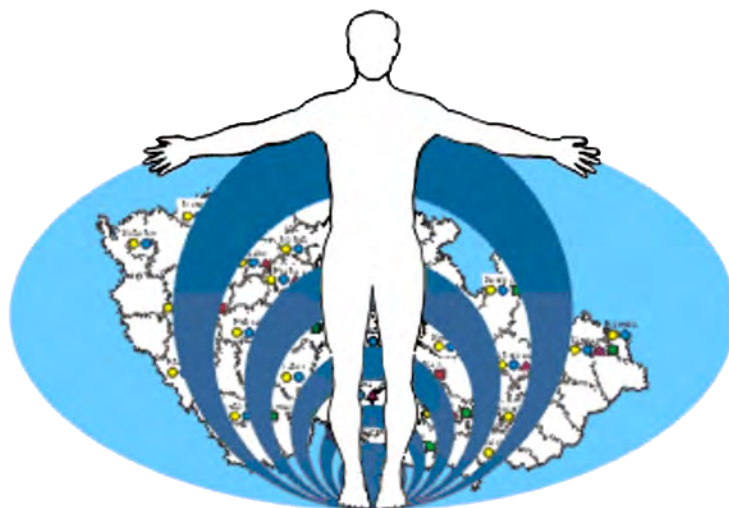


System monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí



Subsystem I.

Zdravotní důsledky a rizika znečištění ovzduší

Odborná zpráva za rok 2022

Státní zdravotní ústav



Praha, říjen 2023

Ústředí systému
monitorování zdravotního stavu obyvatelstva
ve vztahu k životnímu prostředí

Základní údaje:

Ředitelka ústředí: MUDr. Kristýna Žejglicová

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 ústav se sídlem v Ústí nad Labem,
Moskevská 1531/15, 400 01, Ústí n. L. IČO 71009361

Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě, Partyzánské
náměstí 2633/7, Moravská Ostrava, 702 00 Ostrava,
IČO 71 00 93 96

Odpovědný řešitel: MUDr. Helena Kazmarová

Řešitelé:
RNDr. Bohumil Kotlík, Ph.D.
Bc. Linda Kuklová
RNDr. Michala Lustigová, Ph.D.
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 978-80-7071-435-5 (online)

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:

<https://szu.cz/temata-zdravi-a-bezpecnosti/zivotni-prostredi/ovzdusi/monitoring-ovzdusi/>

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 Ozon - 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 stanovitelnosti použitých analytických postupů.....	38
6.2 Zásahy do hodnot naměřených v roce 2022.....	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	50
3 Ozon	Chyba! Záložka není definována.
4 Škodliviny s karcinogenním působením	51
VIII. DISKUSE.....	56
IX. ZÁVĚRY.....	59
X. SOUHRN.....	61
1 Zdroje a emitované látky	61
2 Zahrnuté stanice a hodnocené škodliviny	61

3 Metodika zpracování	62
4 Spolupůsobící faktory	62
5 Odhad expozice	63
a) Základní látky (SO ₂ , NO, NO ₂ , NO _x , PM ₁₀ , PM _{2,5} , CO, O ₃)	63
b) Kovy v aerosolu (As, Cd, Cr, Mn, Ni a Pb/ Ti, Cu, Zn, Fe, V, Co a Se)	64
c) Organické látky (benzen a PAU)	65
6 Komplexní hodnocení kvality ovzduší	67
a) Index kvality ovzduší (IKO _R)	67
b) Suma plnění ročních imisních limitů	67
7 Hodnocení zdravotních rizik	68
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 2022 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	116
Seznam tabulek	117

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 2022 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 devátý** 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“
	ozon	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.
 - Přepočtení 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 2022 kontrolována systemem programů zkoušení způsobilosti (PZZ) ČIA organizovaných mimo jiné subjekty i Expertní skupinou pro zkoušení způsobilosti SZÚ, která je akreditována ČIA (Akreditovaný poskytovatel zkoušení způsobilosti 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 – spolupracujících zdravotních ústavů a na sekundární kontrole prováděné ISKO ČHMÚ.

2. Přetrvávající problémy:

Výpadky měření přetrvávající 14 dní vcelku – v roce 2022 bylo na některých stanicích přerušeno měření některého parametru kvality ovzduší buď zcela, nebo zde nebyl měřen minimálně jeden měsíc vcelku. Tyto stanice byly z dalšího zpracování vyřazeny.

3. Systémový problém

Výpadek měření kovů v síti ČHMÚ. Hodnocení za rok 2022 je zásadně ovlivněno výpadkem systémů ICP-MS provozovaných ČHMÚ. U některých stanic jsou tak k dispozici data (Cr, Mn, Cu, Zn, Fe, V, Co a Se) pouze za první dva kvartály 2022. Z celkem 55 stanic, pro které jsou k dispozici alespoň částečná data za rok 2022, je k dispozici jen:

- 37 stanic s vyhodnotitelnými daty As, Cd, Ni a Pb
- 21 stanic s vyhodnotitelnými daty Cr a Mn
- Data Cu, Zn, Fe, V, Co a Se nejsou vyhodnotitelná, pro redukci dat ze stanic provozovaných ČHMÚ nelze data ostatních sledovaných kovů vyhodnotit pro jednotlivé městské kategorie, kdy byl zásadně omezen počet vesnických a pozadových stanic. – v roce 2022 bylo na některých stanicích přerušeno měření některého parametru kvality ovzduší buď zcela, nebo zde nebyl měřen minimálně jeden měsíc vcelku;

System QA/QC 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 ozon a oxid uhelnatý. Z organických látek se jedná o benzen a skupinu devíti PAU. Zpracovávané výsledky ze 103 sídel (a 9 pražských částí) zahrnují až 148 měřicích stanic v sídlech a předměstských lokalitách. Do zpracování jsou pro srovnání zahrnuta i data ze dvou pozad'ových 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“. Možnosti vyhodnocení a interpretace dat za rok 2022 byly významně ovlivněny výpadkem měření základních sledovaných kovů, kdy jsou nehodnotitelná data z celkem 19 stanic provozovaných ČHMÚ.

Pro základní 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 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 2022 pro vybrané škodliviny (NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, As, Cd, Ni, Pb, benzen 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. 17 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. Hodnoty Cu, V, Fe, Co, Se, Zn měřené pouze v síti ČHMÚ za rok 2022 nelze pro výpadek měření vyhodnotit.

Výběrově sledované látky:

Oxid siřičitý - SO₂, prašný aerosol - TSP, oxid uhelnatý - CO, ozon - 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 pichen, 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	-
ozon 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.), revize 11/2022.

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[a]antracen	56-55-3		0,01	rok	SZÚ ^b	2A	
1,2-dichloretan	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
tetrachloretan	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	
trichloretan	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	

Detaily viz: <https://szu.cz/tema/zivotni-prostredi/ovzdusi/2847-2/referencni-koncentrace/>

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 dostatečným 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 2022, 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 „Předběžná zpráva s hodnocením kvality ovzduší za rok 2022“ z ledna 2023 uvádí:

- Rok 2022 byl z hlediska kvality ovzduší příznivý, podobně jako předešlé roky 2020 a 2021. Koncentrace hodnocených znečišťujících látek, vyjma přízemního ozonu, dosáhly v roce 2022 v rámci hodnoceného období 2012–2022 druhých nejnižších hodnot (v případě oxidu uhelnatého nejnižších hodnot). Koncentrace hodnocených látek znečišťujících ovzduší, s výjimkou přízemního ozonu, za období 2012–2022 významně klesly.
- Koncentrace ozonu v roce 2022 byly v rámci jedenáctiletého období 2012–2022 čtvrté nejvyšší. Koncentrace ozonu se pohybovaly kolem hodnoty desetiletého průměru po celé teplé období roku; výjimečně vysoké koncentrace ozonu byly měřeny i v druhé polovině března, kdy panovaly nadnormální teploty a sucho.
- Příčinou nízkých koncentrací v lednu a únoru byly nadnormální teploty spojené s menší produkcí emisí z lokálních topenišť, normální úhrny srážek důležité pro samočištění atmosféry a v únoru i dobré rozptylové podmínky s občasným výskytem silného větru.
- V závěru roku se však kvalita ovzduší v porovnání s předchozími čtyřmi roky zhoršila na většině stanic. Předběžná data ukazují, že ke zhoršení kvality ovzduší došlo ve spojitosti s vyššími emisemi z lokálního vytápění domácností. To pravděpodobně souvisí s energetickou krizí, která přiměla některé domácnosti k častějšímu přitápění různými typy pevných paliv v krbových kamnech a kotlích. Počet překročení hodnoty 24hod. imisního limitu pro PM₁₀ na stanicích byl během listopadu nejvyšší za poslední tři roky.
- Data z dlouhodobého monitoringu v malých sídlech potvrzují, že listopadové průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu pocházející z lokálního vytápění byly za posledních pět let nejvyšší. Data současně poukazují na zhoršenou kvalitu vytápění, tj. na vyšší míru spalování pevných paliv, při kterém se uvolňuje vyšší množství znečišťujících látek do ovzduší.

(https://www.chmi.cz/files/portal/docs/tiskove_zpravy/2023/TZ_Predbezna_zprava_s_hodnoceni_m_kvality_ovzdusi_za_rok_2022_isko.pdf)

Výsledky za rok 2022 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:

<https://szu.cz/temata-zdravi-a-bezpecnosti/zivotni-prostredi/ovzdusi/venkovni-ovzdusi/imisni-situace-v-cr-souhrnne-zpracovani-r-2022/>.

3.1 Oxid siřičitý – SO₂

Imisní charakteristiky oxidu siřičitého sledované v roce 2022 celkem na 45 stanicích potvrzují dlouhodobě stabilizovaný stav.

Roční aritmetické průměry se na městských stanicích pohybovaly v rozmezí 1,8 až 6,1 µg/m³, na republikových pozadových stanicích byl nejnižší roční průměr 1,1 µg/m³ (Košetice – JKOSA), 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) – 8,0 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 2022 překročena na čtyřech stanicích celkem 7x.

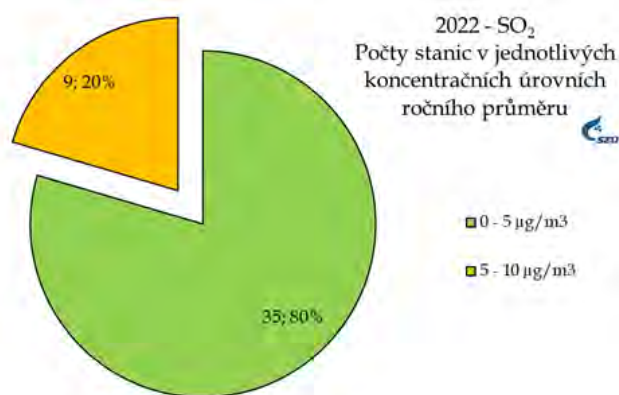
SO₂ - Stanovení

On-line - ČSN EN 14212:

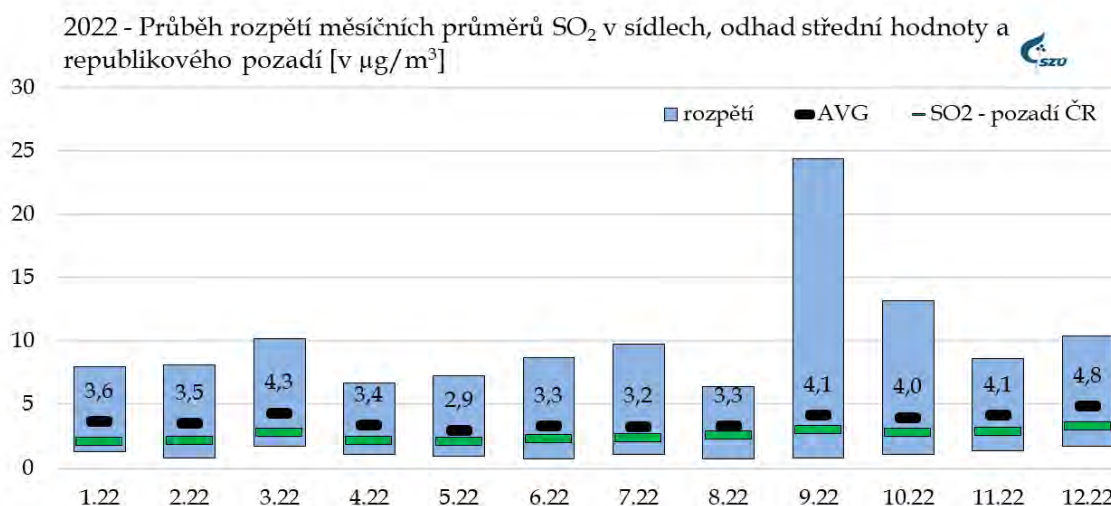
„Kvalita ovzduší – Normovaná metoda stanovení oxidu siřičitého ultrafialovou fluorescencí“.

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 – SO₂ - 2022, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru



Obr. č. 2 – SO₂ - 2022, rozpětí měsíčních průměrů v sídlech

Průběh hodnot v zimním období, zvláště po únoru 2022, pravděpodobně souvisí s energetickou krizí, která přiměla některé domácnosti k častějšímu přitápění různými typy pevných paliv v krbových kamnech a kotlích.

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 2022 je $\approx 21,1 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$. Roční imisní charakteristiky sumy oxidů dusíku naměřené na pozadřových stanicích ČHMÚ byly v rozmezí 2,5 až $5,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Na 91 % zahrnutých stanic (včetně pozadřových) se hodnoty ročního aritmetického průměru pohybovaly v rozmezí 2 až $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

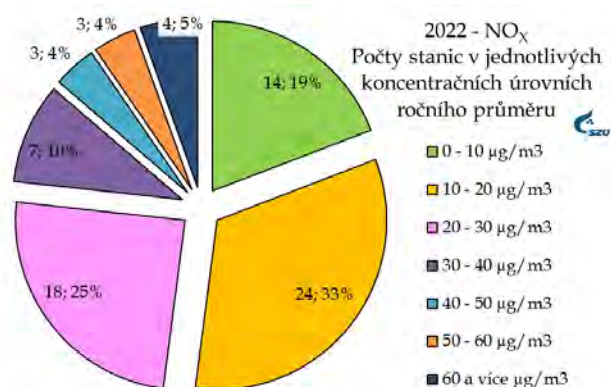
Na dalších 9 % stanic roční aritmetický průměr překročil $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, maximální hodnoty $> 60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ byly naměřeny na dopravních „hot-spot“ stanicích, Praha 2 Legerova (ALEG), Brno Úvoz (BBNV), Ústí n/L Všebořická (UULDA) a Ostrava Českobratrská (TOCB).

NO_x - Stanovení

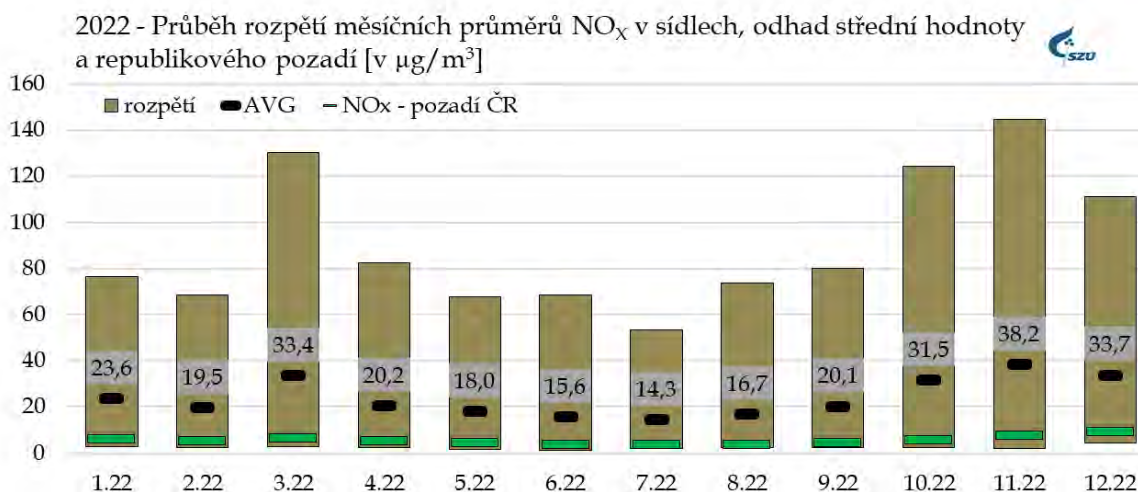
On-line - ČSN EN 14211:
„Kvalita ovzduší -
normovaná metoda stanovení
oxidu dusičitého a oxidu
dusnatého chemiluminiscí“

Imisní limit

Pro městské oblasti není
stanoven.



Obr. č. 3 - 2022, NO_x - počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru



Obr. č. 4 - 2022, NO_x rozpětí měsíčních průměrů v sídlech

Průběh hodnot v zimním období, zvláště po únoru 2022, pravděpodobně souvisí s energetickou krizí, která přiměla některé domácnosti k častějšímu přitápění různými typy pevných paliv v křbových kamnech a kotlích.

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 (APRU), Ústí n/Labem - Všebořická (UULD), Ostrava - Českobratrská (TOCB) 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 93 % (66) hodnocených stanic nebyla překročena úroveň $20 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$, 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 pozadových stanicích ČHMÚ.

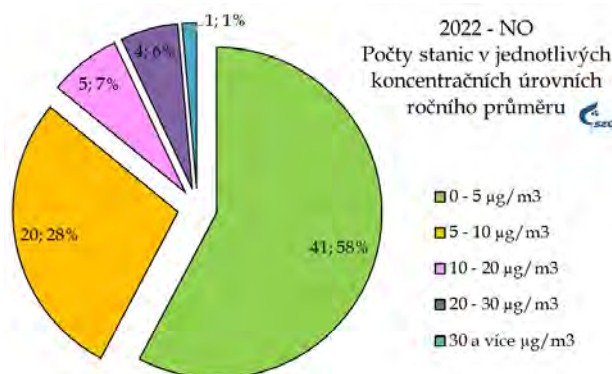
NO - Stanovení

On-line - ČSN EN 14211:

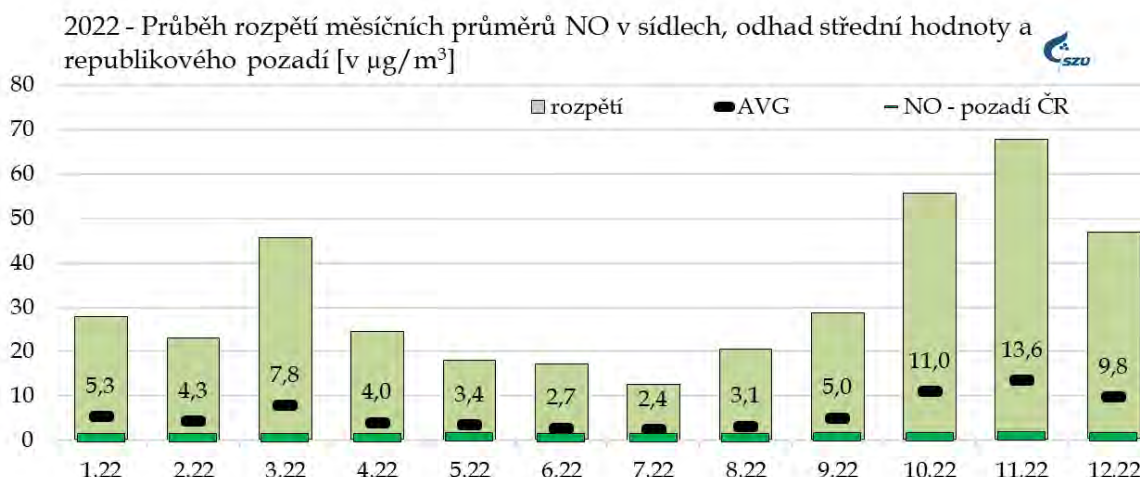
„Kvalita ovzduší - normovaná metoda stanovení oxidu dusičitého a oxidu dusnatého chemiluminiscí“

Imisní limit

Pro městské oblasti není stanoven.



Obr. č. 5 - 2022, NO - počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru



Obr. č. 6 - 2022, NO rozpětí měsíčních průměrů v sídlech

Průběh hodnot, zvláště po v únoru 2022, byl v oblastech s extenzivní dopravní zátěží pravděpodobně ovlivněn energetickou krizí.

3.4 Oxid dusičitý – NO₂

Imisní charakteristiky NO₂ byly hodnoceny na celkem 71 stanicích v 40 městech a v 9 pražských částech (příloha č. 6, obr. č. 45). Stanice Cheb (KCHE) v průběhu roku 2022 ukončila měření. 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 39,3 µg/m³ u jedné stanice (Praha 2 – Legerova, ALEG) blížila limitní hodnotě (40 µg/m³). Limitní hodnota ale nebyla v roce 2022 překročena na žádné stanici. Roční průměr nad 25 µg/m³ byl mimo Prahu a Brno naměřen také v Ústí nad Labem (UULD) – 28,0 µg/m³ a v Ostravě (TOCB) – 31,4 µg/m³.

NO₂ - Stanovení

On-line – ČSN EN 14211:

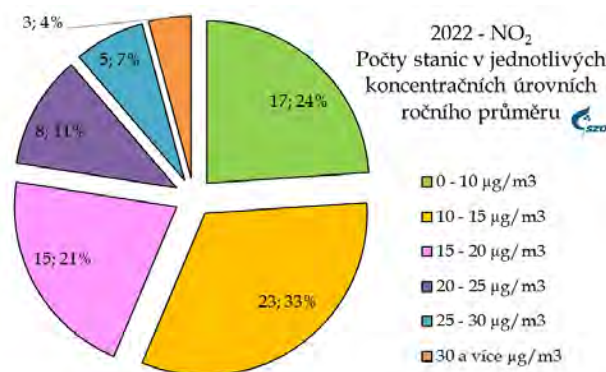
„Kvalita ovzduší – normovaná metoda stanovení oxidu dusičitého a oxidu dusnatého chemiluminiscí“

Imisní limit

rok – 40 µg/m³

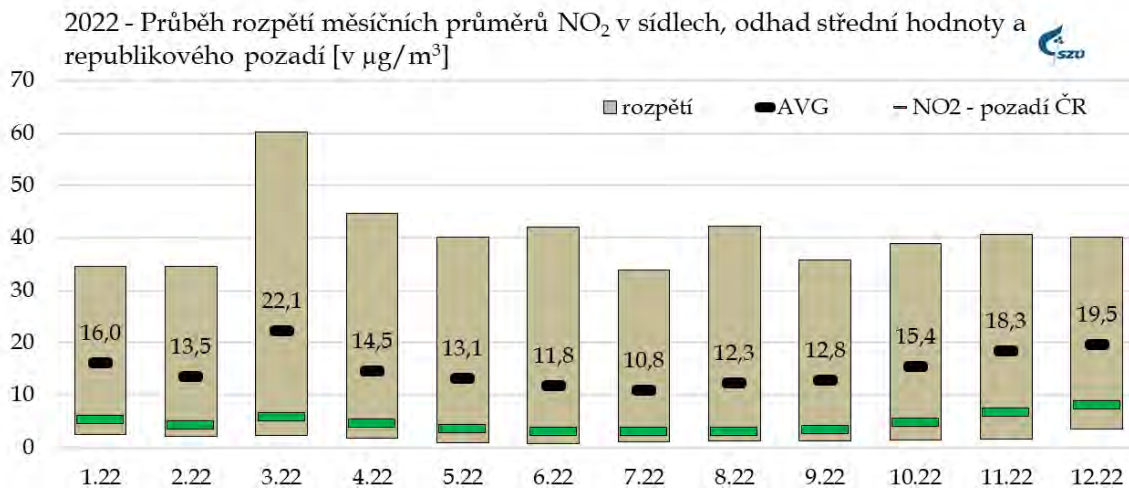
hodina – 200 µg/m³ (nesmí být překročeno více jak 18krát za rok).

WHO nedoporučuje překračovat hodnotu 10 µg/m³ ročního průměru.



Obr. č. 7 – 2022, 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 5,0 µg/m³.
- Střední roční hodnota se, v závislosti na intenzitě okolní dopravy, pohybovala v rozsahu od cca 10 µg/m³ na venkovských nezatížených lokalitách, přes 13 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 2022 je 14,4 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 2022 překročena na 54 stanicích (76 %), denní cílová hodnota AQG – 25 µg/m³ byla alespoň jednou překročena na 61 (97 %) městských stanicích mimo stanici v Kuchařovicích a v Mikulově. Nejvyšší počet překročení byl naměřen na stanici ALEG (Praha 2 – Legerova) – 292 (83 %).



Obr. č. 8 – 2022, NO₂ rozpětí měsíčních průměrů v sídlech

Průběh hodnot v zimním období, zvláště po únoru 2022, pravděpodobně souvisí s energetickou krizí, která přiměla některé domácnosti k častějšímu přitápění různými typy pevných paliv v krbových kamnech a kotlích. Krize ovlivnila i oblasti s extenzivní dopravní zátěží.

3.5 Prašný aerosol (TSP)

Vzhledem k malému počtu stanic (pouze stanice v Mariánských a Františkových Lázních) je uváděn 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 2022 a odhad středních ročních hodnot byly, mimo jiné, 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 (pozařových 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. Specifikým 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 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ měřená na venkovské stanici u Věřňovic ležící na spojnici ostravské aglomerace a průmyslových příhraničních oblastí s hustou sítí lokálních zdrojů v Jastřebsko-Rybnické oblasti ([příloha č. 6, obr. č. 46](#)).

- Hodnoty ročního aritmetického průměru měřené na pozařových stanicích ČHMÚ byly v rozmezí 10 až 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Překročení denního imisního limitu (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) přitom bylo naměřeno i na pozařových stanicích nebo stanicích hodnotitelných jako pozadí (Košetice a Měděnec).
- Roční střední hodnota se ve všech krajích, kromě Moravskoslezského, v dopravou nezatížených lokalitách pohybovala v rozsahu od 11,4 do 21,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. V dopravně zatížených lokalitách byly roční průměry, v závislosti na intenzitě dopravy, od 15,9 do 24,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. V oblastech s průmyslovou zátěží byly naměřeny roční průměry v rozmezí od 17,7 do 23,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. V Moravskoslezském kraji byly roční aritmetické průměry PM₁₀

PM₁₀ - Stanovení

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

On-line – ČSN EN 12341:

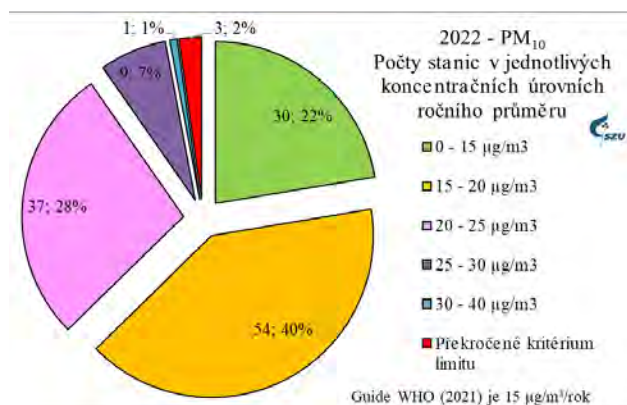
„Kvalita ovzduší – referenční gravimetrická metoda stanovení hmotnostní koncentrace frakcí aerosolových částic PM₁₀ a PM_{2,5}“.

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.

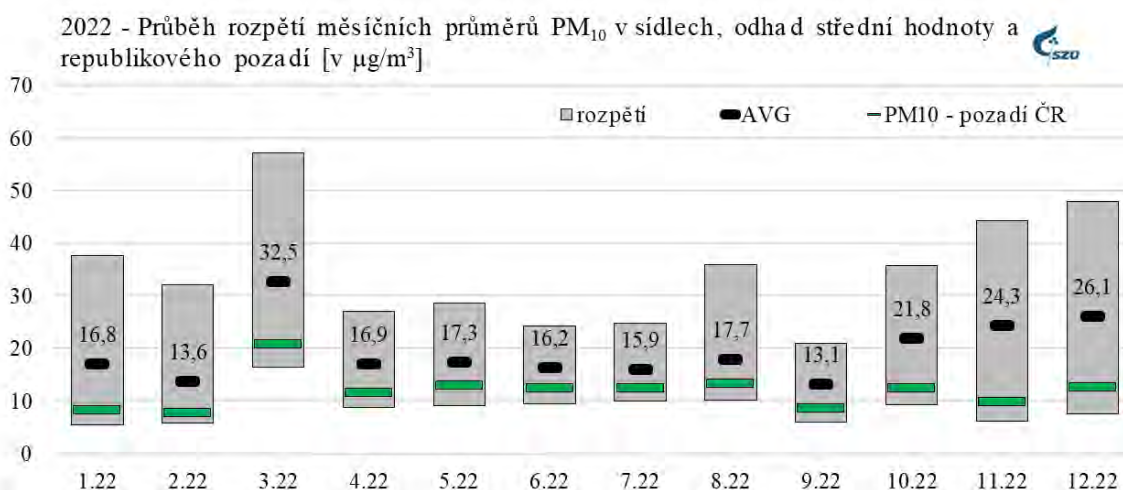


Obr. č. 9 – 2022, PM₁₀ - počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

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 31,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Hodnota roční průměru nepřekročila v roce 2022 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 2022 naplněno na 3 (2,3 %) ze 132 hodnocených měřicích stanic. 24hodinový imisní limit (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) nebyl překročen na většině pozadových stanic a také na 31 městských stanicích; ve všech ostatních monitorovaných lokalitách byl minimálně jednou překročen. Nejvyšší počet překročení, a to 45, byl zaznamenán na měřicí stanici v Ostravě - Radvanicích (TORE), 44 překročení bylo zaznamenáno na stanici ve Věřnovicích (TVER).
- Pouze na 25 stanicích (18,9 %), včetně pozadových nebyla v roce 2022 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 2022 naměřeno na 2 stanicích v Moravskoslezském kraji (Věřnovice - TVER - 54 a Ostrava-Radvanice - TORE - 65).

Přetrvává rozdíl, v roce 2022 mírně zvýšený, cca 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ročního průměru mezi městskými stanicemi v Moravskoslezském kraji a ostatními regiony ČR. Měřené hodnoty významně ovlivnila kombinace příznivých rozptylových podmínek a pokračujících teplých zim.



Obr. č. 10 - 2022, PM_{10} rozpětí měsíčních průměrů v sídlech

Průběh hodnot v zimním období, zvláště po únoru 2022, pravděpodobně souvisí s energetickou krizí, která přiměla některé domácnosti k častějšímu přitápění různými typy pevných paliv v krbových kamnech a kotlích. Krize ovlivnila i oblasti s extenzivní dopravní zátěží.

3.7 Suspendované částice frakce PM_{2,5}

Hodnocení výsledků měření suspendovaných částic frakce PM_{2,5} vychází z dat 79 stanic v 55 sídlech. Průměrné roční hmotnostní koncentrace se pohybovaly od 7,1 do 24,5 µg/m³. Hodnota ročního imisního limitu 20 µg/m³ byla překročena na 4 stanicích v Moravskoslezském kraji. Roční průměr na pozadňové stanici v Košetících byl 9,6 µg/m³. Podíl suspendovaných částic frakce PM_{2,5} ve frakci PM₁₀ vypočítaný z hodnot souběžně měřených na 78 hodnocených stanicích se pohybuje od 0,43 na stanici Nový Malín (MNMA) po 0,80 na stanici ve Frýdku-Místku (TFMI). Průměrná hodnota se dlouhodobě pohybuje okolo 0,75, v roce 2022 byla 0,70 (0,73 v roce 2021). Vyšší podíl je zjišťován v zimních měsících nebo například za smogových situací. Pouze na dvanácti 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. 47](#)).

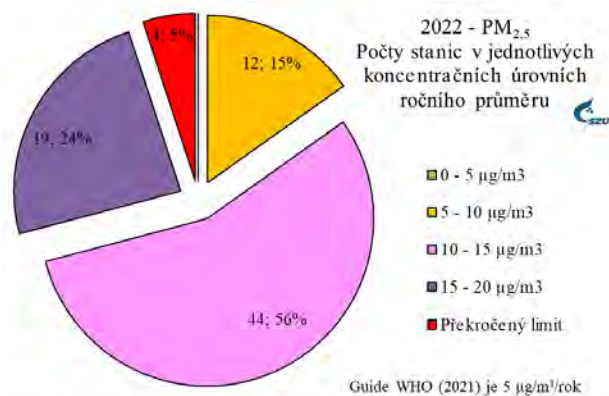
PM_{2,5} - Stanovení

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

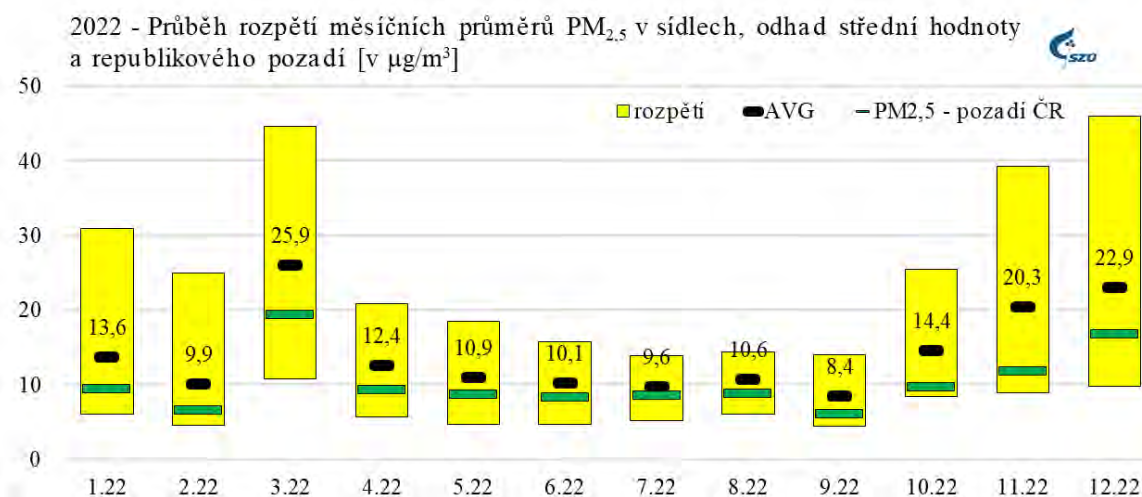
Imisní limit

rok – 20 µg/m³

WHO nedoporučuje překračovat hodnotu 5 µg/m³ ročního průměru.



Obr. č. 11 – 2022, PM_{2,5} - počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru



Obr. č. 12 – 2022, PM₁₀ rozpětí měsíčních průměrů v sídlech

Průběh hodnot v zimním období, zvláště po únoru 2022, pravděpodobně souvisí s energetickou krizí, která přiměla některé domácnosti k častějšímu přitápění různými typy pevných paliv v krbových kamnech a kotlích. Krize ovlivnila i oblasti s extenzivní dopravní zátěží.

3.8 Oxid uhelnatý - CO

Imisní charakteristiky CO byly v roce 2022 hodnoceny na - 12 stanicích. Roční průměr CO na pozad'ové stanici v Košetících (JJKOS) byl $195 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$.

Nejvyšší roční aritmetický průměr - téměř $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - byl naměřen na dopravní „hot spot“ stanici v Praze 2 Legerova (ALEG).

Jednoznačnost vazby vyšších měřených hodnot na lokality zatížené dopravou dokládá i skutečnost, že 24hodinové hodnoty překračující $1\ 000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ se objevují výjimečně, a to v jednotkách za rok (7 v roce 2022), a to téměř výhradně na dopravně extrémně zatížených stanicích - dopravních „hot-spotech“.

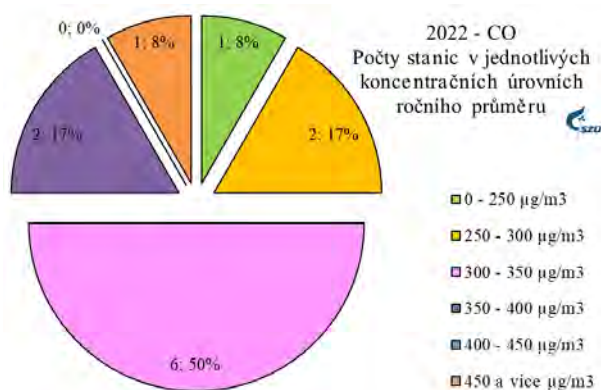
Imisní limit nebyl v roce 2022 na žádné stanici překročen. V případě CO jsou roční průměry z měřicích stanic přibližně na 10 % hodnoty AQG stanovené WHO pro 8 hodinový klouzavý průměr v roce 2022.

CO - stanovení

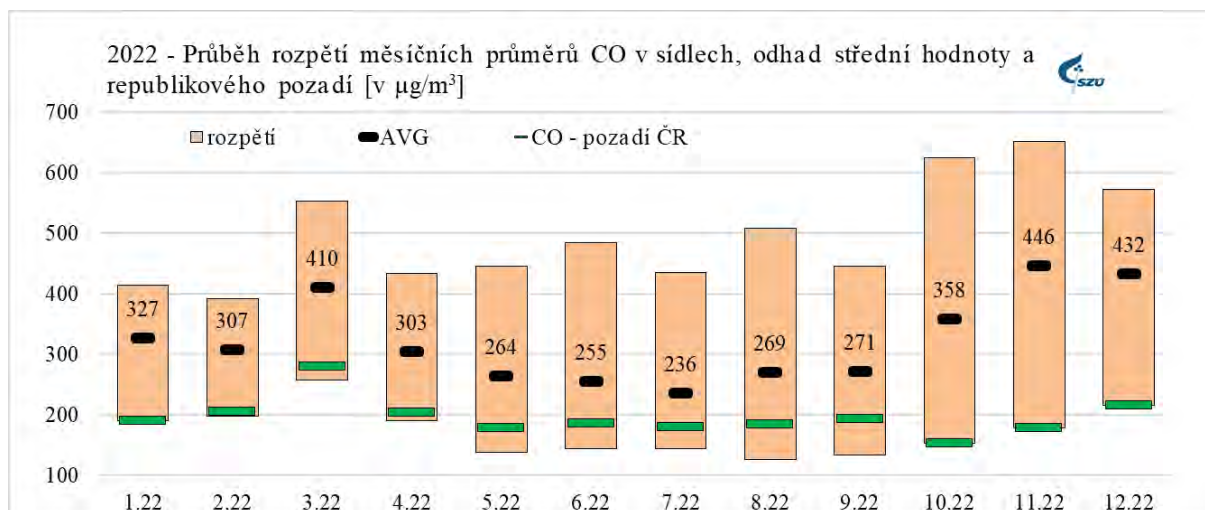
On-line - ČSN EN 14626:
„Kvalita ovzduší - normovaná metoda stanovení oxidu uhelnatého nedisperzní infračervenou spektrometrií.“

Imisní limit

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



Obr. č. 13 - 2022, CO - počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru



Obr. č. 14 - 2022, CO rozpětí měsíčních průměrů v sídlech

Průběh hodnot v zimním období, zvláště po únoru 2022, pravděpodobně souvisí s energetickou krizí, která přiměla některé domácnosti k častějšímu přitápění různými typy pevných paliv v krbových kamnech a kotlích. Krize ovlivnila i oblasti s extenzivní dopravní zátěží.

3.9 Ozon - O₃

Do sledování hmotnostních koncentrací ozonu byla v roce 2022 zahrnuta data z 55 stanic ve 41 městech a v 6 pražských obvodech.

Na pozad'ových stanicích se roční aritmetické průměry pohybovaly v rozmezí 64,0 až 75,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. V městských lokalitách byly v rozsahu od 40,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na stanici v Praze 9 (AVYN), do 65,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na stanici v Frýdlant (LFRT).

Na všech stanicích, mimo dvou (Hranice - MHPR a Zlín - ZZS) byla v roce 2022 alespoň jednou překročena hodnota 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ u denního 8hodinového klouzavého průměru.

Nejvyšší hodnota byla naměřena na stanici Praha 4 - Libuš (ALIB) - 177 $\mu\text{g}/\text{m}^3/8\text{hod}$. Imisní limit byl překročen na třech stanicích. Srovnání s AQG WHO nelze pro nedostatek podkladů provést. Hodnoty nad 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ročního průměru byly naměřeny celkem na osmi 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 Rýchory v Krkonoších (HKRY) 75,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$.

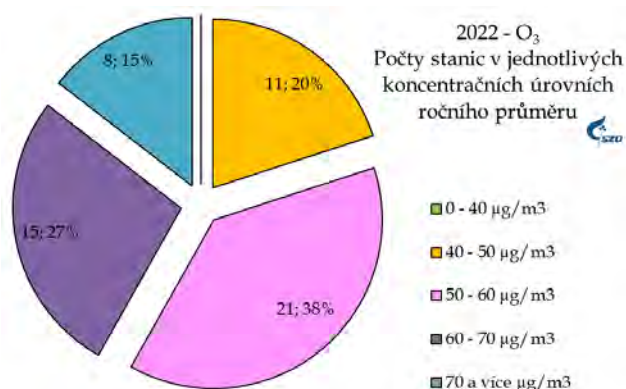
O₃ - Stanovení

On-line - ČSN EN 14625:

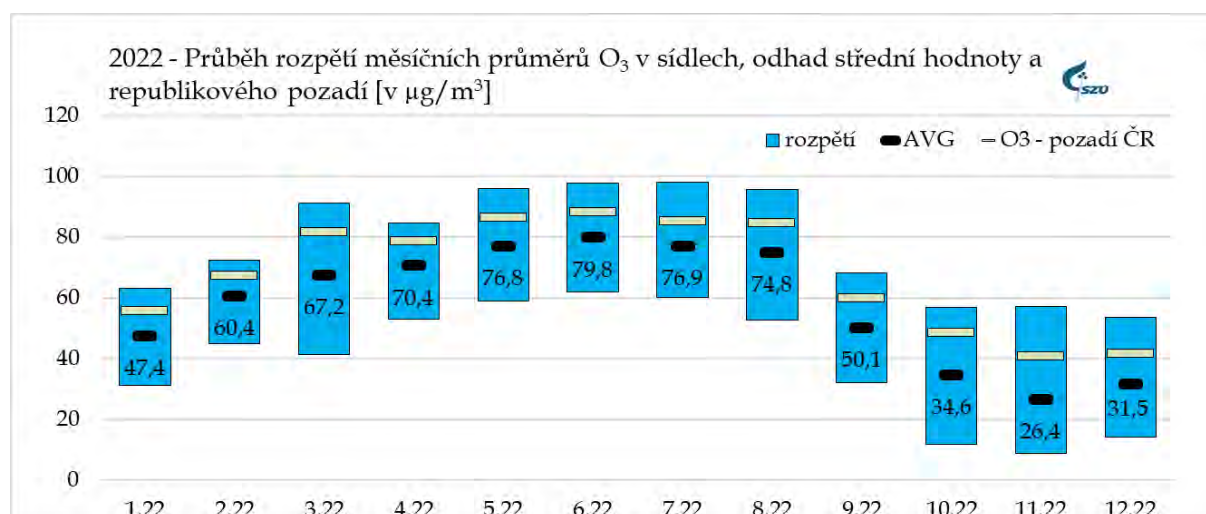
„Kvalita ovzduší - normovaná metoda stanovení ozonu ultrafialovou spektrometrií“

Imisní limit

stanoven (120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) - jako maximální 8 hod. klouzavý průměr, hodnota nesmí být překročena více jak 25krát/rok, v průměru za tři roky.



Obr. č. 15 - 2022, O₃ - počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru



Obr. č. 16 - 2022, O₃ - rozpětí měsíčních průměrů v sídlech

4 Těžké kovy

Celkem třináct těžkých kovů (zahrnuto je i sledování Ti na stanici v SZÚ/ASRO) je standardně sledovaných v rámci projektu ve vzorcích suspendovaných částic frakce PM₁₀ (PM_{2,5} a PM_{1,0}) odebraných z venkovního ovzduší.

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 (program 0/5) provozovaných ČHMÚ jsou odebírány/analyzovány 24hodinové vzorky v režimu každý druhý 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.

Na třech měřicích stanicích byly v roce 2022 k dispozici i paralelně měřené hodnoty kovů ve frakci PM_{2,5} - Praha 10 Šrobárova (ASRO) - zde jsou k dispozici kompletní data za rok 2022, Košetice (JKOS) a Ostrava-Poruba (TOPO). ČHMÚ navíc v roce 2022 spustil měření kovů ve frakci PM_{1,0} na stanici Košetice, ale tato data nejsou vyhodnotitelná. Do vyhodnocení byly pro srovnání zahrnuty roční střední hodnoty stanice EMEP Košetice (JKOS) a z dalších stanic charakterizovatelných u některých prvků jako pozad'ové - Churáňov (CCHU), Červená Hora (TCER) a Kuchařovice (BKUC).

Hodnocení za rok 2022 je zásadně ovlivněno výpadkem systémů ICP-MS provozovaných ČHMÚ. U některých stanic jsou tak k dispozici data (Cr, Mn, Cu, Zn, Fe, V, Co a Se) pouze za první dva kvartály 2022.

Z celkem 55 stanic, pro které jsou k dispozici alespoň částečná data za rok 2022, bylo k dispozici jen:

- 37 stanic s vyhodnotitelnými daty As, Cd, Ni a Pb
- 21 stanic s vyhodnotitelnými daty Cr a Mn

Data Cu, Zn, Fe, V, Co a Se nejsou vyhodnotitelná, pro redukci dat ze stanic provozovaných ČHMÚ nelze data ostatních sledovaných kovů vyhodnotit pro jednotlivé městské kategorie, kdy byl zásadně omezen počet vesnických a pozad'ových stanic. Data jsou standardně zpracována v tabelární formě dostupné na <https://szu.cz/temata-zdravi-a-bezpecnosti/zivotni-prostredi/ovzdusi/venkovni-ovzdusi/imisni-situace-v-cr-souhrnne-zpracovani-r-2022/>

Pravděpodobné ovlivnění vývojem meteorologické situace či energetickou krizí nelze vyhodnotit.

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 5,25 ng/m³ ročního průměru na příměstské stanici Vrapice (SKLC). **V roce 2022 nebylo možno vyhodnotit data z 19 stanic provozovaných ČHMÚ.**

Vyšší hodnoty byly naměřené na dalších podobně umístěných příměstských stanicích (Kladno-Švermov, Lom u Mostu, Praha 5 – Řeporyje) nebo v Klatovech, kde se roční průměrná hodnota pohybovala nad 3,0 ng/m³ ([příloha č. 6, obr. č. 48](#)).

- Roční střední hodnota z pozadových stanic provozovaných ČHMÚ byla na úrovni 0,53 až 0,62 ng/m³, odhad hodnoty republikového pozadí byl 0,57 ng/m³ – tj. na úrovni 9,5 % imisního limitu.
- Roční aritmetický průměr koncentrace arsenu překročil 2 ng/m³ – tj. úroveň třetiny IL na 15 stanicích. Imisní limit nebyl v roce 2022 překročen na žádné stanici. Na 18 stanicích (50 %), včetně pozadových, nepřekročila hodnota ročního průměru 1 ng/m³.
- Odhad střední hodnoty pro obydlené lokality – 0,80 ng/m³ imisní limit naplňuje ze 13 % a je ve srovnání s hodnotami měřenými na pozadových stanicích mírně zvýšený.

Teoretický odhad pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění při celoživotní expozici měřeným koncentracím arsenu se v ČR (mimo pozadové stanice) pohybuje v rozsahu $9,15 \times 10^{-7}$ až $7,88 \times 10^{-6}$, se střední hodnotou $2,96 \times 10^{-6}$, tj. přibližně 1 přídatný případ na 1 milion až 8 případů, se střední hodnotou 3 případy na 1 milion celoživotně exponovaných obyvatel ([příloha č. 6, obr. č. 57 a](#)). Významu spalování pevných a fosilních paliv v malých městech a na předměstích odpovídá i odhad pro městské extenzivně dopravou a průmyslem nezátížená oblast na úrovni $1,20 \times 10^{-6}$, tj. na úrovni 1 případu na 1 milion celoživotně exponovaných obyvatel.

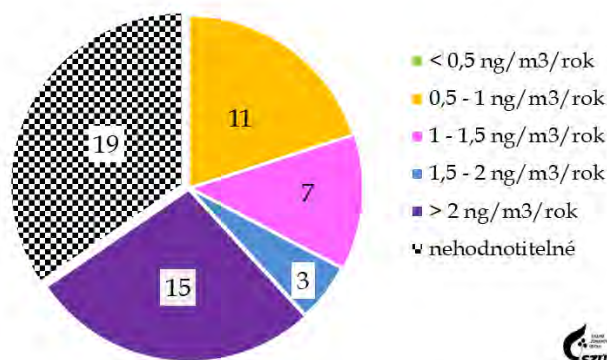
Nárůst hodnot v roce 2022 lze připsat především změně v chování obyvatelstva v souvislosti s probíhající energetickou krizí a vyšší míře spalování pevných paliv, při kterém se uvolňuje vyšší množství znečišťujících látek do ovzduší.

As - Stanovení

ČSN EN 14902: “Kvalita ovzduší – normovaná metoda pro stanovení Pb, Cd, As a Ni ve frakci PM₁₀ aerosolových částic“ s detekčním limitem (DL) na úrovni 0,05 ng/m³.

Imisní limit

IL – imisní limit stanovený jako roční aritmetický průměr – 0,006 μg/m³ (= 6 ng/m³)
Jednotka karcinogenního rizika (UCR) – $1,5 \times 10^{-3} (\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3})^{-1}$.



As - 2022, Počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

Obrázek č. 17 – 2022 As, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

4.2 Kadmium - Cd

Roční aritmetické průměry se na pozadových stanicích pohybovaly mezi 0,01 až 0,09 ng/m³. Z 32 městských stanic byl roční průměr 0,5 ng/m³ (10 % IL) překročen pouze na třech stanicích, dvou v Ostravě (TORE a TORO) a jedné stanici v Tanvaldu (LTAS) ([příloha č. 6, obr. č. 49](#)).

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 29 městských stanicích nebyla překročena hodnota 0,5 ng/m³ (10 % IL) ročního průměru.

- Odhad střední hodnoty pro městské oblasti 0,15 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) - 1,09 ng/m³ a Tanvald (LTAS) - 2,21 ng/m³. Lze je shodně připsat vlivu průmyslových zdrojů případně staré zátěži.
- Imisní limit nebyl na žádné stanici v roce 2022 překročen.

Teoretický odhad pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění při celoživotní expozici měřeným koncentracím kadmia se v ČR (mimo pozadové stanice) pohybuje v rozsahu

$3,9 \times 10^{-8}$ až $1,08 \times 10^{-6}$, se střední hodnotou $1,37 \times 10^{-7}$, tj. přibližně 1 přídatný případ na 100 miliónů až 1 případ na 1 milión obyvatel, se střední hodnotou 1 případ na 10 milionů celoživotně exponovaných obyvatel ([příloha č. 6, obr. č. 57 c](#)).

Nárůst hodnot v roce 2022 lze připsat především změně v chování obyvatelstva v souvislosti s probíhající energetickou krizí a vyšší míře spalování pevných paliv, při kterém se uvolňuje vyšší množství znečišťujících látek do ovzduší.

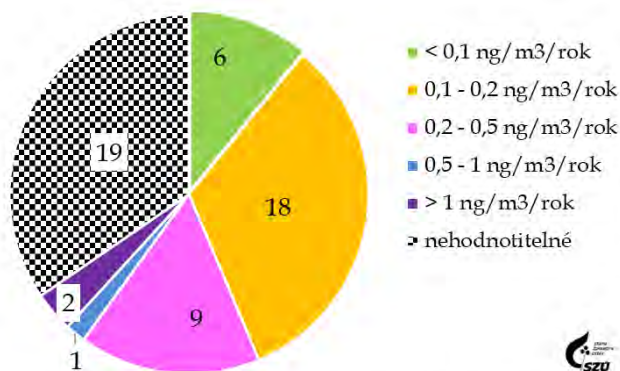
Cd - Stanovení

ČSN EN 14902: "Kvalita ovzduší - normovaná metoda pro stanovení Pb, Cd, As a Ni ve frakci PM₁₀ aerosolových částic" s detekčním limitem (DL) na úrovni 0,001 ng/m³.

Imisní limit

IL - imisní limit stanovený jako roční aritmetický průměr - 0,005 μg/m³ (5 ng/m³).

Jednotka karcinogenního rizika (UCR) - $4,9 \times 10^{-4}$ (μg.m⁻³)⁻¹.



Cd - 2022, Počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

Obrázek č. 18 - 2022 Cd, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

4.3 Olovo - Pb

Odhad roční střední hodnoty hmotnostní koncentrace olova v aerosolu ve venkovním ovzduší sídel $\approx 7,9 \text{ ng/m}^3$, 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 26 ze 32 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. 51](#)).

Imisní limit nebyl na žádné stanici v roce 2022 překročen.

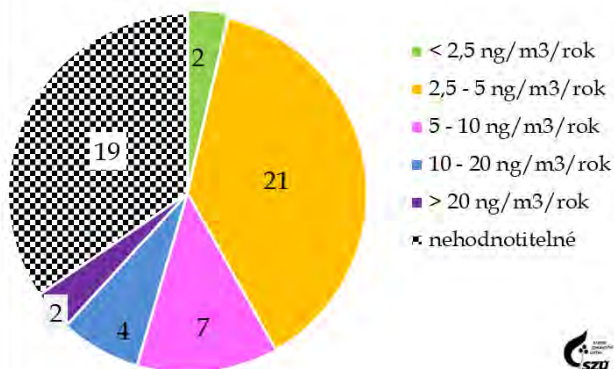
- Odhad střední hodnoty pro městské oblasti ($5,4 \text{ ng/m}^3$) je více než dvojnásobkem hodnot naměřených na pozadových stanicích, kde bylo na všech stanicích naměřeno méně než $3,5 \text{ ng/m}^3/\text{rok}$.
- Na 23 městských stanicích (72 %) hodnota ročního průměru nepřekročila 5 ng/m^3 .
- Roční střední hodnota $> 20 \text{ ng/m}^3$ byla zjištěna na 2 stanicích v Ostravě, roční průměry v rozmezí 10 až 20 ng/m^3 pak byly v roce 2022 naměřeny na dalších čtyřech stanicích - Karviná (TKAO), Olomouc (MOLS), Ostrava (TOPR) a (TOMH). Mají lokální charakter a přímou souvislost s okolní průmyslovou zátěží. Nejvyšší hodnota byla naměřena na stanici Ostrava - Radvanice - $57,6 \text{ ng/m}^3$.

Pb - Stanovení

ČSN EN 14902: "Kvalita ovzduší - normovaná metoda pro stanovení Pb, Cd, As a Ni ve frakci PM_{10} aerosolových částic" s detekčním limitem (DL) na úrovni $0,003 \text{ ng/m}^3$.

Imisní limit

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



Pb - 2022, Počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

Obrázek č. 19 - 2022 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 0,35 ng/m³/rok; tj. 1,75 % IL ([příloha č. 6, obr. č. 50](#)).
- Odhad střední hodnoty pro obydlené oblasti je 0,46 ng/m³.
- Pouze na třech stanicích byla hodnota ročního průměru nad 3 ng/m³ (> 15 % = imisního limitu) - v Ostravě – Ostrava Radvanice (TORE) – 3,66 ng/m³, Ostrava - Přívoz (TOPR) – 3,77 ng/m³ a Mariánské Hory (TOMH) – 4,06 ng/m³.
- Roční imisní limit nebyl na žádné stanici překročen.

Na 22 městských stanicích mimo pozadové, (69 %) nepřekročila hodnota ročního průměru 1 ng/m³.

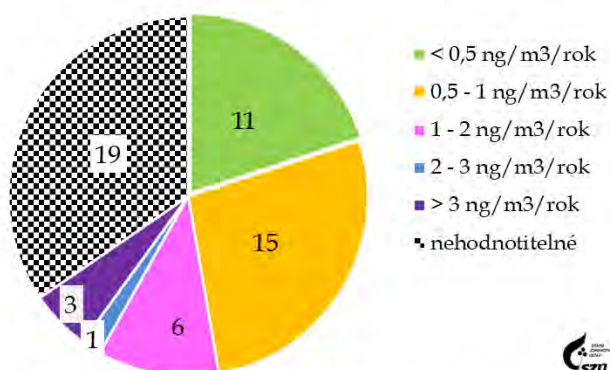
Teoretický odhad pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění při celoživotní expozici měřeným koncentracím niklu se v ČR (mimo pozadové stanice) pohybuje v rozsahu $1,25 \times 10^{-7}$ až $1,54 \times 10^{-6}$, se střední hodnotou $4,18 \times 10^{-7}$, tj. přibližně 1 přídatný případ na 10 miliónů až 1 případ na 1 milión obyvatel, se střední hodnotou 4 případy na 10 milionů celoživotně exponovaných obyvatel ([příloha č. 6, obr. č. 57 b](#)).

Ni - Stanovení

ČSN EN 14902: “Kvalita ovzduší – normovaná metoda pro stanovení Pb, Cd, As a Ni ve frakci PM₁₀ aerosolových částic“ s detekčním limitem (DL) na úrovni 0,02 ng/m³.

Imisní limit

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



Ni - 2022, Počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

Obrázek č. 20 – 2022 Ni, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

4.5 Mangan – Mn

Roční průměry manganu byly hodnotitelné pouze na 21 městských stanicích; zahrnutý nejsou ani pozad'ové stanice. Proti roku 2021 chybí data z 34 stanic.

Z hodnocených stanic nepřekročilo úroveň ročního průměru 10 ng/m³ (6,7 % RfK) 14 stanic; více zatížené lokality se nachází téměř výhradně v Moravskoslezském kraji.

Nejvyšší hodnoty byly zjištěny na dvou průmyslem zatížených (Liberty Ostrava) stanicích v Ostravě Radvanicích (TORE) – 78,2 ng/m³ (tj. cca 50 % stanovené RfK) a (TORO) - 40,16 ng/m³.

Odhad střední hodnoty pro obydlené oblasti je 6,44 ng/m³.

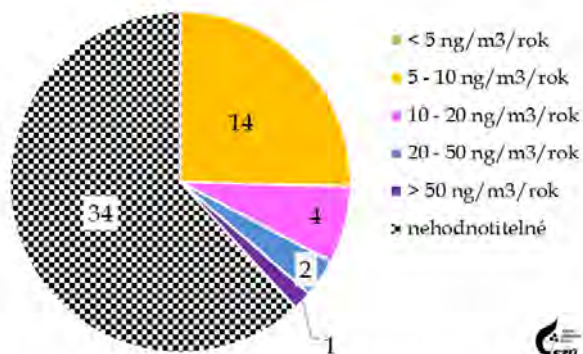
Referenční koncentrace nebyla v roce 2022 překročena na žádné měřicí stanici.

Mn - Stanovení

ČSN EN 14902: "Kvalita ovzduší – normovaná metoda pro stanovení Pb, Cd, As a Ni ve frakci PM₁₀ aerosolových částic" s detekčním limitem (DL) na úrovni 0,002 ng/m³.

Imisní limit

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



Mn - 2022, Počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

Obrázek č. 21 - 2022 Mn, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

4.6 Chrom - Cr

Roční průměry chromu byly hodnotitelné pouze na 21 městských stanicích; zahrnuty nejsou ani pozad'ové stanice. Proti roku 2021 chybí data z 34 stanic.

Na 2 z 21 hodnocených městských stanic (10 %) se roční aritmetické průměry pohybovaly v rozmezí do 1 ng/m³/rok.

V rozmezí 1 až 5 ng/m³ ročního průměru to bylo celkem 17 stanic (81 %).

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 1,27 ng/m³/rok.

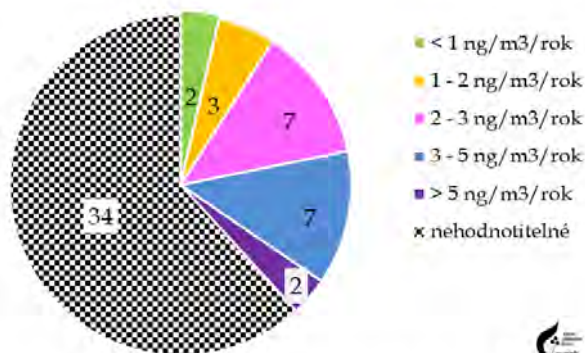
Za modelového odhadu, při středním zastoupení Cr^{VI+} ve směsi na úrovni 0,1 až 0,5 %, by se koncentrace Cr^{VI+} pohybovaly převážně v rozmezí 0,001 - 0,007 ng/m³, tedy pod úrovní 30 % referenční koncentrace.

Cr - Stanovení

ČSN EN 14902: "Kvalita ovzduší - normovaná metoda pro stanovení Pb, Cd, As a Ni ve frakci PM₁₀ aerosolových částic" s detekčním limitem (DL) na úrovni 0,03 ng/m³.

Imisní limit

Imisní limit - není stanoven, referenční koncentrace SZÚ (pouze pro Cr^{VI+}) - 2,5 × 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.

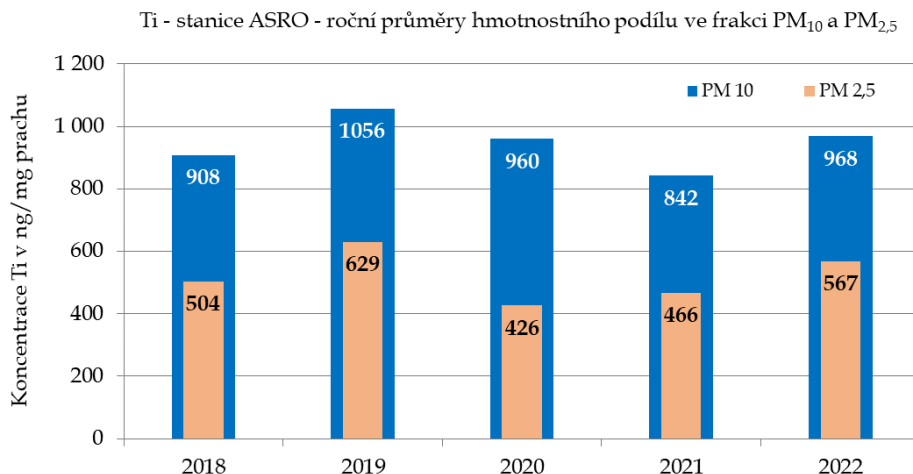


Cr - 2022, Počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

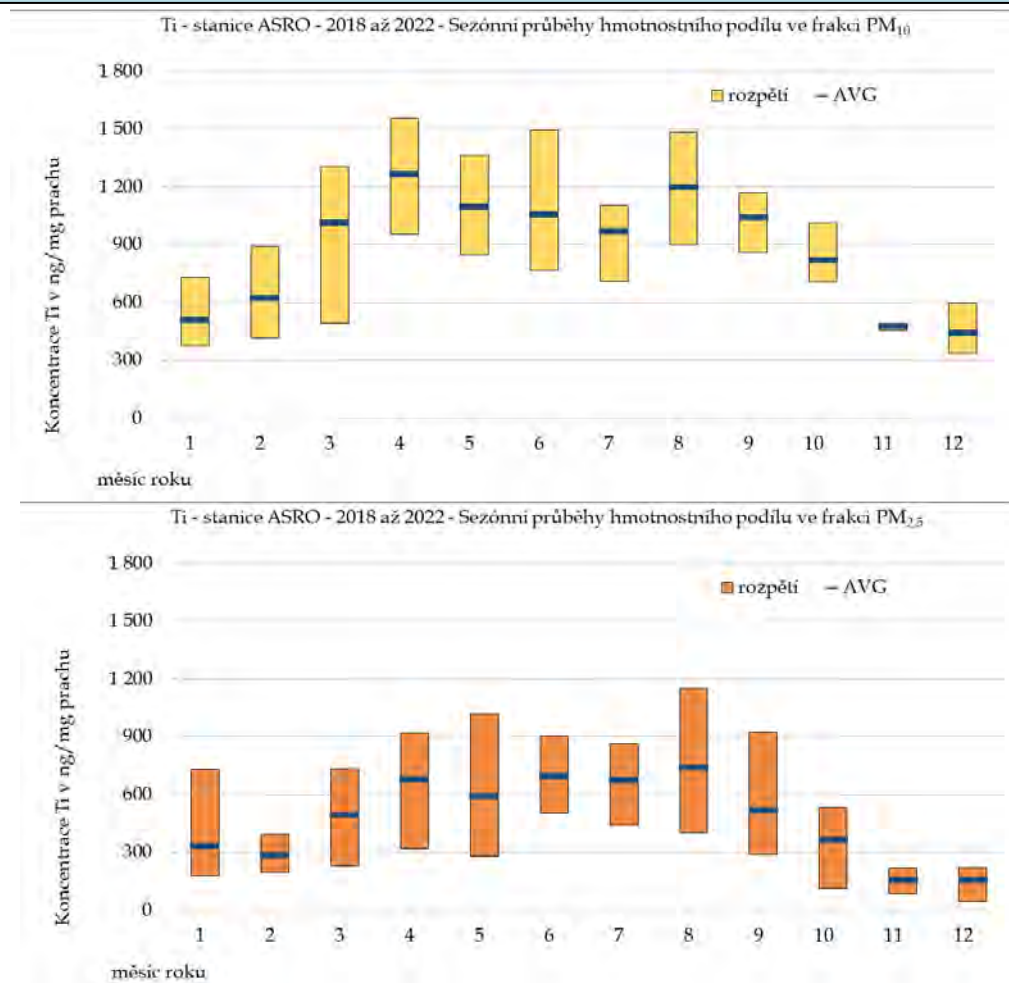
Obrázek č. 22 - 2022 Cr, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

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. Trend lze v obou frakcích hodnotit jako neklesající



Obrázek č. 24 2022 - roční průměry hmotnostního podílu Ti v měřených frakcích



Obrázek č. 23 a, b - 2018 - 2022, Sezónní průběhy hmotnostního podílu Ti v měřených frakcích

5 Specifické sledované látky

5.1 VOC – těkavé organické látky

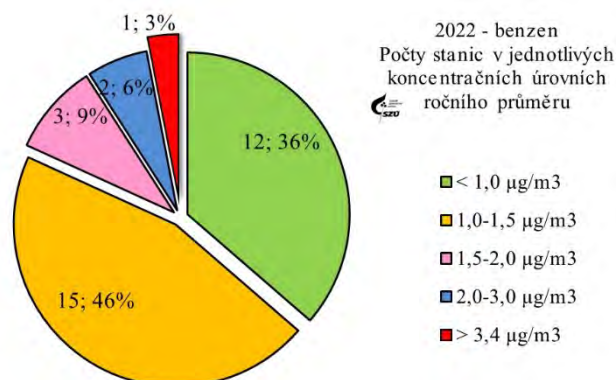
Do zpracování za rok 2022 byly zahrnuty hodnoty benzenu měřené na 33 stanicích, z nichž 2 stanice (Košetice – JKOS a Rudolice v Horách – URVH) lze klasifikovat jako pozad'ové. Všechny stanice provozuje ČHMÚ v rámci státní imisní sítě AIM.

Úroveň znečištění ovzduší benzenem se v roce 2022 v měřených městských lokalitách pohybovala v rozmezí 0,7 – 4,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$.

Imisní limit pro benzen nebyl překročen na žádné měřicí stanici. ([příloha č. 6, obr. č. 52, a,b](#)).

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

- Hodnoty ročního aritmetického průměru na pozad'ových stanicích byly 0,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 0,65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Rozpětí ročních průměrů na městských stanicích nezatížených průmyslem a intenzivní dopravou se pohybuje mezi 0,7 až 1,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. 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 1,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ (rozpětí 1,0 – 1,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).
- V průmyslově zatížených lokalitách (chemický průmysl, metalurgie...) jsou dlouhodobě zjišťovány nejvyšší střední hodnoty (průměr – 2,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$). Rozpětí naměřených koncentrací všech průmyslových lokalit je ale poměrně široké 0,8 až 4,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$.



Obrázek č. 25 – 2022 – 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 $4,2 \times 10^{-6}$ po $2,8 \times 10^{-5}$ ([příloha č. 6, obr. č. 57 d](#)), tj. od 4 do 28 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 2022 byly zahrnuty hodnoty polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU) měřené na 48 stanicích, stanici Košetice (JKOS) lze klasifikovat jako pozad'ovou.

Sledováno bylo spektrum 9 výšemolekulárních PAU, které jsou majoritně vázané na submikronových částicích a někteří 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)
- Vyhodnocován byl i toxický ekvivalent BaP - TEQ.

Odběry PAU byly, podle Směrnice 2004/10/ES pro stacionární měření, prováděny každý 3. den, na 5 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 (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 stanovitelnosti 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 požad'ové stanici 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 nezatížených průmyslem a intenzivní dopravou se pohybuje mezi 0,3 až 2,2 ng/m³, odhad střední hodnoty zde je 0,85 ng/m³/rok. V letním období zde byly měřeny 24hodinové koncentrace na úrovni detekčního limitu (pod 0,03 ng/m³), v zimním období pak vyjimečně překročily 10 ng/m³.

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“.

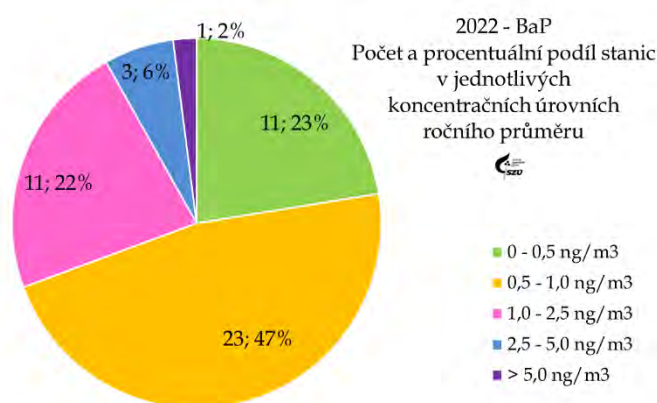
Imisní limit

Je stanoven pro benzo[*a*]pyren (BaP) jako roční – 0,001 µg/m³ (1 ng/m³).
Jednotka karcinogenního rizika (UCR) pro BaP – 8,7 × 10⁻²(µg.m⁻³)⁻¹.
Referenční koncentrace (Rfk) je stanovena SZÚ jako roční pro benzo[*a*]antracen – 0,01 µg/m³ (10 ng/m³).

- V dopravně silně zatížených lokalitách byla střední roční průměrná hodnota 0,83 ng/m³/rok (rozpětí 0,4 až 1,6 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 pozadřovou stanicí (0,4 ng/m³/rok), až po 6,0 ng/m³/rok. Vysoké koncentrace byly měřeny především v Ostravsko-karvinské pánvi. Střední roční hodnota pro tyto lokality byla 2,2 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 1,2 ng/m³ (rozpětí 0,3 až 2,9 ng/m³), což jsou hodnoty, které se blíží koncentracím v zatížených průmyslových lokalitách. Vzhledem k tomu, že zde se jedná primárně o sezónní zdroje, jsou zvýšené koncentrace soustředěny do zimního období.

V roce 2022 byla hodnota imisního limitu pro benzo[*a*]pyren (1 ng/m³/rok) překročena na 15 z 48 do zpracování zahrnutých městských stanic ([příloha č. 6, obr. č. 53, a, b](#)).

Limit byl několikanásobně překročen především na většině stanic v Moravskoslezském kraji, s výjimkou nových stanic v Bruntále a Ostravici. Nejvyšší roční průměr byl na dvou stanicích umístěných v Ostravě Radvanicích (TORE - 6,0 ng/m³/rok, TORO - 3,1 ng/m³/rok). Na 3 stanicích tohoto kraje byly koncentrace v rozmezí 2 - 3 ng/m³/rok, na zbývajících 6 nepřekročily hodnotu 2 ng/m³/rok.



Obrázek č. 26 - 2022 BaP, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

Z ostatních krajů ČR byly nadlimitní hodnoty zjištěny v Kladně Švermově (SKLS - 2,9 ng/m³/rok), na stanici ve Valašském Meziříčí (ZVMZ - 1,6 ng/m³/rok), na nové stanici ve Staňkově (PSTA - 1,6 ng/m³/rok) a Broumově (HBRO - 1,4 ng/m³/rok). Nejnižší hodnoty, pod 0,4 ng/m³/rok, které byly naměřené na nové stanici v Temelíně (CTEM), v Pelhřimově (JPEM), v H. Králové (HHKS) a dvou městských stanicích v Brně (BBNI a BBNA), jen mírně převyšují koncentraci zjištěnou na pozadřové stanici.

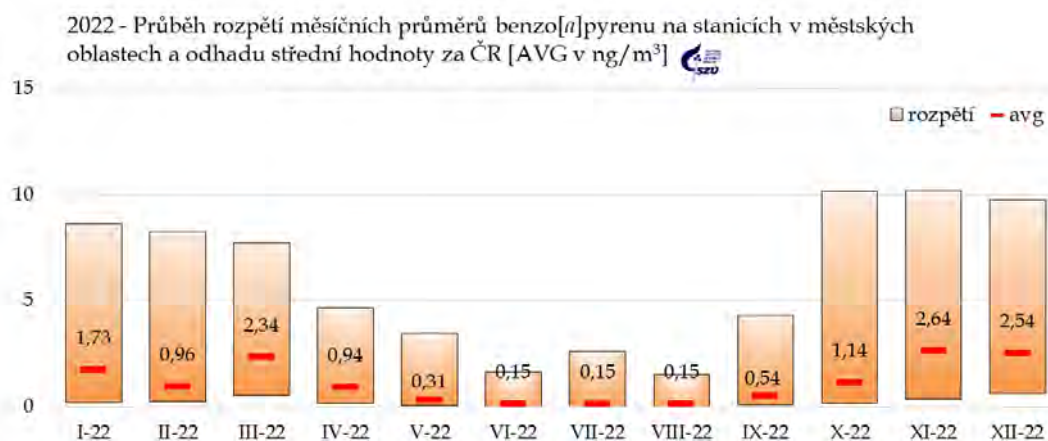
Hodnoty měřené na venkovských nebo předměstských a příměstských stanicích dokazují, že u sídel s významným vlivem lokálních topenišť může docházet a dochází až k vícenásobnému překročení imisního limitu.

Teoretický odhad pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění při celoživotní expozici měřeným koncentracím benzo[*a*]pyrenu se v České republice pohybuje v rozsahu 3×10^{-5} až $5,3 \times 10^{-4}$, tj. 3 - 53 osob na 100 tisíc celoživotně exponovaných obyvatel. Odhad pro městské, dopravou a průmyslem významně nezatížené lokality se pohybuje na hranici 7 osob na 100 tisíc celoživotně exponovaných obyvatel ([příloha č. 6, obr. č. 57 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 nebyla na rozdíl od předchozích let překročena na žádné stanici.
- Nejvyšší roční průměr 6,1 ng/m³ byl zjištěn na stanici v Radvanicích (TORE) v Ostravě, stanice Radvanice-OZO (TORO) měla roční průměr téměř poloviční.
- Na ostatních stanicích se roční průměry pohybovaly v rozpětí 0,3 – 3,8 ng/m³, nejnižší hodnoty byly srovnatelné s pozadřovou stanicí (0,25 ng/m³).
- Na městských stanicích mimo Ostravsko-karvinsko roční střední hodnoty nepřesáhly 2,0 ng/m³. Výjimkou byla pouze hodnota 3,8 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 1,1 až 6,1 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 2022 1,25 ng/m³/rok, což je hodnota o 0,6 ng/m³ nižší než v předchozích letech.

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



Obrázek č. 27 – 2022, BaP, rozpětí měsíčních průměrů v sídlech

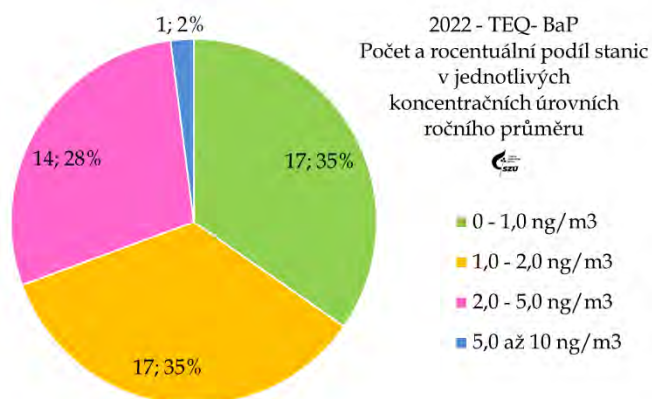
Je to dobře patrné na obr. č. 27, kde měsíční průměry BaP vykazují významné rozdíly. V zimním období jsou nejen několikanásobně vyšší hodnoty, ale i velké rozpětí mezi jednotlivými stanicemi, které u BaP představuje i více než 10 ng/m³/měsíc. Naproti tomu v letních měsících jsou hodnoty vyrovnanější a často se vyskytují hodnoty v blízkosti meze stanovitelnosti. Nejvyšší hodnoty BaP byly v roce 2022 zjištěny v listopadu a prosinci. V závěru roku se však kvalita ovzduší v porovnání s předchozími čtyřmi roky zhoršila na většině stanic. Předběžná data ukazují, že ke zhoršení kvality ovzduší došlo ve spojitosti s vyššími emisemi z lokálního vytápění domácností. To pravděpodobně souvisí s energetickou krizí, která přiměla některé domácnosti k častějšímu přitápění různými typy pevných paliv v krbových kamnech a kotlích (viz zpráva ČHMÚ). Obdobné průběhy vykazují i měsíční koncentrace BaA.

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 součinů toxických ekvivalentových faktorů (TEF) stanovených US EPA (tab. 5) a měřených koncentrací.

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

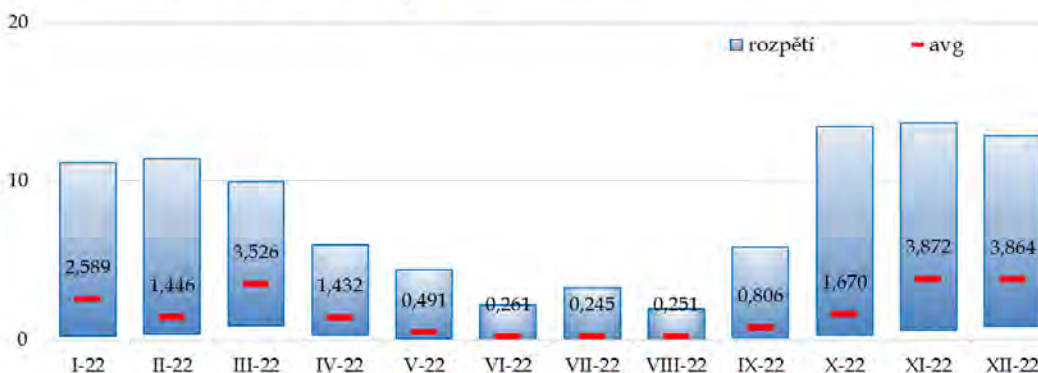
Sloučenina	TEF	Sloučenina	TEF
Benzo[<i>a</i>]pyren	1	Benzo[<i>b</i>]fluoranten	0,1
Dibenz[<i>a,h</i>]antracen	1	Benzo[<i>k</i>]fluoranten	0,01
Chrysen	0,01	Benzo[<i>j</i>]fluoranten	0,1
Benzo[<i>a</i>]antracen	0,1	Indeno[<i>c,d</i>]pyren	0,1

Nejvyšší hodnoty toxického ekvivalentu BaP byly v roce 2022 zjištěny na dvou stanicích umístěných v Ostravě - Radvanicích (TORE - 8,0 ng/m³/rok, TORO - 4,0 ng/m³/rok), které monitorují vliv velkého průmyslového zdroje. 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 2,5 ng/m³. Potenciální vliv malých lokálních zdrojů na pevná paliva a dopravy v těžko odvětrávaných místech v malých sídlech pak dobře ilustruje hodnota 4,5 ng/m³ na stanici v Kladně - Švermově (SKLS) a průběh středních měsíčních hodnot s charakteristickým letním minimem. (Obr. č. 54 v příloze č. 6).



Obrázek č. 28 - 2022 - TEQ-BaP, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

2022 - Průběh rozpětí měsíčních průměrů TEQ BaP na stanicích v městských oblastech a odhadu střední hodnoty za ČR [AVG v ng/m³]

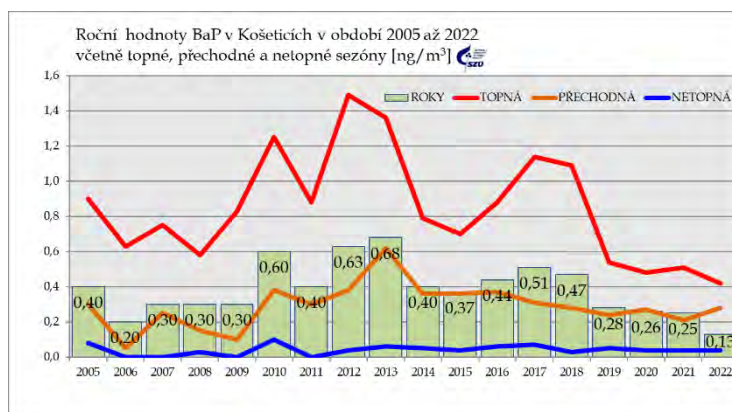


Obrázek č. 29 - 2022, TEQ-BaP, rozpětí měsíčních průměrů v sídlech

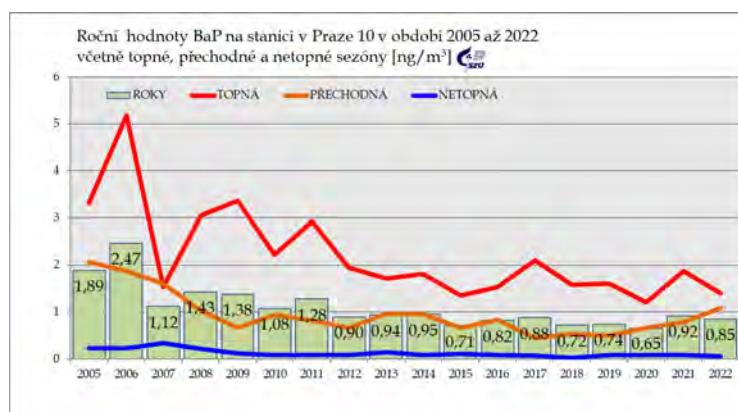
Pro TEQ BaP rovněž platí, že v zimním období jsou nejen několikanásobně vyšší střední hodnoty, ale i velké rozpětí hodnot mezi jednotlivými stanicemi.

Význam lokálních zdrojů i vliv meteorologických podmínek je dobře patrný z obr. č. 30 - 32. Zde jsou zobrazeny průměrné koncentrace BaP v letech 2005 - 2022 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 0,1 - 0,7 ng/m³, v netopné sezóně byly měřeny hodnoty poblíž meze stanovitelnosti (0,02 ng/m³) a v topné sezóně v rozmezí 0,4 - 1,5 ng/m³.



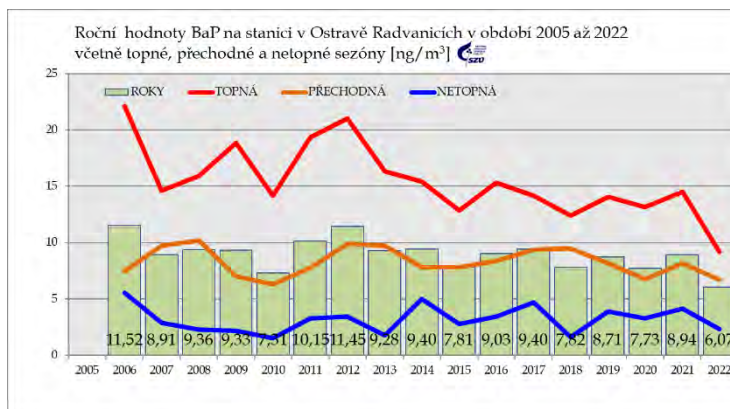
Obrázek č. 30 - 2022 - Košetic (JKOS), 2005 - 2022



Obrázek č. 31 - 2022 - Praha 10 (ASRO), 2005 - 2022

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

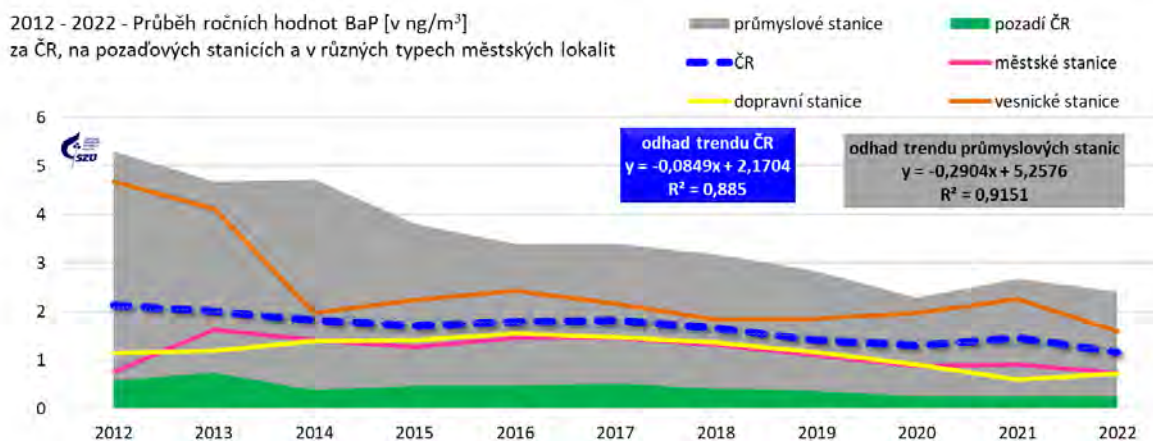
Na stanici reprezentující zátěž průmyslem v Ostravě Radvanicích ani v netopné sezóně neklesaly sezónní průměrné koncentrace BaP pod 1 ng/m³ (roční limit pro BaP). V přechodné se pohybovaly v rozmezí 6,3 - 10,2 ng/m³, v topné sezóně dosahovaly průměry až desítek ng/m³.



Obrázek č. 32 - Ostrava-Radvanice (TORE), 2005 - 2022

Úzká souvislost mezi měřenými hodnotami BaP a BaA ve všech typech lokalit je viditelná na [obr. č. 55, který je uveden v příloze č. 6](#).

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



Obrázek č. 33 – 2012 – 2022 - 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 2021 došlo na většině typů stanic k poklesu. Graf prezentuje i skutečnost, že u dopravních stanic se koncentrace BaP od roku 2016 snižovala, v roce 2022 došlo k mírnému nárůstu.

6 Validace naměřených hodnot

6.1 Hodnoty pod mezí stanovitelnosti použitých analytických postupů

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

Tabulka č. 5. - Meze stanovitelnosti 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
ozon	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 stanovitelnosti 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 2022

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 2022 provedeno pro základní identifikované typy městských lokalit ([viz příloha č. 1](#)). Tento postup od roku 2007 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 2022 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 (kovy), 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 postupu výpočtu IKO_R je možno nalézt na:

https://szu.cz/wp-content/uploads/2023/09/index_kvality_ovzdu.si.pdf)

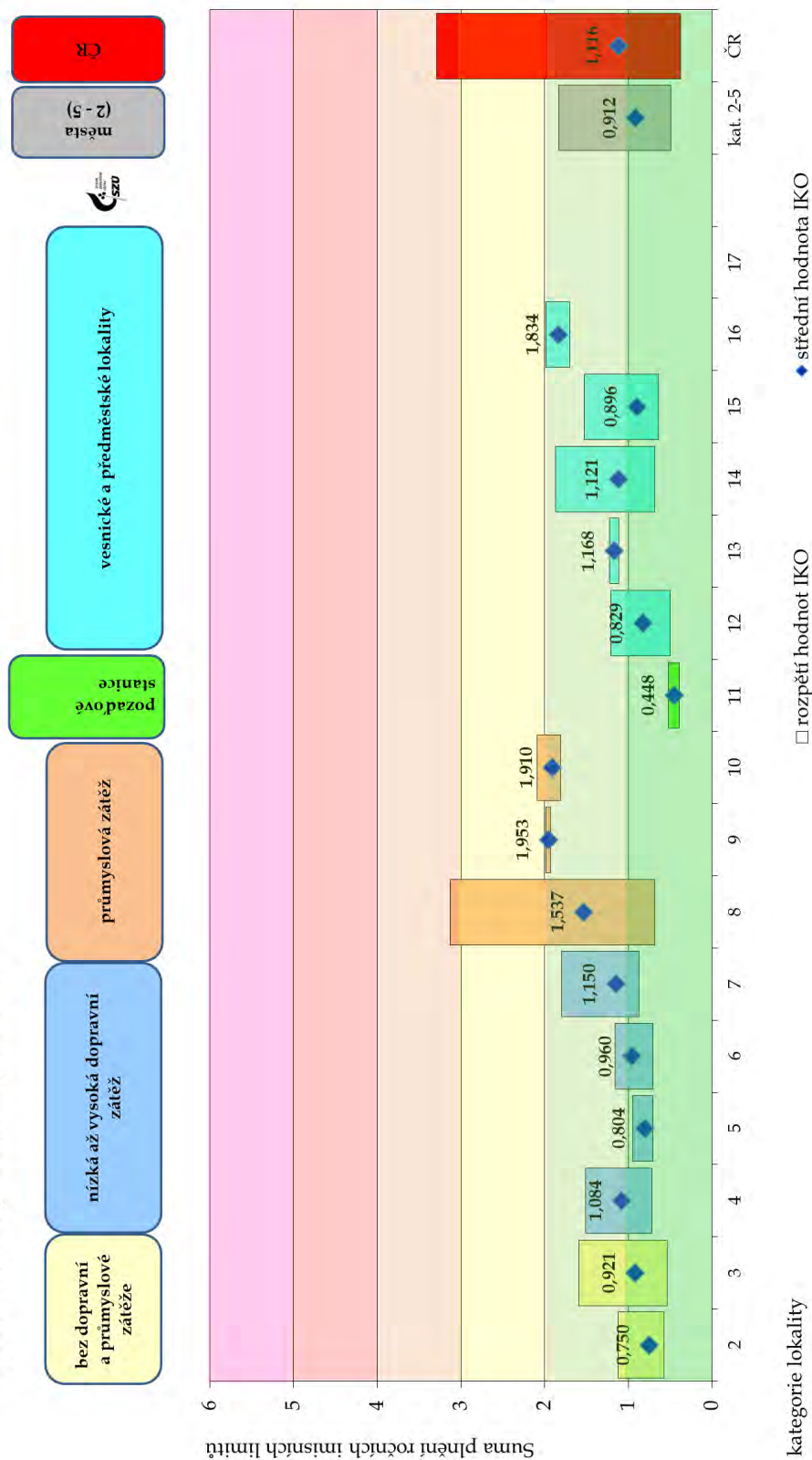
Na obr. 34 jsou znázorněny vypočtené hodnoty IKO_R, pro srovnání jsou zde (jako kategorie č. 11) uvedeny hodnoty vypočtené pro pozad'ové stanice (IKO_R = 0,39 až 0,52), tedy hodnoty meziročně nevýznamně zvýšené, ale dlouhodobě stabilní.

Z vypočtených hodnot IKO_R za rok 2022 vyplývá, že:

- V polovině první třídy kvality ovzduší nalezneme venkovské pozad'ové lokality (stanice EMEP), na její hranici se pohybuje většina městských pozad'ových lokalit.
- 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 = 0,54 až 1,60), tj. stále maximálně v polovině 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 (3,13) tj. již ve čtvrté třídě IKO_R (ZNEČIŠTĚNÉ OVZDUŠÍ), střední hodnoty pro tyto kategorie byly v druhé třídě kvality ovzduší.
- Přes velmi řídké pokrytí předměstských či vesnických oblastí měřením lze odhadovat, že v ČR se v roce 2022 hodnoty IKO_R v malých či středních sídlech většinou pohybovaly v druhé třídě kvality ovzduší IKO_R.

Průměrná hodnota charakterizující městské stanice v ČR, odhadnutá pro kategorie 2 až 5 ([viz příloha č. 1](#)), je na hranici první třídy (IKO_R = 0,912) – což představuje proti roku 2021 mírné nevýznamné zlepšení. Hodnoty v posledních letech oscilují těsně okolo hranice první až druhé třídy kvality ovzduší. Střední hodnota IKO_R 1,12 odhadnutá pro celou Českou republiku je meziročně (2021/2022) mírně snížena.

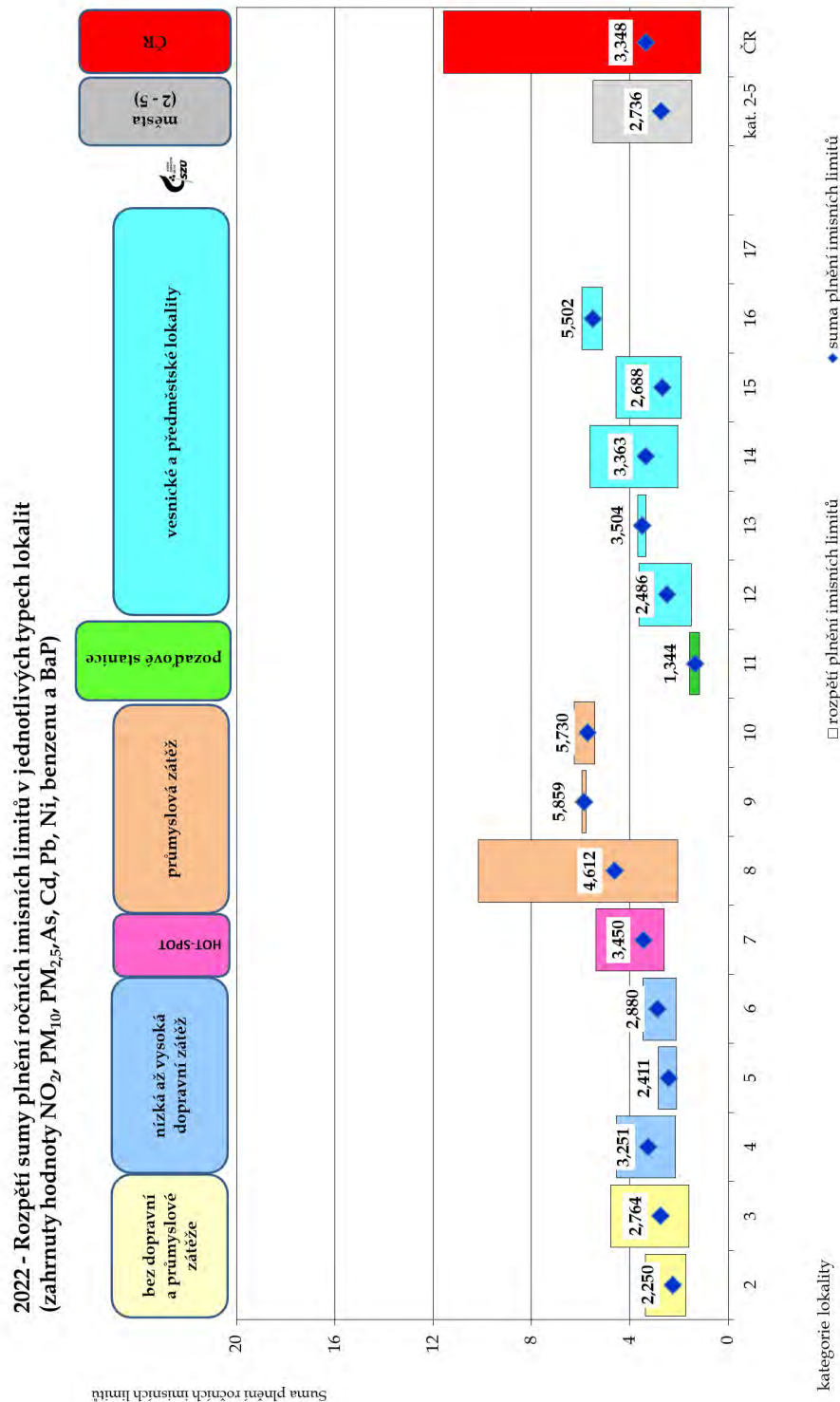
2022 - průměrná hodnota a rozpětí hodnot ročního IKO_R (zahrnut NO_2 , PM_{10} , $PM_{2,5}$, As , Cd , Pb , Ni , benzen a BaP) v jednotlivých typech městských lokalit



Obrázek č. 34 - 2022 - Střední hodnoty ročního IKO a rozpětí hodnot v jednotlivých typech hodnocených lokalit

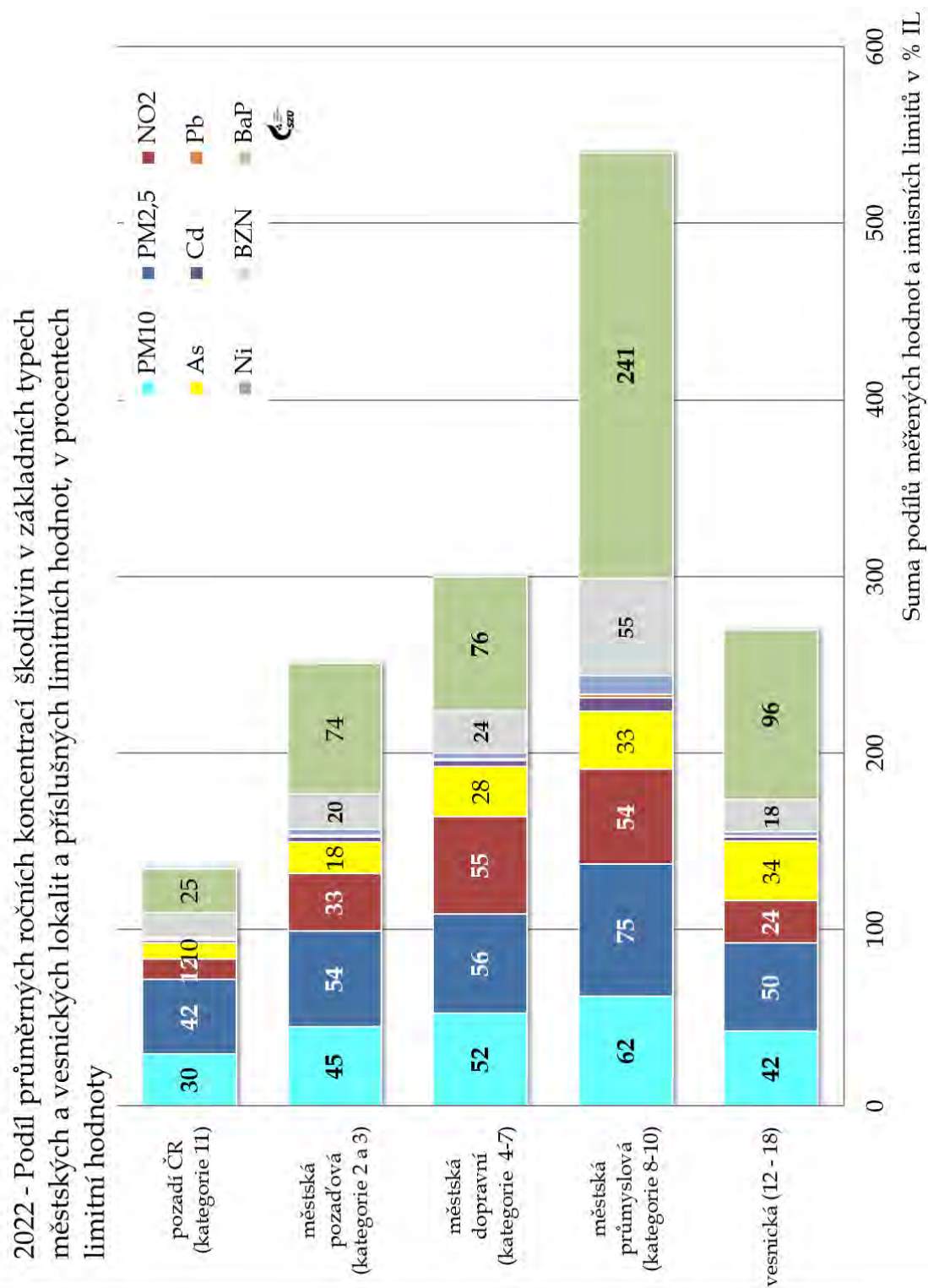
B. Suma plnění ročních imisních limitů

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.



Obrázek č. 35 – 2022 – 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 2022 v procentech limitní hodnoty. Pro srovnání jsou zde zahrnuty i výsledky pozadových stanic provozovaných ČHMÚ.



Obrázek č. 36 – 2022 – 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 hodnoty 100 a pohybuje se v rozsahu od 134 (pozaďové oblasti), přes 251 v městských lokalitách, po nejvyšší hodnoty (540 a více) v průmyslem exponovaných lokalitách na Ostravsku.

Z detailnějšího rozboru vyplývá:

- Zátěž měřených lokalit suspendovanými částicemi frakce PM_{10} má v městech plošný charakter; hodnoty podílu k imisnímu limitu se zde pohybovaly v rozsahu od 0,29 do 0,78. Odpovídající hodnota pro pozaďové stanice byla 0,29.
- 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 6,03 na stanici v průmyslem zatížené oblasti v Ostravě. Rozpětí hodnot u vesnických lokalit bylo 0,30 až 2,91. Odpovídající hodnota z pozaďových stanic ČHMÚ byla 0,25.
(Hodnocení zátěže venkovských lokalit ovlivnilo ukončení měření na některých stanicích.)
- Hodnoty podílu suspendovaných částic frakce $PM_{2,5}$ se pohybují od 0,31 v městských pozaďových lokalitách po 1,02 v průmyslových oblastech Moravskoslezského kraje.
- Variabilní, lokálně vysoká zátěž ovzduší oxidem dusičitým (hodnoty podílu se pohybují od 0,19 do 0,98, s maximem v městských dopravně exponovaných lokalitách), arsenem (od 0,02 do 0,44 v lokalitách s významným podílem spalování fosilních paliv) a benzenem (od 0,14 do 0,34 respektive až do 0,92 v Ostravě Přívoze - TOPR).
- Nižší zátěž ovzduší Cd s podílem k limitu 0,02 až 0,06 (výjimkou jsou průmyslové oblasti a okolí Tanvaldu - 0,44), Ni s podílem ročních středních hodnot k limitu < 0,1 a již téměř nevýznamná zátěž ovzduší Pb, kde hodnota podílu k limitu mírně překročila úroveň 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 2022 se v měřených lokalitách hodnoty sumy podílů imisních limitů pohybovaly v rozsahu 2,5 až 5,5).

C. Plnění doporučení 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). (<https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228>)

Data za rok 2022 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 sezóna ^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 - Průměr denní maximální 8hodinové střední koncentrace O₃ v šesti po sobě jdoucích měsících s nejvyšší šestiměsíční průběžnou průměrnou koncentrací O₃.

b - Definováno jako 99. percentil ročního rozložení denních maximálních 8hodinových průměrných koncentrací (ekvivalent 3-4 dnům překročení za rok).

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 2022 7x překročena, a to na čtyřech stanicích (Sokolov, Lom u Mostu, Teplice a Měděnec). Prozatímní cíle byly v roce 2022 plněny.
- NO₂
 - Na žádné ze stanic nebyla v roce 2022 překročena cílová hodnota AQG 200 µg/m³/hod.
 - Denní cílová hodnota AQG - 25 µg/m³ byla alespoň jednou překročena na všech 64 městských stanicích. Nejvyšší počet překročení denní cílové hodnoty byl naměřen na stanici Legerova v Praze 2 - 292 (80 %).
 - Roční cílová hodnota AQG - 10 µg/m³ byla v roce 2022 překročena na 54 z 64 městských stanic (≈ 85 %).
- O₃

- Na všech stanicích byla v roce 2022 alespoň jednou překročena hodnota 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ u denního 8hodinového klouzavého průměru. Nejvyšší hodnota byla naměřena na stanici Sněžník - 163 $\mu\text{g}/\text{m}^3/8\text{hod}$.
- Hodnocení kritéria „hlavní sezóna“ neumožňuje aktuální zpracování dat ČHMÚ.
- Data za rok 2022 byla vyhodnocena podle parametru SOMO35 v relaci k vlivu dlouhodobé expozice O_3 na respirační úmrtnost.
- CO
 - Denní cílová hodnota AQG pro CO - 4 $\text{mg}/\text{m}^3/24$ hodin nebyla v roce 2022 na žádné stanici překročena.
- PM₁₀
 - Jenom na 25 stanicích (18,7 %), včetně pozadových, nebyla v roce 2022 překročena hodnota doporučení WHO (45 $\mu\text{g}/\text{m}^3/24$ hodin). Nejvíce (> 50) překročení doporučené 24 hodinové hodnoty WHO bylo v roce 2022 naměřeno na 2 stanicích v Moravskoslezském kraji (Věřnovice - TVER - 54 a Ostrava-Radvanice - TORE - 65).
 - Roční cílová hodnota AQG WHO - 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ byla v roce 2022 překročena na 104 hodnocených městských stanicích (\approx 78 %).
- PM_{2,5}
 - Na všech hodnocených městských stanicích bylo překročeno 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ročního průměru (tj. dvojnásobek teoretické nejnižší rizikové expozice AQG podle WHO).
 - na všech 80 stanicích zahrnutých do hodnocení, včetně pozadových, byla v roce 2022 překročena cílová hodnota 24 hodinového průměru AQG WHO 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Nejvyšší počet překročení byl naměřen na dvou stanicích v Ostravě (> 200); celkem 51 překročení bylo naměřeno na republikové pozadové stanici v Košetících.

Podle kritérií WHO (AQG 2021) přetrvává v ČR problém s naměrnou prašností a s oxidem dusičitým.

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 v této zprávě 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, ozonu 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 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 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 2022 v městském prostředí mimo Moravskoslezský kraj (17,7 µg/m³), lze zhruba odhadnout, že v důsledku znečištění ovzduší touto škodlivinou byla celková úmrtnost navýšena o 1,1 %.
- Vzhledem k rozmezí průměrných ročních koncentrací této škodliviny v různých typech městských lokalit, které se pohybovaly od 11,4 µg/m³ do 25,6 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 4,24 % v dopravně exponovaných a průmyslových oblastech.
- Celkový počet zemřelých v roce 2022 činil 120 219 (zdroj: ČSÚ 2023). Představuje to meziroční pokles o 19 tisíc. Za normálních podmínek lze z uvedených dat odhadnout počet předčasných úmrtí, na kterých se podílela expozice suspendovaným částicím frakce PM₁₀. Ale pandemie Covid-19 i v roce 2022 ovlivnila celkovou úmrtnost v České republice.

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 – 2022) 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 µg/m ³			Úmrtnost upravená	Odhad podílu předčasné úmrtnosti v %		Odhad počtu předčasně zemřelých	
	MIN	AVG	MAX		Průměr ČR	Rozpětí ČR	Průměr ČR	Rozpětí ČR
2009	14,3	27,5	47,3	100 956	5,1	0 - 13,2	4 900	0 - 11 800
2010	19,5	29,6	60,0	100 392	6,0	1,8 - 18,5	5 700	1 800 - 15 700
2011	13,3	27,6	53,0	99 967	5,2	0 - 15,6	4 900	0 - 13 500
2012	12,9	26,0	58,6	101 384	4,5	0 - 17,9	4 400	0 - 15 400
2013	8,5	25,3	52,0	102 523	4,2	0 - 15,2	4 200	0 - 13 500
2014	18,2	25,4	47,9	99 314	4,3	1,3 - 13,5	4 100	1 300 - 11 800
2015	17,2	22,3	41,7	104 503	3,0	0,9 - 10,9	3 000	900 - 10 300
2016	13,9	21,0	41,1	101 285	2,5	0 - 10,7	2 400	0 - 9 800
2017	16,2	23,2	44,4	104 756	3,4	0,5 - 12,1	3 400	500 - 11 300
2018	18,0	24,0	44,2	106 145	3,7	1,2 - 12,0	3 800	1 300 - 11 400
2019	11,3	19,0	37,9	105 620	1,6	0 - 9,4	1 700	0 - 9 100
2020	8,6	17,0	29,7	121 532	0,8	0 - 6,0	nelze vyhodnotit	
2021	12,0	17,9	34,3	131 587	1,2	0 - 7,9		
2022	11,4	17,7	25,6	120 219	1,1	0 - 4,3		

Poznámky:

- Navýšení celkové úmrtnosti bylo počítáno z rozpětí měřených hodnot v ČR a ze středních hodnot pro města v ČR. K odhadu průměrné městské hodnoty 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 (podle aktuálních AQG WHO (září 2021) hodnoceny jako 0.
- Populační 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 roky 2020 až 2021 ale, pro ovlivnění demografických údajů epidemií Covid-19, nelze odhad počtu ztracených let života provést.

Tabulka č. 9 – Počet roků ztráty života

Rok	Rozsah	Spodní hranice odhadu	Střed	Horní hranice odhadu
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
2016	ČR bez MSK	21 400	62 100	109 100
	ČR	24 100	67 800	122 300
	ČR bez MSK	25 700	74 200	130 000

Rok	Rozsah	Spodní hranice odhadu	Střed	Horní hranice odhadu
2017	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 Covid-19.			

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

2 Oxid siřičitý, oxid uhelnatý

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 2022 bylo na stanicích v ČR naměřeno 7 24hodinových koncentrací SO₂ nad 40 µg/m³/24 hodin (z toho 3 na stanici Lom u Mostu); 40 µg/m³ přitom představuje cílovou hodnotu doporučenou WHO, stanovenou s vysokou mírou předběžné opatrnosti. U **oxidu uhelnatého** v roce 2022 pouze na jedné stanici překročila hodnota ročního průměru 400 µg/m³ (478 µg/m³ na stanici v Praze - Legerova). 24 hodinové hodnoty překračující 1 000 µg/m³ byly výjimečné - pouze čtyři za rok a pouze na dopravně extrémně zatížených stanicích - dopravních „hot-spotech“.

3 Ozon

Přízemní ozon není do atmosféry emitován, ale vzniká fotochemickými reakcemi oxidů dusíku a těkavých organických látek. Znečištění ovzduší ozonem, které je typickou součástí tzv. letního smogu, může v teplém období roku dosahovat míry ovlivňující zdraví. Ozon 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 ozonu jsou osoby s chronickými obstrukčním onemocněním plic a astmatem. Krátkodobá i dlouhodobá expozice ozonu ovlivňuje respirační nemocnost i úmrtnost. Chronická expozice ozonu zvyšuje četnost hospitalizací pro zhoršení astmatu u dětí a pro akutní zhoršení kardiovaskulárních a respiračních onemocnění u starších osob.

Pro ochranu lidského zdraví před účinky dlouhodobého vystavení znečištění ovzduší stanovila Evropská unie standardy kvality ovzduší ve směrnici o kvalitě ovzduší (EU, 2008). Aktualizované globální pokyny WHO (září 2021) pro kvalitu ovzduší v Evropě, pak uvádí:

Tabulka č. 10 - O₃ - doporučené hodnoty WHO

Znečišťující látka	Doba průměrování	Prozatimní cíl				Hladina AQG
		1	2	3	4	
O ₃ [µg/m ³]	hlavní sezóna ^a	100	70	-	-	60
	8 hodin	160	120	-	-	100 ^b

Pozn:

a - Hlavní sezóna je definována jako šest po sobě jdoucích měsíců v roce s nejvyšší šestiměsíční průběžnou průměrnou koncentrací ozonu

b - krátkodobá denní maximální 8hodinová hladina AQG ozonu 100 µg/m³ je definovaná jako 99. percentil (ekvivalent tří až čtyř dnů překročení za rok) ročního rozložení denních maximálních 8hodinových průměrných koncentrací

AQG = Air Quality Guidelines

Pro hodnocení dlouhodobé expozice ozonu je pak používán parametr SOMO35, definovaný jako roční součet denních nejvyšších hodnot 8hod. klouzavého průměru, překračujících koncentraci 70 µg/m³. Pro každý den je vybráno maximum klouzavého 8hodinového průměru a hodnoty nad 70 µg/m³ se sečtou za celý rok.

Pro odhad dopadů O₃ na úmrtnost na respirační onemocnění u osob starších 30 let se používá koeficient relativního rizika RR = 1,014 (95% CI = 1,005, 1,024), který vyjadřuje zvýšení této úmrtnosti o 1,4 % na každých 10 µg/m³ průměrné hodnoty maximálních denních 8 hodinových klouzavých průměrů O₃ za období měsíců duben až září. Pro konečné výpočty v této zprávě byl použit volně aplikovatelný software AirQ+, vyvinutý evropskou regionální úřadovnou WHO. Pro přetrvávající nemožnost (dopady epidemie Covid-19) provázání s reálně exponovanou populací (demografickými údaji) jsou výstupem tohoto zpracování pouze hodnoty atributivního rizika v procentech.

Po zpracování dat z 68 stanic v ČR za rok 2022 dodaných ČHMÚ vychází pro jednotlivé kategorie stanic a pro ČR:

Tabulka č. 11 – O₃ – 2022, odhad respirační úmrtnosti

Počet zahrnutých stanic	kategorizace SZÚ	SOMO35			"Long term effects" - respirační úmrtnost v % (střední hodnota a rozpětí konfidenčního intervalu RR (95% CI) 1,0029 (1,0014 -1,0043)								
					MIN			AVG			MAX		
		MIN	AVG	MAX	dolní	střed	horní	dolní	střed	horní	dolní	střed	horní
5	1	4 544	5 755	6 423	0,62	1,72	2,91	0,78	2,17	3,67	0,87	2,42	4,09
3	2	4 178	4 653	5 559	0,57	1,58	2,68	0,63	1,76	2,98	0,76	2,10	3,55
15	3	4 490	5 140	5 818	0,61	1,70	2,88	0,70	1,94	3,28	0,79	2,19	3,71
2	4	3 660	4 674	5 689	0,50	1,38	2,35	0,64	1,76	2,99	0,77	2,14	3,63
6	5	4 227	4 824	5 538	0,58	1,60	2,71	0,66	1,82	3,09	0,75	2,09	3,53
2	6	1 680	2 751	3 821	0,23	0,64	1,09	0,38	1,04	1,72	0,52	1,44	2,45
2	7	3 118	3 627	4 136	0,43	1,18	2,01	0,49	1,37	2,33	0,56	1,56	2,65
6	8	3 938	5 016	5 652	0,54	1,49	2,53	0,68	1,89	3,21	0,77	2,13	3,61
0	9	nejsou k dispozici data											
0	10	nejsou k dispozici data											
18	11	4 815	5 940	7 118	0,66	1,82	3,08	0,81	2,24	3,79	0,97	2,67	4,52
7	12	4 131	5 127	5 754	0,56	1,56	2,65	0,70	1,93	3,28	0,78	2,17	3,67
1	13	4 138	4 138	4 138	0,56			1,56			2,65		
0	14	nejsou k dispozici data											
1	15	5 495	5 495	5 495	0,75			2,07			3,51		
68	ČR	1 680	5 197	7 118	0,23	0,64	1,09	0,71	1,96	3,32	0,97	2,67	4,52

Atributivní riziko respirační úmrtnosti pro ozón se v ČR v roce 2022 pohybovalo mezi 0,23 až 4,52 % se střední hodnotou 1,96 %.

4 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 látce 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 krevetvorby. 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 kadmium 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, s výjimkou některých průmyslových lokalit v Moravskoslezském kraji, 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.

- **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 imunopresivně, 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 leukémie 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 oblastí 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 $0,17 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$.

Tabulka č. 12. – 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]fluoranthén (BjF), benzo[k]fluoranten (BkF), benzo[a]pyren (BaP), benzo[g,h,i]perylene (BghiP), dibenz[a,h]antracen (DbahA), indeno[1,2,3-c,d]pyren (I123cdP)

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

Pro každý typ městské lokality bylo na základě ročních aritmetických průměrů za rok 2022 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. 57 a až f, příloha č. 6](#).

Tabulka č. 13. – 2022 - 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	8,55E-07	2,24E-06	6,32E-06	2,67E-06
Ni	9,50E-08	2,85E-07	1,54E-06	3,76E-07
Cd	2,94E-08	7,35E-07	1,08E-07	1,23E-08
BZN	4,20E-06	6,60E-06	2,76E-05	7,20E-06
BaP	2,18E-05	7,31E-05	5,25E-04	9,83E-05

Pozn:

1. 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](#)).
2. Odhad hodnot pro As, Cd a Ni je zatížen vyšší nejistotou pro výpadek dat z 19 stanic ČHMÚ.

Navýšení rizika pro jednotlivé látky v městech se pohybuje v řádu $2,94 \times 10^{-8}$ (Cd) až $5,25 \times 10^{-4}$, největší příspěvek představuje dlouhodobě expozice benzo[a]pyrenu (> 90 %). Vypočtené úrovně rizik expozice hodnoceným látkám v jednotlivých typech městských lokalit jsou v [obr. č. 57 a až e, v příloze č. 6](#). Trend karcinogenního populačního rizika v posledních pěti letech mírně kolísá.

Tabulka č. 14. – Vývoj rozpětí hodnot karcinogenního populačního rizika v ČR za posledních deset let (Min/Max) na 10 mil. obyvatel (přidatné případy na 1 rok)

Populační riziko	2013	2014	2015	2016	2017
Arsen	0,28 - 1,42	0,14 - 1,28	0,06 - 0,98	0,05 - 1,14	0,05 - 1,35
Nikl	N	N	N	0,003 - 0,01	0,01 - 0,22
Kadmium	0,02 - 0,54	0,02 - 0,38	0,02 - 0,14	0,01 - 0,20	0,01 - 0,16
Benzen	0,52 - 3,42	0,60 - 3,08	N	0,05 - 2,97	0,54 - 3,42
BaP	8,20 - 116,7	4,72 - 115,9	4,48 - 97,28	7,70 - 117,45	6,78 - 122,10
Karcinogenní látky celkem	9,0 - 122,1	5,5 - 120,6	4,6 - 98,4	8,3 - 121,9	7,4 - 127,2

Populační riziko	2018	2019	2020	2021	2022
Arsen	0,06 - 0,87	0,03 - 0,76	0,03 - 0,61	0,03 - 0,74	0,11 - 1,12
Nikl	0,01 - 0,24	0,002 - 0,30	0,002 - 0,21	0,002 - 0,14	0,002 - 0,15
Kadmium	0,02 - 0,22	0,01 - 0,23	0,01 - 0,18	0,01 - 0,18	0,01 - 0,22
Benzen	0,63 - 4,59	0,54 - 3,69	0,45 - 3,15	0,45 - 3,15	0,314 - 3,834
BaP	5,6 - 101,0	3,7 - 113,80	3,40 - 100,49	3,27 - 116,10	3,10 - 74,94
Karcinogenní látky celkem	6,2 - 106,9	4,2 - 118,8	3,9 - 104,6	3,8 - 120,3	3,5 - 80,3

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

VIII. DISKUSE

V první úrovni zahrnuje zpracování dat za rok 2022 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 a mimořádnými faktory.

V roce 2022:

- Aktuální příznivý vývoj je nutno primárně hodnotit ve vztahu k mimořádně příznivým rozptylovým podmínkám a relativně teplé zimě. Průběh měřených hodnot, zvláště v období od února 2022, také velmi významně ovlivnila energetická krize, která přiměla některé domácnosti k častějšímu přitápění různými typy pevných paliv v krbových kamnech a kotlích;
- na vyhodnocení získaných datových souborů mají významný vliv výpadky měření způsobené poruchou, ukončením provozu stanice nebo mimořádnou událostí (výpadek systémů ICP-MS provozovaných ČHMÚ. U některých stanic jsou tak k dispozici data (Cr, Mn, Cu, Zn, Fe, V, Co a Se) pouze za první dva kvartály 2022. Z celkem 55 stanic, pro které jsou k dispozici alespoň částečná data za rok 2022 je k dispozici jen 37 stanic s vyhodnotitelnými daty As, Cd, Ni a Pb a 21 stanic s vyhodnotitelnými daty Cr a Mn. Data Cu, Zn, Fe, V, Co a Se za rok 2022 nejsou vyhodnotitelná;
- 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 ozon, 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 Moravskoslezského kraje. Odhad středních hodnot pro jednotlivé typové městské kategorie byl proto pro Moravskoslezský kraj hodnocen odděleně.

Validitu tohoto přístupu snižuje nestejněměrné pokrytí typů městských lokalit měřeními kvality ovzduší. Přes zahrnutí městských stanic provozovaných ČHMÚ stále jsou, v extrémních případech (pozaďové 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;
- hodnocení působení ozonu vychází z hodnot měřených na 68 stanicích, jejichž data byla předána ke zpracování. Z toho je 41 v městských lokalitách; z nich jsou v dopravně silně exponovaných místech a další 3 v extravilánech. Ve vesnických lokalitách je pouze 9 stanic. Přitom ve městech žije více než polovina obyvatel České republiky, v menších sídlech (pod 5 000 obyvatel) pak ta druhá polovina. 18 stanic lze charakterizovat jako pozaďové, kde se nepředpokládá významná dlouhodobá expozice. Z těchto stanic se čtyři stanice chovají „podivně“, respektive mají významně nižší hodnoty SOMO35 než ostatní – jedná se o stanice Kocelovice (CKOCA), Hojná Voda (CHVOA), Jeseník (MJESA) a Bílý Kříž (TBKRA). Nabízí se tedy otázka reprezentativnosti často publikované střední hodnoty za Českou republiku;
- 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 Covid-19 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 „předčasně zemřelých (tabulka č. 8). Proto nejsou tyto dva parametry tj. YLL pro rok 2021 a počet případů předčasné úmrtnosti pro rok 2022 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

Příznivé rozptylové podmínky v roce 2022 a pokračující teplotně nadprůměrná chladná období (2012 až 2022) společně s energetickou krizí nejvíce ovlivnily měřené hodnoty a následně odhady dopadů znečištěného ovzduší na zdraví.

V roce 2022 se úroveň znečištění venkovního ovzduší ve srovnání s rokem 2021 plošně mírně zhoršila (aerosolové částice obou sledovaných frakcí, NO₂, As, Cd), setrvalý stav je u BaP, benzenu, Cr, Pb, Ni a Mn. S vyšší četností slunných až tropických dnů narůstá počet dnů a oblastí se zvýšenými koncentracemi přízemního ozonu.

Přetrvává situace, kdy mimo průmyslově a specificky zatížené lokality, které lze nalézt na území krajských měst, průmyslových zón a v aglomeraci Ostrava-Karviná-Frydek-Místek, je znečištění ovzduší koncentrováno v městských celcích majoritně zatížených tranzitní, místní a cílovou dopravou a v oblastech s vyšší hustotou lokálních zdrojů na pevná a fosilní paliva.

Průběh hodnot, zvláště v období po únoru 2022, byl v oblastech s vyšší hustotou lokálních topenišť pravděpodobně ovlivněn energetickou krizí. Zátěž obyvatelstva suspendovanými částicemi PM₁₀ a PM_{2,5} se v roce 2022 opět lokálně mírně zvýšila. Analýza trendů ročních středních hodnot ve městech potvrdila meziroční lokální mírný pokles BaP. 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 ozonu.

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/Frydek-Místek v Moravskoslezském kraji nebo na dopravních uzlech v Praze a v Brně.

- Překročení 15 µg/m³ (kritérium uvedené v Guidelines WHO - září 2021) pro suspendované částice frakce PM₁₀ bylo ale naměřeno na 78 % stanic.
- Překročení imisního limitu frakce PM_{2,5} bylo sice naměřeno již pouze na 4 hodnocených stanicích (a to pouze v Moravskoslezském kraji); alespoň jedno kritérium uvedené v Guidelines WHO (září 2021) pro suspendované částice frakce PM_{2,5} ale bylo překročeno na všech stanicích.

- Roční hodnota AQG pro NO₂ - 10 µg/m³ stanovená WHO (září 2021) pro byla v roce 2022 překročena na 54 stanicích (≈ 85 %), denní cílová hodnota AQG - 25 µg/m³ byla alespoň jednou překročena na všech (64) městských stanicích.
- Hodnoty benzo[*a*]pyrenu na 15 stanicích (30 %) překročily imisní limit; odhad střední roční koncentrace v dopravně a průmyslem nezátížených městských lokalitách v roce 2022 byl na úrovni roku 2021 - 0,85 ng/m³.
- Nejvyšší hodnoty aerosolových částic a PAU jsou dlouhodobě měřeny v průmyslových oblastech Ostravska; u PAU v maximu s až šestinásobným překročením imisního limitu u BaP. Rozdíl měřených hodnot PM₁₀ proti ostatním částem republiky byl v roce 2022 cca 5 µg/m³.

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

- Z odhadu střední roční hodnoty koncentrace suspendovaných částic frakce PM₁₀ v městském prostředí ČR - mimo MSK - v roce 2022 (17,7 µg/m³) lze zhruba odhadnout, že znečištění ovzduší touto škodlivinou se mohlo podílet na zvýšení předčasné úmrtnosti v průměru o 1,1 %. Navýšení koncentrace PM přibližně o 5 µg/m³ vhodnocených lokalitách MSK zvyšuje hodnotu odhadu na 3,25 %.
Odhad počtu ztracených let života (YLLs, Years of Life Lost) nebylo možno kvůli pandemii Covid-19 pro rok 2021 realizovat.
Atributivní riziko respirační úmrtnosti pro ozón se v ČR v roce 2022 pohybovalo mezi 0,23 až 4,52 % se střední hodnotou 1,96 %.
- Navýšení karcinogenního rizika pro jednotlivé látky (ILCR) se ve městech pohybovalo v řádu 10⁻⁸ až 10⁻⁴, největší příspěvek představuje expozice benzo[*a*]pyrenu (> 96%), jako reprezentantu polycyklických aromatických uhlovodíků. Tento stav se dlouhodobě nemění.

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 - 2021) a v roce 2022 ji opět významně ovlivnily mimořádně příznivé rozptylové podmínky.

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

X. SOUHRN

1 Zdroje a emitované látky

- V městech a v městských aglomeracích je dlouhodobě hlavním zdrojem znečištění ovzduší **doprava a procesy s ní spojené**, tj. primární spalovací a nespalovací emise (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 (převážně 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 dále **malá domácí/lokální topeniště**. Spalování dřeva, plyných 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.

2 Zahrnuté stanice a hodnocené škodliviny

- Zpracovávané výsledky ze 103 sídel (a z 9 pražských částí) zahrnují 148 (počet se různí pro jednotlivé sledované látky) měřicích stanic, z toho 19 stanic provozoval Zdravotní ústav se sídlem v Ústí n/Labem a Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě. Zbylé stanice jsou součástí Státní imisní sítě provozované ČHMÚ. Z měřicí sítě AIM provozované ČHMÚ byla v roce 2022 do zpracování zahrnuta data o základních škodlivinách, těžkých kovech, PAU a benzenu. Jako srovnávací kritérium slouží 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 Košetických a na Bílém Kříži. Dále jsou pro jednotlivé škodliviny hodnoceny jako pozad'ové další stanice regionálního významu – např. Jeseník, Svratouch, Kuchařovice, Červená Hora a Rudolice v Horách; a jako dopravně extrémně zatížené stanice („hot spot“) pak 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 (105 hodnocených stanic). Na 55 stanicích (hodnoceno pouze 36 stanic) 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 měřeními oxidu siřičitého, oxidu dusnatého, sumy oxidů dusíku, ozonu, oxidu uhelnatého, dalších kovů (Co, Zn, Cu, Se, Ti, V, Fe), měřeními suspendovaných částic frakce PM_{2,5} a prvků ve frakci PM_{2,5}; nově i ve frakci PM_{1,0}. Součástí zpracování jsou výsledky z rutinního monitoringu těkavých organických látek (benzen – 33 stanic) a polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU – 49 hodnocených stanic).

3 Metodika zpracování

Imisní charakteristiky byly zpracovány ve více úrovních.

- Standardní zpracování zaměřené 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 (R_{fk}) vydané SZÚ v květnu 2003, aktualizované v roce 2022 – zmocnění je v § 27 odst. 6 Zákona č. 201/2012 Sb.
- Hodnocení městských lokalit – zde 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. Střední úroveň zátěže obyvatel ve městech byla odhadnuta z městských požadových stanic (kategorie 2 až 5). 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. Patří sem i hodnocení podle kombinovaného indexu kvality ovzduší a sumy plnění imisních limitů.
- Hodnocení v relaci k doporučeným hodnotám WHO – pro kvantitativní odhad zdravotních dopadů v důsledku dlouhodobé expozice suspendovaným částicím a ozonu byly použity aktualizované Globální pokyny WHO (září 2021) pro kvalitu ovzduší v Evropě (AQG = Air Quality Guidelines) a podklady HRAPIE.
- Zpracovaný odhad karcinogenních rizik používá screeningový přístup, který uvažuje celoživotní expozici 24 hodin denně pro dospělého člověka o hmotnosti 70 kg, který vdechne 20 m³ 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.

4 Spolupůsobící faktory

- Mikroklimatické vlivy – měřené hodnoty byly v roce 2022 významně ovlivňovány meteorologickými a klimatickými podmínkami. Nadprůměrně teplá topná období měla vliv na měřené hmotnostní koncentrace suspendovaných částic, PAU a oxidů dusíku.
- Významný vliv na průběh hodnot v zimním období, zvláště po únoru 2022, měla ale i energetická krize, která vedla některé domácnosti k častějšímu přitápění různými typy pevných paliv v krbových kamnech a kotlích.

Přestože celkově lze rok 2022 z hlediska kvality ovzduší hodnotit jako příznivý, ve většině měřených lokalit byly překračovány mezní hodnoty koncentrace škodlivin doporučené Světovou zdravotnickou organizací. Z porovnání vycházejí nejhůře aerosolové částice (frakce $PM_{2,5}$) a polycyklické aromatické uhlovodíky; škodlivinou nově hodnou zájmu, v souvislosti s vyšší četností slunných až tropických dnů, se stává přízemní ozon.

5 Odhad expozice

V roce 2022 se úroveň znečištění venkovního ovzduší ve srovnání s rokem 2021 plošně mírně zhoršila (aerosolové částice obou sledovaných frakcí, NO_2 , As, Cd), setrvalý stav je u BaP, benzenu, Cr, Pb, Ni a Mn. S vyšší četností slunných až tropických dnů narůstá počet dnů a oblastí se zvýšenými koncentracemi přízemního ozonu. To koresponduje s mírnou (shodně s obdobím 2012 až 2021) opět teplotně nadprůměrnou zimou a sníženým výskytem nepříznivých rozptylových podmínek.

a) Základní látky (SO_2 , NO, NO_2 , NO_x , PM_{10} , $PM_{2,5}$, CO, O_3)

Měřené hodnoty oxidu uhelnatého a oxidu siřičitého na stanicích ve městech jen výjimečně překročily úroveň 25 % WHO doporučené 24hodinové koncentrace.

Měřené hodnoty u:

- **ozonu** v roce 2022 na všech stanicích, mimo dvou, alespoň jednou překročily hodnotu $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ u denního 8hodinového klouzavého průměru. Hodnoty nad $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ročního průměru byly naměřeny celkem na osmi pozadřových stanicích. Nejvyšší hodnota byla naměřena na stanici Praha 4 - Libuš (ALIB) - $177 \mu\text{g}/\text{m}^3/8\text{hod}$. Střední hodnota parametru SOMO35 5 197 (rozpětí 1 680 až 7 118). Srovnání s doporučenými nejvyššími hodnotami Světové zdravotnické organizace (AQG WHO) nelze pro nedostatek podkladů provést;
- **oxidu dusičitého** na pozadřových stanicích EMEP nepřekročily $5 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$. Doporučená roční hodnota AQG - $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ stanovená WHO (září 2021) byla v roce 2022 překročena na 54 stanicích (76 %), denní cílová hodnota AQG - $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ byla alespoň jednou překročena na 61 (97 %) městských stanicích. Nejvyšší počet překročení byl naměřen na stanici ALEG (Praha 2 - Legerova) - 292 (83 %). Odhad střední hodnoty v dopravě a průmyslem méně zatížených lokalitách pro rok 2022 je $14,4 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$;
- **aerosolových částic frakce PM_{10}** u 77 % hodnocených stanic překročilo WHO doporučenou roční střední hodnotu $15 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$. Proti roku 2021 znečištění ovzduší suspendovanými částicemi frakce PM_{10} mírně vzrostlo. Expozici suspendovaným částicím frakce PM_{10} tak lze plošně stále hodnotit jako kolísající a v Moravskoslezském kraji dlouhodobě o cca $5 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ zvýšenou. Jednou z příčin může být i přetrvávající dlouhodobý srážkový deficit, který částečně vyrovnává vliv teplých zim. Průběh hodnot v zimním období 2022 pravděpodobně také souvisí s energetickou krizí, která ovlivnila i oblasti s extenzivní dopravní zátěží. Trend vývoje zátěže prostředí aerosolovými částicemi frakce PM_{10} v sídlech má v posledních deseti letech klesající charakter. Odhad střední hodnoty v dopravě a průmyslem méně zatížených lokalitách pro rok 2022 je $17,7 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ (rozpětí $11,4$ až $25,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$);
- **aerosolových částic frakce $PM_{2,5}$** na všech hodnocených stanicích překročily WHO doporučenou roční střední hodnotu $5 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$. Odhad střední hodnoty v dopravě a průmyslem méně zatížených lokalitách pro rok 2022 je $17,7 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ (rozpětí $7,1$ až $24,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Průměrný podíl suspendovaných částic frakce $PM_{2,5}$ ve frakci PM_{10} se na městských stanicích pohyboval od 55 % až k více než 80 % v průmyslových lokalitách. Tento parametr primárně závisí na složení spolupůsobících zdrojů, zároveň ale má

významnou sezónní závislost; vyšší hodnoty podílu frakce PM_{2,5} (≈ 90 %) jsou zjišťovány v topné sezóně a v období nepříznivých rozptylových podmínek.

b) Kovy v aerosolu (As, Cd, Cr, Mn, Ni a Pb/ Ti, Cu, Zn, Fe, V, Co a Se)

Úroveň znečištění ovzduší většinou sledovaných kovů je v hodnocených městských neprůmyslových lokalitách dlouhodobě bez významnějších výkyvů. Hodnocení sledovaných kovů za rok 2022 je ale zásadně ovlivněno výpadkem měřicích systémů ICP-MS provozovaných ČHMÚ. U některých stanic jsou tak k dispozici data (Cr, Mn, Cu, Zn, Fe, V, Co a Se) pouze za první dva kvartály roku 2022. Z celkem 55 stanic, pro které jsou k dispozici alespoň částečná data za rok 2022, má pouze 37 stanic vyhodnotitelná data pro arsen, kadmium, nikl a olovo, a pouze 21 stanic vyhodnotitelná data pro chrom a mangan. Dobrá shoda hodnot ročního aritmetického a geometrického průměru u těchto kovů svědčí o relativní stabilitě a homogenitě měřených imisních hodnot bez velkých sezónních, klimatických či jiných výkyvů. V případě niklu a arsenu hodnoty v posledních letech pravděpodobně dále klesají.

V porovnání s hodnotami na pozad'ových stanicích byly koncentrace As, Cd, Cr, Mn, Ni a Pb v sídlech v roce 2022 přibližně 3 až 4krát vyšší. Zvýšené hodnoty arsenu 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 zatížená oblast na Ostravsku jsou charakterizovány zvýšenými hodnotami Ni, Mn, Cd, Cr a Pb, okolí Tanvaldu pak vyššími hodnotami Cd. Vyšší 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 průměr 0,57 ng/m³ platí pro stanice reprezentující pozad'ovou zátěž. Hodnoty nad 2 ng/m³ (33 % IL) ročního aritmetického průměru byly v roce 2022 naměřeny na 15 stanicích reprezentujících víceméně vliv lokálních topenišť. Odhad střední hodnoty v městských lokalitách se pohyboval na úrovni 0,80 ng/m³/rok - tedy ≈ 13 % 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** na 29 hodnocených městských stanicích nepřesáhly 0,5 ng/m³ (10 % IL), navýšení v městech 0,15 ng/m³/rok proti průměru na pozad'ových stanicích ČHMÚ (0,06 ng/m³/rok) je možno připsat lokálním zdrojům nebo průmyslové zátěži. Hodnoty ve většině sídel jsou dlouhodobě stabilní. Oblastmi se zvýšenou zátěží způsobenou průmyslovou výrobou je Ostrava, v případě staré zátěže zůstává Tanvald a okolí (až ≈ 2,2 ng/m³/rok);
- roční aritmetické průměry koncentrací **chromu** hodnocené pouze na 21 městské stanici byly v rozmezí 0,7 - 4 ng/m³, pouze na Ostravské stanici Radvanice (TORE), třech stanicích ve Středočeském kraji (Vrapice, Buštěhrad a Stehelčevy) a na jedné stanici v Klatovech bylo naměřeno více jak 5 ng/m³. Konzervativní odhad střední hodnoty ve městech 2,96 ng/m³/rok je, proti roku 2022 a mírně zvýšený. Podle modelového odhadu při středním zastoupení Cr^{VI+} ve směsi na úrovni 0,1 až 0,5 % by se jeho hodnoty pohybovaly v rozmezí 0,001 - 0,007 ng/m³, tedy pod úrovní 30 % 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 ($< 0,25 \text{ ng/m}^3$) se jedná o mírně zvýšené hodnoty. Odhad roční koncentrace Ni v městských pozadových lokalitách byl $0,75 \text{ ng/m}^3$. Hodnoty vyšší než 2 ng/m^3 byly v roce 2021 naměřeny pouze na čtyřech stanicích v Moravskoslezském kraji, kdy nejvyšší hodnoty ročního průměru byly naměřeny na stanici v Ostravě - Mariánské Hory (TOMH) a Přívoz (TOPR), kdy dosáhly 4 ng/m^3 (20 % 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 ($\approx 4,62 \text{ ng/m}^3/\text{rok}$) řadí olovo mezi méně významné škodliviny. Svědčí o tom i skutečnost, že roční střední hodnoty na 26 stanicích ze 32 hodnocených městských stanic nepřekročily 10 ng/m^3 ($< 2 \%$ IL). Roční imisní charakteristiky nad 20 ng/m^3 (tj. nad 4 % IL) byly v roce 2022 naměřeny pouze na stanicích v Ostravě Radvanicích - TORE a TORO. Nejvyšší hodnota ročního průměru na stanici TORE v Ostravě Radvanicích ($57,6 \text{ ng/m}^3$) je na úrovni 11 % IL;
- roční střední hodnoty **manganu** hodnocené na pouhých 21 městských stanicích překročily 20 ng/m^3 (13 % Rfk) na třech stanicích; vyšší hodnoty se nachází téměř výhradně v Moravskoslezském kraji. Nejvyšší byla zjištěna na průmyslem zatížené stanici TORE v Ostravě v Radvanicích - $78,2 \text{ ng/m}^3$ a představuje cca 50 % stanovené Rfk.
- **titan** je od roku 2018 měřen pouze na stanici v SZÚ (ASRO), hmotnostní podíl ve frakci PM_{10} se pohybuje okolo 0,1 %;
- **vanad, železo, kobalt, zinek, selen a měď** jsou kovy měřené ve frakci PM_{10} pouze na stanicích provozovaných ČHMÚ. Nejsou pro ně stanoveny imisní limity a v roce 2022 ani hodnoty použitelné pro hodnocení jejich expozice a vlivu na zdraví.

c) Organické látky (benzen a PAU)

Benzen - do zpracování za rok 2022 byly zahrnuty hodnoty benzenu měřené celkem na 33 stanicích. Úroveň znečištění ovzduší benzenem se v měřených městských lokalitách pohybovala v rozmezí od $0,7 \mu\text{g/m}^3$, což odpovídá hodnotám měřeným na pozadových stanicích, po $1,6 \mu\text{g/m}^3/\text{rok}$. Imisní limit pro benzen nebyl překročen na žádné stanici. Nejvyšší hodnoty - až $4,6 \mu\text{g/m}^3$ - jsou dlouhodobě zjišťovány v průmyslově zatížených lokalitách (chemický průmysl, metalurgie...).

Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU) - z porovnání imisních charakteristik sledovaného spektra na 49 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 $\text{PM}_{2,5}$ a menší; majoritní podíl mají pravděpodobně velikostní frakce $0,5$ až $0,8 \mu\text{m}$), 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.

Nejvýraznější víceméně setrvalý pokles je 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“. Na stanicích ve městech ČR má odhad lineárního trendu BaP 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 2021 došlo na většině typů stanic k poklesu.

- Ve větších městských celcích lze nadále v roce 2022 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 stanovitelnosti 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 stanicí 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 2,2 ng/m³, odhad střední hodnoty byl 0,85 ng/m³/rok;
- v dopravně silně zatížených lokalitách byla střední roční hodnota 0,83 ng/m³/rok (rozpětí 0,4 až 1,6 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 (1,6 až 6 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 2022 pro kategorii městských lokalit ovlivněných průmyslem byla odhadnuta na 2,16 ng/m³;
- střední hodnota 2,9 ng/m³ byla zjištěna 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.

V roce 2022 byla hodnota imisního limitu (1 ng/m³/rok) pro benzo[a]pyren (BaP) překročena na 15 z 49 do zpracování zahrnutých městských stanic. Imisní limit byl, mimo venkovské - příměstské stanice v Kladně Švermově (SKLS), Staňkově (PSTA), Broumově (HBRO) a stanice ve Valašském Meziříčí až několikanásobně překročen téměř na všech stanicích v Moravskoslezském kraji - s rozmezím 1,5 až 6,0 ng/m³/rok. Na městských stanicích mimo MSK nebyla hodnota IL 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 6,1 ng/m³. Na stanicích mimo Ostravsko-karvinskou pánev roční střední hodnoty jen výjimečně v roce 2022 překročily 1 ng/m³/rok. Výjimkou z pravidla je zdrojově a umístěním specifická

stanice v Kladně - Švermově (3,74 ng/m³/rok). Na stanicích v Ostravsko-karvinské pánvi byly roční průměry vyšší, v rozmezí 1 až 6 ng/m³/rok.

Karcinogenní potenciál směsi k-PAU (suma karcinogenních PAU) vyjádřený jako ekvivalent BaP (TEQ BaP) vykazoval velké rozdíly v závislosti na měřené lokalitě. Nejvyšší hodnota 8 ng/m³/rok byla zjištěna na stanici Ostrava Radvanice (TORE). Rovněž na dalších průmyslem zatížených stanicích v Moravskoslezském kraji byly nalezeny vyšší hodnoty (1,2 - 4,0 ng/m³/rok TEQ BaP) než na ostatních městských stanicích mimo MSK, kde se roční hodnoty TEQ BaP pohybovaly od 0,5 do 2,5 ng/m³. Potenciální vliv malých lokálních zdrojů na pevná paliva a dopravy ve špatně provětrávaných místech v malých sídlech pak dobře ilustruje hodnota 4,51 ng/m³ na stanici v Kladně - Švermově (SKLS).

6 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. V druhé úrovni je kvalita venkovního ovzduší hodnocena pomocí celkové sumy podílů imisních limitů.

a) Roční index kvality ovzduší (IKO_R)

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).

V obecné úrovni se hodnota IKO_R (0,912 - čisté ovzduší) v roce 2022 proti roku 2021 téměř ve všech typech městských lokalit mírně snížila. Hodnoty v posledních letech oscilují těsně okolo hranice první až druhé třídy kvality ovzduší. V oblastech s vlivem lokálně působících malých zdrojů na tuhá paliva se hodnota IKO_R pohybovala v rozmezí první a druhé třídy kvality ovzduší (0,83 až 1,83 tj. vyhovující až mírně znečištěné ovzduší). Nižší střední hodnoty IKO_R v městských lokalitách, rozdělených v závislosti na intenzitě dopravy (0,80 až 1,15) potvrzují významnost vlivu spalování tuhých paliv v domácích topeništích jako zdroje znečištění městského ovzduší. O lokálním vlivu emisí průmyslových zdrojů v ostravsko-karvinské oblasti vypovídají maximální hodnoty IKO_R, které zde dosahují v maximech až 4 třídy. (4. třída - znečištěné ovzduší).

b) 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 2,74 v městských pozad'ových oblastech až po 10,15 v průmyslové oblasti Ostrava Radvanice. Při detailnějším pohledu:

- 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 nezatížených městských lokalitách pohybovaly od 32 do 220 %; nejvyšší (střední roční) hodnota 603 % patří stanici v ostravské městské průmyslové oblasti.

- Průměrná roční koncentrace částic PM₁₀ čerpá imisní limit v nejnižší míře v městských pozadových (48 %), nejvíce pak v městských průmyslových (až 78 %). Totéž s rozšířením o dopravně exponované lokality platí pro oxid dusičitý, kde maximální hodnota na dopravním Hot-Spotu byla 98 %.
- U částic frakce PM_{2,5} se městské pozadové a dopravní lokality lišily v jednotkách procent (56 %), 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 60 % IL) arsenem, kadmíem (až 44 % v Tanvaldu a okolí) a benzenem (až 92 % 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.

7 Hodnocení zdravotních rizik

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. 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 za rok 2021 (Covid - 19) pro významné ovlivnění demografických údajů zpracovat.

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 PM₁₀ 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.

Odhad podílu zemřelých v důsledku dlouhodobé expozice aerosolovým částicím na celkovém počtu zemřelých se pohyboval od nulového v městských lokalitách bez dopravní zátěže až po zhruba 7 % předčasně zemřelých v nejvíce průmyslem a dopravou zatížených lokalitách (s nejvyšší průměrnou roční koncentrací této škodliviny).

Na základě odhadu průměrné koncentrace suspendovaných částic frakce PM₁₀ v roce 2022 v městském prostředí, mimo MSK (17,7 µg/m³), lze hruba odhadnout, že v důsledku znečištění ovzduší touto škodlivinou byla bazální celková úmrtnost navýšena o 1,1 %. Navýšení koncentrace PM₁₀ přibližně o 5 µg/m³ v hodnocených lokalitách MSK zvyšuje hodnotu odhadu na 3,25 %.

Teoretické zvýšení rizika nádorového onemocnění v důsledku expozice znečišťujícími látkami z venkovního ovzduší se již několik let v podstatě nemění; v roce 2022 se odhad rizika vzniku nádorového onemocnění pohyboval podle zátěže lokality od 3 případů na 100 milionů po 5 případů na 100 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. Největší příspěvek dlouhodobě představuje expozice karcinogenním polycyklickým aromatickým uhlovodíkům.

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

- BaP $7,31 \times 10^{-5}$ (≈ 1 případ z 10 tisíc)
- Arsen $1,44 \times 10^{-6}$ (≈ 2 případy z 1 milionu);
- Benzen $6,60 \times 10^{-6}$ (≈ 7 případů z 1 milionů)
- Nikl $1,98 \times 10^{-7}$ (≈ 3 případy z 10 milionů)
- Kadmium $7,35 \times 10^{-8}$ (≈ 1 případ z 10 milionů) - nejnižší z hodnocených látek.

Celkové navýšení individuálního celoživotního rizika vypočtené pro látky s bezprahovým působením (BaP, benzen, Cd, Ni a As) v městských lokalitách v ČR pro rok 2022 bylo, srovnatelně s rokem 2021) na úrovni $8,2 \times 10^{-5}$, tj. přibližně jeden případ na 10 tisíc obyvatel

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. 15. - 2022, 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 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	AVRS		✓	✓			✓	✓				
Kraj Středočeský	Beroun	SBER		✓	✓	✓		✓	✓	✓			
	Buštěhrad	SBUS							✓			✓	
	Čelákovice	SCEX							✓			✓	✓
	Kladno	SKLM					✓		✓	✓	✓		
	Kladno-Švermov	SKLS	✓	✓	✓			✓	✓			✓	✓
	Kolín	SKOAA							✓			✓	✓
	Kralupy n/V	SKRP							✓	✓		✓	✓
	Kutná Hora	SKHO		✓	✓			✓	✓	✓			

Kraj	Lokalita	stanice	SO ₂	NO	NO ₂	CO	O ₃	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	BZN	TK	PAU
	Mladá Boleslav	SMBO		✓	✓		✓	✓	✓	✓			
	Ondřejov	SONR					✓						
	Příbram	SPBR		✓	✓			✓	✓			✓	☐
	Rozdávovice (okr. Nymburk)	SROR	✓	✓	✓			✓	✓	✓			✓
	Slaný	SSLN							✓			✓	
	Stehelčevy	SSTE							✓			✓	
	Vrapice	SKLC							✓			✓	
Kraj Jihočeský	ČHMÚ-Č. Budějovice	CCBD	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		
	Č. Budějovice	CCBT							✓	✓		✓	✓
	Churánov	CCHU	✓	✓	✓		✓	✓	☐	☐		✓	
	Kocelovice	CKOC					✓		☐			☐	☐
	Pelhřimov	JPEM					☐		✓	✓		✓	✓
	Prachatice	CPRA		✓	✓		✓	✓	✓				
	Strakonice	CSTR		☐	☐		☐	☐	✓	✓		✓	✓
	Hojná-Voda	CHVO					✓		✓				
	Tábor	CTAB		✓	✓	✓	✓	✓	✓				
	Temelín	CTEM							✓			✓	✓
Kraj Plzeňský	Klatovy	PKLS							✓	✓		✓	✓
	Kamený Ujezd (okr. Rokycany)	PKUJ	✓	✓	✓			✓	✓	✓			
	Plzeň-město	PPLV	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓			
	Plzeň-Slovany	PPLX							✓		✓	✓	✓
	Přimda	PPRM	✓	✓	✓		✓	✓					
	Stankov	PSTA							✓				✓
Kraj Karlovarský	Fr. Lázně	KFLC	✓					✓					
	M. Lázně	KMLK	✓					✓					
	Přebuz	KPRB	✓	✓	✓		✓	✓					

Kraj	Lokalita	stanice	SO ₂	NO	NO ₂	CO	O ₃	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	BZN	TK	PAU
	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							✓					
Kraj Liberecký	Česká Lípa	LCLM							✓				
	Frýdlant	LFRT	✓				✓		✓	✓			
	Jizerka	LJIZ							☐			✓	

Kraj	Lokalita	stanice	SO ₂	NO	NO ₂	CO	O ₃	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	BZN	TK	PAU
	CHMU-Jablonec n/N	LJNM							✓			✓	
	CHMU-Liberec - Rochlice	LLIL	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Radimovice (okr Liberec)	LRAD							✓				
	Souš	LSOU					✓		□			✓	
	Tanvald	LTAS							□			✓	
	Uhelná	LUHL							✓	✓			
Kraj Pardubický	Moravská Třebová	EMTP		✓	✓			✓	✓	✓			
	Pardubice	EPAO	✓	✓	✓			✓			✓		
	Pardubice	EPAU	✓				✓		✓	✓	✓	✓	✓
	Sezemice	ESEZ							✓				
	Svratouch	ESVR					✓		✓	✓		✓	
Kraj Královéhradecký	Broumov	HBRO							✓				✓
	Hradec Králové	HHKB		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		
	Hradec Králové	HHKS		✓	✓			✓	✓	✓		✓	✓
	Hradec Králové	HHKT							✓	✓			
	Hradec Králové	HHKO					✓						
	Rýchory v Krkonoších	HKRY					✓						
	Jičín	HJIC							✓	✓		✓	✓
	Polom	HPLO	✓	✓	✓		✓	✓	✓				
	Rychnov nad Kněžnou	HRNK							✓				
	Trutnov	HTRT							✓				
	Velichovky	HVEL							✓				
Kraj Vysočina	Jihlava-Znojemská	JJIZ		✓	✓			✓	✓	✓		✓	✓
	Kostelní Myslová	JKMY					✓						
	CHMU-Košetice - EMEP	JKOS	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Kraj	Lokalita	stanice	SO ₂	NO	NO ₂	CO	O ₃	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	BZN	TK	PAU
	Křižanov	JKRI							✓	✓			
	Pelhřimov	JPEM							✓	✓		✓	✓
	Třebíč	JTRE					✓		✓				
	Žďár nad 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	Stítná nad Vláří	ZSNV					✓						
	Těšnovice	ZTNV	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓			
	Uh. Hradiště	ZUHR		✓	✓	✓		✓	✓				
	Valašské Meziříčí	ZVMZ							✓	✓	✓		✓
	Vsetín	ZVSH							✓				
	Zlín	ZZLN	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Kraj Olomoucký	Bělouč (okr. Přerov)	MBEL							✓	✓		□	□
	Jeseník	MJES	✓	✓	✓		✓	✓	✓				

Kraj	Lokalita	stanice	SO ₂	NO	NO ₂	CO	O ₃	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	BZN	TK	PAU
	Nový Malín	MNMA							✓	✓			
	Olomouc	MOLJ		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		☐
	Olomouc-Šmeralova	MOLS							✓	✓		✓	✓
	Přerov	MPRR	✓				✓		✓	✓			
	Prostějov	MPST							✓				
Kraj Moravsko-slezský	Bílý Kříž - EMEP	TBKR	✓	✓	✓		✓	✓	☐			✓	
	Bruntál	TBRS							✓	✓			✓
	Č. Hora	TCER		✓	✓		✓	✓	☐			✓	
	CHMU-Český Těšín	TCTN	✓	✓	✓			✓	✓	✓		✓	✓
	Frýdek-Místek	TFMI		✓	✓			✓	✓	✓			
	Haviřov	THAR							✓	✓			
	Karviná-ZÚ	TKAO		✓	✓			✓	✓	✓		✓	✓
	Karviná	TKAV	✓	✓	✓		☐	✓	✓	✓			☐
	Ostrava Hanušov	TOHU											✓
	Ostrava Poruba	TOPD											✓
	ČHMÚ-OVA - Českoobrtrská	TOCB		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		
	ČHMÚ-Ostrava - Fifejdy	TOFF	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓		
	Ostrava-Mariánské hory - ZÚ	TOMH							✓			✓	✓
	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							✓					

Kraj	Lokalita	stanice	SO ₂	NO	NO ₂	CO	O ₃	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	BZN	TK	PAU
	Rychvald (Okr. Karviná)	TRYC	✓	✓	✓			✓	✓	✓			
	Studénka (okr. N. Jičín)	TSTD	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
	Třinec	TTRO					✓		✓	✓	✓		
	Věrnovice	TVER	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓		□
CELKEM zahrnuto		156	45	71	72	12	55	72	135	78	33	55	49

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

Tabulka č. 16. - 2022, Zařazení hodnocených stanic do příslušných kategorií a řešené programy

Kraj	Název sídla	Kod Stanice	kód	Definice lokality	Program						
					A	M	K	P	D	0	5
Praha	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		✓				✓	
	Celákovice	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	✓				✓		

Kraj	Název sídla	Kod Stanice	kód	Definice lokality	Program							
					A	M	K	P	D	0	5	
	Kladno-Švermov	SKLS	16	Venkovská obytná se střední úrovní dopravy	✓			✓		✓		
	Kolín	SKOA	5	Městská obytná zóna s dopravní zátěží 5 až 10 tis. vozidel/24 hodin	✓			✓		✓		
	Kralupy n/V	SKRP	8	Městská průmyslová zóna s vyšším významem vlivu technologií než dopravy	✓			✓		✓		
	Kutná Hora	SKHO	3	Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II.	✓							
	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.	✓			☐		✓		
	Rozdávovice (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	✓							
	Churáňov	CCHU	11	Venkovská pozadová	✓					✓		
	Kocelovice	CKOC	11	Venkovská pozadová	✓	☐		☐		☐		
	Pelhřimov	JPEM	2	Městská obytná zóna pouze s lokálními zdroji REZZO III	✓			✓		✓		
	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	✓							
	Temelín	CTEM	11	Venkovská pozadová		✓		✓		✓		
	Strakonice	CSTR	4	Městská obytná zóna s dopravní zátěží 2 až 5 tis. vozidel/24 hodin	✓	☐		✓		✓		
Karlovarsk	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	✓				✓			

Kraj	Název sídla	Kod Stanice	kód	Definice lokality	Program							
					A	M	K	P	D	0	5	
	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.	✓			☐	✓	✓		
Plzeňský kraj	Klatovy	PKLS	4	Městská obytná zóna s dopravní zátěží 2 až 5 tis. vozidel/24 hodin	✓			✓		✓		
	Kamený Ujezd (okr. Rokycany)	PKUJ	12	Venkovská zemědělská	✓							
	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	✓							
	Stankov	PSTA	3	Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II.		✓		✓				
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	✓							
Ústecký kraj	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.	✓							

Kraj	Název sídla	Kod Stanice	kód	Definice lokality	Program							
					A	M	K	P	D	0	5	
	Krupka (u Teplic)	UKRU	12	Venkovská zemědělská	<input type="checkbox"/>							
	Lom u Mostu	ULOM	13	Venkovská průmyslová	✓					✓		
	Litoměřice	ULTT	3	Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II.	✓			✓				
	Měděnec	UMED	11	Venkovská pozadová	✓							
	Most	UMOM	5	Městská obytná zóna s dopravní zátěží 5 až 10 tis. vozidel/24 hodin	✓				✓	<input type="checkbox"/>		
	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	✓			<input type="checkbox"/>	✓	✓		
	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	✓				✓	<input type="checkbox"/>		
	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	<input type="checkbox"/>	✓						
Pardubický kraj	Moravská Třebová	EMTP	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	<input type="checkbox"/>	✓						
	Svratouch	ESVR	11	Venkovská pozadová	✓	✓					✓	
	Ústí nad Orlicí	EUOR	11	Venkovská pozadová	<input type="checkbox"/>	✓						
Královéhradecký kraj	Broumov	HBRO	12	Venkovská zemědělská	<input type="checkbox"/>	✓		✓				
	Hradec Králové	HHKB	5	Městská obytná zóna s dopravní zátěží 5 až 10 tis. vozidel/24 hodin	✓				✓			

Kraj	Název sídla	Kod Stanice	kód	Definice lokality	Program							
					A	M	K	P	D	0	5	
	Hradec Králové	HHKO	1	Městská pozadová	<input type="checkbox"/>		✓	<input type="checkbox"/>				
	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.	<input type="checkbox"/>	✓						
	Jičín	HJIC	3	Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II.	<input type="checkbox"/>	✓		✓		✓		
	Rýchory v Krkonoších	HKRY	11	Venkovská pozadová	✓							
	Polom	HPLO	11	Venkovská pozadová	✓							
	Rychnov nad Kněžnou	HRNK	13	Venkovská průmyslová	<input type="checkbox"/>	✓						
	Trutnov	HTRT	3	Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II.	✓							
	Velichovky	HVEL	3	Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II.	<input type="checkbox"/>	✓						
Jihomoravský 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.	<input type="checkbox"/>			✓				
	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	<input type="checkbox"/>	✓						
	Brno-město	BBNF	3	Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II.	<input type="checkbox"/>	✓						
	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	<input type="checkbox"/>	✓		✓		✓		
	Mikulov	BMIS	11	Venkovská pozadová	✓				✓			
	Vyškov	BVYS	2	Městská obytná zóna pouze s lokálními zdroji REZZO III	<input type="checkbox"/>	✓						
	Znojmo	BZNO	5	Městská obytná zóna s dopravní zátěží 2 až 5 tis. vozidel/24 hodin	✓	<input type="checkbox"/>						
Jihlava	JJIZ	6	Městská obytná zóna s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin	✓			✓		✓			

Kraj	Název sídla	Kod Stanice	kód	Definice lokality	Program						
					A	M	K	P	D	0	5
Kraj Vysočina	Kostelní Myslová	JKMY	12	Venkovská zemědělská	✓			<input type="checkbox"/>			
	Košetice	JKOS	11	Venkovská pozadová	✓			✓	✓	✓	✓
	Křižanov	JKRI	12	Venkovská zemědělská	<input type="checkbox"/>	✓					
	Třebíč	JTRE	2	Městská obytná zóna pouze s lokálními zdroji REZZO III	✓						
	Žďár n/Sázavou	JZNZ	3	Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II.	✓			✓		✓	
Zlínský kraj	Stítná n/Vláří	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	<input type="checkbox"/>	✓					
	Zlín	ZZLN	2	Městská obytná zóna pouze s lokálními zdroji REZZO III	✓			✓	✓	✓	
Olomoucký kraj	Prostějov	MPST	2	Městská obytná zóna pouze s lokálními zdroji REZZO III	✓						
	Běloutín (okr. Přerov)	MBEL	12	Venkovská zemědělská	✓			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
	Jeseník	MJES	11	Venkovská pozadová	✓						
	Nový Malín	MNMA	2	Městská obytná zóna pouze s lokálními zdroji REZZO III	<input type="checkbox"/>	✓					
	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	MPPR	5	Městská obytná zóna s dopravní zátěží 5 až 10 tis. vozidel/24 hodin	✓						
Moravsko-slezský kraj	Bílý Kříž - EMEP	TBKR	11	Venkovská pozadová	✓					✓	
	Bruntál	TBRS	3	Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II.	<input type="checkbox"/>	✓		✓			
	Č. Hora	TCER	11	Venkovská pozadová	✓					✓	
	Český Těšín	TCTN	3	Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II.	✓			✓		✓	
	Frýdek-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	✓	<input type="checkbox"/>					

Kraj	Název sídla	Kod Stanice	kód	Definice lokality	Program						
					A	M	K	P	D	0	5
	Karviná	TKAO	8	Městská průmyslová zóna s vyšším významem vlivu technologií než dopravy	<input type="checkbox"/>		✓	✓		✓	
	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)	✓				✓		
	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)	<input type="checkbox"/>			✓			
	Ostrava	TOMH	8	Městská průmyslová zóna s vyšším významem vlivu technologií než dopravy	<input type="checkbox"/>		✓	✓		✓	
	Ostrava	TOPD	4	Městská obytná zóna s dopravní zátěží 2 až 5 tis. vozidel/24 hodin	<input type="checkbox"/>			✓			
	Ostrava	TOPO	4	Městská obytná zóna s dopravní zátěží 2 až 5 tis. vozidel/24 hodin	✓	<input type="checkbox"/>		✓	✓	✓	✓
	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	<input type="checkbox"/>		✓	✓		✓	
	Ostrava	TORO	8	Městská průmyslová zóna s vyšším významem vlivu technologií než dopravy	<input type="checkbox"/>		✓	✓		✓	
	Ostravice (okr. Frýdek-Místek)	TOSG	13	Venkovská průmyslová	<input type="checkbox"/>	✓		✓		✓	
	Opava	TOVK	3	Městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II.	✓			✓	✓		
	Ostrava	TOZR	8	Venkovská průmyslová	✓						
	Písečná (okr. F. Místek)	TPIS	12	Venkovská zemědělská	<input type="checkbox"/>	✓					
	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.	✓				✓		
	Věrnovice	TVER	13	Venkovská průmyslová	✓			<input type="checkbox"/>	✓		

Kraj	Název sídla	Kod Stanice	kód	Definice lokality	Program						
					A	M	K	P	D	0	5
Celkem					113	37	5	49	33	55	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 pozad'ové stanice a stanice použité u jednotlivých látek jako pozad'ové (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 2022 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. 17 - Úrovně zátěže a odhad potenciálních zdravotních účinků pro základní látky, těžké kovy, benzen a BaP v roce 2022 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.

 Rok 2022 - MZSO - Monitoring zdravotního stavu obyvatelstva		Městské dopravou a průmyslem nezatížené lokality		Městské středně dopravou zatížené lokality			Dopravní Hot-spots	Městské oblasti zatížené průmyslem			Pozadíové stanice ČHMÚ	Venkovské, předměstské stanice				Odhad střední hodnoty ve městech ČR	Do hodnocení zahrnuto celkem stanic	
látka	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)	17,2	17,4	16,9	19,0	21,3	23,6	20,5		23,9	11,8	17,1	25,6	20,8	17,5	23,7	17,7	131
	M-S kraj	21,8	22,7	24,5				24,5	26,3	27,0		22,1	28,3				23,1	21
PM _{2,5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$)		13,3	13,3	14,3	13,6	13,8	14,3	16,9	19,8	18,7	10,2	12,7	17,3		13,0		14,1	79
SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$)		3,9	3,7	5,0	3,8	5,6		4,7	5,2		2,5	3,7	5,4		4,1	3,6	3,7	45
NO ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$)		3,2	3,5	4,1	6,6	13,4	24,4	4,7	6,6	20,2	0,7	1,9	3,0		2,7	5,1	6,0	71
NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$)		12,8	13,4	13,8	17,0	23,9	34,0	16,0	20,4	28,3	4,6	9,2	11,3		13,0	13,4	15,0	72
NO _x ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$)		17,6	17,4	20,0	27,3	44,4	71,5	22,9	30,7	59,4	5,5	12,1	15,9		16,9	21,3	23,8	73
CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$)		-	329		282	350	494			331	195	289					324	12
O ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$)		50,0	54,2		49,6	51,6	40,2	53,7			68,3	54,7	47,7		51,3		58,0	55
Benzen ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$)		1,0	1,0	1,5	1,1	1,1	1,3	1,4	4,6	2,3	0,7	0,8	1,8				1,1	33
BaP ($\text{ng}/\text{m}^3/\text{rok}$)		0,56	0,92	1,09	0,4	0,69		2,06	2,32	2,9	0,28	1,05	0,88			2,91	0,84	49
As ($\text{ng}/\text{m}^3/\text{rok}$)		0,75	1,39	2,29	1,59	1,40		2,24	2,17		0,57	0,58	3,55	3,86	1,0	4,21	1,49	37
Cd ($\text{ng}/\text{m}^3/\text{rok}$)		0,14	0,14	0,16	0,21	0,14		0,62	0,37		0,06	0,08	0,11	0,16		0,17	0,15	37
Cr ($\text{ng}/\text{m}^3/\text{rok}$)		-	1,09	1,05	1,88	3,44	1,62	-	1,86		-			1,23	2,49		1,17	21
Mn ($\text{ng}/\text{m}^3/\text{rok}$)		-	6,81	6,19	6,78	6,77	8,10	-	12,81		-			6,74	7,10		6,45	21
Ni ($\text{ng}/\text{m}^3/\text{rok}$)		0,54	0,83	0,85	0,59	0,63		1,72	3,77		0,25	0,26	0,62	1,05		0,44	0,75	37
Pb ($\text{ng}/\text{m}^3/\text{rok}$)		3,91	4,94	4,95	4,77	3,80		16,75	13,37		2,06	2,60	3,66	5,13		4,81	4,62	37
ČR (bez MSK) - PM ₁₀ - odhad nárůstu předčasné úmrtnosti v %		0,88	0,96	0,76	1,60	2,52	3,44	2,20		3,56	0,00	0,84	4,24	2,32	1,00	3,48	1,08	
MSK - PM ₁₀ - odhad nárůstu předčasné úmrtnosti v %		2,72	3,08	3,80				3,80	4,52	4,80		2,84	5,32				3,22	
Celkové ILCR (Benzen, BaP, As, Cd, Ni)		5,7E-05	8,9E-05	1,1E-04	4,4E-05	6,8E-05	8,3E-05	1,9E-04	2,3E-04	2,6E-04	2,7E-05	9,4E-05	9,2E-05	8,6E-05			8,3E-05	
Poznámka:	1. Odhad předčasné úmrtnosti je počítán pro ČR a Moravskoslezský kraj zvlášť. 2. Odhad předčasné úmrtnosti respektuje aktualizované Guide lines WHO (2021)																	

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 PM_{10} .
- Součástí zpracování je odhad střední hodnoty vypočtený pro městské dopravou a průmyslem extenzivně nezatížené 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:
- <https://szu.cz/temata-zdravi-a-bezpecnosti/zivotni-prostredi/ovzdusi/monitoring-ovzdusi/>
- <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/imisni-situace>

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

https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/tab_roc/tab_roc_CZ.html

https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/grafroc_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 jsou v průběhu vegetačního období předávána do médií a prezentována na volně přístupných internetových stránkách ve formě grafické a tabelární informace (viz například, <https://szu.cz/temata-zdravi-a-bezpecnosti/zivotni-prostredi/ovzdusi/pyly/http-szu-ctest-cz-tema-zivotni-prostredi-ovzdusi-pyly/>).

Do zprávy za rok 2022 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:

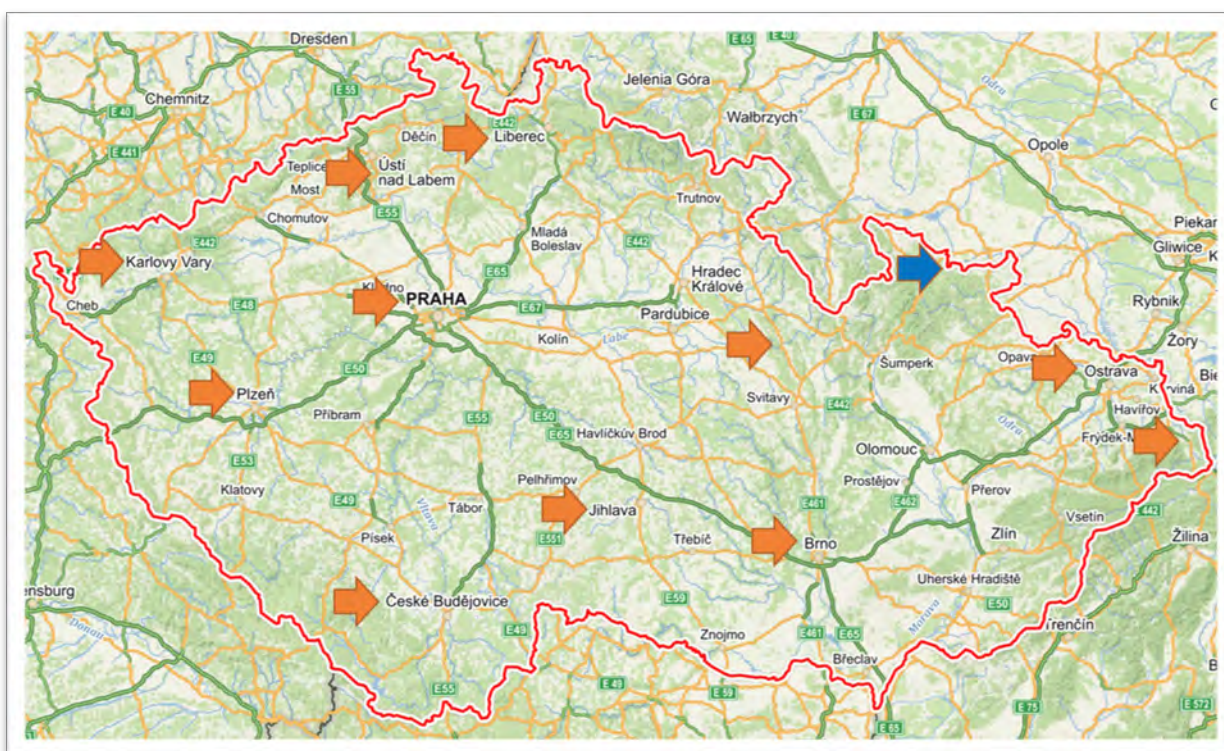
- **České Budějovice** (48 ° 57'40,0 "N 14 ° 28'01,0" E, 381 m n.m + 15 m od země k lapači) - monitor se nachází na střeše nemocnice v Českých Budějovicích, B. Němcové 585/54, České Budějovice 7, 370 01. Asi 3 kilometry vzdušnou čarou a asi 5 kilometrů pěšky se nachází rozlehlý lesopark Stromovka. Původní 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. 18 – Definované skupiny pylů podle významnosti rodu

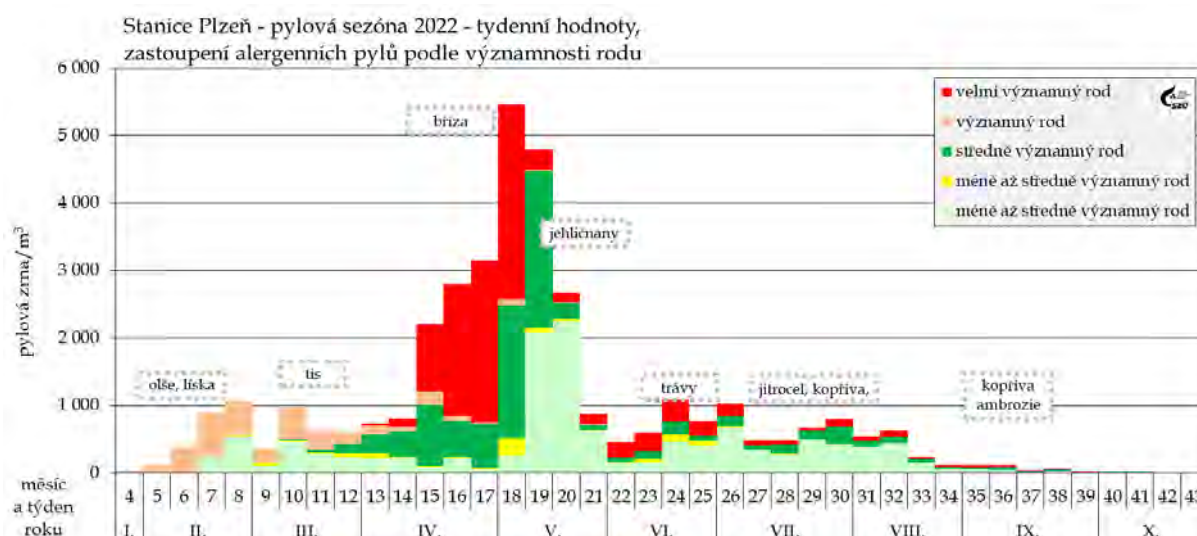
Pylová skupina	Zařazené sledované rody rostlin	Identifikace v grafech
velmi významný rod	bříza, trávy, pelyněk, ambrózie	■
významný rod	olše, líska, cypřišovitě	■
středně významný rod	vrba, jasan, habr, dub, platan, jitrocel, šťovík, merlíkovité	■
méně až středně významný rod	řepka olejka, topol, buk, ořešák, lípa, pajasan, hvězdnicovitě	■
málo významný rod	tis, borovice, jirovec, 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. 19 – 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 2022 na stanici v Plzni s vyznačením dominantních pylů

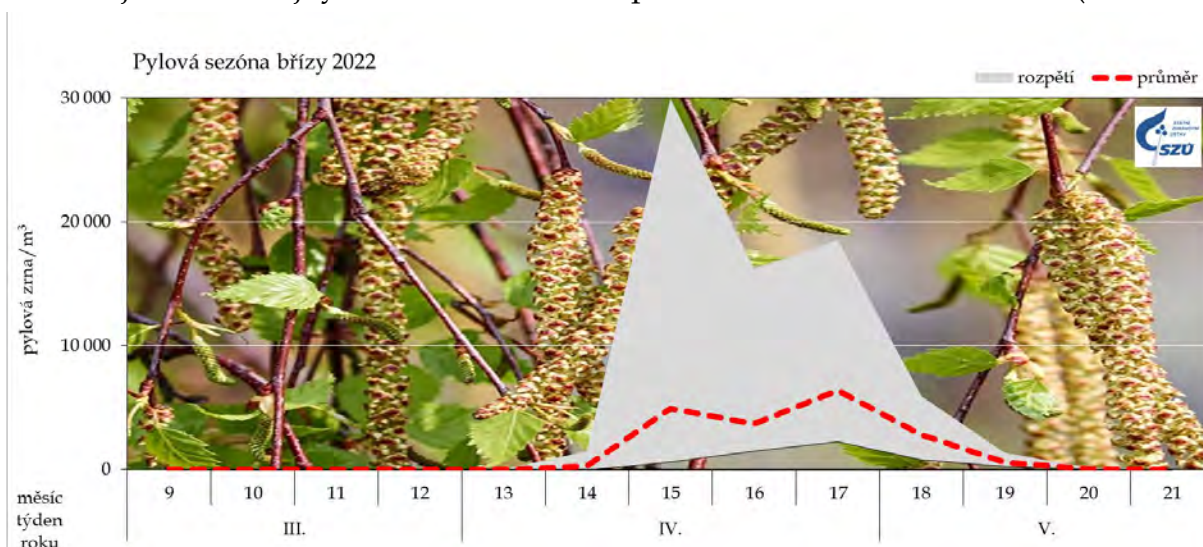
Pylová sezóna začíná výskytem pylových zrn kvetoucích dřevin. Jako první se objevují pyly lísky (*Corylus*) a olše (*Alnus*), dvou významně alergenních pylů, které mohou způsobovat první alergické obtíže. Z důvodu zkřížené reaktivity způsobují problémy

také u lidí citlivých na břízu. V roce 2022 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 1 907 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).

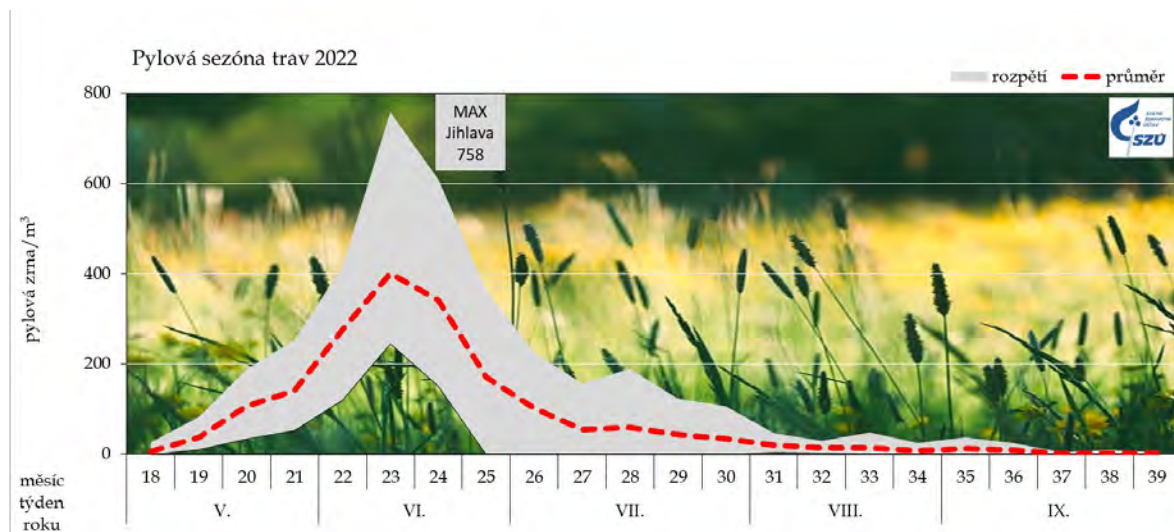
Nejvýznamnější jarní alergen – pyl břízy (Betula) – se objevil na přelomu března a dubna a v nejvyšších počtech se vyskytoval v posledních dvou dubnových týdnech. Jednotlivá zrna bylo možné nalézat do začátku června. Denní počty zrn tradičně dosahují stovek. Nejvyšší denní hodnotu napočítali 22. 4. v Ústí nad Labem (1 203 zrn).



Obr. č. 39 – Velmi významně alergenní pyly - pylová sezóna břízy v roce 2022

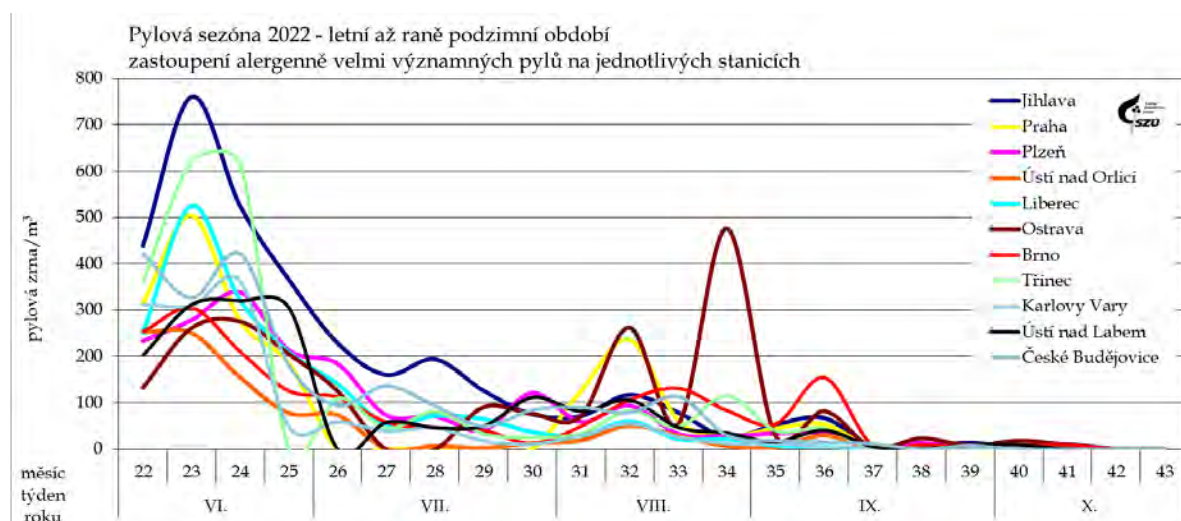
Pro pozdně jarní období je typický výskyt pylu kvetoucích dřevin a bylin. Začátkem dubna začal kvést habr (Carpinus), následně se přidávají javor (Acer) a dub (Quercus). Začátkem května se téměř současně objevují pylová zrna smrku (Picea) a borovice (Pinus). Pyl borovice je ve velkém množství přítomen 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 2022 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.

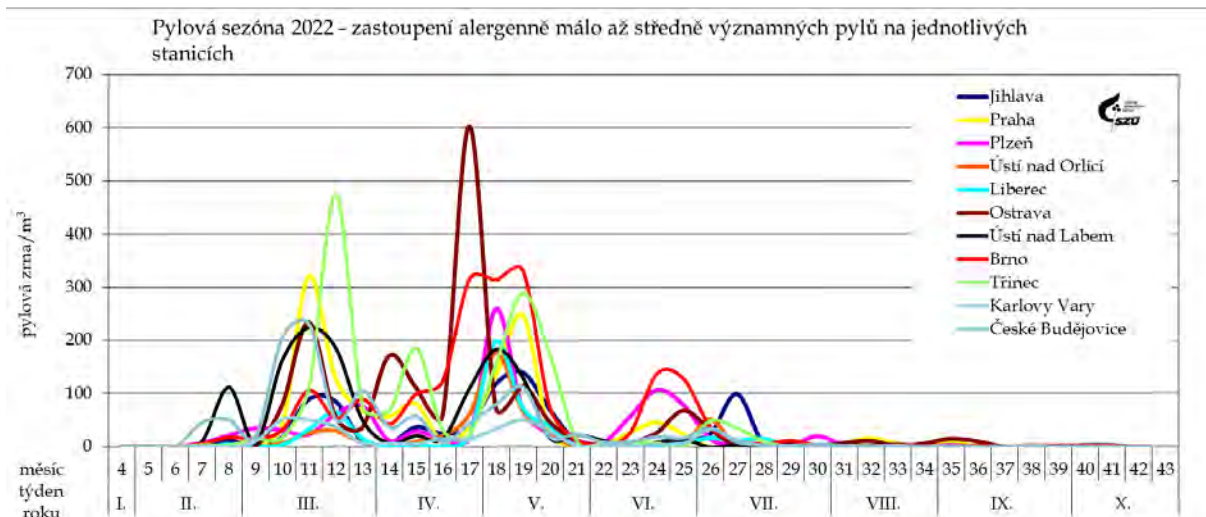


Obrázek č. 40 – Velmi významně alergenní pyly - pylová sezóna trav v roce 2022

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 2022 ani hodnot 100 zrn/m³/týden.



Obr. č. 41 – Alergenně velmi významné pyly v letním až podzimním období



Obr. č. 42 – 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.

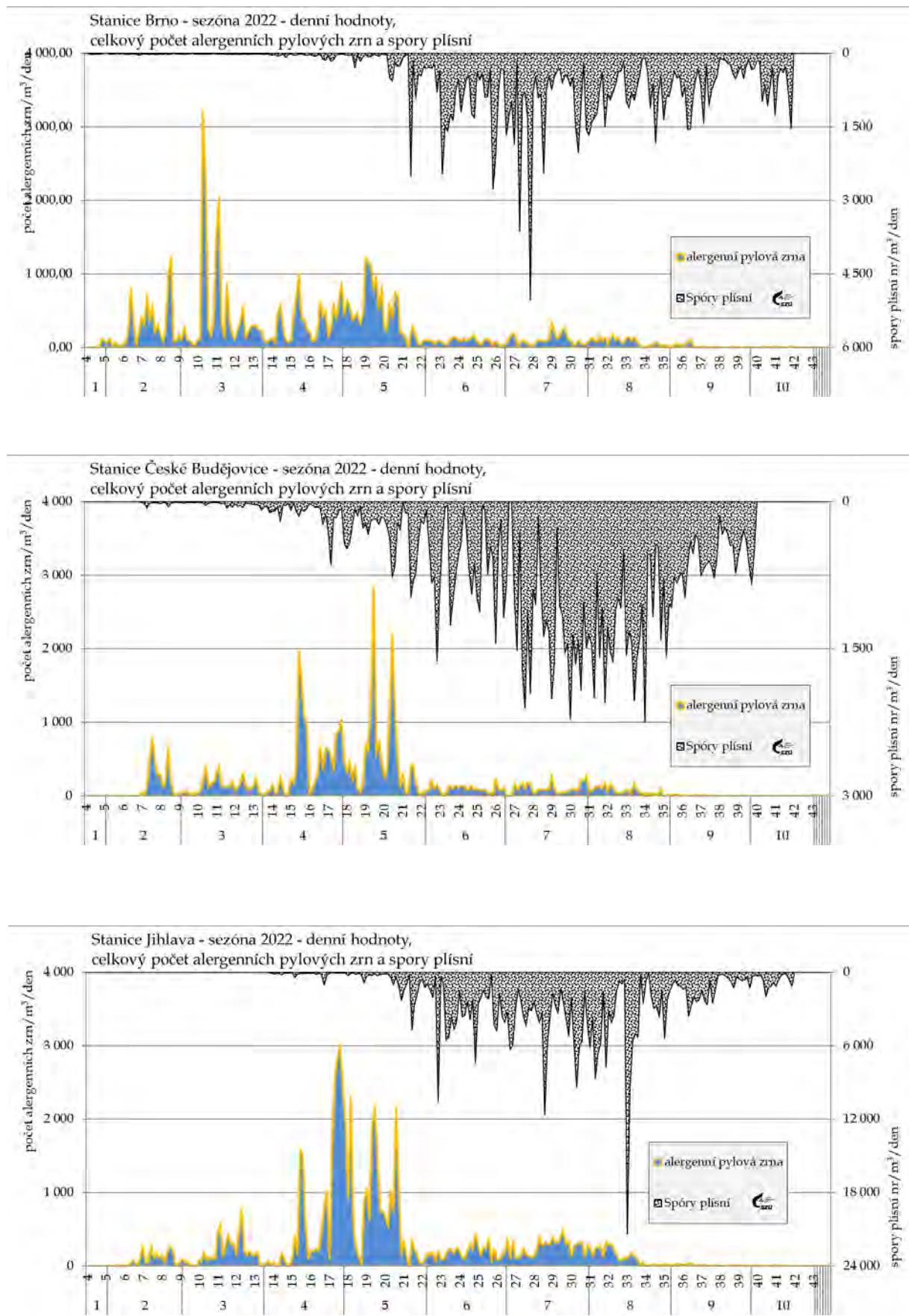
Velmi agresivní pyl ambrózie (*Ambrosia*) se začal objevovat o něco později. První zrna byla na většině stanic nalezena v polovině srpna. V ovzduší se jednotlivá zrna nacházela do konce října. Nejvyšší denní hodnoty se pohybovaly do 80 zrn/m³/den, s výjimkou Jihlavy s počtem zrn 179 (9. 9.) a Brna s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

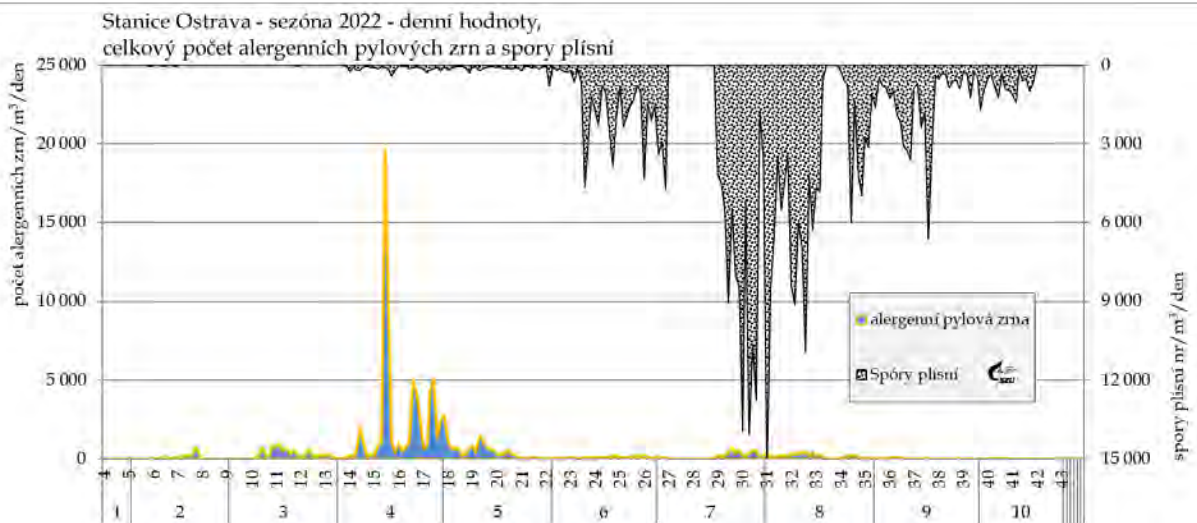
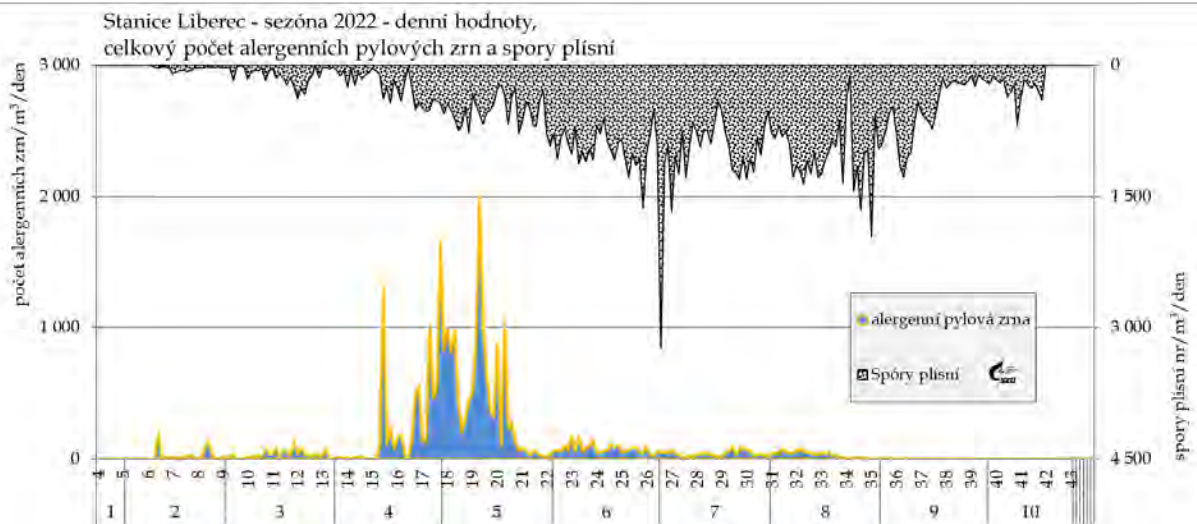
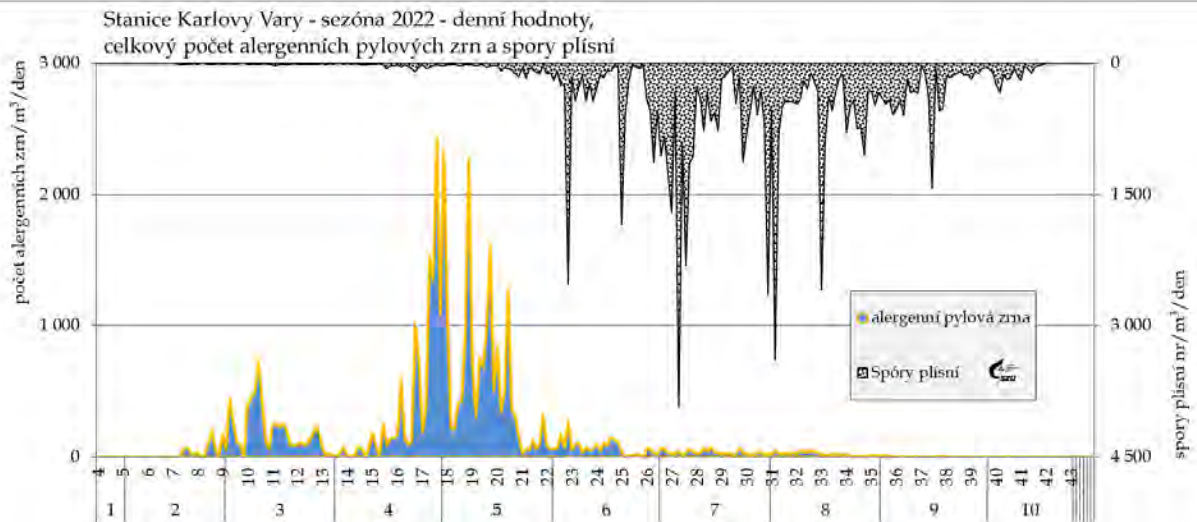
V říjnu (raně podzimní období), kdy pylová sezóna v ČR končí, se v ovzduší nacházela pylová zrna kopřivy (*Urtica*), pelyňku (*Artemisia*), ambrózie (*Ambrosia*), trav (*Poaceae*) a jitrocele (*Plantago*) jen ojediněle a v malém množství.

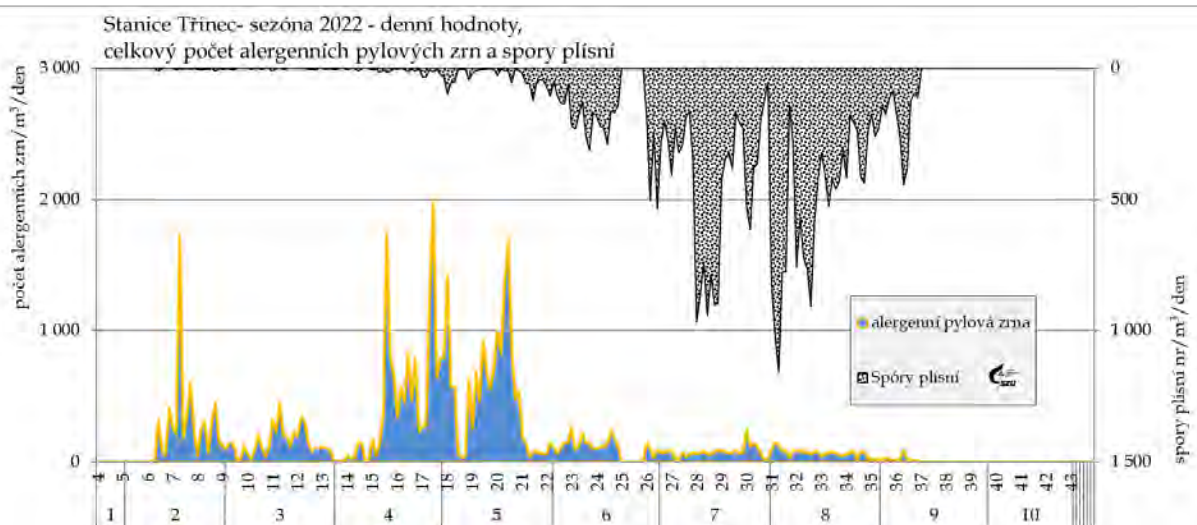
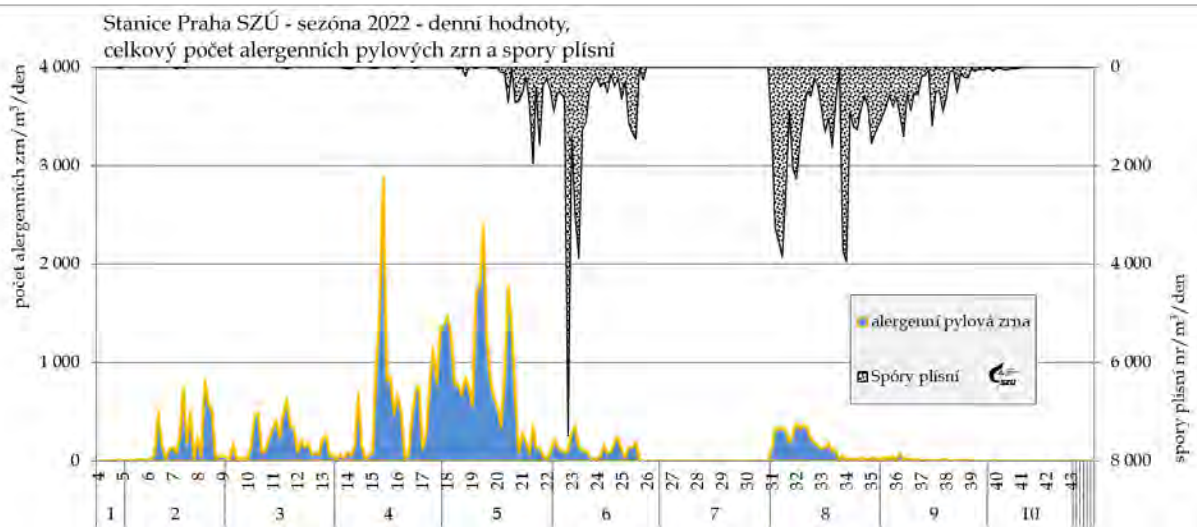
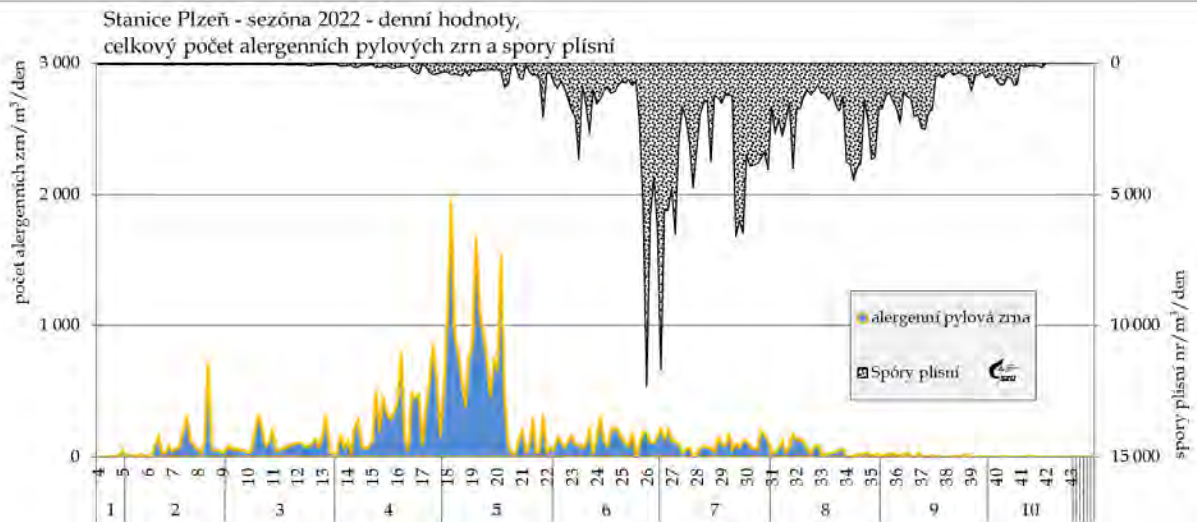
Spory venkovních plísňí byly nalézány prakticky v průběhu celého sledovaného období (viz průběhy v jednotlivých lokalitách), přesto markantní nárůst jejich koncentrace začíná na začátku června a tradičně se maximální hodnoty objevují v letním období a začátkem podzimu. Jednotlivé oblasti se od sebe značně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

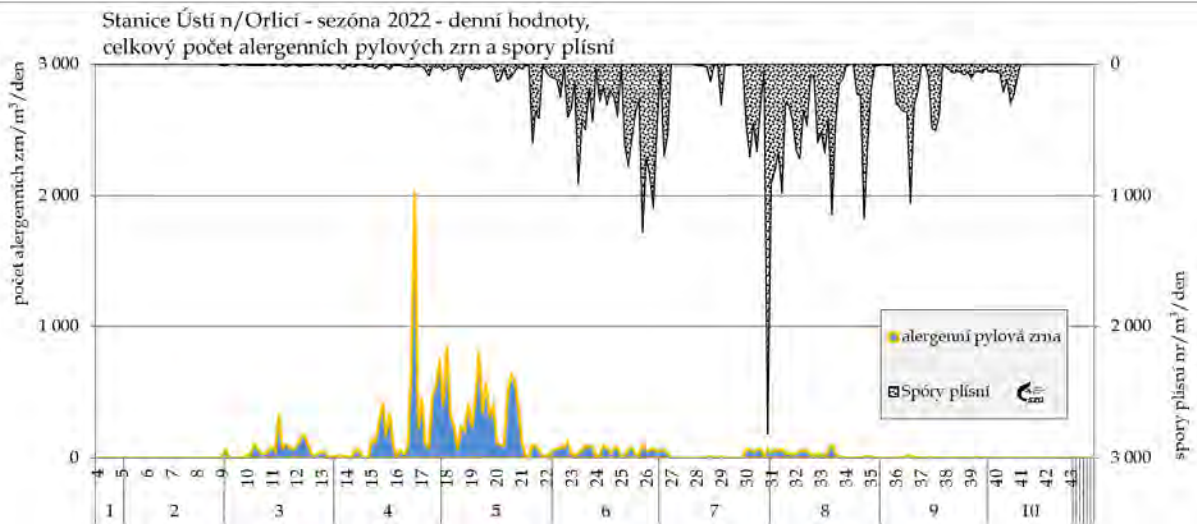
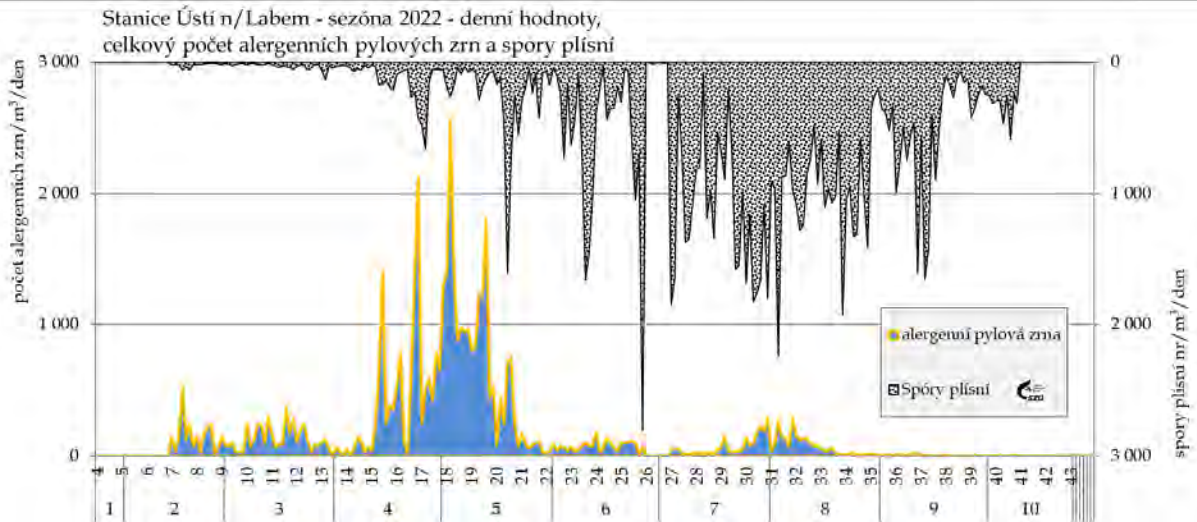
V alergologicky významném množství byly nalézány pouze spory venkovních plísňí.

Obr. č. 43 – a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k - Pylová sezóna 2022 – průběh týdenních hodnot sumy sledovaných alergenních a nealergenních pylů a plísni v jednotlivých lokalitách

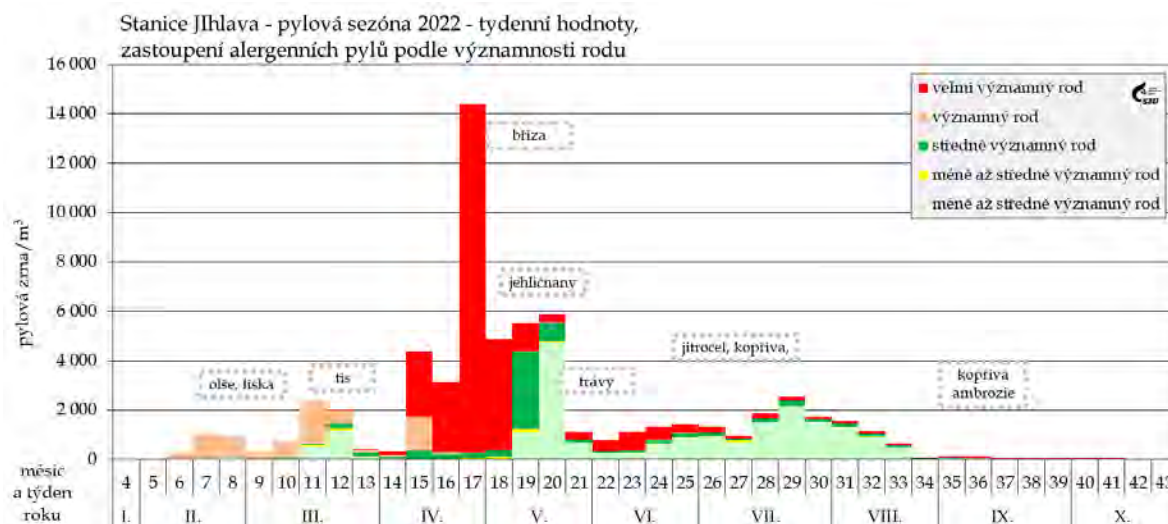
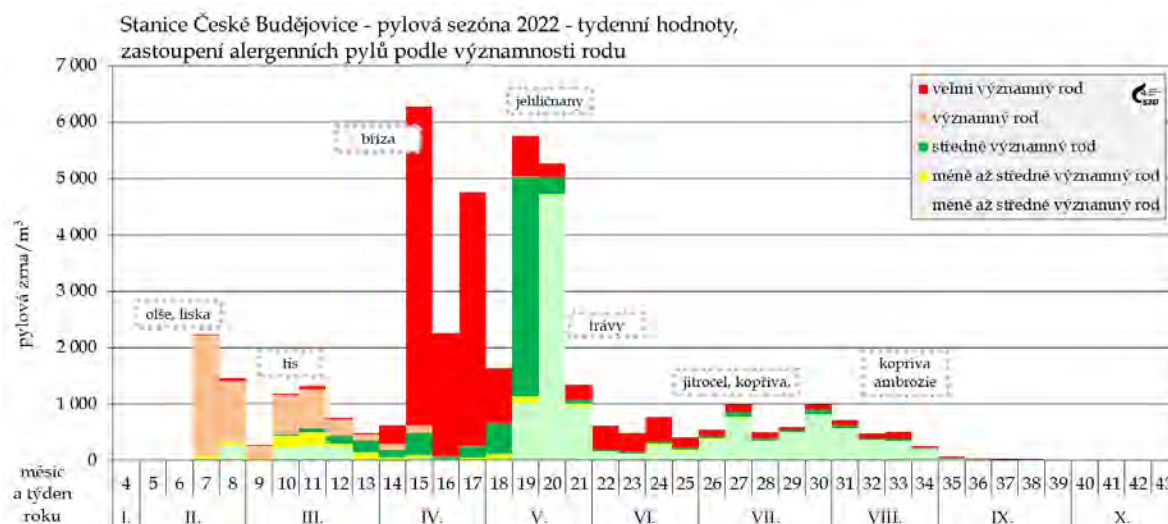
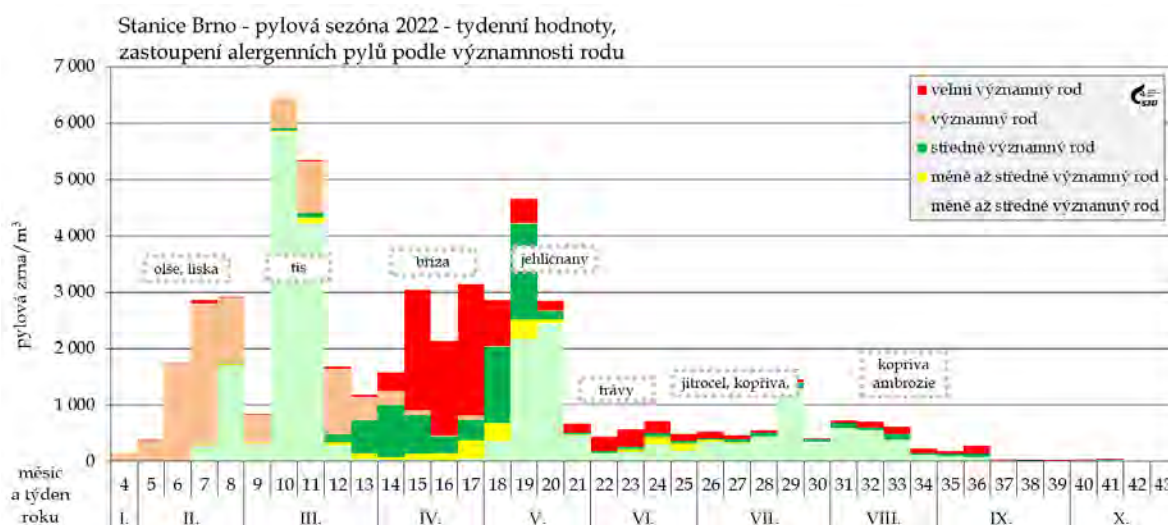


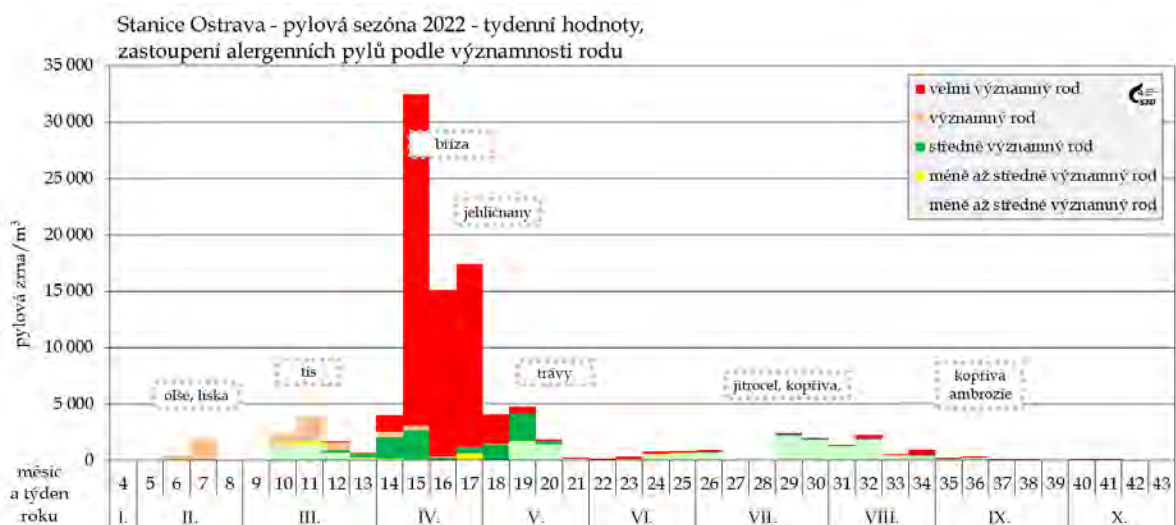
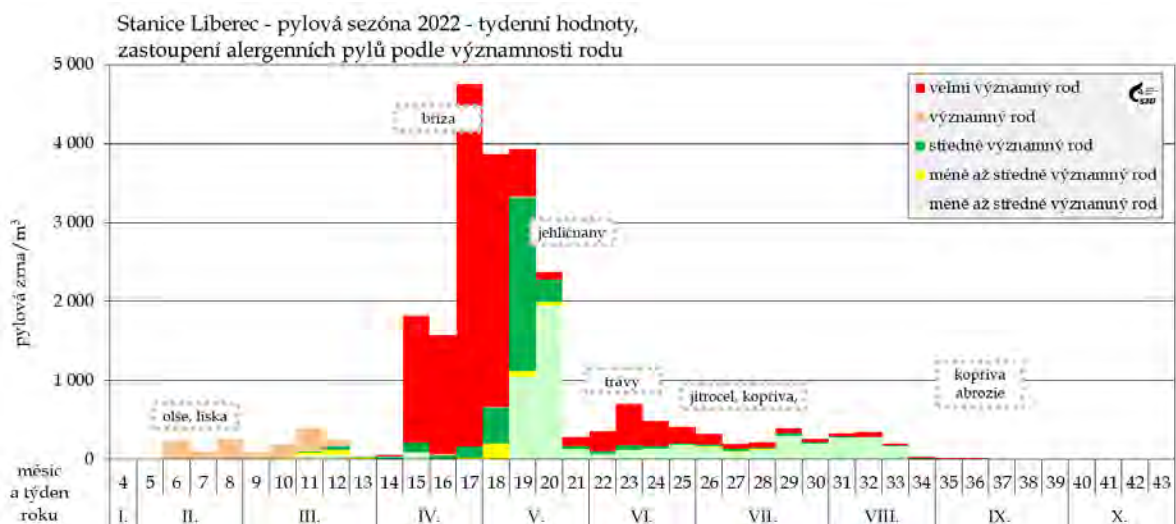
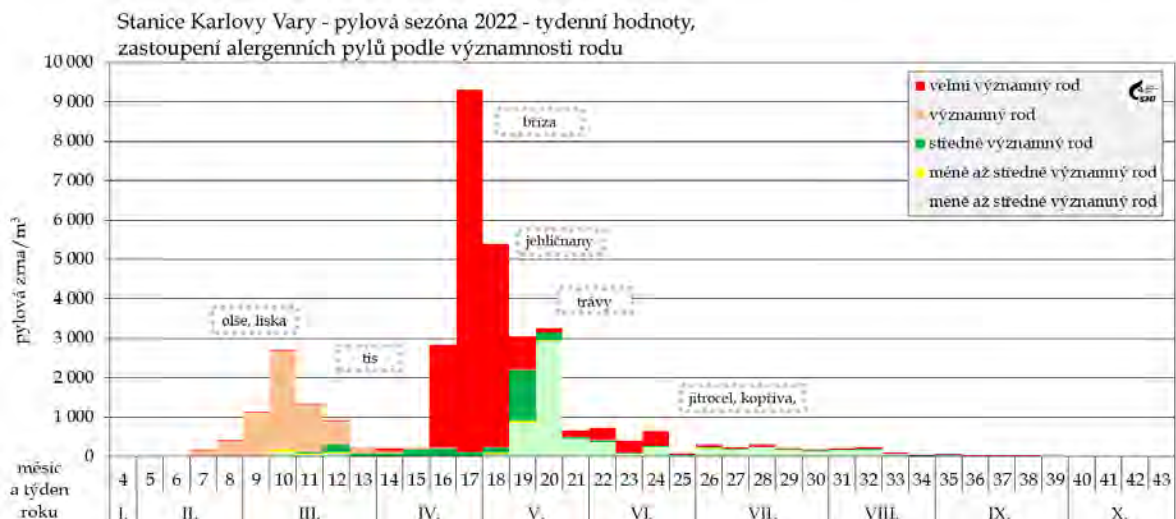


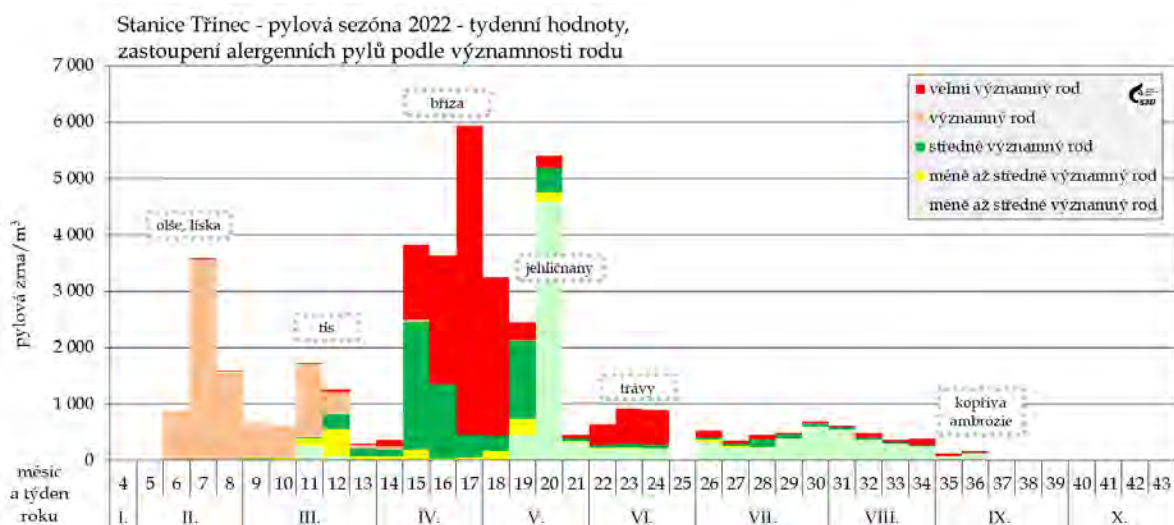
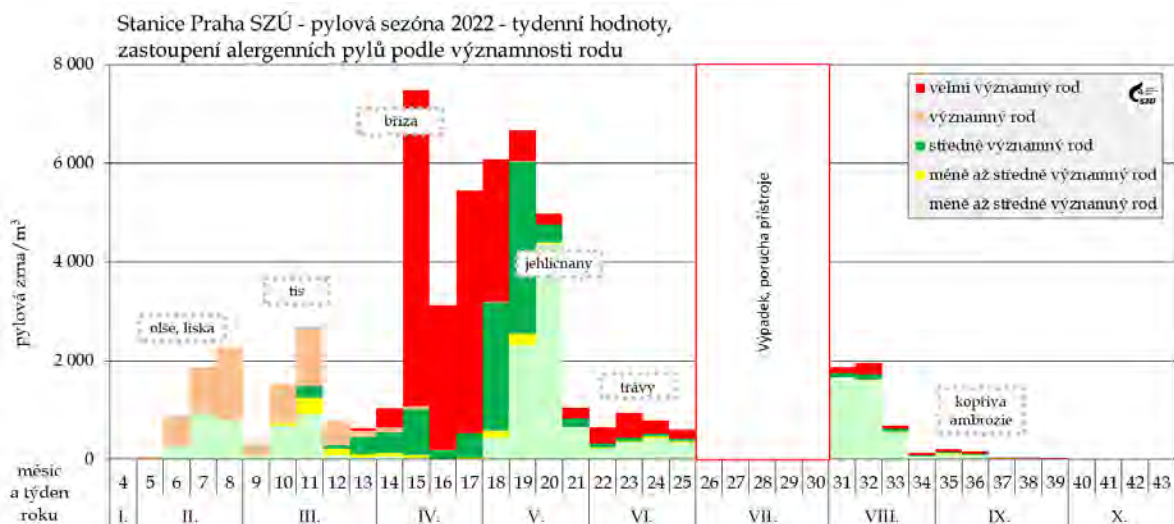
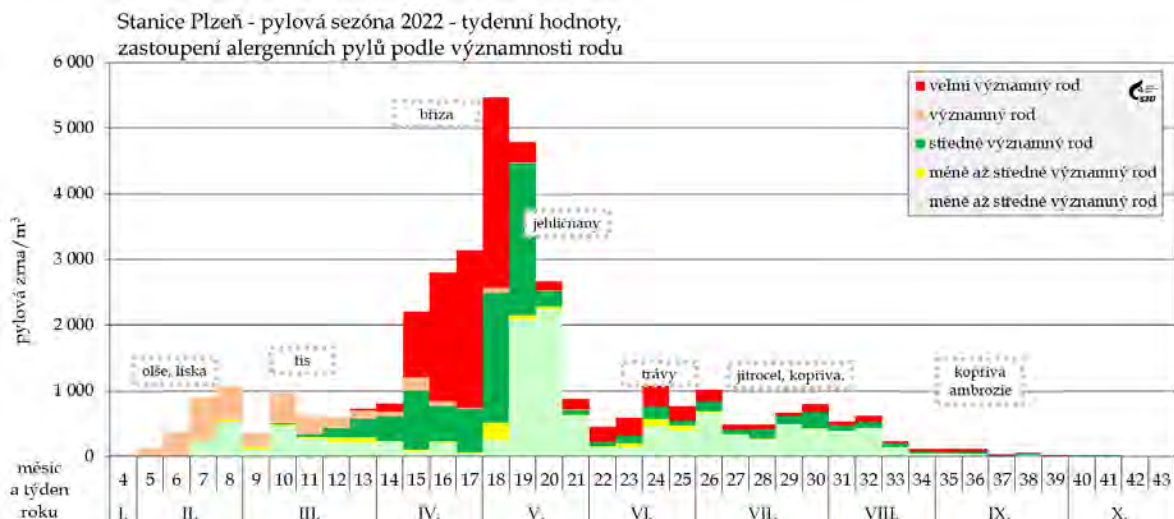




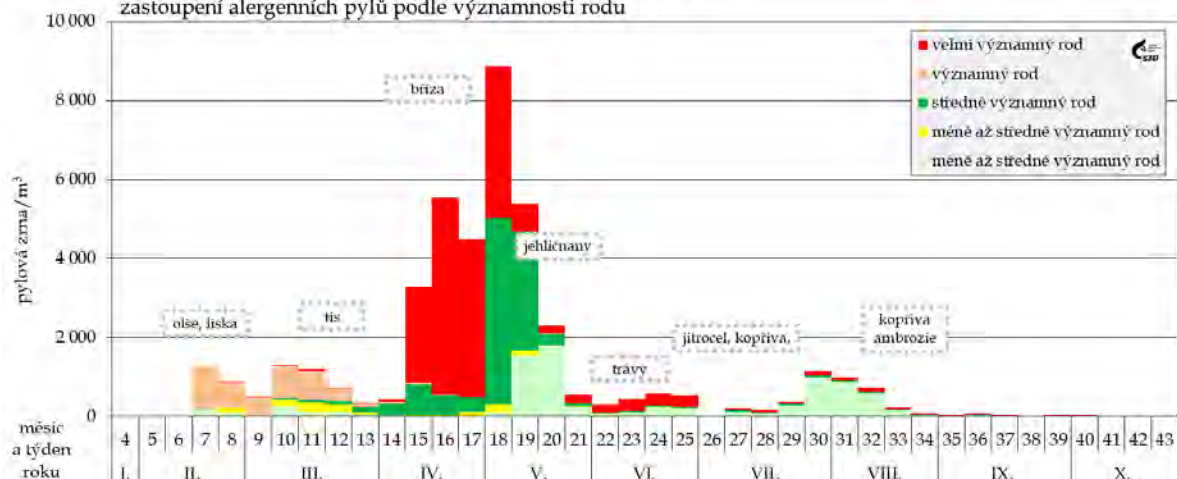
Obr. č. 44 - a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k - Pylová sezóna 2022 v jednotlivých lokalitách



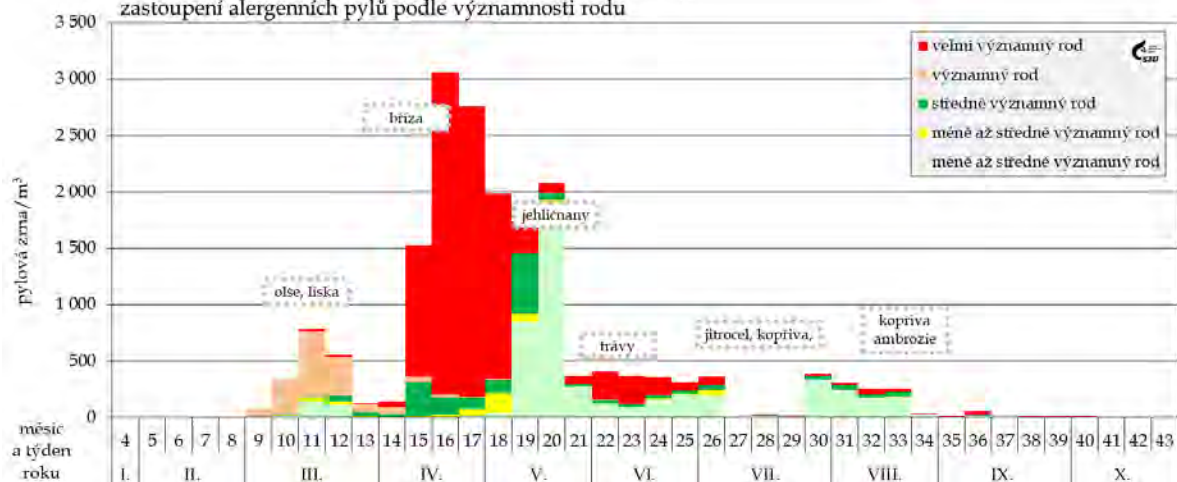




Stanice Ústí n/Labem - pylová sezóna 2022 - týdenní hodnoty,
zastoupení alergenních pylů podle významnosti rodu

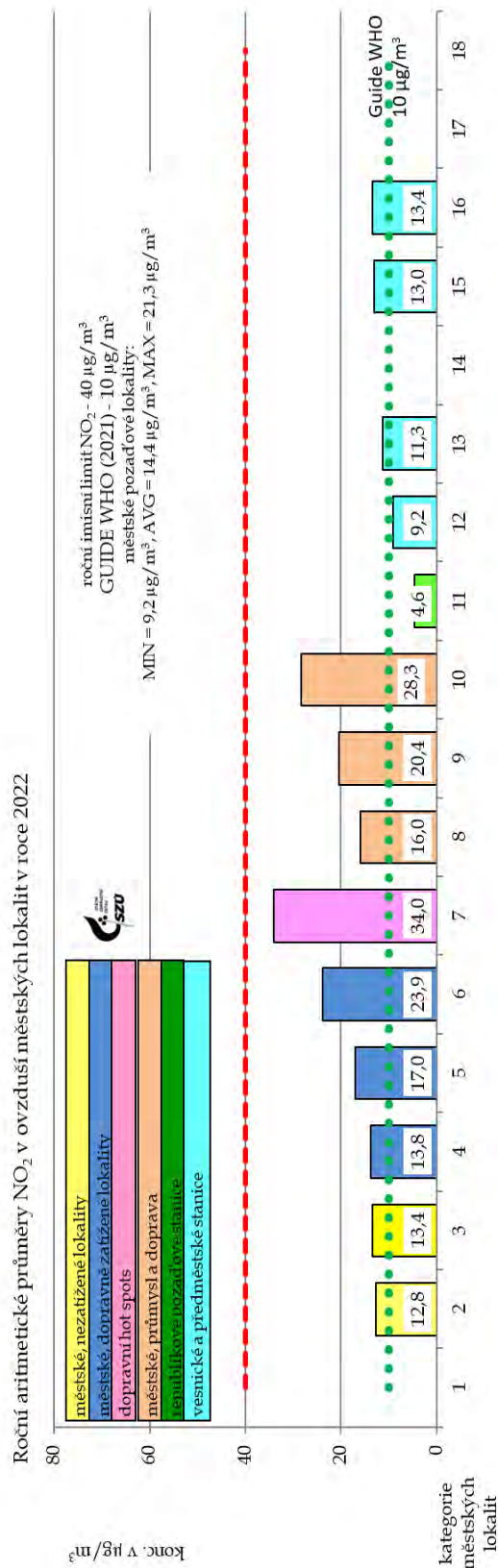
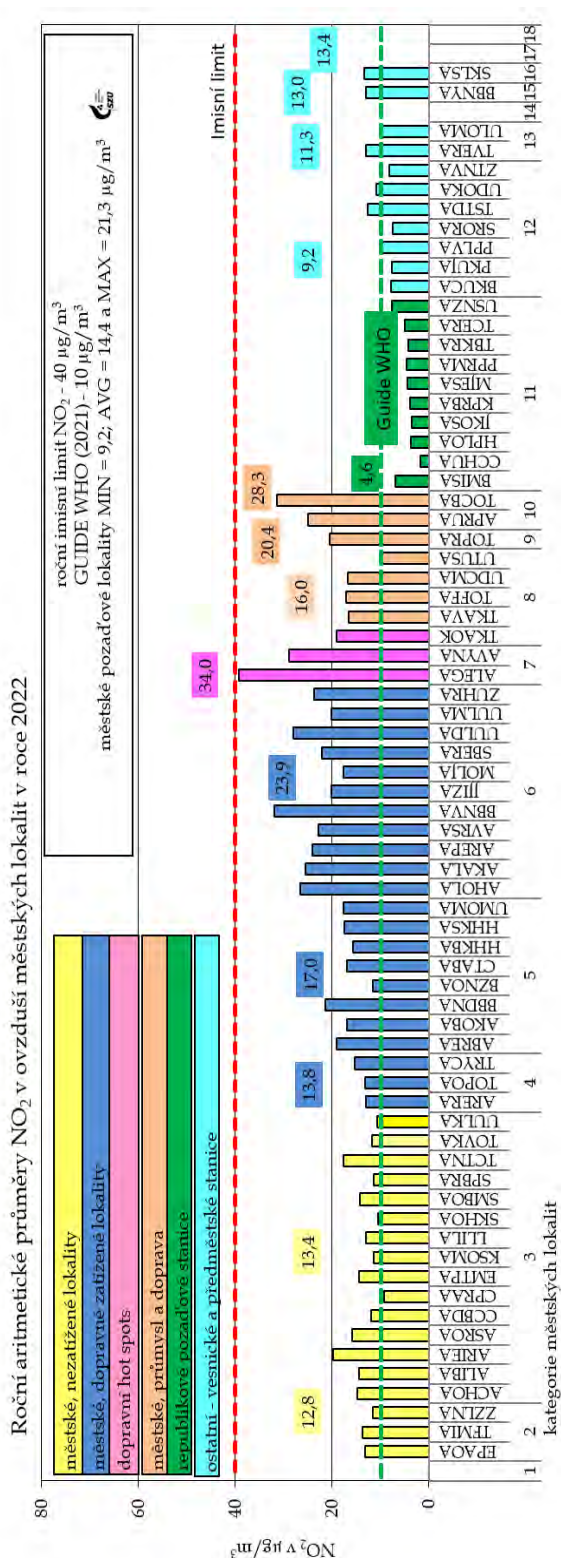


Stanice Ústí n/Orlicí - pylová sezóna 2022 - týdenní hodnoty,
zastoupení alergenních pylů podle významnosti rodu

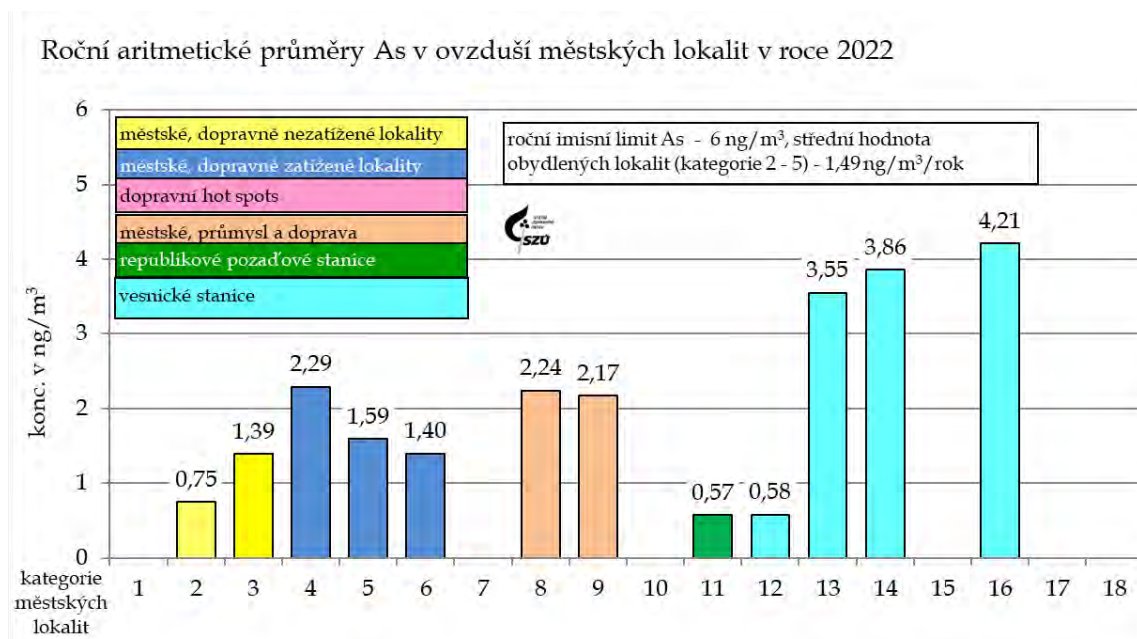


Příloha č. 6. - Doplnující grafická zpracování

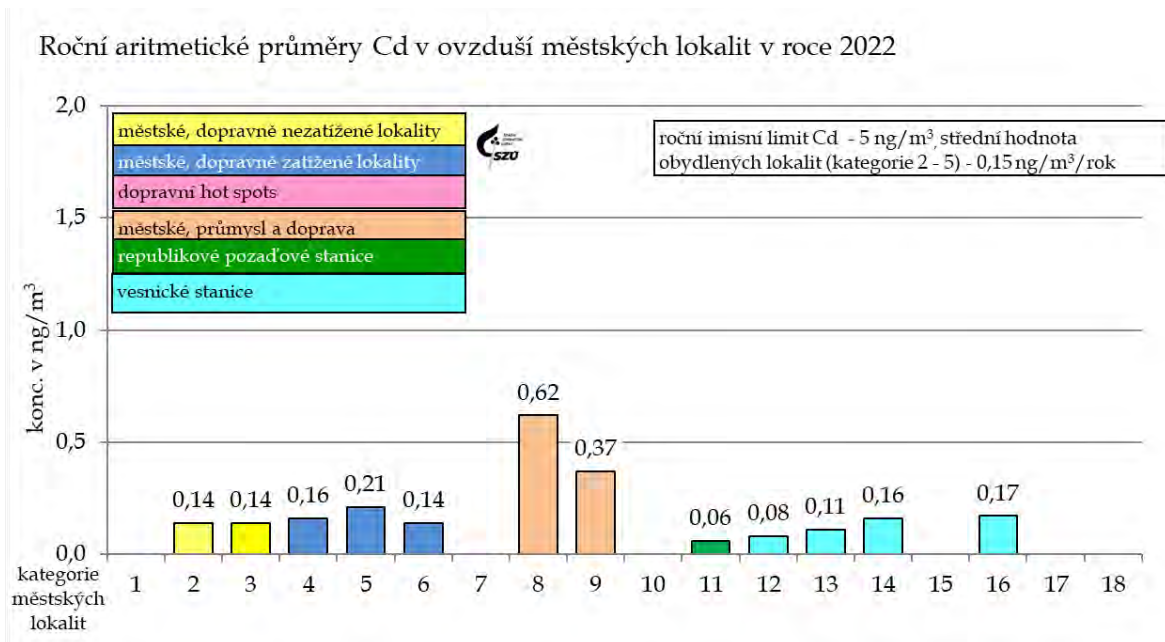
Obr. č. 45 - a, b - 2022 - roční aritmetické průměry NO₂ na jednotlivých stanicích a průměry pro jednotlivé městské lokality



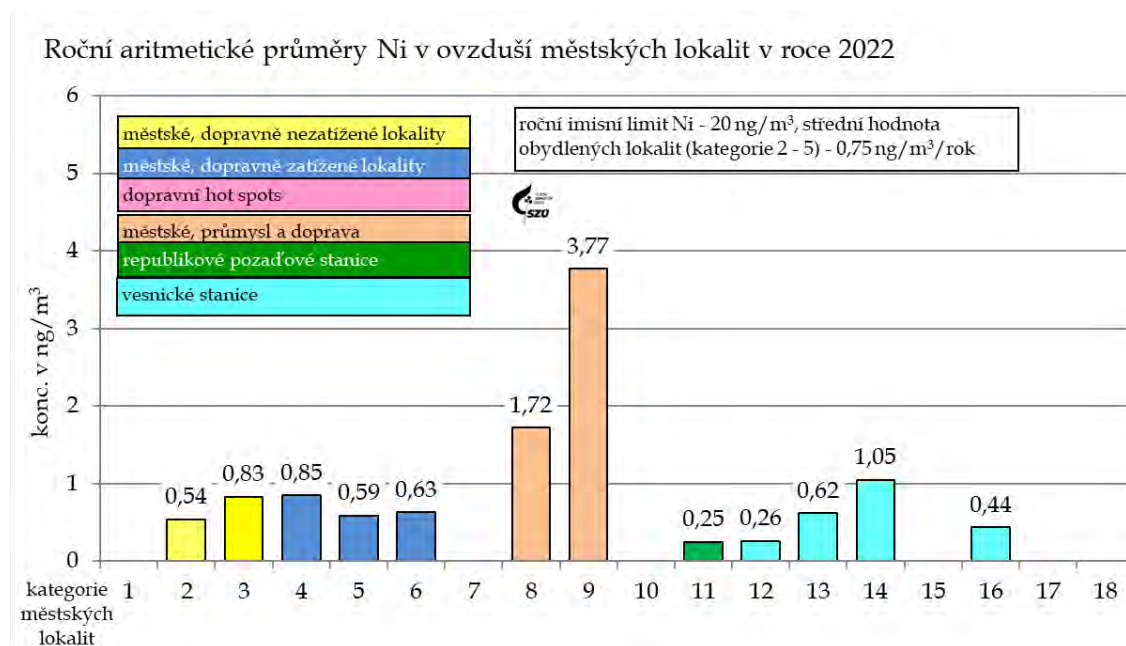
Obr. č. 48 - 2022 - roční aritmetické průměry As v ovzduší obydlých lokalit



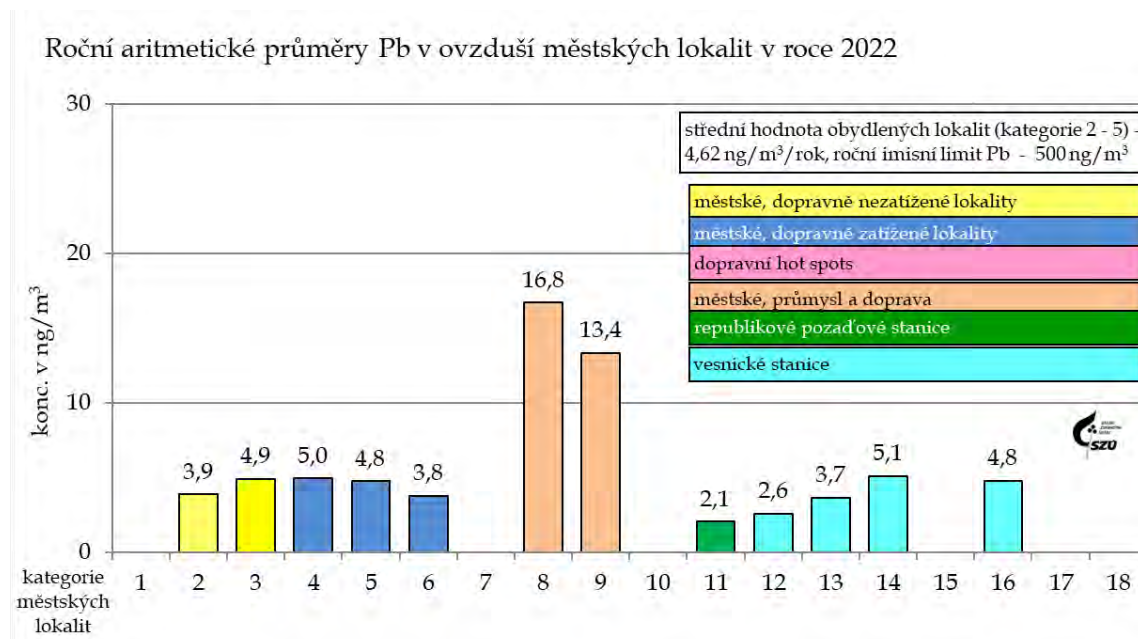
Obr. č. 49 - 2022 - roční aritmetické průměry Cd v ovzduší obydlých lokalit



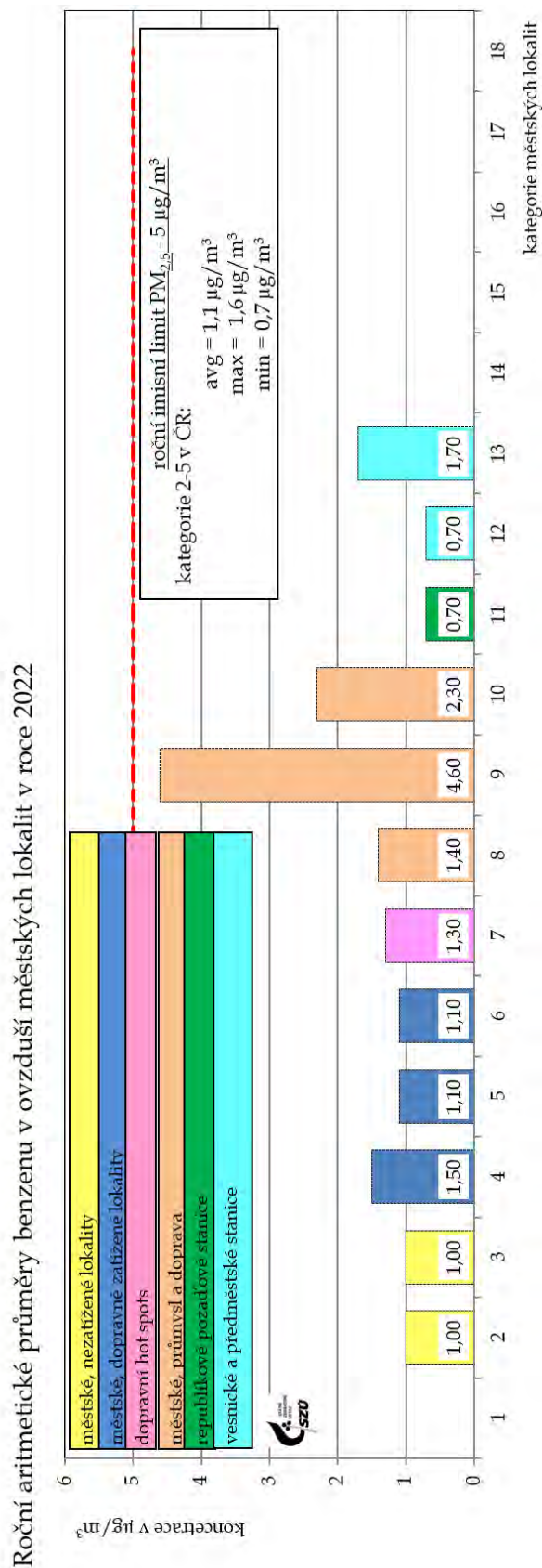
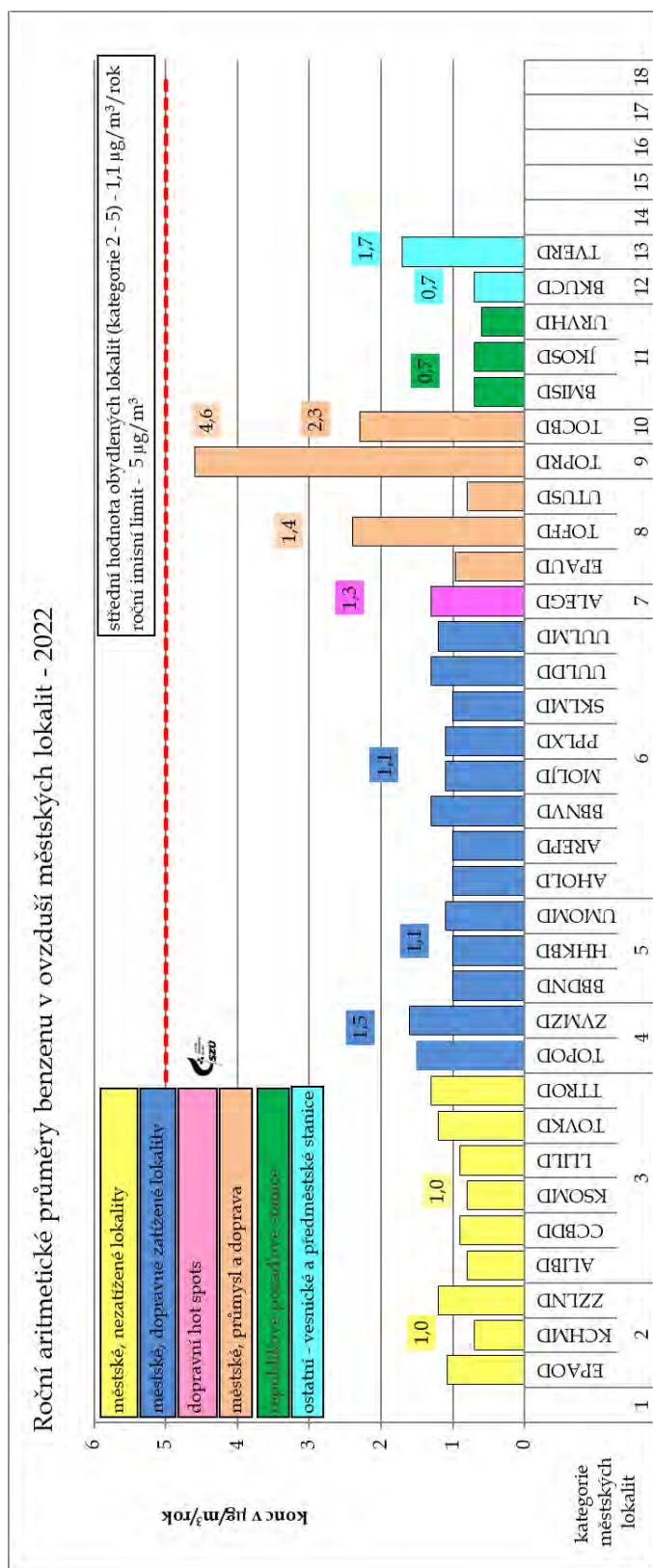
Obr. č. 50 – 2022 - roční aritmetické průměry Ni v ovzduší obydlených lokalit



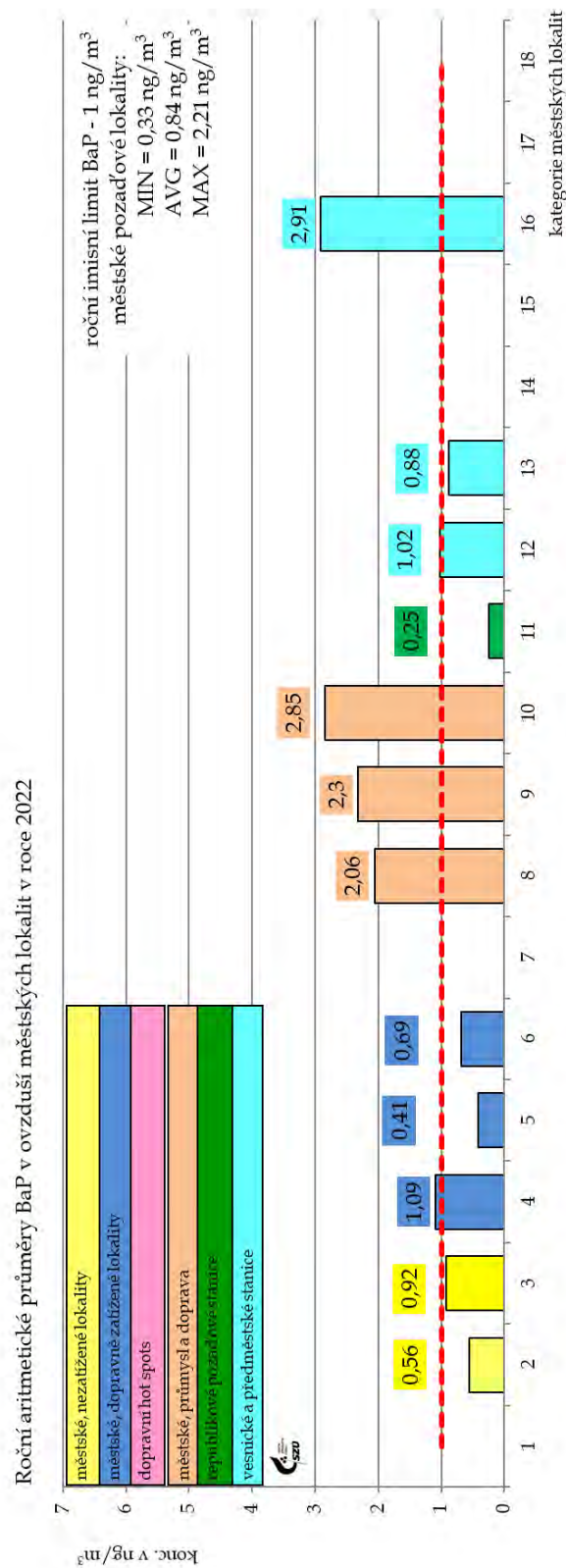
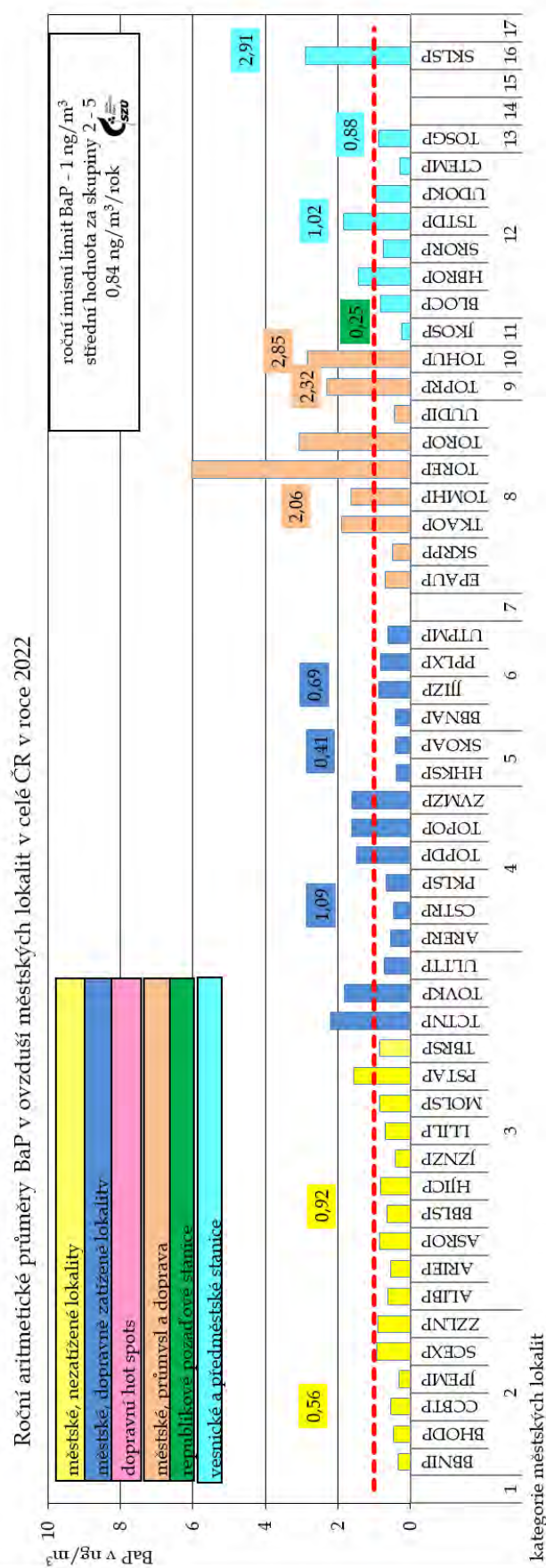
Obr. č. 51 – 2022 - roční aritmetické průměry Pb v ovzduší obydlených lokalit



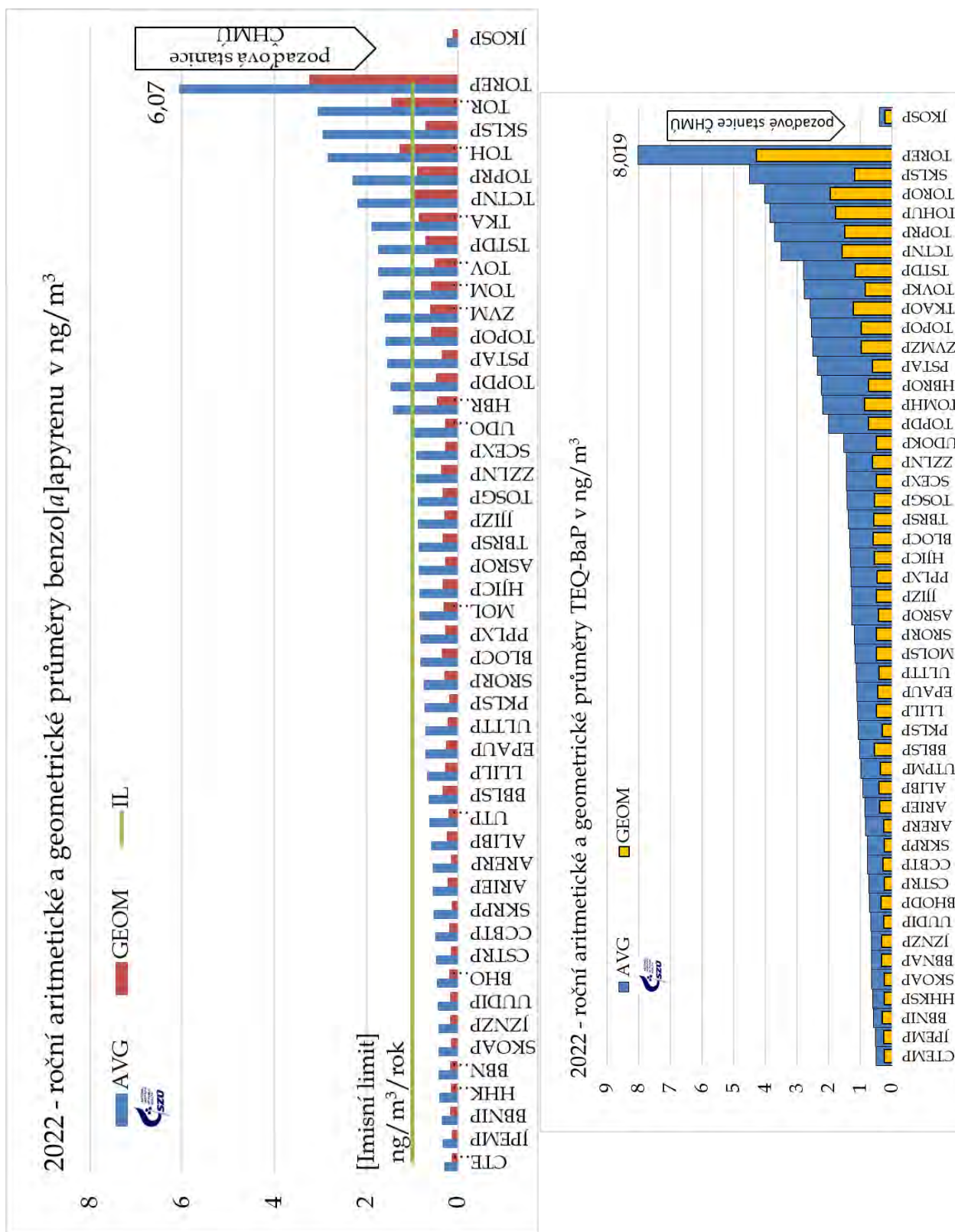
Obr. č. 52 - a, b - 2022 - roční aritmetické průměry benzenu v ovzduší městských lokalit a na jednotlivých hodnocených stanicích



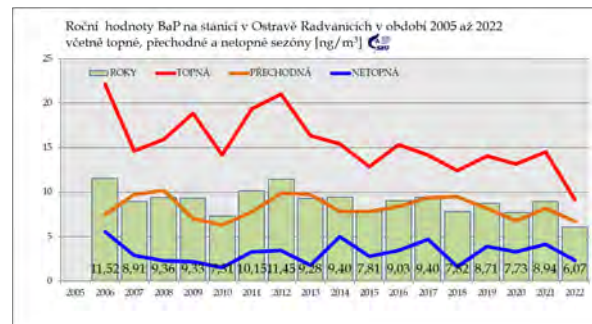
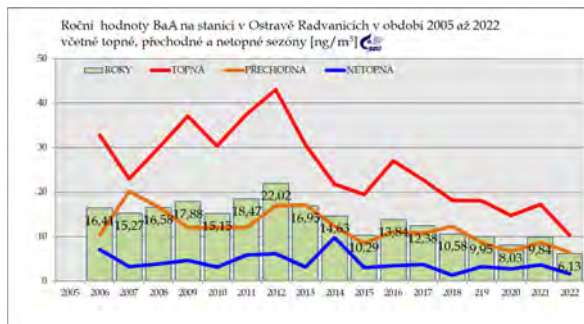
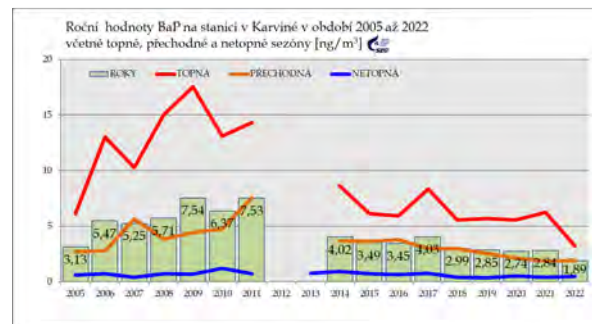
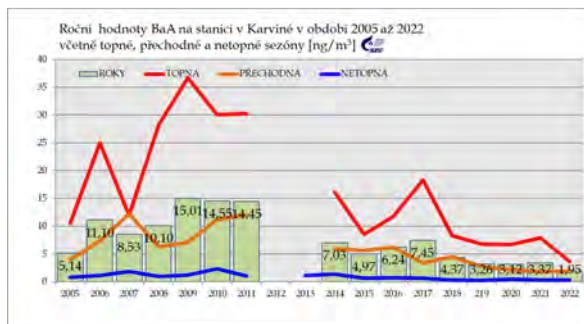
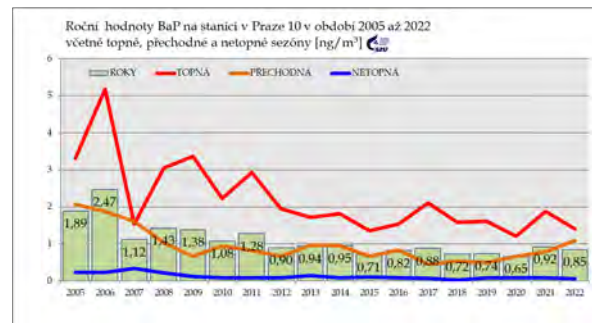
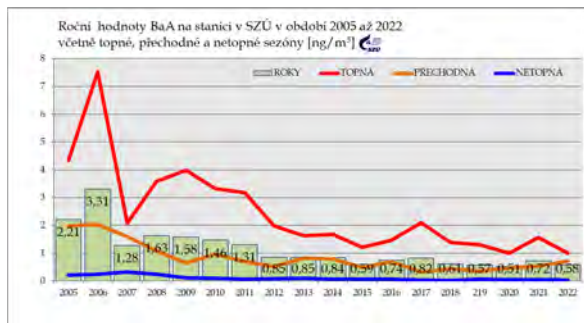
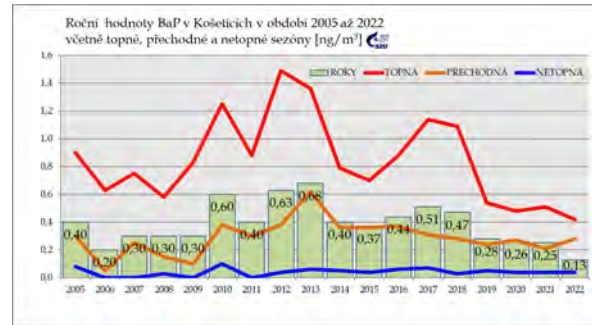
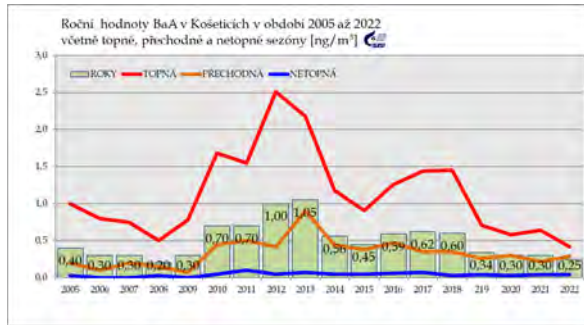
Obr. č. 53 - a, b - 2022 - roční aritmetické průměry BaP v ovzduší městských lokalit a na jednotlivých hodnocených stanicích



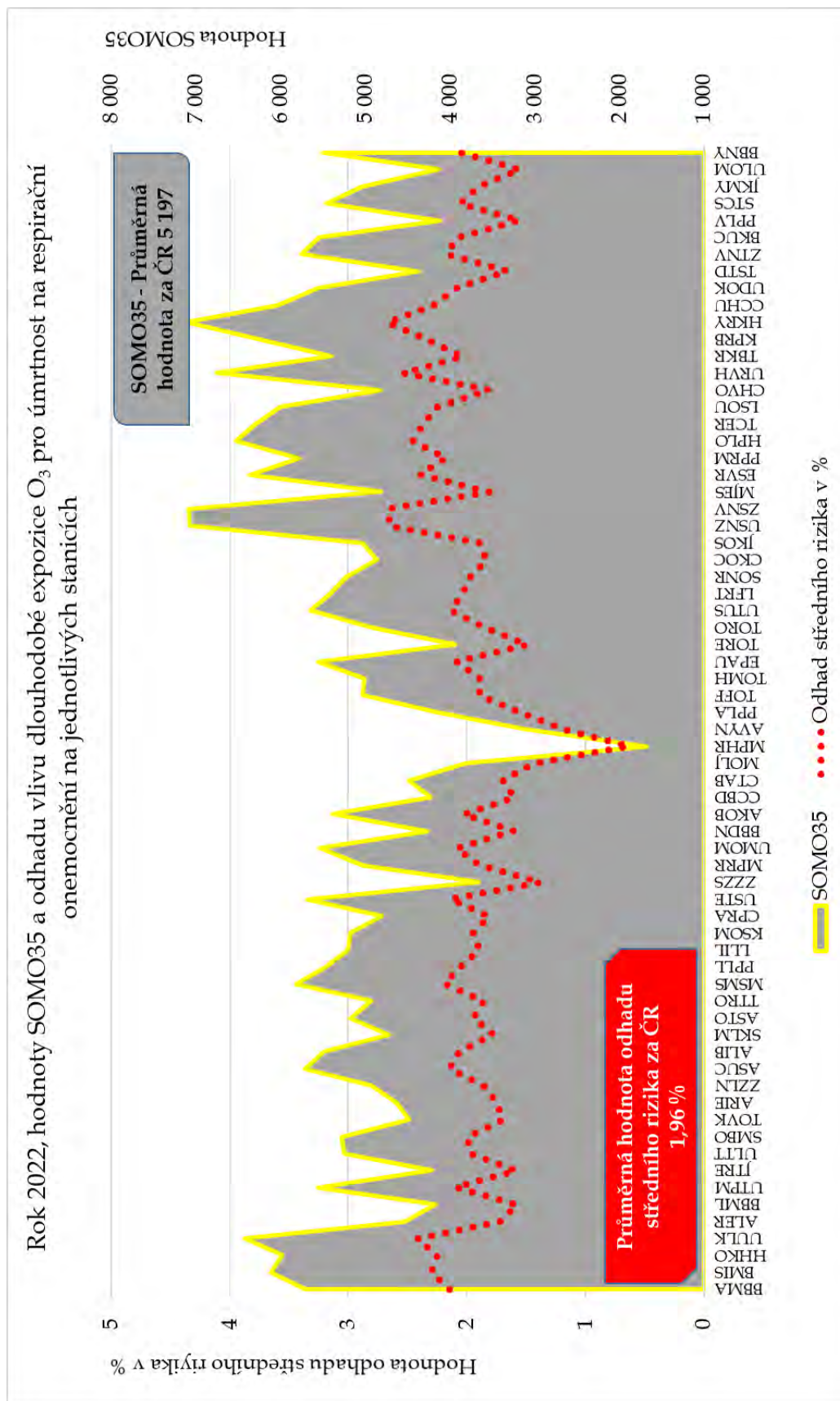
Obr. č. 54 - a, b - 2022 - roční aritmetické průměry BaA a TEQ BaP v ovzduší na jednotlivých hodnocených stanicích



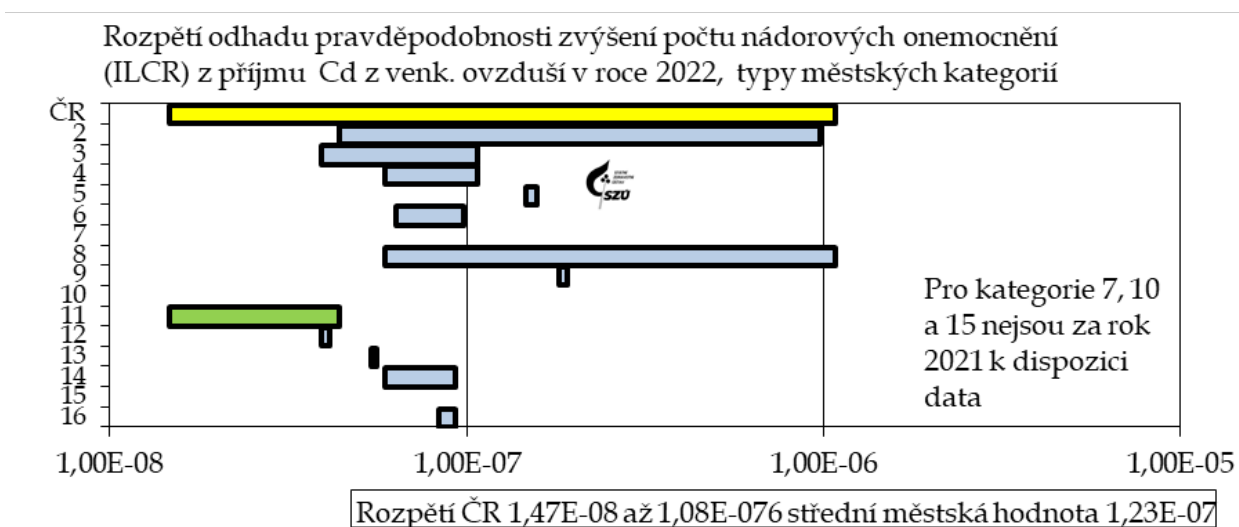
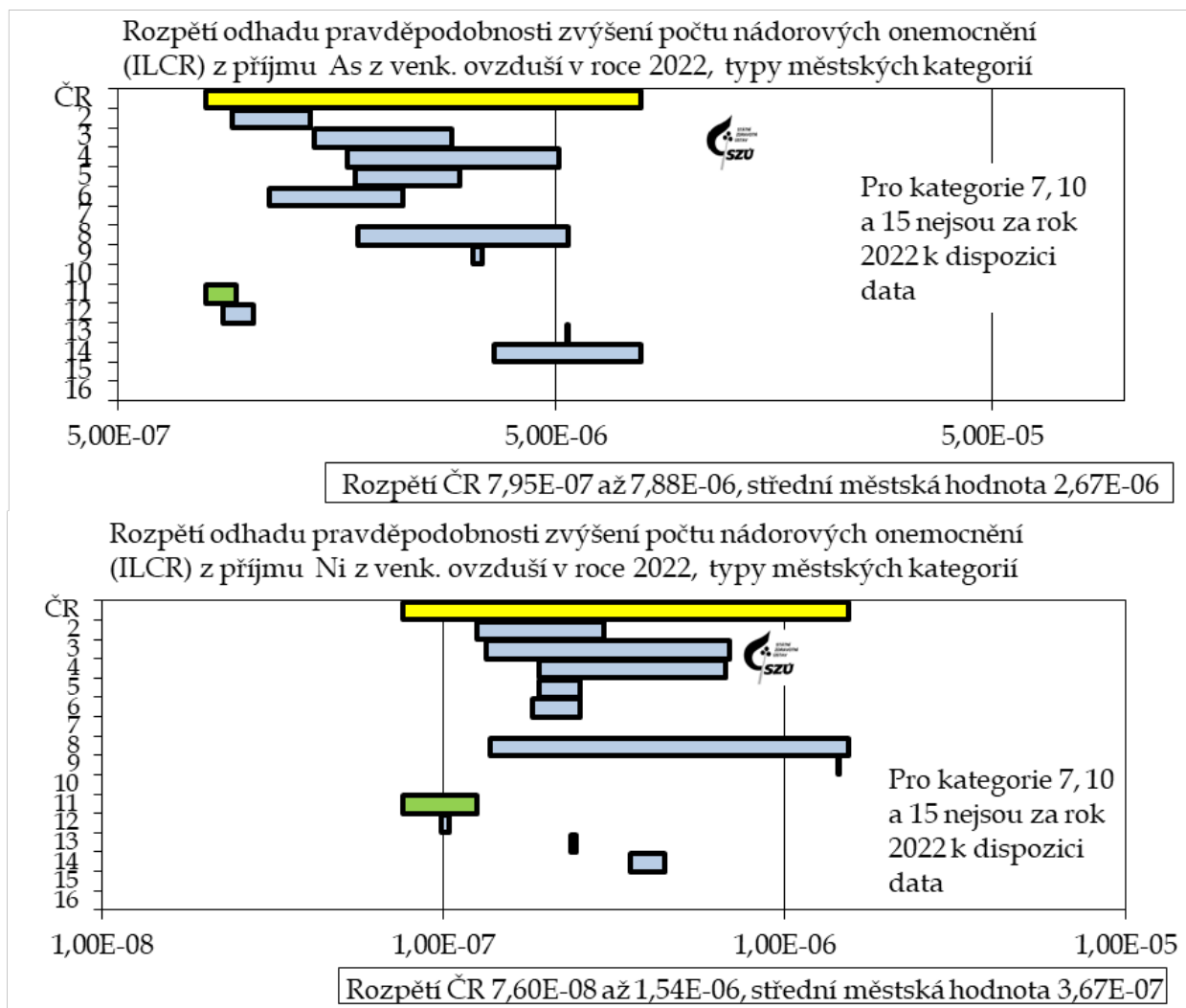
Obr. č. 55 - a, b, c, d, e, f, g, h - 2005 - 2022 - trendy průběhů sezónních průměrů BaA a BaP na stanicích v Košetických, SZÚ Praha, Karviné a v Ostravě - Bartovicích



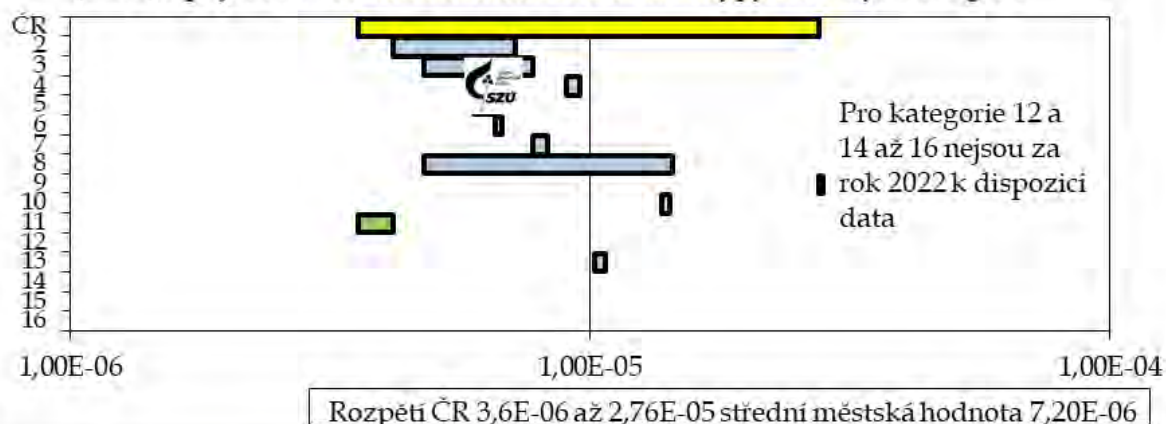
Obr. č. 56 - Rok 2022, hodnoty SOMO35 a odhadu vlivu dlouhodobé expozice O₃ pro úmrtnost na respirační onemocnění na jednotlivých stanicích



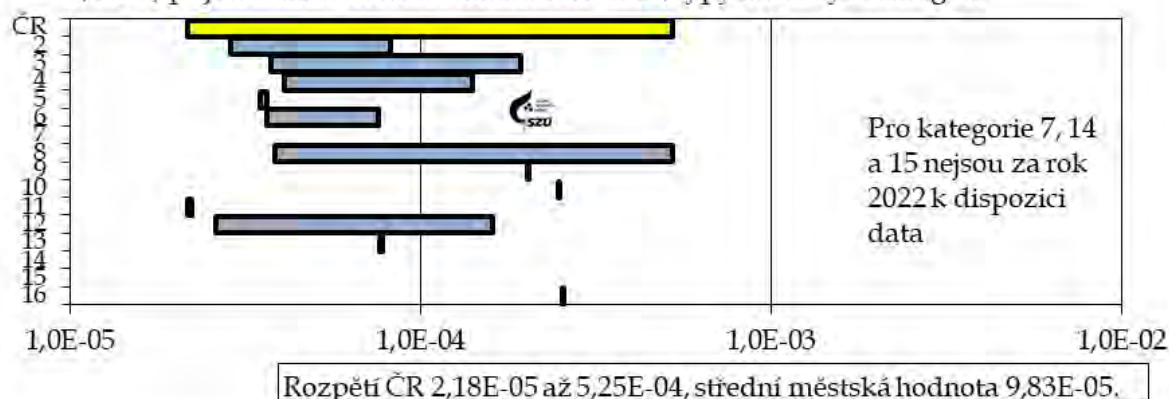
Obr. č. 57 - a, b, c, d, e, f - 2022 - rozpětí odhadu pravděpodobnosti zvýšení počtu nádorových onemocnění z příjmu As, Ni, Cd, benzenu a BaP z venkovního ovzduší pro jednotlivé typy městských lokalit



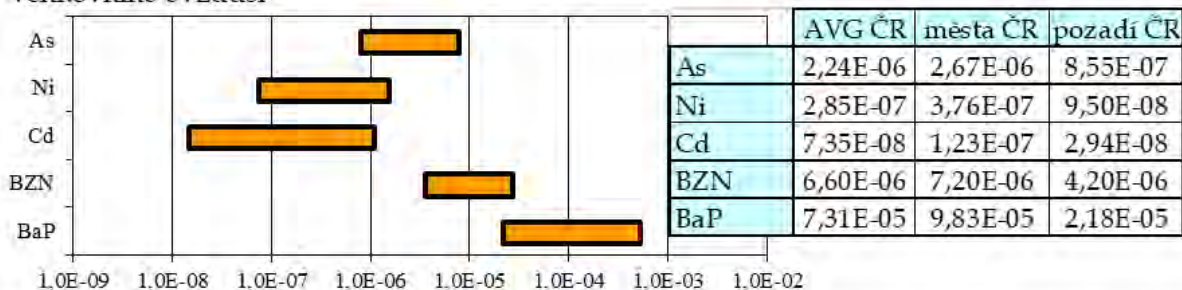
Rozpětí odhadu pravděpodobnosti zvýšení počtu nádorových onemocnění (ILCR) z příjmu BZN z venk. ovzduší v roce 2022, typy městských kategorií



Rozpětí odhadu pravděpodobnosti zvýšení počtu nádorových onemocnění z (ILCR) příjmu BaP z venk. ovzduší v roce 2022, typy městských kategorií



2022 - Průměr za ČR a rozpětí odhadu pravděpodobnosti zvýšení počtu nádorových onemocnění (ILCR) z příjmu As, Ni, Cd, benzenů 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 – SO ₂ - 2022, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru	13
Obr. č. 2 – SO ₂ - 2022, rozpětí měsíčních průměrů v sídlech.....	13
Obr. č. 3 – 2022, NO _x - počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru.....	14
Obr. č. 4 – 2022, NO _x rozpětí měsíčních průměrů v sídlech.....	14
Obr. č. 5 – 2022, NO - počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru	15
Obr. č. 6 – 2022, NO rozpětí měsíčních průměrů v sídlech	15
Obr. č. 7 – 2022, NO ₂ - počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru	16
Obr. č. 8 – 2022, NO ₂ rozpětí měsíčních průměrů v sídlech	17
Obr. č. 9 – 2022, PM ₁₀ - počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru	18
Obr. č. 10 – 2022, PM ₁₀ rozpětí měsíčních průměrů v sídlech.....	19
Obr. č. 11 – 2022, PM _{2,5} - počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru	20
Obr. č. 12 – 2022, PM ₁₀ rozpětí měsíčních průměrů v sídlech.....	20
Obr. č. 13 – 2022, CO - počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru.....	21
Obr. č. 14 – 2022, CO rozpětí měsíčních průměrů v sídlech.....	21
Obr. č. 15 – 2022, O ₃ - počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru.....	22
Obr. č. 16 – 2022, O ₃ - rozpětí měsíčních průměrů v sídlech	22
Obrázek č. 17 – 2022 As, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru	24
Obrázek č. 18 – 2022 Cd, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru.....	25
Obrázek č. 19 – 2022 Pb, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru	26
Obrázek č. 20 – 2022 Ni, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru	27
Obrázek č. 21 – 2022 Mn, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru	28
Obrázek č. 22 – 2022 Cr, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru.....	29
Obrázek č. 23 a, b – 2018 – 2022, Sezónní průběhy hmotnostního podílu Ti v měřených frakcích	30
Obrázek č. 24 2022 – roční průměry hmotnostního podílu Ti v měřených frakcích.....	30
Obrázek č. 25 – 2022 – Benzen, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru	31
Obrázek č. 26 – 2022 BaP, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru	33
Obrázek č. 27 – 2022, BaP, rozpětí měsíčních průměrů v sídlech.....	34
Obrázek č. 28 – 2022 – TEQ-BaP, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru.....	35
Obrázek č. 29 – 2022, TEQ-BaP, rozpětí měsíčních průměrů v sídlech.....	35
Obrázek č. 30 – 2022 – Košetice (JKOS), 2005 - 2022.....	36
Obrázek č. 31 – 2022 – Praha 10 (ASRO), 2005 - 2022.....	36
Obrázek č. 32 – Ostrava-Radvanice (TORE), 2005 - 2022.....	36
Obrázek č. 33 – 2012 – 2022 - průběh ročních hodnot BaP v různých typech lokalit.....	37
Obrázek č. 34 – 2022 – Střední hodnoty ročního IKO a rozpětí hodnot v jednotlivých typech hodnocených lokalit.....	40
Obrázek č. 35 – 2022 – Střední hodnoty sumy plnění imisních limitů a rozpětí hodnot v jednotlivých typech hodnocených lokalit.....	41
Obrázek č. 36 – 2022 – 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 2022 na stanici v Plzni s vyznačením dominantních pylů	91
Obr. č. 39 – Velmi významně alergenní pyly - pylová sezóna břízy v roce 2022	92
Obrázek č. 40 – Velmi významně alergenní pyly - pylová sezóna trav v roce 2022	93
Obr. č. 41 – Alergenně velmi významné pyly v letním až podzimním období.....	93
Obr. č. 42 – Alergenně málo až středně významné pyly	94
Obr. č. 43 – a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k - Pylová sezóna 2022 – průběh týdenních hodnot sumy sledovaných alergenních a nealergenních pylů a plísni v jednotlivých lokalitách.....	95
Obr. č. 44 – a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k - Pylová sezóna 2022 v jednotlivých lokalitách.....	99
Obr. č. 45 – a, b – 2022 - roční aritmetické průměry NO ₂ na jednotlivých stanicích a průměry pro jednotlivé městské lokality	104

Obr. č. 46 - a, b - 2022 - roční aritmetické průměry PM ₁₀ na jednotlivých stanicích a průměry pro jednotlivé městské lokality	105
Obr. č. 47 - a, b - 2022 - roční aritmetické průměry PM _{2,5} na zahrnutých stanicích a v městských kategoriích.....	106
Obr. č. 48 - 2022 - roční aritmetické průměry As v ovzduší obydlených lokalit	107
Obr. č. 49 - 2022 - roční aritmetické průměry Cd v ovzduší obydlených lokalit	107
Obr. č. 50 - 2022 - roční aritmetické průměry Ni v ovzduší obydlených lokalit	108
Obr. č. 51 - 2022 - roční aritmetické průměry Pb v ovzduší obydlených lokalit	108
Obr. č. 52 - a, b - 2022 - roční aritmetické průměry benzenu v ovzduší městských lokalit a na jednotlivých hodnocených stanicích.....	109
Obr. č. 53 - a, b - 2022 - roční aritmetické průměry BaP v ovzduší městských lokalit a na jednotlivých hodnocených stanicích	110
Obr. č. 54 - a, b - 2022 - roční aritmetické průměry BaA a TEQ BaP v ovzduší na jednotlivých hodnocených stanicích	111
Obr. č. 55 - a, b, c, d, e, f, g, h - 2005 - 2022 - trendy průběhů sezónních průměrů BaA a BaP na stanicích v Košetcích, SZÚ Praha, Karviné a v Ostravě - Bartovicích.....	112
Obr. č. 56 - Rok 2022, hodnoty SOMO35 a odhadu vlivu dlouhodobé expozice O ₃ pro úmrtnost na respirační onemocnění na jednotlivých stanicích.....	113
Obr. č. 57 - a, b, c, d, e, f - 2022 - rozpětí odhadu pravděpodobnosti zvýšení počtu nádorových onemocnění z příjmu As, Ni, Cd, benzenu a BaP z venkovního ovzduší pro jednotlivé typy městských lokalit.....	114

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 µg/m ³) - (podle § 27, odst. 6, b, zákona č. 201/2012 Sb.), revize 11/2022.....	11
Tabulka č. 4. - Hodnoty TEF pro jednotlivé látky [Zdroj: US EPA]	35
Tabulka č. 5. - Meze stanovitelnosti používaných automatizovaných/ on-line postupů.....	38
Tabulka č. 6. - Meze stanovitelnosti používaných aspiračních/nepřímých postupů.....	38
Tabulka č. 7. - Doporučené hladiny AQG WHO a prozatímní cíle (změny - září 2021)	44
Tabulka č. 8 - Vývoj (2009 - 2022) 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 - O ₃ - doporučené hodnoty WHO.....	50
Tabulka č. 11 - O ₃ - 2022, odhad respirační úmrtnosti.....	51
Tabulka č. 12. - Vybrané škodliviny - použité hodnoty jednotkového rizika	54
Tabulka č. 13. - 2022 - Pozad'ová, střední (AVG) a maximální hodnota zdravotního rizika (ILCR) pro ČR a odhad střední hodnoty v monitorovaných městech.....	54
Tabulka č. 14. - Vývoj rozpětí hodnot karcinogenního populačního rizika v ČR za posledních deset let (Min/Max) na 10 mil. obyvatel (přidatné případy na 1 rok)	54
Tabulka č. 15. - 2022, Souhrn monitorovaných parametrů kvality venkovního ovzduší v jednotlivých městech	72
Tabulka č. 16. - 2022, Zařazení hodnocených stanic do příslušných kategorií a řešené programy.....	79
Tabulka č. 17 - Úrovně zátěže a odhad potenciálních zdravotních účinků pro základní látky, těžké kovy, benzen a BaP v roce 2022 pro jednotlivé typy městských kategorií (příloha č. 1). Hodnoty jsou uvedeny v µg/m ³ a v ng/m ³ - kovy a PAU.....	87
Tabulka č. 18 - Definované skupiny pylů podle významnosti rodu	91
Tabulka č. 19 - 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 2022

1. vydání, 118 stran

ISBN 978-80-7071-435-5 (online)