

# Provozně úsporná vzduchotechnická zařízení



Ústav techniky prostředí

## HVAC Equipment with Economical Operation

Recenzent  
Ing. Marcel Kadlec

Při navrhování vzduchotechnických zařízení (VZT) je v současné době tendence uplatnit:

- systémy s řízením výkonnosti podle potřeby (DCV Demand Controlled Ventilation),
- hodnocení energetické náročnosti celého zařízení podle měrného příkonu ventilátorů (SFP Specific Fan Power),
- ekonomické posouzení nákladů na zařízení za dobu jeho životnosti (LCC Life Cycle Costs).

Uplatnění těchto pojmů vede k návrhu provozně úsporných zařízení (energeticky, snížením zatížení životního prostředí omezením produkce CO<sub>2</sub> a úsporami provozních nákladů). V příkrém rozporu s těmito směry zahraničního vývoje, je situace na českém dodavatelském trhu, který preferuje zařízení investičně nejlevnější, která jsou však provozně drahá. Příspěvek uvádí charakteristiky DCV i SFP, parametry a podmínky, které umožní projektování DCV systémů a hodnoty relevantních veličin, které určují SFP. Zabývá se také příčinami, které brání prosazení výpočtů, potřebných k hodnocení nákladů za dobu životnosti (LCC), příp. výpočtů doby návratnosti navrhovaných zařízení, investičně dražších avšak provozně úspornějších. Nevěnuje se legislativním otázkám a otázkám vymahatelnosti práva, je příspěvkem technickým.

**Klíčová slova:** řízené větrání podle potřeby, měrný příkon ventilátorů, ekonomika nákladů za dobu životnosti

The tendency in designing the HVAC equipment is to apply the below specified aspects:

- Systems with the controlled capacity according to the demand (DCV – Demand Controlled Ventilation)
- Evaluation of the specific energy demand of the complete equipment according to the specific power (input) of fans (SFP – Specific Fan Power)
- Economical cost appraisal as to the equipment lifetime (exploitation time) (LCC – Life Cycle Costs). The application of such conceptions leads to the design of the economic equipment with respect to the operation (as to the energy, by lowering the environmental load due to the CO<sub>2</sub> production limiting and the operation cost savings). The situation in the Czech supply market prefers the cheapest equipment as concerns the investment, which however is costly from the view of the operation that is in sharp contrary with tendencies of the development abroad. The author states DCV and SFP characteristics, parameters and conditions enabling the design of DCV systems and the relevant variable quantity values that specify SFP, in his article. He also occupies with causes preventing to push ahead calculations, necessary for the evaluation of costs throughout the lifetime (LCC), or calculations of the designed equipment economic return, which is more costly from the investment point of view but saving from the operation point of view. He does not pay any attention to the legislative questions and the law enforceability; his contribution is solely technical.

**Key words:** demand controlled ventilation, specific fan power, life cycle cost economy

## ÚVOD

Jedním z hlavních témat pro zaměření konference bylo zvoleno: *Energeticky úsporná vzduchotechnická zařízení a jejich vývoj, výroba, projektování a provozování*. Téma odpovídá aktuálnímu úsilí vycházejícího z teze "třikrát 20", tj. do roku 2020 snížit energetickou náročnost a produkci CO<sub>2</sub> o 20 %. Poukážeme na soudobé tendence v navrhování VZT zařízení, kde k dosažení těchto cílů se uplatňují systémy s řízením intenzity větrání, tj. průtoku venkovního vzduchu podle potřeby (DCV Demand Controlled Ventilation) a na hodnocení energetické náročnosti VZT zařízení podle měrného příkonu ventilátorů (SFP Specific Fan Power). Úvahy se týkají zejména centrálních VZT zařízení s rozvody upraveného vzduchu do větraných a klimatizovaných prostorů.

Ve formulaci tématu konference chybí jedno důležité heslo a tím je „prodej“. Každé úspornější zařízení je sofistikovanější (obsahuje výměníky tepla pro ZZT) a je proto investičně dražší, než zařízení jednodušší, které je však energeticky náročnější v provozu. Při akcentování co nejlev-

nější investice se proto jen obtížně prodávají úsporná zařízení. Odpovědnost za úroveň zařízení má investor. Pokud je jím developer (který sleduje okamžitý zisk), rozhoduje o úrovni zařízení cena investice; pokud bude investor také provozovat budované zařízení, je reálné předpokládat, že bude preferovat zařízení s nejnižšími náklady za dobu jeho životnosti. K hodnocení nákladů a přínosů za dobu životnosti zařízení slouží výpočtové programy LCC (Life Cycle Costs). Jejich uplatnění ukazuje na zdánlivě paradoxní finanční zisk, pokud se integruje do výpočtu také vliv kvality prostředí na produktivitu.

## VĚTRÁNÍ PODLE POTŘEBY (DCV)

**Intenzita větrání** je daná poměrem průtoku větracího **venkovního** vzduchu  $V_e$  ve vzduchu přiváděném k větrání nějakého prostoru a objemu tohoto prostoru  $O$

$$n_e = V_e / O \quad [1/h] \quad (1)$$

V případech, kdy se v zařízení mísí venkovní vzduch se zpětným (cirkulačním), je třeba od in-

tenzity větrání odlišit **intenzitu výměny** vzduchu, danou poměrem průtoku **přiváděného** vzduchu do větraného prostoru  $V_p$  a objemu prostoru  $O$

$$n_p = V_p / O \quad [1/h] \quad (2)$$

Potřeba větrání je dána důvody hygienickými, přívod venkovního vzduchu zajišťuje čistotu vnitřního vzduchu. Proto se intenzita větrání komfortních zařízení stanovuje z dávek venkovního vzduchu na osobu nebo na m<sup>2</sup> podlahové plochy. Nové výsledky zkoumání ukazují, že se zvýšenou intenzitou větrání – spojenou sice se zvýšenou spotřebou energie na úpravu větracího vzduchu – dosahuje významných finančních provozních úspor zvýšenou produktivitou a sníženou absencí (krátkodobou nemocností) v práci. Důležité je dosáhnout potřebnou intenzitu větrání v prostoru pobytu osob a v hodnotách odpovídajících počtu a aktivitě přítomných. Při proměnném počtu přítomných je proto hospodárné **přizpůsobovat větrání potřebě**, tj. použít systém DCV. Projektant může využít tyto nové poznatky a vhodnou distribucí vzduchu v prostoru dosáhnout podstatně lepších výsledků redu-

kováním průtoku venkovního nebo přiváděného vzduchu v době sníženého obsazení budovy osobami, které je spojeno s energetickými úsporami. Význam řízení intenzity větrání narůstá u objektů s dobře tepelně navrženými obvodovými pláštěmi, kdy se stává spotřeba energie na úpravu větracího vzduchu dominantní položkou energetické bilance budovy.

Úspory sestávají z menší spotřeby tepla a chladu na tepelnou a vlhkostní úpravu menšího průtoku větracího vzduchu a z menšího příkonu ventilátorů. Základem úspor je snižování  $n_p$  nebo  $n_b$  v době, kdy není třeba plná výkonnost vzduchotechniky. Zařízení je provozováno s proměnným průtokem vzduchu. Řízení takových větracích a klimatizačních zařízení může být prioritně podřízeno požadavku kvality vzduchu v prostoru, případně je řízení kvality svázáno s regulací teploty v prostoru.

Vedlejším příznivým efektem je menší hlučnost v době provozu se sníženým průtokem vzduchu.

### Měření kvality vzduchu

Kvalitu vzduchu v občanských a administrativních budovách zhoršují nejvíce lidé svou přítomností. Člověk produkuje oxid uhličitý, vodní páru a spolu se „suchým“ odpařováním potu také pachy. Přes 30 % naší dospělé populace (a 34 % dětí ve věku 15 let) doprovází svůj život zátěží vnitřního ovzduší tabákovým kouřem a činí ze zbytku populace často pasivní kuřáky. Vzhledem ke snadné měřitelnosti, je znečištění vzduchu již od dob Pettenkoferových (1858) hodnoceno podle koncentrace  $\text{CO}_2$  (mez 0,1 % obj. = 1000 ppm = 1800 mg/m<sup>3</sup>). V neprůmyslových budovách (kancelářích, školách, obytných místnostech) lidé často vnímají ovzduší jako obtěžující, nedostatečně „čerstvé“, vydýchané až dusné. Zjišťování příčin těchto pocitů neprokázalo překročení běžně uznávaných nejvyšších přípustných koncentrací  $\text{CO}_2$  pro pracoviště (NPK = 5000 ppm = 9000 mg/m<sup>3</sup>) a chemická analýza neprokázala výrazný vzestup koncentrace žádné specifické příměsi např. formaldehydu. K odvodu  $\text{CO}_2$  produkovaného lehce pracujícími lidmi postačí dávky větracího vzduchu 25 m<sup>3</sup>/(h.osobu).

Čidla  $\text{CO}_2$  jsou proto používána jako indikátory všeobecného znečištění vnitřního prostředí – čidla kvality vzduchu a slouží k řízení intenzity větrání. Jejich cena podstatně poklesla zhradením výroby, reagují v rozsahu do 2000 ppm, jsou dostatečně přesná ( $\pm 30$  ppm) a stabilní, nevyžadující kalibraci za celou dobu životnosti (cca 15 let). Pouze v prostorách s kouřením nebo se specifickým znečištěním (např. čisticími prostředky) jsou účinnější čidla všeobecného znečištění, reagující na organické těkavé látky (VOC – Volatile Organic Components).

Pravděpodobný počet nespokojených s čistotou vzduchu (index PD), při různé dávce větracího

vzduchu a zátěží prostoru, způsobené pobytem osob je podle Fangerova (viz ZTV 1989 nebo [3]) dán závislostí na intenzitě větrání v [(l/s)/olf]

$$PD = 395 \cdot \exp(-1,83 \cdot v^{0,25}) \quad (3)$$

Při  $v = 10$  je  $PD = 15,2$  %, při  $v = 20$  (kvalita vnitřního vzduchu IDA 1) je  $PD = 8,2$  %.

V současné době dospěla **kategorizace kvality vnitřního vzduchu** v EN 13779 [1] (IDA – Indoor Air) k hodnocení podle zvýšeného obsahu  $\text{CO}_2$  vzhledem k venkovnímu, příp. podle dávky větracího vzduchu na osobu (Tab. 1). Hodnoty platí v prostorách bez kouření. K dosažení stejné kategorie v prostoru s kouřením jsou třeba dávky dvojnásobné; např. pro IDA 1 dávky 144 m<sup>3</sup>/(h.os.). Tato dávka vytváří v prostoru bez kouření prostor kategorie IDA 1+, v němž jsou předpoklady k mimořádně příznivému prostředí s omezenou absencí (o 40 % vůči IDA 3) a s vyšší produktivitou (o 2,5 % vzhledem k IDA 3) [2].

Tab. 1 Kategorie kvality vnitřního vzduchu podle rozdílu koncentrace  $\text{CO}_2$  uvnitř a venku a podle dávky venkovního vzduchu v m<sup>3</sup>/h na osobu resp. l/(s.os.) [1]

Kategorie IDA	Koncentrace $\text{CO}_2$ ppm	Dávka větracího vzduchu	
		m <sup>3</sup> /(h.os.)	l/(s.os.)
1	350	72	20
2	500	45	12,5
3	800	29	8
4	1200	18	5

Poznatky o příznivém vlivu zvýšené intenzity větrání na produktivitu práce a snížení absence ze zdravotních důvodů jsou využívány v ekonomických hodnoceních variant návrhu VZT zařízení [2], [4], [5]. Výsledky prokazují extrémní ekonomické přínosy pro uživatele.

### Řízení kvality vzduchu

Větrání (intenzitu větrání) je možné přizpůsobit přítomnosti lidí několika způsoby:

- *Přerušováním chodu ventilátorů*, které může řídit nejjednodušší typ dvoupohodového regulátoru. Hladina hluku je po dobu stání ventilátorů nízká, energetické úspory relativně velké. Pro centrální VZT zařízení s trvalým větráním se tento způsob cyklování nepoužívá (kromě větrání domů firmou ATREA [10]).
- *Řízením mísicího poměru* venkovního a zpětného vzduchu klapkami v poměru, měnícím se, např. podle venkovní teploty, v rozmezí od hygienického minima v zimním a letním extrému až do 100 % v přechodném období při ekonomickém směšování – využití volného chlazení venkovním vzduchem, nebo při nočním vychlazení.
- *Plynulou změnou průtoku* vzduchu přiváděného do místností, tj. změnou intenzity vět-

rání při stálém podílu venkovního vzduchu nebo lépe úpravou jen 100 % venkovního vzduchu.

Tento způsob využívají systémy s proměnným průtokem vzduchu – VAV/DCV systémy, v původním použití řízené regulátory teploty. Z hlediska úspor energie je provoz zařízení s míšením zpětného vzduchu s venkovním nevhodný (někdy se mylně považuje míšení za ZZT! [9]). Použití cirkulace je vynuceno potřebou odvodu tepelných zisků VZT zařízením, kdy průtok větracího vzduchu v létě je malý a vyústkami nelze zpracovat velké pracovní rozdíly teplot bez nebezpečí průvanu. Úspornější jsou proto zařízení, která pracují jen s venkovním vzduchem. Kompenzace tepelných zisků nebo ztrát, které nezvládne vzduchový systém, musí pak převzít systém vodní (chladičí stropy, cirkulační fan-coily, indukční systémy).

### Použití regulátorů kvality vzduchu

Řízením kvality vzduchu proměnnou intenzitou větrání se dosáhne největších úspor energie v místnostech s časově proměnným obsazením lidmi. Proto nachází použití ve shromažďovacích sálech (divadlech, kinech, přednáškových místnostech), v restauracích, ve školách. Regulace kvality musí být nezávislá na řízení teploty a nad ní nadřazená.

Hlavními požadavky na DCV jsou zajištění dostatečného průtoku větracího vzduchu a zachování podmínek pohody prostředí při nízké spotřebě energie (na úpravu a dopravu vzduchu). K důležitým požadavkům také patří schopnost neustálého přizpůsobování změnám průtoků vzduchu podle potřeb za provozu a přizpůsobivost systému požadavkům nového uživatele objektu nebo jeho části, zajištění nízké hlučnosti a zvýšená přizpůsobivost změnám způsobu využívání objektu.

Dominantní podmínkou pro vyhovující systém je stabilita obrazů proudění v prostoru při proměnném průtoku a proměnném pracovním rozdílu teplot, kterou splňují regulovatelné vyústky pro distribuci směšováním nebo vyústky zaplavovacího způsobu, použití regulátorů průtoku a řízení tlaku v přiváděcích i odváděcích vzduchovodech.

Ekonomickou úspornost zařízení lze hodnotit náklady za dobu životnosti (LCC), které zahrnou kromě běžných položek investičních a provozních nákladů také ekonomický přínos kvality vzduchu na produktivitu a zdraví [2], [4], [6]. Měřítlem energetické úspornosti je měrný příkon ventilátorů (SFP) a to s respektováním změn celoročního provozního vytížení.

## MĚRNÁ SPOTŘEBA ENERGIE VENTILÁTORY (SFP)

### Příkon motoru ventilátoru

$$P = \frac{\Delta p_{cv} \cdot V}{\eta_c} \quad [W] \quad (4)$$

závisí na dopravním tlaku  $\Delta p_{cv}$  ventilátoru, objemovém průtoku  $V$  a na celkové účinnosti  $\eta_c = \eta_v \cdot \eta_m \cdot \eta_p \cdot \eta_{im}$  ventilátoru  $\eta_v$ , jeho motoru  $\eta_m$ , převodu  $\eta_p$  (pokud není ventilátor s motorem napřímo), příp. frekvenčního měniče  $\eta_{im}$ .

### Měrný příkon ventilátoru

$$SFP = \frac{P}{V} = \frac{V \Delta p_{cv}}{V \eta_c} = \frac{\Delta p_{cv}}{\eta_c} [W \cdot s/m^3 = Pa] \quad (5)$$

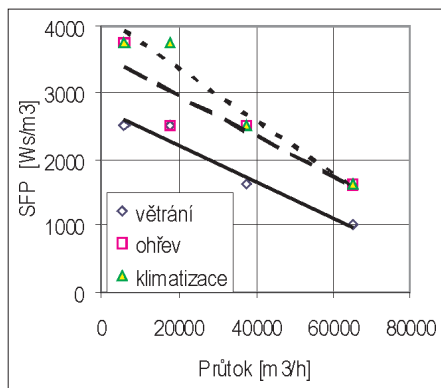
Daný podílem příkonu motoru  $P$  a průtoku ventilátorem  $V$ . Po úpravě vidíme, že  $SFP$  závisí na průtoku nepřímo jen přes funkční vztahy dopravního tlaku a účinnosti  $\Delta p_{cv} = f(V)$ ,  $\eta_c = f(V)$ . Směrné maximální hodnoty  $SFP$  jsou evropskými normami limitovány ve snaze snížit spotřebu energie pro provoz VZT zařízení – Tab. 2.

Tab. 2 Limity pro SFP VZT zařízení včetně rozvodů a max. rychlosti ve VZT jednotkách [1]

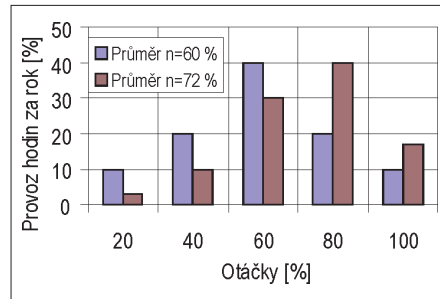
Zařízení VZT (hodnoty podle EN 13779)	max. SFP [kW/(m <sup>3</sup> /s)] VZT včetně rozvodů	Rychlost [m/s]	
		Třída A	Třída B
Odváděcí	1,25		
Přiváděcí/odváděcí bez ohřevu/chlazení	1,6		přes 3
Přiváděcí s ohřevem	-	2,5 až 3	2,5 až 3
Klimatizační, při průtoku [m <sup>3</sup> /s] SFP pro průtok > 4 000 m <sup>3</sup> /h	< 3	2 až 2,5	2,5 až 3
	> 3	1,5 až 2	2 až 2,5

VZT zařízení pro přívod > 9 m<sup>3</sup>/h na m<sup>2</sup> musí být navrženo jako DCV (EN 13779)

Maximální hodnoty ukazatele SFP pro VZT zařízení jsou úspornými nařízeními EK stlačovány k nižším hodnotám. Směrné hodnoty z obr. 1 závisí na výkonnosti zařízení a jsou navyšovány



Obr. 1 Směrnice pro spotřebu elektřiny VZT zařízení podle VDI 3803. Rozlišena jsou zařízení podle náročnosti úpravy vzduchu. Zobrazeny jsou průměrné hodnoty.



Obr. 2 Zátěžový graf dvou VZT zařízení s proměnným průtokem (otáčkami) Průměrné otáčky pro uvedené dva případy jsou  
 $n = 0,2 \cdot 10 + 0,4 \cdot 20 + 0,6 \cdot 40 + 0,8 \cdot 20 + 1 \cdot 10 = 60\%$   
 $n = 0,2 \cdot 3 + 0,4 \cdot 10 + 0,6 \cdot 30 + 0,8 \cdot 40 + 1 \cdot 17 = 71,6\%$

pokud je použito zpětné získávání tepla ZZT (bonus + 300 Pa) nebo účinnější filtrace vzduchu (+300 Pa), které přinášejí zvětšení tlakových ztrát.

Energie k pohonu ventilátoru  $E$ , zařízení provozovaných s proměnným průtokem, je dána násobením příkonu motoru  $P$  [W] s uvážením doby provozu  $\tau$  [h/rok]. S průměrnými hodnotami  $P_i$  v časovém úseku  $\tau_i$  můžeme dostat pro celoroční provoz

$$E = \sum_{i=1}^n (P_i \cdot \tau_i) \quad [kWh/rok] \quad (6)$$

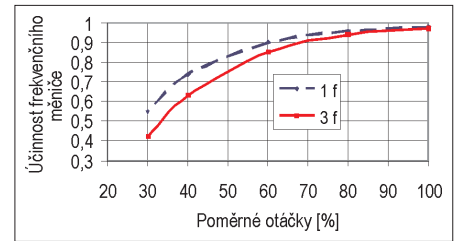
Vyjádření této energie vyžaduje prozkoumat u daného zařízení dobu trvání provozu ventilátorů za dílčí úseky provozní doby. Příkladem je zátěžový graf v obr. 2, který ukazuje provozní hodiny větrání při pěti stupních otáček ventilátorů (jimž odpovídají příkony motoru ventilátoru).

Příkon motoru i celková účinnost zařízení jsou závislé na průtoku (otáčkách). Proto vyčíslení spotřeby energie vyžaduje počítat s jejich proměnností. Sám ventilátor by měl být navržen s maximální účinností při otáčkách s nejdéší dobou provozu. Charakter změny účinnosti frekvenčních měničů je v obr. 3.

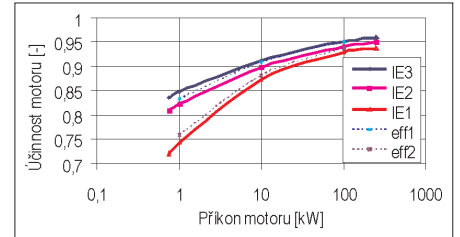
Minimální hodnoty účinnosti elektromotorů stanovené normou jsou závislé na jejich výkonu, obr. 4. Třídy IE jsou zaváděny na celém světě a sjednocují označení. Staré evropské značení tříd *eff* se od roku 2009 opouští. V tab. 3 je kromě přibližného porovnání starého a nového třídění uveden podíl instalovaných motorů, který

Tab. 3 Porovnání tříd elektromotorů podle staré a nové normy

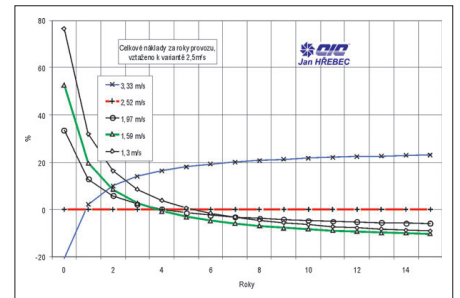
Podle normy IEC 60034		Účinnost	Podíl instalovaných motorů v %	
I/2: 1996	-30: 2008		Evropa (2005)	USA (2004)
-	IE 3	Premium	-	16
eff 1	IE 2	vyšoká	9	54
eff 2	IE 1	standard	87	25
eff 3	-	-	4	5



Obr. 3 Účinnost frekvenčních měničů (jednofázových a třífázových) v závislosti na poměrných otáčkách motoru



Obr. 4 Účinnost elektromotorů – minimální hodnoty podle třídy účinnosti asynchronních motorů pro čtyřpólové motory v závislosti na výkonu (1 až 250 kW) podle normy IEC60034–30 (tab. 3)

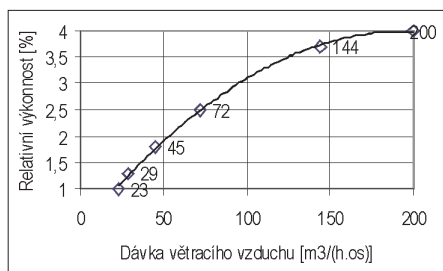


Obr. 5 Porovnání celkových nákladů na VZT jednotku 12.000 m<sup>3</sup>/h při rychlostech průtoku 1,3 až 3,33 m/s (relativní náklady vzhledem k rychlosti 2,5 m/s) (podle J. Hřebce)

ukazuje strukturální zaostávání Evropy za USA. Třída IE2 se považuje dnes za standard, který v nižších výkonech splňují EC motory (elektronicky komutované s permanentními magnety feritovými nebo neodymiiovými).

Hodnoty SFP jsou určeny tlakovými ztrátami ve vzduchotechnické jednotce, ve vzduchovodech a ve výústkách. Dominantní vliv má rychlost proudění vzduchu. Porovnání samotných VZT jednotek na minulé konferenci podal J. Hřebec. Z jeho výsledků zpracovaný graf – obr. 5, ukazuje, že při rychlostech 1,3 až 2 m/s je provoz hospodárnější již za 4 až 5 roků vůči jednotce s rychlostí 2,5 m/s (při uvedených okrajových podmínkách).

O malých ztrátách v rozvodech rozhodují kromě malých rychlostí zejména aerodynamicky vhodné tvarovky. Největší význam mají úseky u napojení jednotek (kde jsou rychlosti největší) a vhodně umístěné a aerodynamicky tvarované tlumiče hluku. Aerodynamicky vhodnější jsou kruhové vzduchovody v porovnání se čtyřhrannými.



Obr. 6 Závislost výkonnosti kancelářské práce na dávce větracího vzduchu [6]

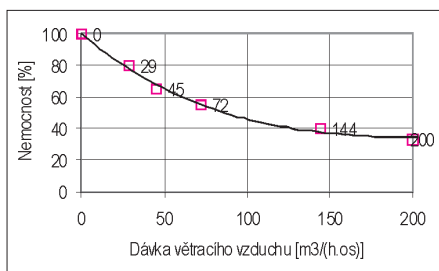
Nehospodárně působí také *netěsnost potrubní sítě a jednotek*, o kterou musí být navýšen průtok vzhledem k průtoku výstřiky, stanovenému z bilance prostoru. Pro kvalitnější zařízení a pro komplexně upravovaný vzduch (chlazení, odvlhčování, vlhčení, dokonalejší filtrace) se žádá splnění nejméně třídy C s faktorem těsnosti  $0,003 \cdot p^{0,65} [l/(s \cdot m^2)]$  (podle EN 12237). Tomuto požadavku vyhovují lépe kruhová potrubí; u čtyřhranných jsou nejvíce netěsné příruby, které vyžadují profily se stále pružnou hmotou v místě zasunutí pláště potrubí.

## VÝSLEDKY VÝPOČTŮ NÁKLADŮ ZA DOBU ŽIVOTNOSTI (LCC)

Klasifikace provozních vlastností VZT zařízení podle SFP je jen rámcová. Nejlepší podklad pro hodnocení poskytnou výpočty nákladů za dobu životnosti, které sdružují náklady investiční a provozní (energie, údržba a řízení provozu). Výpočty jsou simulační, založené na klimatických datech (TRY – *Test Reference Year*) v hodinových krocích provozní doby za rok. Potřebné jsou odhady vývoje finančních parametrů za dobu životnosti – cena proudu, tepla a chladu, odhad inflace cen, úroková míra. Takové výpočty dají přehled o ekonomii investice do ZZT a umožňují posoudit vliv SFP.

Kvalitativně odlišný pohled podává výpočet LCC se zahrnutím přínosů zvýšenou kvalitou prostředí (větší intenzitou větrání, optimální teplotou). Zkušenosti ze Skandinávie a z Velké Británie ukazují na velké přínosy poměrně malým navýšením investic do VZT zařízení ke zvýšení kvality vnitřního prostředí. Jsou to zejména podstatně vyšší dávky větracího vzduchu, než dává Pettenkoferovo pravidlo. Zvýšení výkonnosti (obr. 6) o 1 % může přinést kompenzaci ročních provozních nákladů na větrání budovy. Zdvojnásobením intenzity větrání se dosahuje snížené nemocnosti o 10 % (obr. 7), což zvyšuje výkonnost kancelářské práce o 1,5 %. Pro teploty nad 22 °C, každé snížení teploty o 1 K přináší zhruba zvýšení produktivity o 1 % (obr. 8).

Vhodné teploty (omezení vysokých teplot v létě) a dostatečné větrání jsou základními podmínkami pro kvalitní vnitřní prostředí (IEQ *Indoor Envi-*



Obr. 7 Závislost krátkodobé nemocnosti na dávce větracího vzduchu [6]

ronment Quality), které má výrazný vliv na produktivitu činnosti.

Hospodárný provoz takto „bohatě“ dimenzovaných zařízení vyžaduje přizpůsobovat výkonnost větrání jeho potřebě systémem DCV. Dosaďovací poznatky se týkají převážně lehké kancelářské práce. Je předpoklad, že se stejné tendence projeví i při namáhavější fyzické činnosti. V některých výrobních provozech je chlazení využíváno jako prostředek k vyšší produktivitě i u nás. V našich poměrech lze pesimisticky posuzovat ekonomické přínosy zvýšení produktivity práce kancelářského charakteru.

## ZÁVĚR

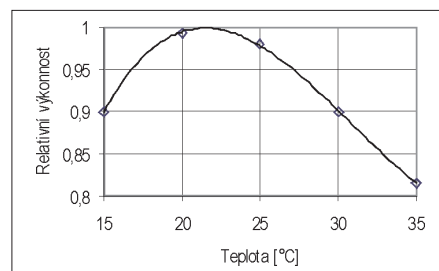
Možnosti, které přináší hodnocení navrhovaných zařízení metodou LCC, nejsou dosud běžně využívány, i když jsou volně dostupné programy (software) komunikující v češtině [8]. Pokud se zahrnou do výpočtů přínosy zvýšené intenzity větrání a dodržování optimálních teplot, poskytují výpočty velmi zajímavé hodnoty pro majitele budov a jejich uživatele (vyplácí se např. vyšší nájemné). K prosazení nových přístupů je však nutné změnit hodnocení VZT zařízení v dodavatelské sféře jen podle investičních nákladů.

Článek je upraveným příspěvkem na 19. Konferenci klimatizace a větrání. STP 2010.

Kontakt na autora: karel.hemzal@fs.cvut.cz

## Použité zdroje:

- [1] ČSN EN 13779:10/2007 *Větrání nebytových budov – Základní požadavky na větrací a klimatizační zařízení*. ČNI, 2007
- [2] Seppänen O., Fisk WJ. Some quantitative relations between indoor environmental quality and work performance or health. *Proceedings of 9th International Conference on Indoor Air Quality and Climate*, Beijing (9/2005)
- [3] Chyský J., Hemzal K. a kol. *Větrání a klimatizace*, Technický průvodce 31, Bolit-B press Brno, 1993. ISBN 80–901574–0–8
- [4] Fisk WJ., Seppänen O. Faulkner D., Huang, J. Economizer system cost effectiveness: accounting for the influence of ventilation rate on sick leave. *Proceedings of ISIAQ 7th International*



Obr. 8 Závislost výkonnosti kancelářské práce na teplotě vzduchu [6]

*Conference Healthy Buildings*, Singapur (12/2003)

- [5] KOBER R. (Herausgeber) *Energieeffiziente Gebäudeklimatisierung Raumluft in A++ Qualität*. Promotor Verlag, Karlsruhe, 2009, ISBN 978–3–922420–18–7
- [6] Wagrocki P., Seppänen O., at all. *Indoor climate and productivity in offices*. REHVA Book 11.
- [7] Hřebec J. doplnit!
- [8] viz též VVI 4/2009
- [9] Hemzal K.: *Hospodárnost cirkulace vzduchu při klimatizaci*. VVI 1/2010
- [10] Morávek P.: *Nový systém teplovzdušného vytápění s řízením větráním obytných budov a jeho výpočtový model*. Konf. Klimatizace a větrání, STP Praha, 2004

## \* Těsnost vzduchodudů

Směrnice o realizaci budov z hlediska energetiky „Energy Performance of Buildings Directive“ stanovuje kolik má být uspořeno v budovách energie. Norma EN 13779 „Větrání nebytových budov“ vyžaduje mj. i těsnější vzduchodudy, přičemž požadavek je maximální únik 2 %. Ten lze celkem splnit při třídě těsnosti B (EN 1507, EN 12237 „Větrání budov – plechové potrubí čtyřhranné a kruhové“), často je však třeba třída C. Třída A je nepřipustná, avšak přesto se často instaluje. Dodržování požadované třídy těsnosti závisí převážně na kvalitě montáže a proto nutno do plánu závěrečných kontrol zařízení zanechat kontrolu těsnosti (EN 15727 „Větrání budov – vzduchodudy, klasifikace z hlediska těsnosti a zkoušení).

CCI 9/2009

(Ku)

## \* 70 miliard dolarů na chlazení

Obrat v oblasti nejdůležitějších výrobků pro chlazení a klimatizaci na světovém trhu činil v roce 2008 na 70 miliard dolarů a zaznamenal, s výjimkou mobilních klimajednotek (-3 %) u všech ostatních výrobků v tomto oboru oproti předchozímu roku nárůst a to v průměru o 14 %. Toto jsou údaje podle BSRIA: Klimajednotky split +12 %, nástřešní jednotky +31 %, chladič jednotky vody +9 %, systémy s proměnným průtokem chladiva (VRF) +15 %, centrální klimajednotky +10 %, okenní klimajednotky +3 %, podokenní klimajednotky (fan-coils) +14 %.

CCI 9/2009

(Ku)