

MIKROKLIMATICKÉ FAKTORY PRACOVNÍHO PROSTŘEDÍ



Ing. Zuzana Mathauserová

Státní zdravotní ústav

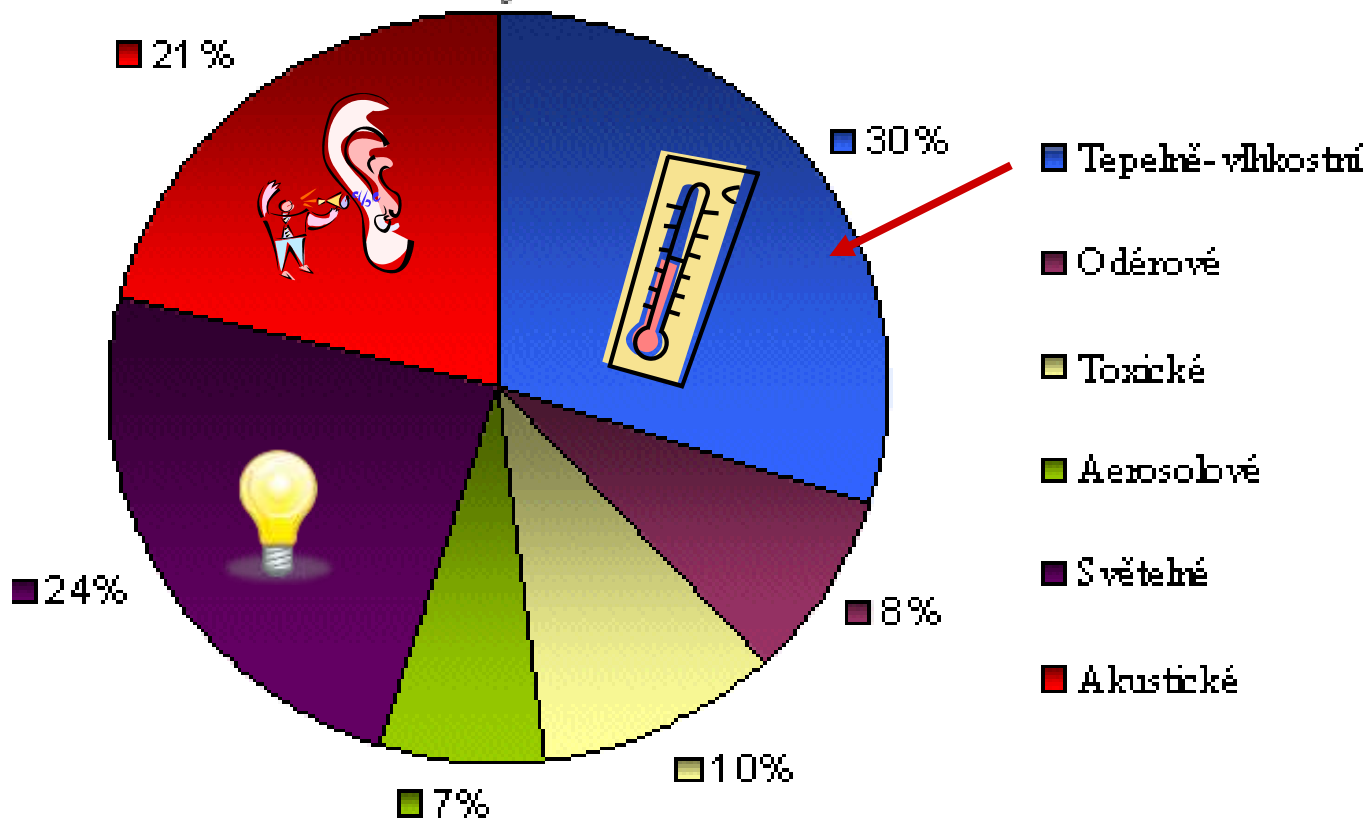
**Centrum hygieny práce a pracovního
lékařství**

Šrobárova 48, 100 42 Praha 10

zmat@szu.cz

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

Složky interního mikroklimatu



Zlepšení prostředí o 10 %

Laboratoř:

⇒ nárůst výkonnosti o 1 %

Reálné prostředí:

⇒ nárůst výkonnosti o 5 – 10 %

Špatné teplotní podmínky – snížení výkonnosti o 5 – 15 % (kanceláře)

Požadavky na parametry vnitřního prostředí staveb

dříve (do roku 2000)

zákon č. 20/1966 Sb.



sbírka Hygienických
předpisů

nyní

zákon č. 20/1966 Sb.

zákon č. 258/2000 Sb.

zákon č. 183/2006 Sb.

zákon č. 262/2006 Sb.

zákon č. 309/2006 Sb.



nařízení vlády
vyhlášky

Prováděcí předpisy k zákonům ... (MZ ČR)

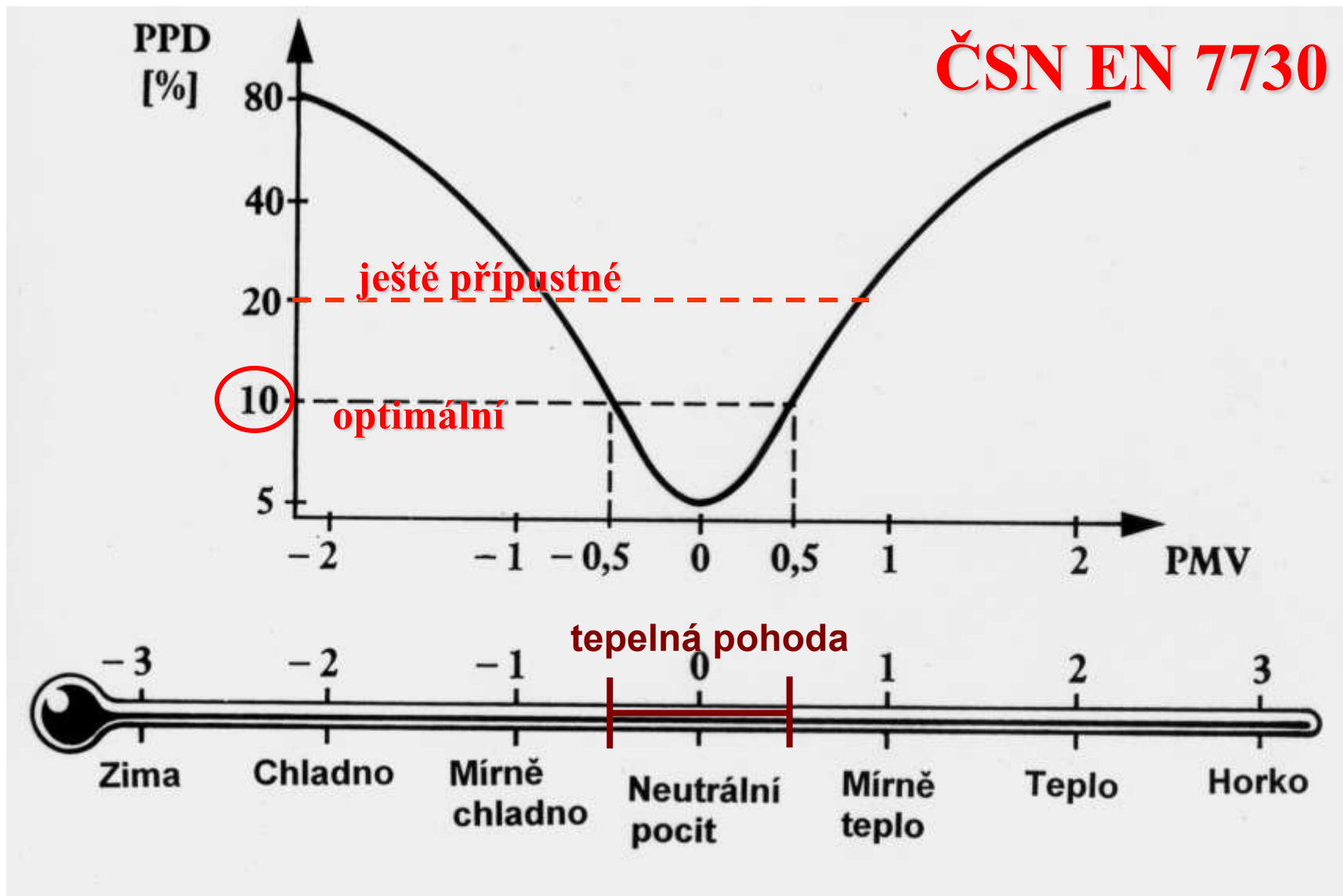
- ✓ **NV č. 361/2007 Sb. – pracovní prostředí
novel. NV č. 68/2010 Sb.**
- ✓ **Vyhláška č. 137/2004 Sb. – stravování
novel. vyhláškou č. 602/2006 Sb.**
- ✓ **Vyhláška č. 410/2005 Sb. - školství
novel. vyhláškou č. 343/2009 Sb.**
- ✓ **Vyhláška č. 135/2004 Sb. - bazény**
- ✓ **Vyhláška č. 6/2003 Sb. – pobytové prostory**

- ✓ **MMR Vyhláška č. 268/2009 Sb. –
stavební vyhláška**
- ✓ **MZ + MZe Vyhláška č. 84/2008 Sb. –
o správné lékařenské praxi**
- ✓ **NV č. 101/2005 Sb. – o podrob.
požadavcích na pracoviště**
- ✓ **SÚJB Vyhláška č. 307/02 Sb., č.
499/05 Sb. – o radiační ochraně**
-

Jiné předpisy

- **Veterinární a potravinářské**
- **Hasičské**
- **Pro uchování sbírek**
- **.....**

Individuální vnímavost tepelného stavu prostředí

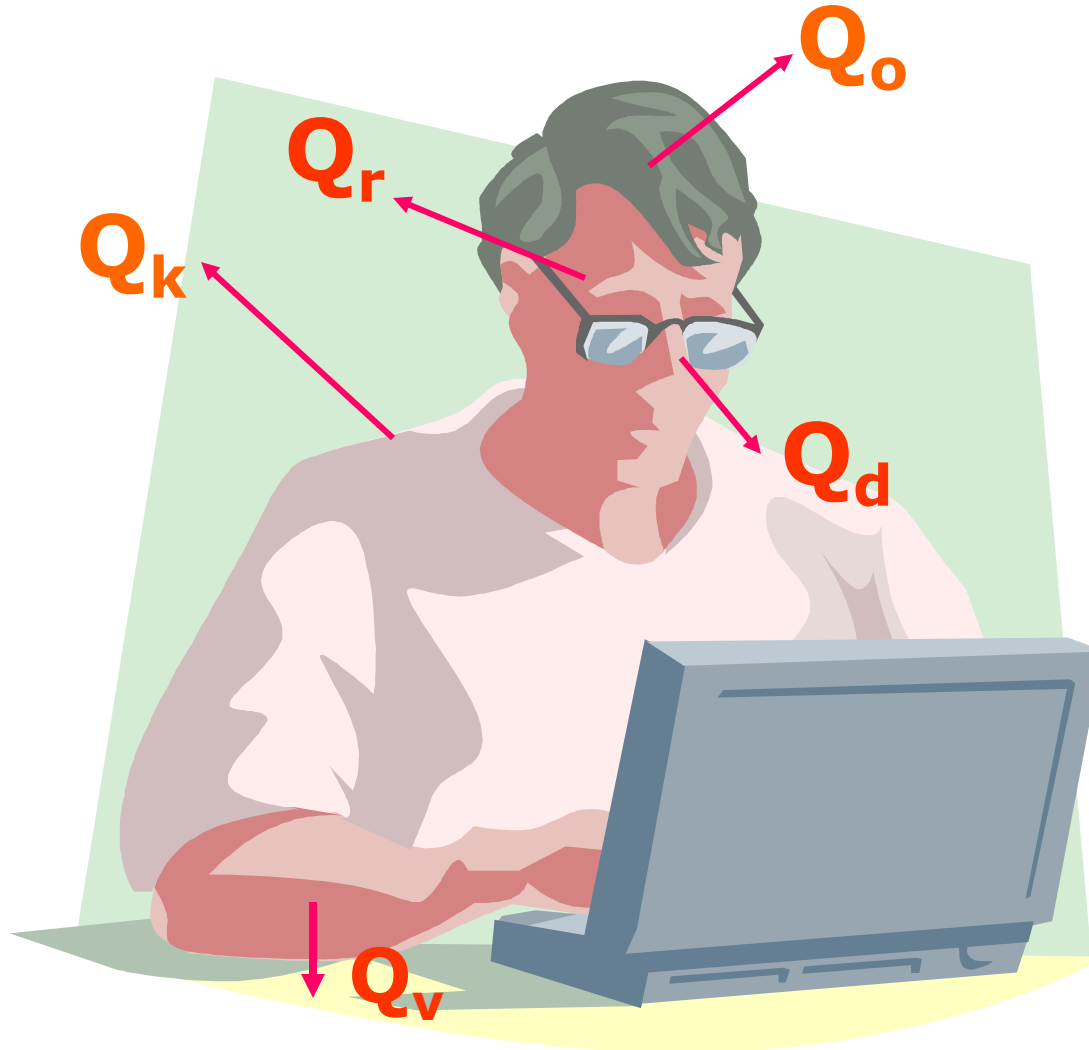


Tepelná pohoda

je **stav rovnováhy** mezi subjektem a interiérem bez zatěžování termoregulačního systému organismu, tedy stav, při němž je zachována **rovnováha metabolického tepelného toku a toku tepla odváděného z těla** **při optimálních hodnotách fyziologických parametrů.**

Rovnice tepelné rovnováhy

$$Q_M = Q_k + Q_v + Q_r + Q_d + Q_o \pm Q_a$$

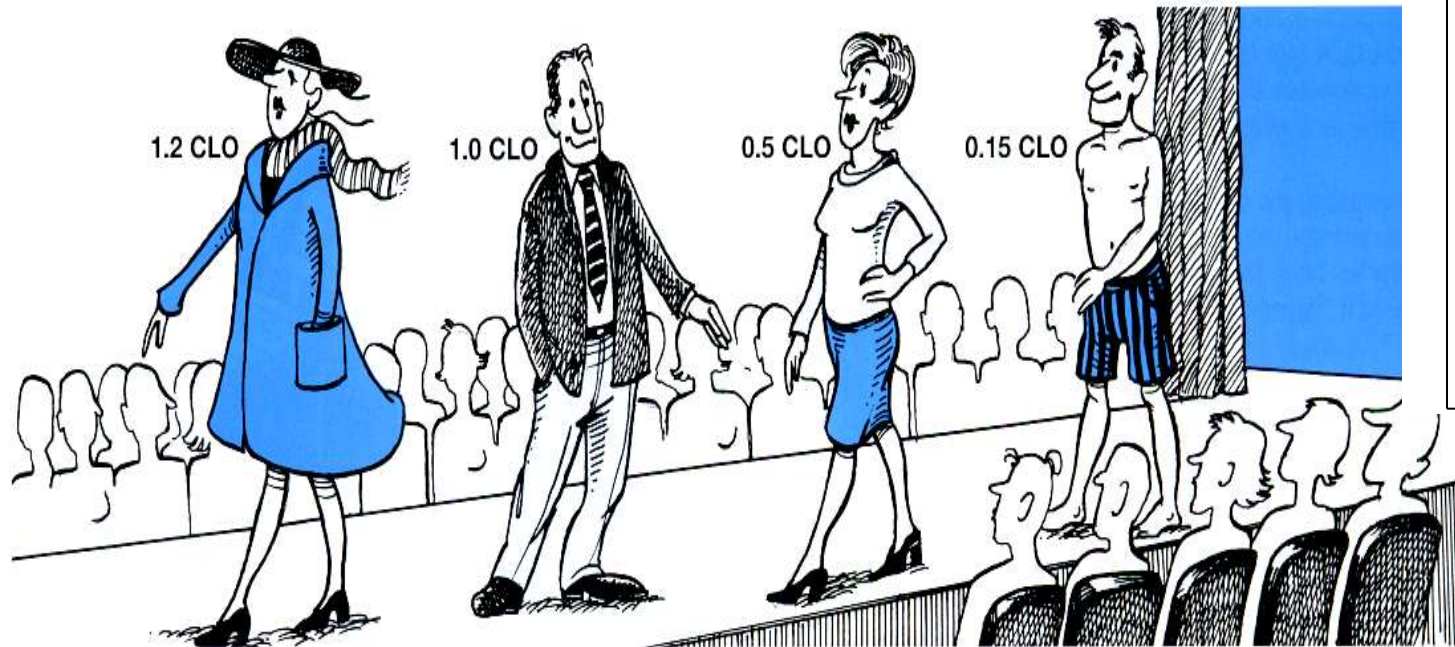








Tepelná pohoda závisí na:

- ✓ **metabolické produkci organismu,
tepelně - izolačních vlastnostech oděvu**
- ✓ **zdrojích tepla** 
 - vnitřních**
 - vnějších**
 - * *způsobu vytápění*
 - * *větrání*
- ✓ **individuální vnímavosti**
 - * *zdravotní stav, věk, pohlaví*

Třída práce	Příklady činností	Energetický výdej (W.m⁻²)
I	Práce vsedě s minimální pohybovou aktivitou (kancelářské administrativní práce, kontrolní činnost v dozornách a velínech), práce vsedě spojená s lehkou manuální prací rukou a paží, psaní na stroji, práce s PC, jednoduché šití, laboratorní práce, sestavování nebo třídění drobných lehkých předmětů.	≤ 80

Tepelný odpor oděvů



	0.28
+	
	0.25
+	
	0.04
+	
	0.25
+	
	0.05
+	
	0.04
=	0.91

MIKROKLIMATICKÉ PARAMETRY ovlivňující vztah prostředí-člověk

✘ teploty vzduchu

✘ vlhkost vzduchu

✘ rychlost proudění vzduchu

✘ barometrický tlak

Mikroklimatické parametry vnitřního prostředí

Pracovní prostředí

- **Operativní teplota** t_o (°C)
- **Výsledná teplota** t_g (°C)
- *Teplota vzduchu* t_a (°C)
- **Relativní vlhkost** rh (%)
- **Rychlost proudění vzduchu** v_a (m.s⁻¹)

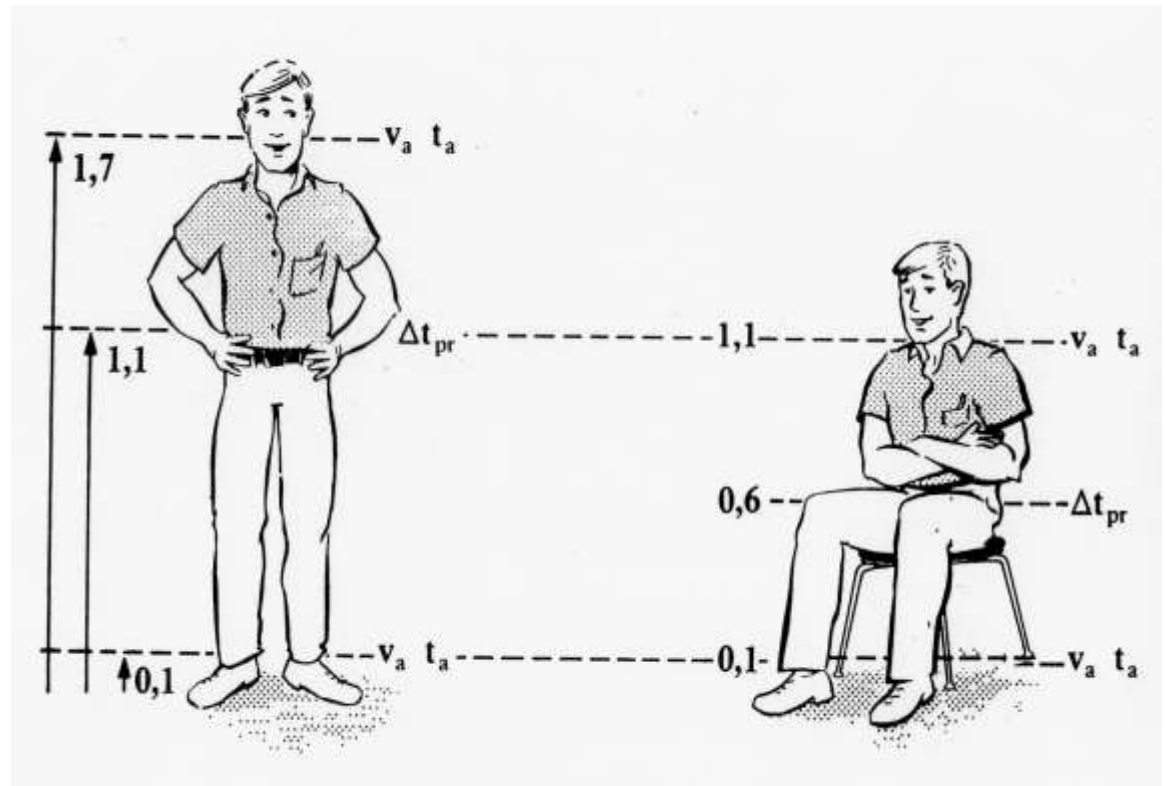
Pobytové prostory

- - - - - -
- **Výsledná teplota** t_g (°C)
- *Teplota vzduchu* t_a (°C)
- **Relativní vlhkost** rh (%)
- **Rychlost proudění vzduchu** v_a (m.s⁻¹)

Podmínky měření MKL

Volba míst měření

je závislá
na činnosti
a pohybu osob,
doporučené výšky
umístění snímacích
čidel jsou uvedeny
pro úroveň hlavy,
břicha a kotníků
člověka



**V prostředí heterogenním
se musí měřit na několika místech
v prostoru a ve všech třech výškách**

$$\phi t = \frac{t_{\text{hlava}} + 2t_{\text{břicho}} + t_{\text{kotníky}}}{4}$$

Teplota vzduchu t_a ($^{\circ}\text{C}$)

Teplota v okolí
lidského těla
měřená jakýmkoli
teplotním čidlem.



4

Výsledná teplota kulového teploměru t_g ($^{\circ}\text{C}$)

je teplota v okolí lidského těla měřená kulovým teploměrem, která zahrnuje vliv současného působení teploty vzduchu, teploty okolních ploch a rychlosti proudění vzduchu.


Operativní teplota t_o ($^{\circ}\text{C}$)



Operativní teplota t_o (°C)

je rovnoměrná teplota uzavřené černé plochy, uvnitř které by člověk sdílel sáláním a prouděním stejně tepla jako v prostředí skutečném

Operativní teplota
 t_o [°C]


$$t_o = A t_a + (1 - A) \bar{t}_r$$
$$t_c = \bar{t}_r - A (\bar{t}_r - t_a)$$

v_a [m/s]	< 0,2	0,2-0,6	0,6-1,0
A	0,5	0,6	0,7

$$A = 0,75 \cdot v^{0,16}$$

Příklad MKL parametrů v horkém provozu

t_{g170}	t_{g110}	t_{g10}	t_a	rh	v_a
42,6	43,0	36,8	26,8	23	0,42
57,9	70,9	42,9	42,1	19	0,33



prům. t_g	t_r	t_o
41,4	57,6	39,1
60,7	75,7	57,2

Teplota (°C)	t_{sm} (°C)	t_{max} (°C)
41	275	29
39	296	41

3. stupeň zátěže – významná míra zdravotního rizika

Při rychlostech proudění vzduchu menších než $0,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ lze nahradit operativní teplotu výslednou teplotou kulového teploměru t_g ($^{\circ}\text{C}$).

Při jiných rychlostech proudění v_a ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) lze střední radiační teplotu t_r ($^{\circ}\text{C}$) pro výpočet operativní teploty t_o ($^{\circ}\text{C}$) stanovit ze vztahů:

$$t_o = At_a + (1 - A) t_r$$

$$t_r = [(t_g + 273)^4 + 2,9 \cdot 10^8 \cdot v_a^{0,6} (t_g - t_a)]^{1/4} - 273$$

t_g je výsledná teplota kulového teploměru
o průměru **0,10 m** (Vernon-Jokl)

$$t_r = [(t_g + 273)^4 + 2,5 \cdot 10^8 \cdot v_a^{0,6} (t_g - t_a)]^{1/4} - 273$$

t_g je výsledná teplota kulového tep.
o průměru **0,15 m** (Vernon)

t_a - teplota vzduchu ($^{\circ}\text{C}$)

v_a - rychlost proudění vzduchu ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)

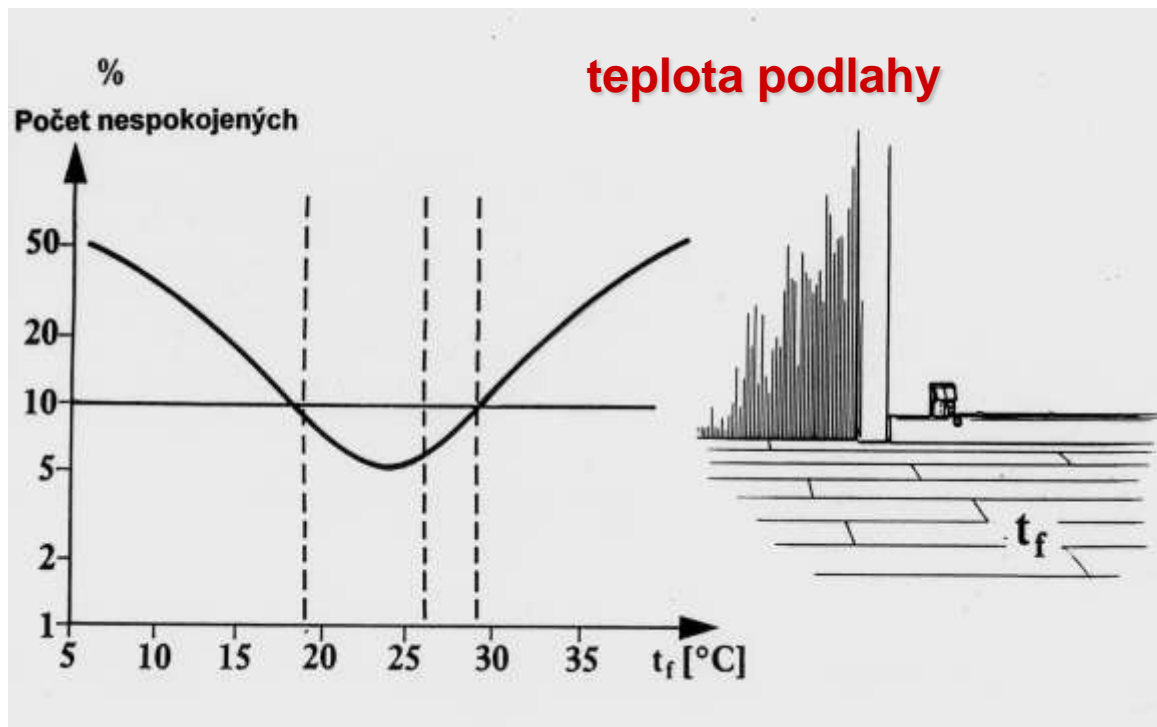


t_a , t_g , t_o a další teplotní veličiny :

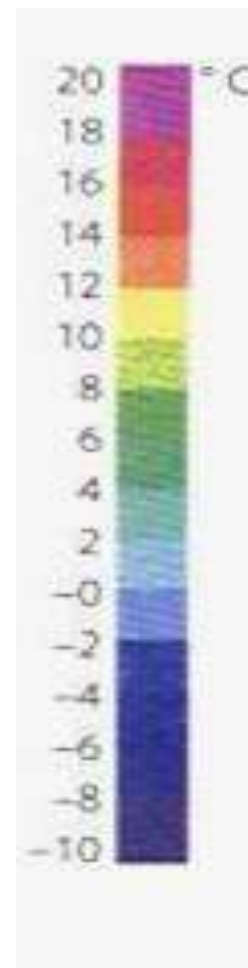
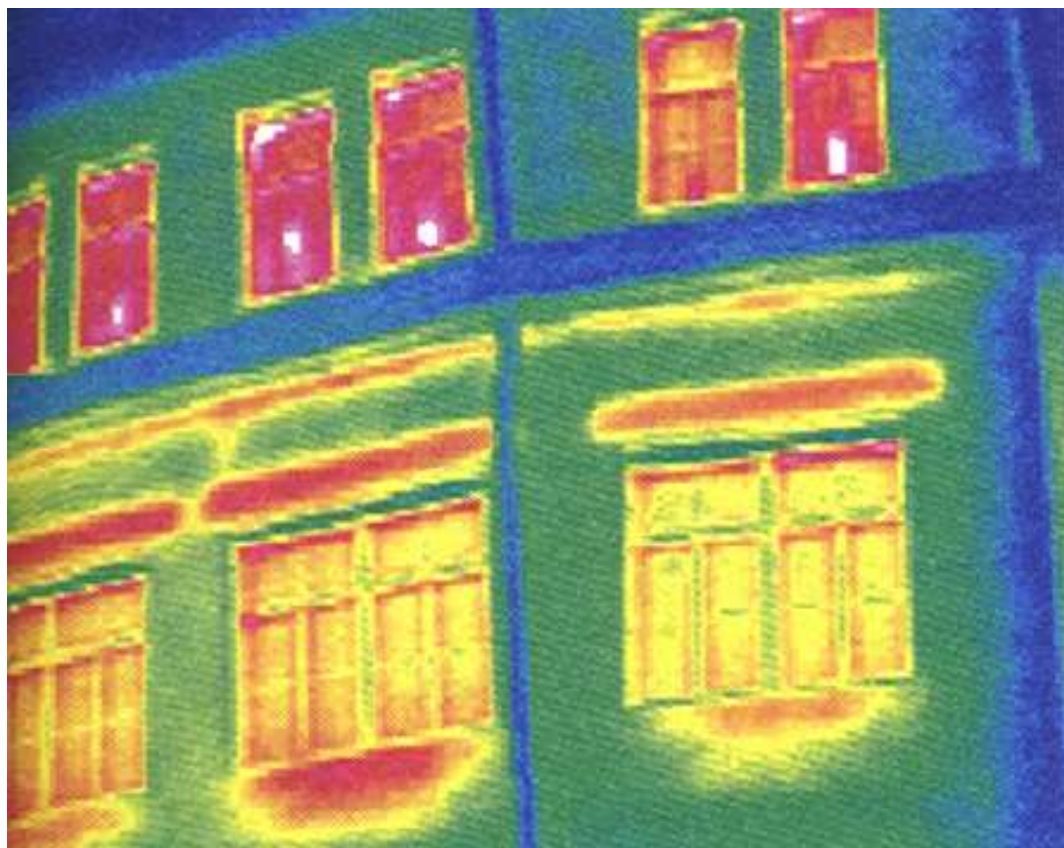
- ✓ **střední radiační teplota t_r (°C)**
- ✓ **povrchová teplota t_s (°C)**
- ✓ **korigovaná teplota t_k (°C)**
- ✓ **teplota rosného bodu t_d (°C)**
- ✓ **mokrý teplota t_m (°C)**
- ✓ **asymetrie radiační teploty Δt_r (°C)**
- ✓ **vertikální rozdíl teplot Δt (°C)**

Povrchová teplota t_s (°C)

teplota naměřená na povrchu těles
a stavebních konstrukcí



Povrchová teplota měřená termokamerou



Rozdíl mezi teplotou vzduchu a teplotou povrchů

- **Optimální cca 2 °C**
- **Větší než 4 °C je již pocíťován jako nepříjemný**

Prahy popálení

materiál	prahy popálení pro trvání dotyku			
	10 s	1 min	10 min	8 hod a déle
	°C	°C	°C	°C
kov	55	51	48	43
keramické, skleněné a kamenné materiály	66	56	48	43
plasty	71	60	48	43
dřevo	89	60	48	43

Korigovaná teplota t_{korig} (°C)

je teplota vzduchu snižená vlivem proudění vzduchu, která se užívá např. při hodnocení účinku větru na člověka na venkovních pracovištích.

Korigovaná teplota

Korekce teploty účinkem proudění vzduchu

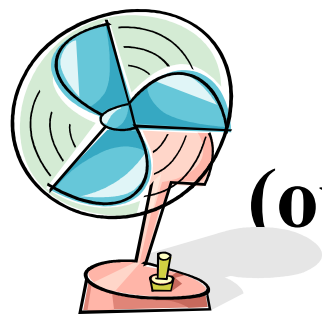
Proudění vzduchu $m.s^{-1}$	Aktuální teplota vzduchu ($^{\circ}C$)						
	+5	-1	-7	-12	-16	-23	-29
1,8	+5	-1	-7	-12	-16	-23	-29
2,2	+3	-3	-9	-15	-21	-26	-32
4,5	-2	-9	-15	-23	-30	-36	-43
6,7	-6	-13	-21	-28	-38	-43	-50
8,9	-8	-16	-23	-32	-40	-47	-55
11,2	-9	-18	-26	-34	-42	-51	-59
13,4	-11	-19	-28	-36	-44	-53	-62
15,6	-12	-20	-29	-37	-45	-55	-63
17,9	-12	-21	-30	-38	-47	-56	-65

65 km/h

Na pocitu tepelné pohody se kromě teplot podílí i další mikroklimatické faktory –

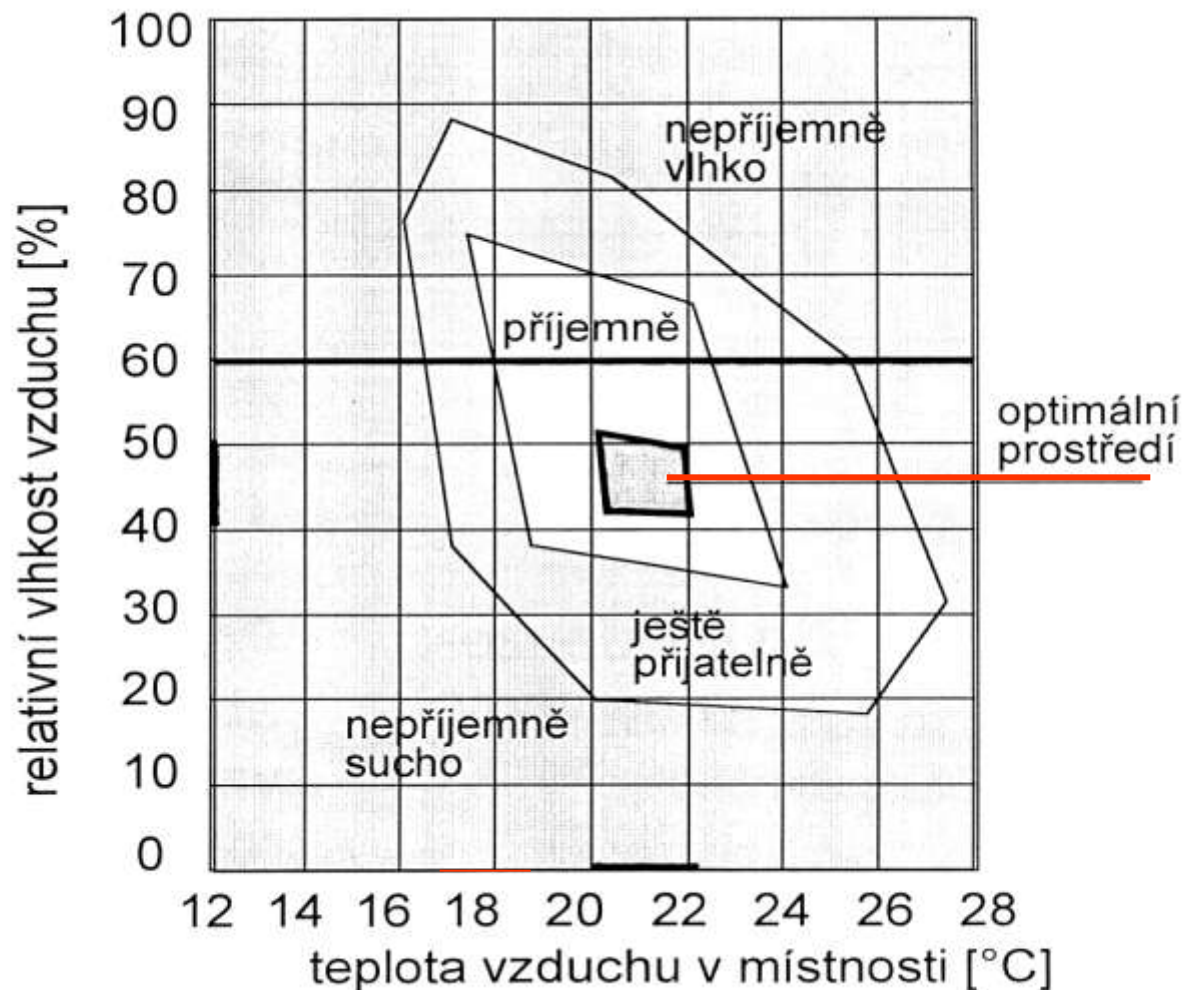


vlhkost vzduchu

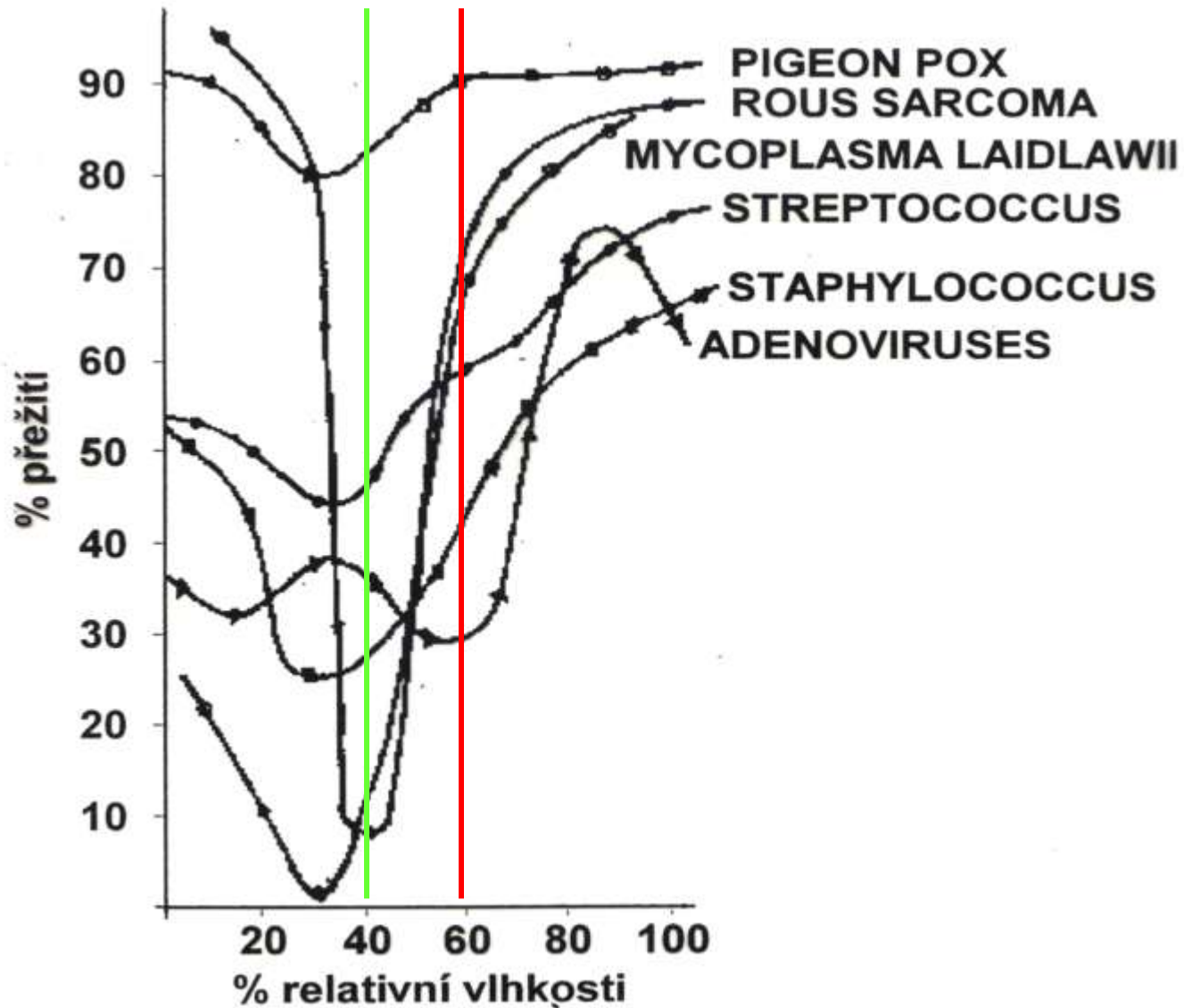


rychlost proudění vzduchu
(ovlivňuje tok škodlivin v prostředí)

Pohoda prostředí v závislosti na vlhkosti vzduchu



Růst mikroorganismů v závislosti na relativní vlhkosti vzduchu



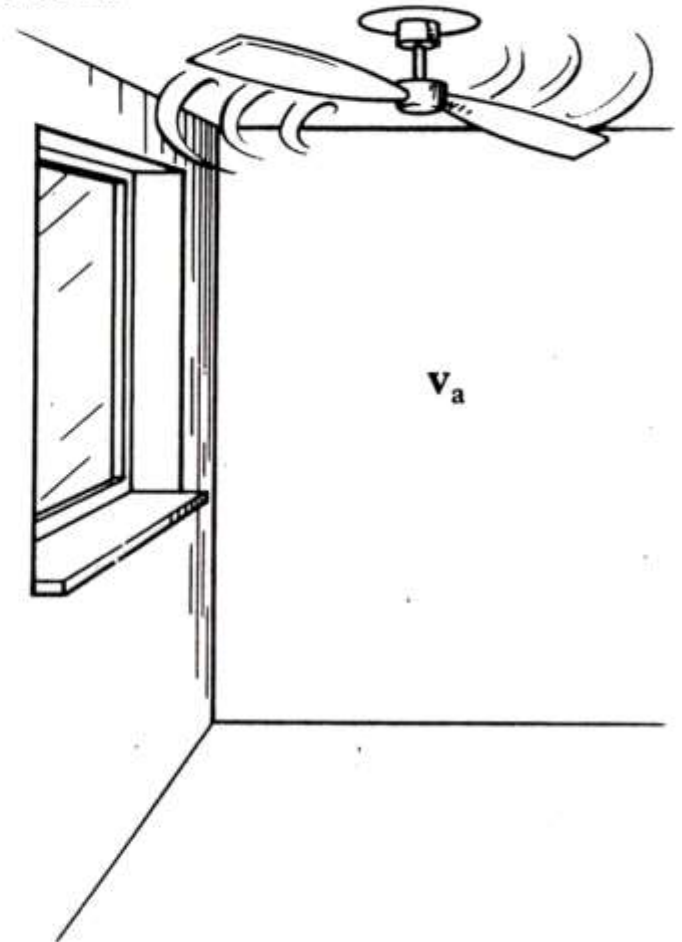
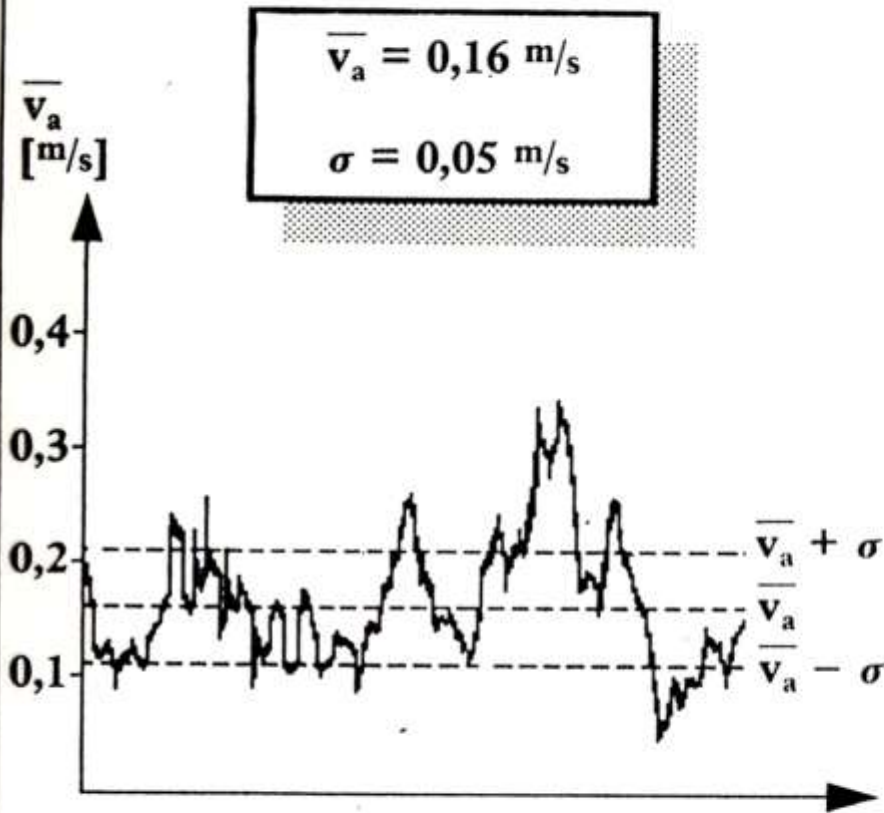
Rychlost proudění vzduchu v_a ($m \cdot s^{-1}$)

je veličina charakterizující pohyb vzduchu v prostoru, je určena svojí velikostí a směrem proudění.

Protože rychlost proudění vzduchu v prostoru značně kolísá, je nutné její změny vyjadřovat střední hodnotou za časovou jednotku a směrodatnou odchylkou.

Rychlost proudění vzduchu

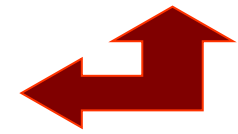
Stanovení střední hodnoty rychlosti proudění vzduchu



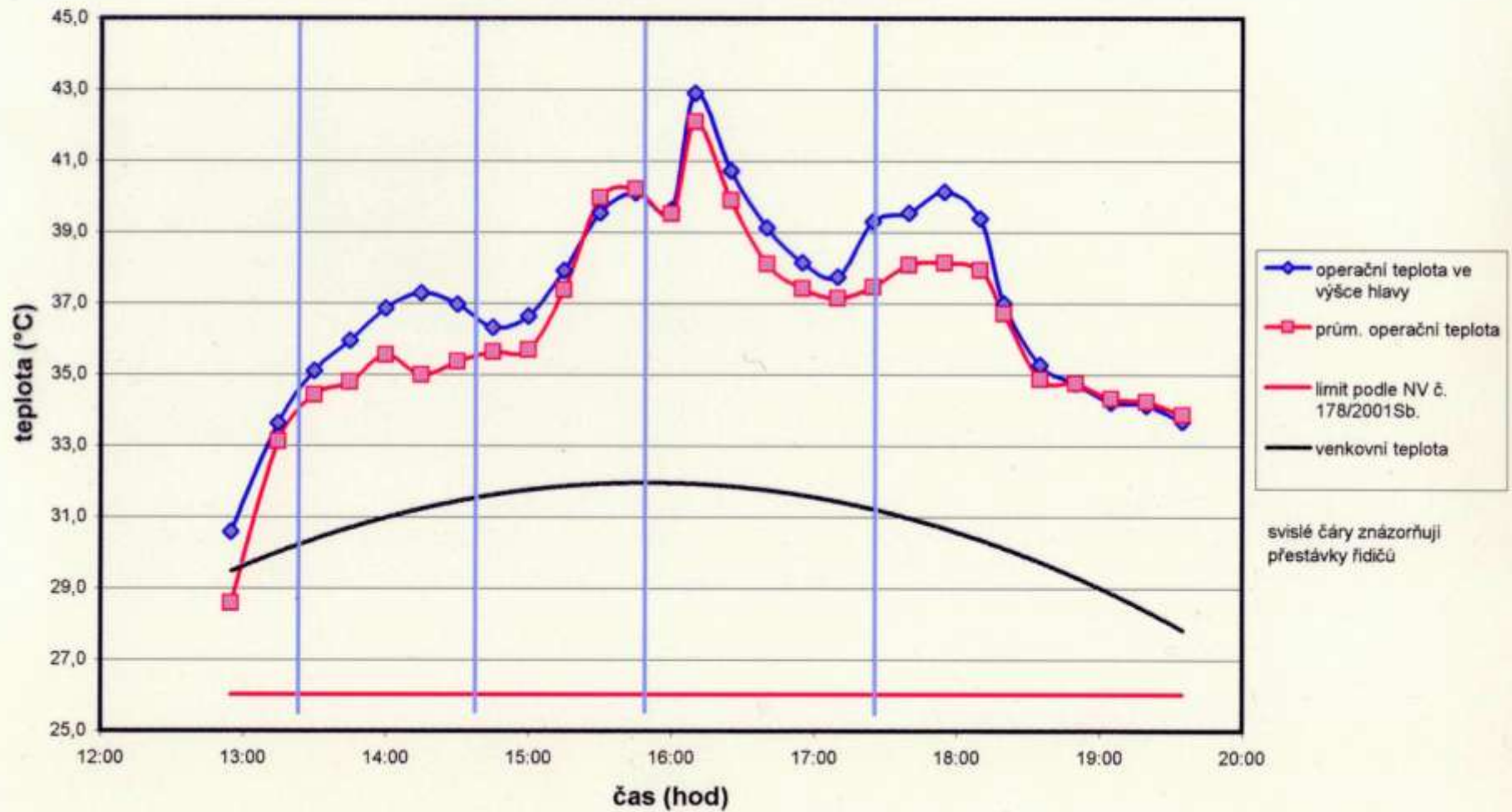
Rychlost proudění vzduchu

Nízká:

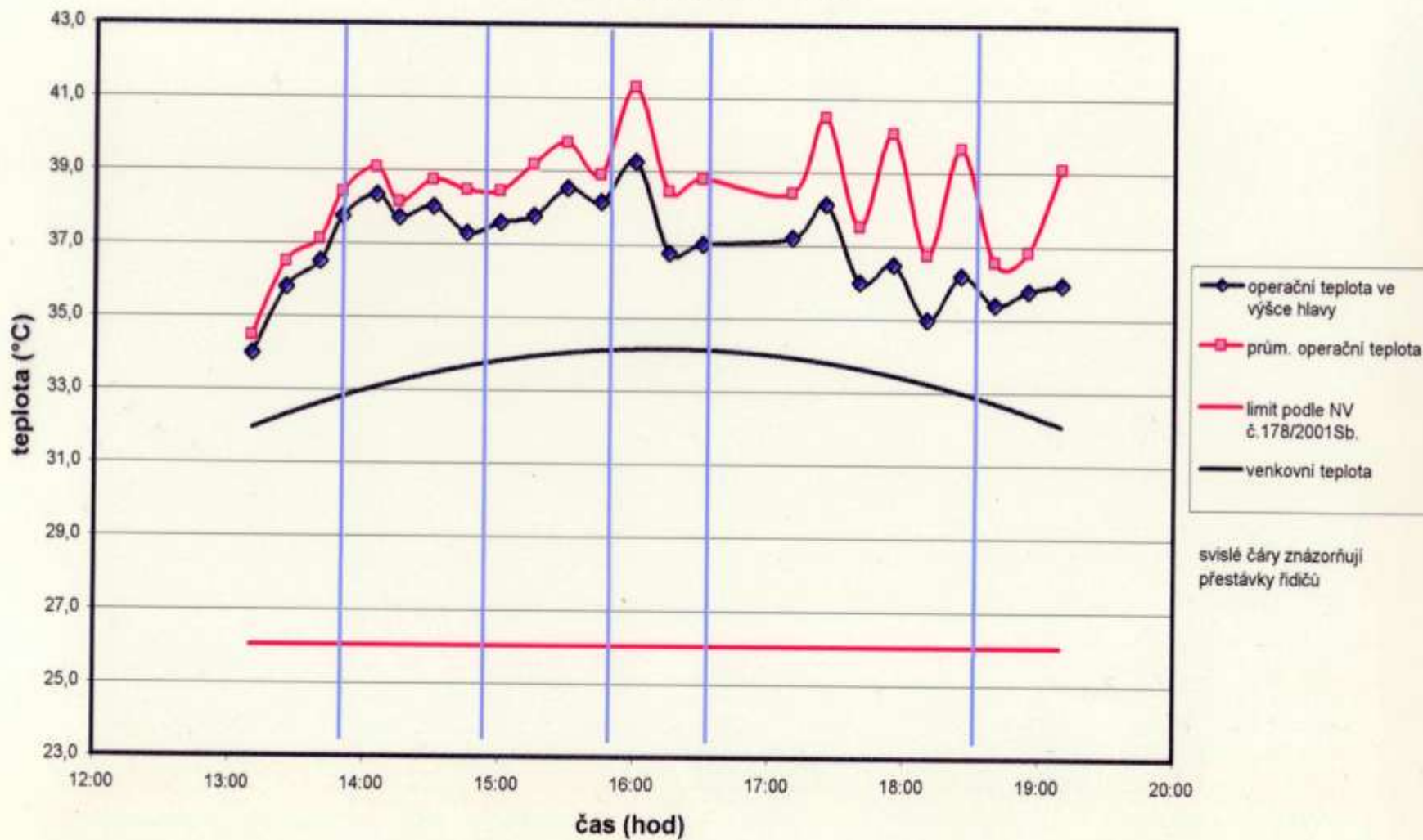
- ❖ **Pocit „stojícího“ vzduchu**
- ❖ **Malý ochlazovací účinek**
- ❖ **Rychlý nárůst únavy, nesoustředěnosti, chybovosti ...**



Obr. 6: Průběh teplot v kabině řidiče č. 22, tramvaj T6
Celosměnový průměr $t_o = 36,4\text{ °C}$



Obr. 4: Průběh teplot v kabině řidiče č. 12, autobus Karosa 700 LPG
 Celosměnový průměr $t_o = 37,9^{\circ}\text{C}$



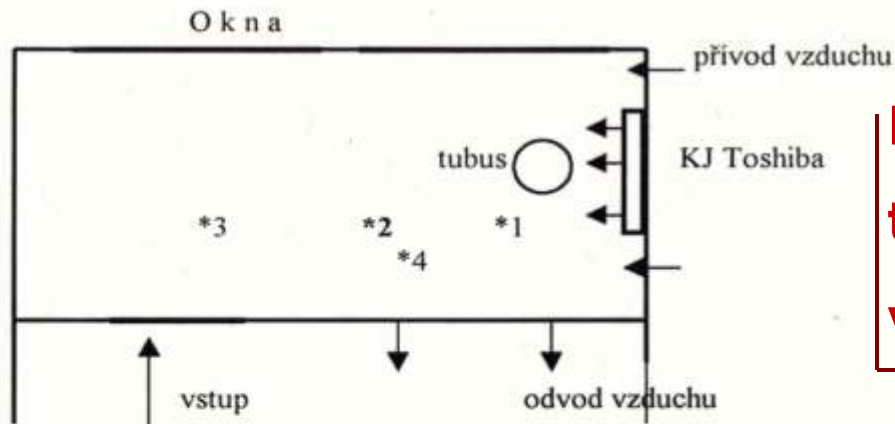
Rychlost proudění vzduchu

Vysoká

- * **Pocit obtěžujícího faktoru – „průvan“**
- * **Značný ochlazovací účinek až prochladnutí organismu nebo jen jeho části**



Příklad neúnosné rychlosti proudění vzduchu nedostatečná vzduchotechnika doplněna nástěnnou recirkulační jednotkou



Obr. 1: Místa měření – prašnost 2, mikroklima 1 – 4

NV č. 68/2009 Sb.

$$t_{g \text{ opt}} = 22 \pm 2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$v_a = 0,1 - 0,2 \text{ m.s}^{-1}$$

Místo měř.	Teplota vzduchu ($^\circ\text{C}$)			Rychlost proudění (m/s)			Rel.vlhkost (%) průměr
	průměr	minimum	maximum	průměr	minimum	maximum	
1	19,1	18,1	21,1	0,91	0,20	1,73	46 - 51
2	20,2	19,6	21,0	0,58	0,22	0,67	
3	20,8	20,6	21,1	0,40	0,19	0,72	
4	21,3	21,1	21,6	0,33	0,19	0,36	

Proudění – distribuce vzduchu v prostoru

stejná kvalita vzduchu v celém prostoru

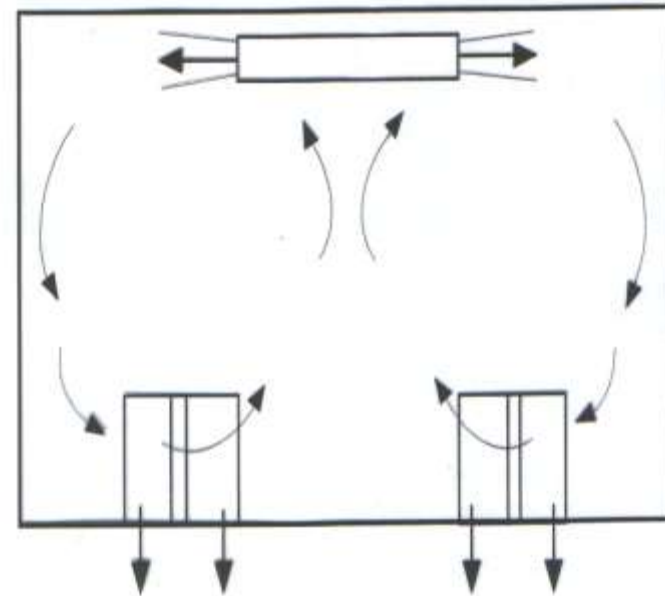
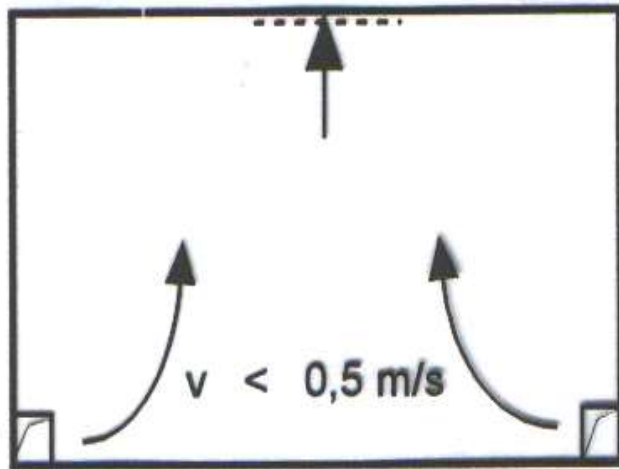


Rozhodující parametry nuceného přívodu vzduchu množství vzduchu – distribuce vzduchu

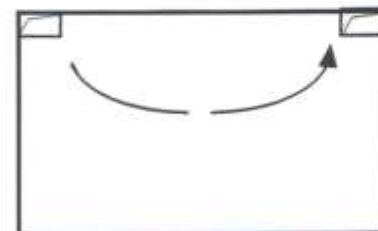
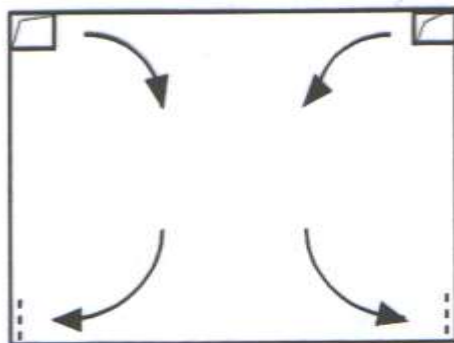
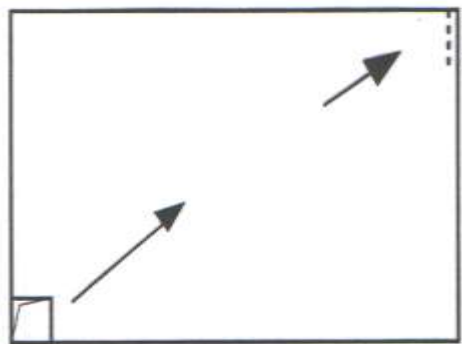
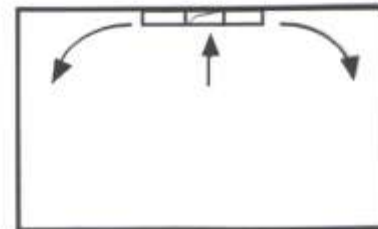
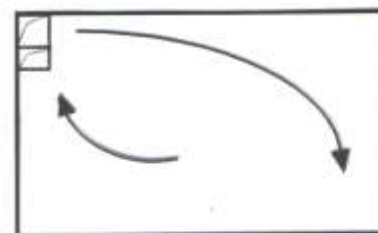
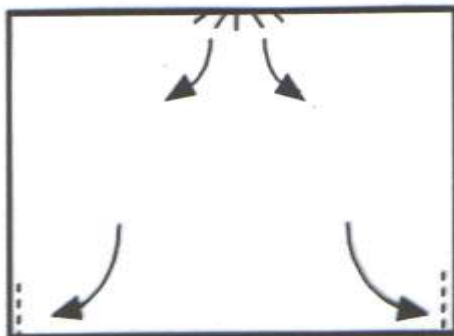
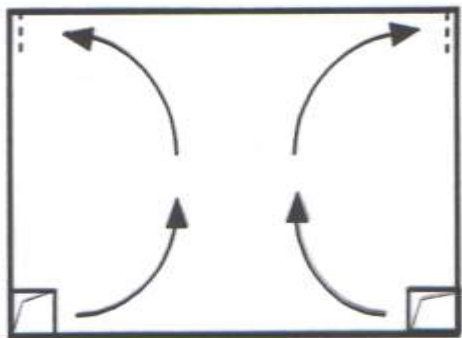
vzhledem k toku škodlivin

a

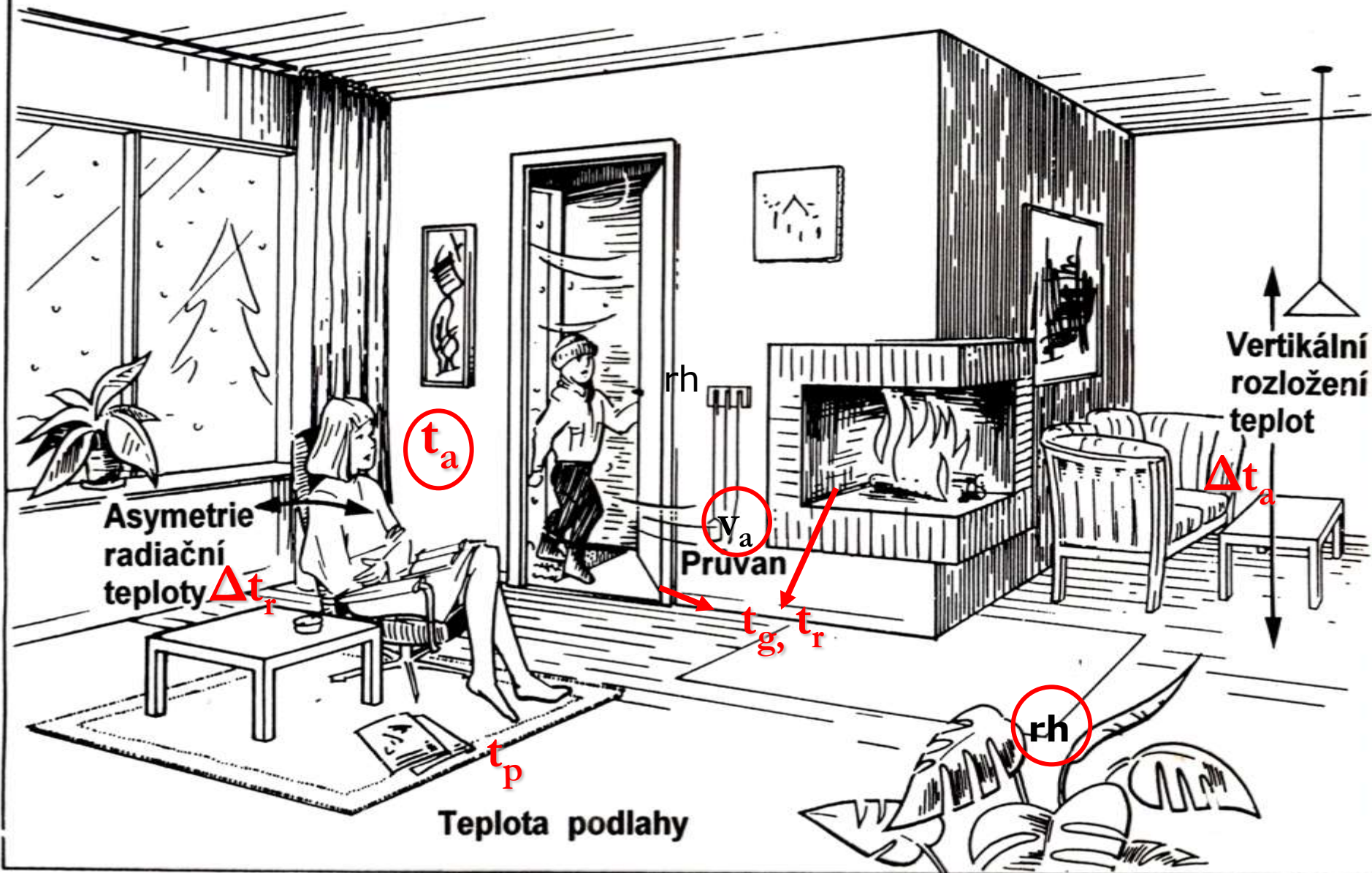
uspořádání pracovního místa



Směr proudění vzduchu musí být stejný jako směr toku škodlivin v prostoru, musí respektovat pracovní místo



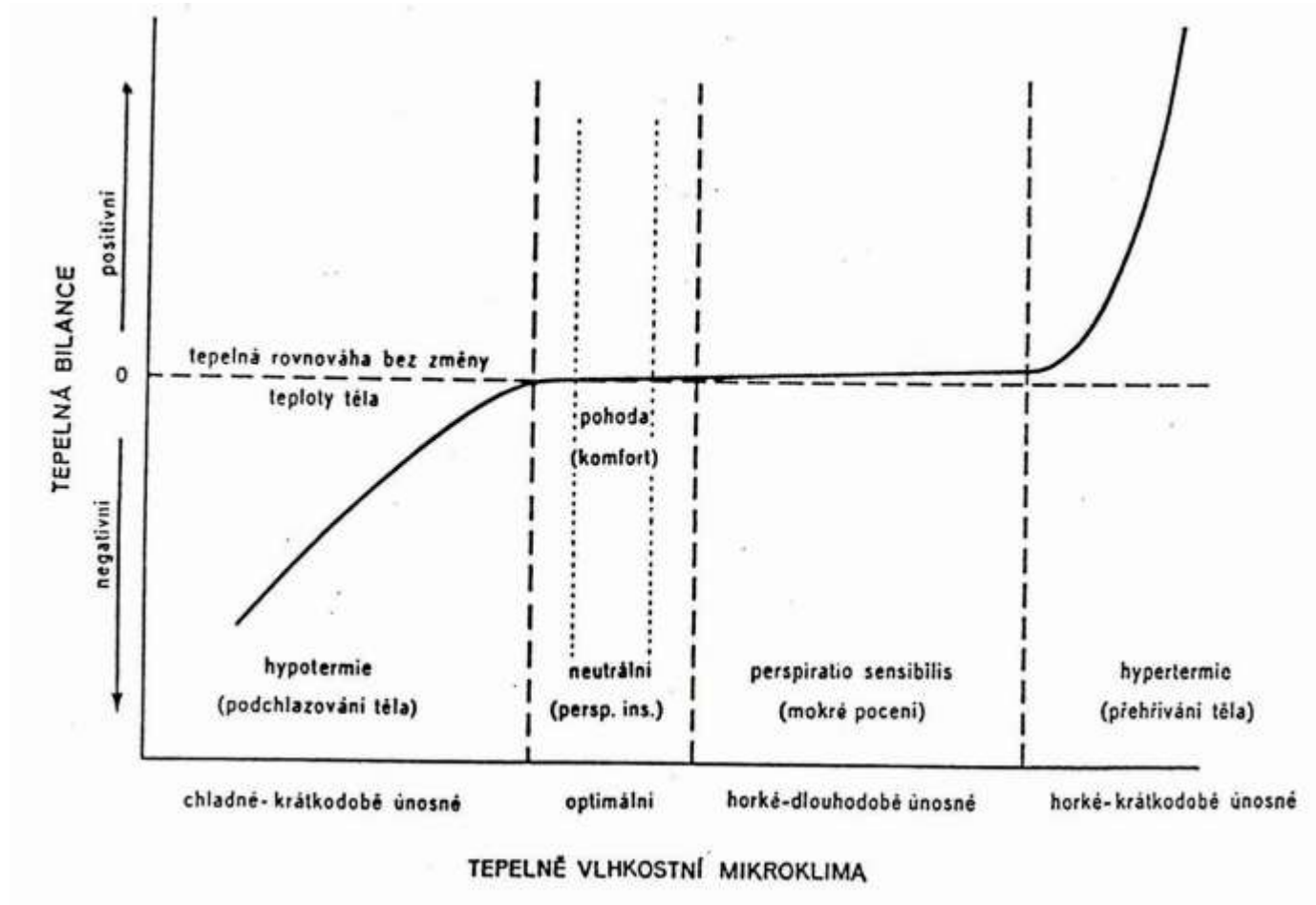
Lokální diskomfort



Mikroklima

- X Optimální**
- X Přípustné**
- X Dlouhodobě únosné**
- X Krátkodobě únosné**

Tepelná bilance: člověk - prostředí



**Nařízení vlády č. 68/2010 Sb.,
kterým se mění nařízení vlády
č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví
podmínky ochrany zdraví při práci
ze dne 22.2.2010**

účinnost od 1.5.2010

Změny a upřesnění v částech:

- **Tepelná zátěž, mikroklimatické podmínky, osvětlení**
- **Ztráta tekutin – stanovení náhrady**
- **Podmínky ochrany zdraví při práci s fyzickou zátěží**
- **Úklid a malování**

§ 3 (2) – nově přeformulovaný

- Stanovení průměrných hodnot teplot**
- Zastupitelnost jednotlivých teplot**
- Podmínky průběžného nebo opakovaného sledování úrovně tepelné zátěže**

- **Průměr teplot za směnu **nebo** za časový úsek (směna 8 hod **nebo** výpočtem)**
- **$t_g - t_a < 3 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \Rightarrow \quad \text{stačí pouze } t_a$**
- **Stačí 1 podrobné měření, pak kontrolovat již jen t_a**

§ 5 – nově přeformulovaný

- **Připouští jinou než osmihodinovou směnu**
- **Připouští výpočet**

§ 3 (3) – nový odstavec

**Na venkovním pracovišti se zátěž
teplem hodnotí podle výsledné teploty
kulového teploměru**

**[podle §1 (2) se za venkovní pracoviště
považuje i pracoviště v podzemí]**

Tab. č. 2 Celoročně přípustné hodnoty mikroklimatických podmínek

NV č. 361/2007 Sb.

s výjimkou ...

Třída práce	M (W.m ⁻²)	Operativní teplota t _o (°C)			v _a (m.s ⁻¹)	Rh (%)	SR _{tomax} (g.h ⁻¹) <hr/> (g.sm ⁻¹)
		t _{o min}	t _{o opt}	t _{o max}			
I	≤ 80	20	22 ± 2	28	0,1 - 0,2	30 až 70	107 <hr/> 856
IIa	81-105	18	20 ± 2	27	0,1 - 0,2		136 <hr/> 1091
IIb	106-130	14	16 ± 2	26	0,2 - 0,3		171 <hr/> 1368
IIIa	131-160	10	12 ± 2	26	0,2 - 0,3		256 <hr/> 2045
IIIb	161-200	10	12 ± 2	26	0,2 - 0,3		359 <hr/> 2639

Informace pro projektanty, provozovatele

§ 40 – nově přeformulovaný

- **Vrátil se požadavek na rozdíl teplot mezi hlavou a kotníky zaměstnance, tj. 3 °C (pro tř. práce I a IIa)**
- **Změnila se tab. 2 ⇒ tab. 3**
- **Neplatí výjimky za mimořádně teplých dnů**

Tab. č. 3 Požadavky na mikroklimatické podmínky na nevenkovním pracovišti s neudržovanou teplotou po celý kalendářní rok

NV č. 68/2010 Sb.

Třída práce	M (W.m ⁻²)	Operativní teplota t_o (°C) Výsledná teplota kulového teploměru t_g (°C)		v_a (m.s ⁻¹)	Rh (%)
		t_o min nebo t_g min	t_o max nebo t_g max		
I	≤ 80	20	28	0,1 - 0,2	30 až 70
IIa	81-105	18	27	0,1 - 0,2	
IIb	106-130	14	26	0,2 - 0,3	
IIIa	131-160	10	26	0,2 - 0,3	

⇓ třída práce V

→ neplatí výjimka pro venkovní extrémny

**Přípustné hodnoty zátěže teplem na pracovišti
s neudržovanou teplotou a udržovanou teplotou jako
technologickým požadavkem a na venkovním pracovišti
pro aklimatizovaného muže nebo ženu**

Tř. práce	$t_o, t_{g \min}$ (°C)	L_{th} (dTh)	$t_o, t_{g \max}$ (°C)	L_{th} (dTh)	v_a (m.s⁻¹)	RH (%)
I	20	-20	27 (28)	27	0,01 až 0,2	30 až 70
IIa	18	-19	26 (27)	26	(0,1 až 0,2)	
IIb	14	-19	34 (26)	105	0,05 až 0,3	
IIIa	10	-20	32 (26)	106	(0,2 až 0,3)	
IIIb	10	-20	30 (26)	99	0,1 až 0,5	
Iva	10	-20	26 (26)	83		
IVb	10	-20	22 (26)	65	(0,2 až 0,3)	
V	10	-20	20 (26)	55	-	

Klimatizovaná pracoviště třídy I a IIa

Třída práce	Kat.	nastavení vytápění			nastavení chlazení			v_a (m.s ¹)	Rh (%)
		tep.odp. oděvu 1,0 clo			tep.odp. oděvu 1,5 clo				
		$t_o, t_g \text{ min } (^{\circ}\text{C})$		L_{th} (dTh)	$t_o, t_g \text{ max } (^{\circ}\text{C})$		L_{th} (dTh)		
I	A	22,0	$\pm 1,0$	0	24,5	$\pm 1,0$	0	0,05 až 0,2	30 až 70
	B		$\pm 1,5$			+ 1,5 - 1,0			
	C		+ 2,5 - 2,0			+ 2,5 - 2,0			
IIa	A	20,0	$\pm 1,0$	0	23,0	$\pm 1,0$	0		
	B		$\pm 1,5$			+ 1,5 - 1,0			
	C		+ 2,5 - 2,0			+ 2,5 - 2,0			

MIKROKLIMA ÚNOSNÉ

Horké – dlouhodobě únosné

Tepelná bilance je vyrovnaná pomocí termoregulačních procesů, především mokrému pocení. Mírně se zvýší teplota tělesného jádra, pobyt v těchto podmínkách je zpravidla **bez omezení**.

Horké – krátkodobě únosné

Nedojde k vyrovnání tepelné bilance, dochází k přehřívání organismu, proto pobyt v těchto podmínkách může být pouze **krátkodobý**.

Na trvalou vyšší tepelnou zátěž se lze adaptovat.

Dlouhodobě únosná pracovní tepelná zátěž

limitována množstvím vody ztracené potem a dýcháním

Energetický Výdej bruto M ($W.m^{-2}$)	Neaklimatizované os. max. směnově prům. intenzita pocení SR_{max}		Aklimatizované os. max. směnově prům. intenzita pocení SR_{max}	
	($g.h^{-1}.m^{-2}$)	($W.m^{-2}$)	($g.h^{-1}.m^{-2}$)	($W.m^{-2}$)
≤ 80	147	100	147	100
> 80	206	140	270	184

max cca 4 l/směnu

Krátkodobě únosná pracovní tepelná zátěž

limitována množstvím akumulovaného tepla v organismu

Limitní hodnota 180 kJ.m^{-2}

Tomu odpovídá:

- ➔ vzestup teploty tělesného jádra o 0,8 K
- ➔ vzestup průměrné teploty kůže o 3,5 K
- ➔ vzestup srdeční frekvence na max. 150 min^{-1}

Tabulka č. 4a: Dlouhodobě a krátkodobě únosná doba práce - aklimatizovaní muži

Podmínky: $v = 0,1 \text{ m.s}^{-1}$, $t_g \geq t_a$, $rh < 70 \%$, $0,64 \text{ clo}$

t_g (°C)	Třída práce	Doba práce podle celkového energetického brutto výdeje (W.m^{-2})							
		I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IVa	IVb	V
	W.m^{-2} brutto	80	105	130	160	200	250	300	350
20	sm	480	480	480	480	403	323	232	188
	max	480	480	480	480	403	323	151	47
22	sm	480	480	480	480	403	323	218	179
	max	480	480	480	480	403	323	87	38
24	sm	480	480	480	480	403	282	207	171
	max	480	480	480	480	403	282	61	32
26	sm	480	480	480	480	403	245	196	163
	max	480	480	480	480	403	157	47	27
28	sm	480	480	480	480	352	230	186	156
	max	480	480	480	480	352	83	37	24
30	sm	480	480	480	468	280	217	177	150
	max	480	480	480	468	280	56	30	21
32	sm	480	480	480	348	262	205	169	144
	max	480	480	480	348	111	41	25	18
34	sm	480	480	392	308	245	195	161	138
	max	480	480	392	151	59	31	21	16
36	sm	385	433	351	287	230	185	154	132
	max	385	433	130	66	38	24	17	14

Chladné – dlouhodobě únosné

Tepelná bilance je vyrovnaná pomocí termoregulačních procesů, především zmenšování průřezu periferních cév, snížení povrchové teploty těla a snížení toku tepla do okolí. Pobyt v těchto podmínkách je zpravidla **bez omezení** (s vhodným oděvem).

Chladné – krátkodobě únosné

Tepelná bilance organismu je negativní, dochází k trvalému prochládání organismu, proto pobyt v těchto podmínkách může být pouze **krátkodobý**.

Omezení chladové zátěže

- 13 až 4 °C max 3 hod
- 4 až -10 °C max 2 hod
- - 10 až – 30 °C max 75 min

méně než 4 °C:

- pracovní rukavice
- bezpečnostní přestávka v ohřívárně

kontakt s kůží s tep. ≤ 10 °C:

- prohřívání rukou

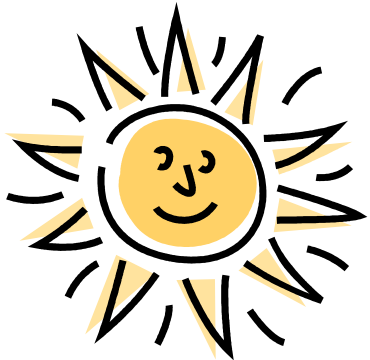
**Celoročně přípustné teploty při $v_a = 0,1$ až $0,2$;
 $rh = 30$ až 65% ; $\Delta t \leq 3 \text{ } ^\circ\text{C}$**

Typ prostoru	Výsledná teplota ($^\circ\text{C}$)		
	$t_g \text{ min}$	$t_g \text{ opt}$	$t_g \text{ max}$
Učebny, pracovny	20	22 ± 2	28
Tělocvičny	18	20 ± 2	28
Šatny	20	22 ± 2	28
Sprchy	24	-	-
Záchody	18	-	-
Chodby	18	-	-

Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 343/2009 Sb., kterou se mění vyhláška č. 410/2005 Sb.

Pobytové prostory - **vyhláška č. 6/2003 Sb.**

Typ pobytové místnosti	Výsledná teplota t_g (°C) období roku	
	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	$23,0 \pm 2,0$	$19,0 \pm 3,0$



V Ě T R Á N Í

VYTÁPĚNÍ

Proč větrat?

Všechny
vnitřní
prostory
musí být
větratelné
a větrané



Co se dá ovlivnit větráním?

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

Co větrání ovlivňuje

- počet osob
- technologie
- další zdroje škodlivin
(vnitřní i vnější)
- konstrukce a umístění budovy
- vítr



Výměna vzduchu v prostoru

způsobem



PŘIROZENÝM



NUCENÝM



PŘI POUŽITÍ KLIMATIZACE

Obecné kritérium pro stanovení nezbytného množství větracího vzduchu vychází z produkce CO₂:

při produkci 20 l.h⁻¹/os, bez dalšího vnitřního zdroje, při venkovní koncentraci 0,03 % CO₂ a požadované vnitřní 0,1 až 0,15 % CO₂ vychází

cca 15 až 25 m³h⁻¹/os

Shrnutí požadavků na větrání

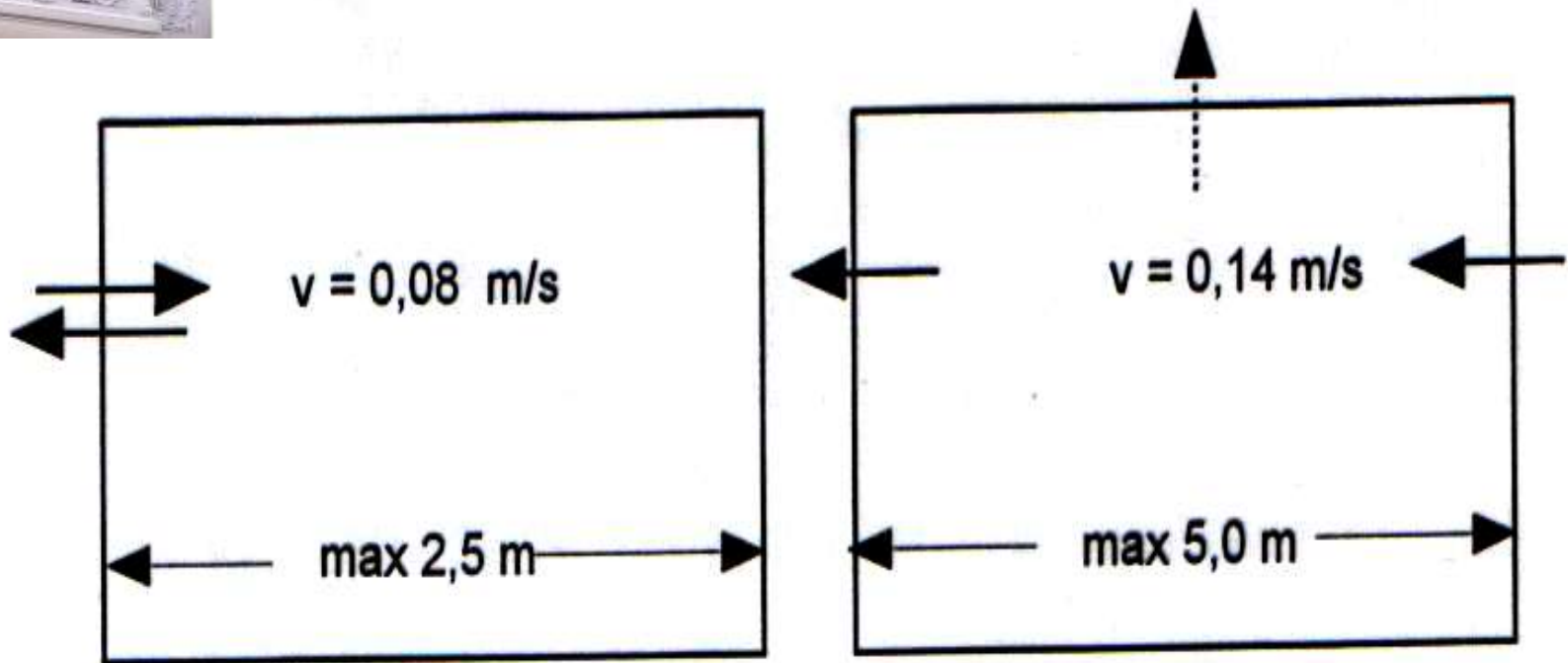
Prostředí	Předpis	Množství přiv. vzduchu
Pracovní prostředí	NV č.361/2007 Sb.	min 50 / 70 / 90 m³h⁻¹ na pracovníka
Stravování	Vyhláška č. 137/2004 Sb. č. 602/2006 Sb.	min 50/60/70/100/ 150 m ³ h ⁻¹ na pracovníka i konzumenta
Školství	Vyhláška č. 410/2005 Sb.	20 až 30 m ³ h ⁻¹ na žáka
Bazény, sauny	Vyhláška č. 135/2004 Sb.	hala bazénu nejméně 2 h ⁻¹
Pobytové místnosti	Vyhláška č. 6/2003 Sb.	požadavky nejsou
Vnitřní prostředí	Vyhláška č. 268/2009 Sb.	25 m³h⁻¹

Přirozené větrání

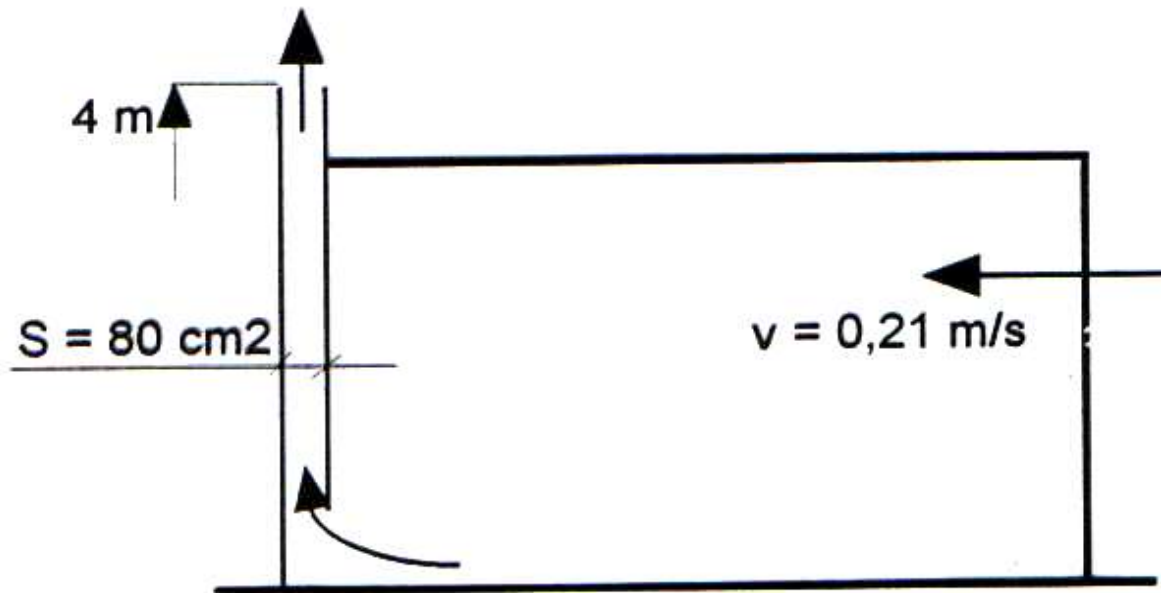




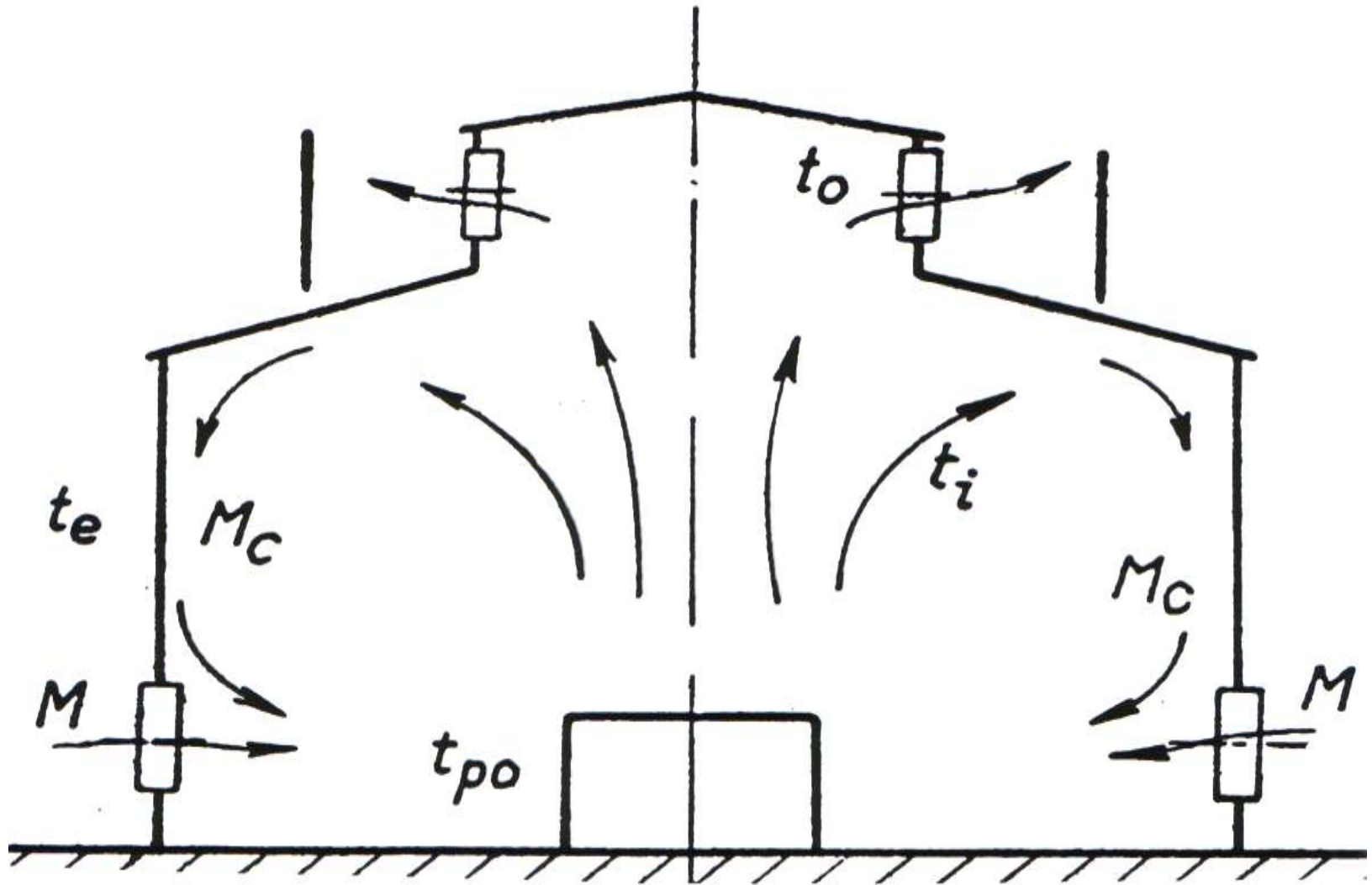
Infiltrace, exfiltrace, provětrání

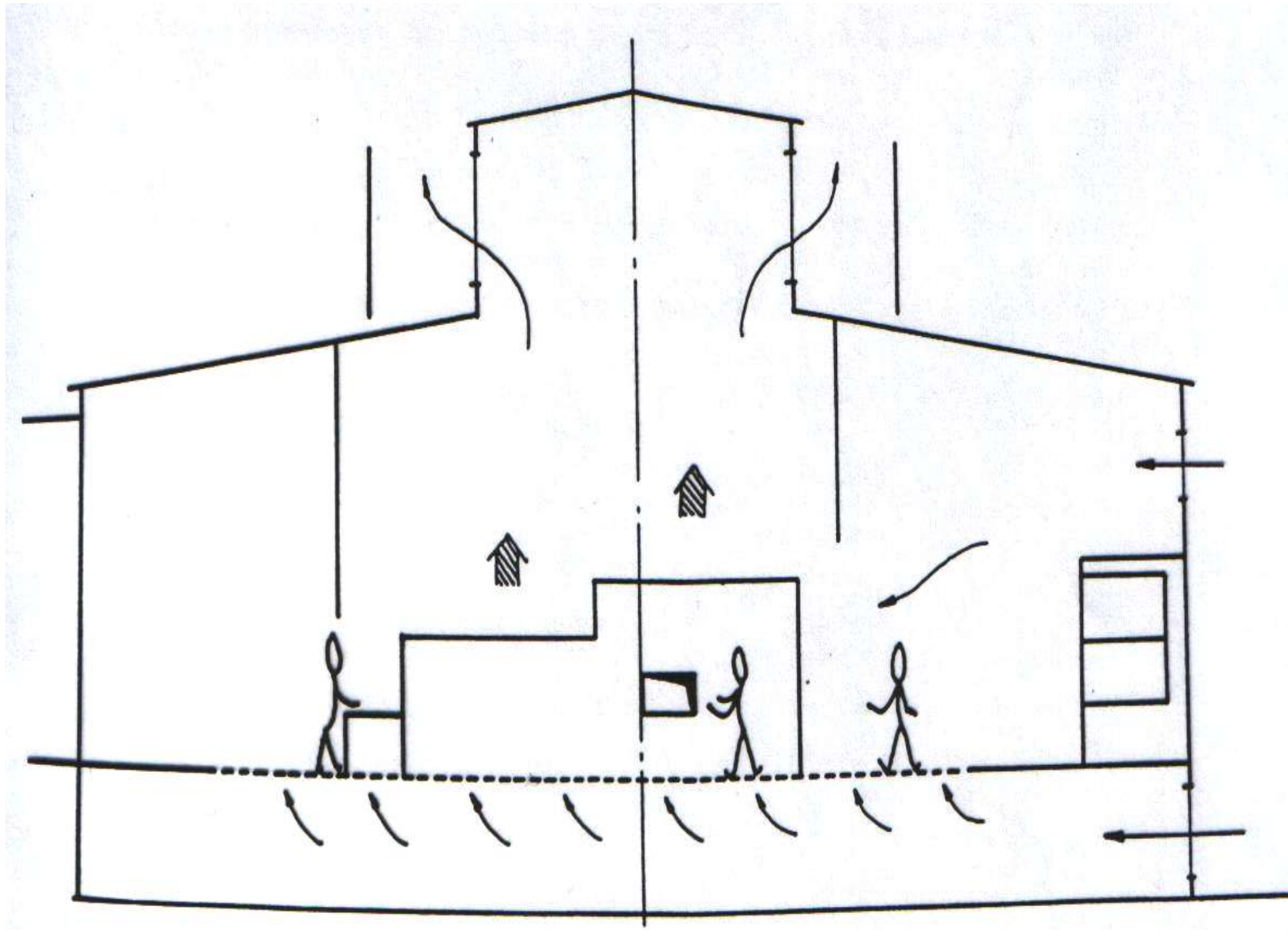


Šachtové větrání využití komínového tahu



Aerace





Funkce oken

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

Typ okna a okenní spáry	Souč. spárové průvzdušnosti $i_{l,v}$ (m³/m.s.Pa^{0,67})
Okno jednoduché dřevěné netěsněné	$1,9 \times 10^{-4}$
Okno dřevěné zdvojené, netěsné spáry	$1,4 \times 10^{-4}$
Okno dřevěné zdvojené s těsněním KOVOTĚS	$0,7 \times 10^{-4}$
Okno těsněné neoprenovými profily	$0,2 - 0,4 \times 10^{-4}$
Okna dřevěná nebo plastová, těsněná kovová	$0,10 - 0,40 \times 10^{-4}$

Výměna vzduchu v místnosti 30 m³, vítr 6 m/s ..

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

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

Výsledky měření – 14 škol, 141 učeben

(zpracováno SZÚ Odborná skupina hygieny ovzduší)

faktor	limit	naměřeno
CO ₂ (%)	0,12 až 0,15	0,08 až 0,59
t _a (°C)	20 až 24	20,6 až 30,0
Rh (%)	30 až 65	17 až 52
PM ₁₀ (μg.m ⁻³)	150	37 až 558



vyhláška č. 6/2003 Sb.

Příklad: třída 100 m³, 18 žáků a 1 učitel

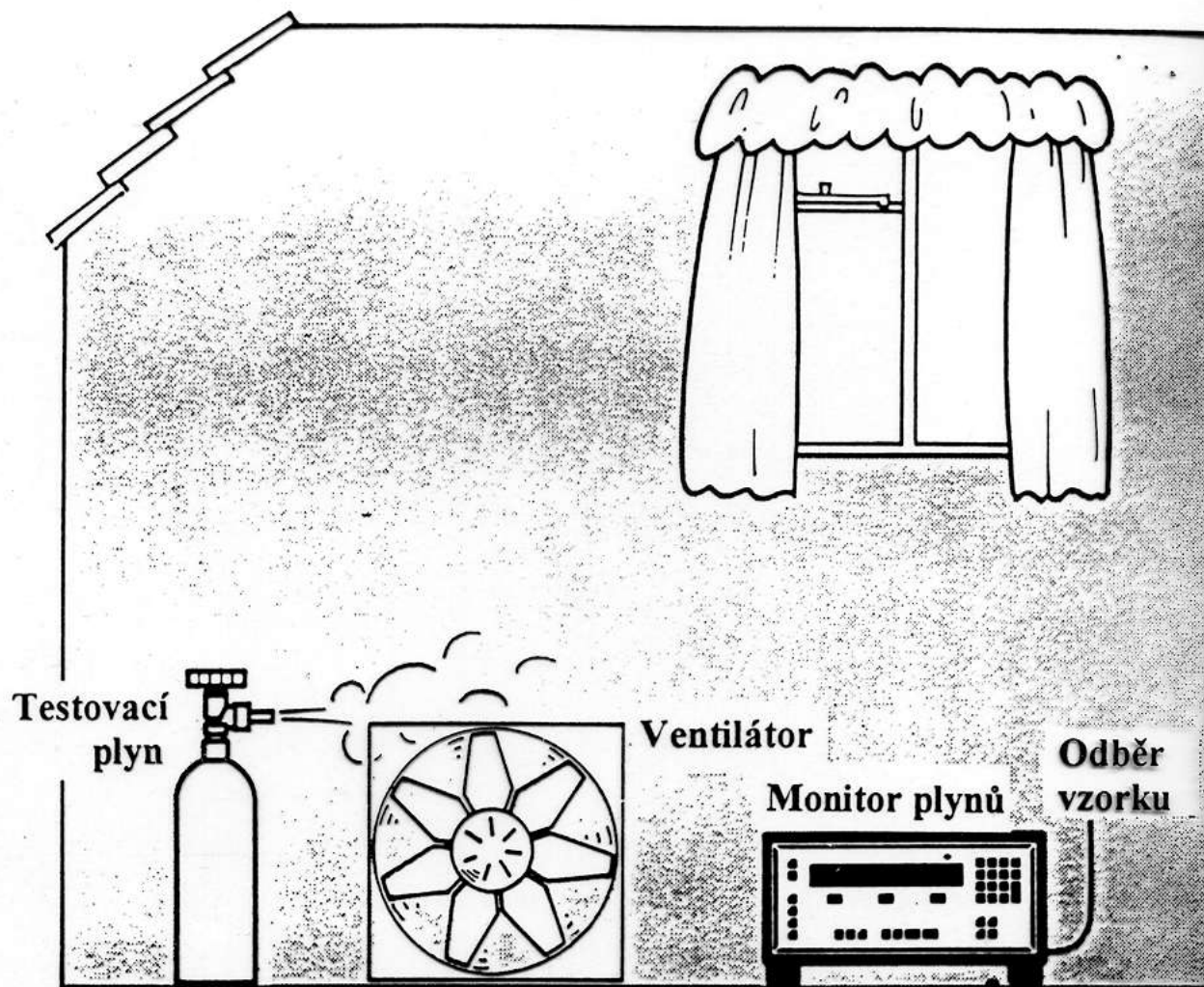
**minimálně (18 x 20) + 50 = 410 m³/hod,
tj. výměna vzduchu 4 h⁻¹**

Těsná okna ⇒ výměna vzduchu 0,2 h⁻¹

**Žáci začínají být nesoustředění, vzrůstá únava,
chybovost a nespecifické zdravotní problémy.**

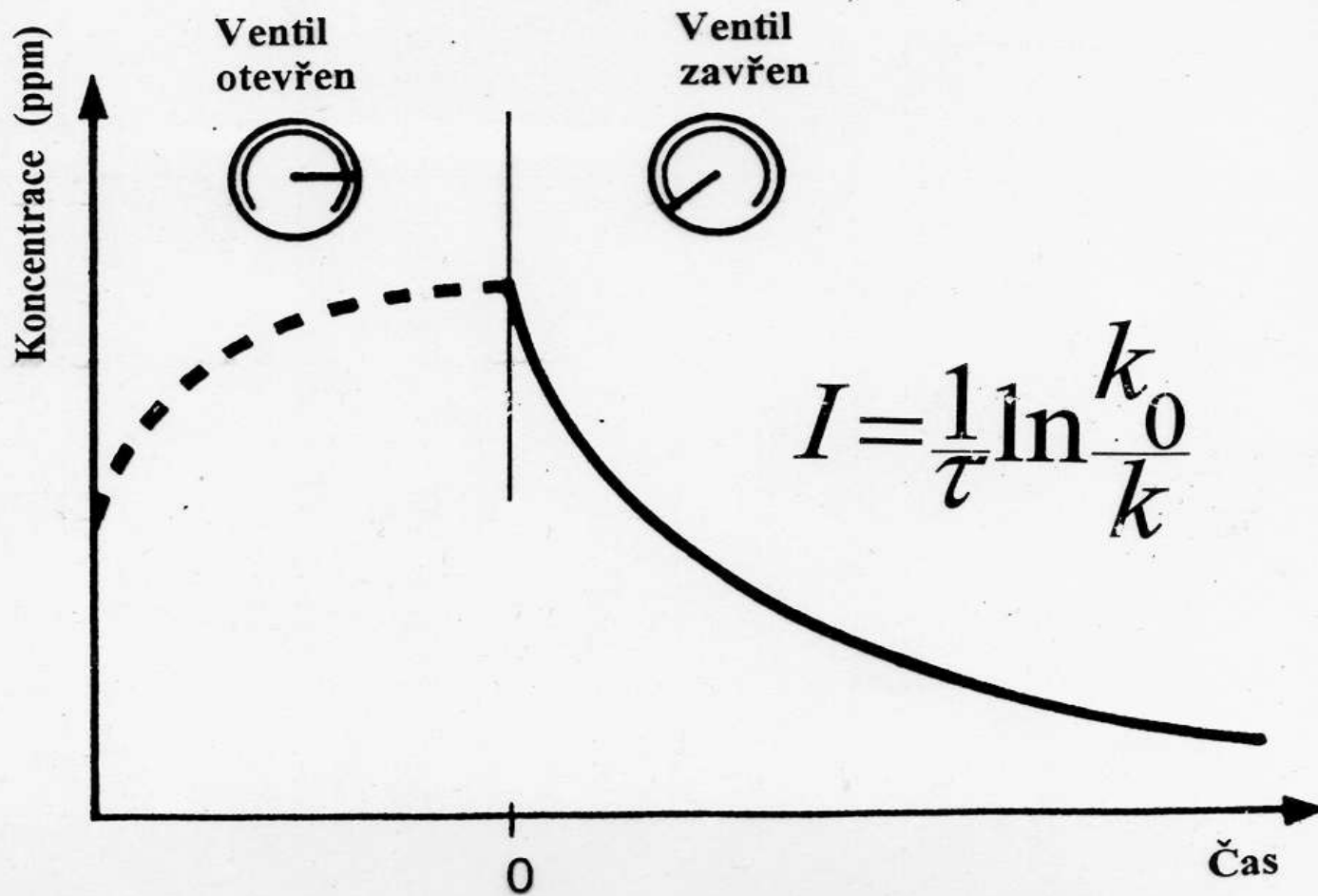
**Neodváděná vlhkost se za čas projeví
růstem plísní v prostorách budovy školy.**

Kontrola přirozeného větrání

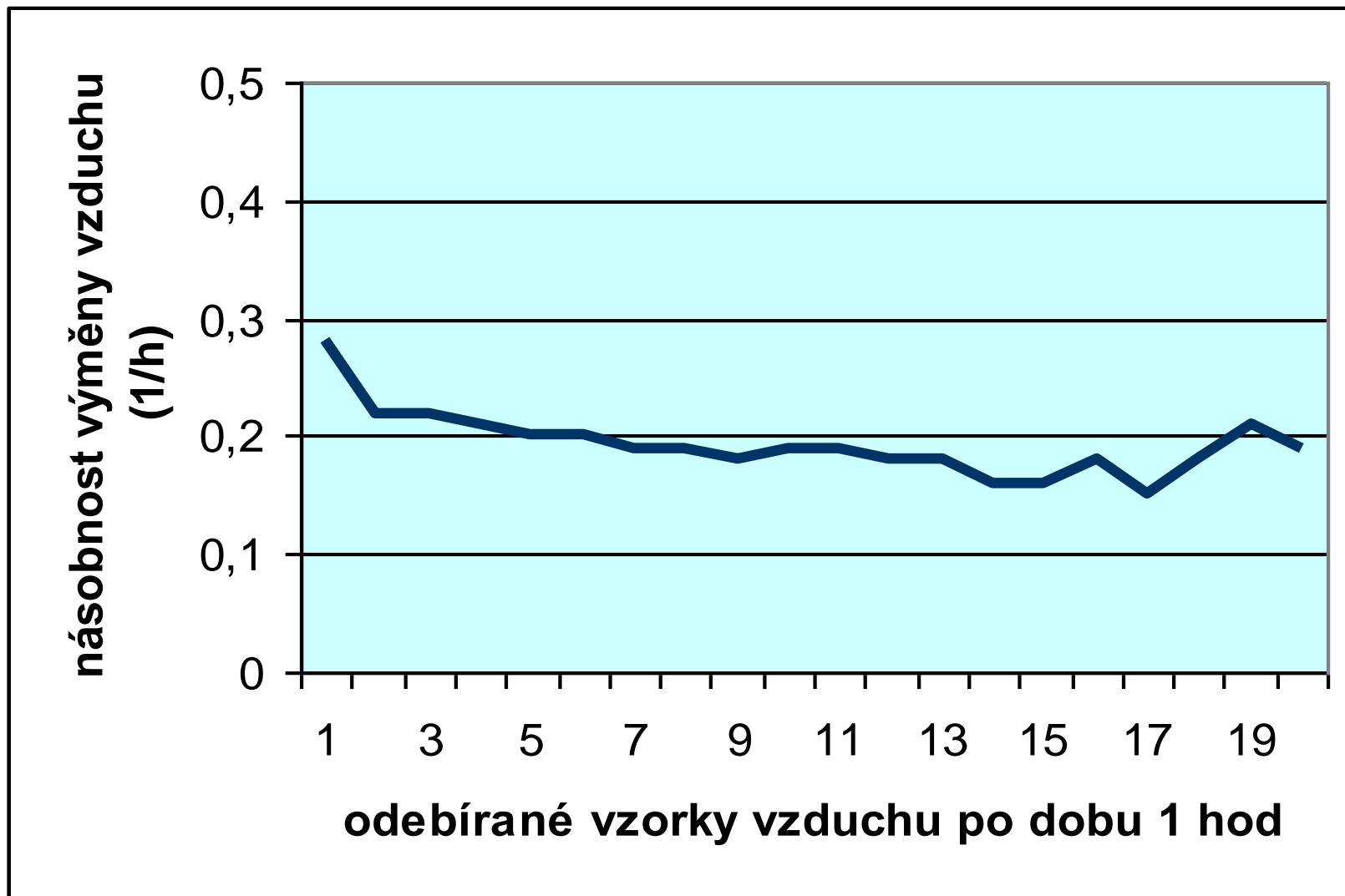


ČSN EN 12569 Tepelné vlastnosti budov - Stanovení výměny vzduchu v budovách – Metoda změny koncentrace indikačního plynu

Postupné snižování koncentrace testovacího plynu

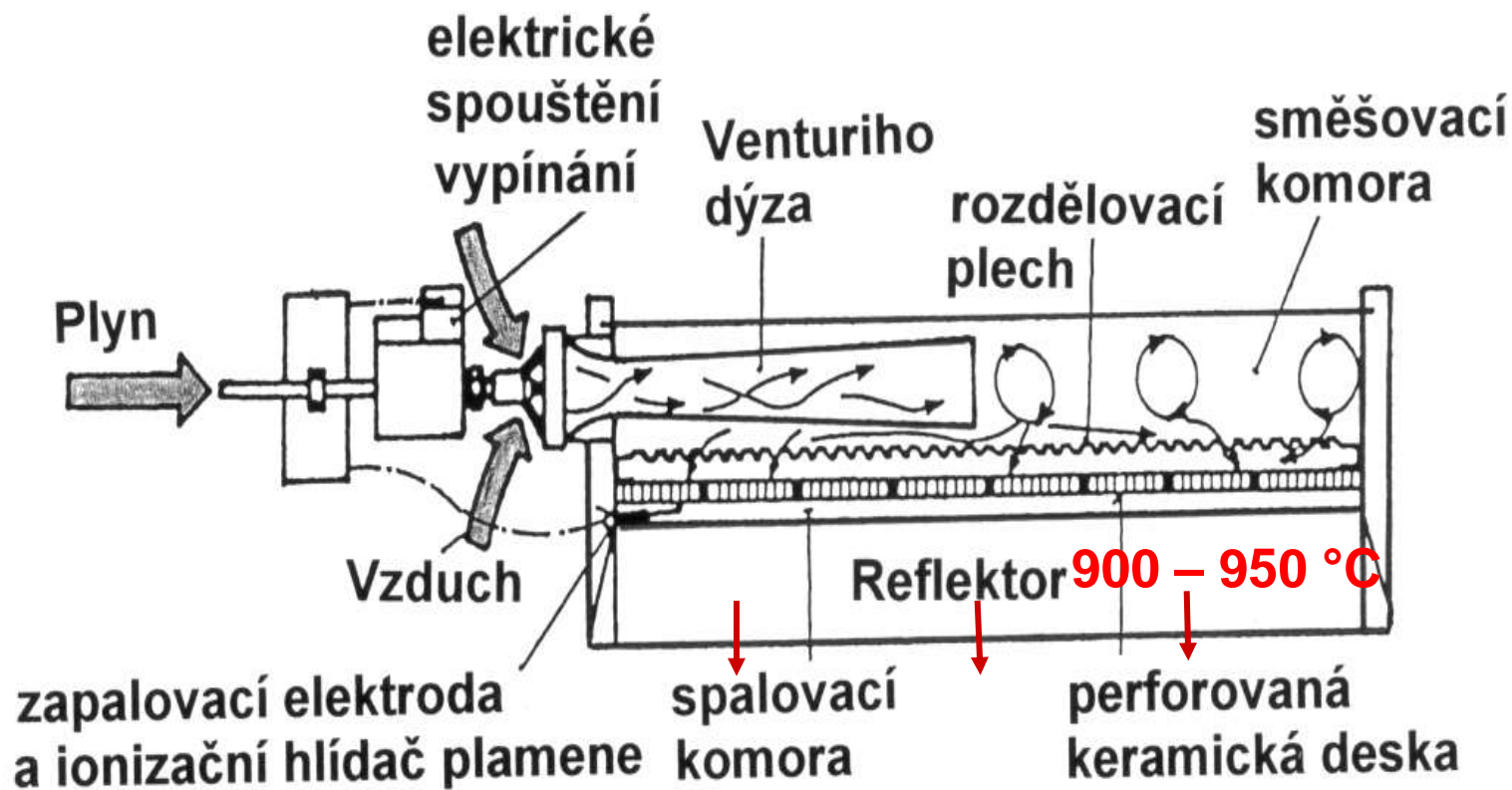


Násobnost výměny vzduchu (třída ZŠ – 2. NP, závětrná strana budovy)



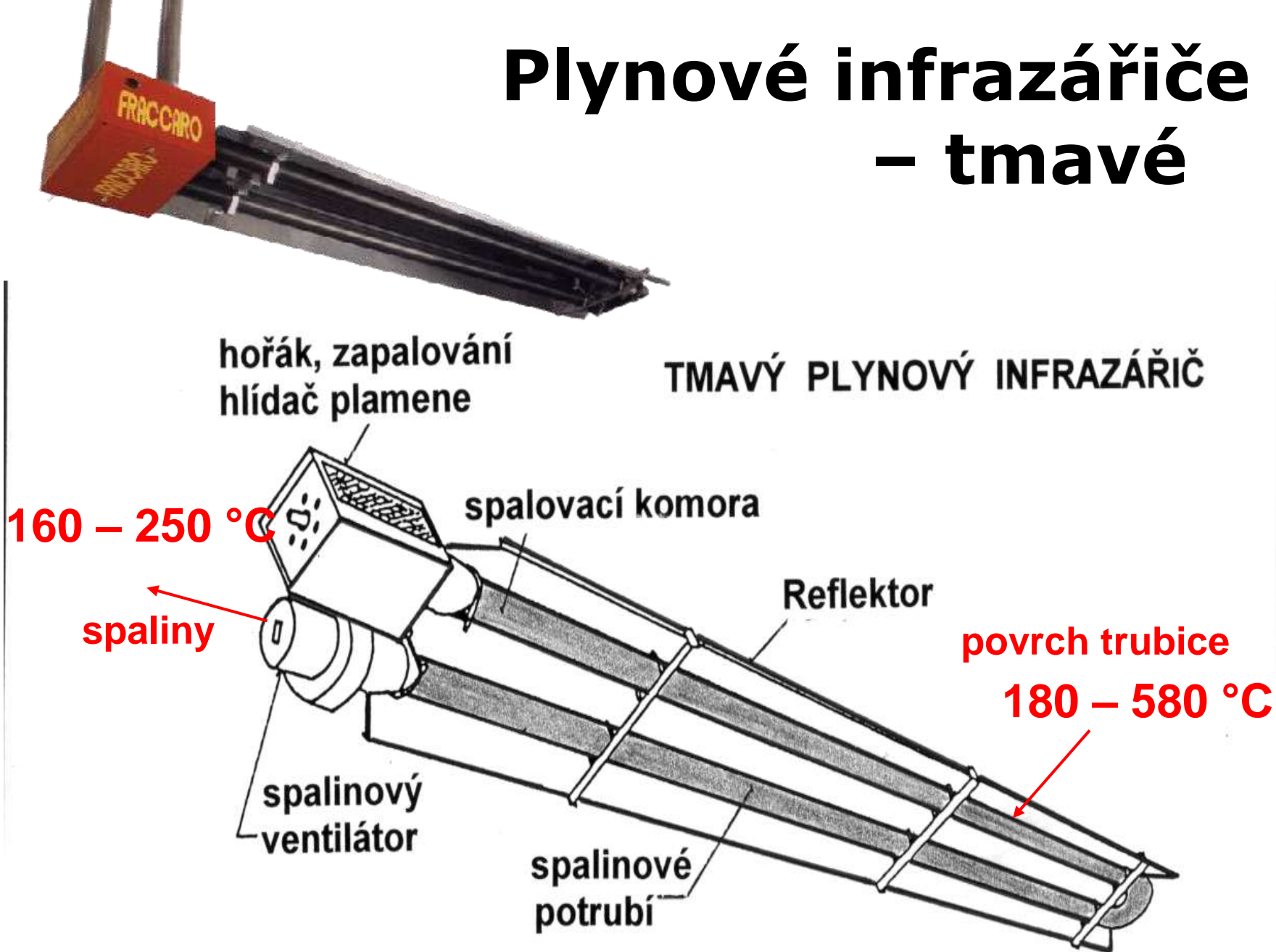
**Největší problém s kvalitou vnitřního
prostředí staveb – plynové spotřebiče**

Plynové infrazářiče – světlé



min NO_x

Plynové infrazářiče – tmavé



Plynové vytápění - spalování plynu

Spaliny:

- **Oxidy uhlíku**
- **Oxidy dusíku**
- **Oxidy síry**
- **Vlhkost**

Připustné expoziční limity (PEL) a nejvyšší přípustné koncentrace (NPK-P) chemických látek v ovzduší pracovišť

NV č. 361/2007 Sb.

Látka	Číslo CAS	PEL (mg.m ⁻³)	NPK – P (mg.m ⁻³)
CO	630-08-0	30	150
CO ₂	124-38-9	9 000	45 000
SO ₂	7446-09-5	5	10
NO _x	11104-93-1	10	20

30%

Odstranění spalin = větrání

- ❖ **základní výměna vzduchu ve vytápěném prostoru je 10 m³/h čerstvého vzduchu na 1 kW instalovaného výkonu světlého zářiče;**
- ❖ **objem vytápěné haly na 1 kW instalovaného výkonu světlého zářiče je vyšší než 20 m³.**

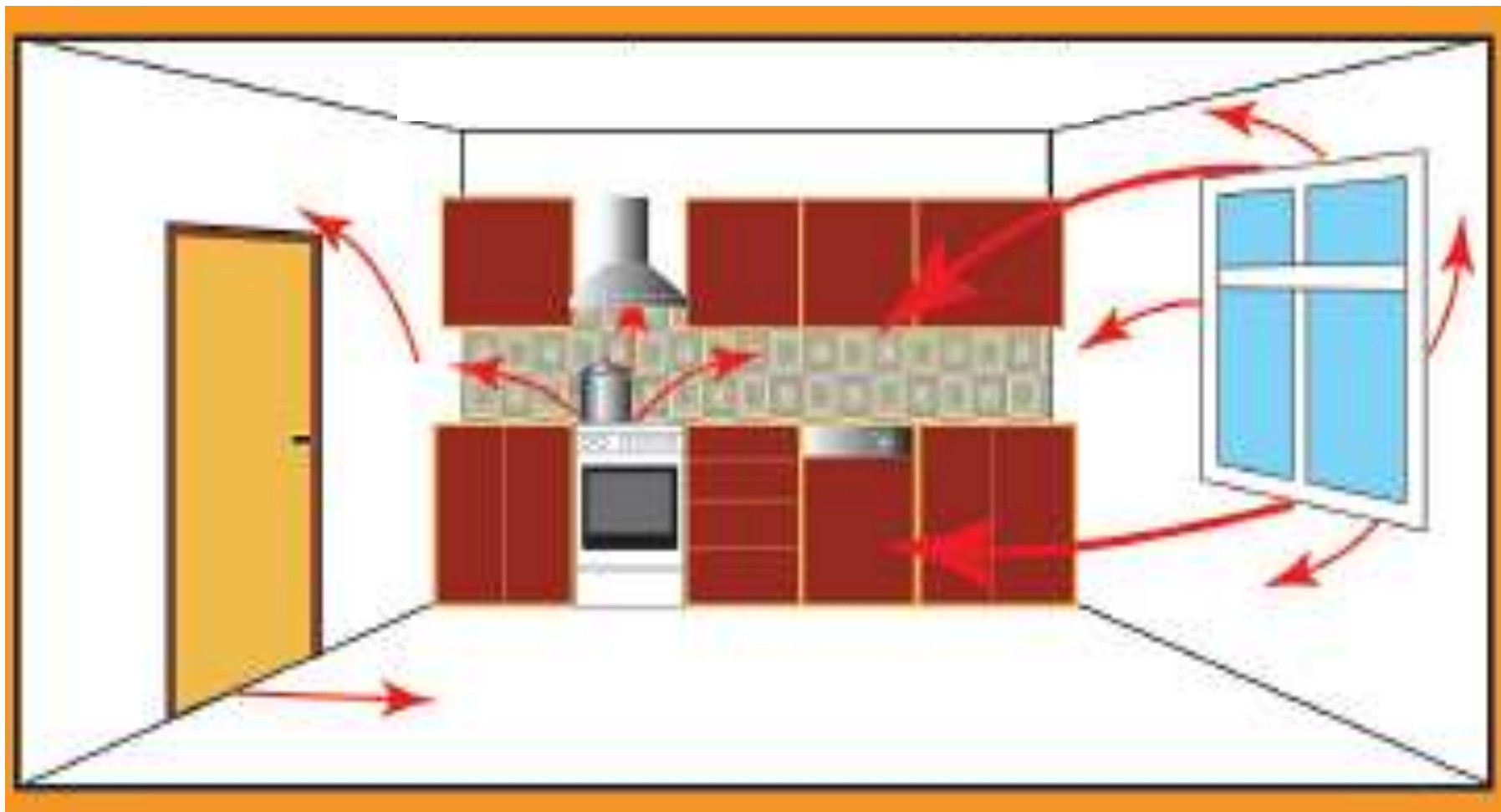
ČSN EN 13410/2002 Závěsná sálavá topidla na plynná paliva – Požadavky na větrání

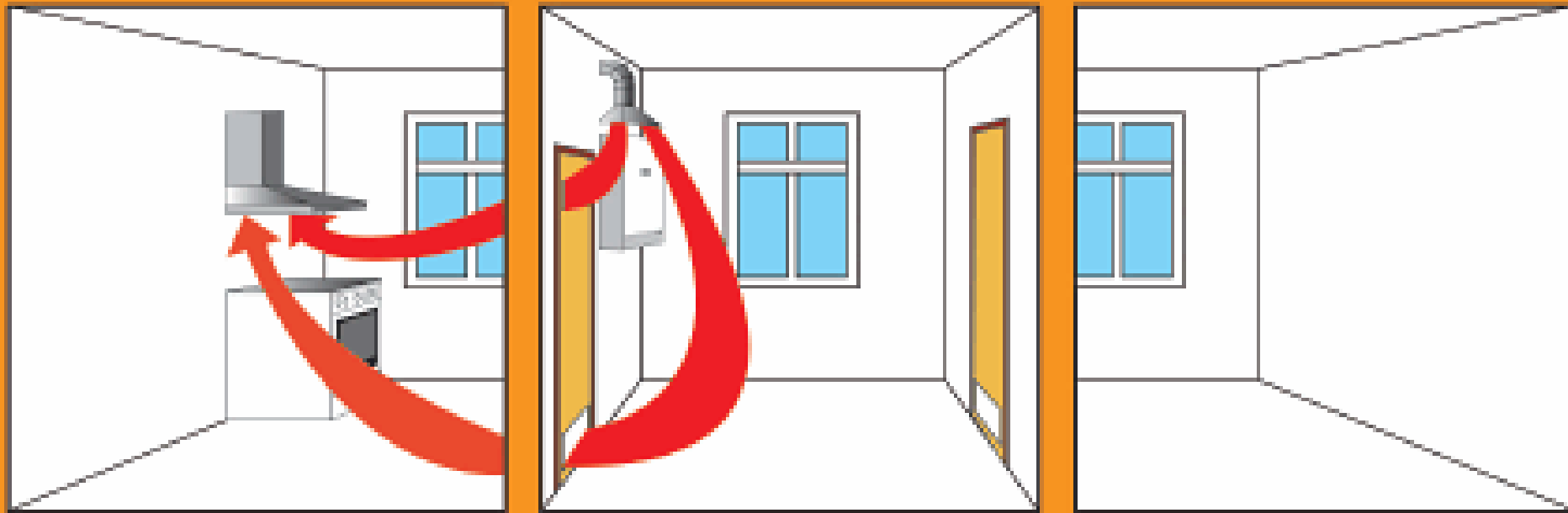
Plynové spotřebiče v provedení A

Místnost se spotřebiči typu A musí mít alespoň jednonásobnou výměnu vzduchu, a to při zavřených oknech a dveřích



JEDNONÁSOBNÁ VÝMĚNA VZDUCHU V MÍSTNOSTI?

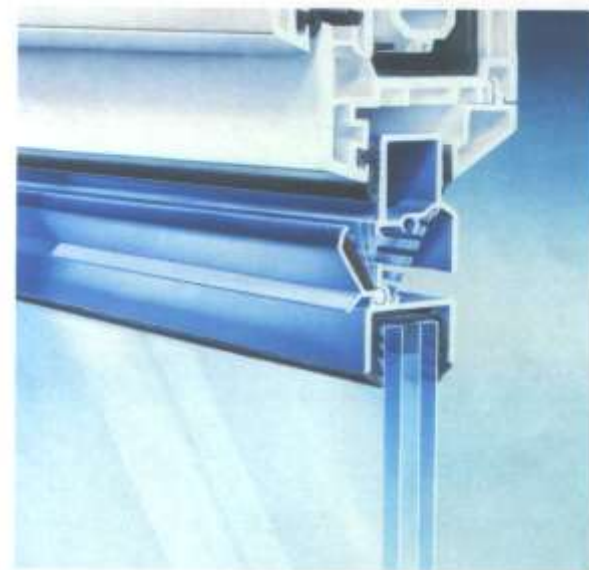




Vytvoření podtlaku

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

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



2) řízené větrání

Školská vyhláška č. 343/2009 Sb.

Přirozené větrání musí být v případě těsných oken zajištěno systémem mikroventilace nebo větracími štěrbinami. !

Nucené větrání



* **celkové** podtlakové
přetlakové
rovnotlaké

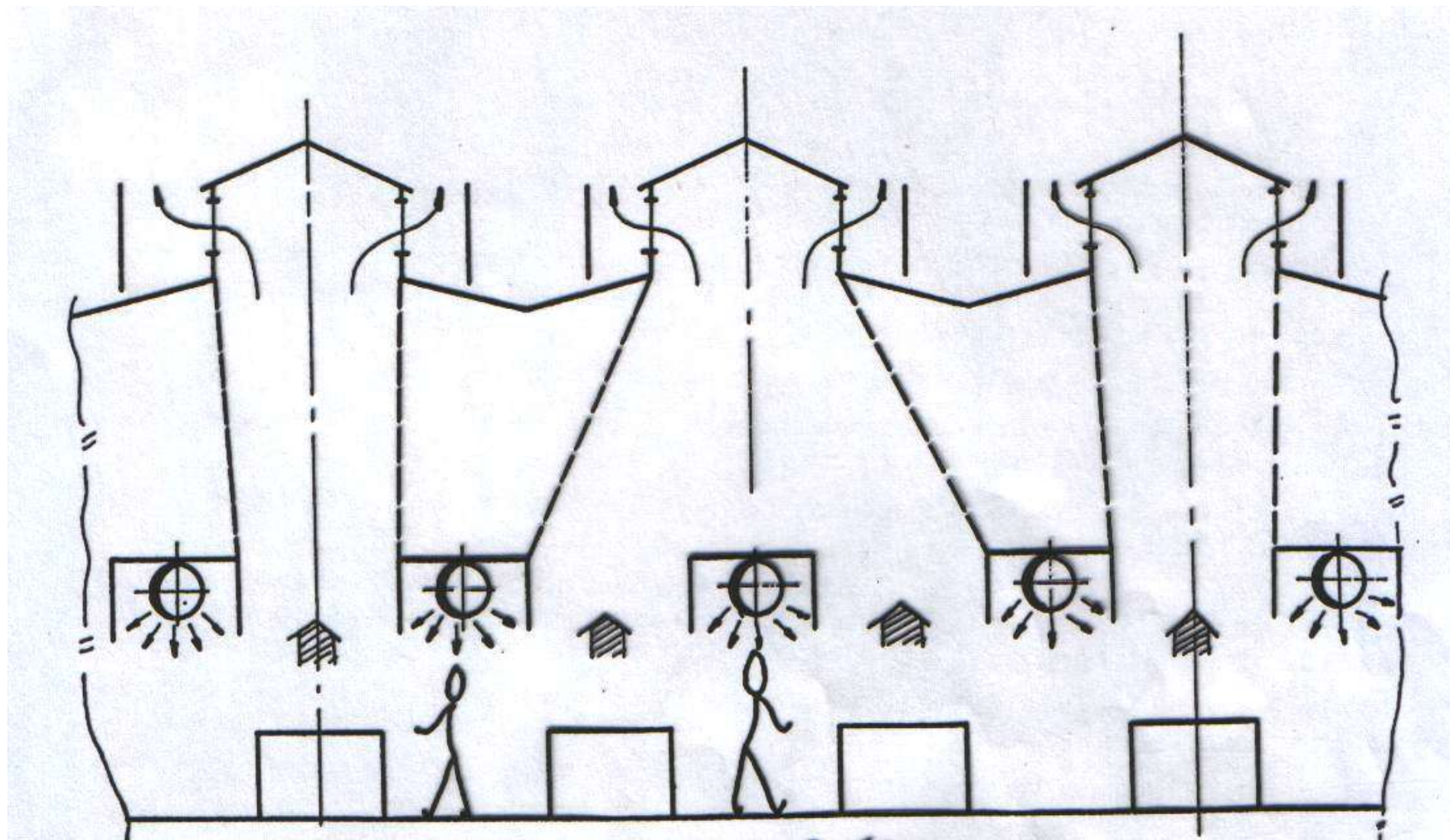
rozdílové

* **oblastní, zónové**

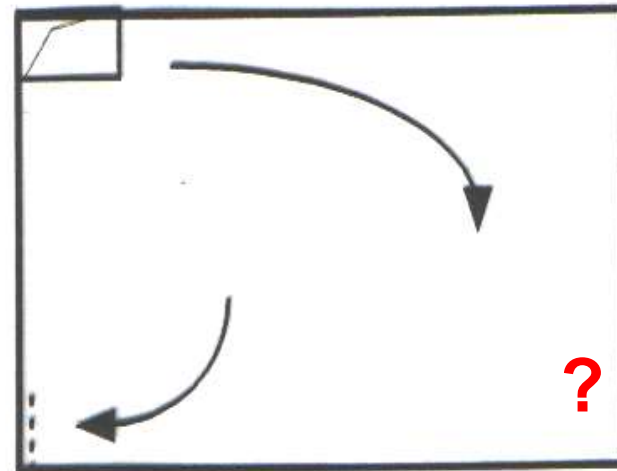
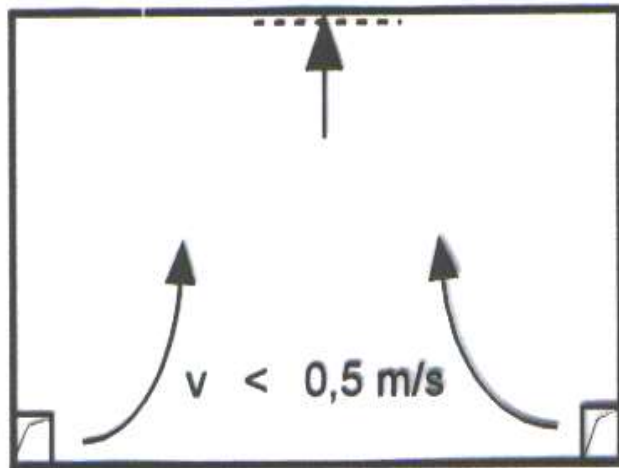
* **místní** místní větrání
místní odsávání
vzduchové clony, sprchy, oázy

* **havarijní, protipožární**

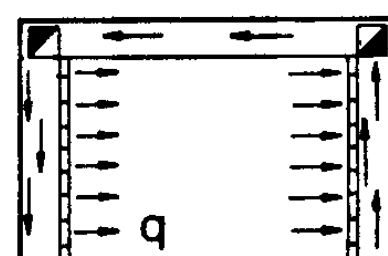
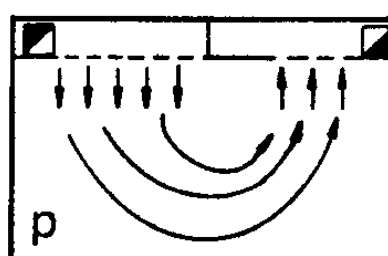
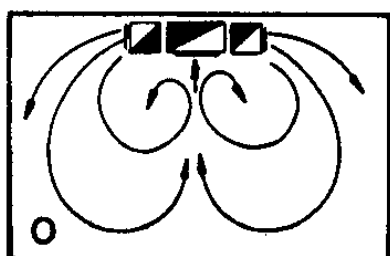
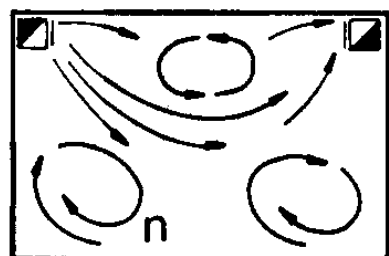
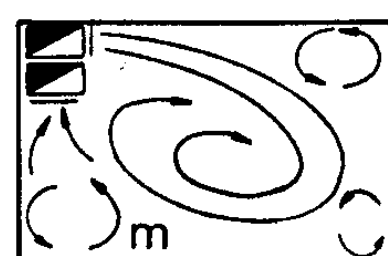
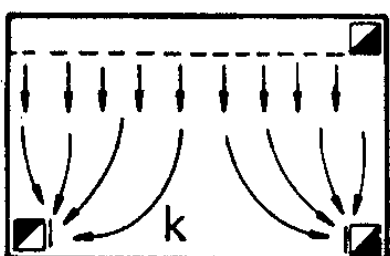
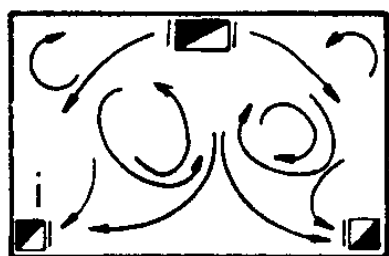
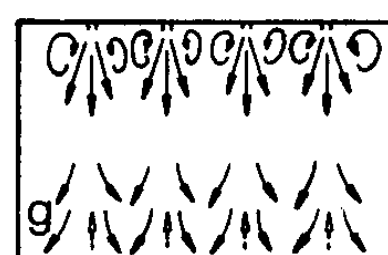
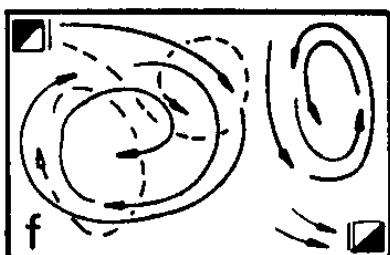
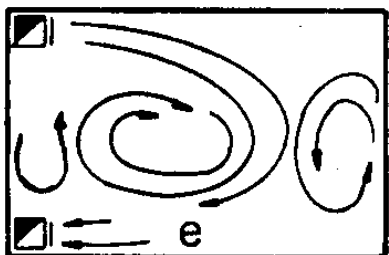
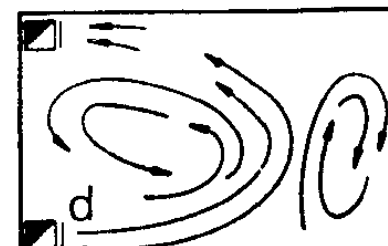
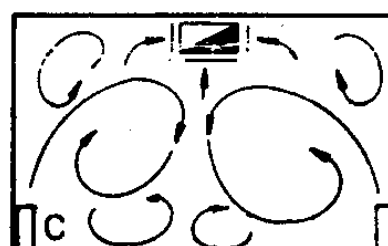
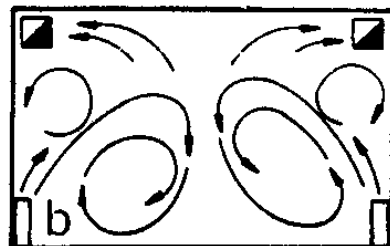
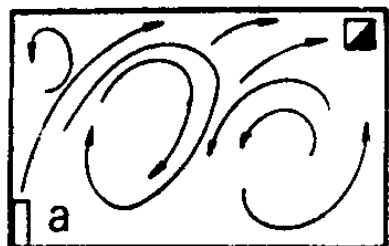
Větrání kombinované – nucený přívod, přírozený odvod vzduchu



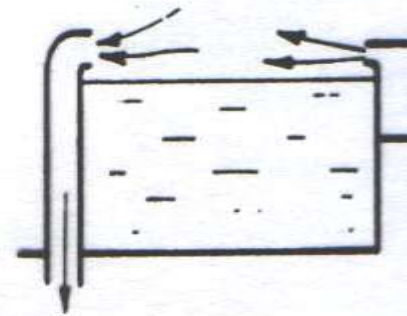
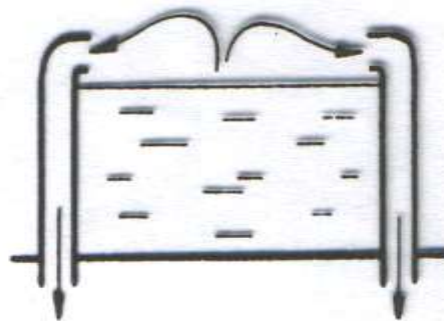
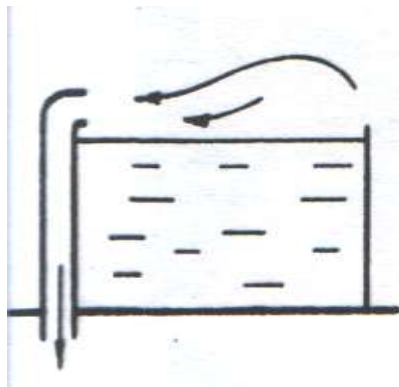
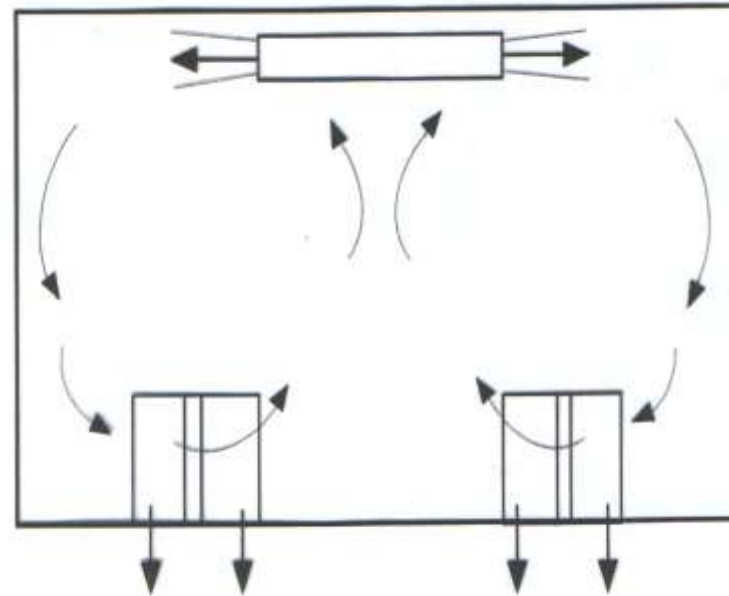
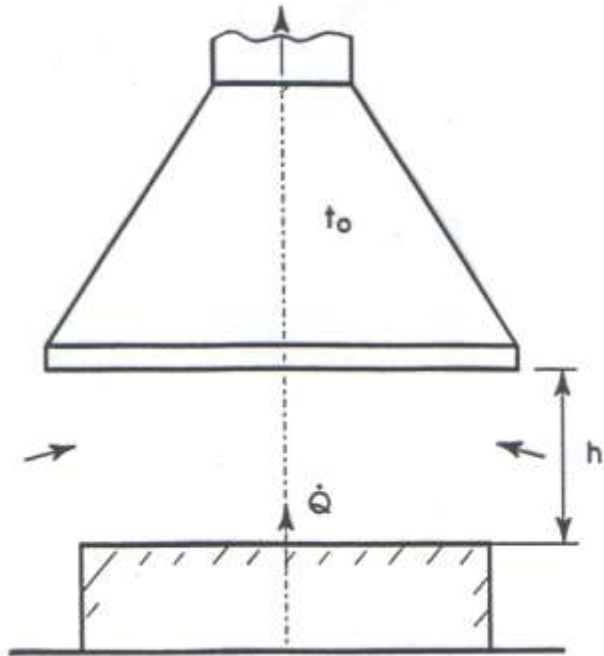
Rozhodující parametry nuceného větrání množství vzduchu – **distribuce vzduchu**



Proudění vzduchu v místnostech



Celkové větrání ovlivní místní odsávání



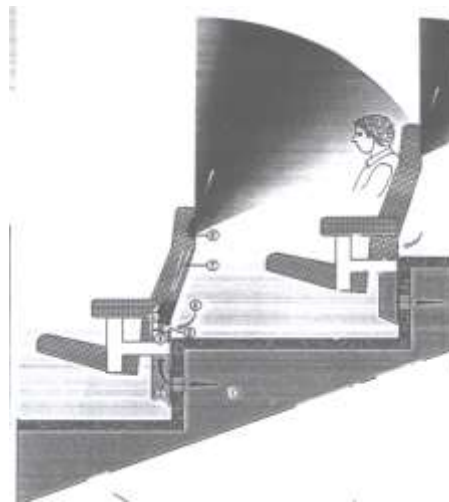
Klimatizace

tepelně vlhkostní úprava venkovního filtrovaného vzduchu

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

nízkotlaká

vysokotlaká



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



Dalším kardinálním úkazem je opomíjené správné větrání místností a přísun čerstvého vzduchu. „Všichni by si měli uvědomit, že klimatizace sice zajistí příjemnou teplotu, ale příliv čerstvého vzduchu nenahradí. A těžký vydýchaný vzduch s sebou nese bolesti hlavy, únavu, nesoustředěnost a

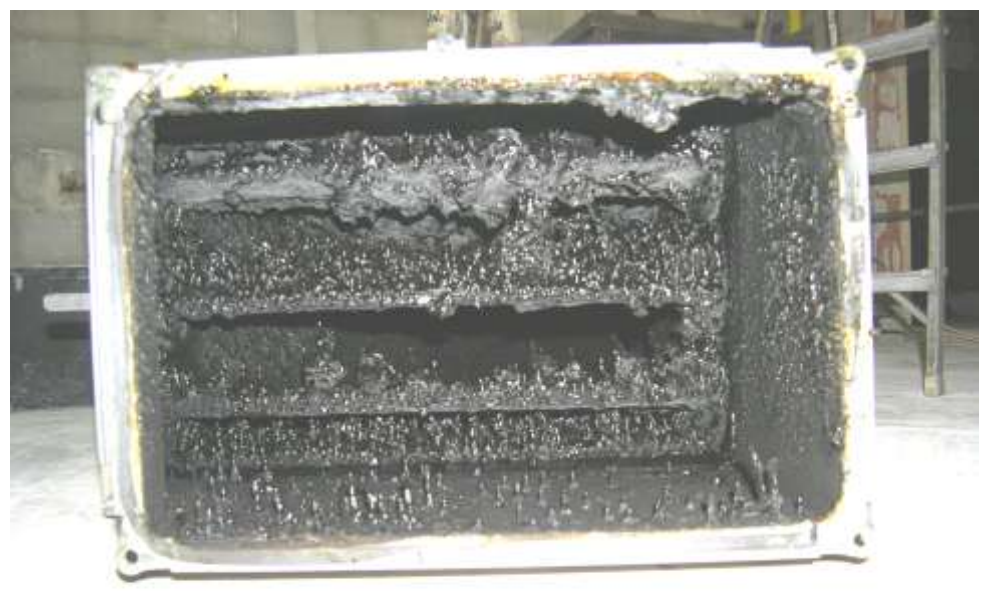
METRO 10.6.2009

Problémy s klimatizací

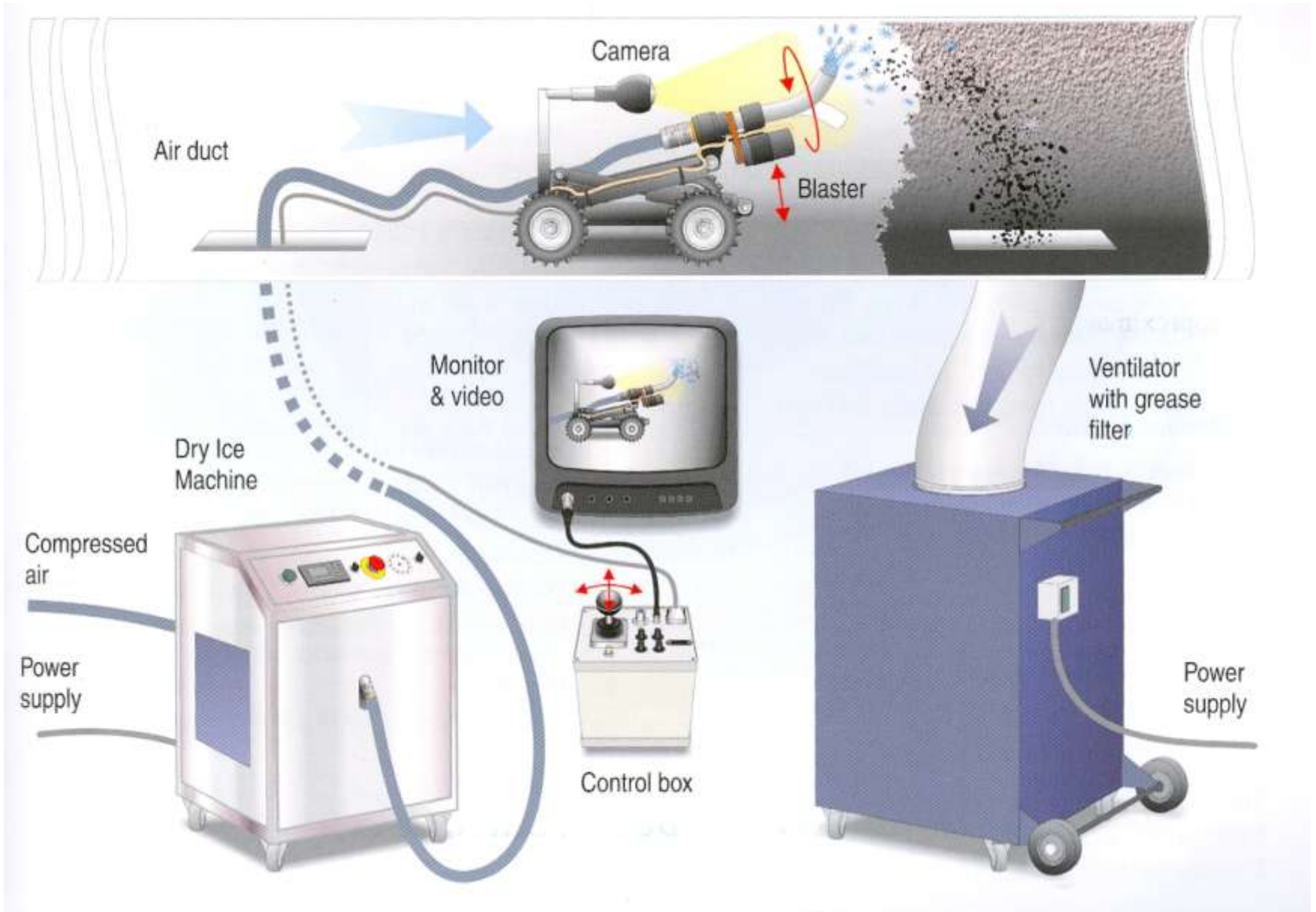
- **Investiční náročnost, stavební požadavky**
- **Provozní náročnost, včetně údržby**
- **Nelze přizpůsobit změně využití budovy nebo technologie**

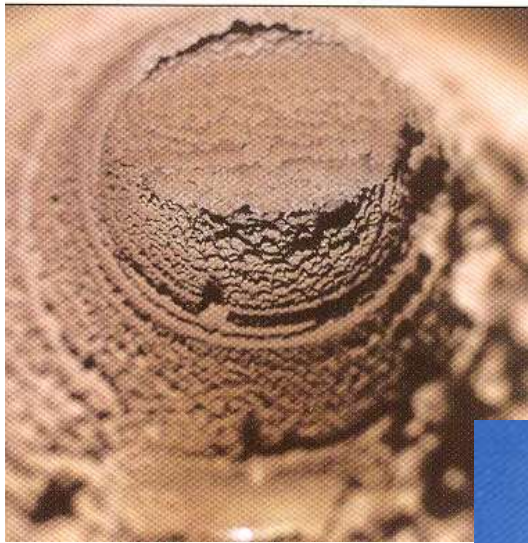
- **Individuální nesnášenlivost klimatizovaného prostředí – SBS**





Čištění VZT





Povinnost čistit VZT

NV č. 361/2007 Sb., § 42, (5)

„Nánosy a nečistoty, které by mohly znečišťovat ovzduší pracoviště, a tím představovat riziko pro zdraví zaměstnance, musí být neprodleně odstraňovány.“

Vyhláška 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.“

Stravovací zařízení

Vyhláška č. 137/2004 Sb., o hygienických požadavcích na stravovací služby a o zásadách osobní a provozní hygieny při činnostech epidemiologicky závažných

Vyhláška č. 602/2006 Sb., kterou se mění vyhláška č. 137/2004 Sb.

NOVELIZACE VYHLÁŠKY

Vyhláška č. 137/2004 Sb.,

HLAVA I

§ 6 Větrání

§ 9 Mikroklima

Vyhláška č. 602/2006 Sb.

Celá Hlava I zrušena – zrušeny

hygienické požadavky na umístění, stavební konstrukci, prostorové a dispoziční uspořádání, zásobování vodou, vytápění, osvětlení, odstraňování odpadních vod, větrání a vybavení provozoven stravovacích služeb.

Požadavky na větrání

Vyhláška č. 137/2004 Sb. - stravování

min 50 m³/h, 60 m³/h, 70 m³/h,

100 m³/h, 150 m³/h

Není rozlišeno pracovní prostředí kuchyní
a konzumační část.

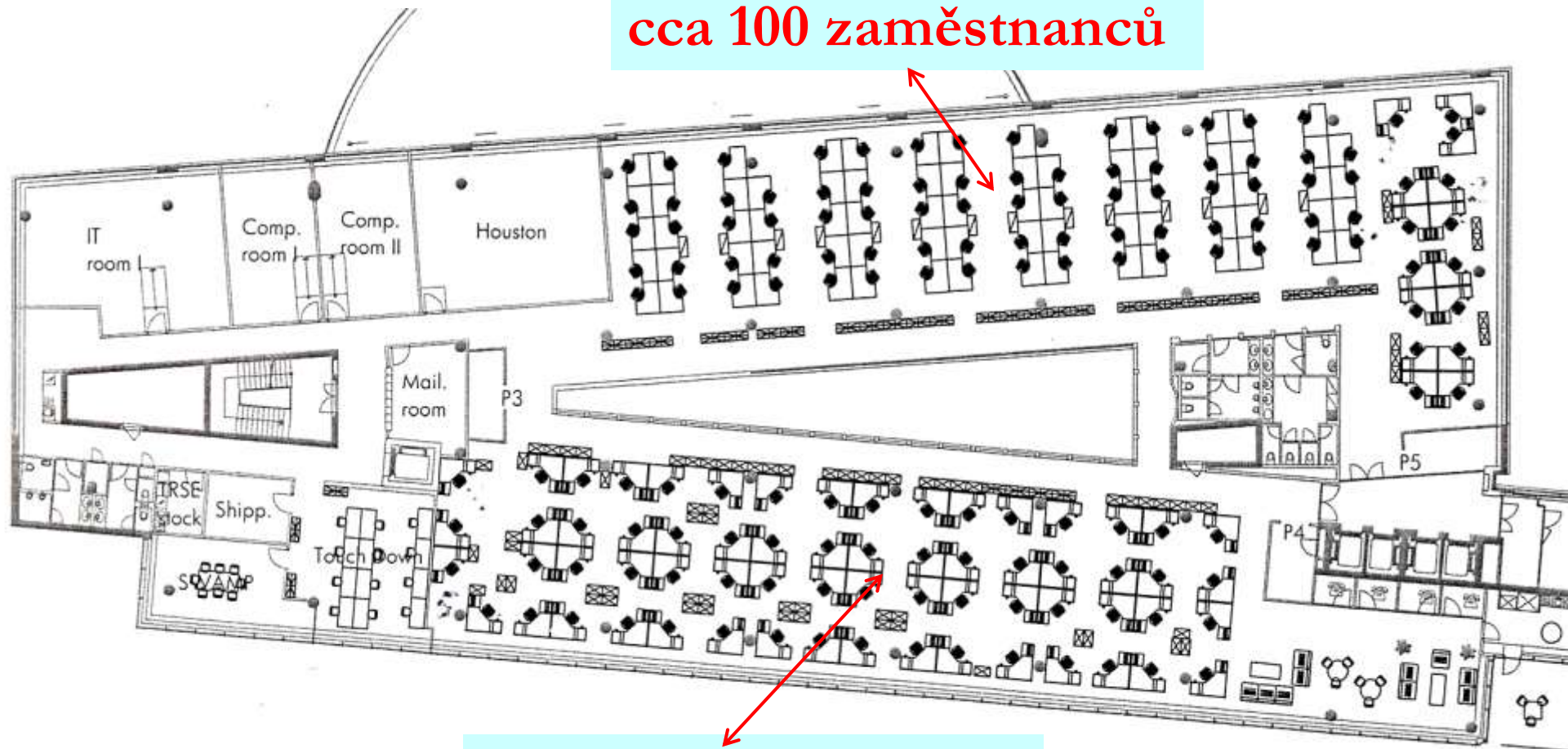
Vyhláška č. 602/2006 Sb.

žádné požadavky

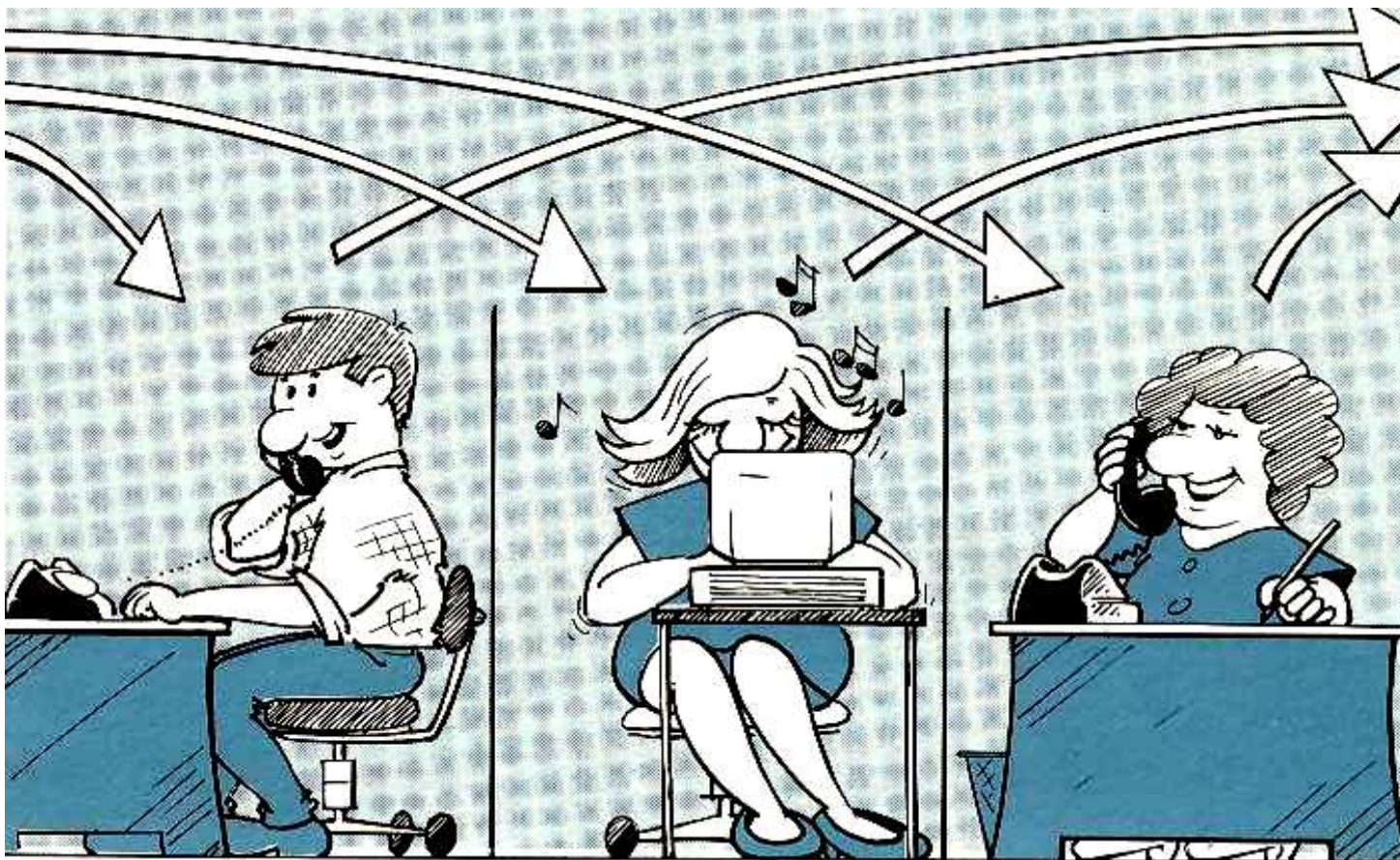
Kancelář v Asii



cca 100 zaměstnanců

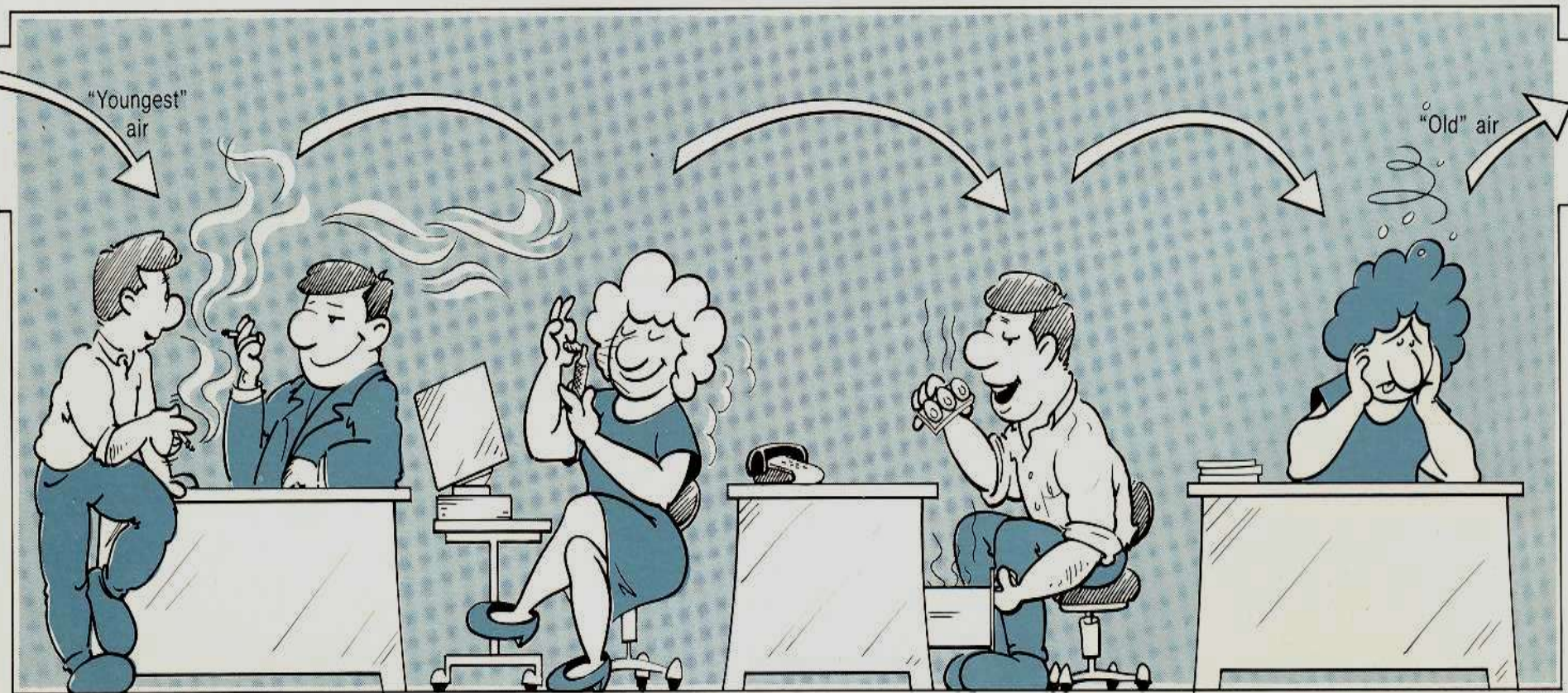


cca 60 zaměstnanců



obtěžování hlukem

Větrání velkoplošných kanceláří



890416

šíření „vůní“, pachů, odérů,
šíření infekcí

Stížnosti na tepelný diskomfort a špatnou funkci VZT:

- oprávněné řešení ?
- **zástupný problém, podílí se i špatné mezilidské vztahy, nespokojenost s prací, finanční ohodnocení, obecné problémy plně klimatizovaných budov**

SPECIÁLNÍ NÁROKY NA VĚTRÁNÍ (na kvalitu vnitřního prostředí)

Čisté prostory ve zdravotnictví

! Závazný právní předpis v ČR není !

Z prostředí je třeba **VĚTRÁNÍM** odvést:

- **Pevné aerosoly** – odvést z prostředí a odstranit z přiváděného vzduchu
- **Plynná anestetika**
- **Dýmy** (práce s laserem – benzen, kyanovodík, formaldehyd, bioaerosoly, mrtvé a živé buněčné materiály, viry ... zápachy, prokázány mutagenní vlastnosti)

Zajistit odpovídající mikroklima

**Vyhláška č. 84/2008 Sb., o správné
lékárenské praxi, bližších podmínkách
a zacházení s léčivými v lékárnách,
zdravotnických zařízeních a u dalších
provozovatelů a zařízení vydávajících
léky**

Požadované parametry tříd čistoty vzduchu

Třída čistoty	Maximální přípustný počet částic/m ³			
	za klidu		za provozu	
	≥ 0,5 μm	≥ 5,0 μm	≥ 0,5 μm	≥ 5,0 μm
A	3 520	20	3 520	20
B(a)	3 520	29	352 000	2 900
C(a)	352 000	2 900	3 520 000	29 000
D(a)	3 520 000	29 000	nedefin.	nedefin.

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

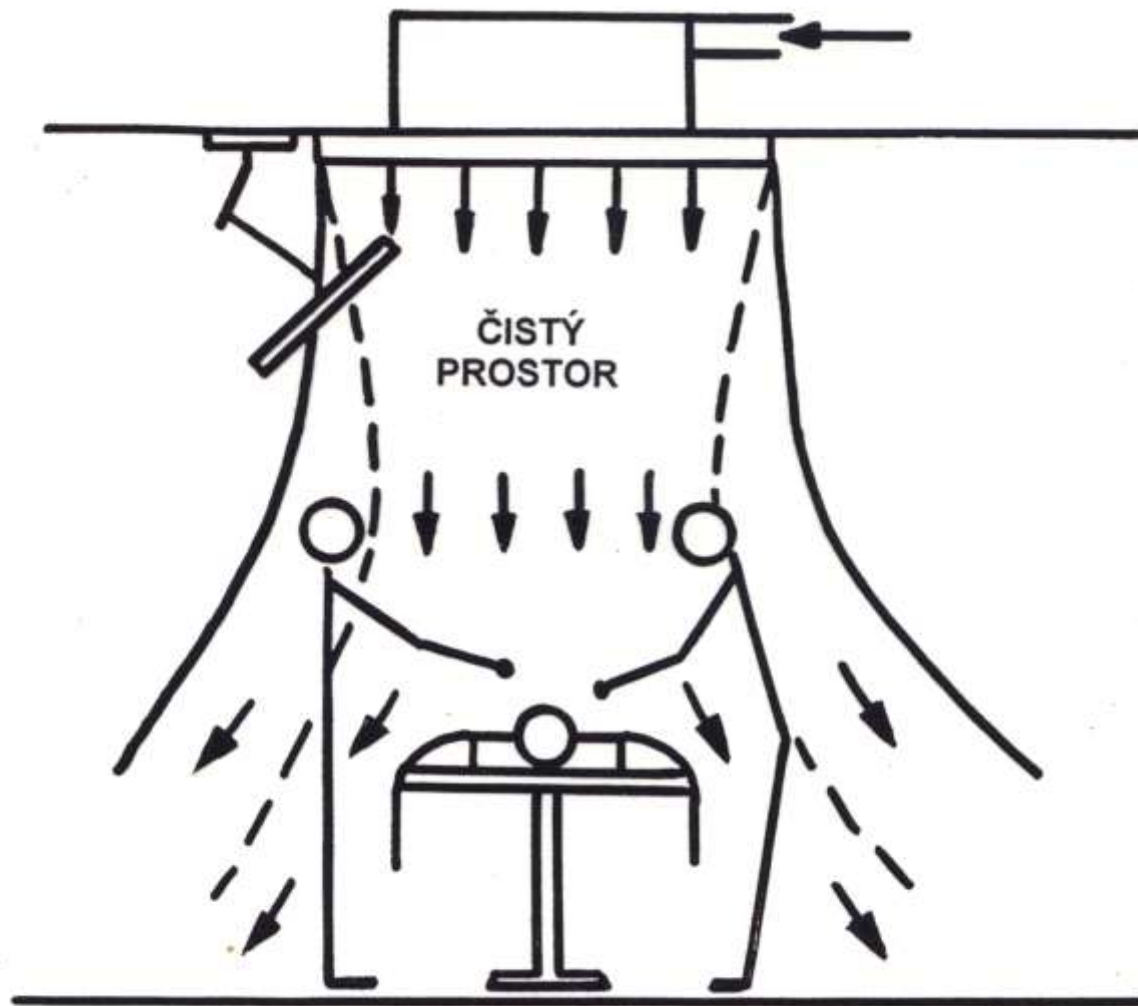
ISO classification number (<i>N</i>)	Maximum concentration limits (particles/m ³ of air) for particles equal to and larger than the considered sizes shown below (concentration limits are calculated in accordance with equation (1) in 3.2)					
	0,1 μm	0,2 μm	0,3 μm	0,5 μm	1 μm	5 μm
ISO Class 1	10	2				
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

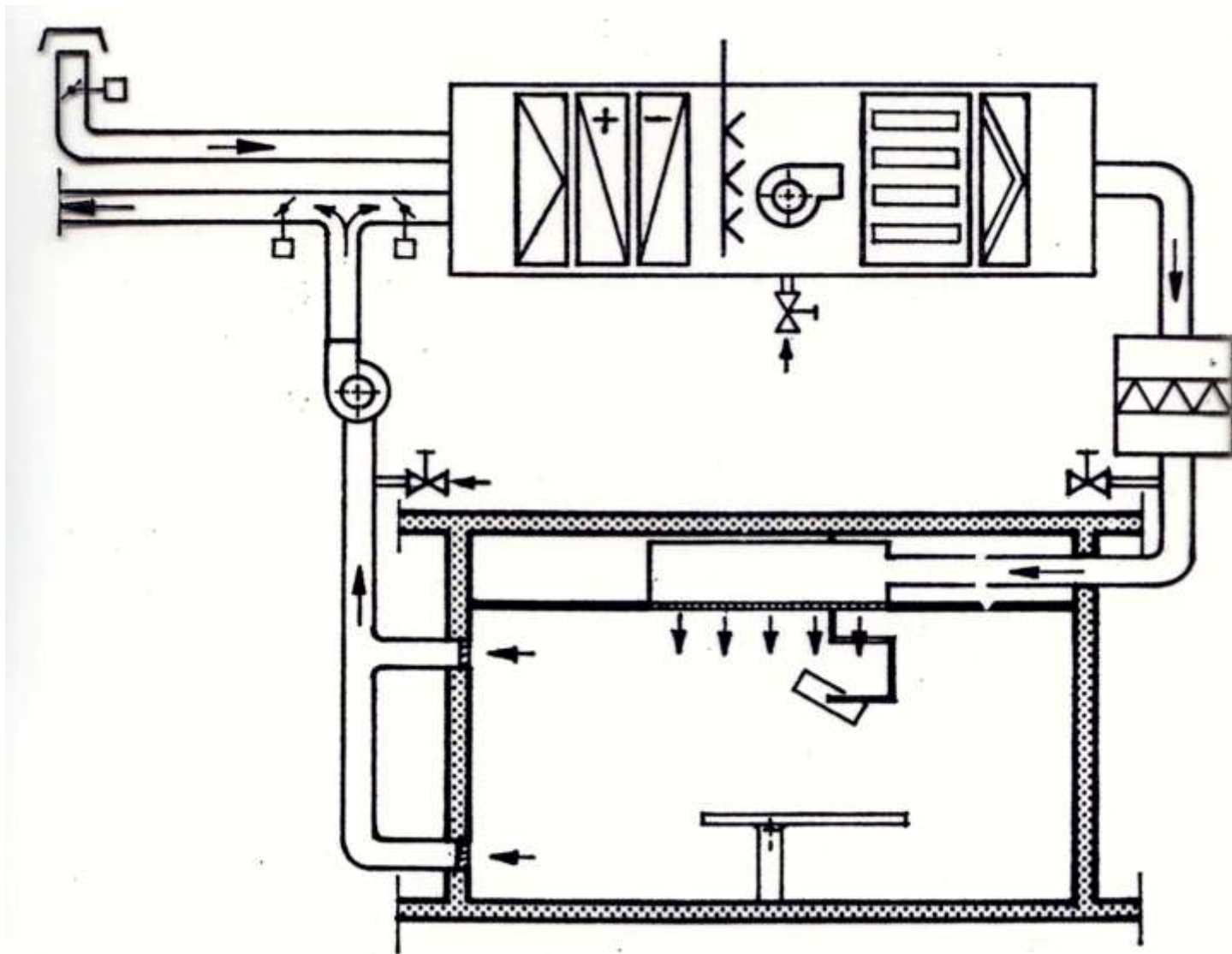
Příklady požadované kvality vnitřního prostředí

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 superasept. sálu			X		
Aseptický a septický operační sál			X		
Zázemí aseptických a septických operačních sálů				X	
Zákrokový 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

Nejvyšší ochrana pacienta laminární přívod vzduchu



Klimatizace pro operační sál, tř.č. 100 – 10 000



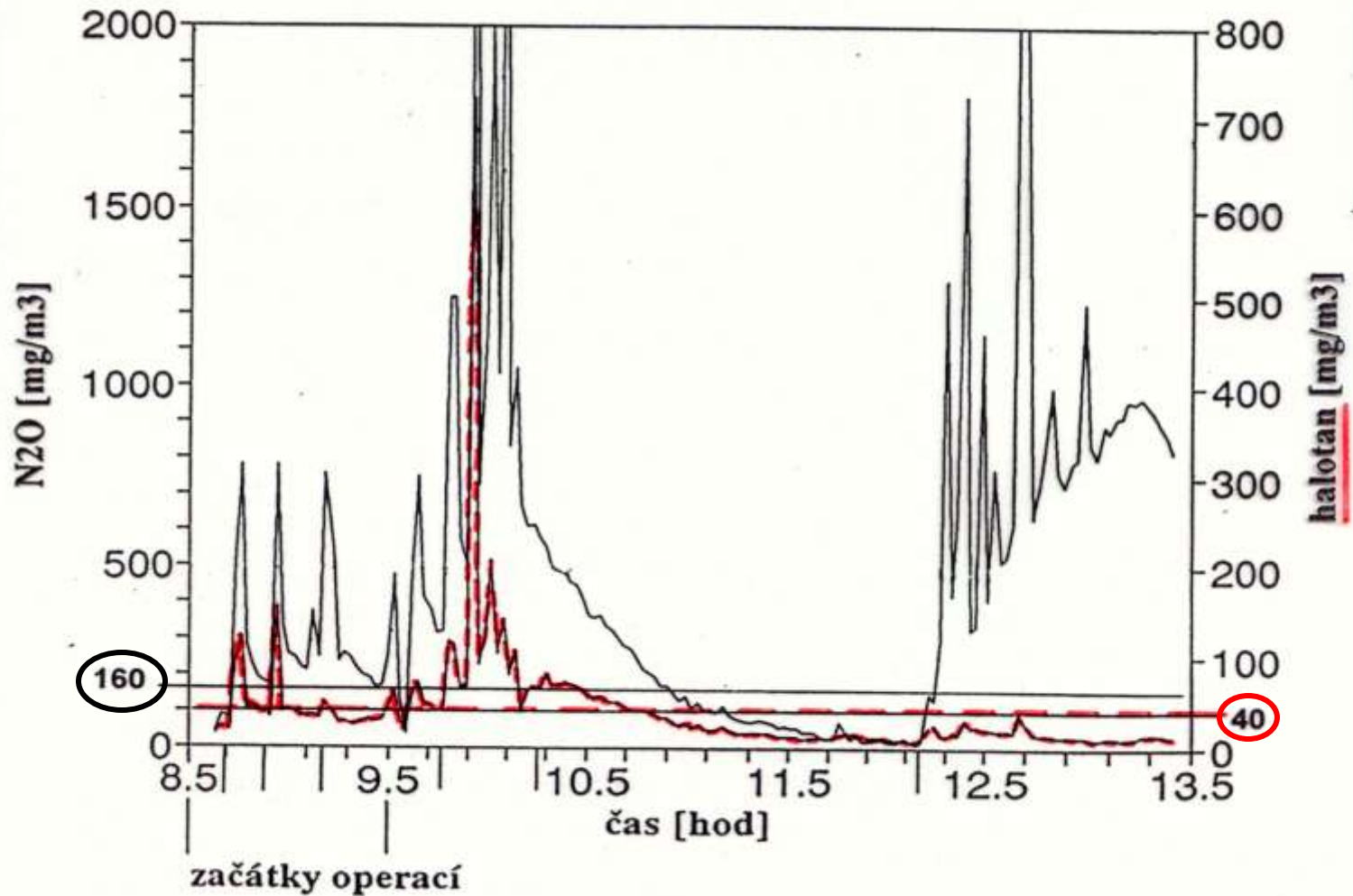
Expozice chemickým látkám

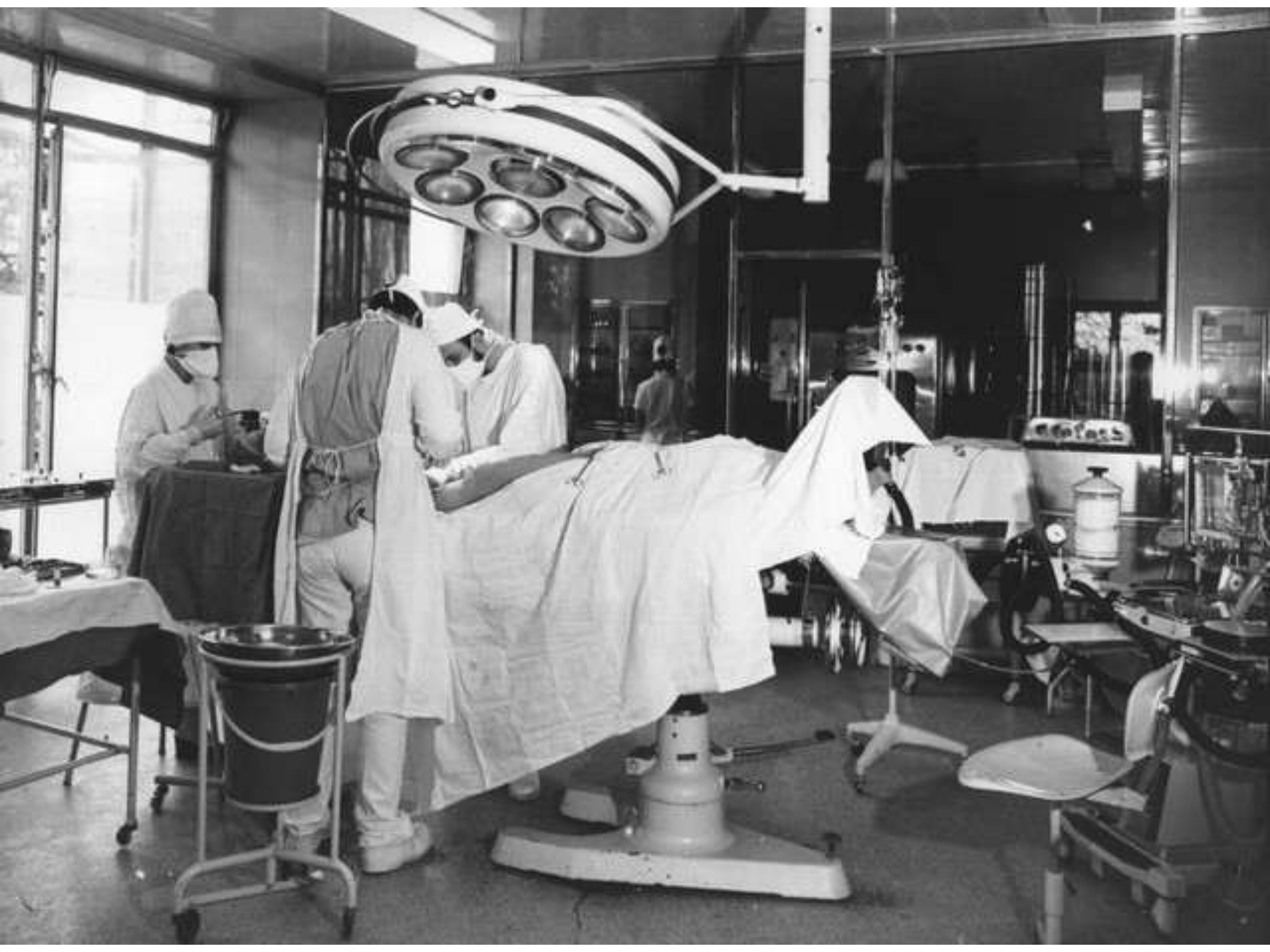
Inhalační anestetika

látka	PEL	NPK-P	faktor přepočtu na ppm
	mg.m ⁻³		
isofluran	15	30	0,133
oxid dusný	180	360	0,555
halotan	15	30	0,124

Operační sál sál

kontinuální sledování inhalačních anestetik





Aseptický operační sál

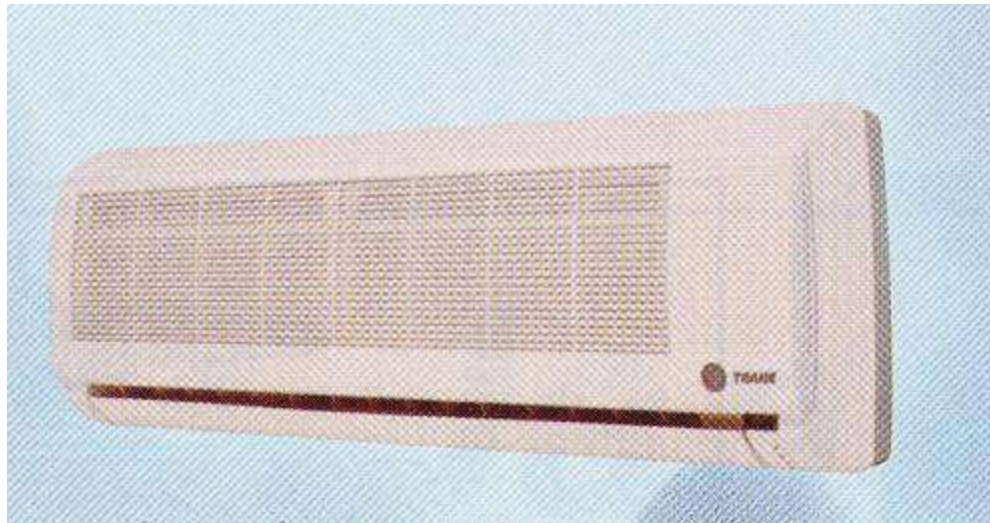


odvod vzduchu a umístění KJ



přívod vzduchu

**Pozor, SPLIT systém
není klimatizace !**



NA OPERAČNÍ SÁL VŮBEC NEPATŘÍ



odváděcí vyústky



Odváděcí vyústky

několik cm nad podlahou

