

Ovzduší

Údaje o znečištění ovzduší použité pro hodnocení vlivu na zdraví pocházejí z 20 pražských měřicích stanic (provozovaných ČHMÚ, SZÚ a Zdravotním ústavem se sídlem v Ústí n/L), na kterých jsou v antropogenní vrstvě atmosféry sledovány koncentrace škodlivin.

Dlouhodobě přetrvávajícím problémem jsou v pražské aglomeraci především látky, jejichž emise do ovzduší jsou přímo svázané s dopravou a s procesy s ní spojenými, tj. primární spalovací a ostatní emise (resuspenze, otěry, korozie...). V sídlištních celcích jsou pak tyto emise kombinovány například s CZT a v okrajových částech města se může přidávat vliv lokálních topenišť.

Tabulka – 2021 - Srovnání odhadu průměrných ročních hmotnostních koncentrací některých látek v Praze s odhadem průměrné hodnoty v městském prostředí v ČR, v případě suspendovaných částic a BaP mimo Moravskoslezský kraj a s hodnotami měření na pozad'ových stanicích ČR.

2021	NO ₂ (µg/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)	PM _{2,5} (µg/m ³)	BZN (µg/m ³)	BaP (ng/m ³)	Cd (v PM ₁₀) (ng/m ³)	Pb (v PM ₁₀) (ng/m ³)	Ni (v PM ₁₀) (ng/m ³)	As (v PM ₁₀) (ng/m ³)
městské lokality v ČR	15,0	17,9*	13,6*	1,00	0,73*	0,16	6,34	0,52	0,96
Praha	22,4	18,9	13,2	1,20	0,64	0,08	3,63	0,43	1,05
Pozad'ové stanice ČR	3,7	12,4*	9,4*	0,55	0,25*	0,07	2,10	0,22	0,42

Poznámka: * - mimo MSK

V roce 2021 se úroveň znečištění venkovního ovzduší ve srovnání s rokem 2020 mírně zhoršila (NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, BaP, Pb a As) – tj. u látek více vázaných na spalování pevných a fosilních paliv, výjimku pak tvoří mírný pokles hodnot benzenu, kadmia a niklu.

Vývoji významně napomáhají teplé zimy a celoročně příznivé rozptylové podmínky. Situaci lze charakterizovat vyšší četností excesů a rychlých změn počasí zahrnujících dlouhodobější suchá období vysokých teplot a krátká období intenzivních srážek. S vyšší četností slunných dnů s teplotami nad 30 °C narůstá i počet dnů se zvýšenými koncentracemi přízemního ozónu. Shodně s obdobím 2012 až 2020 byly zimní měsíce v roce 2021 teplotně nadprůměrné, v souhrnu byl ale rok 2021 teplotně a srážkově normální (tisková zpráva ČHMÚ, leden 2022). Samostatnou kapitolu představovalo v roce 2021 období únor až duben tj. pandemie SARS-Cov-2. V tomto období významným způsobem poklesla tranzitní, cílová i vnitroměstská doprava (až o 40 %), zároveň ale rozšíření fenoménu „home-office“ vedlo ke zvýšení nároků na domácí vytápění. Nižší intenzita dopravy se projevila především ve velkých městech, zvláště v okolí dopravních uzlů, vliv malých a středních zdrojů tepla pak nejvíce v okrajových částech města.

V roce 2021 byly v Praze na všech stanicích překračovány 24hodinové imisní limity u **suspendovaných částic frakce PM₁₀**. Ale na žádné měřicí stanici nepřekročila 36. nejvyšší 24hodinová hodnota 50 µg/m³. Roční imisní limit (40 µg/m³) nebyl na žádné stanici překročen. Nejvyšší hodnota ročního průměru byla na dopravně exponované stanici Legerova (ALEG) na Praze 2 – 22,6 µg/m³. Přes 20 µg/m³/rok bylo naměřeno na čtyřech stanicích (Průmyslová - APRU, Vršovice – AVRS, na stanici v Karlíně v Praze 8 – AKAL a na stanici v Holešovicích – AHOL). Nejvíce překročení 24hodinové koncentrace 50 µg/m³ bylo zaznamenáno na stanici ve Vršovicích v Praze 10 (AVRS) – 16x. Z porovnání ročních průměrných koncentrací frakce PM₁₀ s doporučenou hodnotou WHO (15 µg/m³/rok) pak vychází, že tato hodnota byla na všech stanicích v Praze o 5 až 50 % překročena.

V pražské aglomeraci významnou, i když v roce 2021 ne nadlimitní, je zátěž venkovního ovzduší suspendovanými částicemi frakce $PM_{2,5}$. Roční průměry na sedmi měřicích stanicích byly proti roku 2020 mírně zvýšené v rozsahu 11,4 až 15,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, tedy na úrovni 55 až 75 % stávajícího (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ročního imisního limitu což představuje o 50 % vyšší hodnoty, než jsou měřeny na republikových pozadových stanicích. Z porovnání ročních průměrných koncentrací frakce $PM_{2,5}$ s doporučenou hodnotou WHO (5 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$) vychází, že tato hodnota byla na všech stanicích v Praze dvoj- až trojnásobně překročena.

Roční imisní limit NO_2 (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) nebyl překročen na žádné stanici, ale atakovala jej hodnota 38,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na dopravním „HOT-SPOT“ Legerova v Praze 2 (ALEG). Na dalších třech stanicích byla hodnota ročního průměru nad 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Na žádné pražské měřicí stanici nebylo naměřeno překročení hodinového imisního limitu 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{hod}$. Vyšší hodnoty průměrných ročních koncentrací NO_2 potvrzují význam zátěže pražského ovzduší emisemi ze spalovacích procesů a z dopravy. Z porovnání ročních průměrných koncentrací NO_2 s doporučenou hodnotou WHO (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$) vychází, že tato hodnota byla na všech stanicích v Praze o 40 % překročena; na dopravních hotspotech až násobně.

U benzo[a]pyrenu (PAU) nebyl roční imisní limit 1 ng/m^3 překročen na žádné pražské stanici. Hodnoty ročních průměrů v Praze meziročně mírně vzrostly na rozmezí 0,49 až 0,92 ng/m^3 (0,49 až 0,65 ng/m^3 v roce 2020).

Dlouhodobě platí, že hodnoty suspendovaných částic měřené na dopravně exponovaných stanicích (Legerova - ALEG, Průmyslová – APRU, Karlin – AKAL a Vršovice – AVRS) zůstávají na zvýšené úrovni. Přes významný podíl plynofikace zůstává nezanedbatelnou, zvláště v okrajových městských částech, zátěž ovzduší z lokálních malých zdrojů, kdy jsou v Praze například na stanici v Řeporyjích lokálně nalézány zvýšené hodnoty arsenu (50 % ročního limitu) a u benzo[a]pyrenu je imisní limit čerpán z více než 50 %. Přitom se jedná o zdravotně nejzávažnější polutanty, u kterých navíc dochází k nejvýznamnějšímu čerpání imisního (potenciálně expozičního) limitu.

Zdravotně nevýznamnou zůstává expozice obyvatel oxidu uhelnatému reprezentovaná i maximální hodnotou 445 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ v dopravou významně exponované lokalitě (Legerova – dopravní HOT-SPOTS) a oxidu siřičitému (pražský průměr 2,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$). Hodnoty ozónu na pražských stanicích byly v rozmezí 37 až 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$. Nejedná se tedy o zdravotně významnou expozici, výjimku zde tvoří případná letní dlouhodobější období nepříznivých rozptylových podmínek, kdy se zvyšuje pravděpodobnost, že maximální hodnota 8hodinového klouzavého průměru překročí 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Kritérium maximálně 25 překročení 8hodinového průměru 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ za poslední tři roky nebylo v roce 2021 v Praze překročeno.

Detailněji:

- Hodnoty ročních aritmetických průměrů **oxidu dusičitého (NO_2)** se na pražských stanicích pohybovaly od 14 až 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ v méně dopravou zatížených lokalitách, přes 17 až 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ročního průměru v dopravně významněji zatížených lokalitách až k 38,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na dopravní „hot spots“ stanici (Praha 2 – Legerova ALEG). Pole zvýšených hodnot má, zvláště ve středu města, kde je vyšší hustota komunikací a dopravní infrastruktury, plošný charakter.
- Roční aritmetický průměr koncentrací **suspendovaných částic frakce PM_{10}** byl v roce 2021 v rozpětí od 15 do 22,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ se střední hodnotou 18,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (meziroční nárůst o 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Kritérium překročení ročního imisního limitu (> 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) nebylo shodně s kritériem 36 překročení 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3/24$ hodin za rok v roce 2021 naplněno.

Je prokázáno, že krátkodobě zvýšené denní koncentrace suspendovaných částic PM₁₀ způsobují nárůst celkové nemocnosti i úmrtnosti, zejména na onemocnění srdce a cév, zvýšení kojenecké úmrtnosti, zvýšení výskytu kašle a ztíženého dýchání, zejména u astmatiků. Mezi prokázané účinky dlouhodobě zvýšených koncentrací patří snížení plicních funkcí u dětí i dospělých, zvýšení nemocnosti na onemocnění dýchacího ústrojí a výskytu symptomů chronického zánětu průdušek, zkrácení délky života zejména z důvodu vyšší úmrtnosti na choroby srdce a cév a i na rakovinu plic.

Pro odhad rizika dlouhodobé expozice suspendovaným částicím byla použita doporučení Globální pokyny WHO pro kvalitu ovzduší - Pevné částice (PM_{2,5} a PM₁₀), ozon, oxid dusičitý, oxid siřičitý a oxid uhelnatý (září 2021) pro funkce koncentrace a účinku pro aerosol, ozón a oxid dusičitý. Podle autorů nárůst průměrné roční koncentrace frakce suspendovaných částic PM₁₀ o každých 10 µg/m³ nad bazální hladinu 15 µg/m³ zvyšuje celkovou úmrtnost exponované populace nad 30 let o 4,1 %. Na základě hodnocení vlivu znečištěného ovzduší na zdraví obyvatel Prahy lze odhadovat, že znečištění suspendovanými částicemi frakce PM₁₀ přispívá i ke zvýšení výskytu příznaků zánětu průdušek a dalších respiračních symptomů u dětí. Konzervativní odhad podílu předčasně zemřelých v důsledku znečištění ovzduší suspendovanými částicemi PM₁₀ (při odhadu střední „pražské“ hodnoty 18,9 µg/m³) po vyloučení zemřelých na vnější příčiny představuje v Praze cca 1,6 %.

Za normálních podmínek lze z uvedených dat odhadnout počet předčasných úmrtí, na kterých se podílela expozice suspendovaným částicím frakce PM₁₀. Ale pandemie SARS-Cov-2 v roce 2021 zásadním způsobem ovlivnila celkovou úmrtnost v České republice, odhaduje se nárůst na úrovni 20 a více procent. Bohužel nejsou k dispozici takové podklady, které by umožnily kvantifikovat podíl způsobený přímo pandemií, tj. nelze očistit data o celkové úmrtnosti od komplexního vlivu pandemie tak, aby odhad předčasné úmrtnosti (počet osob) způsobený expozicí suspendovaným částicím byl konzistentní s předchozími roky.

Hmotnostní koncentrace vybraných **polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU)** byly v roce 2021 hodnoceny na čtyřech pražských stanicích; na dopravně zatížené stanici v Praze 10 v areálu SZÚ (ASRO), městské pozad'ové stanici v Praze 4 v Libuši (ALIB), městské pozad'ové lokalitě Riegrovy sady (ARIE) a na stanici v příměstské části Praha 5 – Řeporyje – (AREP). Monitorována je směs látek významná z hlediska potenciálního zdravotního rizika. Roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu v centrální části Prahy dlouhodobě zvolna klesají pod hodnotu imisního limitu (v roce 2021 byla hodnota ročního aritmetického průměru v rozmezí 0,49 – až 0,92 ng/m³). Hodnota imisního limitu 1 ng/m³ tak nebyla v roce 2021 překročena. Referenční roční koncentrace stanovená SZÚ pro benzo[a]antracen (10 ng/m³) byla v Praze naplněna v rozsahu 5 až 7 %

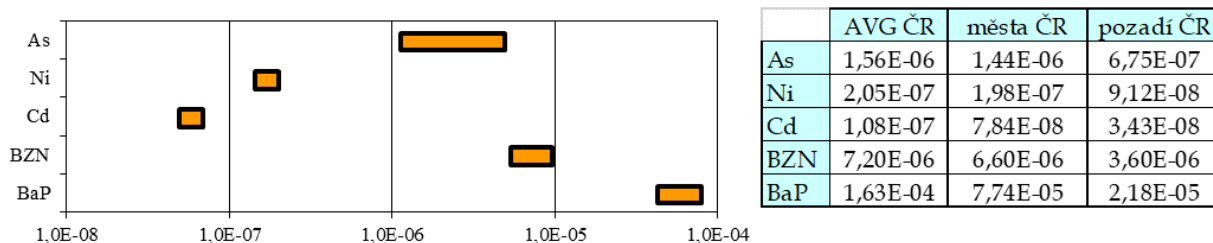
Porovnáním potenciálního karcinogenního účinku (IARC, WHO) zjištěných koncentrací různých zástupců měřené směsi polycyklických aromatických uhlovodíků se zdravotní závažností jednoho z nejtoxičtějších a nejlépe prozkoumaných karcinogenních PAU – benzo[a]pyrenu (BaP), lze vyjádřit karcinogenní potenciál směsi v ovzduší pomocí toxického ekvivalentu (TEQ BaP). Karcinogenní potenciál PAU spočtený pro pražské stanice je dlouhodobě v průměru dva až třikrát vyšší než hodnoty stanovené pro pozad'ové stanice v ČR (v roce 2021 0,7 až 1,51 ng/m³ proti 0,45 ng/m³). Zároveň jsou ale spočtené hodnoty srovnatelné s hodnotami nalézanými na ostatních městských stanicích v ČR a několikanásobně až řádově nižší než na nejvíce zatížených stanicích v průmyslové Ostravsko-karvinské oblasti Moravskoslezského kraje.

Úroveň znečištění ovzduší těžkými kovy je dlouhodobě víceméně stabilní bez významnějších výkyvů a má klesající trend. Dobrá shoda hodnot ročního aritmetického a geometrického průměru u **chrómu, manganu, niklu, kadmia a olova** svědčí o relativní stabilitě a homogenitě měřených imisních hodnot.

Ze srovnání s hodnotami měřenými v městských, dopravou a průmyslem nezatížených oblastech v ČR vyplývá, že Praha patří mezi oblasti s nižší (nikl, arsen a kadmium) a až průměrnou (Pb) zátěží ovzduší. V okrajových částech města mohou být lokálně zvýšené hodnoty arsenu (viz: stanice v Řeporyjích – AREP – $3,3 \text{ ng/m}^3$ tj. $\approx 50 \%$ ročního imisního limitu).

Teoretické zvýšení pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění v důsledku expozice

Praha 2021 - Rozpětí odhadu pravděpodobnosti zvýšení počtu nádorových onemocnění (ILCR) z příjmu As, Ni, Cd, benzenu a BaP z venkovního ovzduší v centrální Praze a v ČR



Pozn.: Riziko $1,0E-03$ (dtto 10^{-3} , 1 z 1000) znamená pravděpodobnost zvýšení počtu nádorových onemocnění o 1 případ na 1 000 osob, $1,0E-07$ o 1 případ na 10 mil. osob atp.

karcinogenním látkám v pražském ovzduší bylo hodnoceno pro celoživotní expozici arzenu, niklu, kadmium, benzenu a polycyklickým aromatickým uhlovodíkům – viz graf č. 1.

Graf č. 1. – Srovnání rozpětí odhadu pravděpodobnosti zvýšení nádorových onemocnění v centrální Praze a v ČR při celoživotní expozici odhadu středních hodnot v roce 2021.

Odhad zvýšení celkového individuálního karcinogenního rizika v důsledku znečištění ovzduší v pražské aglomeraci se v roce 2021 pohyboval na úrovni 5 až $9,5 \times 10^{-5}$ (cca 5 až 10 přídatných případů na 100 000 obyvatel) pro celoživotní expozici této koncentrační hladině (70 let) – jedná se proti roku 2020 o mírné zvýšení. Největší příspěvek k riziku představuje expozice benzo[*a*]pyrenu (přibližně 85% podíl na celkovém karcinogenním riziku).

Pro celkový počet obyvatel Prahy (1 267 410 – k 1. 7. 2021, zdroj ČSÚ) se celkové karcinogenní riziko vyjádřené jako pravděpodobné zvýšení počtu nádorových onemocnění v důsledku znečištění ovzduší v roce 2021 pohybovalo na úrovni jednoho přídatného případu (0,9) za rok.

Pozn:

1. AVG – roční aritmetický průměr koncentrace v ovzduší
2. V září 2021 vydalo WHO aktualizaci Globální pokyny WHO pro kvalitu ovzduší - Pevné částice ($\text{PM}_{2,5}$ a PM_{10}), ozon, oxid dusičitý, oxid siřičitý a oxid uhelnatý

Příspěvek zpracovali MUDr. H. Kazmarová a RNDr. Bohumil Kotlík, Ph.D.