

## Vliv kvality ovzduší na zdraví - přehled

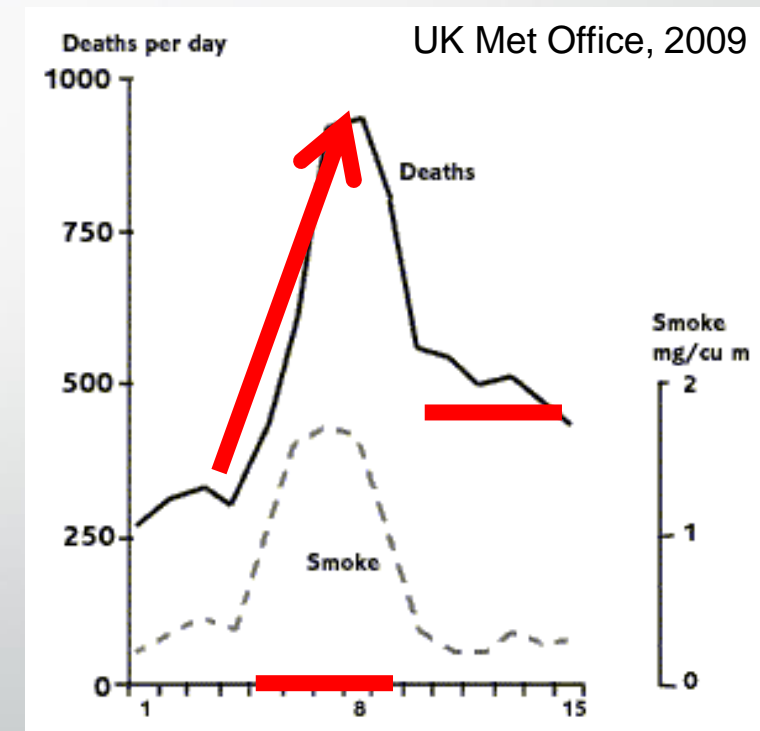
**RNDr. Ondřej Mikeš, Ph.D.**

*Masarykova Univerzita, RECETOX, Kamenice 5, 625 00 Brno, Czech Republic*

[ondrej.mikes@recetox.muni.cz](mailto:ondrej.mikes@recetox.muni.cz)

# Historický průšvih-Londýn 5-9.12.1952 (Great Smog of London)

- Spalování nekvalitních paliv (s obsahem síry) + nepříznivé povětrnostní podmínky ( $\text{SO}_2$ ,  $0^\circ\text{C}$ ).
- Odhad  $\text{PM}_{10}$  cca  $3\,000\ \mu\text{g}/\text{m}^3$  (ČR cca  $26\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ )
- viditelnost  $<0,5\ \text{m}$
- Odhad 4-10 000 úmrtí nad normál



Time.com



History.com



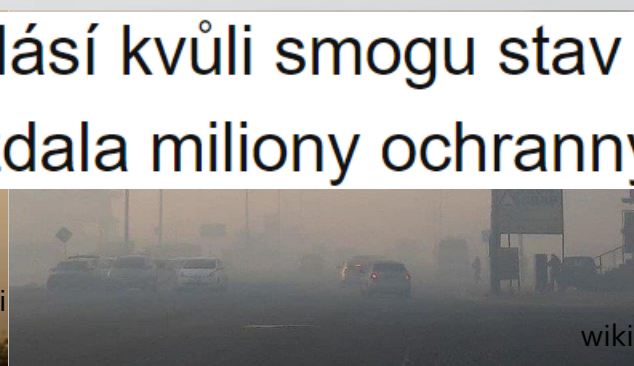
wiki

# Další "slavné" průšvihy

- Údolí Meuse, Belgie: 1-5.12 1930
  - Spalování uhlí (PM+SO<sub>2</sub>+HF)
  - 6 000 onemocnění, 60 mrtvých
- St. Louis smog (Louisiana, USA), 28.11 1939 (9 dní)
  - ("the day the sun didn't shine,, Black Tuesday)
- Donora smog (Pennsylvanie, USA), 27-31.10. 1948
  - Ocelárny, keramika (PM+SO<sub>2</sub>+HF)
  - 7 000 onemocnění, 20 mrtvých + 50 do měsíce (14 000 obyvatel)
- New York smog, 23-26.11 1966
  - Co, SO<sub>2</sub>, kouř a mlha
  - 10 % populace negativní efekty, 168 asociovaných úmrtí
- Nyní Asie (Harbin, Čína; Nové Dillí, Indie; Ulanbaatar, Mongolsko)



Nové Dillí hlásí kvůli smogu stav nouze. Vláda už místním rozdala miliony ochranných masek





# Legislativa – Venkovní a vnitřní ovzduší

## Clean Air Act, 1963

- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/50/ES ze dne 21. května 2008 o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu
  - Kapitola 1/Článek 1/Odst. 1: **Vymezení a stanovení cílů kvality vnějšího ovzduší určených k zabránění a předcházení škodlivým účinkům na lidské zdraví a životní prostředí jako celek nebo k jejich snížení**
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2004/107/ES o obsahu arsenu, kadmia, rtuti, niklu a polycyklických aromatických uhlovodíků ve vnějším ovzduší
- Zákon č. 201/2012 Sb. Zákon ze dne 2. května 2012 o ochraně ovzduší (ve znění novely z 1. 1. 2017)
- Vyhláška MŽP č. 330/2012 Sb. z 8. 10. 2012 o způsobu posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění, rozsahu informování veřejnosti o úrovni znečištění a při smogových situacích
- Vyhláška MŽP č. 415/2012 Sb. z 30. 11. 2012 - o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší
- Zákon č.258/2000 Sb., O ochraně veřejného zdraví a změně některých souvisejících zákonů - ve znění platném k 1.1.2010
- Vyhláška č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí v obytných místnostech některých staveb
- Vyhláška č. 20/2012 Sb., o technických požadavcích na stavby (mění vyhlášku č. 268/2009 Sb.)
- Vyhláška č. 343/2009 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých (mění vyhlášku č. 410/2005 Sb.)



## Komínový zákon, 35/1967

# Odhad zdravotních rizik

1. Identifikace zdravotní nebezpečnosti
2. Odhad míry dávka/odpověď
3. Odhad míry expozice
4. Charakterizace rizika

- WHO
- US-EPA
- Ministerstvo zdravotnictví
- Ministerstvo životního prostředí

# Které zdravotní efekty jsou spojované s kvalitou ovzduší ?

Snížená funkce plic

Podráždění očí,  
nosu, úst a krku

Astmatické  
záchvaty

Respirační  
příznaky, jako je  
kašel a sípání

Omezená aktivita  
a snížená hladina  
energie

Zvýšené používání  
léků

Zvýšený počet  
hospitalizací

Zvýšení výskytu  
respiračních  
onemocnění jako je  
bronchitis

Ischemická  
choroba srdeční

Předčasné úmrtí

Diabetes druhého  
typu



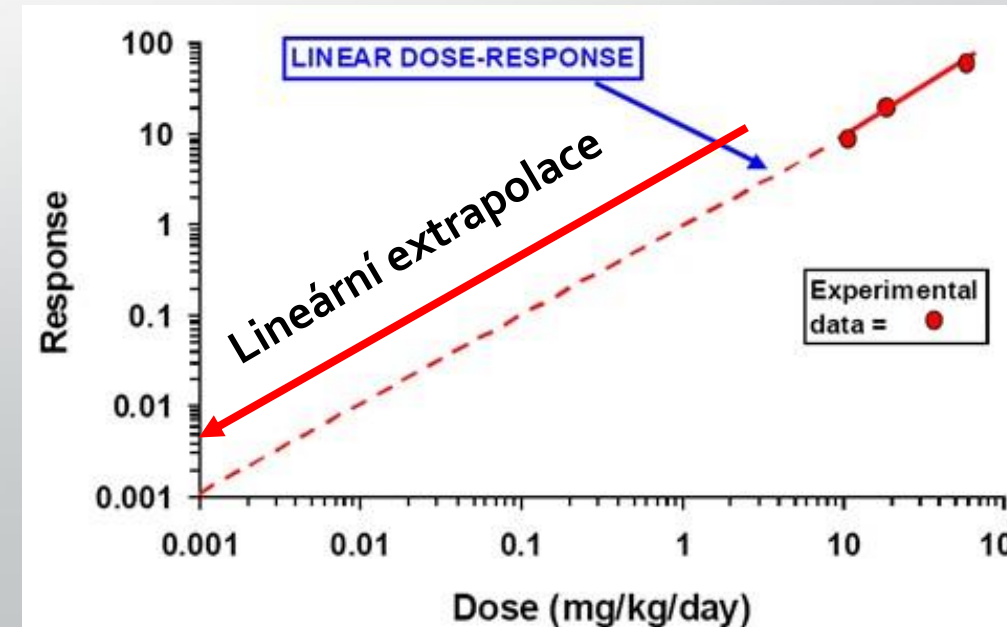
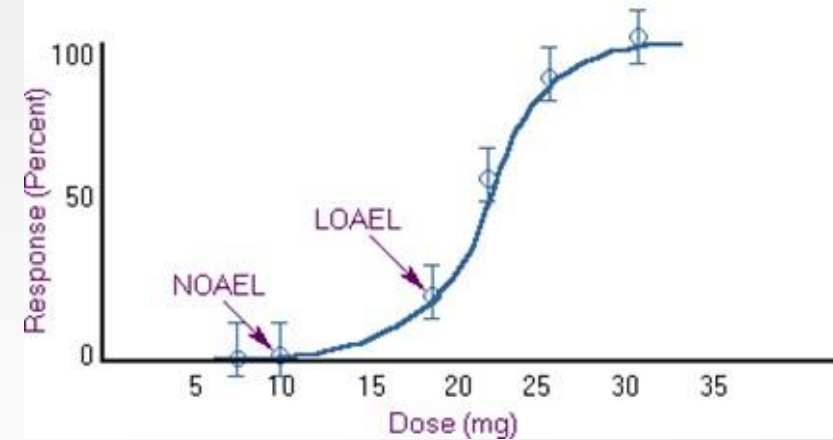
# Toxicita, karcinogenita

- **Prahový účinek**

- jejich toxický účinek se projeví při překročení nějaké hranice NOAEL → RfD, pak se posuzuje koeficient nebezpečnosti (HQ);  $<1$  v pořádku

- **Bezprahové působení**

- předpoklad neexistence prahu
- IUR - jednotka rakovinného rizika
- EU a USA se míra rizika přijímá obvykle jako  $10^{-6}$



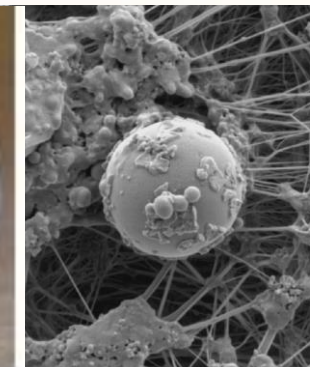
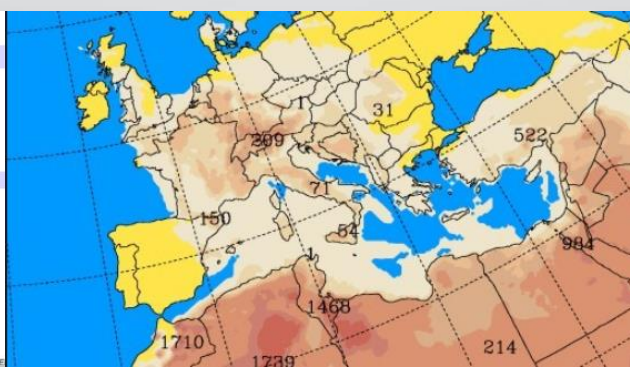
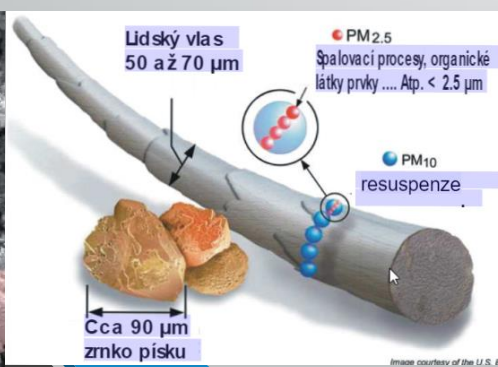
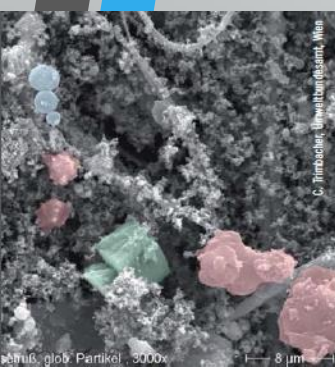
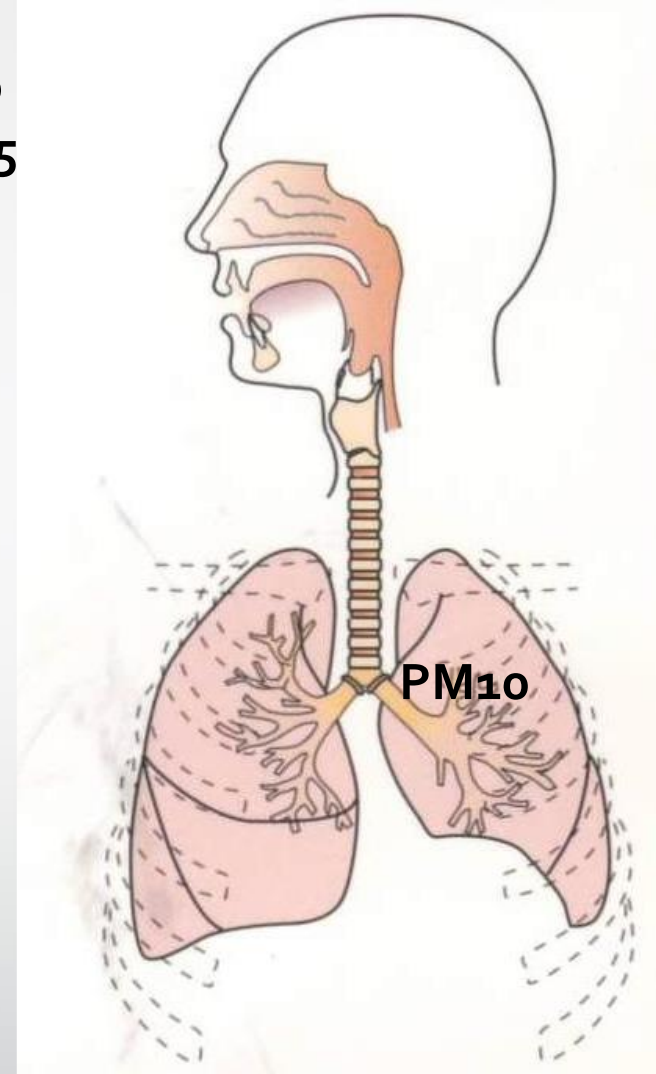
# Sledované látky



# PM-Prachové částice

PM<sub>10</sub>  
PM<sub>2,5</sub>  
PM<sub>1</sub>

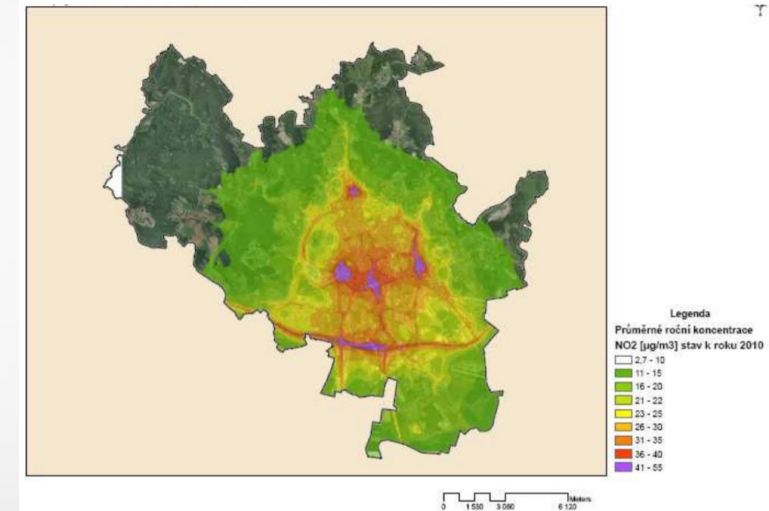
- Účinek závisí na velikosti a složení
- Větší vykašleme, PM<sub>10</sub>-horní/dolní cesty dýchací, PM<sub>2,5</sub>-průdušiny/sklípky, PM<sub>1</sub>-plicní sklípky/přestup do krve
- Vliv především na kardiovaskulární a respirační systém
- Drážděním sliznice – snižují samočisticí schopnost plic
- Makrofágové - pohlcují částice → zánětlivé reakce
- Černý uhlík (Black carbon-BC)



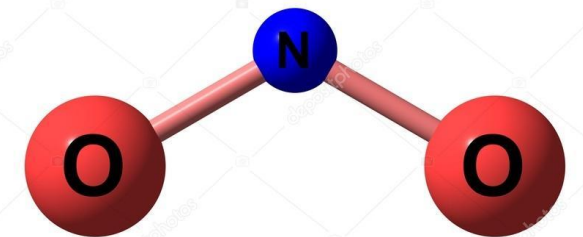
# NO<sub>x</sub> (= NO+ NO<sub>2</sub>)-oxidy dusíku

- Může způsobovat dýchací potíže (a to i chronicky), bolesti hlavy a dráždění očí
- Krátkodobě působí na reaktivitu dýchacích cest – hodinová limitní koncentrace je nastavena pro astmatiky
- Obtížné oddělit zdravotní účinky NO<sub>x</sub> a PM
- Okyseluje prostředí, zvyšuje vnášení dusíku do koloběhu (eutrofizace)

Obrázek 4: Modelové pole překročených průměrných ročních koncentrací NO<sub>2</sub> k roku 2010 (LV = 40 µg/m<sup>3</sup>), povinnost plnění imisního limitu překračován na několika dopravou zatížených lokalitách v Brně (fialová barva)

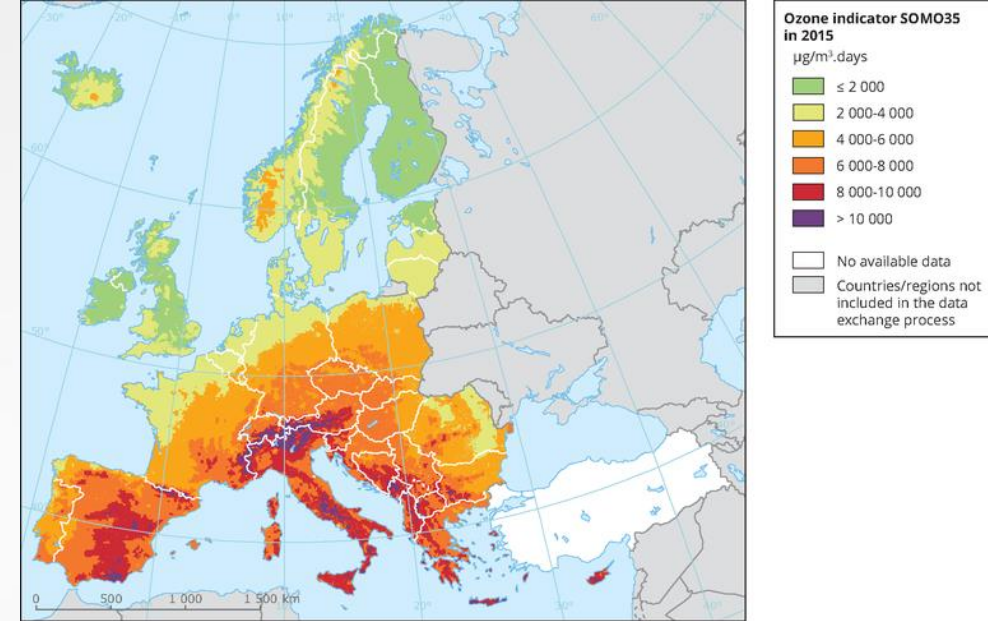


Zdroj: Rozptylová studie Brno 2010, J. Bucek

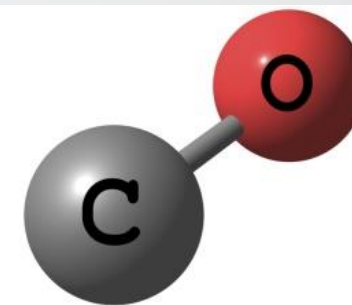


# O<sub>3</sub> – Ozón

- Stratosférický chceme/Troposférický nikoliv
- Fotochemický (losangeleský) smog
- Reaktivní plyn vznikající fotochemickými reakcemi (NO<sub>x</sub>+VOC)
- Ovlivňuje oční spojivky a dýchací cesty
- Problém u osob s CHOPN a astmatem
- Poškození vegetace



# CO – oxid uhelnatý



- Narušuje schopnost krve nést kyslík
- Problémy hlavně u lidí s chronickými onemocněními srdce
- Nebezpečné koncentrace pouze lokálně a výjimečně
  - Bolesti hlavy, závratě --- až smrt
- V Evropě jsou otravy náhodné
- Svítiplyn ( $H_2+CO+CH_4+\dots$ )



Václav Hrabě

Jiří Šlitr

Lampa na svítiplyn  
Z nám. Svobody na Českou, 1901  
(Z Grosser Platz na Rudolfsgasse)



12

# SO<sub>2</sub> – oxid siřičitý



- Příčina kyselých dešťů a zničení lesů v 70-90 letech
- Při 0,1 mg/m<sup>3</sup> dráždí oči a horní cesty dýchací.
- Při 0,25 mg/m<sup>3</sup> zvýšení respiračních obtíží u citlivých dospělých i dětí
- Při 0,5 mg /m<sup>3</sup> vzestup úmrtnosti u starých chronicky nemocných lidí.

Revoluce začala kvůli smogu na severu Čech o týden dřív

13.11.2017

Severní Čechy - „Tráva 1, tráva 2. K vytlačování davu vpřed! Použítí mírnějších prostředků neprovádějte sám. Musíte mít svolení ode mě. Přijem.“ Těmito slovy začínala radiová relace mezi příslušníky Sboru národní bezpečnosti, kteří zasahovali proti demonstrantům v roce 1989. Nikoli však v Praze na Národní třídě, ale v Tepličkách na Benešově náměstí.

5 fotografií v galerii

Ekologické demonstrace, které se konaly od 11. do 13. listopadu 1989 v Tepličkách. | Foto: Miroslav Rada

## Jak žlutá mlha a punk zrodily teplickou revoltu. Pád totality začal na severu Čech

Martin Novák  
11. 11. 2019 9:30

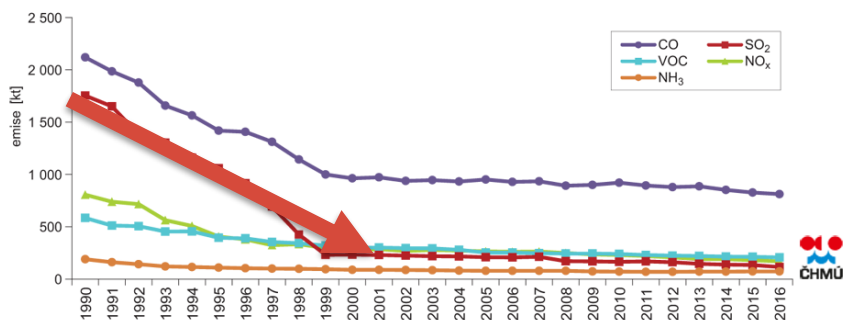
Na začátku listopadu 1989 visely politické změny v Československu ve vzduchu. Všude kolem režim ustupovaly: v Polsku, Maďarsku a východním Německu. V severních Čechách však bylo ve vzduchu především obrovské znečištění. Zamoření smogem, průmyslovými zplodinami dosáhlo právě v listopadu 1989 nejkritičtějších hodnot za více než pět let.



Snímek z demonstrace 13. listopadu 1989 v Tepličkách. Pochází z archivu Marka Fučíka a je součástí knihy o teplických událostech, nazvané Inverze 89. | Foto: Archiv Marka Fučíka

M U N

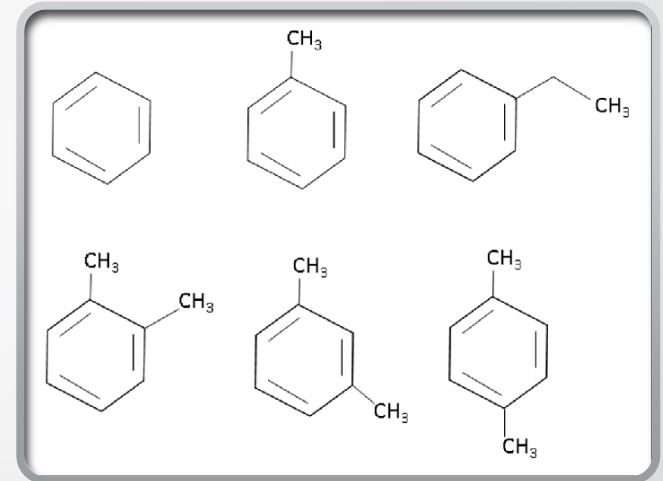
Vývoj celkových emisí hlavních znečišťujících látek, 1990–2016



Brno-2015, roční průměr 5 μg/m<sup>3</sup> = 0,005 mg/m<sup>3</sup>

# VOC – Těkavé organické látky

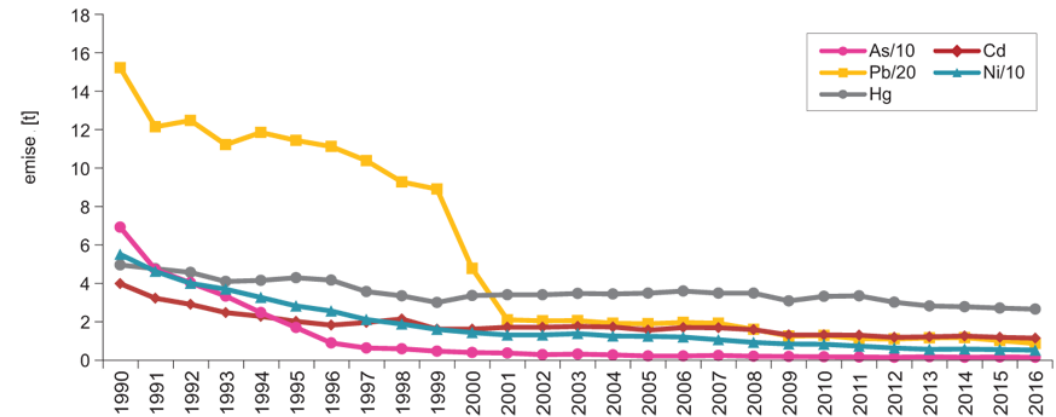
- Častěji problém vnitřních prostředí
- Iritanty očí a dýchací soustavy, mohou způsobovat závratě (vliv na CNS)
- Jedna z příčin tzv. „Syndromu nemocných budov“
- Benzen
  - Není toxický akutně
  - Dlouhodobě nebezpečný hemato/geno/imunotoxický, karcinogen
- VOC mají velmi rozdílné tox. efekty
- Toluen, etylbenzen, xylen (BTEX)
- Formaldehyd, pinen, limonen, isopreny, terpeny, .....



# Kovy

- **Arsen (As)** – ukládá se v kůži, nehtech a vlasech
  - Způsobuje dermatitidy a poškozuje CNS a kardiovaskulární systém
  - Anorganický je karcinogenní
- **Kadmium (Cd)** – kumuluje se hlavně v játrech a ledvinách
  - Váže se na metalo-proteiny a působí na metabolické procesy, blokuje Ca-kanálky (přerušuje nervové vzruchy), neplodnost
  - karcinogenní

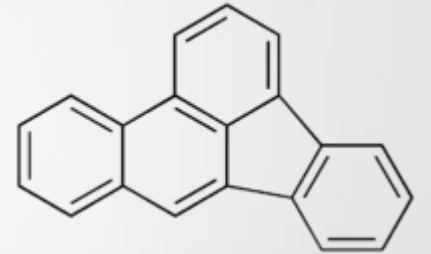
Vývoj celkových emisí těžkých kovů, 1990–2016



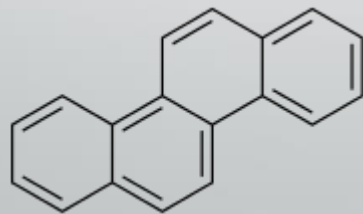
- **Nikl (Ni)** – ukládá se v plicích
  - Podráždění a poškození plic
  - Sloučeniny obecně jsou považovány za karcinogeny
- **Olovo (Pb)** - (dříve hlavně z benzínu)
  - Narušuje kognitivní vývoj u dětí

# PAHs – Polycyklické aromatické uhlovodíky

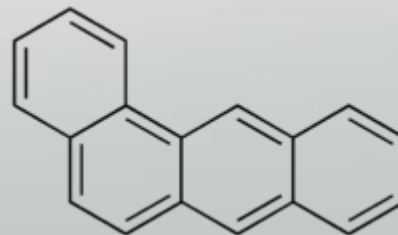
- Perzistentní látky = přetrvávají v prostředí dlouho
- Často se váží na jemné částice
- Karcinogenní a mutagenní potenciál
- Vše je vztažené na B(a)P
- 90% špatné spalování v domácích topeništích
- Významný problém celého Slezského regionu
- Kouření, uzení, grilování



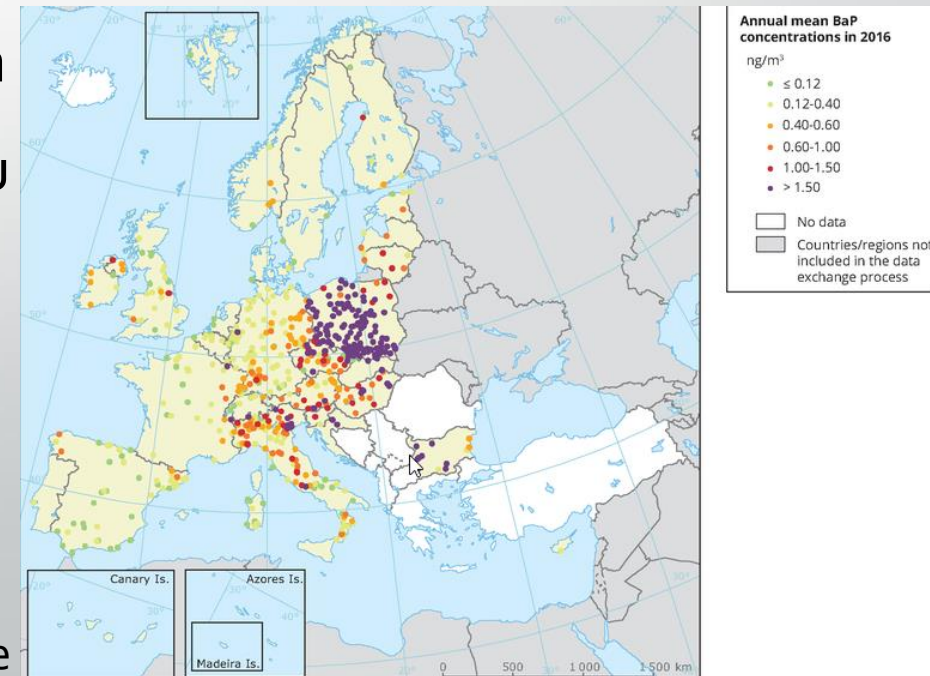
Benzo[*b*]fluoranthene



Chrysene



Benz[*a*]anthracene





# Vyjádření vlivu na zdraví

# Vyjádření vlivu na zdraví (burden of disease)

- Délka života
- Předčasná úmrtí
- Atributivní riziko
- DALY
- Nejistoty

[www.stateofglobalair.org](http://www.stateofglobalair.org)



<https://www.iarc.fr/>

<https://www.epa.gov/air-research>



<https://www.who.int/airpollution/ambient/health-impacts/en/>

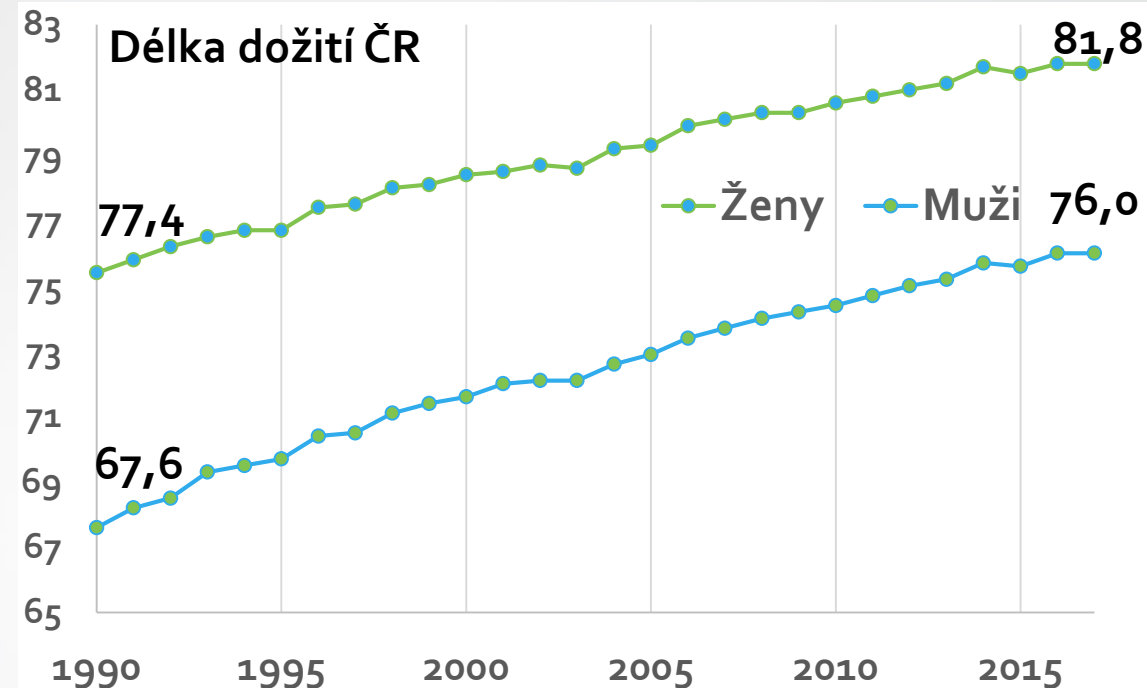
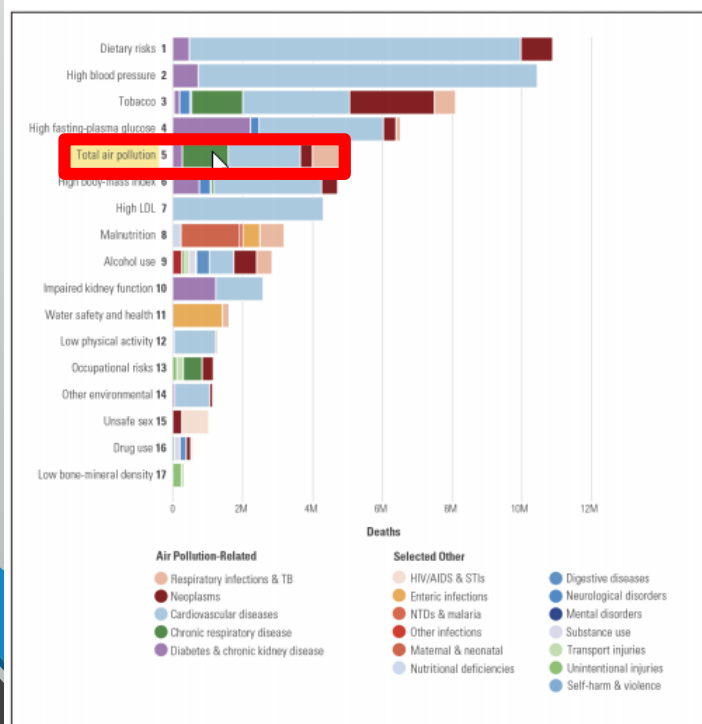


Committee on the Medical Effects of Air Pollutants-UK (COM)

# Předčasná úmrtí

- Úmrtí, které nastane před průměrnou délkou dožití v dané populaci
- nad 30 let (bez úrazů a sebevražd)

Figure 1. Global ranking of risk factors by total number of deaths from all causes for all ages and both sexes in 2017.



## Nejčastější důvody úmrtí v ČR

1. Ischemická choroba srdeční
2. Mrtvice
3. Alzheimer
4. Rakovina plic
5. Kolorektální karcinom
6. CHOPN
7. Infekce dolních cest dýchacích
8. Diabetes
9. Rakovina slinivky
10. Cirhóza

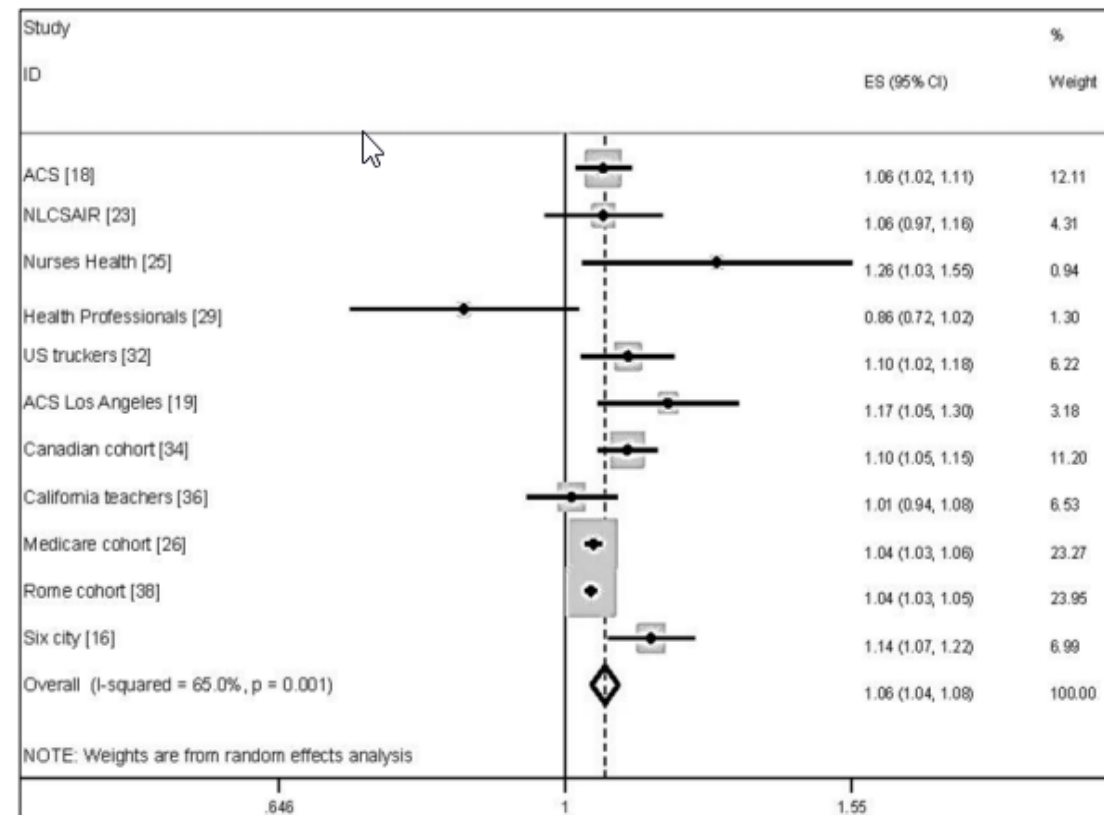
# Spojení s kvalitou ovzduší (attributable fraction)

- Relativní riziko
- Metoda WHO HRAPIE (z metaanalýz 13 kohortových studií v Evropě a Severní Americe)
- Atributivní frakce
- Populační, ne individuální
- Atributivní úmrtí/onemocnění - porovnání s národními/lokálními statistikami



[www.uzis.cz](http://www.uzis.cz)

Fig. 1. Meta-analysis of the association between PM<sub>2.5</sub> and all-cause mortality (RR per 10 µg/m<sup>3</sup>)



Source: Hoek et al. (2013).

Notes: NLCSAIR = Netherlands Cohort Study on Diet and Cancer, air quality investigation section; I-squared refers to the degree of inconsistency across studies.

# DALY – Co to je?

- Disability adjusted life years
- $DALY = YLL + YLD$  (Předčasná úmrtí + počty lety, kdy žijeme s nemocí)
- $YLL = N * L$  (Počet předčasných úmrtí \* Předpokládaná standartní délka života)
- $YLD = I * DW * L$  (Počet případů \* Váha omezení \* délka případu k úmrtí/vyléčení)



Healthy life



Disease or Disability

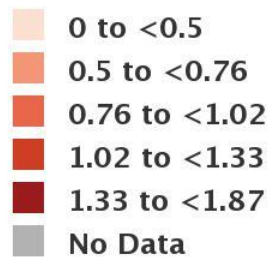


Early death

Expected  
life years

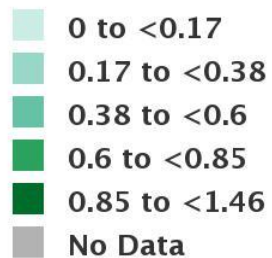
## Ztracené roky v průměrné české populaci nad 30 let, při $PM_{2,5} = 0 \mu g/m^3$

0,5976 roků = 7,2 měsíce =  
218 dní = cca. 4,3 dne/rok



# Získané roky v průměrné české populaci nad 30 let, při splnění WHO cíle $PM_{2,5} < 10\mu g/m^3$

0,1823 roků = 2,2 měsíce =  
66 dní = cca. 1,3 dne/rok



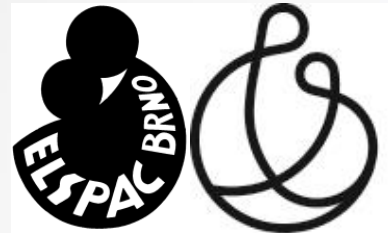
# Nejistoty spojené s odhadem zdravotních dopadů

- CRF, různé epidemiologické studie (intervaly spolehlivosti), vyvíjejí se
- Komplexita směsi znečišťujících látek
- Jsou nebezpečné NO<sub>x</sub> nebo směs látek vznikajících při spalování?
- Nejistoty měření a modelování
- Skutečný odhad individuální expozice není touto metodou možný
- Pozor na různé studie, kdy používají jiné vstupní parametry
- Karcinogenní rizika jsou patrně nadhodnocena u nízkých hodnot



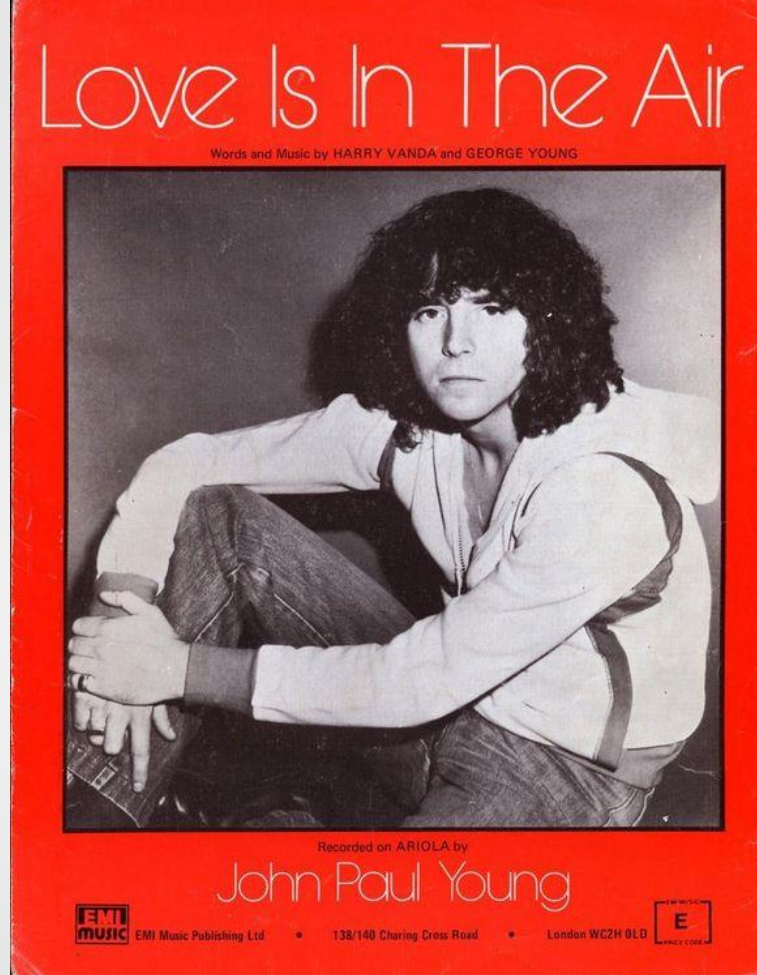
# RECETOX-celkový pohled na zdraví člověka a životní prostředí

- ELSPAC/CELSPAC kohorty
- ICARUS+SMURBS+HBM4EU
- URBAN\_X – Urban exposome
- Nový studijní obor (Bc., Mgr., Ph.D)



**Životní prostředí a zdraví**

Vzdělání pro zdravou budoucnost



**Děkuji za pozornost**

[ondrej.mikes@recetox.muni.cz](mailto:ondrej.mikes@recetox.muni.cz)

MUNI | RECETOX