

## 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 svázány 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 – 2019 - 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 pozad'ových stanicích ČR.

2019	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>2,5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	BZN (µg/m <sup>3</sup> )	BaP (ng/m <sup>3</sup> )	Cd (v PM <sub>10</sub> ) (ng/m <sup>3</sup> )	Pb (v PM <sub>10</sub> ) (ng/m <sup>3</sup> )	Ni (v PM <sub>10</sub> ) (ng/m <sup>3</sup> )	As (v PM <sub>10</sub> ) (ng/m <sup>3</sup> )
městské lokality v ČR	16,5	19,0	14,1	1,1	1,10	0,22	6,35	0,59	0,99
<b>Praha</b>	<b>26,1</b>	<b>21,2</b>	<b>14,2</b>	<b>1,1</b>	<b>0,67*</b>	<b>0,24</b>	<b>4,55</b>	<b>0,69</b>	<b>1,00*</b>
Pozad'ové stanice ČR	3,9	13,0	10,1	0,65	0,37	0,11	2,27	0,31	0,49

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

V roce 2019 se úroveň znečištění venkovního ovzduší ve srovnání s rokem 2018 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 (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub>), kdy stavu významně napomohly celoročně mimořádně příznivé rozptylové podmínky. Navíc, shodně s obdobím 2012 až 2018 byly zimní měsíce v roce 2019 teplotně nadprůměrné. 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.

V roce 2019 byly v Praze na všech stanicích překračovány 24hodinové imisní limity u **suspendovaných částic frakce PM<sub>10</sub>**. Ale na žádné měřicí stanici nepřekročila 36. nejvyšší 24hodinová hodnota 50 µg/m<sup>3</sup>. Nejvíce překročení 24hodinové hodnoty 50 µg/m<sup>3</sup> bylo zaznamenáno na stanici v Praze 10 ve Vršovicích (AVRS) – 28x. Roční imisní limit (40 µg/m<sup>3</sup>) nebyl na žádné stanici překročen, a na žádné měřicí stanici nebyla překročena hodnota 30 µg/m<sup>3</sup>/rok; nejvyšší hodnota ročního průměru – 26 µg/m<sup>3</sup> byla naměřena na stanici v Karlíně (Praha 8, AKALA).

Roční imisní limit NO<sub>2</sub> (40 µg/m<sup>3</sup>) byl překročen pouze na jedné stanici – dopravním „HOT-SPOT“ Legerova v Praze 2 (ALEGA – 48,1 µg/m<sup>3</sup>), pouze na dvou měřicích stanicích překročil roční průměr 30 µg/m<sup>3</sup>. Na žádné pražské měřicí stanici nebylo naměřeno stanici překročení hodinového imisního limitu 200 µg/m<sup>3</sup>/hod. Zvýšené hodnoty průměrných ročních koncentrací NO<sub>2</sub> ve srovnání s městskými pozad'ovými obytnými lokalitami potvrzují význam zátěže pražského ovzduší emisemi ze spalovacích procesů a z dopravy. U benzo[a]pyrenu (PAU) byl roční imisní limit pravděpodobně (nedostatečný počet měřených hodnot) o 30 % překročen na stanici Praha Řeporyje (ARER) – 1,30 ng/m<sup>3</sup>, roční střední hodnoty na ostatních třech stanicích v Praze pak dlouhodobě zvolna klesají,

v roce 2018 na úroveň 0,70 – 0,77 ng/m<sup>3</sup>, v roce 2019 na 0,62 až 0,71 ng/m<sup>3</sup>. V pražské aglomeraci významnou, i když v roce 2018 ne nadlimitní, je zátěž venkovního ovzduší suspendovanými částicemi frakce PM<sub>2,5</sub>, roční průměry na šesti měřicích stanicích byly v rozsahu 12 až 17 µg/m<sup>3</sup>, tedy na úrovni 60 až 85 % stávajícího (20 µg/m<sup>3</sup>) ročního imisního limitu. Ve shodě se snížením měřených hodnot frakce PM<sub>10</sub> v roce 2019 se v Praze o 5 až 8 µg/m<sup>3</sup> se snížila o cca 5 µg/m<sup>3</sup> i hodnota odhadu úrovně zátěže suspendovanými částicemi frakce PM<sub>2,5</sub>.

Dlouhodobě platí, že hodnoty měřené na dopravně exponovaných stanicích (Legerova - ALEG, Smíchov – ASMI a Průmyslová - APRU) 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 stanicích v Řeporyjích lokálně nalézány zvýšené hodnoty arsenu (50 % ročního limitu) a benzo[*a*]pyrenu (> 130 % ročního limitu). Přitom se jedná o zdravotně nejzávažnější polutanty, u kterých navíc dochází k nejvýznamnějšímu čerpání imisního (potenciálně expozičního) limitu.

Expozice obyvatel oxidu uhelnatému na úrovni reprezentovatelná i hodnotou 475 µg/m<sup>3</sup>/rok v dopravou významně exponované lokalitě (Legerova – dopravní HOT-SPOTs) a/nebo oxidu siřičitému (2,1 µg/m<sup>3</sup>/rok) z venkovního ovzduší je v Praze již dlouhodobě, tedy i v roce 2019, zdravotně nevýznamná. V případě ozónu, s rozmezím ročních průměrů na pražských stanicích (40 až 56 µg/m<sup>3</sup>/rok), tvoří výjimku případná letní dlouhodobější období nepříznivých rozptylových podmínek, kdy se zvyšuje pravděpodobnost, že maximální hodnota 8hodinového klouzavého průměru překročí 120 µg/m<sup>3</sup>. Kritérium maximálně 25 překročení 8hodinového průměru 120 µg/m<sup>3</sup> za poslední tři roky bylo v roce 2019 v Praze překročeno na šesti ze sedmi provozovaných stanic.

- Hodnoty ročních aritmetických průměrů **oxidu dusičitého (NO<sub>2</sub>)** se na pražských stanicích pohybovaly od 16 až 23 µg/m<sup>3</sup> v méně dopravou zatížených lokalitách, přes 19 až 29 µg/m<sup>3</sup> ročního průměru v dopravně významněji zatížených lokalitách až k 48,1 µg/m<sup>3</sup> na dopravní „hot spots“ stanicích (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<sub>10</sub>** byl v roce 2019 v rozpětí od 16 do 26 µg/m<sup>3</sup> se střední hodnotou 21,3 µg/m<sup>3</sup> (meziroční pokles o 5 µg/m<sup>3</sup>). Kritérium překročení ročního imisního limitu (> 40 µg/m<sup>3</sup>) nebylo shodně s kritériem 36 překročení 50 µg/m<sup>3</sup>/24 hodin za rok v roce 2019 naplněno.

Přitom je prokázáno, že krátkodobě zvýšené denní koncentrace suspendovaných částic PM<sub>10</sub> 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<sub>2,5</sub> o 10 µg/m<sup>3</sup> 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 µg/m<sup>3</sup>. **V tomto zpracování je dále hodnocen efekt expozice suspendovanými částicemi o roční průměrné**

**koncentraci vyšší než 13,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .** Na základě hodnocení vlivu znečištěného ovzduší na zdraví obyvatel Prahy lze odhadovat, že znečištění suspendovanými částicemi frakce  $\text{PM}_{10}$  přispívá ke zvýšení výskytu příznaků zánětu průdušek a dalších respiračních symptomů u dětí. Konzervativní odhad podílu předčasně zemřelých v důsledku znečištění ovzduší suspendovanými částicemi  $\text{PM}_{10}$  (při odhadu střední „pražské“ hodnoty  $21,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , při použití odhadu zastoupení frakce  $\text{PM}_{2,5}$  ve frakci  $\text{PM}_{10}$  na hladině 75 % a po vyloučení zemřelých na vnější příčiny) představuje v Praze více než 3,72 %, což odpovídá přibližně 410 osobám; v roce 2019 se tak jedná o meziroční pokles proti roku 2018 o přibližně o 300 osob.

- Hmotnostní koncentrace vybraných **polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU)** byly v roce 2019 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 Riegrový sady (ARIE) a 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 hodnotou imisního limitu (v roce 2019 byla hodnota aritmetického průměru v rozmezí 0,62 – až  $071 \text{ ng}/\text{m}^3$ ). Hodnota imisního limitu  $1 \text{ ng}/\text{m}^3$  byla překročena na stanici v Řeporyjích –  $1,30 \text{ ng}/\text{m}^3$ ; což potvrzuje existenci více zatížených městských a předměstských lokalit. Referenční roční koncentrace stanovená SZÚ pro benzo[a]antracen ( $10 \text{ ng}/\text{m}^3$ ) byla v centrální části Prahy naplněna v rozsahu 6 až 7 %; na příměstské stanici v Řeporyjích pak roční průměr benzo[a]antracenu dosáhl hodnoty 13 % stanovené referenční koncentrace.

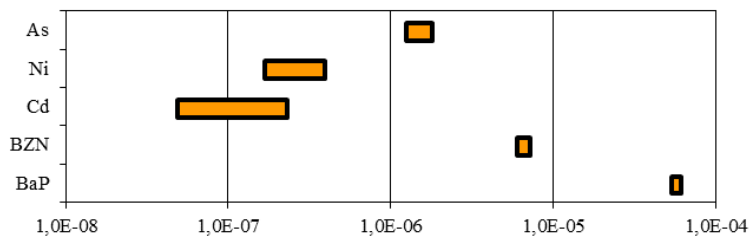
Porovnáním potenciálního karcinogenního účinku (IARC, WHO) zjištěných koncentrací různých zástupců měřené směsi polycyklických aromatických uhlovodíků se zdravotní závažností jednoho z nejtoxičtějších a nejlépe prozkoumaných karcinogenních PAU – benzo[a]pyrenu (BaP), lze vyjádřit karcinogenní potenciál 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 o 20 až 30 % vyšší než hodnoty stanovené pro pozad'ové stanice v ČR (v roce 2019  $1,04$  až  $1,15 \text{ ng}/\text{m}^3$  proti  $0,5$  až  $0,9 \text{ ng}/\text{m}^3$ ). Zároveň jsou ale spočtené hodnoty ve srovnání s hodnotami nalézány na ostatních městských stanicích v ČR spíše nižší a několikanásobně až řádově nižší než na nejvíce zatížených stanicích v průmyslové Ostravsko-karvinské oblasti Moravskoslezského kraje.

- Úroveň znečištění ovzduší těžkými kovy v období 1995 až 2019 je, snad až na hodnoty As v některých okrajových částech města a postupný pokles hodnot niklu, stabilní bez významnějších výkyvů. 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 –  $2,94 \text{ ng}/\text{m}^3$  tj. 50 % ročního imisního limitu).
- Teoretické zvýšení pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění v důsledku expozice karcinogenním látkám v pražském ovzduší bylo hodnoceno pro celoživotní expozici arzenu, niklu, kadmium, benzenu a polycyklickým aromatickým uhlovodíkům – viz graf č. 1. Do výpočtu rizik jsou zahrnuty pouze stanice v centrální části města, lokálně zatížené hodnoty naměřené na příměstské stanici v Řeporyjích sice indikují existenci více exponovaných oblastí, pro odhad střední zátěže za Prahu, ale pravděpodobně nejsou relevantní.

Odhad zvýšení celkového individuálního karcinogenního rizika v důsledku znečištění ovzduší v pražské aglomeraci se v roce 2019 pohyboval na úrovni  $6,1$  až  $7,1 \times 10^{-5}$  (cca 6 až 7 přídavných 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 (1 316 465 – střední hodnota v roce 2019, zdroj ČSÚ) se celkové karcinogenní riziko vyjádřené jako pravděpodobné zvýšení počtu nádorových onemocnění v důsledku znečištění ovzduší v roce 2019 pohybovalo na úrovni jednoho přídavného případu za rok.

Praha 2019 - 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  $1,0 \times 10^{-3}$  (dtto  $10^{-3}$ , 1 z 1000) znamená pravděpodobnost zvýšení počtu nádorových onemocnění o 1 případ na 1 000 osob,  $1,0 \times 10^{-7}$  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 2019.

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.*