

Ovzduší

Údaje o znečištění ovzduší použité pro hodnocení vlivu na zdraví pocházejí ze 17 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 – 2018 - Srovnání odhadu průměrných ročních hmotnostních koncentrací některých látek v Praze s odhadem průměrné hodnoty v městském prostředí v ČR a s hodnotami měřenými na pozadových stanicích ČR.

2017	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	18,0	24,0	20,4	1,2	1,32	0,21	7,40	0,76	1,13
Praha	30,3	27,1	19,2	1,1	0,73*	0,15	5,70	0,76	1,41*
Pozadové stanice ČR	5,6	17,5	16,5	0,9	0,42	0,13	3,80	0,39	0,70

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

V roce 2018 se úroveň znečištění venkovního ovzduší ve srovnání s rokem 2017 mírně zlepšila, a to u BaP, As a Pb – tedy látek více vázaných na spalování pevných a fosilních paliv, což může být důsledek mírné, teplotně nadprůměrné zimy. Naopak u látek majoritně vázaných na dopravu (PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂) hodnoty nevýznamně, ale měřitelně vzrostly. Shodně s obdobím 2012 až 2018 byly zimní měsíce v roce 2018 teplotně nadprůměrné. Jinak přetrvává dlouhodobý trend. Platí, že kvalita ovzduší je významně ovlivňována meteorologickými podmínkami, které lze charakterizovat vyšší četností excesů a rychlých změn počasí zahrnujících dlouhodobější suchá období vysokých teplot, krátká období intenzivních srážek. Právě sucha může být příčinou plošného zvýšení znečištění ovzduší měst suspendovanými částicemi frakce PM₁₀ v roce 2018, a to v řádu jednotek mikrogramů ročního průměru. S vyšší četností slunných dnů s teplotami nad 30 °C narůstá i počet dnů se zvýšenými koncentracemi přízemního ozónu.

V roce 2018 byly v Praze na všech stanicích překračovány u **suspendovaných částic frakce PM₁₀** 24hodinové imisní limity. V roce 2018, shodně s rokem 2017, na pěti stanicích překročila 36 nejvyšší 24hodinová hodnota 50 μg/m³ – bylo na nich naplněno kritérium překročení imisního limitu. Nejvíce překročení 24hodinové hodnoty 50 μg/m³ bylo zaznamenáno na stanici v Praze 10 ve Vršovicích (AVRS) – 54x. Roční imisní limit (40 μg/m³) nebyl na žádné stanici překročen, ale hodnota ročního aritmetického průměru překročila 30 μg/m³/rok na pěti měřicích stanicích - n. Republiky - AREP, Legerova - ALEG, Smíchov - ASMI, Karlín - AKAL a Vršovice - AVRS (v roce 2017 to byly jenom dvě stanice).

Roční imisní limit NO₂ (40 μg/m³) byl shodně s rokem 2016 a 2017 překročen na dvou stanicích (dopravní HOT-SPOTy Legerova – ALEG – 54,4 μg/m³ a Smíchov – Strahovský tunel - ASMI 40,2 μg/m³), na žádné pražské měřicí stanici nebylo naměřeno stanici překročení hodinového imisního limitu 200 μg/m³/hod. Zvýšené hodnoty průměrných ročních koncentrací NO₂ ve srovnání s městskými pozadovými obytnými lokalitami potvrzují význam zátěže pražského ovzduší emisemi

z dopravy. U benzo[*a*]pyrenu (PAU) byl roční imisní limit o 50 % překročen na stanici Praha Řeporyje (ARER) – 1,54 ng/m³, roční střední hodnoty na ostatních třech stanicích v Praze pak dlouhodobě zvolna klesá, v roce 2018 na úroveň 0,70 – 0,77 ng/m³. V pražské aglomeraci významnou, i když v roce 2018 ne nadlimitní, je zátěž venkovního ovzduší suspendovanými částicemi frakce PM_{2,5}, roční průměry na šesti měřicích stanicích byly v rozsahu 17 až 22 µg/m³, tedy na úrovni 65 až 90 % stávajícího ročního imisního limitu. Při aplikaci limitu pro frakci PM_{2,5} platného od 1. 1. 2020 (20 µg/m³) by ale byl limit na dvou stanicích (Smíchov – ASMI a Šrobárova – ASRO) překročen. Ve shodě se zvýšením měřených hodnot frakce PM₁₀ se v Praze v roce 2018 o cca 0,5 µg/m³ se zvýšila i hodnota odhadu úrovně zátěže suspendovanými částicemi frakce PM_{2,5}.

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 stanici v Řeporyjích lokálně nalézány zvýšené hodnoty arsenu (60 % ročního limitu) a benzo[*a*]pyrenu (> 150 % ročního limitu). Přitom se jedná o zdravotně nejzávažnější polutanty, u kterých navíc dochází k nejméně významnému čerpání imisního (potenciálně expozičního) limitu.

Expozice obyvatel oxidu uhelnatému na úrovni 464 µg/m³/rok v dopravou významně exponované lokalitě (Legerova – dopravní HOT-SPOTs) a/nebo oxidu siřičitému (2,5 µg/m³/rok) z venkovního ovzduší je v Praze již dlouhodobě, tedy i v roce 2018, zdravotně nevýznamná. V případě ozónu, s rozmezím ročních průměrů na pražských stanicích (54 až 58 µg/m³/rok), tvoří výjimku případná letní dlouhodobější období nepříznivých rozptylových podmínek, kdy se zvyšuje pravděpodobnost, že maximální hodnota 8hodinového klouzavého průměru překročí 120 µg/m³. Kritérium maximálně 25 překročení 8hodinového průměru 120 µg/m³ za poslední tři roky bylo v roce 2018 v Praze překročeno na pěti ze šesti provozovaných stanic.

- Hodnoty ročních aritmetických průměrů **oxidu dusičitého (NO₂)** se na pražských stanicích pohybovaly od 18 až 24 µg/m³ v méně dopravou zatížených lokalitách, přes 21 až 33 µg/m³ ročního průměru v dopravně významněji zatížených lokalitách až k 54,4 µg/m³ 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 PM₁₀** byl v roce 2018 v rozpětí od 22 do 34 µg/m³ se střední hodnotou 27,1 µg/m³ (meziroční nárůst o 2,4 µg/m³). Kritérium překročení ročního imisního limitu (> 40 µg/m³) nebylo v roce 2017 naplněno, shodně s rokem 2017 bylo kritérium 36 překročení 50 µg/m³/24 hodin za rok naplněno/překročeno na pěti stanicích.

Přitom 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 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 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.) **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 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 PM_{10} (při odhadu střední „pražské“ hodnoty $27,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 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 více než 6,42 %, což odpovídá přibližně 704 osobám; přes několikaletý klesající trend v období 2012 až 2016 se tak v roce 2018 jedná proti roku 2017 o nárůst o více než o 150 osob.

- Hmotnostní koncentrace vybraných **polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU)**, lze v roce 2018 hodnoceny na čtyřech pražských stanicích; k dopravně zatížené stanici v Praze 10 v areálu SZÚ (ASRO) a městské pozad'ové stanici v Praze 4 v Libuši (ALIB) přibyla městská pozad'ová lokalita Riegrový sady (ARIE) a stanice 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 2018 byl aritmetický průměr 0,70 na stanici v SZÚ, 0,71 na stanici v Riegrových sadech a 0,77 ng/m^3 na stanici Libuš), hodnota imisního limitu $1 \text{ng}/\text{m}^3$ byla překročena na stanici v Řeporyjích – 1,54 ng/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 (stanice v SZÚ) až 8 % (stanice v Praze 4 Libuši); na příměstské stanici v Řeporyjích pak roční průměr benzo[a]antracenu dosáhnul hodnoty 16 % 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 s hodnotou 2,44, dlouhodobě v průměru o 35 % vyšší než hodnoty stanovené pro pozad'ové stanice v ČR (v roce 2018 1,1 až 1,3 ng/m^3 proti 0,9 ng/m^3). Zároveň jsou ale spočtené hodnoty ve srovnání s hodnotami nalézány na ostatních městských stanicích v ČR spíše nižší a několiknásobně až řádově nižší než na nejvíce zatížených stanicích v průmyslové Ostravsko-karvinské oblasti Moravskoslezského kraje.

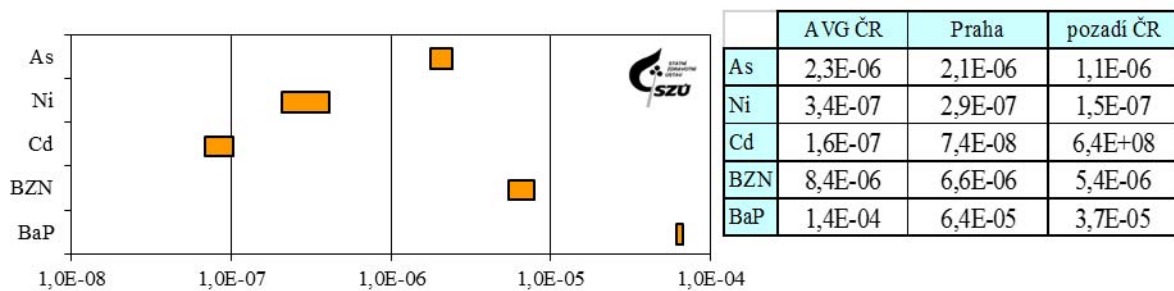
- Úroveň znečištění ovzduší těžkými kovy v období 1995 až 2018 je, snad až na hodnoty As v některých okrajových částech města a postupný pokles hodnot niklu, stabilní bez významnějších výkyvů. Dobrá shoda hodnot ročního aritmetického a geometrického průměru u **chrómu, manganu, niklu, kadmia a olova** 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 – 3,22 ng/m^3 tj. 54 % 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 2018 pohyboval na úrovni $7,3$ až $10,8 \times 10^{-5}$ (cca 7 až 11 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 (1 301 135 – střední hodnota v roce 2018, zdroj ČSÚ) se celkové karcinogenní riziko vyjádřené jako pravděpodobné zvýšení počtu nádorových onemocnění v důsledku znečištění ovzduší pohybuje na úrovni jednoho až dvou přídavných případů za rok.

Praha - 2018 - 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 2018.

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.