

Ing. Zuzana MATHAUSEROVÁ,
Státní zdravotní ústav, Praha

Hygienické aspekty nedostatečně větraných školských budov

Hygienic Aspects of Insufficiently Ventilated School Buildings MINUSKY

Recenzent:
Prof. Ing. Karel HEMZAL, CSc.

Omezení přirozeného větrání vnitřního prostředí budov při výměně starých oken za nová těsná je velmi aktuálním problémem, nejen v bytech, ale v současné době i ve školách. Dříve přirozeně větrané školské budovy mají po výměně oken téměř nulovou infiltraci, ve třídách při výuce narůstá koncentrace CO_2 , prachu i chemických látek a pachů, důsledkem je vyšší únava a nesoustředěnost žáků i učitelů, objevují se i drobné zdravotní potíže. Protože větrání otevřenými okny je většinou z důvodu bezpečnosti žáků nemožné, narůstá i množství neodvedené vlhkosti a školské budovy jsou plné plísní.

Klíčová slova: větrání budov, školní ventilace

The reduction of natural ventilation of the environment inside school buildings in the process of replacements old windows with new ones designed tight makes a very topical problem. It concerns not only apartments but currently of schools. School buildings that were naturally ventilated earlier, achieve almost zero infiltration after window replacements. Concentrations of CO_2 , dust, chemical substances and smells increase during the education in classes, which result in higher tiredness and lack of concentration both of teachers and pupils as well as small health problems. The volume of humidity that is not taken off increases and school buildings are full of fungi because ventilating through open windows is usually impossible due to pupils' security reasons.

Key words: building ventilation, school ventilation

POŽADAVKY NA VĚTRÁNÍ ŠKOLNÍCH PROSTOR

Jednoznačné požadavky na větrání stanoví vyhláška č. 343/2009 Sb., kterou se mění vyhláška č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých – tab.1.

Tab.1 Množství přiváděného čerstvého vzduchu v učebnách, tělocvičnách, šatnách a hygienických zařízeních v zařízeních pro výchovu a vzdělávání a provozovnách pro výchovu a vzdělávání podle vyhlášky 343/2009 Sb.

Typ prostoru	Množství vzduchu [$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$]
učebny	20 až 30 na 1 žáka
tělocvičny	20 až 90 a 1 žáka*
šatny	20 na 1 žáka
umývárny	30 na 1 umývadlo
sprchy	150 až 200 na 1 sprchu
WC	50 na 1 kabinu, 25 na 1 pisoár

* s ohledem na konkrétní využití a kapacitu tělocvičny

Naprostá většina školských budov, především učebny a tělocvičny, je větraná přirozeně. Pokud se v současné době budova rekonstruuje nebo jen zatepluje, jde vždy i o výměnu starých oken za nová, která mají vzhledem k možnostem přirozeného větrání zcela jiné funkční vlastnosti, než okna původní.

Základní, hygienickou výměnu vzduchu a přirozené větrání prostoru by měla zajistit infiltrace/exfiltrace, tedy průnik vzduchu netěsností oken (při občasném vyvětrání otevřením okna). Součinitel spárové průvzdušnosti okna (veličina, která je pro míru infiltrace rozhodující) byl u původních oken vysoký, např. u netěsného dřevěného jednoduchého okna byl $i = 1,9 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}^{0,67}$ a zajistil až jednonásobnou (i větší, tj. z energetického hlediska příliš vysokou) výměnu vzduchu v prostorách s těmito okny. U současných těsných oken klesl na hodnoty o celý řád nižší, tedy na $i = 0,1 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}^{0,67}$ a tato okna jsou schopna zajistit **výměnu vzduchu kolem $0,04 \text{ h}^{-1}$** – (viz tab. 2).

Tab. 2 Příklad výměny vzduchu infiltrací v místnosti 30 m^3 , při stejných vstupních podmínkách (vitr $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, rozdíl venkovní a vnitřní teploty $10 \text{ }^\circ\text{C}$)

Součinitel spárové průvzdušnosti $i_{i,v}$ [$\text{m}^3/\text{m} \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}^{0,67}$]	Délka spár oken [m]	Dávka vzduchu [$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$]	Násobnost výměny vzduchu [h^{-1}]
$0,1 \times 10^{-4}$	9,0	1,4	0,04
$0,3 \times 10^{-4}$	9,0	4,1	0,13
$0,5 \times 10^{-4}$	9,0	6,8	0,22
$0,7 \times 10^{-4}$	9,0	9,5	0,31
$1,0 \times 10^{-4}$	9,0	13,6	0,44
$1,4 \times 10^{-4}$	9,0	19,0	0,62

Z tab. 2 jasně vyplývá, že současná těsná okna nemohou zajistit bez následných úprav (např. částečné odtěsnění), nebo přidáním dalších větracích prvků, dostatečný přívod vzduchu.

Ukažme si situaci na následujícím jednoduchém příkladu:

Máme třídu o velikosti 100 m^3 , je zde 18 žáků a 1 učitel. Podle platných předpisů [1], [2] potřebujeme přivést minimálně $(18 \times 20) + 50 = 410 \text{ m}^3$ vzduchu/h, tzn. při dané kubatuře místnosti potřebujeme pro vytvoření optimální kvality vnitřního prostředí ve třídě cca 4násobnou výměnu vzduchu/hod. Nová těsná okna nám ale umožní výměnu vzduchu $< 0,2 \text{ h}^{-1}$ (obr. 2). Jestliže nemáme možnost o přestávce otevřít okna dokořán a vyvětrat, pak nastávají trvalé problémy – **stoupá množství CO_2 ve vzduchu i teplota a vlhkost vzduchu** (množství člověkem vydechované vodní páry je $30 \text{ až } 60 \text{ g/h}$). **Žáci začínají být nesoustředění, vzrůstá únava, chybí bolest hlavy, pálení očí, častější alergické reakce apod.). Neodváděná vlhkost se za čas projeví růstem plísní v prostorách budovy školy.**

ZJIŠŤOVÁNÍ KVALITY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ ŠKOLSKÝCH BUDOV

Jako úkol hlavního hygienika ČR proběhla na jaře 2009 celorepubliková akce – ověření kvality prostředí školských budov. V tab. 3 jsou shrnuty výsledky měření, zpracované Odbornou skupinou hygieny ovzduší SZU.



Obr. 1 Školní třída cca 80 m³, 15 žáků + učitel, utěsněná dřevěná dvojitá okna (protihluková úprava), vnitřní teplota $t_i = 21,0$ °C, venkovní teplota $t_o = 13,5$ °C – způsob měření násobnosti výměny vzduchu indikačním plynem

Tab. 3 Shrnutí výsledků měření jednotlivých faktorů vnitřního prostředí ve 141 učebnách ve 14 školách ČR – měřeno: oxid uhličitý CO₂, teplota vzduchu t_a , relativní vlhkost rh, prašnost – vyjádřená jako PM 10 podle [3]

Měřený faktor	Limit	Naměřeno
CO ₂ [obj. %]	0,1	0,08 až 0,59
t_a [°C]	20 až 28	20,6 až 30,0
rh [%]	30 až 65	17 až 52
PM 10 [µg.m ⁻³]	150	37 až 558

Neuvádím procentuální počet překročení limitů jednotlivých faktorů (podrobnosti je možné nalézt na), ale např. vysoká koncentrace CO₂ byla zjištěna v nadpolovičním množství učeben.

Jednou z možností ověřit jak vypadá skutečná výměna vzduchu v prostoru je měření. V rámci běžné činnosti laboratoře ověřujeme okamžitou výměnu vzduchu v přirozeně větraném prostoru postupem podle [5]. Do sledovaného prostoru přivedeme indikační plyn a ze zjištěného poklesu koncentrace tohoto plynu za určitou časovou jednotku se jednoduchým výpočtem zjistí násobnost výměny vzduchu ve sledovaném prostoru – obr. 1, 2.

Násobnost výměny vzduchu l je

$$l = \frac{1}{\tau} \ln \frac{k_0}{k}$$

kde

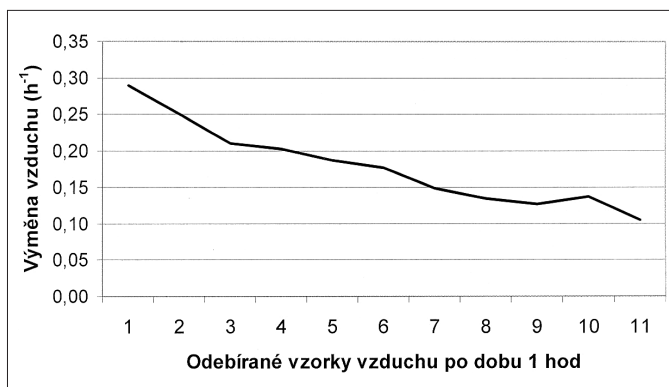
τ je doba odběru [h],

k_0 je počáteční koncentrace indikačního plynu [ppm],

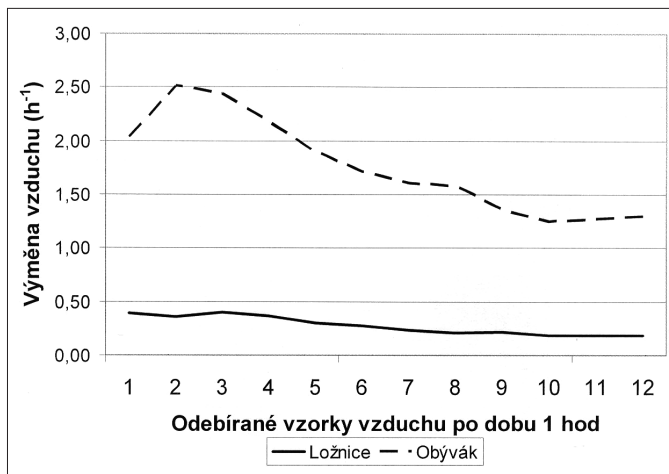
k je změřená koncentrace indikačního plynu v daném časovém úseku [ppm].

Přirozené větrání není jen infiltrace a exfiltrace, ale také tzv. provětrání – musí se občas otevřít okno a vyvětrat. Podíváme-li se na okna ve třídě na obr. 1, ze zaplněných parapetů je jasné, že se tato okna nikdy neotevírají a ve třídě se nevětrá.

Na obr. 3 je příklad, jak se násobnost výměny vzduchu může lišit v jednotlivých prostorech jednoho komplexu – zde bytu, kde jsou v každé části bytu osazena jiná okna.



Obr. 2 Průběh výměny vzduchu ve školní třídě uvedené na obr. 1



Obr. 3 Příklad měřeného průběhu výměny vzduchu – byt: v obývací jsou 2 stará dřevěná dvojitá okna, závětrná strana fasády, vnitřní teplota $t_i = 23,3$ °C; v ložnici 2 nová dřevěná Eurookna, návětrná strana fasády, vnitřní teplota $t_i = 21,4$ °C; venkovní teplota $t_o = 13,1$ °C, vítr prům. 1,2 m.s⁻¹

Obecný problém s těsnými okny by teoreticky měla odstranit stavební vyhláška č. 268/2009 Sb., která v § 26 Výplně otvorů říká, že „Akustické vlastnosti výplně otvorů musí zajistit dostatečnou ochranu před hlukem ve všech chráněných vnitřních prostorech stavby současně za podmínek **minimální výměny vzduchu v době pobytu lidí 25 m³.h⁻¹/osobu nebo výměny vzduchu v místnosti nejméně jedenkrát za 2 hodiny.**“ Mimořádně, jaká je reakce výrobců těsných oken na tento požadavek?

Je nutné si uvědomit, že kvalita vnitřního prostředí a způsob větrání budovy jsou jako spojené nádoby a každá změna vyvolá patřičnou odezvu. Výměna starých oken za okna těsná je stavební opatření vedoucí k požadovaným úsporám energie, ale nikdo již neřeší důsledky tohoto opatření ve vztahu k zajištění potřebné dávky vzduchu pro žáky a vyučující. Provozovatelé školských budov ani učitelé nejsou na tento problém upozorněni a teprve následně, kdy se stav prostředí negativně projeví na chování i zdravotním stavu žáků a učitelů, se hledají náhradní řešení. Všichni víme, že přirozené větrání budov, tak jak jsme ho dosud znali, tj. energeticky zcela nekontrolovatelný a náročný proces, již z hlediska požadovaných energetických úspor i zajištění dostatečného větrání v průběhu celého roku není to nejvhodnější. Použije-li se i nadále přirozené větrání, pak jen jako řízený proces – ve školách přívod vzduchu řízený nejlépe čidly CO₂, případně vlhkosti. K tomu je ale třeba zajistit vstup vzduchu do budovy příslušnými větracími elementy již při řešení výměny oken a ne dodatečně zkoušet potřebnou „míru odtěsnění oken“. U utěsněných a z tohoto důvodu zanedlouho zaplísňených budov se pak jedná o těžko řešitelný, finančně, stavebně i provozně velmi náročný problém.

U těsných novostaveb školních budov by pak velká část prostor měla být nuceně větrána se zohledněním doby vyučování a obsazenosti prostor a samozřejmě se zpětným získáváním tepla.

ZÁVĚR

Stavební zákon, resp. stavební vyhláška [5] jednoznačně říká, že prostor, kde se lidé pohybují musí být větratelny a dostatečně větrán. Dávka vzduchu potřebná na jednoho žáka je dána školskou vyhláškou.

Požadované množství přiváděného vzduchu i v době tlaku na maximální energetické úspory je nutné dodržet, jinak může dojít k ohrožení zdraví žáků a v konečném důsledku i budovy školy.

Kontakt na autorku: zmat@szu.cz

Použité zdroje:

- [1] Vyhláška č. 343/2009 Sb., kterou se mění vyhláška č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých
- [2] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
- [3] Vyhláška č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb
- [4] Vyhláška č. 268/2009 Sb. – stavební vyhláška
- [5] ČSN EN ISO 12569, Tepelné vlastnosti budov – Stanovení výměny vzduchu v budovách – Metoda změny koncentrace indikačního plynu. ■

Jesy®

CENA
6.900,-Kč
bez DPH

DETEKTOR KOUŘE VDK-10

- slouží pro automatické odstavení VZT při nasátí zplodin hoření
- vhodný pro připevnění na potrubí s rovnými stěnami
- odpovídá ČSN 73 0872 čl. 4.3.5



napájení:	12V DC
max. spotřeba:	50mA
vnější krytí:	IP54
výstup:	bezpotenciálový rozpínací kontakt
typ detektoru:	ionizační

JESY, spol. s r.o.
Na Cvičárně 188, Liteň 267 27
Tel.: 311 684 298, E-mail: jesy@jesy.cz

Více informací na
www.jesy.cz

* Sprchové hlavice semeníštěm nebezpečných bakterií

Mikrobiolog profesor Norman R. Pace s týmem z coloradské univerzity v Boulderu zjistil, že sprchové hlavice z domácností, škol, veřejných budov a nemocnic z 5 amerických států, mají na vnitřním povrchu plastových růžic šedý až černý povlak a sliz z vodního kamene a biofilmu s mikroorganismy. V něm našli bakterie *Mycobacterium avium* a netuberkulózní mykobakterie.

Lidé s normálním a zdravým imunitním systémem by se toho neměli bát, avšak ti s potlačenou imunitou, nemocní cystickou fibrózou, nemocní AIDS, v onkologické terapii a lidé s nedávnou transplantací orgánů mohou být bakteriemi ohroženi.

Výzkumníci také odebrali vzorky vody, aby zjistili pozadí organismů ve vodě. Vzorky vody pocházely z městských vodáren New Yorku, Chicaga nebo Denveru a dalších, a ze studní venkovských domů, kde našli jiné bakterie, nikoliv však *M. avium*. Její výskyt byl v hlaviciích zjištěn, a to asi 100x častěji a častěji než ve vodě z vodovodů před sprchou s asi 10 mil. organismů v 1 m³ vody. Mykobakterie se běžně vyskytují v životním prostředí na celém světě a mohou být původcem onemocnění.

Uvádí se, že v USA onemocní ročně 2 lidé ze sta tisíc infikovaných. Symptomy respiračních nemocí, vyvolaných *M. avium*, zahrnují únavu, slabost, vytrvalý a suchý kašel, krátkost dechu a obecné „cítím se špatně“ jako pocit vyčerpání, trvající i měsíce.

Vyšší tendenci ke růstu bakterií mají hlavice s tvarově komplikovaným vnitřním povrchem, s mrtvými místy a spárami, které se obtížně čistí mechanicky i chemicky. Podobně jako léta staré a nikdy nečištěné hlavice. Ukázalo se, že náchylnost k tvorbě biofilmů s bakteriemi je u plastových hlavice, obvykle z ABS, POM a PBT plastů, vyšší než u celokovových hlavice z nerezavějící oceli či mosazi upravené např. chromováním a niklováním. Potlačí se plasty s přísadou částic mikrocidů, které brání

vzniku biofilmů a růstu bakterií. Zásadní význam ale má časté a pravidelné čištění sprch, stěn, keramických obkladů a PVC závěsů vodou se smáčecími a desinfekčními prostředky.

Na závěr si však profesor Pace položil otázku: „Je tedy sprchování nebezpečné?“. Odpověď zněla: „Není, pokud imunitní systém není nějakým způsobem oslaben, avšak riziko tu je!“.

Tisková zpráva University of Colorado at Boulder, Boulder, 14. 9. 2009 (AB)

* Dobrá zpráva: odškodnění při zpoždění letu přes 3 hodiny

Cestující, jehož letadlo přistane v cíli letu se zpožděním většími než 3 hodiny, má nárok na odškodnění od leteckého dopravce; rozhodl 19. 11. 2009 s konečnou platností Evropský soudní dvůr (EuGH) v Lucemburku ve dvou rozsudcích č. akt C-402/07 a C-432/07. Neplatí to jen v případech zásahu „vyšší moci“, jejíž vliv nemohl dopravce odvrátit. Za „vyšší moc“ se nepovažují technické příčiny na straně dopravce.

Práva pasažérů občanů EU dle tohoto rozsudku platí pro každého, jenž nastoupil na cestu na letišti v zemi EU a občanů z třetích zemí, pokud cestují evropskou leteckou společností. Při zpoždění letu nad 3 hodiny je odškodnění odstupňováno podle délky letu: u letů do 1500 km je 250 Euro, při jiném vnitroeurospkém (i mezi-kontinentálním) letu je 400 Euro a při dálkovém činí 600 Euro.

Dosud mohl dostat peníze zpět jen ten, jehož let byl zrušen. To však neplatí, je-li cestujícím, jemuž byl zrušen let a do 1 hodiny po plánovaném odletu nabídnut jiný let, jímž jej dopraví do cíle letu se zpožděním do 2 hodin.

CCI 14/2009 (AB)