

# MIKROKLIMA VE ŠKOLÁCH

## VĚTRÁNÍ ŠKOL



**Zuzana Mathauserová**

**[zuzana.mathauserová@szu.cz](mailto:zuzana.mathauserová@szu.cz)**

**Státní zdravotní ústav**



**Kvalita vnitřního prostředí staveb  
ovlivňuje pohodu, výkonnost  
i zdravotní stav člověka.**

# Mikroklima

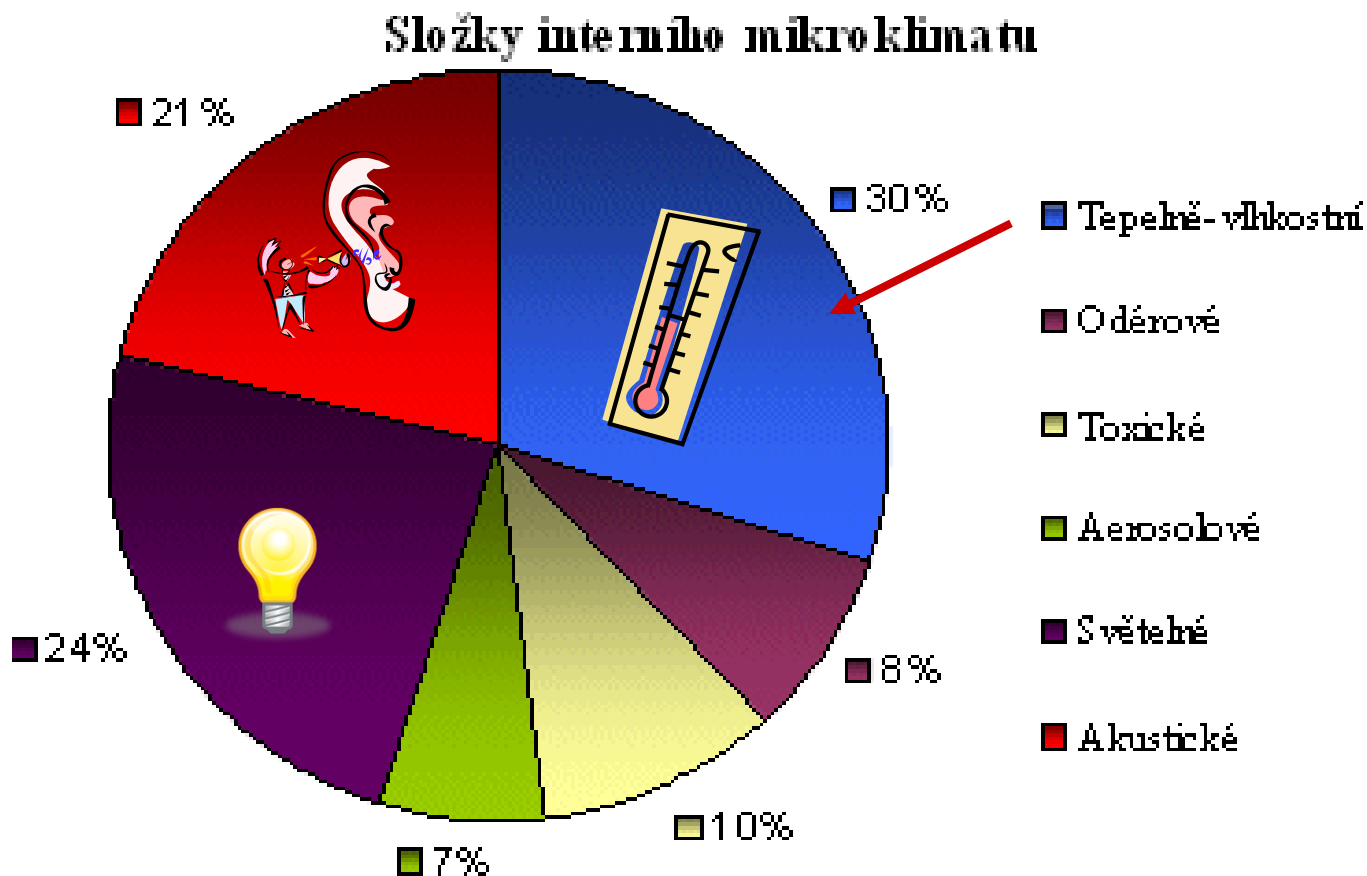
```
graph TD; A[Mikroklima] --- B[teploty vzduchu]; A --- C[relativní vlhkost vzduchu]; A --- D[rychlost proudění vzduchu];
```

**teploty vzduchu**

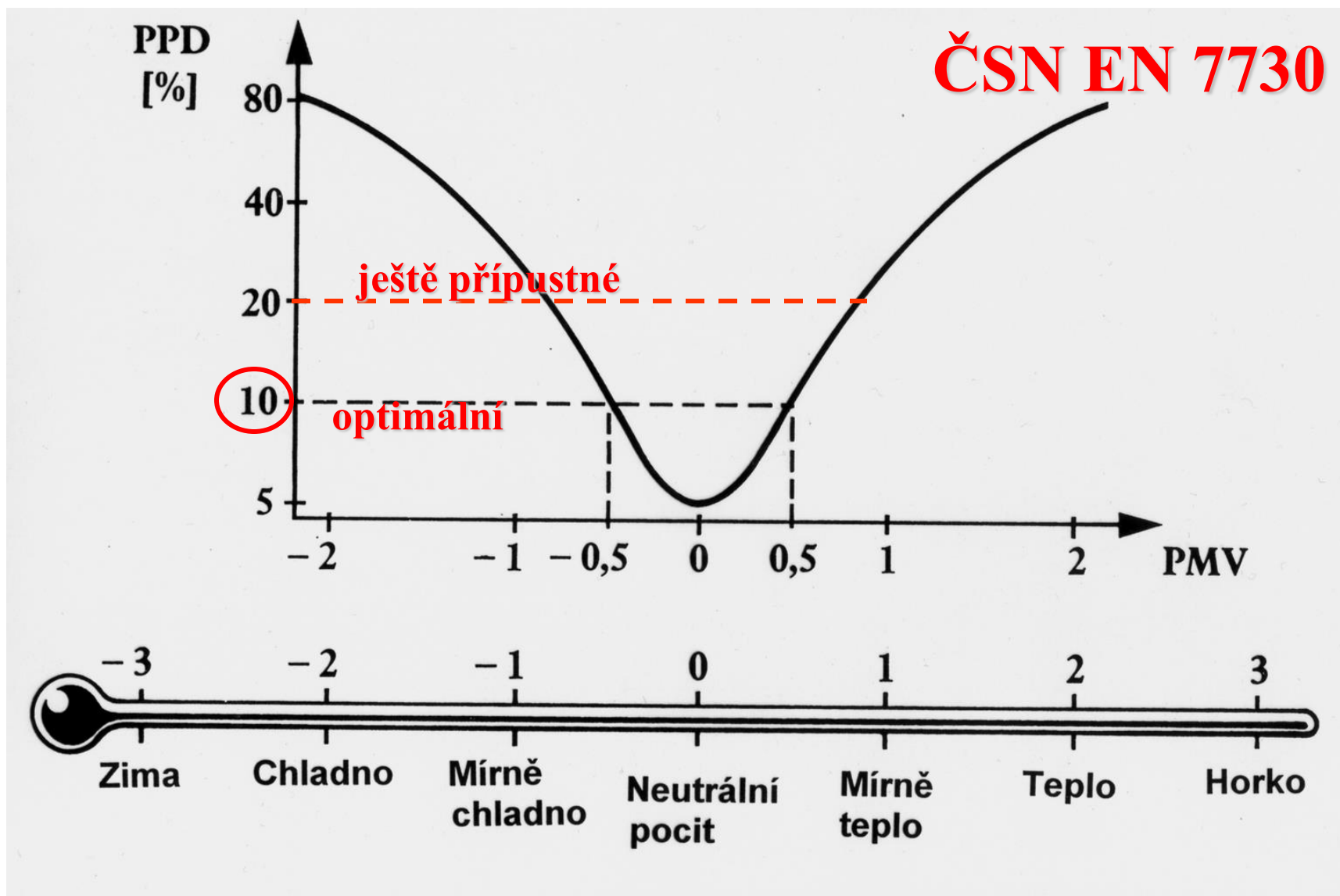
**relativní vlhkost vzduchu**

**rychlost proudění vzduchu**

**Tepelné podmínky** mají mnohem větší vliv na *subjektivní pocit pohody* člověka, míru odpočinku i skutečnou produktivitu práce než nežádoucí škodliviny či obtěžující hluk.



# Individuální vnímavost tepelného stavu prostředí



# **Zákon č. 258/2000 Sb.,**

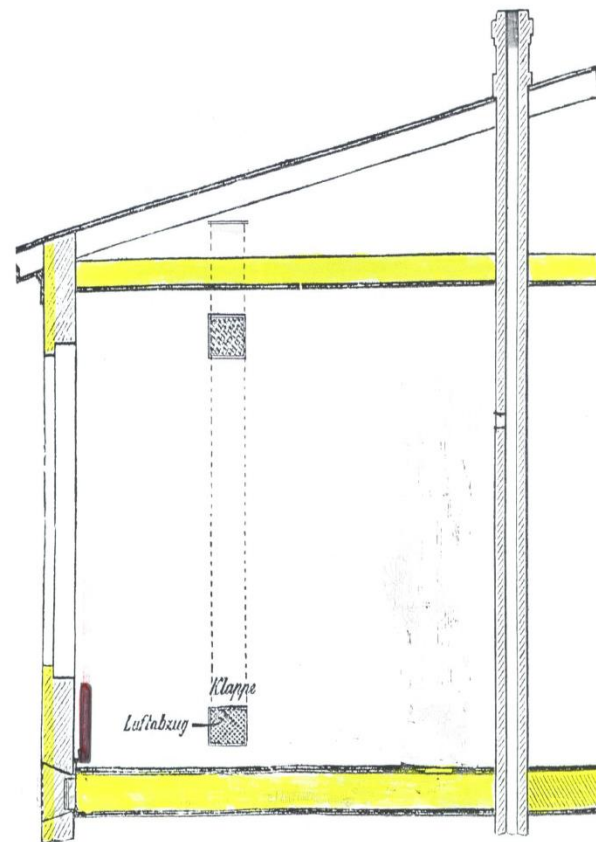
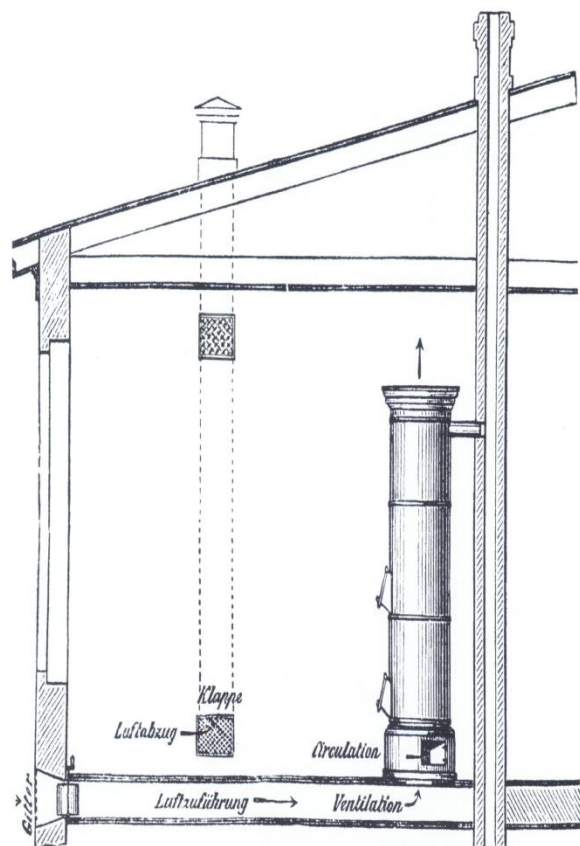
**§ 7 Hygienické požadavky na provoz škol,  
předškolních a školských zařízení, zařízení  
sociálně výchovné činnosti a zařízení pro děti  
vyžadující okamžitou pomoc**

**Školy ..... jsou povinny zajistit splnění hygienických  
požadavků upravených prováděcím právním předpisem  
na prostorové podmínky, vybavení, provoz, **osvětlení,**  
**vytápění, mikroklimatické podmínky,** zásobování  
vodou, úklid a nakládání s prádlem.**

## **Důvod současných problémů se zhoršenou kvalitou prostředí:**

- **Snižování tepelných ztrát objektu a energetické náročnosti systémů větrání/vytápění jeho utěsněním – výměnou původních oken za okna těsná bez řešení dostatečného větrání.**
- **Necitlivá rekonstrukce bez zohlednění požadavků na větrání.**

# Původní řešení a po novodobé opravě





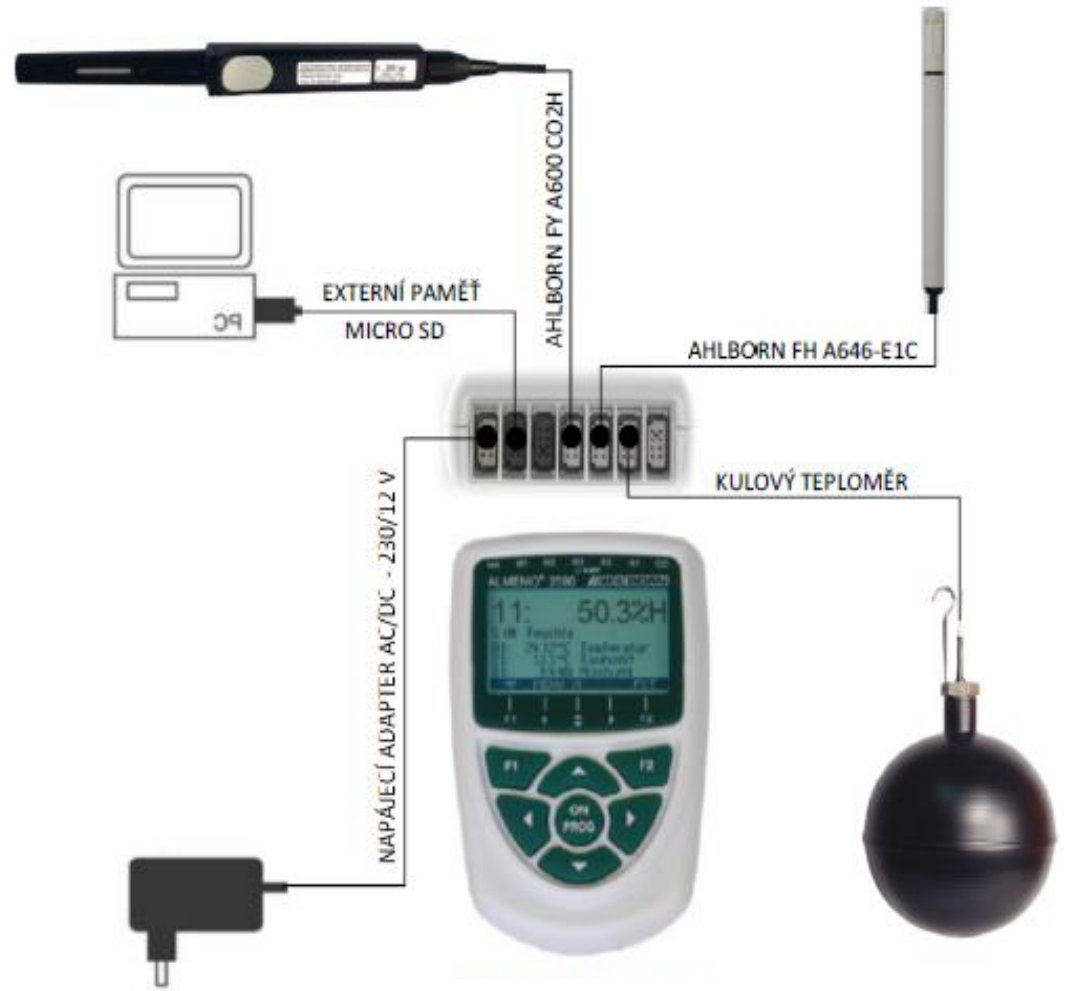
**„Místnost, ve které je prováděna výuka našich dětí musí být vytápěna nejlépe na **17 -19 °C** . (Zásady a pokyny pro větrání škol, Židovská škola v Praze v Jáchymově ulici)**

**Vyhláška č. 410/2005 Sb., ve znění vyhlášky č. 343/2009 Sb.**

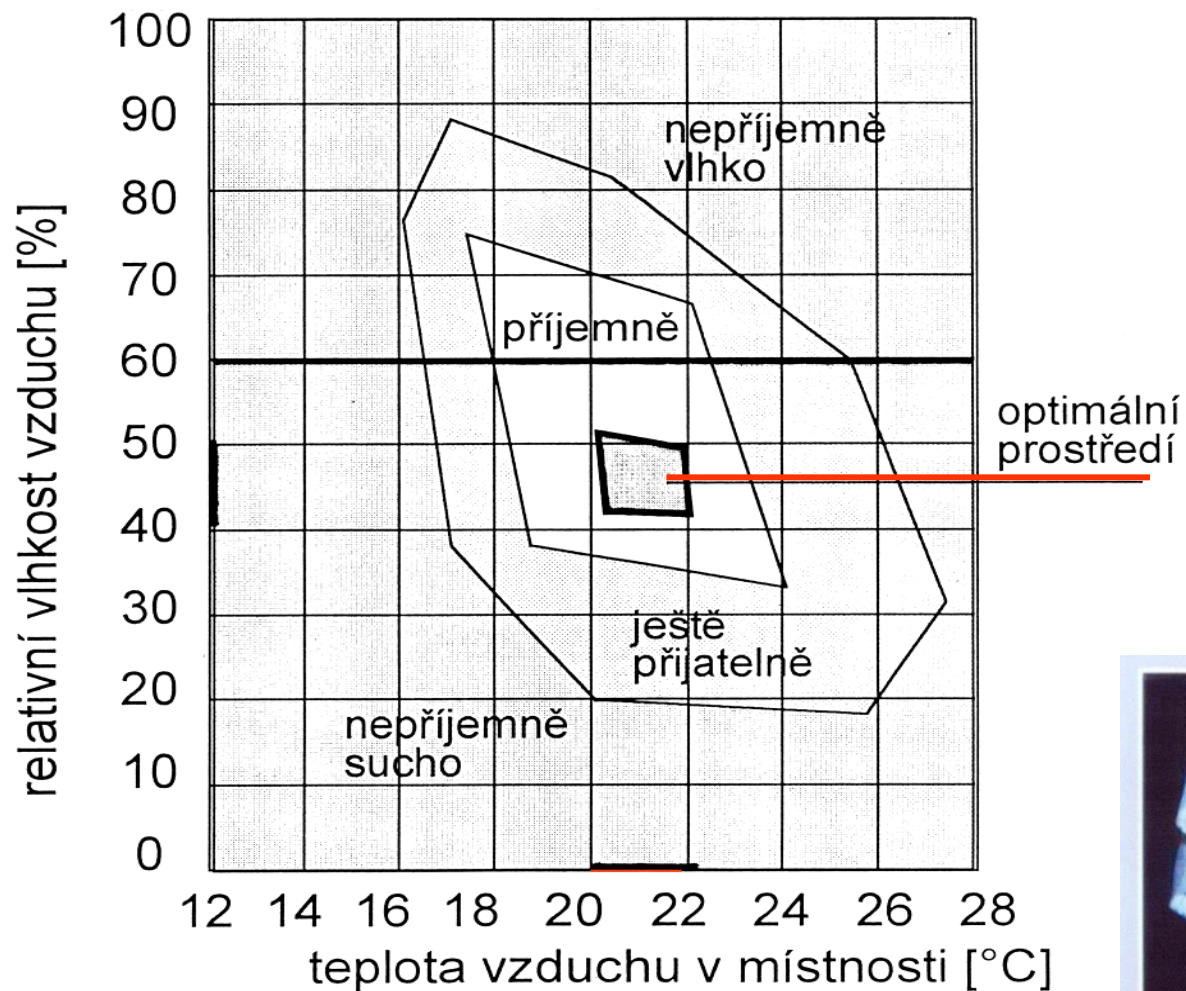
**Celoročně přípustné teploty**

**při max  $v_a = 0,2$  m/s; rh = 30 až 65 %;  $\Delta t \leq 3$  °C**

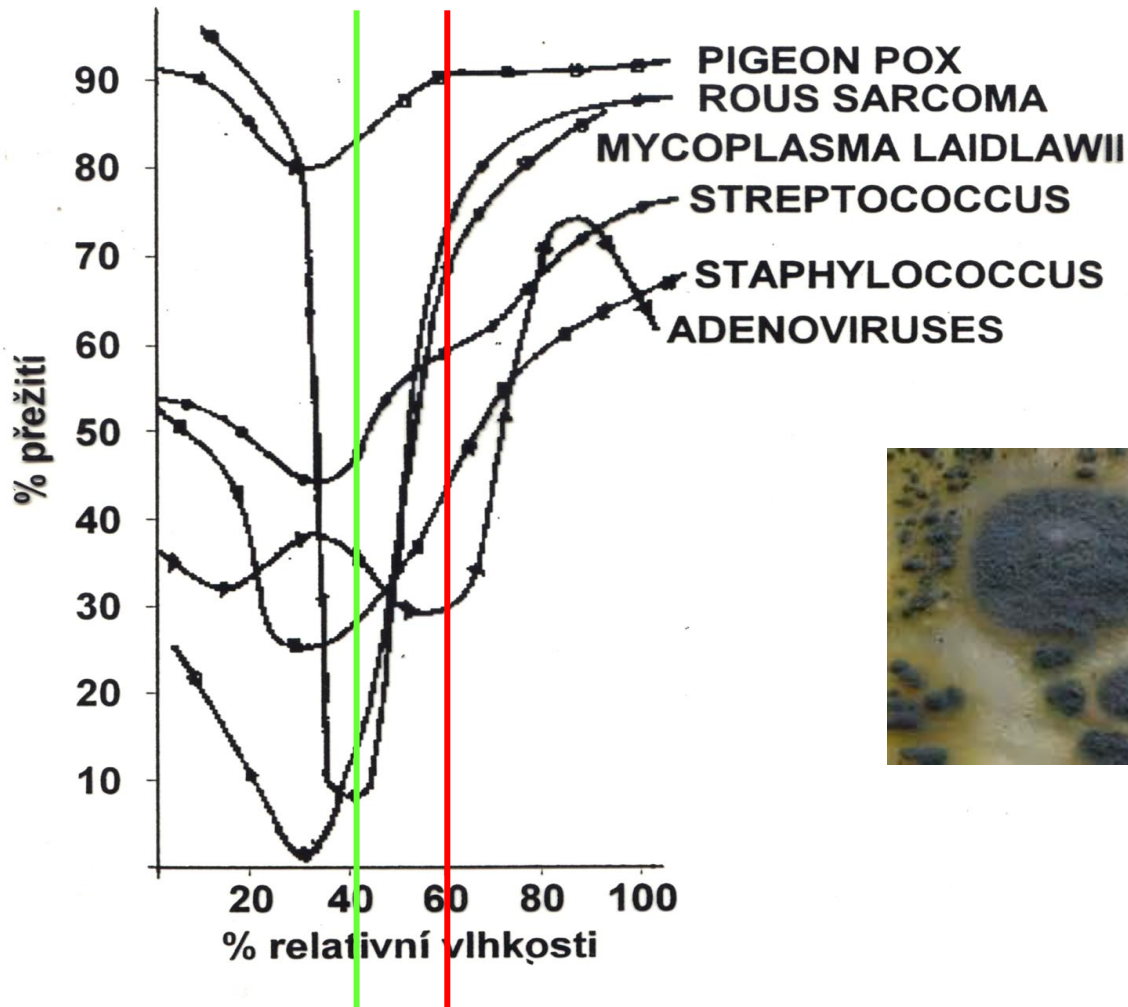
Typ prostoru	Výsledná teplota (°C)		
	$t_g$ min	$t_g$ opt	$t_g$ max
Učebny, pracovny	<b>20</b>	<b>22 ± 2</b>	<b>28</b>
Tělocvičny	18	<b>20 ± 2</b>	28
Šatny	20	<b>22 ± 2</b>	28
Sprchy	24	-	-
Záchody	18	-	-
Chodby	18	-	-



# Pohoda prostředí v závislosti na vlhkosti vzduchu



# Růst mikroorganismů v závislosti na relativní vlhkosti vzduchu

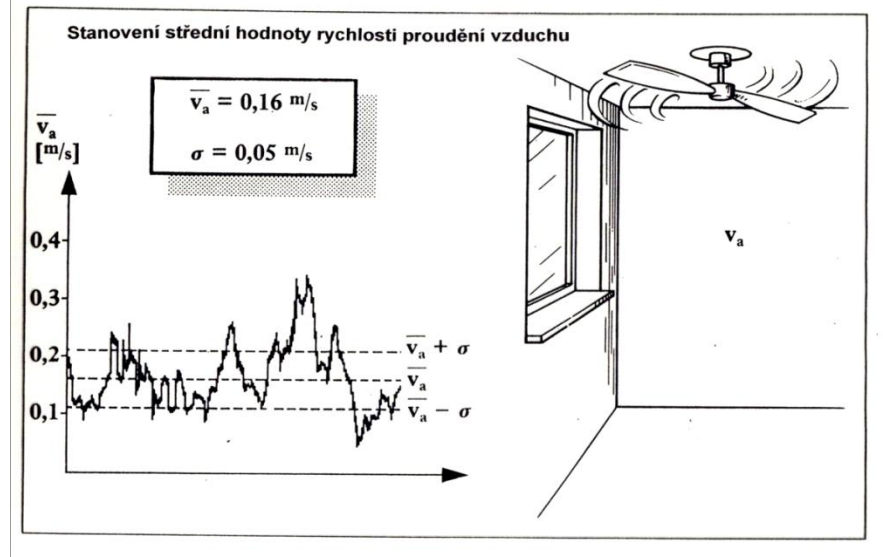


# Rychlost proudění vzduchu do $0,1 - 0,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$



nížká

vysoká

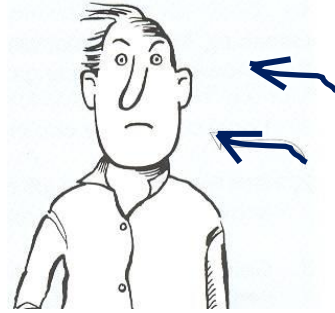


# Větrat ?



**Všechny parametry vnitřního prostředí budov  
ovlivňuje větrání – je základním prostředkem  
k zajištění takového stavu vnitřního prostředí,  
které negativně neovlivní zdraví i pocit pohody  
člověka.**

# Jak moc větrat ?

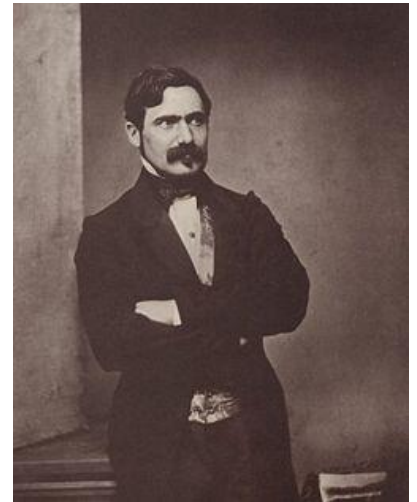


- Nesmí obtěžovat – rychlost proudění a teplota vzduchu
- **Základní ukazatel – koncentrace CO<sub>2</sub>**
- **Dostatečný odvod vlhkosti**
- **Dostatečný odvod chemických látek**
- **Přívod vzduchu pro plynové spotřebiče a odvod spalin**

# Základní požadavek na větrání - Pettenkoferovo kritérium

## Max von Pettenkofer (1818 - 1901)

- prokázal, že **hlavními metabolity jsou CO<sub>2</sub> a vodní pára**
- měřil množství CO<sub>2</sub> ve vydechovaném vzduchu a zjistil, že produkce CO<sub>2</sub> závisí na fyzické aktivitě - v bdělém stavu produkuje **dospělý člověk cca 16 l/h CO<sub>2</sub>**
- zjistil, že koncentrace CO<sub>2</sub> informuje ve vnitřním prostředí o kvalitě větrání
- stanovil jeho maximální přípustné množství na **0,1 obj. % = 1000 ppm**)
- z toho vyplývá **dávka čerstvého vzduchu pro dospělé osobu 25 m<sup>3</sup>/h**





# Shrnutí požadavků na větrání v předpisech MZ ČR

Prostředí	Předpis	Množství přiváděného vzduchu
Pracovní prostředí	NV č.361/2007 Sb.	min <b>25 (35)</b> /50/70/90 m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> na pracovníka
Stravování	Vyhláška č. 137/2004 Sb. <b>č. 602/2006 Sb.</b>	min 50/60/70/100/ <del>150</del> m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> na pracovníka i konzumenta <b>požadavky nejsou</b>
Školství	Vyhláška č. 410/2005 Sb.	20 až 30 m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> na žáka
Bazény, sauny	Vyhláška č. 238/2011 Sb.	hala bazénu nejméně 2 h <sup>-1</sup>
Pobytové místnosti	Vyhláška č. 6/2003 Sb.	<b>požadavky nejsou</b>

## Vyhláška č. 20/2012 Sb. – stavební vyhláška pobytové prostory

množství vyměňovaného venkovního vzduchu je **25 m<sup>3</sup>/h na osobu**, nebo minimální výměna vzduchu **0,5 h<sup>-1</sup>**. Jako ukazatel kvality vnitřního prostředí slouží oxid uhličitý **CO<sub>2</sub>**, jehož koncentrace ve vnitřním vzduchu nesmí překročit hodnotu **1500 ppm**.

# Požadavky na koncentraci CO<sub>2</sub>

Stát	Maximální koncentrace CO <sub>2</sub>
Finsko	Venkovní koncentrace + 1500 ppm, řízené větrání 800 ppm
Německo	1000 ppm
Velká Británie	HSE < 5000 ppm, CIBSE < 1000 ppm
Norsko	1000 ppm
Estonsko	1000 - 1500 ppm

## ČSN EN 13779 – Koncentrace CO<sub>2</sub> v místnostech

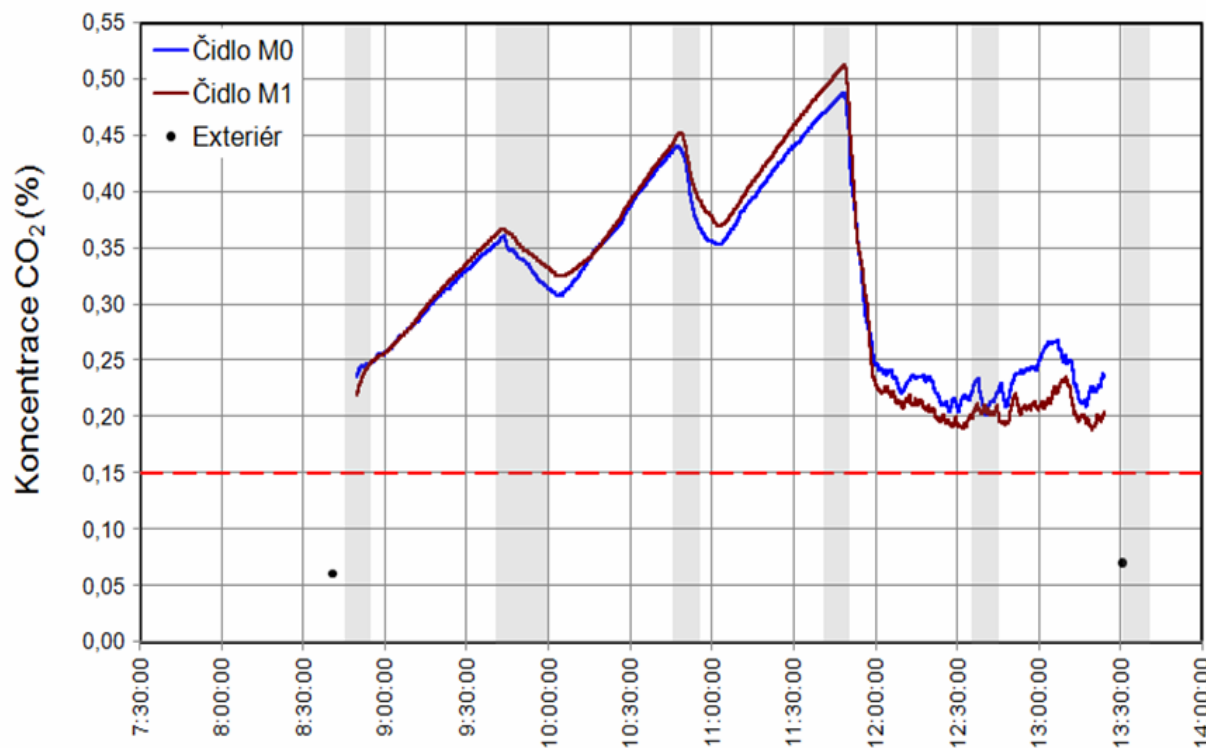
Třída kvality vnitřního vzduchu	Rozdíl koncentrace CO <sub>2</sub> proti koncentraci ve venkovním vzduchu [ppm]	
IDA 1 – vysoká	< 400	350
IDA 2 – střední	400 - 600	500
IDA 3 – středně nízká	600 - 1000	800
IDA 4 – nízká	> 1000	1200

# Koncentrace CO<sub>2</sub>

- **360 až 400 ppm:** koncentrace ve venkovním vzduchu
- **800 až 1 000 ppm:** doporučená úroveň CO<sub>2</sub> ve vnitřních prostorech
- **1 200 až 1 500 ppm:** doporučená maximální (reálná) úroveň CO<sub>2</sub> ve vnitřních prostorech
- **> 1 500 ppm:** nastávají příznaky únavy a snižování koncentrace, ospalost, letargie ...
- **< 5 000 ppm:** maximální bezpečná koncentrace bez zdravotních rizik
- **> 5 000 ppm:** nevolnost, zvýšený tep
- **> 10 000 ppm:** prokázány zdravotní problémy
- **> 40 000 ppm:** životu nebezpečné i při krátkodobém působení

# MĚŘENÉ KONCENTRACE CO<sub>2</sub> – základní škola

## Produkce CO<sub>2</sub> (protokol č. 5)



Průběh koncentrace CO<sub>2</sub> měřené učebny s nejvyšší dosaženou koncentrací. Měření probíhalo v listopadu, celou noc před výukou a během výuky byla okna uzavřena.

a) již při zahájení vyučování je koncentrace CO<sub>2</sub> vyšší než 1500 (ppm),

b) jasně patrný je vliv otevřených dveří během přestávky,

c) těsně před koncem vyučování je koncentrace CO<sub>2</sub> vyšší než 5000 (ppm),

d) koncentrace CO<sub>2</sub> ve venkovním prostředí je až 710 (ppm)

Průběh koncentrace CO<sub>2</sub> měřené učebny základní školy - okna uzavřena

# Větrání podle požadavků našich předků

## Zásady a pokyny pro větrání škol

*Třída musí být dostatečně větrána, aby školáci neusínali či nebyli myslí mdlé a vzdělávání jim prospívalo k radosti jich i jejich rodičů.*



Ke kamnům musí být přiveden samostatně vzduch pro hoření zvenku.

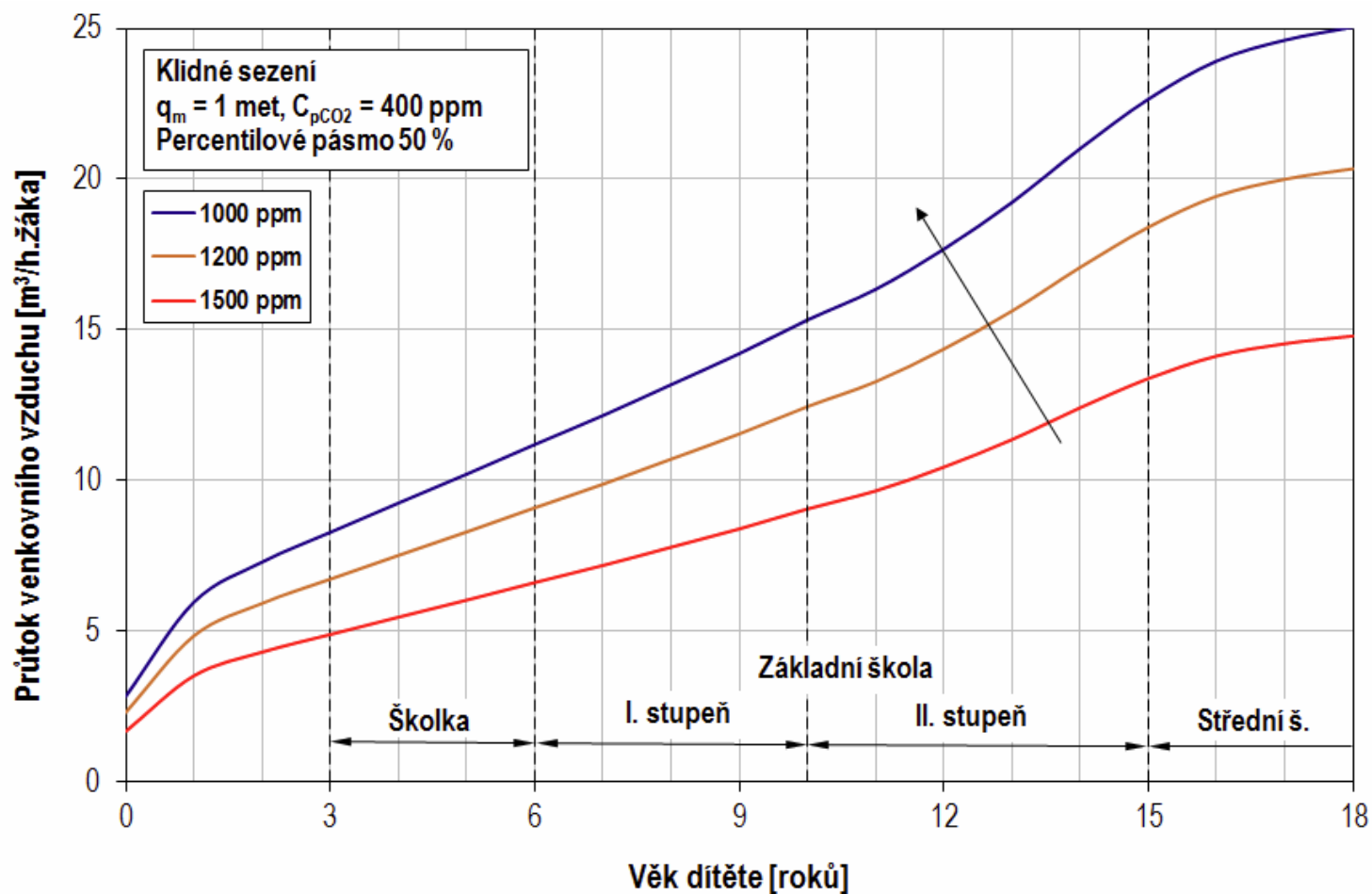
Proto doporučujeme regulovat větrací klapky tak, aby se vzduch ve třídě podle stáří dětí vyměnil **3 - 4x** za vyučovací hodinu.

# Vyhláška č. 410/2005 Sb., ve znění vyhlášky č. 343/2009 Sb.

## Požadavky na větrání §18

<b>Zařízení</b>	<b>Výměna vzduchu <math>m^3/h</math></b>
<b>Učebny</b>	<b>20 až 30 na 1 žáka</b>
<b>Tělocvičny</b>	<b>20 až 90 na 1 žáka</b>
<b>Šatny</b>	<b>20 na 1 šatní místo</b>
<b>Umývárny</b>	<b>30 na jedno umyvadlo</b>
<b>Sprchy</b>	<b>150 až 200 na 1 sprchu</b>
<b>Záchody</b>	<b>50 na 1 kabinku, 25 na 1 pisoár</b>

# Potřebné množství venkovního vzduchu stanovené na základě vydechovaného CO<sub>2</sub> - v závislosti na věku žáka





## Potřebné množství venkovního vzduchu stanovené na základě vydechovaného CO<sub>2</sub> - v závislosti na věku žáka

předpis	Přípustná koncentrace CO <sub>2</sub> [ppm]	Průtok vzduchu na žáka [m <sup>3</sup> /h]			
		3 – 6 let	6 - 10 let	10 – 15 let	15 – 18 let
		školka	1. stupeň ZŠ	2. stupeň ZŠ	SŠ
Vyhláška č. 410/2005 Sb.	-	20 - 30			
ČSN EN 15251	1200	-	14 - 36		
ÖNORM H 6039:2008	1200	-	15	19	24
VDI 6040-1	1000	-	26	31	31

## Návrh novely školské vyhlášky:

**Rozlišit požadované množství vzduchu podle věku?**

Typ prostoru	Množství vzduchu m <sup>3</sup> /h
Herny a ložnice školek	10 na 1 dítě
Učebny 1. stupeň ZŠ	12 na 1 žáka
Učebny 2. stupeň ZŠ	18 na 1 žáka
Učebny SŠ a vyšší stupně vzdělávání	20 na 1 studenta

## Návrh novely školské vyhlášky:

**7) V době pobytu v denních místnostech, hernách, ložnicích, učebnách a tělocvičnách nesmí být překročena koncentrace oxidu uhličitého 1500 ppm.**

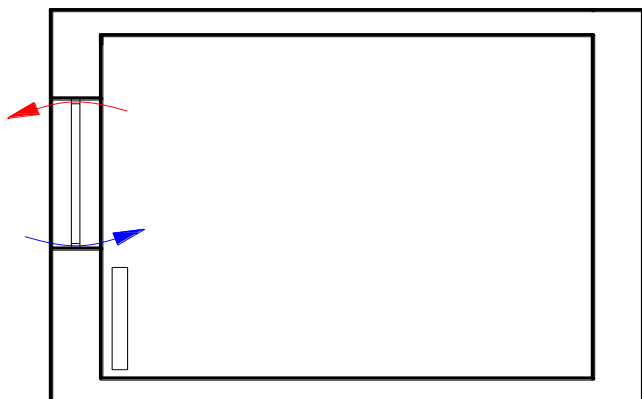
# Větrání

```
graph TD; A[Větrání] --> B[v již opravených utěsněných školách]; A --> C[v nově rekonstruovaných školách];
```

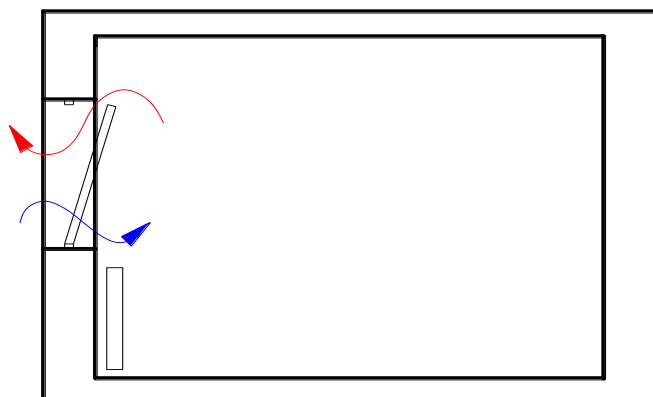
**v již opravených  
utěsněných školách**

**v nově  
rekonstruovaných  
školách**

# Přirozené větrání



infiltrace – nefunkční



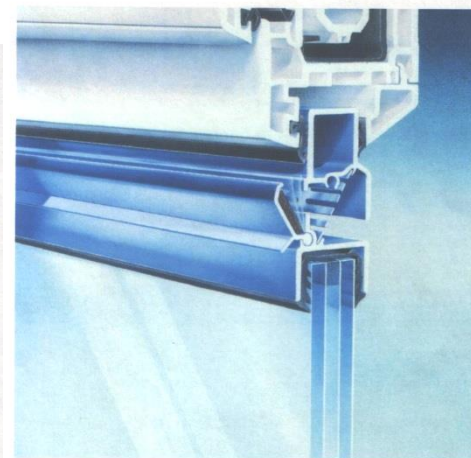
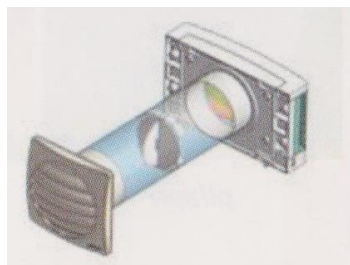
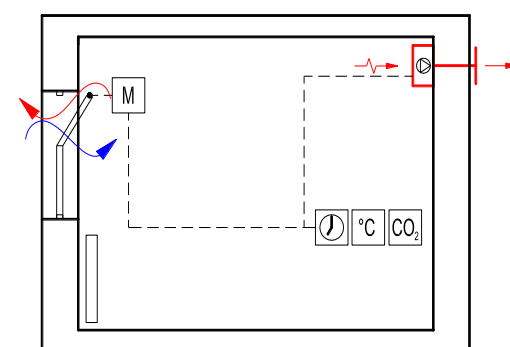
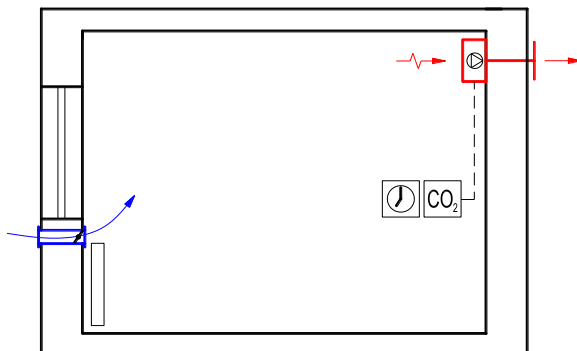
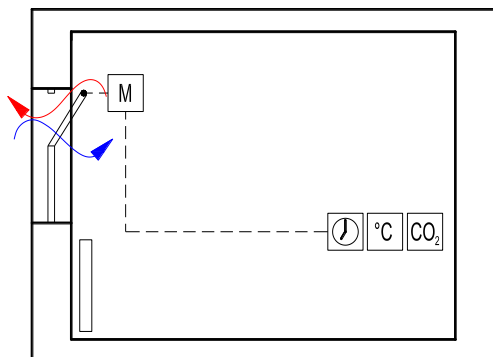
otevíratelná okna



## řízené přirozené větrání

## nucené podtlakové větrání

## hybridní větrání



# VĚTRACÍ ŠTĚRBINY



**Gaudí 1905**  
**Casa Batlló**

# Nově rekonstruované školy – žádost o dotace

## Operační program Životního prostředí

- zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření s energií
- vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov

**Řeší energetické úspory bez ohledu na kvalitu vnitřního prostředí budov.**



# Operační program Životní prostředí 2014 – 2020 zaměřený na celkové nebo dílčí energetické renovace veřejných budov ....

---

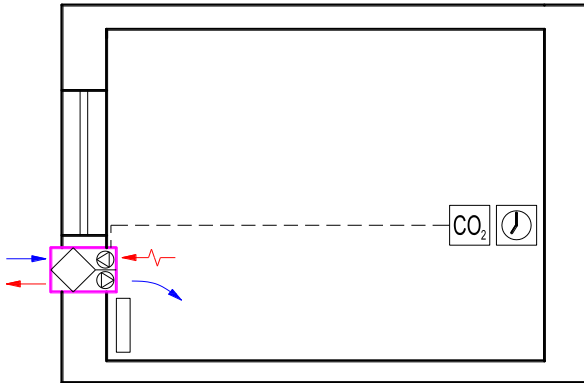
**Pokud je jedním z opatření projektu zlepšení tepelně  
technických vlastností obvodových konstrukcí budovy  
sloužící pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých,  
musí být v rámci projektu navržen systém větrání .....**

## Operační program Životní prostředí 2014 – 2020

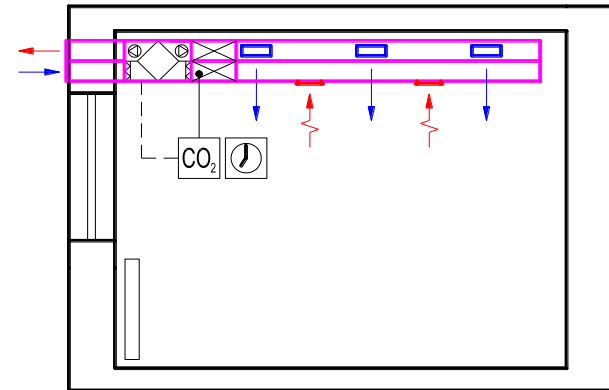
---

**V případě realizace systémů nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla musí být systém, regulován dle množství CO<sub>2</sub> v místnostech prostřednictvím infračervených čidel, tzv. IR senzorů.**

## parapetní jednotka



## podstropní jednotka



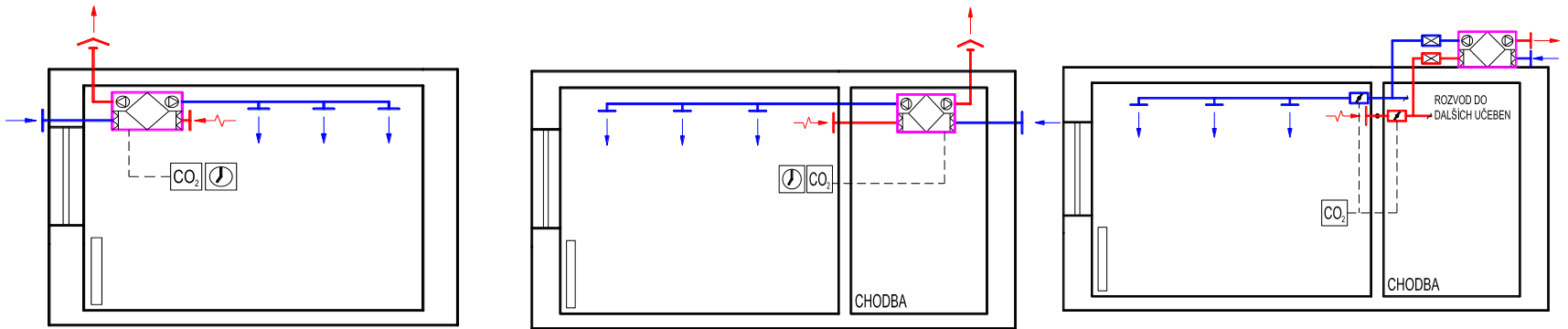
- hlučnost
- čištění
- provozní náklady



?



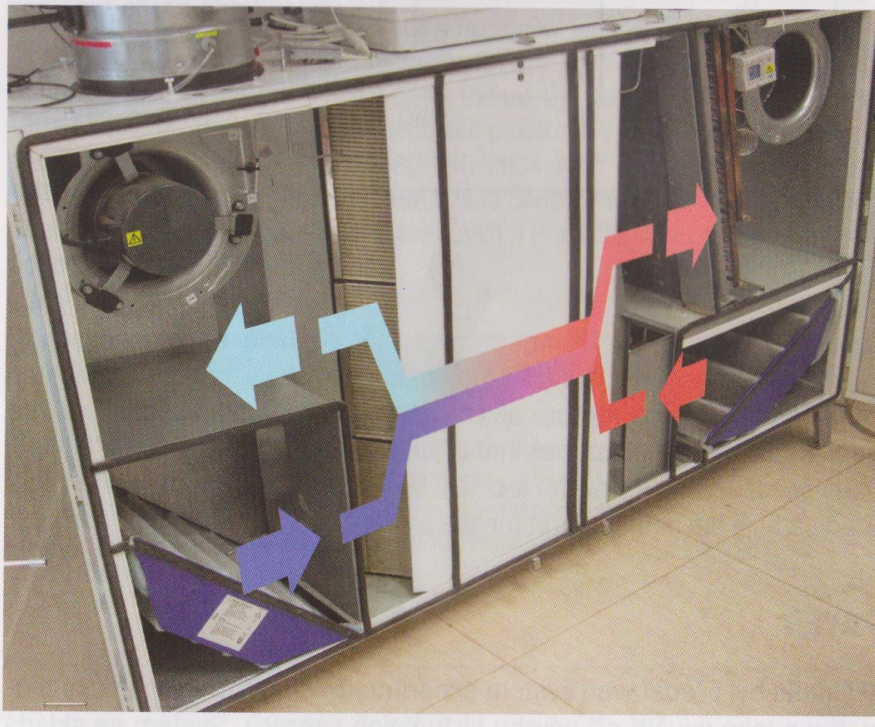
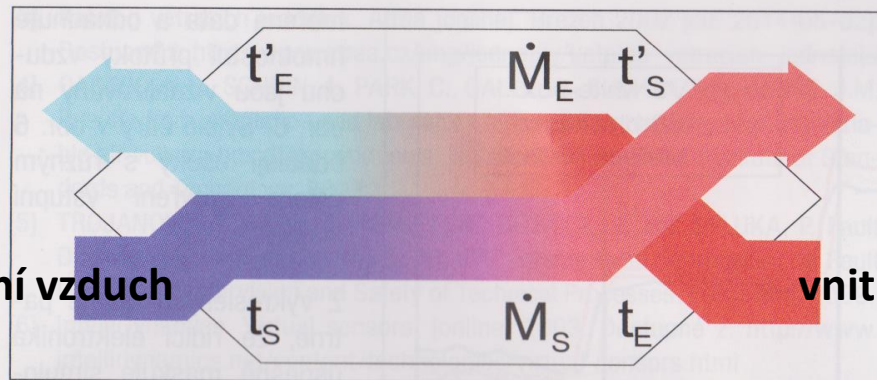
# Nucené rovnotlaké větrání



- hlučnost
- čištění
- provozní náklady
- (vzhled)

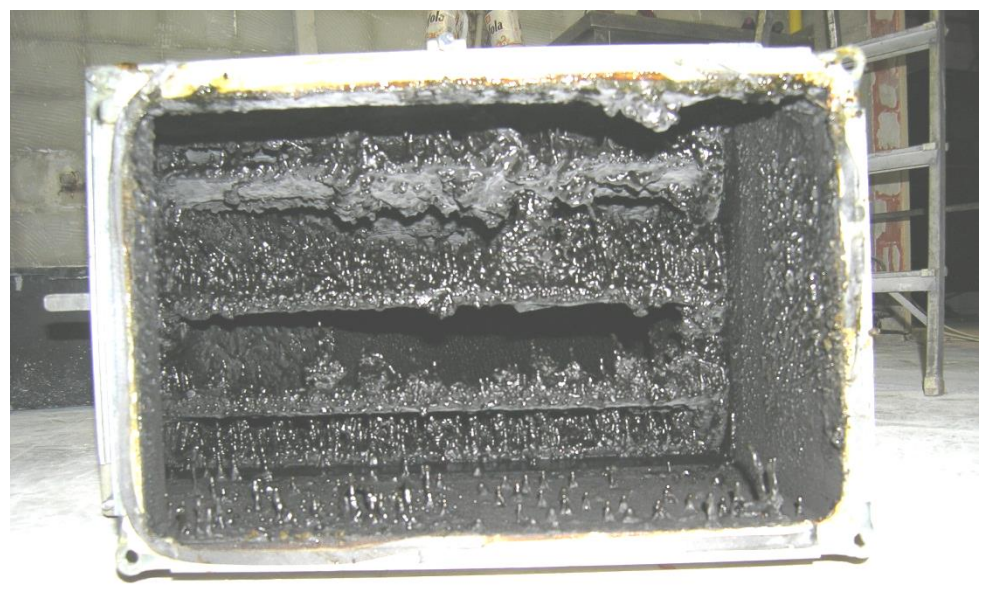


# VZT jednotka s rekuperací



- provozní náklady
- údržba
- čištění







**Vyhláška č. 410/2005 Sb., ve znění vyhlášky  
č. 343/2009 Sb., § 22, h)**

**Úklid v prostorách zařízení pro výchovu a vzdělávání a  
provozovnách pro výchovu a vzdělávání se provádí:**

***„Pravidelnou údržbou nuceného větrání nebo  
klimatizace a **čištěním** vzduchotechnického zařízení  
podle návodu výrobce nebo dodavatele.“***

# **ČSN EN 15780**

## **Větrání budov – Vzduchovody – Čistota vzduchotechnických zařízení**

- ✓ **hodnocení potřeby čištění (vizuálně, měřením);**
- ✓ **stanovení četnosti čištění (obecné pokyny);**
- ✓ **výběr čistící metody;**
- ✓ **hodnocení výsledku čištění.**



**DĚKUJI ZA POZORNOST**