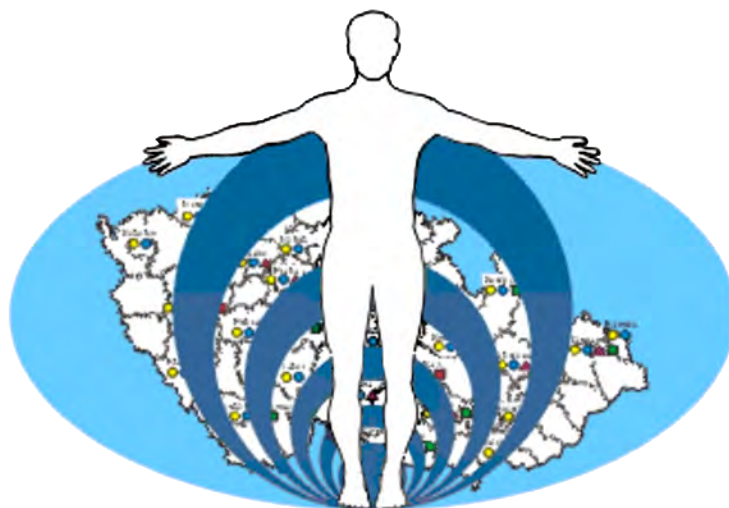


System monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí



Subsystem I.

Zdravotní důsledky a rizika znečištění ovzduší

Odborná zpráva za rok 2021

Státní zdravotní ústav



Praha, říjen 2022

Ústředí systému
monitorování zdravotního stavu obyvatelstva
ve vztahu k životnímu prostředí

Základní údaje:

Ředitelka ústředí: MUDr. Růžena Kubínová

Projekt č. I.: Zdravotní důsledky a rizika znečištění ovzduší

Garant projektu: MUDr. Helena Kazmarová

Řešitelské pracoviště: Centrum zdraví a životního prostředí Státního
zdravotního ústavu v Praze

Spolupracující organizace: Zdravotní ústavy se sídlem v Ústí nad Labem
a v Ostravě

Odpovědný řešitel: MUDr. Helena Kazmarová

Řešitelé:
RNDr. Bohumil Kotlík, Ph.D.
Bc. Linda Kuklová
Ing. Miroslava Mikešová
Mgr. Lenka Pekařová
Mgr. Barbora Soukupová
Ing. Věra Vrbíková
Hana Hrušková
Zuzana Tománková

Vydáno on-line na webových stránkách SZÚ s ISBN 978-80-7071-418-8

1. vydání

Materiál je zpracován na základě usnesení vlády ČR č. 369/91 a č. 810/1998.

Plný text Odborné zprávy v české verzi je prezentován i na internetových stránkách
Státního zdravotního ústavu v Praze:

http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/odborne_zpravy/OZ_20/ovzdusi_2021.pdf

| Obsah: | strana |
|--|--------|
| ÚVOD..... | 4 |
| I. CÍLE MONITORINGU | 5 |
| III. REFERENČNÍ POSTUPY | 6 |
| IV. SBĚR A PŘENOS DAT | 7 |
| VI. Ukazatele kvality venkovního ovzduší | 9 |
| 1 Sledované škodliviny | 10 |
| 2 Imisní limity a referenční koncentrace | 10 |
| 3 Základní sledované látky | 12 |
| 3.1 Oxid siřičitý - SO ₂ | 13 |
| 3.2 Suma oxidů dusíku - NO _x | 14 |
| 3.3 Oxid dusnatý - NO | 15 |
| 3.4 Oxid dusičitý - NO ₂ | 16 |
| 3.5 Prašný aerosol (TSP)..... | 17 |
| 3.6 Suspendované částice frakce PM ₁₀ | 18 |
| 3.7 Suspendované částice frakce PM _{2,5} | 20 |
| 3.8 Oxid uhelnatý - CO | 21 |
| 3.9 Ozón - O ₃ | 22 |
| 4 Těžké kovy | 23 |
| 4.1 Arsen - As..... | 24 |
| 4.2 Kadmium - Cd..... | 25 |
| 4.3 Olovo - Pb..... | 26 |
| 4.4 Nikl - Ni..... | 27 |
| 4.5 Mangan - Mn | 28 |
| 4.6 Chrom - Cr | 29 |
| 4.7 Titan - Ti | 30 |
| 5 Specifické sledované látky | 31 |
| 5.1 VOC - těkavé organické látky | 31 |
| 5.2 PAU - polycyklické aromatické uhlovodíky | 32 |
| 6 Validace naměřených hodnot | 38 |
| 6.1 Hodnoty pod mezí detekce použitých analytických postupů | 38 |
| 6.2 Zásahy do hodnot naměřených v roce 2021 | 38 |
| VII. KOMPLEXNÍ HODNOCENÍ KVALITY OVZDUŠÍ..... | 39 |
| A. INDEX KVALITY OVZDUŠÍ - IKO_R | 39 |
| B. SUMA PLNĚNÍ ROČNÍCH IMISNÍCH LIMITŮ | 41 |
| C. PLNĚNÍ GUIDELINES WHO | 44 |
| D. HODNOCENÍ RIZIK | 46 |
| 1 Oxid dusičitý a suspendované částice | 46 |
| 2 Oxid siřičitý, oxid uhelnatý a ozón | 50 |
| 3 Škodliviny s karcinogenním působením | 51 |
| VIII. DISKUSE..... | 55 |
| IX. ZÁVĚRY | 58 |
| X. SOUHRN..... | 60 |
| 1 Základní látky (SO₂, NO, NO₂, NO_x, PM₁₀, PM_{2,5}, CO, O₃) | 62 |
| 2 Kovy v suspendovaných částicích (As, Cd, Cr, Mn, Ni a Pb) | 63 |
| 3 Organické látky (benzen a PAU) | 65 |

| | |
|---|-----|
| 4 Komplexní hodnocení kvality ovzduší | 67 |
| 4.1 Index kvality ovzduší (IKO _R)..... | 67 |
| 4.2 Suma plnění ročních imisních limitů..... | 68 |
| 4.3 Hodnocení zdravotních rizik..... | 69 |
| Příloha č. 1 - Kategorizace stanic měřících kvalitu venkovního ovzduší..... | 70 |
| Příloha č. 2 - Souhrn monitorovaných parametrů kvality venkovního ovzduší v jednotlivých městech..... | 72 |
| Příloha č. 3 - Zařazení hodnocených stanic do příslušných kategorií a řešené programy..... | 79 |
| Příloha č. 4 - Úrovně zátěže a odhad potenciálních zdravotních účinků pro základní látky, těžké kovy, benzen a BaP v roce 2021 pro jednotlivé typy městských kategorií. Hodnoty jsou uvedeny v µg/m ³ a v ng/m ³ – kovy a PAU. | 87 |
| Příloha č. 5 - Pylová informační služba..... | 89 |
| Příloha č. 6. - Doplnující grafická zpracování..... | 103 |
| Seznam obrázků..... | 115 |
| Seznam tabulek..... | 116 |

ÚVOD

Odborná zpráva o monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k venkovnímu a vnitřnímu ovzduší obsahuje zpracování a vyhodnocení výsledků získaných v rámci tohoto subsystému v roce 2021 v sídlech České republiky.

Sběr dat o kvalitě venkovního a vnitřního ovzduší, jejich ukládání, zpracování a vyhodnocení je výsledkem spolupráce pracovníků zdravotních ústavů, krajských hygienických stanic a pracovníků Státního zdravotního ústavu v Praze.

Měřicí stanice provozované zdravotními ústavu, zapojené do monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k ovzduší, jsou také součástí Informačního systému kvality ovzduší Českého hydrometeorologického ústavu. Z této databáze jsou recipročně přebírána a zahrnuta do zpracování data z vybraných, převážně městských, stanic Státní imisní sítě provozované ČHMÚ.

Součástí systému je i pylový monitoring realizovaný ve spolupráci s ČIPA (Česká asociace pro astma) v 11 městech České Republiky.

Předkládaná zpráva obsahuje výsledky za **dvacátý osmý** rok monitorování. Je členěna tak, aby byla předložena vždy komplexní informace o každém sledovaném ukazateli. Obsahuje text a grafické výstupy souhrnně pro všechna monitorovaná sídla jako republikový přehled. Snahou autorů byla maximální přehlednost a snadná orientace ve výsledcích.

Výsledky zahrnují kompletní rozsah sledovaných parametrů kvality ovzduší.

I. CÍLE MONITORINGU

Cílem tohoto subsystému monitoringu je získání informací využitelných pro čtyři nosné účely:

1. Charakteristika kvality venkovního ovzduší.

Popis je získáván integrovaným systémem sběru dat. Výsledná informace popisného charakteru je určena pro Ministerstvo zdravotnictví, vládu České republiky a veřejnost. Na základě zjištěných skutečností jsou či budou v odůvodněných případech iniciovány cílené studie.

2. Zhodnocení trendu vývoje jednotlivých sledovaných ukazatelů.

Informace je využívána jako nástroj primární prevence pro iniciaci opatření k ochraně prostředí, pro sledování efektu provedených opatření a pro sledování dynamiky vývoje a změn vnímavosti populace k vlivům prostředí. Zdrojem jsou již existující archivní i nově získané časové řady dat.

3. Posouzení a vyhodnocení zdravotních rizik sledovaných parametrů.

Představuje sledování dynamiky expozice populace, zpřesňování odhadu úrovně expozice a určení oblastí nejvíce zatížených kombinovaným nebo specifickým působením sledovaných látek.

4. Zhodnocení situace v zátěži obyvatelstva vybranými škodlivinami ve vnitřním prostředí.

Získání podkladů o výskytu a koncentračním rozmezí vybraných parametrů kvality vnitřního ovzduší v různých typech vnitřního prostředí.

III. REFERENČNÍ POSTUPY

Tabulka č. 1. - Referenční postupy vzorkování a analytické postupy

| Typ škodliviny | Matrice, směs, škodlivina | CAS Nr. | Odkaz na referenční postup |
|---|---|------------|---|
| Kovy ve frakci PM ₁₀ (PM _{2,5}) částic | arsen | 7440-38-2 | ČSN EN 14902: „Kvalita ovzduší - Normovaná metoda stanovení Pb, Cd, As a Ni ve frakci PM ₁₀ aerosolových částic“ |
| | kadmium | 7440-43-9 | |
| | nikl | 7440-02-0 | |
| | olovo | 7439-92-1 | Shodné s postupem v ČSN EN 14902 |
| | chrom | 1854-02-99 | |
| | mangan | 7439-96-5 | |
| | titan | 7440-32-6 | |
| Základní látky | oxid siřičitý | 7446-09-5 | ČSN EN 14212: „Kvalita ovzduší - Normovaná metoda stanovení oxidu siřičitého ultrafialovou fluorescencí“ |
| | oxid dusnatý, dusičitý, suma NO _x | 10102-44-0 | ČSN EN 14211: „Kvalita ovzduší - Normovaná metoda stanovení oxidu dusičitého a oxidu dusnatého chemiluminiscencí“ |
| | oxid uhelnatý | 630-08-0 | ČSN EN 14626: „Kvalita ovzduší - Normovaná metoda stanovení oxidu uhelnatého nedisperzní infračervenou spektrometrií“ |
| | ozón | 10028-15-6 | ČSN EN 14625: „Kvalita ovzduší - Normovaná metoda stanovení ozonu ultrafialovou spektrometrií“ |
| Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU/PAH) | PAU zachycené na křemenném filtru, frakce PM _{2,5} | | ČSN P CEN/TS 16645 - „Kvalita ovzduší - Metoda měření benzo[<i>a</i>]anthracenu, benzo[<i>b</i>]fluoranthenu, benzo[<i>j</i>]fluoranthenu, benzo[<i>k</i>]fluoranthenu, dibenz[<i>a,h</i>]anthracenu, indeno[1,2,3- <i>cd</i>]pyrenu a benzo[<i>ghi</i>]perylenu ČSN EN 15549 „Kvalita ovzduší - Normovaná metoda stanovení benzo[<i>a</i>]pyrenu ve venkovním ovzduší“ |
| Suspendované (aerosolové) částice | TSP PM ₁₀ PM _{2,5} PM _{1,0} | | ČSN EN 12341: „Kvalita ovzduší - Referenční gravimetrická metoda stanovení hmotnostní koncentrace frakcí aerosolových částic PM ₁₀ a PM _{2,5} “ |
| Těkavé organické látky (VOC) | benzen | 71-43-2 | ČSN EN ISO 16017-1 „Vnitřní, venkovní a pracovní ovzduší - Odběr vzorku těkavých organických sloučenin sorpčními trubicemi, tepelná desorpce a analýza kapilární plynovou chromatografií - Část 1: Odběr vzorku prosáváním sorpční trubicí“ |

Zdroje metod – citace:

Částka 121, Vyhláška č. 330/2012 Sb. „Vyhláška o způsobu posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění, rozsahu informování veřejnosti o úrovni znečištění a při smogových situacích“, příloha č. 6 – Referenční metody sledování kvality ovzduší (strana 4 190).

Změny platných norem viz: <https://www.unmz.cz/obecne/vestnik-unmz/>

IV. SBĚR A PŘENOS DAT

Základním způsobem přenosu informací z detašovaných pracovišť SZÚ, ze spolupracujících zdravotních ústavů nebo jejich poboček a z ČHMÚ je elektronická pošta – e-mail.

- Základní látky:

- 24hodinové měřené hodnoty získané analýzou vzorků ovzduší odebraných v manuálních měřicích programech jsou Zdravotními ústavy ukládány do jednotného ukládacího programu a v měsíčních intervalech odesílány do SZÚ k dalšímu zpracování.
- Sběr dat v automatických měřicích stanicích je řešen softwarově s minimálně jednoměsíčním ukládáním dat na externím datovém mediu. Jako základní měřené hodnoty jsou ukládány 1hodinové průměrné hmotnostní koncentrace měřených látek. Softwarově je zajištěn výpočet 24hodinových koncentrací, které jsou jednou měsíčně (ZÚ se sídlem v Ostravě) nebo kvartálně (ZÚ se sídlem v Ústí nad Labem) odesílány do SZÚ.
- Přepočet objemových koncentrací na hmotnostní vychází z Vyhlášky č. 330/2012 Sb., která v § 3, bodu 7 uvádí „Vyhodnocení úrovně znečištění pro plynné znečišťující látky se vztahuje na standardní podmínky, tedy objem odběru vzorků přepočtený na teplotu 293,15 K (20 °C) a normální tlak 101,325 kPa ($1,01325 \times 10^5$ Pa). U částic PM₁₀, PM_{2,5} a znečišťujících látek, které se analyzují v částicích PM₁₀, se objem odběru vzorků ovzduší vztahuje k vnějším podmínkám v den měření“.
- Výsledky analýz kovů v suspendovaných částicích frakce PM₁₀ (PM_{2,5}) a analýz PAU jsou odesílány na SZÚ vždy do dvou měsíců po ukončení čtvrtletí ve formě datových souborů o jednotné datové větě.
- Validovaná imisní data ze zahrnutých stanic ČHMÚ jsou na SZÚ předávána ve čtvrtletních intervalech. Data kovů a PAU jsou z ČHMÚ na SZÚ předávána v ročních dávkových souborech, v průběhu června následujícího roku – až po jejich celkové validaci.

Data o kvalitě ovzduší, která přicházejí do SZÚ, jsou ukládána do centrální databáze. Tato databáze je koncipována jako nástroj umožňující zpracovávat veškerá dostupná data z různých zdrojů v jednotném formátu, včetně definovaných výstupních tabelárních a grafických sestav. Centrální databázová aplikace ISID (Oracle klient-server) je založena na modulárním principu; jednotlivé moduly zastupují všechny parametry sledované v projektu. Nadstavbová SQL modulární část Discoverer umožňuje variabilní definování výstupních sestav.

Data jsou pravidelně několikanásobně průběžně zálohována a archivována na centrální ústavní záloze a externím síťovém HD.

V. SYSTÉM QA/QC

Je dlouhodobě založen na důsledném uplatňování všech dílčích prvků systému zajištění kvality a kontroly kvality (QA/QC).

1. Základní prvky :

- Používání referenčních nebo ekvivalentních postupů (Vyhláška 330/2012 Sb., příloha č. 6) v síti měřicích stanic a jednotné harmonogramy odběru vzorků u specifických látek (kovy a PAU) ve venkovním ovzduší.
- Doložené testy ekvivalence u nově instalovaných měřicích a odběrových systémů.
- Laboratoře zdravotních ústavů dodávající výsledky pro MZSO musí mít zajištěnou externí kontrolu celého systému v rámci akreditace u Českého institutu pro akreditaci. Laboratoře předávající data do systému MZSO musí být také autorizovány MŽP pro měření (resortní prvek zajištění jakosti) a musí doložit získanou uznanou úroveň zajištění jakosti.
- Kvalita předávaných dat byla v roce 2021 kontrolována systémem programů zkoušení způsobilosti (PZZ) ČIA organizovaných mimo jiné subjekty i Expertní skupinou pro zkoušení způsobilosti SZÚ, která je akreditována ČIA (Akreditovaná laboratoř č. 7001).
- Zpětná validace a verifikace dat o kvalitě ovzduší předávaných do centrální databáze je založena na dvojité nezávislé kontrole. Na primární kontrole a ověřování podezřelých či chybných dat realizované na úrovni SZÚ - spolupracující zdravotní ústavy a na sekundární kontrole prováděné ISKO ČHMÚ.

2. Přetrvávající problémy:

- Výpadky měření přetrvávající 14 dní vcelku - v roce 2021 bylo na některých stanicích přerušeno měření některého parametru kvality ovzduší buď zcela, nebo zde nebyl měřen minimálně jeden měsíc vcelku;
- Validace a verifikace datových souborů - plná funkčnost zpětné vazby (ověření podezřelých hodnot) pracovišti, která přímo provádí měření kvality ovzduší;

Systém QA/QC tak zahrnuje souběžně realizovaný proces akreditací ČIA, systém resortních autorizací Ministerstva životního prostředí (MŽP) v oblasti měření venkovního ovzduší a Ministerstva zdravotnictví (MZ) v oblasti měření kvality vnitřního prostředí. Výsledkem je dostačující kvalita získávaných dat, která zajišťuje adekvátní podklady pro vyhodnocení, interpretaci a statistická zpracování.

VI. Ukazatele kvality venkovního ovzduší

Standardní informaci představují výstupy z měření základních škodlivin používaných pro charakterizování stavu znečištění ovzduší (SO₂, NO, NO₂, NO_x, PM₁₀, PM_{2,5}) rozšířené o měření hmotnostních koncentrací vybraných kovů v suspendovaných částicích frakce PM₁₀ (výběrově ve frakci PM_{2,5}). Ve vybraných oblastech je zavedeno měření dalších látek, mezi které patří ozón a oxid uhelnatý. Z organických látek se jedná o benzen a skupinu deseti (výběrově třinácti) PAU.

Zpracovávané výsledky ze 105 sídel (a 10 pražských částí) zahrnují až 150 měřicích stanic v sídlech a předměstských lokalitách. Do zpracování jsou pro srovnání zahrnuta i data ze dvou pozadových stanic EMEP (Co-operative programme for the monitoring and evaluation of the long range transmission of air pollutants in Europe) - Košetice a Bílý Kříž provozovaných ČHMÚ a dále data z dopravou významně zatížených stanic (Praha 2 - Legerova ulice, Ústí n/Labem - Všebořická ulice, Brno - Úvoz a Ostrava - Českobratrská ulice) tzv. „traffic hot spot“.

Pro hodnocení naměřených koncentrací a vypočtených imisních charakteristik sledovaných látek byly použity imisní limity stanovené Zákonem o ochraně ovzduší (č. 201/2012 Sb.) ze dne 2. května 2012 ve znění novely 172/2018 Sb. Pro základní vyhodnocení naměřených hodnot ve vztahu k limitům jsou standardně používány aritmetické průměry. Druhá úroveň vyhodnocení vychází z AQG (Air Quality Guidelines), tedy z aktuálně platných doporučených hodnot WHO (září 2021) a z referenčních koncentrací stanovených SZÚ (zmocnění je obsaženo v § 27 odst. 5 zákona č. 201/2012 Sb.).

Pro praktickou interpretaci a pro flexibilní využití dat o kvalitě ovzduší v rámci hodnocení kvality ovzduší ve městech a pro hodnocení zdravotních rizik, je nutnou podmínkou propojení dat získávaných v síti stacionárních měřicích stanic v monitorovaných městech s dalšími informacemi. Vyhodnocení dat ze staničních měření, jejichž prostorová reprezentativnost je zatížena významnými a navíc obtížně kvantifikovatelnými nejistotami, které komplikují odhad expozičních úrovní, je proto rozšířeno o hodnocení různých typů městských lokalit. Zahrnuté měřicí stanice byly ve spolupráci s pracovníky zdravotních ústavů v rámci roční aktualizace rozděleny do skupin (kategorií). Kritérii byla intenzita okolní dopravy a podíl jednotlivých typů zdrojů vytápění, případně zátěž významným průmyslovým zdrojem. Toto rozdělení umožňuje v prvním přiblížení jednoznačnější identifikaci příčin lokálních extrémních hodnot. V druhé úrovni byla data o kvalitě ovzduší za rok 2021 pro vybrané škodliviny (NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, As, Cd, Ni, Pb a BaP) zpracována skupinově - pro jednotlivé typy městských lokalit. Za předpokladu podobnosti imisních charakteristik, sezónního chování a dlouhodobých trendů u městských lokalit s podobnou topografickou charakteristikou, strukturou a dynamikou zdrojů znečištění ovzduší, dopravní zátěží a účelem využití (obytná, průmyslová, dopravní, obchodní ... atd.), lze získané výstupy s určitou akceptovatelnou mírou nejistoty zobecnit ([příloha č. 1 - kategorizace stanic](#)). Hodnocení úrovně zátěže v některých městech mírně ovlivnily výpadky měření. [Tabulka č. 15 v příloze č. 4](#) shrnuje odhad roční hodnoty pro všechny hodnocené látky vypočtený pro definované kategorie/typy městských

a mimoměstských lokalit. Pro odhad střední hodnoty zátěže populace ve městech pak byla použita střední hodnota za městské kategorie 2 až 5. Deskripce a identifikace do zpracování zahrnutých stanic je uvedena v [příloze č. 1](#), kde jsou uvedeny i ostatní identifikační kódy přidělené stanicím provozovaným ZÚ/SZÚ v závislosti na měřicím programu (PAU, TK ve frakci PM₁₀ nebo TK ve frakci PM_{2,5}). Interpretace získaných výstupů je zahrnuta v hodnocení jednotlivých látek ve formě grafického zobrazení v [příloze č. 6](#).

1 Sledované škodliviny

Základní plošně sledované látky:

- oxidy dusíku - NO/NO₂/NO_x, suspendované částice frakce PM₁₀/PM_{2,5}/PM_{1,0} a vybrané kovy v suspendovaných částicích frakce PM₁₀ (na třech stanicích ve frakci PM_{2,5}) - As, Cd, Cr, Mn, Ni a Pb, výběrově Ti, Cu, V, Fe, Co, Se, Zn.

Výběrově sledované látky:

Oxid siřičitý - SO₂, prašný aerosol - TSP, oxid uhelnatý - CO, ozón - O₃, polycyklické aromatické uhlovodíky - PAU a těkavé organické sloučeniny - VOC

- PAU - benzo[*a*]antracen, chrysen, benzo[*b*]fluoranten, benzo[*k*]fluoranten, benzo[*j*]fluoranten, benzo[*a*]pyren, dibenz[*a,h*]antracen, benzo[*g,h,i*]perylene, indeno[1,2,3-*c,d*]pyren, coronen a toxický ekvivalent benzo[*a*]pyrenu, od roku 2019 pícen, perylen a benzo[*e*]pyren
- VOC - benzen

2 Imisní limity a referenční koncentrace

Tabulka č. 2. - Imisní limity (IL) základních sledovaných látek (podle přílohy č. 1 - Zákona o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb. ze dne 2. května 2012) ve znění novely č. 172 ze dne 19. 7. 2018

| Znečišťující látka | Časový interval | Hodnota IL (µg/m ³) | Poznámka: Další kritéria plnění IL |
|---|-----------------|---------------------------------|---|
| oxid siřičitý SO ₂ | 24 hod | 125 | nesmí být překročena více jak 3krát/rok |
| | 1 hod | 350 | nesmí být překročena více jak 24krát/rok |
| suspendované částice frakce PM ₁₀ | rok | 40 | - |
| | 24 hod | 50 | nesmí být překročena více jak 35krát/rok |
| suspendované částice frakce PM _{2,5} | rok | 20 | od roku 2020 |
| oxid dusičitý NO ₂ | rok | 40 | - |
| | 1 hod | 200 | nesmí být překročena více jak 18krát/rok |
| oxid uhelnatý CO | 8 hodin | 10 000 | maximální 8hod. klouzavý průměr |
| benzen C ₆ H ₆ | rok | 5 | - |
| ozón O ₃ | 8 hodin | 120 | maximální 8hod. klouzavý průměr, nesmí být překročen více jak 25krát/rok, v průměru za tři roky |
| olovo Pb | rok | 0,5 | ve frakci PM ₁₀ |
| kadmium Cd | rok | 0,005 | |
| arsen As | rok | 0,006 | |
| nikl Ni | rok | 0,020 | |
| benzo[<i>a</i>]pyren | rok | 0,001 | ve frakci PM _{2,5} |

Tabulka č. 3. - Referenční koncentrace vydané SZÚ (v $\mu\text{g}/\text{m}^3$) - (podle § 27, odst. 6, b, zákona č. 201/2012 Sb.), aktualizace v roce 2018.

| Chemická látka | CAS Nr. | PK | KR-6 | interval | zdroj inf. | klasif.IARC | pozn. |
|---------------------------|------------|------|----------------------|----------|---------------------|-------------|-------|
| aceton | 67-64-1 | 370 | | rok | US-EPA ^d | N | |
| akrylonitril | 107-13-1 | | 0,05 | rok | WHO ^a | 2B | |
| benzo[<i>a</i>]antracen | 56-55-3 | | 0,01 | rok | SZÚ ^b | 2A | |
| 1,2-dichloreten | 107-06-2 | | 1 | rok | WHO ^a | 2B | |
| dichlormetan | 75-09-2 | 3000 | | den | WHO ^a | 2B | |
| etylbenzen | 100-41-4 | 400 | | | SZÚ ^b | 2B | |
| fenantren | 85-01-8 | | 1 | | SZÚ ^b | 3 | |
| fenol | 108-95-2 | 20 | | rok | RIVM ^c | 3 | |
| fluor a anorg. slouč. | 7782-41-4 | 50 | | rok | SZÚ ^b | N | |
| formaldehyd | 50-00-0 | 60 | | hodina | SZÚ ^b | 2A | |
| chlorbenzen | 108-90-7 | 100 | | rok | SZÚ ^b | N | |
| chrom šestimocný | 1854-02-99 | | $2,5 \times 10^{-5}$ | rok | WHO ^a | 1 | |
| mangan | 7439-96-5 | 0,15 | | rok | WHO ^a | N | |
| sírouhlík | 75-15-0 | 100* | | den | WHO ^a | N | 1 |
| sirovodík | 7783-06-4 | 150* | | den | WHO ^a | N | 2 |
| styren | 100-42-5 | 260* | | rok | WHO ^a | 2B | 3 |
| tetrachloreten | 127-18-4 | 250 | | rok | WHO ^a | 2A | |
| tetrachlormetan | 56-23-5 | 20 | | rok | SZÚ ^b | N | |
| toluen | 108-88-3 | 260 | | rok | WHO ^a | N | |
| trichloreten | 79-01-6 | | 2,3 | rok | WHO ^a | 2A | |
| trichlormetan | 67-66-3 | 100 | | rok | RIVM ^c | 2B | |
| vanad | 7440-62-2 | 1 | | den | WHO ^a | N | |
| vinylchlorid | 75-01-4 | | 1 | rok | WHO ^a | 1 | |
| suma xylenu | 1330-20-7 | 100 | | rok | IRIS ^e | 3 | |

Vysvětlivky:

CAS. Nr. - identifikační číslo látky v seznamu Chemical Abstracts Service

PK (Rfk) - referenční koncentrace pro látky s prahovými účinky

KR-6 - referenční koncentrace pro karcinogenní látky, odpovídající úrovni rizika $1 \cdot 10^{-6}$

* - referenční koncentrace nezajišťují ochranu vůči obtěžování zápachem

^a - Air quality guidelines for Europe second edition 2000

^b - stanoveno NRL pro venkovní ovzduší SZÚ

^c - Human toxicological maximum permissible risk levels, RIVM Bilthoven, 2001

^d - US-EPA, Risk based concentration region III, Philadelphia, Pennsylvania, USA

^e - Integrated risk information system US EPA

Klasifikace IARC:

- Skupina 1 - látky prokazatelně karcinogenní pro člověka
- Skupina 2 - látky pravděpodobně karcinogenní pro člověka
- Skupina 2A - látky s alespoň omezenou průkazností karcinogenity pro člověka a dostačujícím důkazem karcinogenity pro zvířata
- Skupina 2B - látky s nedostatečně doloženou karcinogenitou pro člověka a s dostatečně doloženou karcinogenitou pro zvířata
- Skupina 3 - látky, které nelze klasifikovat na základě jejich karcinogenity pro člověka
- N - látka není uvedena v seznamu

Poznámky:

- pro ochranu proti obtěžování zápachem $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- pro ochranu proti obtěžování zápachem $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- pro ochranu proti obtěžování zápachem $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$

3 Základní sledované látky

Měřené hodnoty byly v roce 2021, tak jako již několik let, významně ovlivňovány aktuálními mikroklimatickými podmínkami. Platí to zejména v případě suspendovaných částic, PAU a oxidů dusíku. Významná jsou zvláště dlouhodobější letní období sucha. Zpráva ČHMÚ „Předběžné hodnocení kvality ovzduší v roce 2021“ z ledna 2022 uvádí:

- *Z meteorologického hlediska a souvisejícího rozptylu znečišťujících látek byl rok 2021 průměrný.*
- *Teplotně a srážkově byl rok 2021 na území ČR normální.*
- *V porovnání s desetiletým průměrem 2011–2020 lze většinu měsíců roku 2021 hodnotit jako měsíce se standardními rozptylovými podmínkami. Výjimku tvoří měsíc květen s výrazně lepšími rozptylovými podmínkami a měsíc únor se zhoršenými rozptylovými podmínkami.*
- *Rok 2021 byl z hlediska kvality ovzduší velmi příznivý. Koncentrace látek znečišťujících ovzduší (suspendované částice PM₁₀ a PM_{2,5}, přízemní ozon (O₃), oxid dusičitý (NO₂), oxid uhelnatý (CO) a oxid siřičitý (SO₂) dosáhly v roce 2021 v rámci hodnoceného období 2011–2021 nejnižších až druhých nejnižších hodnot (po roce 2020, ve kterém jsme zaznamenali historicky nejlepší kvalitu ovzduší).*
- *Oproti desetiletému průměru 2011–2020 došlo v roce 2021 ke stabilizaci koncentrací BaP. Nicméně roční průměrné koncentrace BaP překročily imisní limit na 32 % (17 měřících stanic.*

(https://www.chmi.cz/files/portal/docs/tiskove_zpravy/2022/TZ_kvalita_ovzdusi_2021_MS_VN.pdf)

Samostatnou kapitolu představuje v roce 2021 období od konce února do dubna, tj. období pandemie SARS-CoV-2. V tomto období se opět významným způsobem změnila tranzitní, cílová i vnitroměstská doprava (až o 40 %), zároveň ale rozšíření fenoménu „home-office“ vedlo ke změnám životního stylu a 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.

Výsledky za rok 2021 ve formě imisních charakteristik a koncentračních tříd četností 24hodinových koncentrací na zahrnutých stanicích a městech pro jednotlivé měřené škodliviny prezentují grafy v [příloze č. 6](#).

Detailní tabelární zpracování všech hodnocených látek lze nalézt na <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/imisni-situace>.

3.1 Oxid siřičitý - SO₂

Imisní charakteristiky oxidu siřičitého sledované v roce 2021 celkem na 44 stanicích potvrzují dlouhodobě stabilizovaný stav. (Stanice v Mostě - UMOM - byla pro výpadky v měření vyřazena z hodnocení).

Roční aritmetické průměry se na městských stanicích pohybovaly v rozmezí 2,1 až 8,6 µg/m³, na republikových pozadových stanicích pak v rozmezí 1,1 - 2,2 µg/m³, odhad střední hodnoty pro nezatížené městské lokality je 3,9 µg/m³. Nejvyšší hodnota ročního průměru byla zjištěna v Moravskoslezském kraji, a to na stanici v Českém Těšíně (TCTN) - 8,6 µg/m³.

Na žádné ze stanic nebyl překročen 24hodinový imisní limit 125 µg/m³ a nebyla překročena ani hodnota hodinového imisního limitu 350 µg/m³. Na druhou stranu hodnota AQG WHO 40 µg/m³/24 hodin byla v roce 2021 překročena na čtyřech stanicích celkem 13x.

Průběh hodnot, zvláště v únoru 2021, byl v oblastech s vyšší hustotou lokálních topenišť pravděpodobně ovlivněn opatřeními nouzového stavu vyhlášenými v rámci pandemie SARS-CoV-2.

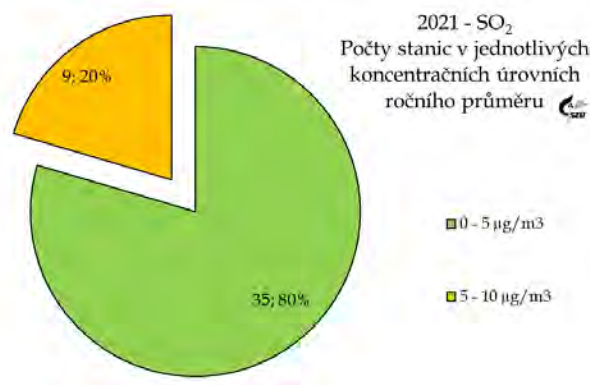
SO₂ - Stanovení

On-line - ČSN EN 14212:

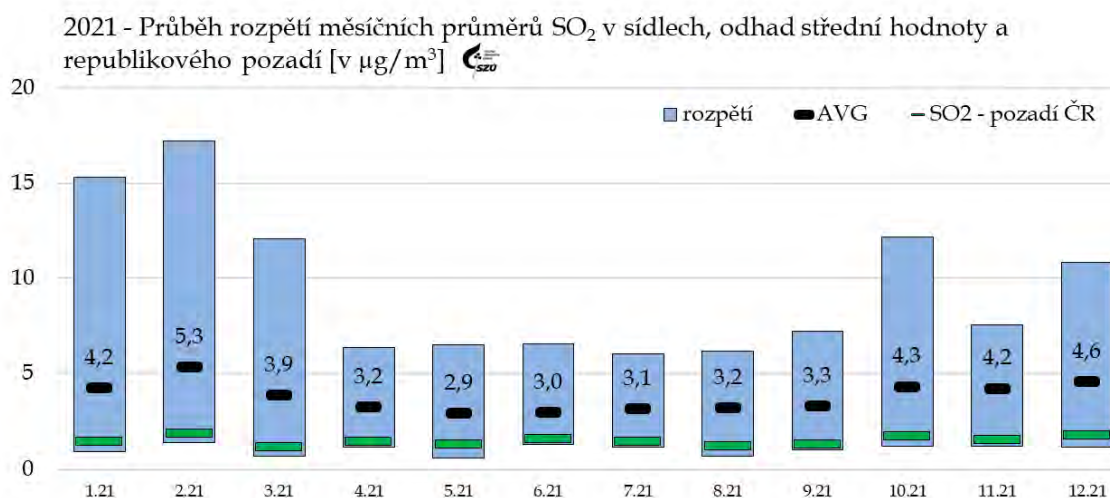
„Kvalita ovzduší - Normovaná metoda stanovení oxidu siřičitého ultrafialovou fluorescencí“.

Imisní limit

24 hod. - 125 µg/m³ (nesmí být překročen více jak 3krát/rok), 1 hod. - 350 µg/m³ (nesmí být překročen více jak 24krát/rok).



Obr. č. 1 - 2021 - SO₂, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru



Obr. č. 2 - 2021 - SO₂, rozpětí měsíčních průměrů v sídlech

3.2 Suma oxidů dusíku - NO_x

Suma oxidů dusíku byla hodnocena na 73 stanicích. Odhad roční střední hodnoty v dopravně a průmyslem méně zatížených lokalitách pro rok 2021 je $\approx 21,1 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$. Roční imisní charakteristiky sumy oxidů dusíku naměřené na pozadových stanicích ČHMÚ byly v rozmezí 2,1 až $5,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Na 95 % zahrnutých stanic (včetně pozadových) se hodnoty ročního aritmetického průměru pohybovaly v rozmezí 2 až $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

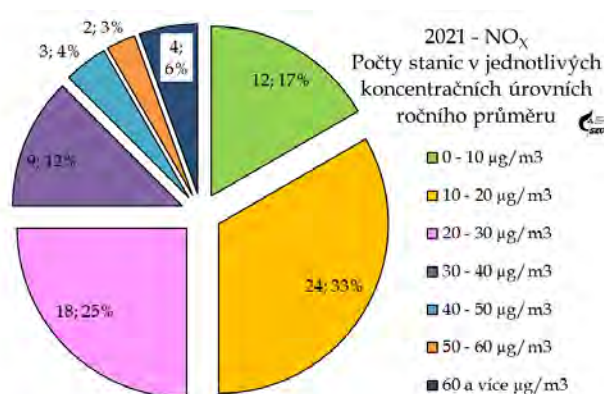
Na dalších 5 % stanic roční aritmetický průměr překročil $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, maximální hodnoty $> 60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ byly naměřeny na dopravních „hot-spot“ stanicích, Praha 2 Legerova (ALEG), Brno Úvoz (BBNV), Ústí n/L Všebořická (UULDA) a Ostrava Českobratrská (TOCB).

NO_x - Stanovení

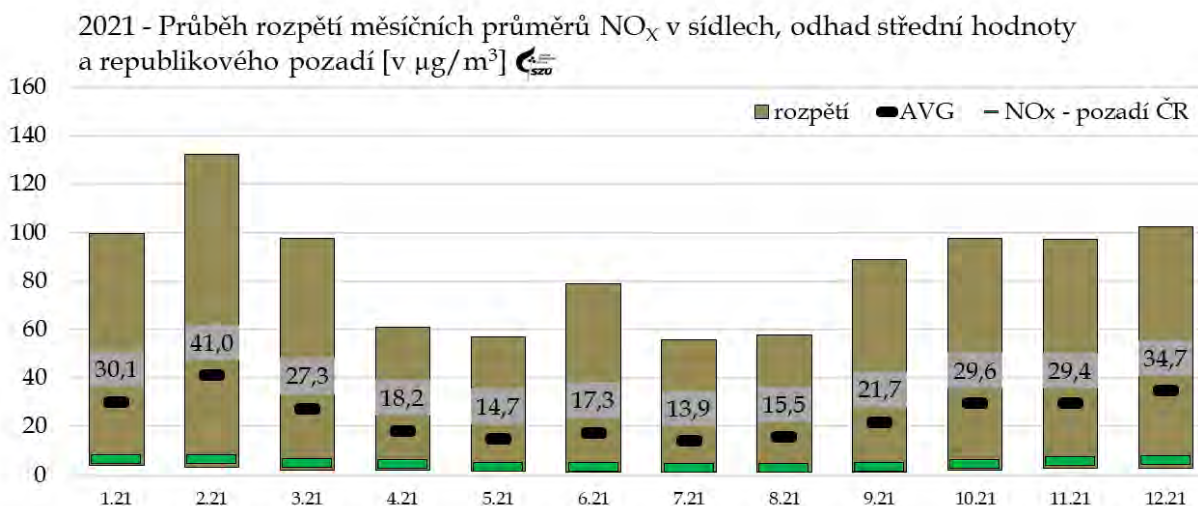
On-line – ČSN EN 14211: „Kvalita ovzduší – normovaná metoda stanovení oxidu dusičitého a oxidu dusnatého chemiluminiscí“

Imisní limit

Pro městské oblasti není stanoven.



Obr. č. 3 - 2021 - NO_x, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru



Obr. č. 4 - 2021 - NO_x, rozpětí měsíčních průměrů v sídlech

Průběh hodnot, zvláště v únoru 2021, byl v oblastech s extenzivní dopravní zátěží nebo s vyšší hustotou lokálních topenišť pravděpodobně ovlivněn opatřeními nouzového stavu vyhlášenými v rámci pandemie SARS-CoV-2.

3.3 Oxid dusnatý - NO

Jedná se o látku úzce svázanou s dopravní zátěží. Dokladem jsou hodnoty ročních průměrů nad $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na dopravně exploatovaných „hot-spot“ stanicích - v Praze 2 - Legerova ulice (ALEG), Praze 10 - Průmyslová (UPRU), Ústí n/Labem - Všebořická (UULD) a Brno - Úvoz (BBNV). A hodnoty ročních průměrů nad $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na dalších stanicích, které reprezentují vliv významných městských tranzitních komunikací.

Na téměř 90 % (63) hodnocených stanic nebyla překročena úroveň $15 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$, odhad roční střední hodnoty ve městech je $4,4 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$.

Za hodnotu přirozeného pozadí ČR lze považovat roční imisní charakteristiky do $1 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ měřené na pozadřových stanicích ČHMÚ.

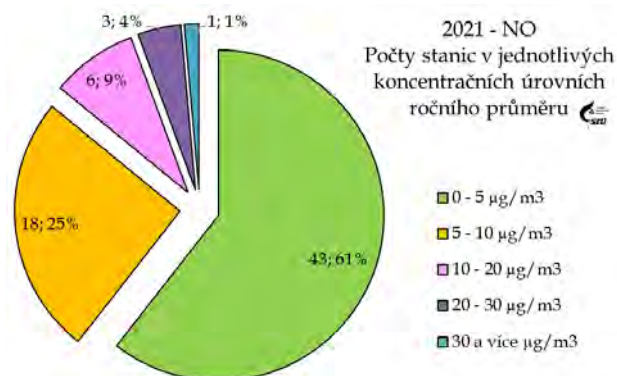
NO - Stanovení

On-line - ČSN EN 14211:

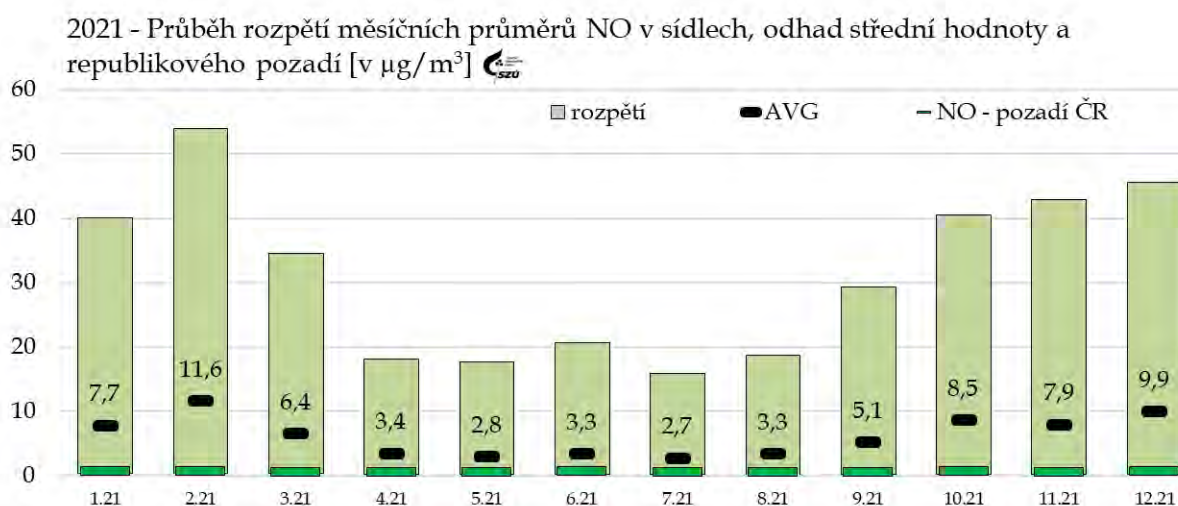
„Kvalita ovzduší - normovaná metoda stanovení oxidu dusičitého a oxidu dusnatého chemiluminiscí“

Imisní limit

Pro městské oblasti není stanoven.



Obr. č. 5 - 2021 - NO, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru



Obr. č. 6 - 2021 - NO, rozpětí měsíčních průměrů v sídlech

Průběh hodnot, zvláště v únoru 2021, byl v oblastech s extenzivní dopravní zátěží pravděpodobně ovlivněn opatřeními nouzového stavu vyhlášenými v rámci pandemie SARS-CoV-2.

3.4 Oxid dusičitý – NO₂

Imisní charakteristiky NO₂ byly hodnoceny na celkem 72 stanicích v 44 městech a v 9 pražských částech ([příloha č. 6, obr. č. 44](#)). Shodně s oxidem dusnatým i u oxidu dusičitého jsou vyšší měřené hodnoty primárně svázány s dopravou jako majoritním zdrojem a zvláště v městských celcích, kde se doprava kombinuje s dalšími zdroji (CZT, výtopny a domácí vytápění), má znečištění ovzduší oxidem dusičitým místy plošný charakter.

Zřejmé je to především v pražské aglomeraci, kde se hodnota ročního aritmetického průměru 38 µg/m³ u jedné stanice (Praha 2 – Legerova, ALEG) blížila limitní hodnotě (40 µg/m³). Limitní hodnota ale nebyla v roce 2021 překročena na žádné stanici. Roční průměr nad 25 µg/m³ byl mimo Prahu a Brno naměřen také v Ústí nad Labem (UULD) – 29,6 µg/m³ a v Ostravě (TOCB) – 30,7 µg/m³.

NO₂ - Stanovení

On-line - ČSN EN 14211:

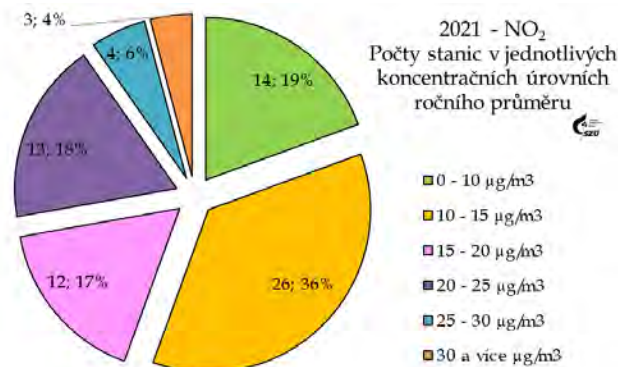
„Kvalita ovzduší – normovaná metoda stanovení oxidu dusičitého a oxidu dusnatého chemiluminiscí“

Imisní limit

rok - 40 µg/m³

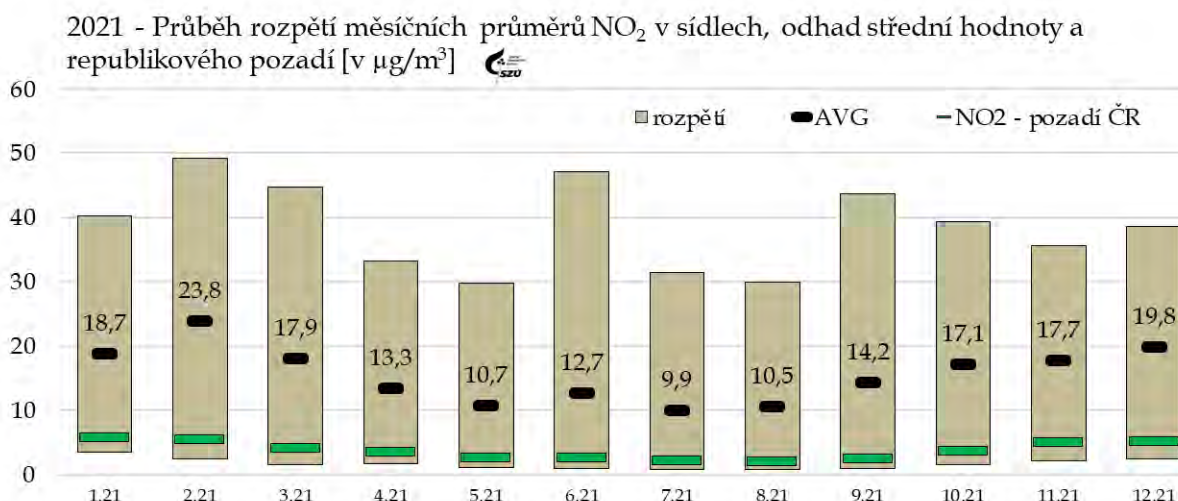
hodina - 200 µg/m³ (nesmí být překročeno více jak 18krát za rok).

WHO nedoporučuje překračovat hodnotu 10 µg/m³ ročního průměru.



Obr. č. 7 - 2021 – NO₂, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

- Na pozadových stanicích koncentrace NO₂ v ČR dlouhodobě nepřekračují 5 µg/m³; nejvyšší hodnota byla naměřena na Červené Hoře (TCER), a to 4,7 µg/m³.
- Střední roční hodnota se, v závislosti na intenzitě okolní dopravy, pohybovala v rozsahu od cca 11 µg/m³ na venkovských nezatížených lokalitách, přes 14 µg/m³ u městských nezatížených stanic, až k 21 µg/m³ ročního průměru v dopravně velmi významně exponovaných lokalitách. Odhad roční střední hodnoty v dopravou a průmyslem méně zatížených lokalitách pro rok 2021 je 15 µg/m³/rok.
- Roční průměr na žádné stanici nepřekročil imisní limit. Na žádné ze stanic také nebylo překročeno 200 µg/m³/hod.
- Roční hodnota AQG – 10 µg/m³ stanovená WHO (září 2021) byla v roce 2021 překročena na 58 stanicích (≈ 90 %), denní cílová hodnota AQG – 25 µg/m³ byla alespoň jednou překročena na 62 (97 %) městských stanicích mimo stanici v Rožďalovicích a v Prachaticích. Nejvyšší počet překročení byl naměřen na stanici BBNV (Brno – město) – 303 (85 %).



Obr. č. 8 - 2021 - NO₂, rozpětí měsíčních průměrů v sídlech

Průběh hodnot, zvláště v únoru 2021, byl v oblastech s extenzivní dopravní zátěží nebo s vyšší hustotou lokálních topenišť pravděpodobně ovlivněn opatřeními nouzového stavu vyhlášenými v rámci pandemie SARS-CoV-2.

3.5 Prašný aerosol (TSP)

Vzhledem k malému počtu stanic (pouze stanice v Mariánských a Františkových Lázních) je uváděn a hodnocen jen v tabelárním zpracování naměřených hodnot.

3.6 Suspendované částice frakce PM₁₀

V monitorovaných městech je zátěž ovzduší aerosolovými částicemi významně ovlivňována meteorologickými podmínkami. Ty v současnosti charakterizuje vyšší četnost excesů a rychlých změn počasí střídaných dlouhodobějšími obdobími sucha nebo vysokých teplot či obdobími intenzivních srážek. Hodnoty v roce 2021 a odhad středních ročních hodnot byly opět významně ovlivněny příznivými rozptylovými podmínkami. Přetrvává významnost podílu emisí z dopravy jako majoritního zdroje znečištění ovzduší ve městech a v městských aglomeracích proti emisím z dalších typů zdrojů (teplárny, výtopny a domácí vytápění). To vyplývá i z porovnání imisních charakteristik stanic umístěných v jednotlivých typech městských obytných lokalit (pozaďových a zatížených různou úrovní dopravy), které jednoznačně identifikuje dopravu jako hlavní příčinu vyšší zátěže suspendovanými částicemi ve městech. Je zřejmá přímá závislost na intenzitě dopravy, kdy se emise z liniového zdroje/zdrojů přičítají k městskému pozadí ovlivňovanému lokálními malými zdroji - topeništi. Specifickým případem jsou dlouhodobě průmyslové lokality v ostravsko-karvinské aglomeraci, kde je obvyklá kombinace hlavních typů zdrojů (doprava a lokální zdroje) doplněna o vliv významných průmyslových zdrojů. Nezanedbatelný význam zde má také dálkový a přeshraniční transport. Nasvědčuje tomu střední hodnota překračující 32 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ měřená na venkovské stanici Věřňovice ležící na spojnici ostravské aglomerace a polských průmyslových pohraničních oblastí s hustou sítí lokálních zdrojů v Jastřebsko-Rybnické oblasti ([příloha č. 6, obr. č. 45](#)).

PM₁₀ - Stanovení

Integrální – gravimetrie – detekční limit (DL) 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

On-line – ČSN EN 12341:

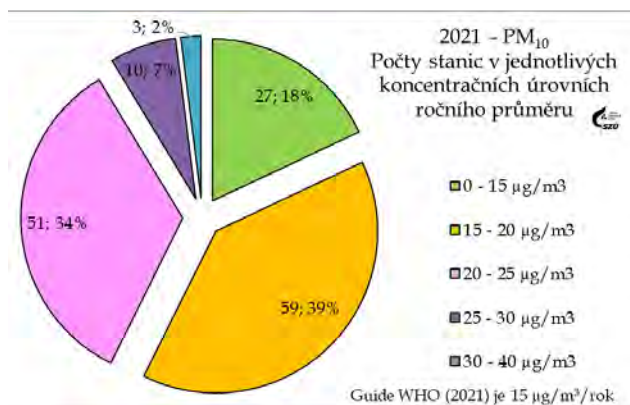
„Kvalita ovzduší – referenční gravimetrická metoda stanovení hmotnostní koncentrace frakcí aerosolových částic PM₁₀ a PM_{2,5}“.

Imisní limit

Rok – 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

24 hod. – 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (nesmí být překročen více jak 35krát/rok).

WHO nedoporučuje překračovat hodnotu 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ročního průměru.



Obr. č. 9 - 2021 – PM₁₀, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

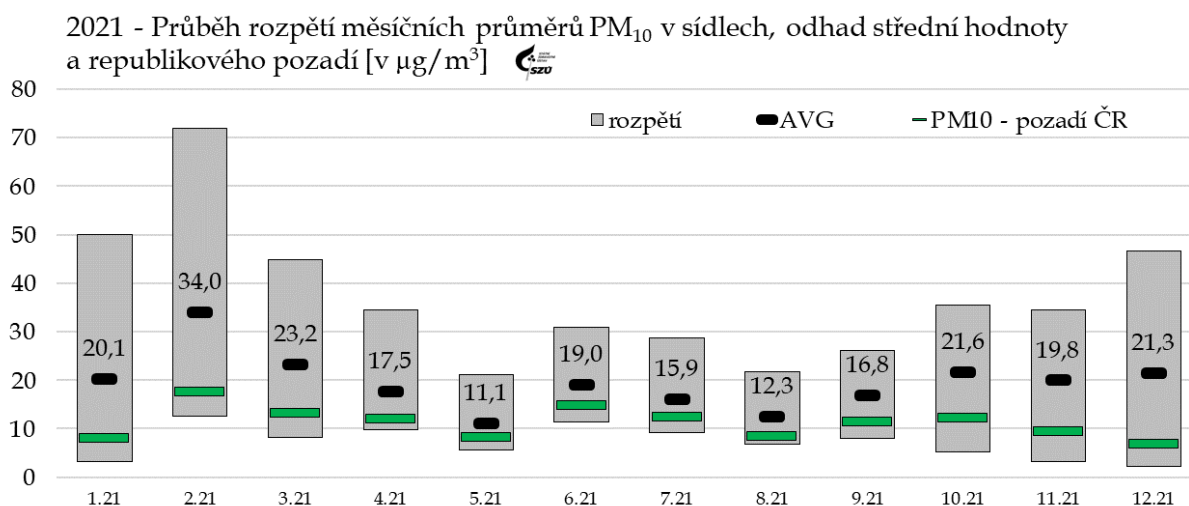
- Hodnoty ročního aritmetického průměru měřené na pozaďových stanicích ČHMÚ byly v rozmezí 7 až 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Překročení denního imisního limitu (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) přitom bylo naměřeno i na pozaďových stanicích nebo stanicích hodnotitelných jako pozadí (Košetice, Jeseník, Rudolice v Horách, Hojná Voda, Churáňov, Měděnec, Svatouch a Polom).
- Roční střední hodnota se ve všech krajích, kromě moravsko-slezského, v dopravou nezatížených lokalitách pohybovala v rozsahu od 12,9 do 23,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. V dopravně zatížených lokalitách byly roční průměry, v závislosti na intenzitě dopravy, od 15,1 do

25,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. V oblastech s průmyslovou zátěží byly naměřeny roční průměry v rozmezí od 17,8 do 25,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. V moravsko-slezském kraji byly roční aritmetické průměry PM_{10} v ovzduší v průměru o přibližně 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ vyšší než v ostatních regionech. Nejvyšší hodnota ročního průměru byla zjištěna na stanici Ostrava - Radvanice (TORE) s hodnotou 34,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Hodnota ročního průměru nepřekročila v roce 2021 imisní limit 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na žádné stanici.

- Druhé kritérium překročení imisního limitu (tj. více než 35 překročení 24 hod. limitu 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{kalendářní rok}$) bylo v roce 2021 naplněno na 4 (3,2 %) ze 126 hodnocených měřicích stanic. 24hodinový imisní limit (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) nebyl překročen na některých požadových stanicích a také na 8 městských stanicích; ve všech ostatních monitorovaných lokalitách byl minimálně jednou překročen. Nejvyšší počet překročení, a to 59, byl zaznamenán na měřicí stanici v Ostravě - Radvanicích (TORE), 56 překročení bylo zaznamenáno také na stanici ve Věřnovicích (TVER).
- Pouze na pěti stanicích ($\approx 4\%$), včetně požadových nebyla v roce 2021 překročena hodnota doporučení WHO (45 $\mu\text{g}/\text{m}^3/24\text{hodin}$). Nejvíce (> 50) překročení doporučené 24 hodinové hodnoty WHO bylo v roce 2021 naměřeno na stanicích v Moravskoslezském kraji:

V Rychvaldu - okr. Karviná (TRYC) - 53 překročení, Věřnovicích (TVER) - 67, Havířově (THAR) - 51, Ostravě-Radvanicích (TORE) - 78 a v Karviné (TKAV) - 67.

Přetrvává rozdíl, v roce 2021 mírně zvýšený, cca 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ročního průměru mezi městskými stanicemi v moravsko-slezském kraji a ostatními regiony ČR. Měřené hodnoty významně ovlivnila kombinace příznivých rozptylových podmínek a pokračujících teplých zim.



Obr. č. 10 - 2021 - PM_{10} , rozpětí měsíčních průměrů v sídlech

Průběh hodnot, zvláště v období února 2021, byl v oblastech s extenzivní dopravní zátěží nebo s vyšší hustotou lokálních topenišť pravděpodobně ovlivněn opatřeními nouzového stavu vyhlášenými v rámci pandemie SARS-CoV-2.

3.7 Suspendované částice frakce PM_{2,5}

Hodnocení výsledků měření suspendovaných částic frakce PM_{2,5} vychází z dat 79 stanic v 53 sídlech. Průměrné roční hmotnostní koncentrace se pohybovaly od 9 do 26,6 µg/m³. Hodnota ročního imisního limitu 20 µg/m³ byla překročena na 8 stanicích v Moravsko-slezském kraji. Roční průměr na pozadové stanici v Košetících byl 9,7 µg/m³.

Podíl suspendovaných částic frakce PM_{2,5} ve frakci PM₁₀ vypočítaný z hodnot souběžně měřených na 80 hodnocených stanicích se pohybuje od 0,55 na stanici v Plzni (PPLV) po 0,84 na stanici v Děčíně (UDCM). Průměrná hodnota se dlouhodobě pohybuje na úrovni 75 %, v roce 2021 byla 0,73 (0,71 v roce 2020). Vyšší podíl je zjišťován v zimních měsících nebo například za smogových situací. Pouze na třech z do hodnocení zahrnutých městských stanic nebylo překročeno 10 µg/m³ ročního průměru (dvojnásobek teoretické nejnižší rizikové expozice AQG podle WHO) ([příloha č. 6, obr. č. 46](#)). Průběh hodnot, v období února 2021, byl v oblastech s extenzivní dopravní zátěží nebo s vyšší hustotou lokálních topenišť pravděpodobně ovlivněn opatřeními nouzového stavu vyhlášenými v rámci pandemie SARS-CoV-2.

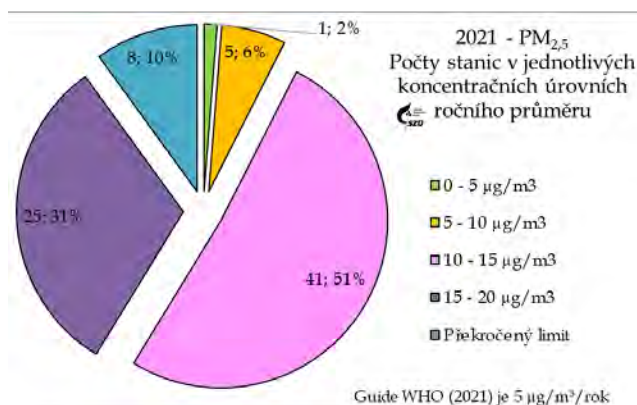
PM_{2,5} - Stanovení

ČSN EN 12341: „Kvalita ovzduší – Referenční gravimetrická metoda stanovení hmotnostní koncentrace frakcí aerosolových částic PM₁₀ a PM_{2,5}“

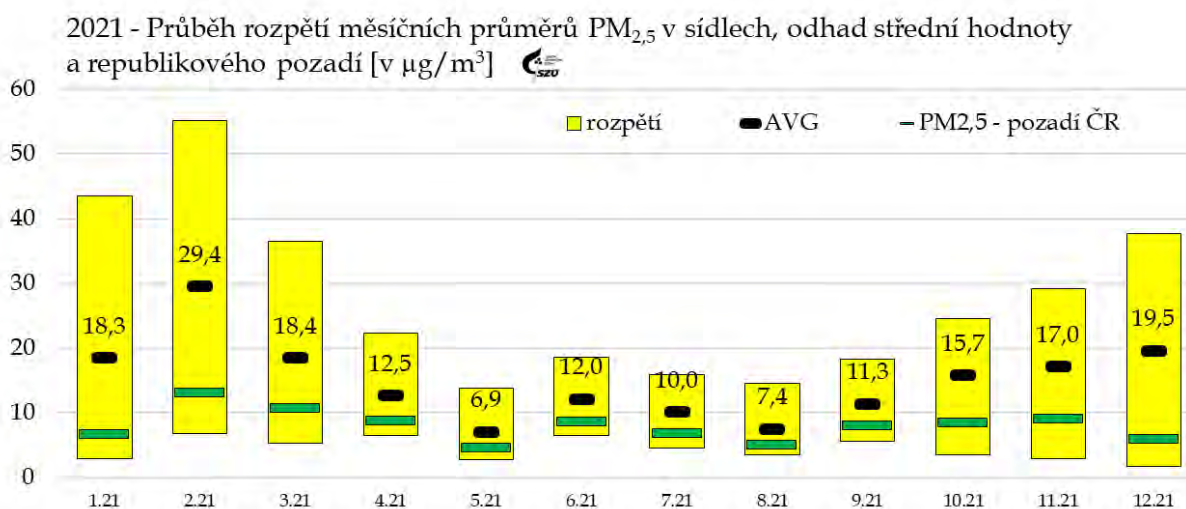
Imisní limit

rok – 20 µg/m³

WHO nedoporučuje překračovat hodnotu 5 µg/m³ ročního průměru.



Obr. č. 11 - 2021 - PM_{2,5}, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru



Obr. č. 12 - 2021 - PM_{2,5}, rozpětí měsíčních průměrů v sídlech

3.8 Oxid uhelnatý - CO

Imisní charakteristiky CO byly v roce 2021 hodnoceny na - 12 stanicích. Roční průměr CO na pozad'ové stanici v Košetících (JJKOS) byl 236 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$.

Nejvyšší roční aritmetické průměry - nad 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - byly naměřeny na dopravních „hot spot“ stanicích v Praze 2 Legerova (ALEG), v Ústí nad Labem Všebořická (UULD) a na stanici v Ostravě na Českobratrské (TOCB).

Jednoznačnost vazby vyšších měřených hodnot na lokality zatížené dopravou dokládá i skutečnost, že 24 hodinové hodnoty překračující 1 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ se objevují výjimečně, a to v jednotkách za rok a většinou pouze na dopravně extrémně zatížených stanicích - dopravních „hot-spotech“.

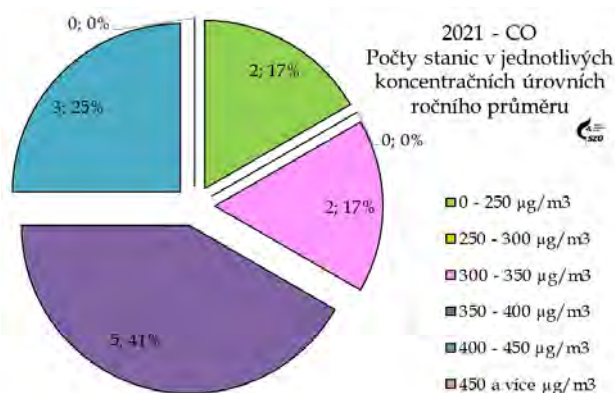
Imisní limit nebyl v roce 2021 na žádné stanici překročen. V případě CO jsou roční průměry z měřících stanic přibližně na 10 % hodnoty AQG stanovené WHO pro 8 hodinový klouzavý průměr v roce 2021.

CO - stanovení

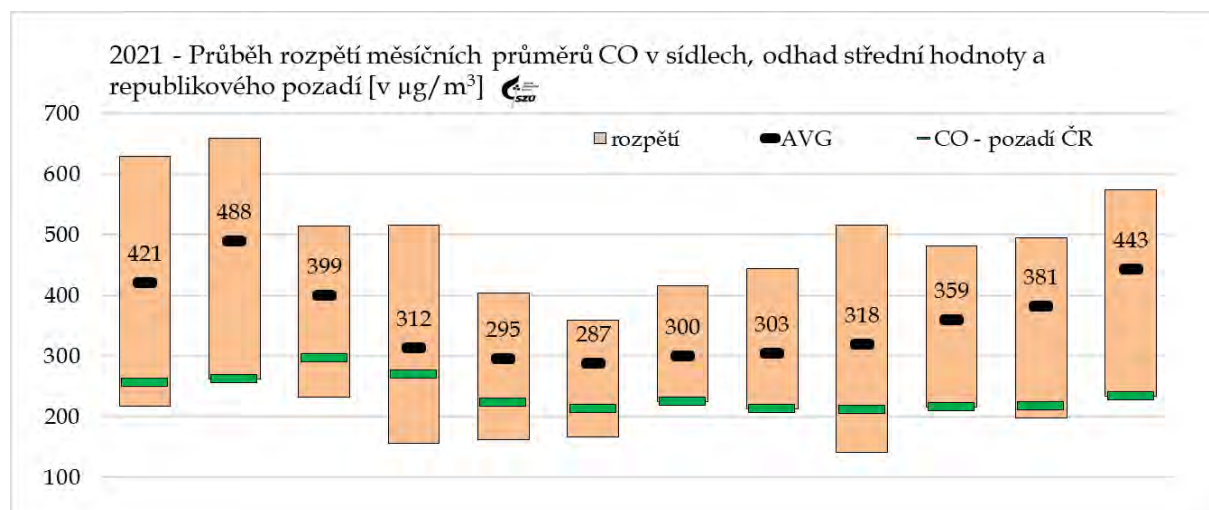
On-line - ČSN EN 14626:
„Kvalita ovzduší - normovaná metoda stanovení oxidu uhelnatého nedisperzní infračervenou spektrometrií.“

Imisní limit

stanoven (10 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) - jako maximální 8 hod. klouzavý průměr.



Obr. č. 13 - 2021 - CO, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru



Obr. č. 14 - 2021 - CO, rozpětí měsíčních průměrů v sídlech

Průběh hodnot, zvláště v období února 2021, byl v oblastech s vyšší hustotou lokálních topenišť pravděpodobně ovlivněn opatřeními nouzového stavu vyhlášenými v rámci pandemie SARS-CoV-2.

3.9 Ozón - O₃

Do sledování hmotnostních koncentrací ozónu byla v roce 2021 zahrnuta data z 56 stanic ve 43 městech a v 6 pražských obvodech.

Na pozad'ových stanicích se roční aritmetické průměry pohybovaly v rozmezí 61,5 až 71,8 µg/m³. V městských lokalitách byly v rozsahu od 37,4 µg/m³ na stanici v Praze 9 (AVYN), do 60 µg/m³ na stanici v Těšnovicích (ZTNV).

Na všech stanicích byla v roce 2021 alespoň jednou překročena hodnota 120 µg/m³ u denního 8hodinového klouzavého průměru. Nejvyšší hodnota byla naměřena na stanici Sněžník (USNZ) - 154 µg/m³/8hod. Imisní limit byl překročen na čtyřech stanicích. Srovnání s AQG WHO nelze pro nedostatek podkladů provést. Hodnoty nad 70 µg/m³ ročního průměru byly naměřeny celkem na pěti pozad'ových stanicích, kdy se jedná o výše položené pozad'ové stanice primárně zaměřené na hodnocení dálkového transportu. Nejvyšší hodnota ročního průměru v ČR byla naměřena na stanici Černá Hora (TCER) 71,8 µg/m³/rok.

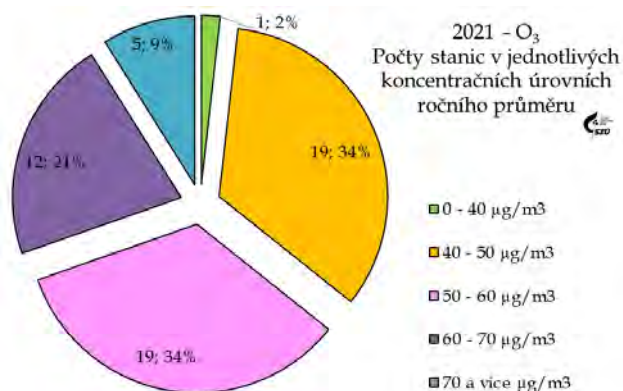
O₃ - Stanovení

On-line - ČSN EN 14625:

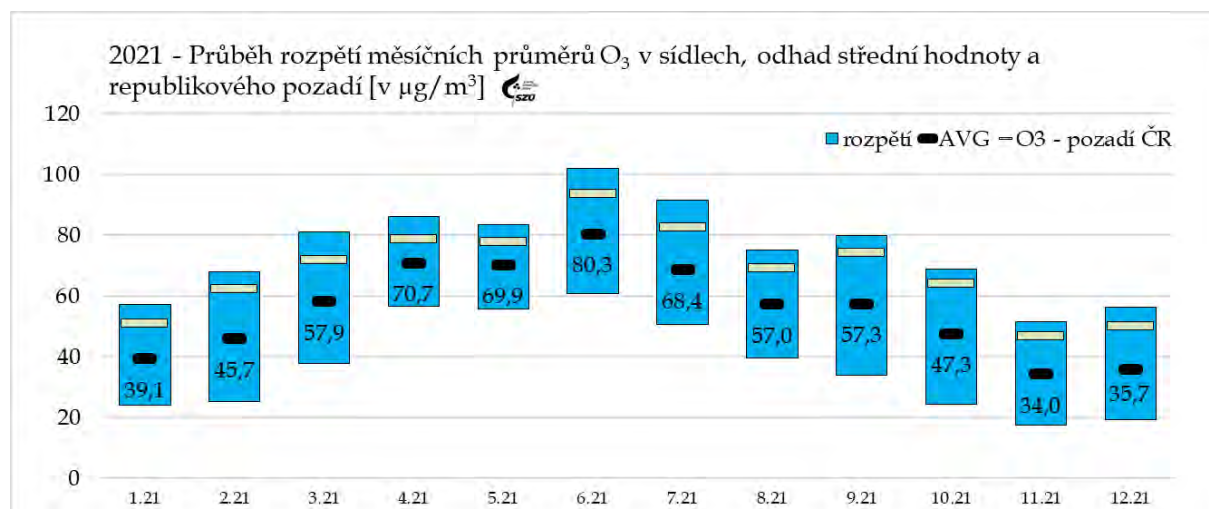
„Kvalita ovzduší - normovaná metoda stanovení ozónu ultrafialovou spektrometrií“

Imisní limit

stanoven (120 µg/m³) - jako maximální 8 hod. klouzavý průměr, hodnota nesmí být překročena více jak 25krát/rok, v průměru za tři roky.



Obr. č. 15 - 2021 - O₃, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru



Obr. č. 16 - 2021 - O₃, rozpětí měsíčních průměrů v sídlech

4 Těžké kovy

Šest základních kovů - arsen, kadmium, olovo, nikl, chrom a mangan bylo sledováno na 52 stanicích provozovaných ČHMÚ a zdravotními ústavy.

Součástí zpracování jsou i data dalších šesti kovů, sledovaných v síti ČHMÚ; mimo výše uvedených se dále jednalo o vanad, selen, kobalt, železo, měď a zinek. Nejsou ale pro ně stanoveny imisní limity nebo referenční koncentrace a zatím ani hodnoty použitelné pro hodnocení jejich expozice a vlivu na zdraví.

Proto jsou zpracovány pouze v tabelární formě dostupné na http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/imisky/tk_2021.pdf

Posledním sledovaným kovem je titan měřený od roku 2018 ve frakcích PM₁₀ a PM_{2,5} na stanici v SZÚ.

Na třech měřicích stanicích byly v roce 2021 k dispozici i paralelně měřené hodnoty kovů ve frakci PM_{2,5} - Praha 10 Šrobárova (ASRO), Košetice (JKOS) a Ostrava-Poruba (TOPO).

Hmotnostní koncentrace vybraných kovů byly, na stanicích provozovaných zdravotními ústavy, získány ze čtrnáctidenních a týdenních sumačních vzorků suspendovaných částic odebíraných podle jednotného harmonogramu. V síti stanic (programy 0/5) provozovaných ČHMÚ jsou odebírány/analyzovány 24 hodinové vzorky v režimu každý druhý den, výběrově každý třetí nebo šestý den.

K rozkladu odebraných vzorků se používá mikrovlnná pec. Stanovení stopových množství kovů postupy AAS (plamenová AAS, bezplamenová atomizace a hydridová technika) vychází z příslušných referenčních návodů a řídí se, stejně jako v případě ostatních používaných postupů (ICP, XRF...), individuálními laboratorními postupy.

Do vyhodnocení byly pro srovnání zahrnuty roční střední hodnoty stanic EMEP Košetice a Bílý Kříž a z dalších stanic charakterizovatelných u některých prvků jako pozad'ové - Churáňov, Červená Hora, Souš, Jizerka, Kocelovice, Kuchařovice, Černíny, Lovčice a Svratouch.

Hodnoty na stanicích ve městech se i díky nadprůměrně teplé zimě a příznivým rozptylovým podmínkám meziročně (2020/2021) významně nezměnily.

4.1 Arsen - As

Sezónně zvýšené koncentrace arsenu jsou obecně považovány za citlivý indikátor spalování pevných paliv (zvláště fosilních paliv v domácích topeništích). Jak prokazují měřicí stanice reprezentující okolí významných průmyslových zdrojů v Ostravě, představují i významnou složku emitovanou z metalurgických procesů.

Význam malých zdrojů (lokálních topenišť spalujících pevná/fosilní paliva) potvrzuje maximální hodnota 3,3 ng/m³ ročního průměru na příměstské stanici Praha 5 Řeporyje.

Vyšší hodnoty byly naměřené na dalších podobně umístěných příměstských stanicích (Lom u Mostu, Doksany, Kladno-Švermov) nebo v Tanvaldu, kde se roční průměrná hodnota pohybovala mezi 2,0 až 2,5 ng/m³ ([příloha č. 6, obr. č. 47](#)).

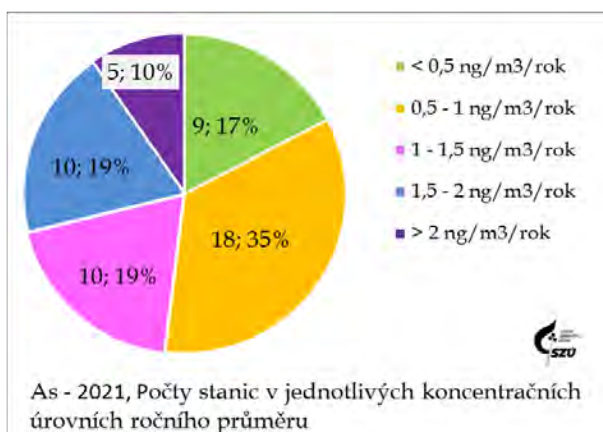
- Roční střední hodnota z pozadových stanic provozovaných ČHMÚ byla na úrovni 0,13 až 0,60 ng/m³, odhad hodnoty republikového pozadí byl 0,45 ng/m³ - tj. na úrovni 7,5 % imisního limitu.
- Roční aritmetický průměr koncentrace arsenu v suspendovaných částicích překročil 3 ng/m³ - tj. úroveň poloviny IL na jedné stanici Praha 5 Řeporyje (ARER); na pěti stanicích byla hodnota ročního průměru vyšší než 2 ng/m³. Imisní limit nebyl v roce 2021 překročen na žádné stanici. Na 27 stanicích (52 %), včetně pozadových, nepřekročila hodnota ročního průměru 1 ng/m³.
- Odhad střední hodnoty pro obydlené lokality - 0,96 ng/m³ imisní limit naplňuje ze 16 % a je tak přibližně dvojnásobný ve srovnání s hodnotami měřenými na pozadových stanicích.

As - Stanovení

ČSN EN 14902: „Kvalita ovzduší - normovaná metoda pro stanovení Pb, Cd, As a Ni ve frakci PM₁₀ aerosolových částic.“

Imisní limit

IL - imisní limit stanovený jako roční aritmetický průměr - 0,006 µg/m³ (= 6 ng/m³)
Jednotka karcinogenního rizika (UCR) - 1,5 × 10⁻³ (µg.m⁻³)⁻¹.



Obr. č. 17 - 2021 - As, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

Teoretický odhad pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění při celoživotní expozici měřeným koncentracím arsenu se pro sledovaná města pohybuje v rozsahu 1,95 × 10⁻⁷ až 4,95 × 10⁻⁶, tj. přibližně 2 přídatné případy na 10 miliónů až 5 případů na 1 milion celoživotně exponovaných obyvatel ([příloha č. 6, obr. č. 55 a](#)). Významu spalování pevných a fosilních paliv v malých městech a na předměstích odpovídá i odhad pro městské extenzivně dopravou a průmyslem nezátížené oblasti na úrovni 1,44 × 10⁻⁶, tj. na úrovni 1 případu na 1 milion celoživotně exponovaných obyvatel.

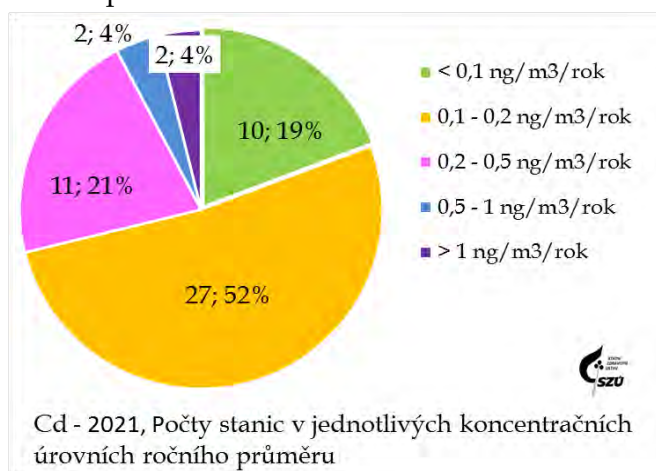
4.2 Kadmiem - Cd

Roční aritmetické průměry se na pozadových stanicích pohybovaly mezi 0,01 až 0,08 ng/m³. Z 45 městských stanic byl roční průměr 0,5 ng/m³ (10 % IL) překročen pouze na čtyřech stanicích, dvou v Ostravě (TORE a TORO), a dvou stanicích v okolí Tanvaldu (LSOU a LTAS) ([příloha č. 6, obr. č. 48](#)).

Na většině městských stanic byly roční průměry přibližně dvakrát až třikrát vyšší než hodnoty měřené na pozadových stanicích, příčinou lokálního mírného zvýšení je pravděpodobně spalování pevných paliv a odpadů v domácích topeništích.

Imisní limit nebyl na žádné stanici překročen. Na 92 % městských stanic nebyla překročena hodnota 0,5 ng/m³ (10 % IL) ročního průměru.

- Odhad střední hodnoty pro městské oblasti 0,16 ng/m³ je proti hodnotám měřeným na pozadových stanicích přibližně dvojnásobný.
- Hodnoty vyšší než 1,0 ng/m³/rok byly naměřeny na stanici v Ostravě - Radvanice (TORE) - 1,56 ng/m³ a Tanvald (LTAS) - 1,92 ng/m³. Lze je shodně připisat vlivu průmyslových zdrojů případně staré zátěži.
- Imisní limit nebyl na žádné stanici v roce 2021 překročen.



Obr. č. 18 - 2021 - Cd, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

Teoretický odhad pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění při celoživotní expozici měřeným koncentracím kadmia se pro sledovaná města pohybuje v rozsahu $3,2 \times 10^{-8}$ až $9,41 \times 10^{-7}$, tj. na nejvíce exponované lokalitě cca 1 případ z 1 milionu, v ostatních lokalitách cca 3 případy na sto milionů celoživotně exponovaných obyvatel ([příloha č. 6, obr. č. 55 c](#)). Odhad pro městské extenzivně dopravou a průmyslem nezátížené oblasti je na přibližně úrovni $1,0 \times 10^{-7}$, tj. přibližně 1 případ na 10 milionů celoživotně exponovaných obyvatel.

4.3 Olovo - Pb

Odhad roční střední hodnoty hmotnostní koncentrace olova v aerosolu ve venkovním ovzduší sídel $\approx 6,3 \text{ ng/m}^3$ tj. 1/100 IL) řadí olovo mezi zdravotně méně významné škodliviny.

Skutečnost, že hodnota ročního průměru nepřekročila $10 \text{ ng/m}^3/\text{rok}$ (2 % IL) na 34 ze 42 do hodnocení zahrnutých městských stanic, svědčí o téměř zanedbatelném významu plošně působících zdrojů. Blízkost hodnot ročního aritmetického a geometrického průměru svědčí o stabilitě a homogenitě měřených imisních hodnot bez velkých sezónních, klimatických i jiných výkyvů ([příloha č. 6, obr. č. 50](#)).

Imisní limit nebyl na žádné stanici v roce 2021 překročen.

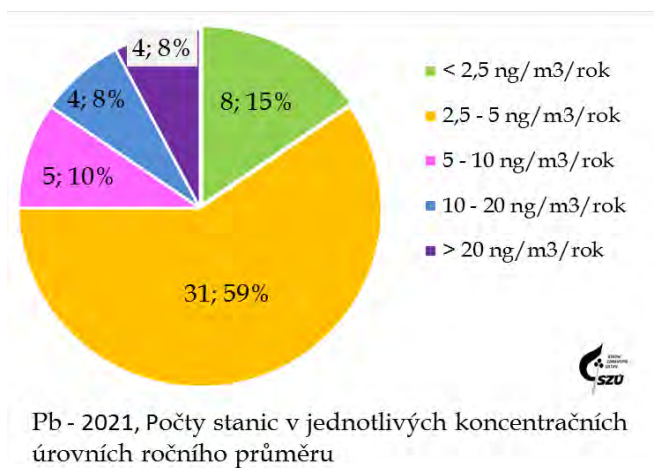
- Odhad střední hodnoty pro městské oblasti ($6,3 \text{ ng/m}^3$) je téměř dvojnásobkem hodnot naměřených na pozadových stanicích, kde bylo na všech stanicích naměřeno méně než $4 \text{ ng/m}^3/\text{rok}$.
- Na 29 městských stanicích (69%) hodnota ročního průměru nepřekročila 5 ng/m^3 .
- Roční střední hodnota $> 20 \text{ ng/m}^3$ byla zjištěna na 3 stanicích v Ostravě a stanici v Příbrami, roční průměry v rozmezí 10 až 20 ng/m^3 pak byly v roce 2021 naměřeny na dalších čtyřech stanicích - Karviná (TKAO), Olomouc (MOLS), Ostrava (TOPR) a Český Těšín (TCTN). Mají lokální charakter a přímou souvislost s okolní průmyslovou zátěží. Nejvyšší hodnota byla naměřena na stanici Ostrava - Radvanice - $50,5 \text{ ng/m}^3$ (cca 10 % IL).

Pb - Stanovení

ČSN EN 14902: "Kvalita ovzduší - normovaná metoda pro stanovení Pb, Cd, As a Ni ve frakci PM₁₀ aerosolových částic".

Imisní limit

IL - imisní limit stanovený jako roční aritmetický průměr - $0,5 \text{ } \mu\text{g/m}^3$
(= 500 ng/m^3 - odpovídá doporučené hodnotě WHO).



Obr. č. 19 - 2021 - Pb, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

4.4 Nikl – Ni

V případě Ni nelze ve městech přisoudit majoritní význam žádnému z hlavních typů zdrojů, které přicházejí v úvahu (doprava a antikorozi ochrana, průmysl – legování ocelí).

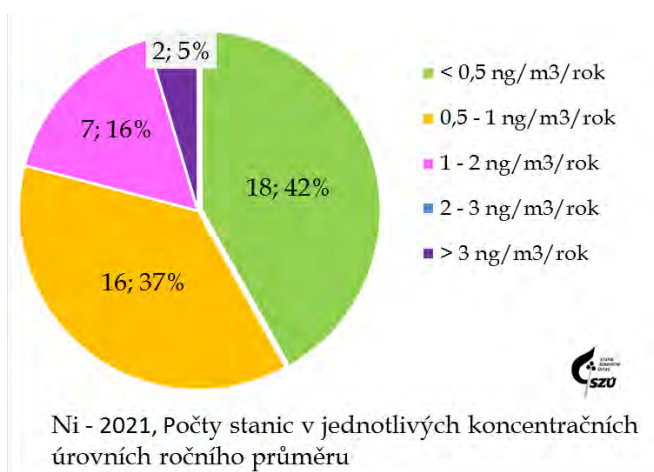
- Hodnoty ročních aritmetických průměrů niklu na pozadových stanicích nepřesáhly 0,3 ng/m³/rok; tj. 1,5 % IL ([příloha č. 6, obr. č. 49](#)).
- Odhad střední hodnoty pro obydlené oblasti je 0,52 ng/m³.
- Pouze na dvou stanicích byla naměřena hodnota přesahující 15 % imisního limitu - v Ostravě – Ostrava - Přívoz (TOPR) – 3,2 ng/m³ a Mariánské Hory (TOMH) – 3,2 ng/m³.
- Roční imisní limit nebyl na žádné stanici překročen.
- Na 34 městských stanicích (81 %) nepřekročila hodnota ročního průměru 1 ng/m³.

Ni - Stanovení

ČSN EN 14902: “Kvalita ovzduší – normovaná metoda pro stanovení Pb, Cd, As a Ni ve frakci PM₁₀ aerosolových částic”.

Imisní limit

IL – imisní limit stanovený jako roční aritmetický průměr - 0,020 µg/m³ (= 20 ng/m³).
Jednotka karcinogenního rizika (UCR) – 3,8 × 10⁻⁴ (µg.m⁻³)⁻¹.



Obr. č. 20 - 2021 – Ni, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

Teoretický odhad pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění při celoživotní expozici měřeným koncentracím niklu se pro sledovaná města pohybuje v rozsahu 6,5 × 10⁻⁸ až 1,2 × 10⁻⁶, tj. 1 případ na deset milionů až jeden případ na milion celoživotně exponovaných obyvatel.

Odhad pro městské dopravou a průmyslem nezátížené stanice je na úrovni 2 × 10⁻⁷, tj. 2 případy na 10 milionů celoživotně exponovaných obyvatel. ([příloha č. 6, obr. č. 55 b](#)).

4.5 Mangan – Mn

Roční průměry manganu na 34 městských stanicích nepřekročily 10 ng/m³ (6,7 % RfK), více zatížené lokality se nachází téměř výhradně v Moravskoslezském kraji.

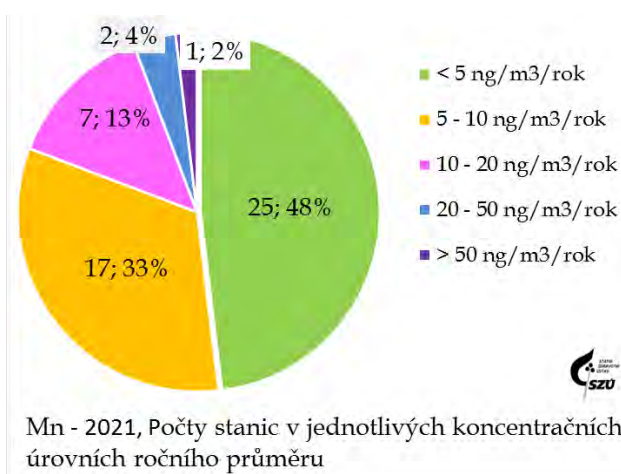
- Hodnoty ročních aritmetických průměrů na pozadových stanicích nepřekročily 3,4 ng/m³.
- Nejvyšší hodnoty byly zjištěny na dvou průmyslem zatížených stanicích v Ostravě Radvanicích (TORE) – 75,2 ng/m³ (tj. cca 50 % stanovené RfK) a (TORO) – 42,8 ng/m³, které jsou v blízkosti zdroje Liberty Ostrava.
- Odhad střední hodnoty pro obydlené oblasti je 6,0 ng/m³.
- Referenční koncentrace nebyla v roce 2021 překročena na žádné měřicí stanici.

Mn - Stanovení

ČSN EN 14902: “Kvalita ovzduší – normovaná metoda pro stanovení Pb, Cd, As a Ni ve frakci PM₁₀ aerosolových částic”.

Imisní limit

Limit není stanoven, referenční koncentrace (RfK) stanovená SZÚ – 0,15 µg/m³/rok (150 ng/m³/rok).



Obr. č. 21 - 2021 – Mn, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

4.6 Chrom – Cr

- Na 19 z 44 hodnocených městských stanic (43 %) se roční aritmetické průměry pohybovaly v rozmezí do 1 ng/m³/rok.
- V rozmezí 1 až 5 ng/m³ ročního průměru to bylo celkem 23 stanic (52 %).
- Na dvou stanicích (Ostrava – TORE a Klatovy – PKLS) překročila hodnota ročního průměru 5 ng/m³.
- Konzervativní odhad střední hodnoty v neexponovaných lokalitách zahrnutých sídel je 1,17 ng/m³/rok.
- Za modelového odhadu, při středním zastoupení Cr^{VI+} ve směsi na úrovni 0,1 až 0,5 %, by se koncentrace Cr^{VI+} pohybovaly převážně v rozmezí 0,002 - 0,01 ng/m³, tedy pod úrovní 40 % referenční koncentrace.

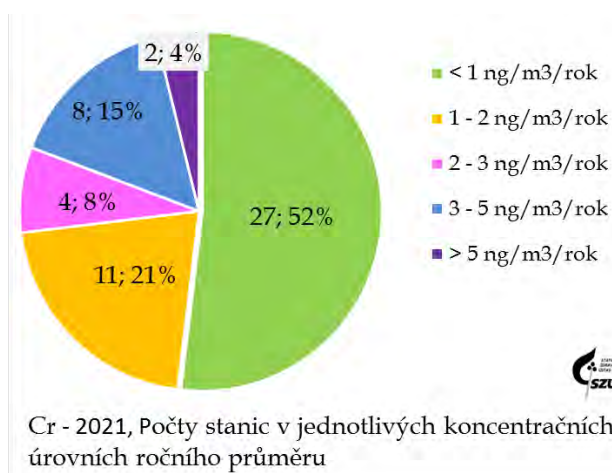
Cr - Stanovení

ČSN EN 14902: “Kvalita ovzduší – normovaná metoda pro stanovení Pb, Cd, As a Ni ve frakci PM₁₀ aerosolových částí”.

Imisní limit

Imisní limit - není stanoven, referenční koncentrace SZÚ (pouze pro Cr^{VI+}) – $2,5 \times 10^{-5}$ µg/m³/rok (0,025 ng/m³/rok).

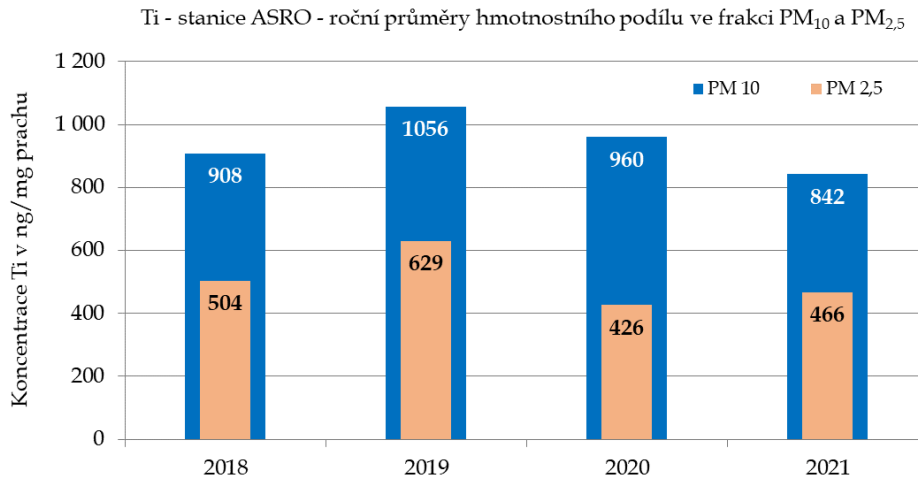
Uvedenou referenční koncentraci nelze pro hodnocení celkového chromu ve venkovním ovzduší (variabilní směs Cr^{III+} a Cr^{VI+} s odhadovaným zastoupením Cr^{VI+} v rozsahu od 0,01 % do 10 % - tj. čtyř řádů) přímo použít.



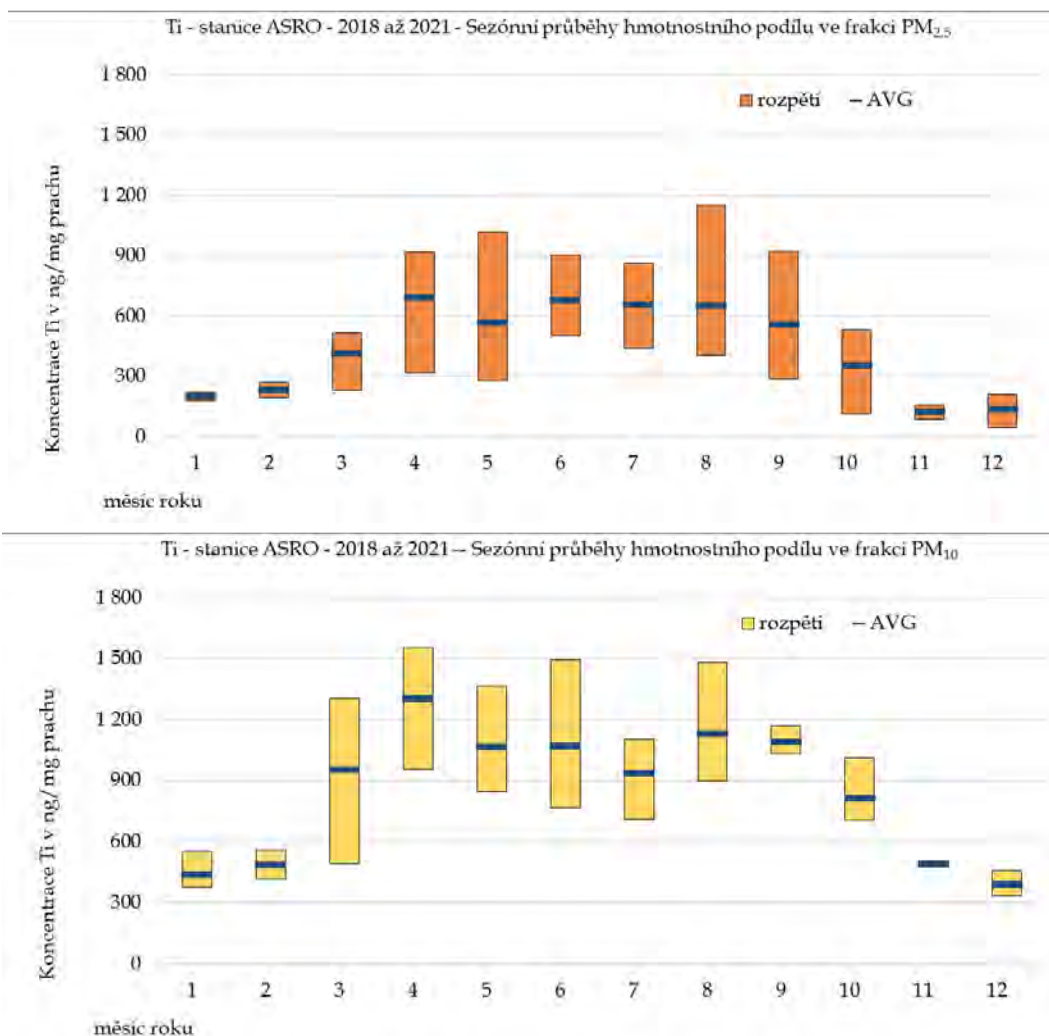
Obr. č. 22 - 2021 – Cr, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

4.7 Titan – Ti

Hmotnostní koncentrace Ti se na stanici ASRO ve Státním zdravotním ústavu sledují ve frakcích PM₁₀ a PM_{2,5} od roku 2018. Cílem je kvantifikovat zátěž prostředí. Ta zahrnuje jak přirozený výskyt, tak narůstající antropogenní aktivity.



Obr. č. 23 - 2021 - roční průměry hmotnostního podílu Ti v měřených frakcích



Obr. č. 24 a, b, 2018 - 2021, Sezónní průběhy hmotnostního podílu Ti v měřených frakcích

5 Specifické sledované látky

5.1 VOC – těkavé organické látky

Do zpracování za rok 2021 byly zahrnuty hodnoty benzenu měřené na 33 stanicích, z nichž 2 stanice (Košetice – JKOS a Rudolice v Horách – URVH) lze klasifikovat jako pozad'ové.

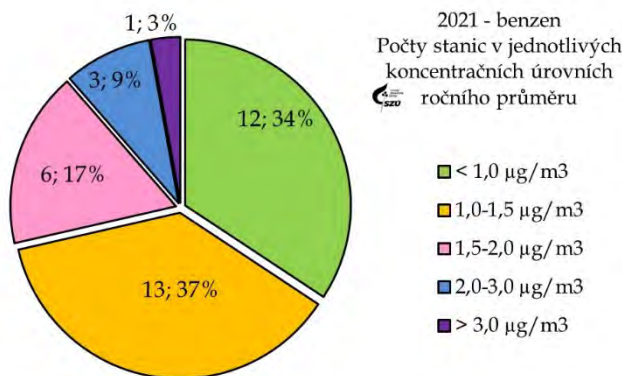
Dvě stanice (Ústí nad Labem – UULMD a Ostrava – TOCBD) byly pro nedostatečný počet hodnot z hodnocení vyřazeny. Všechny stanice provozuje ČHMÚ v rámci státní imisní sítě AIM.

Úroveň znečištění ovzduší benzenem se v roce 2021 v měřených městských lokalitách pohybovala v rozmezí 0,6 – 3,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$.

Imisní limit pro benzen nebyl překročen na žádné měřicí stanici. ([příloha č. 6, obr. č. 51, a,b](#)).

Pro hodnoty benzenu naměřené na stanicích v různých městských lokalitách platí:

- Hodnoty ročního aritmetického průměru na pozad'ových stanicích byly 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 0,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Rozpětí ročních průměrů na městských stanicích nezatížených průmyslem a intenzivní dopravou se pohybuje mezi 0,6 až 1,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Odhad střední hodnoty ve městech je 1,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$.
- V dopravně silně zatížených lokalitách byla střední roční hodnota 1,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ (rozpětí 0,9 – 2,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).
- V průmyslově zatížených lokalitách (chemický průmysl, metalurgie...) jsou dlouhodobě zjišťovány nejvyšší střední hodnoty (průměr – 1,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$). Rozpětí naměřených koncentrací všech průmyslových lokalit je ale poměrně široké 0,7 až 3,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$.



Obr. č. 25 - 2021 – Benzen, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

Teoretický odhad pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění při celoživotní expozici měřeným koncentracím benzenu pro průmyslem a dopravou extenzivně nezatížené lokality je $6,6 \times 10^{-6}$ (tj. cca 1 osoba na 100 tisíc obyvatel), rozpětí ve sledovaných městech je od $3,6 \times 10^{-6}$ po $2,1 \times 10^{-5}$ ([příloha č. 6, obr. č. 55 d](#)), tj. od 4 do 21 osob na 1 milion celoživotně exponovaných obyvatel.

Benzen - stanovení

ČSN EN ISO 16017-1 „Vnitřní, venkovní a pracovní ovzduší – Odběr vzorku VOC sorpčními trubicemi, tepelná desorpce a analýza GC- Část 1: Odběr vzorku prosáváním sorpční trubicí“

Imisní limit

Limit pro benzen je 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$. Jednotka karcinogenního rizika (UCR) je $6 \times 10^{-6}(\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3})^{-1}$.

5.2 PAU – polycyklické aromatické uhlovodíky

Do zpracování za rok 2021 byly zahrnuty hodnoty polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU) měřené na 48 stanicích (z toho jedna stanice – Plzeň - Roudná) byla pro nedostatečný počet hodnot ze zpracování vyřazena). Stanici Košetice (JKOS) lze klasifikovat jako pozadřovou.

Sledováno bylo spektrum 9 výšemolekulárních PAU, které jsou majoritně vázané na submikronových částicích a mají významné karcinogenní účinky:

- Benzo[*a*]antracen (BaA), chrysen (CRY), benzo[*b*]fluoranten (BbF), benzo[*j*]fluoranthen (BjF), benzo[*k*]fluoranten (BkF), benzo[*a*]pyren (BaP), benzo[*g,h,i*]perylene (BghiP), dibenz[*a,h*]antracen (BahA), indeno[1,2,3-*cd*]pyren (IcdP)
- Výběrově, na 26 stanicích ČHMÚ, bylo spektrum PAU rozšířeno o benzo[*e*]pyren (BeP), coronen (COR), pícen (PIC) a perylen (PRL)
- Vyhodnocován byl i toxický ekvivalent BaP - TEQ.

Odběry PAU byly, podle Směrnice 2004/10/ES pro stacionární měření, prováděny každý 3. den, na 4 stanicích bylo prováděno tzv. indikativní měření – každý 6. den.

Z porovnání imisních charakteristik stanic umístěných v jednotlivých typech městských lokalit vyplývá, že se jedná vždy o kombinaci vlivu dvou typů zdrojů emisí PAU (domácí energetické zdroje a doprava), kdy se emise z liniových zdrojů sčítají s městským pozadím ovlivňovaným lokálními malými zdroji. Specifickým případem je exponovaná ostravsko-karvinská aglomerace, kde se k obvyklým zdrojům (doprava a lokální zdroje) přidávají jako majoritní zdroje velké průmyslové celky a dálkový transport.

V centrech městských celků a aglomerací lze zátěž z dopravy charakterizovat jako plošnou, rozdíly mezi málo a významně exponovanými lokalitami jsou minimální. Domácí topeniště se prosazují hlavně v okrajových částech měst a v místech s významným podílem spalování pevných paliv. Tyto lokality se vyznačují vyššími koncentracemi v topném období a hodnotami pod mezí detekce v netopném období. Výše uvedené závěry lze aplikovat na měřené hodnoty jednotlivých PAU.

Pro benzo[*a*]pyren (BaP), který je většinou používán jako indikátor zátěže ovzduší, platí:

- Hodnota ročního aritmetického průměru na pozadřové stanicí byla 0,25 ng/m³ a zároveň se zde hmotnostní koncentrace v zimním období pohybovaly v jednotkách ng/m³. Srovnatelnou úroveň zátěže lze najít v některých městských lokalitách.
- Rozpětí ročních průměrů na městských stanicích nezátížených průmyslem a intenzivní dopravou se pohybuje mezi 0,3 až 2,9 ng/m³, odhad střední hodnoty zde je

PAU - Stanovení

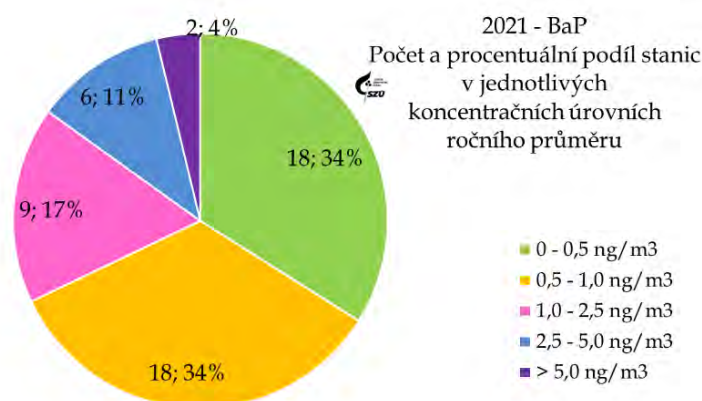
ČSN P CEN/TS 16645 - „Kvalita ovzduší - Metoda měření benzo[*a*]anthracenu, benzo[*b*]fluorantenu, benzo[*j*]fluorantenu, benzo[*k*]fluorantenu, dibenz[*a,h*]anthracenu, indeno[1,2,3-*cd*]pyrenu a benzo[*ghi*]perylenu ČSN EN 15549 „Kvalita ovzduší – Normovaná metoda stanovení benzo[*a*]pyrenu ve venkovním ovzduší“.

Imisní limit

Je stanoven pro benzo[*a*]pyren (BaP) jako roční – 0,001 µg/m³ (1 ng/m³). Jednotka karcinogenního rizika (UCR) pro BaP – $8,7 \times 10^{-2}(\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3})^{-1}$. Referenční koncentrace (Rfk) je stanovena SZÚ jako roční pro benzo[*a*]antracen – 0,01 µg/m³ (10 ng/m³).

0,9 ng/m³/rok. V letním období zde byly měřeny 24hodinové koncentrace na úrovni detekčního limitu (pod 0,02 ng/m³), v zimním období pak nepřekračovaly 10 až 15 ng/m³.

- V dopravně silně zatížených lokalitách byla střední roční průměrná hodnota 0,9 ng/m³/rok (rozpětí 0,4 až 1,9 ng/m³), tyto lokality se vyznačovaly menší variabilitou mezi hodnotami naměřenými v zimním a letním období.
- V průmyslově zatížených lokalitách (chemický průmysl, metalurgie...) se rozpětí i podle typu zátěže pohybovalo od hodnot srovnatelných s pozadřovými stanicemi (0,4 ng/m³/rok), až po 8,9 ng/m³/rok. Vysoké koncentrace byly měřeny především v Ostravsko-karvinské pánvi. Střední roční hodnota pro tyto lokality byla 2,7 ng/m³, v letním období se hodnoty pohybovaly od detekčního limitu do 4 ng/m³, zimní 24hodinová maxima byla v řádu desítek ng/m³.
- Ve vesnických a předměstských lokalitách byla střední roční průměrná hodnota 1,8 ng/m³ (rozpětí 0,4 až 6,8 ng/m³), což jsou hodnoty, které jsou velice blízké koncentracím v zatížených průmyslových lokalitách. Vzhledem k tomu, že zde se jedná primárně o sezónní zdroje, jsou zvýšené koncentrace soustředěny do zimního období.



Obr. č. 26 - 2021 - BaP, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

V roce 2021 byla hodnota imisního limitu pro benzo[*a*]pyren (1 ng/m³/rok) překročena na 17 z 47 do zpracování zahrnutých městských stanic ([příloha č. 6, obr. č. 52, a, b](#)).

Limit byl několikanásobně překročen především na všech stanicích v Moravskoslezském kraji (roční průměr mezi 1,5 až 8,9 ng/m³/rok); nejvíce na stanici Ostrava Radvanice (TORE) (8,9 ng/m³/rok), na stanici Věřnovice (6,8 ng/m³/rok) (TVER) a na stanici Ostrava Hanušov (3,9 ng/m³/rok) (TOHU). Na ostatních stanicích tohoto kraje nepřekročily hodnoty 3 ng/m³/rok.

Z ostatních krajů ČR byly vyšší hodnoty zjištěny v Kladně Švermově (SKLS - 2,6 ng/m³/rok) a na stanici ve Valašském Meziříčí ve Zlínském kraji (ZVMZ - 1,8 ng/m³/rok). Nejnižší hodnoty, pod 0,4 ng/m³/rok, které byly naměřeny na dvou městských stanicích v Brně (BBNI a BBNA), v Sokolově (KSOM), Pelhřimově (JPJM), v H. Králové (HHKS) a ve Žďáru nad Sázavou (JZNZ), jsou srovnatelné s koncentracemi zjištěnými na pozadřové stanici.

Hodnoty měřené na venkovských nebo předměstských a příměstských stanicích dokazují existenci lokalit významně zatížených lokálními topeništi, kde může docházet a dochází až k vícenásobnému překročení imisního limitu.



Obr. č. 27 - 2021 - BaP, rozpětí měsíčních průměrů v sídlech

Teoretický odhad pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění při celoživotní expozici měřeným koncentracím benzo[*a*]pyrenu se v České republice pohybuje v rozsahu $2,2 \times 10^{-5}$ až $7,7 \times 10^{-4}$, tj. 2 – 77 osob na 100 tisíc celoživotně exponovaných obyvatel. Odhad pro městské, dopravou a průmyslem významně nezátížené lokality se pohybuje na hranici 8 osob na 100 tisíc celoživotně exponovaných obyvatel ([příloha č. 6, obr. č. 55 e](#)).

Význam emisí z velkých průmyslových zdrojů a lokálně působících emisí z malých energetických zdrojů je zřejmý i u benzo[*a*]antracenu (BaA), pro který je stanovena roční referenční koncentrace 10 ng/m³:

- Tato hodnota byla překročena pouze na stanici Věrnovice (TVER), která je umístěna v blízkosti hranic s Polskem, těsně pod ní byl roční průměr na stanici Ostrava Radvanice (TORE), která monitoruje vliv velkého průmyslového zdroje.
- Na ostatních stanicích se roční průměry pohybovaly v rozpětí 0,3 – 4,6 ng/m³, nejnižší hodnoty byly srovnatelné s pozadíovými stanicemi.
- Na městských stanicích mimo Ostravsko-karvinsko roční střední hodnoty nepřesáhly 2,3 ng/m³. Výjimkou byla pouze hodnota 3,5 ng/m³ zjištěná v Kladně Švermově (SKLS), která tak ukazuje na význam vlivu lokálních malých spalovacích zdrojů.
- Na stanicích v Ostravsko-karvinské pánvi byly roční průměry v rozmezí 2,0 až 12 ng/m³, kdy vysoké hodnoty jsou dány především kombinací zátěže průmyslem, lokálními topeništi a dálkovým přenosem emisí z Polska.
- Střední hodnota BaA za celou ČR byla v roce 2021 1,9 ng/m³/rok, což je hodnota srovnatelná s předchozími roky.

Pro všechny sledované výšemolekulární PAU je charakteristický vyšší rozdíl mezi aritmetickým a geometrickým průměrem, což svědčí o značném sezónním kolísání koncentrací.

Je to dobře patrné na obr. č. 27, kde měsíční průměry BaP vykazují významné rozdíly. V zimním období jsou nejen několikanásobně vyšší střední hodnoty, ale i velké rozpětí mezi jednotlivými stanicemi, které u BaP představuje i více než 20 ng/m³/měsíc. Naproti tomu v letních měsících jsou hodnoty vyrovnanější a často se vyskytují hodnoty v blízkosti meze stanovitelnosti. Nejvyšší hodnoty BaP byly v roce 2021 zjištěny v únoru, což je dáno dvěma faktory, nízkými venkovními

teplotami a z důvodu pandemie probíhajícím „lock downem“, kdy se zvýšily emise především z domácích topenišť. Obdobné průběhy vykazují i měsíční koncentrace BaA (obr. č. 53 v příloze č. 6).

Směs PAU tvoří řada látek, z nichž některé jsou klasifikovány jako karcinogeny, které se liší významností zdravotních účinků. Odhad celkového karcinogenního potenciálu směsi PAU v ovzduší vychází z porovnání potenciálních karcinogenních účinků sledovaných PAU se závažností jednoho z nejtoxičtějších a nejlépe popsanych zástupců - benzo[*a*]pyrenu. Vyjadřuje se proto jako toxický ekvivalent benzo[*a*]pyrenu (TEQ BaP) a jeho výpočet je dán součtem součinitelů toxických ekvivalentových faktorů (TEF) stanovených US EPA (tab. 5) a měřených koncentrací.

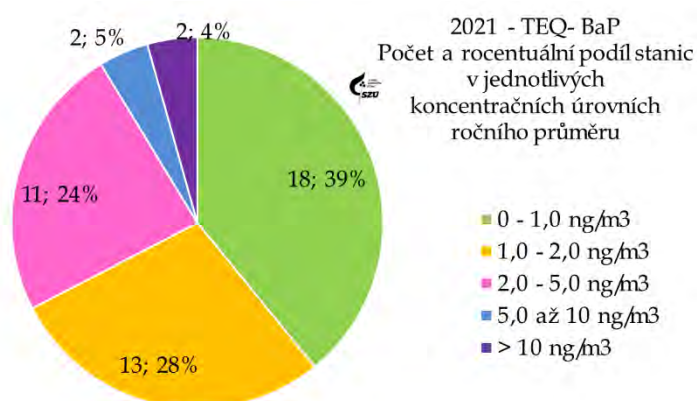
Tabulka č. 4. - Hodnoty TEF pro jednotlivé látky [Zdroj: US EPA]

| Sloučenina | TEF | Sloučenina | TEF |
|------------------------------|------|-----------------------------|------|
| Benzo[<i>a</i>]pyren | 1 | Benzo[<i>b</i>]fluoranten | 0,1 |
| Dibenz[<i>a,h</i>]antracen | 1 | Benzo[<i>k</i>]fluoranten | 0,01 |
| Chrysen | 0,01 | Benzo[<i>j</i>]fluoranten | 0,1 |
| Benzo[<i>a</i>]antracen | 0,1 | Indeno[<i>c,d</i>]pyren | 0,1 |

Z vypočtených hodnot TEQ BaP je patrné, že nejvyšší hodnoty toxického ekvivalentu BaP byly v roce 2021 zjištěny na stanici v Ostravě – Radvanicích (TORE – 12,3 ng/m³/rok), která monitoruje vliv velkého průmyslového zdroje, dále pak na stanici Věřňovice v blízkosti polských hranic (TVER – 12,0 ng/m³/rok). Rovněž na dalších průmyslem zatížených stanicích Moravskoslezského kraje byly nalezeny hodnoty TEQ BaP výrazně vyšší než na městských stanicích v jiných krajích ČR.

Tam se roční hodnoty nezávisle na úrovni zátěže z dopravy pohybovaly od 0,5 do 3,0 ng/m³.

Potenciální vliv malých lokálních zdrojů na pevná paliva a dopravy v těžko odvětrávaných místech v malých sídlech pak dobře ilustruje hodnota 4,2 ng/m³ na stanici v Kladně – Švermově (SKLS) a průběh středních měsíčních hodnot s charakteristickým letním minimem. (obr. č. 53 v příloze č. 6).



Obr. č. 28 - 2021 – TEQ-BaP, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

Pro TEQ BaP rovněž platí, že v zimním období jsou nejen několikanásobně vyšší střední hodnoty, ale i velké rozpětí hodnot mezi jednotlivými stanicemi.

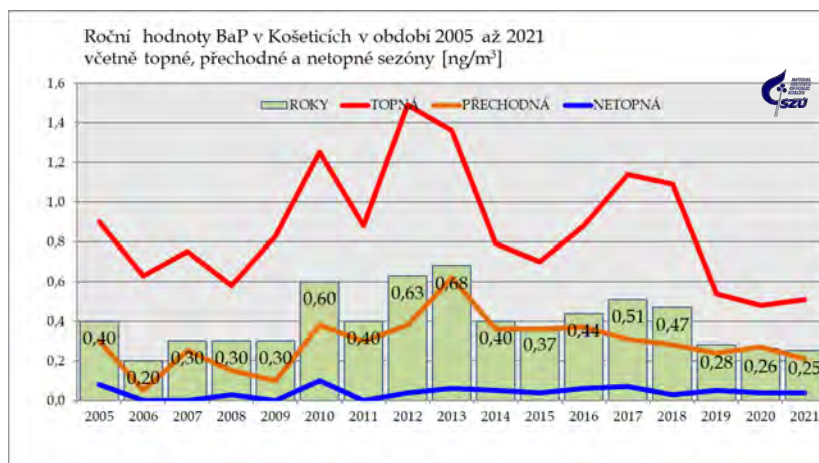
2021 - Průběh rozpětí měsíčních průměrů TEQ BaP na stanicích v městských oblastech a odhadu střední hodnoty za ČR [AVG v ng/m³]



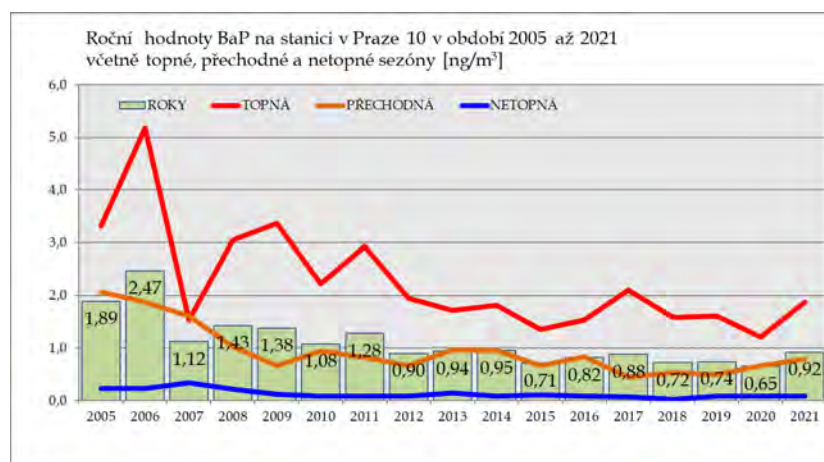
Obr. č. 29 - 2021 - TEQ-BaP, rozpětí měsíčních průměrů v sídlech

Význam lokálních zdrojů i vliv meteorologických podmínek je dobře patrný z obr. č. 30 - 32. Zde jsou zobrazeny průměrné koncentrace BaP v letech 2005 - 2021 pro tři různá období - topná sezóna, přechodná a netopná sezóna na třech vybraných stanicích, které představují různé typy lokalit.

Na pozadové stanici v Košeticích se roční průměry pohybovaly v rozmezí 0,2 - 0,7 ng/m³, v netopné sezóně byly měřeny hodnoty poblíž meze stanovitelnosti (0,02 ng/m³) a v topné sezóně v rozmezí 0,5 - 1,5 ng/m³.



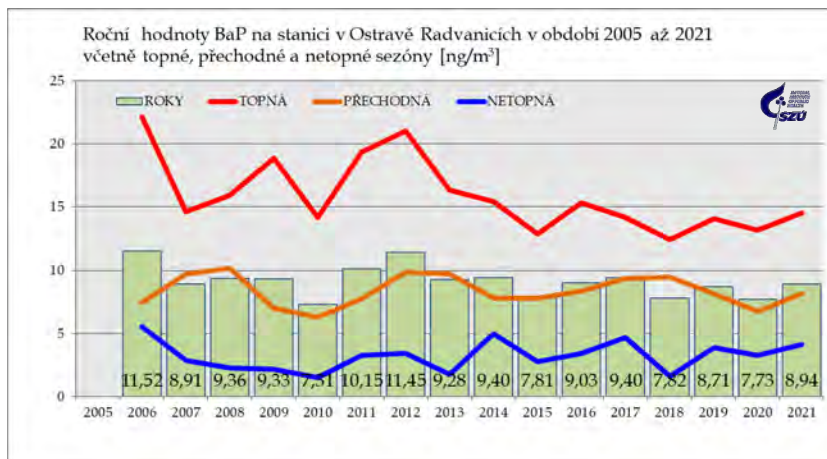
Obr. č. 30 - Košice (JKOS), 2005 - 2021



Obr. č. 31 - Šrobárova 48 (ASRO), 2005 - 2021

Na městské středně dopravně zatížené stanici v Praze 10 (ASRO) byly hodnoty v netopné sezóně srovnatelné s Košeticemi, v přechodné a topné sezóně byly více než dvojnásobné.

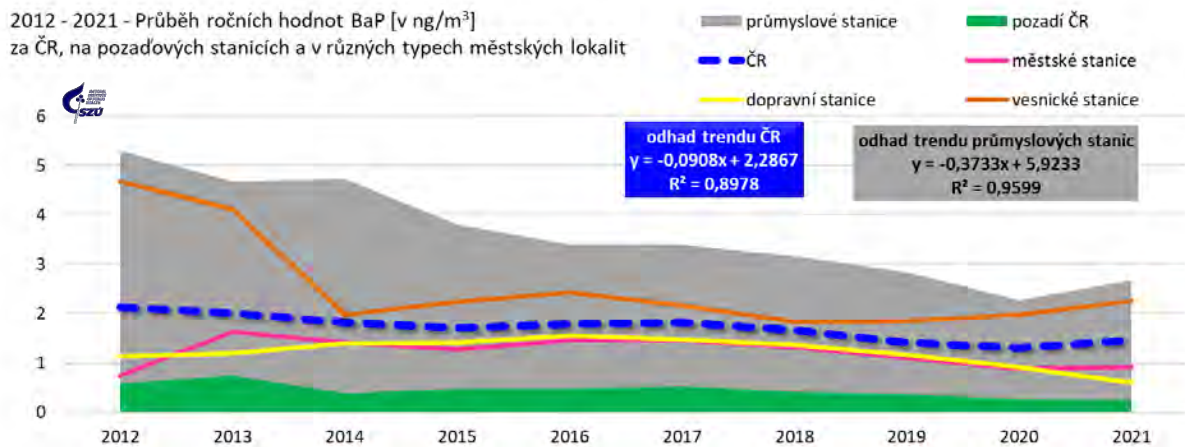
Na stanici reprezentující významnou zátěž průmyslem v Ostravě Radvanicích (TORE) ani v netopné sezóně neklesaly sezónní průměrné koncentrace BaP pod 1 ng/m³ (roční limit pro BaP). V přechodné se pohybovaly v rozmezí 6,3 – 10,2 ng/m³, v topné sezóně dosahovaly průměry až desítek ng/m³.



Obr. č. 32 – Ostrava Radvanice (TORE), 2005 - 2021

Úzká souvislost mezi měřenými hodnotami BaP a BaA ve všech typech lokalit je viditelná na obr. č. 54, který je uveden v příloze č. 6.

Na obr. č. 33 je znázorněn průběh ročních hodnot BaP v různých typech městských lokalit, na pozadových stanicích a ČR jako celku od roku 2012.



Obr. č. 33 – 2012 – 2021 - průběh ročních hodnot BaP v různých typech lokalit

Nejvýraznější víceméně setrvalý pokles je zde zřejmý u průmyslových stanic. U vesnických stanic došlo k výraznému poklesu od roku 2014, důvodem může být snížení emisí malých zdrojů v důsledku „kotlíkových dotací“. Naopak u městských stanic má odhad lineárního trendu BaP v městech ČR za posledních 10 let charakter nerostoucího lineárního trendu. Interpretovat to lze jako dlouhodobě stabilní zátěž danou zastoupením spolupůsobících zdrojů, jejíž aktuální úroveň nejvíce ovlivňují meteorologické jevy, případně režim provozu malých energetických zdrojů. Proti roku 2020 nedošlo na většině městských stanic k poklesu. Graf prezentuje i skutečnost, že u dopravních stanic se koncentrace BaP od roku 2016 snižuje, tento pokles však není statisticky významný.

6 Validace naměřených hodnot

6.1 Hodnoty pod mezí detekce použitých analytických postupů

Pokud je výsledek stanovení pod mezí detekce příslušné metody, je jako reálná hodnota vložena hodnota poloviny intervalu mezi mezí detekce a nulou. V případě, že v souboru dat je více než 50 % hodnot pod mezí detekce, nejsou dále hodnoceny imisní charakteristiky.

Tabulka č. 5. - Meze detekce používaných automatizovaných/on-line postupů

| Látka | Metoda | detekční limit |
|----------------------|------------------------------|-----------------------|
| oxid siřičitý | UV fluorescence | 1 µg/m ³ |
| oxidy dusíku | chemiluminiscence | 0,5 µg/m ³ |
| oxid uhelnatý | IR korelační spektrometrie | 50 µg/m ³ |
| ozón | UV fotometrie | 1 µg/m ³ |
| suspendované částice | β-absorbce, optical counters | 3 µg/m ³ |

Pozn.: Citlivost používaných analyzátorů je na hladině 1% použitého rozsahu měření.

Tabulka č. 6. - Meze detekce používaných aspiračních/nepřímých postupů

| Látka | Metoda | detekční limit | |
|----------------------|--------------------|--------------------------------------|------------------------|
| suspendované částice | ČSN EN 12341 | 3 µg/m ³ | |
| benzen | ČSN EN ISO 16017-1 | 0,1 µg/m ³ | |
| kadmium | ČSN EN 14902 | 0,001 ng/m ³ | |
| chrom | | 0,03 ng/m ³ | |
| olovo | | 0,003 ng/m ³ | |
| arsen | | 0,05 ng/m ³ | |
| nikl | | 0,02 ng/m ³ | |
| mangan | | 0,002 ng/m ³ | |
| měď | | 0,15 ng/m ³ | |
| zinek | | 0,3 ng/m ³ | |
| PAU | | ČSN P CEN/TS 16645 a ČSN EN 15549 | 0,02 ng/m ³ |

Pozn.: Hodnoty DL počítány pro odběr 200 m³ vzdušiny.

6.2 Zásahy do hodnot naměřených v roce 2021

Ze zpracování byly v rámci ověřovacího procesu ve spolupracujících oblastech vyloučeny jednotlivé hodnoty nebo intervaly, u kterých byla prokázána nesprávná činnost analyzátoru či analytická chyba.

Z hodnocení byly vyloučeny měřicí stanice, které nesplňovaly podmínku pro stacionární měření tj. 90 % naměřených hodnot v průběhu kalendářního roku (Vyhláška č. 330/2012 Sb. „Vyhláška o způsobu posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění, rozsahu informování veřejnosti o úrovni znečištění a při smogových situacích“), případně u nich byl identifikován výpadek přesahující 14 dní vcelku.

Přetrvává problém s nevyhodnotitelnými hodnotami Ni u stanic provozovaných ZÚ se sídlem v Ústí na Labem, kdy více než 50 % měřených hodnot je pod poměrně vyšší hodnotou meze stanovitelnosti (< 1 ng/m³).

Samostatnou součástí systému je validace všech měřených primárních hodnot, která probíhá průběžně ve spolupráci s pracovníky Informačního systému kvality ovzduší (ISKO) ČHMÚ.

VII. KOMPLEXNÍ HODNOCENÍ KVALITY OVZDUŠÍ

Komplexní hodnocení kvality ovzduší bylo, již standardně, v roce 2021 provedeno pro základní identifikované typy městských lokalit (**viz příloha č. 1**). Tento postup je používán od roku 2007, kdy nahradil původní přístup k hodnocení městských celků nebo hodnot na jedné měřicí stanici. Kritérii rozdělení byla primárně intenzita okolní dopravy, dále podíl jednotlivých typů zdrojů vytápění a zátěž významným průmyslovým zdrojem. V případě, že v daném typu lokality nebyla v roce 2021 určitá specifická látka nebo typ látek sledovány, daná kategorie městských lokalit byla hodnocena podle odhadu střední zátěže v městských lokalitách (kategorie 2 až 5). Vypočtené hodnoty ale nelze vzhledem ke změnám v zařazení některých stanic a změnám v jejich počtu přímo srovnávat s výsledky z minulých let.

A. Index kvality ovzduší - IKO_R

Zpracování Indexu kvality ovzduší (IKO_R) vychází z limitních koncentrací (imisi limit – IL) škodlivin uvedených v příloze č. 1 Zákona o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb. v platném znění. Do zpracování byly zahrnuty roční hodnoty aritmetického průměru oxidu dusičitého (NO₂), suspendovaných částic frakce PM₁₀ a PM_{2,5}, arsenu, kadmia, niklu, olova, benzenu a benzo[*a*]pyrenu.

(Bližší informace k metodice výpočtu IKO_R je možno nalézt na:

http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/organizace_mzso/index_kvality_ovzdusi.pdf.)

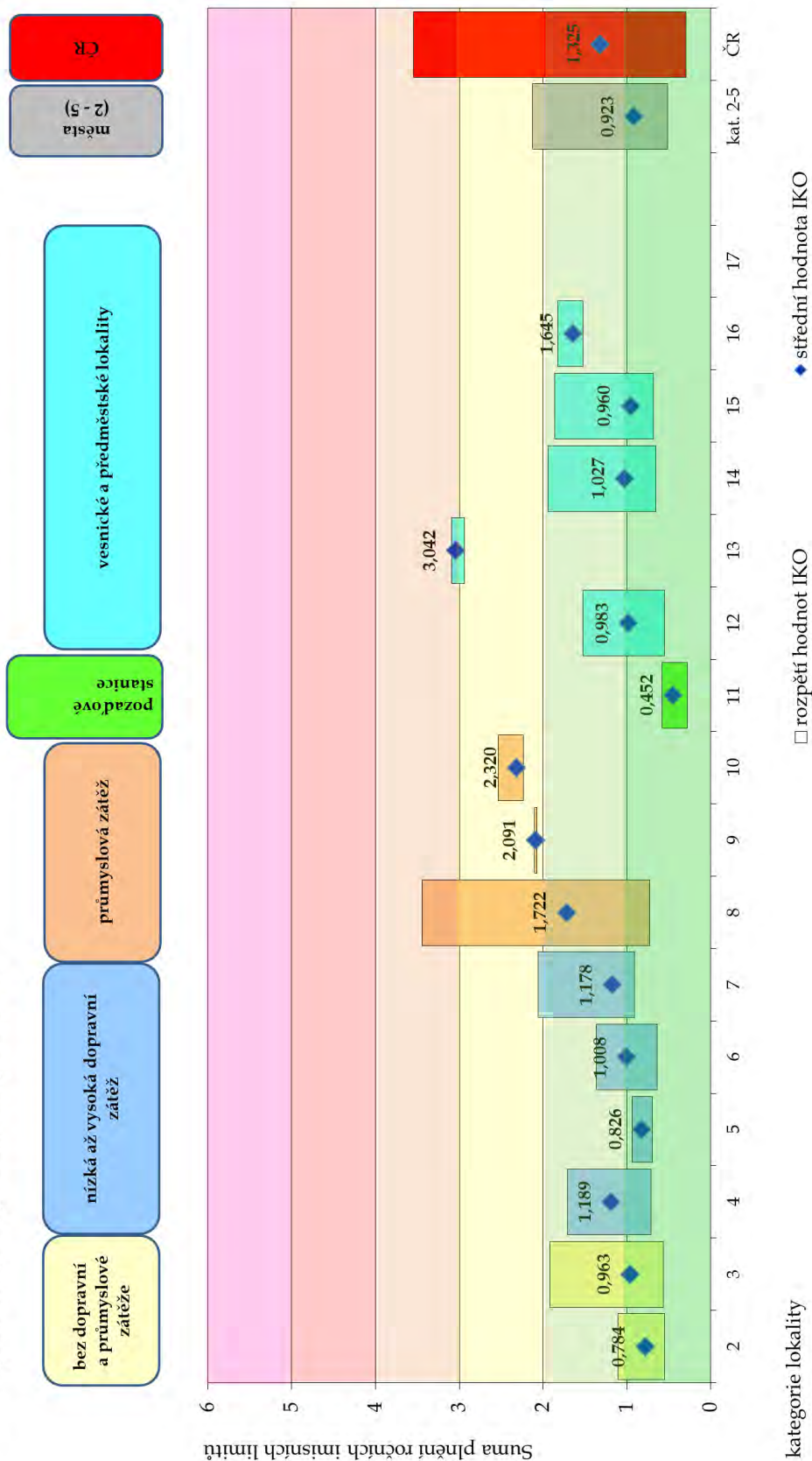
Na obr. 34 jsou znázorněny vypočtené hodnoty IKO_R, pro srovnání jsou zde (jako kategorie č. 11) uvedeny hodnoty vypočtené pro pozad'ové stanice (IKO_R = 0,28 až 0,58), tedy hodnoty mírně meziročně snižené, ale víceméně dlouhodobě stabilní.

Z vypočtených hodnot IKO_R za rok 2021 vyplývá, že:

- Na hranici první třídy kvality ovzduší se pohybovala většina městských pozad'ových lokalit; venkovské pozad'ové lokality, charakterizované stanicemi EMEP, spadaly s přibližně poloviční hodnotou také do první třídy.
- Průměrná hodnota IKO_R v městských obytných zónách bez významné zátěže průmyslovou výrobou se pohybovala, v závislosti na lokálních podmínkách, na hranici první a druhé třídy kvality ovzduší (IKO_R = 0,83 až 1,19), tj. stále maximálně v rozsahu druhé třídy kvality ovzduší. Skupinové zpracování dlouhodobě potvrzuje přetrvávající význam vlivu malých lokálních zdrojů na kvalitu ovzduší ve městech a vesnicích.
- V lokalitách ovlivněných průmyslovými zdroji, zvláště v ostravsko-karvinské oblasti, byla maximální hodnota IKO_R pro kategorie 8 až 10 (3,44) tj. ve čtvrté třídě IKO_R (ZNEČIŠTĚNÉ OVZDUŠÍ), střední hodnoty pro tyto kategorie byly na rozmezí druhé a třetí třídy kvality ovzduší.
- Přes velmi řídké pokrytí předměstských či vesnických oblastí měření lze odhadovat, že v ČR se v roce 2021 hodnoty IKO_R v malých či středních sídlech většinou pohybovaly na hranici druhé třídy kvality ovzduší IKO_R. Maximální zde nalezená hodnota IKO_R = 3,04 ale spadá již do čtvrté třídy kvality ovzduší (ZNEČIŠTĚNÉ OVZDUŠÍ).

Průměrná hodnota charakterizující městské stanice v ČR, odhadnutá pro kategorie 2 až 5 (**viz příloha č. 1**), je na hranici první třídy (IKO_R = 0,923) – což představuje proti roku 2020 mírné zhoršení. Hodnoty v posledních letech oscilují těsně okolo hranice první až druhé třídy kvality ovzduší. Střední hodnota IKO_R 1,325 odhadnutá pro celou Českou republiku je meziročně (2020/2021) opět mírně snižena.

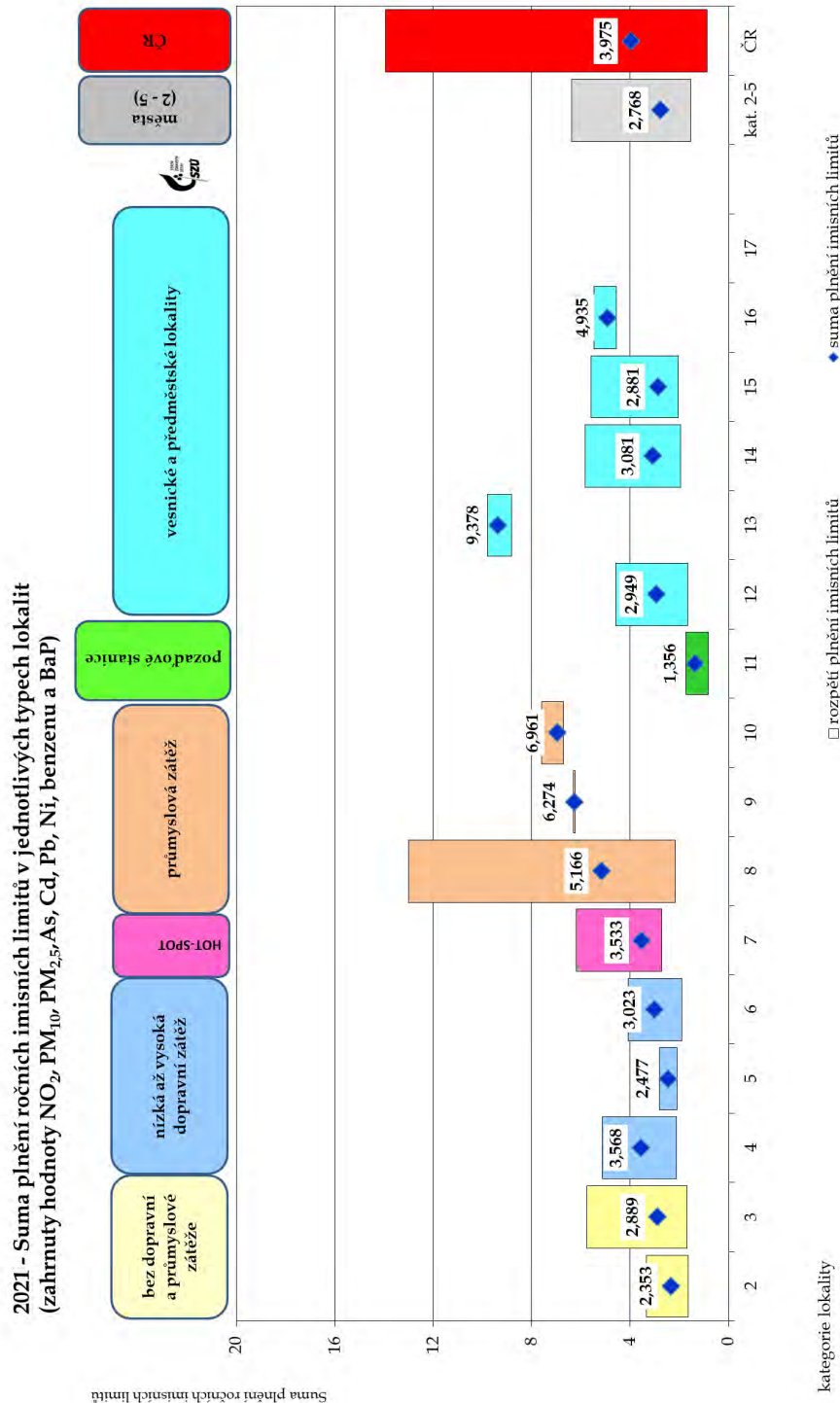
2021 - průměrná hodnota a rozpětí hodnot ročního IKO_R (zahrnut NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, As, Cd, Pb, Ni, benzen a BaP) v jednotlivých typech městských lokalit



Obr. č. 34 - 2021 - Střední hodnoty ročního IKO a rozpětí hodnot v jednotlivých typech hodnocených lokalit

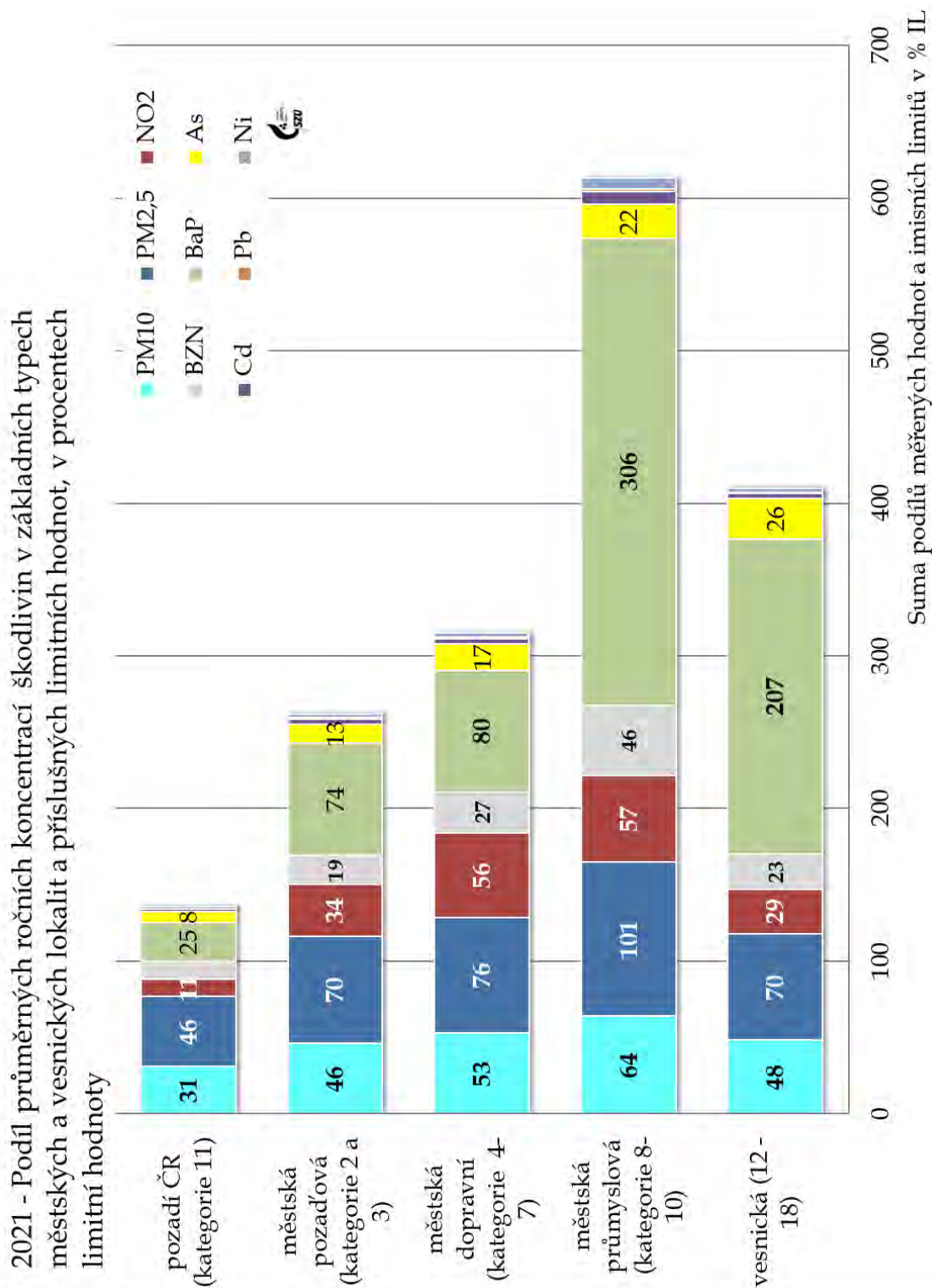
B. Suma plnění ročních imisních limitů

Kvalitu ovzduší lze komplexně hodnotit i pomocí individuálních podílů jednotlivých sledovaných látek vyjádřených ve formě celkové sumy podílů imisních limitů a ročních aritmetických průměrů. Srovnání zátěže v jednotlivých typech městských lokalit prezentuje graf na obr. 35, kde jsou zobrazeny odhady celkové úrovně expozice zdravotně významným škodlivinám ve venkovním ovzduší.



Obr. č. 35 - 2021 - Střední hodnoty sumy plnění imisních limitů a rozpětí hodnot v jednotlivých typech hodnocených lokalit

Na dalším grafu (obr. 36) je zpracován odhad podílů průměrných ročních koncentrací jednotlivých škodlivin v základních typech městských lokalit a příslušných limitních hodnot pro rok 2021 v procentech limitní hodnoty. Pro srovnání jsou zde zahrnuty i výsledky pozad'ových stanic provozovaných ČHMÚ.



Obr. č. 36 - 2021 - Procentuální podíl ročních středních koncentrací k imisním limitům v jednotlivých typech hodnocených lokalit

Ve všech hodnocených typech městských a vesnických lokalit překračuje suma individuálních podílů v procentech limitní hodnotu 1 a pohybuje se v rozsahu od 1,36 (městské pozadové oblasti) do 6,13, s nejvyššími hodnotami v průmyslem exponovaných lokalitách na Ostravsku.

Z detailnějšího rozboru vyplývá:

- Zátěž měřených lokalit suspendovanými částicemi frakce PM₁₀ má v městech plošný charakter; hodnoty podílu k imisnímu limitu se zde pohybovaly v rozsahu od 0,46 do 0,64. Odpovídající hodnota pro pozadové stanice byla 0,31.
- Vysoká variabilita zátěže měřených městských lokalit PAU (indikátor benzo[a]pyren = BaP), kde se hodnoty podílu k imisnímu limitu BaP pohybují v rozsahu od 0,30 v městských oblastech až po maximum 8,90 na stanici v průmyslem zatížené oblasti v Ostravě. Rozpětí hodnot u vesnických lokalit bylo 0,40 až 6,78. Odpovídající hodnota z pozadových stanic ČHMÚ byla 0,25.
- Hodnoty podílu suspendovaných částic frakce PM_{2,5} se pohybují od 0,7 v městských pozadových lokalitách po 1,01 v průmyslových oblastech Moravskoslezského kraje.
- Variabilní, lokálně vysoká zátěž ovzduší oxidem dusičitým (hodnoty podílu se pohybují od 0,19 do 0,95, s maximem v městských dopravně exponovaných lokalitách), arsenem (od 0,08 do 0,55 v lokalitách s významným podílem spalování fosilních paliv) a benzenem (od 0,12 do 0,42 respektive do 0,70 v Ostravě Přívoze - TOPR).
- Nižší zátěž ovzduší Cd s podílem k limitu $\approx 0,1$ (výjimkou jsou průmyslové oblasti a okolí Tanvaldu - 0,38), Ni s podílem ročních středních hodnot k limitu $< 0,2$ a již téměř nevýznamná zátěž ovzduší Pb, kde se hodnota podílu přiblížila k úrovni 0,1 pouze na stanici v průmyslové vlečce v Ostravě Radvanicích (TORE).

I přes nedostatek podkladů o kvalitě ovzduší v předměstských a vesnických lokalitách, které jsou stacionárním měřením pokryty v minimálním rozsahu, zde lze očekávat existenci oblastí, kde suma podílů imisních limitů a ročních aritmetických průměrů může být významně zvýšená (v roce 2021 se v měřených lokalitách hodnoty sumy podílů imisních limitů pohybovaly v rozsahu 1,7 až 10).

C. Plnění Guidelines WHO

Jedním z možných kritérií pro hodnocení sice jsou imisní limity, ale druhým, zcela určitě vhodným, jsou aktuálně platné Globální pokyny WHO (září 2021) pro kvalitu ovzduší v Evropě (AQG = Air Quality Guidelines).

Data za rok 2021 byla proto hodnocena a interpretována i z tohoto úhlu pohledu.

Tabulka č. 7. - Doporučené hladiny AQG WHO a prozatímní cíle (změny - září 2021)

| Znečišťující látka | Doba průměrování | Prozatímní cíl | | | | Hladina AQG |
|---|---------------------------|----------------|-----|------|----|-------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| PM _{2,5} [µg/m ³] | rok | 35 | 25 | 15 | 10 | 5 |
| | 24 hodin ^a | 75 | 50 | 37,5 | 25 | 15 |
| PM ₁₀ [µg/m ³] | rok | 70 | 50 | 30 | 20 | 15 |
| | 24 hodina ^a | 150 | 100 | 75 | 50 | 45 |
| O ₃ [µg/m ³] | hlavní sezón ^a | 100 | 70 | - | - | 60 |
| | 8 hodin ^b | 160 | 120 | - | - | 100 |
| NO ₂ [µg/m ³] | ročně | 40 | 30 | 20 | - | 10 |
| | 24 hodin ^a | 120 | 50 | - | - | 25 |
| SO ₂ [µg/m ³] | 24 hodin ^a | 125 | 50 | - | - | 40 |
| CO [mg/m ³] | 24 hodin ^a | 7 | - | - | - | 4 |
| Doporučení, která zůstávají v platnosti | | | | | | |
| NO ₂ [µg/m ³] | 1 hodina | - | - | - | - | 200 |
| SO ₂ [µg/m ³] | 10 minut | - | - | - | - | 500 |
| CO [mg/m ³] | 8 hodin | - | - | - | - | 10 |
| | 1 hodina | - | - | - | - | 35 |
| | 15 minut | - | - | - | - | 100 |

Pozn:

a - 99. percentil (tj. 3-4 dní překročení za rok)

b - Průměr z denních maximálních 8hodinových koncentrací O₃ za šest po sobě jdoucích měsíců s nejvyšším šestměsíčním průměrem koncentrace O₃

Z naměřených hodnot hmotnostních koncentrací sledovaných a hodnotitelných škodlivin vyplývá, pro:

- SO₂
 - denní cílová hodnota AQG WHO 40 µg/m³/24 hodin byla v roce 2021 13x překročena, a to na čtyřech stanicích (Lom u Mostu, Teplice, Karviná a Český Těšín).
- NO₂
 - na žádné ze stanic nebyla v roce 2021 překročena cílová hodnota AQG 200 µg/m³/hod.;
 - denní cílová hodnota AQG - 25 µg/m³ byla alespoň jednou překročena na 62 (97 %) z 64 městských stanic. Nejvyšší počet překročení denní cílové hodnoty byl naměřen na stanici Brno - město - 303 (85 %);
 - roční cílová hodnota AQG - 10 µg/m³ byla v roce 2021 překročena na 58 z 64 městských stanic (≈ 90 %).
- O₃
 - na všech stanicích byla v roce 2021 alespoň jednou překročena hodnota 100 µg/m³ u denního 8hodinového klouzavého průměru. Nejvyšší hodnota byla naměřena na stanici Sněžník - 154 µg/m³/8hod.,

- hodnocení kritéria „hlavní sezóna“ neumožňuje aktuální zpracování dat ČHMÚ.
- CO
 - denní cílová hodnota AQG pro CO – 4 mg/m³/24 hodin nebyla v roce 2021 na žádné stanici překročena.
- PM₁₀
 - pouze na pěti stanicích (≈ 4 %), včetně pozadových, nebyla v roce 2021 překročena hodnota doporučení WHO (45 µg/m³/24hodin). Nejvíce (> 50) překročení doporučené 24 hodinové hodnoty WHO bylo v roce 2021 naměřeno na stanicích v Moravskoslezském kraji - v Rychvaldu - okr. Karviná (TRYC) - 53 překročení, Věřnovicích (TVER) - 67, Havířově (THAR) - 51, Ostravě-Radvanicích (TORE) - 78 a v Karviné (TKAV) - 67;
 - roční cílová hodnota AQG WHO - 15 µg/m³ byla v roce 2021 překročena na 123 městských stanicích (≈ 82 %).
- PM_{2,5}
 - pouze na třech z hodnocených městských stanic nebylo překročeno 10 µg/m³ ročního průměru (tj. dvojnásobek teoretické nejnižší rizikové expozice AQG podle WHO);
 - na všech 87 stanicích zahrnutých do hodnocení, včetně pozadových, byla v roce 2021 překročena cílová hodnota 24 hodinového průměru AQG WHO 15 µg/m³.

D. Hodnocení rizik

Jednou z možností hodnocení úrovně znečištění ovzduší je odhad vlivu znečišťujících látek na zdraví lidí metodou hodnocení zdravotních rizik, respektive zdravotních dopadů (Health Risk Assessment / Health Impact Assessment). Uplatnění tohoto vlivu je závislé na koncentraci v ovzduší a době, po kterou jsou lidé těmto látkám vystaveni. Skutečná expozice pak v průběhu roku a v průběhu života jednotlivce značně kolísá a liší se v závislosti na povolání, životním stylu, resp. na koncentracích látek v různých lokalitách a prostředích.

Při hodnocení se využívá znalostí o působení látek odvozených z epidemiologických studií, experimentů na zvířatech, nebo ze studií vlivu těchto látek v pracovním prostředí a odhaduje se, jaký dopad na zdraví může mít konkrétní úroveň znečištění ovzduší. Pro vyjádření míry rizika se používá odhad výskytu zdravotních účinků u exponovaných osob. Hodnocení respektuje aktuální doporučení „WHO global air quality guidelines Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀) ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide“, (2021).

Mezi zdravotně nejvýznamnější znečišťující látky v ovzduší sídel ČR patří v první řadě aerosol (suspendované částice v ovzduší), polycyklické aromatické uhlovodíky a v lokalitách významně zatížených dopravními emisemi i oxid dusičitý. Místně se pak mohou prosazovat malé až plošně působící lokální energetické zdroje. V oblastech s významnými průmyslovými zdroji jsou nacházeny zvýšené hodnoty dalších látek - As, Cd, Ni, Cr, benzenu či Pb.

1 Oxid dusičitý a suspendované částice

Působení **oxidu dusičitého (NO₂)** je spojováno se zvýšením celkové, kardiovaskulární a respirační úmrtnosti. Je majoritně emitován při spalování, nejvyšší měřené hodnoty nalézáme v oblastech zatížených intenzivní dopravou a vytápěním. Jeho koncentrace vysoce korelují s ostatními primárními i sekundárními zplodinami. Nelze proto jasně stanovit, zda pozorované zdravotní účinky jsou důsledkem nezávislého vlivu NO₂ nebo spíše působením celé směsi látek, zejména aerosolu, uhlovodíků, ozónu a dalších látek. Hlavním účinkem krátkodobého působení vysokých koncentrací NO₂ je nárůst reaktivity dýchacích cest. Na základě působení na změny reaktivity u nejcitlivějších astmatiků je také odvozena doporučená hodnota WHO pro 1hodinovou koncentraci NO₂ (200 µg/m³). Nejvíce jsou oxidu dusičitému vystaveni obyvatelé velkých městských aglomerací významně ovlivněných dopravou. Pro děti znamená expozice vyšším hodnotám NO₂ zvýšené riziko respiračních onemocnění v důsledku snížené obranyschopnosti vůči infekci a snížení plicních funkcí. Z hodnot zjištěných ročních průměrů vyplývá, že u obyvatel v dopravou zatížených oblastech, např. v pražské nebo brněnské aglomeraci, lze očekávat snížení plicních funkcí, zvýšení výskytu respiračních onemocnění, zvýšený výskyt astmatických obtíží a alergií, a to u dětí i dospělých. Pro roční průměrnou koncentraci je v aktualizované směrnici WHO 2021 pro kvalitu ovzduší v Evropě uvedena doporučená hodnota 10 µg/m³. Směrná hodnota byla změněna na základě poměrně velkého počtu nových studií, které poskytly další podporu pro souvislosti mezi dlouhodobými koncentracemi oxidu dusičitého a celkovou a respirační mortalitou.

Účinek **aerosolových částic** závisí na jejich velikosti, tvaru a chemickém složení. Velikost částic je rozhodující pro průnik a ukládání v dýchacím traktu. Větší částice jsou zachyceny v horních partiích dýchacího ústrojí. Částice frakce PM_{2,5-10} (2,5 až 10 µm) se dostávají do dolních cest dýchacích. Částice frakce PM_{1,0-2,5} (1,0 až 2,5 µm) pronikají do průdušinek a nejjemnější submikronová frakce PM_{1,0} (< 1,0 µm) až do plicních sklípků. Účinky suspendovaných částic jsou ovlivněny také adsorpcí dalších znečišťujících látek na jejich povrchu.

Inhalační expozice proto může mít široké spektrum účinků na srdečně-cévní a respirační ústrojí. Dráždí sliznici dýchacích cest, může způsobit změnu struktury i funkce řasinkové tkáně, zvýšit produkci hlenu a snížit samočistící schopnosti dýchacího ústrojí. Tyto změny omezují přirozené obranné mechanismy a usnadňují vznik infekce. Recidivující akutní zánětlivá onemocnění mohou vést ke vzniku chronického zánětu průdušek a chronické obstrukční nemoci plic s následným přetížením pravé srdeční komory a oběhovým selháváním. Spolupodílí se vliv mnoha dalších individuálních faktorů, jako je stav imunitního systému organismu, alergická dispozice, expozice látkám v pracovním prostředí, kouření apod. Jednou z obranných funkcí dýchacích cest je pohlcování vdechnutých částic specializovanými buňkami, tzv. makrofágy. Při něm dochází k uvolňování látek, které navozují zánětlivou reakci v plicní tkáni a mohou přestupovat do krevního oběhu. Uvolňované regulační molekuly imunitního systému podporují tvorbu agresivních volných radikálů v bílých krvinkách a tím přispívají k tzv. oxidačnímu stresu. Ten ovlivňuje metabolismus tuků, vede k poškození stěn v tepnách a přispívá k rozvoji aterosklerózy. Dalším z mechanismů, které se podílí na rozvoji srdečních onemocnění, je narušení rovnováhy autonomního nervového systému a ovlivnění elektrické aktivity srdce. Některé studie naznačují, že riziko akutní srdeční příhody je vyšší u diabetiků. Vzhledem k tomuto širokému spektru mechanismů systémového působení a i dalším účinkům jsou aerosolové částice považovány za nejvýznamnější environmentální faktor ovlivňující úmrtnost.

Aerosolové částice PM samostatně, stejně jako celá směs látek způsobujících znečištění venkovního ovzduší, jsou zařazeny od roku 2013 Mezinárodní Agenturou pro výzkum rakoviny (IARC) Světové zdravotnické organizace (WHO) mezi prokázané lidské karcinogeny skupiny 1, přispívající ke vzniku rakoviny plic.

Dlouhodobá expozice ovzduší znečištěnému aerosolem má za následek vyšší úmrtnost na choroby srdečně-cévní a respirační, včetně rakoviny plic a s tím související zkrácení délky života, zvýšení nemocnosti na onemocnění dýchacího ústrojí a výskytu symptomů chronického zánětu průdušek a snížení plicních funkcí u dětí i dospělých. Přibývá důkazů o vlivu expozice částicím na vznik diabetu II. typu, na neurologický vývoj dětí a neurologické poruchy dospělých.

Pro působení aerosolových částic v ovzduší nebyla zatím zjištěna bezpečná prahová koncentrace. Podle nedávného hodnocení epidemiologických studií nebylo možné nalézt žádnou takovou mez a zvýšená úmrtnost byla spojena i s velmi nízkými koncentracemi PM_{2,5}, např. 8,5 µg/m³. Předpokládá se, že citlivost jedinců v populaci má tak velkou variabilitu, že ti nejcitlivější jsou v riziku účinků i při velmi nízkých koncentracích. Při chronické expozici

suspendovaným částicím frakce PM_{2,5} se redukce očekávané délky života začíná projevovat již od průměrných ročních koncentrací 5 µg/m³. Což je koncentrace, která je v aktualizované Směrnici pro kvalitu ovzduší v Evropě 2021 uvedena jako cílová směrná hodnota.

Krátkodobá expozice zvýšeným koncentracím aerosolových částic se podílí na nárůstu celkové nemocnosti i úmrtnosti, zejména na onemocnění srdečně-cévní a dýchacích cest, na zvýšení počtu osob hospitalizovaných pro tato onemocnění, zvýšení kojenecké úmrtnosti, zvýšení výskytu respiračních symptomů jako je kašel a ztížené dýchání – zejména u astmatiků a na změnách plicních funkcí zjistitelných spirometrickým vyšetřením.

Zásadním ukazatelem zdravotních dopadů dlouhodobé expozice je **odhad počtu předčasně zemřelých s vyloučením vnějších příčin úmrtí** (úrazy, sebevraždy apod.). Tento ukazatel zahrnuje jak předčasnou úmrtnost pro jednotlivé příčiny úmrtí (kardiovaskulární nebo respirační onemocnění, rakoviny plic atd.), tak i úmrtí v důsledku krátkodobé expozice PM.

Pro kvantitativní odhad zdravotních dopadů v důsledku dlouhodobé expozice suspendovaným částicím byly použity aktualizované Globální pokyny WHO (září 2021) pro kvalitu ovzduší v Evropě (AQG = Air Quality Guidelines). Autoři vzali v úvahu studie provedené po roce 2005, které poskytly nové důkazy o působení suspendovaných částic, zejména jejich nízkých koncentrací. Výsledkem je snížení doporučených hodnot. Podle nich platí:

- pro frakci PM_{2,5} je doporučená hodnota dlouhodobé koncentrace 5 µg/m³/rok. Pak navýšení o každých 10 µg/m³ průměrné roční koncentrace PM_{2,5} nad tuto hodnotu zvyšuje celkovou (přirozenou) úmrtnost exponované dospělé populace o 8 %.
- pro frakci PM₁₀ je doporučená hodnota pro dlouhodobé koncentrace 15 µg/m³/rok. Pak navýšení o každých 10 µg/m³ průměrné roční koncentrace PM₁₀ nad tuto hodnotu zvyšuje celkovou (přirozenou) úmrtnost exponované dospělé populace o 4 %.

Globální pokyny WHO doporučují použít pro odhad navýšení úmrtnosti přednostně vztah odvozený pro působení částic frakce PM_{2,5}, ale vzhledem k významně četnějšímu pokrytí ČR měřeními frakce PM₁₀ v této zprávě dále uváděné odhady vychází z této frakce.

Při aplikaci výše uvedených vztahů lze:

- na základě odhadu průměrné koncentrace suspendovaných částic frakce PM₁₀, v roce 2021 v městském prostředí mimo Moravskoslezský kraj (17,9 µg/m³), lze zhruba odhadnout, že v důsledku znečištění ovzduší touto škodlivinou byla celková úmrtnost navýšena o 1,2 %.
- Vzhledem k rozmezí průměrných ročních koncentrací této škodliviny v různých typech městských lokalit, které se pohybovaly od 12 µg/m³ do 34,3 µg/m³, se odhad podílu předčasně zemřelých v důsledku znečištění ovzduší PM₁₀ na celkovém počtu zemřelých pohybuje od 0 % v městských lokalitách bez dopravní zátěže až po 7,9 % v dopravně exponovaných a průmyslových oblastech.
- Celkový počet zemřelých v roce 2021 činil 139 891 (zdroj: ČSÚ 2022). Představuje to meziroční nárůst o 16 tisíc. 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, udává se nárůst na úrovni cca 20%. 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.

Tabulka č. 8 – Vývoj (2009 – 2021) Průměrné roční koncentrace frakce PM₁₀, úmrtnost a odhad podílu předčasné úmrtnosti v % a odhad počtu předčasně zemřelých - střední hodnota a rozpětí hodnot v ČR

| Rok | Průměrné roční koncentrace frakce PM ₁₀ v | | | Úmrtnost | | Odhad podílu předčasné úmrtnosti v % | | Odhad počtu předčasně zemřelých | |
|------|--|------|------|----------|----------|--------------------------------------|------------|---------------------------------|----------------|
| | MIN | AVG | MAX | celková | upravená | Průměr ČR | Rozpětí ČR | Průměr ČR | Rozpětí ČR |
| 2009 | 14,3 | 27,5 | 47,3 | 107 400 | 100 956 | 5,1 | 0 - 13,2 | 4 900 | 0 - 11 800 |
| 2010 | 19,5 | 29,6 | 60,0 | 106 800 | 100 392 | 6,0 | 1,8 - 18,5 | 5 700 | 1 800 - 15 700 |
| 2011 | 13,3 | 27,6 | 53,0 | 106 348 | 99 967 | 5,2 | 0 - 15,6 | 4 900 | 0 - 13 500 |
| 2012 | 12,9 | 26,0 | 58,6 | 108 189 | 101 384 | 4,5 | 0 - 17,9 | 4 400 | 0 - 15 400 |
| 2013 | 8,5 | 25,3 | 52,0 | 109 160 | 102 523 | 4,2 | 0 - 15,2 | 4 200 | 0 - 13 500 |
| 2014 | 18,2 | 25,4 | 47,9 | 105 665 | 99 314 | 4,3 | 1,3 - 13,5 | 4 100 | 1 300 - 11 800 |
| 2015 | 17,2 | 22,3 | 41,7 | 111 173 | 104 503 | 3,0 | 0,9 - 10,9 | 3 000 | 900 - 10 300 |
| 2016 | 13,9 | 21,0 | 41,1 | 107 750 | 101 285 | 2,5 | 0 - 10,7 | 2 400 | 0 - 9 800 |
| 2017 | 16,2 | 23,2 | 44,4 | 111 443 | 104 756 | 3,4 | 0,5 - 12,1 | 3 400 | 500 - 11 300 |
| 2018 | 18,0 | 24,0 | 44,2 | 112 362 | 106 145 | 3,7 | 1,2 - 12,0 | 3 800 | 1 300 - 11 400 |
| 2019 | 11,3 | 19,0 | 37,9 | 112 362 | 105 620 | 1,6 | 0 - 9,4 | 1 700 | 0 - 9 100 |
| 2020 | 8,6 | 17,0 | 29,7 | 128 289 | 121 532 | 0,8 | 0 - 6,0 | nelze vyhodnotit | |
| 2021 | 12,0 | 17,9 | 34,3 | 139 891 | 131 587 | 1,2 | 0 - 7,9 | | |

Poznámky:

- Navýšení celkové úmrtnosti bylo počítáno z rozpětí měřených hodnot v ČR a ze středních hodnot pro města v České republice. K odhadu průměrné městské hodnoty (městského pozadí) byla použita střední roční hmotnostní koncentrace vypočtená pro stanice charakterizující městské obytné zóny kategorií 2 až 5 v ČR (viz příloha č. 1).
- Hodnoty ročního průměru PM₁₀ ≤ 15 µg/m³ (vychází z aktuálního doporučení WHO (září 2021) hodnoceny jako 0.
- Odhady jsou zaokrouhleny na celá sta.

Doplněním výše uvedeného může být **odhad počtu ztracených let života (tzv. YLLs, Years of Life Lost)** v důsledku znečištění ovzduší aerosolovými částicemi. Vzhledem k dostupnosti demografických údajů ho lze vždy provést pouze pro předcházející rok.

Pro rok 2020 ale, pro zásadní ovlivnění demografických údajů epidemií SARS-Cov-2, nelze odhad počtu ztracených let života v důsledku dlouhodobé expozice aerosolovým částicím provést.

Tabulka č. 9 – Počet roků ztráty života

| Rok | Rozsah | Spodní hranice | Střed | Horní hranice |
|------|------------|----------------|---------------|---------------|
| 2012 | ČR bez MSK | 28 500 | 84 600 | 143 200 |
| | ČR | 30 500 | 90 600 | 153 000 |
| 2013 | ČR bez MSK | 30 900 | 91 600 | 155 100 |
| | ČR | 33 500 | 99 100 | 167 400 |
| 2014 | ČR bez MSK | 29 400 | 84 500 | 147 400 |
| | ČR | 29 500 | 85 000 | 148 300 |
| 2015 | ČR bez MSK | 23 800 | 70 000 | 120 900 |
| | ČR | 26 900 | 77 600 | 135 800 |

| Rok | Rozsah | Spodní hranice | Střed | Horní hranice |
|-----------|---|----------------|---------------|---------------|
| 2016 | ČR bez MSK | 21 400 | 62 100 | 109 100 |
| | ČR | 24 100 | 67 800 | 122 300 |
| 2017 | ČR bez MSK | 25 700 | 74 200 | 130 000 |
| | ČR | 28 800 | 82 900 | 144 800 |
| 2018 | ČR bez MSK | 27 900 | 80 600 | 141 000 |
| | ČR | 30 900 | 88 900 | 155 200 |
| 2019 | ČR bez MSK | 18 100 | 54 300 | 71 400 |
| | ČR | 19 700 | 59 000 | 77 600 |
| 2020-2021 | Zásadní ovlivnění demografických údajů epidemií SARS-CoV-2. | | | |

Poznámka: Počítáno pro městské kategorie 2 - 5 (viz příloha č. 1), zaokrouhleno na celé stovky

2 Oxid siřičitý, oxid uhelnatý a ozón

Znečištění ovzduší **oxidem uhelnatým** a **oxidem siřičitým** nepředstavuje v měřených městech zdravotní riziko, a to i když v případě oxidu siřičitého práh účinku pro 24hod. koncentraci nebyl epidemiologickými studii dosud zjištěn. V roce 2021 bylo na stanicích v ČR naměřeno 13 24hodinových koncentrací SO₂ nad 40 µg/m³/24 hodin (z toho 4 na stanici v Českém Těšíně); 40 µg/m³ přitom představuje cílovou hodnotu doporučenou WHO, stanovenou s vysokou mírou předběžné opatrnosti. U **oxidu uhelnatého** v roce 2020 pouze na čtyřech stanicích překročila hodnota ročního průměru 400 µg/m³ (max. hodnota 445 µg/m³ na stanici v Praze - Legerova). 24 hodinové hodnoty překračující 1 000 µg/m³ byly výjimečné - jednotky za rok a pouze na dopravně extrémně zatížených stanicích - dopravních „hot-spotech“.

Přízemní ozón není do atmosféry emitován, ale vzniká fotochemickými reakcemi oxidů dusíku a těkavých organických látek. Znečištění ovzduší ozónem, které je typickou součástí tzv. letního smogu, může v teplém období roku dosahovat míry ovlivňující zdraví. Ozón má silně dráždivé účinky na oční spojivky a dýchací cesty a ve vyšších koncentracích způsobuje ztížené dýchání a zánětlivou reakci sliznic v dýchacích cestách. Zvýšeně citlivé vůči expozici ozónu jsou osoby s chronickými obstrukčním onemocněním plic a astmatem. Krátkodobá i dlouhodobá expozice ozónu ovlivňuje respirační nemocnost i úmrtnost. Chronická expozice ozónu zvyšuje četnost hospitalizací pro zhoršení astmatu u dětí a pro akutní zhoršení kardiovaskulárních a respiračních onemocnění u starších osob. Asociace dlouhodobé expozice ozónu a jeho dopadů byly považovány za pravděpodobně kauzální (pro respirační účinky) nebo naznačující, že jsou kauzální (pro celkovou úmrtnost). Řada nedávných studií poskytla další podporu pro souvislosti mezi dlouhodobými koncentracemi O₃ a celkovou i respirační mortalitou. Zvýšení denní maximální 8hodinové koncentrace o každých 10 µg/m³ nad hladinu 70 µg/m³ vede k zvýšení celkové denní úmrtnosti o 0,3 %. Dopad na respirační úmrtnost u populace nad 30 let je odhadován na 1,4 % na každých 10 µg/m³ průměru z maximálních denních 8hodinových koncentrací ozónu nad 70 µg/m³ během období duben-září.

3 Škodliviny s karcinogenním působením

Při hodnocení karcinogenů se vychází z teorie bezprahového působení. Ta předpokládá, že neexistuje žádná koncentrace, pod kterou by působení dané látky bylo nulové. Jakákoliv expozice znamená určité riziko a velikost tohoto rizika se zvyšuje se zvyšující se expozicí. Míru karcinogenního potenciálu dané látky vyjadřuje směrnice rakovinového rizika. Pro hodnocení se používá UCR/ICR tj. jednotka karcinogenního rizika/inhalační karcinogenní riziko (riziko vzniku rakoviny v důsledku celoživotní inhalace ovzduší s koncentrací hodnocené látky rovné $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Ze sledovaných ukazatelů znečištění ovzduší byly do hodnocení zahrnuty ty sledované škodliviny s karcinogenním účinkem, pro které byla definována míra karcinogenního potenciálu (UCR) – arsen, nikl, kadmium, benzen a benzo[*a*]pyren.

Zpracovaný odhad používá screeningový přístup, který uvažuje celoživotní expozici 24 hodin denně pro dospělého člověka o hmotnosti 70 kg, který vdechne 20 m^3 vzduchu za den. Výstupem odhadu je teoretické navýšení pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění pro jednotlivce, které může způsobit daná úroveň expozice hodnocené látky nad obecný výskyt v populaci za 70 let celoživotní expozice.

Stručný souhrn informací o hodnocených látkách:

- **Arsen (As)** - hlavní cestou expozice arsenu je vdechování a příjem potravou a vodou. Arsen vstřebaný do organismu se ukládá zejména v kůži a jejích derivátech, jako jsou nehty a vlasy. Proniká placentární bariérou. Vylučován je převážně močí. Chronická otrava nejčastěji zahrnuje kontaktní alergické dermatitidy a ekzémy. Časté je poškození nervového systému (degenerace optického nervu, poškození vestibulárního ústrojí), trávicího ústrojí, cévního systému i krvetvorby. V epidemiologických studiích byla pozorována zvýšená úmrtnost na kardiovaskulární choroby. U exponovaných osob byly zjištěny chromosomální aberace periferních lymfocytů. Arseničnan sodný inhibuje reparaci DNA v buňkách lidské kůže a v lymfocytech. Anorganické sloučeniny arsenu jsou klasifikovány jako lidský karcinogen. Kritickým účinkem po expozici vdechováním je rakovina plic. Pro riziko jejího vzniku je odhadována jednotka rizika ze studií profesionálně exponovaných populací ve Švédsku a USA. Hodnota jednotkového rizika převzatá od Světové zdravotnické organizace je pro arsen odhadována na $1,50 \times 10^{-3}$.
- **Nikl (Ni)** - vdechování všech typů sloučenin niklu vyvolává podráždění a poškození dýchacích cest, různé imunologické odezvy včetně zvýšení počtu alveolárních mikrofágů a imunosupresi. Nikl proniká placentární bariérou, takže je schopen ovlivnit prenatální vývoj přímým působením na embryo. Studie na pokusných zvířatech svědčí o tom, že některé sloučeniny niklu vykazují široký rozsah karcinogenní potence. Nejsilnějším karcinogenem v těchto experimentech byl sulfid niklitý a sulfid nikelnatý. U člověka byla popsána akutní otrava tetrakarbonylniklem, alergická kožní reakce, astma (u zaměstnanců pracujících s niklem) a podráždění sliznic. Karcinogenní účinky byly prokázány epidemiologickými studiemi po inhalační expozici vysokým koncentracím niklu, neboť respirační trakt je cílovým orgánem, ve kterém dochází k retenci niklu s následným rizikem vzniku rakoviny dýchacího traktu. Sloučeniny niklu jsou na základě takových studií klasifikovány IARC jako prokázaný lidský karcinogen ve skupině 1, kovový nikl jako možný karcinogen ve skupině 2B. Hodnota jednotkového rizika převzatá od Světové zdravotnické organizace pro nikl je odhadována na $3,8 \times 10^{-4}$.
- **Kadmium (Cd)** - je kov, jehož hlavním metabolickým rysem je mimořádně dlouhý biologický poločas, který má za následek prakticky nevratnou akumulaci kadmia v organismu, zejména v ledvinách a játrech. Ledviny jsou kritickým orgánem pro

chronickou expozici kadmiu, která vede k jejich poškození a ohrožení funkcí. Kadmium způsobuje inhibici sulfhydrylových enzymů (vazbou na SH-skupinu), váže se v játrech na metaloproteiny, zasahuje do metabolismu sacharidů a inhibuje sekreci inzulínu. Kadmiové ionty jsou také účinnými blokátory kalciových kanálů, čímž dochází k přerušení šíření nervového vzruchu. Kadmium je toxické pro reprodukci (ohrožuje funkčnost

a kvalitu spermií a poškozuje zárodečný epitel varlat), narušuje metabolismus ostatních kovů, kostní tkáň, imunitní i kardiovaskulární systém. Inhalační expozice kadmiu může způsobovat rakovinu plic u lidí a zvířat a poškození plodu. IARC klasifikovala kadmium a sloučeniny kadmia jako lidské karcinogeny skupiny 1. Hodnota jednotkového rizika převzatá od Světové zdravotnické organizace pro kadmium je odhadována na $4,9 \times 10^{-4}$.

Poznámka:

Z těžkých kovů stanovených ve vzorcích aerosolu je olovo od plošného zavedení bezolovnatého benzínu zdravotně téměř nevýznamnou látkou. Stejně tak měřené koncentrace niklu, arsenu, manganu a kadmia ve většině oblastí nepředstavují zdravotní riziko. Roční hodnoty arsenu nad 50 % IL se výjimečně objevují ve vesnických lokalitách s majoritním spalováním fosilních paliv a v případě kadmia zůstává zvýšenou průmyslová zátěž v okolí Tanvaldu. Znečištění ovzduší chromem je kvantitativně obtížně hodnotitelné vzhledem k nemožnosti kvantifikovat zastoupení šesti a trojmocného chromu (význam jeho měření tak zatím zůstává v indikaci přítomnosti potenciálně významného zdroje).

- **Benzo[a]pyren (BaP)** - polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU) mají schopnost přetrvávat v prostředí, kumulují se v jeho složkách a v živých organismech, jsou lipofilní a řada z nich má toxické, mutagenní či karcinogenní vlastnosti. Patří mezi endokrinní disruptory, ovlivňují porodní váhu a růst plodu. Působí imunosupresivně, snížením hladin IgG a IgA. Ve vysokých koncentracích (převyšujících koncentrace nejen ve venkovním ovzduší, ale i v pracovním prostředí) mohou mít dráždivé účinky. PAU patří mezi nepřímo působící genotoxické sloučeniny. Vlivem biotransformačního systému organismu vznikají postupně metabolity s karcinogenním a mutagenním účinkem. Elektrofilní metabolity kovalentně vázané na DNA představují poté základ karcinogenního potenciálu PAU. V praxi je nejvíce používaným zástupcem PAU při posuzování karcinogenity benzo[a]pyren (BaP). BaP je z hlediska klasifikace karcinogenity od roku 2010 zařazen IARC do skupiny 1 - prokázaný karcinogen. Hodnota jednotkového rizika převzatá od Světové zdravotnické organizace je pro BaP $8,7 \times 10^{-2}$.
- **Benzen (C₆H₆)** - Benzen má nízkou akutní toxicitu, při dlouhodobé expozici má účinky hematotoxické, genotoxické, imunotoxické a karcinogenní. Nejzávažnějším účinkem benzenu je jeho karcinogenní působení. Benzen je z hlediska klasifikace karcinogenity zařazen do skupiny 1 - prokázaný karcinogen (IARC 1987). Byly popsány nádory jater, prsu, nosní dutiny a leukémie. Přibývá studií, které uvádějí důkazy o vztahu mezi expozicí benzenu ze znečištěného ovzduší a vznikem akutní leukemie u dětí (IARC, 2010). Některé studie dokonce naznačují, že toto riziko by mohlo nastat již při nižších koncentracích než je současný imisní limit $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pro benzen ve venkovním ovzduší, ale tyto studie zatím nejsou využitelné pro kvantitativní hodnocení. WHO definovalo pro benzen, na základě zhodnocení řady studií, jednotku karcinogenního rizika pro celoživotní expozici koncentrací $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ v rozmezí $4,4 - 7,5 \times 10^{-6}$ (střední hodnota 6×10^{-6}). V těchto studiích byly osoby exponovány koncentracím o několik řádů vyšším, než se mohou vyskytnout ve venkovním ovzduší. Je proto možné, že extrapolace do oblasti nižších koncentrací neodpovídá reálné křivce účinnosti. Hodnota UCR doporučená WHO je experty EU považována za horní mez odhadu rizika, dolní mez hodnoty jednotky karcinogenního rizika byla s použitím sublineární křivky extrapolace odhadnuta na 5×10^{-8} . Tento rozsah

hodnot UCR znamená, že riziko leukémie 1×10^{-6} by se mělo pohybovat v rozmezí roční průměrné koncentrace benzenu v ovzduší cca 0,2 – 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. V tomto zpracování byla použita jednotka karcinogenního rizika 6×10^{-6} uváděná WHO. Při aplikaci této UCR vychází koncentrace benzenu ve vnějším ovzduší, odpovídající akceptovatelné úrovni karcinogenního rizika pro populaci 1×10^{-6} v úrovni koncentrace 0,17 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$.

Pozn: Hodnoty jednotkového rizika byly převzaty z internetových stránek WHO a z dalších zdrojů (US EPA, HEAST).

Tabulka č. 10. – Vybrané škodliviny - použité hodnoty jednotkového rizika

| | | | | |
|-----------------|----------|----------|----------|----------|
| Škodlivina | As | Ni | Cd | BENZ |
| Jednotka rizika | 1,50E-03 | 3,80E-04 | 4,90E-04 | 6,00E-6 |
| Škodlivina | BaP | BaA | BbF | BkF |
| Jednotka rizika | 8,70E-02 | 1,00E-04 | 1,00E-04 | 1,00E-05 |
| Škodlivina | BghiP | DbahA | CRY | I123cdP |
| Jednotka rizika | 1,00E-06 | 1,00E-03 | 1,00E-06 | 1,00E-04 |

Pozn: Benzo[a]antracen (BaA), chrysen (CRY), benzo[b]fluoranten (BbF), benzo[j]fluoranthen (BjF), benzo[k]fluoranten (BkF), benzo[a]pyren (BaP), benzo[g,h,i]perylen (BghiP), dibenz[a,h]antracen (DbahA), indeno[1,2,3-c,d]pyren (I123cdP)

Pro každý typ městské lokality bylo na základě ročních aritmetických průměrů za rok 2021 standardizovaným postupem vypočteno riziko odvozené z expozice jednotlivým látkám. Celkové karcinogenní riziko je součtem těchto dílčích rizik.

Výsledky shrnuje tabulka č. 11, ve které je pro všechny hodnocené škodliviny vždy uvedena hodnota spočtená pro pozad'ové stanice v ČR, tj. teoretická minimální hodnota zdravotního rizika. Dále střední (AVG) a maximální hodnota pro ČR a odhad střední hodnoty pro nezatížené městské lokality.

Detailnější zpracování pro hodnocené typy městských lokalit je v [obr. č. 55 a až f, příloha č. 6](#).

Tabulka č. 11. – 2021 - Pozad'ová, střední (AVG) a maximální hodnota zdravotního rizika (ILCR) pro ČR a odhad střední hodnoty v monitorovaných městech

| Látka | Pozadí ČR | Avg (ČR) | Max (ČR) | Střední hodnota (města) |
|-------|-----------|----------|----------|-------------------------|
| As | 6,75E-07 | 1,56E-06 | 4,95E-06 | 1,44E-06 |
| Ni | 9,12E-08 | 2,05E-07 | 1,22E-06 | 1,98E-07 |
| Cd | 3,43E-08 | 1,08E-07 | 9,41E-07 | 7,84E-08 |
| BZN | 3,60E-06 | 7,20E-06 | 2,10E-05 | 6,60E-06 |
| BaP | 2,18E-05 | 1,63E-04 | 7,74E-04 | 7,74E-05 |

Pozn: K odhadu střední městské hodnoty (městského pozadí) byla použita střední roční hmotnostní koncentrace vypočtená pro stanice charakterizující městské obytné zóny kategorií 2 až 5 (viz příloha č. 1).

Navýšení rizika pro jednotlivé látky v městech se pohybuje v řádu $3,4 \times 10^{-8}$ (Cd) až $7,7 \times 10^{-4}$, největší příspěvek představuje dlouhodobě expozice benzo[a]pyrenu (> 96%). Vypočtené úrovně rizik expozice hodnoceným látkám v jednotlivých typech městských lokalit jsou v [obr. č. 55 a až e, v příloze č. 6](#). Trend karcinogenního populačního rizika v posledních pěti letech mírně kolísá.

Tabulka č. 12. – Vývoj (2010 – 2021) rozpětí hodnot karcinogenního populačního rizika v ČR (Min/Max) na 10 mil. obyvatel (přidatné případy na 1 rok)

| Populační riziko | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|--|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| Arsen | 0,09 - 1,66 | 0,08 - 1,34 | 0,14 - 1,26 | 0,28 - 1,42 |
| Nikl | 0,02 - 0,78 | 0,02 - 1,50 | 0,02 - 0,34 | 0,02 - 0,54 |
| Kadmium | N | | | |
| Benzen | 0,78 - 5,74 | 0,42 - 5,82 | 0,64 - 4,80 | 0,52 - 3,42 |
| BaP | 6,22 - 89,4 | 4,50 - 126,4 | 6,58 - 134,6 | 8,20 - 116,7 |
| Hodnocené karcinogenní látky celkem | 7,10 - 97,6 | 5,02 - 135,08 | 7,42 - 141,0 | 8,82 - 122,1 |
| Populační riziko | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| Arsen | 0,14 - 1,28 | 0,06 - 0,98 | 0,04 - 1,08 | 0,04 - 1,30 |
| Nikl | 0,02 - 0,38 | 0,00 - 0,14 | 0,01 - 0,18 | 0,01 - 0,14 |
| Kadmium | N | | 0,01 - 0,09 | 0,01 - 0,21 |
| Benzen | 0,60 - 3,08 | N | 0,06 - 2,82 | 0,52 - 3,26 |
| BaP | 4,72 - 115,9 | 4,48 - 97,3 | 7,32 - 111,9 | 6,46 - 116,3 |
| Hodnocené karcinogenní látky celkem | 5,5 - 120,6 | 4,54 - 98,42 | 7,44 - 116,1 | 7,04 - 121,2 |
| Populační riziko | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
| Arsen | 0,06 - 0,83 | 0,03 - 0,72 | 0,02 - 0,60 | 0,03 - 0,71 |
| Nikl | 0,01 - 0,21 | 0,01 - 0,22 | 0,01 - 0,17 | 0,01 - 0,17 |
| Kadmium | 0,01 - 0,22 | 0,001 - 0,28 | 0,002 - 0,20 | 0,002 - 0,13 |
| Benzen | 0,60 - 4,37 | 0,51 - 3,51 | 0,43 - 3,00 | 0,43 - 3,00 |
| BaP | 5,21 - 96,14 | 3,48 - 108,4 | 3,23 - 95,7 | 3,11 - 110,6 |
| Hodnocené karcinogenní látky celkem | 5,89 - 101,8 | 4,04 - 113,1 | 3,69 - 99,1 | 3,58 - 114,6 |

Poznámka: N = nehodnoceno v daném období nebo nedostatek relevantních údajů

VIII. DISKUSE

V první úrovni zahrnuje zpracování dat za rok 2021 základní srovnání hodnot měřených na jednotlivých měřicích stanicích s platnými imisními limity. Postupy pro hodnocení imisních charakteristik ve vztahu k imisním limitům jsou stanoveny přílohou č. 1 Zákona o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb. Při hodnocení situace, zejména hmotnostních koncentrací suspendovaných částic frakce PM₁₀, je nutno brát v úvahu ovlivnění klimatickými a rozptylovými podmínkami.

V roce 2021:

- Aktuální příznivý vývoj je nutno primárně hodnotit ve vztahu k mimořádně příznivým rozptylovým podmínkám a relativně teplé zimě. Průběh měřených hodnot, zvláště v období února až března 2021, také velmi významně ovlivnila opatření spojená s pandemií SARS-CoV-2. A to negativně (zvýšený provoz lokálních energetických zdrojů v příměstských a vesnických lokalitách) i pozitivně (omezení mobility v centrech městských aglomerací);
- na vyhodnocení získaných datových souborů mají významný vliv výpadky měření způsobené poruchou nebo mimořádnou událostí nebo ukončením provozu stanice;
- problém způsobují často i velmi nízké měřené koncentrace (kovy, BaP) – v některých případech může být i více než 50 % naměřených hodnot v kalendářním roce pod mezí stanovitelnosti, v těchto případech nebyly pro danou škodlivinu hodnoceny roční imisní charakteristiky. Použití doplnění chybějících údajů střední hodnotou z lokalit s podobným složením zdrojů může být jen velmi hrubým odhadem;
- porovnání naměřených hmotnostních koncentrací chromu v odebraných vzorcích suspendovaných částic s referenční koncentrací ($2,5 \times 10^{-5}$ $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ stanovenou pro Cr^{+VI}) je komplikováno nemožností určit zastoupení složek Cr^{+III} a Cr^{+VI} ve směsi. Odhadovaný podíl Cr^{+VI} se podle literárních podkladů pohybuje v relaci od 10 % do 0,01 %. S výjimkou lokalit blízkých zdrojům šestimocného chromu (staré zátěže, galvanovny) lze ale očekávat, že se zastoupení Cr^{+VI} ve směsi blíží spíše nižší hranici (0,1 až 0,5 %);
- ze srovnání imisních charakteristik v monitorovaných městech s hodnotami na pozadových stanicích v České republice vyplývá, že imisní charakteristiky, zvláště v případě některých kovů, byly na některých městských stanicích nižší. Příčinou může být skutečnost, že měřené hodnoty na pozadových stanicích mohou být ovlivňovány lokálně ohraničenými procesy včetně dálkového transportu či resuspenzí.

V druhé úrovni jsou měřené imisní charakteristiky porovnávány s aktuálními doporučeními WHO (2021). Zde zatím nelze vyhodnotit (na)plnění kritéria pro ozón, tzv. „hlavní sezónu“, zde dosud nejsou k dispozici potřebné výstupy.

Možností doplňující a rozšiřující informace o kvalitě ovzduší i o lokální úroveň je pak hodnocení středních ročních imisních charakteristik v jednotlivých kategoriích městských zón/lokalit. Zde jsou měřicí stanice rozděleny podle majoritního zastoupení okolních zdrojů a úroveň znečištění ovzduší je pak hodnocena pro jednotlivé definované kategorie. Tento přístup pak:

- při hodnocení vychází z jednotlivých typů městských lokalit (výsledek není tedy závislý na konkrétním městě), odstraňuje tak nevýhodu dříve používaného postupu s diskutabilní reprezentativností odhadu expozice pro celé hodnocené město jen z průměru vypočteného z místních měřicích stanic;
- umožňuje pro některé hodnocené látky (PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂, BaP, benzen a ostatní PAU a As) určitou míru generalizace získaných hodnot. V případě specifických látek

a unikátních, téměř výhradně průmyslových zdrojů (Cr, Mn, Fe, benzen), pak dovoluje identifikaci problémových lokalit. Ze zpracování skupinového hodnocení kategorií 2 až 5 městských lokalit je pak významným výstupem odhad střední hodnoty zátěže populace ve městech;

- jednoznačně identifikuje význam určitých skupin zdrojů znečištění venkovního ovzduší (domácí topeniště, doprava, průmysl) při interpretaci naměřených hodnot PAU, benzenu, těžkých kovů, oxidů dusíku a suspendovaných částic frakcí PM_{2,5} a PM₁₀;
- v rámci tohoto zpracování byla zohledněna, v části znečištění ovzduší aerosolovými částicemi frakce PM₁₀, specifická Moravsko-slezského kraje. Odhad středních hodnot pro jednotlivé typové městské kategorie byl proto pro Moravsko-slezský kraj hodnocen odděleně.

Validitu tohoto přístupu snižuje nestejně pokrytí typů městských lokalit měřením kvality ovzduší. Přes zahrnutí městských stanic provozovaných ČHMÚ stále jsou, v extrémních případech (pozařové stanice, dopravní „hot spot“ stanice, okolí průmyslových zdrojů), při zpracování k dispozici data z nedostatečného počtu stanic. Totéž platí pro některé sledované škodliviny (PAU, benzen a těžké kovy). Pro dopravně extrémně zatížené lokality (uliční kaňony) nebo významně zatížené vesnické/předměstské lokality nejsou dlouhodobě k dispozici dostatečně reprezentativní datové soubory (viz například data PAU).

Nejistoty odhadu zdravotního rizika jsou dány nejistotami použitých vstupních dat, expozičních faktorů, odhadu chování exponované populace apod. Proto je popis a analýza nejistot nedílnou součástí odhadu rizika. Při každém dalším použití závěrů odhadu zdravotních rizik z venkovního ovzduší je nutno tyto nejistoty respektovat. Provedený odhad rizika vybraných látek z ovzduší je zatížen následujícími nejistotami:

- působení oxidu dusičitého je spojené se zvýšením celkové, kardiovaskulární i respirační úmrtnosti a nemocnosti, ale je obtížné až nemožné oddělit účinky dalších současně působících látek, zejména aerosolu;
- pro odhad rizika dlouhodobé expozice suspendovaným částicím byly použity aktualizované Globální pokyny WHO (září 2021) pro kvalitu ovzduší v Evropě (AQG = Air Quality Guidelines). Podle nich nárůst průměrné roční koncentrace frakce suspendovaných částic PM₁₀ o 10 µg/m³ zvyšuje celkovou úmrtnost exponované populace o 4 %;
- **jedním z důsledků aplikace aktuálního doporučení WHO jsou změny odhadu předčasné úmrtnosti způsobené znečištěným ovzduším. V rámci zachování kontinuity byla proto data od roku 2009 v tabulce č. 8 přepočítána v dikci aktuálních doporučení WHO;**
- pandemie SARS-CoV-2 v období 2020 až 2021 10 až 15% nárůstem počtu zemřelých významným způsobem ovlivnila demografické údaje standardně používané pro výpočet ukazatele YLL a pro zpracování odhadu „předčasné zemřelých (tabulka č. 8). Proto nejsou tyto dva parametry tj. YLL pro rok 2020 a počet případů předčasné úmrtnosti pro rok 2021 v této zprávě hodnoceny;
- karcinogenní riziko hodnocené pomocí jednotek rizika odvozených lineární extrapolací z působení vysokých koncentrací nemusí odpovídat nízkým expozičním koncentracím, které se vyskytují ve venkovním ovzduší. Přesto je standardně používáno s vědomím, že představuje horní mez odhadu rizika a reálné riziko je pravděpodobně nižší;
- u látek s dokladovaným bezprahovým působením není hodnocen jejich systémový účinek, který se předpokládá u významně vyšších koncentrací, než jsou běžně ve venkovním ovzduší nalézány;

- v roce 2013 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. Byly publikovány vztahy pro kvantitativní hodnocení, ale pokud jsou samostatně hodnoceny karcinogenní látky, které jsou součástí aerosolu, znamenalo by jejich použití dvojnásobné hodnocení téhož;
- použitý screeningový expoziční scénář uvažuje nejnepříznivější variantu (horní mez), která předpokládá, že lidé jsou vystaveni hodnoceným koncentracím celých 24 hodin. Tento přístup může nadhodnocovat míru rizika z venkovního ovzduší. Pro hodnocení celoživotní reálné expozice z venkovního ovzduší (70 let) při odhadované skutečné střední době expozice 2 hodiny/24 hodin je zapotřebí vynásobit uváděné hodnoty koeficientem 0,083;
- jako expoziční koncentrace je brána střední hodnota z koncentrací změřených na stacionárních stanicích charakterizujících určité, přesně definované typy městských lokalit;
- hodnocení zdravotních rizik je zatíženo nejistotou vyplývající z nemožnosti odhadnout rizika pro všechny potenciální karcinogenní látky v ovzduší (pro absenci dat a vztahů);
- je spočteno riziko pro ty typy účinků, které mají definován vztah mezi dávkou respektive expoziční koncentrací a účinkem. Neznamená to ale, že znečišťující látky nemají ještě další dopady na zdraví, které sice mohou být uvedeny v jejich toxikologické charakteristice, ale není pro ně (zatím) stanovena c-r křivka, takže je nelze kvantifikovat.

IX. ZÁVĚRY

Mimořádně příznivé rozptylové podmínky v roce 2021 a pokračující teplotně nadprůměrné zimy 2012 až 2021 jsou hlavní příčinou toho, že koncentrace většiny měřených látek, (výjimkou jsou hodnoty suspendovaných částic, arsenu a BaP) meziročně opět mírně poklesly. Přetrvává situace, kdy mimo průmyslově a specificky zatížené lokality, které lze nalézt na území krajských měst, průmyslových zón a v aglomeraci Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek, je znečištění ovzduší koncentrováno v městských celcích majoritně zatížených tranzitní, místní a cílovou dopravou.

Průběh hodnot, zvláště v období února 2021, byl v oblastech s vyšší hustotou lokálních topenišť pravděpodobně ovlivněn opatřeními nouzového stavu vyhlášenými v rámci pandemie SARS-CoV-2. Zátěž obyvatelstva suspendovanými částicemi PM₁₀ a PM_{2,5} se v roce 2021 zvýšila o cca 1 µg/m³ ročního průměru. Analýza trendů ročních středních hodnot ve městech potvrdila meziroční mírný pokles hodnot Ni a mírný nárůst BaP a arsenu. Přetrvává problém s dlouhodobě zvýšenou úrovní znečištění ovzduší sídel polycyklickými aromatickými uhlovodíky. Další látky jsou, v závislosti na rozložení a podílu jednotlivých typů zdrojů, významné lokálně - oxid dusičitý v silně dopravně zatížených lokalitách - zejména v pražské a brněnské aglomeraci, v průmyslem zatížených lokalitách na Ostravsku benzen nebo kadmium v okolí Tanvaldu. Zvýšené hodnoty arsenu, prachu a PAU jsou dále měřeny v lokalitách s majoritním zastoupením malých zdrojů na pevná nebo fosilní paliva. V období duben až srpen narůstají počty dnů se zvýšenými hodnotami ozónu.

- Doprava je dlouhodobě ve městech dominantním zdrojem znečištění ovzduší a má hlavní podíl na zvýšené zátěži obyvatel suspendovanými částicemi PM₁₀ a PM_{2,5}, NO₂ a PAU. Potvrzuje to i vyhodnocení ročních imisních charakteristik těchto látek v městských, dopravně významně zatížených lokalitách. Další spolupůsobící zdroje (teplárny - CZT, domácí vytápění, malé a střední průmyslové podniky) mají lokální význam. Vyšší hustota dopravní sítě a intenzita dopravy nebo kombinace velkých průmyslových zdrojů a dálkového nebo i přeshraničního transportu mohou vést k dlouhodobě zvýšeným až nadlimitním hodnotám, a to u více látek. Tak tomu je v zatížené aglomeraci Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek v Moravskoslezském kraji nebo na dopravních uzlech v Praze a v Brně.
- Překročení alespoň jednoho kritéria imisního limitu frakce PM₁₀ bylo sice naměřeno jen na 4 z hodnocených stanic; překročení alespoň jednoho kritéria uvedeného v Guidelines WHO (září 2021) pro suspendované částice frakce PM₁₀ bylo ale naměřeno na 96 % stanic.
- Překročení imisního limitu frakce PM_{2,5} bylo sice naměřeno na 8 z hodnocených stanic (a to pouze v Moravskoslezském kraji); překročení alespoň jednoho kritéria uvedeného v Guidelines WHO (září 2021) pro suspendované částice frakce PM_{2,5} bylo naměřeno na 100 % stanic.
- Roční hodnota AQG pro NO₂ - 10 µg/m³ stanovená WHO (září 2021) pro byla v roce 2021 překročena na 58 stanicích (≈ 90 %), denní cílová hodnota AQG - 25 µg/m³ byla alespoň jednou překročena na 62 (97 %) městských stanicích.
- Hodnoty benzo[*a*]pyrenu na 17 stanicích (36 %) překročily imisní limit; odhad střední roční koncentrace v dopravně a průmyslem nezatížených městských lokalitách v roce 2021 mírně narostl na 0,9 ng/m³.

- Nejvyšší hodnoty aerosolových částic a PAU jsou dlouhodobě měřeny v průmyslových oblastech Ostravska; u PAU v maximu s téměř devítinásobným překročením imisního limitu. Rozdíl proti ostatním částem republiky byl v roce 2021 cca 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Z hlediska zátěže obyvatel a vlivu na zdraví mají dlouhodobě největší význam aerosolové částice frakce PM₁₀ a PM_{2,5} a polycyklické aromatické uhlovodíky.

- Z odhadu střední roční hodnoty koncentrace suspendovaných částic frakce PM₁₀ v městském prostředí ČR - mimo MSK - v roce 2021 (17,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) lze zhruba odhadnout, že znečištění ovzduší touto škodlivinou se mohlo podílet na zvýšení předčasné úmrtnosti v průměru o 1,2 %.
Odhad počtu ztracených let života (YLLs, Years of Life Lost) nebylo možno kvůli pandemii SARS-CoV-2 pro rok 2020 realizovat.
- Navýšení karcinogenního rizika pro jednotlivé látky (ILCR) se ve městech pohybovalo v řádu $3,4 \times 10^{-8}$ až $7,7 \times 10^{-4}$, největší příspěvek představuje expozice benzo[a]pyrenu (> 96%), jako reprezentanta polycyklických aromatických uhlovodíků. Tento stav se dlouhodobě nemění.

Úroveň znečištění ovzduší v monitorovaných městech kolísá a byla významněji ovlivňována meteorologickými podmínkami a změnou životního stylu v rámci pandemie než změnami v emisních bilancích. Případná změna meteorologických faktorů či návrat k tuhým palivům pak může přinést rychlý návrat do předchozího stavu.

Přetrvává vyšší četnost excesů a rychlých změn počasí střídaných dlouhodobějšími suchými obdobími vysokých teplot nebo obdobími intenzivních srážek. Úroveň znečištění ovzduší významně ovlivňují aktuální relativně teplé zimy (2012 – 2020) a v roce 2021 ji navíc významně ovlivnily mimořádně příznivé rozptylové podmínky.

Průběh měřených hodnot, zvláště v období únor a březen 2021 také velmi významně ovlivnila opatření vyhlášená v rámci nouzového stavu pandemie SARS-CoV-2. A to negativně (zvýšený provoz lokálních energetických zdrojů v příměstských a vesnických lokalitách) i pozitivně (omezení mobility v centrech městských aglomerací).

V rámci této zprávy je hodnocení vycházející z údajů jednotlivých měřicích stanic, tedy deskriptivní přístup hodnocení kvality ovzduší, doplněno a rozšířeno vyhodnocením zdravotních rizik ze znečištěného ovzduší pro definované typy/kategorie městských lokalit. Přínosem je to především při hodnocení zátěže z ovzduší, respektive expozičních úrovní suspendovanými částicemi (frakce PM₁₀, PM_{2,5}), NO₂, PAU, benzenu a As (s výjimkou lokalit zatížených specifickými zdroji). V případě lokálně nebo i regionálně významných zdrojů Cr, Cd nebo Ni lze takto detailněji analyzovat a přesněji určit problémové lokality. V druhé úrovni tento postup interpretace dat umožňuje identifikovat význam a podíl spolupůsobících zdrojů (domácí topeniště, doprava, průmysl). Významným výstupem je i odhad středních ročních hodnot v průmyslem a dopravou nezatížených městských oblastech.

X. SOUHRN

V městech a v městských aglomeracích je dlouhodobě hlavním zdrojem znečištění ovzduší **doprava a procesy s ní spojené** tj. primární spalovací a nespalovací emise), (tj. resuspenze, otěry, koroze atd.). Jedná se o majoritní zdroj oxidů dusíku, aerosolových částic všech frakcí včetně ultra-fine částic, chromu a niklu, olova (resuspenze), těkavých organických látek - VOC (zážehové motory), polycyklických aromatických uhlovodíků - PAU (vznětové motory). Ve svém součtu jsou zde významné také emise skleníkových plynů oxidu uhelnatého a oxidu uhličitého (cca 10^2 až 10^3 g CO₂/1 km/vozidlo).

Velmi důležitými zdroji znečištění ovzduší jsou také **malá domácí/lokální topeniště**. Spalování dřeva, plynných a pevných fosilních paliv je nezanedbatelným zdrojem oxidů dusíku, oxidu uhelnatého, PAU a aerosolových částic s významným podílem částic ultra-jemné frakce. To potvrzují roční imisní charakteristiky suspendovaných částic frakce PM₁₀ a PM_{2,5} a benzo[*a*]pyrenu, které nejenom v městských dopravně exponovaných lokalitách, ale i ve vesnických a zvláště v průmyslem zatížených oblastech MSK překračují jak doporučené hodnoty Světové zdravotnické organizace, tak i imisní limity.

Malé průmyslové podniky jsou zdrojem aerosolu, případně pachově postižitelných látek, kovů a VOC.

Samostatnou kapitolu představuje okolí **velkých průmyslových a energetických zdrojů nebo oblastí významně zatížené dálkovým přenosem**. Obojí významně ovlivňuje kvalitu ovzduší v ostravsko-karvinské a severočeské aglomeraci. Je třeba zmínit i problém sekundárních škodlivin včetně ozonu, vznikajícího v ovzduší z emitovaných prekursorů (VOC). Jeho koncentrace v současnosti narůstají i díky vícedenním epizodám a narůstajícímu počtu tropických dnů.

Zpracovávané výsledky ze 105 sídel (a z 10 pražských částí) zahrnují až 150 (počet se různí pro jednotlivé sledované látky) měřicích stanic, z toho 19 stanic provozovaly zdravotní ústavy a zbylé stanice jsou součástí Státní imisní sítě provozované ČHMÚ. Z měřicí sítě AIM provozované ČHMÚ byla v roce 2021 do zpracování zahrnuta data o základních škodlivinách, těžkých kovech, PAU a benzenu. Do zpracování jsou dále pro srovnání zahrnuta i data o úrovni venkovského pozadí získaná v rámci příslušných měřicích programů na dvou stanicích EMEP provozovaných ČHMÚ (Co-operative programme for the monitoring and evaluation of the long range transmission of air pollutants in Europe) v Košeticích a na Bílém Kříži. Dále mohou být pro jednotlivé škodliviny hodnoceny jako pozad'ové další stanice regionálního významu stanice - např. Jeseník, Svratouch, Kuchařovice, Červená a Rudolice v Horách, a jako dopravně extrémně zatížené stanice („hot spot“) stanice v Praze, Brně, Ústí n/L a v Ostravě.

Ve většině sídel byl v antropogenní vrstvě atmosféry monitorován oxid dusičitý (72 hodnocených stanic), aerosolové částice frakce PM₁₀ (143 stanic). Na 53 stanicích byly sledovány hmotnostní koncentrace vybraných těžkých kovů (arsen, chrom, kadmium, mangan, nikl a olovo) ve vzorcích aerosolových částic frakce PM₁₀. Podle osazení měřicích stanic jsou tato data variabilně doplněna měřením oxidu siřičitého,

oxidu dusnatého, sumy oxidů dusíku, ozónu, oxidu uhelnatého, dalších kovů (Co, Zn, Cu, Se, Ti, V, Fe), měřením suspendovaných částic frakce PM_{2,5} a prvků ve frakci PM_{2,5}. Součástí zpracování jsou výsledky z rutinního monitoringu těkavých organických látek (benzen – 33 stanic) a polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU – 48 hodnocených stanic).

Imisní charakteristiky byly zpracovány ve dvou úrovních. První část je zaměřena na hodnocení ve vztahu ke stanoveným ročním imisním limitům a referenčním koncentracím stanoveným SZÚ. Pro hodnocení byly použity imisní limity (IL) stanovené přílohou č. 1 Zákona o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb. a referenční koncentrace (Rf_k) vydané SZÚ v květnu 2003, aktualizované v roce 2018 – aktuální zmocnění je v § 27 odst. 6 Zákona č. 201/2012 Sb. Ve druhé úrovni byla kvalita ovzduší hodnocena v definovaných typech (kategoriích) městských lokalit. Kritériem pro zařazení lokality/měřicí stanice do příslušné kategorie je intenzita okolní dopravy, podíl jednotlivých typů zdrojů vytápění a případná zátěž významným průmyslovým zdrojem. Definice kategorií podle těchto kritérií jsou uvedeny v [příloze č. 1](#). Údaje o kvalitě ovzduší byly pak pro vybrané škodliviny (NO₂, PM₁₀, As, Cd, Ni, Pb, benzen a BaP) zpracovány skupinově - pro jednotlivé typy lokalit. Pro populaci žijící ve městech byl zpracován odhad úrovně zátěže pro jednotlivé škodliviny definovaný jako střední hodnota vypočtená z městských pozadových stanic. Do tohoto odhadu v případě suspendovaných částic frakce PM₁₀ nebyly zahrnuty údaje městských stanic v Moravskoslezském kraji, vzhledem k plošně vyšší zátěži (až o 5 µg/m³) ve srovnání se stanicemi v ostatních regionech republiky; ty jsou hodnoceny samostatně.

Měřené hodnoty byly v roce 2021 významně ovlivňovány aktuálními meteorologickými a klimatickými podmínkami. Platí to zejména v případě suspendovaných částic, PAU a oxidů dusíku. Významná jsou zvláště dlouhodobější letní období sucha. Zpráva ČHMÚ „Předběžné hodnocení kvality ovzduší v roce 2021“ z ledna 2022 uvádí:

- Z meteorologického hlediska a souvisejícího rozptylu znečišťujících látek byl rok 2021 průměrný.
- Teplotně a srážkově byl rok 2021 na území ČR normální.
- V porovnání s desetiletým průměrem 2011–2020 lze většinu měsíců roku 2021 hodnotit jako měsíce se standardními rozptylovými podmínkami. Výjimku tvoří měsíc květen s výrazně lepšími rozptylovými podmínkami a měsíc únor se zhoršenými rozptylovými podmínkami.
- Rok 2021 byl z hlediska kvality ovzduší velmi příznivý. Koncentrace látek znečišťujících ovzduší (suspendované částice PM₁₀ a PM_{2,5}, přízemní ozon (O₃), oxid dusičitý (NO₂), oxid uhelnatý (CO) a oxid siřičitý (SO₂)) dosáhly v roce 2021 v rámci hodnoceného období 2011–2021 nejnižších až druhých nejnižších hodnot (po roce 2020, ve kterém jsme zaznamenali historicky nejlepší kvalitu ovzduší).
- Oproti desetiletému průměru 2011–2020 došlo v roce 2021 ke mírnému nárůstu koncentrací BaP. Roční průměrné koncentrace BaP překročily imisní limit na 32% (17 měřicích stanic).

(Zpráva ČHMÚ „Předběžné hodnocení kvality ovzduší v roce 2021“, leden 2022, https://www.chmi.cz/files/portal/docs/tiskove_zpravy/2022/TZ_kvalita_ovzdusi_2021_MS_VN.d ocx)

Zátěž obyvatelstva suspendovanými částicemi PM₁₀ a PM_{2,5} se v roce 2021 zvýšila o cca 1 µg/m³ ročního průměru. Analýza trendů ročních středních hodnot ve městech potvrdila meziroční mírný pokles hodnot Ni a mírný nárůst BaP a arsenu.

Alespoň jedno kritérium překročení imisního limitu suspendovaných částic frakce PM₁₀ bylo překročeno pouze na čtyřech stanicích. Překročení alespoň jednoho kritéria uvedeného v Guidelines WHO (září 2021) pro suspendované částice frakce PM₁₀ bylo naměřeno na 96 % stanic. Překročení imisního limitu frakce PM_{2,5} bylo naměřeno na 8 stanicích (a to pouze v Moravskoslezském kraji). Překročení alespoň jednoho kritéria uvedeného v Guidelines WHO (září 2021) pro suspendované částice frakce PM_{2,5} bylo naměřeno na 100 % stanic.

Samostatnou kapitolu představuje v roce 2021 období únor až duben tj. pandemie SARS-CoV-2. Kdy 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.

1 Základní látky (SO₂, NO, NO₂, NO_x, PM₁₀, PM_{2,5}, CO, O₃)

Měřené hodnoty oxidu uhelnatého a oxidu siřičitého na stanicích ve městech jen výjimečně překročily úroveň 10 % stanovených krátkodobých imisních limitů, zdravotně nevýznamně zvýšené koncentrace oxidu siřičitého lze pozorovat jen výjimečně. Problémem mohou ale být sekundární škodliviny včetně ozonu. Ten vzniká v ovzduší i z emitovaných prekursorů (VOC). Jeho koncentrace v současnosti v létě narůstají i díky vícedenním epizodám a narůstajícímu počtu tropických dnů.

K ostatním sledovaným parametrům kvality ovzduší:

- Roční aritmetické průměry **oxidu dusičitého** na pozadových stanicích EMEP nepřekročily 6 µg/m³. Ve městech se v závislosti na intenzitě okolní dopravy koncentrace pohybovaly v rozsahu od cca 15 µg/m³ v nezátížených městských a předměstských lokalitách, přes 11 až 22 µg/m³ u dopravně středně zatížených oblastí až k 39 µg/m³ v dopravně silně zatížených lokalitách. Nejvyšší hodnoty jsou měřeny na dopravních „hot spot“ stanicích (Praha, Ostrava, Brno a Ústí n/L), kde se roční střední koncentrace pohybovaly mezi 30 až 38 µg/m³ (≈ 95% ročního imisního limitu 40 µg/m³). Meziročně (2020/2021) došlo prakticky na všech hodnocených stanicích k nárůstu ročního průměru v řádu jednotek mikrogramů. Roční hodnota AQG - 10 µg/m³ stanovená WHO pro NO₂ byla v roce 2021 překročena na ≈ 90 % měřicích stanic. Denní prozatímní cílová hodnota AQG - 25 µg/m³ byla alespoň jednou překročena na 97 % městských stanic a byla více překračována na dopravně zatížených stanicích; nejvyšší počet překročení (303) byl naměřen na stanici Brno - město. Ve městech se na výsledném znečištění oxidem dusičitým spolupodílí spalovací procesy (výroba energie, domácí topeniště) a v Ostravsko-karvinské oblasti i velké průmyslové zdroje. Situace se dlouhodobě nemění.
- Expozici **suspendovaným částicím frakce PM₁₀**, jejichž koncentrace v roce 2021 mírně narostly, lze dlouhodobě považovat za kolísající a meizoplošně zvýšenou. Přes výrazné snížení měřených hodnot lze odhadovat, že přibližně 0,2% z cca 4,3 milionu obyvatel zahrnutých měst žije v lokalitách, kde je alespoň na jedné měřicí stanici naplněno alespoň

jedno z kritérií překročení imisního limitu. Více než 35 překročení krátkodobého 24hod. imisního limitu ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3/24$ hodin) bylo v roce 2021 naměřeno na 4 stanicích ($\approx 3 \%$ měřicích stanic z celkového počtu 143 hodnocených). Roční imisní limit ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$) nebyl v roce 2021 překročen na žádné hodnocené měřicí stanici. Nejvyšší městská hodnota ročního aritmetického průměru ($34,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) byla naměřena na stanici v Ostravě-Radvanicích (TORE). Vyšší zátěž částicemi frakce PM_{10} v Moravskoslezském kraji dokládá rozdíl cca $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mezi odhadem roční průměrné koncentrace pro městské prostředí v MSK - $23 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ vs $18 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ pro ostatní města ČR.

V jednotlivých typech městských lokalit, v závislosti na intenzitě okolní dopravy a spolupůsobení průmyslových zdrojů, se roční střední hodnota PM_{10} pohybovala na úrovni:

- $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ v MSK) v dopravou přímo nezatížených městských lokalitách (kategorie 2 a 3),
- 17 až $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (až $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ v MSK) ročního průměru v dopravně exponovaných místech (kategorie 4 až 6)
- 21 až $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (až $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ v MSK) ročního průměru v průmyslem silně exponovaných lokalitách (kategorie 8 až 10).

Z tohoto srovnání je zřejmá závislost měřených hodnot PM_{10} jak na intenzitě dopravy, kdy se emise z liniového zdroje/zdrojů přičítají k městskému pozadí, tak na vlivu lokálních malých zdrojů - topenišť. V ostravsko-karvinské aglomeraci je obvyklá kombinace zdrojů (doprava a lokálně působící zdroje) doplněna o vliv významných průmyslových zdrojů a nezanedbatelný význam zde má i dálkový transport. Nasvědčuje tomu roční hodnota $32,2 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ na venkovské stanici Věřňovice ležící na spojnici ostravské aglomerace a polského, průmyslem zatíženého příhraničí v Jastřebsko-Rybnické oblasti. Trend vývoje zátěže prostředí aerosolovými částicemi frakce PM_{10} v sídlech má v posledních deseti letech klesající charakter.

Hodnota AQG $15 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$, doporučená WHO byla v roce 2021 překročena na 123 městských stanicích ($\approx 82 \%$); na 151 měřicí stanici byla celkem 2 390 krát překročena 24hodinová hodnota AQG - $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$; tedy průměrně 16 na každé stanici.

- Do hodnocení zátěže prostředí **suspendovanými částicemi frakce $\text{PM}_{2,5}$** byla v roce 2021 zahrnuta data z 80 stanic. Měření reflektuje převážně větší městské aglomerace. Průměrné roční hmotnostní koncentrace se pohybovaly od 9 do $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$; vyšší hodnoty jsou měřeny v průmyslových lokalitách na Ostravsku (14 až $26 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$). Hodnota ročního imisního limitu $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ byla překročena na osmi stanicích v Moravsko-slezském kraji). Pouze na třech z 80, do hodnocení zahrnutých, městských stanic nebylo překročeno $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ročního průměru (dvojnásobek teoretické nejnižší rizikové expozice AQG podle WHO). Na všech hodnocených stanicích, včetně pozad'ových, byla v roce 2021 překročena cílová hodnota AQG WHO tj. $15 \mu\text{g}/\text{m}^3/24$ hodin.
- Průměrný podíl suspendovaných částic frakce $\text{PM}_{2,5}$ ve frakci PM_{10} se na městských stanicích pohyboval od 55% k 80% . Maximální hodnota 84% byla naměřena na stanici UDCM v Děčíně. V období 2007 až 2020 se průměrná hodnota tohoto podílu pohybovala od 72 do 78% , střední hodnota v roce 2021 byla 73% . Tento parametr primárně závisí na složení spolupůsobících zdrojů, zároveň ale má významnou sezónní závislost; vyšší hodnoty podílu frakce $\text{PM}_{2,5}$ ($\approx 90 \%$) jsou zjišťovány v topné sezóně a v období nepříznivých rozptylových podmínek.

2 Kovy v suspendovaných částicích (As, Cd, Cr, Mn, Ni a Pb)

Úroveň znečištění ovzduší sledovanými těžkými kovy je ve většině hodnocených městských lokalit dlouhodobě bez významnějších výkyvů. Přestože u niklu a arsenu

hodnoty v posledních letech setrvale klesají, byly koncentrace As, Cd, Cr, Mn, Ni a Pb v sídlech v roce 2021 ve srovnání s hodnotami měření na stanicích republikového pozadí většinou mírně (přibližně 2 až 3krát) vyšší. Zvýšené hodnoty arzenu lze nalézt především v okolí významných průmyslových zdrojů na stanicích v Ostravě (metalurgie) nebo v lokalitách s majoritním zastoupením spalování tuhých fosilních paliv. Vyšší koncentrace ostatních kovů mají lokálně ohraničený výskyt i význam. Průmyslem zatížené oblasti na Ostravsku jsou charakterizovány zvýšenými hodnotami Ni, Mn, Cd, Cr a Pb, okolí Tanvaldu pak vyššími hodnotami Cd. Zvýšené hodnoty Pb jsou nalézány v souvislosti se starými zátěžemi (Příbram a okolí) a Ni v blízkosti nových průmyslových výroby (malé a střední kovovýroby).

Zvýšené hodnoty arzenu (do 2 ng/m³) lze nalézt především v okolí významných průmyslových zdrojů na stanicích v Ostravě (metalurgie) nebo v lokalitách s majoritním zastoupením spalování tuhých fosilních paliv. Patří mezi ně Kladno-Švermov, Stehelčevy, Březiněves, Vrapice, Lom u Mostu nebo Tanvald, kde se roční průměrné hodnoty pohybovaly mezi 2 až 3,3 ng/m³. Vyšší koncentrace ostatních kovů mají většinou lokálně ohraničený výskyt i význam, Průmyslem zatížené oblasti na Ostravsku jsou charakterizovány zvýšenými hodnotami Ni, Mn, Cd, Cr a Pb, okolí Tanvaldu pak vyššími hodnotami Cd. Zvýšené hodnoty Pb jsou nalézány v souvislosti se starými zátěžemi (Příbram a okolí) a Ni v blízkosti nových průmyslových výroby (malé a střední kovovýroby).

- **arsen** je považován za citlivý indikátor spalování fosilních paliv, výsledky měření prokazují i jeho významnost v emisích z metalurgických procesů. Roční průměry 0,12 až 0,6 ng/m³ byly nalezeny na stanicích reprezentujících požadovou zátěž. Hodnoty nad 2 ng/m³ (33 % IL) ročního aritmetického průměru byly v roce 2021 naměřeny na 5 stanicích (11 %) reprezentujících víceméně vliv lokálních topenišť. Odhad střední hodnoty v městských lokalitách se pohyboval na úrovni 0,96 ng/m³/rok – tedy ≈ 15 % IL. Význam výroby energie spalováním fosilních paliv (včetně lokálního vytápění) - plošně působícího typu zdroje/zdrojů pak jednoznačně prokazuje průběh ročních hodnot, kdy v topné sezóně jsou hodnoty přibližně dvakrát vyšší;
- roční imisní charakteristiky **kadmia** u většiny hodnocených městských stanic (41 z 45) nepřesáhly 0,5 ng/m³ (10 % IL), navýšení v městech proti průměru na požadových stanicích ČHMÚ (0,08 ng/m³/rok) je možno připsat lokálním zdrojům nebo průmyslové zátěži. Hodnoty ve většině sídel jsou dlouhodobě stabilní; odhad střední hodnoty v městských lokalitách - 0,16 ng/m³/rok - znamená sice dvojnásobnou hodnotu proti požadovým hodnotám, ale jedná se stále o méně než 10 % naplnění IL. Oblastmi se zvýšenou zátěží způsobenou průmyslovou výrobou je Ostrava, v případě staré zátěže zůstává Tanvald a okolí (až ≈ 2 ng/m³/rok);
- roční aritmetické průměry koncentrací **chromu** byly na většině (34 z 44) městských stanic v rozmezí 0,5 - 3 ng/m³, pouze na Ostravské stanici Radvanice (TORE), třech stanicích ve Středočeském kraji (Vrapice, Buštěhrad a Stehelčevy), na jedné stanici v Brně a v Klatovech bylo naměřeno více jak 35 ng/m³. Konzervativní odhad střední hodnoty ve městech se, shodně s rokem 2020, pohybuje na úrovni 1,17 ng/m³/rok. Podle modelového odhadu při středním zastoupení Cr^{VI+} ve směsi na úrovni 0,1 až 0,5 % by se jeho hodnoty pohybovaly v rozmezí 0,002 - 0,01 ng/m³, tedy pod úrovní 40 % stanovené referenční koncentrace;
- roční střední koncentrace **niklu** tvoří ve městech poměrně homogenní pole s koncentracemi < 2 ng/m³/rok (< 10 % IL). Při porovnání s hodnotami přirozeného pozadí (< 0,22 ng/m³) se jedná o mírně zvýšené hodnoty. Odhad roční koncentrace Ni

v městských pozad'ových lokalitách byl 0,52 ng/m³. Hodnoty vyšší než 2 ng/m³ byly v roce 2021 naměřeny pouze na dvou stanicích v Moravskoslezském kraji, kdy nejvyšší hodnoty ročního průměru byly naměřeny na stanici v Ostravě - Mariánské Hory (TOMH) a Přívoz (TOPR), kdy dosáhly 16 % IL.;

- **olovo** zůstává prvkem s dlouhodobě stabilními hodnotami a homogenním polem měřených imisních hodnot bez velkých sezónních, klimatických či jiných výkyvů. Odhad střední hodnoty ve městech (≈ 6,34 ng/m³/rok) řadí olovo mezi méně významné škodliviny. Svědčí o tom i skutečnost, že roční střední hodnoty na 34 stanicích ze 42 hodnocených městských stanic nepřekročily 10 ng/m³ (< 2 % IL). Roční imisní charakteristiky nad 20 ng/m³ (tj. nad 4 % IL) byly v roce 2021 naměřeny pouze na stanicích v Příbrami - SPBR, v Ostravě Radvanicích - TORE a TORO a v Ostravě Mariánských horách TOMH. Nejvyšší hodnota ročního průměru na stanici TORE v Ostravě Radvanicích (50,48 ng/m³) je na úrovni 10 % IL;
- roční střední hodnoty **manganu** na 34 městských stanicích z 41 (83 %) nepřekročily 15 ng/m³ (10 % Rfk); vyšší hodnoty se nachází téměř výhradně v Moravskoslezském kraji. Nejvyšší hodnoty byly zjištěny na dvou průmyslem zatížených stanicích v Ostravě, když nejvyšší naměřená hodnota ročního průměru - 75,2 ng/m³ v Ostravě Radvanicích (TORE) představuje 50 % stanovené RfK. Hodnoty ročních aritmetických průměrů na pozad'ových stanicích nepřekročily 3,5 ng/m³.
- **titan** je od roku 2018 měřen pouze na stanici v SZÚ (ASRO), hmotnostní podíl ve frakci PM₁₀ se pohybuje mezi 0,08 až 0,1 %;
- **vanad, železo, kobalt, zinek, selen a měď** jsou kovy měřené ve frakci PM₁₀ pouze na stanicích provozovaných ČHMÚ. Nejsou pro ně stanoveny imisní limity a zatím ani hodnoty použitelné pro hodnocení jejich expozice a vlivu na zdraví.

3 Organické látky (benzen a PAU)

Benzen - do zpracování za rok 2021 byly zahrnuty hodnoty benzenu měřené celkem na 33 stanicích. Úroveň znečištění ovzduší benzenem se v měřených městských lokalitách pohybovala v rozmezí od 0,6 µg/m³, což odpovídá hodnotám mřeným na pozad'ových stanicích, po 3,6 µg/m³/rok. Imisní limit pro benzen nebyl překročen na žádné stanici. Nejvyšší hodnoty - až 3,6 µg/m³ - jsou dlouhodobě zjišťovány v průmyslově zatížených lokalitách (chemický průmysl, metalurgie...).

Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU) - z porovnání imisních charakteristik sledovaného spektra na 47 stanicích umístěných v jednotlivých typech městských lokalit vyplývá, že se jedná vždy o kombinaci vlivu dvou hlavních typů zdrojů emisí PAU (domácí topeniště a doprava), kdy se emise z liniových zdrojů sčítají s městským pozadím místně ovlivňovaným lokálně působícími malými zdroji. Specifickým případem je průmyslem a starou zátěží exponovaná Ostravsko-karvinská aglomerace, kde se k obvyklým zdrojům přidávají jak emise z velkých průmyslových celků, tak významný příspěvek dálkového transportu. Výšemolekulární frakce PAU je převážně vázána na jemné aerosolové částice (frakce PM_{2,5} a menší; majoritní podíl mají pravděpodobně velikostní frakce 0,5 až 0,8 µm), ale mohou se vyskytovat i ve formě par. Pro výšemolekulární PAU je také dlouhodobě charakteristický velký rozdíl mezi aritmetickým a geometrickým průměrem, což svědčí o značném sezónním kolísání koncentrací.

- Ve větších městských celcích lze nadále v roce 2021 zátěž z dopravy charakterizovat jako plošnou, kdy rozdíl mezi málo zatíženými a dopravně významně exponovanými lokalitami jsou minimální;

- v okrajových částech měst a v místech s významným/majoritním podílem spalování fosilních paliv je, zvláště v topném období, zřejmý vliv domácích topenišť. Tyto lokality se vyznačují vyššími koncentracemi v topném období a hodnotami pod mezí detekce v netopném období;
- velmi významné lokální navýšení měřených hodnot způsobují také velké energetické zdroje a těžký průmysl.

Pro **benzo[a]pyren** (BaP), používaný jako indikátor zátěže ovzduší (PAU), platí:

- hodnota ročního aritmetického průměru na pozad'ové stanici byla 0,25 ng/m³ a zároveň se zde hmotnostní koncentrace v zimním období pohybovaly mezi 0,5 až 1,5 ng/m³, to je srovnatelné s úrovní zátěže v některých městských lokalitách;
- rozpětí ročních průměrů na městských stanicích nezatížených průmyslem a intenzivní dopravou se pohybovalo mezi 0,3 až 3,0 ng/m³, odhad střední hodnoty byl 0,82 ng/m³/rok;
- v dopravně silně zatížených lokalitách byla střední roční hodnota 0,91 ng/m³/rok (rozpětí 0,35 až 1,85 ng/m³), tyto lokality se vyznačovaly menší variabilitou mezi hodnotami naměřenými v zimním a letním období;
- V průmyslově exponovaných lokalitách (chemický průmysl, metalurgie atp.), především v Ostravsko - karvinské pánvi, byly roční střední hodnoty dvou a vícenásobně vyšší (1,46 až 8,9 ng/m³). Navíc jsou zde doprovázeny zimními 24hod. maximy v řádu desítek ng/m³. V letním období se tam měřené hodnoty pohybovaly nejčastěji od 0,1 do 5 ng/m³; výjimkou je stanice v emisní vlečce průmyslového komplexu Liberty Ostrava (dříve ArcelorMittal) v Radvanicích-Bartovicích (TORE) s výskytem vyšších hodnot BaP. Střední roční hodnota v roce 2021 pro kategorii městských lokalit ovlivněných průmyslem byla odhadnuta na 2,68 ng/m³.
- střední hodnota 2,57 ng/m³ zjištěná na stanici ve Švermově u Kladna, kde se v úzkém sevřeném údolí kombinují emise z domácích topenišť na pevná paliva s lokálně významným podílem emisí z dopravy. To dokazuje existenci významně zatížených, měřením a tím i vyhodnocením v podstatě nepokrytých vesnických či předměstských lokalit, kde pravděpodobně dochází až k několikanásobnému překročení IL. Extrém pak představovala v roce 2021 stanice Věřňovice v Moravsko-slezském kraji - 6,78 ng/m³/rok.

V roce 2021 byla hodnota imisního limitu (1 ng/m³/rok) pro benzo[a]pyren (BaP) překročena na 17 z 46 do zpracování zahrnutých městských stanic. Imisní limit byl, mimo venkovské - příměstské stanice ve Věřňovicích (TVER), v Kladně Švermově (SKLS), Bělotín (MBEL), v Teplicích nad Metují (HTNM) a v Olomouci (MOLS) až několikanásobně překročen především na všech stanicích v Ostravě 1,7 až 8,9 ng/m³/rok). Dále - téměř trojnásobné překročení bylo naměřeno na stanicích v Českém Těšíně (TCTN) a v Karvině (TKAO). Na městských stanicích mimo MSK nebyla hodnota IL, až na dvě výše uvedené stanice, překročena.

Význam emisí z velkých průmyslových zdrojů a lokálně působících emisí z malých energetických zdrojů je zřejmý i u další látky, pro kterou je stanovena referenční koncentrace, a to u **benzo[a]antracenu** (BaA). Jeho roční průměry sledované na městských stanicích měly široké rozpětí od 0,3 do 11,96 ng/m³. Na stanicích mimo Ostravsko-karvinskou pánev roční střední hodnoty jen výjimečně v roce 2021 překročily 1 ng/m³/rok. Výjimkou z pravidla je zdrojově a umístěním specifická stanice v Kladně - Švermově (3,54 ng/m³/rok). Na stanicích v Ostravsko-karvinské pánvi byly roční průměry vyšší, v rozmezí 2 až 9,8 ng/m³/rok, z tohoto rozpětí pak

vybočuje dálkovým přenosem a lokálními topeništi silně zatížená stanice Věřňovice (TVER), kde roční střední hodnota (11,96 ng/m³) překročila referenční koncentraci.

Karcinogenní potenciál směsi k-PAU (suma karcinogenních PAU) vyjádřený jako ekvivalent BaP (TEQ BaP) vykazoval velké rozdíly v závislosti na měřené lokalitě. Nejvyšší hodnota 12,26 ng/m³/rok byla zjištěna na stanici Ostrava Radvanice (TORE), významnou zátěž nad 10 ng/m³ TEQ -BaP dlouhodobě vykazuje i stanice ve Věřňovicích (TVER) na Ostravsku monitorující lokální zdroje a dálkový přenos. Rovněž na dalších průmyslem zatížených stanicích v Moravskoslezském kraji byly nalezeny vyšší hodnoty (2 - 5,5 ng/m³/rok TEQ BaP) než na ostatních městských stanicích mimo MSK, kde se roční hodnoty TEQ BaP pohybovaly od 0,5 do 1,7 ng/m³. Potenciální vliv malých lokálních zdrojů na pevná paliva a dopravy v těžko odvětrávaných místech v malých sídlech pak dobře ilustruje hodnota 4,15 ng/m³ na stanici v Kladně - Švermově (SKLS).

4 Komplexní hodnocení kvality ovzduší

Základem je hodnocení stavu ovzduší formou indexu kvality ovzduší, který vychází z dlouhodobých (ročních) imisních limitů (IL) stanovených přílohou č. 1 Zákona č. 201/2012 Sb.

Nadstavbou je zpracování odhadu zdravotních rizik, způsobených expozicí populace konkrétním znečišťujícím látkám. Ten byl zpracován jak pro aerosolové částice (PM₁₀, PM_{2,5}), tak pro látky s potenciálním karcinogenním účinkem (bezprahovým), mezi něž jsou zahrnuty As, Cd, Ni, benzen a BaP. Výpočty platí pro celoživotní expozici 24 hodin denně pro dospělého člověka o hmotnosti 70 kg, který vdechne 20 m³ vzduchu za den. Hodnocení bylo provedeno pro základní typy městských lokalit; kritérii rozdělení byla intenzita okolní dopravy, podíl jednotlivých typů zdrojů vytápění a zátěž významným průmyslovým zdrojem. Zpracování respektovalo aktuálně platné doporučené hodnoty WHO (AQG - 2021).

Patřil by sem i odhad ztracených let života (YLLs), ale ten nebylo možno pro rok 2020 pro významné ovlivnění demografických údajů zpracovat.

4.1 Index kvality ovzduší (IKOR)

Do výpočtu byly zahrnuty roční aritmetické průměry všech měřených škodlivin, pro které jsou stanoveny roční imisní limity (oxid dusičitý - NO₂, suspendované částice frakce PM₁₀ a PM_{2,5}, arsen - As, kadmium - Cd, nikl - Ni, olovo - Pb, benzen - BZN a benzo[*a*]pyren - BaP). Nejčastěji byl v roce 2021 ve městech a v okolí velkých průmyslových zdrojů překračován roční imisní limit pro benzo[*a*]pyren (17 stanic), pro frakci PM_{2,5} (8 stanic v Moravskoslezském kraji) a kritérium maximálního počtu překročení denního imisního limitu pro suspendované částice frakce PM₁₀ (4 stanice).

V obecné úrovni zůstala hodnota IKOR v roce 2021 proti roku 2020 téměř ve všech typech městských lokalit srovnatelná. Hodnoty v posledních letech oscilují těsně okolo hranice první až druhé třídy kvality ovzduší. Střední hodnota IKOR 1,325 odhadnutá pro celou Českou republiku je meziročně (2020/2021) opět mírně snížena. V oblastech s vlivem lokálně působících malých zdrojů na tuhá paliva se hodnota IKOR pohybovala v rozmezí první a druhé třídy kvality ovzduší (0,55 až 1,92 tj. vyhovující

až mírně znečištěné ovzduší). Střední hodnoty IKOR v městských lokalitách, rozdělených v závislosti na intenzitě dopravy (0,64 až 1,7) potvrzují významnost vlivu spalování tuhých paliv v domácích topeništích jako zdroje znečištění městského ovzduší. Dlouhodobý příznivý vliv mírnějších zim 2013 – 2021 byl narušen snížením mobility obyvatelstva a opatřeními v rámci pandemie SARS-CoV-2 v období únor až duben 2021. O lokálním vlivu emisí průmyslových zdrojů v ostravsko-karvinské oblasti vypovídají maximální hodnoty IKOR, které zde dosahují až 3. a 4. třídy. (3. třída IKOR – mírně znečištěné ovzduší až 4. třída - znečištěné ovzduší).

4.2 Suma plnění ročních imisních limitů

Ve všech hodnocených typech městských lokalit a dokonce i na regionálních a republikových pozad'ových stanicích, překročila suma individuálních podílů hodnotu 1. Pohybuje se v rozsahu od 2,62 v městských pozad'ových oblastech přes 9,8 v lokalitě Věřňovice s kombinovaným vlivem lokálních topenišť, průmyslu a dálkového přenosu až po 13,0 v průmyslové oblasti Ostrava Radvanice.

- Nejvyšší míra čerpání imisního limitu byla zjištěna pro benzo[*a*]pyren (BaP), u něhož odhad podílu k IL v žádném typu městské lokality neklesl pod 30 % ročního imisního limitu. Roční průměr pro pozad'ové stanice čerpal imisní limit maximálně z 25 %. Střední hodnoty čerpání se v průmyslem nezátížených městských lokalitách pohybovaly od 30 do 290 %; nejvyšší (střední roční) hodnota 890 % patří ostravské městské průmyslové oblasti.
- Průměrná roční koncentrace částic PM₁₀ čerpá imisní limit v nejnižší míře v městských pozad'ových (47 %), nejvíce pak v městských průmyslových (až 69 %). Totéž s rozšířením o dopravně exponované lokality platí pro oxid dusičitý, kde maximální hodnota na dopravním Hot-Spotu byla 95 %.
- U částic frakce PM_{2,5} se městské pozad'ové a dopravní lokality lišily v jednotkách procent (68 až 79 %), nadlimitní čerpání IL bylo zaznamenáno pouze v průmyslových lokalitách MSK.
- V průmyslových (metalurgické provozy v MSK) a vesnických lokalitách je zřejmá i zvýšená zátěž ovzduší (až 40 % IL) arsenem, kadmíem (až 39 % v Tanvaldu a okolí) a benzenem (až 70 % v Ostravské aglomeraci).

Pro podobný popis situace v malých sídlech sice stále není dost podkladů, nicméně za nejvýznamnější lze považovat suspendované částice (PM₁₀ a PM_{2,5}), BaP a arsen, jejichž zdrojem jsou převážně malé lokální zdroje na pevná paliva.

Maximální hodnota čerpání imisního limitu byla nalezena pro BaP (890 %) na stanici v Ostravě-Radvanicích (TORE). Další v pořadí nejvyšší hodnoty podílu roční střední koncentrace a imisního limitu dosahují hodnoty PM₁₀ a PM_{2,5} v MSK (až 86 respektive 116 %), oxidu dusičitého v dopravně exponovaných lokalitách (až 95 %), arsenu v oblastech s významným zastoupením lokálních topenišť (až 55 %) a benzenu (až 66 %) v okolí velkých průmyslových zdrojů v MSK. Výjimku z jinak významně nižších podílů roční střední koncentrace k imisnímu limitu u olova, niklu a kadmia (1 až 40 %) představují pouze zvýšené hodnoty kadmia ze staré zátěže v okolí Tanvaldu (≈ 39%). Za pozitivní ukazatel lze považovat dlouhodobě nízkou zátěž SO₂, Ni a Pb prakticky ve všech ostatních městských lokalitách.

4.3 Hodnocení zdravotních rizik

Uplatnění vlivů znečišťujících látek z ovzduší na zdraví je závislé na jejich koncentraci v ovzduší a době, po kterou jsou lidé těmto látkám vystaveni. Skutečná expozice v průběhu dne, roku a v průběhu života jednotlivce značně kolísá a liší se v závislosti na povolání, životním stylu, resp. na koncentracích látek v různých lokalitách a prostředích.

Mezi zdravotně nejvýznamnější znečišťující látky v ovzduší sídel ČR patří v první řadě aerosol (suspendované částice frakce PM_{10} a $PM_{2,5}$), polycyklické aromatické uhlovodíky a v lokalitách významně zatížených dopravními emisemi i oxid dusičitý. Místně se pak mohou prosazovat lokálně působící energetické či průmyslové zdroje. V oblastech s významnými průmyslovými zdroji jsou nacházeny zvýšené hodnoty dalších látek - As, Cd, Ni, Cr, benzenu či Pb.

Na základě odhadu průměrné koncentrace suspendovaných částic frakce PM_{10} v roce 2021 v městském prostředí, mimo MSK ($17,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$), lze hruba odhadnout, že v důsledku znečištění ovzduší touto škodlivinou byla bazální celková úmrtnost navýšena o 1,2 %. Navýšení koncentrace PM_{10} přibližně o $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ v hodnocených lokalitách MSK zvyšuje hodnotu odhadu na 3,16%.

Konzervativní odhad počtu předčasných úmrtí, na kterých se podílela expozice suspendovaným částicím frakce PM_{10} nelze za rok 2021 kvůli dopadům pandemie SARS-CoV-2 provést. Ta způsobila i nemožnost provést za rok 2020 odhad ztracených let života (YLLs).

Celkové navýšení individuálního celoživotního rizika vypočtené pro látky s bezprahovým působením (BaP, benzen, Cd, Ni a As) v městských lokalitách v ČR pro rok 2021 bylo na úrovni $8,2 \times 10^{-5}$, tj. přibližně jeden případ na 10 tisíc obyvatel. Pro jednotlivě hodnocené látky se navýšení individuálního celoživotního rizika pohybuje v řádu 10^{-8} až 10^{-4} , tedy v řádu jednotek případů onemocnění na 10 000 až 100 milionů obyvatel za 70 let. (konkrétně od tří případů na 100 milionů po osm případů na 10 tisíc obyvatel).

Hodnoty individuálního karcinogenního rizika (ILCR) vycházející z odhadu střední hodnoty v městských oblastech nezatížených extenzivní dopravou a průmyslem pro jednotlivé hodnocené látky:

- BaP $7,74 \times 10^{-5}$ (\approx 1 případ z 10 tisíc)
- Arsen $1,44 \times 10^{-6}$ (\approx 1 případ z 1 milionu);
- Benzen $6,60 \times 10^{-6}$ (\approx 7 případů z 1 milionů)
- Nikl $1,98 \times 10^{-7}$ (\approx 2 případy z 10 milionů)
- Kadmium $7,84 \times 10^{-8}$ (\approx 1 případ z 10 milionů) - nejnižší z hodnocených látek.

Největší příspěvek dlouhodobě představuje expozice směsi PAU.

Příloha č. 1 - Kategorizace stanic měřících kvalitu venkovního ovzduší

Městská - URBAN

1. **Pozad'ová** - URBAN BACKGROUND (území intravilánu sídla bez významných hodnotitelných zdrojů, bez dopravy - např. parky, sportoviště, vodní plochy, plochy půdy ležící ladem apod.).
2. **Městská obytná zóna pouze s lokálními zdroji (dříve REZZO III)** (vilové čtvrti, satelity, zahrádkářské kolonie..., doprava na nízké úrovni do 2 tis. vozidel/24 hodin a/nebo ve vzdálenosti větší jak 150 m od významné komunikace či křížení ulic a/nebo na stíněné straně budovy od této komunikace), lokální zdroje pro vytápění (dříve REZZO II) v komerčních, administrativních a obytných objektech - URBAN RESIDENTIAL LOCAL HEATING.
3. **Městská obytná zóna bez lokálních zdrojů emisí** (sídlíště vytápěná vzdálenými zdroji CZT, doprava na nízké úrovni do 2 tis. vozidel/24 hodin a/nebo ve vzdálenosti vyšší jak 150 m od významné komunikace či křížení ulic a/nebo na stíněné straně budovy od této komunikace) - veřejná energetika, dálkové vytápění URBAN RESIDENTIAL.
4. **Městská obytná zóna s lokálním i CZT vytápěním a s dopravní zátěží 2 až 5 tis. vozidel/24 hodin** (komunikace městské kategorie) a/nebo ve vzdálenosti vyšší jak 150 m od další významné komunikace vyšší úrovně či významného dopravního křížení ulic a/nebo na stíněné straně budovy od této komunikace - URBAN RESIDENTIAL LOW TRAFFIC.
5. **Městská obytná zóna s lokálním i CZT vytápěním a s dopravní zátěží 5 až 10 tis. vozidel/24 hodin** (komunikace městské kategorie, hlavní třídy) a/nebo ve vzdálenosti vyšší jak 150 m od další významné komunikace vyšší úrovně či významného křížení ulic a/nebo na stíněné straně budovy od této komunikace - URBAN RESIDENTIAL MIDDLE TRAFFIC.
6. **Městská obytná zóna s lokálním i CZT vytápěním a s dopravní zátěží s více než 10 tis. vozidel/24 hodin** - prostorově otevřené komunikace (zástavba ve vzdálenosti minimálně 10 m od okraje vozovky) - URBAN RESIDENTIAL TRAFFIC.
7. **Městská obytná zóna s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin** (uzavřené komunikace tvaru kaňonů) a tranzitní komunikace s více jak **25 tis. vozidel/24 hodin** - URBAN RESIDENTIAL HEAVY TRAFFIC.

Průmyslová - URBAN INDUSTRIAL

8. **Městská průmyslová zóna s vyšším významem vlivu technologií než dopravy** (do 10 tis. vozidel/den) na kvalitu ovzduší v příslušné zóně.
9. **Městská průmyslová zóna s vyšším významem vlivu dopravní zátěže než vlivu technologií v příslušné zóně.** Do této kategorie se řadí i železniční uzly (nádraží, depa apod.).
10. **Městská průmyslová zóna s výrazným vlivem dopravní zátěže (nad 25 tis. vozidel/den) než vlivu technologií** v příslušné zóně.

Venkovská (rural)

11. **Pozad'ová (background)** - lesy, parky (mimo intravilán), pastviny, neobdělávaná půda, vodní plochy, louky apod.
12. **Zemědělská (agricultural)** - vliv zemědělského zdroje - obdělávaná zemědělská půda.
13. **Průmyslová (industrial)** - převažující vliv průmyslu nad dopravou.

14. **Průmyslová s dopravní zátěží** – převažující vliv dopravy nad vlivem průmyslu.
15. **Obytná zóna s nízkou úrovní dopravy** (do 2 tis. vozidel/24 hod.), (residential).
16. **Obytná zóna se střední úrovní dopravy** (2 až 10 tis. vozidel/24 hod.), (traffic).
17. **Obytná zóna s vysokou úrovní dopravy** (> 10 tis. vozidel/24 hod.), (heavy traffic).
18. **Dopravní zátěž** (>10 tis. vozidel/24 hod.) bez zástavby (zóny ad 1 a ad 2).

Poznámky :

1. Obytná – sídliště, satelitní městečka, vilové čtvrti, nákupní centra, areály nemocnic, městská zástavba, včetně drobných provozoven služeb a výroby.
2. U průmyslové zóny se primárně nehodnotí typ průmyslu. A to i když z hlediska znečištění ovzduší podstatnější roli než doprava typ průmyslu v řadě případů má – příkladem technologií s různým vlivem mohou být metalurgické procesy, lehké montážní haly, lakovny, pivovar (bez vlastního zdroje tepla), význam má také „výška komínů“, fugitivní emise atd.
3. U kategorií definovaných účelem využití je kladen důraz vždy na **majoritní** zdroje znečištění ovzduší (tj. vždy jeden ze tří - doprava, průmysl, vytápění).
4. Venkovská zóna je vymezena definicí, že platí pro sídla do **2 tis. obyvatel** a extravilány.
5. Při řazení do kategorií se bere v úvahu **dlouhodobá** zátěž lokality.

Příloha č. 2 - Souhrn monitorovaných parametrů kvality venkovního ovzduší v jednotlivých městech

Tabulka č. 13. – Souhrn monitorovaných parametrů kvality venkovního ovzduší v jednotlivých městech

| Kraj | Lokalita | stanice | SO ₂ | NO | NO ₂ | CO | O ₃ | NO _x | PM ₁₀ | PM _{2,5} | BZN | TK | PAU |
|------------------|------------|---------|-----------------|----|-----------------|----|----------------|-----------------|------------------|-------------------|-----|----|-----|
| Praha | Praha 1 | AREP | | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | | ✓ | | |
| | Praha 2 | ALEG | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| | Praha 2 | ARIE | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ |
| | Praha 4 | ACHO | | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | | | | |
| | Praha 4 | ALIB | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Praha 4 | ALIB | | | | | | ✓ | ✓ | | ✓ | | |
| | Praha 5 | ARER | | ✓ | ✓ | | | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ |
| | Praha 5 | ASTO | | | | | ✓ | | ✓ | ✓ | | | |
| | Praha 6 | ABRE | | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | | | | |
| | Praha 6 | ASUC | | | | | ✓ | | ✓ | | | | |
| | Praha 7 | AHOL | | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | | | |
| | Praha 8 | AKAL | | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | | | | |
| | Praha 8 | AKOB | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |
| | Praha 9 | AVYN | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |
| | Praha 10 | APRU | | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | | | | |
| | Praha 10 | ASRO | | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ |
| | Praha 10 | ASRO | | | | | | | ✓ | ✓ | | | |
| Praha 10 | AVRS | | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | | | | | |
| Kraj Středočeský | Beroun | SBER | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | | |
| | Buštěhrad | SBUS | | | | | | | ✓ | | | ✓ | |
| | Čelákovice | SCEX | | | | | | | ✓ | | | | |
| | Kutná Hora | SKHO | | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | | | |
| | Vrapice | SKLC | | | | | | | ✓ | | | ✓ | |
| | Kladno | SKLM | | | | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | |

| Kraj | Lokalita | stanice | SO ₂ | NO | NO ₂ | CO | O ₃ | NO _x | PM ₁₀ | PM _{2,5} | BZN | TK | PAU |
|----------------|-------------------------------|---------|-----------------|----|-----------------|----|----------------|-----------------|------------------|-------------------|-----|----|-----|
| | Kladno-Švermov | SKLS | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ |
| | Kralupy n/V | SKRP | | | | | | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ |
| | Mladá Boleslav | SMBO | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | |
| | Ondřejov | SONR | | | | | ✓ | | | | | | |
| | Příbram | SPBR | | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ |
| | Rožďalovice (okr. Nymburk) | SROR | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ |
| | Slaný | SSLN | | | | | | | ✓ | | | ✓ | |
| | Stehelčevy | SSTE | | | | | | | ✓ | | | ✓ | |
| Kraj Jihočeský | ČHMÚ-Č. Budějovice | CCBD | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| | Č. Budějovice | CCBT | | | | | | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ |
| | Churáňov | CCHU | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | |
| | Kocelovice | CKOC | | | | | ✓ | | ✓ | | | ✓ | ✓ |
| | Prachatice | CPRA | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |
| | Hojná-Voda | CHVO | | | | | ✓ | | ✓ | | | | |
| | Tábor | CTAB | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |
| | Temelín | CTEM | | | | | | | ✓ | | | | |
| | Vodňany | CVOD | | | | | | | ✓ | | | | |
| Kraj Plzeňský | Klatovy | PKLS | | | | | | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ |
| | Kamenný Újezd (okr. Rokycany) | PKUJ | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | | | |
| | Plzeň-Roudná | PPLR | | | | | | | ✓ | ✓ | | | ✓ |
| | Plzeň-město | PPLV | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | |
| | Plzeň-Slovany | PPLX | | | | | | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Přimda | PPRM | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | | | | |
| | Staňkov | PSTA | | | | | | | ✓ | | | | |
| K r a j . | Fr. Lázně | KFLC | ✓ | | | | | ✓ | | | | | |
| | M. Lázně | KMLK | ✓ | | | | | ✓ | | | | | |

| Kraj | Lokalita | stanice | SO ₂ | NO | NO ₂ | CO | O ₃ | NO _x | PM ₁₀ | PM _{2,5} | BZN | TK | PAU |
|--------------|----------------------------|---------|-----------------|----|-----------------|----|----------------|-----------------|------------------|-------------------|-----|----|-----|
| | Přebuz | KPRB | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | | | | |
| | Cheb | KCHE | | | ✓ | | | | ✓ | | ✓ | | |
| | ČHMÚ Cheb | KCHM | | | | | | | ✓ | | | | |
| | Karlovy Vary | KKVA | | | | | | | ✓ | | | | |
| | Sokolov | KSOM | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Kraj Ústecký | Ceradice | UCEC | | | | | | | ✓ | | | | |
| | Děčín | UDCM | | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | | | |
| | Doksany | UDOK | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ |
| | Chomutov | UCHM | | | | | | | ✓ | | | | |
| | Krupka (u Teplic) | UKRU | ✓ | | | | | | ✓ | | | | |
| | CHMU-Lom | ULOM | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | |
| | Litoměřice | ULTT | ✓ | | | | ✓ | | ✓ | | | | |
| | Měděnec | UMED | ✓ | | | | | ✓ | ✓ | ✓ | | | |
| | Most | UMOM | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| | Rudolice v Horách | URVH | | | | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | |
| | Sněžník | USNZ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |
| | Teplice | UTPM | ✓ | | | | ✓ | | ✓ | | | | ✓ |
| | Tušimice | UTUS | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Ústí-n/L, Prokopa Diviše | UUDI | | | | | | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ |
| | CHMU-Ústí n/L - Všebořická | UULD | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| | Ústí nad Labem | UULK | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | |
| | ČHMÚ-UNL Město | UULM | | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | | ✓ | | |
| | Valdek (okr. Děčín) | UVAL | | | | | | | ✓ | | | | |
| K r a j . | Česká Lípa | LCLM | | | | | | | ✓ | | | | |
| | Frýdlant | LFRT | ✓ | | | | ✓ | | ✓ | ✓ | | | |

| Kraj | Lokalita | stanice | SO ₂ | NO | NO ₂ | CO | O ₃ | NO _x | PM ₁₀ | PM _{2,5} | BZN | TK | PAU |
|----------------------|--------------------------|---------|-----------------|----|-----------------|----|----------------|-----------------|------------------|-------------------|-----|----|-----|
| | Jizerka | LJIZ | | | | | | | ✓ | | | ✓ | |
| | CHMU-Jablonec n/N | LJNM | | | | | | | ✓ | | | ✓ | |
| | CHMU-Liberec - Rochlice | LLIL | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Radimovice (okr Liberec) | LRAD | | | | | | | ✓ | | | | |
| | Souš | LSOU | | | | | ✓ | | ✓ | | | ✓ | |
| | Tanvald | LTAS | | | | | | | ✓ | | | ✓ | |
| | Uhelná | LUHL | | | | | | | ✓ | ✓ | | | |
| Kraj Pardubický | Jablonné n/Orlicí | EJBO | | | | | | | ✓ | | | ✓ | ✓ |
| | Moravská Třebová | EMTP | | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | | | |
| | Pardubice | EPAO | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ | | | ✓ | | |
| | Pardubice | EPAU | ✓ | | | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Pardubice | EPAU | | | | | | | ✓ | ✓ | | | |
| | Sezemice | ESEZ | | | | | | | ✓ | | | | |
| | Svratouch | ESVR | | | | | ✓ | | ✓ | ✓ | | ✓ | |
| | Třebaňov | ETRE | | | | | | | ✓ | | | | ✓ |
| | Ústí nad Orlicí | EUOR | | | | | | | ✓ | | | | |
| Kraj Královéhradecký | Hradec Králové | HHKB | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| | Hradec Králové | HHKS | | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ |
| | Hradec Králové | HHKT | | | | | | | ✓ | ✓ | | | |
| | Hradec Králové | HHKO | | | | | ✓ | | | | | | |
| | Rýchory v Krkonoších | HKRY | | | | | ✓ | | | | | | |
| | Jičín | HJIC | | | | | | | ✓ | ✓ | | | |
| | Polom | HPLO | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |
| | Rychnov nad Kněžnou | HRNK | | | | | | | ✓ | | | | |
| | Teplice nad Metují | HTNM | | | | | | | ✓ | | | | ✓ |

| Kraj | Lokalita | stanice | SO ₂ | NO | NO ₂ | CO | O ₃ | NO _x | PM ₁₀ | PM _{2,5} | BZN | TK | PAU |
|-------------------|----------------------|---------|-----------------|----|-----------------|----|----------------|-----------------|------------------|-------------------|-----|----|-----|
| | Trutnov | HTRT | | | | | | | ✓ | | | | |
| | Velichovky | HVEL | | | | | | | ✓ | | | | |
| Kraj Vysočina | Jihlava | JJIH | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| | Jihlava-Znojemská | JJIZ | | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ |
| | Kostelní Myslová | JKMY | | | | | ✓ | | | | | | |
| | CHMU-Košetice - EMEP | JKOS | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Křižanov | JKRI | | | | | | | ✓ | ✓ | | | |
| | Pelhřimov | JPEM | | | | | | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ |
| | Třebíč | JTRE | | | | | | | ✓ | | | | |
| | Žďár n/Sázavou | JZNZ | | | | | | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ |
| Kraj Jihomoravský | Blansko | BBLS | | | | | | | | | | | ✓ |
| | Brno-město | BBDN | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| | Brno-město | BBNA | | | | | | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ |
| | Brno-město | BBNE | | | | | | | ✓ | | | | |
| | Brno-město | BBNF | | | | | | | ✓ | | | | |
| | Brno-město | BBNI | | | | | | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ |
| | Brno-město | BBNV | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| | Brno-město | BBNY | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | |
| | Hodonín | BHOD | | | | | | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ |
| | Kuchařovice | BKUC | | | | | ✓ | | ✓ | | | ✓ | |
| | Lovčice | BLOC | | | | | | | ✓ | | | ✓ | ✓ |
| | Mikulov | BMIS | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | | |
| | Vyškov | BVYS | | | | | | | ✓ | ✓ | | | |
| | CHMU-Znojmo | BZNO | | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | | | |
| Kraj Zlínský | Štítná n/Vlárí | ZSNV | | | | | ✓ | | | | | | |

| Kraj | Lokalita | stanice | SO ₂ | NO | NO ₂ | CO | O ₃ | NO _x | PM ₁₀ | PM _{2,5} | BZN | TK | PAU |
|-----------------------|--------------------------|---------|-----------------|----|-----------------|----|----------------|-----------------|------------------|-------------------|-----|----|-----|
| | Těšnovice | ZTNV | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | |
| | Uh. Hradiště | ZUHR | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | | | |
| | Valašské Meziříčí | ZVMZ | | | | | | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ |
| | Vsetín | ZVSH | | | | | | | ✓ | | | | |
| | Zlín | ZZLN | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| Kraj Olomoucký | Bělotín (okr. Přerov) | MBEL | | | | | | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ |
| | Jeseník | MJES | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |
| | Nový Malín | MNMA | | | | | | | ✓ | ✓ | | | |
| | Olomouc | MOLJ | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ |
| | Olomouc-Šmeralova | MOLS | | | | | | | ✓ | ✓ | | ✓ | |
| | Přerov | MPPR | ✓ | | | | ✓ | | ✓ | ✓ | | | |
| | Prostějov | MPST | | | | | | | ✓ | | | | |
| Kraj Moravsko-slezský | Bílý Kříž - EMEP | TBKR | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ | |
| | Bruntál | TBRS | | | | | | | ✓ | ✓ | | | |
| | Č. Hora | TCER | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ | |
| | Český Těšín | TCTN | ✓ | | | | | | ✓ | | | ✓ | ✓ |
| | CHMU-Český Těšín | TCTN | | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | | | |
| | Frýdek-Místek | TFMI | | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | | | |
| | Havířov | THAR | | | | | | | ✓ | ✓ | | | |
| | Karviná-ZÚ | TKAO | | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | |
| | Karviná | TKAV | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ |
| | Ostrava Hanušov | TOHU | | | | | | | | | | | ✓ |
| | Ostrava Poruba | TOPD | | | | | | | | | | | ✓ |
| | ČHMÚ-OVA - Českobratrská | TOCB | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| | ČHMÚ-Ostrava - Fifejdy | TOFF | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | | |

| Kraj | Lokalita | stanice | SO ₂ | NO | NO ₂ | CO | O ₃ | NO _x | PM ₁₀ | PM _{2,5} | BZN | TK | PAU |
|-----------------|--------------------------------|---------|-----------------|----|-----------------|----|----------------|-----------------|------------------|-------------------|-----|----|-----|
| | Ostrava-Mariánské hory - ZÚ | TOMH | | | | | | | ✓ | | | ✓ | ✓ |
| | CHMU-Ostrava Poruba | TOPO | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ |
| | CHMU-Ostrava Poruba | TOPO | | | | | | | ✓ | ✓ | | | |
| | ČHMÚ-Ostrava - Přívoz | TOPR | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Ostrava-Radvanice - ZÚ | TORE | | | | | | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ |
| | Ostrava-Radvanice OZO | TORO | | | | | | | ✓ | | | ✓ | ✓ |
| | Ostravice (okr. Frýdek-Místek) | TOSG | | | | | | | ✓ | ✓ | | | |
| | CHMU-Opava Kateřinky | TOVK | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ |
| | Ostrava | TOZR | | | | | | | ✓ | ✓ | | | |
| | Písečná (okr. F. Místek) | TPIS | | | | | | | ✓ | | | | |
| | Rychvald (Okr. Karviná) | TRYC | ✓ | ✓ | ✓ | | | | ✓ | ✓ | | | |
| | Studénka (okr. N. Jičín) | TSTD | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ |
| | Třinec | TTRO | | | | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| | Věřňovice | TVER | ✓ | ✓ | ✓ | | | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ |
| CELKEM zahrnuto | | 164 | 45 | 71 | 72 | 12 | 56 | 73 | 151 | 81 | 33 | 52 | 48 |

Příloha č. 3 - Zařazení hodnocených stanic do příslušných kategorií a řešené programy

Tabulka č. 14. - Zařazení hodnocených stanic do příslušných kategorií a řešené programy

| Kraj | Název sídla | Kod | kód | Definice lokality | Program | | | | | | |
|------------------|----------------|------|---|---|---------|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | A | M | K | P | D | 0 | 5 |
| Prah | Praha 1 | AREP | 6 | Městská obytná zóna s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin | ✓ | | | | ✓ | | |
| | Praha 2 | ALEG | 7 | Městská obytná zóna s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin - kaňony | ✓ | | | | ✓ | | |
| | Praha 2 | ARIE | 3 | Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. | ✓ | | | ✓ | | ✓ | |
| | Praha 4 | ACHO | 3 | Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. | ✓ | | | | ✓ | | |
| | Praha 4 | ALIB | 3 | Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. | ✓ | ✓ | | ✓ | | ✓ | |
| | Praha 5 | ARER | 4 | Městská obytná zóna s dopravní zátěží 2 až 5 tis. vozidel/24 hodin | ✓ | | | ✓ | | ✓ | |
| | Praha 5 | ASTO | 3 | Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. | ✓ | | | | | | |
| | Praha 6 | ABRE | 5 | Městská obytná zóna s dopravní zátěží 5 až 10 tis. vozidel/24 hodin | ✓ | | | | | | |
| | Praha 6 | ASUC | 3 | Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. | ✓ | | | | | | |
| | Praha 7 | AHOL | 6 | Městská obytná zóna s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin | ✓ | | | | ✓ | | |
| | Praha 8 | AKAL | 6 | Městská obytná zóna s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin | ✓ | | | | | | |
| | Praha 8 | AKOB | 5 | Městská obytná zóna s dopravní zátěží 5 až 10 tis. vozidel/24 hodin | ✓ | | | | | | |
| | Praha 9 | AVYN | 7 | Městská obytná zóna s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin - kaňony | ✓ | | | | | | |
| | Praha 10 | APRU | 10 | Městská průmyslová zóna s výrazným vlivem dopravní zátěže (nad 25 tis. vozidel/den) | ✓ | | | | | | |
| | Praha 10 | ASRO | 3 | Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. | ✓ | ✓ | | ✓ | | ✓ | ✓ |
| Praha 10 | AVRS | 6 | Městská obytná zóna s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin | ✓ | | | | | | | |
| Středočeský kraj | Beroun | SBER | 6 | Městská obytná zóna s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin | ✓ | | | | | | |
| | Buštěhrad | SBUS | 13 | Venkovská průmyslová | | ✓ | | | | ✓ | |
| | Čelákovice | SCEX | 2 | Městská obytná zóna pouze s lokálními zdroji REZZO III | | ✓ | | | | | |
| | Kladno | SKLM | 6 | Městská obytná zóna s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin | ✓ | | | | ✓ | | |
| | Kladno-Švermov | SKLS | 16 | Venkovská obytná se střední úrovní dopravy | ✓ | | | ✓ | | ✓ | |
| | Kutná Hora | SKHO | 3 | Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. | ✓ | | | | | | |

| Kraj | Název sídla | Kod | kód | Definice lokality | Program | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------------|------|--------------------|---|---------|---|---|---|---|---|---|--|
| | | | | | A | M | K | P | D | 0 | 5 | |
| | Kralupy n/V | SKRP | 8 | Městská průmyslová zóna s vyšším významem vlivu technologií než dopravy | ✓ | | | ✓ | | ✓ | | |
| | Mladá Boleslav | SMBO | 3 | Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. | ✓ | | | | | | | |
| | Ondřejov | SONR | 11 | Venkovská pozadová | ✓ | | | | | | | |
| | Příbram | SPBR | 3 | Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. | ✓ | | | ✓ | | ✓ | | |
| | Rožďalovice (okr. Nym.) | SROR | 12 | Venkovská zemědělská | ✓ | | | ✓ | | | | |
| | Slaný | SSLN | 1 | Městská pozadová | | | | | | | ✓ | |
| | Stehelčevy | SSTE | 14 | Venkovská průmyslová s dopravní zátěží | | ✓ | | | | | ✓ | |
| | Vrapice | SKLC | 14 | Venkovská průmyslová s dopravní zátěží | | ✓ | | | | | ✓ | |
| Jihočeský kraj | Č. Budějovice | CCBD | 3 | Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. | ✓ | | | | ✓ | | | |
| | Č. Budějovice | CCBT | 2 | Městská obytná zóna pouze s lokálními zdroji REZZO III | ✓ | | | ✓ | | ✓ | | |
| | Hojná Voda | CHVO | 11 | Venkovská pozadová | ✓ | | | | | | | |
| | Pelhřimov | JPEM | 2 | Městská obytná zóna pouze s lokálními zdroji REZZO III | ✓ | | | ✓ | | ✓ | | |
| | Churáňov | CCHU | 11 | Venkovská pozadová | ✓ | | | | | | | |
| | Prachatice | CPRA | 3 | Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. | ✓ | ✓ | | | | | ✓ | |
| | Tábor | CTAB | 5 | Městská obytná zóna s dopravní zátěží 5 až 10 tis. vozidel/24 hodin | ✓ | | | | | | | |
| | Vodňany | CVOD | 3 | Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. | | ✓ | | | | | | |
| | Kocelovice | CKOC | 11 | Venkovská pozadová | ✓ | ✓ | | ✓ | | ✓ | | |
| Temelín | CTEM | 11 | Venkovská pozadová | | | | | | | | | |
| Záadočecký a karlovarský kraj | Fr. Lázně | KFLC | 3 | Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. | | ✓ | | | | | | |
| | Cheb | KCHE | 6 | Městská obytná zóna s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin | | ✓ | | | | | | |
| | Cheb | KCHM | 2 | Městská obytná zóna pouze s lokálními zdroji REZZO III | ✓ | | | | ✓ | | | |
| | Karlovy Vary | KKVA | 3 | Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. | | ✓ | | | | | | |
| | M. Lázně | KMLK | 3 | Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. | | ✓ | | | | | | |
| | Přebuz | KPRB | 11 | Venkovská pozadová | ✓ | | | | | | | |
| | Sokolov | KSOM | 3 | Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | | |

| Kraj | Název sídla | Kod | kód | Definice lokality | Program | | | | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|------|-----|--|---------|---|---|---|---|---|---|--|
| | | | | | A | M | K | P | D | 0 | 5 | |
| | Klatovy | PKLS | 4 | Městská obytná zóna s dopravní zátěží 2 až 5 tis. vozidel/24 hodin | ✓ | | | ✓ | | ✓ | | |
| | Kamenný Újezd (okr. Rokycany) | PKUJ | 12 | Venkovská zemědělská | ✓ | | | | | | | |
| | Plzeň-město | PPLR | 2 | Městská obytná zóna pouze s lokálními zdroji REZZO III | ✓ | | | ✓ | | ✓ | | |
| | Plzeň-město | PPLV | 12 | Venkovská zemědělská | ✓ | | | | | ✓ | | |
| | Plzeň-město | PPLX | 6 | Městská obytná zóna s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin | | | | ✓ | ✓ | | | |
| | Přimda | PPRM | 11 | Venkovská pozadová | ✓ | | | | | | | |
| | Staňkov | PSTA | 3 | Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. | | ✓ | | | | | | |
| Ústecký a Liberecký kraj | Česká Lípa | LCLM | 3 | Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. | ✓ | | | | | | | |
| | Frýdlant | LFRT | 11 | Venkovská pozadová | ✓ | ✓ | | | | | | |
| | Jizerka | LJIZ | 11 | Venkovská pozadová | | ✓ | | | | | ✓ | |
| | Jablonec n/N | LJNM | 3 | Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. | | ✓ | | | | | ✓ | |
| | Liberec | LLIL | 3 | Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| | Radimovice (okr Liberec) | LRAD | 12 | Venkovská zemědělská | | ✓ | | | | | | |
| | Souš | LSOU | 11 | Venkovská pozadová | ✓ | ✓ | | | | | ✓ | |
| | Tanvald | LTAS | 8 | Městská průmyslová zóna s vyšším významem vlivu technologií než dopravy | | ✓ | | | | | ✓ | |
| | Uhelná | LUHL | 12 | Venkovská zemědělská | ✓ | | | | | | | |
| | Ceradice | UCEC | 12 | Venkovská zemědělská | | ✓ | | | | | | |
| | Děčín | UDCM | 8 | Městská průmyslová zóna s vyšším významem vlivu technologií než dopravy | ✓ | | | | | | | |
| | Doksany | UDOK | 12 | Venkovská zemědělská | ✓ | ✓ | | ✓ | | | ✓ | |
| | Chomutov | UCHM | 3 | Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. | ✓ | | | | | | | |
| | Lom u Mostu | ULOM | 13 | Venkovská průmyslová | ✓ | | | | | | | |
| | Litoměřice | ULTT | 3 | Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. | ✓ | | | | | | | |
| | Měděnec | UMED | 11 | Venkovská pozadová | ✓ | | | | | | | |

| Kraj | Název sídla | Kod | kód | Definice lokality | Program | | | | | | |
|--------------------------------|----------------------|----------|-----|---|---------|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | A | M | K | P | D | 0 | 5 |
| | Most | UMO M | 5 | Městská obytná zóna s dopravní zátěží 5 až 10 tis. vozidel/24 hodin | ✓ | | | | ✓ | ✓ | |
| | Rudolice v Horách | URVH | 11 | Venkovská pozadová | ✓ | | | | ✓ | | |
| | Sněžník | USNZ | 11 | Venkovská pozadová | ✓ | ✓ | | | | | |
| | Teplice | UTPM | 6 | Městská obytná zóna s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin | ✓ | | | ✓ | | | |
| | Tušimice | UTUS | 8 | Městská průmyslová zóna s vyšším významem vlivu technologií než dopravy | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | |
| | Ústí nad Labem | UUDI | 8 | Městská průmyslová zóna s vyšším významem vlivu technologií než dopravy | ✓ | | | ✓ | | ✓ | |
| | Ústí nad Labem | UULD | 6 | Městská obytná zóna s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin | ✓ | | | | ✓ | ✓ | |
| | Ústí nad Labem | UULK | 3 | Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. | ✓ | | | | | | |
| | Ústí nad Labem | UULM | 6 | Městská obytná zóna s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin | ✓ | | | | ✓ | | |
| | Valdek (okr. Děčín) | UVAL | 12 | Venkovská zemědělská | | ✓ | | | | | |
| Východočeský a Pardubický kraj | Jablonné n/Orlicí | EJBO | 3 | Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. | | | | ✓ | | ✓ | |
| | Pardubice | EPAO | 2 | Městská obytná zóna pouze s lokálními zdroji REZZO III | ✓ | | | | ✓ | | |
| | Pardubice | EPAU | 8 | Městská průmyslová zóna s vyšším významem vlivu technologií než dopravy | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | |
| | Sezemice | ESEZ | 13 | Venkovská průmyslová | | ✓ | | | | | |
| | Svratouch | ESVR | 11 | Venkovská pozadová | ✓ | ✓ | | | | ✓ | |
| | Třebařov | ETRE | 11 | Venkovská pozadová | | ✓ | | ✓ | | | |
| | Ústí nad Orlicí | EUOR | 11 | Venkovská pozadová | | ✓ | | | | | |
| | Hradec Králové | HHKB | 5 | Městská obytná zóna s dopravní zátěží 5 až 10 tis. vozidel/24 hodin | ✓ | | | | ✓ | | |
| | Hradec Králové | HHKO | 1 | Městská pozadová | | | ✓ | | | | |
| | Hradec Králové | HHKS | 5 | Městská obytná zóna s dopravní zátěží 5 až 10 tis. vozidel/24 hodin | ✓ | | | ✓ | | ✓ | |
| | Hradec Králové | HHKT | 3 | Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. | | ✓ | | | | | |
| | Jičín | HJIC | 3 | Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. | | ✓ | | | | | |
| | Rýchory v Krkonoších | HKRY | 11 | Venkovská pozadová | ✓ | | | | | | |

| Kraj | Název sídla | Kod | kód | Definice lokality | Program | | | | | | | |
|---|--------------------|------|--|---|---------|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | A | M | K | P | D | 0 | 5 | |
| | Polom | HPLO | 11 | Venkovská pozadová | ✓ | | | | | | | |
| | Rychnov n.Kněžnou | HRNK | 13 | Venkovská průmyslová | | ✓ | | | | | | |
| | Teplice nad Metují | HTNM | 2 | Městská obytná zóna pouze s lokálními zdroji REZZO III | | ✓ | | ✓ | | | | |
| | Trutnov | HTRT | 3 | Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. | ✓ | | | | | | | |
| | Velichovky | HVEL | 3 | Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. | | ✓ | | | | | | |
| Kraj Vysočina, Jihomoravský a Zlínský kraj | Brno-město | BBDN | 5 | Městská obytná zóna s dopravní zátěží 5 až 10 tis. vozidel/24 hodin | ✓ | | | | ✓ | | | |
| | Blansko | BBLS | 3 | Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. | | | | ✓ | | | | |
| | Brno-město | BBNA | 4 | Městská obytná zóna s dopravní zátěží 2 až 5 tis. vozidel/24 hodin | ✓ | | | ✓ | | | ✓ | |
| | Brno-město | BBNE | 15 | Venkovská obytná s nízkou úrovní dopravy | | ✓ | | | | | | |
| | Brno-město | BBNF | 3 | Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. | | ✓ | | | | | | |
| | Brno-město | BBNI | 2 | Městská obytná zóna pouze s lokálními zdroji REZZO III | ✓ | | | ✓ | | | ✓ | |
| | Brno-město | BBNV | 6 | Městská obytná zóna s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin | ✓ | | | | ✓ | | | |
| | Brno-město | BBNY | 15 | Venkovská obytná s nízkou úrovní dopravy | ✓ | | | | | | | |
| | Hodonín | BHOD | 2 | Městská obytná zóna pouze s lokálními zdroji REZZO III | ✓ | | | ✓ | | | ✓ | |
| | Kuchařovice | BKUC | 12 | Venkovská zemědělská | ✓ | | | | | | ✓ | |
| | Lovčice | BLOC | 12 | Venkovská zemědělská | | ✓ | | ✓ | | | ✓ | |
| | Mikulov | BMIS | 11 | Venkovská pozadová | ✓ | | | | ✓ | | | |
| | Vyškov | BVYS | 2 | Městská obytná zóna pouze s lokálními zdroji REZZO III | | ✓ | | | | | | |
| | Znojmo | BZNO | 5 | Městská obytná zóna s dopravní zátěží 2 až 5 tis. vozidel/24 hodin | ✓ | | | | | | | |
| | Moravská Třebová | EMTP | 3 | Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. | ✓ | | | | | | | |
| | Jihlava | JJIH | 4 | Městská obytná zóna s dopravní zátěží 2 až 5 tis. vozidel/24 hodin | ✓ | | | | ✓ | | ✓ | |
| | Jihlava | JJIZ | 6 | Městská obytná zóna s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin | ✓ | | | ✓ | | | ✓ | |
| | Kostelní Myslová | JKMY | 12 | Venkovská zemědělská | ✓ | | | | | | | |
| | Košetice | JKOS | 11 | Venkovská pozadová | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Křižanov | JKRI | 12 | Venkovská zemědělská | | ✓ | | | | | | |
| Třebíč | JTRE | 2 | Městská obytná zóna pouze s lokálními zdroji REZZO III | ✓ | | | | | | | | |

| Kraj | Název sídla | Kod | kód | Definice lokality | Program | | | | | | |
|-----------------------------------|-----------------------|------|-----|--|---------|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | A | M | K | P | D | 0 | 5 |
| | Žďár n/Sázavou | JZNZ | 3 | Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. | ✓ | | | ✓ | | ✓ | |
| | Prostějov | MPST | 2 | Městská obytná zóna pouze s lokálními zdroji REZZO III | ✓ | | | | | | |
| | Stítná n/Vlárí | ZSNV | 11 | Venkovská pozadová | ✓ | | | | | | |
| | Těšnovice | ZTNV | 12 | Venkovská zemědělská | ✓ | | | | | | |
| | Uh. Hradiště | ZUHR | 6 | Městská obytná zóna s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin | ✓ | | | | | | |
| | Valašské Meziříčí | ZVMZ | 3 | Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. | ✓ | | | ✓ | ✓ | | |
| | Vsetín | ZVSH | 2 | Městská obytná zóna pouze s lokálními zdroji REZZO III | | ✓ | | | | | |
| | Zlín | ZZLN | 2 | Městská obytná zóna pouze s lokálními zdroji REZZO III | ✓ | | | | ✓ | | |
| Moravsko-slezský a Olomoucký kraj | Bělotín (okr. Přerov) | MBEL | 12 | Venkovská zemědělská | ✓ | | | ✓ | | ✓ | |
| | Jeseník | MJES | 11 | Venkovská pozadová | ✓ | | | | | | |
| | Nový Malín | MNMA | 2 | Městská obytná zóna pouze s lokálními zdroji REZZO III | | ✓ | | | | | |
| | Olomouc | MOLJ | 6 | Městská obytná zóna s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin | ✓ | | | | ✓ | | |
| | Olomouc | MOLS | 3 | Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. | ✓ | | | ✓ | | ✓ | |
| | Přerov | MPRR | 5 | Městská obytná zóna s dopravní zátěží 5 až 10 tis. vozidel/24 hodin | ✓ | | | | | | |
| | Bílý Kříž - EMEP | TBKR | 11 | Venkovská pozadová | ✓ | | | | | ✓ | |
| | Bruntál | TBRS | 3 | Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. | | ✓ | | | | | |
| | Č. Hora | TCER | 11 | Venkovská pozadová | ✓ | | | | | ✓ | |
| | Český Těšín | TCTN | 3 | Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. | ✓ | | | ✓ | | ✓ | |
| | Frydek-Místek | TFMI | 2 | Městská obytná zóna pouze s lokálními zdroji REZZO III | ✓ | | | | | | |
| | Havířov | THAR | 9 | Městská průmyslová zóna s vyšším významem vlivu dopravní zátěže než vlivu technologií v příslušné zóně | ✓ | | | | | | |
| | Karviná | TKAO | 8 | Městská průmyslová zóna s vyšším významem vlivu technologií než dopravy | | | ✓ | ✓ | | ✓ | |
| | Karviná | TKAV | 8 | Městská průmyslová zóna s vyšším významem vlivu technologií než dopravy | ✓ | | | | | | |
| | Ostrava | TOCB | 10 | Městská průmyslová zóna s výrazným vlivem dopravní zátěže (nad 25 tis. vozidel/den) | ✓ | | | | ✓ | | |

| Kraj | Název sídla | Kod | kód | Definice lokality | Program | | | | | | | |
|---------------|--------------------------------|------|-----|--|---------|----|---|----|----|----|---|--|
| | | | | | A | M | K | P | D | 0 | 5 | |
| | Ostrava | TOFF | 8 | Městská průmyslová zóna s vyšším významem vlivu technologií než dopravy | ✓ | | | | ✓ | | | |
| | Ostrava | TOHU | 10 | Městská průmyslová zóna s výrazným vlivem dopravní zátěže (nad 25 tis. vozidel/den) | | | | ✓ | | | | |
| | Ostrava | TOMH | 8 | Městská průmyslová zóna s vyšším významem vlivu technologií než dopravy | | | ✓ | ✓ | | ✓ | | |
| | Ostrava | TOPD | 4 | Městská obytná zóna s dopravní zátěží 2 až 5 tis. vozidel/24 hodin | | | | ✓ | | | | |
| | Ostrava | TOPO | 4 | Městská obytná zóna s dopravní zátěží 2 až 5 tis. vozidel/24 hodin | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| | Ostrava | TOPR | 9 | Městská průmyslová zóna s vyšším významem vlivu dopravní zátěže než vlivu technologií v příslušné zóně | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| | Ostrava | TORE | 8 | Městská průmyslová zóna s vyšším významem vlivu technologií než dopravy | | | ✓ | ✓ | | ✓ | | |
| | Ostrava | TORO | 8 | Městská průmyslová zóna s vyšším významem vlivu technologií než dopravy | | | ✓ | ✓ | | ✓ | | |
| | Ostravice (okr. Frýdek-Místek) | TOSG | 13 | Venkovská průmyslová | | ✓ | | | | | | |
| | Opava | TOVK | 3 | Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. | ✓ | | | ✓ | ✓ | | | |
| | Ostrava | TOZR | 8 | Venkovská průmyslová | ✓ | | | | | | | |
| | Písečná (okr. F. Místek) | TPIS | 12 | Venkovská zemědělská | | ✓ | | | | | | |
| | Rychvald (Okr. Karviná) | TRYC | 4 | Městská obytná zóna s dopravní zátěží 2 až 5 tis. vozidel/24 hodin | ✓ | | | | | | | |
| | Studénka (okr. N. Jičín) | TSTD | 12 | Venkovská zemědělská | ✓ | | | ✓ | | | | |
| | Třinec | TTRO | 3 | Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. | ✓ | | | | ✓ | | | |
| | Věřňovice | TVER | 13 | Venkovská průmyslová | ✓ | | | ✓ | ✓ | | | |
| Celkem | | | | | 112 | 46 | 5 | 48 | 33 | 53 | 3 | |

Programy:

A = automatizované měřicí metody (SO₂, NO, NO₂, NO_x, CO, O₃, PM₁₀, PM_{2,5})

M = manuální měřicí metody (PM₁₀, PM_{2,5})

K = kombinované měřicí metody

P = měření PAU


D = měření benzenu

0 = měření kovů ve frakci PM₁₀

5 = měření kovů ve frakci PM_{2,5}

Republikové požadové stanice a stanice použité u jednotlivých látek jako požadové (kategorie 11) - Churáňov (CCHU), Jizerka (LJIZ), Souš (LSOU), Frýdlant (LFRT), Rudolice v Horách (URVH), Krkonoše-Rýchory (HKRY), Svratouch (ESVR), Košetice EMEP (JKOS), Jeseník (MJES), Červená Hora (TCER) a Bílý Kříž EMEP (TBKR).

Příloha č. 4 - Úrovně zátěže a odhad potenciálních zdravotních účinků pro základní látky, těžké kovy, benzen a BaP v roce 2021 pro jednotlivé typy městských kategorií. Hodnoty jsou uvedeny v $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a v ng/m^3 – kovy a PAU. Tabulka č. 15 - Úrovně zátěže a odhad potenciálních zdravotních účinků pro základní látky, těžké kovy, benzen a BaP v roce 2021

|  Rok 2021 - MZSO - Monitoring zdravotního stavu obyvatelstva | | Městské dopravou a průmyslem nezatížené lokality | | Městské středně dopravou zatížené lokality | | | Dopravní Hot-spots | Městské oblasti zatížené průmyslem | | | Pozadové stanice ČHMÚ | Venkovské, předměstské stanice | | | | Odhad střední hodnoty ve městech ČR | Do hodnocení zahrnuto celkem stanic | |
|--|---|--|----------------|--|----------------|----------------|--------------------|------------------------------------|----------------|----------------|-----------------------|--------------------------------|----------------|----------------|------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----|
| látky | kategorie | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 2 - 5 | |
| PM ₁₀ $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ | ČR (bez MSK) | 17,9 | 17,8 | 17,4 | 19,3 | 21,2 | 22,1 | 20,8 | - | 22,1 | 11,2 | 17,1 | 21,1 | 20,6 | 18,4 | 23,8 | 17,9 | 136 |
| | M-S kraj | 21,9 | 22,7 | 24,8 | 24,1 | 25,6 | - | 26,4 | 27,8 | 29,8 | 12,0 | 22,6 | 24,5 | - | - | - | 23,1 | 33 |
| PM _{2,5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$) | | 13,9 | 14,3 | 15,9 | 15,0 | 14,1 | 15,4 | 18,0 | 20,8 | 21,8 | 9,2 | 13,8 | 17,3 | - | 14,3 | - | 14,5 | 82 |
| SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$) | | 3,6 | 3,7 | 4,6 | 4,0 | 6,4 | - | 4,3 | 5,1 | - | 2,3 | 4,3 | 6,4 | - | 4,1 | 3,6 | 3,9 | 45 |
| NO ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$) | | 3,6 | 3,5 | 4,3 | 6,5 | 13,8 | 23,5 | 4,8 | 6,8 | 19,7 | 0,7 | 2,2 | 2,7 | - | 4,1 | 3,6 | 4,4 | 70 |
| NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$) | | 13,4 | 14,0 | 14,7 | 17,7 | 23,6 | 33,4 | 17,3 | 21,9 | 28,9 | 4,5 | 10,1 | 12,1 | - | 14,6 | 14,2 | 15,0 | 72 |
| NO _x ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$) | | 19,0 | 18,2 | 21,3 | 27,8 | 45,7 | 69,6 | 24,6 | 32,4 | 59,2 | 5,5 | 13,4 | 16,2 | - | 20,0 | 21,5 | 21,1 | 73 |
| CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$) | | - | 312 | 214 | 352 | 392 | 445 | - | - | 440 | 236 | 372 | - | - | - | - | 311 | 12 |
| O ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$) | | 50,1 | 50,8 | 54,4 | 45,5 | 50,7 | 37,4 | 49,9 | - | - | 65,2 | 52,4 | 42,9 | - | 50,9 | - | 49,6 | 56 |
| Benzen ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$) | | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 1,0 | 1,4 | 1,3 | 1,3 | 3,5 | 2,1 | 0,6 | - | 1,9 | - | - | - | 1,1 | 33 |
| BaP ($\text{ng}/\text{m}^3/\text{rok}$) | | 0,51 | 0,93 | 1,27 | 0,4 | 0,65 | - | 2,53 | 2,79 | 3,9 | 0,25 | 1,30 | 6,78 | - | - | 2,57 | 0,86 | 48 |
| As ($\text{ng}/\text{m}^3/\text{rok}$) | | 0,62 | 0,97 | 1,14 | 1,00 | 1,09 | - | 1,48 | 1,57 | - | 0,44 | 1,08 | 2,38 | 1,67 | 1,0 | 2,41 | 0,96 | 53 |
| Cd ($\text{ng}/\text{m}^3/\text{rok}$) | | 0,12 | 0,17 | 0,18 | 0,14 | 0,14 | - | 0,80 | 0,31 | - | 0,08 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | - | 0,17 | 0,16 | 53 |
| Cr ($\text{ng}/\text{m}^3/\text{rok}$) | | 1,17 | 1,05 | 1,24 | 2,43 | 1,89 | - | 1,57 | 3,36 | - | 0,41 | 0,58 | 1,31 | 3,93 | - | 0,82 | 1,17 | 53 |
| Mn ($\text{ng}/\text{m}^3/\text{rok}$) | | 6,95 | 5,68 | 5,58 | 6,39 | 8,07 | - | 10,55 | 21,18 | - | 2,23 | 3,67 | 5,36 | 5,93 | 4,4 | 4,62 | 6,00 | 53 |
| Ni ($\text{ng}/\text{m}^3/\text{rok}$) | | 0,50 | 0,48 | 0,69 | 0,52 | 0,63 | - | 0,72 | 3,15 | - | 0,23 | 0,33 | 0,64 | 0,91 | - | 0,48 | 0,52 | 53 |
| Pb ($\text{ng}/\text{m}^3/\text{rok}$) | | 3,86 | 7,10 | 5,20 | 4,53 | 3,65 | - | 9,00 | 12,47 | - | 1,99 | 3,45 | 3,55 | 4,31 | 4,30 | 4,08 | 6,34 | 53 |
| ČR (bez MSK) - PM ₁₀ - odhad | | 1,18 | 1,16 | 1,00 | 1,75 | 2,55 | 2,89 | 2,38 | - | 2,90 | | 0,87 | 2,50 | 2,30 | 1,38 | 3,62 | 1,20 | |
| MSK - PM ₁₀ - odhad nářstu předčasné úmrtnosti v % | | 2,82 | 3,17 | 4,03 | 3,72 | 4,34 | - | 4,68 | 5,23 | 6,07 | | 3,12 | 3,89 | - | - | - | 3,30 | |
| Celkové ILCR (Benzen, BaP, As, | | 5,2E-05 | 9,0E-05 | 1,2E-04 | 4,3E-05 | 6,7E-05 | - | 2,3E-04 | 2,7E-04 | 3,5E-04 | 2,6E-05 | | 6,1E-04 | 8,0E+00 | | | | |
| Poznámka: | 1. Odhad předčasné úmrtnosti je z frakce PM ₁₀ a pro ČR a Moravskoslezský kraj zvlášť. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2. Odhad předčasné úmrtnosti respektuje aktualizované Guide lines WHO (2021) | | | | | | | | | | | | | | | | | |

pro jednotlivé typy městských kategorií (příloha č. 1). Hodnoty jsou uvedeny v $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a v ng/m^3 – kovy a PAU.

Poznámky:

- Hodnoty ročních aritmetických průměrů jsou pro každou zahrnutou látku vypočteny ze všech měřicích stanic splňujících kritéria daná vyhláškou č. 330/2012 Sb. a konkrétního typu lokality/kategorie (deskripce kategorií – viz příloha č. 1).
- Odděleně – pro Českou republiku bez Moravskoslezského kraje a zvlášť pro Moravskoslezský kraj jsou zpracovány hodnoty suspendovaných částic frakce PM₁₀.
- Součástí zpracování je odhad střední hodnoty vypočtený pro městské dopravou a průmyslem extenzivně nezátížené stanice (aritmetický průměr za kategorie 2 až 5).
- V tabulce jsou uvedeny odhady vlivu/impaktu nejzávažnějších sledovaných škodlivin – nárůst předčasné úmrtnosti v procentech a odhad celkového individuálního karcinogenního rizika (ILCR – Individual Lifetime Cancer Risk) pro benzo[a]pyren (BaP), arsen (As) a nikl (Ni).
- Detailnější informace o jednotlivých stanicích a zahrnutých městech, distribuci 24 hodinových (a hodinových) měřených hodnot lze dohledat na stránkách SZÚ - viz:

<http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/imisni-situace>

<http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/odborna-zprava-ovzdusi-za-rok-2021>

nebo v tabelárních a grafických ročenkách na stránkách ČHMÚ - viz:

http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/grafroc_CZ.html

http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/tab_roc/2021_enh/index_CZ.html

Příloha č. 5 - Pylová informační služba

Cílem pylového monitoringu je informování veřejnosti o aktuálním výskytu množství pylu určitých, zejména alergenních, rostlin v ovzduší. Zahrnutí do systému MZSO od roku 2008 umožnilo splnění požadavků na zajištění kvality odběru a zejména pak vyhodnocování získaných vzorků. Data z jednotlivých měřicích stanic byla/jsou v průběhu vegetačního období předávána do médií a prezentována na volně přístupných internetových stránkách ve formě grafické a tabelární informace (viz například:

„<http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/tydenni-zpravodajstvi>“).

Do zprávy za rok 2021 jsou na základě dohody s příslušnými zdravotními ústavy a ČIPA (Česká iniciativa pro astma) zahrnuta data z celkem 11 stanic, a to z Prahy, Českých Budějovic (stanice instalovaná v roce 2019), Plzně, Karlových Varů, Ústí nad Labem, Liberce, Jihlavy, Ústí nad Orlicí, Brna, Ostravy a Třince.

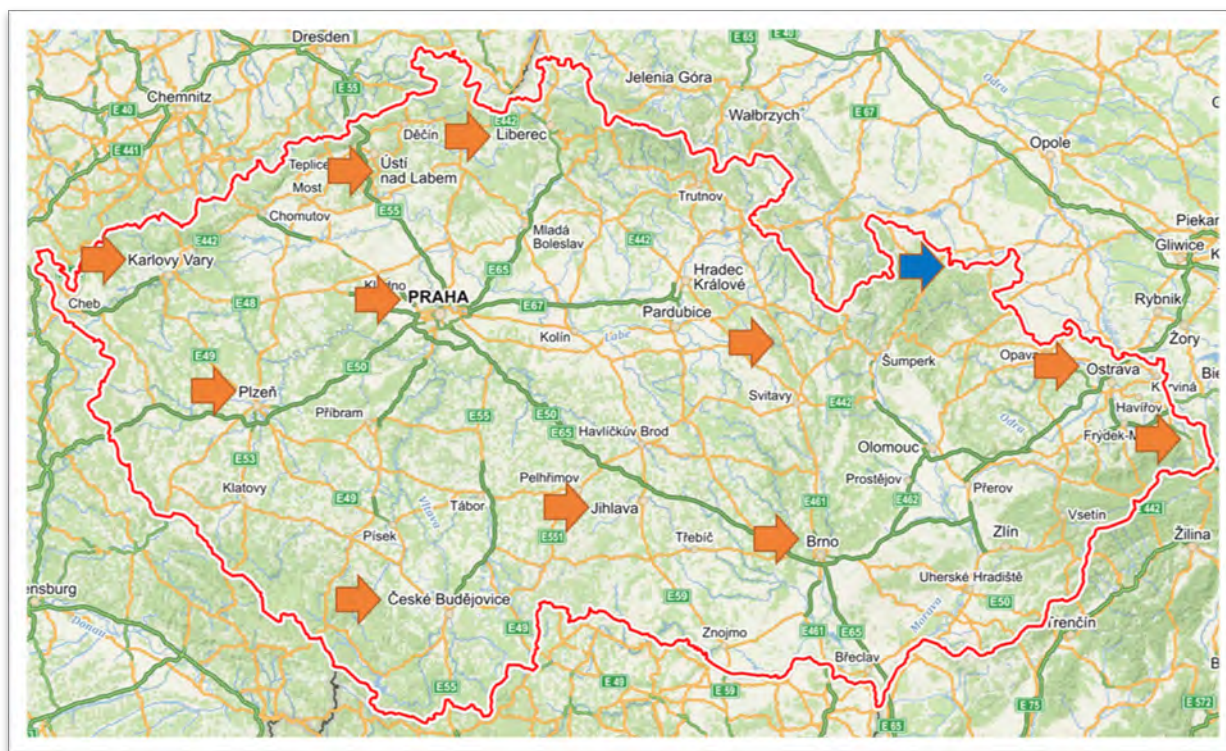
Popis odběrových lokalit:

Do zpracování výstupů byla zahrnuta odběrová místa:

- **České Budějovice** (48 ° 57'40,0 "N 14 ° 28'01,0" E, 381 m n.m + 15 m od země k lapači) - monitor se nachází na střeše nemocnice v Českých Budějovicích, B. Němcové 585/54, České Budějovice 7, 370 01. Asi 3 kilometry vzdušnou čarou a asi 5 kilometrů pěšky se nachází rozlehlý lesopark Stromovka. Původní rychle rostoucí lesy (tvořené topoly, vrbami, olšemi a břízami) se postupně nahrazují novými (javory, duby, buky, lípy a ojediněle jehličnany). Po povodni v roce 2002 v oblasti převládají bříza, lípa, olše, dub a javor. Byliny jsou zastoupeny hlavně různými zástupci čeledi Poaceae, celkem se zde vyskytuje asi 135 druhů bylin. Louky jsou pravidelně sečeny od 90. let. V bezprostřední blízkosti stanice leží nemocniční park s převážně listnatými stromy a keři - lípy, javory, duby, buky, platany, jírovce. V okolí se nachází i jehličnany, především borovice a smrky.
- **Liberec** (50° 45' s.š., 150 04' v.d., 425 m.n.m.) - na ploché střeše Státního veterinárního ústavu, v okolí je zástavba rodinných domků se zahrádkami a vzrostlé stromy (buk, javor, lípa, smrk). Cca 1 až 3 km od lokality se nacházejí souvislé lesní porosty (smrk, buk, méně borovice).
- **Plzeň** (49° 44' s.š., 130 22' v.d., 327,5 m.n.m.) - na střeše budovy KHS v centru města, v souvislé zástavbě 2 až 3 patrových domů. Do 500 m je malý park s převahou listnatých dřevin, dále jsou zde pouze trávníky v blocích domů.
- **Praha** (50° 5' s.š., 140 25' v.d., 245,5 m.n.m) - v areálu Státního zdravotního ústavu, kde je parková výsadba s trávníky, břízami, jehličnany a dalšími stromy. Areál se nachází ve východní části centra města a v jeho bezprostředním okolí je vilová čtvrť a areál fakultní nemocnice. Asi 1 km od stanoviště je rozsáhlý komplex Olšanských hřbitovů s různorodou parkovou výsadbou včetně exotických dřevin i bylin.
- **Jihlava** (49.3980928N, 15.5707256E 420 m.n.m.) - Nemocnice Jihlava - na kraji města a analyzátor je umístěn na ploché střeše vstupu do nemocnice, ve výšce cca 20 m nad zemí v běžné městské zástavbě. Za budovou cca 200m od analyzátoru je umístěn heliport.

- **Ústí nad Orlicí** (49° 58' s.š., 160 24' v.d., 402 m.n.m.) - v areálu okresní nemocnice na okraji města, v sousedství panelové sídliště a zástavba rodinných domků. V areálu nemocnice je upravená zahrada, v těsné blízkosti se nachází zahrádkářská kolonie. Na sídliště navazují pole, která jsou 500 až 1000 m od stanice, ve vzdálenosti asi 2 až 3 km začínají souvislé lesy.
- **Karlovy Vary** (50° 13' s.š., 120 52' v.d., 418 m.n.m.) - v areálu okresní nemocnice v tradiční vilové zástavbě nad údolím řeky. V okolí jsou parky s výsadbou listnatých a jehličnatých dřevin, menší plochy zahradní zeleně, zahrádkářská kolonie, smíšený les a louky.
- **Ústí nad Labem** (50° 39' s.š., 140 01' v.d., 140 m.n.m) - pavilón D Masarykovy nemocnice v severní části města. Spíše klidová poloha, v okolí sídliště a parkové či zatravněné plochy s výsadbou listnatých stromů.
- **Brno** (49° 12' s.š., 160 37' v.d., 248 m.n.m) - bližší informace nejsou k dispozici.
- **Ostrava a Třinec** - bližší informace nejsou k dispozici.

Odběrové lokality přesto reprezentativně pokrývají území České republiky.



Obr. č. 37 – Odběrová místa pylového monitoringu v ČR (modře – nezahrnuté místo)

Metodika pylového monitoringu

Sběr pylů probíhá podle lokální meteorologické situace přibližně od začátku února do konce října. Pyl jsou sbírány pomocí pylových lapačů, instalovaných obvykle na střeše vhodné budovy ve výšce 15 - 20 metrů nad zemí. Lapač je vybaven páskou, na které jsou při průtoku vzduchu 10 l/min v týdenním cyklu (pondělí až pondělí), impakcí zachytávány částice včetně pylových zrn. Po vybarvení vzorku 1% safraninem jsou pod mikroskopem stanoveným postupem odečtena a určena jednotlivá pylová zrna dále interpretovatelná jako průměrný počet zrn v m³ za 24 hodin.

Výsledky

Souhrnné vyhodnocení dat ze všech měřicích stanic je založeno na charakteristických klimatických intervalech a vývoji koncentrace pylu konkrétního rodu resp. skupiny rostlin ve vzduchu v průběhu roku.

Tabulka č. 16 – Definované skupiny pylů podle významnosti rodu

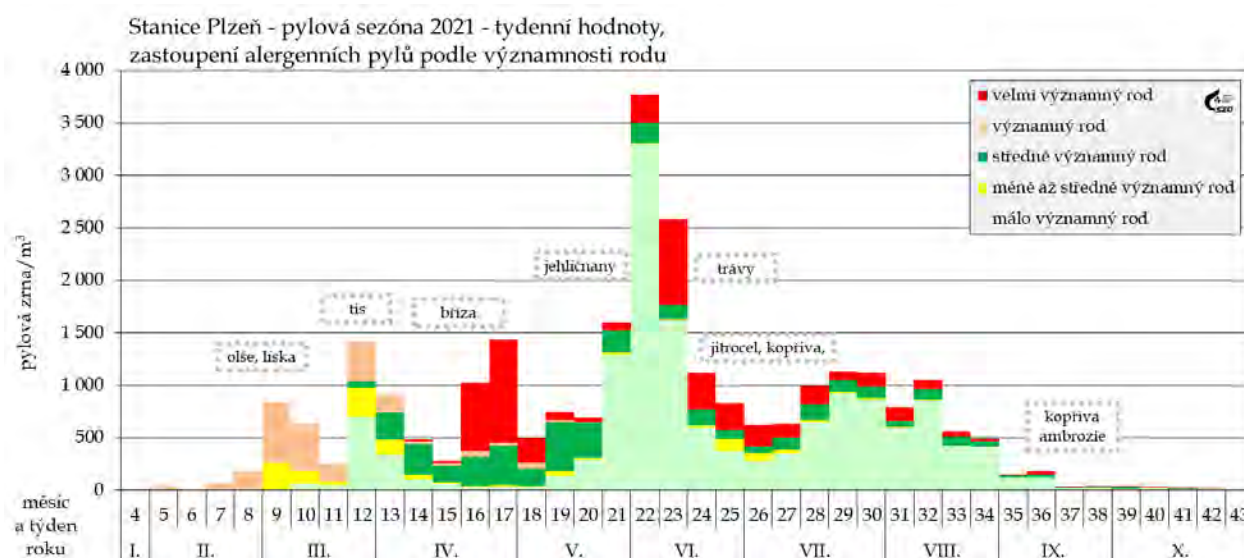
| Pylová skupina | Zařazené sledované rody rostlin | Identifikace v grafech |
|------------------------------|--|---------------------------------------|
| velmi významný rod | bříza, trávy, pelyněk, ambrózie | ■ |
| významný rod | olše, líska, cypřišovitě | ■ |
| středně významný rod | vrba, jasan, habr, dub, platan, jitrocel, šťovík, merlíkovité | ■ |
| méně až středně významný rod | řepka olejka, topol, buk, ořešák, lípa, pajasan, hvězdnicovitě | ■ |
| málo významný rod | tis, borovice, jírovec, kopřiva, javor, mrkvovitě | ■ |

Podle typického zastoupení jednotlivých druhů pylů lze pylovou sezónu dělit na několik charakteristických období: jarní, pozdně jarní, letní a raně podzimní. V závislosti na aktuálních meteorologických podmínkách pak (přibližně) platí:

Tabulka č. 17 – Charakteristická období roku a typičtí představitelé sledovaných pylů

| Období | interval roku | typický představitel |
|---------------|--------------------------------------|---------------------------------|
| jarní | 5. – 13. týden (únor – březen/duben) | olše, líska, bříza, cypřišovitě |
| pozdně jarní | 14. – 25. týden (duben – červen) | trávy, dřeviny, šťovík, kopřiva |
| letní | 26. – 38. týden (červenec – září) | jitrocel, pelyněk, ambrosia |
| raně podzimní | 39. týden a dále (září – říjen) | ambrosie, spory plísni |

Pozn: Plísně jsou v ovzduší zastoupeny po celé sledované období



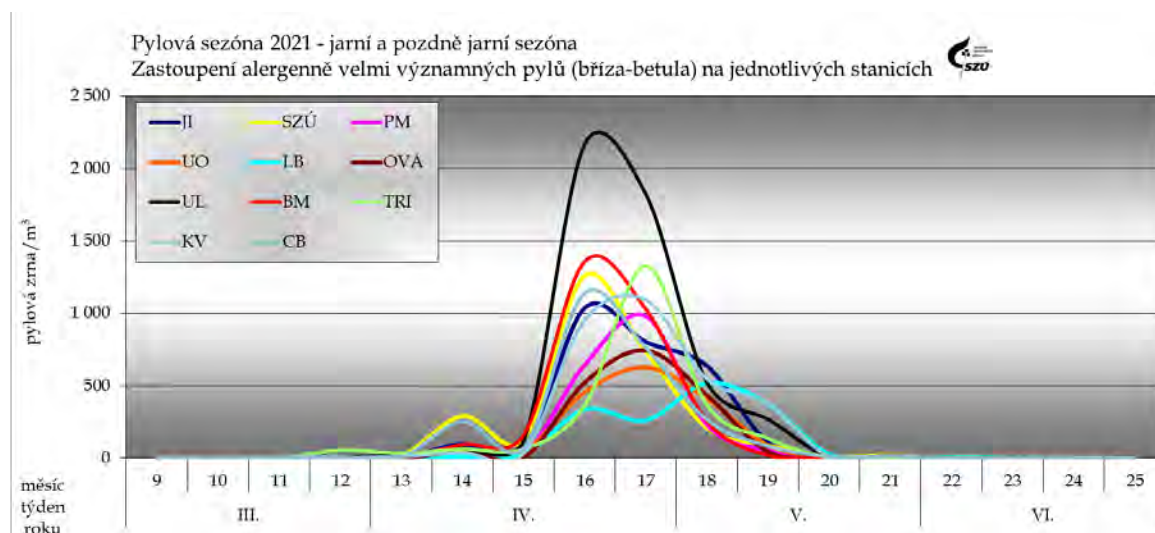
Obr. č. 38 – Typický průběh pylové sezóny – rok 2021 na stanici v Plzni s vyznačením dominantních pylů

Pylová sezóna začíná výskytem pylových zrn kvetoucích dřevin. Jako první se objevují pyly lísky (*Corylus*) a olše (*Alnus*), dvou významně alergenních pylů, které mohou způsobovat první alergické obtíže (a z důvodu zkřížené reaktivity, způsobují problémy také u lidí citlivých na břízu). V roce 2021 začala jejich sezóna v polovině února a trvala do druhé poloviny dubna, přičemž líska kulminovala převážně na počátku března a olše koncem tohoto měsíce. Nejvíce pylových zrn za den napočítali u lísky 1907 v Brně (25. 2.), u olše 492 také v Brně (6. 3.).

Pyl tisu (*Taxus*), který patří mezi málo významné alergeny, se začal vyskytovat na většině stanic koncem února a kulminoval koncem března. Lokality se v maximálních denních hodnotách počtu nalezených zrn výrazně lišily, jednalo se o jednotky v Karlových Varech, až po 3 753 v Brně (25. 3.). Ve stejné době se objevil alergenně významnější pyl topolu (*Populus*), který kulminoval převážně na přelomu března a dubna a v ovzduší se nacházel do konce dubna, místy do začátku května. Nejvíce zrn za den napočítali v Třinci 26. 3. (402).

Mezi významné jarní alergeny patří, vedle lísky a olše, také cypřišovitě (*Cupressaceae*). Pyl těchto dřevin bylo možné v ovzduší nalézt od poloviny března do půlky května, s kulminací v průběhu konce března a začátku dubna. Denní odečty měly opět velké rozpětí - od jednotek zrn v Třinci po maximálních 620 v Praze (25. 3.). Koncem března se začal objevovat další, středně významný, jarní alergen - jasan (*Fraxinus*), s kulminací převážně v druhé polovině dubna a výskytem do půlky května. Nejvyšší denní hodnotu pylových zrn napočítali 6. 4. v Ostravě (355).

Nejvýznamnější jarní alergen - pyl břízy (*Betula*) - se objevil na přelomu března a dubna a v nejvyšších počtech se vyskytoval v posledních dvou dubnových týdnech. Jednotlivá zrna bylo možné nalézat do začátku června. Denní počty zrn tradičně dosahují stovek. Nejvyšší denní hodnotu napočítali 22. 4. v Ústí nad Labem (1203 zrn).



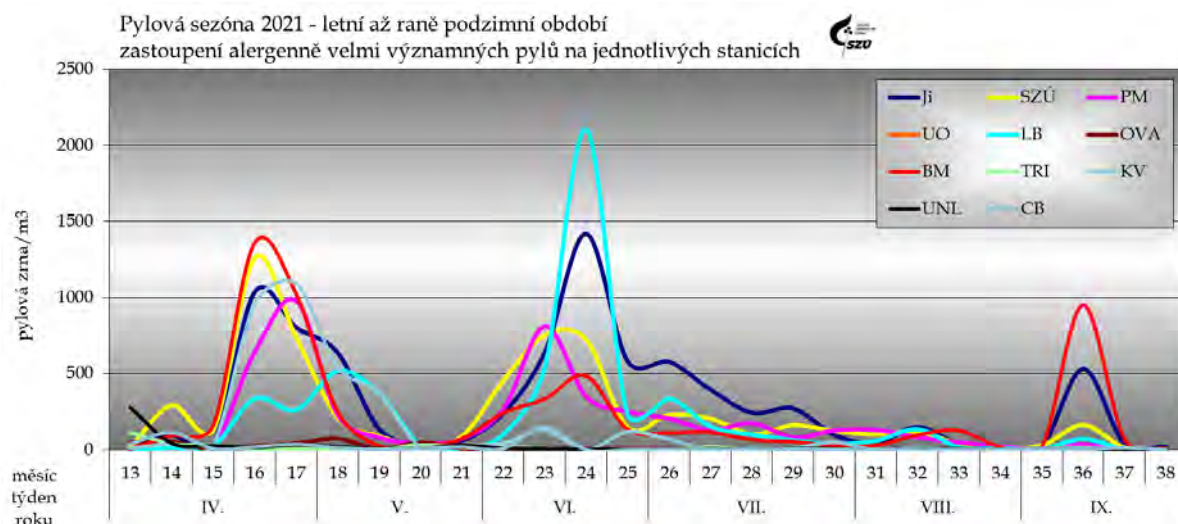
Obr. č. 39 - Velmi významně alergenní pyly - pylová sezóna břízy v roce 2021

Pro pozdně jarní období je typický výskyt pylu kvetoucích dřevin a bylin. Začátkem dubna začal kvést habr (*Carpinus*), následně se přidávají javor (*Acer*) a dub (*Quercus*). Začátkem května se téměř současně objevují pylová zrna smrku (*Picea*) a borovice (*Pinus*). Pyl borovice je ve velkém množství přítomen v ovzduší až do poloviny července. Pyly habru a dubu se řadí mezi středně významné alergeny, javor, smrk

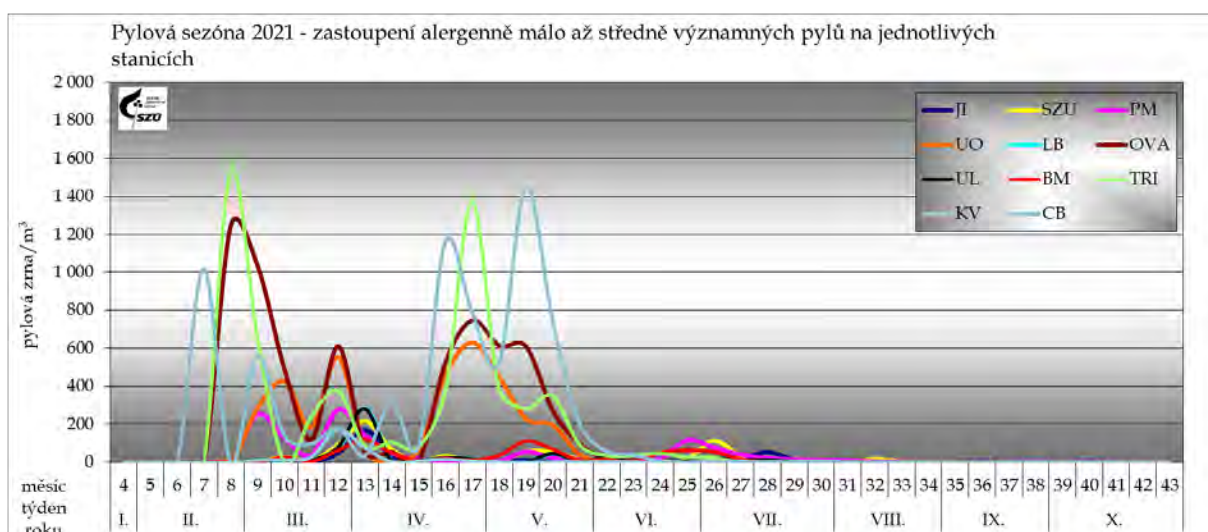
a borovice patří k málo významným. Na začátku května nalézáme první pylová zrna silně alergenních trav a od konce května zrna kopřivy, která jsou málo významným alergenem.

Nejčastější původce alergických obtíží v ČR – pylová zrna trav z čeledi lipnicovitých (Poaceae) – bylo možné v roce 2021 najít v ovzduší od počátku května až do půlky října, s kulminací v polovině června. Maximální počty pylových zrn/m³/den se pohybovaly od 75 v Karlových Varech po 532 v Liberci.

V letním období se v ovzduší vyskytují převážně pylová zrna bylin a plevelnatých rostlin. Pylová sezóna alergologicky středně významných pylů jitrocele (Plantago) začala na konci května, rostlin z čeledi merlíkovitých (Chenopodiaceae) v polovině června a trvala téměř do konce pylové sezóny. Koncentrace pylu jitrocele a merlíkovitých na většině stanic nedosahovala v roce 2021 ani hodnot 100 zrn/m³/týden.



Obr. č. 40 – Alergenně velmi významné pyly v letním až podzimním období



Obr. č. 41 – Alergenně málo až středně významné pyly

Svojí vysokou koncentrací v ovzduší mohl v tomto období působit potíže i poměrně

málo alergenní pyl kopřivy (*Urtica*), jehož zrna byla zaznamenána od konce května do konce září. Vrcholy nálezů měl převážně na přelomu července a srpna. Maximální denní počet zrn napočítali 23. 7. v Jihlavě (658).

Od konce července do poloviny září se v ovzduší vyskytoval silně alergenní pyl pelyňku černobýlu (*Artemisia vulgaris*), s vrcholem pylové sezóny v půlce srpna. Maximální denní počty se pohybovaly v rozpětí 5 až 60 zrn.

Velmi agresivní pyl ambrózie (*Ambrosia*) se začal objevovat o něco později. První zrna byla na většině stanic nalezena v polovině srpna. V ovzduší se jednotlivá zrna nacházela do konce října. Nejvyšší denní hodnoty se pohybovaly do 80 zrn/m³/den, s výjimkou Jihlavy (179, 9. 9.) a Brna (342, 9. 9.). Nejnižší maximální denní hodnota (6, 26. 8.) byla naměřena v Českých Budějovicích.

Spory venkovních plísni byly nalézány prakticky v průběhu celého sledovaného období (viz průběhy v jednotlivých lokalitách), přesto markantní nárůst jejich koncentrace začíná na začátku června a tradičně se maximální hodnoty objevují v letním období a začátkem podzimu. Jednotlivé oblasti se od sebe značně liší jak v absolutních hodnotách koncentrací spor, tak ve tvaru křivky vývoje v čase.

V říjnu (raně podzimní období), kdy pylová sezóna v ČR končí, se v ovzduší nacházela pylová zrna kopřivy (*Urtica*), pelyňku (*Artemisia*), ambrózie (*Ambrosia*), trav (*Poaceae*) a jitrocele (*Plantago*) jen ojediněle a v malém množství. V alergologicky významném množství byly nalézány pouze spory venkovních plísni.

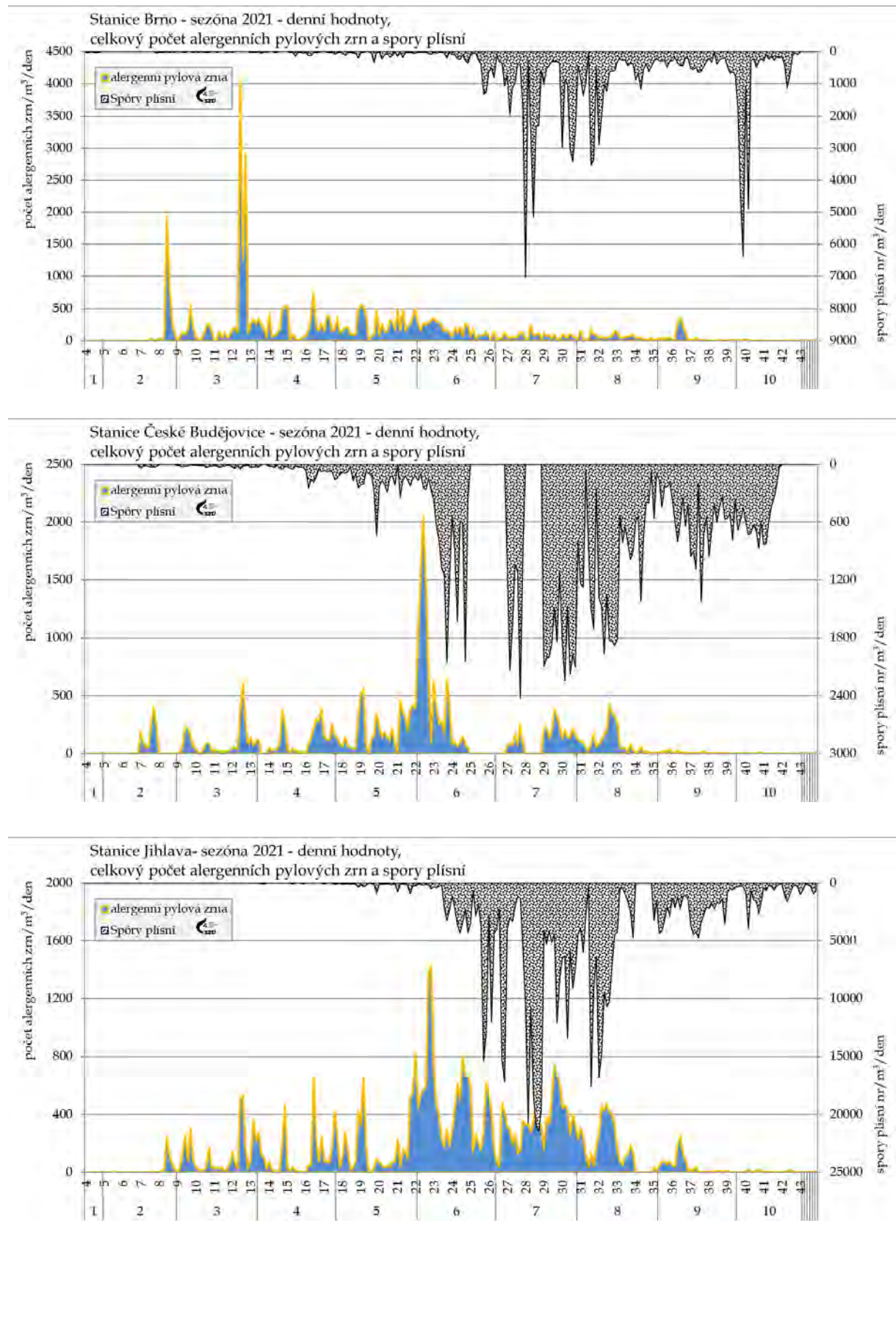
Shrnutí

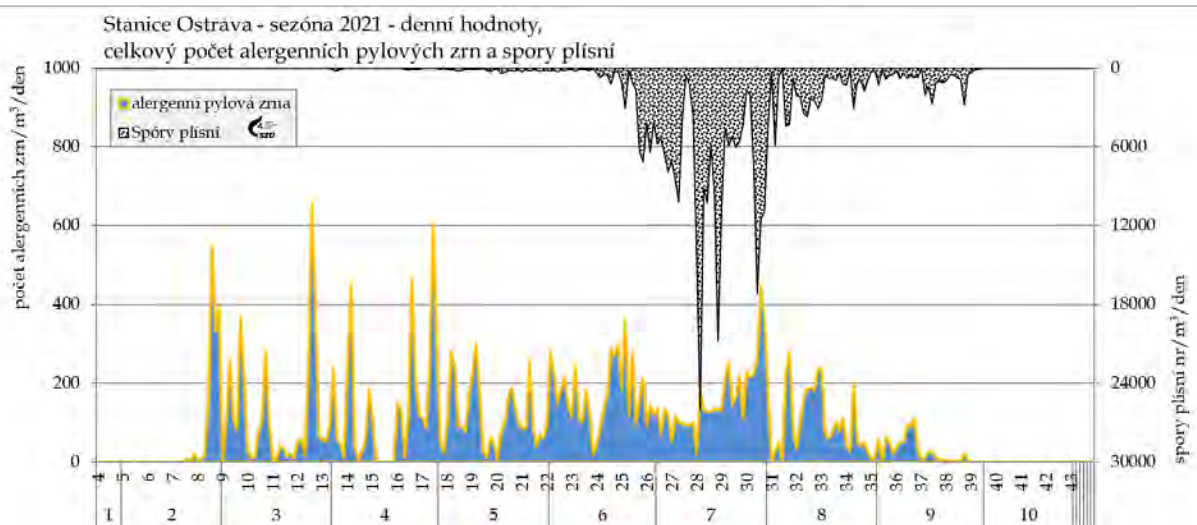
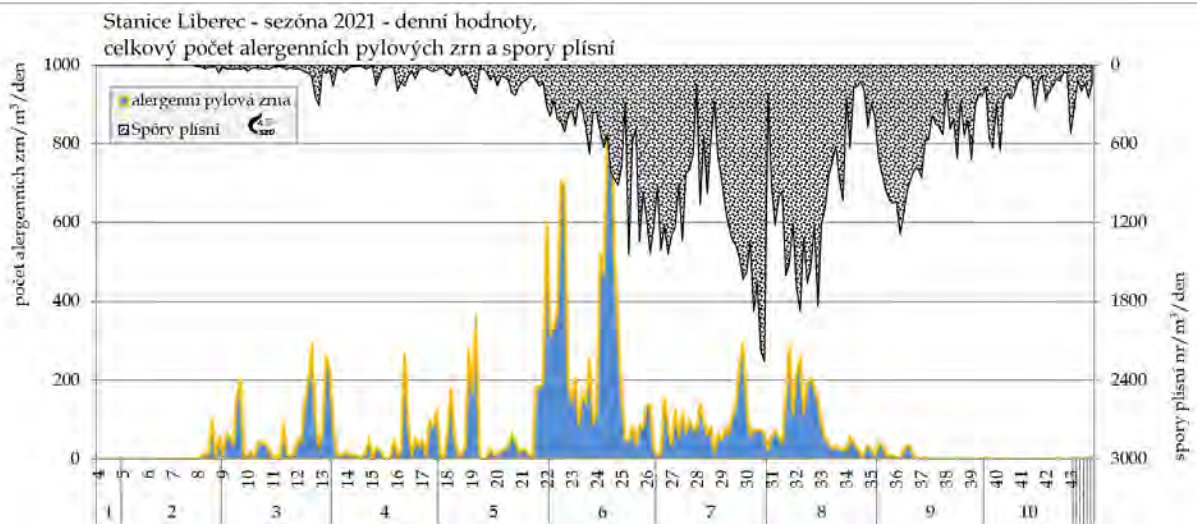
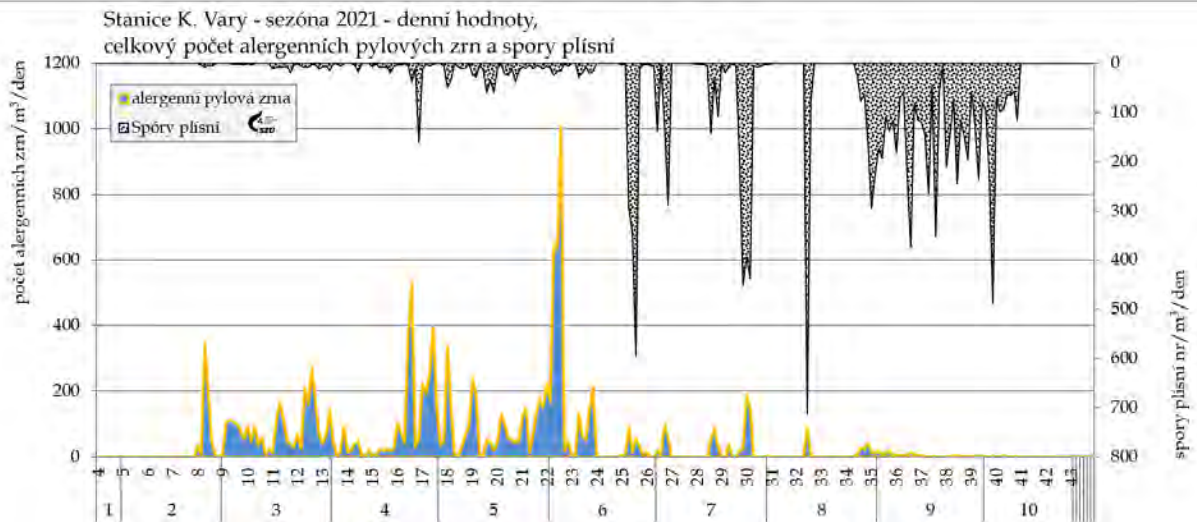
Pylová sezóna začala v roce 2021 v polovině února a trvala do konce října. Z hlediska dosažených maxim koncentrací jsou zřejmá tři období.

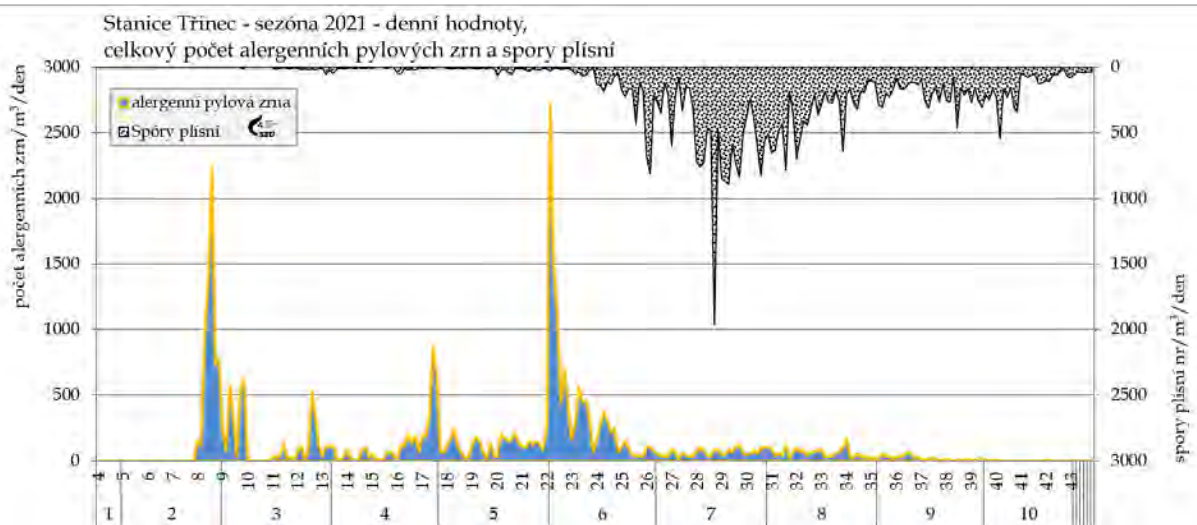
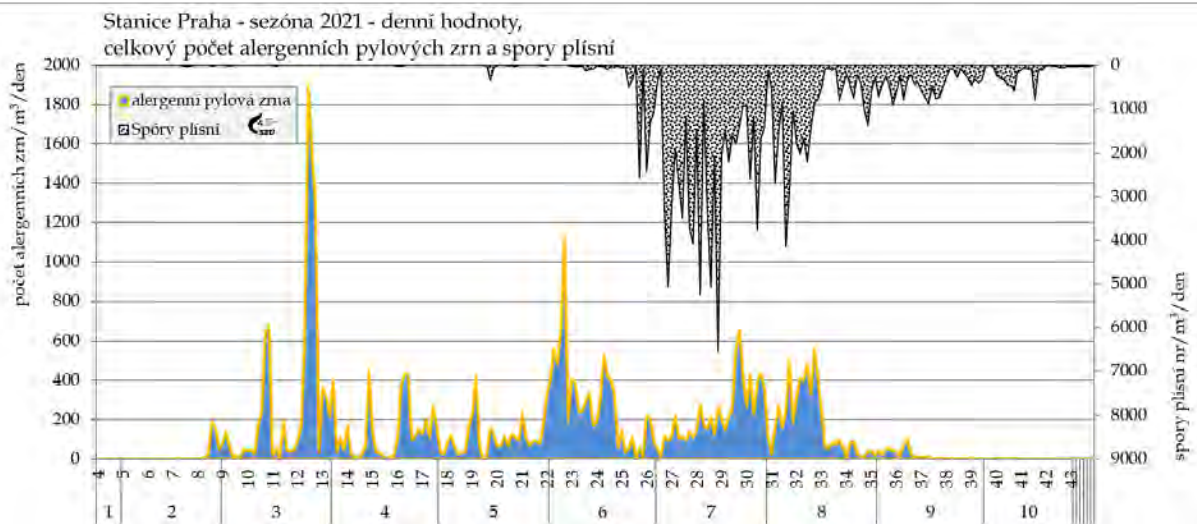
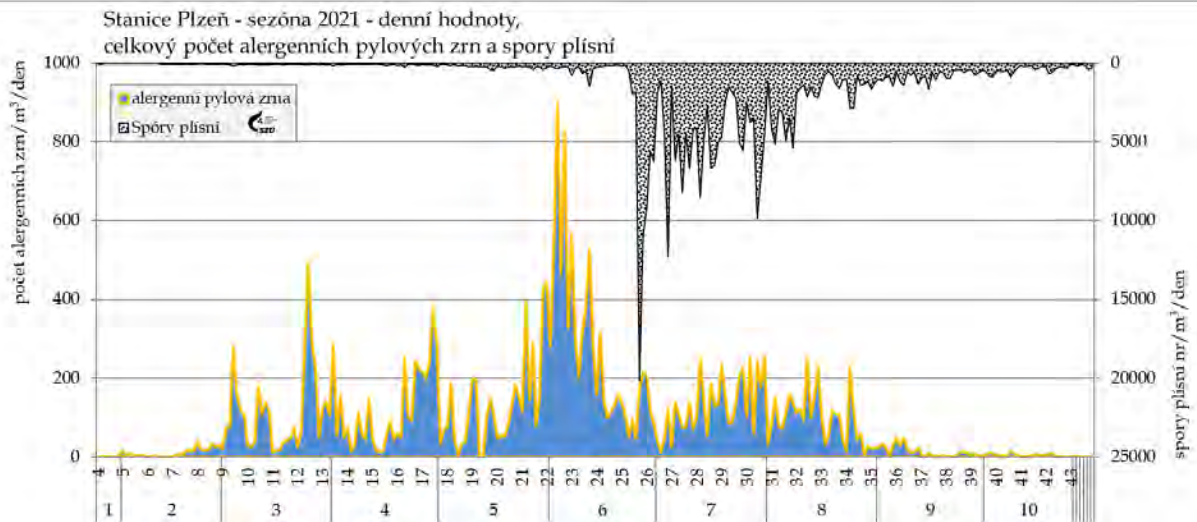
- První odpovídá době květu olše a lísky a trvalo od půlky února do druhé poloviny dubna. Líska kulminovala na začátku března, olše na jeho konci.
- Druhé období odpovídá době květu břízy a tento rok probíhalo od přelomu března a dubna do začátku června, s kulminací v posledních dvou dubnových týdnech.
- Třetí období zahrnuje postupně na sebe navazující vývin pylů trav, kopřivy, pelyňku a ambrózie a trvalo, podle lokalit, od počátku května do konce září nebo října, respektive do ukončení sezóny.

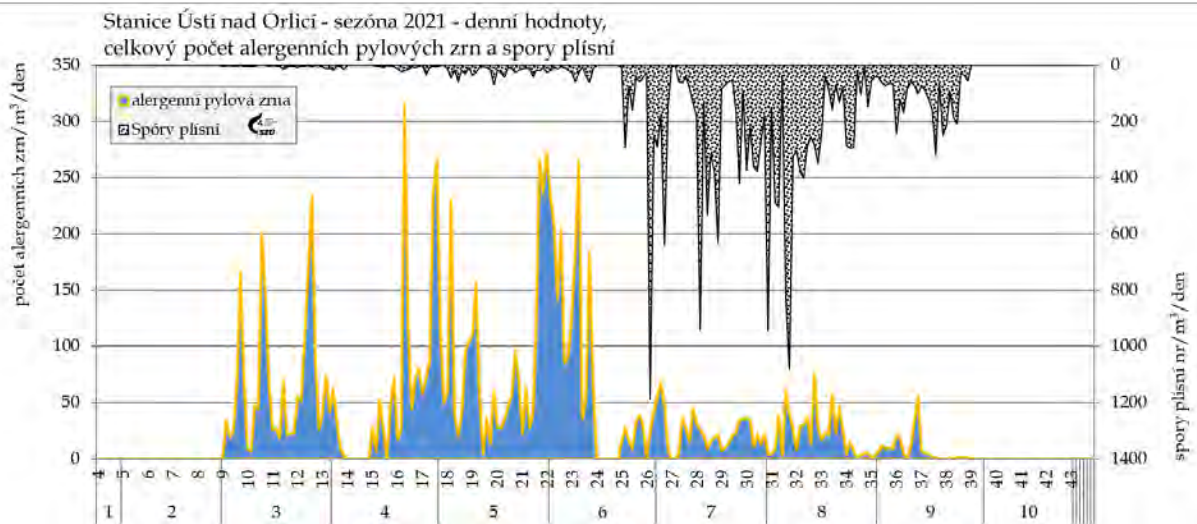
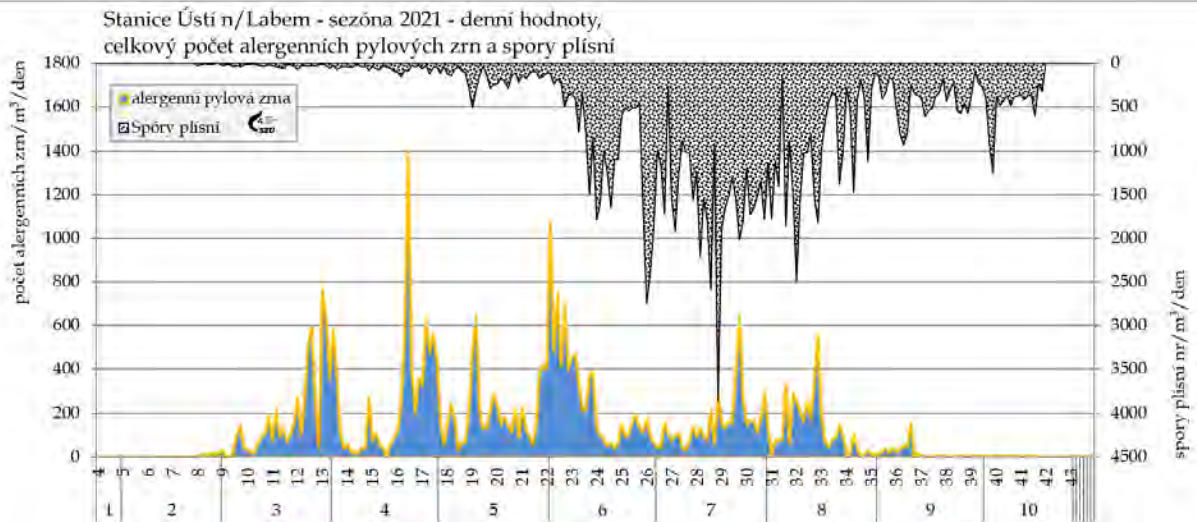
Po celé sledované období jsou v ovzduší přítomné spory venkovních plísni, jejichž koncentrace, v závislosti na aktuálních meteorologických podmínkách, obvykle kulminuje v letních měsících a začátkem podzimu.

Obr. č. 42 - a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k - Pylová sezóna 2021 - průběh týdenních hodnot sumy sledovaných alergenních a nealergenních pylů a plísni v jednotlivých lokalitách

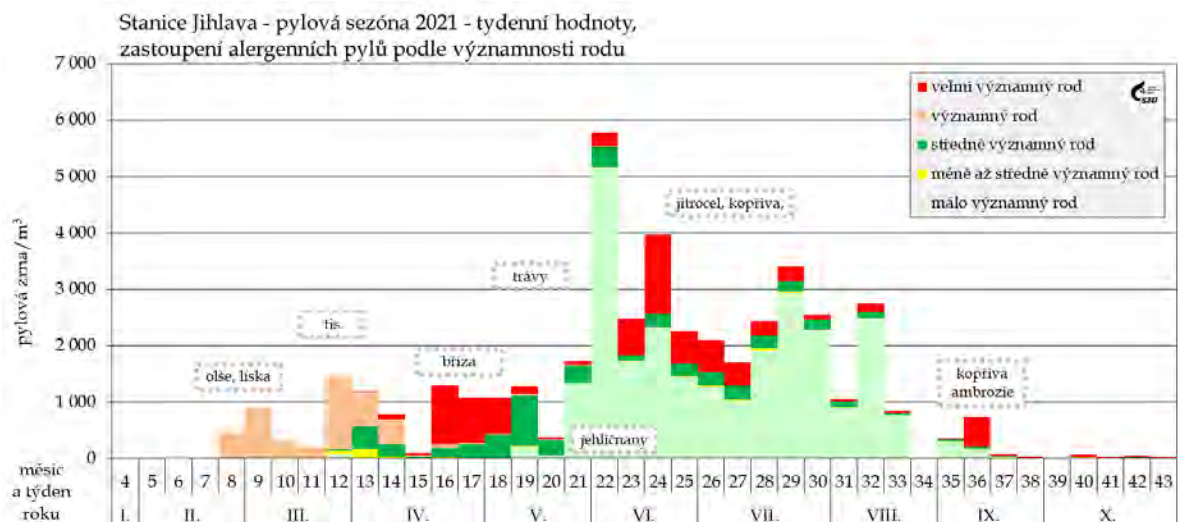
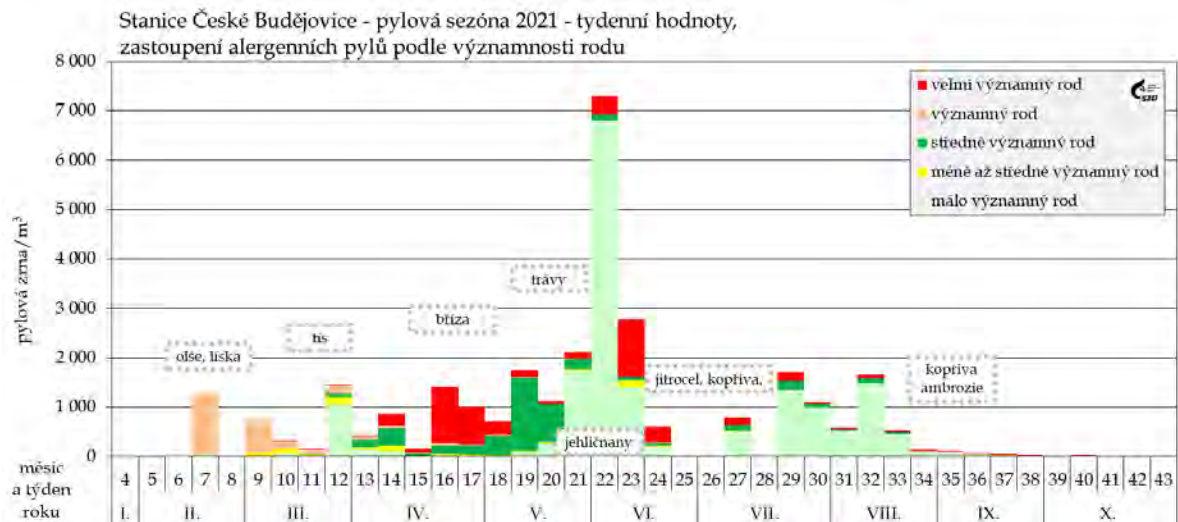
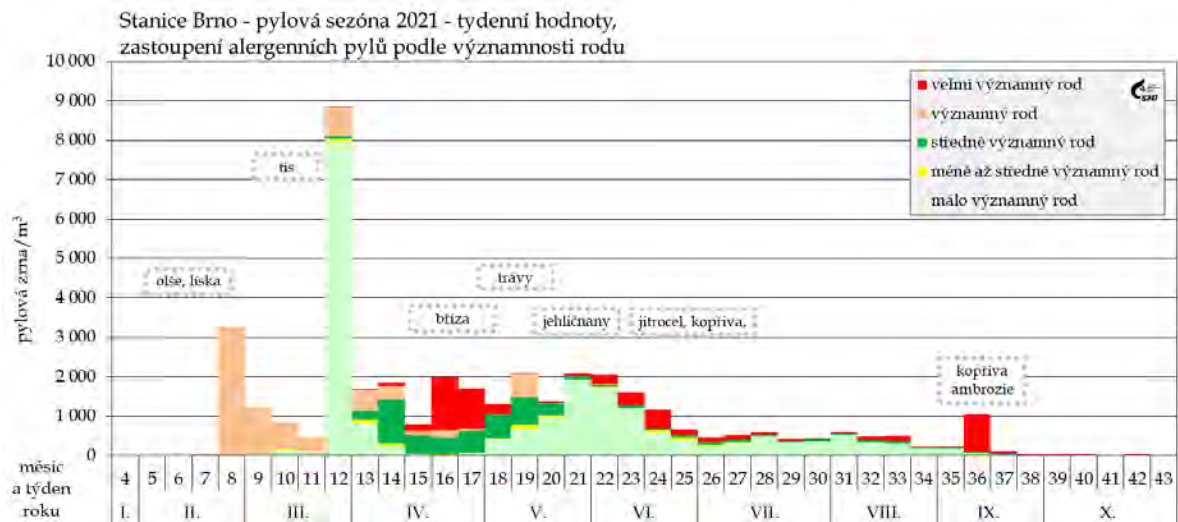


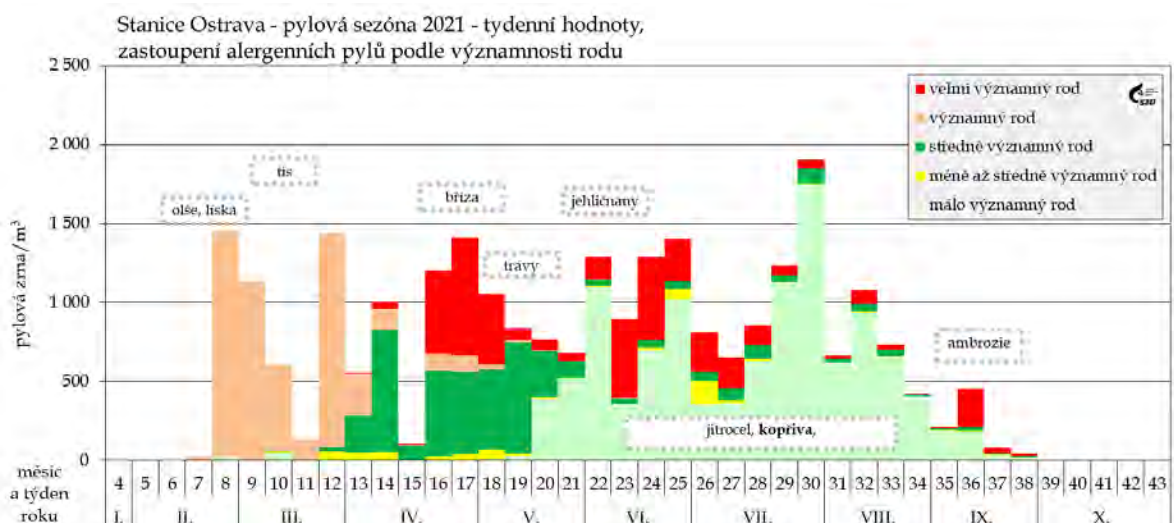
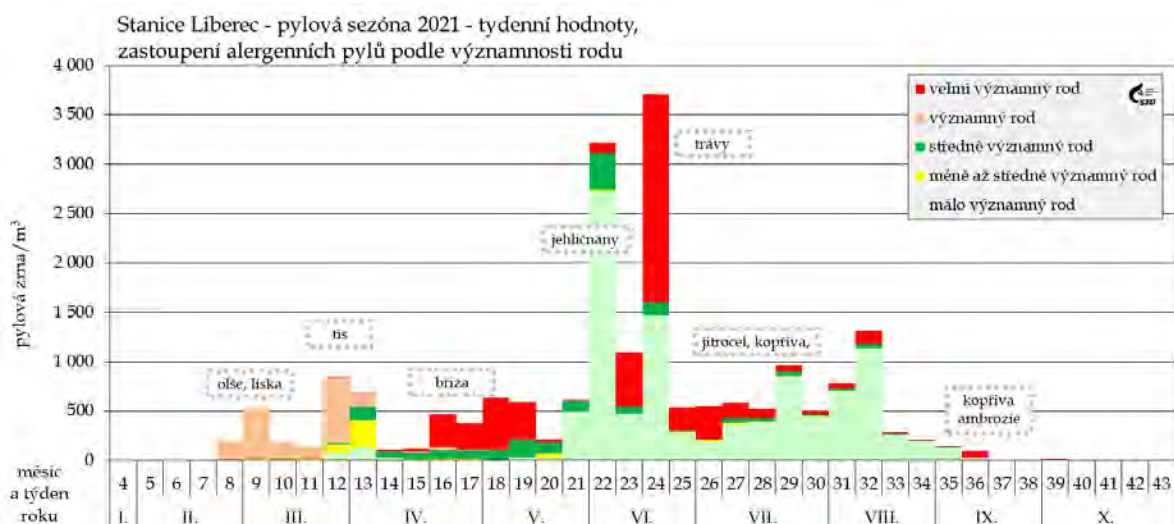
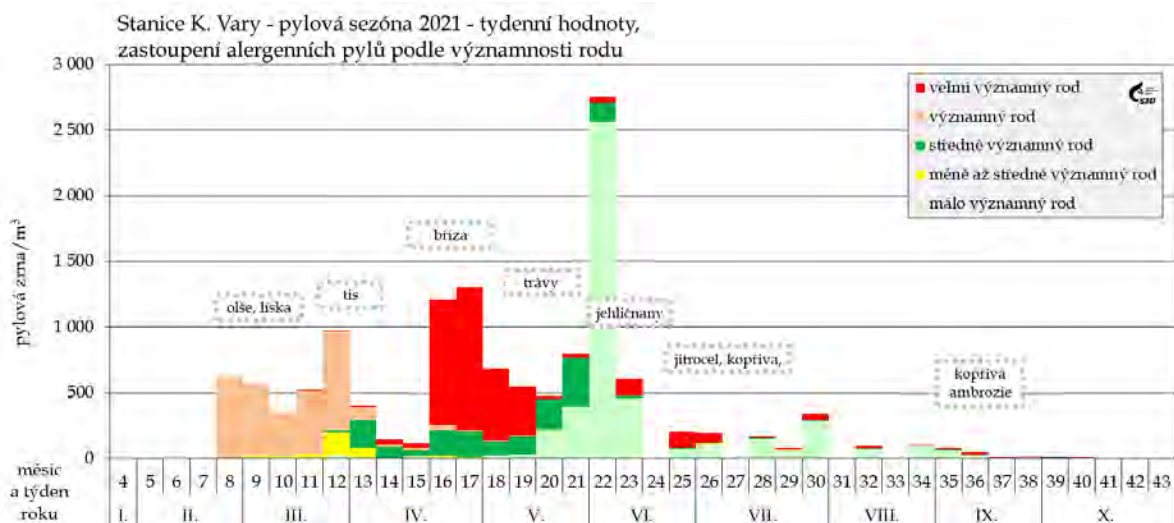


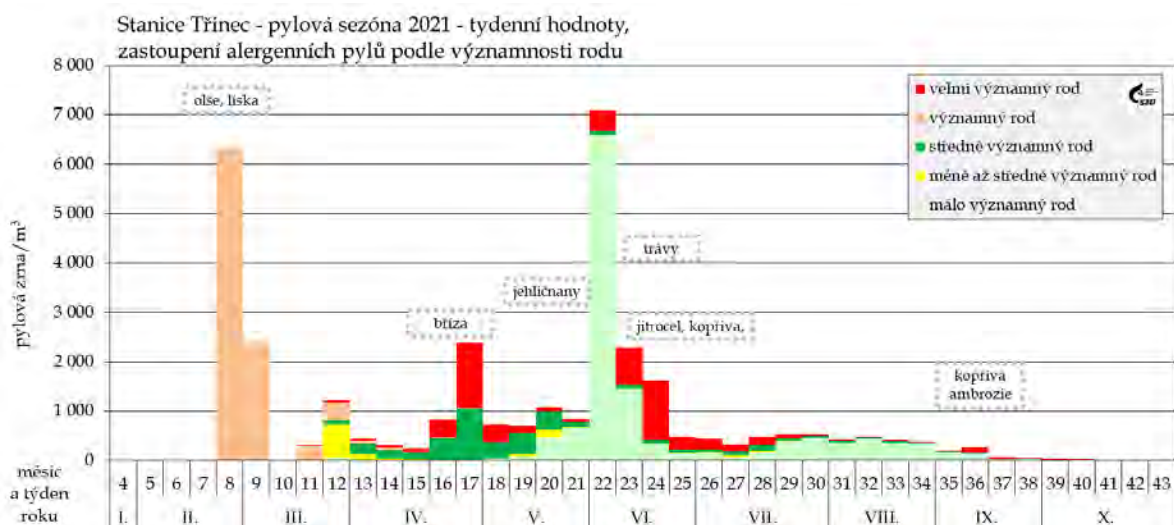
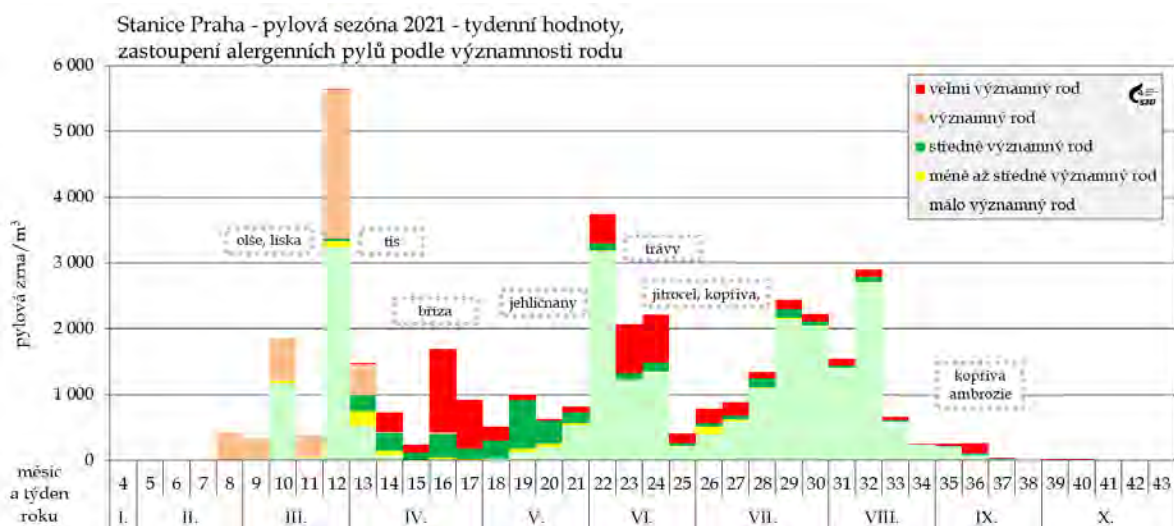
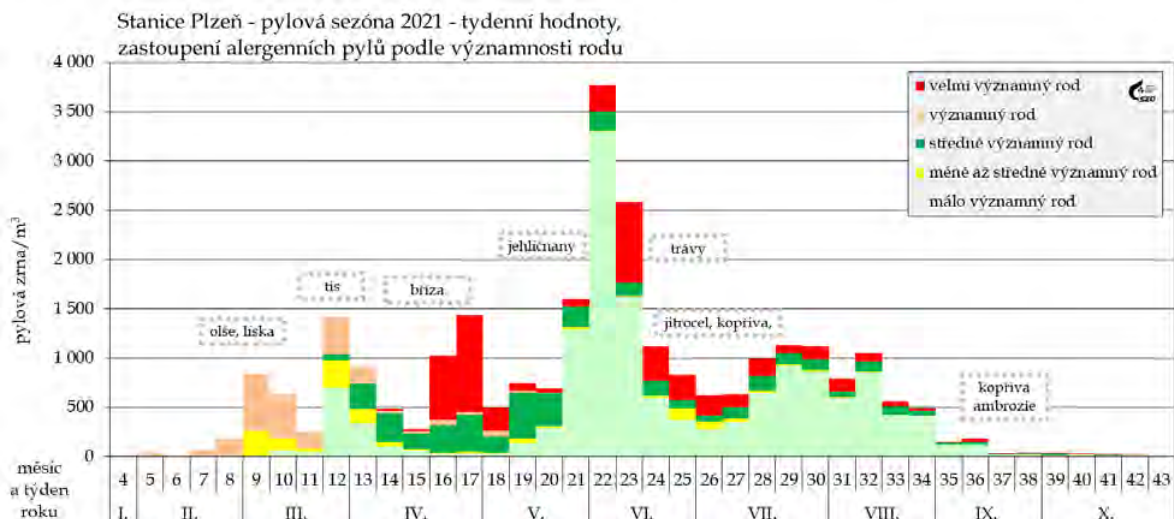


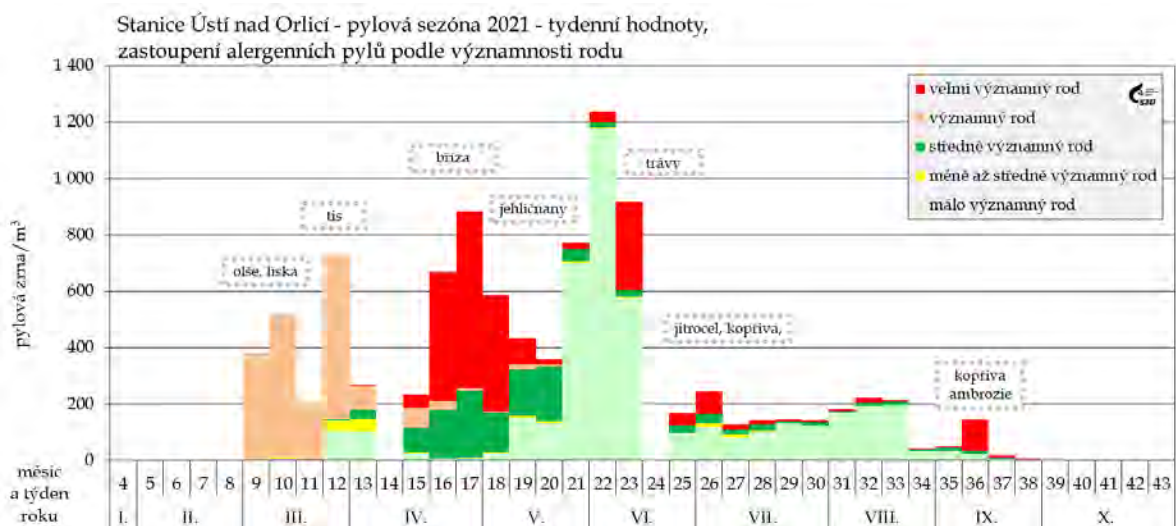
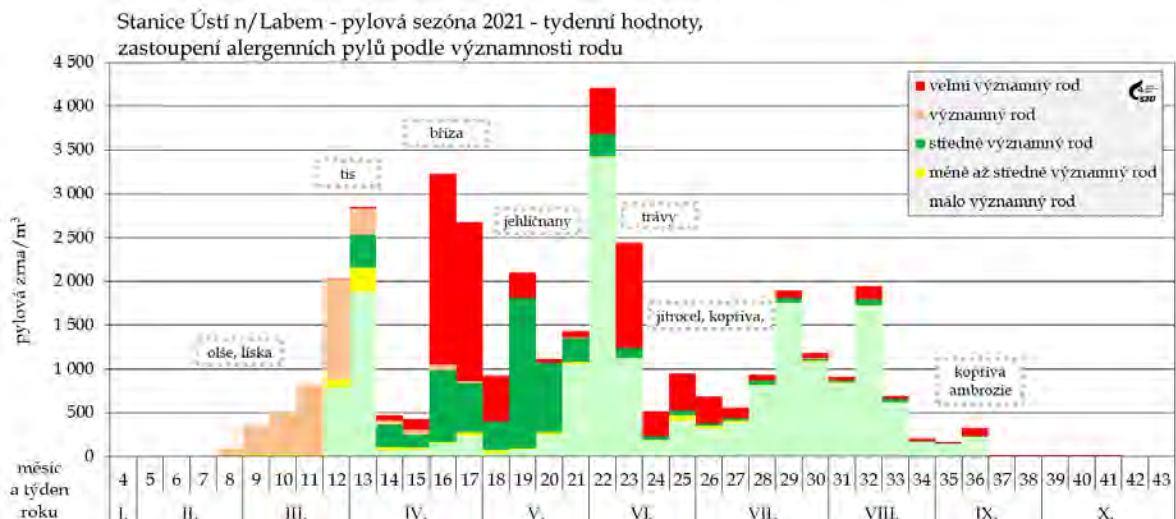


Obr. č. 43 - a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k - Pylová sezóna 2021 v jednotlivých lokalitách



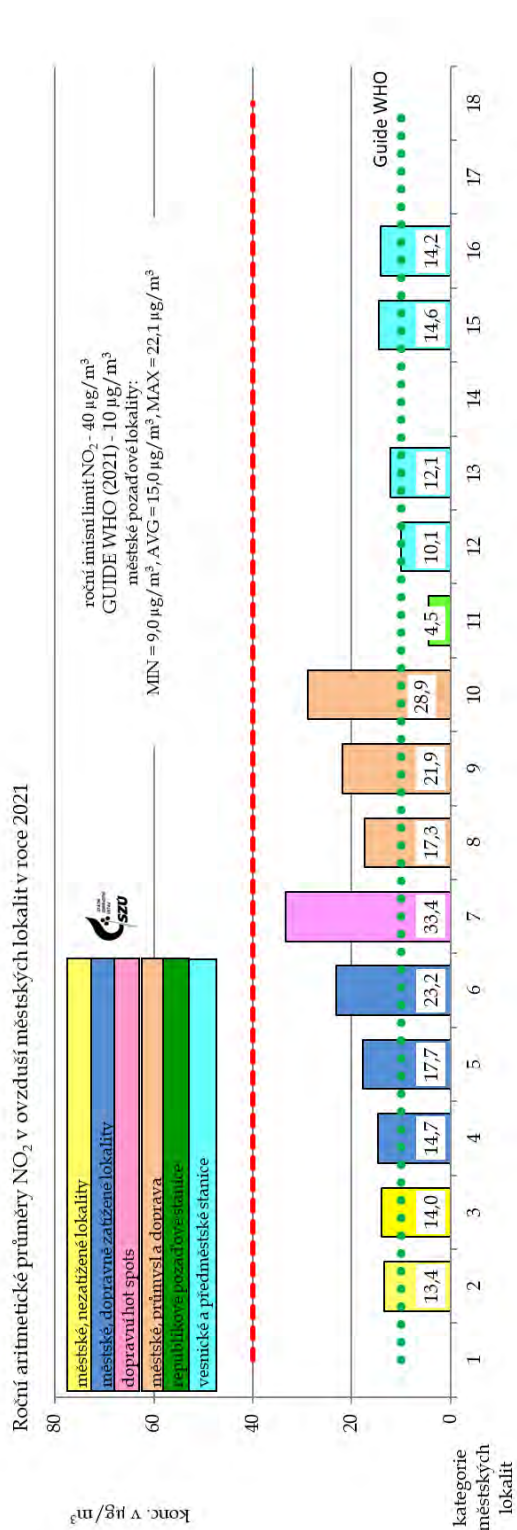
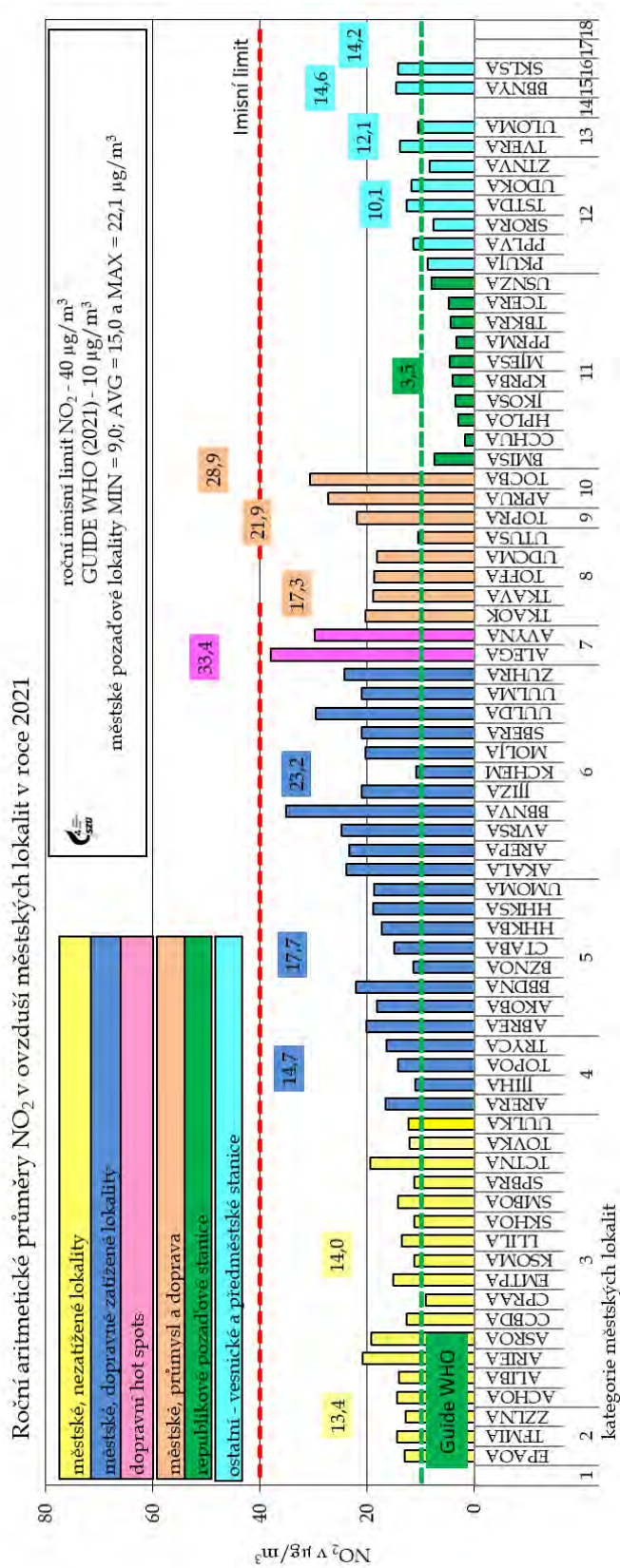




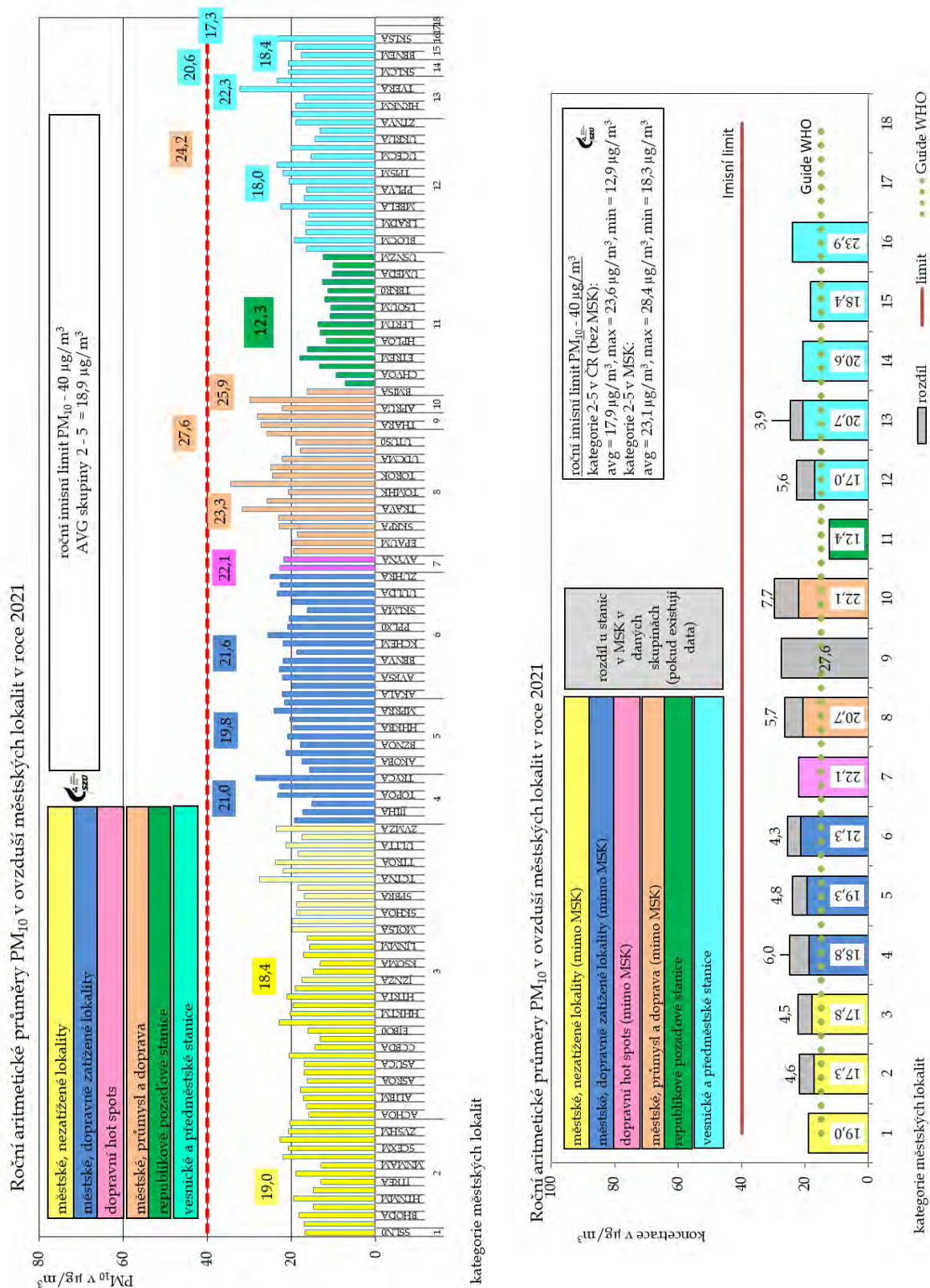


Příloha č. 6. - Doplnující grafická zpracování

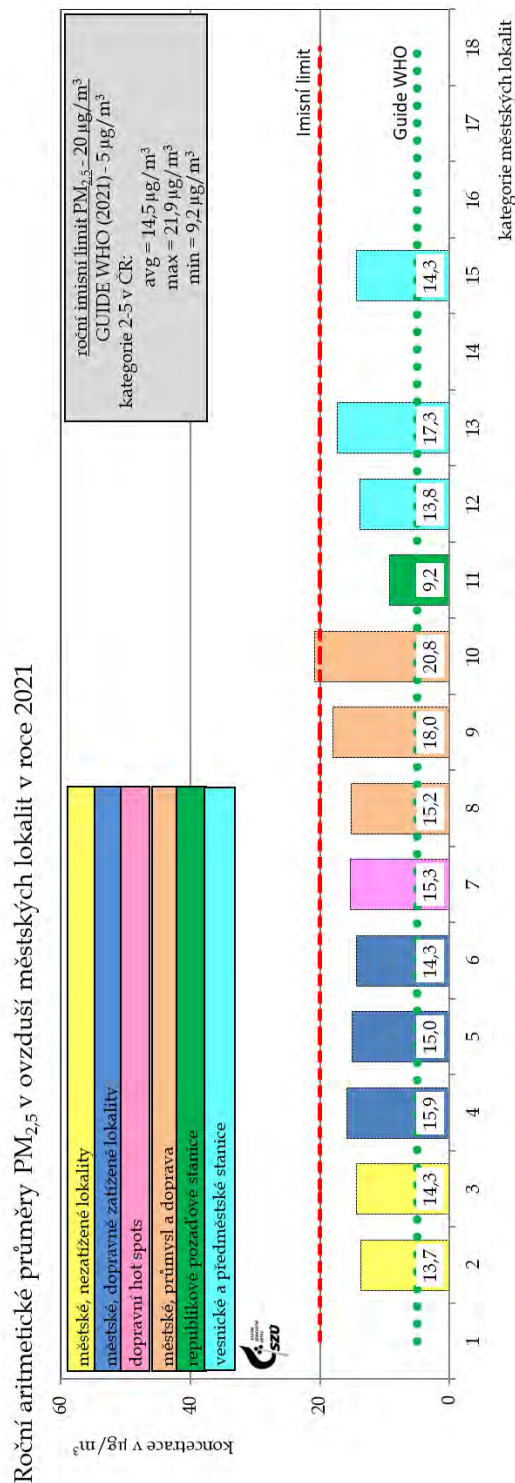
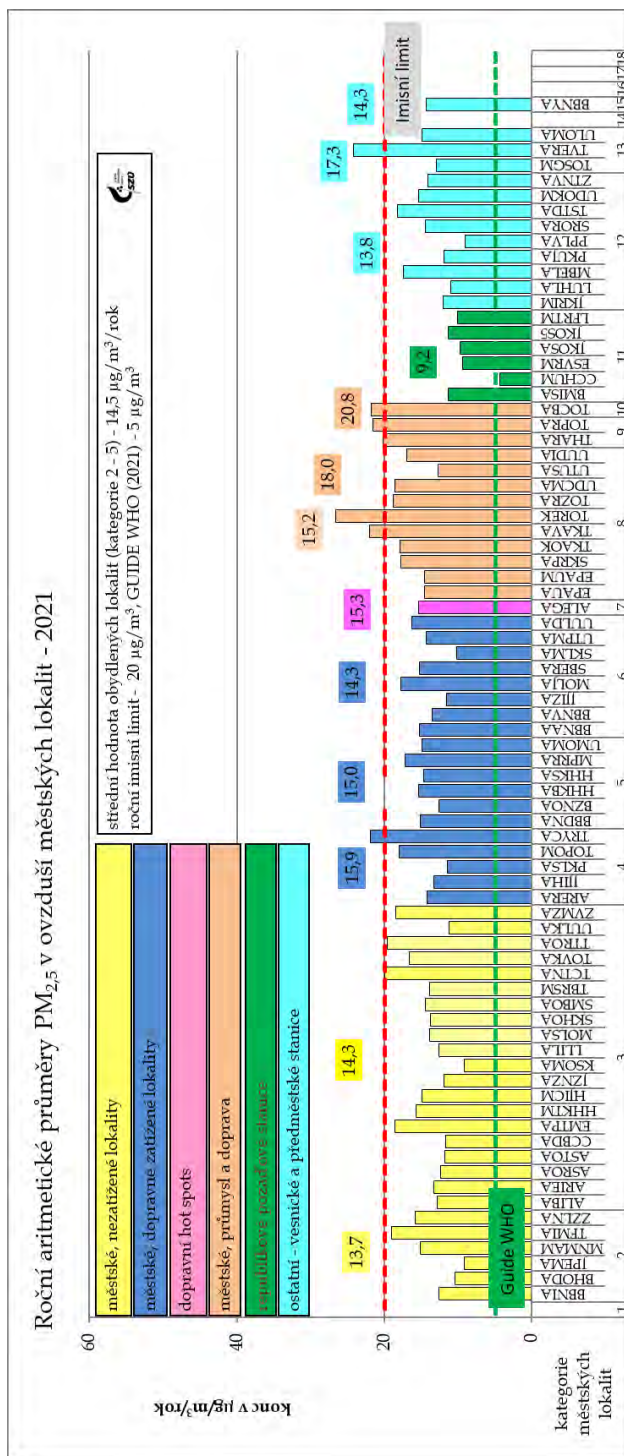
Obr. č. 44 - a, b - 2021 - roční aritmetické průměry NO₂ na jednotlivých stanicích a průměry pro jednotlivé městské lokality



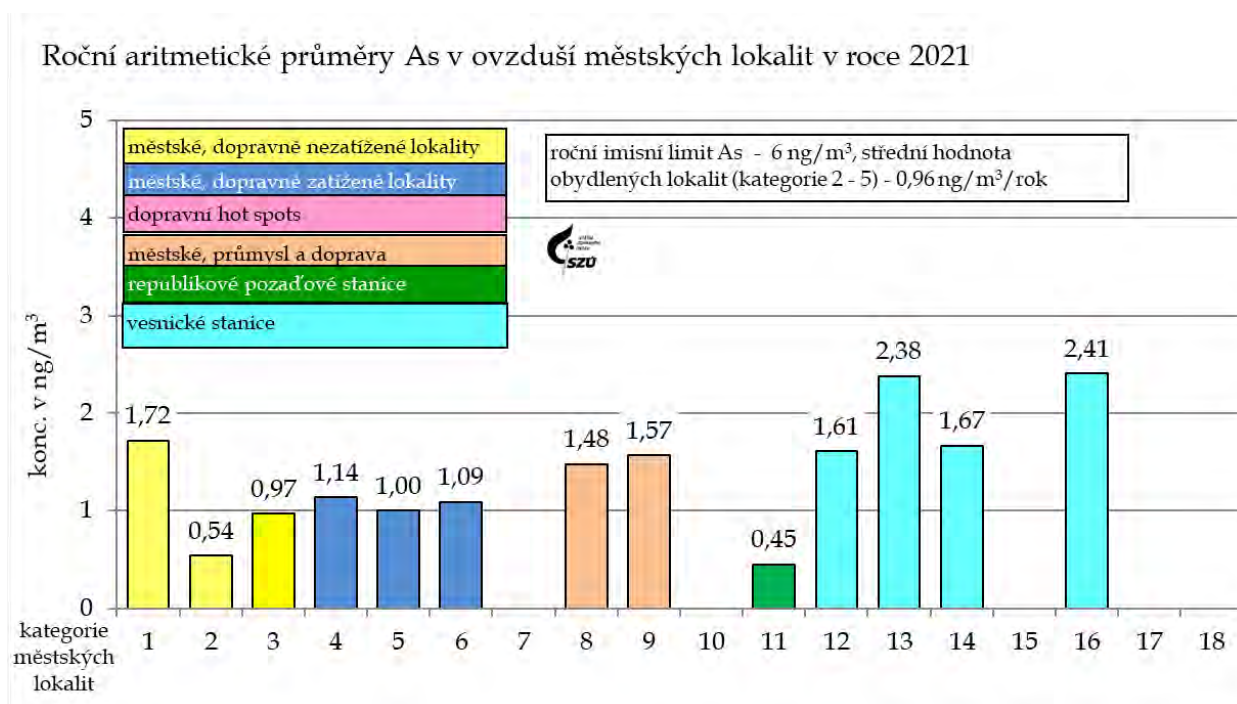
Obr. č. 45 - a, b - 2021 - roční aritmetické průměry PM₁₀ na jednotlivých stanicích a průměry pro jednotlivé městské lokality



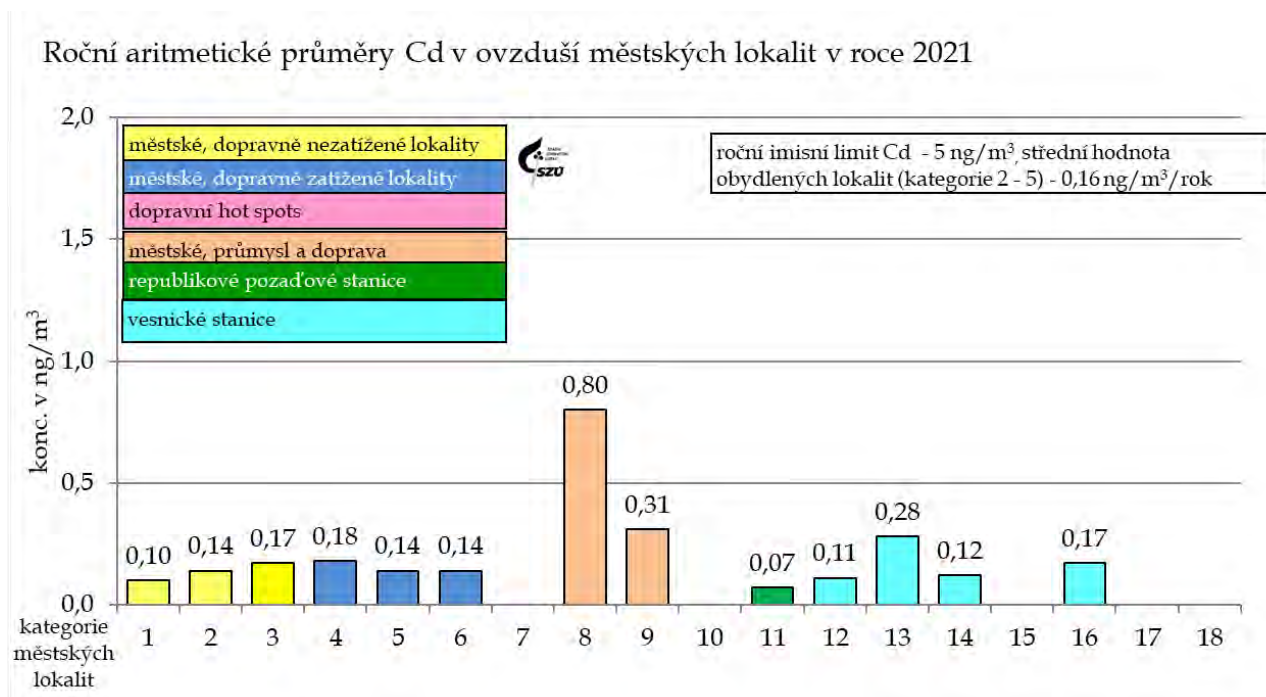
Obr. č. 46 - a, b - 2021 - roční aritmetické průměry PM_{2.5} na zahrnutých stanicích a v městských kategoriích



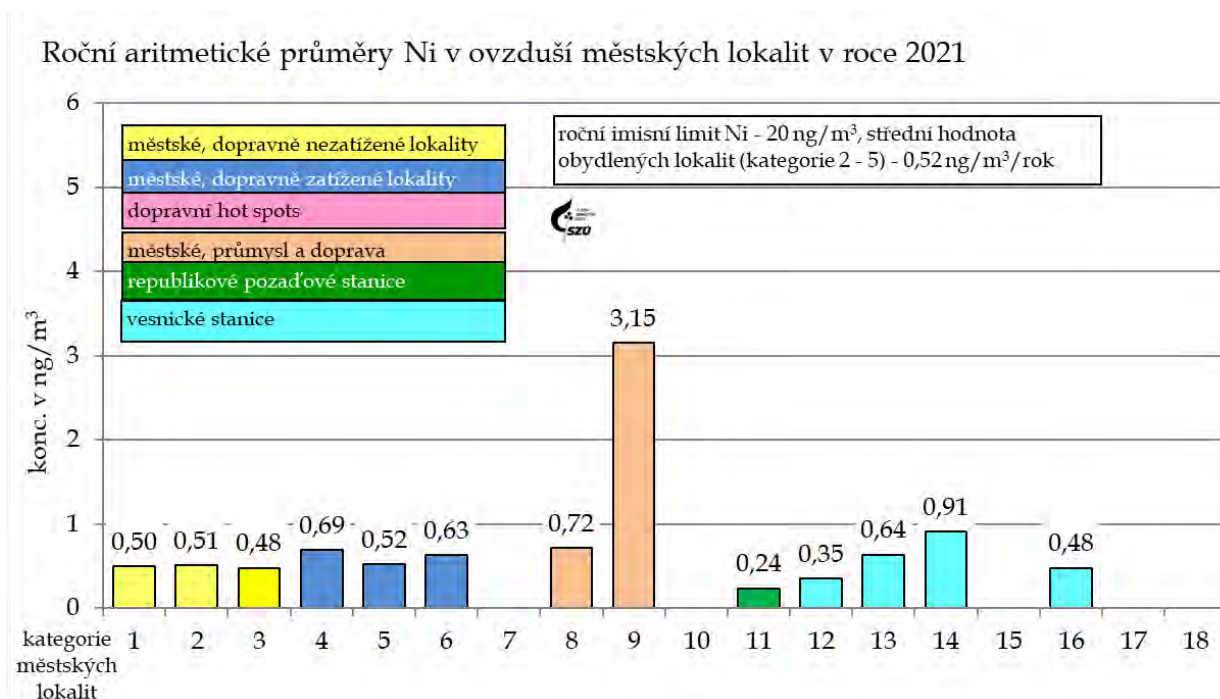
Obr. č. 47 - 2021 - roční aritmetické průměry As v ovzduší obydlých lokalit



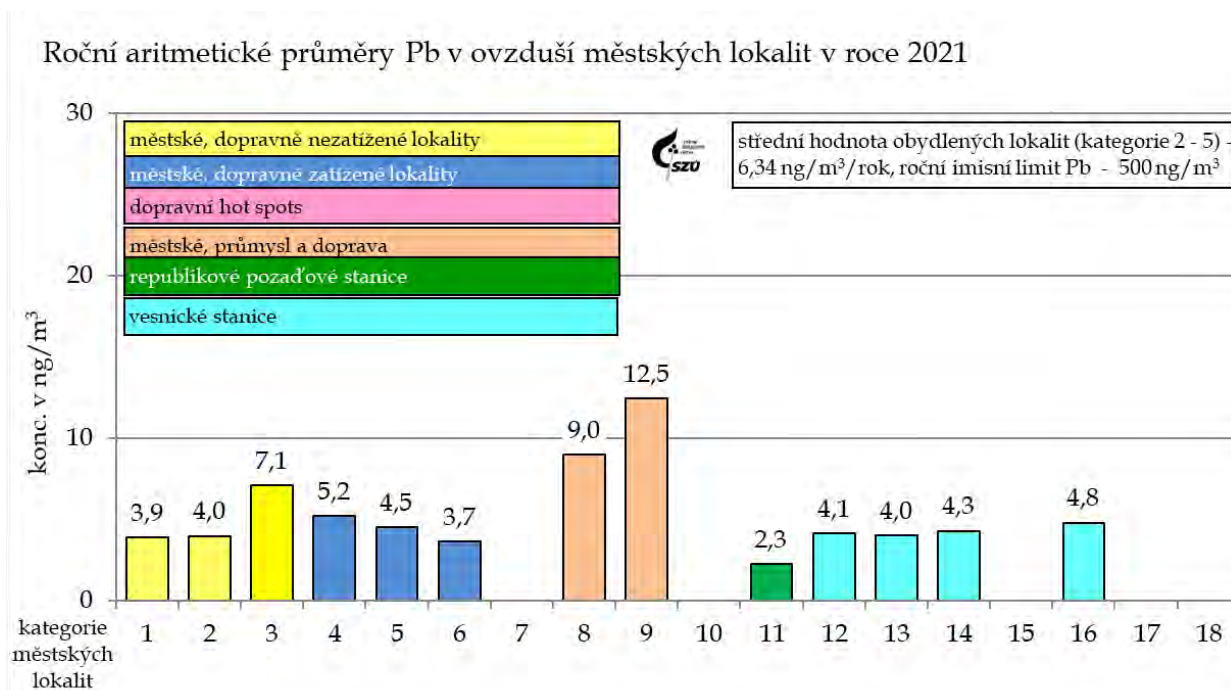
Obr. č. 48 - 2021 - roční aritmetické průměry Cd v ovzduší obydlých lokalit



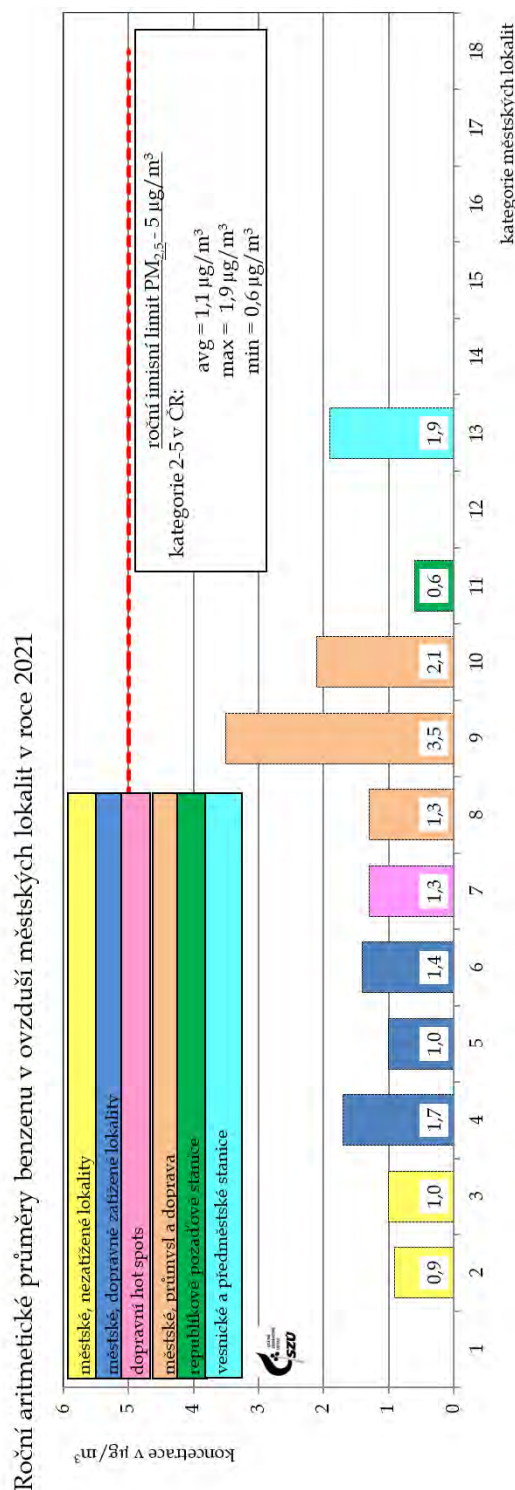
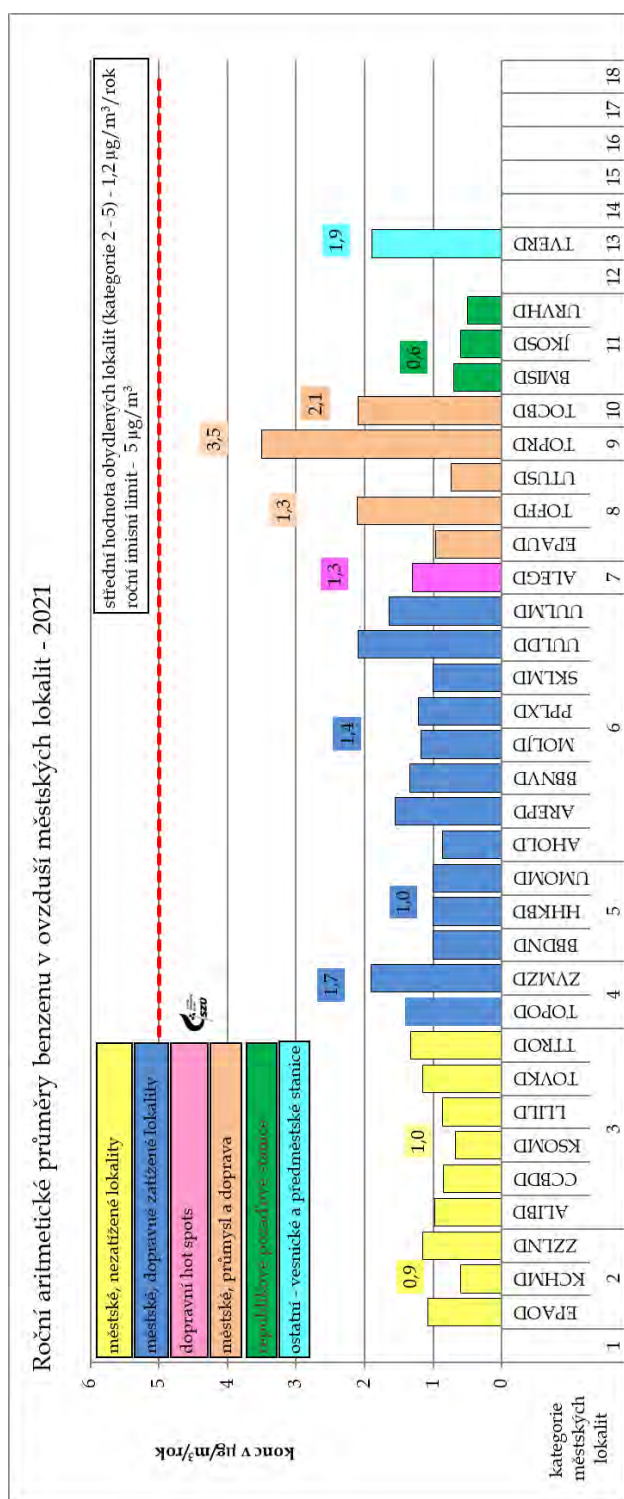
Obr. č. 49 – 2021 - roční aritmetické průměry Ni v ovzduší obydlených lokalit



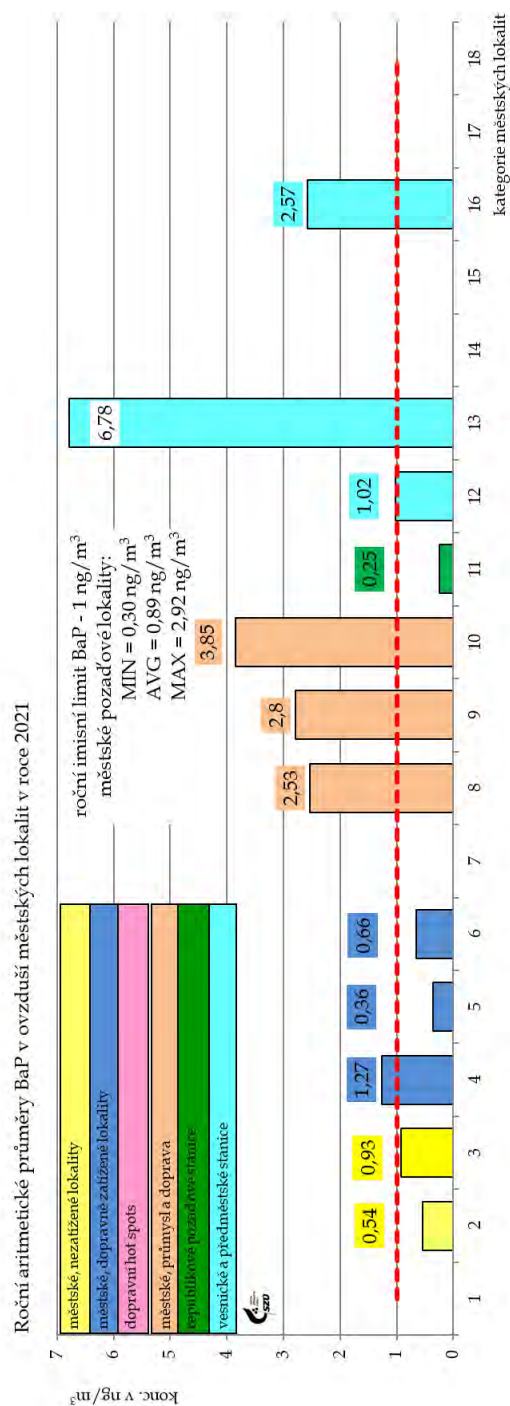
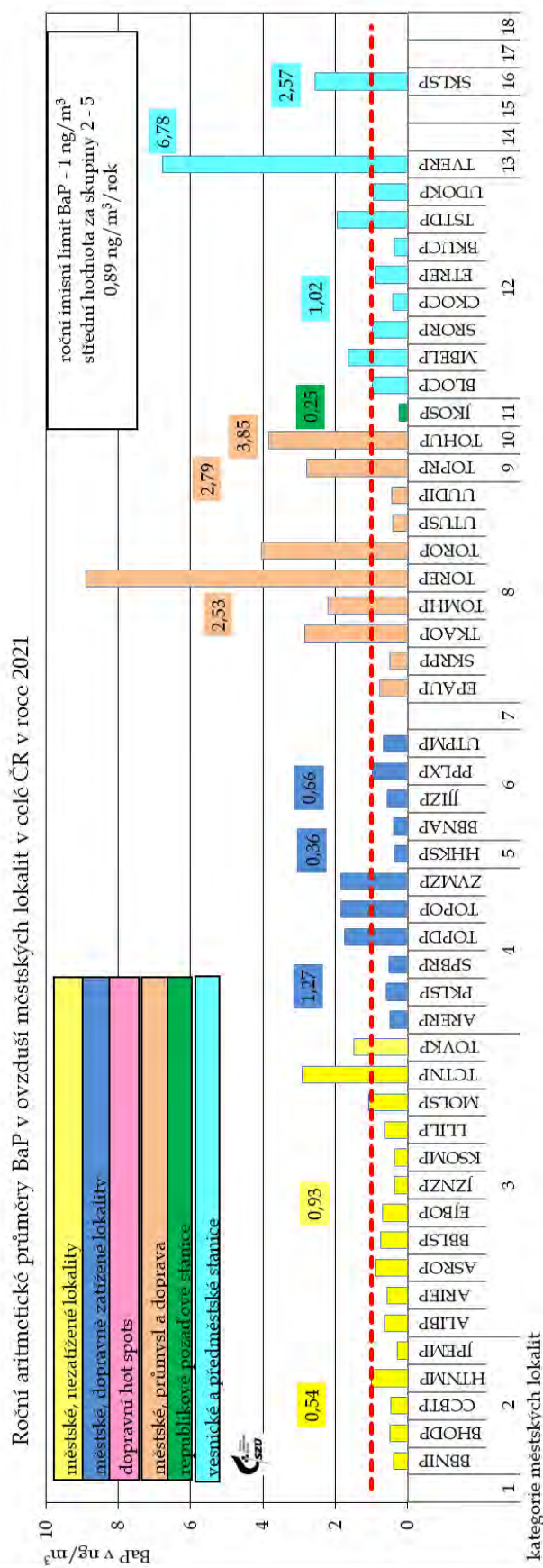
Obr. č. 50 – 2021 - roční aritmetické průměry Pb v ovzduší obydlených lokalit



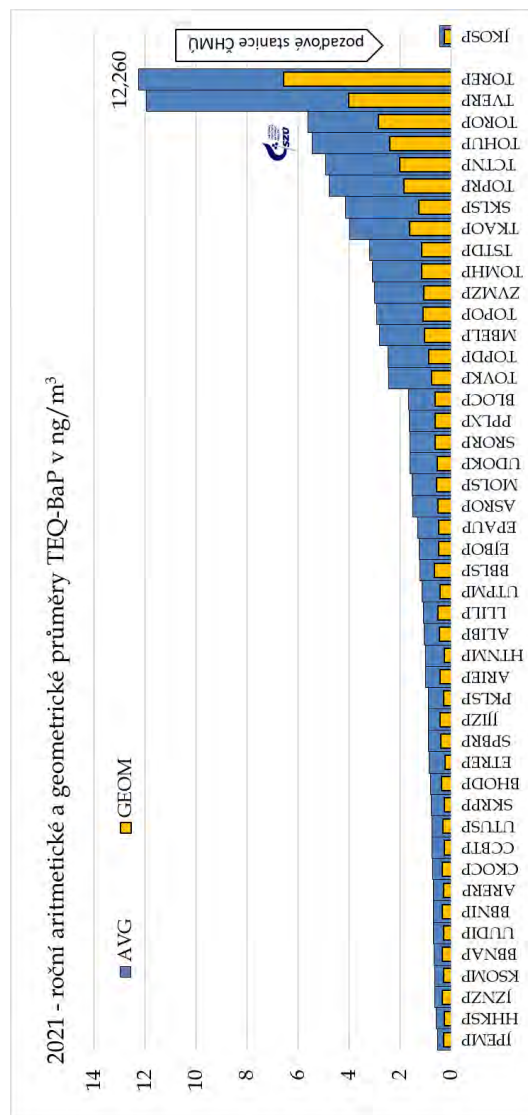
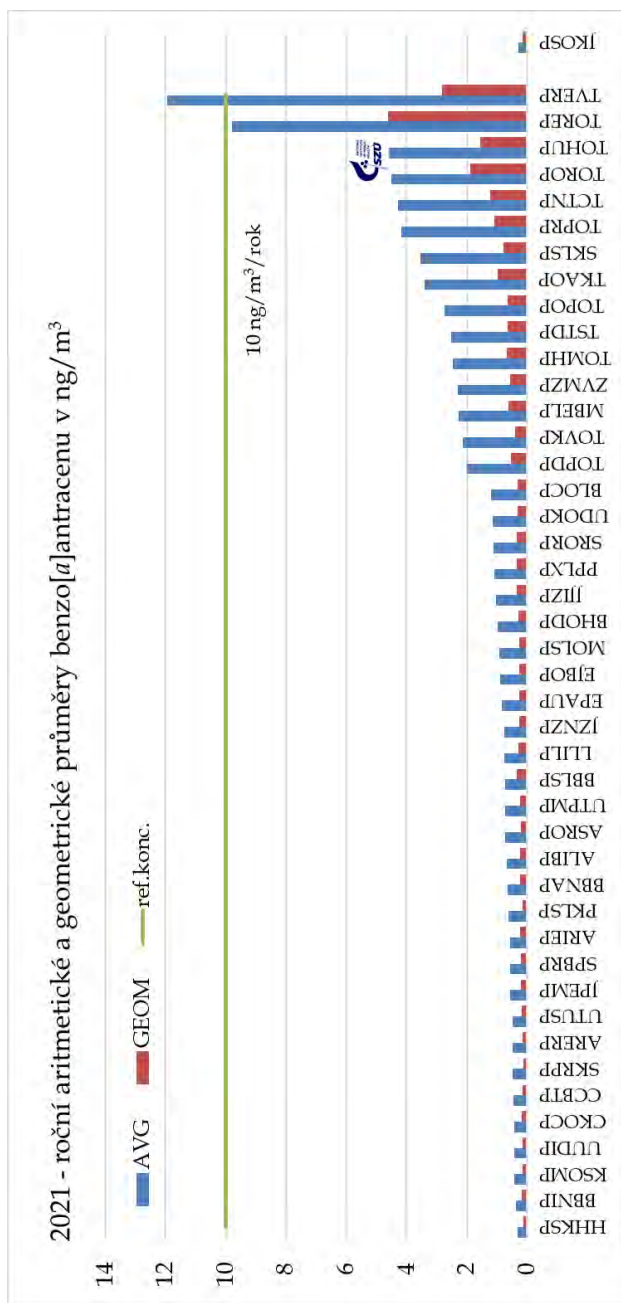
Obr. č. 51 - a, b – 2021 - roční aritmetické průměry benzenu v ovzduší městských lokalit a na jednotlivých hodnocených stanicích



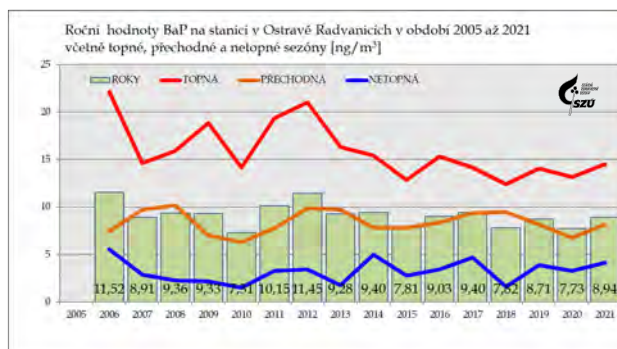
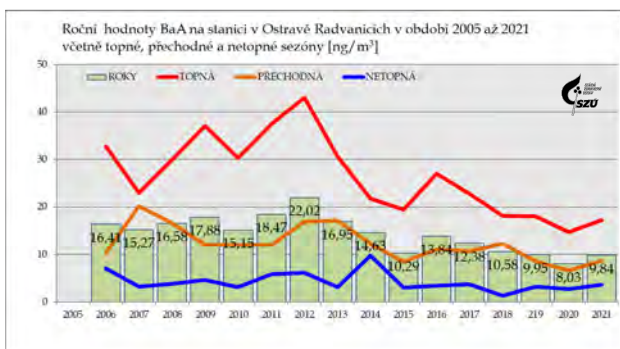
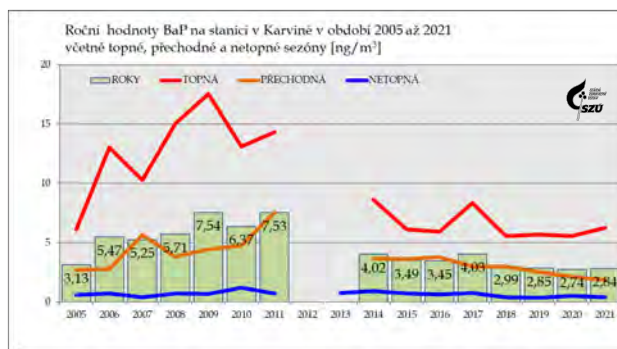
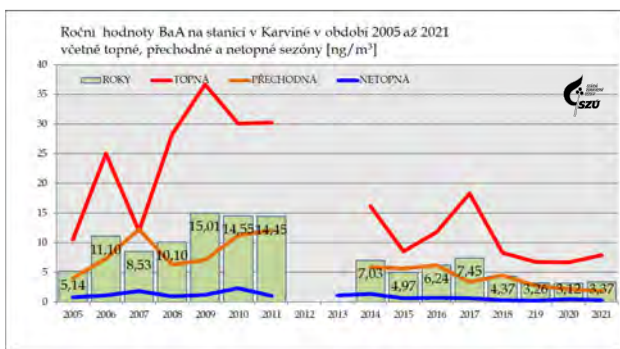
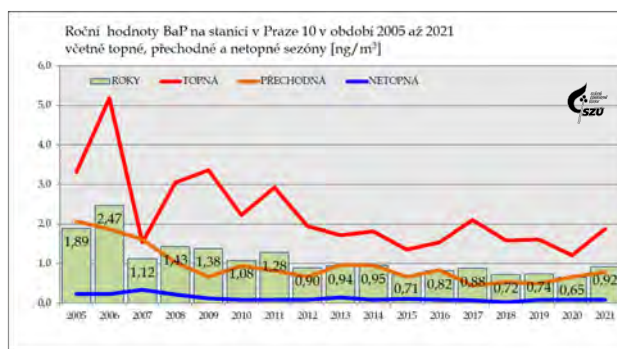
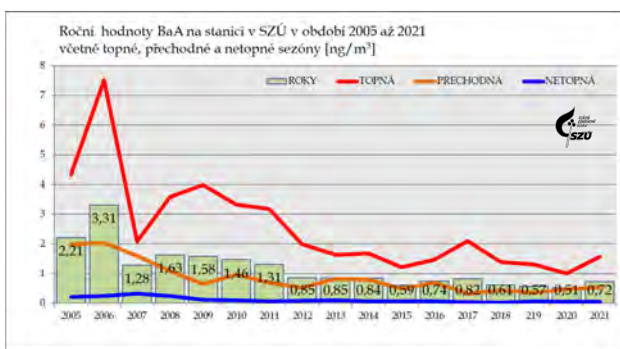
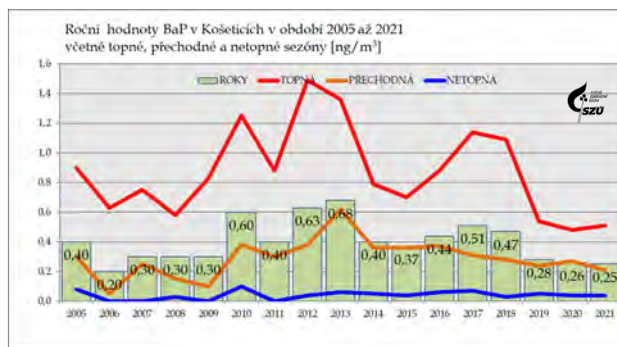
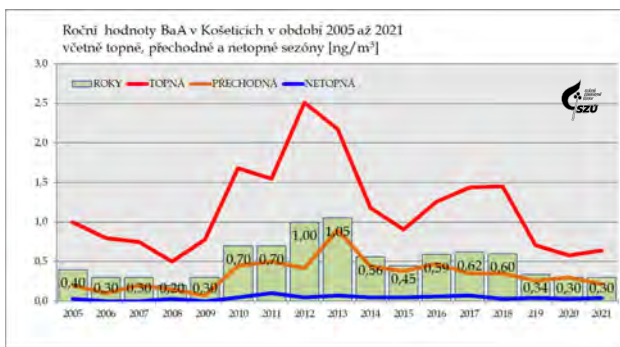
Obr. č. 52 - a, b - 2021 - roční aritmetické průměry BaP v ovzduší městských lokalit a na jednotlivých hodnocených stanicích



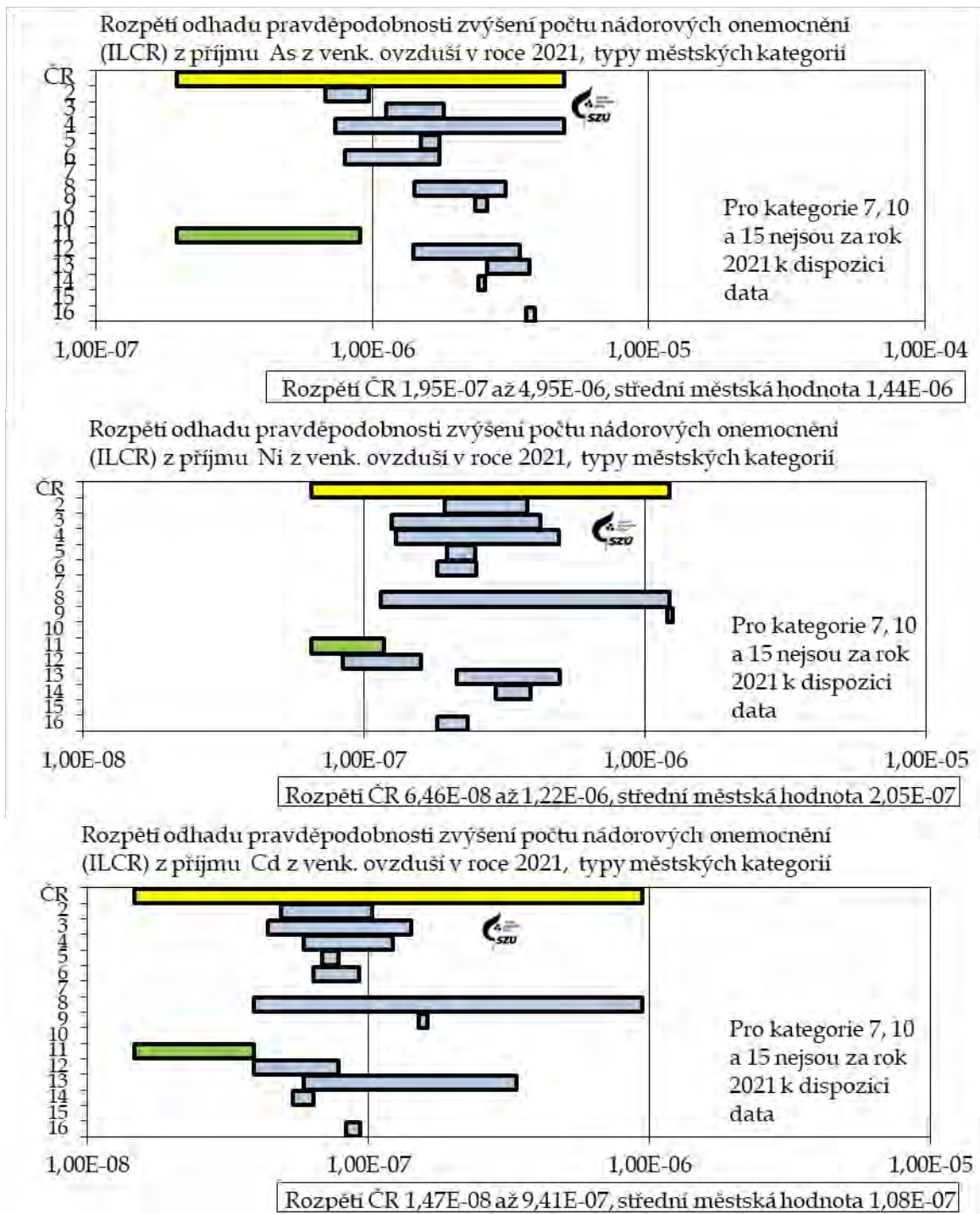
Obr. č. 53 - a, b – 2021 - roční aritmetické průměry BaA a TEQ BaP v ovzduší na jednotlivých hodnocených stanicích



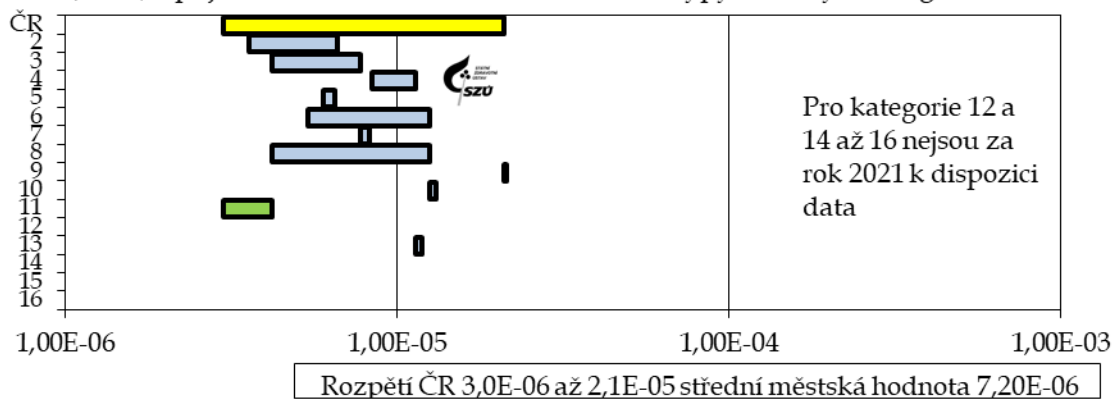
Obr. č. 54 - a, b, c, d, e, f, g, h - 2005 - 2021 - trendy průběhů sezónních průměrů BaA a BaP na stanicích v Košetících, SZÚ Praha, Karviné a v Ostravě - Bartovicích



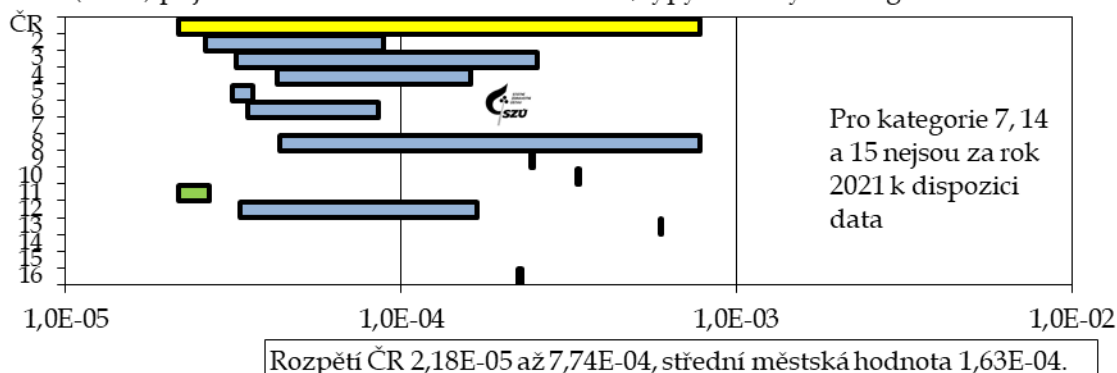
Obr. č. 55 - a, b, c, d, e, f - 2021 - rozpětí odhadu pravděpodobnosti zvýšení počtu nádorových onemocnění z příjmu As, Ni, Cd, benzenu a BaP z venkovního ovzduší pro jednotlivé typy městských lokalit



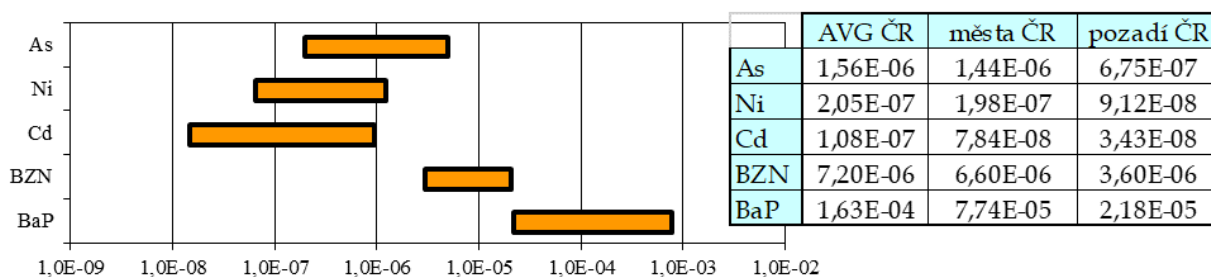
Rozpětí odhadu pravděpodobnosti zvýšení počtu nádorových onemocnění (ILCR) z příjmu BZN z venk. ovzduší v roce 2021, typy městských kategorií



Rozpětí odhadu pravděpodobnosti zvýšení počtu nádorových onemocnění (ILCR) příjmu BaP z venk. ovzduší v roce 2021, typy městských kategorií



2021 - Průměr za ČR a rozpětí odhadu pravděpodobnosti zvýšení počtu nádorových onemocnění (ILCR) z příjmu As, Ni, Cd, benzenu a BaP z venkovního ovzduší



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.

Seznam obrázků

| | |
|---|-----|
| Obr. č. 1 - 2021 - SO ₂ , počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru | 13 |
| Obr. č. 2 - 2021 - SO ₂ , rozpětí měsíčních průměrů v sídlech..... | 13 |
| Obr. č. 3 - 2021 - NO _x , počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru..... | 14 |
| Obr. č. 4 - 2021 - NO _x , rozpětí měsíčních průměrů v sídlech | 14 |
| Obr. č. 5 - 2021 - NO, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru | 15 |
| Obr. č. 6 - 2021 - NO, rozpětí měsíčních průměrů v sídlech..... | 15 |
| Obr. č. 7 - 2021 - NO ₂ , počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru | 16 |
| Obr. č. 8 - 2021 - NO ₂ , rozpětí měsíčních průměrů v sídlech..... | 17 |
| Obr. č. 9 - 2021 - PM ₁₀ , počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru | 18 |
| Obr. č. 10 - 2021 - PM ₁₀ , rozpětí měsíčních průměrů v sídlech..... | 19 |
| Obr. č. 11 - 2021 - PM _{2,5} , počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru | 20 |
| Obr. č. 12 - 2021 - PM _{2,5} , rozpětí měsíčních průměrů v sídlech..... | 20 |
| Obr. č. 13 - 2021 - CO, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru..... | 21 |
| Obr. č. 14 - 2021 - CO, rozpětí měsíčních průměrů v sídlech | 21 |
| Obr. č. 15 - 2021 - O ₃ , počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru | 22 |
| Obr. č. 16 - 2021 - O ₃ , rozpětí měsíčních průměrů v sídlech..... | 22 |
| Obr. č. 17 - 2021 - As, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru | 24 |
| Obr. č. 18 - 2021 - Cd, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru..... | 25 |
| Obr. č. 19 - 2021 - Pb, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru | 26 |
| Obr. č. 20 - 2021 - Ni, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru | 27 |
| Obr. č. 21 - 2021 - Mn, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru..... | 28 |
| Obr. č. 22 - 2021 - Cr, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru | 29 |
| Obr. č. 23 - 2021 - roční průměry hmotnostního podílu Ti v měřených frakcích | 30 |
| Obr. č. 24 a, b, 2018 - 2021, Sezónní průběhy hmotnostního podílu Ti v měřených frakcích | 30 |
| Obr. č. 25 - 2021 - Benzen, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru | 31 |
| Obr. č. 26 - 2021 - BaP, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru | 33 |
| Obr. č. 27 - 2021 - BaP, rozpětí měsíčních průměrů v sídlech..... | 34 |
| Obr. č. 28 - 2021 - TEQ-BaP, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru.. | 35 |
| Obr. č. 29 - 2021 - TEQ-BaP, rozpětí měsíčních průměrů v sídlech | 36 |
| Obr. č. 30 - Košetice (JKOS), 2005 - 2021 | 36 |
| Obr. č. 31 - Šrobárova 48 (ASRO), 2005 - 2021 | 36 |
| Obr. č. 32 - Ostrava Radvanice (TORE), 2005 - 2021 | 37 |
| Obr. č. 33 - 2012 - 2021 - průběh ročních hodnot BaP v různých typech lokalit..... | 37 |
| Obr. č. 34 - 2021 - Střední hodnoty ročního IKO a rozpětí hodnot v jednotlivých typech hodnocených lokalit | 40 |
| Obr. č. 35 - 2021 - Střední hodnoty sumy plnění imisních limitů a rozpětí hodnot v jednotlivých typech hodnocených lokalit..... | 41 |
| Obr. č. 36 - 2021 - Procentuální podíl ročních středních koncentrací k imisním limitům v jednotlivých typech hodnocených lokalit..... | 42 |
| Obr. č. 37 - Odběrová místa pylového monitoringu v ČR (modře - nezahrnuté místo) | 90 |
| Obr. č. 38 - Typický průběh pylové sezóny - rok 2021 na stanici v Plzni s vyznačením dominantních pylů | 91 |
| Obr. č. 39 - Velmi významně alergenní pyly - pylová sezóna břízy v roce 2021 | 92 |
| Obr. č. 40 - Alergenně velmi významné pyly v letním až podzimním období..... | 93 |
| Obr. č. 41 - Alergenně málo až středně významné pyly | 93 |
| Obr. č. 42 - a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k - Pylová sezóna 2021 - průběh týdenních hodnot sumy sledovaných alergenních a nealergenních pylů a plísni v jednotlivých lokalitách..... | 95 |
| Obr. č. 43 - a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k - Pylová sezóna 2021 v jednotlivých lokalitách..... | 99 |
| Obr. č. 44 - a, b - 2021 - roční aritmetické průměry NO ₂ na jednotlivých stanicích a průměry pro jednotlivé městské lokality | 104 |
| Obr. č. 45 - a, b - 2021 - roční aritmetické průměry PM ₁₀ na jednotlivých stanicích a průměry pro jednotlivé městské lokality | 105 |
| Obr. č. 46 - a, b - 2021 - roční aritmetické průměry PM _{2,5} na zahrnutých stanicích a v městských kategoriích..... | 106 |

| | |
|--|-----|
| Obr. č. 47 - 2021 - roční aritmetické průměry As v ovzduší obydlých lokalit | 107 |
| Obr. č. 48 - 2021 - roční aritmetické průměry Cd v ovzduší obydlých lokalit | 107 |
| Obr. č. 49 - 2021 - roční aritmetické průměry Ni v ovzduší obydlých lokalit | 108 |
| Obr. č. 50 - 2021 - roční aritmetické průměry Pb v ovzduší obydlých lokalit | 108 |
| Obr. č. 51 - a, b - 2021 - roční aritmetické průměry benzenu v ovzduší městských lokalit a na jednotlivých hodnocených stanicích | 109 |
| Obr. č. 52 - a, b - 2021 - roční aritmetické průměry BaP v ovzduší městských lokalit a na jednotlivých hodnocených stanicích | 110 |
| Obr. č. 53 - a, b - 2021 - roční aritmetické průměry BaA a TEQ BaP v ovzduší na jednotlivých hodnocených stanicích | 111 |
| Obr. č. 54 - a, b, c, d, e, f, g, h - 2005 - 2021 - trendy průběhů sezónních průměrů BaA a BaP na stanicích v Košetických, SZÚ Praha, Karviné a v Ostravě - Bartovicích | 112 |
| Obr. č. 55 - a, b, c, d, e, f - 2021 - rozpětí odhadu pravděpodobnosti zvýšení počtu nádorových onemocnění z příjmu As, Ni, Cd, benzenu a BaP z venkovního ovzduší pro jednotlivé typy městských lokalit | 113 |

Seznam tabulek

| | |
|---|----|
| Tabulka č. 1. - Referenční postupy vzorkování a analytické postupy | 6 |
| Tabulka č. 2. - Imisní limity (IL) základních sledovaných látek (podle přílohy č. 1 - Zákona o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb. ze dne 2. května 2012) ve znění novely č. 172 ze dne 19. 7. 2018 | 10 |
| Tabulka č. 3. - Referenční koncentrace vydané SZÚ (v $\mu\text{g}/\text{m}^3$) - (podle § 27, odst. 6, b, zákona č. 201/2012 Sb.), aktualizace v roce 2018. | 11 |
| Tabulka č. 4. - Hodnoty TEF pro jednotlivé látky [Zdroj: US EPA] | 35 |
| Tabulka č. 5. - Meze detekce používaných automatizovaných/on-line postupů | 38 |
| Tabulka č. 6. - Meze detekce používaných aspiračních/nepřímých postupů | 38 |
| Tabulka č. 7. - Doporučené hladiny AQG WHO a prozatímní cíle (změny - září 2021) | 44 |
| Tabulka č. 8 - Vývoj (2009 - 2021) Průměrné roční koncentrace frakce PM_{10} , úmrtnost a odhad podílu předčasné úmrtnosti v % a odhad počtu předčasně zemřelých - střední hodnota a rozpětí hodnot v ČR | 49 |
| Tabulka č. 9 - Počet roků ztráty života | 49 |
| Tabulka č. 10. - Vybrané škodliviny - použité hodnoty jednotkového rizika | 53 |
| Tabulka č. 11. - 2021 - Pozad'ová, střední (AVG) a maximální hodnota zdravotního rizika (ILCR) pro ČR a odhad střední hodnoty v monitorovaných městech | 53 |
| Tabulka č. 12. - Vývoj (2010 - 2021) rozpětí hodnot karcinogenního populačního rizika v ČR (Min/Max) na 10 mil. obyvatel (přidatné případy na 1 rok) | 54 |
| Tabulka č. 13. - Souhrn monitorovaných parametrů kvality venkovního ovzduší v jednotlivých městech | 72 |
| Tabulka č. 14. - Zařazení hodnocených stanic do příslušných kategorií a řešené programy | 79 |
| Tabulka č. 15 - Úrovně zátěže a odhad potenciálních zdravotních účinků pro základní látky, těžké kovy, benzen a BaP v roce 2021 pro jednotlivé typy městských kategorií (příloha č. 1). Hodnoty jsou uvedeny v $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a v ng/m^3 - kovy a PAU | 87 |
| Tabulka č. 16 - Definované skupiny pylů podle významnosti rodu | 91 |
| Tabulka č. 17 - Charakteristická období roku a typičtí představitelé sledovaných pylů | 91 |



**System monitorování
zdravotního stavu obyvatelstva
České republiky
ve vztahu k životnímu prostředí**

**Subsystem č. I.
Zdravotní důsledky a rizika znečištění ovzduší**

Odborná zpráva za rok 2021

1. vydání, 118 stran

Vydáno on-line na webových stránkách SZÚ s ISBN 978-80-7071-418-8