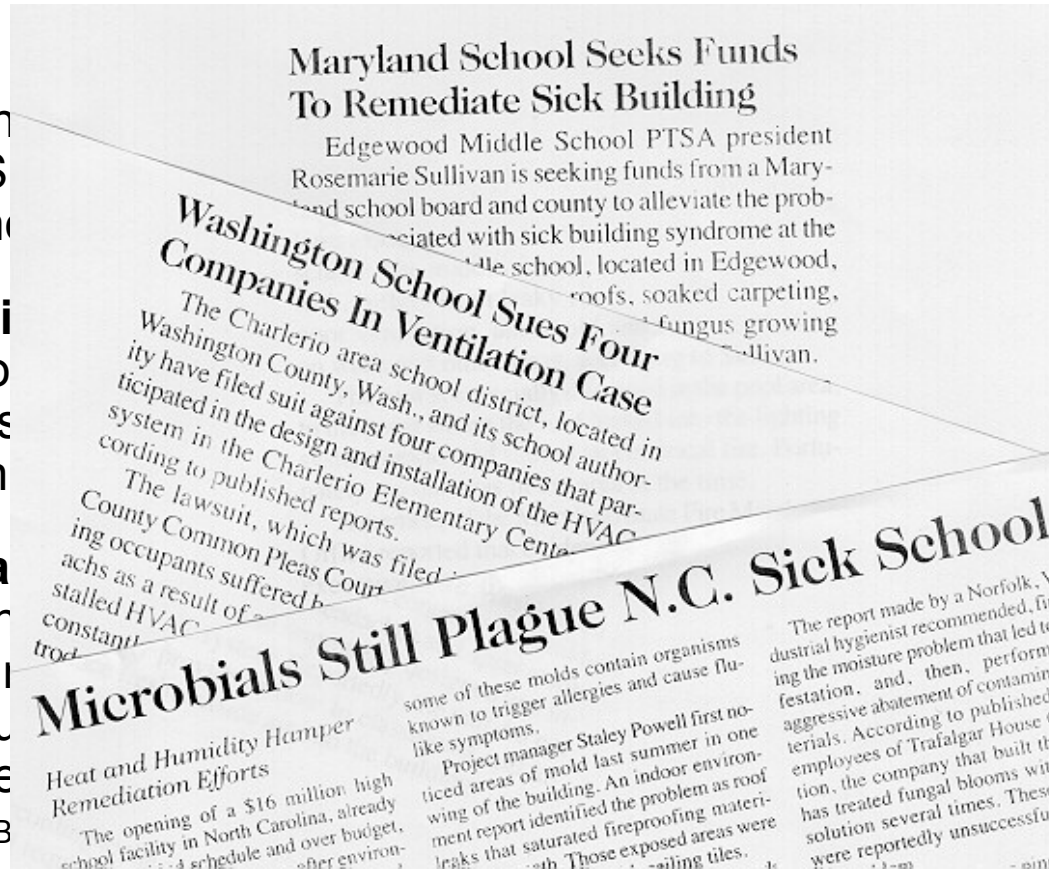


In The News!

Orange County, result of chronic school's air. S levels high en

Pomeroy, Washi experience so Twelve of 21 s the ventilation

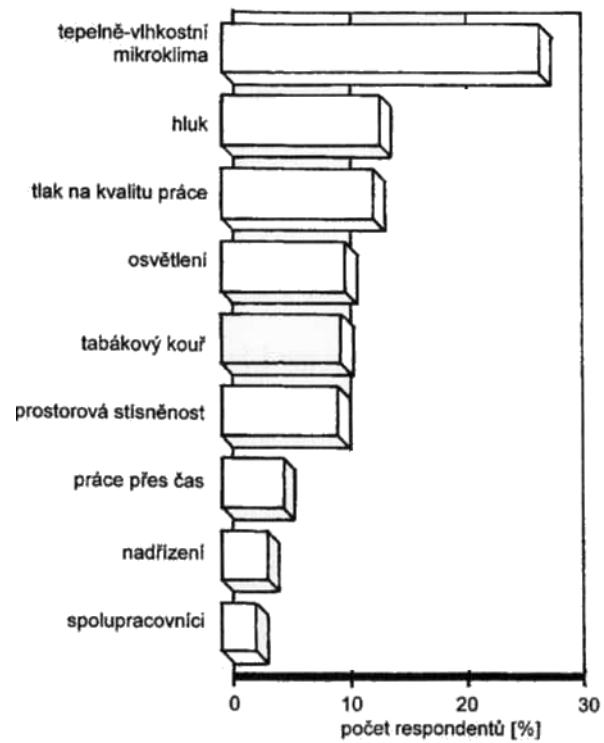
University of Ma apart, eight ar nausea, burni twice to condu that the proble system. (The B



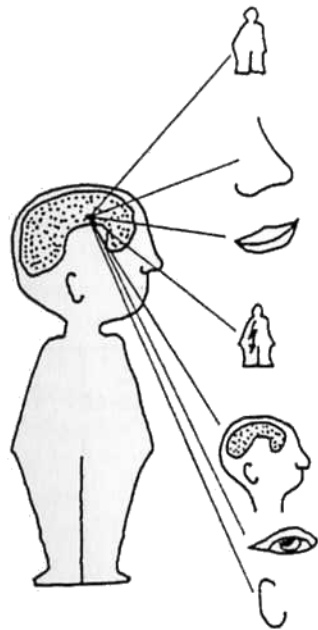
is a
by her
ools at
(ne)

is.
ned that
(Tribune)

lays
including
mpus
claimed



Faktory prostředí
které lidé zvláště pociťují v interiéru
budovy.



tepelně-vlhkostní mikroklima

toxické mikroklima
oděrové mikroklima
aerosolové mikroklima
mikrobiální mikroklima
ionizující mikroklima

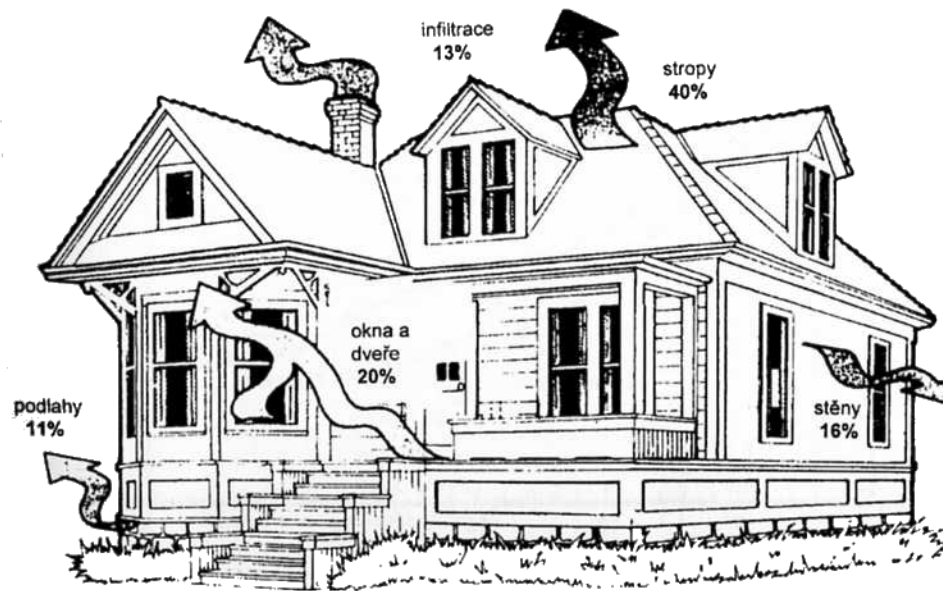
elektroiontové mikroklima
elektrostatické mikroklima
elektromagnetické mikroklima

psychické mikroklima

světelné mikroklima

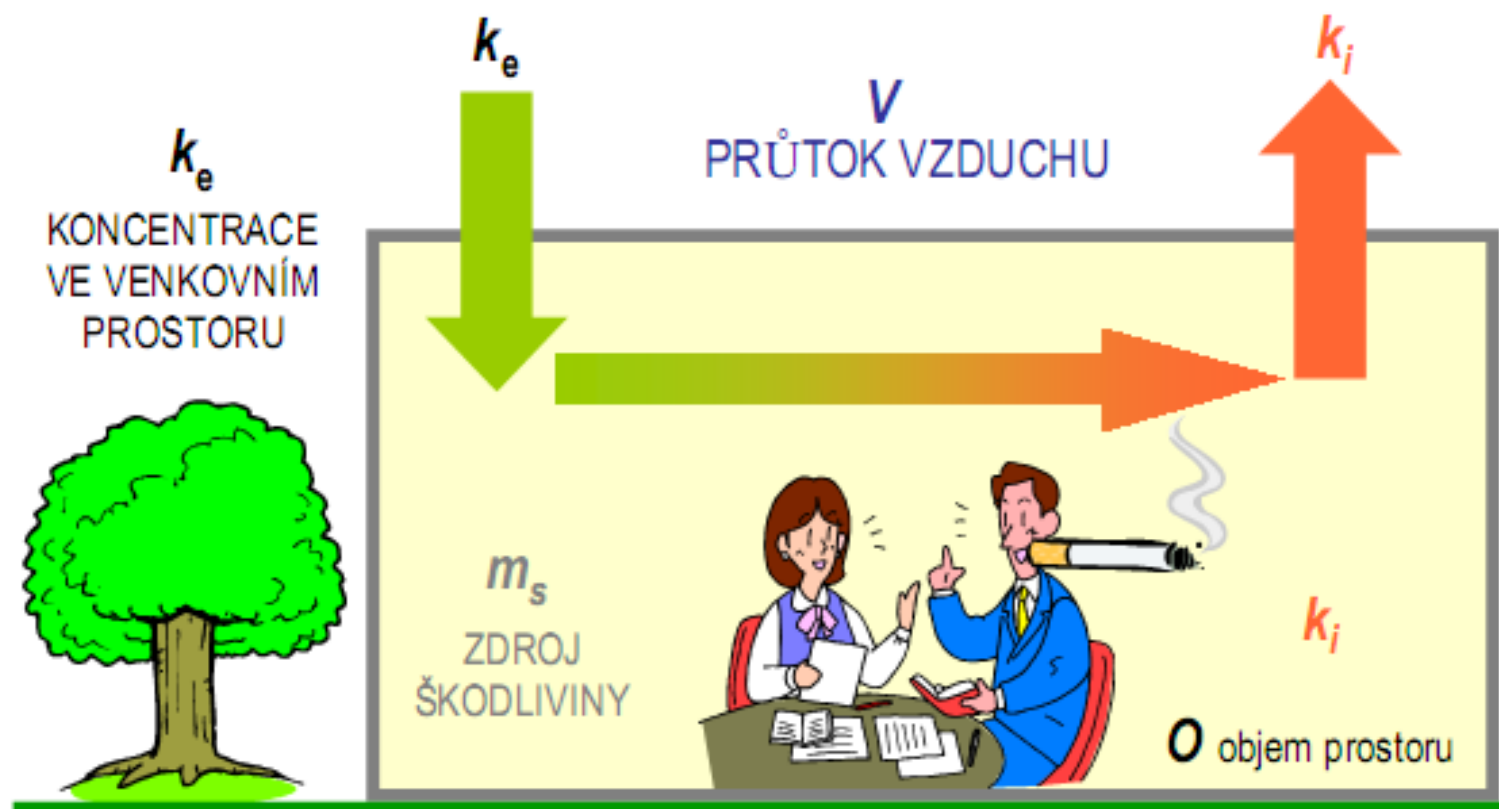
akustické mikroklima

Nejčastější složky
prostředí – druhy mikrokli-
matu v interiéru budov.



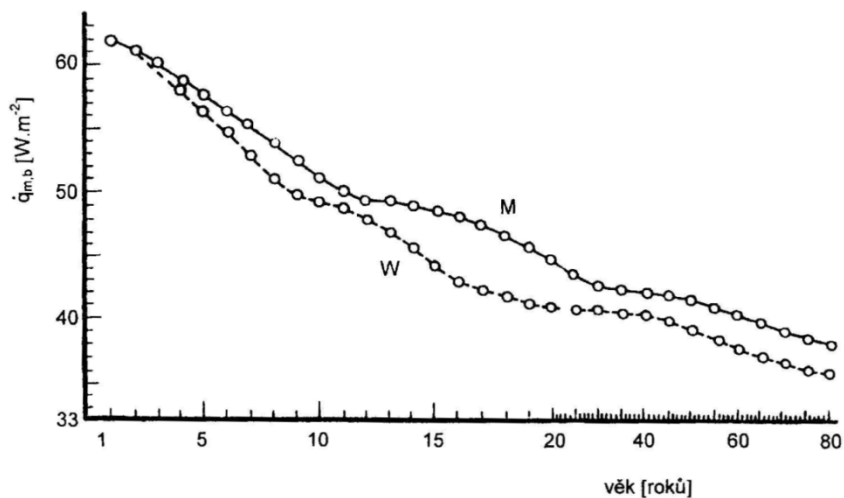
Rozdělení tepelných ztrát v samostatně stojícím domku.

Situování otvorů pro přívod a odvod vzduchu



Přívod – do míst s nejvyšší čistotou

Odvod – do míst se vznikem škodlivin



Základní tvorba tepla člověkem (metabolické teplo bazální $\dot{q}_{m,b}$),
pro standardního člověka (75 kg, 175 cm, povrch = 1,9 m²).

Činnost		$\dot{q}_{m, net}$		
		[met]	[W.m ⁻²]	
Odpočinek	spánek	0	0	
	poloha opřená	0,1	6	
	sezení, klidné	0,3	18	
	stání, uvolněné	0,5	29	
Chůze na rovině [m/s]	0,89	1,3	76	
	1,34	1,9	111	
	1,79	3,1	181	
Různá zaměstnání	pekárna (např. čištění plechů, balení krabic)	0,7 až 1,3	11 až 76	
	přívovar (např. plnění lahví, nakládání prázdných krabic na pás)	0,5 až 1,7	29 až 99	
	zednické práce, např. zdění stěny	1,8	106	
	tesařské práce	strojní řezání (na stole)	1,1 až 1,5	64 až 87
		ruční řezání	3,3 až 4,1	192 až 239
		ruční hoblování	4,9 až 5,7	285 až 332
	práce v hutích	práce s pneumatikým kladivem	2,3 až 2,7	134 až 157
		obsluha pecí	4,3 až 6,3	250 až 367
	práce v garážích (např. výměna pneumatik, zvedání vozu heverem)	1,5 až 2,3	87 až 134	
	práce v laboratořích	0,7 až 1,1	41 až 64	
	práce u stroje	lehká (např. elektronický průmysl)	1,3 až 1,7	76 až 99
		těžká (např. práce s ocelí)	2,8 až 3,8	163 až 221
	prodavač	1,3	76	
	učitel	0,9	52	
	přednáška ve velké posluchárně	0,8 až 2,2	46 až 129	
	hodinář (práce v sedě)	0,4	23	
	řazení vozidla	osobní vůz na dálnici	0,7	39
		osobní vůz v centru (ve špičce)	2,1	124
		osobní vůz (průměr)	0,8	47
		motocykl	1,3	76
těžké vozidlo		2,5	146	
pilotování	letadla rutinní	0,7	41	
	přistávání pomocí přístroje	1,1	64	
	řazení Combatu	1,7	99	
maximální fyzický výkon (krátkodobý)	16,9	982		

Zdroje vodní páry v bytě

Člověk	při lehké činnosti	30 až 60 g/h
	při středně těžké práci	120 až 200 g/h
	při těžké práci	200 až 300 g/h
Koupelna	s vanou	asi 700 g/h
	se sprchou	asi 2600 g/h
Kuchyně	při vaření	600 až 1500 g/h
	průměrně denně	100 g/h
Sušení prádla (pračka na 4,5 kg)	odstředěného	50 až 200 g/h
	mokrého kapajícího	100 až 500 g/h
Bazény (volné vodní plochy)		asi 40 g/m ² h
Rostliny	pokožkové květiny, např. fialka (Viola)	5 až 10 g/h
	rostliny v květináči, např. kapradina (Comptonis asplemifolia)	7 až 15 g/h
	fíkus střední velikosti (Ficus elastica)	10 až 20 g/h
	vodní rostliny, např. leknín (Nymphaea alba)	6 až 8 g/h
	mladé stromy (2 až 3 m), např. buk (Fagus)	2 až 4 g/h
	vzrostlé stromy (25 m), např. smrk (Picea)	2 až 3 m ³ /h

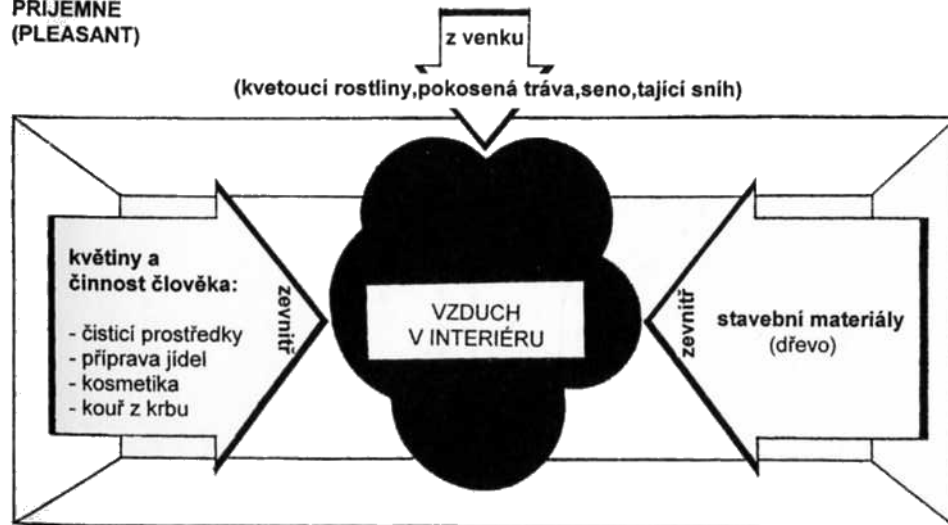
Odérové mikroklima je složka prostředí tvořená odéry - toky odérových látek v ovzduší, které exponují subjekt a spoluvytváří tak jeho celkový stav. Odéry jsou plynné složky ovzduší vnímané jako vůně nebo zápachy, produkované člověkem nebo jeho činností, příp. uvolňované ze stavebních konstrukcí.

Do interiéru budov vstupují odéry jednak z venku, jednak zevnitř - ze vzduchotechnických zařízení, stavebních materiálů, zařizovacích předmětů a hlavně z činnosti člověka.

Mimo běžné odéry (kouření, vůně jídel) se v interiéru vyskytují i styreny, formaldehydy a odpary z nátěrů, tedy látky dříve neznámé.

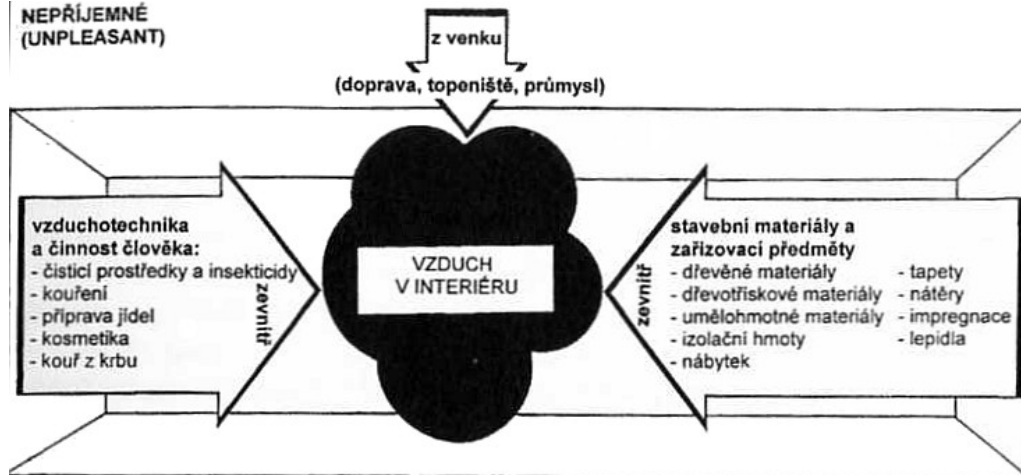
Odérová složka determinuje výměnu vzduchu v interiéru obytného prostředí. Není to ani potřeba kyslíku pro dýchání, která je ve srovnání s požadavky na odstraňování oděrů minimální (potřebné množství vzduchu je pouze cca $1 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ na osobu), ani potřeba odstraňování toxických plynů, které se běžně v těchto interiérech nevyskytují.

**PŘÍJEMNÉ
(PLEASANT)**



Zdroje příjemných oděrů v interiéru.

**NEPŘÍJEMNÉ
(UNPLEASANT)**



Zdroje nepříjemných oděrů v interiéru.

Stanovení průtoku vzduchu pro větrání

KONCENTRACE
ŠKODLIVIN

$$V = \frac{M_s}{k_i - k_e}$$

v interiéru se nachází výrazný zdroj agencie (látky, energie), jejíž obsah ve vzduchu je nutno regulovat

DÁVKY VZDUCHU

$$V = x \cdot D$$

ukazatelem znečištění vzduchu je člověk (nebo jiný známý zdroj)

VÝMĚNA VZDUCHU

$$V = O \cdot n$$

místnost má charakteristický provoz zásadní je obraz proudění a provětrání prostor je obsazen proměnlivě

KDO ZA VĚDU HOŘÍ

BURNING FOR SCIENCE

Základní zásady primární prevence jsou obsaženy již ve starověkých kulturních a náboženských tradicích i v některých preventivních návodech ze středověku. pokrok hygieny nastal s rozvojem přírodních věd koncem 18. století. Ve druhé polovině 19. století se hygiena profilovala jako vědecký medicínský obor a začala být samostatně vyučována na evropských univerzitách. Zakladatel oboru Max von Pettenkofer (1818-1901) zavedl objektivní vyšetřování faktorů prostředí a hodnocení jejich vztahu ke zdraví. Jako první definoval různé hygienické limity, které jsou dodnes pokládány za základ zdravotního zabezpečení pitné a odpadní vody, půdy, ovzduší, obydlí a potravin.

Cílem hygieny je zlepšování životních podmínek jako předpokladu zlepšení zdravotního stavu populace a tím i kvality života.

Hygienické předpisy stanovují množství čerstvého vzduchu, které je potřeba do pobytových prostor přivádět buď podle podlahové plochy, vnitřního objemu budovy či předpokládaného počtu osob.

V ČR je třeba řídit se zejména nařízením vlády č.361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, případně vyhláškou Ministerstva zdravotnictví č. 410/2005 Sb. o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých.

Oba předpisy odvozují intenzitu větrání ve veřejných prostorech dle množství osob a jejich činnosti – od hodnoty 20-30m³/hod na žáka ve školských zařízeních až po 150m³/hod v diskotékách.

U bytových zatím kromě normy ČSN 73 0540-2 (poněkud vágně definující intenzitu větrání dle velikosti obestavěného prostoru) neexistuje předpis, který by větrání jednoznačně řešil.

Spotřeba kyslíku lidským jedincem je poměrně malá, pohybuje se kolem hodnoty **20-25 litrů za hodinu**, takže hlavním důvodem, proč větrat, je odvod látek, vznikajících jednak v důsledku pobytu osob (oxid uhličitý, vodní páry či oděry -pachy), jednak jako produkty prostředí (organické těkavé sloučeniny - VOC, oxid uhelnatý, atd.).

Pokud není v budově kromě lidí jiný významný zdroj znečištění, lze regulaci množství výměny vzduchu vázat na koncentraci oxidu uhličitého, který má přímou vazbu na metabolismus člověka – na každých 5 spotřebovaných molekul kyslíku vyprodukuje lidský organizmus 4 molekuly CO₂

Množství vyprodukovaného CO₂ na osobu činí podle aktivity **10 až 75 litrů za hodinu**.

Člověk tedy produkuje tento plyn ve významném množství a v závislosti na aktuální fyzické zátěži, takže je CO₂ poměrně dobrým indikátorem potřeby větrání.

Toho si již všiml –první hygienik- Max Joseph von Pettenkofer (1818-1901), který na základě průzkumu ve školách, kdy zjišťoval souvislost mezi koncentrací CO₂ a procentem osob, nespokojených s vnitřním klimatem, jako mezní přijatelnou hodnotu stanovil koncentraci 0,1 % (1000 ppm) CO₂.

Také prezentovaná měření, prováděná v experimentálních objektech, zcela potvrzují velmi těsnou a rychlou vazbu mezi přítomností a množstvím osob a změnou koncentrace CO₂ v měřených prostorech.

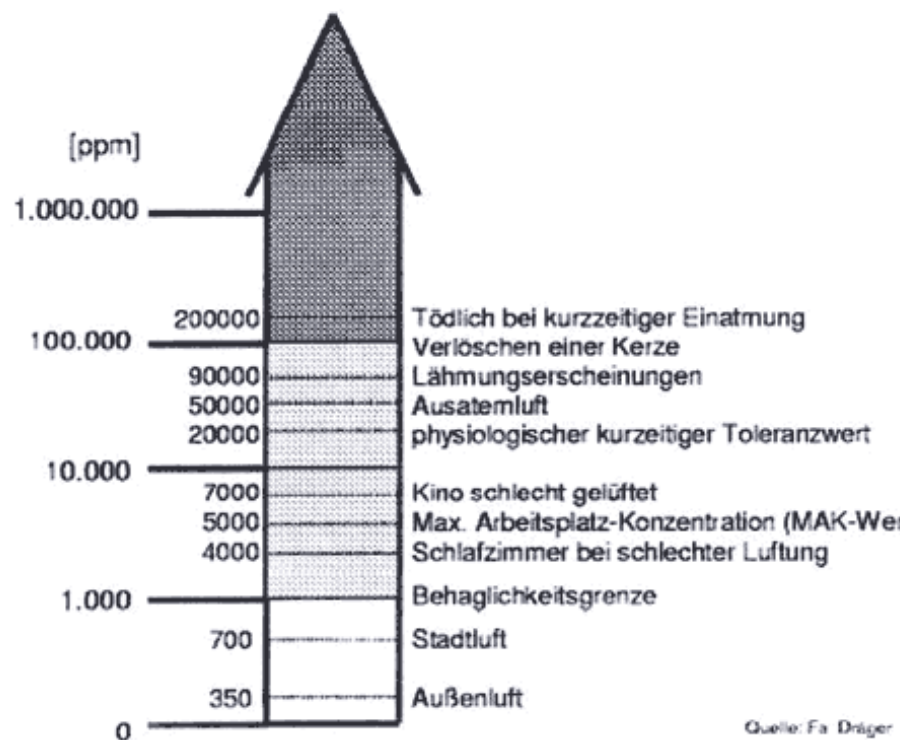
Základní myšlenka pro ventilaci podle Pettenkofera je ta, že lidé by měli vnímat kvalitu vzduchu jako přijatelnou od prvního okamžiku při vstupu do místnosti.

Situace, která je založena na posouzení kvality ihned po vstupu do místnosti, se nazývá myšlenka prvního dojmu.

Pettenkofer zavřel člověka do neprodyšně zhotovené světničky, zvláštním respiračním aparátem přiváděl mu tam čerstvý vzduch a veškeré vydechnuté páry a plyny odváděl zase zvláštní rourou ven tak dokonale, že světnička naplňovala se jenom kožními výpary onoho člověka. (Vratislav Kučera, *O přirozeném léčení*)

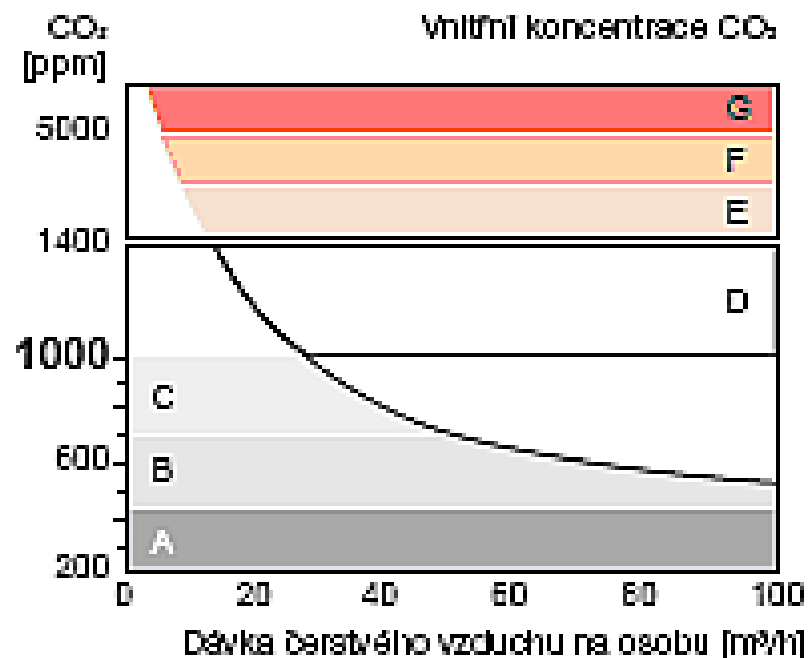
Pettenkofer si uvědomil, že koncentrace CO₂ silně koreluje s vůní lidských pachů.

Soulad s CO₂ koncentrace limit, dobrou kvalitu vnitřního ovzduší je způsobeno nízkou zaručena jinými látkami.



Quelle: Fa. Dräger

Typische CO₂-Konzentrationen und deren Auswirkungen



A – Zdravá normální venkovní úroveň,
 B – Dobrá úroveň, C – Přijatelná úroveň,
 pachy a oděry, D – Snížování koncentrace,
 únava, ospalost, E – Prohlubování únavy
 a ospalosti, F – Riziko nepříznivého vlivu na
 zdraví, G – Omezený pobyt, max. 8 h denně

Geht man vom Mensch als alleinigen Luftverunreiniger aus, so läßt sich der CO_2 -Gehalt bei stationärer Betrachtungsweise in decipol umrechnen. Aus der stationären Gleichung

$$\text{LWR}_{\text{m}} = \frac{\dot{\text{CO}}_2_{\text{stör}}}{\text{CO}_2_{\text{i}} - \text{CO}_2_{\text{a}}}, \quad (2.3-25)$$

folgt mit der Definition von LWR ($\dot{V} = \text{LWR} \cdot V_{\text{Raum}}$, Gleichung 2.3-4) sowie der Abkürzung

$\dot{\text{CO}}_2_{\text{prod}} = V_{\text{Raum}} \dot{\text{CO}}_2_{\text{stör}}$ in $[\text{m}^3/\text{h}]$ für die CO_2 -Produktionsrate der Ausdruck

$$\dot{V} = \frac{\dot{\text{CO}}_2_{\text{prod}} \quad [\text{m}^3/\text{h}]}{\text{CO}_2_{\text{i}} - \text{CO}_2_{\text{a}} \quad [\text{ppm}]} \quad (2.4-5)$$

Somit läßt sich der FANGER-Maßstab (Gleichung (2.4-4)) mit dem CO_2 -Maßstab vergleichen:

$$\dot{V} = \frac{\dot{\text{CO}}_2_{\text{prod}} \quad [\text{m}^3/\text{h}]}{\text{CO}_2_{\text{i}} - \text{CO}_2_{\text{a}} \quad [\text{ppm}]} = \frac{\text{LQ}_{\text{stör}} \quad [\text{olf}]}{\text{LO} \quad [\text{decipol}]} \quad (2.4-6)$$

Bei einer angenommenen CO_2 -Produktionsrate eines Menschen von $\dot{\text{CO}}_2_{\text{prod}} = 18 \text{ Liter/s} = 64.8 \text{ m}^3/\text{h}$, dies entspricht definitionsgemäß einer Verunreinigung $\text{LQ}_{\text{stör}} = 1 \text{ olf}$, folgt aus Gleichung (2.4-6)

$$\frac{\text{CO}_2_{\text{i}} - \text{CO}_2_{\text{a}}}{500} \quad [\text{ppm}] = \text{LO} \quad [\text{decipol}]. \quad (2.4-7)$$

Závěr:

Jako kritériální a měřitelná hodnota se udává tzv. **Pettenkoferovo kritérium**. Jde o koncentraci 0,10 % (1000ppm) CO₂ (1877)

Pro průběžné odstraňování běžných tělesných pachů klasický Pettenkoferův normativ požaduje **15-25 m³.h⁻¹** na osobu.

Splnit, aby takový proud vzduchu zajistil komfort obyvatel lze dosáhnout pouze pomocí řízeného větrání.

Tato hodnota je stále základní veličinou standardů většiny vyspělých států. Vychází z ní standard ASHRAE, DIN aj..

1 osoba - CO₂ (podle aktivity) 10 až 75 l za hodinu.

Ve čtyřčlenné domácnosti je proto potřebné množství čerstvého vzduchu za den 2000 a 3000 m³, aby koncentrace CO₂ zůstala pod kritickou hodnotou.

To znamená, že výměna vzduchu je potřebná v bytě s 75 m² každých 1,5 až 2 hodiny a v rodinném domě se 140 m² asi každé 3 hodiny.

Pracovní prostředí

Dávky vzduchu na osobu na pracovišti podle typu prováděné činnosti, resp. energetického výdeje zaměstnance, jsou uvedeny v nařízení vlády č. 361/2007 Sb.:

* 25 m³.h⁻¹ na zaměstnance tříd I

• 50 m³.h⁻¹ na zaměstnance tříd Ib nebo IIa (přibližně práce v sedě spojená s lehkou manuální činností),

70 m³.h⁻¹ na zaměstnance tříd IIb až IIIb (přibližně práce vstoje občasně spojená s pomalou chůzí),

90 m³.h⁻¹ na zaměstnance tříd IVa až V (těžká fyzická práce).

• V příp. kouření je požadováno zvýšení dávek vzduchu o 10 m³.h⁻¹/os.

• S dalším zvýšením dávek vzduchu se počítá tam, kde je pracoviště s přístupem veřejnosti. Množství přiváděného venkovního vzduchu se zvyšuje úměrně předpokládané zátěži 0,2 až 0,3 osoby/m² nezastavěné podlahové plochy.

Množství vodní páry v obývaných místnostech

Vodní pára je plyn bez barvy a zápachu, trvale se produkuje ve velkém množství (ve čtyřčlenné domácnosti vzniká průměrně za den objem vodní páry cca. 10 000 až 19 000 l).

Relativní vlhkost vzduchu od ca. 40 do 70 % se považuje za normální.

Suchým vzduchem se podporuje elektrostatické nabíjení a vysušování sliznice, při velmi suchém vzduchu (pod cca. 40 %) se vyskytuje množení určitých bakterií, které jsou zodpovědné za bronchiální onemocnění

Při déle trvající relativní vlhkosti vzduchu více než 70 % vzniká větší riziko, že na chladných místech bude vodní pára kondenzovat --- plísně.

Oxid uhličitý CO₂

CO₂ se uvolňuje při dýchání a spalování, vysoké úrovně únava a potíže s koncentrací.

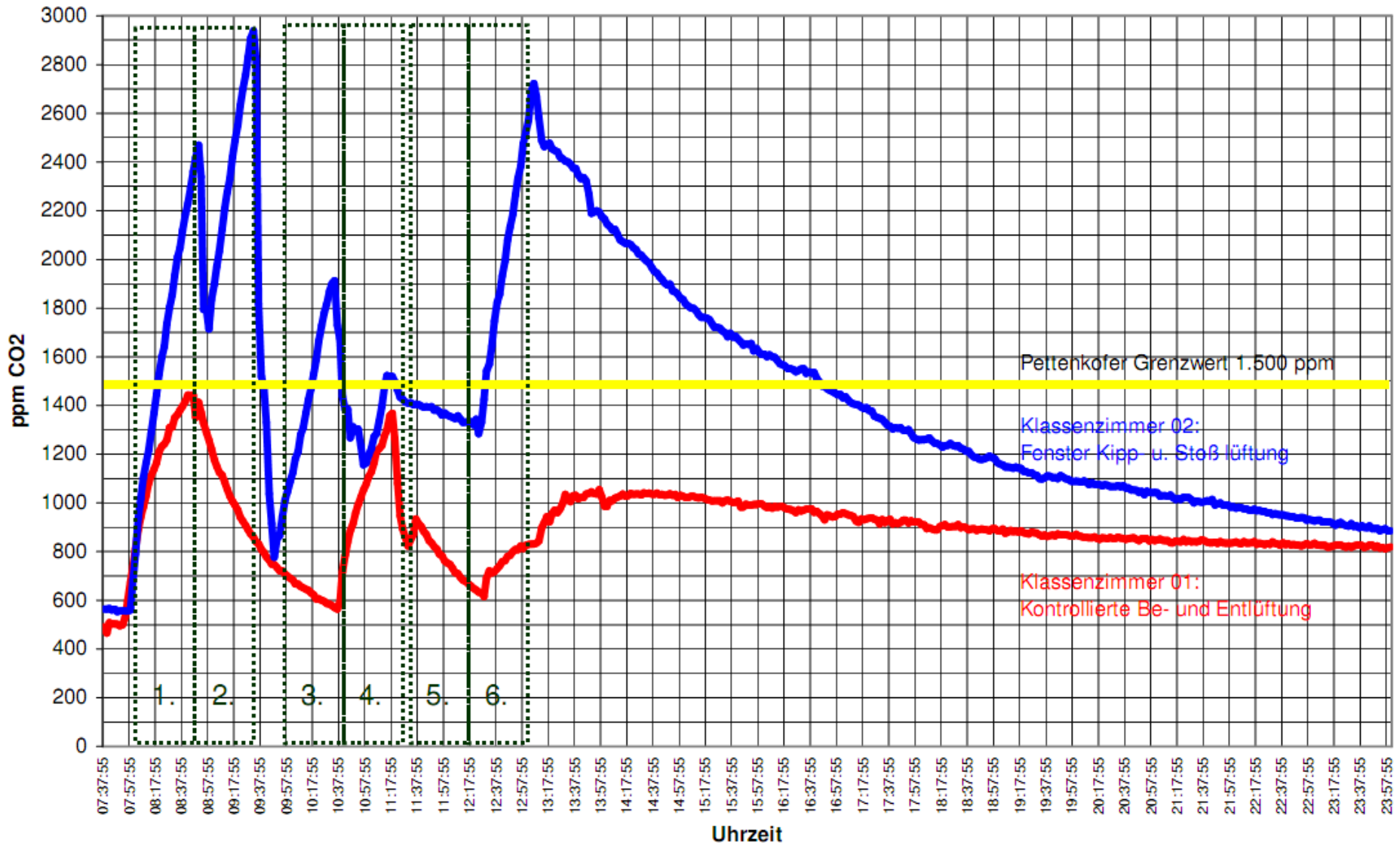
Jako strop, koncentrace CO₂ ve výši 0,1% (v závislosti na Pettenkofer).

Produkce CO₂ od dospělých je závislá na činnosti na 10 až 75 l za hodinu.

Výměna vzduchu je vyžadována 1 - 0,5 typické pro 4 - domácnosti a obytné ploše 74m².

Pettenkofer si uvědomil, že koncentrace CO₂ silně koreluje s vůní lidské pachy. Soulad s CO₂ koncentrace limit, dobrou kvalitu vnitřního ovzduší je způsobeno nízkou zaručena jinými látkami.

Zajistit trvalý soulad s limitem 1000 ppm CO₂ DIN 1946-6 potřebuje čerstvý vzduch, průtok 30m³ / h na osobu. Podle DIN 1946-2 pro vyšší, ale ne doporučený limit z 1500 ppm CO₂, stačí venkovní rychlost vzduchu 20m³ / h



Stanovení produkce CO₂ od osob:

V klidu (noc):

$q_1 = 40 \text{ Wm}^{-2}$; frekvence 12 - 16 vdechů/min, kapacita 500 ml/vdech, tj. 360 - 480 l vzduchu/hod/os. Při zastoupení CO₂ ve vydechovaném vzduchu 3,5 % obj. bude maximální produkce CO₂ :

Produkce = 480 litrů x 0,035 = **16 l CO₂/hod/dospělá osoba**.
(obdobně to vyjde z minutové produkce 0,26 l CO₂/min, tj. 15,6 l CO₂/hod).

Průměrná produkce CO₂ člena rodiny (2 dospělí + 2 děti):

$$p_g = \frac{(16 \times 2) + 0,8 (16 \times 2)}{4} = 14 \text{ l/hod/os osoba}$$

Den:

$q_1 = 60 \text{ Wm}^{-2}$; zvýšená produkce 20 l CO₂/hod/osoba:

$$p_g = \frac{(20 \times 2) + 0,8 (20 \times 2)}{4} = 18 \text{ l/hod/os osoba}$$

Dávka větracího vzduchu:

přípustná kvalita mikroklimatu hodnocená podle CO₂

na úrovni 1200 ppm (1,2 l m⁻³) dle EN CR 1752 CEN

při venkovní koncentraci 370 ppm (tj. 0,37 l m⁻³) a

produkci 16 l CO₂ /h/os vyžaduje průměrnou dávku čerstvého vzduchu:

$$V_{\min} = \frac{16}{1,2 - 0,37} = 19 \text{ m}^3 / \text{h} / \text{os}$$

pro dodržení klasické Pettenkoferovy hodnoty 1000 ppm je nutný přívod 25,4 m³/h/os

Vaření

Velkým zdrojem emisí vodní pára

Sušení prádla nebo sprchování

Vlhkost V nedostatečně větraných koupelnách ke kondenzaci na stěnách a vzniku plísní. [1]

Laserové tiskárny

Do ovzduší malá množství ozónu

Desinfekční prostředky, Savo. Výrazně dráždivé emise

Nábytek, koberce, podlahové krytiny

Celá řada organických látek „těkavé organické sloučeniny“
"VOC" z anglického Volatile Organic Compounds

Limity stanovuje Vyhláška č. 6/2003. [1]

Delší pobyt v nedostatečně větraných budovách

SBS - Sick Building Syndrome - „Syndrom nemocných budov“

Správné větrání

Vyměnit dostatečné množství vzduchu 15-25m³/osobu za hodinu

Nezaznamenat velké tepelné ztráty –řízené větrání

Přiměřené větrání - výměna vzduchu 0,3 až 0,6 objemu /h v době obývání,
0,1 objemu /h když jsou prázdné (pokud je tam hodně květin—pak více)

Cena větrání

Průměrný rodinný dům s objemem obytných místností 300m³

Ohřev větracího vzduchu při vnitřní teplotě 20 C a venkovní teplotě –12 C
příkon přibližně 1,7 kW

Za rok je to přes 3 MWh tepla (i přes 8 000,- ročně při topení elektřinou)

Ve slušně zatepleném domě to je skoro **1/3 celkové tepelné ztráty**