

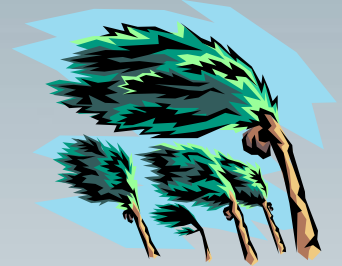


# **SOUČASNÉ PROBLÉMY S VĚTRÁNÍM**

**Zuzana Mathauserová**

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

# 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.**

# Vnitřní prostředí budov

je definováno hodnotami fyzikálních, chemických a biologických ukazatelů

- všechny jsou ovlivnitelné větráním.

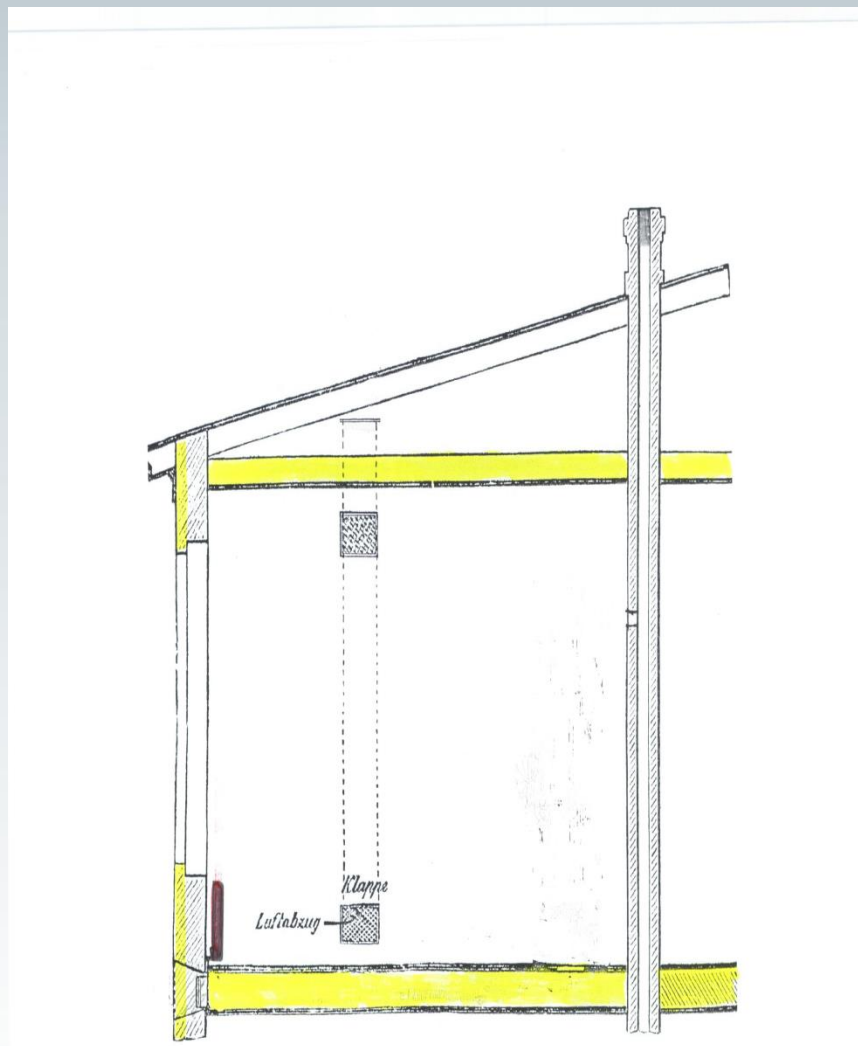
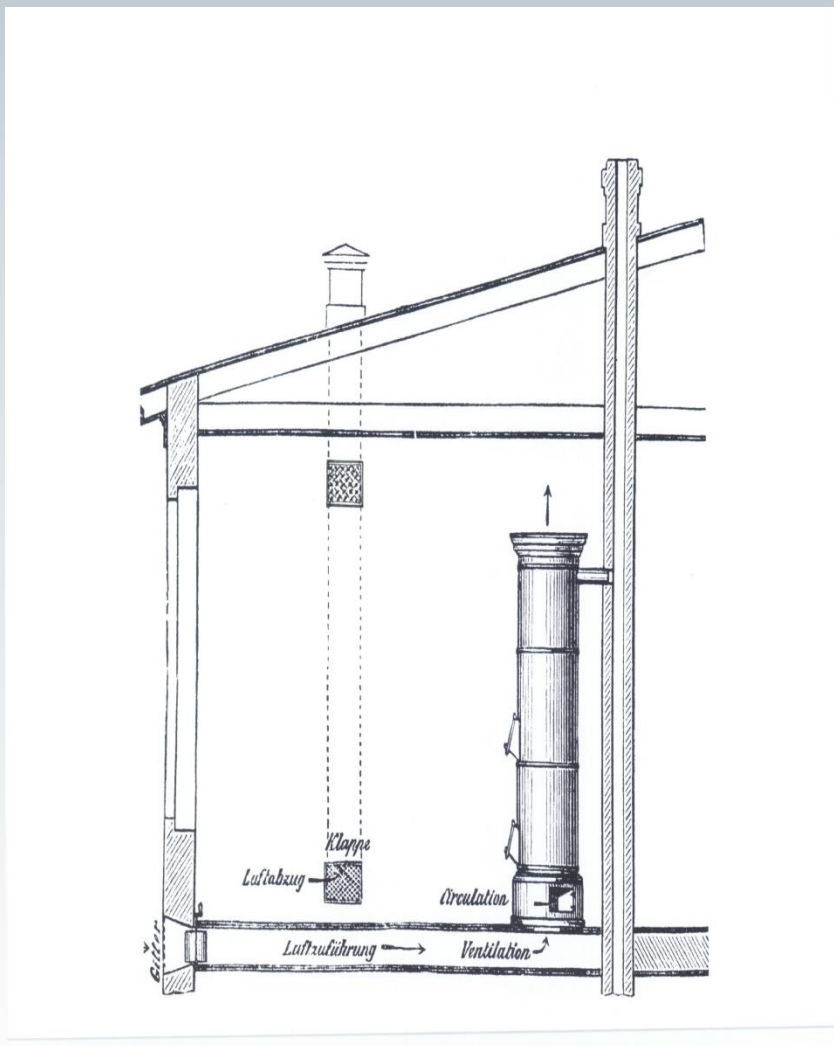
**HYGIENICKÉ POŽADAVKY JSOU NADŘAZENÉ HLEDISKŮM ÚSPOR ENERGIE a musí být ve vnitřním prostředí budov dodrženy i při zateplení obvodového pláště a výměně výplní okenních otvorů !!!!!**

***K ŠETŘENÍ ENERGIÍ TĚSNĚNÍM VĚTRACÍCH OTVORŮ, TEDY NA ÚKOR VĚTRÁNÍ NESMÍ NIKDY DOCHÁZET.***

## **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



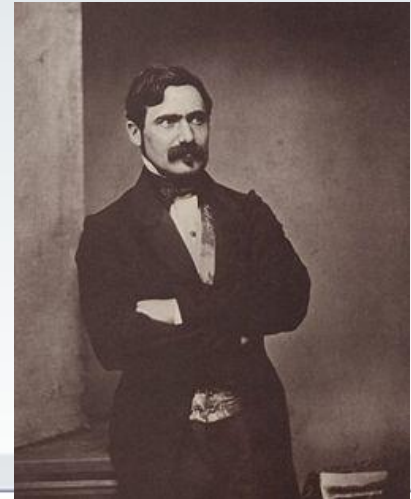
# Co se dá ovlivnit větráním?

- **Chemické látky v ovzduší, odéry**
- **Tepelně vlhkostní podmínky**
- **Prašnost**
- **Mikrobiální kontaminace**
- **Hluk, vibrace**
- **Elmag a el pole**
- **Osvětlení**
- **Ionizace vzduchu**

# 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 dospělou osobu 25 m<sup>3</sup>/h**



# Pobytové prostory

## vyhláška č. 6/2003 Sb.

Typ pobytové místnosti	Výsledná teplota $t_g$ (°C)	
	teplé	chladné
Ubytovací zařízení	$24,0 \pm 2,0$	$22,0 \pm 2,0$
Zasedací místnosti	$24,5 \pm 1,5$	$22,0 \pm 2,0$
Haly kulturní i sportovní	$24,5 \pm 1,5$	$22,0 \pm 2,0$
Učebny	$24,5 \pm 1,5$	$22,0 \pm 2,0$
Ústavy sociální péče	$24,0 \pm 2,0$	$22,0 \pm 2,0$
Zdravotnická zařízení	$24,0 \pm 2,0$	$22,0 \pm 2,0$
Výstaviště	$24,5 \pm 2,5$	$22,0 \pm 3,0$
Stavby pro obchod	$23,0 \pm 2,0$	$19,0 \pm 3,0$



# ***Platné předpisy stanovující limity pro jednotlivé faktory vnitřního prostředí + požadavky na větrání***

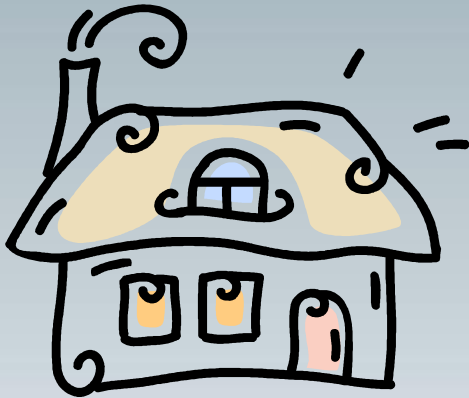
<b>Typ prostředí</b>	<b>Předpis</b>	<b>Existují limity pro:</b>
pracovní	NV č. 9/2013 Sb., č. 93/2012 Sb., č. 68/2010 Sb., <b>č. 361/2007 Sb.</b>	MKL, chemické látky a prašnost, osvětlení, <u>větrání</u> .....
stravovací	vyhláška č. 602/2006 Sb.	žádné limity neexistují
školské	vyhláška č. 343/2009 Sb.	MKL, <u>větrání</u>
pobytové	vyhláška č. 6/2003 Sb.	MKL, chemické látky a prašnost, výskyt mikroorganismů, výskyt roztočů
bazény, sauny	vyhláška č. 238/2011 Sb.	MKL, osvětlení, <u>větrání</u> , mikrobiální kontaminaci vody
vnitřní prostředí staveb	vyhláška č. 20/2012 Sb.	<u>větrání</u> , koncentrace CO <sub>2</sub>

# Shrnutí požadavků na větrání v hyg. předpisech

Prostředí	Předpis	Množství přiv. vzduchu
<b>Pracovní prostředí</b>	<b>NV č. 361/2007 Sb. NV č. 93/2012 Sb.</b>	<b>min 25 (35) / 50 / 70 / 90 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup> na pracovníka</b>
<b>Stravování</b>	<b>Vyhláška č. 137/2004 Sb. č. 602/2006 Sb.</b>	min 50/60/70/100/150 m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> na pracovníka i konzumenta <b>požadavky nejsou</b>
<b>Školství</b>	<b>Vyhláška č. 343/2009 Sb.</b>	<b>20 až 30 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup> na žáka</b>
<b>Bazény, sauny</b>	<b>Vyhláška č. 238/2011 Sb.</b>	<b>hala bazénu nejméně 2 h<sup>-1</sup></b>
<b>Pobytové místnosti</b>	<b>Vyhláška č. 6/2003 Sb. Vyhláška č. 20/2012 Sb.</b>	<b>požadavky nejsou 25 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup>; 0,5 h<sup>-1</sup></b>

<b>Byty</b>	<b>ČSN .....</b>	<b>25 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup>, 0,5 h<sup>-1</sup></b>
-------------	------------------	---





# Výměna vzduchu v prostoru

způsobem



**PŘIROZENÝM**



**NUCENÝM**



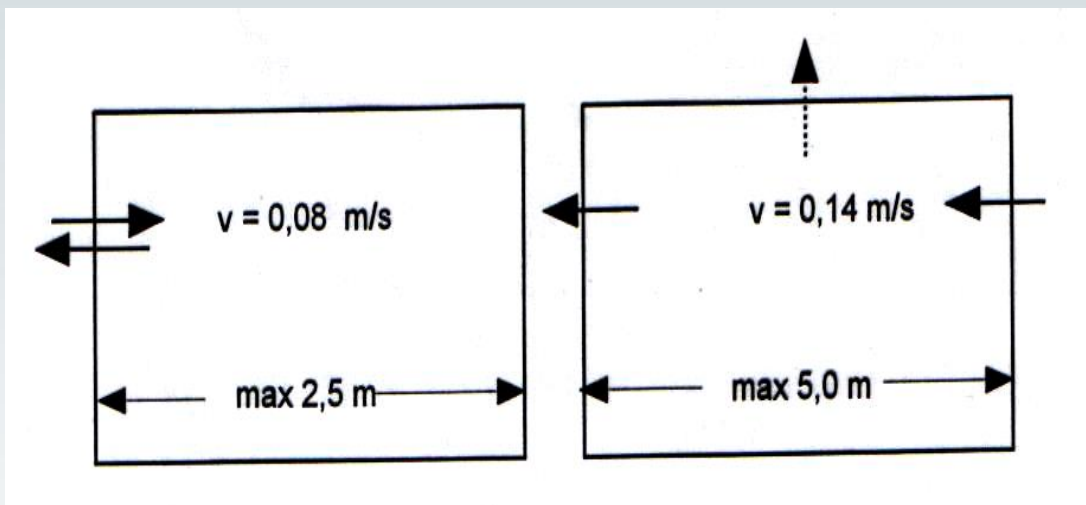
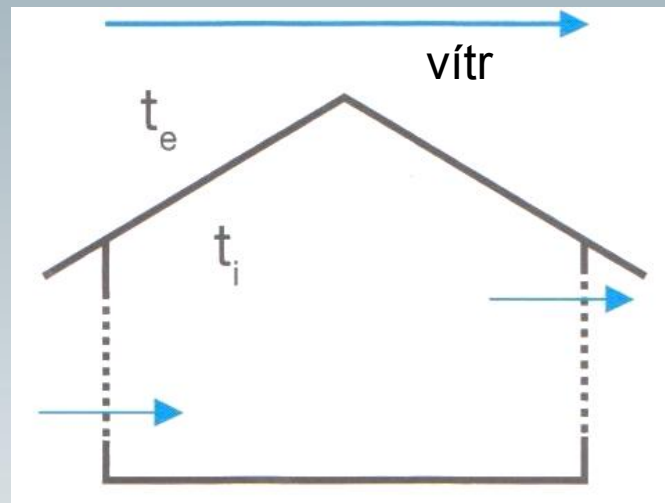
**PŘI POUŽITÍ KLIMATIZACE**

# Přirozené větrání





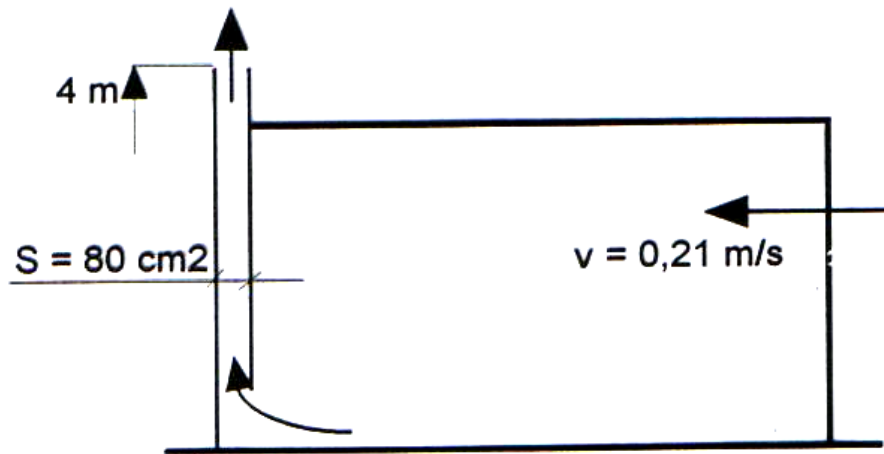
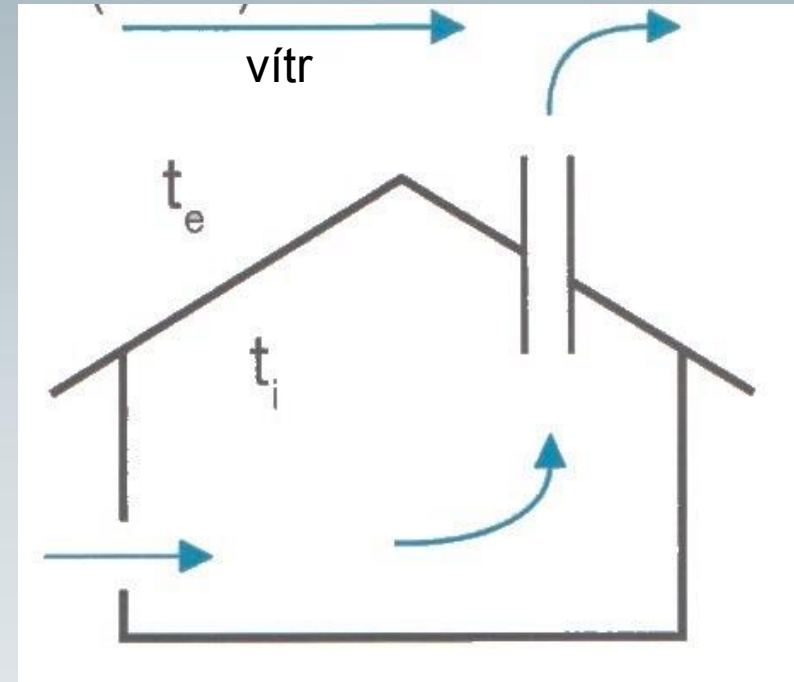
# Infiltrace, exfiltrace, provětrání



**Těsná okna  
systém větrání  
není funkční**

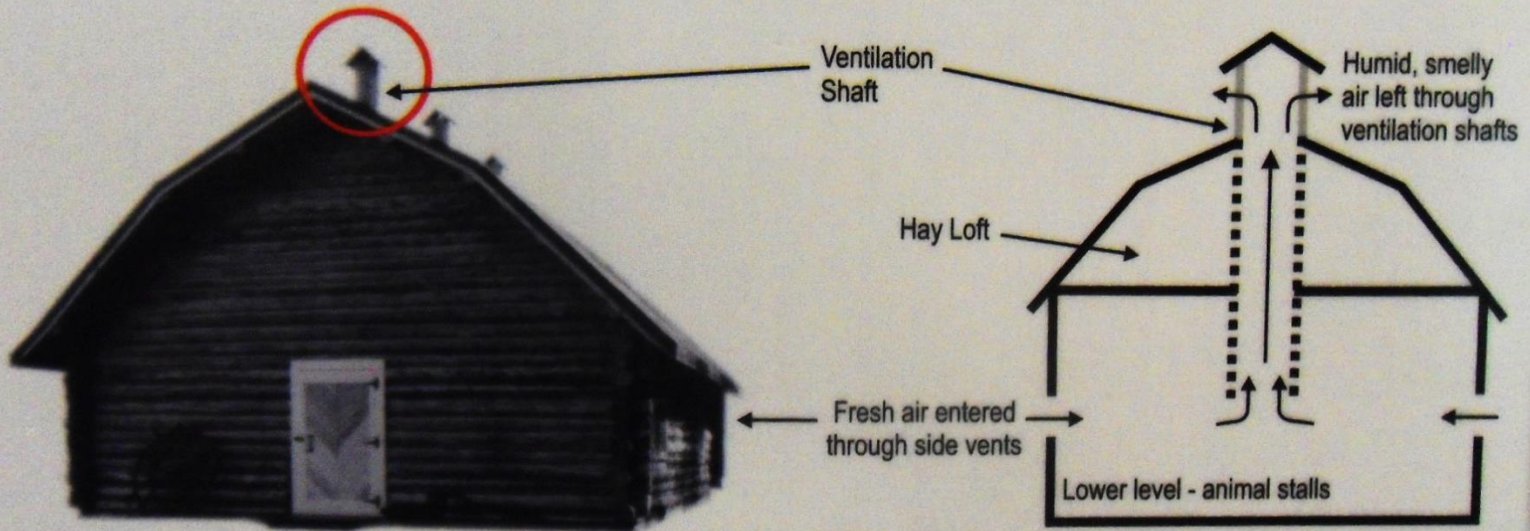
Historicky nejstarší, nám nejbližší, závislé na rozdílu hustot (teplot) vzduchu venku a uvnitř a působení větru, neregulovatelné a energeticky nekontrolovatelné.

# Šachtové větrání využití komínového tahu (komíny, světlíky, zděné nebo potrubní šachty)



**Utěsnění prostoru →  
systém větrání není  
funkční**

Aljaška 1896- 1910

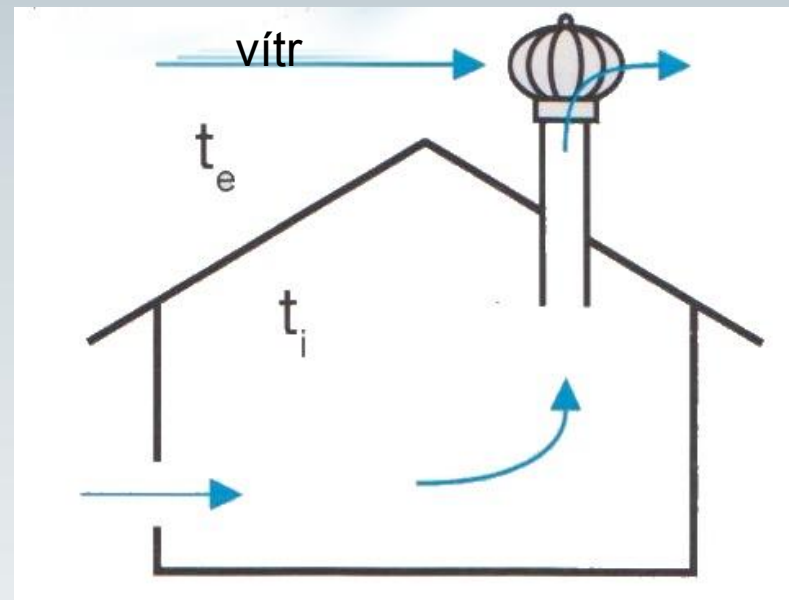


**the barn's ventilation system**

**in the Wilderness**

# Šachtové větrání s rotačními hlavice

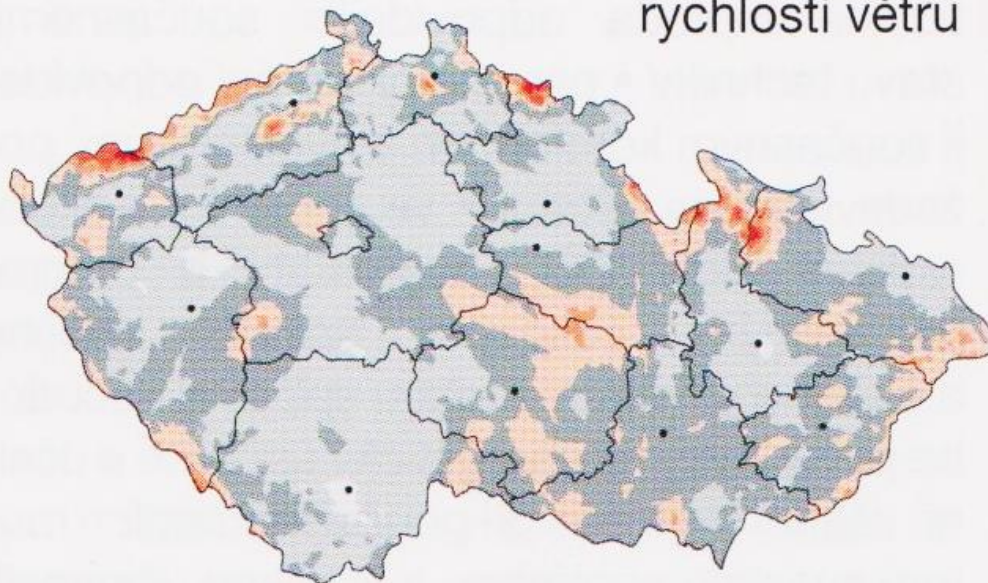
Při nejčastějších rychlostech větru (cca 0 – 15 m/s) je účinnost rotační hlavice nepatrná (do cca 5 Pa).



**Těsná okna** →  
**systém větrání není**  
**funkční**



## orientační průměrné roční rychlosti větru



km/h

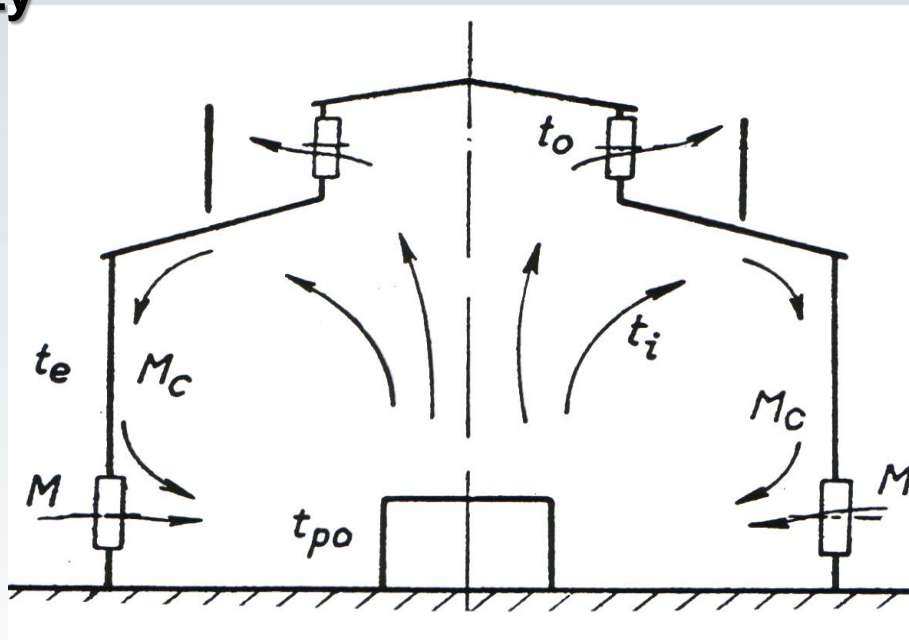
7 11 15 18 22 25 29

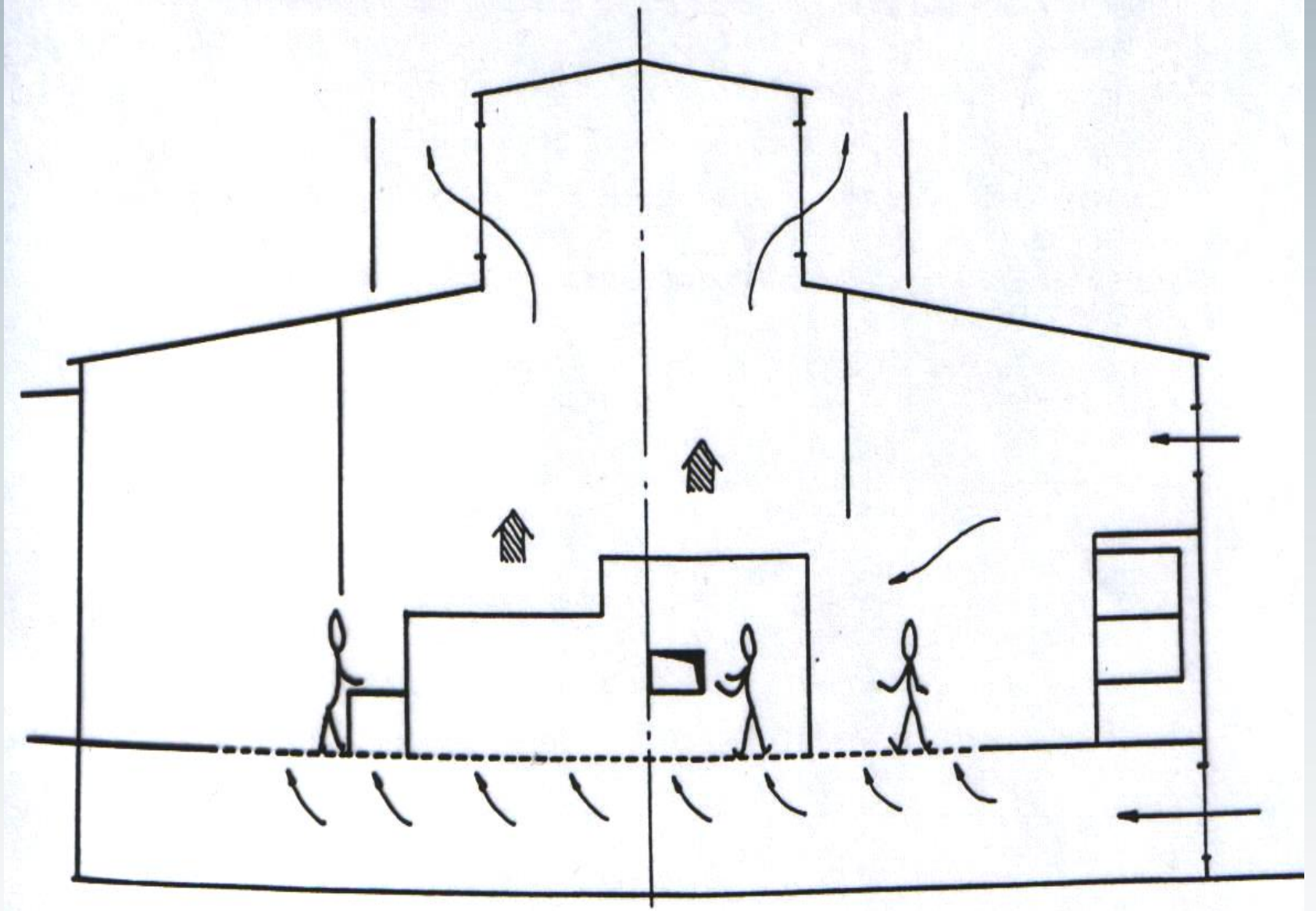
stupeň	vítr	km/h
0	<b>bezvětří</b> kouř stoupá kolmo vzhůru	< 1
1	<b>vánek</b> směr větru poznatelný podle kouře	1–5
2	<b>větřík</b> listí stromů šelestí	6–11
3	<b>slabý vítr</b> listy a větvičky v trvalém pohybu	12–19
4	<b>mírný vítr</b> zdvihá prach a útržky papíru	20–28
5	<b>čerstvý vítr</b> listnaté keře se hýbají	29–39
6	<b>silný vítr</b> používání deštníků je nemožné	40–49
7	<b>mírný víchr</b> chůze nesnadná, stromy se kývají	50–61
8	<b>čerstvý víchr</b> chůze nemožná, ulamují se větve	62–74
9	<b>silný víchr</b> vítr strhává komíny, tašky se střech	75–88
10	<b>plný víchr</b> vyvrací stromy, poškozuje budovy	89–102
11	<b>vichřice</b> působí rozsáhlá pustošení	103–114
12	<b>orkán</b> ničivé účinky	> 117

# Aerace (samočinné větrání)

Utěsnění přívodních otvorů  
systém větrání není funkční →

Průmyslové teplé a horké  
provozy





## Funkce oken

- přirozené denní osvětlení místností
- oslunění místností
- výměna vzduchu v místnostech**
- výhled do vnějšího prostoru
- architektonický vzhled budovy

<b>Typ okna a okenní spáry</b>	<b>Souč. spárové průvzdušnosti <math>i_{l,v}</math> (m<sup>3</sup>/m.s.Pa<sup>0,67</sup>)</b>
<b>Okno jednoduché dřevěné netěsněné</b>	$1,9 \times 10^{-4}$
<b>Okno dřevěné zdvojené, netěsné spáry</b>	$1,4 \times 10^{-4}$
<b>Okno dřevěné zdvojené s těsněním KOVOTĚS</b>	$0,7 \times 10^{-4}$
<b>Okno těsněné neoprenovými profily</b>	$0,2 - 0,4 \times 10^{-4}$
<b>Okna dřevěná nebo plastová, těsněná kovová</b>	$0,10 - 0,40 \times 10^{-4}$

## Výměna vzduchu v místnosti 30 m<sup>3</sup>, .....

$i_{l,v}$ m <sup>3</sup> /m.s.Pa <sup>0,67</sup> )	délka spár oken (m)	dávka vzduchu (m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> )	násobnost výměny (h <sup>-1</sup> )
<b>0,1 x 10<sup>-4</sup></b>	<b>9,0</b>	<b>1,4</b>	<b>0,04</b>
<b>0,3 x 10<sup>-4</sup></b>	<b>9,0</b>	<b>4,1</b>	<b>0,13</b>
<b>0,5 x 10<sup>-4</sup></b>	<b>9,0</b>	<b>6,8</b>	<b>0,22</b>
<b>0,7 x 10<sup>-4</sup></b>	<b>9,0</b>	<b>9,5</b>	<b>0,31</b>
<b>1,0 x 10<sup>-4</sup></b>	<b>9,0</b>	<b>13,6</b>	<b>0,44</b>
<b>1,4 x 10<sup>-4</sup></b>	<b>9,0</b>	<b>19,0</b>	<b>0,62</b>

## **Infiltrace/exfiltrace**

**u stavebně těsných objektů s těsnými  
nebo utěsněnými okny**

$$\boxed{\approx 0},$$

**tj. přirozené větrání není funkční  
a nezajistí požadavky předpisů,  
resp. min hygienický požadavek  
na větrání**

# Důsledek nedostatečného větrání

**Vysoká vlhkost (plísně)**



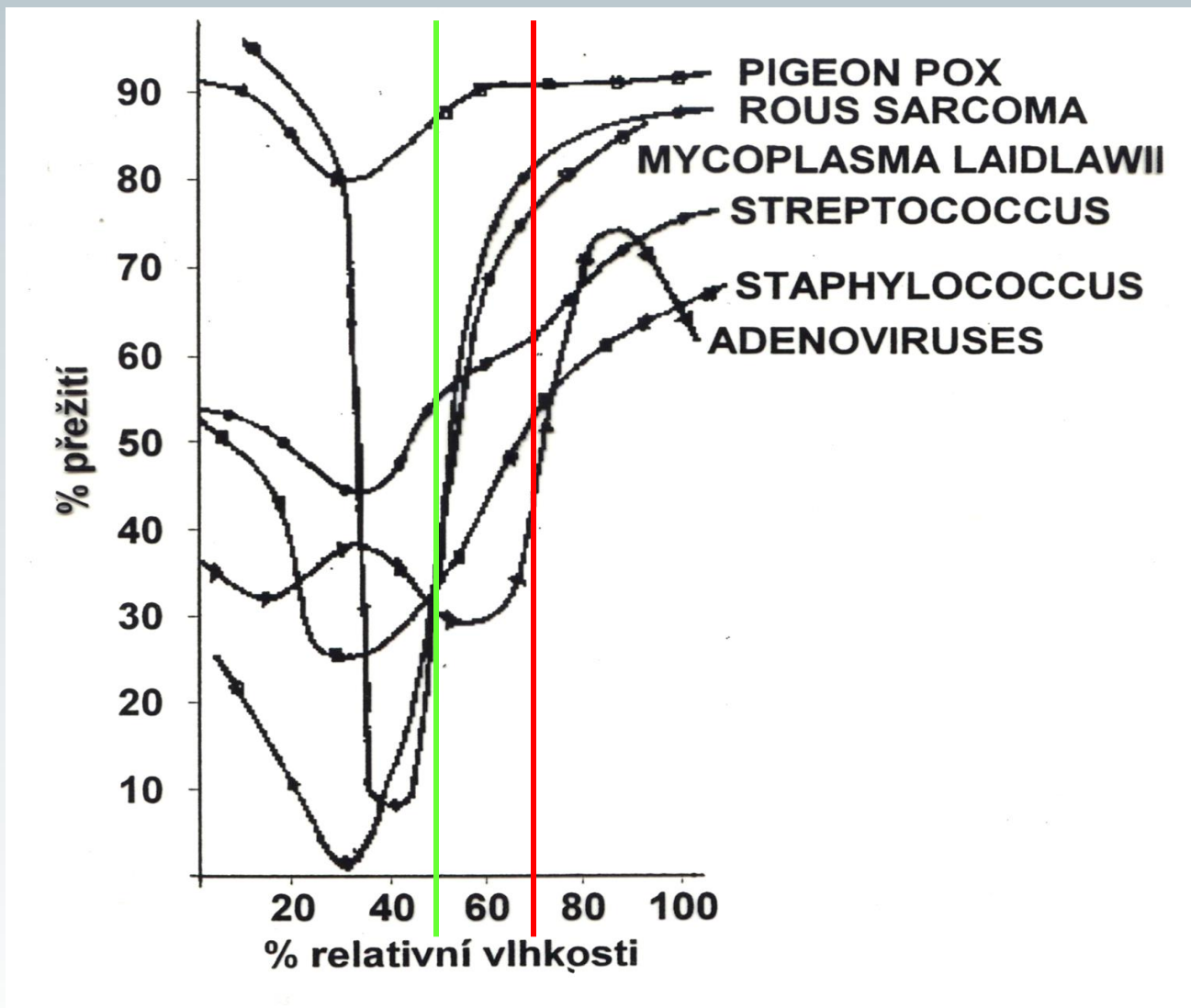
**Oxid uhličitý, uhelnatý**

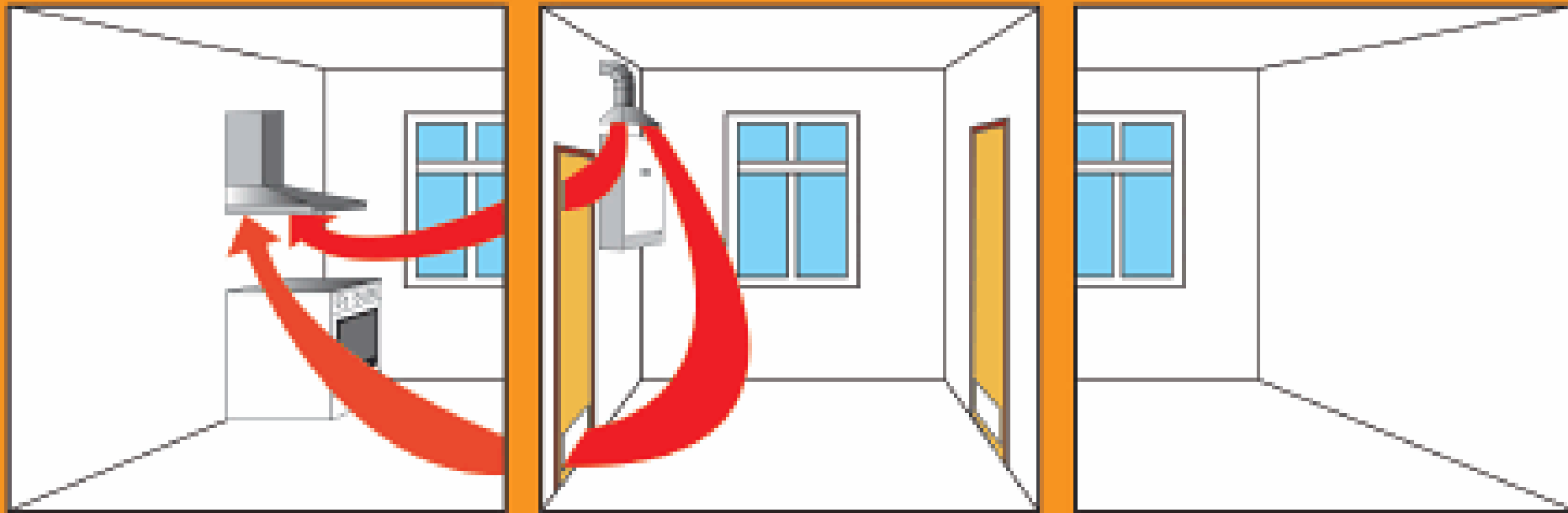
**Radon**

(prašnost, VOC a další chemické látky ....)



# Růst mikroorganismů v závislosti na relativní vlhkosti vzduchu





## Vytvoření podtlaku

**HROZÍ NEBEZPEČÍ PORUŠENÍ TAHU KOMÍNA  
A VRACENÍ SPALIN DO MÍSTNOSTÍ**

## **Vyhláška č. 20/2012 Sb.**

**V místnostech, kde jsou instalovány spotřebiče paliv, musí být vždy zajištěn přívod venkovního vzduchu rovný minimálně průtoku spalovacího vzduchu pro jmenovitý výkon a typ spotřebiče.**

# Faktory ovlivňující výskyt radonu uvnitř objektu

1. koncentrace radonu v podloží domu
2. propustnost podloží pro plyny
3. izolace stavby vůči podloží
4. těsnost stavby
5. intenzita větrání

## Vyhláška č. 20/2012 Sb.

### - 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**.

# 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 prostorách
- **1 200 až 1 500 ppm:** doporučená maximální (reálná) úroveň CO<sub>2</sub> ve vnitřních prostorách
- **> 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

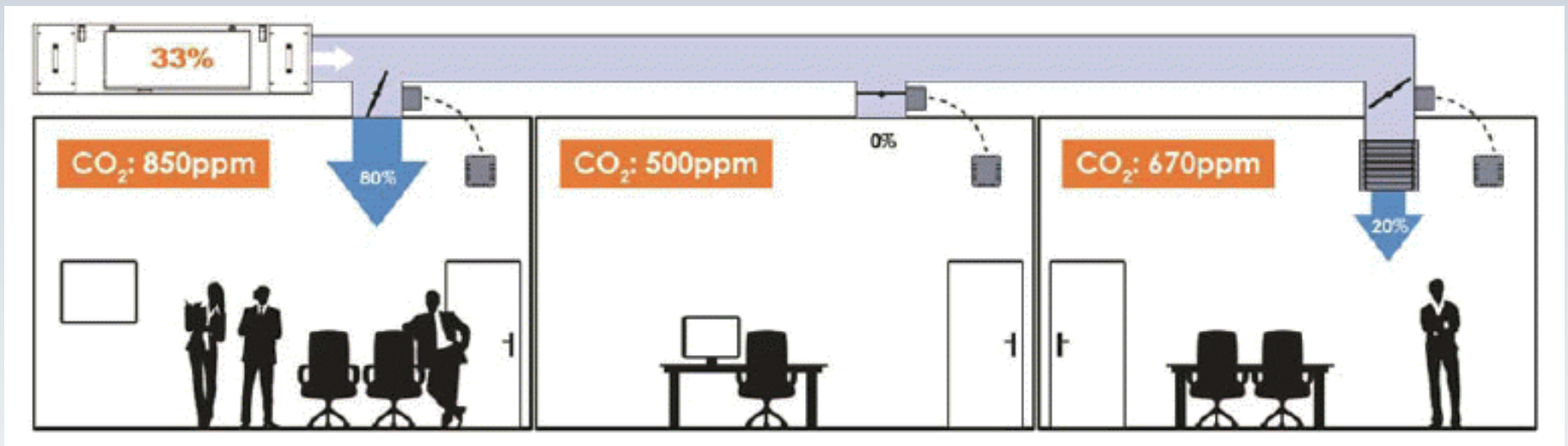
# Požadavky na koncentraci CO<sub>2</sub>

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

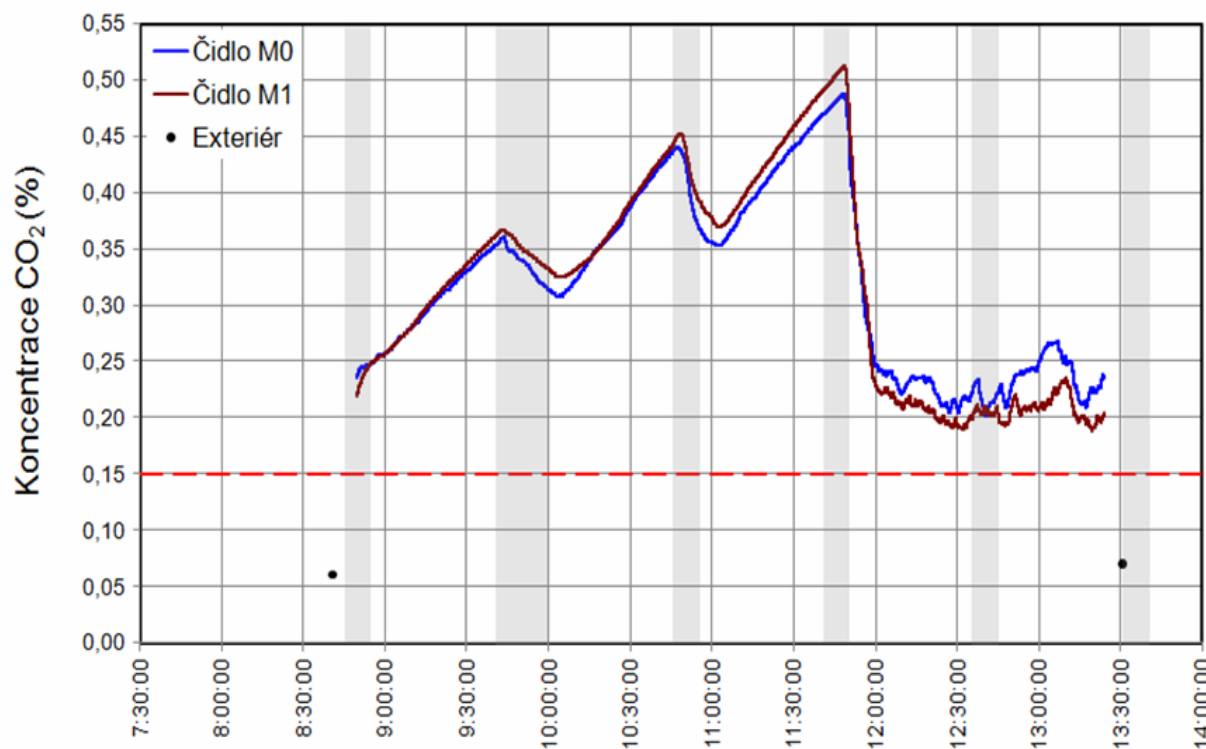
# Řízené větrání podle koncentrace CO<sub>2</sub>





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

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



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

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)

# 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.*



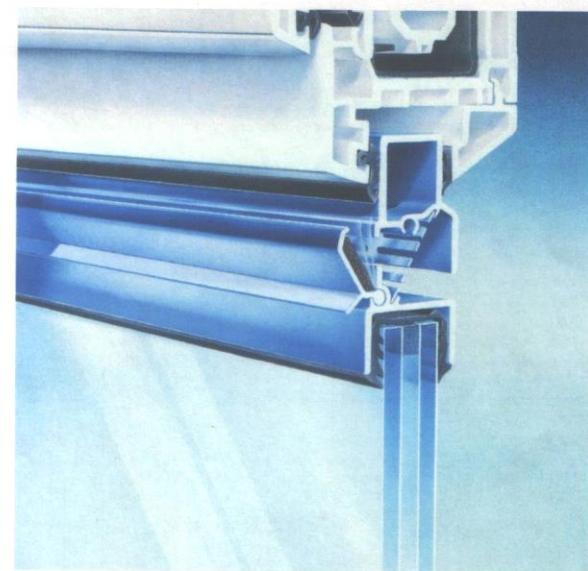
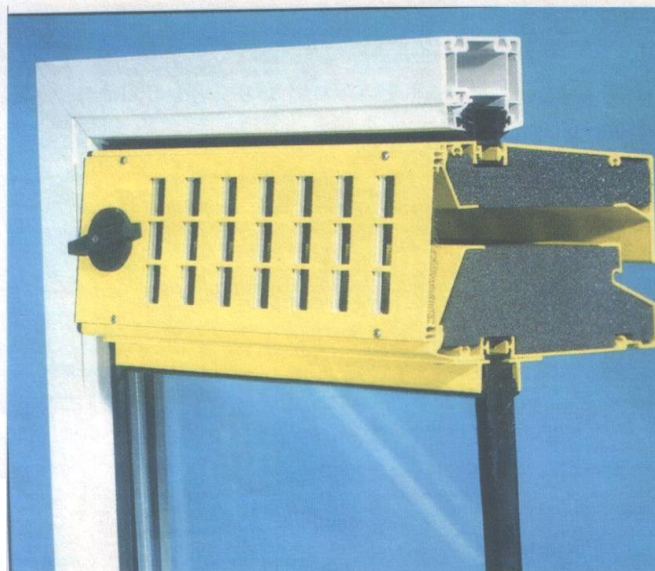
Ke kamnům musí být přiveden samostatně vzduch pro hoření zvenku.

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

# 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.	-	<b>20 - 30</b>			
ČSN EN 15251	<b>1200</b>	-	<b>14 - 36</b>		
ÖNORM H 6039:2008	<b>1200</b>	-	<b>15</b>	<b>19</b>	<b>24</b>
VDI 6040-1	<b>1000</b>	-	<b>26</b>	<b>31</b>	<b>31</b>

**doplnění okenních konstrukcí  
větracími elementy, které zajistí  
kontrolovatelný a dostatečný přístup  
vnějšího vzduchu při zachování  
požadovaného akustického  
komfortu interiéru**



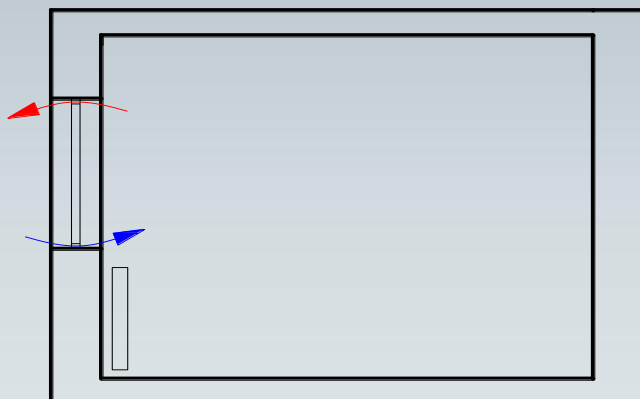
# VĚTRACÍ ŠTĚRBINY



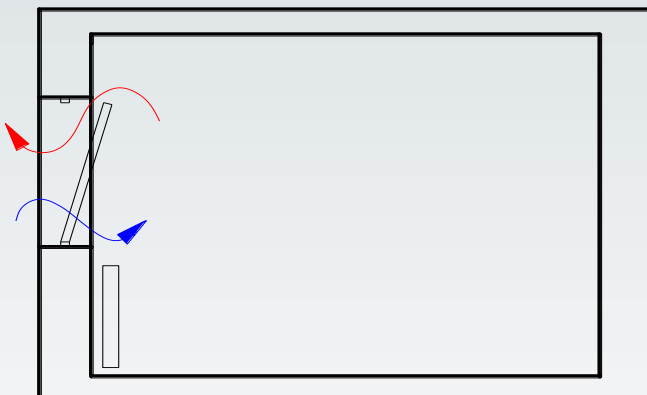
**Gaudí 1905**  
**Casa Batlló**



# Přirozené větrání



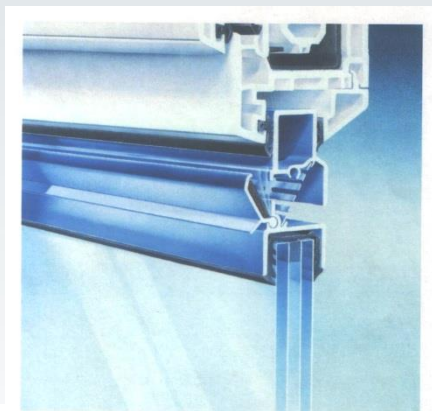
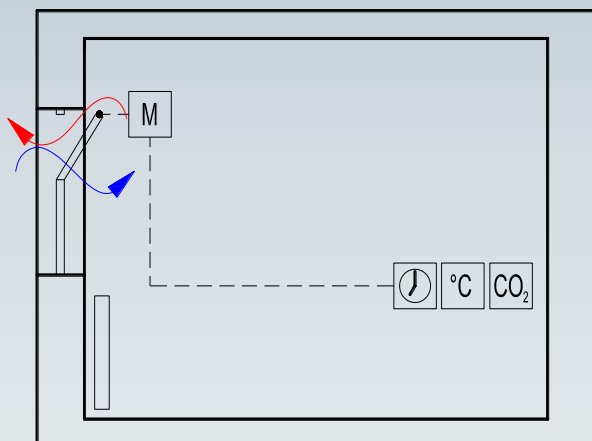
**infiltrace – nefunkční**



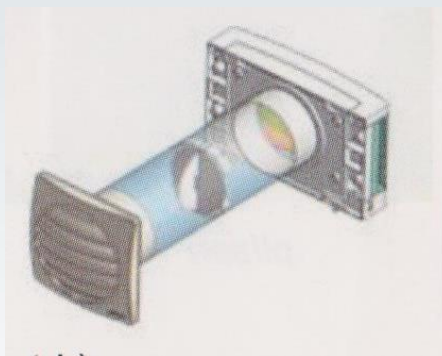
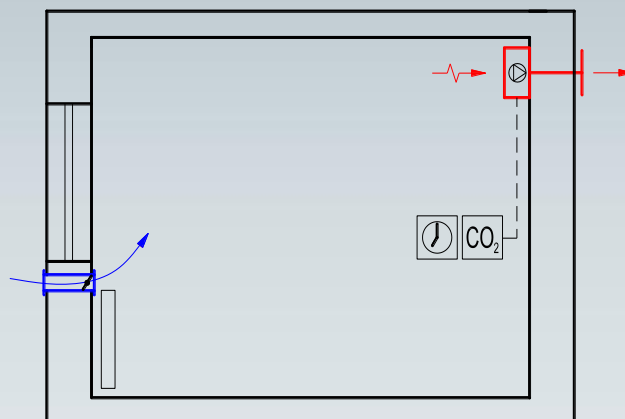
**otevíratelná okna** (tepelný diskomfort, proudění, rovnoměrnost ...)



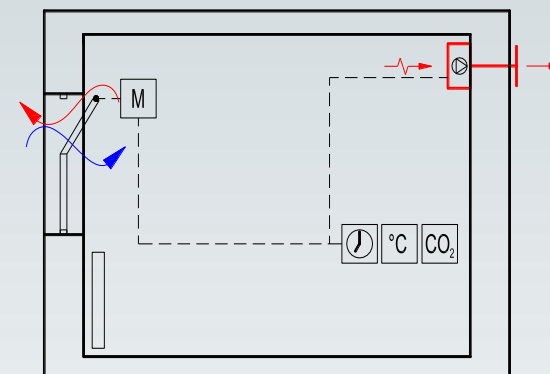
## řízené přirozené větrání



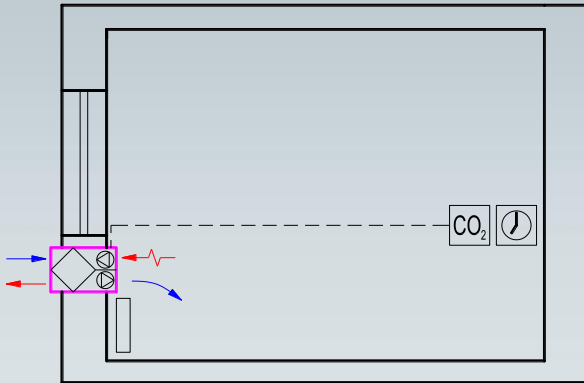
## nucené podtlakové větrání



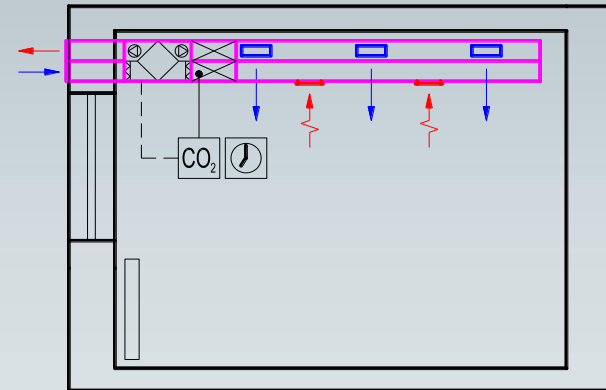
## hybridní větrání



## parapetní jednotka



## podstropní jednotka



- hlučnost
- čištění
- provozní náklady







?



# Operační program Životní prostředí 2014 – 2020

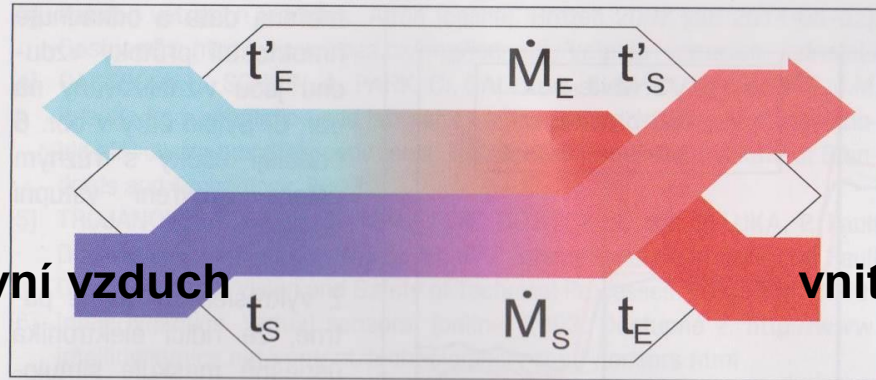
zaměřený na celkové nebo dílčí energetické renovace veřejných budov ....

**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

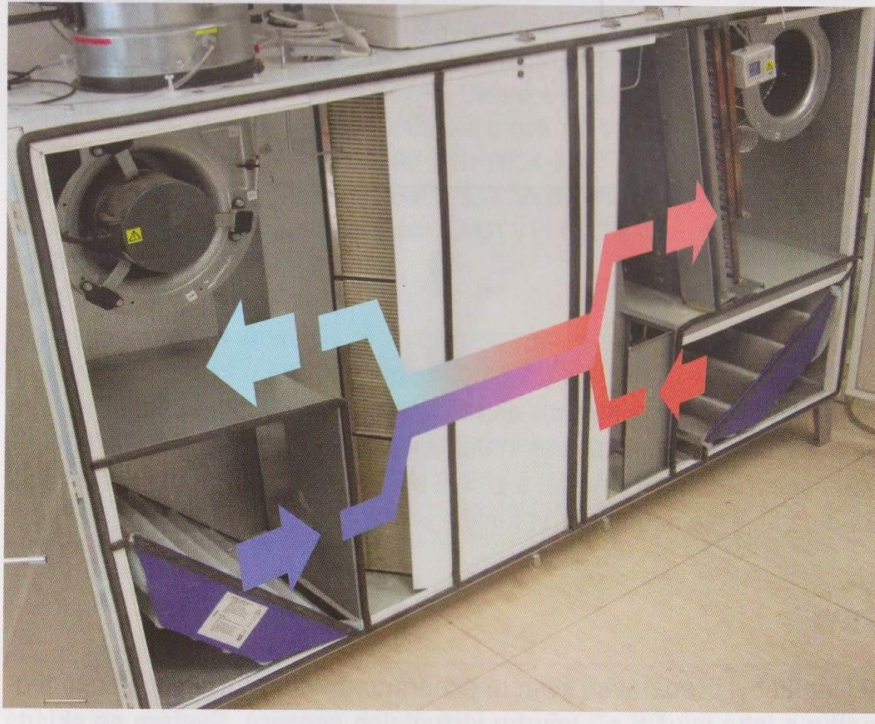
V případě realizace systémů nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla musí být systém, **regulován dle množství CO<sub>2</sub> v místnostech prostřednictvím infračervených čidel, tzv. IR senzorů.**

# VZT jednotka s rekuperací



venkovní vzduch

vnitřní vzduch



- provozní náklady
- údržba
- čištění

# Větrání zdravotnických pracovišť

- **Běžná pracoviště** (NV č. 361/2007 Sb. ve znění NV č. 93/2012 Sb.)
- **Pobytové prostory** (vyhl. č. 6/2003 Sb., stavební vyhláška č. 20/2012 Sb.)
- **Definované čisté prostory** ?

# Správná lékárenská praxe – příprava, úprava, uchování, příjem a výdej léčivých přípravků - **vyhláška č. 84/2008 Sb.**

- **Předepsaná třída čistoty pro jednotlivé prostory v závislosti na činnosti**
- **4 třídy čistoty A až D**
- **Použití laminárních boxů (práce s cytostatiky v laminárním boxu třídy A)**

# Požadavky VYR-32, Doplněk 1

„Výroba sterilních přípravků musí probíhat v čistých prostorech ...“

Třída čistoty	Minimální přípustný počet částic /m <sup>3</sup> o velikosti rovné nebo větší			
	za klidu		za provozu	
	0,5 µm	5,0 µm	0,5 µm	5,0 µm
A	3 520	20	3 520	20
B	3 520	29	352 000	2 900
C	352 000	2 900	3 520 000	29 000
D	3 520 000	29 000	nedefinováno	nedefinováno

# ČSN EN ISO 14644-1

## Čisté prostory a příslušné řízené prostředí

### Klasifikace čistoty vzduchu

Table 1 — Selected airborne particulate cleanliness classes for cleanrooms and clean zones

ISO classification number ( <i>M</i> )	Maximum concentration limits (particles/m <sup>3</sup> of air) for particles equal to and larger than the considered sizes shown below (concentration limits are calculated in accordance with equation (1) in 3.2)					
	0,1 μm	0,2 μm	0,3 μm	0,5 μm	1 μm	5 μm
ISO Class 1	10	2				
ISO Class 2	100	24	10	4		
ISO Class 3	1 000	237	102	35	8	
ISO Class 4	10 000	2 370	1 020	352	83	
ISO Class 5	100 000	23 700	10 200	3 520	832	29
ISO Class 6	1 000 000	237 000	102 000	35 200	8 320	293
ISO Class 7				352 000	83 200	2 930
ISO Class 8				3 520 000	832 000	29 300
ISO Class 9				35 200 000	8 320 000	293 000

NOTE Uncertainties related to the measurement process require that concentration data with no more than three significant figures be used in determining the classification level

**A** →  
**B** →  
**C** →  
**D** →



# Čisté prostory ve zdravotnictví

---

---

**Právně závazný předpis, ani doporučení norem neexistuje.**

Postupuje se podle doporučení:

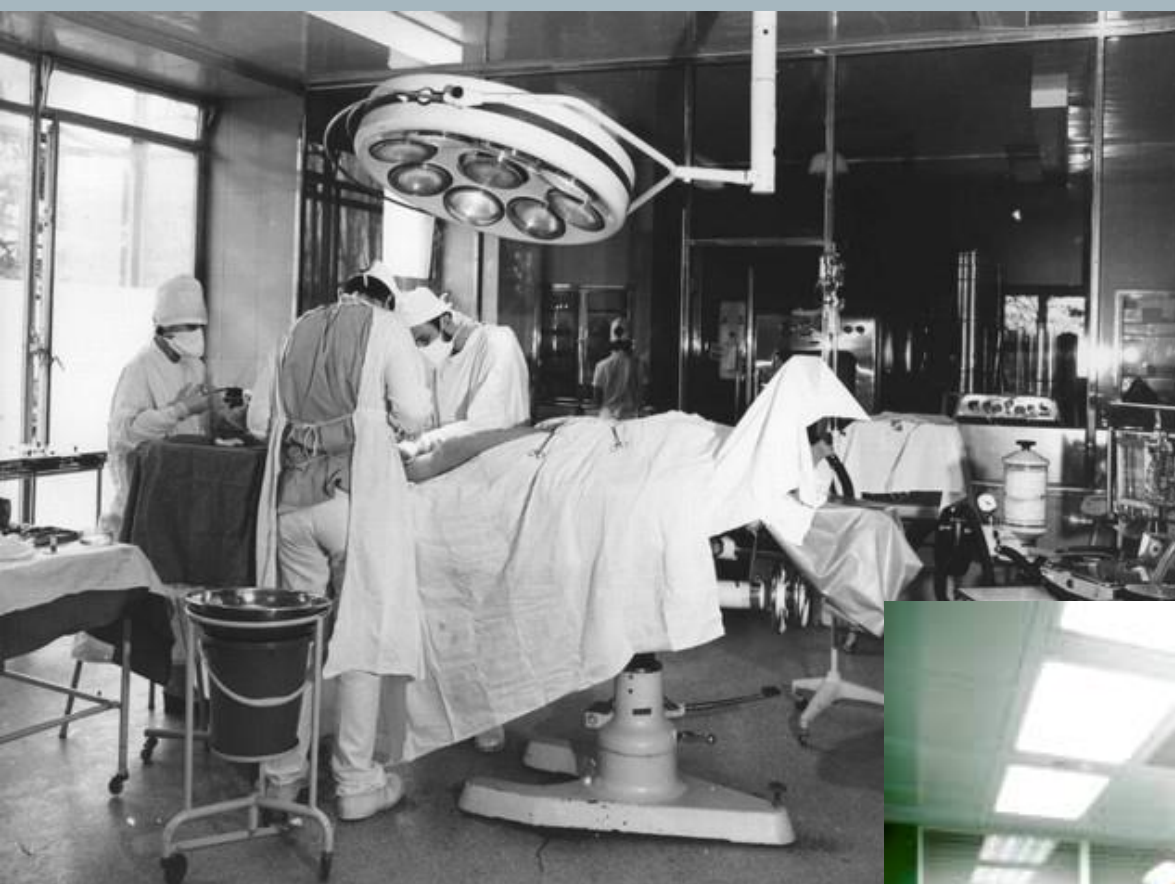
- **DIN 1946-4** Raumlufotechnische Anlagen in Krankenhäusern
- **ÖNORM H 6020-1** Lüftungstechnische Anlagen in Krankenanstalten
- **Richtlinien** für Bau, Betrieb und Überwachung von lufotechnische Anlagen in Spitälern (Švýcarsko)
- **ASHRAE předpisy**
- připravuje se **CEN/TR 16244 – technická směrnice Ventilation for Hospitals**

# a je připravený podklad pro zařazení jednotlivých prostor zdravotnických zařízení do tříd čistoty – jako příkladový seznam

Typ prostoru	Označení čistého prostoru – tříd čistoty podle ČSN EN ISO 14644 / FS 209 E				
	5 / 100	6 / 1 000	7 / 10 000	8 / 100 000	>100 000 *
Superseptický operační sál	X	X			
Zázemí supersept. sálu			X		
Aseptický a septický operační sál			X		
Zázemí aseptických a septických operačních sálů				X	
Zámkový sál				X	
JIP popáleniny	X	X			
JIP transplantace		X			
JIP pooperační				X	
JIP interna					X
ARO			X	X	
Porodní box					X
Novorozenecká jednotka				X	
Angiografie				X	
RTG, CT, magnetická rezonance, endoskopie					X
Transfuzní odběrový box					X
Dialýza					X
Pokoje pacientů					X

# OP sály

**historie** – větrání  
oknem



**současnost**

**laminární přívod vzduchu**

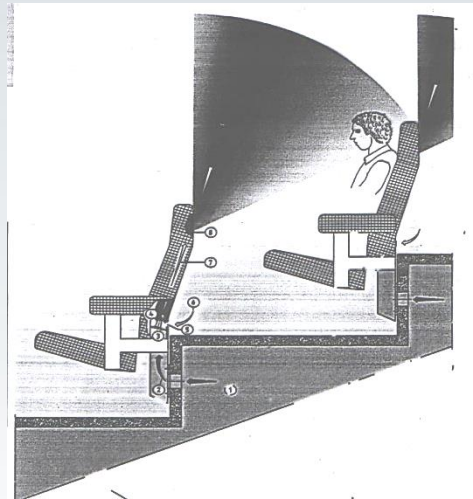


# Klimatizace

## tepelně vlhkovní úprava venkovního filtrovaného vzduchu

- \* centrální
  - \* zónová
  - \* místní
- \* jednotková

nízkotlaká  
vysokotlaká



**Pozor, SPLIT systém  
není klimatizace ! NENAHRADUJE VĚTRÁNÍ !!!!!**



# Aseptický operační sál



odvod vzduchu a umístění KJ



přívod vzduchu

KRUISOVICKÉ PIVO  
KARLOVY VARY  
J. S. ROJBEK  
KARLOVY VARY

MEVY  
SAQUILA  
Sombiero Negro 40r  
- Arriba 40r  
- Agavida 33r  
- Sierra 30r  
- El Jimador 60r  
- Olmeca 50r

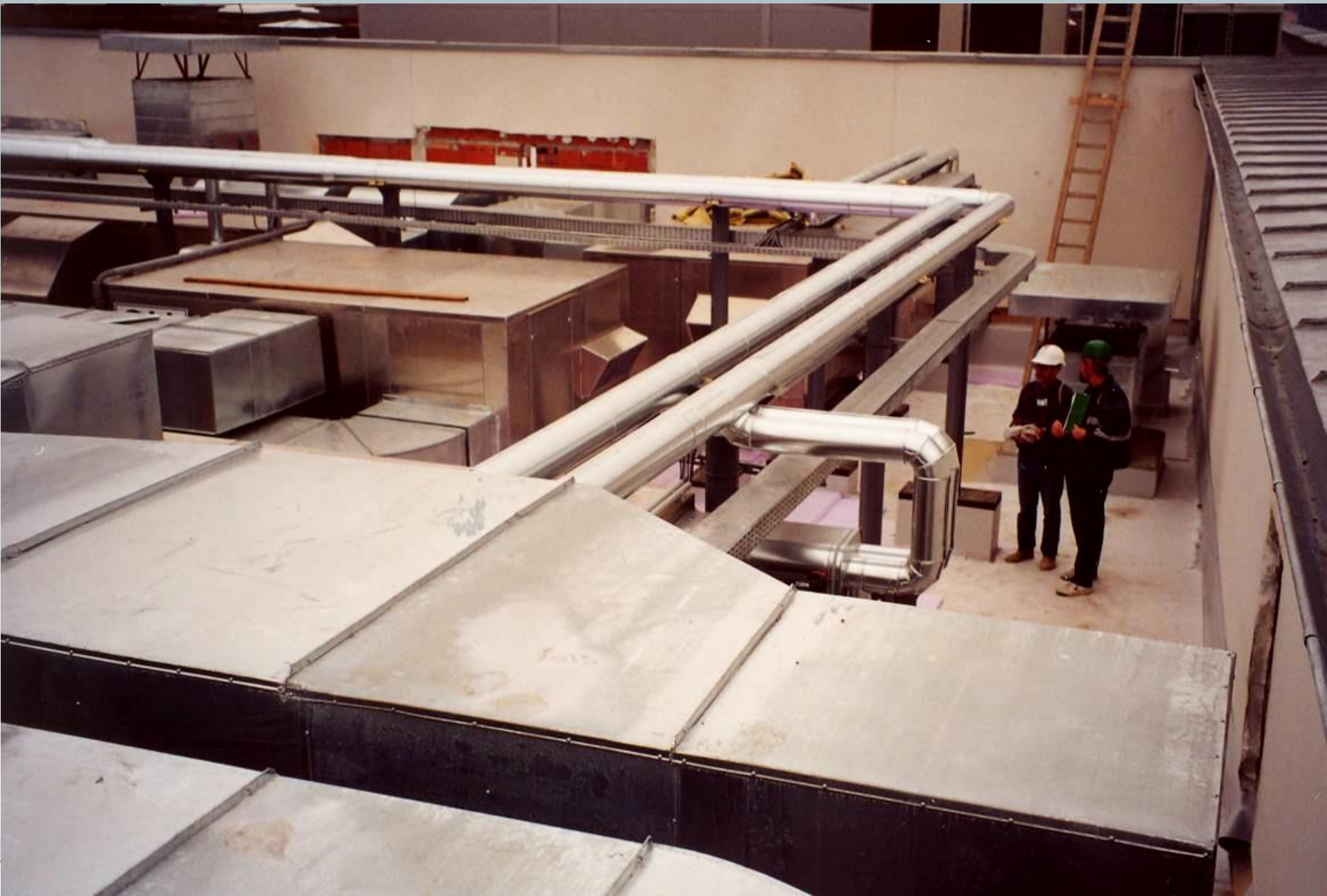


# Problémy s klimatizací

- **Investiční náročnost, stavební požadavky**
- **Provozní náročnost, včetně údržby**
- **Nelze přizpůsobit změně využití budovy nebo technologie**
  
- **Individuální nesnášenlivost klimatizovaného prostředí – SBS**



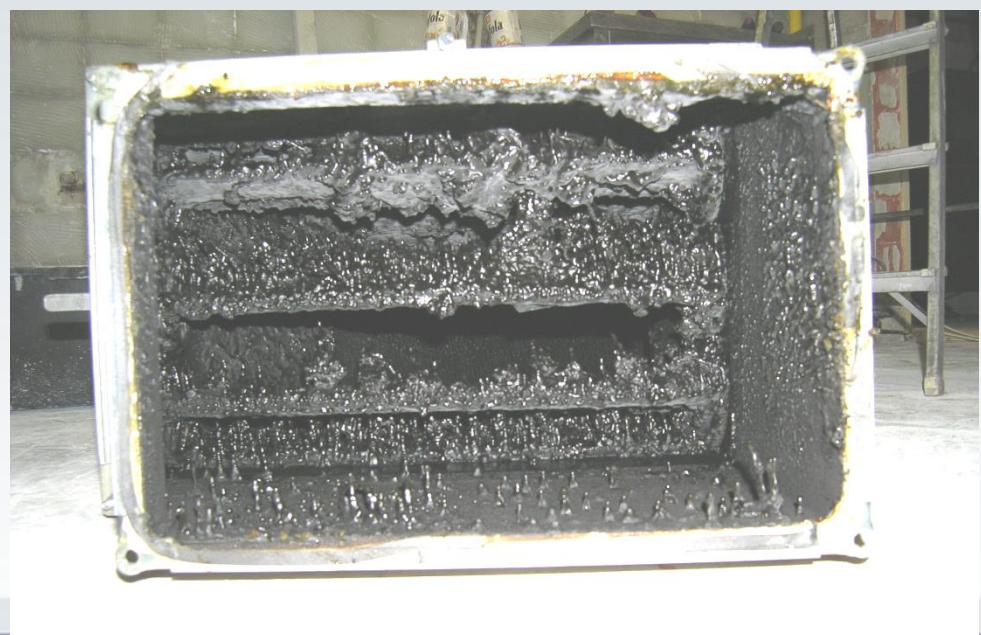
## Strojovna VZT na střeše budovy



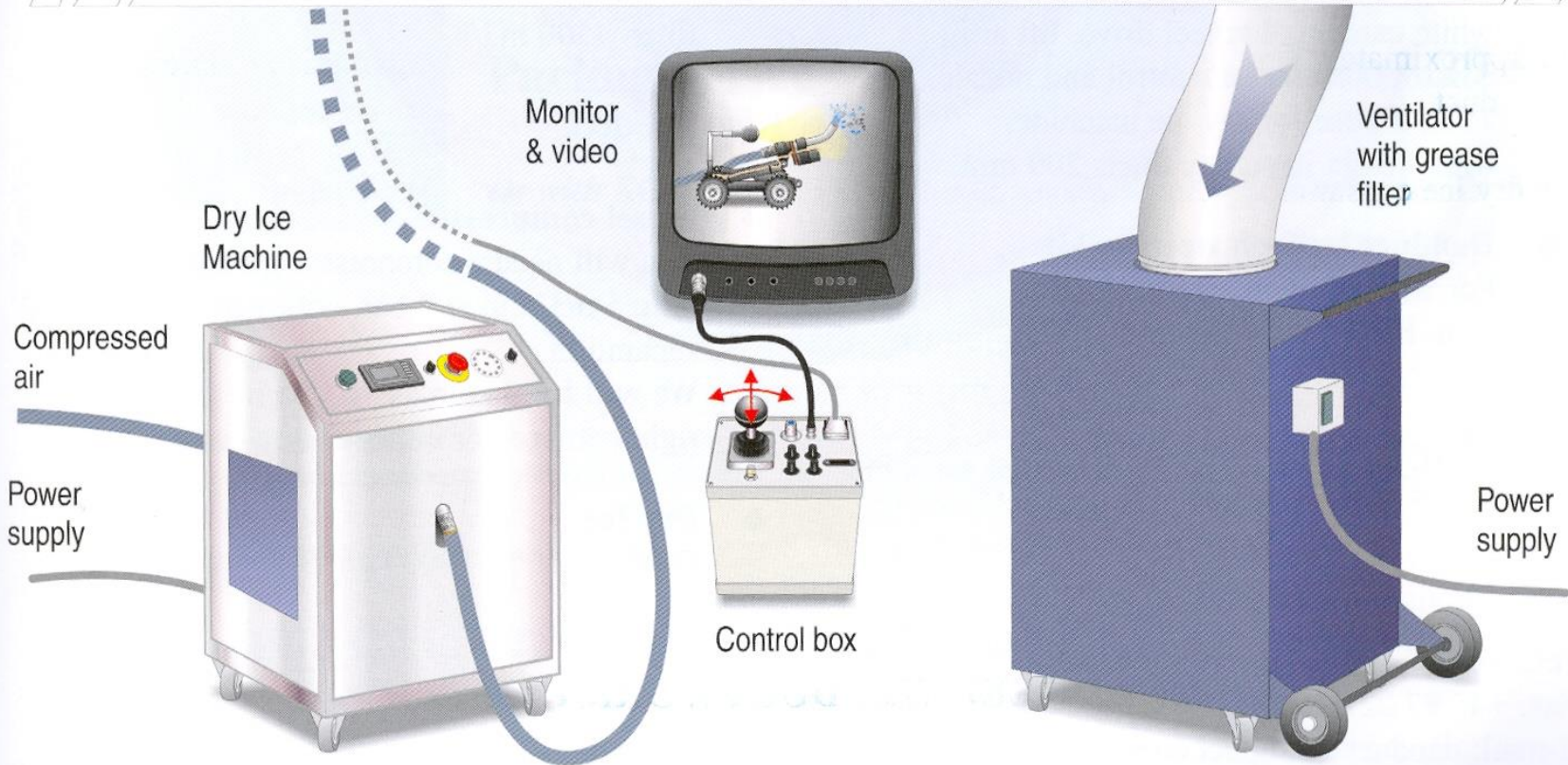
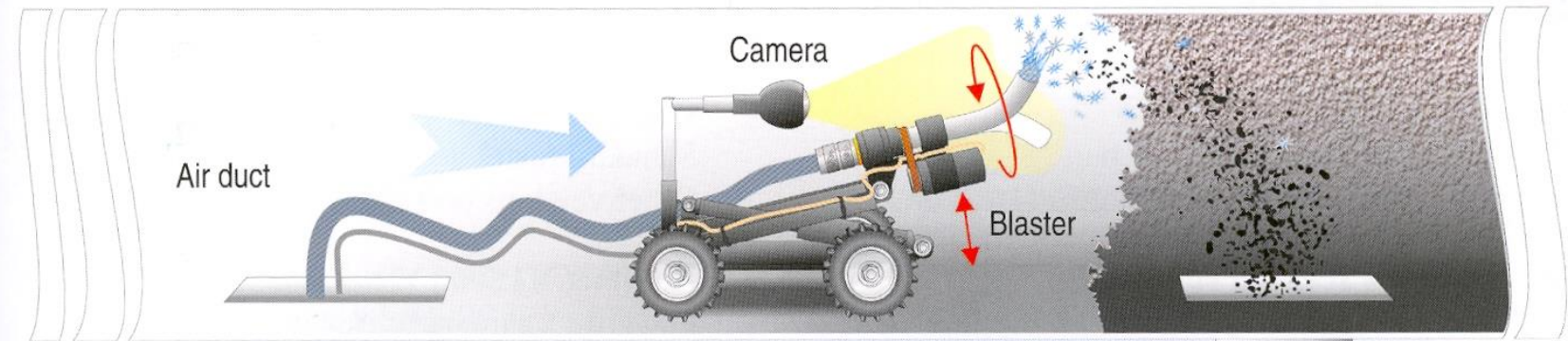
# Údržba a čištění VZT

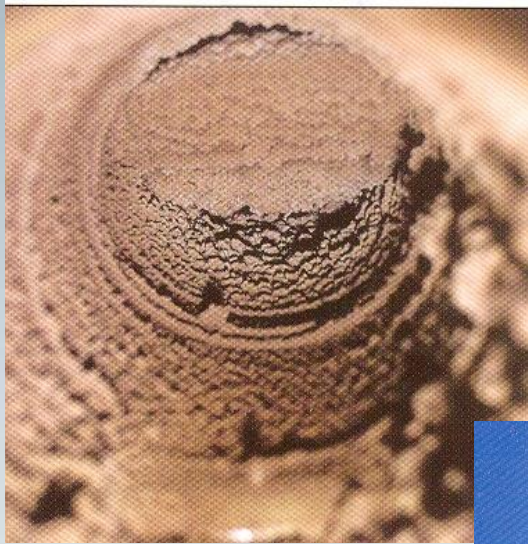
**Není to jen výměna filtrů !**





# Čištění VZT





**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 čisticí metody;**
- ✓ **hodnocení výsledku čištění.**



**Děkuji za pozornost a přeji krásný  
zbytek dne**

