

Ing. Martin Stanislav JANÍREK,  
Ing. Pavel CHARVÁT, Ph.D.  
VUT v Brně, Fakulta strojního  
inženýrství, Energetický ústav,  
odbor termomechaniky a techniky  
prostředí

# Analýza energetické náročnosti větrání pro různé dávky větracího vzduchu

## Analysis of ventilation heat loss for various ventilation rates

Recenzent  
Ing. Václav Šimánek

Práce analyzuje tepelné ztráty větráním pro různé dávky větracího vzduchu. Analyzováno je několik modelových případů – školní třída, fitcentrum, kinosál a byt. Pro modelový případ školní třídy byly podle vyhlášky č. 410/2005 Sb. stanoveny dávky větracího vzduchu na hodnotu 20 až 30  $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  na žáka. U modelů fitcentra a kinosálu byly řešeny varianty pro 15, 30 a 50  $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  na osobu. Model bytu byl počítán s intenzitou větrání 0,5  $\text{h}^{-1}$ . U každého případu je řešena varianta bez použití zpětného získávání tepla i s použitím zpětného získávání tepla. Následně je vyhodnocen přínos zpětného získávání tepla pro celoroční energetickou bilanci. Při simulaci byla uvažována pouze tepelná ztráta větráním bez uvažování vlivu vnitřních zdrojů tepla a tepelné ztráty prostupem, které se mohou případ od případu lišit. Energetická náročnost větrání byla simulována v programu TRNSYS 16.1.

**Klíčová slova:** větrání, intenzita větrání, tepelná ztráta, roční energetická náročnost, ZZT

The paper deals with the analysis of ventilation heat loss in case of various ventilation rates. A number of scenarios were analyzed for four ventilated spaces (classroom, fit center, movie theatre and an apartment). In case of the classroom the ventilation rate was set (in compliance with the decree 410/2005 Sb.) to 20  $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  and 30  $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  per person respectively. Model cases of the fit center and the movie theatre were simulated with the ventilation rates of 15, 30 and 50  $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  per person. Model situation of the apartment was simulated for the nominal ventilation rate of 0,5  $\text{h}^{-1}$ . Every scenario was analyzed with and without the use of heat recovery. The contribution of heat recovery to annual energy balance was evaluated. The internal heat gains and solar heat gains were not considered in the balances. The TRNSYS v. 16.1 was used as a simulation tool.

**Keywords:** ventilation, air exchange rate, ventilation heat losses, annual energy balance, heat recovery

Energetická náročnost budov se v době zvyšujících se cen energií stává velmi aktuální. Při zlepšujících se tepelně-technických vlastnostech stavebních konstrukcí se zvyšuje podíl tepelné ztráty větráním na celkové energetické náročnosti budovy. Množství přiváděného větracího vzduchu má vliv nejen na stav vnitřního prostředí, ale také na spotřebu energie.

Při příliš intenzivním větrání dochází ke zbytečně vysoké tepelné ztrátě, a to mnohdy bez podstatného zlepšení kvality vnitřního prostředí (kvality vzduchu). Pokud budeme větrat malým množstvím vzduchu, uspoříme sice energii, ale na druhé straně snížíme kvalitu vnitřního prostředí.

V některých případech je výhodné použít zpětné získávání tepla (ZZT), které dokáže snížit energetickou náročnost větrání. Ne vždy je ale použití tohoto zařízení účelné. Příspěvek se zabývá analýzou tepelných ztrát pro různé dávky větracího vzduchu. Práce kombinuje variantu větrání bez výměníku a s výměníkem pro zpětné získávání tepla a vyhodnocuje, jak která řešení jsou či nejsou úsporná.

Jako modelové případy pro analýzu byly zvoleny: školní třída, fitcentrum, kinosál a model bytu. Každý z těchto případů má svá specifika, jako je celkový objem prostoru, způsob využívání nebo princip větrání. Všechny tyto zvláštnosti byly v simulacích zahrnuty.

Velikost intenzity větrání byla určena počtem přítomných osob a počítána jako dávka čerstvého vzduchu na osobu.

Podrobným rozбором tepelných ztrát pro různé dávky větracího vzduchu a kombinací výměníku pro zpětné získávání tepla můžeme tepelné ztráty větráním účinně redukovat a snižovat tak energetickou náročnost budov. Vhodným nástrojem pro tuto analýzu tepelných ztrát větráním i pro simulace a výpočty je počítačový program TRNSYS 16.1.

## NASTAVENÍ A ZJEDNODUŠENÍ

Simulace v programu TRNSYS 16.1 byla s využitím komponenty multizónní budovy (Multi-zone building) typ 56b. Pro čtení meteorologických dat je použita komponenta typu 15-2. Data jsou čtena s časovým krokem jedné hodiny. Stejný časový krok byl použit i pro vlastní simulaci.

Tab. 1 Průměrné roční hodnoty meteorologických dat

Město	Teplota vzduchu [°C]	Relativní vlhkost vzduchu [%]	Rychlost větru [m/s]	Sluneční záření na vodorovnou plochu [kWh/m <sup>2</sup> ·rok]
Kuchařovice (Znojmo)	8,2	77	3,9	1105
Hradec Králové	8,3	80	2,8	1076
Ostrava – Poruba	8,2	76	3,5	1037
Praha	7,9	76	4,5	996

Pro všechny simulace byla použita meteorologická data ze stanice Kuchařovice.

Modely školní třídy, fitcentra a bytu zahrnují výměnu vzduchu infiltrací a větráním. Ve výpočtu se předpokládá, že pokud ve větraném prostoru není přítomna žádná osoba, dochází k větrání pouze infiltrací s intenzitou



Ing. Martin Stanislav Janírek (1983)

Absolvent Fakulty strojního inženýrství VUT v Brně, odboru Technika prostředí (2008). Nyní studuje doktorské studium na odboru termomechaniky a techniky prostředí na ústavu energetiky.

větrání  $0,15 \text{ h}^{-1}$ . V okamžiku, kdy se v místnosti nachází osoby, zapne se nucené větrání a ve výpočtu se s infiltrací nepočítá. K nucenému větrání se však připočítává hodnota infiltrace  $0,15 \text{ h}^{-1}$ .

Tento způsob byl zvolen na základě toho, že pokud použijeme výměník zpětného získávání tepla, nebude výměna infiltrací zahrnuta, protože v programu tyto způsoby větrání jsou od sebe odděleny. Proto je vzato toto zjednodušení, kdy je v přítomnosti lidí tepelná ztráta infiltrací nulová, protože všechny vzduch je odsáván větracím zařízením. Tedy i ten, který se ve skutečnosti dostává do místnosti infiltrací.

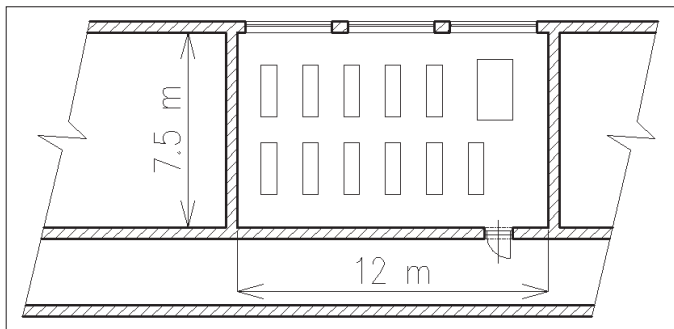
V případě modelu kinosálu je princip větrání jednodušší. Počítá se bez infiltrace, protože v kinosále nejsou žádná okna ani jiné otvory, které by přímo sousedily s venkovním prostředím. U tohoto modelu se počítá pouze s nuceným větráním provozovaným v době přítomnosti lidí.

Účinnost výměníku pro zpětné získávání tepla (ZZT) byla zvolena pro všechny modely 60 %. Součinitel prostupu tepla pro venkovní stěnu je  $0,303 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ . Pro stěny oddělující třídu od chodby a sousedních místností je součinitel prostupu tepla  $1,813 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ . Okna mají hodnotu součinitele prostupu tepla  $1,27 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ . Strop a podlaha mají shodnou hodnotu  $0,316 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ .

## ŠKOLNÍ TŘÍDA

### Popis modelu

Modelovaná třída má rozměry  $12 \times 7,5 \times 3,5 \text{ m}$  a celkový objem  $315 \text{ m}^3$ . Učebna je umístěna v patře mezi dalšími učebnami. Používání okolních učeben je shodné s modelovou učebnou. Místnost má jednu stěnu sousedící s venkovním prostředím. Tato stěna je orientována na východ. V této stěně jsou okna o ploše  $24 \text{ m}^2$ . Protější stěna odděluje třídu od chodby. Ta je vytápěna na teplotu  $15 \text{ }^\circ\text{C}$ . Zbývající dvě stěny sousedí s dalšími třídami.



Obr. 1 Náčrt půdorysu školní třídy

### Provoz

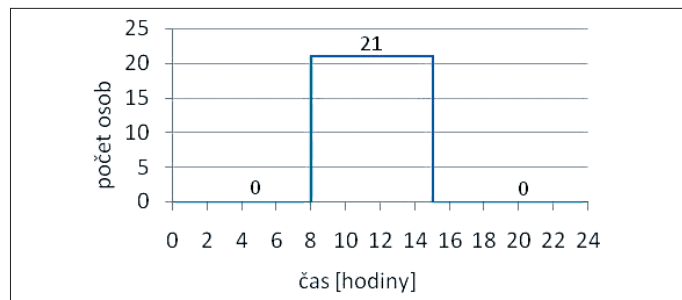
Využívání třídy má pravidelný týdenní cyklus, kdy od pondělí do pátku probíhá vyučování. O víkendech, tedy o sobotách a nedělích, není třída nijak využívána. V době výuky je učebna vytápěna na teplotu  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Mimo ty to pravidelné dny jsou v simulaci zahrnuty tzv. nestandardní dny. V tomto případě značí prázdniny. Simulace zahrnuje celkem 75 prázdninových dnů.

Využití během pracovních dnů je následující. Od 0 do 8 h ráno není nikdo přítomen. Od 8 do 15 h je ve třídě 20 dětí a jeden učitel. Následně od 15 do 24 hodiny není ve třídě nikdo. Teplota je nastavována podle přítomnosti osob ve třídě. Mezi 8. a 15. hodinou je teplota nastavována na  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Mimo tento interval a oba celé dny o víkendech je nastavována teplota na  $15 \text{ }^\circ\text{C}$ .

### Varianty větrání školní třídy

Simulace a vyhodnocení je vypracováno pro několik variant větrání, ale vždy se stejným modelem a jeho okrajovými podmínkami. Varianty se liší



Obr. 2 Průběh obsazenosti třídy během školního dne

dávku přiváděného vzduchu na osobu a kombinací použití výměníku pro zpětné získávání tepla (ZZT). Podle vyhlášky č. 410/2005 Sb. je spodní hranice dávky přiváděného čerstvého vzduchu  $20 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  na žáka a horní hranice  $30 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  na žáka.

### Výsledky simulace větrání školní třídy

Výsledky simulace pro školní třídu jsou shrnuty v tab. 2. Čísla v tabulce představují celoroční množství energie (tepla) vynaložené na krytí daného typu tepelné ztráty. Tepelná ztráta prostupem a infiltrací je pro všechny případy prakticky stejná, což je dáno použitými okrajovými a počátečními podmínkami. Rozdílů jsou způsobeny numerickým řešením a nemají fyzikální opodstatnění. Tepelná ztráta větráním se v jednotlivých případech značně liší. V případě větrání s dávkou přiváděného vzduchu na horní hranici intervalu stanoveného vyhláškou 410/2005 Sb. a bez použití ZZT převyšuje množství tepla potřebného na krytí tepelné ztráty větráním množství tepla potřebného pro pokrytí tepelné ztráty prostupem tepla. Podle očekávání se přínos ZZT zvyšuje se zvyšující se intenzitou větrání prostoru (tab. 2).

Tab. 2 Výsledky simulace pro model školní třídy

Varianty		Potřeba tepla				Úspora	ZZT
		Prostup	Větrání	Infiltrací	Celkové		
Větrání [ $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{os}^{-1}$ ]	ZZT	kWh					[%]
A1-20	bez	4330	3663	849	8842	2238	25,3
A2-20	s	4297	1462	845	6604		
B1-30	bez	4334	4932	850	10116	3004	29,7
B2-30	s	4299	1968	845	7112		

## FITCENTRUM

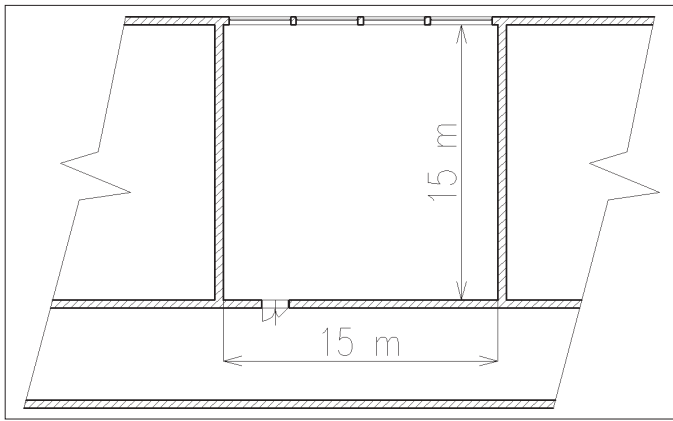
Prostor fitcentra je o rozměrech  $15 \times 15 \times 5 \text{ m}$  o celkovém objemu  $1125 \text{ m}^3$ . Fitcentrum má pouze jednu obvodovou stěnu sousedící s vnějším prostředím. Stěna je orientována na východ. V této stěně jsou současně i okna o celkové ploše  $50 \text{ m}^2$ . Zbývající stěny jsou vnitřní, které sousedí s jinými prostory v objektu, v nichž jsou stejné okrajové podmínky. Všechny prostory ohraničující tuto místnost mají stejný režim provozu a tedy i teplotní profily.

### Provoz

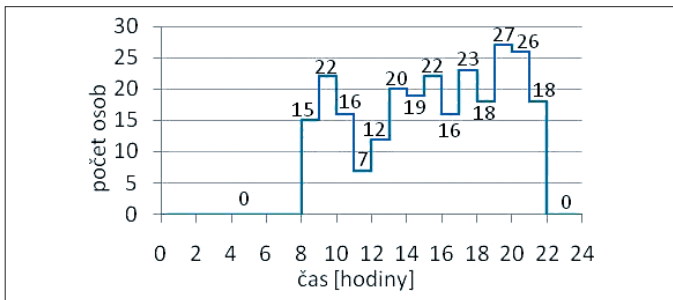
Provoz fitcentra je pravidelný v týdenních cyklech po celý rok. Režim provozu je pro pracovní dny jiný než pro víkend. Otevírací doba je v pracovních dnech od 8 do 22 hodin. O víkendech je otevřeno od 12 do 20 hodin. V době, kdy je fitcentrum otevřeno, je nastavena teplota na  $18 \text{ }^\circ\text{C}$ . Mimo otevírací dobu je nastavena teplota na  $15 \text{ }^\circ\text{C}$ .

### Varianty větrání fitcentra

Aby bylo možné ukázat jak se přínos ZZT zvyšuje pro větší průtok větracího vzduchu je záměrně použita velmi nízká hodnota větrání  $15 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  na osobu. Zároveň je tato hodnota nejnižší doporučená pro obytné prostory při aktivitě s produkcí metabolického tepla  $80 \text{ W}$  (ČSN 73 0540-2). Pro fitcentrum v běžném provozu je samozřejmě tato hodnota velmi nízká.



Obr. 3 Náčrt půdorysu fitcentra



Obr. 4 Návštěvnost fitcentra během pracovních dní

Tab. 3 Výsledky simulace pro model fitcentra

Varianty		Potřeba tepla				Úspora	ZZT
		Prostup	Větrání	Infiltrací	Celkové		
Větrání [m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> .os <sup>-1</sup> ]	ZZT	kWh					[%]
A1-15	bez	7203	8382	2066	17651	5133	29,1
A2-15	s	7144	3309	2064	12517		
B1-30	bez	7252	12336	2074	21662	7552	34,9
B2-30	s	7185	4852	2074	14110		
C1-50	bez	7290	17657	2078	27025	10783	39,9
C2-50	s	7226	6933	2083	16241		

Zvolené varianty větrání jsou uvedeny v tab. 3.

### Výsledky simulace větrání fitcentra

Při intenzivním větrání ve velkých prostorách dochází s použitím zpětného získávání tepla k vyšším úsporám energie. Také s rostoucí intenzitou větrání stoupá efektivita zpětného získávání tepla.

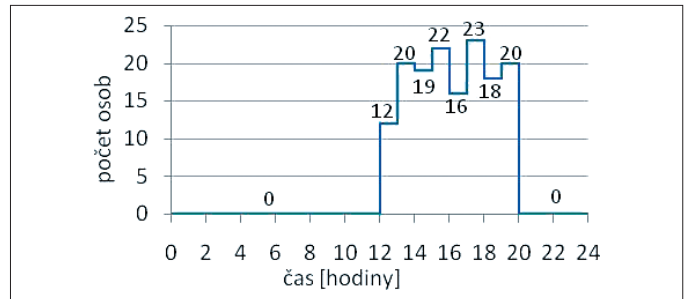
## KINOSÁL

### Popis modelu

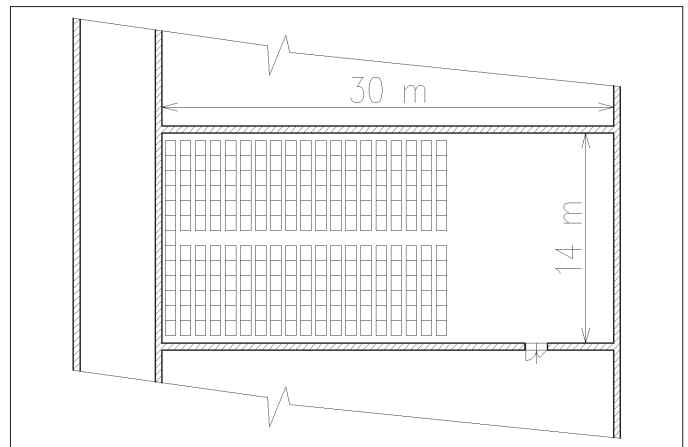
Kinosál o rozměrech 30 x 14 x 8 m má celkový objem 3360 m<sup>3</sup>. Jediná obvodová stěna sousedící s venkovním prostředím je orientována na východ. Zbývající obvodové stěny sousedí s dalšími místnostmi v objektu. Nad i pod místností jsou další patra. V kinosále nejsou žádná okna.

### Provoz

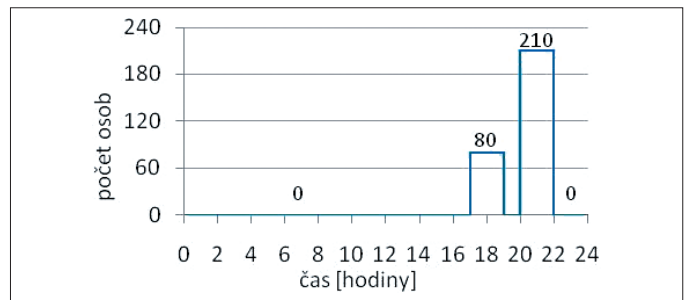
Provoz kina je každý den stejný po dobu celého roku. Kino uvádí dvě filmová představení denně. Promítací hodiny prvního představení jsou od 17 do 19 hodin. Druhé představení začíná promítáním ve 20 hodin a končí ve 22 hodin.



Obr. 5 Návštěvnost fitcentra během víkendu



Obr. 6 Náčrt půdorysu kinosálu



Obr. 7 Diagram návštěvnosti kina

Celková kapacita kinosálu je 230 míst. Návštěvnost prvního představení je v průměru 80 lidí. Druhé představení navštěvuje 210 lidí. V době představení je teplota v kinosále nastavena na hodnotu 20 °C. Pokud je kino uzavřené, je teplota nastavena na 15 °C. O přestávce během prvního a druhého představení zůstává teplota nastavena na 20 °C.

### Varianty větrání kinosálu

Počítané varianty větrání pro model kinosálu (tab. 4).

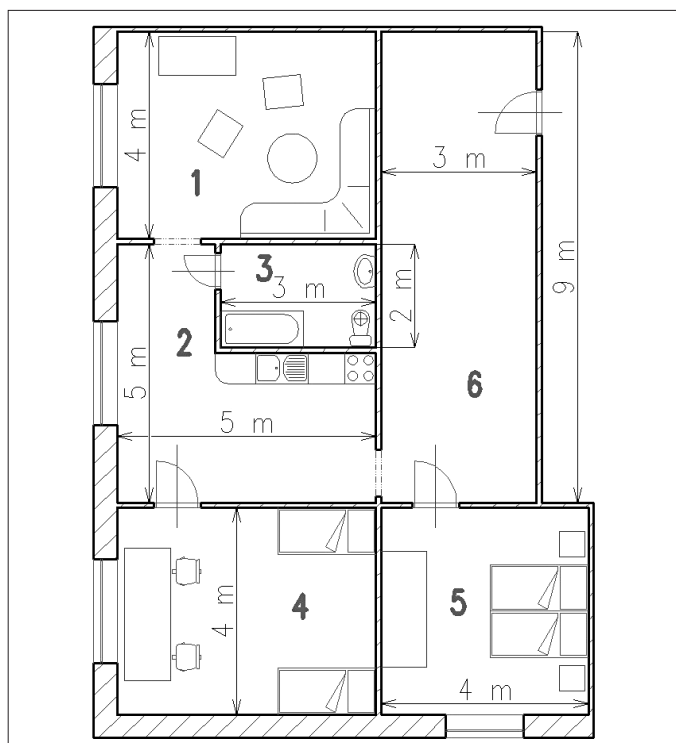
### Výsledky simulace větrání kinosálu

Kinosál se choval podobně jak model fitcentra. Ve velkém prostoru se zpětné získávání tepla uplatňuje s dobrými úsporami energie.

## BYT

### Popis modelu

Model bytu s rozlohou 105,3 m<sup>2</sup> je o celkovém objemu 284,3 m<sup>3</sup>. Výška místností je 2,7 metru. Na rozdíl od ostatních případů je pro interní stěny součinitel prostupu tepla 1,813 W.m<sup>2</sup>K<sup>-1</sup>. Strop a podlaha mají shodnou hodnotu 0,287 W.m<sup>2</sup>K<sup>-1</sup>.



Obr. 8 Náčrt půdorysu bytu

Tab. 4 Výsledky simulace pro model kinosálu

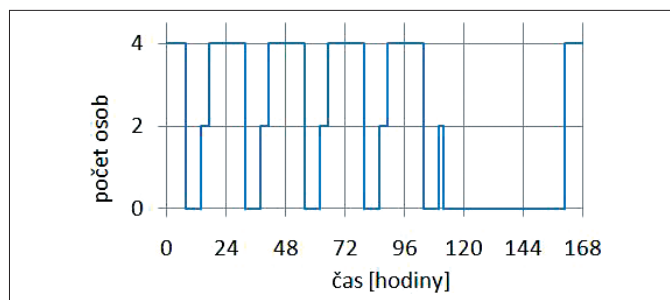
Varianty	Potřeba tepla			Úspora	ZZT	
	Prostup	Větrání	Celkové			
Větrání [m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> . os <sup>-1</sup> ]	ZZT	kWh			[%]	
A1-15	bez	10003	11024	21027	6715	31,9
A2-15	s	9928	4384	14312		
B1-30	bez	10084	22195	32279	13497	41,8
B2-30	s	9981	8801	18782		
C1-50	bez	10141	37196	47337	22565	47,7
C2-50	s	10038	14734	24772		

Tab. 5 Rozměry místností v bytě

Číslo místnosti	Název místnosti	Charakteristické rozměry místnosti [m]	Plocha oken [m <sup>2</sup> ]
1	obývací pokoj	5 x 4	3
2	kuchyň	4 x 4,75	3
3	koupelna s WC	2 x 3	0
4	dětský pokoj	4 x 5	3
5	ložnice	4 x 4	2,25
6	chodba	9 x 3	0

Tab. 6 Výsledky simulace pro model bytu

Varianty	Potřeba tepla				Úspora	ZZT	
	Prostup	Větrání	Infiltraci	Celkové			
Větrání [h <sup>-1</sup> ]	ZZT	kWh				[%]	
A1 násobnost 0,5	bez	3250	2292	413	5956	1340	22,5
A2 násobnost 0,5	s	3239	964	413	4616		



Obr. 9 Týdenní průběh obsazenosti bytu

### Provoz

Byt je využíván celoročně. Simulace uvažuje byt s čtyřčlennou rodinou. Rodinu tvoří dva pracující dospělí (rodiče) a dvě děti školního věku.

Režim chodu domácnosti uvažuje obývání bytu během pracovních dní. Na víkendy rodina odjíždí pryč.

Využívané místnosti jsou vytápěny na teplotu 20 °C. V nevyužívaných místnostech je teplota snížena na 18 °C. Koupelna s WC a chodba nejsou vytápěny.

### Varianty větrání bytu

Varianty jsou kombinací přirozeného a nuceného větrání. Při infiltraci je počítáno s intenzitou větrání 0,15 h<sup>-1</sup>. U nuceného větrání je hodnota 0,5 h<sup>-1</sup>, ale protože infiltrovaný vzduch je také odsáván (podtlakovým systémem), je hodnota v simulaci díky tomuto nastavena na hodnotu 0,65 h<sup>-1</sup>. Při nuceném větrání je do každé místnosti, kromě místností 3 a 6, přiváděn definovaný průtok vzduchu. Vzduch je odsáván v místnosti 3.

### Výsledky simulace větrání bytu

V modelu bytu má největší podíl na tepelných ztrátách prostup tepla, a to u všech variant. Výsledné hodnoty jsou uvedeny v tab. 6

### ZÁVĚR

V době, kdy se neustále zvyšují ceny energií, nabývá energetická náročnost budov na významu. Při používání stavebních konstrukcí se stále lepšími tepelně-technickými vlastnostmi (nízké hodnoty součinitele prostupu tepla) narůstá podíl tepelné ztráty větráním na celkové tepelné ztrátě. Správný způsob větrání má velký význam nejen z hlediska kvality vnitřního prostředí, ale také z hlediska energetické náročnosti.

Jak je možné vidět ze simulací, zvyšující se průtok přiváděného větracího vzduchu logicky vede ke zvýšení tepelné ztráty větráním, které je možno čelit pouze použitím zpětného získávání tepla. Zvolená účinnost zařízení pro ZZT (60 %) je na dolní hranici požadavků pro tato zařízení podle ČSN 730540 Tepelná ochrana budov. Přesto je přínos ZZT ve všech uvažovaných případech značný.

Simulované případy se od sebe liší především v časových profílech přítomnosti osob. U školní třídy lze celkem přesně stanovit její časové využití i počet přítomných osob. V případě fitcentra a kinosálu se počty osob mohou den ode dne značně lišit a vzniká otázka, jakým způsobem zajistit přiměřené větrání. Průtok přiváděného vzduchu stanovený z maximální kapacity uvedených prostor je po většinu času příliš velký a vedl by k nadměrné tepelné ztrátě větráním. Nejlepším řešením je přímé monitorování kvality vzduchu, např. senzorem oxidu uhličitého a případně i senzorem relativní vlhkosti nebo dalších škodlivin. To umožňuje měnit přívod vzduchu v závislosti na aktuální potřebě. Scénář s řízením větrání za-

tím simulován nebyl, ale lze očekávat, že bude z energetického hlediska neúspornější.

U modelu školní třídy při nižší intenzitě větrání došlo k tomu, že největší tepelné ztráty tvořily ztráty prostupem tepla. Při zvýšení hodnoty intenzity větrání se staly ztráty větráním hlavní složkou celkových tepelných ztrát. Při vyšších hodnotách intenzity větrání byly při použití ZZT dosaženy i větší energetické úspory. Je ovšem otázka, kolik školních tříd dnes splňuje alespoň minimální požadavek na průtok přiváděného vzduchu uvedený ve vyhlášce 410/2005. Pro zvolenou třídu s velmi štedrou podlahovou plochou na jednoho žáka ( $4,5 \text{ m}^2$ ) vychází intenzita větrání dle požadavků vyhlášky  $n > 1,3 \text{ h}^{-1}$ . Tak vysokou intenzitu větrání nelze v přirozeně větrané třídě bez pravidelného provětrávání okny zajistit.

Model fitcentra se choval, jen s malými odlišnostmi, podobně jako model školní třídy. Celkový přívod větracího vzduchu byl obecně vyšší než v případě třídy, což se projevilo i na vyšším podílu tepelné ztráty větráním. Vysoký stupeň fyzické aktivity návštěvníků fitcentra vede k vyšší produkci oxidu uhličitého i vodní páry a proto lze očekávat průtok přiváděného vzduchu spíše na horní hranici simulovaných případů.

Největší z modelů byl model kinosálu. U tohoto modelu, jako jediného, nedocházelo k infiltraci venkovního vzduchu. K infiltraci vzduchu z okolních prostor samozřejmě docházet může, ale pro potřeby zjednodušené simulace můžeme uvažovat, že má tento vzduch stejnou teplotu jako vzduch v kinosále. V případě kinosálu se vzhledem k velkému celkovému průtoku přiváděného vzduchu nejvíce projevovává přínos ZZT. Při plné kapacitě kinosálu a dávce přiváděného vzduchu na osobu  $50 \text{ m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$  je intenzita výměny vzduchu  $n = 3,4 \text{ h}^{-1}$ .

V případě kinosálu je pro nejvyšší intenzitu větrání úspora energie při použití ZZT cca 50 %.

Poslední z modelů byl model bytu. U tohoto modelu se ukázalo, tak jako u modelu školní třídy, že největší tepelnou ztrátu tvoří ztráta prostupem tepla. V případě modelovaného bytu je ztráta prostupem tepla natolik vysoká, že pro daný případ by mohlo být výhodnější nejdříve aplikovat úsporná opatření na straně tepelné ztráty prostupem a teprve potom na straně větrání. Pro byt s lepšími tepelně technickými vlastnostmi stavebních konstrukcí by byla situace samozřejmě odlišná.

Kontakt na autora: [yjanir00@stud.fme.vutbr.cz](mailto:yjanir00@stud.fme.vutbr.cz), [charvat@fme.vutbr.cz](mailto:charvat@fme.vutbr.cz)

### Použité zdroje:

- [1] Janírek, M. S. *Analýza tepelné ztráty větráním pro různé definované množství větracího vzduchu*, Fakulta strojního inženýrství, Vysoké učení technické v Brně, 2008. 76 s.
- [2] Vyhláška 410/2005 Sb., *O hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých*.
- [3] ČSN 73 0540-2. *Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky*. Praha: Český normalizační institut, 2007. 41 s.

### Poznámka recenzenta:

Autor používá dávku větracího vzduchu  $15 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  na osobu pro simulaci větrání ve fitcentru (tab. 3). Tato hodnota je nevyhovující, doporučuji používat dávku 100 až  $150 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  větracího vzduchu na cvičící osobu.

### \* Aplikovaná energetika v ILK

V institutu pro větrání a klimatizaci (ILK) v Drážďanech byl nově vytvořen výzkumný obor „aplikovaná energetika“. Jeho zaměřením je další vývoj na poli chladičů techniky s vodou jako chladičem vč. úpravy vody, jakož i úkoly v oblasti komplexních energetických systémů vč. technologií akumulace tepla, použití tepelných čerpadel a využití odpadního a ekologického tepla.

CCI 3/2008

(Ku)

### \* Čerstvý vítr do Jura-parku

V prosinci 2008 byl v Landsweiler-Reden (Sársko) otevřen „pravěký“ park „Gondwana“. Tvoří jej 4000 m<sup>2</sup> velký komplex hal – cesta prehistorii od siluru, přes juru či křídlo ukazuje vymřelé živočichy. „Živá“ prezentace je doplněna audiovizuální technikou. Komplex je zásobován třemi centrálními zařízeními pro přívod vzduchu. Ve vstupní hale jedno zařízení klimatizuje 16 000 m<sup>3</sup>/h vzduchu. Do pláště budovy je integrováno větší zařízení, které zásobuje výstavní haly 30 000 m<sup>3</sup>/h vzduchu. Protože připojená větrací síť nezasahuje do vedlejších místností, technickou výbavu doplňuje jedna plochá jednotka. Zpětné získávání energie se u přístrojů stará o hospodárny provoz. Výrobce zařízení je GEA Happel Klimatechnik.

CCI 2/2009

(Ku)



# VENTILÁTORY

## www.casals.cz

### Závan svěžího vzduchu

SORKE s.r.o.  
Hradištská 407  
533 52 Pardubice  
Tel.: +420 466530804  
Fax: +420 466535568  
E-mail: [casals@casals.cz](mailto:casals@casals.cz)