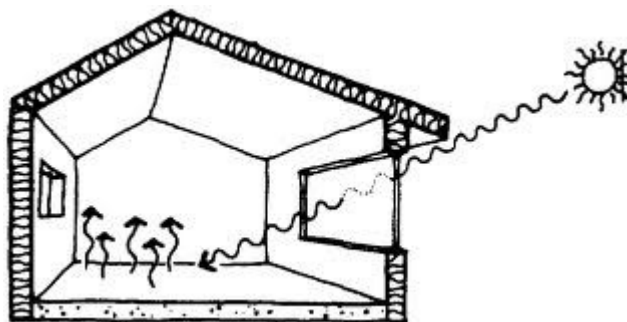


# Bydlíme s fyzikou

## včera, dnes i zítra



Úvodní shrnutí

Větrání obytných prostor

Pasivní stavitelství jako ekonomický koncept

## Úkol:

Jak zajistit optimální stavebně-fyzikální, technické a ekonomické vlastnosti obydlí za dobrou cenu?

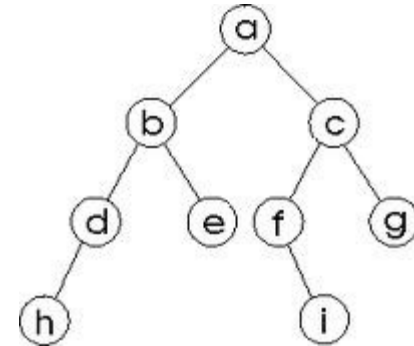
Východiska stavebně konstrukční realizace

pohoda uvnitř  
T,  $\Psi$ , oděry...

energetická bilance budovy  
ztráty x zisky

Omezující podmínka --- na nízkonákladová fungující řešení  
a co nejméně aktivních zařízení

synergie



# Souhrn faktorů ovlivňujících energetickou potřebu objektu

Vliv místních klimatických podmínek

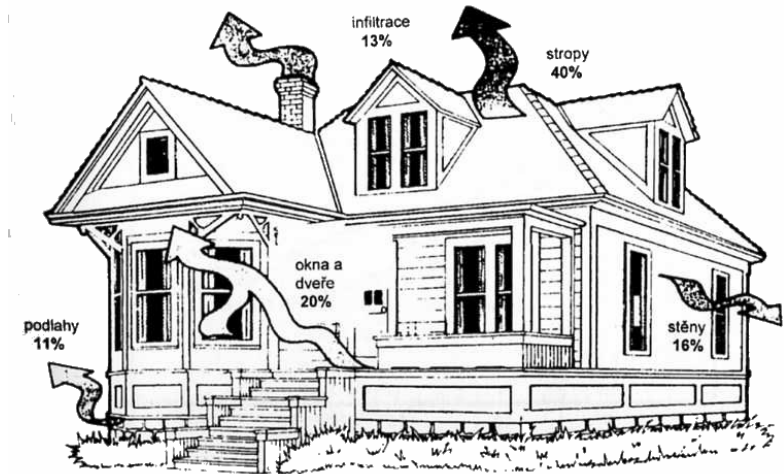
Volba pozemku

Dispozice - orientace ke slunci, vazby na okolí

Tvarové řešení domu - kompaktnost A/V

Požadavky a chování obyvatel domu

Legislativa



Rozdělení tepelných ztrát v samostatně stojícím domku.

S tím, jak se zlepšuje tepelná izolace obálky budovy význam mnoha faktorů z hlediska energetické bilance klesá

## Charakteristika řešení PD

**Obálka budovy – výborná tepelná izolace, U-hodnota cca 0,1 W/(m<sup>2</sup>K)**

**Řešení detailů bez tepelných mostů**

**Vzduchotěsnost – neprodyšná vnější schránka, n<sub>50</sub> pod 0,6 l/h**

**Pasivní využití solární energie**

**Velmi dobré zasklení oken – tři skla a tepelná ochrana,**

**U-hodnota < 0,75 W/(m<sup>2</sup>K), g-hodnota > 50%**

**Velmi dobře izolované okenní rámy, U-hodnota < 0,8 W/(m<sup>2</sup>K)**

**Hygienické větrání – přívod vzduchu do čistých místností, odvod z vlhkých prostor**

**Rekuperace – protiproudým výměníkem vzduch-vzduch, účinnost h > 80%**

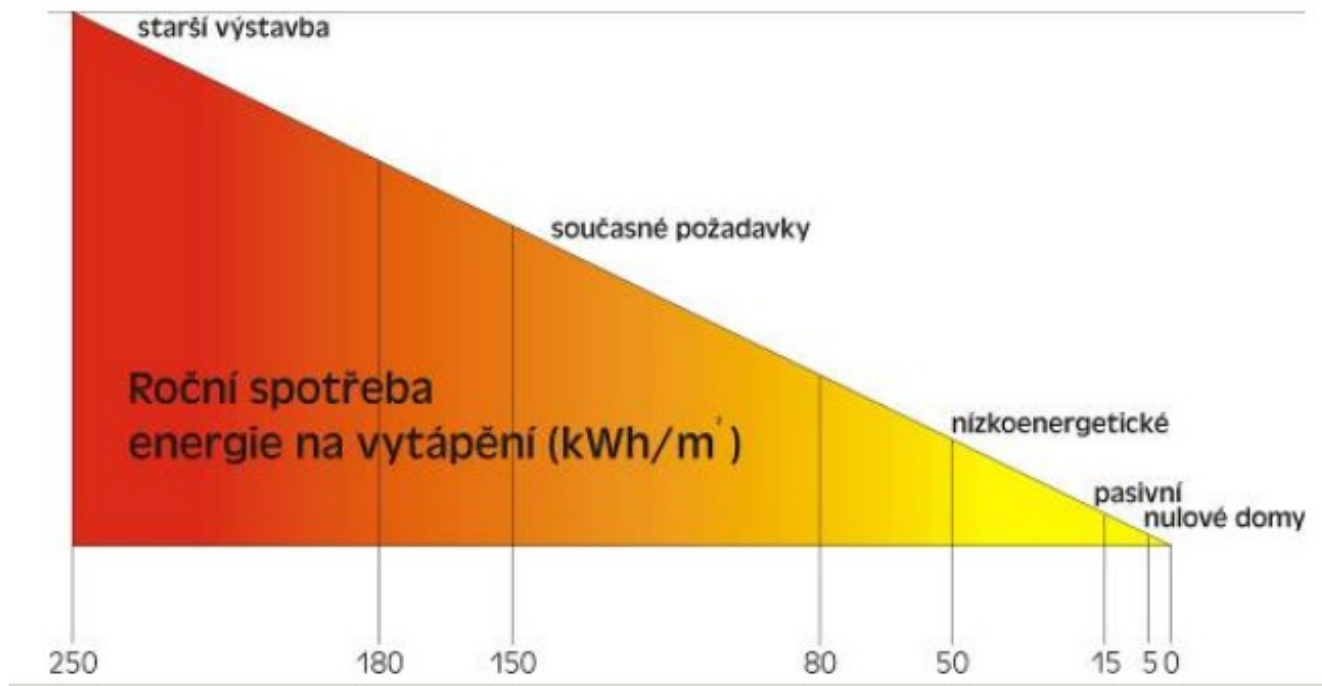
**Latentní využití tepla – tepelná čerpadla – kompaktní agregát,**

**max. tepelný výkon 10 W/m<sup>2</sup>**

**Zemní kolektor – přehřívání nasávaného vzduchu, požadavek na přehřátí nasávaného vzduchu na teplotu > 8°C**

kategorie	potřeba energie na vytápění
	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]
nulové domy	< 5
pasivní domy	< 15
nízkoenergetický domy	< 50
obvyklá novostavba	80 – 140
starší výstavba	často dvojnásobek hodnot pro obvyklé novostavby a více

*Škála energetické náročnosti domů (pouze energie na vytápění)*



Co je?

Návrh standardu pasivního domu vznikl mezi stavebními fyziky v roce 1988.

Funkčnost konceptu pasivního domu ověřena v roce 1996

Dnes

Pasivní výstavba jako exkluzivní řešení

Co by mohlo být?

Vývoj nízkonákladových konstrukčních řešení pro typovou výstavbu

Pasivní výstavba jako standardní řešení



# Podmínky PD

- Vzduchotěsná obálka budovy

- **pohoda**

- **větrání**

Tepelný pocit člověka závisí hlavně na tepelné rovnováze jeho těla jako celku. Tuto rovnováhu ovlivňuje:

1. tělesná činnost
2. oděv
3. parametry prostředí:
  - teplota vzduchu
  - střední radiační teplota (teplota povrchů)
  - rychlost proudění vzduchu
  - vlhkost vzduchu

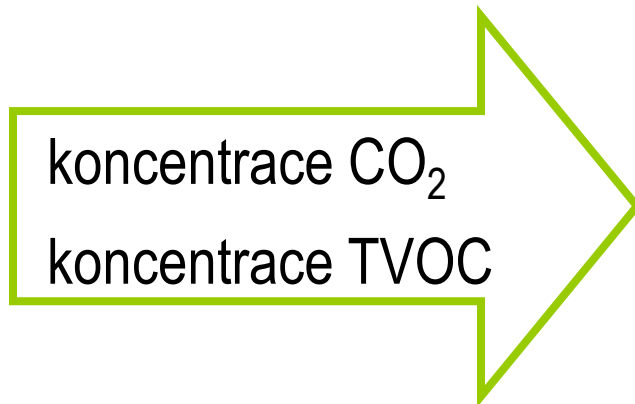


Proč vlastně větráme? Jak moc větrat? Co je měřitelné jako kritérium kvality větrání?

# ZÁKLADNÍ PROBLÉM: STANOVENÍ MNOŽSTVÍ VZDUCHU PRO VĚTRÁNÍ

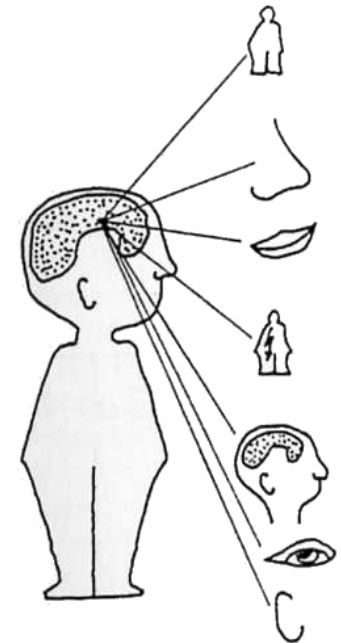


Hodnocení kvality vzduchu – množství vodní páry,  $\text{CO}_2$ , TVOC



**LIDÉ**

**STAVBA A ZAŘÍZENÍ**





# Hodnocení odérového mikroklimatu

Total volatile organic compounds - TVOC

## Subjektivní vnímání látek různé povahy a původu

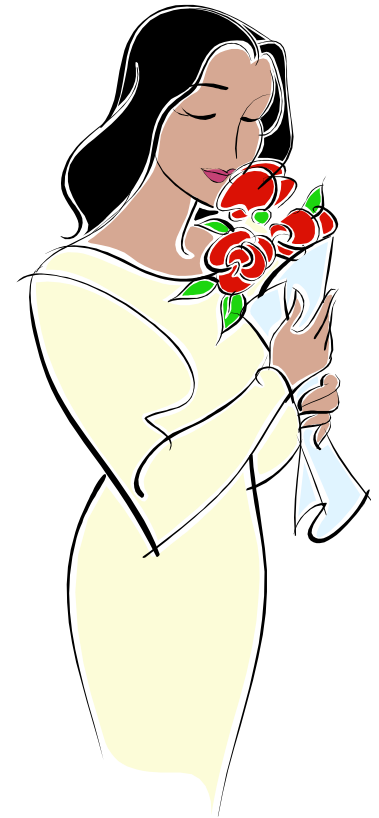
Vnímání TVOC lidmi

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

## Lidé, stavba, zařízení, technologie

( zátěž lze objektivně odhadnout)

K tomu --- toxické, aerosolové a mikrobiální mikroklima



# Třída budovy a kvalita prostředí

EUR 14449 EN Směrnice pro větrání v budovách

Třída budovy		Předpokládaný podíl nespokojených <i>PPD</i> (%)	Vnímaná kvalita vzduchu (decipol)	Dávka větracího vzduchu (m <sup>3</sup> /h.os.)
A	s nejvyššími požadavky	10	0,6	50
B	střední úroveň	20	1,4	25
C	nejnižší stupeň	30	2,5	14

## Typ hodnocení

**Objektivní - zdraví**

koncentrace škodlivin  $k$

$k_{\text{CO}_2} < 1000$  ? ppm  
a další podle potřeby

**Subjektivní pohoda**

požadovaná kvalita vzduchu

*PPD, decipol*

## Indikátorový plyn

Člověk v závislosti na fyzické zátěži produkuje  $\text{CO}_2$ , jeho koncentrace je 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  $\text{CO}_2$  a procentem osob, nespokojených s vnitřním klimatem, jako mezní přijatelnou hodnotu stanovil koncentraci 0,1 % (1000 ppm)  $\text{CO}_2$ .

Také měření, prováděná v experimentálních objektech, zcela potvrzují velmi těsnou a rychlou vazbu mezi přítomností a množstvím osob a změnou koncentrace  $\text{CO}_2$  v měřených prostorech.

Již Pettenkofer si uvědomil, že koncentrace  $\text{CO}_2$  silně koreluje s vůní lidských pachů.

**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*)**

# Oxid uhličitý

**Běžné koncentrace** CO<sub>2</sub> (0,2 až 0,6 %) dobře indikují nízkou **kvalitu vzduchu** (odérové látky produkované lidmi i vnitřním vybavením).

Slouží také jako indikační plyn pro experimentální stanovení výměny vzduchu v budovách (pokles koncentrace v důsledku větrání).

ČLOVĚK při nízké aktivitě produkuje cca 20 l/h.

## Toxické účinky

nad **5 %** tělo nestačí oxid uhličitý ventilovat ven a dochází tedy k jeho hromadění v těle. Oxid uhličitý pak **tlumí centrální nervovou soustavu a dýchací centrum**.

Bolesti hlavy.

nad **20 %** nastává smrt zástavou dechu

**vdechovaný vzduch:** 21 % O<sub>2</sub>, 78 % N<sub>2</sub>, **0,04 %** CO<sub>2</sub>

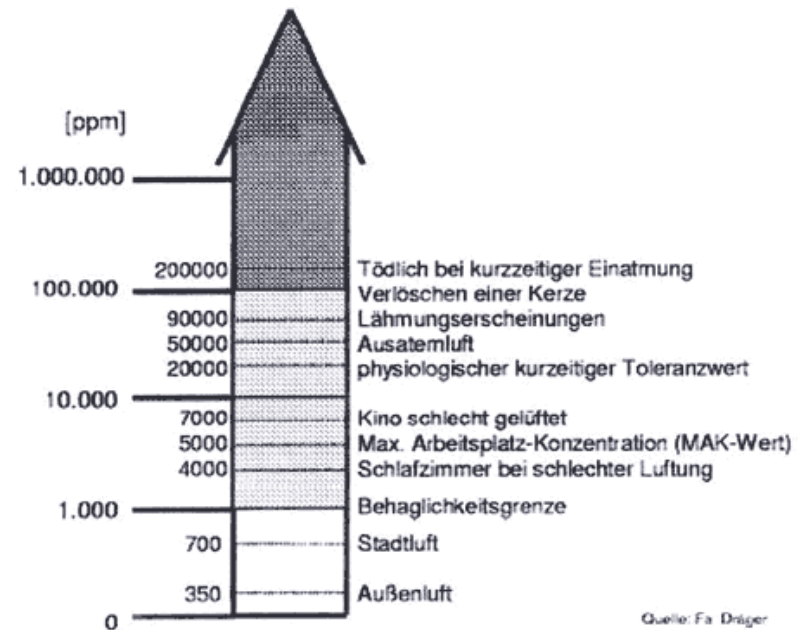
**vydechovaný vzduch:** 16 % O<sub>2</sub>, 79 % N<sub>2</sub>, **4 %** CO<sub>2</sub>

100 x

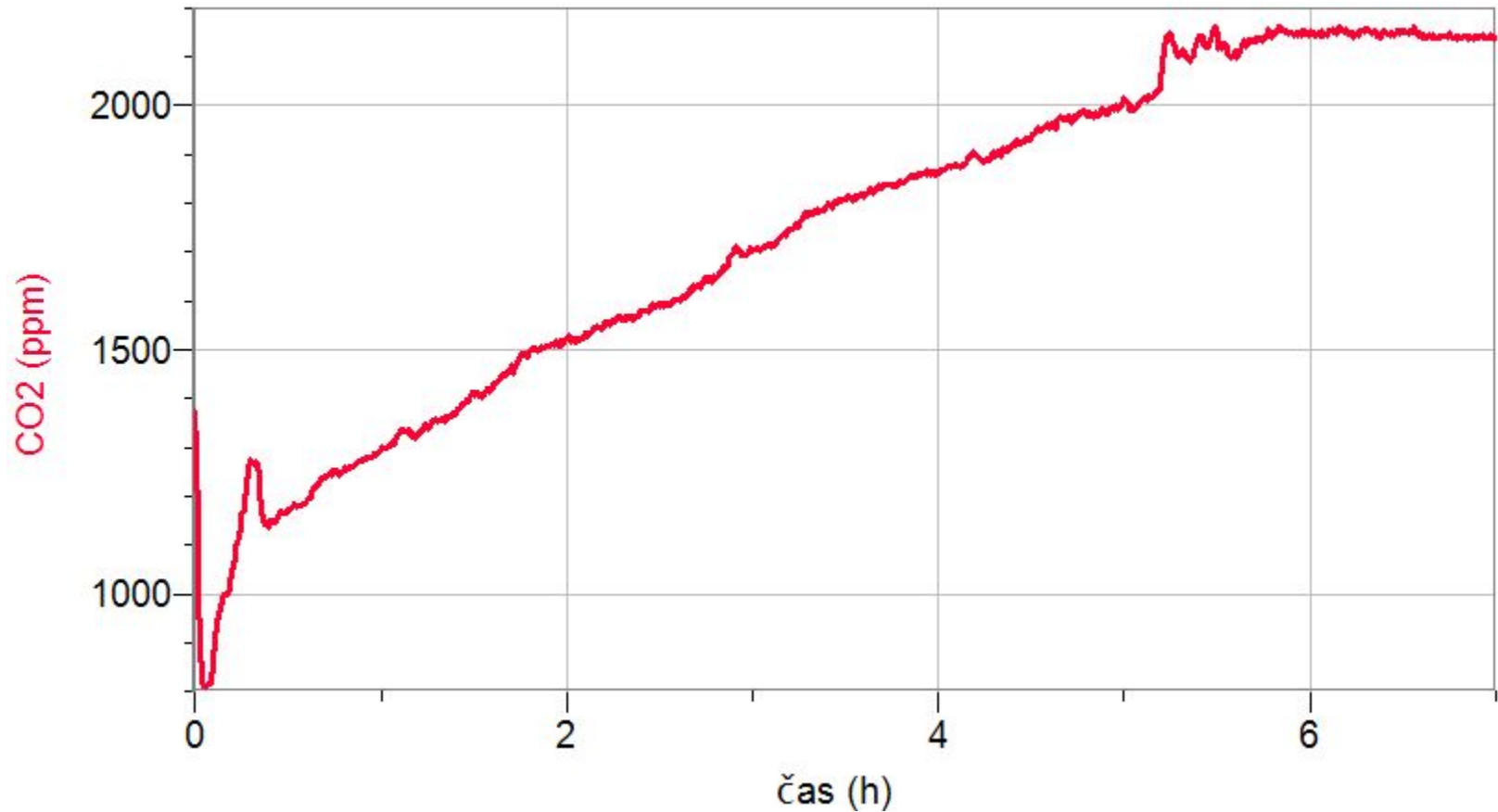
průměrná hodnota CO<sub>2</sub> v průběhu 24 h se předpisuje hodnotou 0,1% - 1000 ppm (1800 mg/m<sup>3</sup>), stanovenou v 19. stol. Maxem von Pettenkoferem.

Tak se dimenzují vzduchotechnická zařízení.

380–420 ppm	koncentrace CO <sub>2</sub> ve venkovním vzduchu
800–1 500 ppm	doporučená úroveň CO <sub>2</sub> ve vnitřních prostorech
> 1 000 ppm	nastávají příznaky únavy a snižování koncentrace
5 000 ppm	maximální bezpečná koncentrace bez zdravotních rizik
35 000–50 000 ppm	vydechovaný vzduch dospělého člověka



Typische CO<sub>2</sub>-Konzentrationen und deren Auswirkungen



Obytná místnost (100m<sup>3</sup>) spí 2 dospělí + 1 pes  
Nová těsná okna, bez větrání

## Závěr:

Jako kritériální a měřitelná hodnota se udává tzv. **Pettenkoferovo kritérium**.

Jde o koncentraci 0,10 % (1000ppm) CO<sub>2</sub> (1877)

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

Pro průběžné odstraňování běžných tělesných pachů klasický Pettenkoferův normativ požaduje **15-25 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>** na osobu.

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