

Kvalita ovzduší: *Základy, polutanty, politika*



RNDr. Ondřej Mikeš,
Ph.D.

*Masarykova Univerzita,
RECETOX*

ondrej.mikes@recetox.muni.cz



- 20,000 x nádech za den
- 0,5 L jeden nádech
- 10,000 L vzduchu

Breath-taking! Diver holds his breath underwater for 24 MINUTES 33 SECONDS to set new world record

30.3.2021

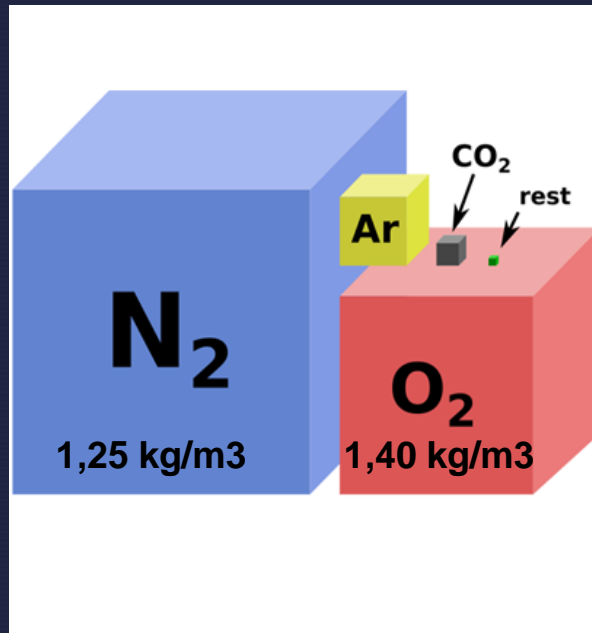
<https://www.dailymail.co.uk/>



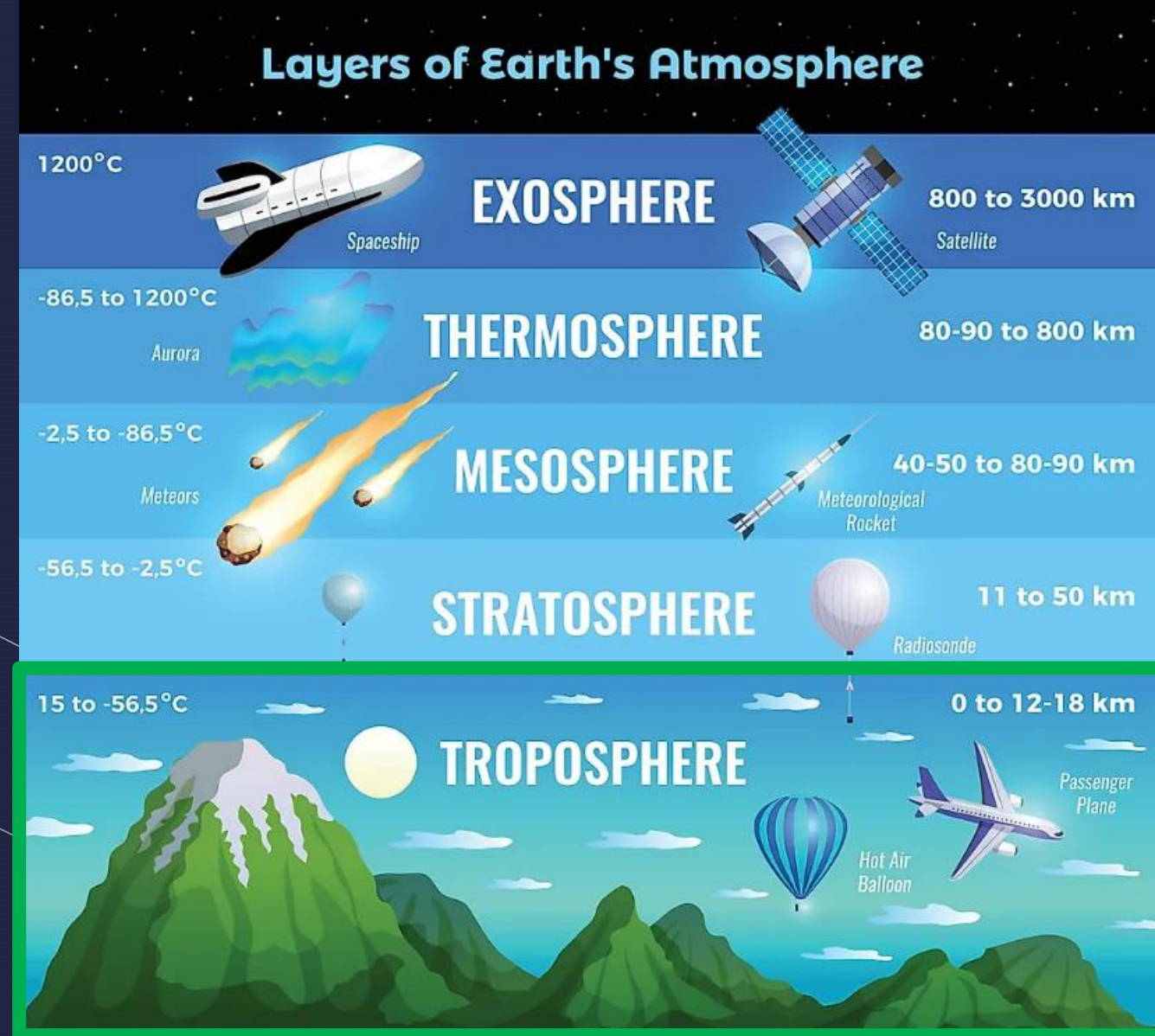
Croatian daredevil Budimir Buda Šobat, 54, (pictured) has broken his own world record for holding his breath underwater after staying submerged for 24 minutes and 33 seconds

Základní pojmy

Atmosféra



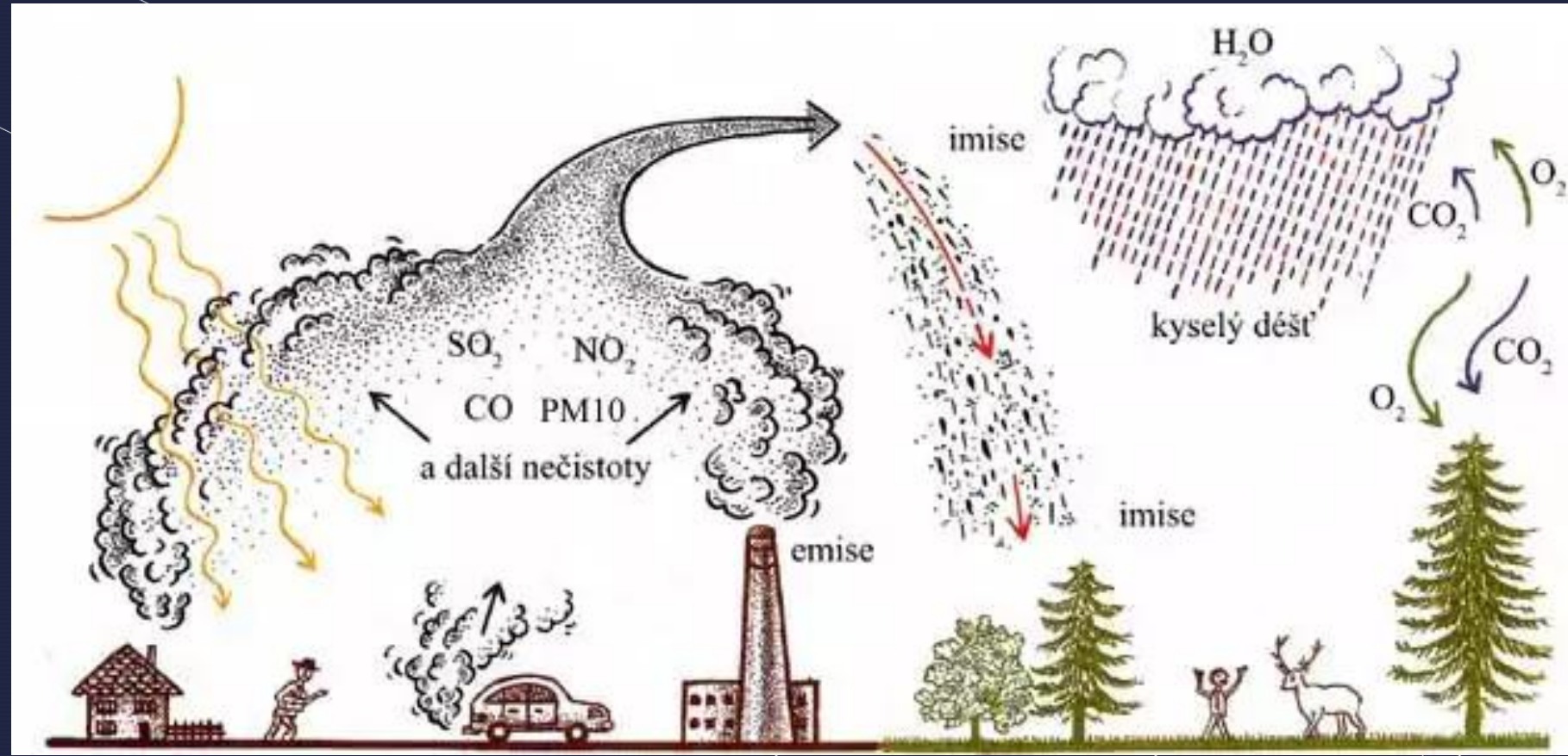
- Plynný obal Země
- Troposféra: kde existuje veškerý život
- Tropo= míchání (řeč.)



<https://www.worldatlas.com/>

Emise, Imise?

- EMISE = Co jde ze zdroje (t/rok), znečišťování
- IMISE = Co měříme ve vzduchu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), znečištění
- EMISE ► přenos a reakce ► IMISE

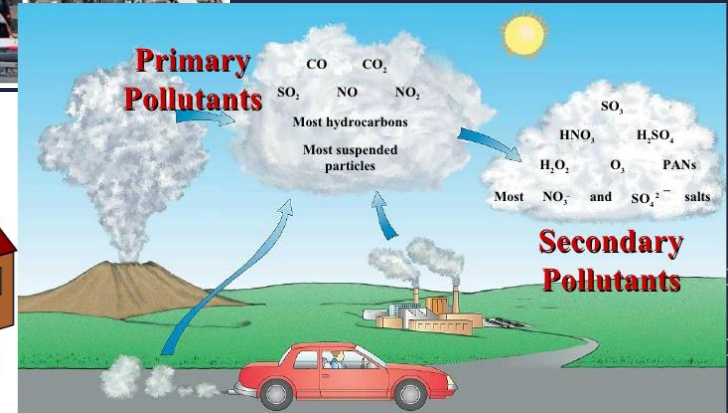


Zdroje

- Stacionární – „nepohyblivé“
 - *Fugitivní* (procesy, odpady, produkty)
 - Mobilní – pohyblivé (silniční i nesilniční)
-
- Antropogenní – způsobené primárně lidmi
 - Přírodní (eroze, požáry, sopky, vegetace...)
 - Sekundární – vznikají reakcemi v atmosféře



picssr.com

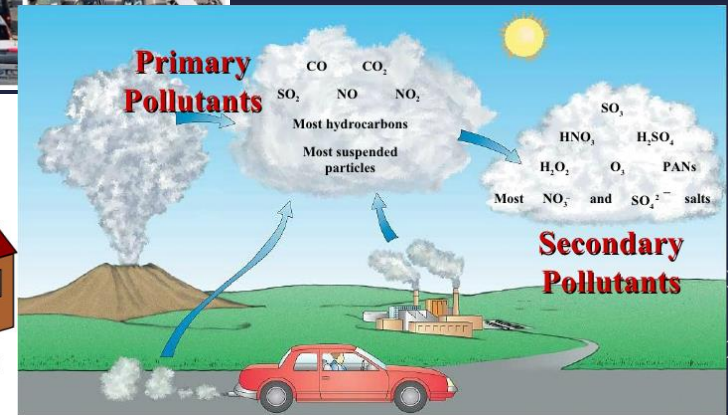


Hlavní znečišťující látky

- Suspendované (prachové) částice
- Oxidy dusíku
- Oxid siřičitý
- Oxid uhelnatý
- Přízemní ozón
- Těžké kovy
- Benzen
- Polycyklické aromatické uhlovodíky



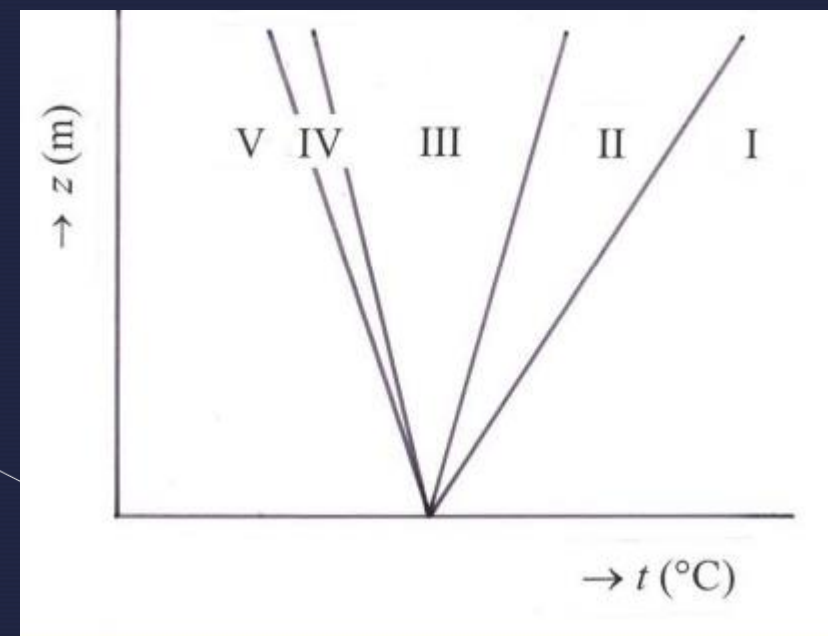
picssr.com



Meteorologické podmínky

Rozptylové podmínky - teplotní zvrstvení atmosféry

- Teplotní zvrstvení atmosféry (vertikální profil)
- Třídy stability (gradient teploty směrem vzhůru)
 - I superstabilní (silná inverze)
 - II stabilní (slabší inverze)
 - III izotermní
 - IV normální
 - V konvektivní (rychlý rozptyl)



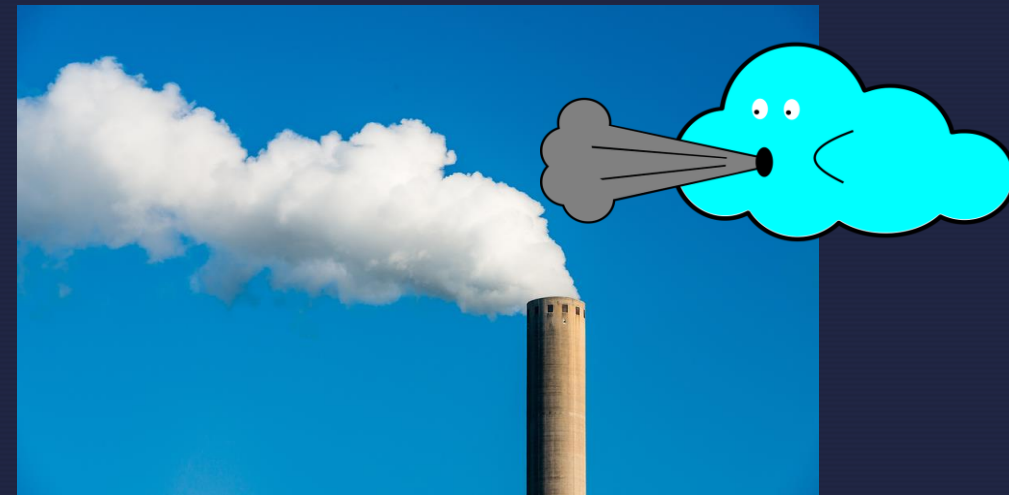
Teplotní inverze

- Radiační – přízemní v zimě, vychlazení povrchů
- Advekční – příliv teplého vzduchu prouděním
- Frontální – (teplá i studená fronta)
- Subsidenční – při vysokém tlaku

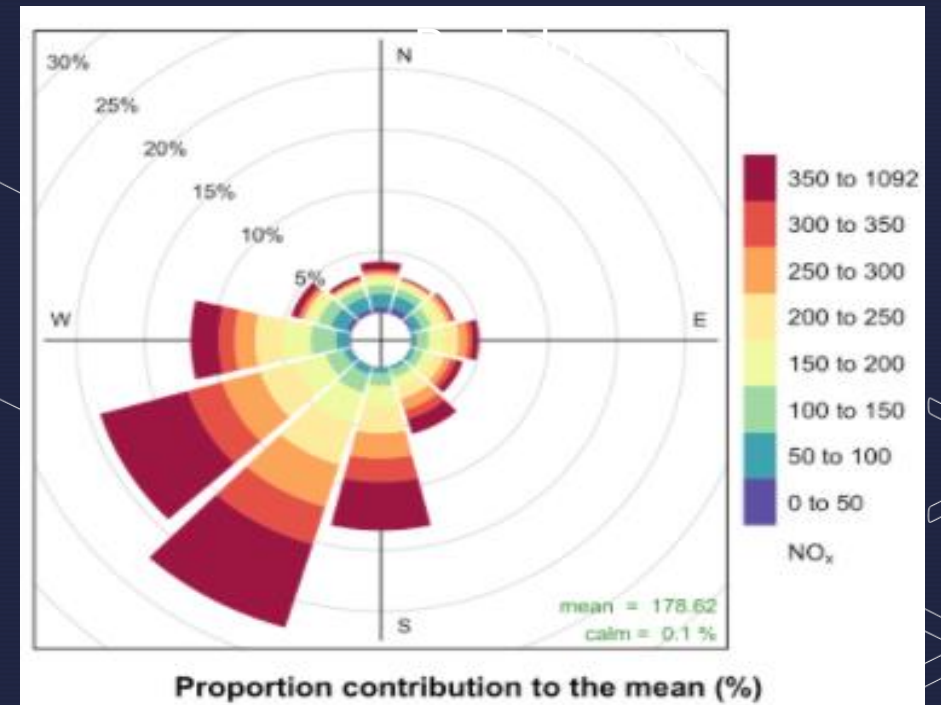


Rozptylové podmínky – rychlost a směr větru

- Rychlost větru (Beaufortova stupnice)
- Tříd stability
 - I - superstabilní (0-2,5 m/s)
 - → V konvektivní (rychlý rozptyl)



- Větrná růžice → koncentrační růžice
- (obsahuje 8 základních směrů a bezvětří)



Kouřová vlečka

- Výška komína
- Převýšení kouřové vlečky
 - Vydatností zdroje
 - Teploty spalin
 - Typem komína
 - Větrem
 - Stabilitou atmosféry
 - Vliv terénu
- V ČR program SYMOS 97 (pro stacionární zdroje)

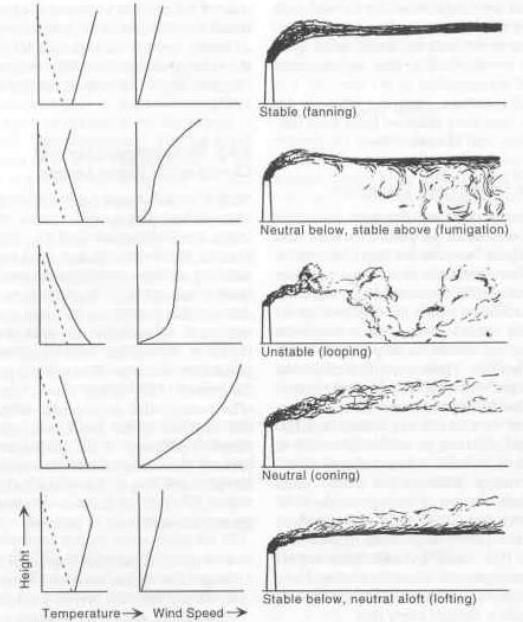


Figure 3.16 Schematic depictions of instantaneous plume patterns in the vertical and the corresponding wind speed and temperature profiles (modified after Slade, 1968).



Další parametry ovlivňující typy emisí a osud látek

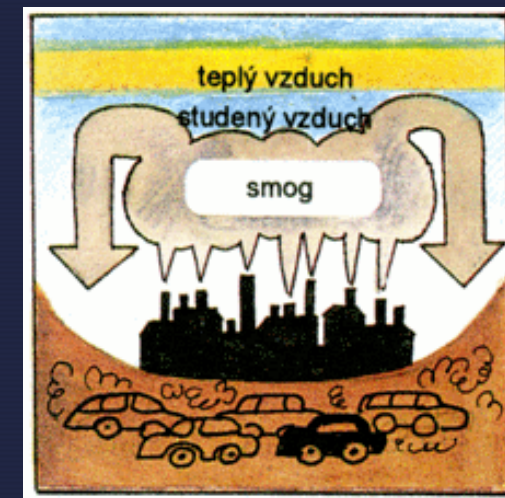
- Teplota vzduchu
- Vlhkost vzduchu
- Suchá depozice
 - Tuhých látek (sedimentace)
 - Plynných (difúze a adsorpce)
- Mokrú depozice (déšť)
- Členitost terénu (návětrné strany od zdrojů)

Vzdálenost transportu

- Krátké – do 100 km, min/hod (charakteristiky zdrojů, kouřové vlečky)
- Střední – 100ky km, desítky hodin
- Dlouhé – globální, dny

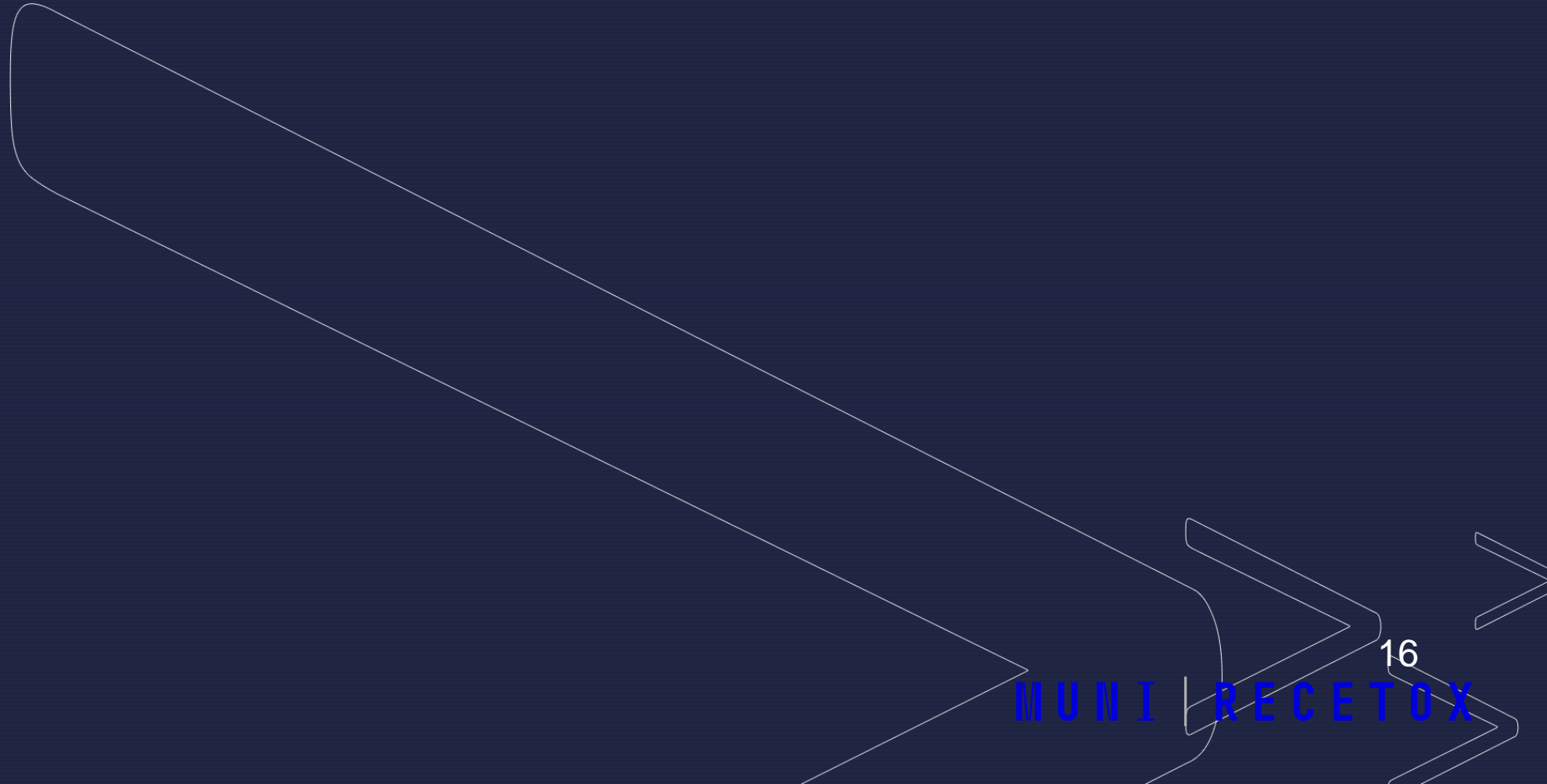
Smog/Smogová situace

- Fusion of SMOke+fOG=SMOG (1905)
- Smogový Varovný Regulační Systém (SVRS), ČHMÚ
- Informativní hodnota $100 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{PM}_{10}$
- Regulační hodnota $150 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{PM}_{10}$ (omezení provozu, kropení apod.)
- Dále také SO_2 , NO_2 a O_3
- 12hodinový klouzavý průměr/ meteo výhled

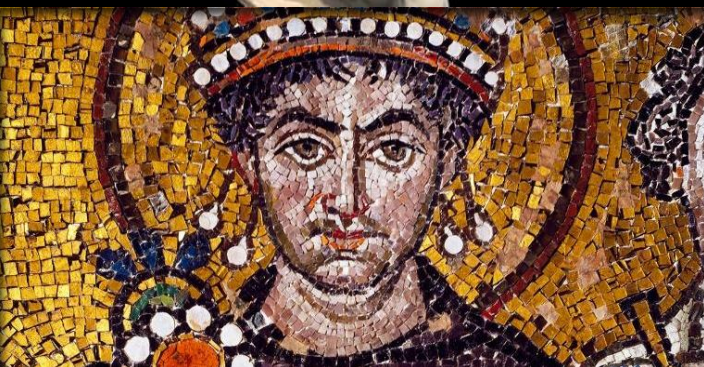


<http://home.tiscali.cz/chemie/vzduch.htm>

Historie a legislativa



Okno do dávné historie kvality ovzduší



TOGETHER
With some REMEDIES humbly
PROPOSED
By J. E. Esq;
To His Sacred MAJESTIE,
AND

- Římský vzduch: „gravioris caeli“ (těžké nebe) nebo „infamis aer“ (nechvalně známý vzduch)
- Seneca (61 n.l., pravděpodobně astmatik): „**Jakmile jsem unikl těžkému vzduchu Říma a jeho zápachu z jeho komínů, které míchaly oblaky popela a jedovaté výpary, jež se zde hromadily, všiml jsem si změny svého stavu**“
- "AEREM CORRUMPERE NON LICET"
- Východořímský císař Justinián I. (535 n.l.): „podle zákonů přírody jsou tyto věci společné všem lidem-vzduch, tekoucí voda, moře“
- Král Edvard I (1306) prosadil zákon zakazující pálit nekvalitní uhlí
- John Evelyn (1661) Fumifugium o Londýnském ovzduší Karlu II

- Dříve limitované zdroje, pouze lidská a zvířecí síla
- max. 10% lidí ve městech
- Vynálezy efektivních nových zdrojů v 19. století
- Dříve pouze lokální emise, posléze plošné (industriální oblasti)
- Urbanizace -> AQ

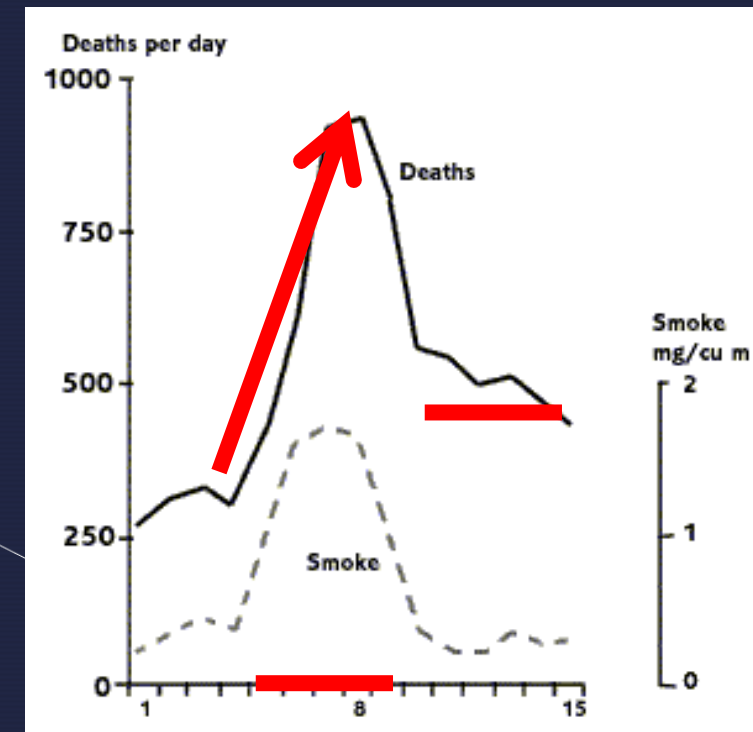
- Sao Paulo:

- 1905
- 1929
- 1949
- 1974
- 2016



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

- Spalování nekvalitních paliv (s obsahem síry) + nepříznivé povětrnostní podmínky (SO_2 , 0°C).
- Odhad PM10 cca 3 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ČR cca 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- viditelnost $<0,5$ m
- Odhad 4 000-10 000 úmrtí nad normál



Další "slavné" průšvihy

- Údolí Meuse, Belgie: 1-5.12 1930
 - Průmysl, spalování uhlí (PM+SO₂+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
 - Tavení zinku, ocelárny, keramické závody (PM+SO₂+HF)
 - 7 000 onemocnění, 20 mrtvých + 50 do měsíce (14 000 obyvatel)
- New York smog, 23-26.11 1966
 - CO, SO₂, kouř a mlha; 10 % populace negativní efekty, 168 asociovaných úmrtí
- Nyní Asie (Harbin, Čína; Nové Dilí, Indie; Ulanbaatar, Mongolsko)



wiki



wiki



wiki



thebeijinger.com



wiki

BREATHLESSNESS,
PALPITATION,
MOIST EYES... YOU'RE
EITHER
IN LOVE OR
IN LAHORE!

MUNI RECETOX

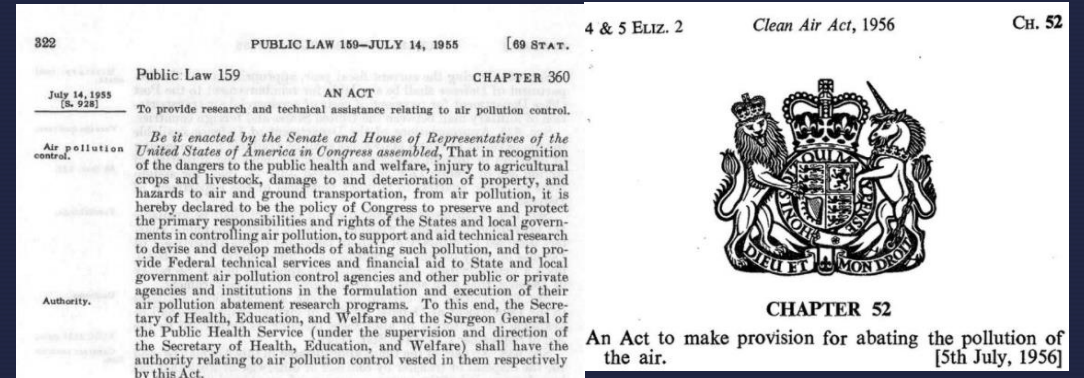
Drsnokřídlec březový (*Biston betularia*)

- Ukázka evolučního přizpůsobení znečištěnému ovzduší
- V průběhu průmyslové revoluce začala v městském prostředí převládat tmavá forma (*carbonaria*)
- Nyní výskyt tmavé formy opět postupně klesá



Legislativa v Evropě a USA

- 19. století: občanské skupiny: např. Manchester Association for the Prevention of Smoke z roku 1842
- 1955 Clean Air legislativa 1955 USA
- USA a UK Clean Air Act 1963 resp. 1956
- Československo: Komínový zákon, 35/1967
- SMĚRNICE RADY 96/62/ES o posuzování a řízení kvality vnějšího ovzduší
- SMĚRNICE 2008/50/ES o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu
- CZ: Zákon č. 201/2012 Sb. Zákon o ochraně ovzduší



Legislativa – Venkovní a vnitřní ovzduší

- **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. 2. 2022)**
- **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.)**

Znečišťující látka	Limit, roční (ng.m ⁻³)
As	6
Cd	5
Ni	20
B(a)P	1

Znečišťující látka	Doba průměrování	Mez pro posuzování		Imisní limit
		[μg.m ⁻³]		[μg.m ⁻³]
		Dolní LAT	Horní UAT	LV
SO ₂	1 hodina	—	—	350 max. 24x za rok
	24 hodin	50 max. 3x za rok	75 max. 3x za rok	125 max. 3x za rok
NO ₂	1 hodina	100 max. 18x za rok	140 max. 18x za rok	200 max. 18x za rok
	kalendářní rok	26	32	40
PM ₁₀	24 hodin	25 max. 35x za rok	35 max. 35x za rok	50 max. 35x za rok
	kalendářní rok	20	28	40
PM _{2,5}	kalendářní rok	12	17	20 (25-do 2020)
Pb	kalendářní rok	0,25	0,35	0,5
CO	maximální denní 8hod. klouzavý průměr	5 000	7 000	10 000
Benzen	kalendářní rok	2	3,5	5
Přízemní ozon	max. denní 8 hodinový			120m Max. 25x za rok

Nové WHO doporučení, září 2021

TABLE I Updated WHO Air Quality Guideline levels and interim targets for major pollutants

Pollutant	Averaging Time	AQG	IT-4	IT-3	IT-2	IT-1	Change Compared to 2005 AQG	
PM _{2.5} (µg/m ³)	Annual	10	5	10	15	25	35	Tightened
	24-hour	25	15	25	37.5	50	75	Tightened
PM ₁₀ (µg/m ³)	Annual	20	15	20	30	50	70	Tightened
	24-hour	50	45	50	75	100	150	Tightened
Ozone (µg/m ³)	Peak season*	-	60	-	-	70	100	New
	8-hour	100	100	-	-	120	160	Unchanged
NO ₂ (µg/m ³)	Annual	40	10	-	20	30	40	Tightened
	24-hour	-	25	-	-	50	120	New
SO ₂ (µg/m ³)	24-hour	20	40	-	-	50	125	Loosened
CO (mg/m ³)	24-hour	-	4	-	-	-	7	New

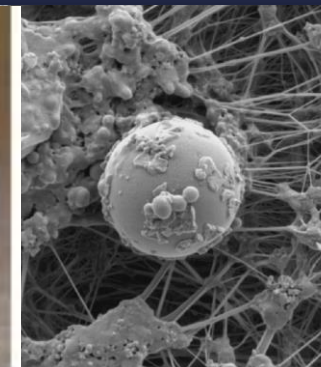
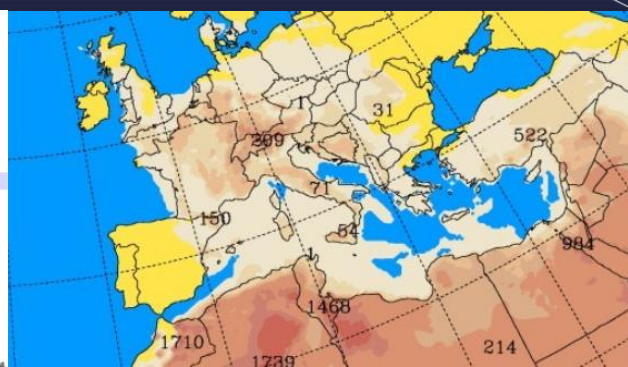
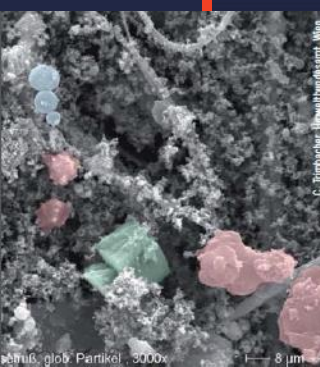
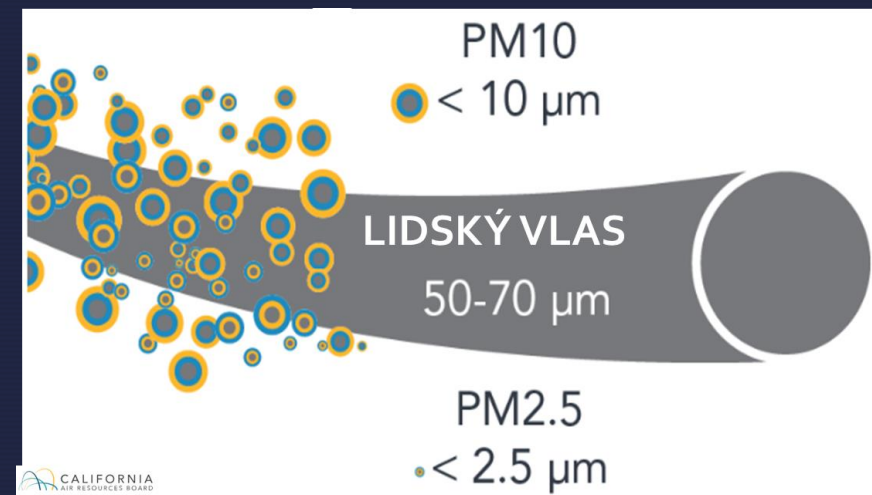
AQG = air quality guideline; IT 4–IT 1 = specific interim targets.

*Average of daily maximum 8-hour mean ozone concentration in 6 consecutive months with highest 6-month running average ozone concentration.

Něco o sledovaných látkách

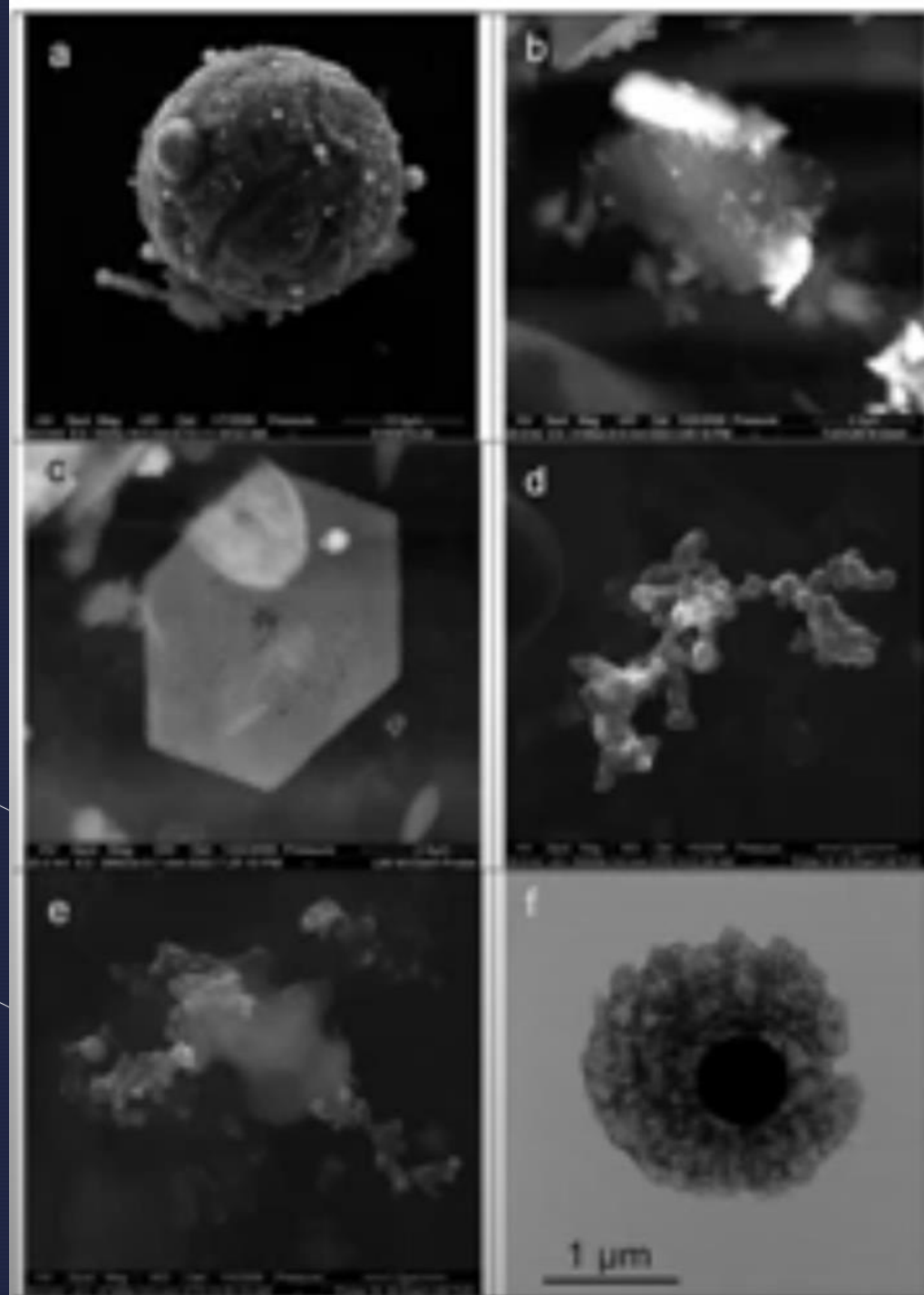
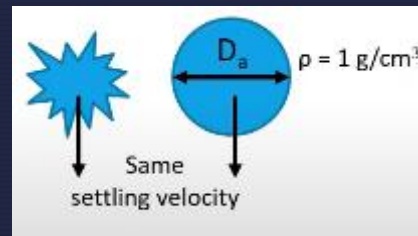
PM-Suspendované (prachové) částice

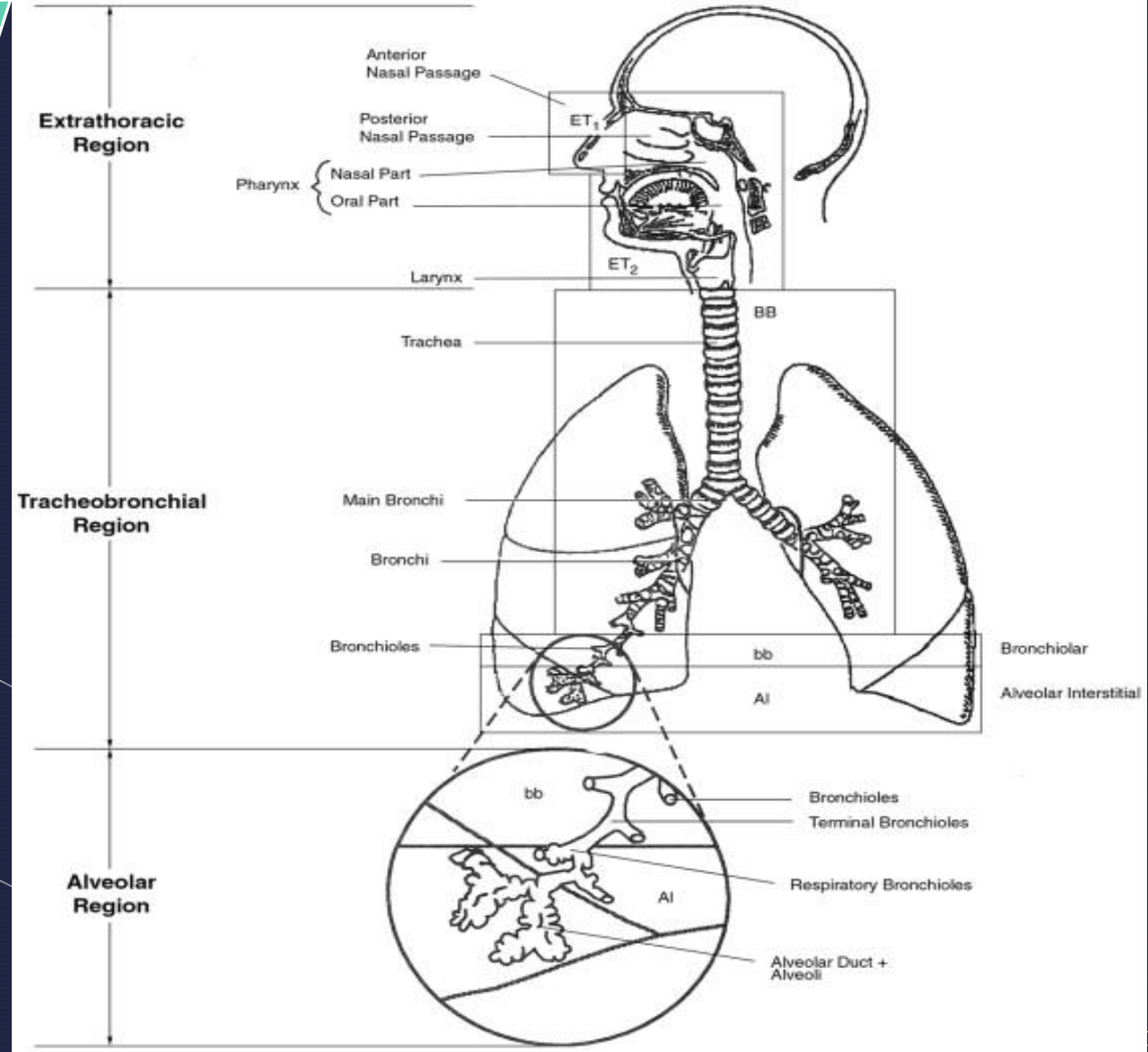
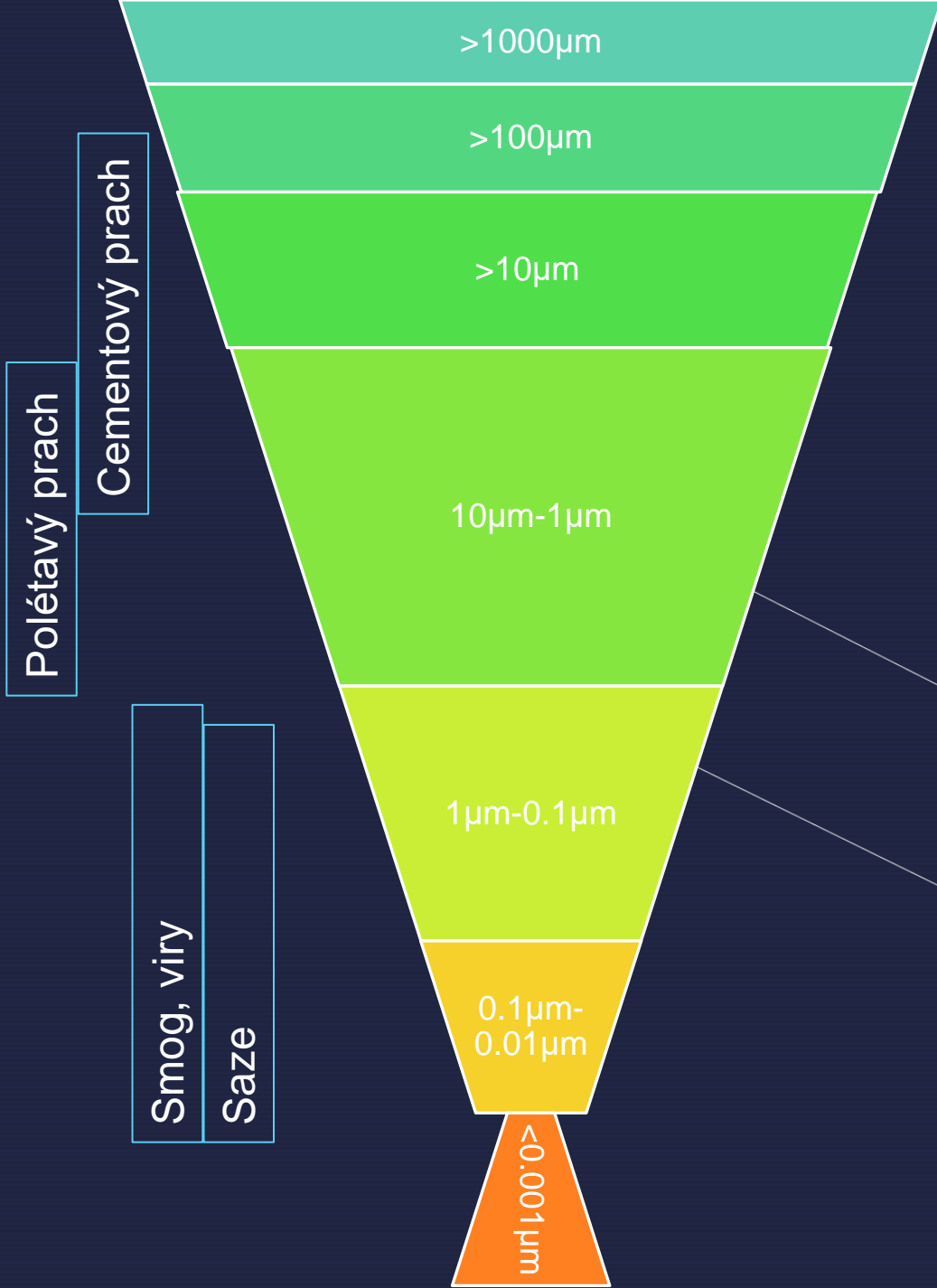
- Vliv především na kardiovaskulární a respirační systém
- Drážděním sliznice – snižují samočisticí schopnost plic
- Spalovací procesy: horší
- Nejistota bezpečného prahu
- Účinek závisí na velikosti (aerod. průměr) a složení
- Větší vykašleme, PM₁₀-horní/dolní cesty dýchací, PM_{2,5}-průdušinky/sklípky, PM₁-plicní sklípky/přestup do krve



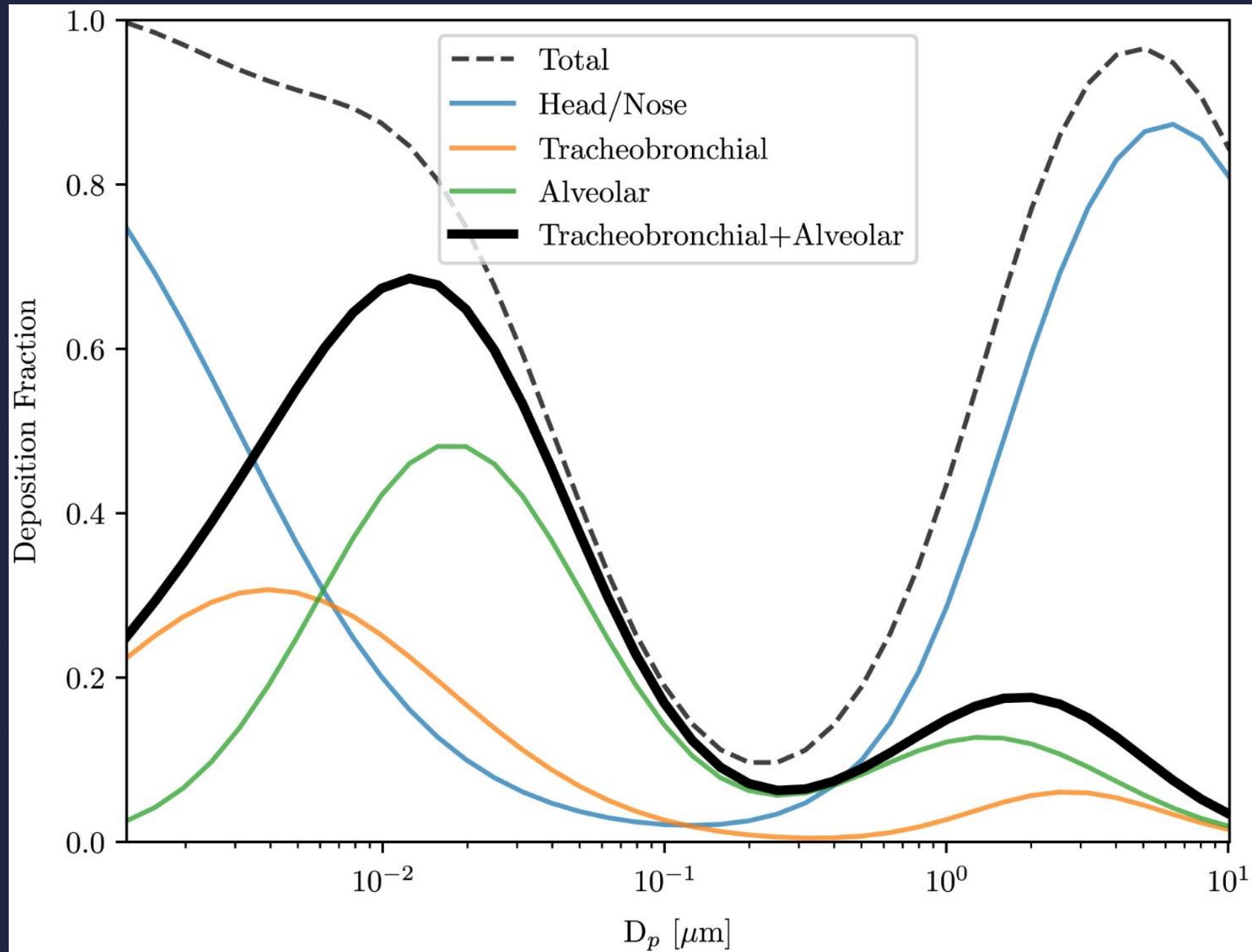
Aerodynamický průměr

- Částice nejsou zrovna všechny kulaté
- AP: je průměr kulaté částice, která se pohybuje se stejnou aerodynamickou rychlostí jako nepravidelná částice
- Většina měřících přístrojů neměří přímo průměr, ale nějakou vlastnost částice, kterou pak převádí na průměr



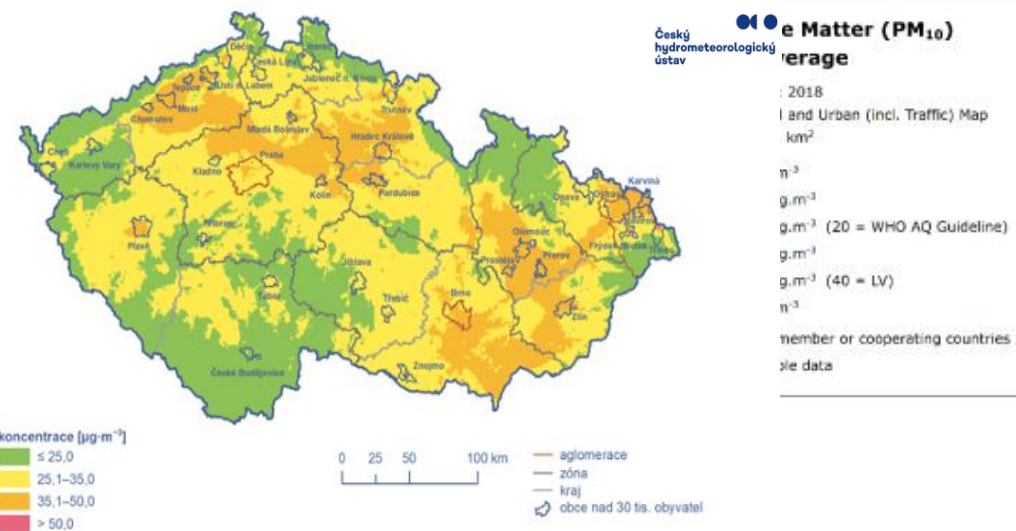


Respirační trakt, Hofmann, 2011

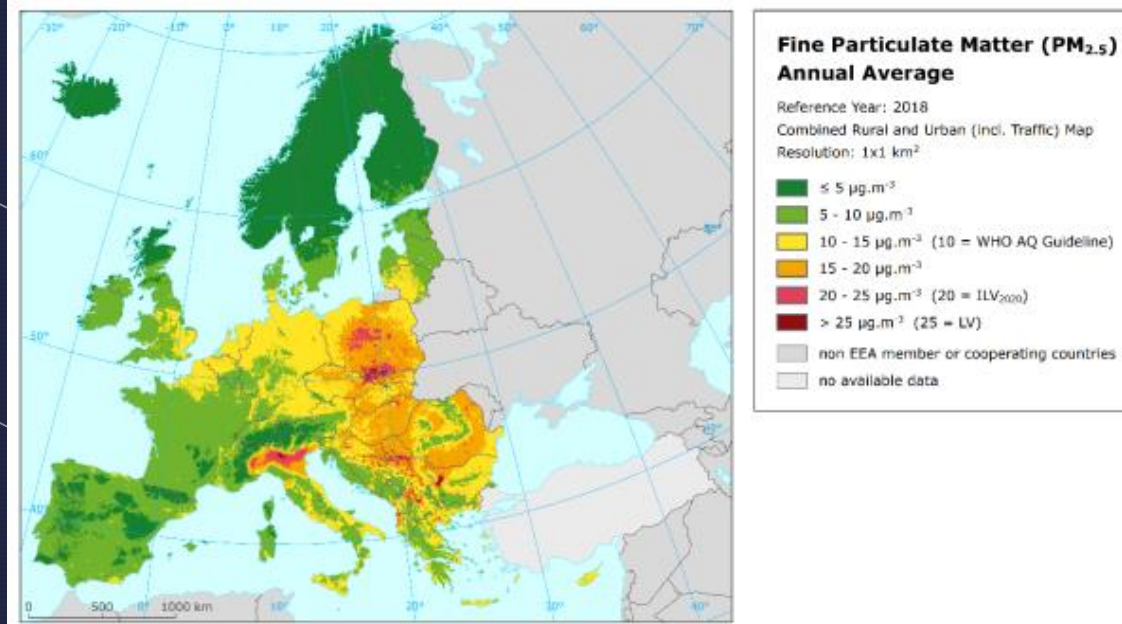


PM – emise

- Celorepublikově
 - 50% lokální topeniště
 - 11% doprava
- V Brně: PM₁₀ (2.5):
 - 90% doprava,
 - ostatní výroba
- ↑T↑PM₁₀, ↑RH↑PM_{2.5}, PM₁
- Sekundární aerosoly jsou významné



Obr. 10 Předběžná mapa 36. nejvyšší 24hodinové koncentrace PM₁₀, 2021



Zdroje PM pro koncentrace v Brně

V tomto modelu:

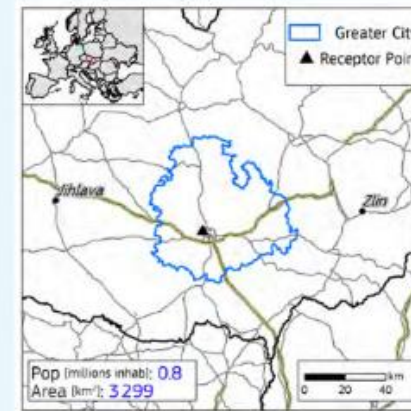
1. Rezidenční z metropolitní oblasti
2. Průmysl z dálkového přenosu
3. Zemědělský z dálkového přenosu
4. Dopravní vnější i vnitřní

Pozor na velikost sledované oblasti

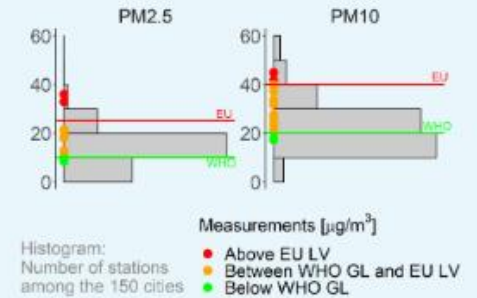
Urban PM_{2.5} atlas

Air quality in European cities : 2021 report

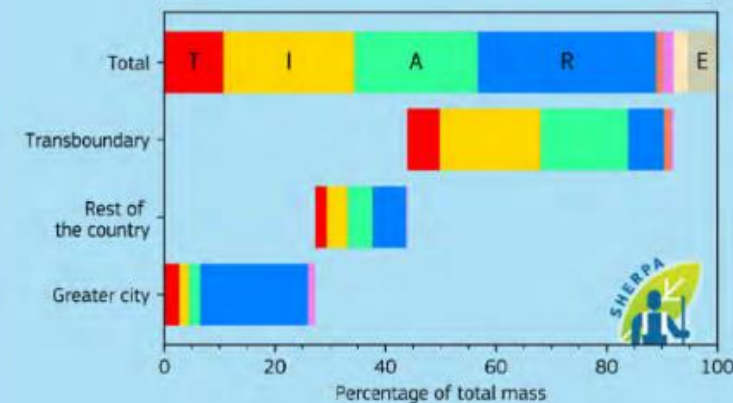
Czech Republic, Brno



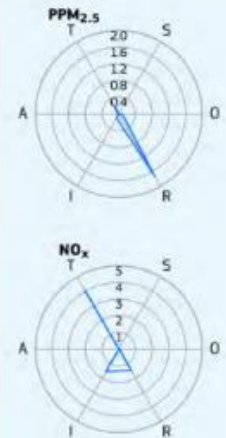
Yearly average urban concentrations (2018)



PM_{2.5} Spatial and sectoral allocation (SHERPA v.2.2.0)



Emissions [kton/year]



- Štiplavý dráždivý plyn
- Příčina kyselých dešťů a zničení lesů v 70-90 letech
- Nejdrastičtější snížení od 1990. Nyní již skoro bezproblémový.
- Hlavní zdroj veřejná energetika a výroba tepla cca 60%
- Celosvětově hlavně z mazutu v loďarství

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. Zamoreni smogem, průmyslovými zplodinami dosáhl právě v listopadu 1989 nejkritičtějších hodnot za více než pět let.



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

Revoluce začala kvůli smogu na severu Čech o týden dřív

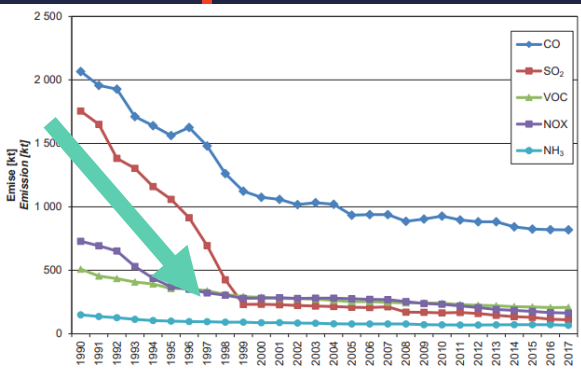


vtlačování davu vpřed! Použití
ám. Musíte mít svolení ode mě.
á relace mezi příslušníky Sboru
i proti demonstrantům v roce

1989. Nikoli však v Praze na Národní třídě, ale v Teplicích na Benešově náměstí.



Podle komínového zákona: 125 m komín bez poplatků 1,7 tun/hodinu
současné emise by byly naplněny za 19 hodin provozu



Obr. II.1 Vývoj celkových emisí hlavních znečišťujících látek, 1990–2017
Fig. II.1 The development of main pollutants total emissions, 1990–2017



Svante Odén

- Systematicky shromažďoval data ze srážek ve Švédsku
- 1967 publikoval článek: „Nederbördens försurning“ (Okyselování srážek)
- Vliv jiných zemí (hlavně GB a Německo)
- Indikace LRTAP, snahy o snížení emisí síry





② SMOG

| SULFUROUS | PHOTOCHEMICAL |

compounds called sulfur oxides.

1:52 / 3:52

▶ ⏪ 🔊 🔍 ⚙️ 📺 📱 📶 🗑️

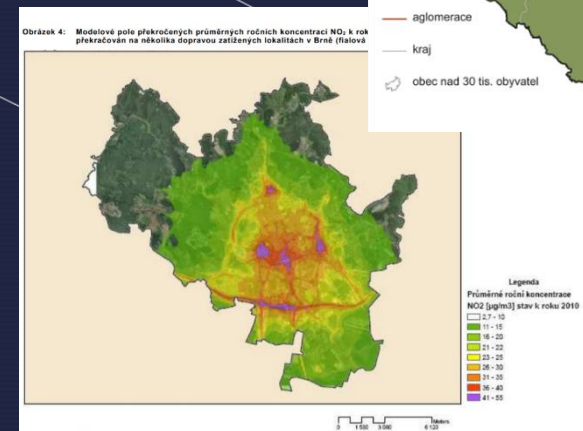
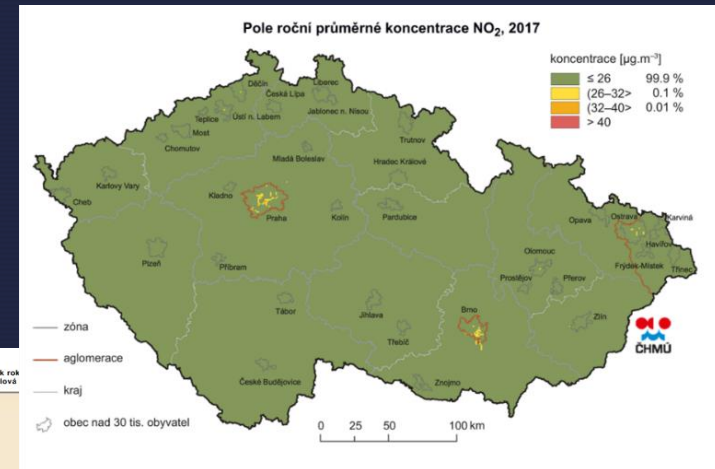
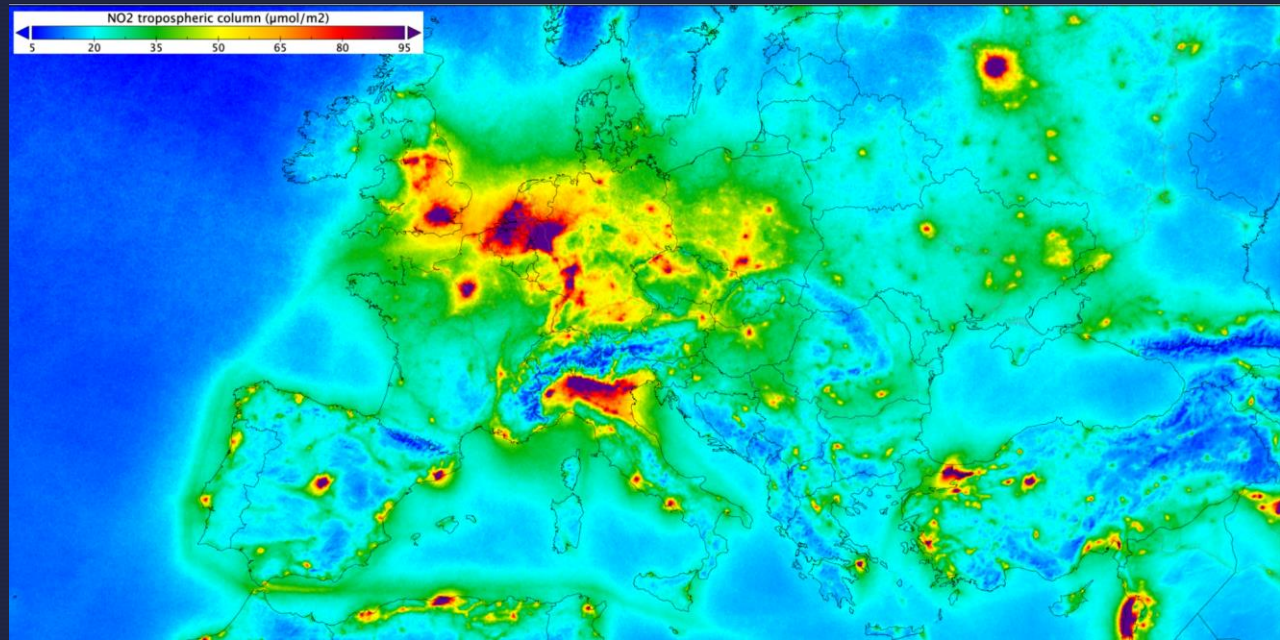
The video player displays a hazy cityscape with industrial smokestacks emitting thick white smoke. The text '② SMOG' is prominently displayed in the upper left, with 'SULFUROUS' and 'PHOTOCHEMICAL' appearing below it. A subtitle at the bottom reads 'compounds called sulfur oxides.' The video progress bar shows 1:52 / 3:52. The National Geographic logo is visible in the top right corner of the video frame.

<https://www.youtube.com/watch?v=e6rglsLy1Ys>
12 million views, 2023

MUNI RECETOX

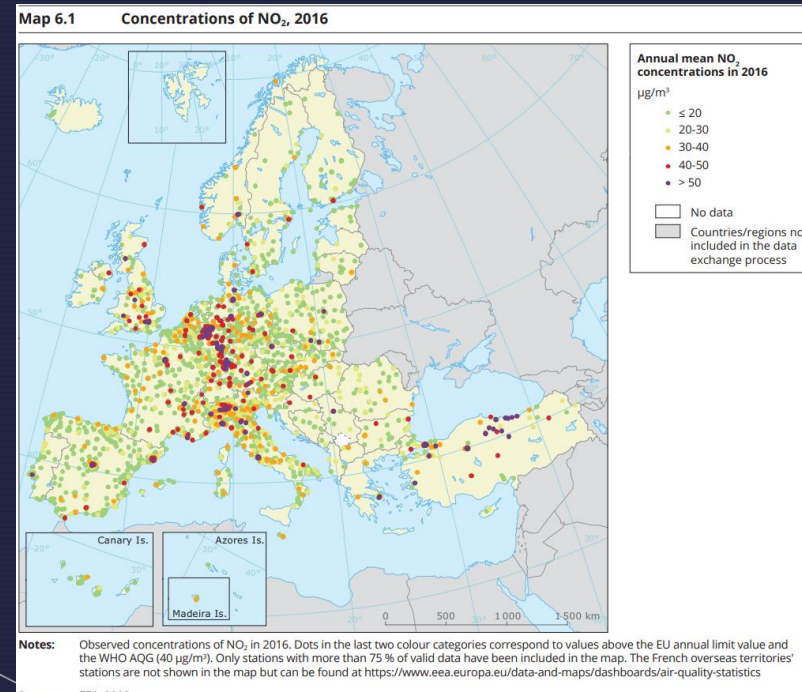
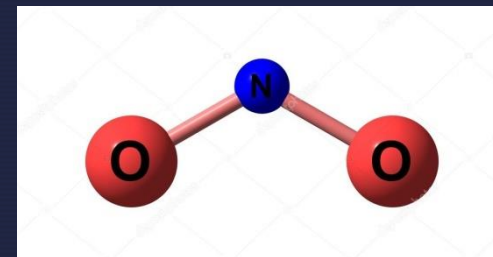
Oxidy dusíku – NO_x

- 78% N₂ v atmosféře
- Cokoliv hoří, tak vznikají oxidy dusíku
- Brno, Praha, Ostrava
- Zdroje v Brně: Doprava 70,5%, dále spalovna a lokální topeniště
- Uvnitř – cca 1/2, ne pokud tam jsou kamna
- Koncentrace oproti SO₂ skoro neklesají
- Důvod zákazu dieselů v Evropě
- Reagují s těkavými látkami a tvoří přízemní ozon



NO_x (= NO + NO₂) - oxidy dusíku

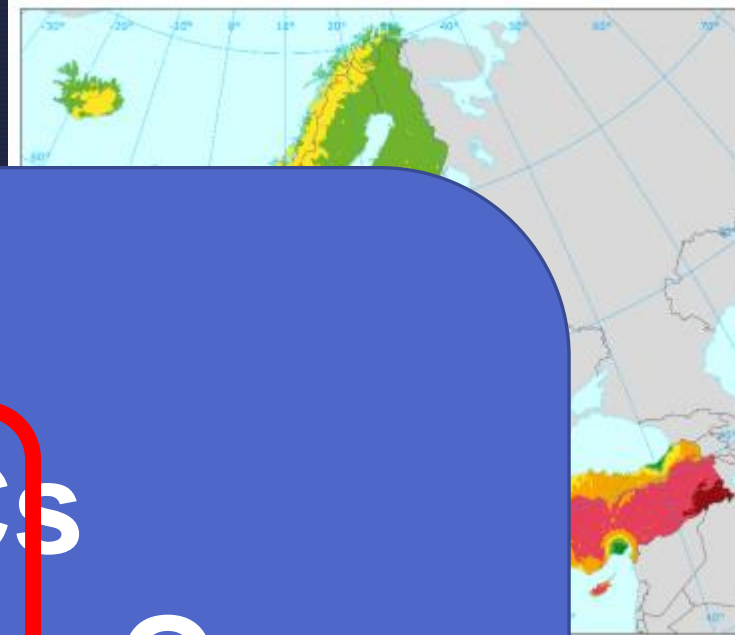
- Může způsobovat dýchací potíže (a to i chronické), bolesti hlavy a dráždění očí
- Krátkodobě působí na reaktivitu dýchacích cest – hodinová limitní koncentrace je nastavena pro astmatiky
- Je obtížné oddělit zdravotní účinky NO_x a PM
- Okyseluje prostředí,
- vnášení dusíku do koloběhu



O₃ – Ozón

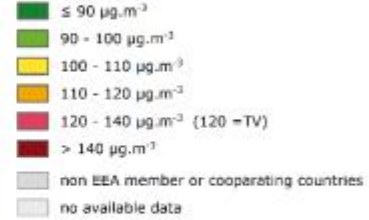


VOCS



Ozone – 93.2 Percentile of Maximum Daily 8-hour Means

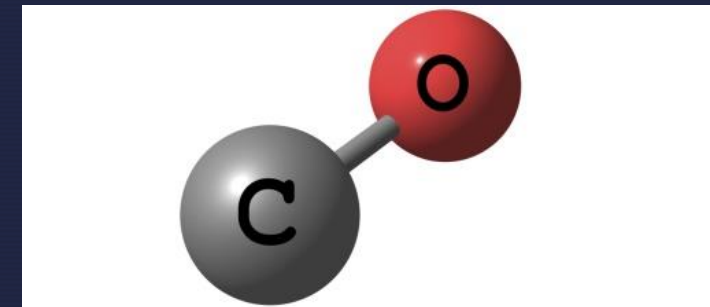
Reference Year: 2018
Combined Rural and Urban Background Map
Resolution: 1x1 km²



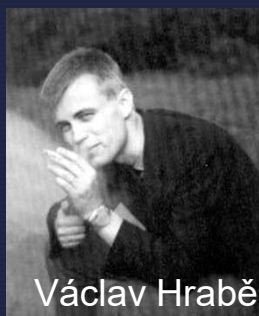
yl nitráty) + dusíkaté



CO – oxid uhelnatý



- Narušuje schopnost krve nést kyslík
- Problémy hlavně u lidí s chronickými onemocněními srdce, kuřáků
- Nebezpečné koncentrace pouze lokálně a výjimečně
- Bolesti hlavy, závratě --- až smrt
- V Evropě jsou otravy náhodné
- 1996 poslední výměna svítiplynu za zemní plyn v ČR



Václav Hrabě



Jiří Šlitr

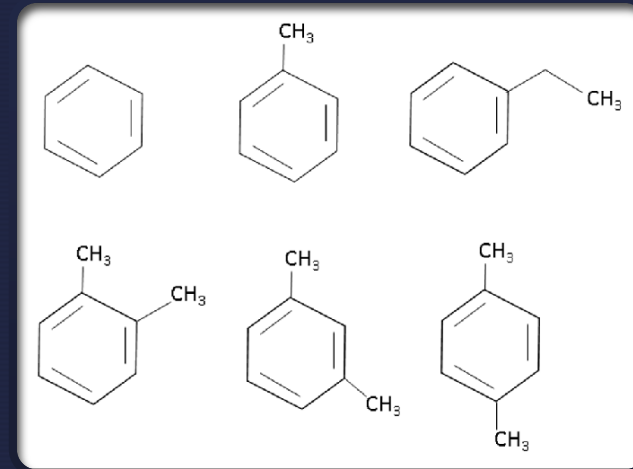


Lampa na svítiplyn
Z nám. Svobody na Českou, 1901
(Z Grosser Platz na Rudolfsgasse)

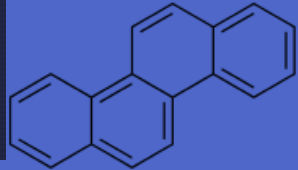
MUNI RECETOX

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/immunotoxický, karcinogen
- Toluen, etylbenzen, xylen (BTEX)
- Formaldehyd, isopren, terpen, pinen, limonen.....

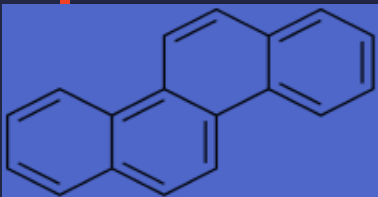
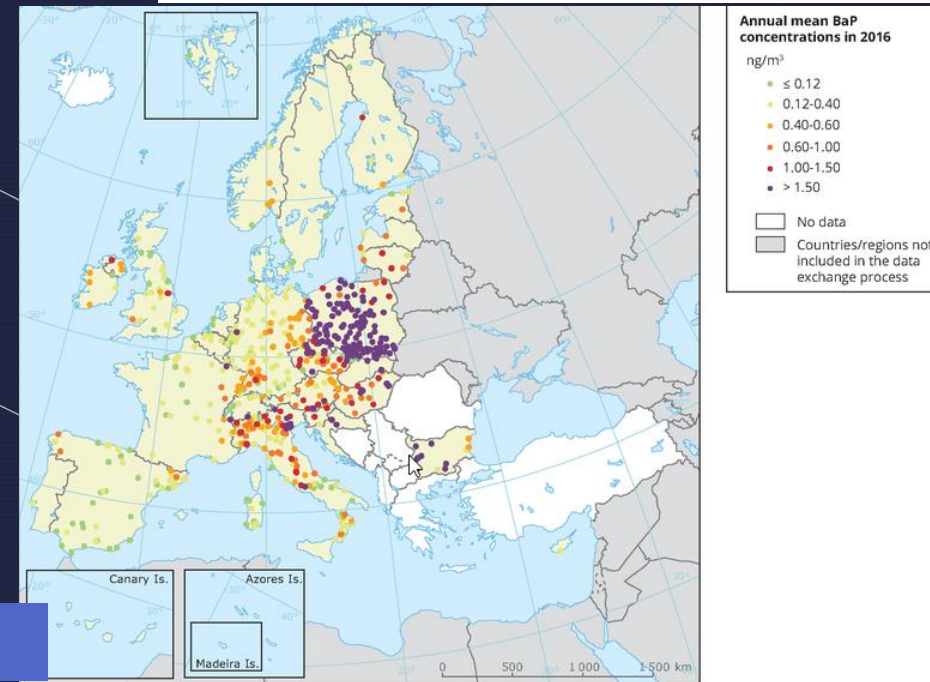
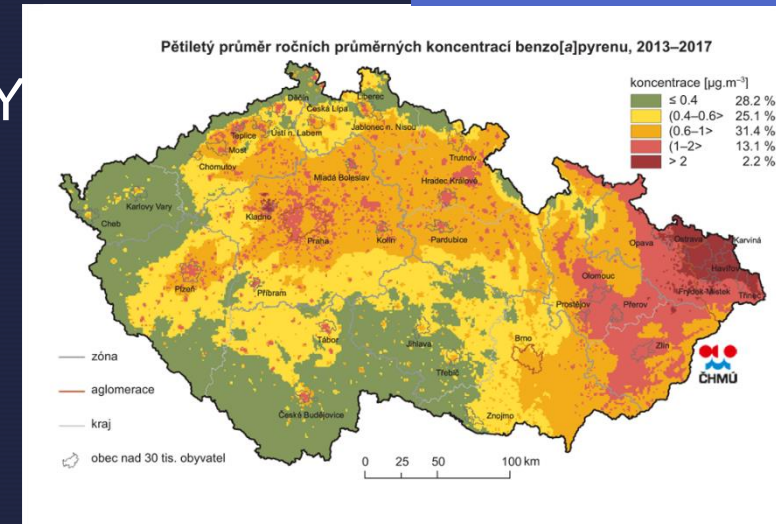


Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAHs)

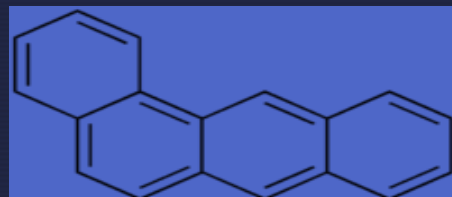


Benzo[a]pyren

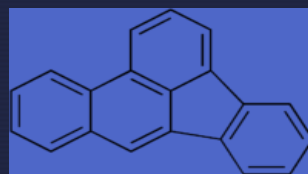
- Buď navázané na částicečky nebo i plynné, **KARCINOGENY**
- 90% špatné spalování v domácích topeništích
- V Brně: doprava 80%, 20% lokální top.
- Malá sídla (nejhorší)-studie ČHMÚ, Brno má CZT
- Vše je vztažené na B(a)P
- Rozpustné v tucích
- Nesledují se všechny (nyní nitro, oxo a carboxo)



Chrysen



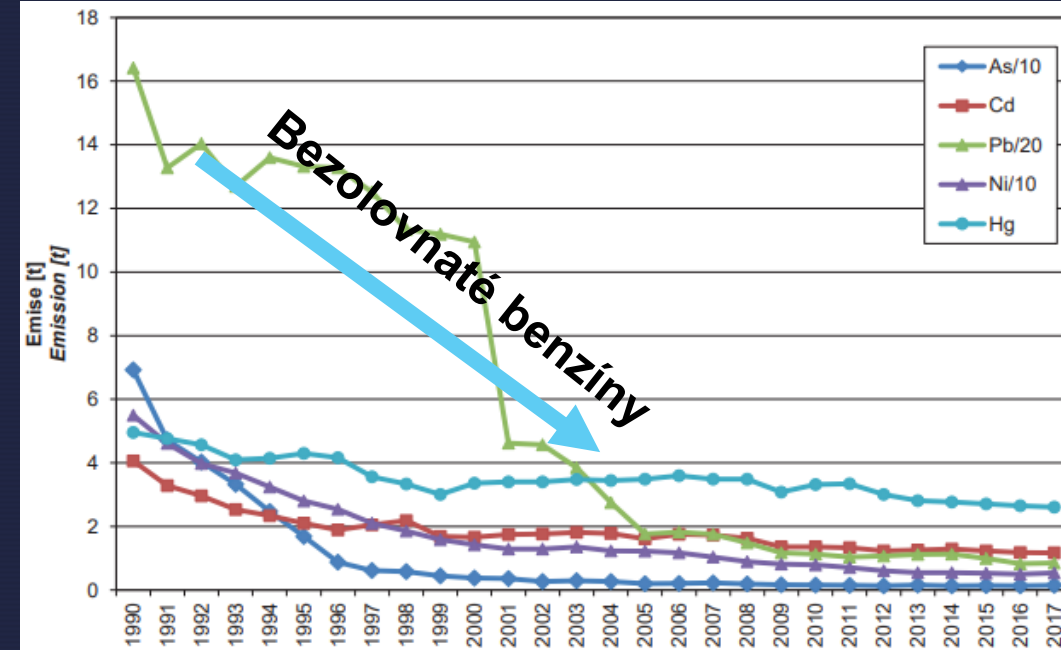
Benzo[a]antracen



Benzo[b]fluoranten

Další látky?

- Kovy: As, Cd, Ni, Pb (dříve hlavně z benzínu)
- Amoniak
- PCBs, PCDD/F
- Pesticidy
- Zpomalovače hoření
- Fotochemické produkty
- Skleníkové plyny (CO₂, metan, N₂O, fluorované uhlovodíky...)
- Spousta neznámých...



Obr. II.3 Vývoj celkových emisí těžkých kovů, 1990–2017
Fig. II.3 The development of heavy metals total emissions, 1990–2017

Éra olovnatého benzínu po sto letech definitivně skončila. Super a Special už jsou pouze historickým pojmy

AUTO 02. září 2021 | 11:09 — Lukáš Bauer

Alžírsko oficiálně ukončilo prodej benzínu s přidaným olovem, který je dobře znám pod názvy Super a Special. Tento typ paliva do nákladních i osobních automobilů se hojně využíval téměř sto let. V České republice byl prodej tohoto benzínu ukončen před dvaceti lety.



Další 1 fotografie v galerii

Special spalovala především stará auta / Depositphotos

Podivuhodný příběh „dobrých“ úmyslů Thomase Midgelyho

- Konstruktor v General Motors
- Proti klepání (samozápal paliva) v motoru
 1. nejprve použili jód, drahý
 2. Další látky (asi 50,000) včetně arseniku
 3. Účinný se ukazoval biolín, ale byla zrovna velká daňová zátěž kvůli prohibici a nešel opatřit patentem
 4. Vyhrálo TEL, tedy „Ethyl“
 5. Toxikologové varovali před nebezpečím použití takového množství olova
 6. V prvním roce produkce několik otrav (násilně-maniácká)
- Zotaven z otravy olovem, chladičská divize Fridgeair (lednice a klimatizace)
 1. Využívané k chlazení kolem roku 1914: čpavek, chlormethan, propan a SO_2
 2. Netoxická, nehořlavá náhrada?
 3. (CCl_2F_2), tedy Freon 12, označovaný též R-12 či CFC.
- V čele Americké chemické společnosti, podivuhodné úmrtí
- TEL zamořilo (+uhlí, tabák, nátěry...) ovzduší olovem
- Po poklesu použití došlo za 15 let v USA k poklesu Pb v krvi o 78%
- Japonsko zákaz 1986, V CZ až 2001
- 1974 potvrzení freonů jakožto ničitelů ozonové vrstvy
- Montrealský protokol 1987, CZ 1990

NEWSLETTERS
Sign up to read our regular email newsletters

NewScientist

News Podcasts Video **Technology** Space Physics Health More Shop Courses Events

Inventor hero was a one-man environmental disaster

From poisonous cars to the destruction of the ozone layer, Thomas Midgley almost single-handedly invented a global environmental crisis, finds **Fred Pearce**

f t w i o e

TECHNOLOGY 7 June 2017
By **Fred Pearce**



"Workers suffered bouts of violent paranoia and were hauled away in straitjackets"
Corbis via Getty Images

Vnitřní prostředí - specifika

- Některé znečišťující látky jsou vyšší ve vnitřním prostředí
- „INDOOR GENERATION“
- až 90 % času ve vnitřních prostorech
- Zdroje uvnitř
 - Venkovní ovzduší (ventilace)
 - Stavební materiály domu
 - Vybavení domácnosti (formaldehyd...)
 - Chování členů domácnosti
- Vlhkost (nízká-dráždění; vysoká-plísně) **40-60 %**
- Teplota (nízká-nepříjemné; vysoká-dýchací obtíže) **18-24°C**
- Vyhláška č. 6/2003 Sb.



Index kvality ovzduší (ČHMÚ)

- SO₂, NO₂, PM₁₀ + (1.4.-30.9) O₃

Kvalita ovzduší	Stupeň
Velmi dobrá až dobrá	1A
	1B
Přijatelná	2A
	2B
Zhoršená až špatná	3A
	3B

Jihomoravský kraj 16.10.2023, 11:30

Kraj: Jihomoravský				SO ₂	NO ₂	CO	PM ₁₀	O ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}
Kód	Název	Klasifikace	Vlastník	1h µg/m ³	1h µg/m ³	8h µg/m ³	1h µg/m ³	1h µg/m ³	24h µg/m ³	1h µg/m ³
BBDNA	Brno - Dětská nemocnice	B/I/URC	ČHMÚ		7,8		30,7		8,9	9,3
BBMAA	Brno-Arboretum	B/I/URN	SMBmo		9,9		8,5	55,1	7,0	4,7
BBMLA	Brno-Lány	B/S/IRN	SMBmo	1,3	14,3		7,6	46,9	7,3	6,1
BBMSA	Brno-Svatoplukova	T/U/IR	SMBmo		24,1	539	10,3		13,3	7,0
BBMVA	Brno-Výstaviště	I/U/IC	SMBmo		36,7		31,8		10,1	7,6
BBNIA	Brno-Líšeň	B/I/UR	ČHMÚ				16,0		9,2	9,8
BBNVA	Brno-Úvoz (hot spot)	T/U/IR	ČHMÚ		31,0	305	7,6		6,6	4,2
BBNYA	Brno-Tuřany	B/S/IR	ČHMÚ	2,7	15,9		16,2	37,9	8,2	6,0
BBOMA	Brno-Komárov	T/U/IR	SMBmo		22,8		11,7		9,0	6,8
BHODA	Hodonín	B/I/UR	ZÚ-Ostrava				5,0		5,1	4,0
BKUCA	Kuchařovice	B/R/A-NCI	ČHMÚ	3,7	1,9	338	9,5	50,7	7,3	3,2
BMISA	Mikulov-Sedlec	B/R/A-REG	ČHMÚ	1,3	4,4		13,7	46,5	5,7	13,1
BMOCA	Sivice	B/R/I-NCI	Českomorav						10,3	
BMOKA	Mokrá	B/R/R-NCI	Českomorav						8,5	
BZNOA	Znojmo	B/S/IRN	ČHMÚ		3,6		10,4		6,5	6,8

Index	Kvalita ovzduší	SO ₂ 1h µg/m ³	NO ₂ 1h µg/m ³	CO 8h µg/m ³	O ₃ 1h µg/m ³	PM ₁₀ 1h µg/m ³
1	velmi dobrá	0 - 25	0 - 25	0 - 1000	0 - 33	0 - 20
2	dobrá	> 25 - 50	> 25 - 50	> 1000 - 2000	> 33 - 65	> 20 - 40
3	uspokojivá	> 50 - 120	> 50 - 100	> 2000 - 4000	> 65 - 120	> 40 - 70
4	vyhovující	> 120 - 350	> 100 - 200	> 4000 - 10000	> 120 - 180	> 70 - 90
5	špatná	> 350 - 500	> 200 - 400	> 10000 - 30000	> 180 - 240	> 90 - 180
6	velmi špatná	> 500	> 400	> 30000	> 240	> 180
	Veličina se na uvedené stanici neměří					
	Neúplná data					

EU

Qualitative name	Index or sub-index	Pollutant (hourly) concentration			
		NO ₂ PPB	PM ₁₀ µg/m ³	O ₃ PPB	PM _{2.5} (optional) µg/m ³
Very low	0–25	0–50	0–25	0–60	0–15
Low	25–50	50–100	25–50	60–120	15–30
Medium	50–75	100–200	50–90	120–180	30–55
High	75–100	200–400	90–180	180–240	55–110
Very high	>100	>400	>180	>240	>110

Indie

AQI Category (Range)	PM ₁₀ (24hr)	PM _{2.5} (24hr)	NO ₂ (24hr)	O ₃ (8hr)	CO (8hr)	SO ₂ (24hr)	NH ₃ (24hr)	Pb (24hr)
Good (0–50)	0–50	0–30	0–40	0–50	0–1.0	0–40	0–200	0–0.5
Satisfactory (51–100)	51–100	31–60	41–80	51–100	1.1–2.0	41–80	201–400	0.5–1.0
Moderately polluted (101–200)	101–250	61–90	81–180	101–168	2.1–10	81–380	401–800	1.1–2.0
Poor (201–300)	251–350	91–120	181–280	169–208	10–17	381–800	801–1200	2.1–3.0
Very poor (301–400)	351–430	121–250	281–400	209–748	17–34	801–1600	1200–1800	3.1–3.5
Severe (401–500)	430+	250+	400+	748+	34+	1600+	1800+	3.5+

Hong Kong

Health risk category	AQHI
Low	1
	2
	3
Moderate	4
	5
	6
High	7
	8
Very High	9
	10
Serious	10+

Kanada

Health Risk	Air Quality Health Index	Health Messages	
		At Risk population	*General Population
Low	1–3	Enjoy your usual outdoor activities.	Ideal air quality for outdoor activities
Moderate	4–6	Consider reducing or rescheduling strenuous activities outdoors if you are experiencing symptoms.	No need to modify your usual outdoor activities unless you experience symptoms such as coughing and throat irritation.
High	7–10	Reduce or reschedule strenuous activities outdoors. Children and the elderly should also take it easy.	Consider reducing or rescheduling strenuous activities outdoors if you experience symptoms such as coughing and throat irritation.
Very high	Above 10	Avoid strenuous activities outdoors. Children and the elderly should also avoid outdoor physical exertion.	Reduce or reschedule strenuous activities outdoors, especially if you experience symptoms such as coughing and throat irritation.

US-EPA

O ₃ (ppb)	O ₃ (ppb)	PM _{2.5} (µg/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)	CO (ppm)	SO ₂ (ppb)	NO ₂ (ppb)	AQI	AQI
C _{low} – C _{high} (avg)	C _{low} – C _{high} (avg)	C _{low} – C _{high} (avg)	C _{low} – C _{high} (avg)	C _{low} – C _{high} (avg)	C _{low} – C _{high} (avg)	C _{low} – C _{high} (avg)	I _{low} – I _{high}	Category
0–54 (8-hr)	—	0.0–12.0 (24-hr)	0–54 (24-hr)	0.0–4.4 (8-hr)	0–35 (1-hr)	0–53 (1-hr)	0–50	Good
55–70 (8-hr)	—	12.1–35.4 (24-hr)	55–154 (24-hr)	4.5–9.4 (8-hr)	36–75 (1-hr)	54–100 (1-hr)	51–100	Moderate
71–85 (8-hr)	125–164 (1-hr)	35.5–55.4 (24-hr)	155–254 (24-hr)	9.5–12.4 (8-hr)	76–185 (1-hr)	101–360 (1-hr)	101–150	Unhealthy for Sensitive Groups
86–105 (8-hr)	165–204 (1-hr)	55.5–150.4 (24-hr)	255–354 (24-hr)	12.5–15.4 (8-hr)	186–304 (1-hr)	361–649 (1-hr)	151–200	Unhealthy
106–200 (8-hr)	205–404 (1-hr)	150.5–250.4 (24-hr)	355–424 (24-hr)	15.5–30.4 (8-hr)	305–604 (24-hr)	650–1249 (1-hr)	201–300	Very Unhealthy
—	405–504 (1-hr)	250.5–350.4 (24-hr)	425–504 (24-hr)	30.5–40.4 (8-hr)	605–804 (24-hr)	1250–1649 (1-hr)	301–400	Hazardous
—	505–604 (1-hr)	350.5–500.4 (24-hr)	505–604 (24-hr)	40.5–50.4 (8-hr)	805–1004 (24-hr)	1650–2049 (1-hr)	401–500	

Austrálie

AQI	Description	Health advice
0–33	Very Good	Enjoy activities
34–66	Good	Enjoy activities
67–99	Fair	People unusually sensitive to air pollution: Plan strenuous outdoor activities when air quality is better
100–149	Poor	Sensitive Groups: Cut back or reschedule strenuous outdoor activities
150–200	Very Poor	Sensitive groups: Avoid strenuous outdoor activities. Everyone: Cut back or reschedule strenuous outdoor activities
200+	Hazardous	Sensitive groups: Avoid all outdoor physical activities. Everyone: Significantly cut back on outdoor physical activities

Které zdravotní efekty jsou spojované s kvalitou ovzduší ?



Něco o městech, Brně a vůbec...



Měření kvality ovzduší v Brně

- SO₂
- NO
- NO₂
- PM₁₀
- PM_{2,5}
- CO
- O₃

Úvoz



Výstaviště



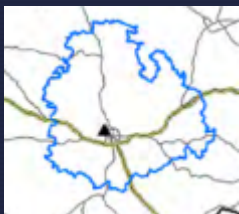
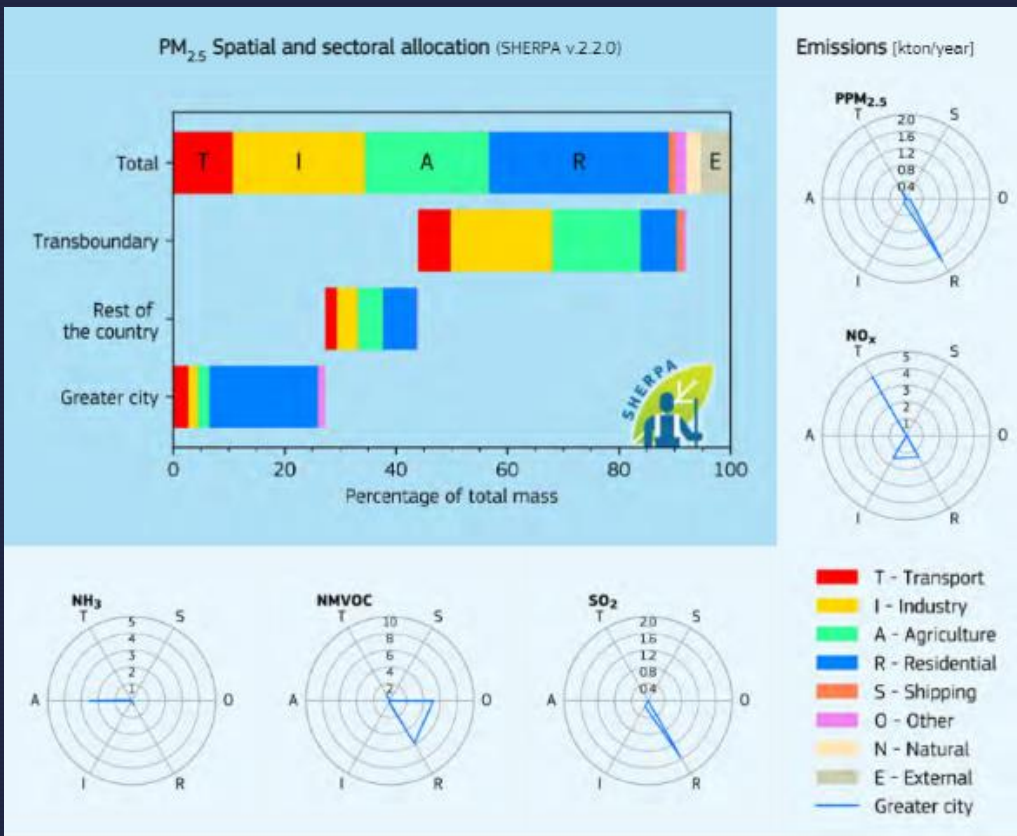
Lány



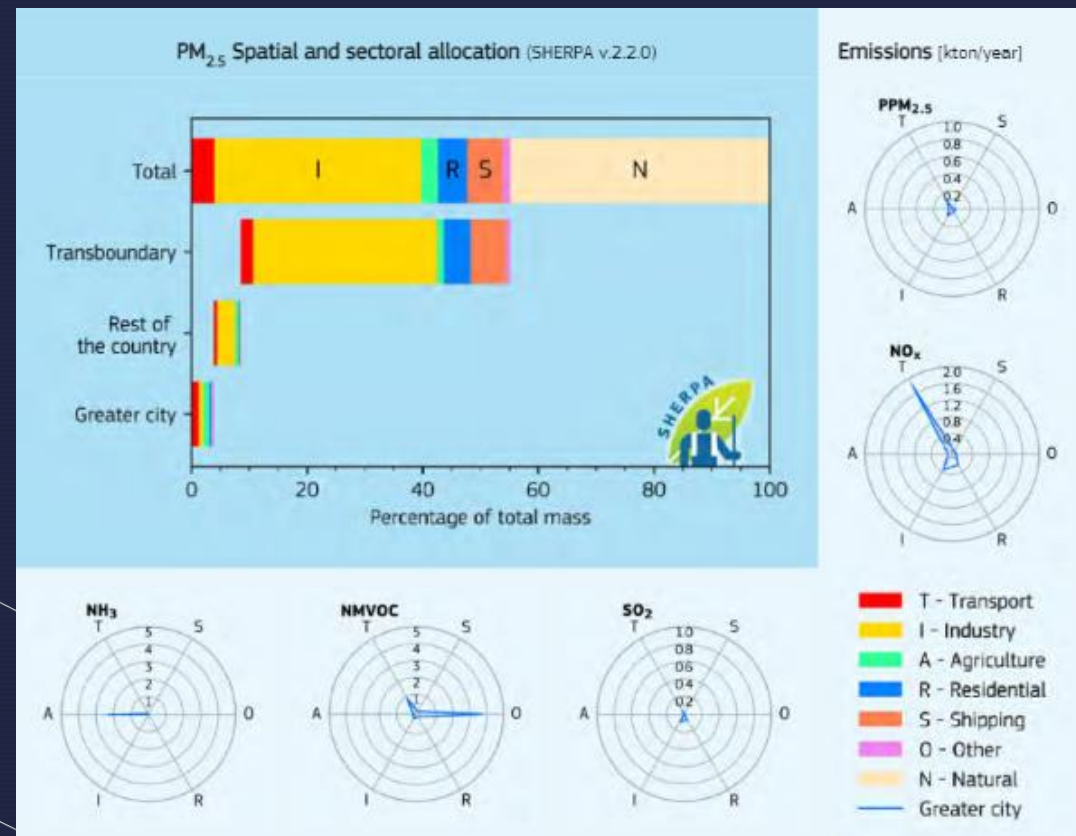
Výpočet emisí

- Seznam všech zdrojů a jejich intenzit (aktivit)
 - Velké zdroje
 - Střední a malé
 - Doprava (sčítání a dynamické/statické složení vozového parku)
 - Lokální topeniště
- Databázové systémy emisních faktorů
 - European Monitoring and Evaluation Program (EMEP)
 - COPERT v5(2020) + MEFA ČR
- Reporting
 - Integrovaný registr znečišťování IRZ (www.irz.cz) – úniky, přenosy, odpady
 - ČHMÚ – emisní bilance REZZO
 - European Pollutant Release and Transfer Register (E-PRTR)
 - industry.eea.europa.eu/

Zdroje koncentrací – jiný pohled

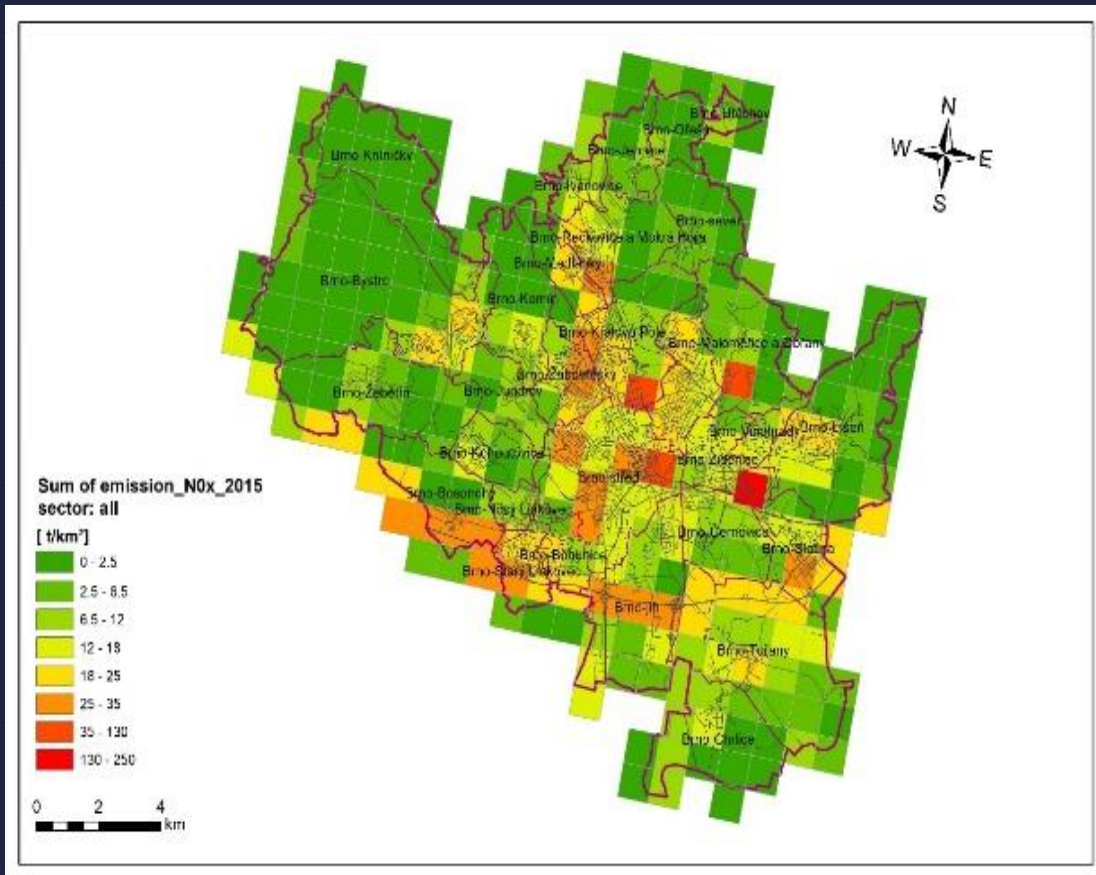


Greater Brno, CZ

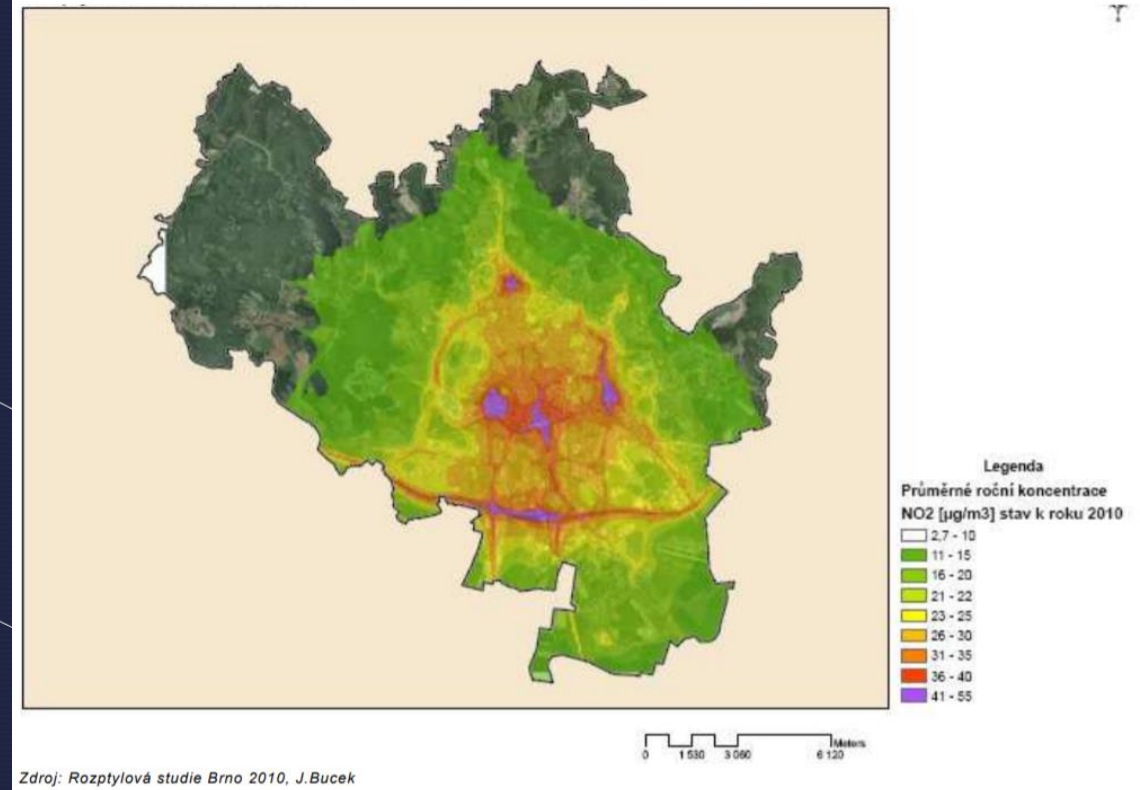


Greater Nicosia, Cyprus

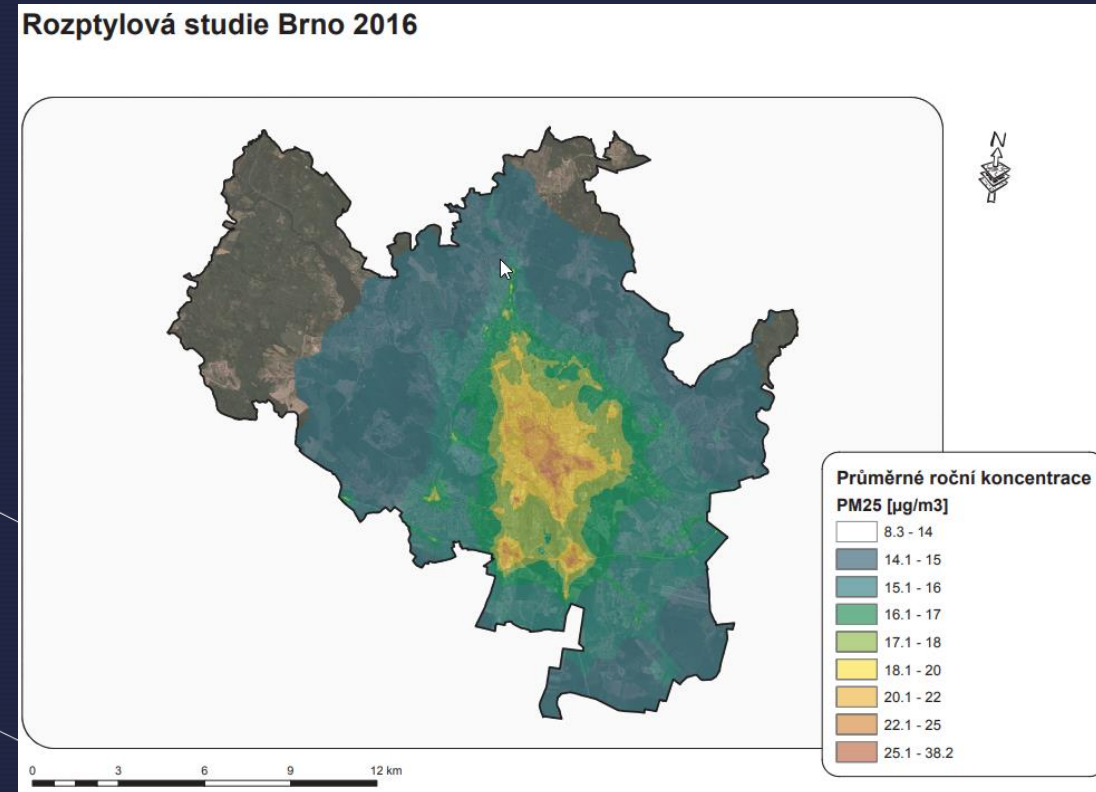
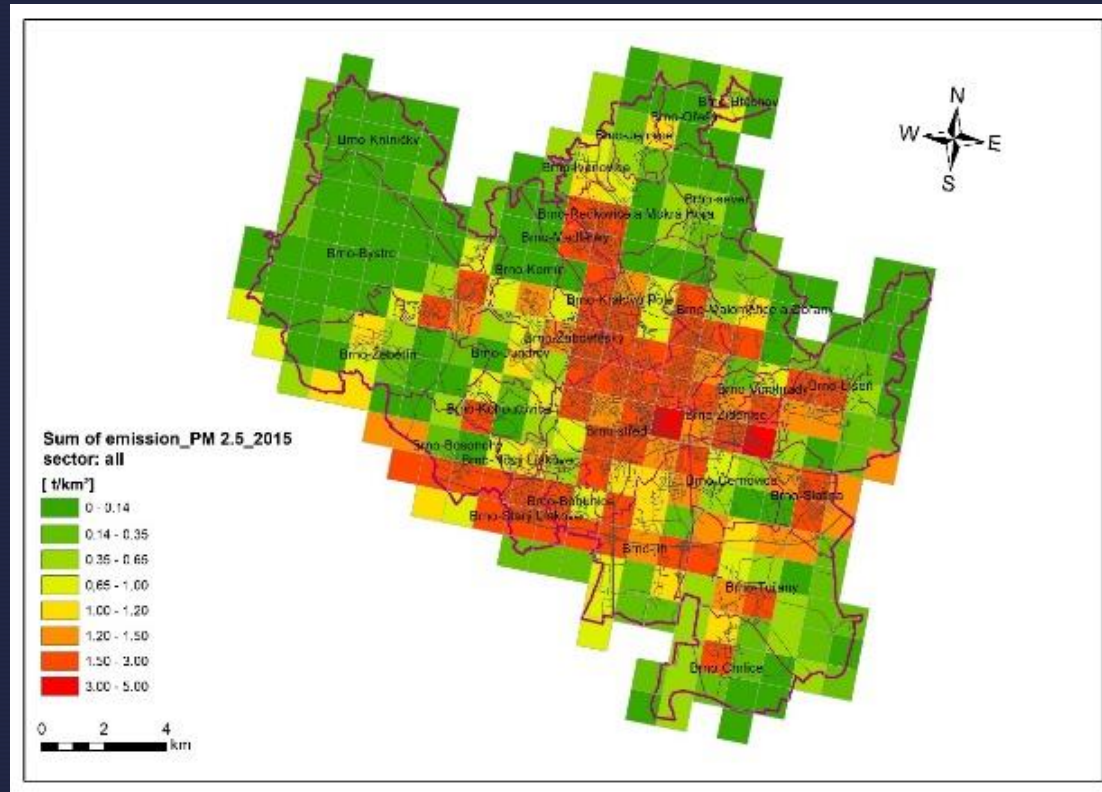
Mapy Brno (Emise/Imise) – NO_x



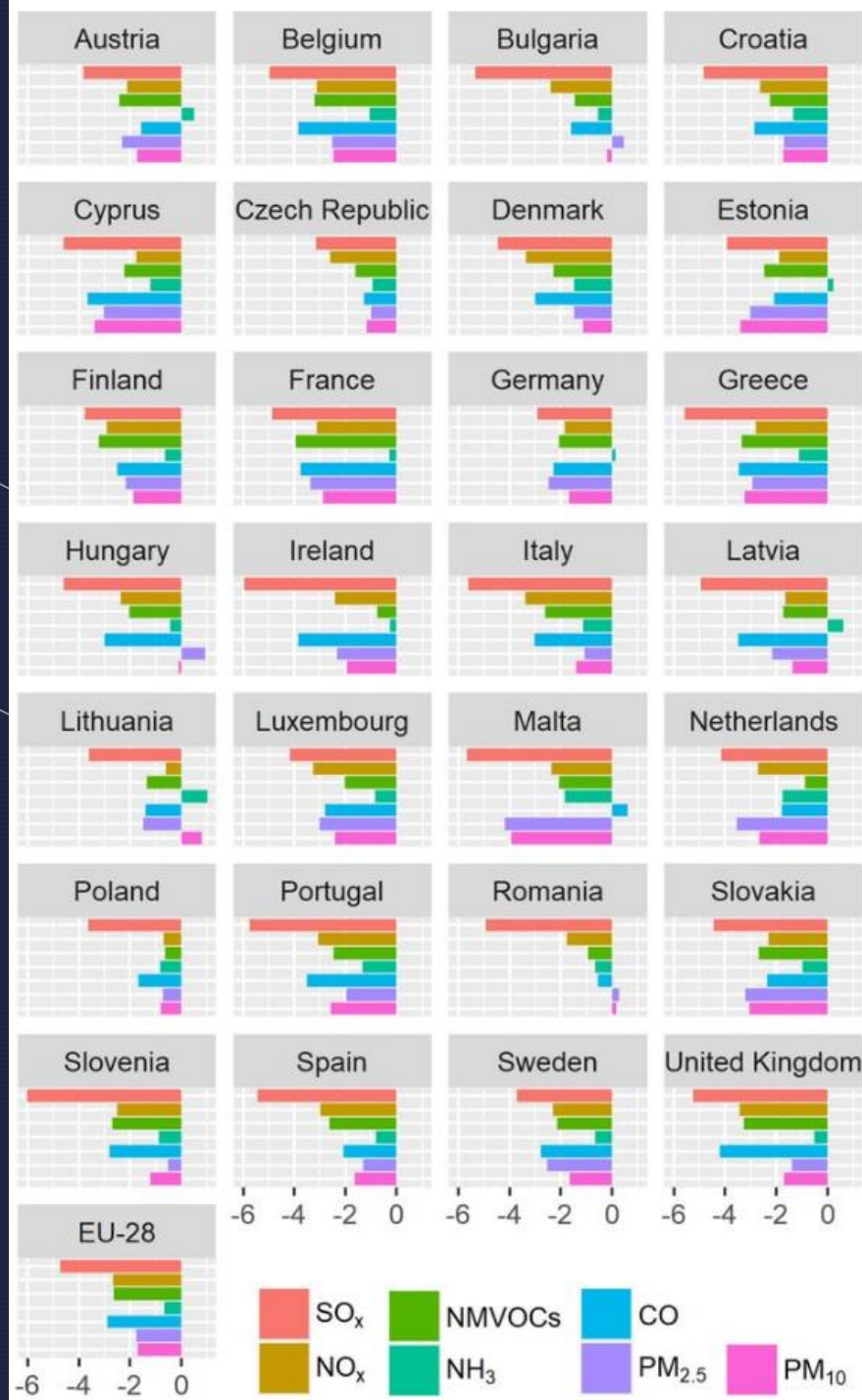
Obrázek 4: Modelové pole překročených průměrných ročních koncentrací NO₂ k roku 2010 (LV = 40 µg/m³), povinnost plnění imisního limitu překračován na několika dopravou zatížených lokalitách v Brně (fialová barva)



Mapy Brno (Emise/Imise) – PM_{2.5}



Trend emisí v Evropě 2000-2017



2000-2017

SO_x: - 80%NO_x: - 46%

NMVOCs: - 44%

NH₃: - 10%

CO: - 49%

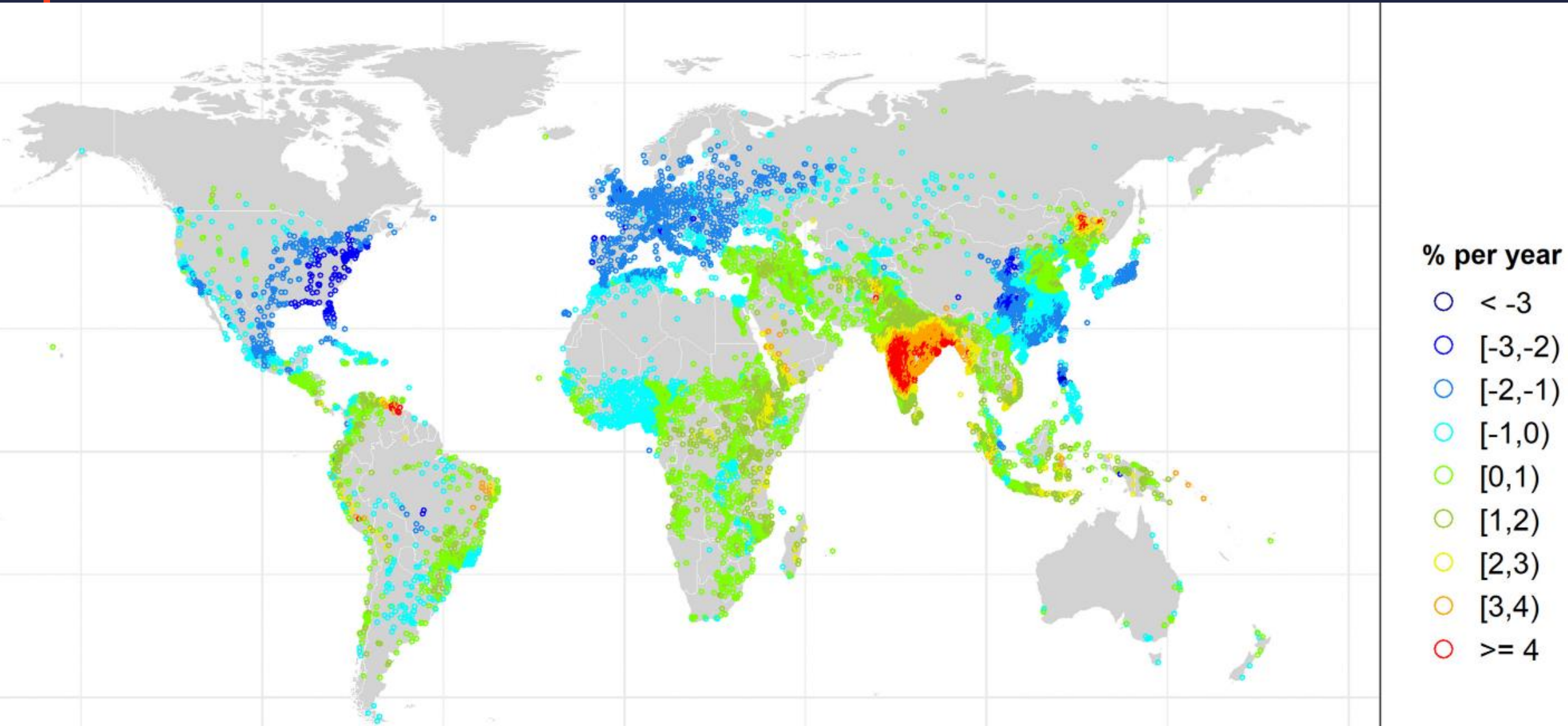
PM_{2.5}: - 31%PM₁₀: - 29%

2005-2030 plan

SO_x: - 79%NO_x: - 63%

NMVOCs: - 40%

NH₃: - 19%PM_{2.5}: - 49%



Roční trendy PM_{2.5} průměrných koncentrací (v % za rok) v městských oblastech s > 50,000 obyvateli. 2000–2019

Možnosti řešení ke zlepšení kvality ovzduší ve městech

Mezinárodně:

- První konference v roce 1972 UN se dohodla na přípravě úmluv
- Úmluva o dálkovém znečišťování ovzduší přesahujícím hranice států (LRTAP) (1979)
 - 8 protokolů (S, NO_x, VOCs, kovy, POPs, acidifikace, eutrofizace a O₃)
- Vídeňská úmluva (1985) – Montrealský Protokol (1987)
- Stockholmská úmluva (2001)
- Minamatská úmluva (2017)



Cíle udržitelného rozvoje a kvalita ovzduší

UN Sustainable Development Goals (SDGs)

	Ušetří výdaje za léky a zvýší produktivitu		Snižování energetické spotřeby, udržitelná přeprava zlepší AQ
	Ovzduší má vliv na produkci plodin		Udržitelná města významně zlepšují kvalitu ovzduší
	Významný vliv na zdraví. Zvyšuje mortalitu i morbiditu.		Redukce emisí látek uvolňujících se ovzduší z výroby a spotřeby
	SO ₂ a NO _x se vymývají deštěm a způsobují acidifikaci vody		Spalování fosilních paliv je úzce spjato s klimatickými změnami
	Využitím obnovitelných zdrojů výroby energie		Eutrofizace a acidifikace vody, kumulace těžkých kovů a POPs
	Vliv na produktivitu, ekonomický růst, ekosystémy, budovy...		Kyselá deště a ničení lesů a ekosystémů

Možnosti řešení ke zlepšení kvality ovzduší ve městech

Národní/regionální úroveň

- Složení vozového parku
- Nová paliva
 - bioCNG autobusy
 - Elektromobilita/H2
- Kontrola znečišťovatelů
- Kotlíkové dotace
- Podpora zelenějších technologií
- Zemědělství



Možnosti řešení ke zlepšení kvality ovzduší ve městech

Lokální/městská úroveň

- Městské vyhlášky (odpady, pálení, stavební, ohňostroje)
- Nízkoemisní zóny
- P+R
- Zařízení pro elektromobilitu
- Rychlostní omezení
- Správa městských budov (např. zateplení)
- Výsadba protihlukové a protiprašné vegetace
- Správa městské zeleně
- Úklid ulic



DATUM NABYTÍ ÚČINNOSTI: 30. 3. 2022

Statutární město Brno

Obecně závazná vyhláška č. 4/2022,

kterou se zakazuje spalování pevných paliv ve stacionárních zdrojích po dobu smogové situace na území statutárního města Brna

MUNI RECETOX

Příklady ze zahraničí

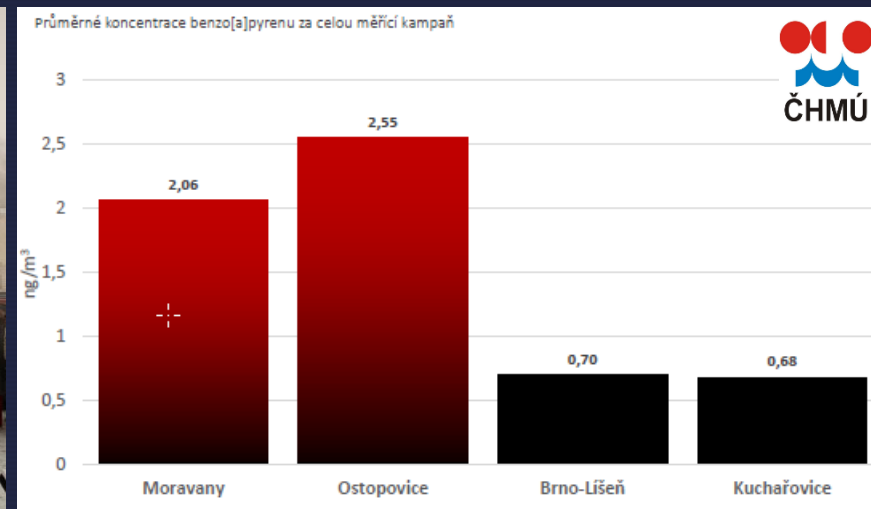
- Krakow – Smog Alarm (rady)
- Londýn – Breath London (reálné mapy)
- Madrid – Madrid Central (NEZ)
- Amsterdam – Green Light District (LED osvětlení, málo aut, více kol)
- Kodaň – „CPH 2025 Climate Plan“ (do 2025 nula CO2, investice cyklo, elektro)
- Vídeň – Umwelt Zone (NEZ)
- Oslo – Bilfritt byliv (život bez aut, peší zóny)
- Berlín – Umwelt Zone (NEZ)
- Paříž – Paris Respire (peší, cyklo, výměna topení)

Specifické problémy

Domácí topeniště

- Kotle se dělí na třídy podle jejich emisí/účinnosti (I→V nejlepší)
- Smokeman (VŠB-TU, Ostrava)

<http://vec.vsb.cz/>



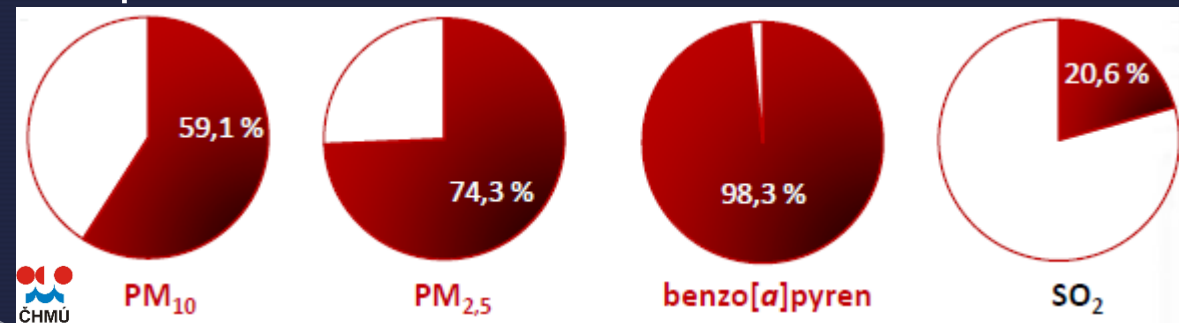
Na vesnicích se dýchá hůř než v Brně, můžou za to lokální topeniště



MUNI RECETOX

Domácí topeniště

- Patrně největší současný problém kvality ovzduší (PM, BaP, SO₂, As, Cd...)
- Významný pokles v 90 letech díky plynofikaci
- Od roku 2009 ale počet domácností používající tuhá paliva začal stoupat
- 1.9.2022 → konec provozu I a II. třídy



MŽP omezí podporu pro plynové kotle, chce odložit zákaz starých kotlů

Aktualizace: 29.03.2022 12:38 Vydáno: 29.03.2022, 12:38



Reuters, chudá část Maďarska a odpadkové topení v údolí řeky Sajó.

Čoudícím kotlům zbývá poslední rok. Vyměnit všechny nestihneme, varují topenaři

Tomáš Klíza
před 9 hodinami

Padesátitisícová pokuta hrozí každému, kdo bude od příštího září topit v neekologickém kotli. Dotace na výměnu nevyhovujících topenišť skončí právě za rok. Topenaři se ale shodují, že statisíce zbývajících starých kotlů do té doby vyměnit nestihnou. Ministerstvo životního prostředí proto slibuje, že pokutu promine těm, kdo si o dotaci včas zažádají.



Za šest let kotlíkových dotací se podaří nahradit novými asi 80 tisíc topenišť v Česku. Dál ale zbývá až 300 tisíc neekologických kotlů první a druhé emisní třídy, ve kterých se topí uhlím nebo dřevem.

LIDOVKY.cz

Události Názory Magazín Orientace Seriály Křížovky Video Obrazem

Republiku dusí domácí kotle. Nejhorší znečištění ovzduší způsobují lidé

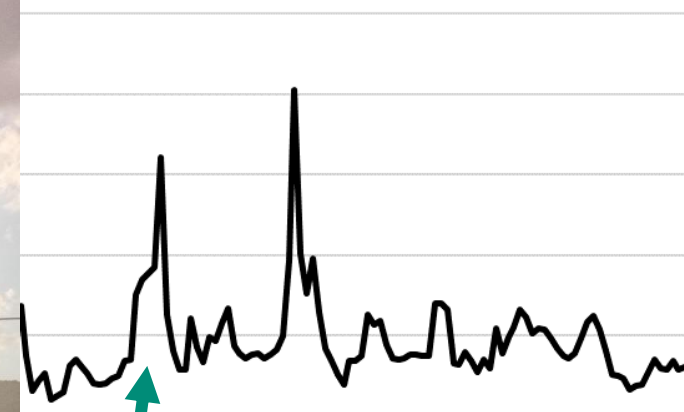
MARTIN JEŽEK 10. června 2021 5:00

Kvalitu vzduchu ovlivňuje množství faktorů. Patří k nim dlouhodobé klima nebo specifický tvar terénu. Ze všeho nejhorší je však znečištění způsobené člověkem.



Proč se někde dusíme, a jinde se dokážeme krásně nadechnout? Odpověď nabízí environmentální epidemiolog z Centra RECETOX Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity Ondřej Mikeš. Zabývá se mimo jiné expozicí člověka

Pálicí dny (Brno)



ČHMÚ/průměry čvn/srp 2020

č pá so ne



30.9.2021, Brno-Žabovřesky, čtvrtek

Doprava – auta, vývoj EURO norem

Euro norma	Rok zavedení	Limit emisí CO	Limit emisí HC	Limit emisí NOx pro benzínová vozidla	Limit emisí NOx pro dieslová vozidla	Limit emisí PM pro benzínová vozidla	Limit emisí PN pro dieslová vozidla
Euro 1	1992	2,72 g/km	0,5 g/km	0,5 g/km	0,7 g/km	-	-
Euro 2	1996	2,2 g/km	0,2 g/km	0,5 g/km	0,5 g/km	-	-
Euro 3	2000	2,3 g/km	0,13 g/km	0,15 g/km	0,25 g/km	0,05 g/km	-
Euro 4	2005	1,0 g/km	0,1 g/km	0,08 g/km	0,25 g/km	0,025 g/km	-
Euro 5	2009	1,0 g/km	0,1 g/km	0,06 g/km	0,18 g/km	0,005 g/km	-
Euro 6	2014	1,0 g/km	0,1 g/km	0,06 g/km	0,08 g/km	0,005 g/km	6×10 ¹¹ částic/km
Euro 7	navrhováno	1,0 g/km	0,1 g/km	0,03 g/km	0,04 g/km	0,005 g/km	6×10 ¹¹ částic/km

CO - oxid uhelnatý, HC -uhlovodíkové sloučeniny, NOx - oxidy dusíku, PM - tuhé částice a PN - počet částic. Je důležité poznamenat, že emisní limity se vztahují k nově registrovaným vozidlům a vozidla vyráběná před zavedením dané normy mohou mít vyšší emise.

Doprava – auta

• Spalovací emise

• Benzín

- 3-cestný katalyzátor

• Diesel

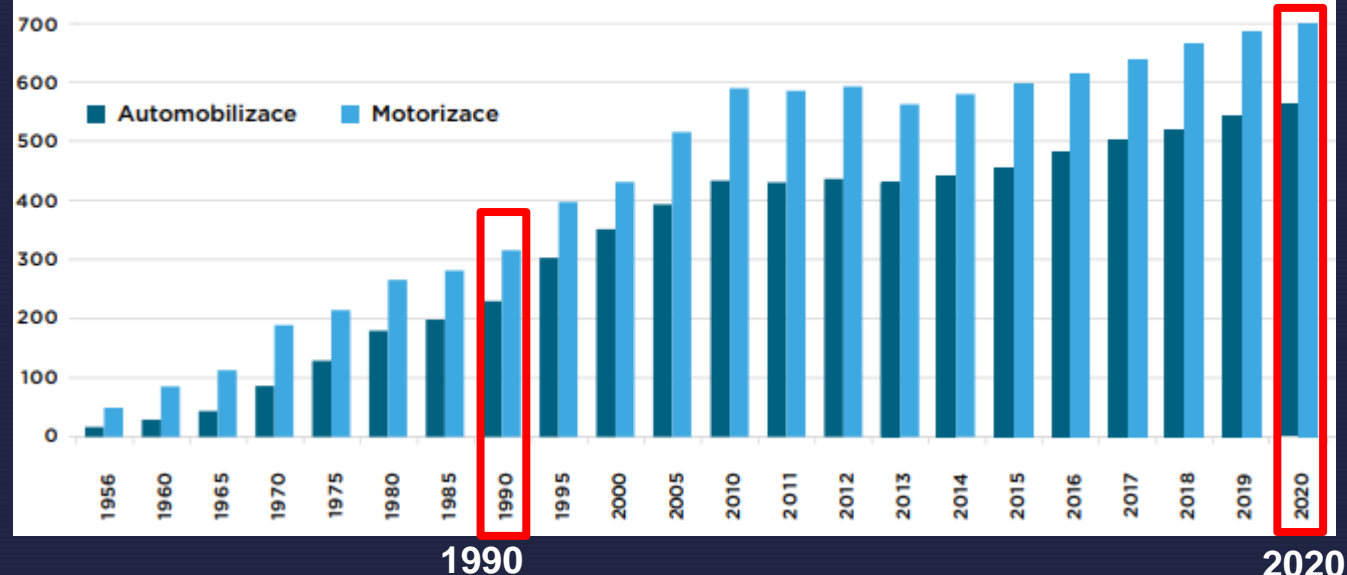
- Recirkulace spalin
- Pozdější vstřík paliva
- Zásobníkový katalyzátor
- Selektivní katalytická redukce (Ad Blue)
- Filtr pevných částic (i TSI) !!!!

• Nespalovací emise

- Brzdy, spojka, pneumatiky, vozovka, resuspenze

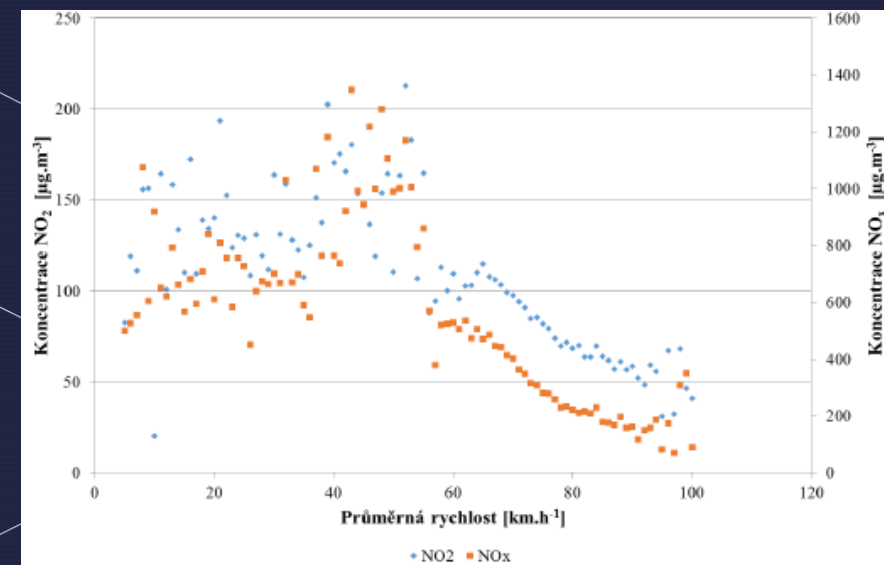


Počty evidovaných vozidel byly získávány z internetových stránek MVČR a od roku 2012 ze stránek MDČR.



Osobní vozidla: 90 061
Obyvatel na 1 auto: 4,4

Osobní vozidla: 212 727
Obyvatel na 1 auto: 1,8

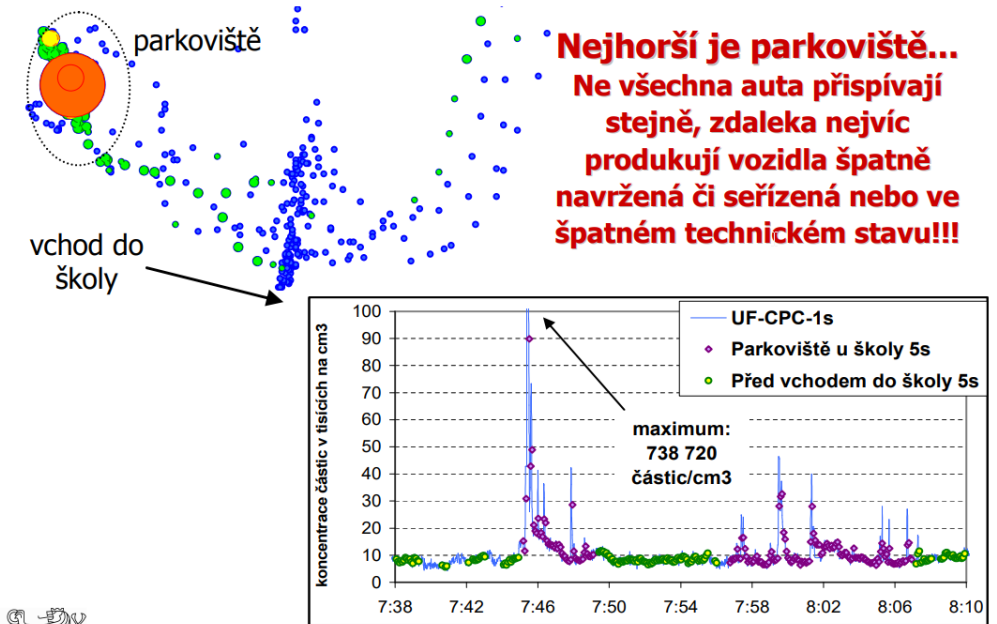


- Emise problematické u některých aut
- Odstraňování filtru pevných částic

TYP MOTORU	EMISE ČÁSTIC
Diesel seřízený s filtrem	< 0.01 g/km
Diesel seřízený bez filtru	0.02-0.1g/km
Diesel neseřízený bez filtru	0.5-5 a více g/km
Stará lokomotiva(dieselová, 1968)	0.4-1.1 g/km

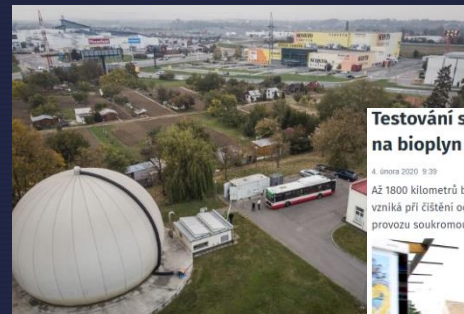


Nejhorší je parkoviště u školy!!!



Alternativy - CNG/LPG/Elektro/Vodík

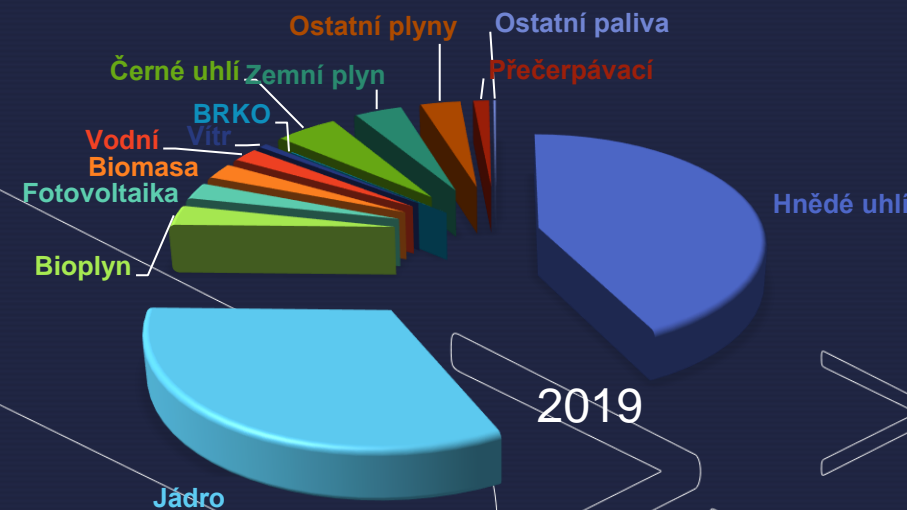
- Emise NOx a částic o mnoho nižší
- Vlastní výroba bioCNG – Brno
- Váha elektromobilu – vyšší nevyfukové emise
- Důležité jsou zdroje výroby elektřiny (ČR)
- Kombinace obnovitelných zdrojů a výroby H₂



Testování se osvědčilo, autobusy v Brně pojedou na bioplyn z odpadní vody

4. února 2020 9:39

Až 1800 kilometrů by mohly denně najezdit brněnské autobusy pouze na bioplyn, který vzniká při čištění odpadní vody. Město s dopravním podnikem teď shánějí na zajištění provozu soukromou firmu.



Brno vsadí na vodík. Využitelný bude jako palivo v MHD i v energetice

22.9.2021

MUNI RECETOX

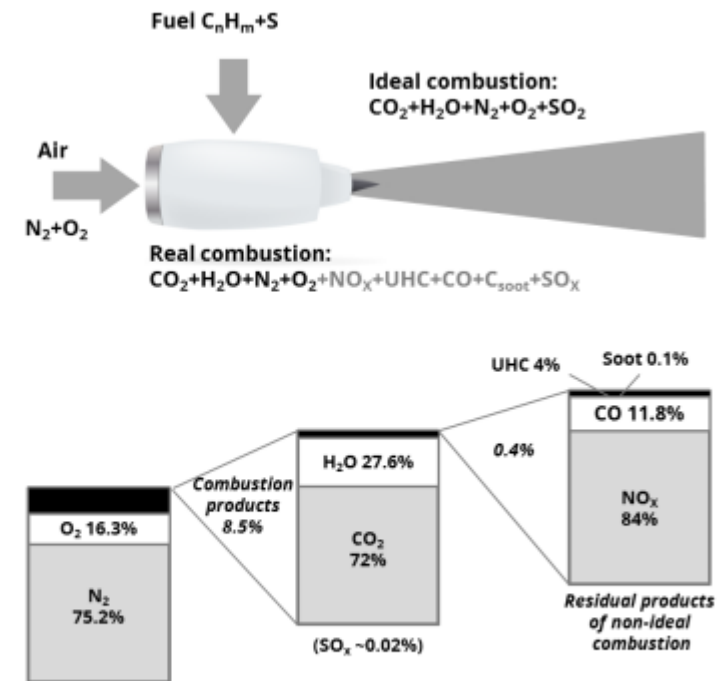
Nesilniční vozidla/malé motory

- EU: 1/4 of PM2.5
- 15% of NOx
- Podíl z mobilních zdrojů

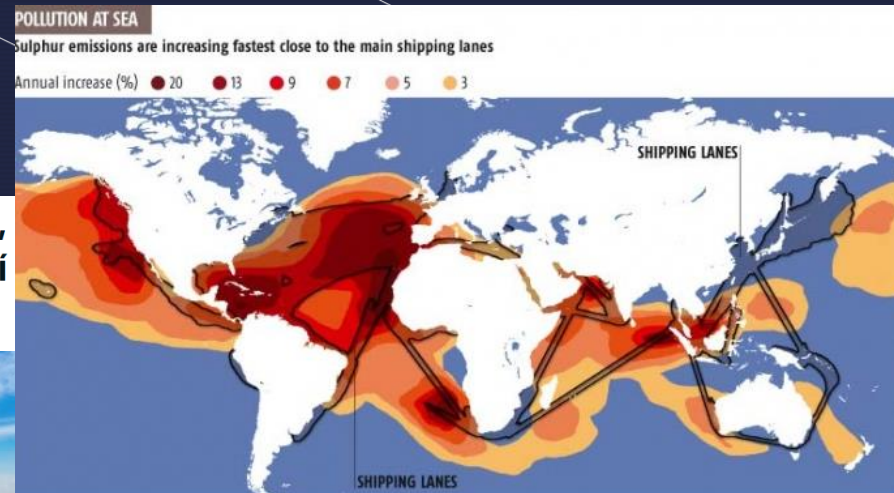
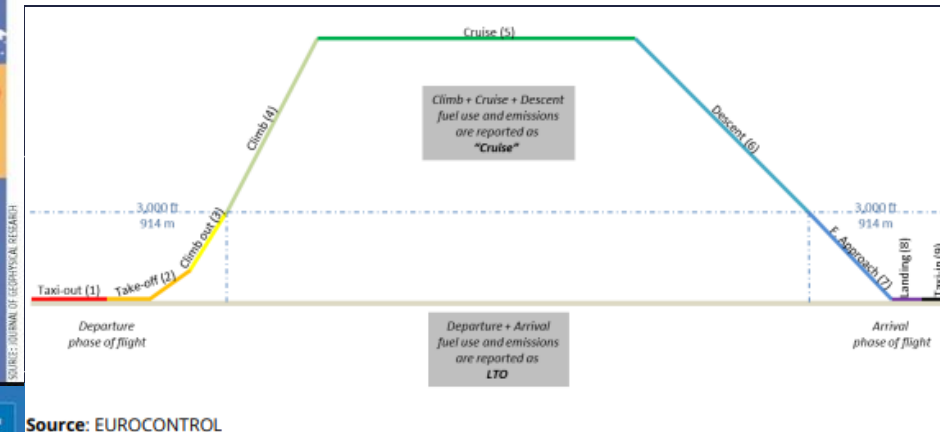


Letadla a lodě

- Brněnská přehrada (pouze elektrické)
- Pobřežní a říční města – potenciálně velký zdroj
- Letadla – LTO emise pouze



Source: Based on Wuebbles et al., (2007).



IMO 2020

Taking bold action to clean up shipping emissions by reducing the sulphur content in ships' fuel oil

Některé lodě na Vltavě škodí jako 1500 aut, vadí Praze. Kdo nevymění motor, nezakotví

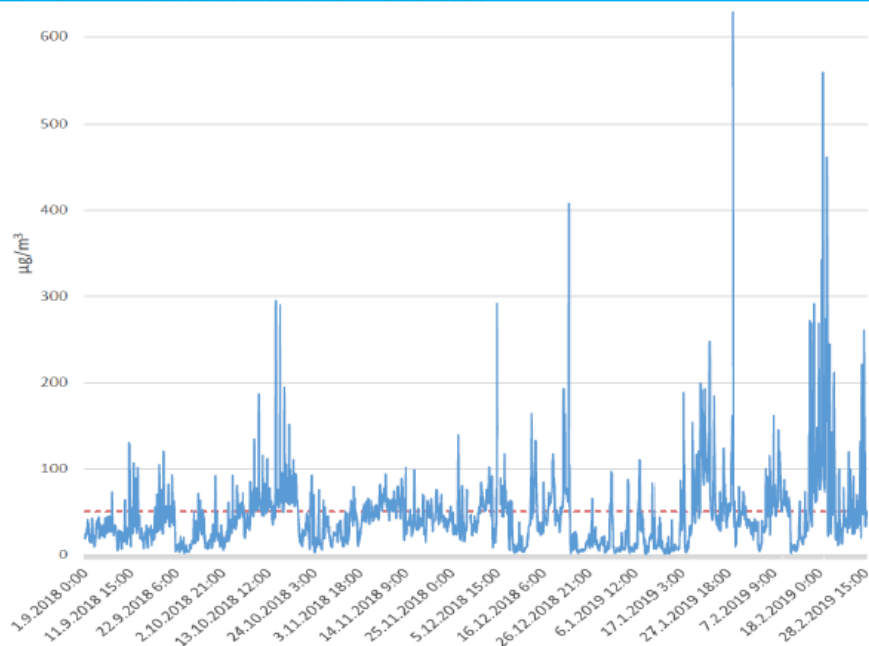
Jakub Heller
1. 8. 2019 5:30



Stavební práce Brno-Zvonařka/Úvoz 2018/2019

- Počet dnů s překročenou koncentrací PM₁₀
 - Zvonařka a Úvoz 2018
 - Zvonařka 2019/20 překračování limitů
 - PDF zpráva – na stránkách JMK

Graf č. 2 - Průběh průměrných hodinových koncentrací prachových částic PM₁₀ na stanici Brno – Zvonařka za období 1.9.2018 – 28.2.2019



B | R | N | O

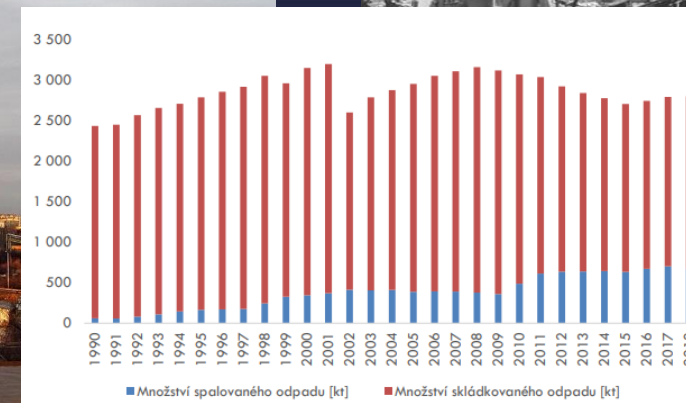
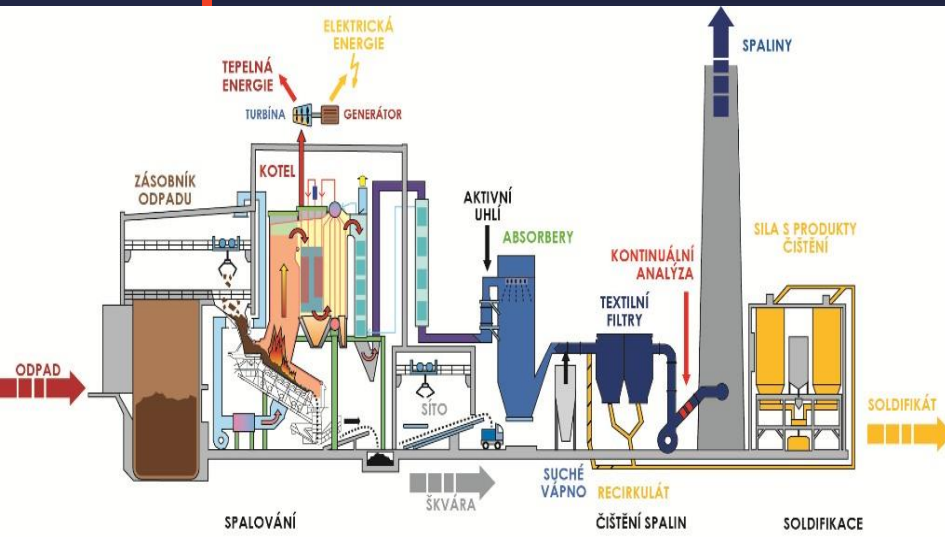


<https://chmibrno.org/>

MUNI RECETOX

Spalovna odpadů Brno dříve a dnes

- 1905 Brno první v Rakousku-Uhersku (Smetárna)
- 1984-1989 Stavba nové
- 1994 přídatný systém čištění spalin
- 2004 selektivní nekatalytická redukce NOx
- 2011 rekonstrukce
- ZEVO pro JMK (Konec skládkování pův.-2024, nyní 2030!)



Lokální nebo krátkodobé problémy (příklady)

- Ohňostroje (léto/zima)
- Sucho – větrná eroze (PM10)
- Prach ze Sahary
- Mama(tata)taxi
- Požáry

Meteorologové měřili škodliviny během Silvestra, ohňostroje výrazně škodí ovzduší

Jen prach a písečná bouře. Zemědělci na jihu Moravy marně vyhlíží déšť

Myčky aut mají napilno, déšť snesl na Česko jemný prach ze Sahary

Fenomén ‚mamataxi‘ před školami. Řada rodičů v Praze vozí své děti autem, i když bydlí za rohem



Škola si poradila s mamataxi, ráno zakázala autům vjezd do ulice

Stále více rodičů vozí děti do školy a jejich auta ucpávají okolí a ohrožují ty, kdo jsou pěšky. Dočasný projekt Školní ulice se snaží vozidla z bezprostřední blízkosti škol vytláčit. U počemické školy ZŠ Stolníská zůstal zákaz vjezdu v době ranní špičky trvale. Ze začátku vše vysvětlovali žáci s učiteli.

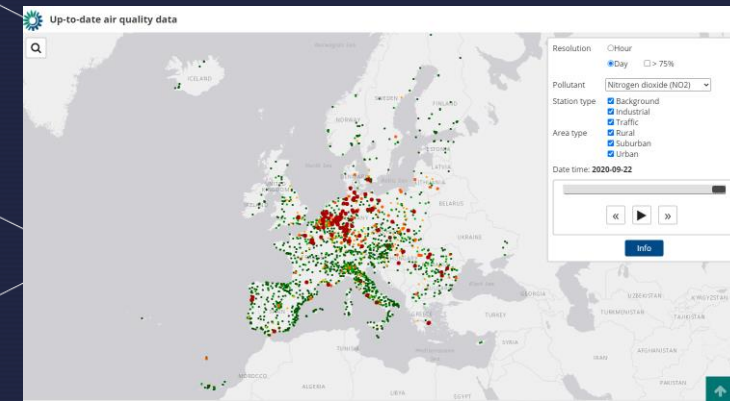
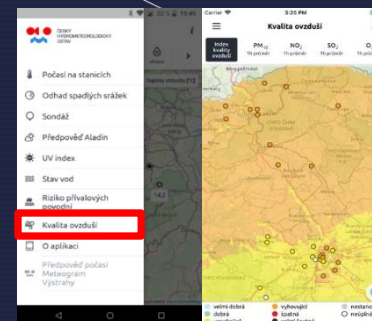
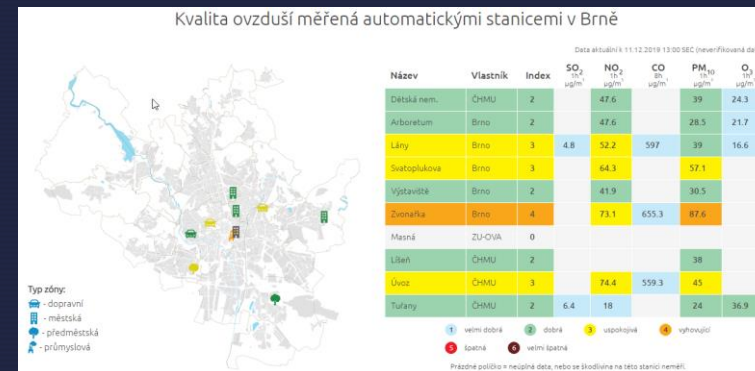


Požáry v Kanadě, červen 2023



Některé zdroje informací o kvalitě ovzduší

- Především ČHMÚ
- Integrovaný registr znečišťování (IRZ)
- www.brnenskeovzdusi.cz
- Rozptylové studie města Brna
- Reporty Světové zdrav. organizace (WHO) a Evropské agentury ochrany životního prostředí (EEA) <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps>
- The European Pollutant Release and Transfer Register (E-PRTR)
 - <https://prtr.ec.europa.eu/>
- Aplikace CHMUPlus
- Další aplikace:
 - Windy, Plume, AirVisual, Breezo Meter, SmogAlert...





Pozor na interpretace dat a vědeckých závěrů



Neplést emise a imise



Rozptylové podmínky jsou důležité



Spalovací procesy vždy vytvářejí nějaké emise



Problémy domácího vytápění



Nedostatečná kontrola emisí některých aut



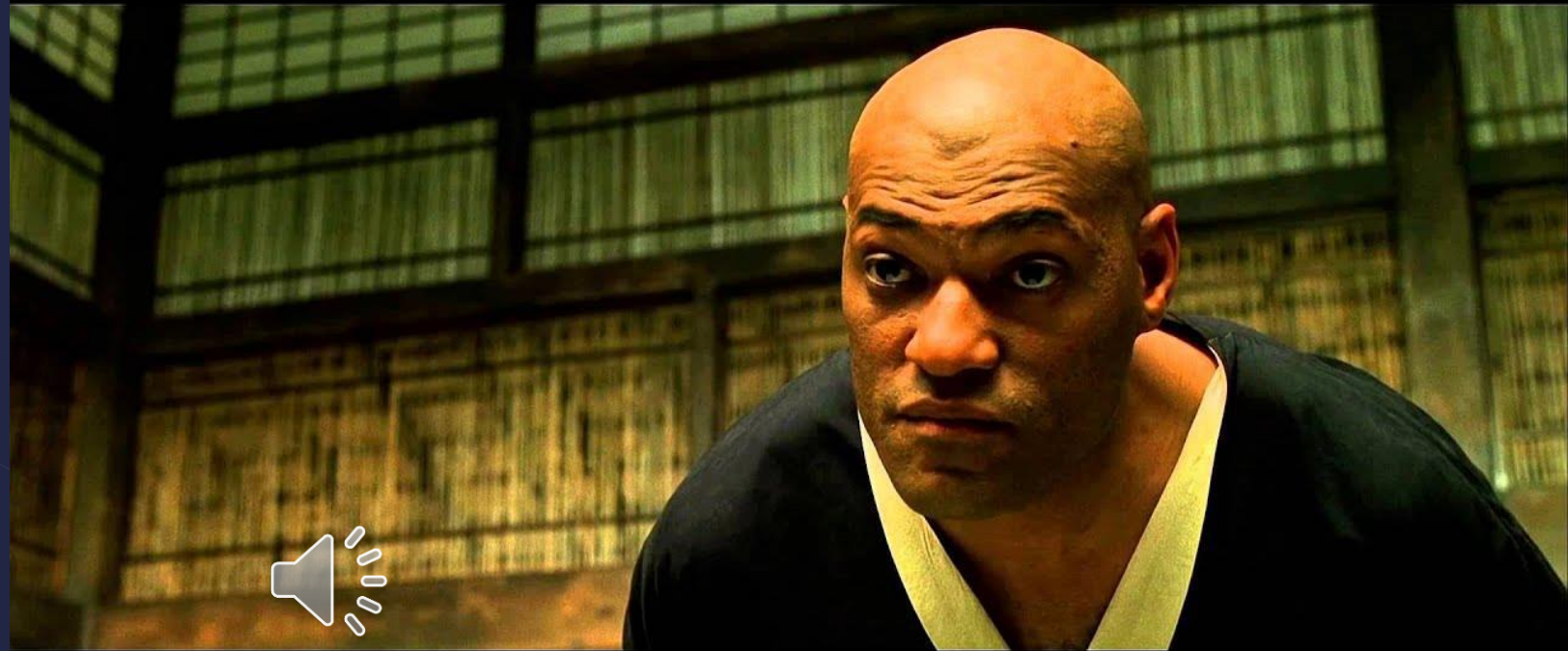
Modelování přináší nejistoty



Zvážení všech dopadů před politickým rozhodnutím

John Paul Young

LOVE · IS · IN · THE · AIR



„Myslíš si, že je to vzduch co dýcháš?“

Děkuji za pozornost

ondrej.mikes@recetox.muni.cz