

Problematika vnitřního prostředí



Národní referenční centrum
pro venkovní a vnitřní ovzduší
Státní zdravotní ústav
bohumil.kotlik@szu.cz

Zhloupneme?

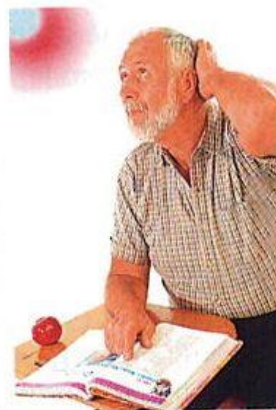


Konec inteligence?

Nečistý vzduch nám zpomalí mozek!

Neustálé emise skleníkových plynů vedou ke klimatické krizi. Ano, to už dávno víme, ovšem důsledky mohou být ještě jiné. Když to podobně půjde dál, podle nedávného varování kalifornských vědců z nás do konce století budou hlupáci! Koncentrace oxidu uhličitého totiž roste nejen venku v ulicích, ale především ve vnitřních prostorech, školách, kancelářích, ale i v našich domovech. Do roku 2100 se podle propočtů až ztrojnásobí a dosáhne hodnoty okolo 1400 ppm (částic CO_2

na milion částic celkově), která už může mít dost neblahý dopad na naše myšlení. A zdá se to vcelku logické – pokud dýcháme vzduch s vysokým obsahem CO_2 , jeho hladina v krvi stoupá. Tím zároveň klesá množství kyslíku, které se dostane do mozku. Podle spoluautorky studie **Anny Schapirové** už uvedená hodnota oxidu uhličitého povede k významnému poškození řady duševních schopností. Základní rozhodovací schopnosti se mohou snížit o 25 procent a strategické myšlení až o polovinu. ■



Jenom jestli už není pozdě?



„Jdu k psychiatrovi, oběd máš v pračce.“



Vnitřní prostředí

Kvalita vnitřního nepracovního prostředí (vnitřního ovzduší) je oprávněně v centru pozornosti; odhaduje se, že lidé tráví **80 až 90 %** času ve vnitřním prostředí.

Vnitřní ovzduší se obvykle definuje jako:

„ovzduší, které nemá přímé spojení s ovzduším venkovním a/nebo je natolik ovlivňováno vnitřními zdroji, že se významně liší od ovzduší venkovního. Může mít zcela specifické mikroklima“

Na rozdíl od venkovního ovzduší, je zde naše poznání (**zatím**) omezeno na **časově ohraničené studie**, často zaměřené pouze na **vybrané typy mikroprostředí**.



Protože

pokud se pokusíme shrnout to, co nejvíce ovlivňuje kvalitu vnitřního ovzduší, skončíme u jednoduchého výčtu:

- Použité **stavební materiály** (včetně dodržování technologických postupů při stavbě či stavebních úpravách/rekonstrukcích)
- **Vybavení** (zařízení, předměty běžného užívání)
- **Údržba** (úklid, drobné opravy)
- Prováděné **činnosti, aktivity**
- Splnění požadavků na **větrání/na výměnu vzduchu** a následně na zajištění tepelně vlhkostního standardu
- **Venkovní ovzduší** (okolní zdroje - doprava, průmyslové a energetické zdroje) - infiltrace

a ten **platí bez výjimky pro všechny typy/druhy vnitřního prostředí**, které se vzájemně liší jen významem respektive podílem vnitřních a vnějších zdrojů.

Ve vnitřním prostředí působí

Venkovní zdroje

Vnitřní zdroje

Člověk jako zdroj

PresenterMedia

Mikroklima,
větrání

Škodliviny,
plyny a prach

Biologické
agens

Azbest,
radon

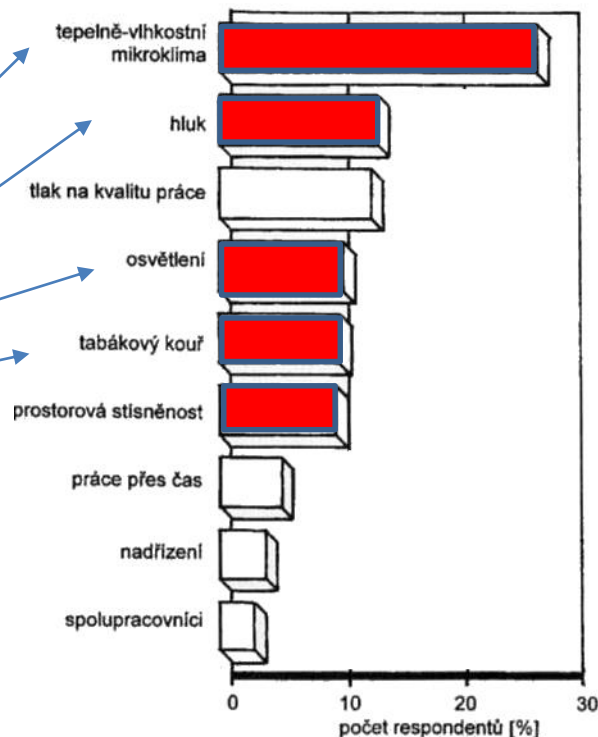
Osvětlení, hluk, elektromagnetické záření,
údržba, sousedi, životní partner, rodina, děti

Faktory, které lidé zvláště vnímají ve vnitřním prostředí



významné

Primárně
se ale většinou jedná o
diskomfort





Pokud to shrneme

Kvalitu vnitřního prostředí ovlivňuje celá řada dalších spolupůsobících faktorů. Z těch hlavních lze uvést architektonické řešení, umístění budovy a hluk v jejím okolí, orientace a uspořádání vnitřního prostoru, vybavení, osvětlení, doba dozvuku (akustika) ...

A co z toho ve vnitřním prostředí nejvíce smyslově at' už pozitivně či negativně vnímáme?

Primárně **teplotu**, **vlhkost** a **proudění vzduchu** (které mají největší vliv na subjektivní pocit pohody), **zápach** (některé chemické látky), **prašnost**, **hluk**, **osvětlení**, u citlivých osob se někdy uvádí i **elektrická** a **elektromagnetická pole** a úroveň **ionizace vzduchu**.

Platná legislativa

- Zákon o ochraně veřejného zdraví č. 258/2000 Sb. v aktuálním znění, § 13
- Vyhláška MZ ČR č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností
- Vyhláška MMR ČR č. 20/2012 Sb., kterou se mění vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby
- Vyhláška č. 343/2009 Sb., kterou se mění vyhláška č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých ve znění vyhlášky 465/2016 Sb.



Tohle sice platí pro školy, jako doporučení to lze akceptovat i jinde

Požadavky na fyzikální faktory jsou řešeny vyhláškou č. 410/2005 Sb. ve znění vyhlášky č. 343/2009 Sb. v platném znění.

Jmenovitě pro učebny a tělocvičny je uvedeno:

- minimální výsledná teplota 20°C , optimální výsledná teplota $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ a maximální výsledná teplota 28°C a $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ pro tělocvičny;
- rychlost proudění vzduchu 0,1 až 0,2 m/s;
- relativní vlhkost 30 až 65 %;
- a intenzita větrání čerstvým vzduchem 20 až 30 m^3 (respektive $> 15\text{ m}^3$) na 1 žáka.



Mikroklimatické parametry

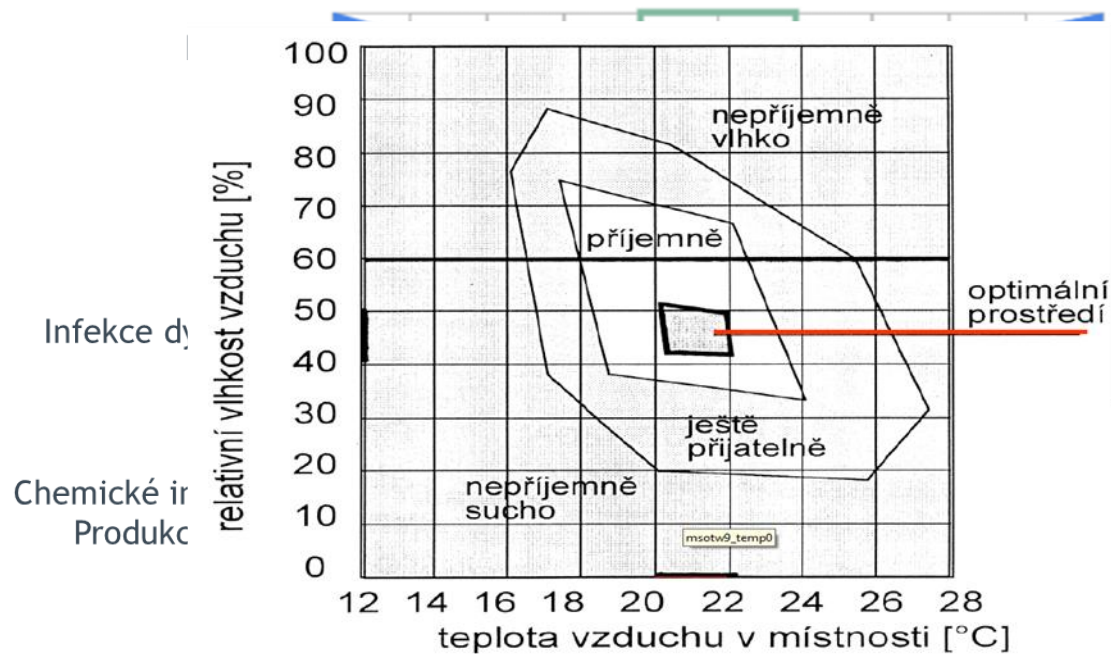
„Tepelně vlhkostní podmínky prostředí“

- Mikroklimatické podmínky jsou určeny teplotou, relativní vlhkostí a rychlostí proudění vzduchu, přičemž jsou tyto parametry na sobě závislé, neboť změna jednoho má za následek i změnu dalších dvou.
- Parametry mikroklimatu určují subjektivní pocit komfortu (pohody až nepohody), v krajních případech, tj. při překročení přípustných hodnot, mohou být faktorem potenciálně ohrožujícím zdraví, zvláště u citlivých jedinců.



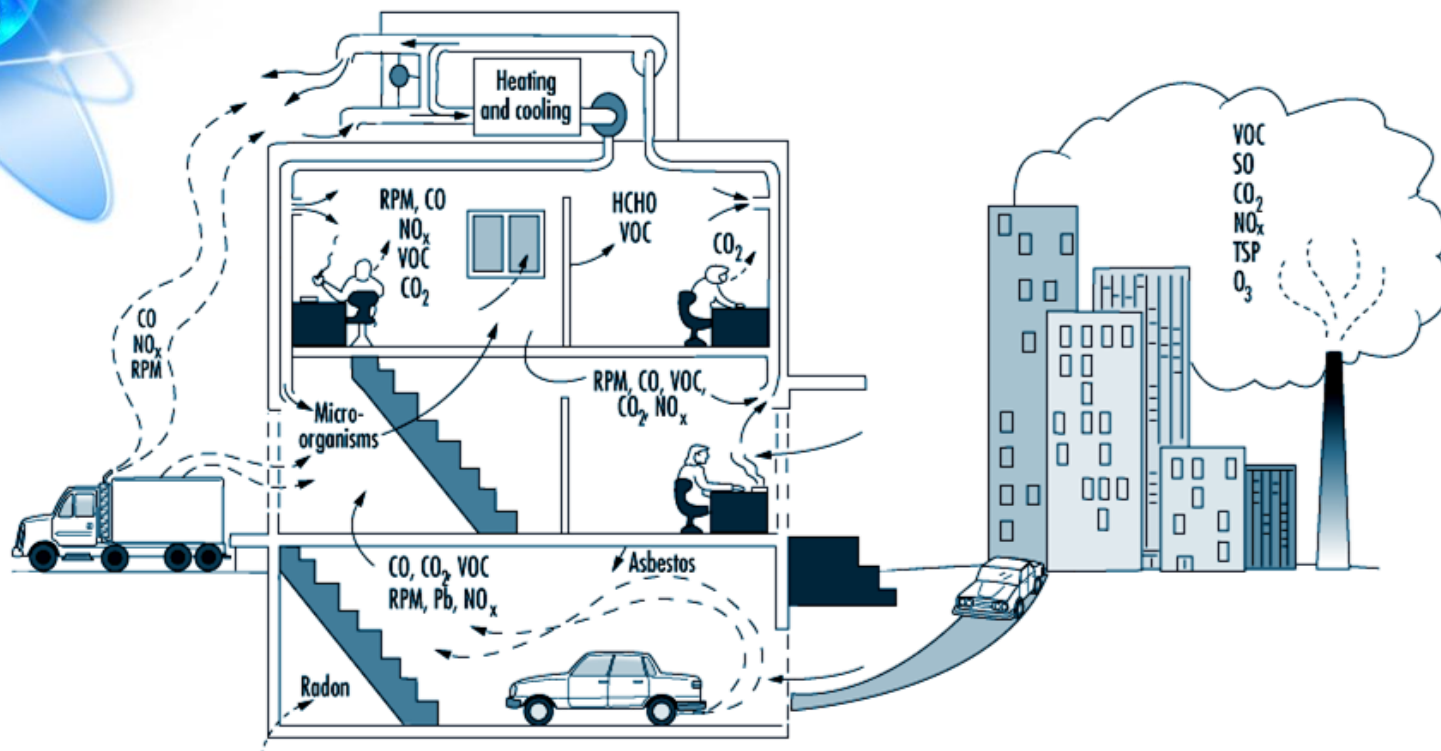
Mikroklimatické parametry

Optimální Jak se cítíme v % pro



V pracovním kolektivu většinou platí pravidlo 20 %

Zdroje znečištění



... perzistentní organické látky, stavební materiály, zpomalovače hoření, domácí chemie ...

Venkovní zdroje

- Doprava (vzdálenost od rušných silnic, benzín x diesel, auta x kamiony, parkoviště)
- Elektrárny, energetické zdroje včetně lokálních
- Ostatní průmyslové zdroje
- Znečištění v důsledku stavební činnosti
- Sklárky odpadu
- Zemědělská činnost (např. postřiky, pesticidy)
- Příroda (pyly, mikrobiologická agens)



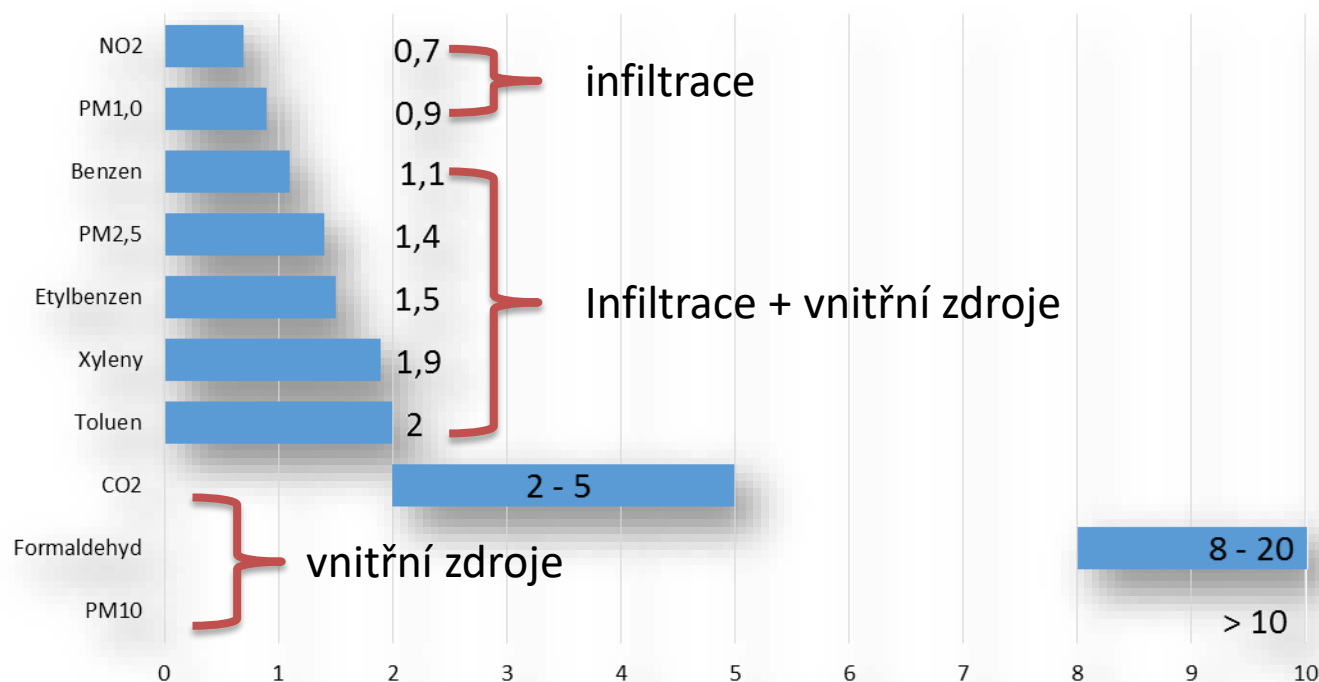


Venkovní zdroje znečištění

Architektonické (technologické) faktory, které ovlivňují infiltraci znečišťujících látek z venkovního ovzduší

- Použité technologie, stavební prvky
- Orientace budovy
- Podlaží
- Orientace prostor (do ulice / do dvora)
- Okolní vegetace
- Řízená výměna vzduchu s nedostatečnou (= žádnou) filtrací

Možné „běžné“ poměry koncentrací některých znečišťujících látek

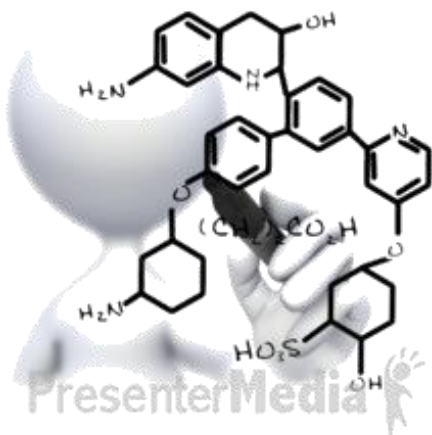


Vnitřní zdroje znečištění

Stavební a izolační materiály,
povrchové materiály (obklady stěn),
odpařování těkavých chemikálií z nových materiálů,
barvy, rozpouštědla ...

Vosky, repelenty, kličky a pryskyřice, čisticí a dezinfekční přípravky
biocidy, pesticidy, domácí chemie

Vybavení (nábytek, koberce, rolety, záclony), kopírky, inkousty, výrobky osobní péče a potřeby, lidé (vydechovaný vzduch, pot, kouření ...), domácí zvířata, hlodavci, hmyz, plísně (od vlhkosti)





Typy vnitřního prostředí a zdrojů

Jenom pro ilustraci - **rozdělení typů vnitřního prostředí** a typů zdrojů. Tabulka je určena pro základní orientaci v oblasti zdrojů znečištění vnitřního ovzduší. Nelze předpokládat, že je či někdy bude **definitivní a úplná.**

Typ vnitřního prostředí		Příklady významných zdrojů nebo procesů
Soukromá obydlí - souhrn		člověk jako zdroj, stavební materiály, vybavení bytu, čisticí prostředky, prostředky s pesticidy, ventilace a klimatizace, venkovní ovzduší, vytápění, chov zvířat, mikrobiologické znečištění (plísně, roztoči)
Soukromá obydlí jednotlivé místnosti	kuchyně	plynové spotřebiče, vaření, čisticí prostředky
	pokoje, koupelny, ložnice....	kouření, krby (hoření), kosmetika, desinfekční prostředky, prostředky s pesticidy
	sklepy, suterény, dílny	kouření, dílna a její vybavení a materiály, půdní plyny
	garáže	paliva, rozpouštědla
Veřejné budovy - souhrn		člověk jako zdroj, stavební materiály, vybavení, čisticí prostředky, prostředky s pesticidy, ventilace a klimatizace, venkovní ovzduší,
Veřejné budovy - specifické prostory	kanceláře	vybavení (např. kopírky, tiskárny)
	školy a školky	hračky, prostředky k vyučování
	nemocnice	desinfekční a čisticí prostředky, anestetika, prostředky ke sterilizaci
	garáže	paliva, dopravní prostředky, emise ze spalovacích motorů (PAU, oxid uhelnatý, oxidy dusíku, PM ₁₀)
	plovárny	emise z vody (např. chlor, ozon...)
	hotely, ubytovací zařízení	roztoči
	zimní stadióny	emise ze spalovacích motorů (PAU, oxid uhelnatý, oxidy dusíku, PM ₁₀)
Dopravní prostředky		palivové nádrže, vytápění, materiály použité ve výbavě vozu, emise ze spalovacích motorů (PAU, oxid uhelnatý, oxidy dusíku, PM ₁₀)

Procesy



V tabulce je zpracován orientační souhrn **procesů potenciálních zdrojů ve vnitřním ovzduší**.

Tabulka je určena pro základní orientaci v oblastí zdrojů znečištění vnitřního ovzduší.

Nelze předpokládat, že je či někdy bude **definitivní a úplná**.

Typy zdrojů	Příklady	Proces/způsob	Produkty
Biologické zdroje	lidé, zvířata (krysy, myši a další domácí „mazlíčci“)	dýchání, pocení, trávení, vylučování, línání, drolení kůže	CO ₂ , vodní páry, pachově postižitelné látky, viry, mikrobiologické znečištění, alergenní částice
	prašné částice, hmyz	vylučování	alergenní částice
Stavební materiály, vybavení staveb	rostliny, zemina	odpařování, metabolické produkty, spory	vodní pára, terpeny, pachově postižitelné látky, mykotoxiny, části hub
	stavební materiály	výpary, stárnutí, abraze, rozklad, nátěry	plyny a částice (rozpuštědla, polymerizační látky, monomery, prostředky pro povrchovou úpravu dřeva, minerální vlákna, aminy, amoniak, prostředky protihořlavé úpravy)
	ventilace a klimatizace	údržba, provoz	mikroorganismy, minerální vlákna, pachově postižitelné látky, pesticidy
Činnosti ve vnitřním prostředí	vnitřní vybavení	výroba, výpary, povrchová úprava, nátěry	monomery z plastů, pryskyřice, lepidla, minerální vlákna, rozpuštědla, plastifikátory, stabilizátory
	vaření a topení	spalovací procesy, otevřený oheň	zemní plyn, CO, CO ₂ , NO _x , vodní páry, suspendované částice, uhlovodíky
	kosmetika	hygiena a osobní péče	rozpuštědla, náplně do sprejů, parfémy, anorganické a organické aerosoly, barviva, laky, pryskyřice, halokarbyony
	úklid	úklid, hubení škůdců	Vodní páry, amoniak, chlor, insekticidy, organické látky, „domácí prach“
Specifické typy místností	kouření	kouření	CO, NO _x , nikotin, benzen, aldehydy, nitrosaminy, PAU, suspendované částice
	kanceláře	kancelářské práce	rozpuštědla, ozón, organické látky, plastifikátory...
	hobby	kutílství, hobby, opravy, nátěry ...	suspendované částice, organické látky (dle vybavení) monomery ...
Doprava	garáže	paliva, barvy, laky, čisticí prostředky...	výpary z paliv, výfukové plyny, rozpuštědla
	spalovací procesy	provoz	výfukové plyny, částice, CO, NO _x , uhlovodíky, PAU, benzen, aldehydy, plastifikátory (např. ftaláty)
Transport z venkovního ovzduší/prostředí	lidský faktor	ventilace (větrání), infiltrace	venkovní ovzduší, radon

Biologická agens

- plísně, kvasinky
- bakterie, viry
- zvířecí chlupy, šupinky kůže, výkaly, sliny, moč
- hmyz (výkaly švábů, roztoči, atd.)
- pyly



PresenterMedia

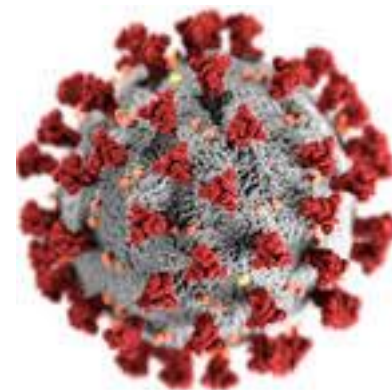
Biologická agens - zdroje

Venkovní zdroje

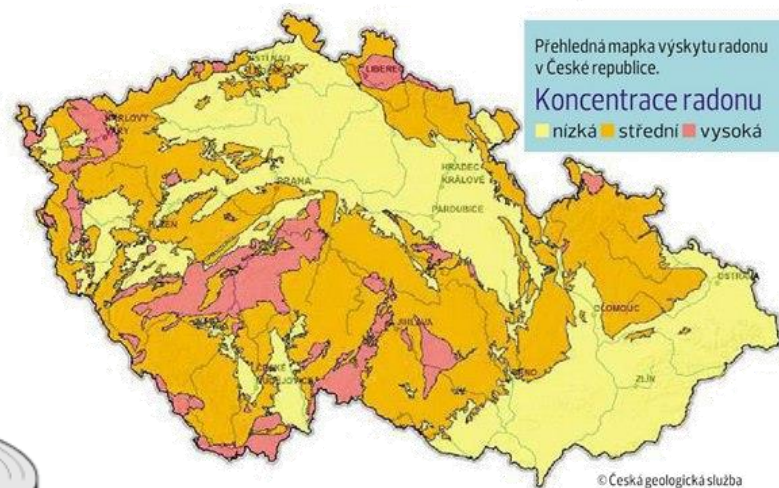
- plísně, bakterie
- pyly ve venkovním vzduchu

Vnitřní zdroje (hlavní podíl)

- stojatá voda
- vlhké povrchy a materiály
- pára ze sprchování
- klimatizace
- čalouněný nábytek a koberce
- zvířata (alergeny mohou být přítomny měsíce po odstranění zdroje)
- nemocní lidé
- špatně provozované zvlhčovače vzduchu



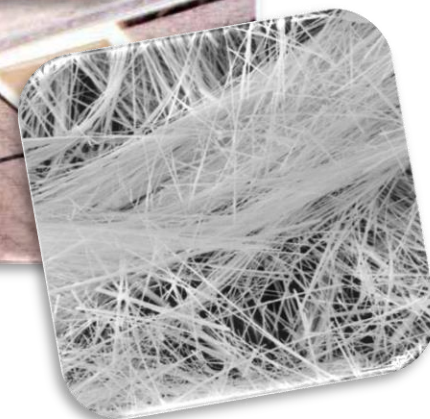
Azbest, radon



Azbest (MMF?)

- Azbest byl v minulosti velmi často přidáván do stavebních materiálů pro své fyzikálně-chemické vlastnosti, zejména nehořlavost, odolnost vůči kyselinám i zásadám, pevnost a ohebnost.
- Nejvíce (cca 50 tis. tun/rok) v období od roku 1955 do roku 1990.

- Světlý až tmavozelený minerál ze skupiny silikátů, které se v přírodě vyskytují ve dvou hlavních skupinách: buď jako amfiboly (jinorázy) a nebo jako serpentiny (hadce). Typickou vlastností pro azbest je jeho sklon vytvářet dlouhé tenké vláknité struktury, které mají tendenci se odštěpovat po délce.
- (Definice respirabilních vláken (částic): „dlouhá přímá částice o délce $L > 5 \mu\text{m}$, tloušťce $D < 3 \mu\text{m}$ a poměru délka/tloušťka $L : D > 3 : 1$).

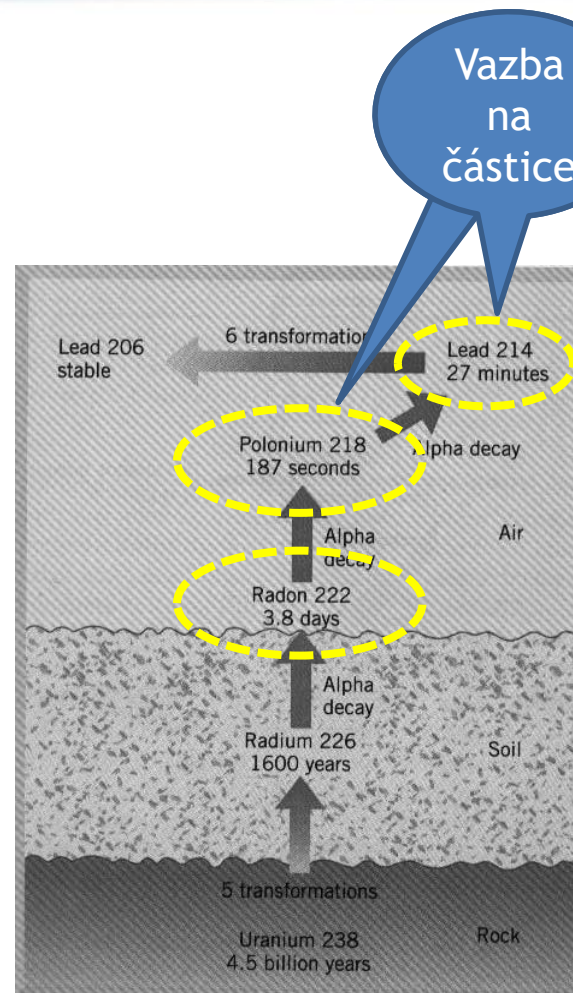
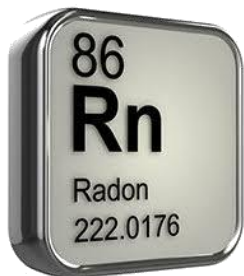


Radon

Zdroje:

- Půda/emanace z horninového podloží - významné zeměpisné rozdíly - sklepy hrají důležitou roli při snižování expozice
- Zemní plyn
- Vodovodní potrubí (voda, studně, vrty)
- Stavební materiály (obsah přírodního radioaktivního materiálu + přísady, např. popílek z tepelné elektrárny, vysokopecní struska)

Dobrá ventilace může situaci výrazně zlepšit.



Člověk jako zdroj

- Vydechovaný vzduch obsahuje 17,0 % (v/v) O₂ a 83,0 % (v/v) CO₂.
 - Dospělý člověk vyprodukuje za hodinu 45 g potu a ve vydechovaném vzduchu je přibližně, podle fyzické zátěže, 30 až 300 g vodní páry a 10 až 75 litrů CO₂. A dále cca 316 KJ nebo tepla/hod.
 - (plus nějaké bioefluenty) a někdy i viry.
-
- Aktivity, činnosti, životní styl.



Emise částic podle aktivit (činností)



PresenterMedia



PresenterMedia

Činnost	Částice [nr/m ³]
Stání/sezení (bez pohybu)	100 000
Lehký pohyb	500 000
Pohyb těla a paže	1 000 000
Změna pozice	2 500 000
Pomalá chůze	5 000 000
Průměrná chůze	7 500 000
Gymnastika	>15 miliónů



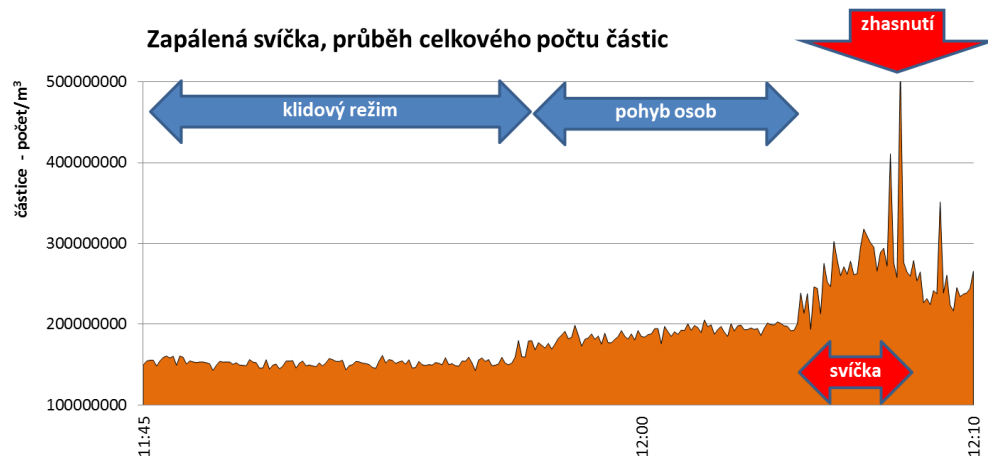
Pár příkladů ze života



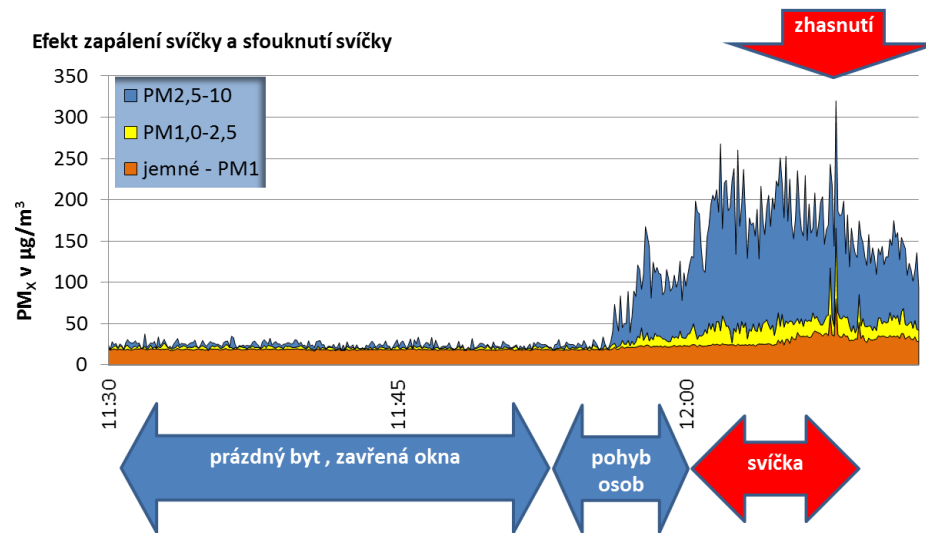
Svíčka



Zapálená svíčka, průběh celkového počtu částic



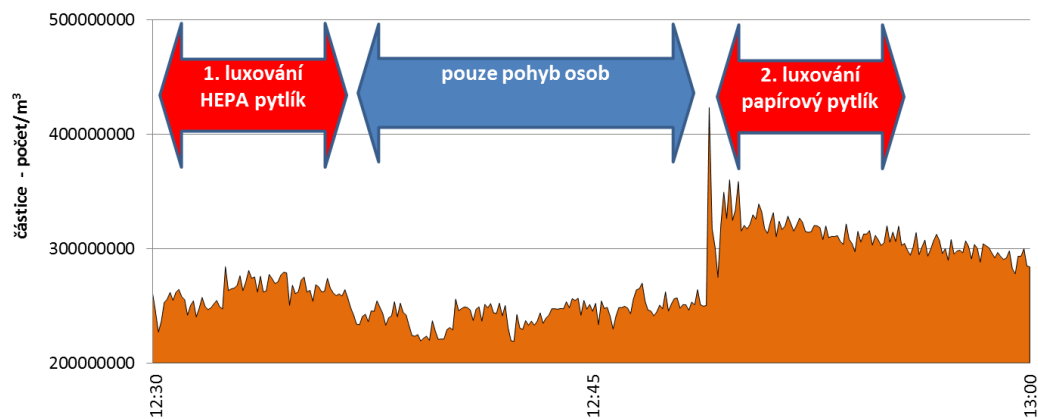
Efekt zapálení svíčky a sfouknutí svíčky



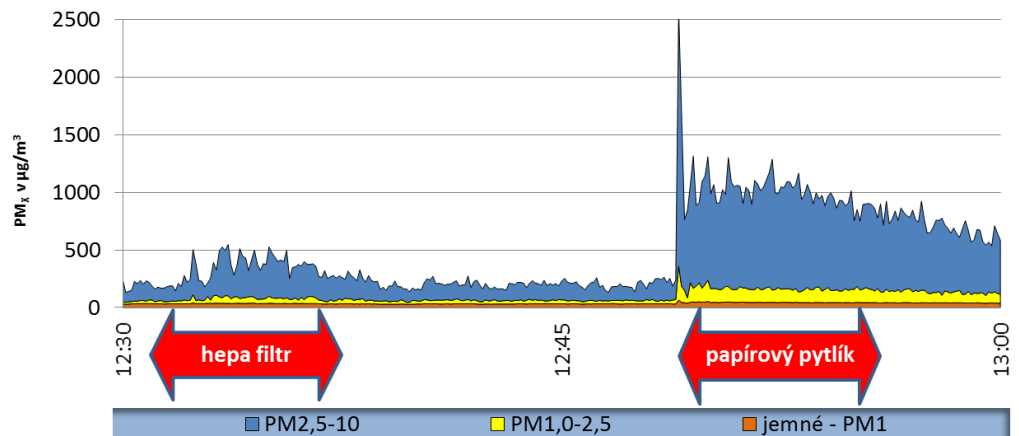
Luxování



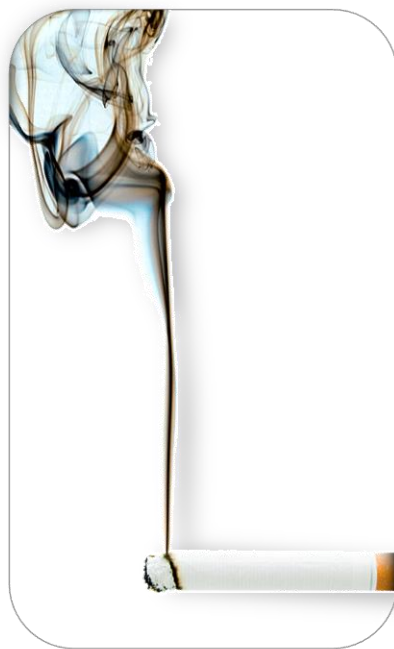
Luxování, průběh celkového počtu částic



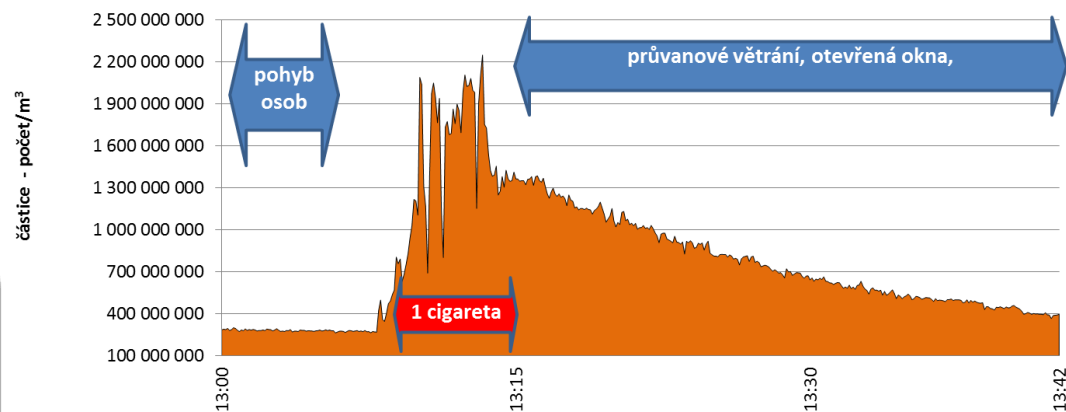
5 minut luxování (antialergický pytlík a obyčejný)



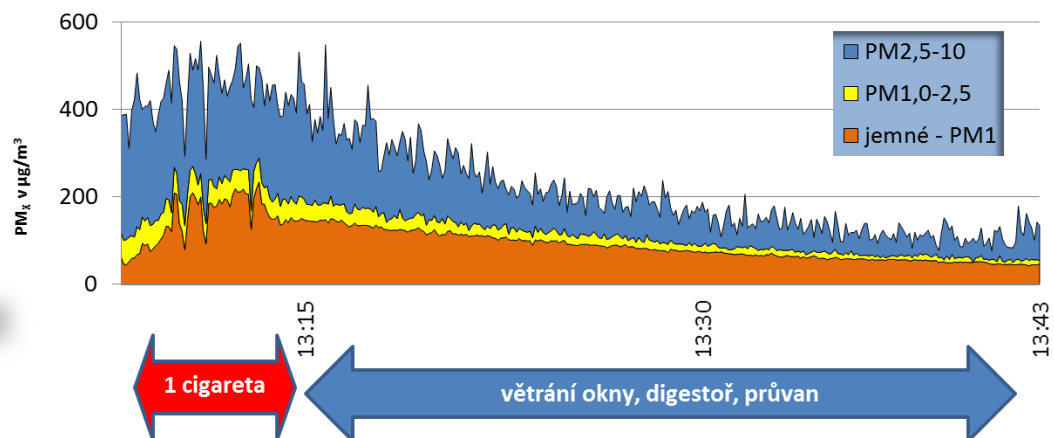
Kouření



Co udělá 1 cigareta, průběh celkového počtu částic



Co udělá 1 vykouřená cigareta





Vnitřní prostředí (měření a hodnocení)

- **Variabilní doba expozice** daná režimem a využitím daného prostoru.
- **Výměna vzduchu** - větrání, klimatizace, ventilace, recirkulace vzduchu, plastová okna, omezený rozptyl látek
- Emise ze stavebních materiálů.
- **Nárůst** používání syntetických látek, nové konstrukční materiály, intenzivnější používání chemických (parfémovaných) čistících a úklidových a desinfekčních prostředků.
- **Mikroklimatické faktory** (např. skleníkový efekt).
- **Kombinace** vlivu vnitřních a venkovních zdrojů.



Vnitřní prostředí

- **Koncentrace** měřených látek ve vnitřním ovzduší jsou závislé na vydatnosti (emisi) zdrojů (na větrání), chemických a fyzikálních procesech ...
- **Emise** je závislá téměř na režimu provozu a aktivitách uživatelů, na vnitřních mikroklimatických a venkovních meteorologických podmínkách.
- Koncentrace mají **časovou i prostorovou variabilitu**.
- Měření nebo odběr vzorku **nesmí** významně ovlivnit/ovlivňovat aktivity a využití vnitřního prostředí (hluk, zábor prostoru) natož měřené hodnoty.
- Odběr nebo měřené hodnoty **nesmí** být ovlivněny uživatelem/uživateli proměřovaného prostoru.



Vnitřní prostředí

- **Výměna vzduchu** vnitřní ovzduší významně ovlivňuje - narušením rovnovážného stavu, ředěním a infiltrací.
- Místo pro získání reprezentativního vzorku **nelze předem určit**. Rozhoduje mnoho faktorů (tvar prostoru, proudění vzduchu, měřená látka/látky, rozmístění identifikovaných zdrojů...). Často je zapotřebí pro reprezentativní popis rozložení koncentrací vybrat několik odběrových míst pokrývajících prostorovou a výškovou variabilitu.
- **Pro hodnocení a interpretaci hodnot** je nutno mít k dispozici co nejúplnější a nepodrobnější informace o proměřovaném prostoru, jeho vybavení, nejbližším okolí, podmínkách odběru vzorku, o specifických událostech

Vzorkování

Nabízí se v podstatě pouze dva zdroje informací:

1. Metodický návod pro měření a stanovení chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů kvality vnitřního prostředí podle vyhlášky č. 6/2003 Sb.
http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/Vnitri_ovzdusi/met_nav_mrereni_stanoveni_chem_fyz_bio_indoor.pdf
2. Kniha: VZORKOVÁNÍ II - Životní prostředí, 2THETA, 2016

Inspirací ale mohou být normy řady ČSN EN ISO 16000 a u škol i aplikace metodiky jednotkových místností.



PresenterMedia



Reprezentativnost

Vyhláška č. 6/2003 Sb. hovoří jednoznačně, minimálně poslední větu lze na měření kvality vnitřního ovzduší aplikovat v plném významu :

Požadavky na kvalitu vnitřního prostředí staveb se pokládají za splněné, nepřekročí-li **střední hodnota hodinové** koncentrace zjišťované látky v měřeném intervalu za standardních podmínek limitní koncentrace uvedené v příloze č. 2. Měřeným intervalem se postihuje **potenciální expozice a variabilita** koncentrací zjišťované látky.

Častým prohřeškem jsou nereprezentativní měření a/nebo následná účelová interpretace výsledků.



SBS - co nacházíme v nemocných budovách (WHO)

(Ne každá nemocná budova je má všechny a ne každá budova je nemocná, pokud nastane některá z uvedených situací.)

- Budova byla postavena po roce 1960
- Klimatizovaná budova, okna nelze otevřít
- Velmi jasná nebo blikající světla
- Větrání, topení a osvětlení nelze dostatečně ovládat
- Koberce nebo čalounění
- Mnoho otevřených polic nebo úložných prostorů
- Nový nábytek, lakované povrchy
- Opomíjená údržba, nedostatečný úklid
- Vysoké teploty nebo velké kolísání teploty
- Velmi nízká nebo velmi vysoká vlhkost
- Chemické znečišťující látky (cigaretový kouř, ozon) nebo VOC ze stavebních materiálů a zařízení
- Zvýšená prašnost, výkyt vláknitých struktur ve vzduchu
- IT technologie, počítačové monitory, vyšší hladina hluku

SBS - příčiny

- mohou vznikat během plánování a výstavby nebo během provozu, údržby a používání budovy;
- v konkrétních případech je obtížné najít příčinu;
- problémy lze rozdělit do 4 kategorií (WHO):
 - místní faktory (infrahluk)
 - stavební materiály, vybavení, problémy spojené s funkcí budovy (emise chemických látek ze stavebních materiálů a nábytku, osvětlení, topení)
 - problémy nezávislé na struktuře budovy (prach, plísně)
 - Psychologické/psychosomatické problémy (společenské, fyzické atributy a další faktory)



Cestou ven je jenom poznání stavu a systémová náprava

Protože to není JENOM technický problém

Aktuální pozornost se soustřeďuje na dopady nevyhovujících rekonstrukcí a dřívějších chybných rozhodnutí - tj. teď ve školách řešíme problém, který jsme si sami vyrobili (mmch školy z Rakouska-Uherska z tohoto pohledu přitom většinou stále vyhovují).



Výstupy, zprávy či informace o námi řešených projektech lze dohledat na:
<http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/kvalita-vnitriho-prostredi>
<http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/archiv-odbornych-zprav>
<http://www.szu.cz/inairq-1>

Malá vsuvka

Jsme zapleveleni reklamou a manipulací, kdy problém je často účelově podle potřeby, jak bagatelizován, tak případně démonizován.

Takže tu máme:

- ekologické spalovací zdroje
- vše řešící čističky vzduchu nebo zázračné přípravky (např. nátěry, rozprašovače aerosolů) a technologie - dneska jsou už i virucidní (?)
- antibakteriální boom v reklamách



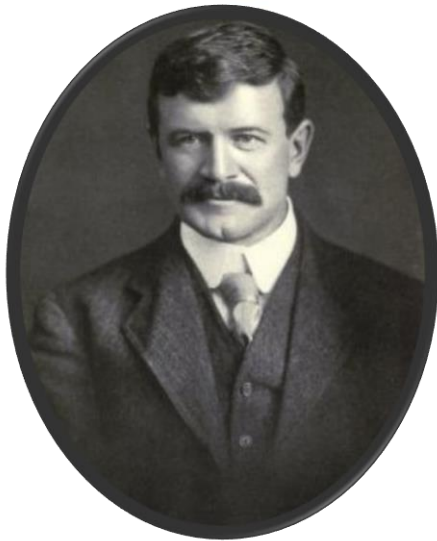
Závěr

Při troše snahy se i pro náš případ dá nalézt skutečný vizionář:

Stephen Butler Leacock (1869 - 1944),

Ten naši současnost předjímal ve své knize Literární poklesky poměrně výstižně:

*„A ještě slovíčko o čerstvém vzduchu
Nedělejte si s tím starosti! Pust'te si do pokoje
co nejvíc dobrého vzduchu, pak zavřete okna a
vzduch vám zůstane. Vydrží vám celá léta.“*





Děkuji za pozornost



Účinky CO₂ na lidský organismus

cca 350 -440 ppm	úroveň venkovního prostředí
do 1 000 ppm	doporučená úroveň CO ₂ ve vnitřních prostorách (kritérium diskomfortu)
1 200-1 500 ppm	doporučená maximální úroveň CO ₂ ve vnitřních prostorách
1 000-2 000 ppm	Možné příznaky únavy a snižování pozornosti
2 000-5 000 ppm	Možné bolesti hlavy
5 000 ppm	maximální bezpečná koncentrace bez zdravotních rizik
> 5 000 ppm	nevolnost a zvýšený tep
> 15 000 ppm	dýchací potíže
> 40 000 ppm	možná ztráta vědomí

Limit CO₂ (záleží na tom kdy a co měříte)



Vyhláška MMR č. 20/2012 Sb. kterou se mění Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby stanoví v článku II, § 11, odstavec 5 limit pro oxid uhličitý, když „jeho koncentrace nesmí ve vnitřním vzduchu překročit 1 500 ppm“.

A k čemu ten limit vlastně slouží?

Pettenkoferovo kritérium, které stanovuje maximální hodnotu koncentrace CO₂ ve vnitřních prostorech a pobytových místnostech, ve kterých se ještě člověk cítí komfortně, je:

1 000 ppm (0,1 %)

Podle Průmyslové toxikologie ale zároveň platí:

„Organismus se na nižší koncentrace CO₂ dobře adaptuje, při dlouhé expozici se udává velmi slabý narkotický účinek, koncentraci do 5 000 ppm je možno dýchat řadu hodin bez příznaků.“

Podle NV č. 361/2007 Sb. je

hodnota PEL pro CO₂ cca 5 000 ppm (0,5 %)

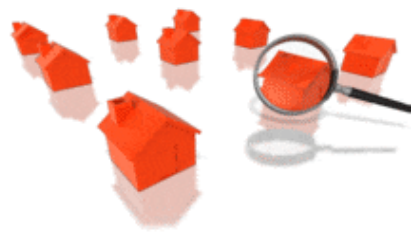
hodnota NPK-P - 25 000 ppm (2,5 %)



Základní a mateřské školy

Identifikované problémy

- Nejčastěji se jedná o problémy s **provozem a vybavením tříd** - dopad na mikroklima včetně CO₂ a na prašnost (hrubá frakce PM_{1,0-10}) a na organické látky.
- Vliv může mít **umístění budovy** (blízká dopravní zátěž, blízký energetický nebo průmyslový zdroj).
- Výjimečně problémy s VOC/TOC (úklid, opravy za provozu, **technologická nekázeň** při rekonstrukcích). Nálezy vyšších hodnot benzenu, rozpouštědel, vícesytných alkoholů - 1ethyl-2hexanol, často terpenů (limonen a α-pinen).
- Hodnoty formaldehydu (20 až 40 µg/m³) - vzácně nad 60 µg/m³.
- Lokálně mikrobiologické faktory.
- Samostatnou kapitolu tvoří azbest a Man Made Fibers - minerální vlákna (rekonstrukce).




PresenterMedia 



Citlivá populační skupina

Podle údajů za rok 2017-2018 bylo v ČR:

- 5 269 různých typů mateřských škol = a v nich 362 756 dětí v 15 969 třídách
- 4 155 základních škol = 926 108 dětí v 46 023 třídách
- 1 308 středních škol, učilišť a gymnázií = 421 535 dětí a mladistvých v 19 266 třídách

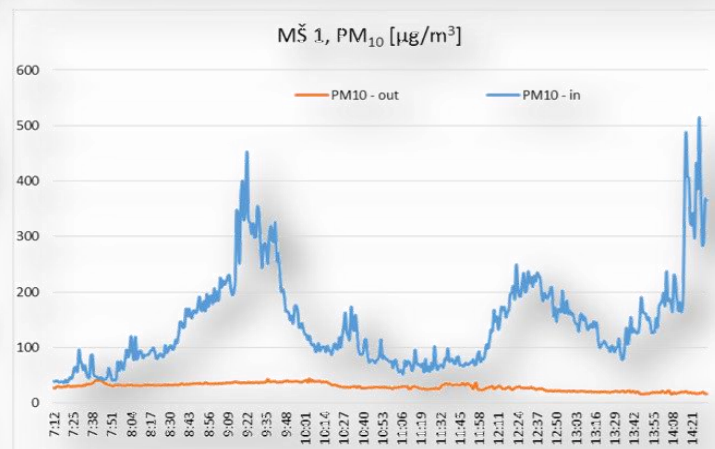
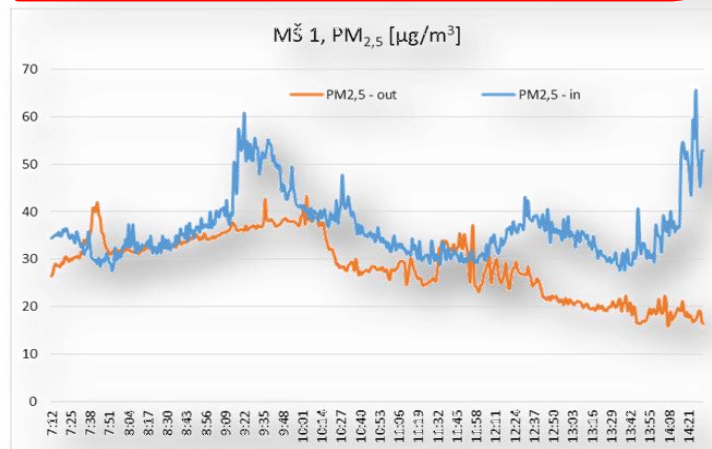
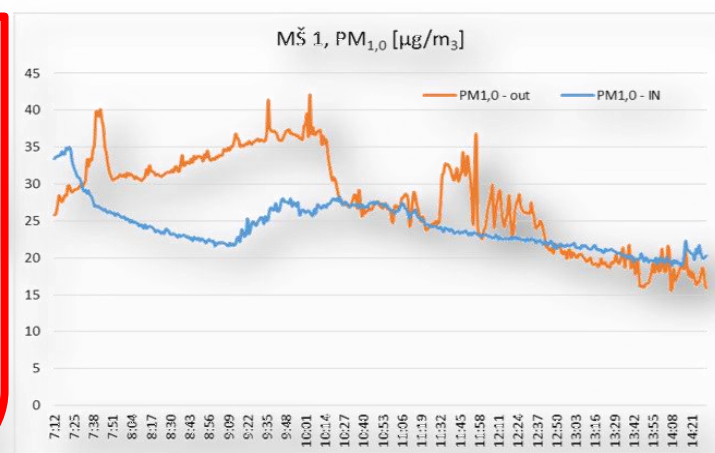
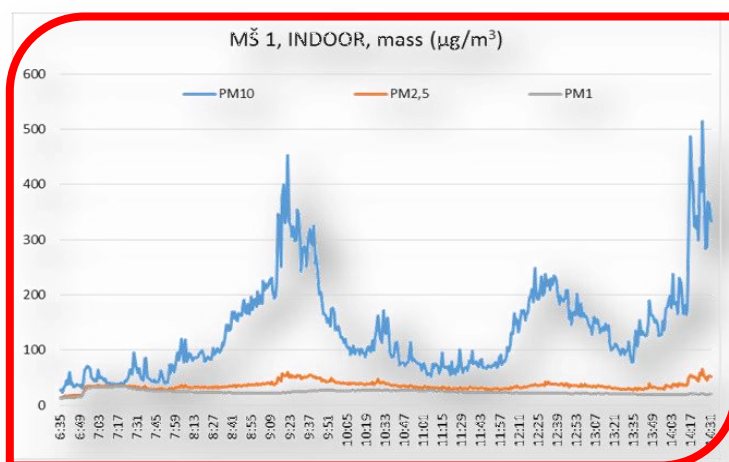


Celkem to je asi **12,1 tisíc školských zařízení**, budov, které navštěvovalo přibližně **1,7 miliónu dětí a mladistvých**, a lze odhadnout, že se jednalo o **81,7 tisíc tříd**. Jedná se o již několik let ustálený stav, kdy meziroční změny jsou zanedbatelné.

Připočtíme učitele (134,2 tisíc - z toho 108,2 tisíc žen) a další personál, **jedná se o vnitřní prostředí, které denně navštěvuje cca 2 milióny (20 %) obyvatel ČR.**

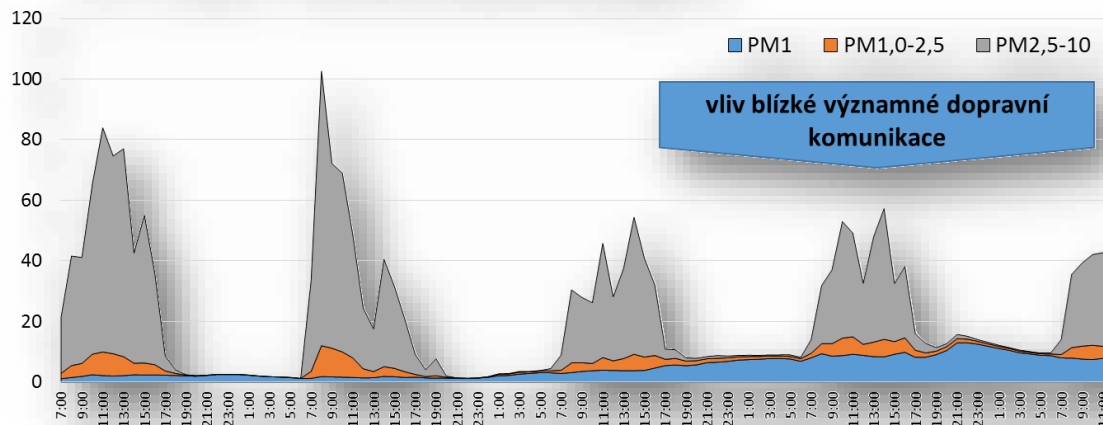
(Zdroj: <http://www.msmt.cz/vzdelavani/skolstvi-v-cr/statistika-skolstvi/statisticka-rocenka-skolstvi-vykonove-ukazatele>).

Prach - prašnost



Ale kde se bere a jak snížit tu prašnost?

ZŠ - I. stupeň - minutové hodnoty PM_x [µg/m³]



ZŠ - I. stupeň - minutové hodnoty počtu částic [nr/m³]

