

Ovzduší

Údaje o znečištění ovzduší použité pro hodnocení vlivu na zdraví pocházejí z 18 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, koroze...), v sídlištních celcích jsou pak tyto emise kombinovány například s CZT a v okrajových částech města se může přidávat vliv lokálních topenišť.

Tabulka – 2020 - Srovnání odhadu průměrných ročních hmotnostních koncentrací některých látek v Praze s odhadem průměrné hodnoty v městském prostředí v ČR mimo Moravskoslezský kraj a s hodnotami měření na pozadových stanicích ČR.

2020	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 (mimo MSK)	14,2	17,0	13,0	1,2	0,88	0,19	5,37	0,50	0,84
Praha	21,3	18,0	11,8	1,31	0,55	0,11	3,31	0,51	0,73*
Pozadové stanice ČR	3,1	11,6	6,5	0,60	0,26	0,11	2,18	0,25	0,45

*Poznámka: * - bez příměstské stanice v Řeporyjích, která reprezentuje pouze specifickou část města*

V roce 2020 se úroveň znečištění venkovního ovzduší ve srovnání s rokem 2019 opět mírně zlepšila, a to u BaP, As a Pb – tedy látek více vázaných na spalování pevných a fosilních paliv, což patří mezi důsledky mírné, teplotně nadprůměrné zimy. A to i u látek majoritně vázaných na dopravu (PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂), kdy stavu významně napomohly celoročně mimořádně příznivé rozptylové podmínky. Přetrvává dlouhodobý trend, kdy kvalita ovzduší je významně ovlivňována meteorologickými podmínkami. Ty lze charakterizovat vyšší četností excesů a rychlých změn počasí zahrnujících dlouhodobější suchá období vysokých teplot, krátká období intenzivních srážek. S vyšší četností slunných dnů s teplotami nad 30 °C narůstá i počet dnů se zvýšenými koncentracemi přízemního ozónu. Navíc, shodně s obdobím 2012 až 2019 byly zimní měsíce v roce 2020 teplotně nadprůměrné - průměrná roční teplota vzduchu 9,1 °C v ČR byla o 1,2 °C vyšší než normál 1981–2010. Samostatnou kapitolu v roce 2020 představuje období od 13. března do konce června ovlivněné opatřeními nouzového stavu vyhlášenými v rámci 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 měst a v malých sídlech.

V roce 2020 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. Nejvíce překročení 24hodinové koncentrace 50 µg/m³ bylo zaznamenáno na stanici Průmyslová v Praze 10 (APRU) – 12x. Roční imisní limit (40 µg/m³) nebyl na žádné stanici překročen, nejvyšší hodnoty ročního průměru – 22,6 a 21,3 µg/m³ byly na dopravně exponovaných stanicích Legerova (ALEG) na Praze 2 a Průmyslová (APRU) v Praze 10.

Roční imisní limit NO_2 ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nebyl překročen na žádné stanici, ale atakovala jej hodnota $38,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na dopravním „HOT-SPOT“ Legerova v Praze 2 (ALEG). Na dalších pěti stanicích se hodnota ročního průměru pohybovala mezi 24 až $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 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.

U benzo[a]pyrenu (PAU) nebyl roční imisní limit $1 \text{ ng}/\text{m}^3$ překročen na žádné pražské stanici. Hodnoty ročních průměrů v Praze meziročně poklesly na rozmezí $0,49$ až $0,65 \text{ ng}/\text{m}^3$ ($0,62$ až $0,71 \text{ ng}/\text{m}^3$ v roce 2019).

V pražské aglomeraci významnou, i když v roce 2019 ne nadlimitní, je zátěž venkovního ovzduší suspendovanými částicemi frakce $\text{PM}_{2,5}$, roční průměry na sedmi měřicích stanicích byly v rozsahu $10,5$ až $13,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, tedy na úrovni 50 až 65% stávajícího ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ročního imisního limitu což představuje cca dvojnásobek hodnot měřených na republikových pozad'ových stanicích.

Dlouhodobě platí, že hodnoty suspendovaných částic měřené na dopravně exponovaných stanicích (Legerova - ALEG, Průmyslová – APRU, Karlín – AKAL, Vršovice – AVRS a n. Republiky - AREP) 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 na stanici v Řeporyjích lokálně nalézány zvýšené hodnoty arsenu (40% ročního limitu) a benzo[a]pyrenu (50% ročního limitu). Přitom se jedná o zdravotně nejzávažnější polutanty, u kterých navíc dochází k nejvýznamnějšímu čerpání imisního (potenciálně expozičního) limitu.

Expozice obyvatel oxidu uhelnatému reprezentovatelná i hodnotou $438 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ v dopravou významně exponované lokalitě (Legerova – dopravní HOT-SPOTs) a/nebo oxidu siřičitému ($1,9 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$) z venkovního ovzduší je v Praze již dlouhodobě, tedy i v roce 2020, zdravotně nevýznamná. V případě ozónu, s rozmezím 47 až $55 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ ročních průměrů na pražských stanicích, tvoří výjimku 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 bylo v roce 2020 v Praze překročeno na pěti ze sedmi provozovaných stanic.

- Hodnoty ročních aritmetických průměrů **oxidu dusičitého (NO_2)** se na pražských stanicích pohybovaly od 14 až $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ v méně dopravou zatížených lokalitách, přes 17 až $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ročního průměru v dopravně významněji zatížených lokalitách až k $38,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 2020 v rozpětí od 15 do $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ se střední hodnotou $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (meziroční pokles o $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$). 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 2020 naplněno.

Je ale prokázáno, že krátkodobě zvýšené denní koncentrace suspendovaných částic PM_{10} 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 byly použity závěry projektu WHO HRAPIE, který ve zprávě z roku 2013 formuluje doporučení pro funkce koncentrace a účinku pro aerosol, ozón a oxid dusičitý. Podle autorů nárůst průměrné roční koncentrace jemné frakce suspendovaných částic $PM_{2,5}$ o $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zvyšuje celkovou úmrtnost exponované populace nad 30 let o 6,2 %, Relativní riziko (RR) je 1,062 (95 % CI 1,040, 1,083) na $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Na základě hodnocení vlivu znečištěného ovzduší na zdraví obyvatel Prahy lze odhadovat, že znečištění suspendovanými částicemi frakce PM_{10} 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 PM_{10} (při odhadu střední „pražské“ hodnoty $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$, při použití odhadu zastoupení frakce $PM_{2,5}$ ve frakci PM_{10} na hladině 75 % a po vyloučení zemřelých na vnější příčiny) představuje v Praze cca než 2,2 %.

Za normálních podmínek lze z uvedených dat odhadnout počet předčasných úmrtí, na kterých se podílela expozice suspendovaným částicím frakce PM_{10} . Ale pandemie SARS-Cov-2 v roce 2020 zásadním způsobem ovlivnila celkovou úmrtnost v České republice, udává se nárůst na úrovni cca 10%. 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 2020 hodnoceny na pěti 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), dopravním „Hot-spot“ v Legerově ulici na Praze 4 (ALEG) 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 2020 byla hodnota ročního aritmetického průměru v rozmezí 0,49 – až 0,65 ng/m^3). Hodnota imisního limitu 1 ng/m^3 nebyla v roce 2020 překročena. Referenční roční koncentrace stanovená SZÚ pro benzo[*a*]antracen (10 ng/m^3) byla v Praze naplněna v rozsahu 5 až 6 %

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, až na příměstskou stanici v Řeporyjích, dlouhodobě v průměru dvakrát vyšší než hodnoty stanovené pro pozad'ové stanice v ČR (v roce 2020 0,73 až 1,04 ng/m^3 proti 0,5 ng/m^3). Zároveň jsou ale spočtené hodnoty srovnatelné s hodnotami nalézány 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

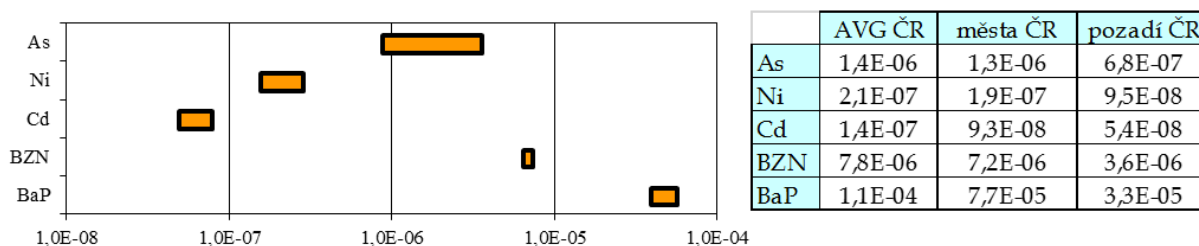
nezatížených oblastech v ČR vyplývá, že Praha patří mezi oblasti s nižší než průměrnou zátěží ovzduší v případě kadmia a olova. V okrajových částech města mohou být lokálně zvýšené hodnoty arsenu (viz: stanice v Řeporyjích – AREP – 2,34 ng/m³ tj. 40 % ročního imisního limitu).

- Teoretické zvýšení pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění v důsledku expozice karcinogenním látkám v pražském ovzduší bylo hodnoceno pro celoživotní expozici arzenu, niklu, kadmiu, benzenu a polycyklickým aromatickým uhlovodíkům – viz graf č. 1.

Odhad zvýšení celkového individuálního karcinogenního rizika v důsledku znečištění ovzduší v pražské aglomeraci se v roce 2020 pohyboval na úrovni 4,7 až 6,8 × 10⁻⁵ (cca 5 až 7 přídatných případů na 100 000 obyvatel) pro celoživotní expozici této koncentrační hladině (70 let). Největší příspěvek k riziku představuje expozice benzo[*a*]pyrenu (přibližně 90 % podíl na celkovém karcinogenním riziku).

Pro celkový počet obyvatel Prahy (1 335 084 – k 1. 1. 2021, zdroj ČSÚ) se celkové karcinogenní riziko vyjádřené jako pravděpodobné zvýšení počtu nádorových onemocnění v důsledku znečištění ovzduší v roce 2020 pohybovalo na úrovni jednoho přídatného případu (0,9) za rok.

Praha 2020 - 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.

Graf č. 1. – Srovnání rozpětí odhadu pravděpodobnosti zvýšení nádorových onemocnění v centrální Praze a v ČR při celoživotní expozici odhadu středních hodnot v roce 2020.

Pozn:

1. AVG – roční aritmetický průměr koncentrace v ovzduší
2. V roce 2013 sice zařadila Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny (IARC), na základě nezávislé analýzy více než 1 000 studií, znečištěné venkovní ovzduší i suspendované částice jako jeho složku, mezi prokázané karcinogeny pro člověka do skupiny 1, ale tento fakt se prozatím neodrazil v doporučeních pro kvantitativní hodnocení.

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