

## 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 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 – 2022 - Srovnání odhadu průměrných ročních hmotnostních koncentrací některých látek v Praze s odhadem průměrné hodnoty v městském prostředí v ČR, v případě suspendovaných částic frakce PM<sub>10</sub> mimo Moravskoslezský kraj a s hodnotami měření na pozadových stanicích ČR.

2022	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	14,4	17,7*	13,4*	1,10	0,84*	0,15	4,62	0,75	1,48
<b>Praha</b>	<b>21,9</b>	<b>19,8</b>	<b>13,3</b>	<b>1,05</b>	<b>0,64</b>	<b>0,12</b>	<b>3,56</b>	<b>0,48</b>	<b>1,59</b>
Pozadové stanice ČR	4,6	12,0*	10,0	0,64	0,25	0,06	2,20	0,26	0,57

Poznámka: \* - mimo MSK

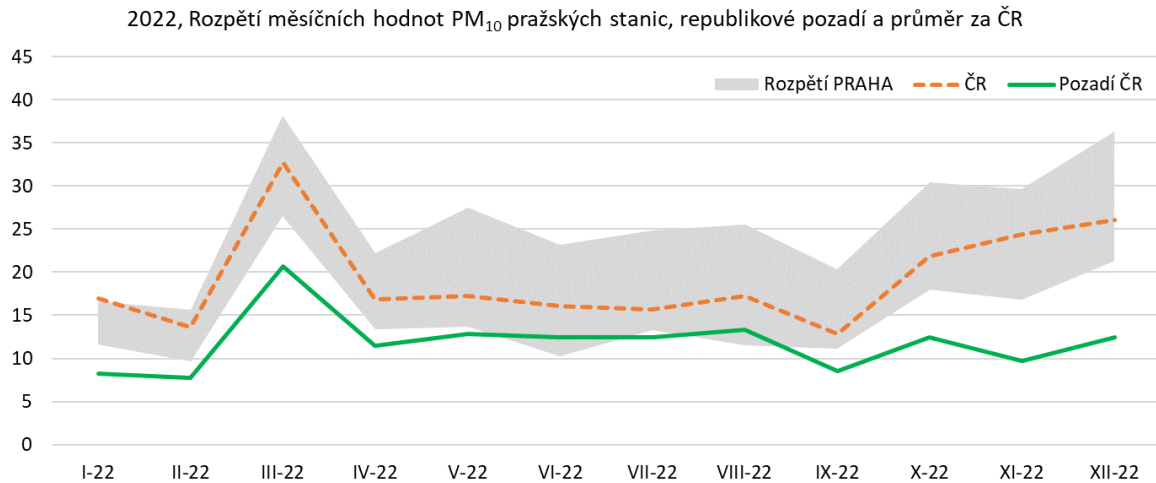
V roce 2022 se úroveň znečištění venkovního ovzduší ve srovnání s rokem 2021 u některých škodlivin velmi mírně zhoršila (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, BaP, Pb a As) – tj. u látek více vázaných na spalování pevných a fosilních paliv, výjimku pak tvoří mírný pokles hodnot NO<sub>2</sub>, benzenu, 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 2021 byly zimní měsíce v roce 2021 teplotně nadprůměrné. Rok 2022 byl z hlediska kvality ovzduší příznivý, podobně jako předešlé roky 2020 a 2021. V závěru roku se však kvalita ovzduší v porovnání s předchozími čtyřmi roky zhoršila na většině stanic. Data ukazují, že ke zhoršení kvality ovzduší došlo ve spojitosti s vyššími emisemi z lokálního vytápění domácností. To pravděpodobně souvisí s energetickou krizí, která přiměla některé domácnosti k častějšímu přitápění různými typy pevných paliv v krbových kamnech a kotlích. (tisková zpráva ČHMÚ, leden 2023).

Možnosti vyhodnocení a interpretace dat za rok 2022 ale byly významně ovlivněny výpadkem měření základních sledovaných kovů, kdy jsou nehodnotitelná data z celkem 19 stanic, a to i pražských, provozovaných ČHMÚ. Průběh hodnot v zimním období pak, zvláště po únoru 2022, pravděpodobně souvisí s energetickou krizí, která přiměla některé domácnosti k častějšímu přitápění různými typy pevných paliv v krbových kamnech a kotlích.

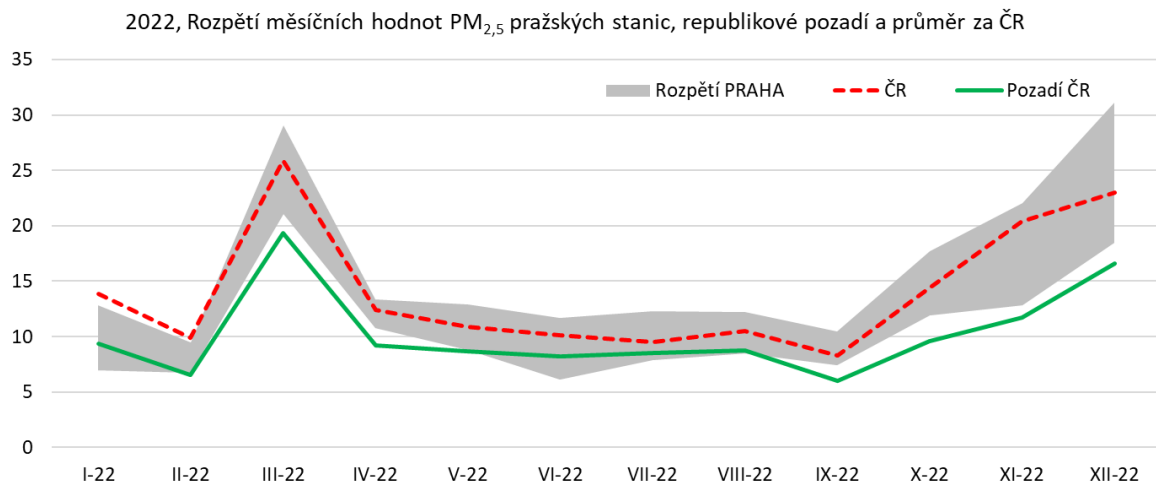
V roce 2022 byly v Praze na všech stanicích překračovány 24hodinové imisní limity u **suspendovaných částic frakce PM<sub>10</sub>**. Ale kritérium 36. nejvyšší hodnoty (> 50µg/m<sup>3</sup>) nebylo na žádné měřicí stanici překročeno. Roční imisní limit (40 µg/m<sup>3</sup>) nebyl na žádné stanici překročen. Nejvyšší hodnota ročního průměru byla na dopravně exponované stanici Legerova (ALEG) na Praze 2 – 24,1 µg/m<sup>3</sup>. Přes 20 µg/m<sup>3</sup>/rok bylo naměřeno na stanicích Šrobárova – ASRO, Průmyslová - APRU, Vršovice – AVRS, Vysočany – AVYN, Karlín v Praze 8 – AKAL, Argentinská – AHOL, Legerova –

ALEG a na stanici na n. Republiky - AREP. Nejvíce překročení 24hodinové koncentrace  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bylo zaznamenáno na stanici Šrobárova v Praze 10 (AVRS) – 18x. Z porovnání ročních průměrných koncentrací frakce  $\text{PM}_{10}$  s doporučenou hodnotou WHO ( $15 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ ) pak vychází, že tato hodnota byla na všech stanicích v Praze o 5 až 50 % překročena.



Graf č. 1. – Rozpětí měsíčních hodnot frakce  $\text{PM}_{10}$  pražských stanic, hodnota republikového pozadí a střední hodnoty za ČR v roce 2022

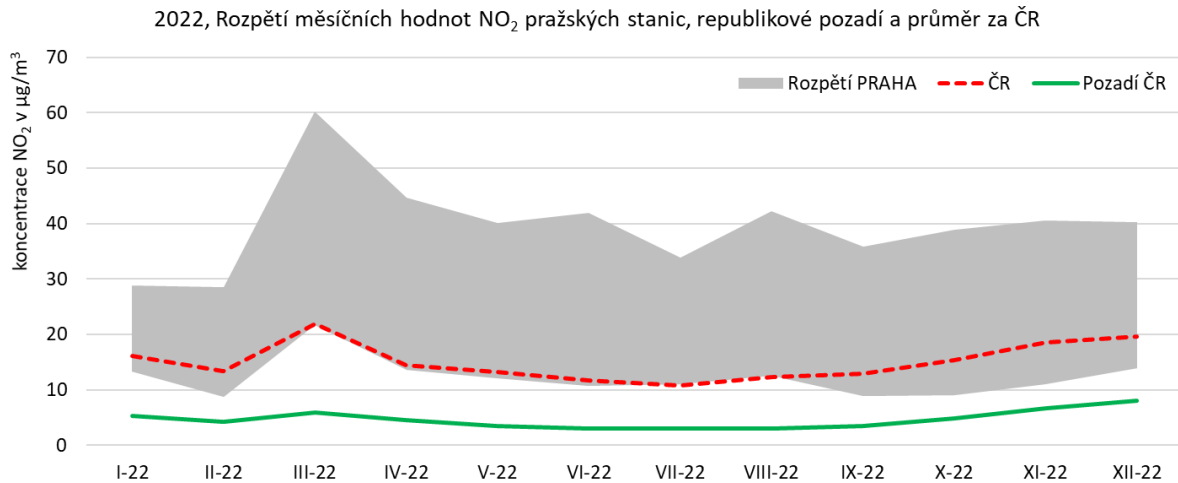
V pražské aglomeraci dlouhodobě významnou, i když v roce 2022 ne nadlimitní, je zátěž venkovního ovzduší suspendovanými částicemi frakce  $\text{PM}_{2,5}$ . Roční průměry na sedmi měřicích stanicích byly proti roku 2021 mírně sniženy, tj. v rozsahu  $11,7$  až  $14,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , tedy na úrovni 59 až 72 % stávajícího ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ročního imisního limitu. To představuje až o 40 % vyšší hodnoty, než jsou měřeny na republikových pozadových stanicích. Z porovnání ročních průměrných koncentrací frakce  $\text{PM}_{2,5}$  s doporučenou hodnotou WHO ( $5 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ ) vychází, že tato hodnota byla na všech stanicích v Praze dvojnásobně až trojnásobně překročena.



Graf č. 2. – Rozpětí měsíčních hodnot frakce  $\text{PM}_{2,5}$  pražských stanic, hodnota republikového pozadí a střední hodnoty za ČR v roce 2022

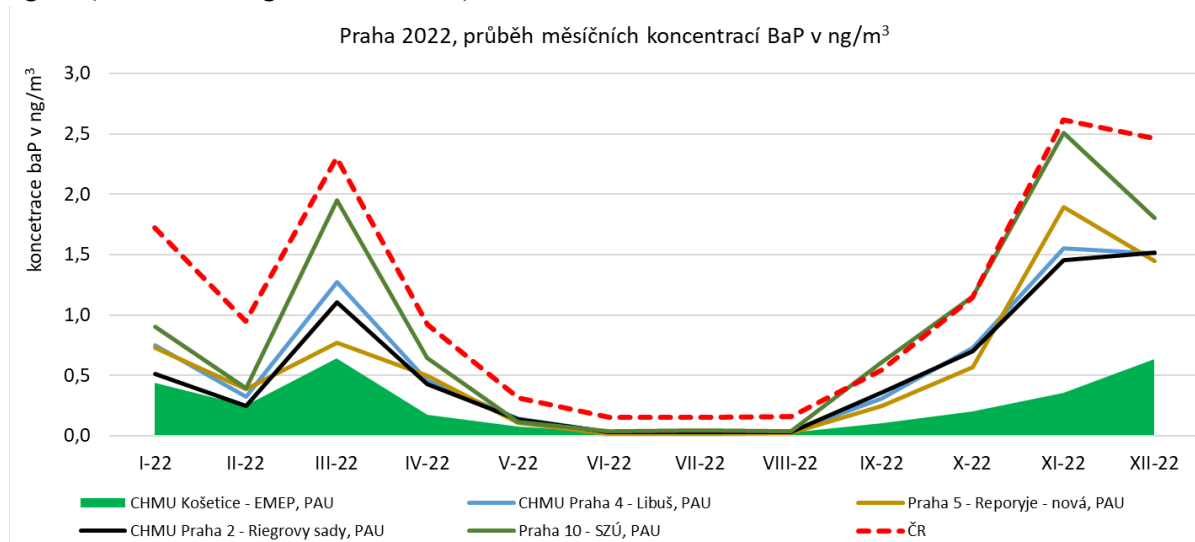
Roční imisní limit  $\text{NO}_2$  ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) nebyl překročen na žádné stanici, ale hraniční byla hodnota  $39,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  na dopravním „HOT-SPOT“ Legerova v Praze 2 (ALEG). Na dalších třech stanicích byla hodnota

ročního průměru nad  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Na žádné pražské měřicí stanici nebylo naměřeno překročení hodinového imisního limitu  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{hod}$ . Násobně vyšší hodnoty průměrných ročních koncentrací  $\text{NO}_2$  na pražských stanicích proti republikovému průměru potvrzují význam zátěže pražského ovzduší emisemi ze spalovacích procesů a z dopravy. Z porovnání ročních průměrných koncentrací  $\text{NO}_2$  s doporučenou hodnotou WHO ( $10 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ ) vychází, že tato hodnota byla na všech stanicích v Praze minimálně o 40 % překročena; na dopravních hotspotech až násobně.



Graf č. 3 – Rozpětí měsíčních hodnot  $\text{NO}_2$  pražských stanic, hodnota republikového pozadí a střední hodnoty za ČR v roce 2022

U benzo[*a*]pyrenu (PAU) nebyl roční imisní limit  $1 \text{ ng}/\text{m}^3$  překročen na žádné pražské stanici. Hodnoty ročních průměrů v nezatížených oblastech v Praze meziročně mírně vzrostly na rozmezí  $0,55$  až  $0,85 \text{ ng}/\text{m}^3$  ( $0,49$  až  $0,92 \text{ ng}/\text{m}^3$  v roce 2021).



Graf č. 4 – 2022, Měsíční průběhy koncentrací BaP na pražských stanicích

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 v Praze imisní

limit čerpán z více než 80 %. 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  $494 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$  v dopravou významně exponované lokalitě (Legerova – dopravní HOT-SPOT) a oxidu siřičitému (pražský průměr  $1,9 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ ). Hodnoty ozónu na pražských stanicích byly v rozmezí 40 až  $55 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ . Zvyšuje se četnost letních dlouhodobějších 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 2022 v Praze překročeno. Z odhadu možných zdravotních dopadů měřených koncentrací na úmrtnosti na respirační onemocnění u osob starších 30 let, vychází nárůst v rozpětí 1,2 až 2,15 %.

Detailněji:

- Hodnoty ročních aritmetických průměrů **oxidu dusičitého ( $\text{NO}_2$ )** se na pražských stanicích pohybovaly od 15 až  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  v méně dopravou zatížených lokalitách, přes 17 až  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ročního průměru v dopravě významněji zatížených lokalitách až k  $39,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  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  $\text{PM}_{10}$**  byl v roce 2022 v rozpětí od 16 do  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  se střední hodnotou  $19,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (meziroční nárůst o 1 až  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). 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 2022 naplněno.

Je prokázáno, že krátkodobě zvýšené denní koncentrace suspendovaných částic  $\text{PM}_{10}$  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 byla použita doporučení Globální pokyny WHO pro kvalitu ovzduší - Pevné částice ( $\text{PM}_{2,5}$  a  $\text{PM}_{10}$ ), ozon, oxid dusičitý, oxid siřičitý a oxid uhelnatý (září 2021) pro funkce koncentrace a účinku pro aerosol, ozon a oxid dusičitý. Podle autorů nárůst průměrné roční koncentrace frakce suspendovaných částic  $\text{PM}_{10}$  o každých  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nad bazální hladinu  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  zvyšuje celkovou úmrtnost exponované populace o 4,1 %. Na základě hodnocení vlivu znečištěného ovzduší na zdraví obyvatel Prahy lze odhadovat, že znečištění suspendovanými částicemi frakce  $\text{PM}_{10}$  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  $\text{PM}_{10}$  (při odhadu střední „pražské“ hodnoty  $19,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) po vyloučení zemřelých na vnější příčiny představuje v Praze cca 2 %.

Za normálních podmínek lze z uvedených dat odhadnout počet předčasných úmrtí, na kterých se podílela expozice suspendovaným částicím frakce  $\text{PM}_{10}$ . Ale pandemie Covid-19 i v roce 2022 zásadním způsobem ovlivnila celkovou úmrtnost v České republice, odhaduje se nárůst na úrovni více než 5 %. 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

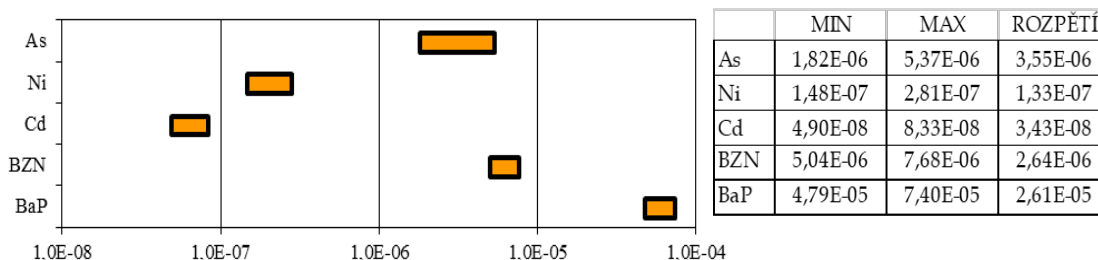
předčasné úmrtnosti (počet osob) způsobený expozicí suspendovaným částicím byl konzistentní s předchozími roky.

Hmotnostní koncentrace vybraných **polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU)** byly v roce 2022 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 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 2022 byla hodnota ročního aritmetického průměru v rozmezí 0,55 – až 0,85 ng/m<sup>3</sup>). Hodnota imisního limitu 1 ng/m<sup>3</sup> tak nebyla v roce 2022 v Praze překročena. Referenční roční koncentrace stanovená SZÚ pro benzo[a]antracen (10 ng/m<sup>3</sup>) 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 naměřené na pozad'ové stanici v ČR (v roce 2022 0,8 až 1,3 ng/m<sup>3</sup> proti 0,41 ng/m<sup>3</sup>). 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 **chromu, 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 s významnějším zastoupením lokálních malých zdrojů mohou být lokálně zvýšené hodnoty arsenu (viz: stanice v Řeporyjích – AREP – 3,6 ng/m<sup>3</sup> tj. ≈ 50 % ročního imisního limitu).

Praha 2022 - 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<sup>-3</sup>, 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. 5. – Srovnání rozpětí odhadu pravděpodobnosti zvýšení nádorových onemocnění v centrální Praze a v ČR při celoživotní expozici odhadu středních hodnot v roce 2022.

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. 5.

Odhad zvýšení celkového individuálního karcinogenního rizika v důsledku znečištění ovzduší v pražské aglomeraci se v roce 2022 pohyboval na úrovni  $6,5 \times 10^{-5}$  (cca 6 přídatných případů na 100 000 obyvatel) pro celoživotní expozici této koncentrační hladině (70 let) – jedná se proti roku 2021 o mírné zvýšení. Největší příspěvek k riziku představuje expozice benzo[*a*]pyrenu (přibližně 90% podíl na celkovém karcinogenním riziku).

Pro celkový počet obyvatel Prahy (1 316 366 – k 1. 7. 2022, zdroj ČSÚ) se celkové karcinogenní riziko vyjádřené jako pravděpodobné zvýšení počtu nádorových onemocnění v důsledku znečištění ovzduší v roce 2022 pohybovalo na úrovni jednoho přídatného případu (1,2) 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 (PM<sub>2,5</sub> a PM<sub>10</sub>), ozon, oxid dusičitý, oxid siřičitý a oxid uhelnatý

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