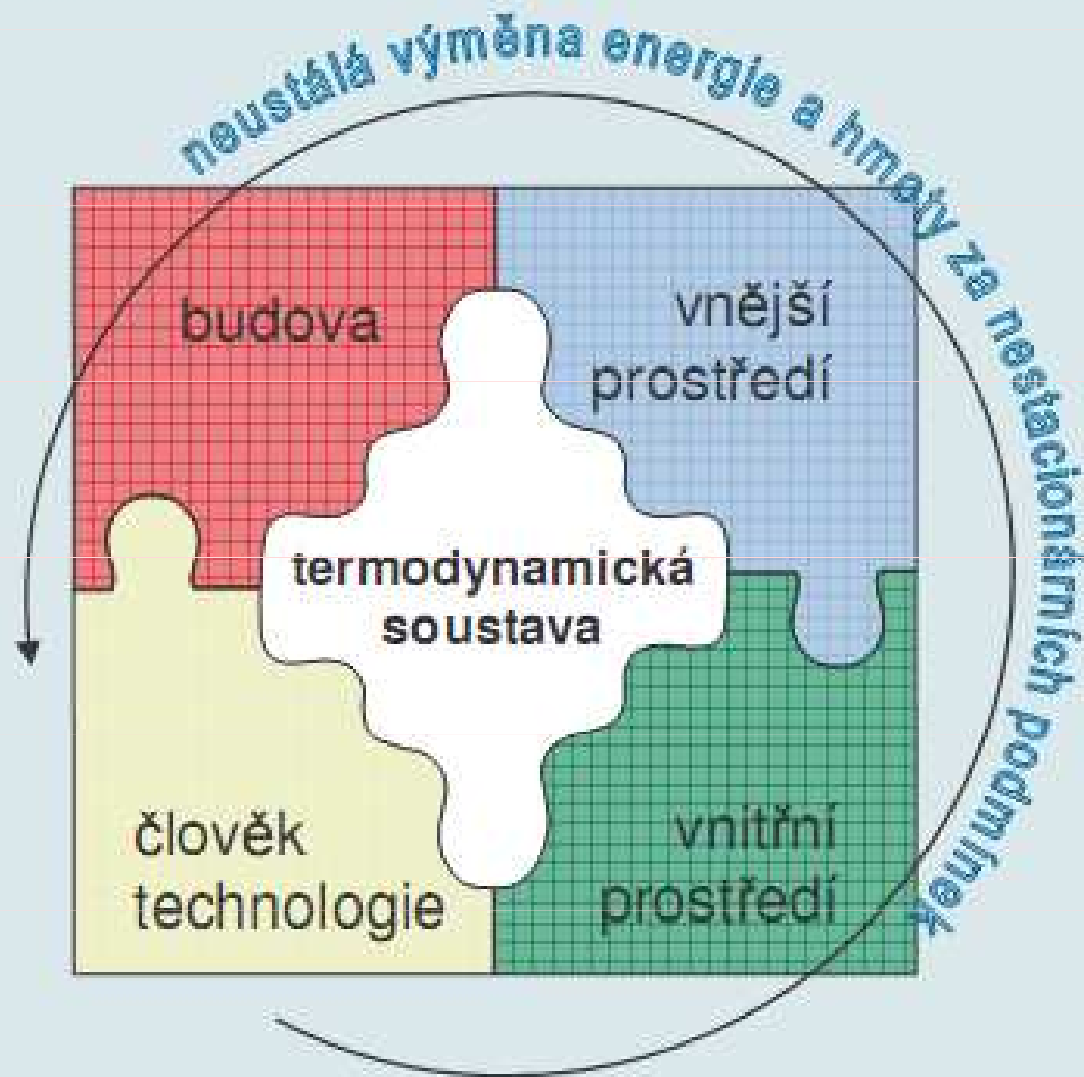


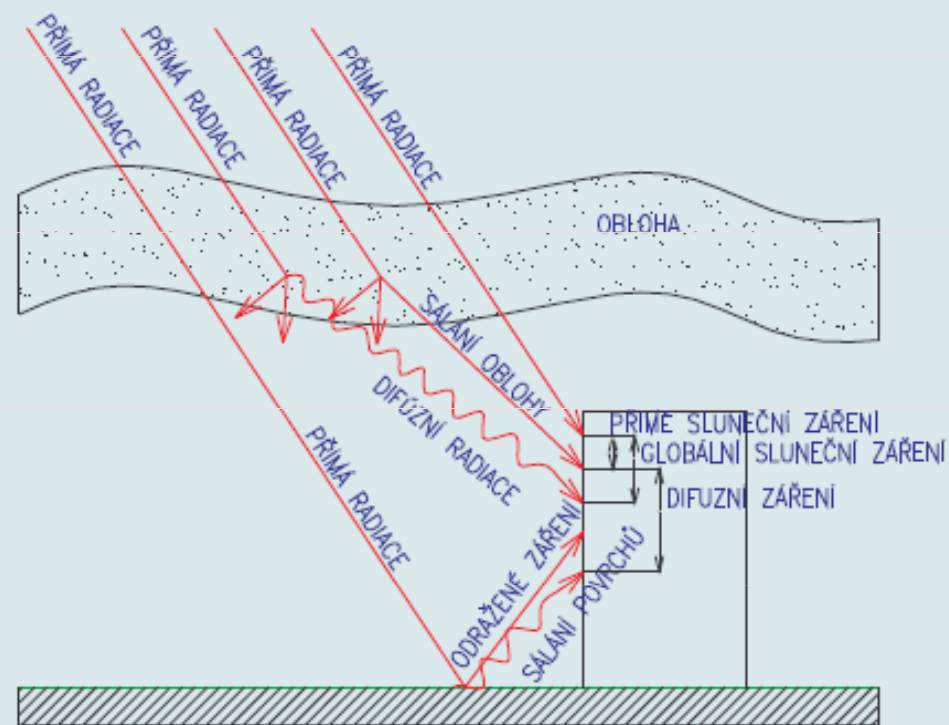
Základní problematika

Principiální schéma





Vnější faktory Distribuce slunečního záření na Zemi



$$I_{s,p,i} = I_{s,k} \cdot e^{-a_r m T_m}$$

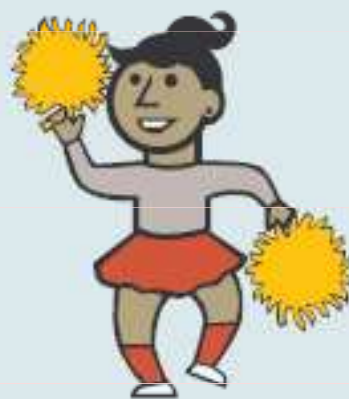
→ KRÁTKOVLNNÉ ZÁŘENÍ
→ DLOHOVLNNÉ ZÁŘENÍ

Vnitřní faktory

Vnitřní zdroje tepla (a vodní páry)



VYTÁPĚNÍ



ČLOVĚK



VAŘENÍ



ELEKTRONIKA



OSVĚTLENÍ



EL. PŘÍSTROJE



Co je tepelně vlhkostní mikroklima ?

= složka prostředí, určovaná
toky tepla a vodní páry



popisuje se veličinami: teplota vzduchu a stěn
rychlost proudění vzduchu
vlhkost vzduchu

Hygienické předpisy v ČR pro pracovní prostředí

Třída práce	M [W.m ⁻²]	Operativní teplota t_o [°C]			v_a [m.s ⁻¹]	Rh [%]
		$t_{o\ min}$	$t_{o\ opt}$	$t_{o\ max}$		
I	≤ 80	20	22 ± 2	28	0,1 až 0,2	30 až 70
IIa	81 až 105	18	20 ± 2	27	0,1 až 0,2	
IIb	106 až 130	14	16 ± 2	26	0,2 až 0,3	
IIIa	131 až 160	10 ⁺	12 ± 2	26 ⁺	0,2 až 0,3	
IIIb	161 až 200	10 ⁺⁺	12 ± 2	26 ⁺⁺	0,2 až 0,3	

Celoročně a celosměnově přípustné mikroklimatické podmínky pro jednovrstvý až třívrstvý oděv, tj. tepelný odpor oděvu $R = 0,5$ až 1 clo a relativní vlhkost vzduchu 30-70 %

Subjektivní hodnocení TV stavu prostředí

ČSN ISO 10 551

Stanovení vlivů tepelného prostředí
použitím posuzovacích stupnic

Subjektivní vjem prostředí – dotazníky:

Stupeň	3	2	1	0	-1	-2	-3
Tepelný pocit	Horko	Teplo	Mírně teplo	Neutrálně	Mírně chladno	Chladno	zima
Spokojenost s prostředím	Značná nepohoda		Mírná nepohoda	Pohoda komfort	Mírná nepohoda	Značná nepohoda	
prostředí	horké		optimální			chladné	

International Centre for Indoor Environment and Energy

Thermal manikin



„Vytápěná figurína“ má 16 samostatně vyhřívaných zón. Tepelná ztráta z povrchu kůže může být snímána z 8 různých míst.

Nahrazuje člověka, je vystavován různým podmínkám, oblečení (také spací pytel apod.)

Simulují lidi z různých evropských zemí.

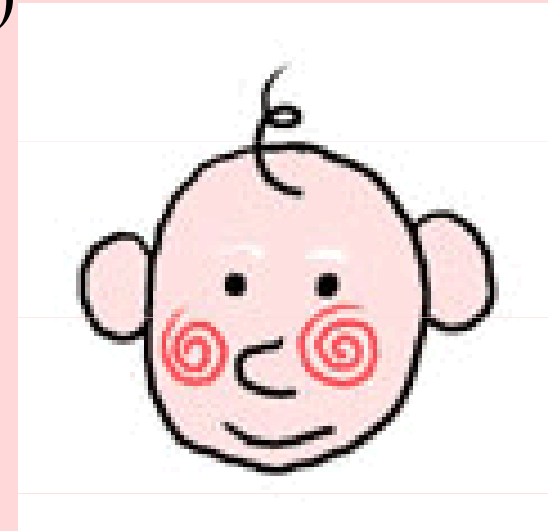
Měření proudění vzduchu při velmi malých rychlostech Laser Doppler anemometrem.



Vstupní veličiny subjektu

$$A = 0,202 \cdot m^{0,425} \cdot h^{0,725}$$

- Hmotnost m , výška h → povrch těla A_{DU} (m²)
- energetický výdej M (W/m²)
- vnější práce W (W/m²)
- tepelná izolace oděvu I_{clo} (m²K/W)
- difúzní odpor oděvu R_t (m²Pa/W)
- maximální intenzita pocení E_{max} (W/m²Pa)



Vstupní veličiny prostředí

- teplota vzduchu t_a (°C)
- vlhkost vzduchu - parciální tlak vodní páry p (Pa)
- teplota stěn (radiační teplota) t_r (°C)
- rychlost proudění vzduchu v_a (m/s)

Rovnice tepelné bilance člověka

$$M - W = C_{res} + E_{res} + K + C + R + E + S$$

produkce = výdej + akumulace

$$\mu = \frac{W}{M}$$

M energetický výdej

W mechanická práce

C_{res} ... výměna citelného tepla dýcháním

E_{res} ... výměna vázaného tepla dýcháním

K výměna citelného tepla vedením

C výměna citelného tepla prouděním

R výměna citelného tepla sáláním

E výměna vázaného tepla odpařováním

S akumulace tepla v těle

teplota kůže
tvar těla
velikost tělního povrchu
difúzní propustnost kůže
tělní izolace

výsledná vzduchu
teplota okolních ploch
relativní vlhkost
rychlost vzduchu

vzájemná
interakce

CITELNÉ TEPLLO

volná nebo nucená
konvekce

vedení kontaktem
s pevnými povrchy

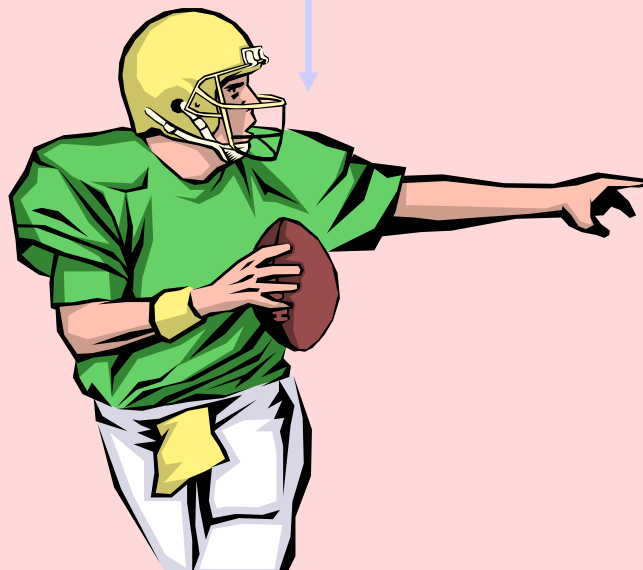
výměna tepla sáláním
s okolními plochami

VÁZANÉ TEPLLO

difúze vodní páry kůží

mokrý pocení

odpařování vody
z dýchacích cest



termoregulační pochody
pro vytvoření rovnováhy

fyzikální
termoregulace

chemická
termoregulace

mechanická
termoregulace

Tepelná produkce člověka

energetický výdej M

- **Bazální metabolismus** – teplo je produktem biologických procesů (chemická energie potravy)
- **Svalový metabolismus** – teplo vedlejším produktem fyzické činnosti člověka (účinnost lidské práce je nízká)

Energetický výdej se vyjadřuje jako:

- Tepelný výkon průměrného (standardního) člověka (W)
- Tepelný výkon na jednotku plochy tělesného povrchu (W/m^2)
- Tepelný výkon v jednotkách met (1 met odpovídá tepelné produkci sedícího člověka)

Hodnoty metabolismu brutto zahrnují i bazální metabolismus.

Složky energetického výdeje M

Bazální metabolismus:

- muž 44 W/m^2
- žena 41 W/m^2

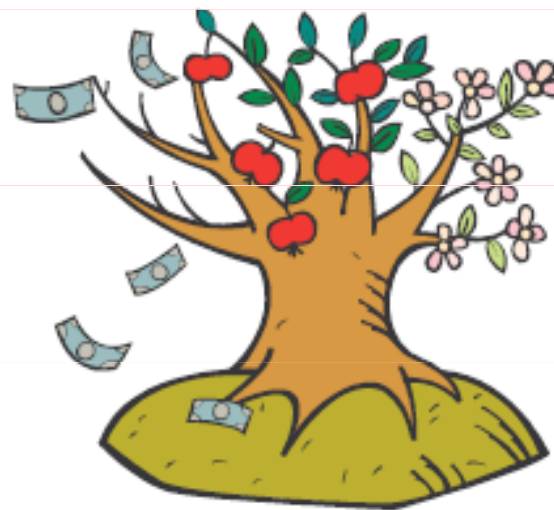


Svalový metabolismus:

- Poloha těla
 - V sedě 10 W/m^2
 - V kleče 20 W/m^2
 - Ve stoje 25 W/m^2
- Druh a rychlost práce
 - Práce rukou 30 W/m^2
 - Práce oběma pažemi 85 W/m^2
 - Práce trupem 190 W/m^2

1. Zeleň, urbanismus

- snížení nadměrného **jasu** slunce
- omezuje **vzestup teploty** vzduchu, noční sálání půdy
- **čistí** vzduch, produkuje kyslík, **vlhčení a filtrace** vzduchu
absorbují aerosol, při vysoké vlhkosti kondenzuje voda na listech – vyrovnání tepelné bilance z rosy
- regulace **obtékání budovy**
větrém, větrání nebo větrná bariéra
- vysoká zeleň je vhodná ve směru převládajících větrů a ze západu



Hodnocení oděrového mikroklimatu

koncentrace CO₂
koncentrace TVOC

Dávka větracího vzduchu na osobu
Olf, decipol

LIDÉ

STAVBA A ZAŘÍZENÍ

§ **Průměrná hodnota CO₂** v průběhu 24 h, která se předpisuje klasickou hodnotou **1000 ppm (1800 mg/m³)**, stanovenou v 19. stol. Maxem von Pettenkoferem, což odpovídá cca 20 % nespokojených neadaptovaných osob. Na tuto hodnotu je třeba dimenzovat vzduchotechnická zařízení.

§ **Nejvýše přípustná hodnota CO₂**, která by nikdy neměla být překročena (v průběhu celých 24 h) je koncentrace **1200 ppm (2160 mg/m³)**, tato hodnota se blíží hodnotě 35 % nespokojených neadaptovaných osob.

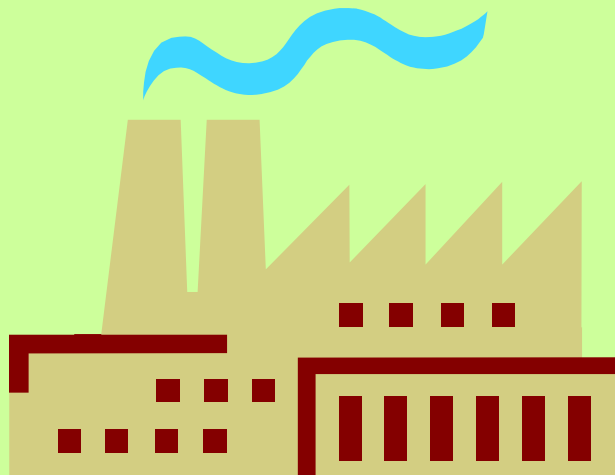
Hladiny odérů – stanovení množství vzduchu pro větrání (Ashrae 62-1989)

místo	Lidé (m ³ /h os.)	Budova (m ³ /h.m ²)
Učebny	11	2
Laboratoře	13	10
Taneční, hudební, divadelní sál	25	2,5
Shromažďovací prostory	11	2
Dílny (zpracování dřeva i kovu)	14	7

„Množství vyměňovaného vzduchu ve větraném prostoru se stanovuje s ohledem na množství osob a vykonávanou činnost tak, aby byly dodrženy mikroklimatické podmínky a hygienické limity chemických látek a prachu.“ (dále ještě koncentrace bakterií a plísní)

EXTERIÉR

Zákon č. 86/2002 Sb.
O ochraně ovzduší
a jeho prováděcí předpisy
Imisní limity pro látky
znečišťující venkovní ovzduší
platné v ČR od r. 2002



INTERIÉR

Vyhláška č.6/2003 Sb., kterou se
stanoví hygienické limity chemických,
fyzikálních a biologických ukazatelů
pro vnitřní prostředí pobytových
místností některých staveb

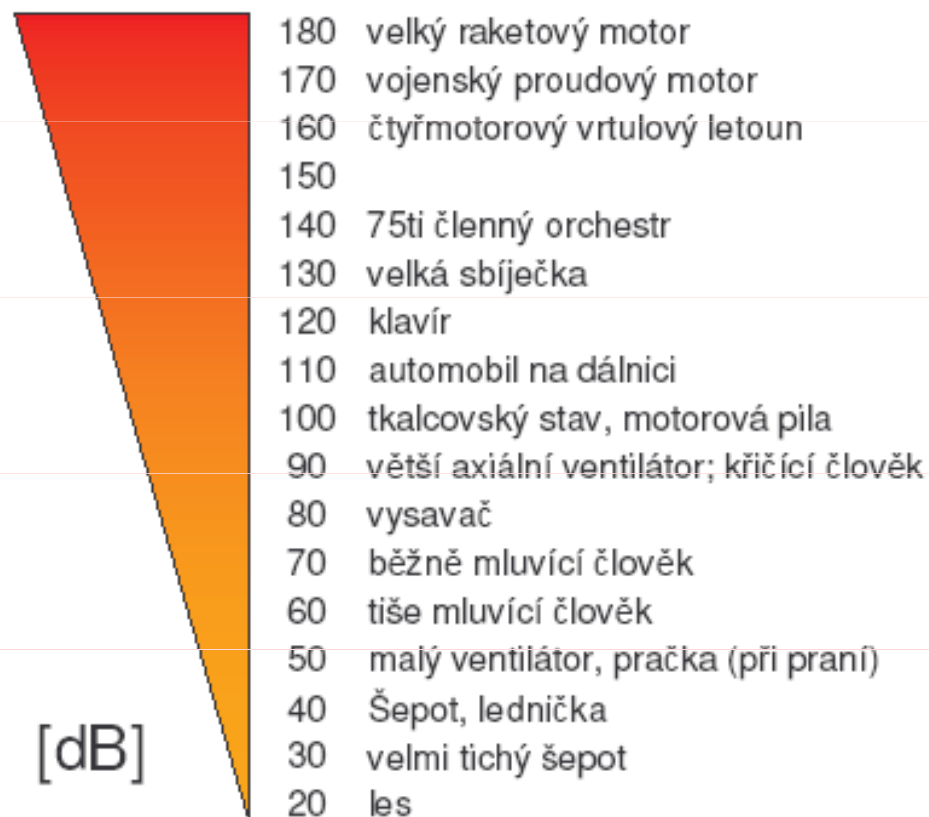
MNOŽSTVÍ VZDUCHU PRO VĚTRÁNÍ



Akustické mikroklima



Akustický výkon různých zdrojů



Sluchové pole

ČLOVĚK:	20 - 20 000 Hz
PES:	40 - 46 000 Hz
KŮŇ:	31 - 40 000 Hz
SLON, SKOT:	16 - ? Hz



Nízké frekvence se přenáší do větší vzdálenosti, tak se mohou sloni dorozumívat na vzdálenost 4 i více km.

Např. se dvojnásobením vzdálenosti r od zdroj klesne hladina hluku o 6 dB.

Hodnocení hluku v ČR

Doba dozvuku v učebnách i tělocvičnách max. 0,6 s; na chodbách 1,0 s

Při překročení denní expozice 85 dB použití **osobních ochranných prostředků**

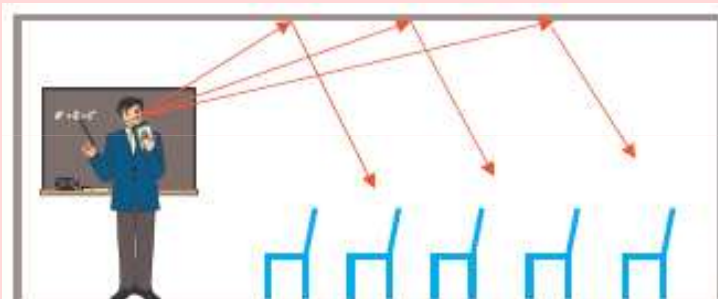
Posuzují se rovněž vibrace (infrazvuk) a ultrazvuk.



Rozlišuje se

- ustálený a proměnný hluk (5 dB)
- impulsní hluk (kratší než 0,2 a přesahující o 10 dB)
- hluk s výraznými tónovými složkami (v 1/3 oktávy přesahující o 5 dB ostatní frekvence)
- vysokofrekvenční hluk (nad 8kHz)
- nízkofrekvenční hluk (do 50 Hz)

43



Veškeré signály, které přijdou se zpožděním větším než 50 ms, způsobují **ozvěnu**.

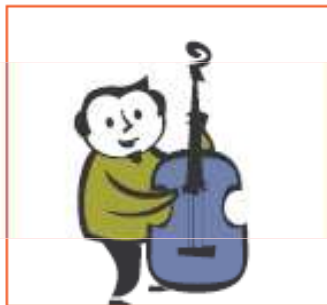
Doba dozvuku

$$T_s = 0,164 \frac{V}{A}$$

Sabinův vzorec, který poměrně dobře platí pro malé hodnoty poměrné pohltivosti.

Doba dozvuku

Experimentálně bylo zjištěno, že nejvýhodnější doba dozvuku je pro:



koncertní sály
1,0 až 1,5 s



přednáškové síně
0,8 až 1,0 s

V blízkém okolí zdroje zvuku by měly být stěny poměrně dobře **odrážlivé** a naopak v odlehlém konci sálu podstatně více **pohltivé**. Na odlehlém konci sálu jsou nebezpečné zejména zaoblené stěny, které koncentrují zvuk do jediného místa a vedle sebe zanechávají zvukem nepřesycené prostory.

Prostorová akustika halových staveb - SAZKA ARÉNA

multifunkční hala s objemem 240 000 m³

- požadavek **stálé akustické atmosféry nezávisle na počtu osob** v hale
- požadavek **vysoké srozumitelnosti** mluveného i zpívaného slova.

Volba sedadel s důrazem na jejich akustické vlastnosti, ošetření střechy a stěn akustickými materiály - snížení doby dozvuku z 11 s až na 1,9 s a to tak, že všech cca 18 000 sedadel má akustickou úpravu. V zadní straně opěrky je membrána, která pohlcuje nízké kmitočty a ze spodu sedadla je absorbér středních a vysokých kmitočtů. Samo sedadlo je vlastně řešeno tak, že imituje pohltivost návštěvníka, takže je akustika stejná ať je hala obsazená nebo poloprázdná.



Eliminace hluku

- akustické obklady, podhledy a absorbéry



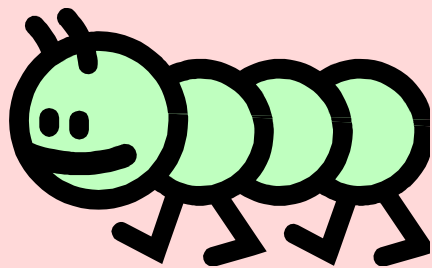
Odérové, toxické, aerosolové a mikrobiální mikroklima



Složení vzduchu

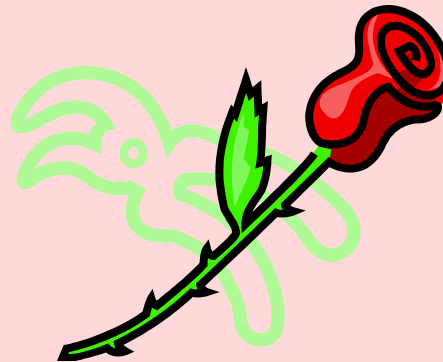
KYSLÍK

MIKROB
Y



OXID UHLIČITÝ

ODÉRY



ARGON

DUSÍK

TOXIN
Y



AEROSOL
Y



VODNÍ PÁRA

Stanford a Reynolds
(5 tisíc osob
- pokusy s oděry)

Air design



Do 15 let: heřmánek, máta, tající sníh,
pokosená tráva – **zlepšení výkonosti**

Do 35 let: jehličnaté stromy, pryskyřice, čerstvá jablka,
levandule, mateřídouška, seno, med - **dobrá nálada,
příjemný pocit**

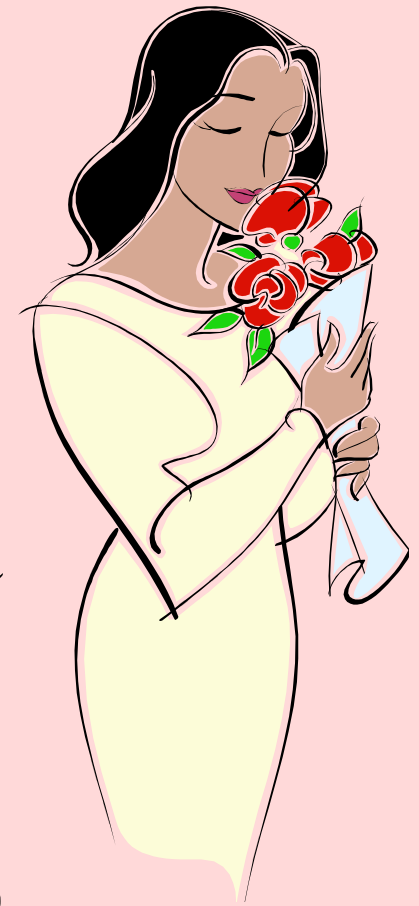
Všichni: růže, citrusy, rybíz - **chuť k životu a práci**

Všichni: jasmín, šeřík - **odpočinek**

Subjektivní vnímání látek různé povahy a původu

1 olf = znečištění vzduchu jednou standardní osobou (kancelářská práce v tepelné pohodě), která se 0,7x denně koupe.

1 decipol = kvalita vzduchu znečištěného jednou standardní osobou (1 olf) s větráním 10l/s (36m³/h) venkovního vzduchu (subjektivní hodnocení).



Hladiny odérů – stanovení množství vzduchu pro větrání (Ashrae 62-1989R)

místo	Lidé (m ³ /h os.)	Budova (m ³ /h.m ²)
Učebny	11	2
Laboratoře	13	10
Taneční, hudební, divadelní sál	25	2,5
Shromažďovací prostory	11	2
Dílny (zpracování dřeva i kovu)	14	7

Stanovení množství vzduchu pro větrání v ČR

Nařízení vlády 178/2001 Sb.	Lidé (m ³ /h os.)
Lehce pracující osoba	50
Osoba pracující ve stoje a v chůzi	70
Těžce pracující osoba	90
Přirážka na kuřáka	10

Ostatní stavby – Vyhláška č.6/2003 Sb.

„Množství vyměňovaného vzduchu ve větraném prostoru se stanovuje s ohledem na množství osob a vykonávanou činnost tak, aby byly dodrženy mikroklimatické podmínky a **hygienické limity chemických látek a prachu, koncentrace bakterií a plísní.**)

Stanovení množství vzduchu pro větrání v ČR

Nařízení vlády 178/2001 Sb.	Lidé (m ³ /h os.)
Lehce pracující osoba	50
Osoba pracující ve stoje a v chůzi	70
Těžce pracující osoba	90
Přirážka na kuřáka	10

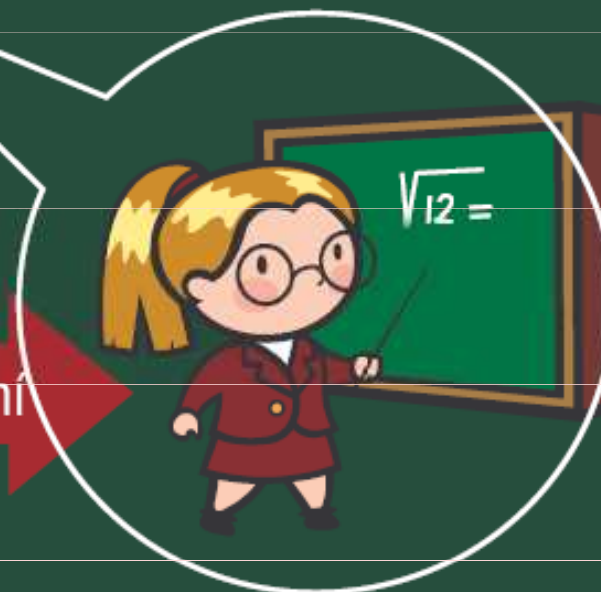
Ostatní stavby – Vyhláška č.6/2003 Sb.

„Množství vyměňovaného vzduchu ve větraném prostoru se stanovuje s ohledem na množství osob a vykonávanou činnost tak, aby byly dodrženy mikroklimatické podmínky a **hygienické limity chemických látek a prachu.**“ (dále ještě **koncentrace bakterií a plísní**)

Ionizační klima

Částice ionizujícího záření pronikají ozářenou hmotou, rozbíjí molekulární vazby a vytváří ionty

Ionizující záření



→ Přírodní radioaktivní látky (uran)

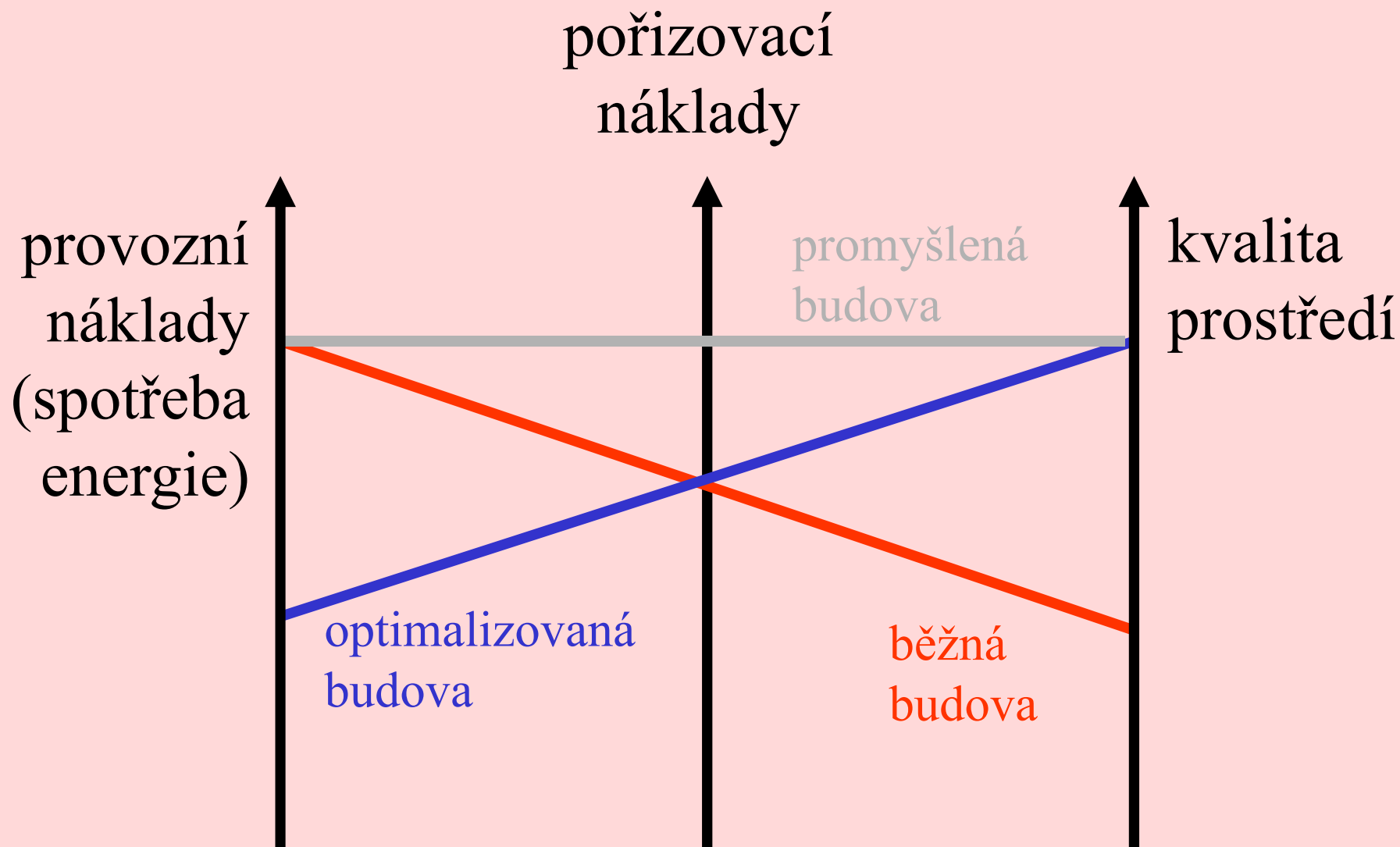
→ Umělé zdroje radioaktivity (rentgen)

Aktivita radioaktivní látky (Bq) je určena počtem samovolných jaderných přeměn za sekundu.



Optimalizace

nalezení takové kombinace architektonicko stavebního řešení a soustav TZB, které zajistí: **požadovanou kvalitu prostředí za rozumnou cenu**



Vyhláška č. 410/2005 Sb. o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých

Částka: 141/2005 Sb. Předpis ruší: 108/2001 Sb.

Ministerstvo zdravotnictví v dohodě s MŠMTa Ministerstvem práce a sociálních věcí stanoví podle § 108 odst. 2 zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění zákona č. 320/2002 Sb., zákona č. 274/2003 Sb. a zákona č. 362/2003 Sb., (dále jen "zákon") k provedení § 7 odst. 1 zákona:

Prostorové podmínky

V prostorech zařízení pro vzdělávání musí na 1 žáka připadnout v učebnách nejméně **1,65 m²**, v odborných pracovnách, laboratořích a počítačových učebnách, v jazykových učebnách nejméně **2 m²**.

V učebnách pracovních činností základních škol musí připadnout na 1 žáka nejméně **4 m²**.

Ve školách uskutečňujících vzdělávací program pro žáky se specifickými potřebami se stanoví plocha na 1 žáka v teoretických učebnách nejméně **2,3 m²**.

Světelné podmínky

(1) Úroveň denního i umělého osvětlení prostorů se zobrazovacími jednotkami musí být v souladu s normovými hodnotami a požadavky ^{12,13,14}).

(2) Pracoviště u zobrazovacích jednotek musí být umístěna tak, aby žáci nebyli oslňováni jasným osvětlovacím otvory a ani se jim tyto otvory nezrcadlily na zobrazovací jednotce.

Svítilna musí být vhodně rozmístěna a mít takové rozložení jasů a úhly clonění, aby se nezrcadlila na zobrazovací jednotce a nedocházelo ke ztížení zrakového úkolu.

Mikroklimatické podmínky

(1) Stavební řešení budov zařízení pro vzdělávání musí být navrženo tak, aby povrchová teplota vnitřních částí obvodových stěn nebyla podstatně rozdílná od teploty vzduchu, a to jak v letním, tak v zimním období roku.

(1) Průměrná intenzita větrání čerstvým vzduchem (výměna vzduchu) v době využití interiéru musí při přirozeném větrání vyhovovat požadavkům na výměnu čerstvého vzduchu podle přílohy č. 3 této vyhlášky.

(2) Pokud venkovní stav prostředí neumožňuje využít přirozené větrání, například pro překročení přípustných hladin venkovního hluku, nebo překročení přípustných škodlivin ve venkovním prostředí, musí být mikroklimatické podmínky a intenzita větrání čerstvým vzduchem zajištěna přednostně vzduchotechnickým zařízením.

Zásobování vodou

Zařízení pro výchovu a vzdělávání a provozovny pro výchovu a vzdělávání musí mít zajištěnu dodávku tekoucí pitné vody podle zvláštního právního předpisu ¹⁰⁾.

Z kapacitních hledisek musí dodávka splňovat tyto požadavky:

- a) na 1 dítě v předškol.věku musí být k dispozici nejméně 60 l vody na den,
- b) na 1 žáka školy musí být k dispozici nejméně 25 l vody na den,
- c) v ubytovacích zařízeních musí být na 1 ubytovaného k dispozici nejméně 200 l vody na den.

Provozní podmínky

- Časové rozložení výuky, sestava rozvrhu a režim dne zařízení pro vzdělávání se stanoví podle požadavků zvláštního právního předpisu ¹⁾ s ohledem na věkové zvláštnosti dětí i žáků, jejich biorytmus a náročnost jednotlivých předmětů.
- Při výuce je třeba dbát na prevenci jednostranné statické zátěže vybraných svalových skupin výchovou žáků ke správnému sezení a držení těla.

Úklid a výměna lůžkovin

§ 22

Úklid v prostorách zařízení pro vzdělávání se provádí:

- a) denně setřením podlah a povrchů na vlhko, u koberců vyčištěním vysavačem,
- b) denně vynášením odpadků,
- c) denně za použití čisticích prostředků s dezinfekčním účinkem umytím umývadel, pisoárových mušlí a záchodů,
- d) nejméně jednou týdně omytím omyvatelných částí stěn hygienického zařízení a dezinfikováním umýváren a záchodů,
- e) nejméně dvakrát ročně umytím oken včetně ráků a svítidel,
- f) nejméně dvakrát ročně celkovým úklidem všech prostor a
- g) malováním jedenkrát za 3 roky nebo v případě potřeby častěji.

§ 23

(1) Výměna lůžkovin a prádla v ubytovací části zařízení pro výchovu a vzdělávání a provozovnách pro výchovu a vzdělávání se provádí jednou za 2 týdny, ručníků jedenkrát za týden; v případě potřeby ihned.