
Znečišťování ovzduší

Mgr. Lukáš Dolák, Ph.D.

Jaro 2020

Dějiny antropogenního znečišťování atmosféry

- Biblická Sodoma: těžba sirnatých rud (sirnatý smog)
- Theophrastos (asi 371–287 př. n. l.): řecký filosof, popis následků spalování uhlí (dusivý kašel)
- Horácius (65–8 př. n. l.): římský básník, popis znečištění oltářů v chrámech spalování uhlí
- 2. stol. př. n. l. a 1. stol. n. l.: desetinásobný nárůst koncentrace PB následkem těžby Římany, znečištění ovzduší na 500 let, emise antimonu
- Eduard I. (1239–1307): anglický král, zákaz užívání uhlí jako topiva (následkem vykácení lesů), první trest za znečištění ovzduší
- R. Boyle (1692): první zmínka o sloučeninách síry v ovzduší a dešti
- Průmyslová revoluce (19. stol.): rapidní nárůst znečištění, spalování uhlí (hutnictví, doprava) – smogové situace, nárůst emisí sazí a dehtu

Antropogenní narušení zemského systému

- Narušení globálních cyklů C, N, S, P aj.
- Znečištění oceánů
- Zásahy do landuse a bioty
- Změna hydrologického cyklu
- Zvýšená produkce aerosolů

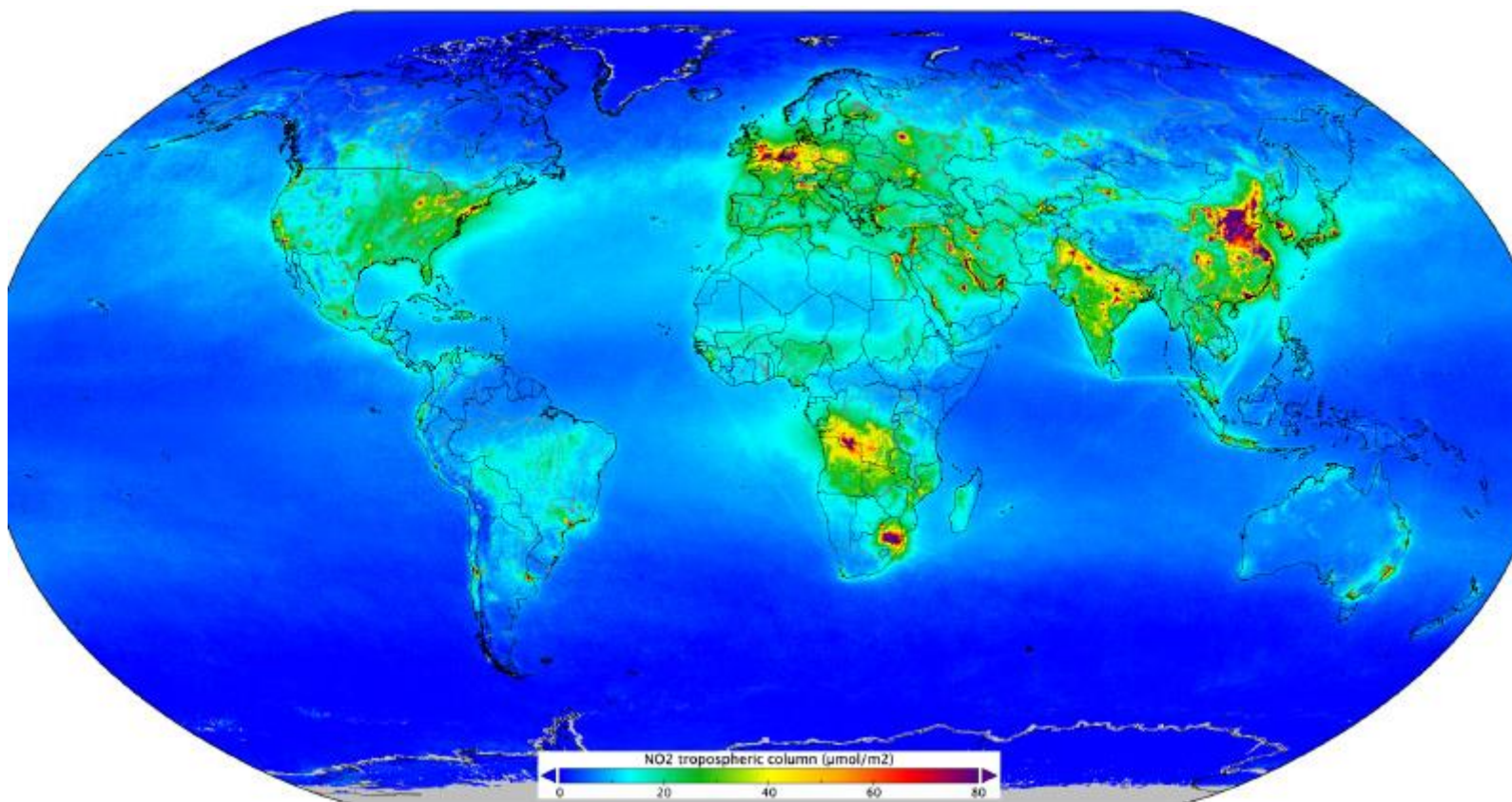


Antropogenní narušení cyklů látek

- Antropogenní narušení cyklu dusíku:
 - předindustriální období: transport ca. $36 \cdot 10^{12}$ g N/rok řekami do moře
 - výroba umělých hnojiv (2010): ca. $80 \cdot 10^{12}$ g N/rok
 - automobilový provoz (2010): ca. $40\text{--}60 \cdot 10^{12}$ g N/rok

Antropogenní narušení cyklů látek

Antropogenní znečištění atmosféry NO₂ (duben–září 2018)



Antropogenní narušení cyklů látek

- Antropogenní narušení uhlíkového cyklu:
 - spalování fosilních paliv, kontaminace oceánů aj.
- Antropogenní narušení cyklu síry:
 - odnos ca. 30–50 % antropogenně uvolněné S řekami do moří
 - zvýšená acidifikace ŽP: změna půdního edafonu, lesní kalamity

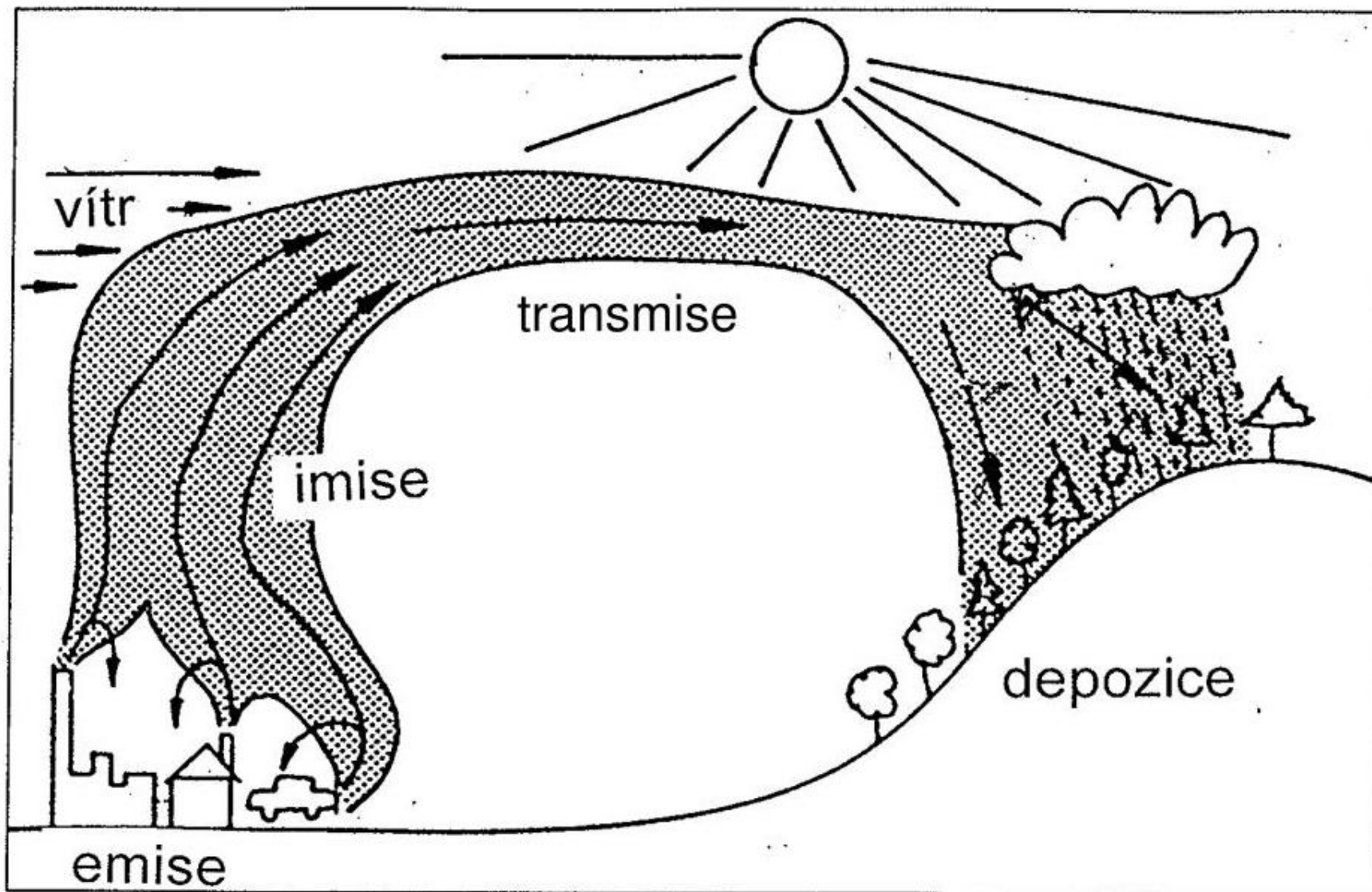
Znečišťování ovzduší

- Podmínky pro vznik znečištění:
 - emise znečišťující látky do atmosféry
 - zředění emise v omezeném objemu vzduchu
 - negativní dopady znečišťující látky na lidské zdraví a kvalitu života (fyzickou/mentální/sociální)
- Negativní dopady způsobeny antropogenními i přírodními emisemi
- Přímá x nepřímá emise (infiltrace do půdy – eroze/výpar z půdy)

Základní pojmy

- Emise (exhaláty)
 - látka transportovaná ze zdroje znečištění do atmosféry
- Transmise
 - látka transportovaná ovzduším
- Imise (spady)
 - látka po transportu, rozptýlení a fyzikálně-chemických reakcích v atmosféře
- Depozice (propad/“sink“)
 - přenos látky z atmosféry k zemskému povrchu

Základní pojmy



Základní pojmy

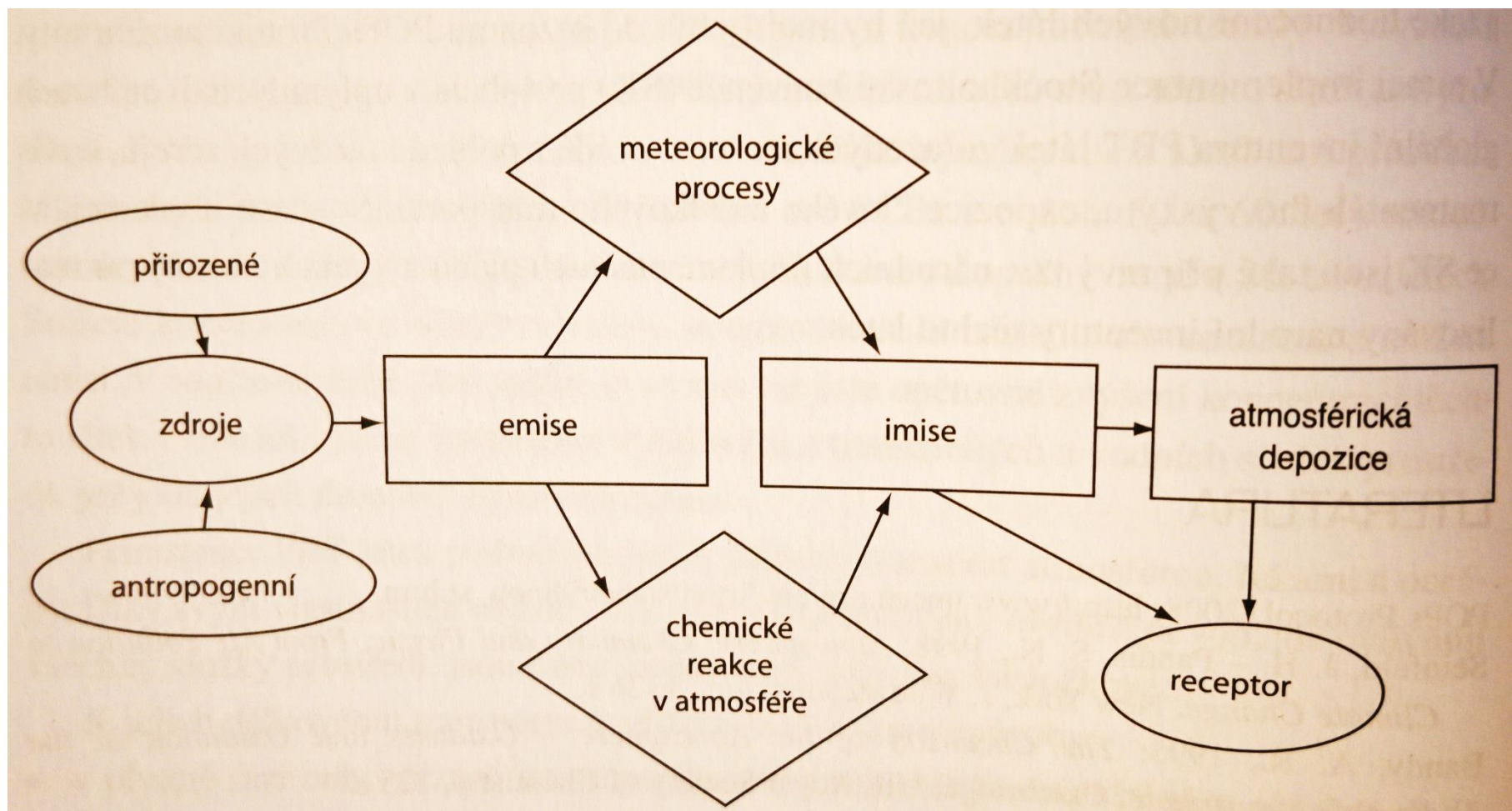


Schéma procesů, kterým podléhají znečišťující látky v prostředí

Základní pojmy

- Expozice

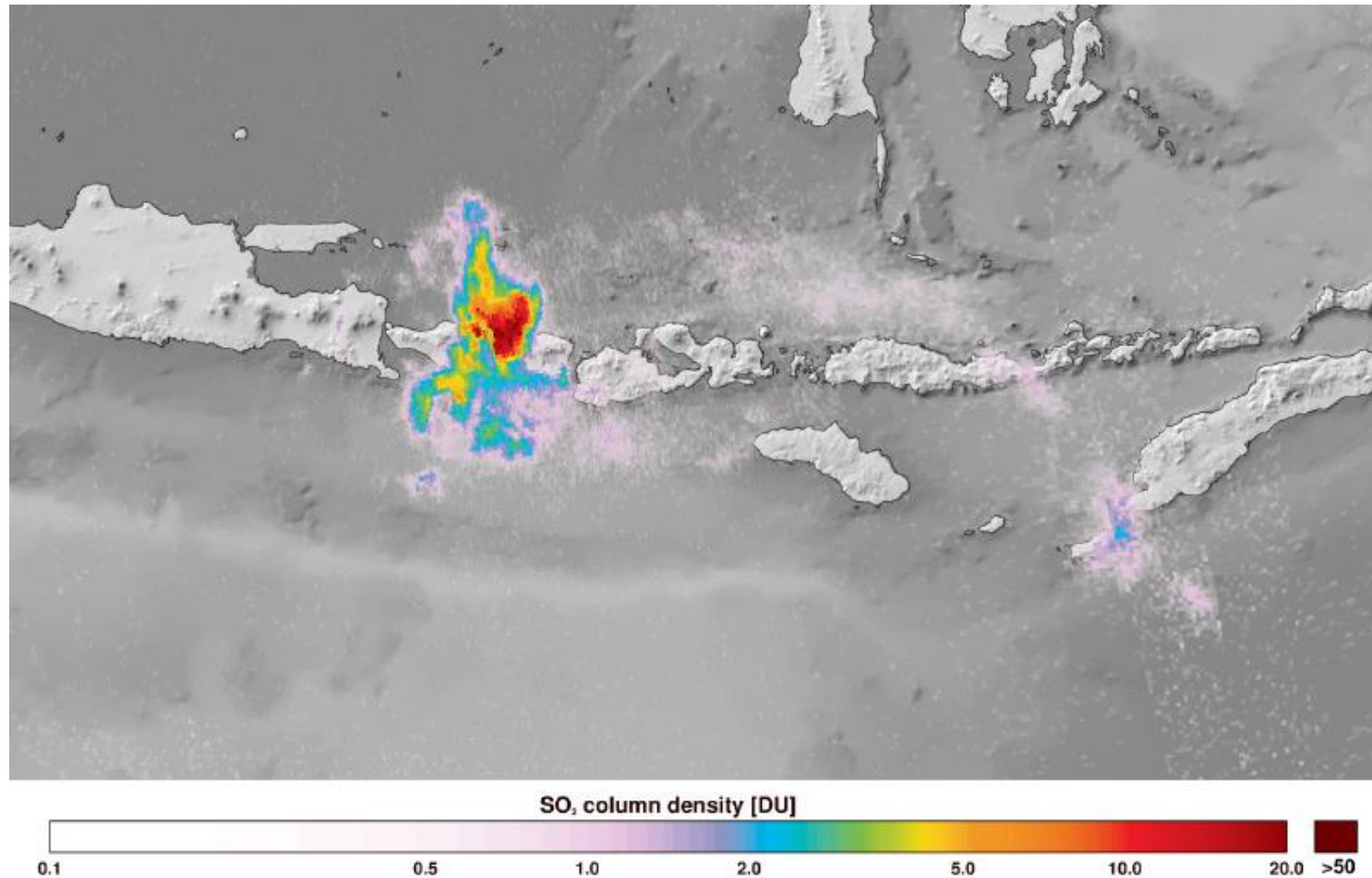
- odhad koncentrace znečišťující látky, které jsou lidé vystaveni
- vnější: vnější prostředí (atmosféra)
- vnitřní: množství látek, které se dostanou do organismu
- krátkodobá: vliv krátkodobých (např. max. hodinových) expozicí na vznik respiračních problémů
- dlouhodobá: např. expozice na stavební materiály, vliv O₃ na vegetaci, působení karcinogenů na lidský organismus

Emisní zdroje a jejich dělení

- Podle původu:
 - přirozené: sopečné erupce, prašné bouře, bakteriální činnost
 - antropogenní: výroba elektřiny, tepla, průmyslová a zemědělská výroba, doprava, likvidace odpadu
 - vyšší koncentrace emisí v oblastech intenzivní lidské činnosti
- Podle umístění zdroje:
 - přízemní: doprava, zem. činnost, lokální topeniště, lomy
 - vyvýšené: komíny elektráren, tepláren, průmyslových podniků
 - výškové: letecká doprava

Emisní zdroje a jejich dělení

Emise SO₂ sopky Agung (Bali, 27.11.2017)



Emisní zdroje a jejich dělení

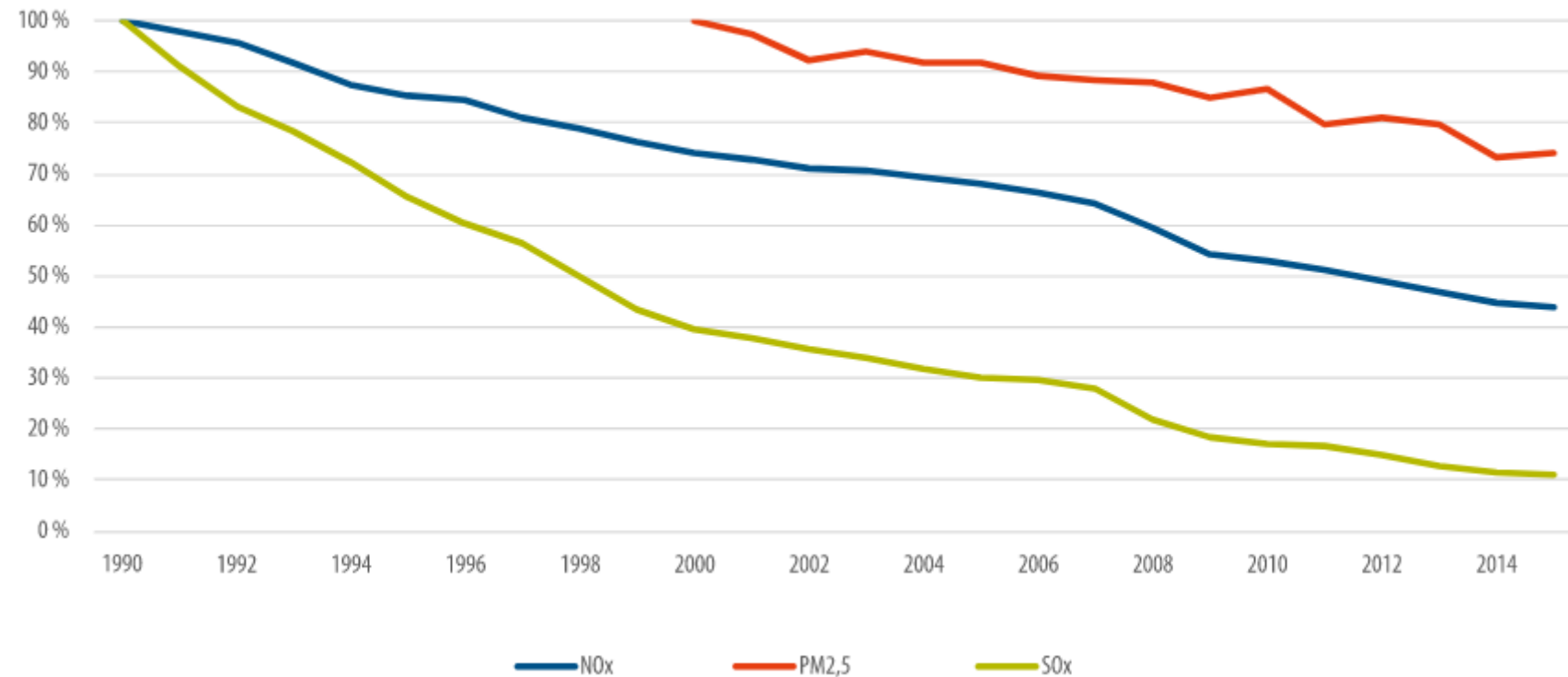
- Podle uspořádání zdroje:
 - bodové: komín
 - liniové: dálniční/říční doprava
 - plošné: lom, skládka, město, aglomerace
 - objemové: spojeny s nehodami a katastrofami (jaderný výbuch)
- Podle stálosti povahy:
 - mobilní: pohybující se auto na dálnici (mobilní bodový zdroj)
 - stacionární: souvislá kolona aut na dálnici (stacionární lineární zdroj)

Stanovení výše emisí

- Možnosti stanovení výše emisí:
 - měření: přesné x nákladné (nižší četnost opakování)
 - výpočet emisních faktorů: méně přesné, avšak běžnější
- Emisní faktor
 - množství polutantu emitovaného do atmosféry ze zdroje činnosti
 - nutná znalost množství a druhu paliva x teoretický výpočet
 - rozdíly mezi vypočítanými a skutečnými emisemi – vliv času (zastarání technologií) a lokality (odlišné zdroje/technologie v různých zemích)

Trendy emisí v Evropě

Trendy emisí znečišťujících látek v ovzduší od roku 1990 (od roku 2000 pro PM_{2,5})



Imise

- Imise chápána i jako látka, která se dostala do kontaktu s povrchem
- Imise měřeny imisními stanicemi
- Koncentrace imisí vyjádřena v mg/m^3 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ppm, ppb
- Imise v širším slova smyslu: hluk, radioaktivita, člověkem způsobená změna teploty
- Faktory ovlivňující kvalitu ovzduší:
 - fyzikální, chemické, biotické



Imise

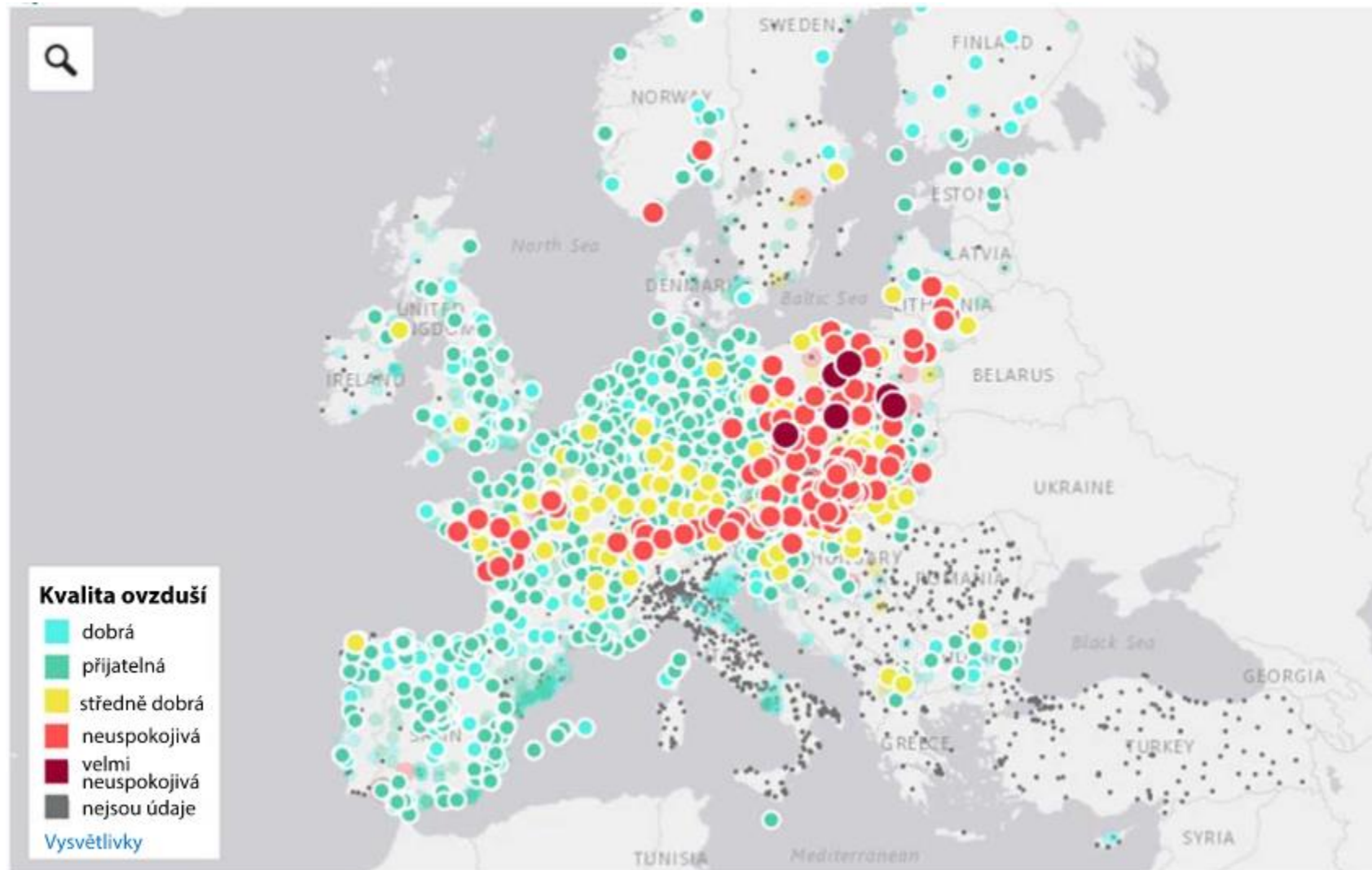
Faktory ovlivňující kvalitu ovzduší

fyzikální faktory	elektromagnetické vlnění (ionizující záření, UV záření, teplo)
	vlnění pružného prostředí (hluk, vibrace)
	optické vlastnosti aerosolu – dohlednost, odrazivost ...
chemické faktory	skleníkové plyny (CO ₂ , N ₂ O, CH ₄ , O ₃ , freony ...)
	látky poškozující ozonovou vrstvu (freony, N ₂ O, NO ...)
	směsi látek redukčního smogu (SO ₂ , CO, aerosol)
	směsi látek fotochemického smogu (PAU, VOC, O ₃ , CO, NO _x , aerosol ...)
	specifické látky a skupiny látek (Rn, POPs, emise z průmyslu, pachy ...)
biotické faktory	živé (patogenní) organismy (viry, bakterie, spory, pyl ...)
	fragmenty těl a produkty metabolismu (chlupy, peří, kutikula, pachy ...)

Problematika imisí

- Vliv imisí na klimatické procesy
- Změny fyzikálních (teplota, viditelnost, albedo), chemických (acidita) a biologických (omezení růstu) vlastností
- Přenos mezi prostředími (půda, voda ...)
- Chybějící trvalý monitoring hlukové imise
- Komplikace s monitoringem biotických imisí (bioaerosol) – heterogenní vzorky, infekčnost, vysoké náklady, potřebná odbornost, náročnost zpracování vzorků

Evropský index kvality ovzduší



Částice PM 10 a 2,5

- PM 10 a 2,5 μm (lidský vlas průměr 50–70 μm)
- Částice PM 2,5 uvolňovány chemickými procesy v elektrárnách, průmyslových výroбах a spalovacími procesy v motorech
- Průnik části do plic a krve, půdy, řek, zem. plodin
- Následky: kašel, nevolnost, nemoci plic, srdce, astma
- Monitorovány indexem AQI (300 = riziková míra znečištění)
- Lokální topeniště (vytápění domácností) zdrojem 60 % prachových částic PM 10 a PM 2,5

Časová a prostorová variabilita znečišťování

- Koncentrace, složení a charakter znečištění ovlivněn časem a místem monitoringu a jeho účelem
- Časová variabilita:
 - dlouhodobé trendy: ca. > 10 let, souvislost s ekonomickým rozvojem oblasti, užitečné pro srovnání exponovaných oblastí (např. průmyslové regiony), pozadí (Šumava) a větších celků (aglomerace, státy)
 - roční/sezónní chod: vzájemné působení lidských aktivit a meteorologických podmínek v čase (typický nárůst škodlivin v zimní sezóně)
 - denní chod: monitoring v urbanizovaných oblastech (doprava, vytápění), vliv přírodních faktorů (sluneční svit, teplota, UV záření); krátké intervaly měření – vstup pro regulační opatření a varovné systémy (smog)

Časová a prostorová variabilita znečišťování

- Charakter lokality monitoringu:
 - městská, venkovská, pozad'ová
- Rozsah monitorovaných a vyhodnocovaných změn v kvalitě ovzduší:
 - lokální, regionální, globální

Základní údaje	
Kód lokality:	BBNV
Název:	Brno-Úvoz (hot spot)
Stát:	Česká republika
Vlastník:	Český hydrometeorologický ústav
Kraj:	Jihomoravský
Okres:	Brno-město
Obec (ZÚJ):	Brno
Klasifikace	
Zkratka:	T/U/R
EOI - typ stanice:	dopravní
EOI - typ zóny:	městská
EOI - charakteristika zóny:	obytná
EOI B/R - podkategorie:	



Venkovní prostředí lidských sídel

- Hlavní emisní zdroje (elektrárny, průmysl, lidská sídla) mají negativní vliv na lidské zdraví
- Lidská sídla: nejvyšší koncentrace obyvatel i škodlivin
- Hlavní zdroje znečištění v lidských sídlech:
 - domácí (centrální) topení (redukční smog)
 - doprava (fotochemický smog, resuspenze - víření, mechanické otěry částí automobilů, abraze vozovky)

Venkovní prostředí lidských sídel

- Vedlejší zdroje znečištění v lidských sídlech
 - spalování domácího odpadu (domácí topeniště, barrel backyard waste burning)
- Budoucnost: nárůst znečištění ovzduší ve velkých městech zemí třetího světa

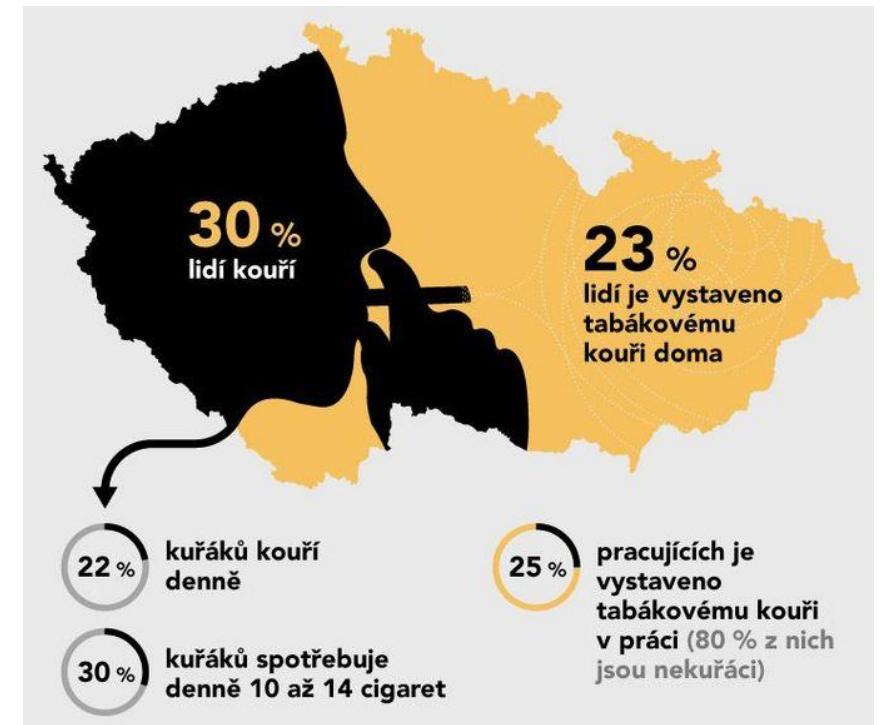


Vnitřní prostředí

- Rostoucí zájem o studium znečištění vnitřních prostor
- Riziko vysokých koncentrací polutantů (omezená cirkulace a výměna vzduchu)
- Faktory znečištění:
 - typ prostředí (obytné/kancelářské prostory, nemocnice, MHD ...)
 - druh vytápění
 - umístění podlaží
 - počet osob a provozované činnosti (pracovní, sportovní, kulturní ...)

Vnitřní prostředí

- Spalovací procesy
 - nejvýznamnější zdroj znečištění (aktivní a pasivní kouření, topení pevnými a plynými palivy, příprava potravy)
 - emise stovek plyných a pevných látek (CO, NO_x, amoniak)
 - několikanásobné převýšení limitů koncentrací polutantů (až 3500 zemřelých pasivních kuřáků v ČR/rok)



Vnitřní prostředí

- Pohyb osob a materiálu
 - resuspenze (víření) prachu pohybem, odlamování kousků materiálu (opracování, užívání, přesun) a jejich vdechnutí
 - nárůst prašnosti ve veřejných prostorech
 - monitoring vláken karcinogenní povahy (azbest)
- Zdroje biogenní povahy
 - vhodné podmínky pro život různých organismů
 - aerosoly plísní, fragmentů těl roztočů, chlupů, peří, patogenní mikroorganismy (nemocnice)

Vnitřní prostředí

- Zařízení, vybavení a prostředky údržby
 - možná dráždivost, toxicita nebo karcinogennost emisí z podlahových krytin, nábytku, potahů, obložení, plastových doplňků (VOCs)
 - emise VOCs z čisticích prostředků, kobercových lepidel, vosků aj.
- Vliv vnějšího prostředí
 - přenos vnějšího znečištění do vnitřních prostor (NO_x , CO, VOCs)
 - neutralizování SO_2 (vápenaté omítky) a O_3 (vnitřní vybavení)
 - vliv aktivního větrání a „*gap ventilation*“ (mezery v oknech, zdivu ...)

Vnitřní prostředí

- Syndrom nezdravých budov
 - výskyt od 70. let 20. stol.: zkvalitnění zateplení a oken – zamezení přirozeného průniku vzduchu z vnějšího prostředí
 - přetopené nebo nevětrané interiéry se suchým/vlhkým vzduchem
 - nárůst únavy, nervozity, bolestí hlavy, neschopnosti se soustředit, bolest/pálení očí a nosu, slzení, rýma, problémy s dýcháním

Literatura

- Braniš, M., Hůnová, I. (2009): Atmosféra a klima: aktuální otázky ochrany ovzduší. Praha, Karolinum, 351 s.
- Evropský účetní dvůr (2018): Zvláštní zpráva č. 23: Znečištění ovzduší: naše zdraví stále není dostatečně chráněno, 98 s.

Děkuji za pozornost