vyhodnocení existují a je možno je opatřit za rozumnou cenu. Zrovna tak je možné si opatřit programy zjednodušené, které slouží velmi dobře k uvedení do problematiky vyhodnocování systémů a do určité míry jako návod ke konečnému vyhodnocení.

Shrneme-li, za jakých okolností lze obvykle nalézt možnost efektivního použití jak pasivních, tak i aktivních odvlhčovacích zařízení diskutovaného typu, shrneme tím také základní problémy aplikací takových zařízení.

Tyto okolnosti jsou následující:

- provozní čas by měl být co nejdélší, nejlépe provoz kontinuální,
- aplikace vyžaduje velké průtoky čerstvého větracího vzduchu,
- venkovní vlhkost by měla být vysoká nebo požadovaná vnitřní vlhkost nízká,
- využití odpadního tepla nebo energie o nízké ceně jsou důležité,
- poměr ceny elektřiny k plynu je vysoký, např. tří a vyšší.

Použité zdroje:

- [1] Private communication with D. Pahwa, President, Desiccant Rotors International, India, Jan. – April 2005, Feb & June 2006;
- [2] Wurm, J., Kosar, D., Clemens, T.: "Solid Desiccant Technology Review"; Bulletin of the IIR, issue No. 2002-3, Vol. 82,
- [3] Harriman, L.G., Czachorski, M., Wurm, J.: "Improving the Ventilation Process", Plant Services, February 2001
- [4] Czachorski, M.: "Case Study of Desiccant and Enthalpy Wheel Application", Paper presented at the 1999 ASHRAE Winter Meeting, Chicago, IL, January 25, 1999
- [5] Wurm, J., Czachorski, M.: "Improving the Economy of Ventilation in Commercial Buildings", VVI Magazine, No. 3, June 2004, Vol. 13, Published (in Czech) by the Society for Environmental Technology (Společnost STP), Novotneho lavka 5, 116 68 Prague 1, Czech Republic. ■

* Smutné dědictví R 22

V roce 2009 zmizí z trhu chladivo R 22. Přitom třeba si však uvědomit, že i po roce 2010 může být dále používáno recyklované R 22.

Jaký následek má konec R 22? V průmyslu a živnostech byla již před řadou let zahájena náhrada především R 134A pro běžné chlazení a R 404A pro hluboké chlazení. V chladírenském průmyslu je velkoplošně nasazeno a etablováno R 22. Proto byly hledány alternativy a nalezly se v nízkotlaké oblasti u R 134A, nebo přírodní chladivo čpavek (R 717) a oxid uhličitý (R 744). Náhrada je ale u čpavku obtížně realizovatelná a ojedinělá, pokud nejsou do zařízení zabudovány materiály odolné proti čpavku.

V klimatizaci je zatím situace poněkud nejasná. Zde se prosadilo u nových zařízení chladivo R 410A, výjimečně se objevují zařízení s R 407C. Stacionární chladicí zařízení pro klimatizační centrály jsou vyráběny s R 134A. Jako alternativa přichází v úvahu i chladivo R 723, což je směs 60 % čpavku a 40 % dimetyltertu. Řada pilotních projektů, zejména v oblasti velkého chlazení, vychází z vynikajících vlastností R 723 pro jeho vysoký objemový chladicí výkon a nízké tlaky. Nevhodou je zde, jak bylo řečeno, čpavek ve směsi.

Tab. 1 Účinky chladiv (zdroj: eurammon)

	GWP*	ODP**
Čpavek (R 717)	0	0
Oxid uhličitý	1	0
Uhlovodíky (R 290/R 600a/R 1270)	3	0
CFC (např. R 12, R 502)	4680 až 10720	1
HCFC (např. R 22)	76 až 2270	0,02 až 0,06
HFC (např. R 134A, R 404A, R 407C)	122 až 14310	0

* globální oteplovací potenciál

** potenciál rozkladu ozónu

* Plastová autoskla pro nižší spotřebu a emise

Polykarbonátové prosklení Exatec® 900 společnosti Exatec, společného podniku Bayer MaterialScience a GE Advanced Materials, splnilo i s výjimkou čelních skel podmínky Federal Motor Vehicle Safety Standard (stejně jako na lepená skla) k nasazení a provozu v USA.

Pevný a čirý polykarbonát (PC), známý jako materiál na CD a DVD, se na autoskla úspěšně prosazuje spíše v Evropě. Je užit na zadní skla vozů Smart Fortwo a Smart Roadster Coupé, na boční a střešní skla Smart Forfour, na zadní sklo Mercedes C Coupé a lamelová střešní okna Mercedes tříd A a B. Na reflektorová skla se užívá již 15 let a ve větší šíři.

Plastová skla nabízí vyšší volnost designu, flexibilitu konstrukce a možnost zásadní změny designu aut. Ve srovnání se sklem mají až o 50 % nižší hmotnost, což se může projevit snížením spotřeby paliva a vzniku emisí CO₂. Proti běžnému sklu mají nižší spotřebu energie a tvorbu emisí CO₂ ve výrobě a zpracování.

Skla jsou povrchově upravena proti poškrábání a povětrnosti. Vnitřní strana skla má fotochromní nebo elektrochromní (ovládanou řidičem) stmívací vrstvu. Nová vrstva transparentního infracerveného absorberu s nanožily by měla odrazit nebo pohltit až 50 % tepelného záření pro udržení tepelné pohody ve voze.

V blízké době budou do skel zabudovány i vrstvy s funkčními vlastnostmi. Elektricky vodivé luminiscenční pigmenty ve střešním skle se budou podílet na osvětlení vozu a svítit s intenzitou, ovládanou zapojením do elektrického obvodu vozidla. Dalšími funkcemi integrovanými do vrstev skla budou tištěné obvody pro vyhřívání a odmrzavání skel, radiové antény a identifikační čipy. Vnější zvuk má pohltit vložená elastomerová tlumící vrstva a do PC s dobrou adhezí k termoplastickým polyuretanům se zastříkne PUR těsnění skel.

Nasazení PC skel však nebude tak rychlé; větší volnost designu, integrace funkcí, nižší hmotnost a tažení EU za nižší emise CO₂ je může výrazně urychlit. Na plastová čelní skla si musíme počkat; hlavními problémy jsou bezpečnost při destrukci a poškození povrchové úpravy kameny a provozem stěračů.