

Větrání ve školách

Rekonstrukce budovy gymnázia Hrabůvka

Ing. Zdeněk Zikán

divize inženýrsko poradenská
ATREA s.r.o.
V Aleji 20
466 01 Jablonec nad Nisou

mob : + 420 608 644 660
e-mail : poradenstvi@atrea.cz
web : www.atrea.cz

OBSAH

1.	ÚVOD	3
1.1.	Jaké jsou současné problémy školských objektů.....	3
2.	REKONSTRUKCE GYMNÁZIA HRABŮVKA	4
3.	MĚŘENÍ MIKROKLIMATU A KVALITY VZDUCHU NA ŠKOLÁCH	7
3.1.	Měření koncentrací CO ₂ ve školách a na gymnáziu Hrabůvka	7
3.2.	Měření Státního zdravotního ústavu	9
3.3.	Závěry z měření koncentrací a teplot	10
4.	EKONOMIKA	11

1. ÚVOD

1.1. Jaké jsou současné problémy školských objektů

Pokud pomineme základní nevhodné tepelně izolační vlastnosti budov, které vyplývají z platných způsobů navrhování a stavění poplatné minulé době, pak z hlediska dodržování mikroklimatických podmínek ve třídách je úplná absence mechanických větracích systémů a základem větrání je větrání okny. Větrání okny však v naprosté většině případů nefunguje vzhledem k tomu, že sklápěcí okna těsně nad parapety způsobují teplotní diskomfort krajních řad lavic u oken a proto je krajní řady žáků chtějí zavírat. Podstropní okna jsou převážně pevná. U starých škol jsou také obvykle zrušeny staré odvětrací šachty a v nových školách tyto už vůbec nejsou. Obecně také většinou platí zákaz otevírání oken o přestávkách (s ohledem na bezpečnost). Pokud vůbec pomineme energetickou náročnost větrání pomocí oken, kdy teplo vypouštíme bez užitku ven, tak i způsob větrání okny, který je založen na subjektivních pocitech vyučujícího a žáků, je neefektivní neboť lidský činitel nedokáže svými orgány určit kvalitu vzduchu. Z toho vyplývají nepřijatelné koncentrace CO₂ ve třídách, vysoké hladiny odérů (lidově řečeno pachů či smradů), zvyšující se hladiny relativní vlhkosti ve třídách a vysoká prašnost (aerosolové částice frakce PM₁₀, PM_{2,5}), což je z hlediska zdraví dětí, žáků i učitelů nepřijatelný stav.

V našich právních předpisech existuje vyhláška 410/2005 Sb. o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých, která stanovuje i ve znění vyhlášky č. 343/2009 Sb. požadavek na množství větraného vzduchu na žáka 20 – 30 m³/hod. Nikde však není dáno jakým způsobem mají školy zajistit toto minimální množství větraného vzduchu a jak toto zkontrolovat. Navíc při větrání okny je množství větraného vzduchu závislé na činiteli, který člověk nemůže ovlivnit a tím je počasí. Zejména teplota venkovního vzduchu a rychlost větru. Tyto dvě veličiny spolu s velikostí otevření okna a teplotou vnitřního vzduchu způsobí, že probíhá větrání prostřednictvím okna. Čím je venku chladněji, tím bude rozdíl vnitřní a venkovní teploty větší a tím bude více vyvětráno. Bohužel chladnější vzduch má vliv na žáky u oken. Pokud nemáme k dispozici rozdíl venkovní a vnitřní teploty (např. v létě, kdy může být v místnosti stejná teplota jako venku) a nefouká vítr, pak se nic okny nevyvětrá, protože chybí hybná síla pro větrání. Tuto skutečnost zná jistě každý.

Takže na jedné straně máme rozpor s požadavky bezzubé vyhlášky, na druhé straně máme nekvalitní mikroklima ve školských objektech, mnohdy i s výhradami rodičů k tomuto stavu a obavami o zdraví svých dětí. Za této situace se zde začíná objevovat chvályhodný požadavek na úspory energií na vytápění všech těchto objektů. Bohužel se však téměř vždy setkáváme se situací, kdy se úspory energií řeší pouze na úrovni výměny oken za kvalitnější z hlediska tepelně izolačních vlastností a z hlediska těsnosti vlastních oken a dále na úrovni zateplení stavební obálky budovy. Tím se ze stávajících budov sice stávají energeticky úspornější budovy, ale také těsnější budovy. A opět bohužel nikdo nestanovuje a neřeší způsoby větrání a vlastního mikroklima v budovách. Co je nutno ocenit je, že se zlepšením tepelně izolační obálky dochází ke zlepšení tzv. teplotního mikroklima (povrchová teplota obvodových stěn je vyšší a přispívá k lepšímu teplotnímu pocitu). Bohužel koncentrace CO₂, odérů, prachu se zvyšuje.

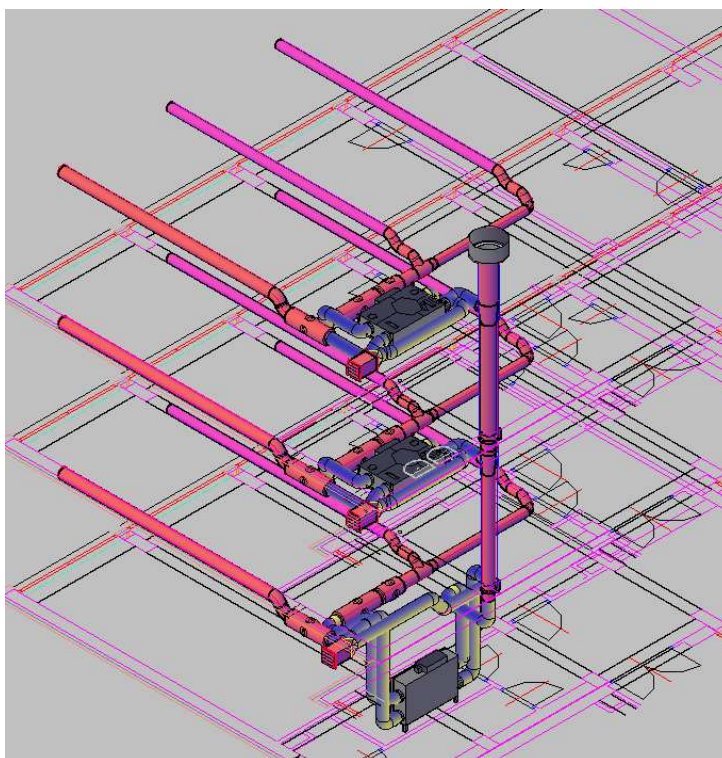
Tak dochází k zajímavému paradoxu, kdy se zlepšením tepelně izolačních vlastností budovy se zhoršuje kvalita vnitřního prostředí.

2. REKONSTRUKCE GYMNÁZIA HRABŮVKA

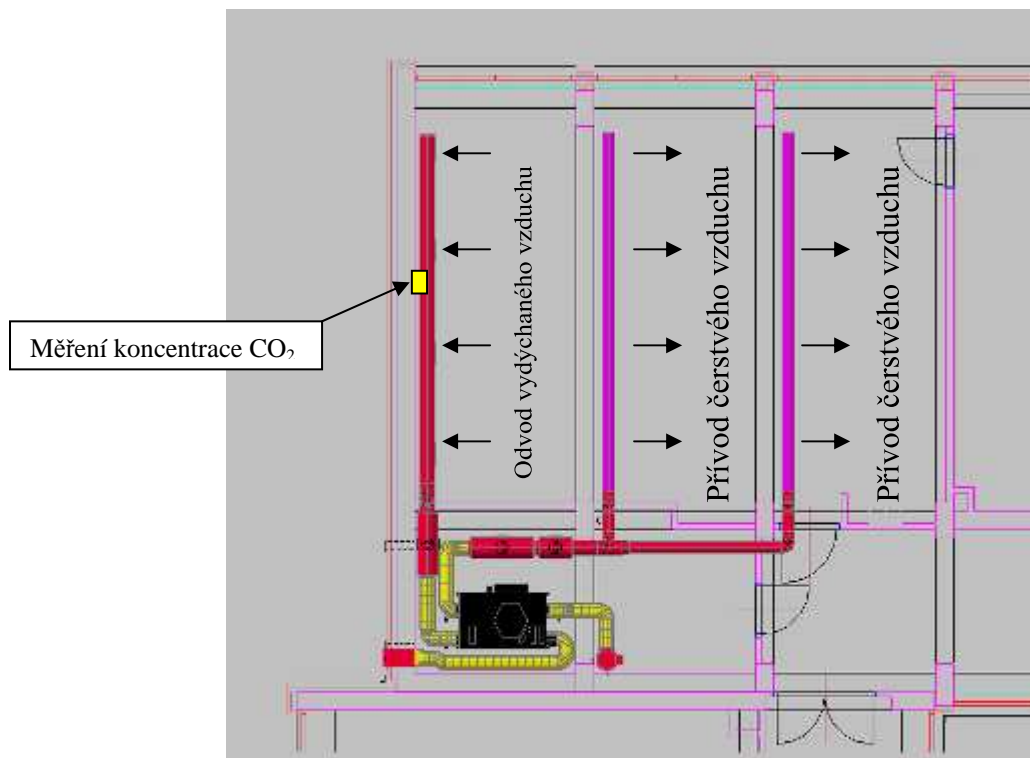
V období 11/2008 – 07/2009 proběhla rekonstrukce budovy gymnázia Hrabůvka. Byla naplánovaná klasická rekonstrukce na výměnu oken a zateplení fasády.



Ve spolupráci s firmou INTOZA s.r.o. a po dohodě s ředitelem gymnázia byl doplněn celý projekt o větrací systém s rekuperací tepla pro tři učebny (viz obr.). Systém větrání byl navržen jako decentrální, kdy jedna jednotka větrá jednu třídu. Množství větrání vzduchu na žáka bylo v tomto případě voleno na hodnotě $25 \text{ m}^3/\text{hod}$ na žáka pro průměrnou obsazenost třídy 30 žáků a $20 \text{ m}^3/\text{hod}$ na žáka pro maximální obsazenost 40 žáků. Byly navrženy větrací jednotky DUPLEX s protiproudým rekuperačním výměníkem bez dohřevu vzduchu za rekuperací. Rekuperace pracuje s účinností 85 %, což značí, že 85 % tepelné energie, která by byla vypuštěna do ovzduší, se ušetří na ohřevu přírodního čerstvého vzduchu. Vzhledem k tomu, že i žáci včetně učitelů jsou sami o sobě producenti tepla, není proto potřeba pro větrání další ohřev.



Po sponzorských darech firem ATREA s.r.o. a INTOZA s.r.o. byl realizován větrací systém v jedné učebně a příprava rozvodů do dalších dvou učeben.



Obrázek z projektu větrání třídy gymnázium Hrabůvka – decentrální systém

Foto před realizací



Foto ze třídy po realizaci





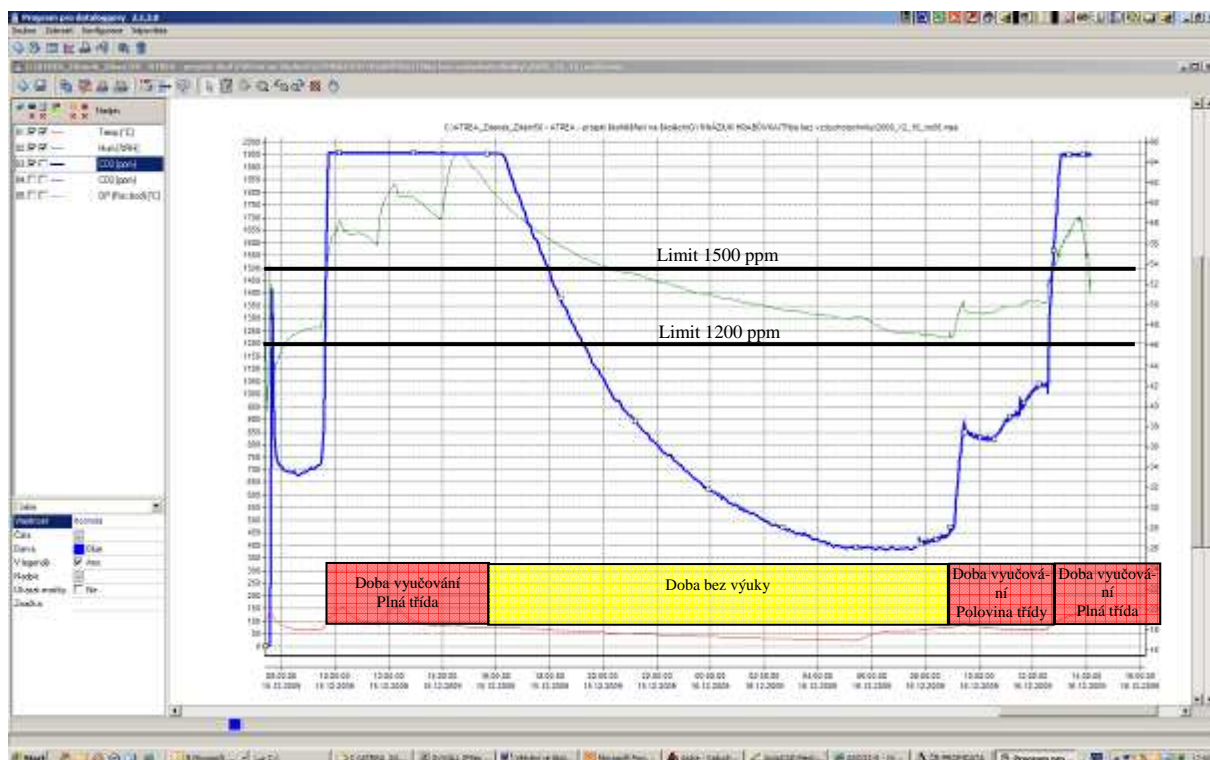
Fotografie z instalace větrací jednotky s rekuperací tepla.

3. MĚŘENÍ MIKROKLIMATU A KVALITY VZDUCHU NA ŠKOLÁCH

3.1. Měření koncentrací CO₂ ve školách a na gymnáziu Hrabůvka

Firma ATREA s.r.o. v rámci svých aktivit zahájila měření v některých školách v naší republice, po dohodě s řediteli uvedených škol, za účelem propagace skutečného stavu kvality vnitřního prostředí v těchto školách a propagace možného řešení tohoto stavu. Také na gymnáziu v Hrabůvce bylo zahájeno v prosinci 2009 dlouhodobé měření. Díky pochopení ředitele Josefa Svrčiny byly instalovány dva měřicí přístroje pro měření koncentrace CO₂, relativní vlhkosti vzduchu a teploty vzduchu. Jeden z přístrojů byl nainstalován ve třídě se vzduchotechnikou a jeden ve srovnatelné třídě bez vzduchotechniky. Ve spolupráci s profesorkou Barborou Kajfošovou jsou průběžně stahována data z přístrojů v těchto třídách a následně vyhodnocována.

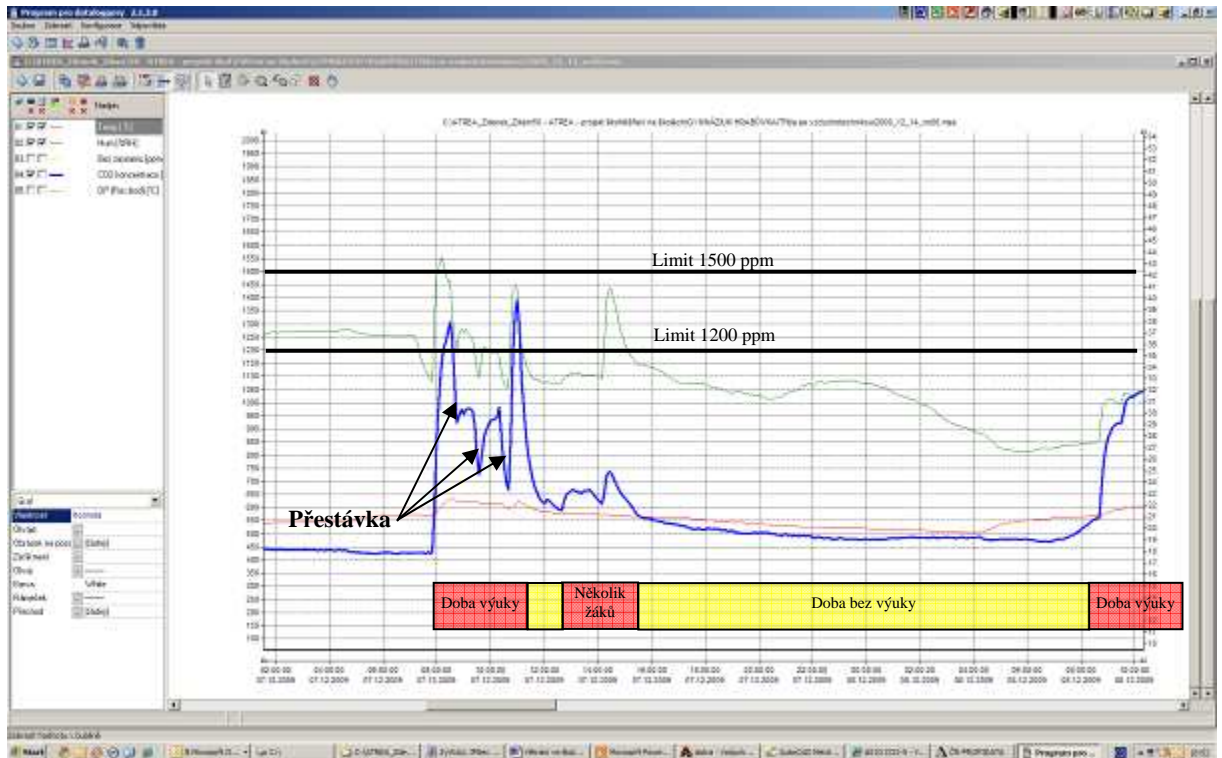
Ukázka z měření CO₂ ve třídě, kde není instalovaná vzduchotechnika.



Z grafu vyplývá nárůst koncentrace CO₂ nad hranici 2000 ppm (dosah měřícího přístroje). Díky těmto prvotním měřením dojde v nejbližší době k výměně přístroje za přístroj s vyšším rozsahem měření.

Bohužel je ale z grafu naprosto zřejmé, že ve třídě jsou koncentrace vysoko nad hranicí 1200 – 1500 ppm, která je dle našich hygienických předpisů brána jako limitní.

Dále je ukázka z měření ze srovnatelné třídy, kde je již instalovaná vzduchotechnika.



Z grafu vyplývá dodržení limitních koncentrací CO_2 během výuky včetně výrazných poklesů koncentrace CO_2 během přestávek, kdy docházelo k výměně žáků ve třídě. Horní hranice koncentrace byla závislá na obsazenosti třídy. Např. v 10 hodin byla obsazenost třídy na 2/3 oproti vyučovací hodině kolem 11 hodiny, kdy byla plná obsazenost.

Co se týká horní hranice koncentrací, kdy je někdy vyšší než jsou limitní hodnoty je nutno brát do úvahy i místo měření, které bylo záměrně zvoleno pod odsávacím potrubím a je tedy charakteristickým místem největší možné koncentrace z celé třídy díky směru proudění vzduchu.

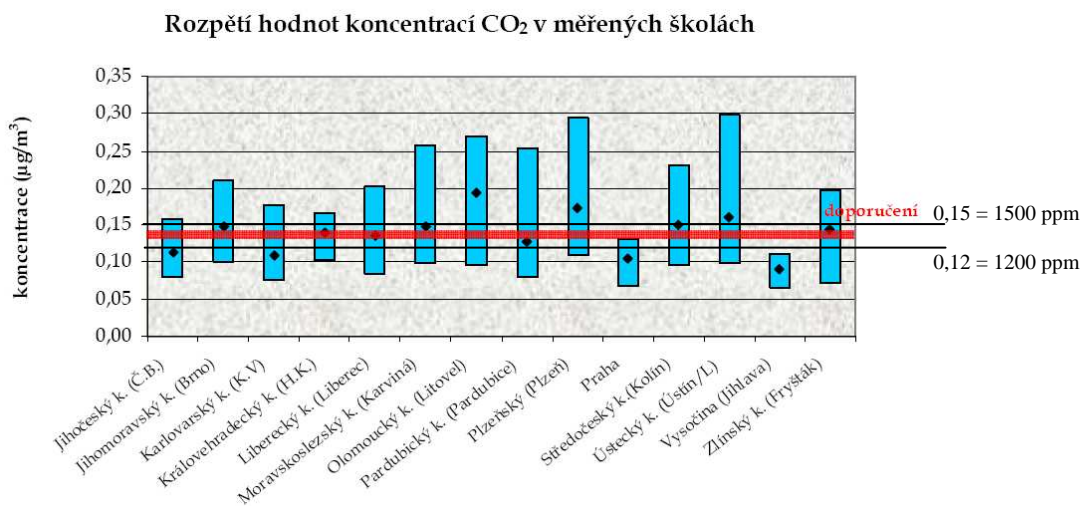
3.2. Měření Státního zdravotního ústavu

Podobná měření prováděl v minulosti Státní zdravotní ústav, centrum hygieny životního prostředí, odborná skupina hygieny prostředí. Výzkum měl název „Měření vnitřního prostředí v základních školách“. Výsledky tohoto měření jsou uveřejněny na webových stránkách SZÚ.

Z měření SZÚ rovněž jednoznačně vyplývá následující :

a/ Měření koncentrace CO₂

Rozpětí koncentrací CO₂ v měřených školách se v převážné míře pohybuje poblíž doporučeného maximálního limitu 0,12-0,15 (1200 – 1500 ppm) ale spíše nad tímto limitem.

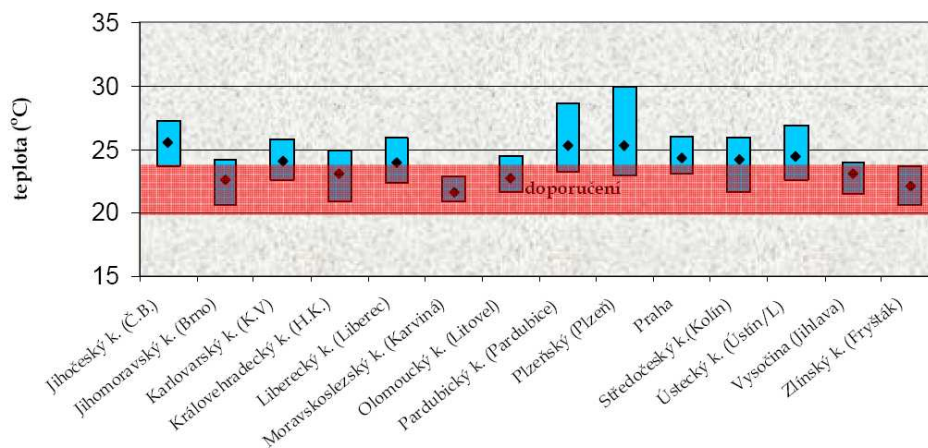


Jsou také vidět maxima, která se pohybují na hodnotách nad 0,25 % (2500 ppm), což jsou hodnoty na úrovni dvojnásobku povolených koncentrací a pokud se podíváme do hodnotící zprávy z prvního měření z roku 2006-2007, zjistíme dokonce naměřené maximální koncentrace CO₂ na úrovni 0,593 % (5930 ppm), což je čtyřnásobkem povolené koncentrace. Zde se překračuje již hranice koncentrace 5000 ppm, která je uváděna jako maximální bezpečná koncentrace bez zdravotních rizik. Nad touto hranicí se mohou vyskytovat již zdravotní rizika.

b/ Měření teplot

Co se týká teplot ve školách, tak průměrné teploty v 8 školách ze 14 se dostávají nad stanovenou maximální horní hranici 24°C (nejen požadovanou průměrnou 22°C). Velmi smutné je i zjištění, že maximální průměrné teploty v mnoha třídách, zde u celkem 9 škol se dostávají na hranici 25°C a vyšší. Pod hodnoty 20°C se žádná škola ani třída nedostala. Do hodnotícího kritéria 22 ± 2°C se s průměrnými teplotami dostaly jen 3 školy ze 14.

Rozpětí hodnot teploty v měřených školách



Co je velká škoda, že z této studie nevyplývá a neměřilo se, je požadavek vyhlášky na dodržení nejen zmiňované podmínky na průměrnou teplotu $t_g = 22 \pm 2^\circ\text{C}$, ale také na maximální rozdíl výsledné teploty v úrovni hlavy a kotníků, který nesmí být větší než 3°C . Právě v rámci tohoto výroku vyhlášky by bylo velmi zajímavé, jak se projevuje plnění toho požadavku při nejběžnějším způsobu větrání okny. Při větrání okny v zimním období proudí samozřejmě studený vzduch k podlaze a zde působí negativně na chodidla.

3.3. Závěry z měření koncentrací a teplot

Je možno konstatovat, že v našich školách dochází k přetápění objektů a při nekontrolovaném větrání k překračování koncentrací CO_2 .

Teplota má velký vliv na lidský organismus, to ví každý z nás, a to jak nízká teplota tak vysoká. Málo se však publikuje, že teplota je dokonce přímo odpovědná za pracovní či studijní výkon osob. Pokud se tedy mnoho odlišuje od požadované hodnoty, pak se projevuje nejen jako diskomfort, ale také ovlivňuje uvedený pracovní a studijní výkon. Druhou stránkou, zejména u naprosto přetápěných budov a u tříd s teplotou nad $+25^\circ\text{C}$ se to jinak nedá nazvat, je vysoká spotřeba energií, která se navíc v případě školských zařízení vynakládá z tzv. veřejných prostředků.

Co se týká koncentrací CO_2 , která jsou také překračována, málo se ví, jak se vlastně projevují vyšší koncentrace CO_2 ve vzduchu ?

- 360 – 400 ppm – čerstvý vzduch v přírodě
- 800 – 1 000 ppm – doporučená úroveň CO_2 ve vnitřních prostorách
- 1 200 – 1 500 ppm – doporučená maximální úroveň CO_2 ve vnitřních prostorách
- > 1 000 ppm – nastávají příznaky únavy a snižování koncentrace
- 5 000 ppm – maximální bezpečná koncentrace bez zdravotních rizik

Z uvedeného také vyplývá, že vyšší koncentrace, jak 1200 – 1500 ppm jsou rovněž přímo odpovědné za koncentraci a pozornost při vyučovacím procesu a jsou tudíž odpovědné za pracovní a studijní výkon.

Pokud se tedy podíváme na závěry jednotlivých měření ve školských objektech, pak si jen můžeme klást základní otázky :

V takovém prostředí tráví čtvrtinu až třetinu dne naši nejmilejší, naše děti ?

Je nám jedno, jako daňovým poplatníkům, jaká je spotřeba energií a tudíž jaké jsou přímé náklady na provoz školských a jiných budov financovaných z veřejných prostředků ? Nedají se tyto finance použít třeba na více lepších výukových pomůcek a podobně ?

4. EKONOMIKA

Je potřeba začít měnit přístup k modernizaci školských budov a k výstavbě nových budov.

Jakákoli investice do větracího systému je samozřejmě finanční zátěž a to nejen při rekonstrukcích. Má delší dobu návratnosti než jakékoli další opatření, které provádíme z hlediska úspor energií (např. výměna oken). Velice těžce se totiž počítá návratnost u investice do zlepšení pracovního nebo studijního prostředí. U větrání se zpětným ziskem tepla dochází k úsporám energie z větrání. Tato úspora je již vyčíslitelná při zadání ceny tepelné energie, která je k dispozici. Nespravedlivě se však provádí ekonomické srovnávání nuceného větrání, kdy se dají dodržet požadované mikroklimatické podmínky, s nedostatečným větráním okny a nedodržením požadovaných mikroklimatických podmínek při tomto větrání. Spravedlivé by bylo pouze ekonomické srovnání, kdy bychom ocenili kvalitnější vnitřní prostředí a díky tomu lepší podmínky pro vzdělávání žáků a pracovní podmínky pro učitele.

Nucené větrání a ještě lépe nucené větrání s rekuperací tepla by mělo být v současné době součástí každé novostavby nebo zásadní rekonstrukce.

Víme, že vzdělávání závisí na pozornosti a koncentraci žáků i vyučujících. Podle výzkumů vyšší kvalita vzduchu zvyšuje produktivitu práce. Pokud přijmeme i jen minimalistický fakt, že v dnešním prostředí špatně větraných škol lze zvýšit produktivitu vyučovacího procesu díky čerstvému vzduchu o 5 až 10 % (při čemž některé studie uvádějí, že je možno díky čerstvému vzduchu zvýšit výkonnost při řešení některých úloh až o 35 %), pak při předpokládaném ročním počtu 1 300 vyučovacích hodin (1 200 – 1 400 závisí na ročníku) odpovídá neefektivně využitých 5% už 65 hodinám vyučovacího procesu na třídu a neefektivně využitých 10 % odpovídá 130 hodinám. Při průměrných nákladech 500 Kč/hod na jednu třídu, lze takto ušetřit ročně 32 500 až 65 000 tisíc Kč. Z tohoto pohledu je instalace nuceného větrání a to včetně rekuperace tepla ekonomicky velmi zajímavá - s návratností celé investice v řádech 2 až 5 let.

V této návratnosti navíc vůbec nejsou zahrnuty možné úspory z nižší nemocnosti žáků a učitelů, což je dalším bodem, který by zasluhoval ověření a ekonomické ohodnocení. V nekvalitním prostředí se totiž jistě lépe daří všem bacilům a mikrobům a také přenosu těchto bacilů z osoby na osobu.

Bohužel v současné době nejsou žádné programy na úspory energie, kde se využívá nucené větrání se zpětným získáváním tepla. Budovy, které by rády tento systém nuceného větrání s rekuperací tepla chtěly zavést jsou proto znevýhodněny. Také v současnosti propagovaný program Zelená úsporám, který je zaměřen na úspory tepla ve stavbách na bydlení, a to i v pasivním standardu, se však vůbec nevztahuje na objekty veřejné vybavenosti, kam patří i školy. Navíc, opět paradoxně, tento program, kromě jediného bodu a tím je výstavba pasivních domů ve kterých je větrání s rekuperací nutnost, podporuje, na jednu stranu správně, zateplení objektů a výměnu oken, ale na druhou stranu přispívá ke zhoršení vnitřního prostředí ve stavbách, které budou nekvalitně a nedostatečně větrány.

Kvalita vnitřního prostředí má tedy ve školství přímý vliv na schopnost koncentrace a pozornost žáků a učitelů, což s množstvím získaných vědomostí během učebního procesu má celoživotní dopad nejen na samotné žáky, ale následně i na celou společnost.

Přispějme proto ke zkvalitňování učebního procesu, z dlouhodobého hlediska se to společnosti jistě vyplatí.

Autor :

Ing. Zdeněk Zikán (*1960)

Autorizovaný inženýr, absolvent strojní fakulty ČVUT v oboru tepelné a jaderné stroje a zařízení, specializace technika prostředí.

Dlouhodobě se zabývá vzduchotechnikou, klimatizací a vytápěním objektů a využitím obnovitelných zdrojů energie. Nyní zaměstnán ve firmě [ATREA s.r.o.](#), kde je vedoucím poradenství v oboru vzduchotechniky a vytápění a zástupcem vedoucího divize Energeticky pasivních domů (EPD).

Foto :

ATREA s.r.o.