

Šablona příspěvku

<i>Modul:</i>	2. Základní vzdělávání
<i>Submodul:</i>	2.-2.1-2.1.7 Oborové novinky
<i>Název příspěvku:</i>	Fyzikálně chemické faktory školního prostředí
<i>Forma příspěvku:</i>	Word
<i>Pracoviště:</i>	Katedra fyziky Pedagogická fakulta MU
<i>Autoři:</i>	RNDr.Jindřiška Svobodová, Ph.D.
<i>Adresa autora: (E-mail, aj.)</i>	svobodova@ped.muni.cz
<i>Klíčová slova: (max. 10 slov)</i>	Mikroklima, tepelný komfort, větrání, termoregulace
<i>Reference: (literatura, webové stránky aj.)</i>	

Anotace

Každý učitel uvažoval někdy o vhodných pobytových podmínkách místnosti či o potřebě větrání. I dotazy a připomínky žáků na kvalitu ovzduší v místnosti dokážou zaskočit. Příspěvek si klade za cíl informovat o současných požadavcích na mikroklimatické podmínky ve školách, které nově stanovují prováděcí předpisy k zákonu č. 258 „O ochraně veřejného zdraví“.

Úvod

Tento zákon v §7 stanoví, že: "Školy, předškolní a školská zařízení zařazená do sítě předškolních zařízení, škol a školských zařízení, (dále jen "zařízení pro výchovu a vzdělávání") jsou povinny zajistit, aby byly splněny hygienické požadavky upravené prováděcím právním předpisem na prostorové podmínky, vybavení, provoz, osvětlení, vytápění, mikroklimatické podmínky, zásobování vodou a úklid." Tímto prováděcím právním předpisem je Vyhláška Ministerstva zdravotnictví 410/2005 Sb. ze dne 4. října 2005.

Stanovení požadavků na mikroklimatické podmínky v těchto zařízeních bohužel není zdaleka tak jednoduché, jak by se mohlo na první pohled zdát. Začněme výpisem požadavků zmíněné vyhlášky. Z hlediska běžného provozu, energetické provozní náročnosti a návrhu školy jsou důležité tyto údaje :

§ 4

(2) V prostorech zařízení pro výchovu a vzdělávání musí na 1 žáka připadnout v učebnách nejméně 1,65 m², v odborných pracovnách, laboratořích a počítačových učebnách, v jazykových učebnách a učebnách písemné a elektronické komunikace nejméně 2 m². V učebnách pracovních činností základních škol musí připadnout na 1 žáka nejméně 4 m². Ve školách uskutečňujících vzdělávací program pro žáky se specifickými vzdělávacími potřebami se stanoví plocha na 1 žáka v teoretických učebnách nejméně 2,3 m².

§ 17

(1) Stavební řešení budov zařízení pro výchovu a vzdělávání a provozoven pro výchovu a vzdělávání musí být navrženo tak, aby povrchová teplota vnitřních částí obvodových stěn nebyla podstatně rozdílná od teploty vzduchu, a to jak v letním, tak v zimním období roku.

(2) V místnosti, kde je použito přirozené větrání okny, musí být okna zajištěna proti rozbití v důsledku průvanu. Ovládání ventilačních otvorů musí být dosažitelné z podlahy.

(3) Mikroklimatické podmínky a požadovaná intenzita větrání čerstvým vzduchem se prokazují u nově navrhovaných staveb a při změnách dokončených staveb výpočtem.

(4) Centrální šatny žáků bez příčného přirozeného větrání musí být větrány podtlakově s intenzitou větrání čerstvým vzduchem podle přílohy č. 3 této vyhlášky.

(5) Po dobu vyučování je nutno zajistit trvalé podtlakové větrání záchodů žáků.

(6) Při měření a hodnocení teploty se postupuje podle zvláštního právního předpisu 4).

§ 18

(1) Průměrná intenzita větrání čerstvým vzduchem (výměna vzduchu) v době využití interiéru musí při přirozeném větrání vyhovovat požadavkům na výměnu čerstvého vzduchu podle přílohy č. 3 této vyhlášky.

(2) Pokud venkovní stav prostředí neumožňuje využít přirozené větrání, například pro překročení přípustných hladin venkovního hluku, nebo překročení přípustných škodlivin ve venkovním prostředí, musí být mikroklimatické podmínky a intenzita větrání čerstvým vzduchem zajištěna přednostně vzduchotechnickým zařízením.

§ 19

Prostory zařízení pro výchovu a vzdělávání a provozoven pro výchovu a vzdělávání určených k dlouhodobému pobytu /nad 4hodiny/ musí být přímo větratelné. Požadavky na intenzitu větrání čerstvým vzduchem jsou upraveny v příloze č. 3 této vyhlášky.

Příloha č. 3 k vyhlášce č. 410/2005 Sb.

/Intenzita výměny vzduchu v místnosti „n“ je čas vyjádřený v hodinách, za který se infiltrací vymění v místnosti všechn vzduch/. Intenzita větrání čerstvým vzduchem v učebnách, tělocvičnách, šatnách a hygienických zařízeních a provozovnách pro výchovu a vzdělávání:

Tab. 1 Výměna vzduchu /průtok vzduchu/ (v $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$) v učebnách, tělocvičnách, šatnách a hygienických zařízeních zařízení pro výchovu pro přirozené větrání

Zařízení	Výměna vzduchu $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$
Učebny	20 - 30 na 1 žáka
Tělocvičny	20 na 1 žáka
Šatny	20 na 1 žáka
Umývárny	30 na 1 umyvadlo
Sprchy	150 - 200 na 1 sprchu
Záchody	50 na kabinu, 25 na pisoár

Parametry mikroklimatických podmínek:

a) Zima

učebny, pracovny, družiny a další místnosti určené k dlouhodobému pobytu:

průměrná výsledná teplota v místnosti $t_g = 22 \pm 1^\circ \text{C}$,

minimální výsledná teplota v místnosti $t_{g\min} = 19^\circ \text{C}$,

rozdíl výsledné teploty v úrovni hlavy a kotníku nesmí být větší než 3°C .

tělocvičny:

průměrná výsledná teplota v místnosti $t_g = 20 \pm 1^\circ \text{C}$,

minimální výsledná teplota v místnosti $t_{g\min} = 19^\circ \text{C}$,

rozdíl výsledné teploty v úrovni hlavy a kotníku nesmí být větší než 3°C ,

při poklesu teploty vzduchu v učebnách určených k dlouhodobému pobytu dětí a žáků ve třech po sobě následujících dnech pod 18°C , ne však méně než na 16°C , nebo při poklesu teploty vzduchu v těchto učebnách v jednom dni pod 16°C musí být provoz zařízení pro výchovu a vzdělávání zastaven.

b) Léto

učebny, pracovny, družiny, tělocvičny a další místnosti určené k dlouhodobému pobytu:

průměrná výsledná teplota v místnosti $t_g = 28^\circ \text{C}$,

maximální výsledná teplota v místnosti $t_{g\max} = 31^\circ \text{C}$,

při extrémních venkovních teplotách, kdy maximální venkovní teplota vzduchu je vyšší než 30°C a kdy je $t_{g\max}$ vyšší než 31°C , musí být přerušeno vyučování nebo zajištěno pro žáky jiné náhradní opatření, např. jejich pobyt mimo budovu a zajištěním pitného režimu.

Tam, kde je rozdíl mezi výslednou teplotou kulového teploměru t_g a teplotou vzduchu t_a menší než 1°C , lze jako výslednou hodnotu teploty používat hodnotu t_a ($^\circ \text{C}$) naměřenou suchým teploměrem.

Relativní vlhkost je celoročně v rozmezí 30 - 70 %.

Rychlost proudění vzduchu je celoročně 0,1 - 0,2 m/s.

Nejasnosti:

V §19 je stanoven požadavek na **přímou větratelnost** prostor pro výchovu a vzdělávání s odkazem na přílohu č. 3 - příloha je dle §18 (1) pouze pro větrání přirozené.

Dále jednoznačně vyhláška požaduje, aby prostory pro výuku byly stavebně řešeny tak, aby povrchová teplota vnitřních částí obvodových stěn nebyla **podstatně** rozdílná od teploty vzduchu po celý rok. Pojem "**podstatně**" vysvětlen není.

Komentáře:

Ad § 4

Objem vzduchu v běžné třídě je cca 160-180m³, je-li třeba přítoku čerstvého vzduchu na žáka 20m³ za hodinu, na 31 osob to bude 620m³ tedy intenzita výměny vzduchu bude 620/160=3,8 krát. To je mnohem více než v obytných budovách, které jsou dimenzovány pro intenzitu "přirozené" výměny vzduchu n=0,5 až 1krát.

Navíc zkušenosti z praxe ukazují, že dávky větracího vzduchu na 1 žáka uvedené pro učebny (20 m³. h⁻¹) jsou nízké a zejména pro tělocvičny (20 m³. h⁻¹) jsou nedostatečné. Tedy je třeba po každé hodině řádně vyvětrat nebo nainstalovat řízené větrání.

Množstvím vzduchu naopak vyhláška nešetří u sprch, kde je požadována "výměna" 150 až 200 m³. h⁻¹ na jednu sprchu. Předpis přitom nestanoví, zda se jedná o přerušované, nebo nepřerušované, trvalé větrání. Tam, kde uživatel chce zvýšit hygienický komfort umývání, šaten, sprch a rozhodne se trvale větrat, aby odváděl i zbytkovou vlhkost, je tímto předpisem nucen ke zbytečně vysokým provozním i investičním nákladům. Pro trvalé větrání vyhovuje totiž cca poloviční průtok odváděného vzduchu, což však nemusí být při správním řízení odsouhlaseno, neboť je to v rozporu s vyhláškou.

Proč vlastně tolik větrat?

Ukázalo se, že pocit nutnosti výměny vzduchu v interiéru určuje odérová složka. Oděry jsou plynné složky v ovzduší, vnímané jako pachy či vůně, tyto látky jsou uvolňované člověkem, dále jeho činnostmi, popř. uvolňované ze stavebních konstrukcí a předmětů.

Pro pocit příjemného pobytu v místnosti není určujícím činitelem potřeba kyslíku pro dýchání, která je, ve srovnání s požadavky na odstraňování oděrů minimální, potřebné množství kyslíku je totiž pouze cca 1 m³/h.os. Oxid uhličitý je běžnou škodlivinou ovzduší obytných budov. Zdrojem tohoto plynu je člověk, jeho metabolismus, dýchačí a termoregulační pochody, také spalování paliv. Vyššími koncentracemi oxidu uhličitého je nepříznivě ovlivněné především dýchání - již při koncentracích nad 15 000 ppm. Pokud se jeho koncentrace v ovzduší zvyšuje nad 30 000 ppm, většina lidí trpí bolestmi hlavy, závratěmi a **nevolností**. Koncentrace nad 60 000 - 80 000 ppm vede k letargii a ztrátě vědomí. Koncentrace CO₂ se ve vnějším prostředí pohybuje v rozmezí 330 - 370 ppm.

Kriteriem pro posuzování úrovně odérové složky je koncentrace TVOC /těkavých organických sloučenin ve vzduchu/. Produkce TVOC koberci, vinyly a dřevotřískou však činí méně než 55 mg/h. na 1m² podlahy, proto za postačující kritérium lze považovat jen úroveň koncentrace CO₂. Dodržením limitních hodnot pro CO₂ (který sám o sobě je bez vůně a zápachu) je zároveň zajištěno dodržení limitů páchnoucích sloučenin.

Průměrná hodnota CO₂ v průběhu 24 h se předpisuje 1000 ppm (1800 mg/m²). Na tuto hodnotu se dimenzují vzduchotechnická zařízení pro obytné budovy. Současně by nikdy

neměla být překročena (v průběhu celých 24 h) koncentrace 1200 ppm (2160 mg/m³). Jedná se tudíž o hodnotu nejvýše přípustnou. Předpokládáme-li koncentraci CO₂ v čistém venkovním vzduchu 390 ppm, a průměrnou produkci CO₂ 19 l/h. na osobu, pak udržení koncentrace CO₂ v interiéru 1000 ppm je nutný přívod čistého vzduchu 30 m³/h.osobu. Na tyto hodnoty je třeba dimenzovat nucené větrání. Z ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov - část 2: Požadavky, odst. 7.2.2odst. 1: "Pro obytné a obdobné budovy leží požadovaná intenzita výměny vzduchu, spočítaná z minimálních množství potřebného čerstvého vzduchu, obvykle mezi hodnotami n_N = 0,3 h⁻¹ až n_N = 0,6 h⁻¹. Jestliže akceptujeme výměnu vzduchu 0,3 až 0,6 h⁻¹, lze pro dané podmínky (limit 1000 ppm pro CO₂ a venkovní čistý přiváděný vzduch) stanovit minimální objem prostoru na jednu osobu - V₂₄ = 9 m³/os (n = 0,3 h⁻¹ čistý vzduch) až 20 m³/os (n = 0,6 h⁻¹, přiváděn znečištěný vzduch). .

Výpočet množství vzduchu podle počtu osob

$$V = p \cdot V_p$$

kde:

V	množství přivedeného vzduchu	[m ³ h ⁻¹]
p	počet osob	[-]
V _p	množství přiváděného vzduchu na osobu	[m ³ h ⁻¹ na osobu]

Výpočet podle produkce škodlivin

Škodliviny, které vznikají v interiéru, nesmí překročit maximální přípustné koncentrace.

$$V = \frac{m}{\rho_{\max} - \rho}$$

kde:

V	potřebné množství větracího vzduchu pro udržení nejvýše přípustné koncentrace	[m ³ .h ⁻¹]
m	množství vznikající škodliviny	[g.h ⁻¹]
ρ _{max}	koncentrace škodlivin v interiéru, koncentrace škodlivin v odváděném vzduchu, většinou je rovna maximální přípustné koncentraci podle hygienických předpisů	[g.m ⁻³]
ρ	koncentrace škodlivin v přiváděném vzduchu do místnosti	[g.m ⁻³]

Výpočet podle doporučené intenzity výměny vzduchu

$$V = n \cdot O$$

kde:

V	množství přivedeného vzduchu	[m ³ h ⁻¹]
n	doporučená intenzita výměny	[h ⁻¹]
O	objem místnosti	[m ³]

Kyslík:

$$V = \frac{m}{\rho - \rho_{\min}} = \frac{104,75 \text{ l/h}}{(0,2095 - 0,11)} = 1060 \text{ l/h} = 1,06 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1} \text{ na osobu}$$

kde:

V	potřebné množství čerstvého vzduchu pro udržení minimálního množství kyslíku	$[\text{m}^3 \text{h}^{-1} \text{ na osobu}]$
m	spotřeba kyslíku 104,75 l.h ⁻¹ os ⁻¹	$[\text{l.h}^{-1} \text{os}^{-1}]$
ρ	koncentrace kyslíku ve venkovním přiváděném vzduchu - 20,95 %	$[\text{l.m}^{-3}]$
ρ _{min}	minimální množství potřebné k dýchání - 11 %	$[\text{l.m}^{-3}]$

Oxid uhličitý:

$$V = \frac{m}{\rho_{\max} - \rho} = \frac{19 \text{ l/h}}{(1200 - 350) \text{ ppm} \cdot 10^{-3}} = 22,4 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1} \text{ na osobu}$$

kde:

V	potřebné množství čerstvého vzduchu pro udržení nejvýše přípustné koncentrace oxidu uhličitého	$[\text{l.h}^{-1} \text{ na osobu}]$
m	produkce CO ₂ dýcháním - 19 l.h ⁻¹ os ⁻¹	$[\text{l.h}^{-1} \text{os}^{-1}]$
ρ _{max}	maximální koncentrace v interiéru 1200 ppm	$[\text{g.m}^{-3}]$
ρ	koncentrace CO ₂ ve venkovním přiváděném vzduchu - 350 ppm	$[\text{g.m}^{-3}]$

Z výše uvedených výpočtů vyplývá, že největší množství přivedeného čerstvého vzduchu, je pro udržení přípustné koncentrace CO₂. Koncentrace oxidu uhličitého v obytných místnostech, kde jsou zdrojem škodlivin pouze lidé, je tedy rozhodujícím kritériem pro návrh množství větracího vzduchu.

Hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb jsou stanoveny ve [vyhlášce č. 6/2003 Sb.](#)

Závěr

Zajištění předepsaných mikroklimatických parametrů ve školských zařízeních během celého roku se stává podle nové legislativní úpravy komplikovanějším než tomu bylo dosud. Dodržení v některých případech direktivních požadavků necitlivě stanovených závazným právním předpisem může být problémem.

Ve školní praxi je možno doporučit častější jednorázové větrání nebo instalaci řízeného větrání.

Literatura:

[1] Zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících předpisů

[2] Vyhláška MZ 410/2005 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky pro prostory a provoz škol, předškolních zařízení a některých školských zařízení

[3] Vyhláška MMR č. 137/1998 Sb. o obecných technických požadavcích na výstavbu 6/2003 Sb.

[4] Vyhláška MZ ze dne 16. 12. 2002 hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí a pobytových místností některých staveb