

## PRIEVZDUŠNOSŤ ŠKÁR OKIEN A ÚSPORA ENERGIJE NA VYKUROVANIE V BUDOVÁCH VÝŠKY DO 25 M

Doc. Ing. JÁN FEHÉR, CSc.

Štátny výskumný projektový a typizačný ústav, Bratislava

Článok podáva rozbor výpočtu tepelnej ztráty infiltrácií podľa ČSN 06 0210 zejména s ohľadom na požadovanou minimálnu intenzitu výmeny vzduchu  $0,3 \text{ h}^{-1}$ . V závere doporučuje odstupňovať prevzdušnosť oken pro budovy různé situované vzhľadom k okolní krajine, a tím také různé vystavené účinkům větru.

Recenzoval: doc. Ing. Dr. J. Čihelka

ČSN 06 0210 stanovuje v čl. 25, že s ohľadom na hygienické požiadavky nemá byť intenzita výmeny vzduchu v miestnosti pri infiltrácii vplyvom vetra menšia než  $n = 0,3 \text{ h}^{-1}$ , pričom

$$n = \frac{3600 \sum(i \cdot l) \cdot B \cdot M}{V} \quad [\text{h}^{-1}], \quad (1)$$

kde 3600 je počet sekúnd v hodine,  
 $i$  — súčiniteľ prevzdušnosti škár okolo otvárateľných krídiel obvodových otvorových výplní [ $\text{m}^3 \text{ s}^{-1} / \text{m Pa}^{0,67}$ ],  
 $l$  — dĺžka týchto škár [m],

$B$  — charakteristické číslo budovy [ $\text{Pa}^{0,67}$ ], ktoré určuje tab. 6 v ČSN 06 0210 a je závislé

— od krajinej oblasti so zreteľom na intenzitu vetra (normálna krajina alebo krajina s intenzívnymi vetrami podľa mapy oblastí najnižších vonkajších teplôt alebo podľa tab. 1 v ČSN 06 0210);

v normálnej krajine  $B = 3$  až  $12$   
v krajine s intenzívnymi vetrami  $B = 6$  až  $16$

— od polohy budovy v krajine (chránená, nechránená alebo veľmi nepriaznivá podľa čl. 22 v ČSN 06 0210);  
pri chránenej polohe  $B = 3$  až  $8$   
pri nechránenej polohe  $B = 6$  až  $12$   
pri veľmi nepriaznivej polohe  $B = 9$  až  $16$

— od druhu budovy (radová alebo osamelá budova podľa čl. 21 v ČSN 06 0210);  
pre radovú budovu  $B = 3$  až  $12$   
pre osamelú budovu  $B = 4$  až  $16$

(keďže pojednávame len o budovách výšky do 25 m, nezaráta sa zväčšenie charakteristického čísla budovy v dolnej

polovine počtu podlaží o  $\Delta B$  podľa čl. 55 v ČSN 06 0210)

$M$  — charakteristické číslo miestnosti [—] podľa tab. 7 v ČSN 06 0210, ktoré je závislé od hodnoty súčinnu  $\Sigma(i \cdot l)$  obvodových otvorových výplní a od počtu a tesnosti vnútorných dvier miestnosti; hodnota  $M$  pre miestnosti bytu kolíše medzi 0,4 a 0,7 a presnejšie sa určí podľa vzťahu (1)

$$M = \frac{\Sigma(i \cdot l)_i}{\Sigma(i \cdot l) + \Sigma(i \cdot l)_i}$$

kde  $\Sigma(i \cdot l)_i$  je prevzdušnosť vnútorných dvier miestnosti

$V$  — objem miestnosti [ $\text{m}^3$ ]; uvažujeme jednotnú svetlú výšku miestností v bytoch  $v = 2,65 \text{ m}$ , takže

$$V = 2,65 S,$$

kde  $S$  je svetlá pódorysná plocha miestnosti [ $\text{m}^2$ ].

Keď majú všetky obvodové otvorové výplne jednej miestnosti rovnaký súčiniteľ prevzdušnosti škár, tak pre  $v = 2,65 \text{ m}$  má rovnica (1) tvar

$$n = \frac{3600 i B M}{2,65 S} = 1358,49 i B M \left(\frac{S}{l}\right)^{-1}, \quad (2)$$

a vyjadríme z nej

$$i = \frac{n}{1358,49 B M} \cdot \frac{S}{l}, \quad (3)$$

a pre lepšie písanie označíme

$$\epsilon = \frac{S}{l}$$

Pomer  $\epsilon$  udáva, koľko  $\text{m}^2$  svetlej pódorysnej plochy miestnosti pripadá na 1 m dĺžky škár. Reálne hodnoty  $\epsilon$  kolíšu od 1,0 do 2,0, pričom

budovy blízko týmto hraniciam sú už značne extrémne: napr. miestnosť šírky 4,05 m a hĺbky 4,0 m ( $S = 4,05 \cdot 4,0 = 16,2 \text{ m}^2$  (s dvojkrídlovým oknom 2,4/1,5 m so stĺpikom)  $l = 2 \cdot 2,4 = 4,8$  m) má pomer

$$\epsilon = \frac{S}{l} = \frac{16,2}{10,8} = 1,5$$

a pri hĺbke miestnosti 2,66 m by bolo  $\epsilon = 1,0$  a pri hĺbke 5,33 m by bolo  $\epsilon = 2,0$ .

Hodnoty  $B$  z tab. 6 v ČSN 06 0210 rozdelíme podľa poradia ich veľkosti a príslušnosti k jednotlivým kombináciám krajinných oblastí, polôh budov a druhov budov v tab. 1.

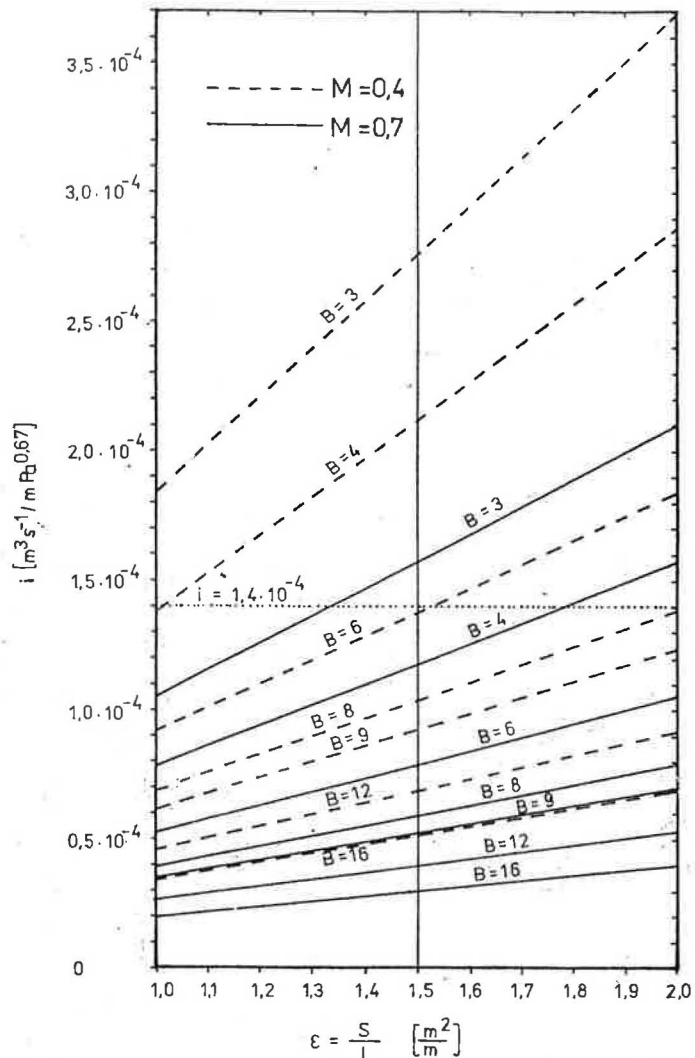
Uvažujme najprv minimálnu intenzitu výmeny vzduchu v miestnosti  $n = 0,3 \text{ h}^{-1}$ . Dosadením tohto  $n$  do rovnice (3) dostaneme potrebný súčiniteľ prívzdušnosti škár  $i$ ,

ktorý by zabezpečil  $n = 0,3 \text{ h}^{-1}$ . Celý rozsah výsledkov pre  $\epsilon = 1,0$  až 2,0, pre  $B = 3$  až 16 a pre  $M = 0,4$  a 0,7 je na obr. 1.

ČSN 06 0210 udáva v tab. 5 súčiniteľ prívzdušnosti škár obvodových drevených zdvojených okien a dverí  $i = 1,4 \cdot 10^{-4}$ . Pre túto hodnotu  $i$  sa na základe rovnice (2) vypočítajú dosiahnuteľné intenzity výmeny vzduchu. Výsledky pre  $M = 0,4$  sú na obr. 2a a pre  $M = 0,7$  na obr. 2b.

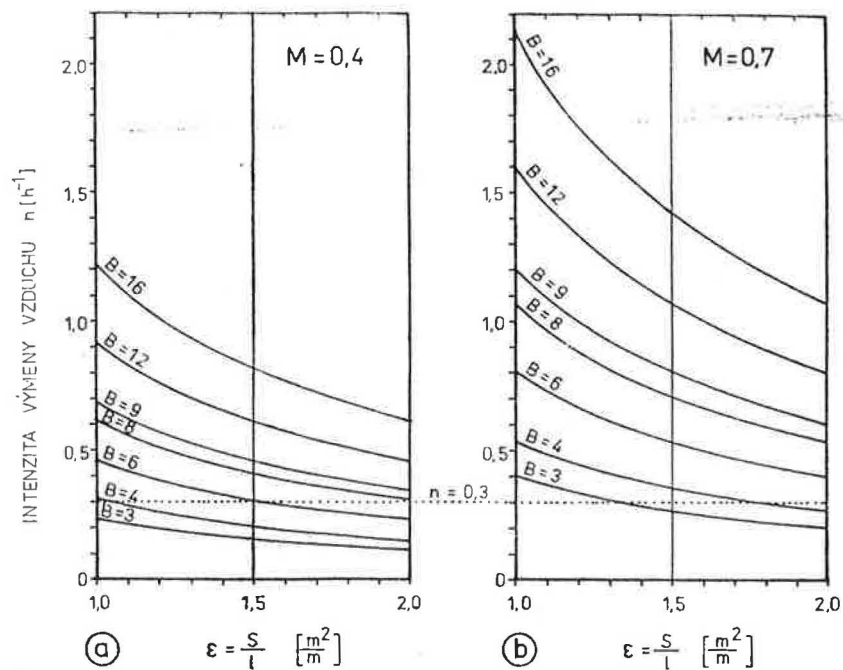
Z obr. 1 a 2 vyplývajú vážne závery:

- S  $i = 1,4 \cdot 10^{-4}$  nemožno pre menšie hodnoty  $B$  zabezpečiť ani hygienické minimum  $n = 0,3 \text{ h}^{-1}$  (oblasť na obr. 1 nad vodorovnou čiarou  $i = 1,4 \cdot 10^{-4}$  a oblasti na obr. 2 pod vodorovnou čiarou  $n = 0,3 \text{ h}^{-1}$ )
- S  $i = 1,4 \cdot 10^{-4}$  nemožno zabezpečiť úspornú intenzitu výmeny vzduchu pre väčšie



Obr. 1. Závislosť medzi  $i$ ,  $\epsilon$  a  $B$  pre  $n = 0,3 \text{ h}^{-1}$  podľa rovnice (3) — svetlá výška miestnosti  $v = 2,65 \text{ m}$

Celý rozsah  
 $B = 3$  až  $16$   
 súčiniteľ prie-  
 vových zdvo-  
 $10^{-4}$ . Pre túto  
 (2) vypočítali  
 meny vzduchu.  
 obr. 2a a pre  
 závery:  
 menšie hod-  
 minimum  
 nad vodo-  
 a oblasti na  
 $n = 0.3 \text{ h}^{-1}$ )  
 zabezpečiť úspor-  
 pre väčšie



Obr. 2. Intenzita výměny vzduchu  $n$  pre  $i = 1,4 \cdot 10^{-4}$  v závislosti od  $\epsilon$  a  $B$  podľa rovnice (2) — svetlá výška miestností  $v = 2,65 \text{ m}$  a) pre  $M = 0,4$ ; b) pre  $M = 0,7$

Tab. 1. Hodnoty  $B$  podľa poradia ich veľkosti a príslušnosti k jednotlivým kombináciám

B	Krajina		Poloha budovy			Druh budovy	
	normálna	s int. vetrami	chránená	nechránená	veľmi nepr.	radová	osamelá
3	●		●			●	
4	●		●				●
6	●			●		●	
		●	●			●	
8	●			●			●
		●	●				●
9	●				●	●	
		●		●		●	
12	●				●		●
		●		●		●	●
16		●			●		●
		●			●		●

výška miestností

Tab. 2. Odstupňované hodnoty  $i$  [ $\text{m}^3 \text{s}^{-1} / \text{m}^2 \text{Pa}^{0,5}$ ] pre rôzne  $B$  a  $M$  a intenzity výmeny vzduchu pri  $\epsilon = 1,0, 1,5$  a  $2,0$

$B$	$M = 0,4$			$M = 0,55$			$M = 0,7$					
	$i \cdot 10^4$	$n$ [ $\text{h}^{-1}$ ] pri $\epsilon$			$i \cdot 10^4$	$n$ [ $\text{h}^{-1}$ ] pri $\epsilon$			$i \cdot 10^4$	$n$ [ $\text{h}^{-1}$ ] pri $\epsilon$		
		1,0	1,5	2,0		1,0	1,5	2,0		1,0	1,5	2,0
3	3,6	0,59	0,39	0,29	3,6	0,80	0,53	0,40	2,1	0,60	0,40	0,30
4		0,78	0,52	0,39	2,1	0,63	0,42	0,31		0,53	0,36	0,27
6	2,1	0,68	0,45	0,34	1,4	0,63	0,42	0,31	1,4	0,80	0,53	0,40
8	1,4	0,61	0,41	0,30	0,9	0,54	0,36	0,27		0,69	0,46	0,34
9		0,69	0,45	0,34		0,9	0,60	0,40	0,30	0,77	0,51	0,39
12	0,9	0,59	0,39	0,29	0,5	0,80	0,53	0,40	0,5	0,57	0,38	0,29
16		0,78	0,52	0,39		0,5	0,60	0,40		0,30	0,76	0,50

hodnoty  $B$  (napr. pre  $\epsilon = 1,0$ ,  $M = 0,7$  a  $B = 16$  je z obr. 2b  $n = 2,13 \text{ h}^{-1}$ , čo je 7,1 razy viac než požadované minimum  $n = 0,3 \text{ h}^{-1}$ ).

Žiada sa odstupňovať hodnoty  $i$  tak, aby sa s najmenším počtom týchto hodnôt pokryl čo možno najoptimálnejšie celý reálny rozsah. Tento rozsah je  $\epsilon = 1,0$  až  $2,0$ ,  $B = 3$  až  $16$  a  $M = 0,4$  až  $0,7$ . Z obr. 2 vidno, že pre  $\epsilon = 1,0$  a dané  $B$  je  $n$  vždy najväčšie a pre  $\epsilon = 2,0$  vždy najmenšie. Ako východisko sa vzal rozsah  $\epsilon = 1,0$  až  $2,0$  a to tak, že pre  $\epsilon = 2,0$  sa volilo minimálne  $n \approx 0,3 \text{ h}^{-1}$  a hľadali sa také hodnoty  $i$ , ktoré by mohli byť spoločné pre rôzne  $B$  a  $M$ . Výsledok je v tab. 2.

Tab. 2 ukazuje, že

- počet potrebných odstupňovaných hodnôt  $i$  je 5 ( $3,6 \cdot 10^{-4}$ ,  $2,1 \cdot 10^{-4}$ ,  $1,4 \cdot 10^{-4}$ ,  $0,9 \cdot 10^{-4}$  a  $0,5 \cdot 10^{-4}$ ),
- pri tomto počte odstupňovaných  $i$  dosahuje sa intenzita výmeny vzduchu v rámci  $\epsilon = 1,0$  až  $2,0$  v rozsahu  $0,27$  až  $0,80 \text{ h}^{-1}$  a pre stredné  $\epsilon = 1,5$  v rozsahu  $n = 0,36$  až  $0,53 \text{ h}^{-1}$ ,
- obvodové otvorové výplne s  $i = 1,4 \cdot 10^{-4}$  vyhovujú len pre
  - $M = 0,4$ , ak je  $B = 8$  alebo  $9$ ,
  - $M = 0,55$ , ak je  $B = 6$ ,
  - $M = 0,7$ , ak je  $B = 4$  alebo  $6$ ,
 čo je v hrubo orámovaných častiach tab. 2,
- pre oblasť nad týmto (tab. 2), je potrebné  $i = 2,1 \cdot 10^{-4}$  a  $3,6 \cdot 10^{-4}$  a pre oblasť pod týmto je potrebné  $i = 0,9 \cdot 10^{-4}$  a  $0,5 \cdot 10^{-4}$ .

#### Záver

Jednotná hodnota súčiniteľa prievzdušnosti škár obvodových okien a dvier neumožňuje citlivejšie dimenzovať intenzitu výmeny

vzduchu v miestnosti pri infiltrácii vplyvom vetra v rámci celej oblasti použiteľnosti. Časť tejto oblasti ( $B = 3$  a čiastočne  $4$ ) nedosahuje minimálnu hygienicky požadovanú intenzitu výmeny vzduchu  $n = 0,3 \text{ h}^{-1}$  a časť tejto oblasti (čiastočne  $B = 8$  a  $9$  a úplne  $B = 12$  a  $16$ ) viacnásobne prekračuje požiadavku, čo nie je v súlade s úsilím o úsporu energie na vykurovanie.

Možnosti na odstránenie týchto nedostatkov sú:

- Vyrábať obvodové okná a dvere s odstupňovanou tesnosťou škár podľa tab. 2
- Určitú obmedzenú možnosť má i projektant pri voľbe členenia okna a dvier (pretože veľkosť zasklenia je daná najmä požiadavkami na denné osvetlenie). Napr. ak treba zmenšiť intenzitu výmeny vzduchu v miestnosti, možno voliť okno s veľkými krídlami a bez stĺpika, aby sa skrátila dĺžka škár; ak ju treba zväčšiť, možno voliť okná s väčším počtom menších krídiel a so stĺpkami, aby sa zväčšila dĺžka škár. Týmto sa však dá regulovať intenzita výmeny vzduchu len v menšom rozsahu.
- Vyrábať obvodové okná a dvere vzduchotesné (teda bez infiltrácie) a zabezpečiť kontrolovateľnú a regulovateľnú výmenu vzduchu inou cestou.

#### LITERATÚRA

- [1] Čihelka, J.: Problémy výpočtu tepelné ztráty infiltrácií, Zdravotní technika a vzduchotechnika č. 4, roč. 18 (1975), str. 203

Продуваемость окон и экономия энергии для отопления зданий высотой до 25 метров

Doc. Ing. Jan Fehér, k. t. n.

В статье анализируется расчет потери тепла инфильтрацией по ЧСН 06 0210 зависимо от требуемой минимальной интенсивности воздухообмена  $0,3 \text{ ч}^{-1}$ . В заключение рекомендуется разделение по степеням продуваемости окон для зданий разнo расположенных в местности и так разнo подвергаемым действию ветра.

Aeration through windows and energy savings for heating of 25 meters high buildings

Doc. Ing. Jan Fehér, CSc.

In the article an infiltration heat loss calculation in accordance with the standard ČSN 06 0210 mainly with regard to the required minimal air exchange  $0,3 \text{ hr}^{-1}$  is analysed there. In the conclusion of the article aeration through windows is recommended to be graded for buildings which are differently located in the landscape and thus differently exposed to the wind effect.

Fensterbelüftung und die Energieersparnis bei der Heizung der Gebäude von einer Höhe bis 25 m

Doc. Ing. Jan Fehér, CSc.

Der Artikel gibt eine Berechnungsanalyse des Wärmeverlustes durch die Infiltration nach dem tschechoslowakischen Standard Nr 06 0210 besonders mit Rücksicht auf die geforderte Minimalintensität des Luftaustausches  $0,3 \text{ St}^{-1}$  ein. Zum Schluss empfiehlt man die Fensterbelüftung für die verschiedenartig mit Rücksicht auf die umliegende Landschaft situierten Gebäude und so auch für die verschiedenartig der Windwirkung aufgesetzten Gebäude abzustufen.

Aération des fenêtres et l'économie d'énergie au chauffage des bâtiments d'une hauteur de 25 m

Doc. Ing. Jan Fehér, CSc.

L'article présente une analyse du calcul de la perte de chaleur par l'infiltration suivant le standard tchécoslovaque No 06 0210 surtout en égard à l'intensité minimale exigée du renouvellement d'air  $0,3 \text{ h}^{-1}$ . En conclusion, on recommande de graduer l'aération des fenêtres pour les bâtiments situés différemment en égard à la région ambiante et tellement aussi pour ceux-ci exposés à l'effet du vent différemment.

● Světová spotřeba ropy vzrostla v r. 1979 jen o 1%

Spotřeba ropy ve světě se v r. 1979 oproti předchozímu roku zvýšila jen o 1 % a činila 3,1 mld. tun. V předcházejícím roce činil nárůst spotřeby 3 %. Snížení tohoto nárůstu způsobil vzestup cen, který činil od prosince 1978 do ledna 1980 u zemí OPECu asi 120 %. Podle statistiky koncernu ESSO spotřebuje 73 % vytěžené ropy 10 zemí, mezi nimiž na prvním místě jsou USA se spotřebou 784 mil. tun. Vývoj spotřeby byl ale značně rozdílný — tak např. za rok 1979 byl v USA pokles spotřeby oproti roku 1978 téměř o 2 %, v Africe o 1 %, na druhé straně v západní Evropě a v jižní Americe spotřeba vzrostla asi o 3 %. Největší nárůst spotřeby zaznamenaly SSSR, státy východní Evropy a Čína, a to asi o 4 %. V těchto zemích je podíl ropy a zemního plynu na spotřebě primární energie 46 %, při celosvětovém průměru 65 %.

Těžba ropy v r. 1979 na celém světě činila asi 3,3 mld. tun. Největší nárůst těžby zaznamenala západní Evropa, a to o 31 % v důsledku vzrůstající těžby v Severním moři. Více než 3/4 celkové produkce však stále ještě pochází ze zemí OPECu.

Vzdor novým nalezištím, světové zásoby ropy klesají, zatímco světové zásoby zemního plynu vzrostly v r. 1979 asi o 10 %, přes jeho stoupající odběr.

HLH 6/80

(Ku)

● Vytápění obytných bloků v Kanadě

V kanadském městě Ottawa bylo instalováno solární zařízení pro skupinu obytných bloků, přestože se jedná o severní oblast s tuhými zimami.

Skupina sestává ze 4 bloků, a to dvou s 19 a dvou s 21 obytnými domy. Solární zařízení bylo určeno původně pro jeden blok s 19 domy. Sestává ze 120 deskových kolektorů s asi 215 m<sup>2</sup> sběrné plochy, z nichž je voda, předehřátá jen asi na 21 °C, vedena do velkého zásobníku a odtud pak podle potřeby pro vytápění nebo ohřev užitkové vody ohřívána tepelným čerpadlem (max. výkon 68 kW) až na 77 °C. Solární zařízení uhradí v zimě asi 40 % potřebné energie pro vytápění a celkovou potřebu teplé užitkové vody. V létě teplo, které přebývá, slouží k ohřívání vody i pro dva další bloky s 21 obytnými domy.

Čtvrtý, zbývající blok s 19 domy je srovnávací, vytápěný normálně, aby bylo možno vyhodnotit hospodárnost solárního zařízení. Zásobník vody o obsahu 26,5 m<sup>3</sup> se nachází ve sklepě prvního bloku a postačí plně pokrýt tepelnou potřebu domu po dva dny (překlenout nepřízeň počasí). Původní vytápěcí systém bloků na zemní plyn byl do solárního systému začleněn ke krytí chybějící energie v zimě.

HLH 5/80

(Ku)