Kvalita ovzduší

Jáchym Brzezina

Český hydrometeorologický ústav

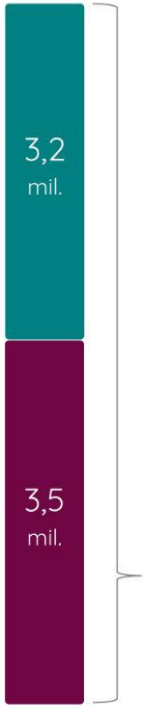
Proč je kvalita ovzduší důležitá?

kolikrát za den	jak dlouho vydržíme bez	jakou váhu přijmeme denně
4-6×	30-60 dní	2-3 kg
6-8×	2-5 dní	1,5-3 kg
22 000×	2-4 minuty	13,5 kg

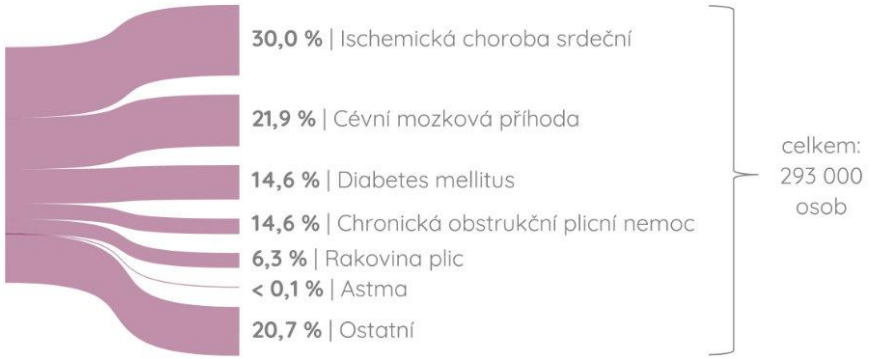
Znečištění ovzduší je považováno za **nejvýznamnější environmentální zdravotní riziko v Evropě**. Data Světové zdravotnické organizace (WHO) ukazují, že **99 % světové populace dýchá ovzduší, které nesplňuje doporučované standardy**.

Znečištění ovzduší má **řadu negativních dopadů na lidské zdraví i ekosystémy**. Dýchání znečištěného ovzduší má potenciálně negativní vliv na celou řadu lidských orgánů.

- Bolesti hlavy a úzkost
- Vliv na centrální nervový systém
- Kardiovaskulární poruchy
- Dopad na játra, slezinu a krev
- Dopad na reprodukční systém
- Stárnutí kůže
- Dráždění očí, nosu a hrdla
- Potíže s dýcháním
- Dopad na dýchací systém
- Dráždění, zánět a infekce
- Astma a omezená funkce plic
- Chronická obstrukční nemoc plic
- Rakovina plic



Odhadovaný počet předčasných úmrtí v důsledku vyšších koncentrací částic $PM_{2,5}$ v Evropě (2021)



Světová zdravotnická organizace odhaduje, že ročně je zhoršená kvalita ovzduší zodpovědná globálně za **6,7 milionu předčasných úmrtí**, z toho 3,2 milionu kvůli špatné kvalitě ovzduší v interiéru, 3,5 milionu kvůli špatné kvalitě venkovního ovzduší.

V rámci Evropy způsobuje znečištění ovzduší asi 1 % rakovin a 2 % úmrtí na rakovinu, u rakoviny plic je to 9 %.

CC BY 4.0

Zdroj: WHO, Commonwealth, UNICEF, ČHMÚ, EEA

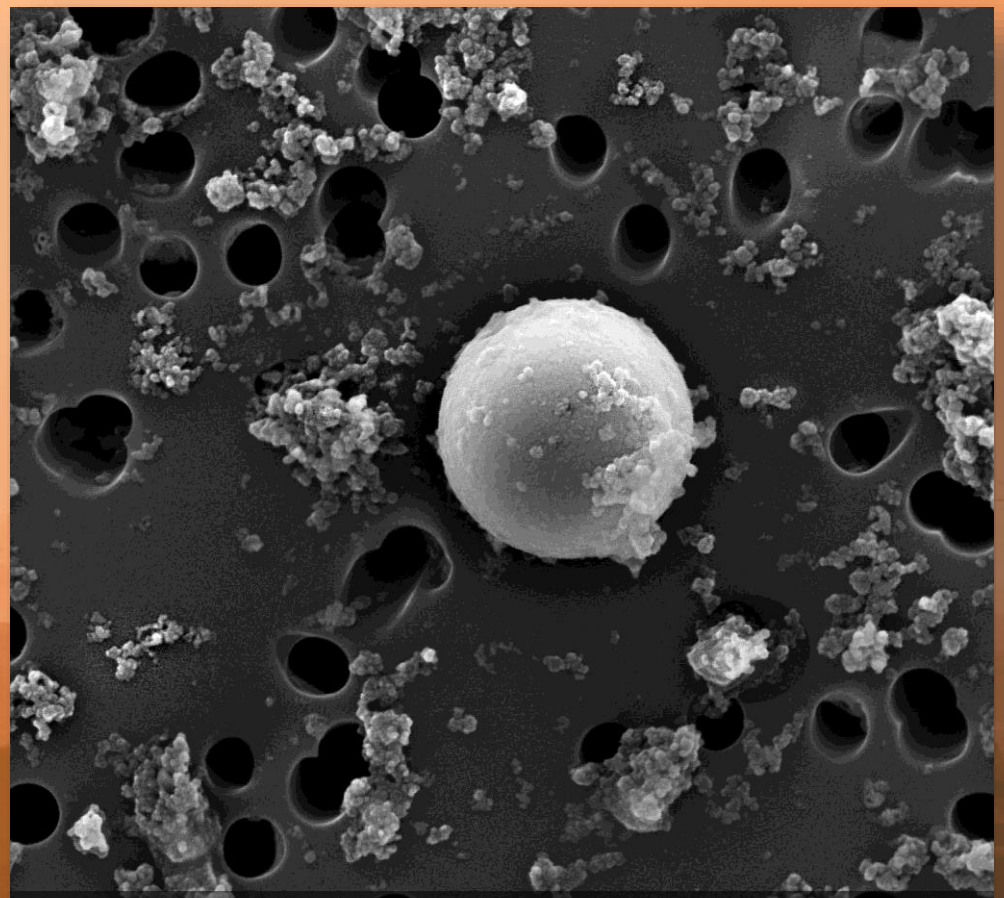
Nejčastější mýty z oblasti kvality ovzduší

1. Ve **městech je kvalita ovzduší nejhorší**, naopak na venkově a v malých obcích je situace o poznání lepší.
2. **Topení dřevem** je ekologické a neznečišťuje ovzduší, jedná se přeci o přírodní látku.
3. Hlavními znečišťovateli jsou jednoznačně **doprava a průmysl**.
4. **Elektromobily** mají nulové emise.
5. Příčinu špatné kvality ovzduší v určitém místě a čase je třeba vždy hledat **v blízkém okolí**.
6. Lepší či horší kvalita v určitém roce ve srovnání s jiným je vždy dána nižšími, respektive vyššími **emisemi** znečišťujících látek.
7. Kdyby nebylo **lidské činnosti**, byl by na Zemi zcela čistý vzduch.
8. Nejhorší jsou z pohledu kvality ovzduší viditelně **prašná místa**.

Český hydrometeorologický ústav

Suspendované částice

- komplexní heterogenní **směs** extrémně malých pevných částic a kapiček v ovzduší
- základní dělení PM je založeno na jejich **aerodynamickém průměru**
- zdravotní **účinek** částic závisí na jejich velikosti, tvaru a chemickém složení (můžou působit dráždivě, mít toxický, karcinogenní či mutagenní účinek). Nebyla zjištěna bezpečná prahová koncentrace.
- obecně platí, že čím menší je částice, tím potenciálně nebezpečnější je pro lidské zdraví.



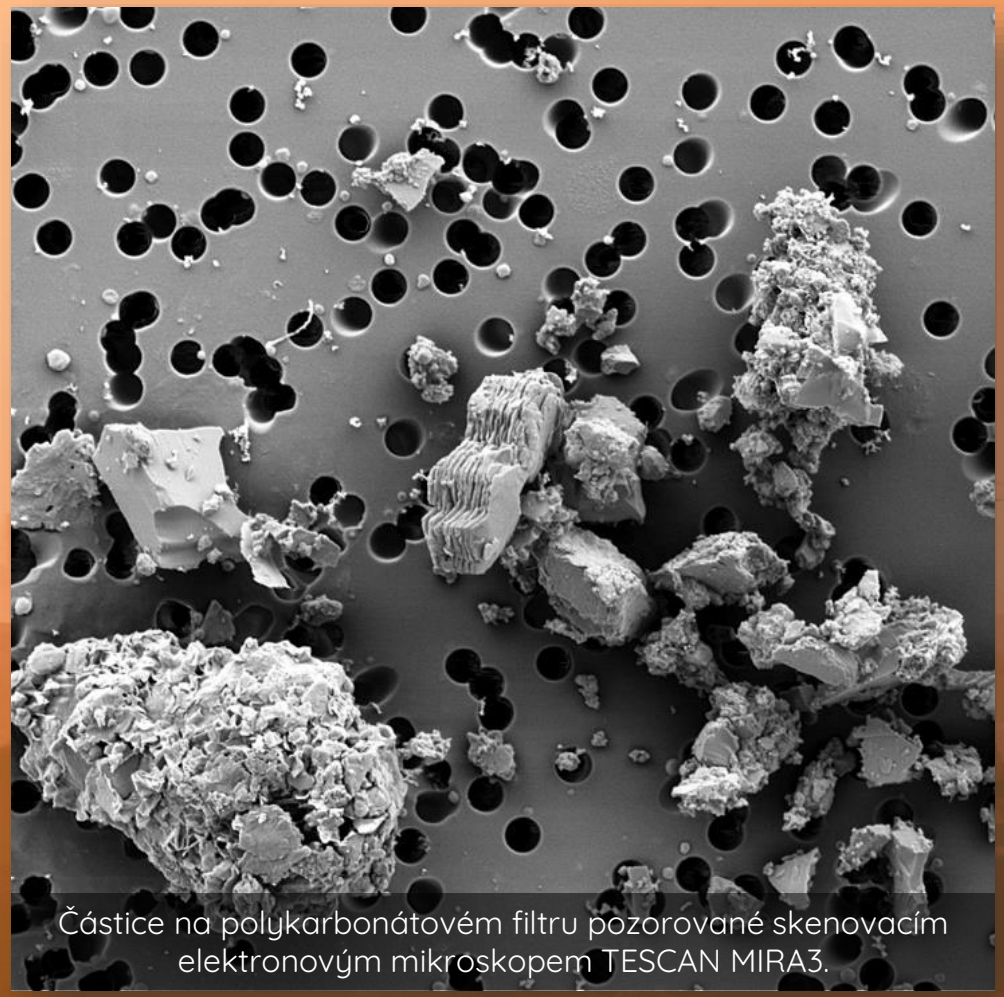
Částice na polykarbonátovém filtru pozorované skenovacím elektronovým mikroskopem TESCAN MIRA3.

SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE

- **PM_{10}** suspendované částice o aerodynamickém průměru do **10 µm**, tzv. hrubší frakce
- **$PM_{2,5}$** suspendované částice o aerodynamickém průměru do **2,5 µm**, tzv. jemnější frakce
- **PM_1** suspendované částice o aerodynamickém průměru do **1 µm**
- **ultrajemné** (ultrafine) částice
- **nanočástice**

IMISNÍ LIMITY

- **PM_{10}**
  - **24h: 50 µg·m^{-3}** (max. 35× za rok)
  - **rok: 40 µg·m^{-3}**
- **$PM_{2,5}$**
  - **rok: 25 µg·m^{-3}** (od 1. 1. 2020: 20 µg·m^{-3})



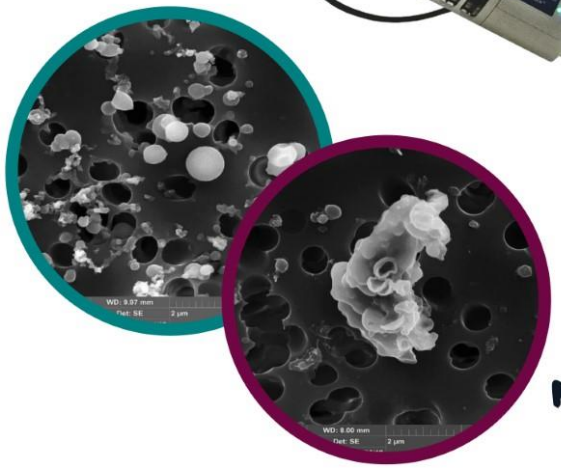
Částice na polykarbonátovém filtru pozorované skenovacím elektronovým mikroskopem TESCAN MIRA3.

Analýza částic v ovzduší skenovacím elektronovým mikroskopem

Skenovací elektronový mikroskop (SEM) je možné použít pro analýzu částic v ovzduší (tzv. **částicová analýza**). Jedná se o doplňkovou metodu, která sice neumožňuje získat informace o absolutních hodnotách koncentrací částic v ovzduší, ale umožňuje získat informaci o jejich morfologii (tvaru a velikosti) a prvkovém složení včetně odhadu váhového procenta daného prvku v částici.

Hlavním cílem této metody tak je **identifikace zdrojů** daných částic, tedy identifikace potenciálního zdroje znečišťování ovzduší.

Ukázka skenovacího elektronového mikroskopu, v tomto případě Tescan MIRA3.



Částice z ovzduší na polykarbonátovém filtru tak, jak je vidí skenovací elektronový mikroskop.
zdroj: ČHMÚ

Velikost

Velikost částice je jedním z faktorů, který napovídá o možném zdroji.

Částice ze spalovacích procesů bývají velmi malé, naopak například mechanicky vzniklé částice (eroze půdy, stavební a zemědělské práce apod.) bývají větší.

Tvar

Tvar částice je jedním z faktorů, který napovídá o možném zdroji.

Částice ze spalovacích procesů bývají pravidelné (kulaté), naopak například mechanicky vzniklé částice (eroze půdy, stavební a zemědělské práce apod.) bývají nepravidelné.

Typický tvar mají také například částice sazí či pylů.

Prvkové složení

Obrovskou předností částicové analýzy je možnost zjišťovat zastoupení jednotlivých chemických prvků v jednotlivých částicích včetně odhadu jejich hmotnostního podílu.

Znalost prvkového složení a kombinace prvků v určité částici leccos napoví o jejím potenciálním zdroji.

^{6}C ^{14}Si ^{12}Mg

Jáchym Brzezina © 2022 @jachym | www.infoviz.cz | verze 1.0

Stanice imisního monitoringu

automatická stanice

Jedná se o klimatizovaný kontejner vybavený analyzátory, počítačem, modemem a dalším vybavením. Stanice posílá data o koncentracích v reálném čase do centrály.

Příklady sledovaných látek:
NO_2, NO, SO_2, O_3, PM_{10}, $PM_{2,5}$, PM_1, CO

manuální stanice

Jedná se o vzorkovač, který prosává vzduch přes filtr. V určitých intervalech jsou exponované (navzorkované) filtry odváženy do laboratoře a analyzovány. Hodnoty tedy nejsou k dispozici v reálném čase.

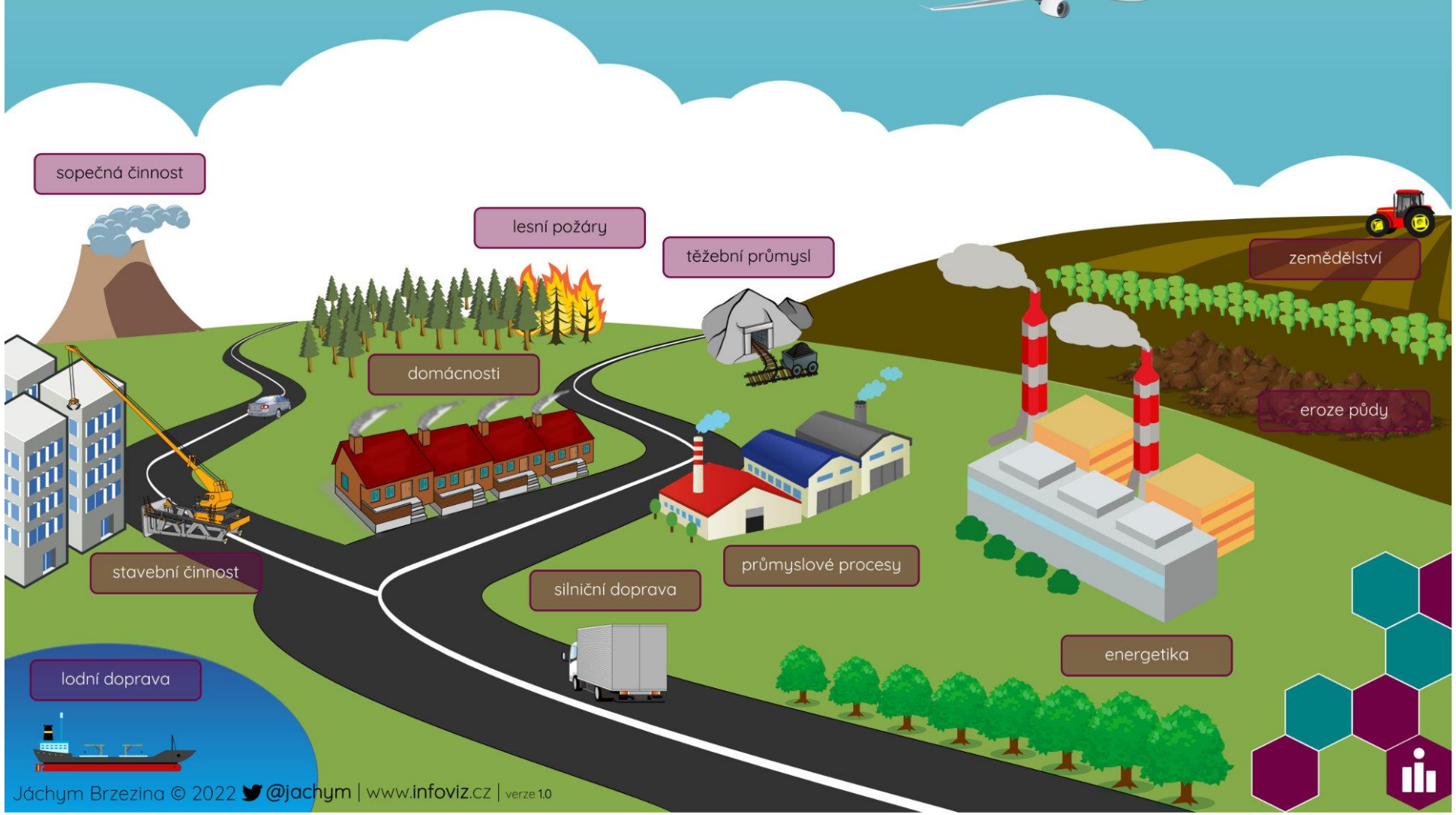
Příklady sledovaných látek:
PM_{10}, $PM_{2,5}$, polycyklické aromatické uhlovodíky (např. benzo[*a*]pyren), těžké kovy (např. As, Ni, Cd, Pb)

měřicí vůz

Existují i další typy, a to například měřicí vůz, což je v podstatě mobilní automatická stanice (korbu dodávky tvoří kontejner s veškerým vybavením). Měřicí vůz se používá zejména pro různé dočasné měřicí kampaně.

Zdroje znečišťování ovzduší

příklady zdrojů znečišťování ovzduší



Jáchym Brzezina © 2022 @jachym | www.infoviz.cz | verze 1.0

Co ovlivňuje aktuální koncentrace znečišťujících látek

- **emise znečišťujících látek z blízkých zdrojů**
- **dálkový transport** emise znečišťujících látek ze vzdálených zdrojů
- **meteorologické a rozptylové podmínky**
- **stav v předchozím období**

Koncentrace znečišťujících látek naměřené v konkrétním místě a čase (tzv. imise) závisí na více faktorech, což je potřeba vzít v potaz při hodnocení kvality ovzduší a například srovnávání hodnot s jiným obdobím.

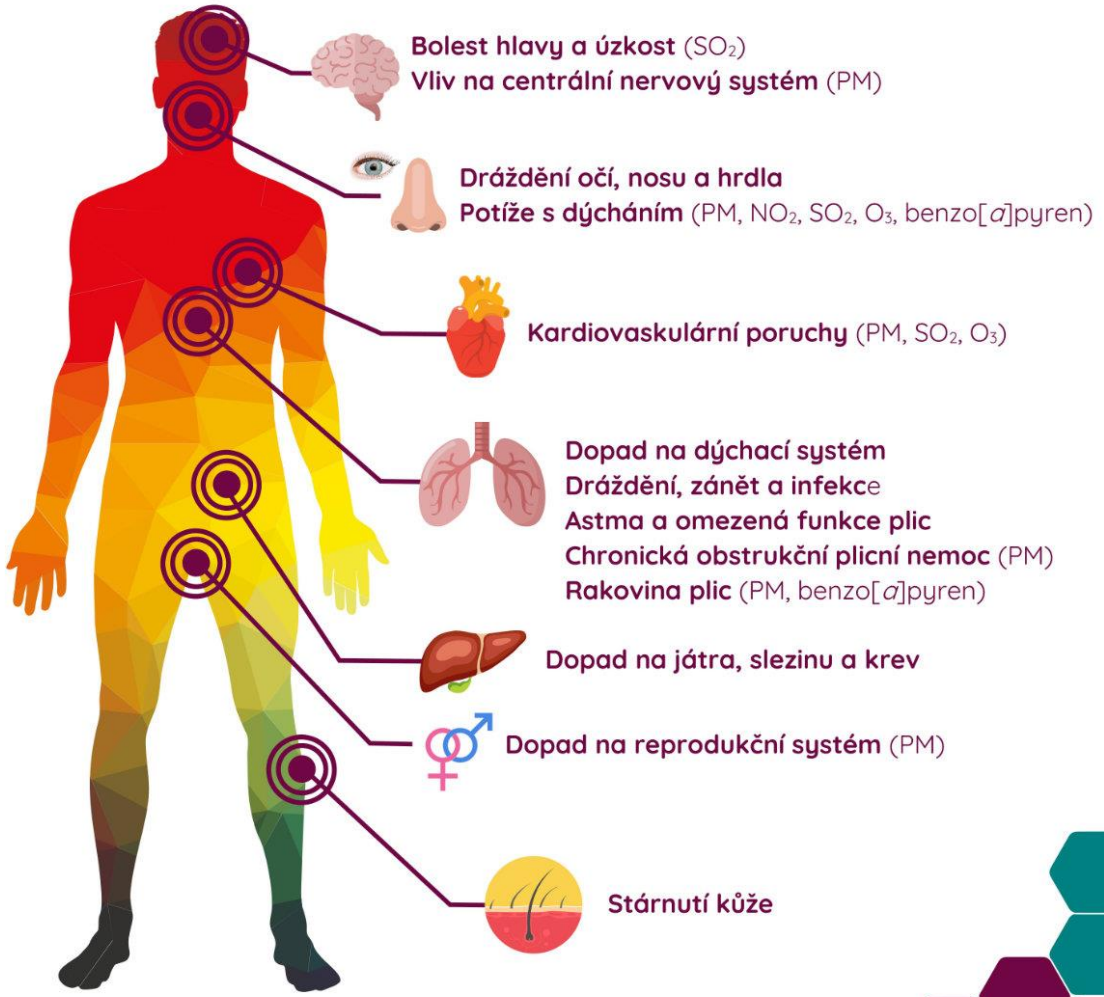
Vliv znečištěného ovzduší na lidské zdraví

Zhoršená kvalita ovzduší může mít celou řadu negativních dopadů na lidské zdraví. Vpravo jsou uvedeny ty nejzávažnější a nejčastější z nich.

Přibližně **99 % světové populace dýchá ovzduší**, ve kterém **překračuje** koncentrace jedné či více znečišťujících látek hodnotu doporučenou Světovou zdravotnickou organizací.

V průměru pouze 1 ze 100 lidí na Zemi žije v oblasti, kde dýchá ovzduší, které splňuje všechna doporučení Světové zdravotnické organizace s ohledem na čistotu ovzduší. Zbylých 99 % dýchá ovzduší, které tato doporučení nesplňuje.

Dle odhadů Světové zdravotnické organizace je špatná kvalita ovzduší zodpovědná za **7 milionů předčasných úmrtí ročně** (4,2 milionů kvůli venkovnímu znečištění, 3,2 milionů kvůli znečištění ve vnitřních prostorách).



CC BY 4.0

Zdroj: EEA, ERS/ATS, WHO

Proč jsou děti náchylnější ke znečištěnému ovzduší?

Vyšší frekvence dýchání

Čím mladší je dítě, tím vyšší je v průměru jeho **frekvence dýchání** (počet za minutu). U novorozence je to přibližně 34 až 57, u ročního dítěte kolem 28 až 50, u 10letého dítěte přibližně 16 až 22, u teenagerů zhruba 13 až 20 a dospělý jedinec se v průměru nadechne 12 až 18× za minutu. Děti také nadýchají na kg váhy více vzduchu než dospělí a jejich **expozice** je tak **v přepočtu na velikost těla vyšší**.

Vývoj organizmu

V případě dětského organizmu je řada orgánů a orgánových soustav stále **ve vývoji**, kdy jsou **náchylnější** a je vyšší riziko zdravotních dopadů znečištěného ovzduší. Ve vývoji je také **imunitní systém**, který zejména u mladších dětí není tak účinný jako u dospělého.

Vyšší fyzická aktivita a dýchání pusou

Nelze to říci obecně, ale děti bývají často **fyzicky aktivnější** než dospělí (a při fyzické námaze člověk dýchá intenzivněji) a ve srovnání s dospělými přijmou **více vzduchu skrze pusu**. Dýchání pusou může způsobovat, že se některé látky mohou dostávat hlouběji do dýchacího systému, což může být nežádoucí.

Nižší výška

Zejména mladší děti mohou být výrazně **nižší** než dospělí. Dýchají tedy ovzduší **blíže u země**. V této výšce mohou být **koncentrace některých látek vyšší**, například znečištění z výfuků v dopravě.

CC BY 4.0

Zdroj: Evropská agentura pro životní prostředí

Imisní limity pro ochranu zdraví

znečišťující látka	doba průměrování	limitní hodnota	max. počet překročení
suspendované částice PM_{10}	roční průměr	**40** $\mu g.m^{-3}$	-
	24h průměr	**50** $\mu g.m^{-3}$	**35×** za rok
suspendované částice $PM_{2,5}$	roční průměr	**20** $\mu g.m^{-3}$	-
oxid dusičitý (NO_2)	roční průměr	**40** $\mu g.m^{-3}$	-
	hodinový průměr	**200** $\mu g.m^{-3}$	**18×** za rok
přízemní ozon (O_3)	denní max. klouzavý 8h průměr	**120** $\mu g.m^{-3}$	**25**× za rok v tříletém průměru
oxid uhelnatý (CO)	denní max. klouzavý 8h průměr	**10 000** $\mu g.m^{-3}$	-
benzo[*a*]pyren	roční průměr	**1** $ng.m^{-3}$	-
oxid siřičitý (SO_2)	hodinový průměr	**350** $\mu g.m^{-3}$	**24**× za rok
	24h průměr	**125** $\mu g.m^{-3}$	**3×** za rok
benzen	roční průměr	**5** $\mu g.m^{-3}$	-
arzen (As)	roční průměr	**6** $ng.m^{-3}$	-
kadmium (Cd)	roční průměr	**5** $ng.m^{-3}$	-
nikl (Ni)	roční průměr	**20** $ng.m^{-3}$	-
olovo (Pb)	roční průměr	**500** $ng.m^{-3}$	-

Imisní limity pro ochranu ekosystémů

znečišťující látka	doba průměrování	limitní hodnota	max. počet překročení
oxid siřičitý (SO_2)	rok a zimní období (X – III)	**20** $\mu g.m^{-3}$	-
oxidy dusíku (NO_x)	roční průměr	**30** $\mu g.m^{-3}$	-
AOT40	imisní limit pro O3, který se počítá z hodinových koncentrací v měsících V až VII		

Co dělat při smogové situaci?

Smogové situace **nepředstavují bezprostřední ohrožení na životě!** Přesto by měly zejména lidé patřící do **skupiny citlivějších osob** dodržovat některá **doporučení** za účelem **minimalizace** jakýchkoliv **zdravotních komplikací**.

Kdo je skupina citlivých osob?

Děti, včetně kojenců

Těhotné ženy a vyvíjející se plod

Starší osoby

Chronicky nemocní (zejména dýchací a kardiovaskulární soustavy)

Akutně nemocní

 CC BY 4.0

Co dělat při smogové situaci?

Doporučení při vyšší úrovni znečištění ovzduší

Omezte pobyt ve venkovním prostředí

I při zvýšených koncentracích znečišťujících látek můžete chodit ven (na nákup, do školy apod.), dobu strávenou ve venkovním prostředí se však snažte minimalizovat. Zvažte také denní dobu, kdy půjdete ven. Při vysokých koncentracích přízemního ozonu bývají hodnoty nejvyšší v odpoledních a večerních hodinách. U částic je to zejména během dopravních špiček a doby zatápění (večer, ráno).

Nesportujte ve venkovním prostředí

Při zvýšené fyzické aktivitě roste intenzita dýchání, což není při špatné kvalitě ovzduší žádoucí.

Větrejte krátce a intenzivně

Existuje řada zdrojů znečišťování ovzduší v interiérech, kde může být kvalita ovzduší i horší než venku. Proto je potřeba i během zvýšených koncentrací znečišťujících látek ve venkovním prostředí větrat! Větrejte však jen krátce, za to ale intenzivně. Ideálně 3× až 4× denně.

Omezte znečišťování ovzduší v interiéru

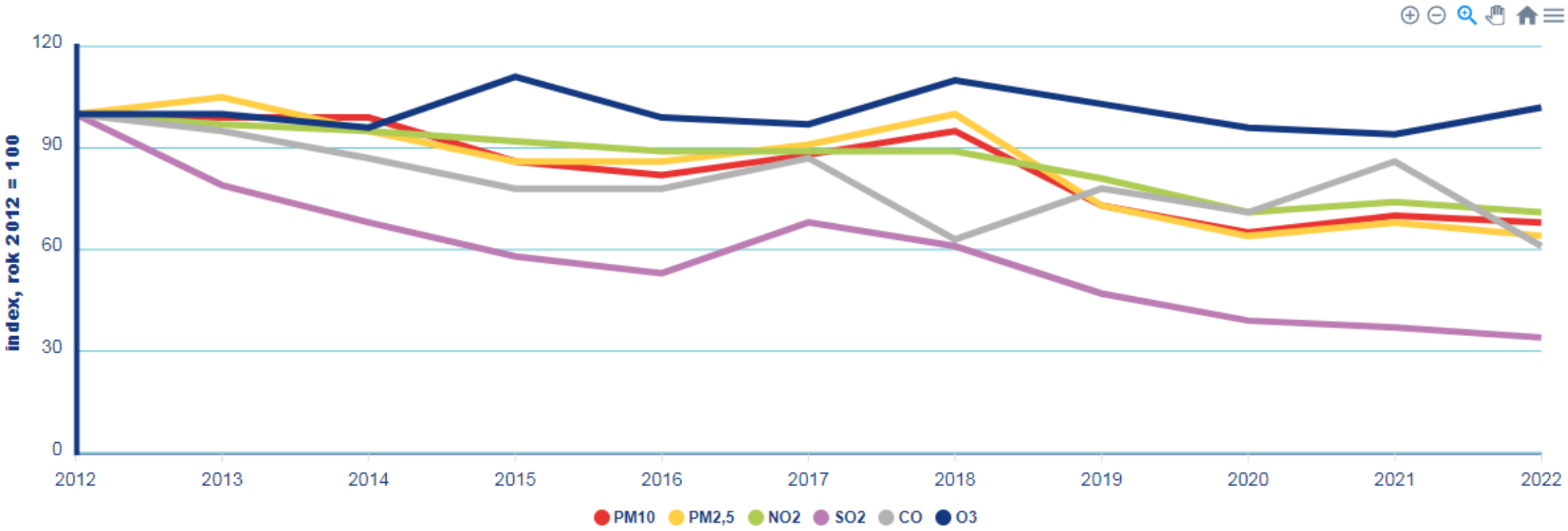
Jelikož není žádoucí dlouhé větrání, omezte znečišťování ovzduší ve vnitřním prostředí. Mezi to patří např. vyhýbání se barvení, lakování, ideálně např. také kouření apod. v interiéru.

Zahajte včas léčbu a připravte se

Pokud se objeví obtíže nebo zhoršení zdravotního stavu, včas zahajte léčbu. Chronicky nemocní, kteří ví, že jsou na vyšší míru znečištění citliví, by u sebe měli mít připravené léky. Při projevu akutního onemocnění je dobré se rovněž začít včas léčit.

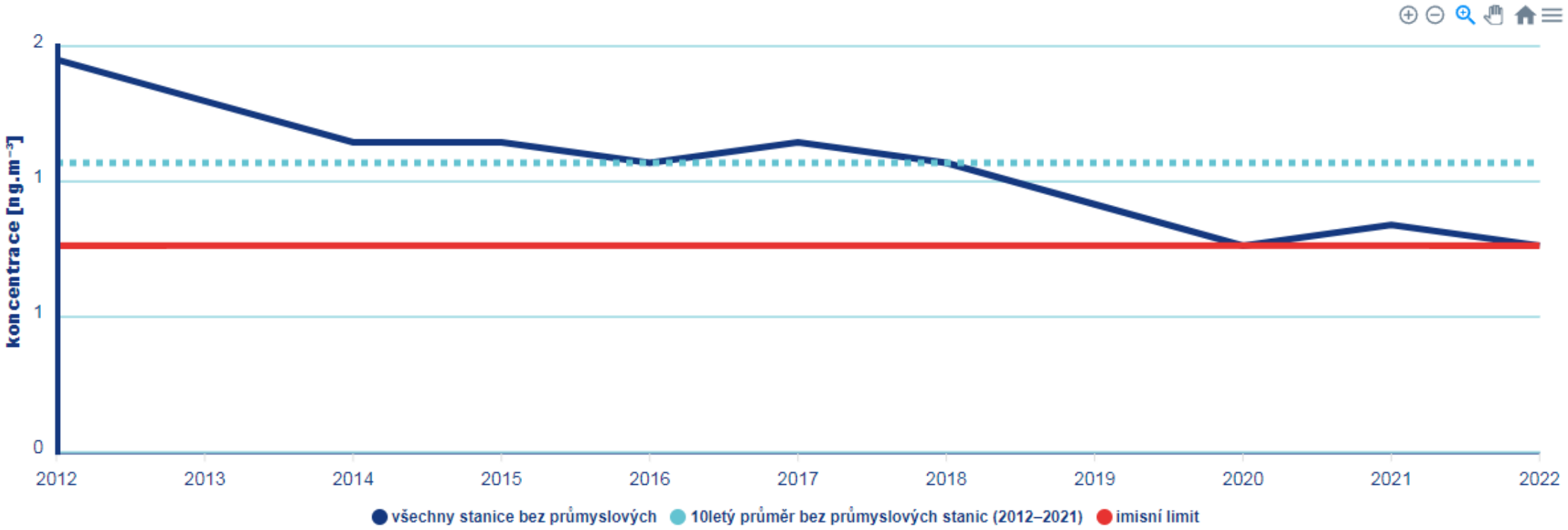
CC BY 4.0

Vývoj imisních charakteristik vybraných znečišťujících látek 2012-2022



Roční průměrné koncentrace BaP, 2012–2022.

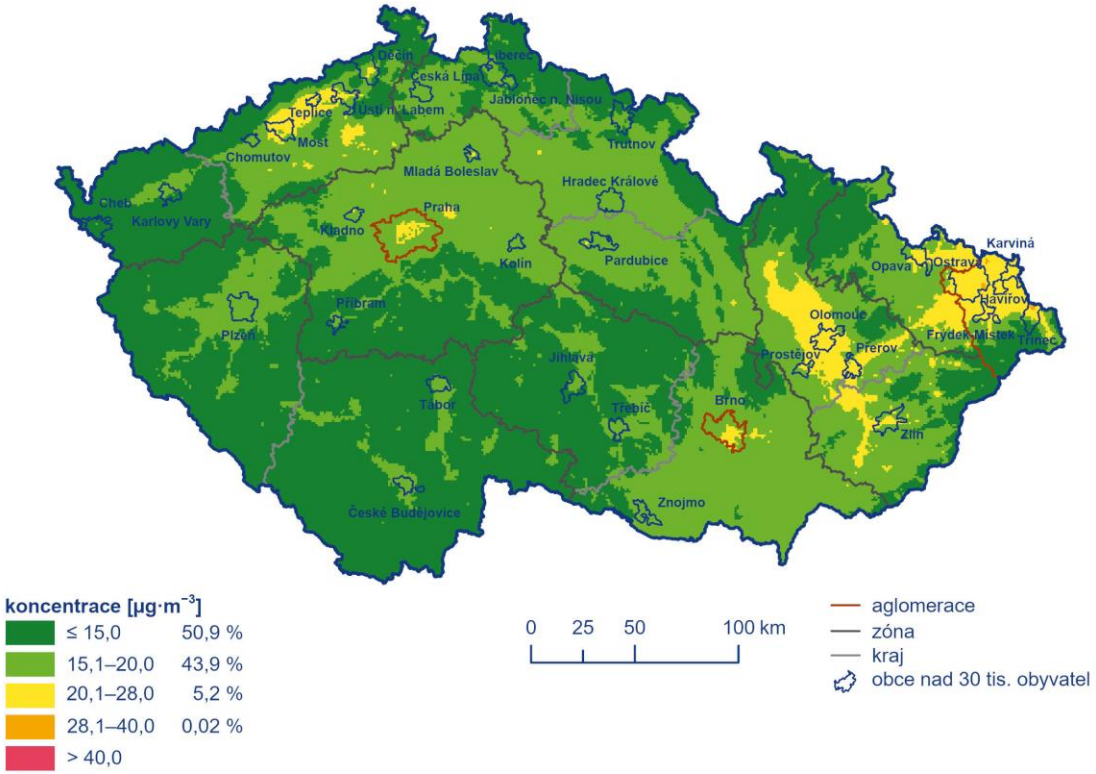
Desetiletý průměr je vyznačen tečkovaně shodnou barvou.

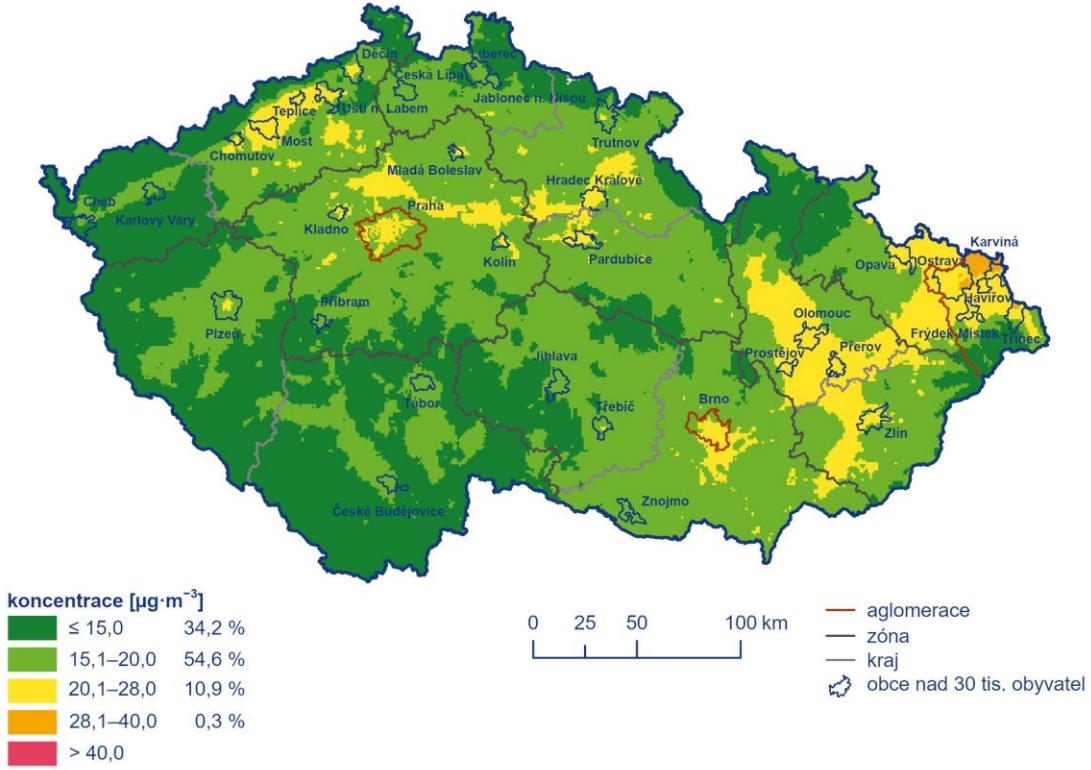


Suspendované částice PM_{10}

Český hydrometeorologický ústav

pole roční průměrné (2022) a pětileté průměrné (2018-2022) koncentrace suspendovaných částic PM10

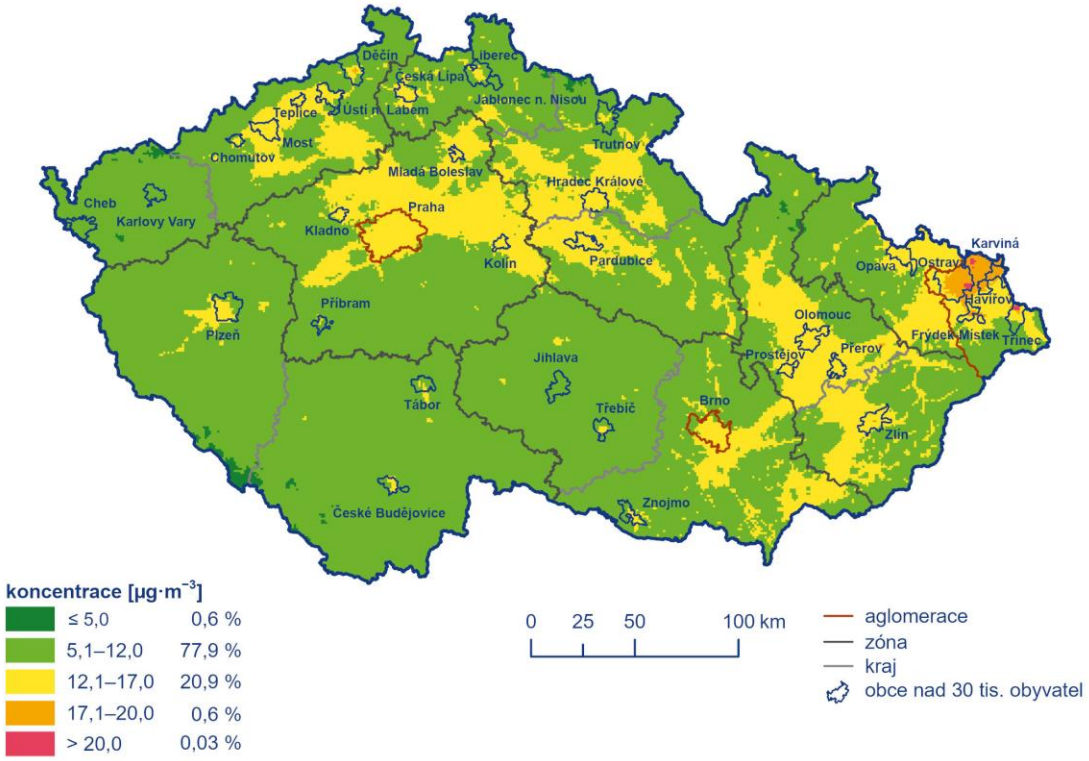


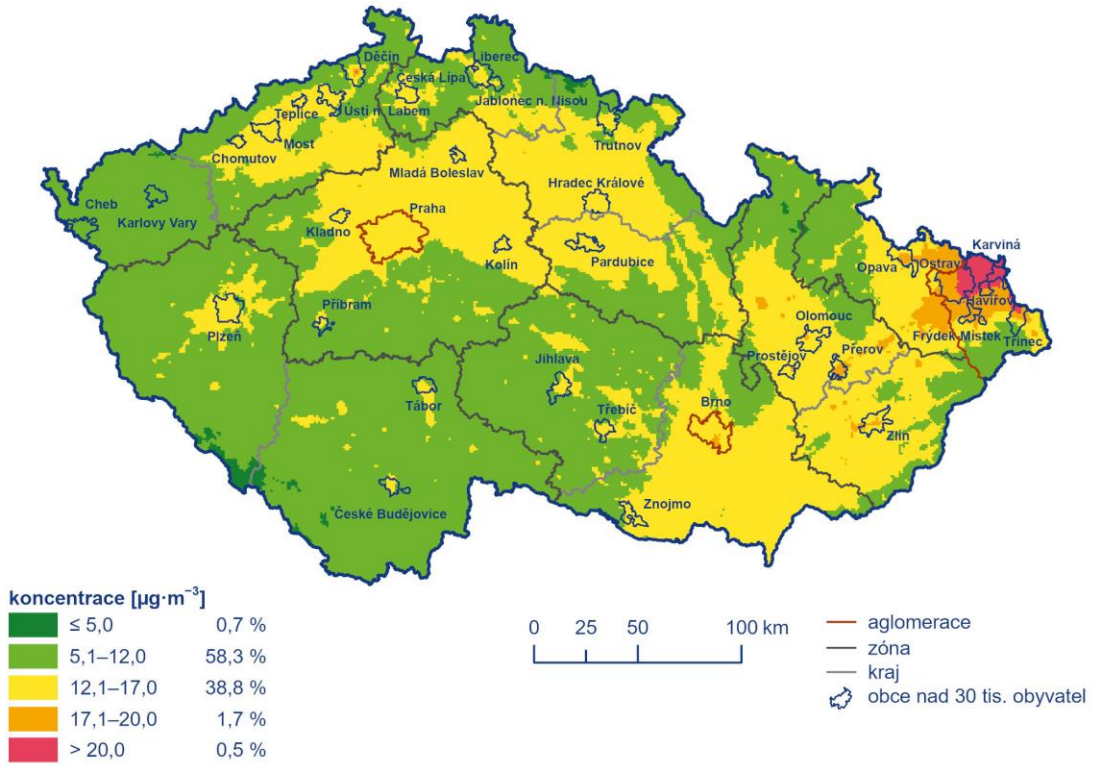


Suspendované částice $PM_{2,5}$

Český hydrometeorologický ústav

pole roční průměrné (2022) a pětileté průměrné (2018-2022) koncentrace suspendovaných částic PM2,5

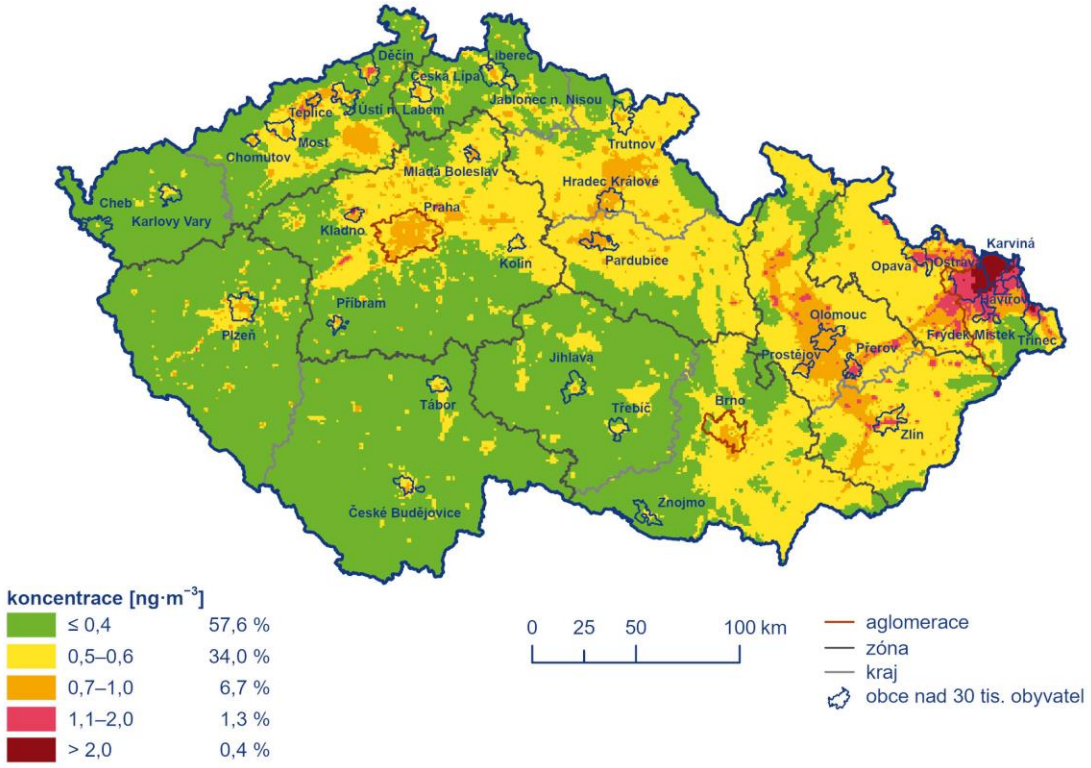


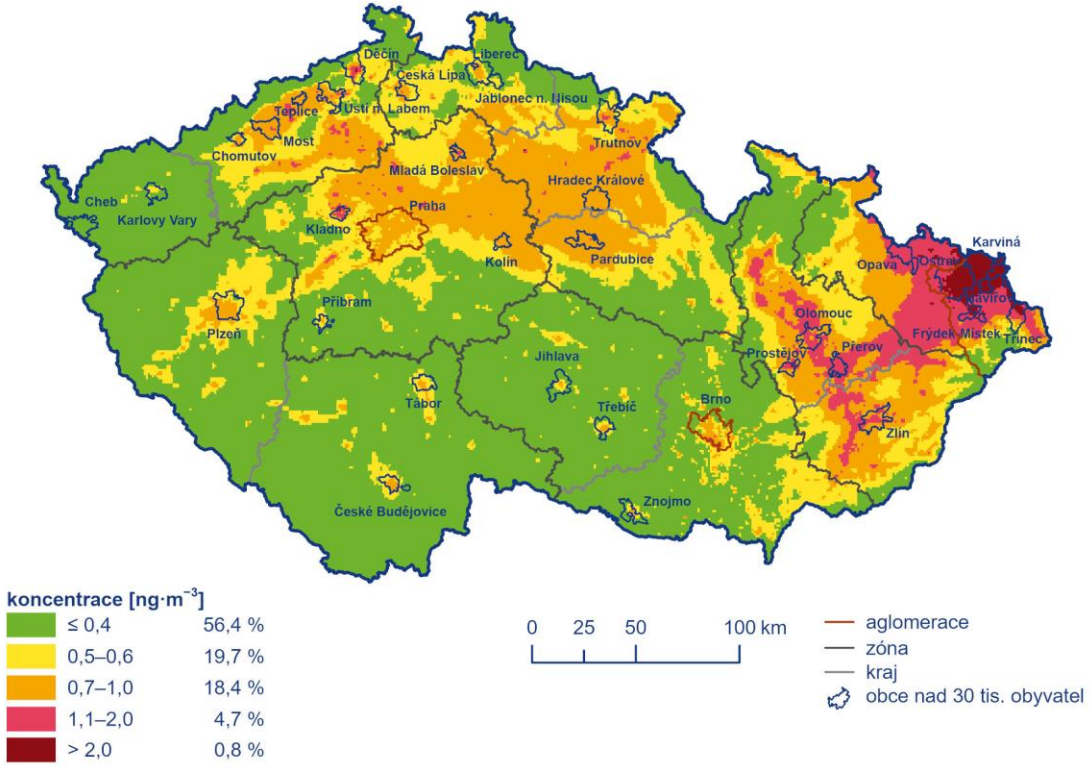


Benzo[a]pyren

Český hydrometeorologický ústav

pole roční průměrné (2022) a pětileté průměrné (2018-2022) koncentrace BaP





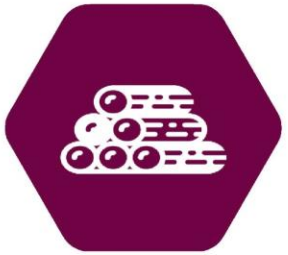
Co nejvíce ovlivňuje emise z vytápění?

Lokální vytápění domácností představuje v současnosti největší problém znečišťování ovzduší v České republice. U řady znečišťujících látek se jedná o nejvýznamnější, a někdy i téměř výhradní, zdroj emisí v České republice.

typ kotle

kvalita paliva

intenzita vytápění



typ paliva

kvalita instalace, údržby a obsluhy

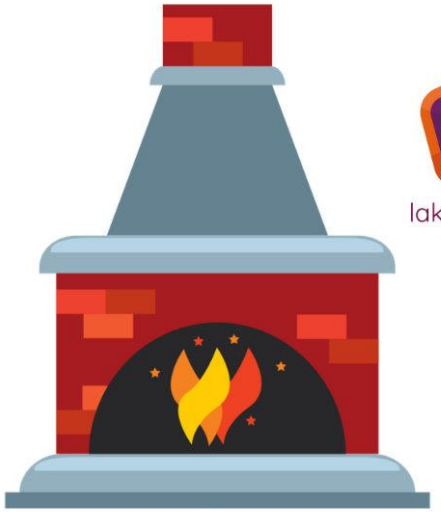
Zdroje znečišťování ovzduší v interiéru

Znečištěný bývá často i vzduch v interiérech, kde navíc **člověk tráví převážnou část svého života**. V domácnostech i kancelářích existuje řada různých zdrojů znečišťování ovzduší. Není výjimkou, že je **ovzduší v interiéru znečištěnější než to venkovní**.

vonné tyčinky

3D tiskárna

grilování


krb

lak na nehty

barvy

deodorant

vaření

svíčka

cigareta

parfém

elektronická cigareta

čisticí prostředky

suchý šampón a lak na vlasy

sušička prádla

toastovač

kamna

tiskárna

Jáchym Brzezina © 2022 @jachym | www.infoviz.cz | verze 1.0

Děkuji za pozornost

Český hydrometeorologický ústav

Mgr. Jáchym Brzezina, Ph.D.
vedoucí oddělení kvality ovzduší, ČHMÚ Brno
jachym.brzezina@chmi.cz
737 387 741
@jachym