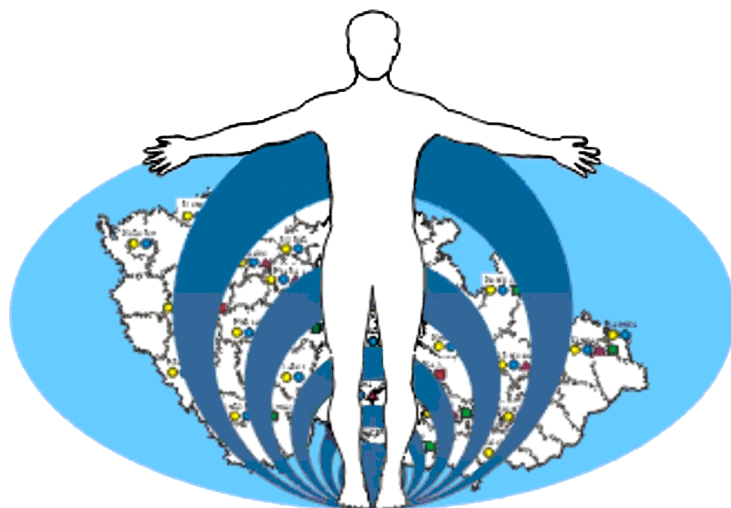


System monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí



Subsystem I.

Zdravotní důsledky a rizika znečištění ovzduší

Odborná zpráva za rok 2023

Státní zdravotní ústav



Praha, září 2024

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 978-80-7071-435-9 (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:

http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/odborne_zpravy/OZ_20/ovzdusi_2023.pdf

Obsah:	strana
ÚVOD	4
I. CÍLE MONITORINGU	5
II. REFERENČNÍ POSTUPY	6
III. SBĚR A PŘENOS DAT	7
IV. Ukazatele kvality venkovního ovzduší	9
1 Sledované škodliviny	10
2 Imisní limity a referenční koncentrace	10
3 Základní sledované látky	12
3.1 Oxid siřičitý - SO ₂	13
3.2 Suma oxidů dusíku - NO _x	14
3.3 Oxid dusnatý - NO	15
3.4 Oxid dusičitý - NO ₂	16
3.5 Prašný aerosol (TSP)	17
3.6 Suspendované částice frakce PM ₁₀	18
3.7 Suspendované částice frakce PM _{2,5}	20
3.8 Oxid uhelnatý - CO	21
3.9 Ozón - O ₃	22
4 Těžké kovy	23
4.1 Arsen - As	24
4.2 Kadmium - Cd	25
4.3 Olovo - Pb	26
4.4 Nikl - Ni	27
4.5 Mangan - Mn	28
4.6 Chrom - Cr	29
4.7 Titan - Ti	30
5 Specifické sledované látky	31
5.1 VOC - těkavé organické látky	31
5.2 PAU - polycyklické aromatické uhlovodíky	32
6 Validace naměřených hodnot	38
6.1 Hodnoty pod mezí detekce použitých analytických postupů	38
6.2 Zásahy do hodnot naměřených v roce 2023	38
V. 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 Ozón	50
4 Škodliviny s karcinogenním působením	52
VI. DISKUSE POUŽITÝCH PŘÍSTUPŮ	56
VII. ZÁVĚRY	59
A. VAZBA NA STANOVENÉ IMISNÍ LIMITY	59
B. PŘEKROČENÍ DOPORUČENÝCH HODNOT WHO	59
C. HODNOCENÍ ZDRAVOTNÍCH RIZIK	60

VIII. 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
5.1 Základní látky (SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2,5} , CO, O ₃).....	63
5.2 Kovy v aerosolu (As, Cd, Cr, Mn, Ni a Pb/ Ti)	63
5.3 Organické látky (benzen).....	64
5.4 Polycyklické aromatické uhlovodíky (benzo[a]pyren, benzo[a]antracen) a toxický ekvivalent benzo[a]pyrenu (TEQ bAp)	64
6 Hodnocení kvality ovzduší	65
6.1 Roční index kvality ovzduší (IKOR)	65
6.2 Suma plnění ročních imisních limitů (Hazard Index – HQ).....	66
6.3 Plnění doporučení WHO	66
6.4 Hodnocení zdravotních rizik	66
IX. PŘÍLOHY	68
Příloha č. 1 - Kategorizace stanic měřících kvalitu venkovního ovzduší.....	69
Příloha č. 2 - Souhrn monitorovaných parametrů kvality venkovního ovzduší v jednotlivých městech	71
Příloha č. 3 - Úrovně zátěže a odhad potenciálních zdravotních účinků pro základní látky, těžké kovy, benzen a BaP v roce 2023 pro jednotlivé typy městských kategorií. Hodnoty jsou uvedeny v µg/m ³ a v ng/m ³ – kovy a PAU.....	78
Příloha č. 4 - Pylová informační služba	80
Příloha č. 5. - Doplnující grafická zpracování	94
Seznam obrázků	107
Seznam tabulek.....	108

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 2023 v sídlech České republiky.

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

Měřicí stanice provozované zdravotními ústavy, zapojené do monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k ovzduší, jsou také součástí Informačního systému kvality ovzduší Českého hydrometeorologického ústavu (ISKO). Z této databáze jsou recipročně přebírána a zahrnuta do zpracování data z vybraných 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 třicátý 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.

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

Zdroje metod – citace:

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

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

III. 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 měřicích programech jsou Zdravotními ústavy ukládány do jednotného ukládacího programu a v měsíčních intervalech odesílány do SZÚ k dalšímu zpracování.
 - Sběr dat v automatických měřicích stanicích je řešen softwarově s minimálně jednoměsíčním ukládáním dat na externím datovém mediu. Jako základní měřené hodnoty jsou ukládány 1hodinové průměrné hmotnostní koncentrace měřených látek. Softwarově je zajištěn výpočet 24hodinových koncentrací, které jsou jednou měsíčně (ZÚ se sídlem v Ostravě) nebo kvartálně (ZÚ se sídlem v Ústí nad Labem) odesílány do SZÚ.
 - Přepočet objemových koncentrací na hmotnostní vychází z Vyhlášky č. 330/2012 Sb., která v § 3, bodu 7 uvádí „Vyhodnocení úrovně znečištění pro plynné znečišťující látky se vztahuje na standardní podmínky, tedy objem odběru vzorků přepočtený na teplotu 293,15 K (20 °C) a normální tlak 101,325 kPa ($1,01325 \times 10^5$ Pa). U částic PM₁₀, PM_{2,5} a znečišťujících látek, které se analyzují v částicích PM₁₀, se objem odběru vzorků ovzduší vždy vztahuje k vnějším podmínkám v den měření“.
- Výsledky analýz kovů v suspendovaných částicích frakce PM₁₀ (PM_{2,5}) a analýz polycyklických aromatických uhlovodíků (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.
- Validovaná data denních hodnot pylů jsou na SZÚ předávána průběžně.

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.

IV. 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. Uznávána je i autorizace MŽP pro měření (resortní prvek zajištění jakosti) - laboratoře musí doložit získanou uznanou úroveň zajištění jakosti.
- Kvalita předávaných dat byla v roce 2023 kontrolována systémem programů zkoušení způsobilosti (PZZ) ČIA organizovaných mimo jiné subjekty i Expertní skupinou pro zkoušení způsobilosti SZÚ, která je akreditována ČIA (Akreditovaná laboratoř č. 7001).
- Zpětná validace a verifikace dat o kvalitě ovzduší předávaných do centrální databáze je založena na dvojité nezávislé kontrole. Na primární kontrole a ověřování podezřelých či chybných dat realizované na úrovni SZÚ - spolupracující zdravotní ústavy a na sekundární kontrole prováděné ISKO ČHMÚ.

Systém 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.

2. Přetrvávající problémy:

Výpadky měření nad 14 dní vcelku – v roce 2023 bylo na některých stanicích přerušeno měření některého parametru kvality ovzduší buď zcela, nebo zde nebylo měřeno minimálně jeden měsíc vcelku. Tyto stanice byly z dalšího zpracování vyřazeny.

3. Systémový problém

Výpadek měření kovů v síti ČHMÚ. Hodnocení za rok 2023 je, stejně jako v roce 2022, zásadně ovlivněno výpadkem systémů ICP-MS provozovaných ČHMÚ. K dispozici tak nejsou data Cu, Zn, Fe, V, Co a Se. Z celkem 55 stanic, pro které byla k dispozici data za rok 2021, jsou v roce 2023 data As, Cd, Cr, Mn, Ni a Pb jen z 37 stanic. ČHMÚ navíc dočasně přerušil i měření kovů ve frakci PM_{2,5}.

Vyhodnocení kovů ze stanic ČHMÚ pro jednotlivé městské kategorie je tak významně omezeno, a to zejména u vesnických a pozářových stanic.

IV. Ukazatele kvality venkovního ovzduší

Standardní informaci představují výstupy z měření základních škodlivin používaných pro charakterizování stavu znečištění ovzduší (SO_2 , NO, NO_2 , NO_x , PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$) rozšířené o měření hmotnostních koncentrací vybraných kovů v suspendovaných částicích frakce PM_{10} (výběrově ve frakci $\text{PM}_{2,5}$). Ve vybraných oblastech je zavedeno měření dalších látek, mezi které patří ozón a oxid uhelnatý. Z organických látek se jedná o benzen a skupinu devíti PAU. Zpracovávané výsledky ze 100 sídel (a 9 pražských částí) zahrnují 145 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 2023 byly významně ovlivněny výpadkem měření základních sledovaných kovů, kdy nejsou k dispozici 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. Prvoplánové základní vyhodnocení dat ze staničních měření s omezenou prostorovou reprezentativností může být zatíženo významnými a navíc obtížně kvantifikovatelnými nejistotami, které pak komplikují odhad expozičních úrovní. V druhé úrovni 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. Data o kvalitě ovzduší za rok 2023 pro vybrané škodliviny (NO_2 , PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$, As, Cd, Ni, Pb, benzen a BaP) tak byla zpracována i skupinově - pro jednotlivé typy městských lokalit. Toto rozdělení umožňuje v prvním přiblížení jednoznačnější identifikaci příčin lokálních extrémních hodnot. A 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 takto získané výstupy s určitou akceptovatelnou mírou nejistoty zobecnit ([příloha č. 1 - kategorizace stanic](#)). Hodnocení úrovně zátěže v některých městech také mírně ovlivnily výpadky

měření. [Tabulka č. 14 v příloze č. 3](#) 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 stanic zahrnutých do zpracování je uvedena v [příloze č. 2](#), kde jsou uvedeny i ostatní identifikační kódy přidělené stanicím v závislosti na měřicím programu (pro 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. 5](#).

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 jedné stanici ve frakci PM_{2,5}) - As, Cd, Cr, Mn, Ni a Pb, výběrově Ti. Hodnoty Cu, V, Fe, Co, Se, Zn nelze pro výpadek měření v roce 2023 hodnotit.

Výběrově sledované látky:

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

- PAU - benzo[*a*]antracen, chrysen, benzo[*b*]fluoranten, benzo[*k*]fluoranten, benzo[*j*]fluoranten, benzo[*a*]pyren, dibenz[*a,h*]antracen, benzo[*g,h,i*]perylene, indeno[1,2,3-*c,d*]pyren, a toxický ekvivalent benzo[*a*]pyrenu
- VOC – benzen

2 Imisní limity a referenční koncentrace

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

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

Tabulka č. 3. - Referenční koncentrace vydané SZÚ (v $\mu\text{g}/\text{m}^3$) - (podle § 27, odst. 6, b, zákona č. 201/2012 Sb.), 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[<i>a</i>]antracen	56-55-3		0,01	rok	SZÚ ^b	2A	
1,2-dichloreten	107-06-2		1	rok	WHO ^a	2B	
dichlormetan	75-09-2	3000		den	WHO ^a	2B	
etylbenzen	100-41-4	400			SZÚ ^b	2B	
fenantren	85-01-8		1		SZÚ ^b	3	
fenol	108-95-2	20		rok	RIVM ^c	3	
fluor a anorg. slouč.	7782-41-4	50		rok	SZÚ ^b	N	
formaldehyd	50-00-0	60		hodina	SZÚ ^b	2A	
chlorbenzen	108-90-7	100		rok	SZÚ ^b	N	
chrom šestimocný	1854-02-99		$2,5 \times 10^{-5}$	rok	WHO ^a	1	
mangan	7439-96-5	0,15		rok	WHO ^a	N	
sirouhlík	75-15-0	100*		den	WHO ^a	N	1
sirovodík	7783-06-4	150*		den	WHO ^a	N	2
styren	100-42-5	260*		rok	WHO ^a	2B	3
tetrachloreten	127-18-4	250		rok	WHO ^a	2A	
tetrachlormetan	56-23-5	20		rok	SZÚ ^b	N	
toluen	108-88-3	260		rok	WHO ^a	N	
trichloreten	79-01-6		2,3	rok	WHO ^a	2A	
trichlormetan	67-66-3	100		rok	RIVM ^c	2B	
vanad	7440-62-2	1		den	WHO ^a	N	
vinylchlorid	75-01-4		1	rok	WHO ^a	1	
suma xylenu	1330-20-7	100		rok	IRIS ^e	3	

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 1×10^{-6}

***** - referenční koncentrace nezajišťují ochranu vůči obtěžování zápachem

^a - Air quality guidelines for Europe second edition 2000

^b - stanoveno NRC pro venkovní ovzduší SZÚ

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

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

^e - Integrated risk information system US EPA

Klasifikace IARC:

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

Poznámky:

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

3 Základní sledované látky

Měřené hodnoty byly v roce 2023, tak jako již několik let, významně ovlivňovány aktuálními mikroklimatickými podmínkami, případně útlumem průmyslové výroby v Moravsko-slezském kraji. Platí to zejména v případě aerosolových částic, PAU a oxidů dusíku. Významný dopad mohou mít i dlouhodobější letní suchá období.

Předběžná zpráva ČHMÚ s hodnocením kvality ovzduší za rok 2023 uvádí:

- Rok 2023 byl z hlediska kvality ovzduší mimořádně příznivý. Koncentrace většiny látek znečišťujících ovzduší v roce 2023 opět poklesly a za hodnocené období 2013 – 2023 dosáhly nejnižších hodnot. Poprvé za celou historii měření nebyl překročen žádný z imisních limitů pro suspendované částice PM₁₀ a PM_{2,5}. Navíc v roce 2023, podobně jako v minulých letech, nebyly překročeny ani imisní limity pro NO₂, SO₂ a CO.
- K relativně dobré kvalitě ovzduší v ČR, vyjma přízemního ozonu (O₃), v roce 2023 přispěly zejména výrazně nižší koncentrace látek znečišťujících ovzduší během zimního období (leden – březen, říjen – prosinec), kdy z hlediska kvality ovzduší převažovaly příznivé meteorologické a rozptylové podmínky. Výrazně nižší koncentrace v porovnání s desetiletým průměrem 2013 – 2022 byly zaznamenány v lednu (teplotně silně nadnormální měsíc s výrazně lepšími rozptylovými podmínkami), v březnu a nejvýrazněji v listopadu, kdy byly – pro listopad atypicky – pouze dobré rozptylové podmínky.
- Koncentrace přízemního ozonu jsou silně závislé na meteorologických podmínkách zejména teplého období roku (duben – září) a nevykazují od roku 2013 výrazný trend jako ostatní znečišťující látky. Koncentrace v roce 2023 (maximální denní 8hodinové a 26. maximální denní 8hodinové průměrné koncentrace) byly v rámci jedenáctiletého období 2013 – 2023 čtvrté, resp. šesté nejnižší. Průměrné měsíční koncentrace O₃ se od dubna do srpna roku 2023 pohybovaly mírně pod hodnotou měsíčního desetiletého průměru. V září byly koncentrace nadprůměrné, a to s ohledem na meteorologické podmínky, kterými bylo toto září charakterizováno – tj. teplotně mimořádně nadnormální a srážkově silně podnormální. Imisní limit přízemního ozonu byl v roce 2023 (hodnoceno za tříleté období 2021 – 2023) překročen na 6 % stanic (4 z 68 stanic).
- K překročení 24hodinového imisního limitu PM₁₀ v roce 2023 nedošlo na žádné stanici s automatizovaným měřicím programem. Jedná se tak o první rok za celou historii měření PM₁₀ od 90. let minulého století, kdy 24hodinový imisní limit nebyl překročen. Rok 2023 prodloužil souvislou řadu let bez překročení imisního limitu pro průměrnou roční koncentraci PM₁₀ počínající rokem 2019. Imisní limit pro roční průměrnou koncentraci PM_{2,5} nebyl v roce 2023 překročen na žádné stanici s automatizovaným měřicím programem. Stalo se tak poprvé od zavedení tohoto limitu v roce 2005, který byl navíc v roce 2020 zpřísněn.

(https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/mes_zpravy/Rocni_zprava_2023.pdf)

Výsledky za rok 2023 ve formě imisních charakteristik a koncentračních tříd četností 24hodinových koncentrací na zahrnutých stanicích a městech pro jednotlivé měřené škodliviny prezentují grafy v [příloze č. 5](#).

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-2023/>

3.1 Oxid siřičitý - SO₂

Imisní charakteristiky oxidu siřičitého sledované v roce 2023 celkem na 45 stanicích potvrzují dlouhodobě stabilizovaný stav.

Při podrobné analýze:

- Roční aritmetické průměry se na městských pozad'ových stanicích pohybovaly v rozmezí 1,7 až 5,5 µg/m³, na republikových pozad'ových stanicích byl nejnižší roční průměr 1,4 µg/m³ (Košetice - JKOSA), odhad střední hodnoty pro nezatížené městské lokality je 3,7 µg/m³.
- Nejvyšší hodnota ročního průměru byla zjištěna v Moravskoslezském kraji, a to na stanici v Českém Těšíně (TCTN) - 8,9 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.
- Hodnota AQG WHO 40 µg/m³/24 hodin byla v roce 2023 překročena pouze jednou na stanici v Českém Těšíně (TCTN).

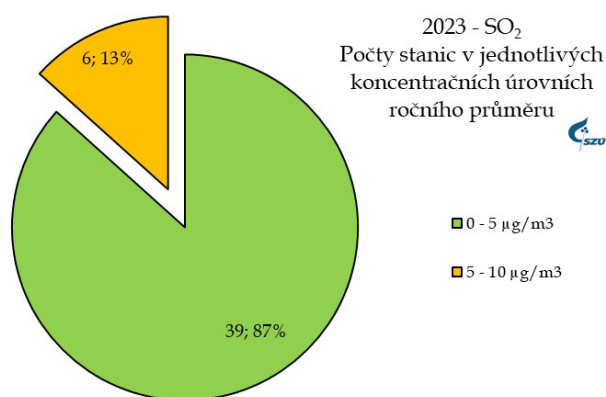
SO₂ - Stanovení

On-line - ČSN EN 14212:

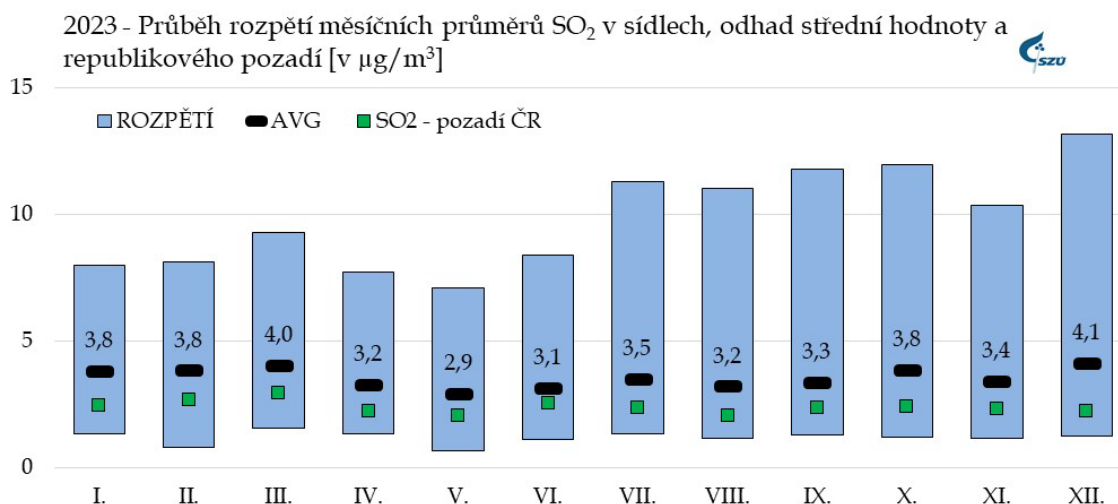
„Kvalita ovzduší – Normovaná metoda stanovení oxidu siřičitého ultrafialovou fluorescencí“.

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 - 2023, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru



Obr. č. 2 - SO₂ - 2023, rozpětí měsíčních průměrů v sídlech

Průběh hodnot v zimním období může stále ještě reflektovat dopady energetické krize, 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 74 stanicích.

Při podrobné analýze:

- Odhad roční střední hodnoty v dopravně a průmyslem méně zatížených lokalitách pro rok 2023 je $\approx 17,5 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$. Roční imisní charakteristiky sumy oxidů dusíku naměřené na pozadových stanicích ČHMÚ byly v rozmezí 2,3 až $4,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Na 96 % zahrnutých stanic (včetně pozadových) se hodnoty ročního aritmetického průměru pohybovaly v rozmezí 2 až $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Na dalších 4 % 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) a Ústí n/L Všebořická (UULD).

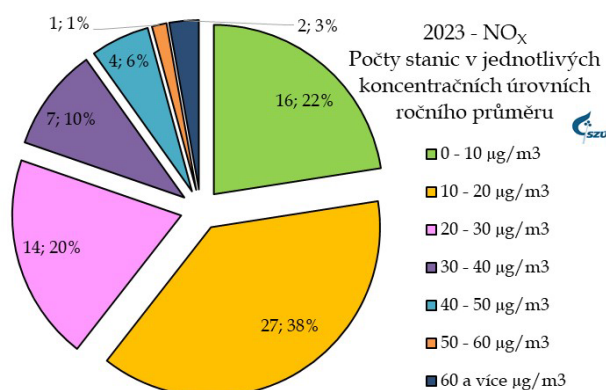
NO_x - Stanovení

On-line – ČSN EN 14211:

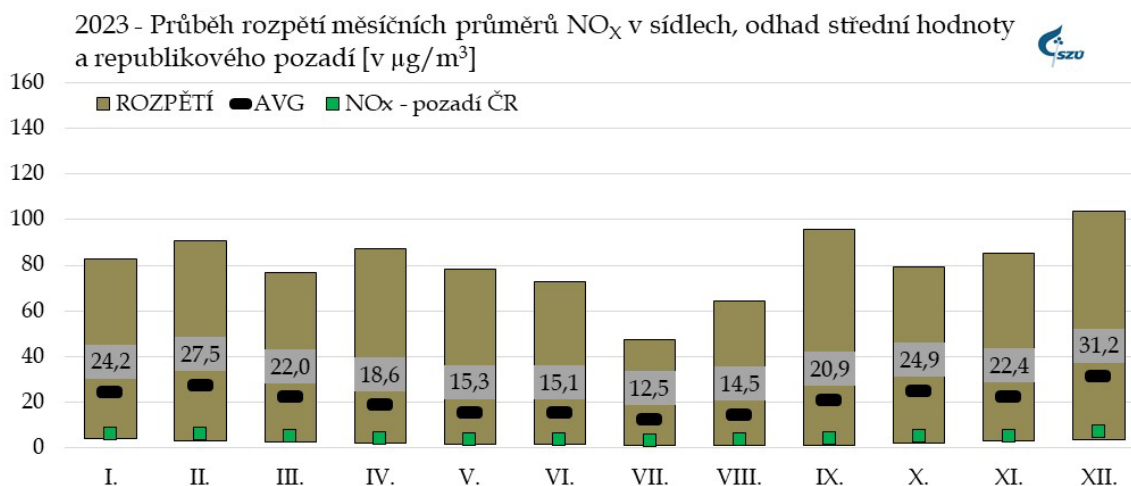
„Kvalita ovzduší – normovaná metoda stanovení oxidu dusičitého a oxidu dusnatého chemiluminiscí“

Imisní limit

Pro městské oblasti není stanoven.



Obr. č. 3 - 2023, NO_x - počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru



Obr. č. 4 - 2023 NO_x rozpětí měsíčních průměrů v sídlech

Průběh hodnot v zimním období může stále ještě reflektovat dopady energetické krize, která přiměla některé domácnosti k častějšímu přitápění různými typy pevných paliv v krbových kamnech a kotlích.

3.3 Oxid dusnatý - NO

Jedná se o látku úzce svázanou s dopravní zátěží.

Při podrobné analýze:

- Na téměř 93 % (ze 70) hodnocených stanic nebyla překročena úroveň $15 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$, odhad roční střední hodnoty ve městech je $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$. 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), v Ústí n/Labem - Všebořická (UULD) a v Brně - Úvoz (BBNV) a hodnoty ročních průměrů nad $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na dalších stanicích, které reprezentují vliv významných uzlů a městských tranzitních komunikací.
- Za hodnotu přirozeného pozadí ČR lze považovat roční imisní charakteristiky do $1 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ měřené na pozad'ových stanicích ČHMÚ.

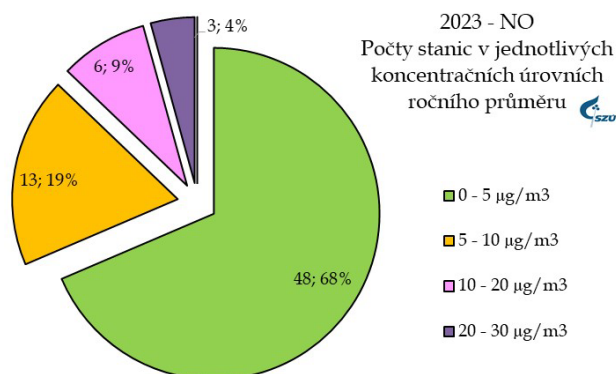
NO - Stanovení

On-line - ČSN EN 14211:

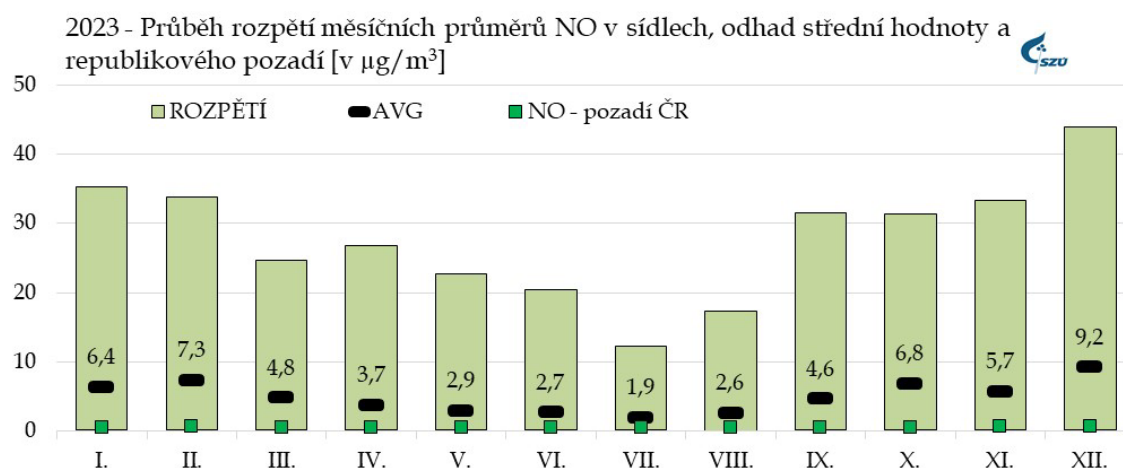
„Kvalita ovzduší – normovaná metoda stanovení oxidu dusičitého a oxidu dusnatého chemiluminiscí“

Imisní limit

Pro městské oblasti není stanoven.



Obr. č. 6 – 2023, NO - počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru



Obr. č. 5 – 2023, NO rozpětí měsíčních průměrů v sídlech

3.4 Oxid dusičitý – NO₂

Imisní charakteristiky NO₂ byly hodnoceny na celkem 70 stanicích v 40 městech a v 9 pražských částech ([příloha č. 5, obr. č. 45](#)).

Shodně s oxidem dusnatým i u oxidu dusičitého jsou vyšší měřené hodnoty primárně svázány s dopravou jako majoritním zdrojem a zvláště v městských částech, 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 37,7 µg/m³ u jedné stanice (Praha 2 – Legerova, ALEG) blížila limitní hodnotě (40 µg/m³). Roční průměr nad 25 µg/m³ byl mimo měřicích stanic v Praze (Legerova – ALEG, Argentinská – AHOL a Vysočany – AVYN) a v Brně (Úvoz – BBNV) 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:

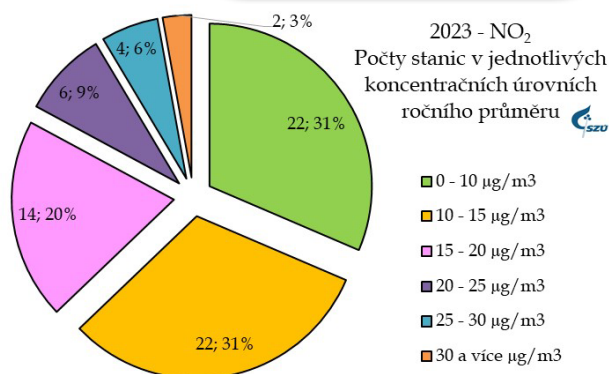
„Kvalita ovzduší – normovaná metoda stanovení oxidu dusičitého a oxidu dusnatého chemiluminiscí“

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.

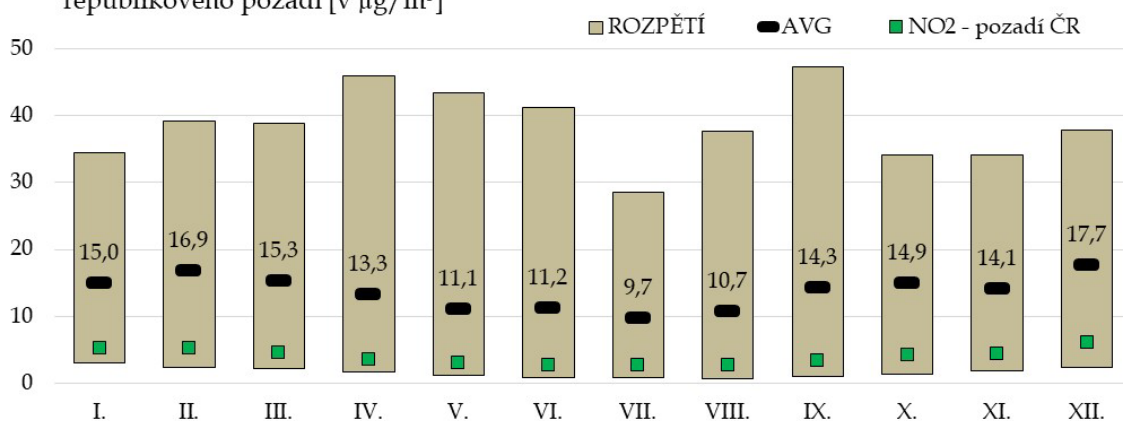


Při podrobné analýze:

- Na pozadových stanicích se koncentrace NO₂ v ČR dlouhodobě pohybují v rozsahu od 3 do 5 µg/m³; nejvyšší hodnota byla naměřena na Červené Hoře (TCER), a to 4,5 µg/m³.
- Střední roční hodnota se, v závislosti na intenzitě okolní dopravy, pohybovala v rozsahu od cca 8 µg/m³ na venkovských nezatížených lokalitách, přes 12 µg/m³ u městských nezatížených stanic, až k 20 µg/m³ ročního průměru v dopravně velmi významně exponovaných lokalitách. Odhad roční střední hodnoty v dopravou a průmyslem méně zatížených lokalitách pro rok 2023 je 13 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 2023 překročena na 48 stanicích (69 %), denní cílová hodnota AQG – 25 µg/m³ byla alespoň jednou překročena na 61 (98 %) městské stanici, jedinou výjimku tvoří stanice v Kuchařovicích. Nejvyšší počet překročení byl naměřen na stanici ALEG (Praha 2 - Legerova) - 281 (77 %).

Obr. č. 7 – 2023, NO₂ - počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

2023 - Průběh rozpětí měsíčních průměrů NO₂ v sídlech, odhad střední hodnoty a republikového pozadí [v µg/m³]



Obr. č. 8 – 2023, NO₂ rozpětí měsíčních průměrů v sídlech

Průběh hodnot v zimním období může stále ještě reflektovat dopady energetické krize, která přiměla některé domácnosti k častějšímu přitápění různými typy pevných paliv v krbových kamnech a kotlích. Krize nevýznamně 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 hodnocení omezeno pouze na tabelární 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 2023 a odhad středních ročních hodnot byly, mimo jiné, opět významně ovlivněny příznivými rozptylovými podmínkami a v některých případech i poklesem průmyslové výroby. Přetrvává významnost podílu emisí z dopravy jako majoritního zdroje znečištění ovzduší ve městech a v městských aglomeracích proti emisím z dalších typů zdrojů (teplárny, výtopny a domácí vytápění). To vyplývá i z porovnání imisních charakteristik stanic umístěných v jednotlivých typech městských obytných lokalit (pozaďových a zatížených různou úrovní dopravy), které jednoznačně identifikuje dopravu jako hlavní příčinu vyšší zátěže suspendovanými částicemi ve městech. Je zřejmá přímá závislost na intenzitě dopravy, kdy se emise z liniového zdroje/zdrojů přičítají k městskému pozadí ovlivňovanému lokálními malými zdroji - topeništi. 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 22 µg/m³/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. 5, obr. č. 46](#)).

Při podrobné analýze:

- Hodnoty ročního aritmetického průměru měřené na pozaďových stanicích ČHMÚ byly v rozmezí 7 až 13,3 µg/m³. Překročení hodnoty denního imisního limitu (50 µg/m³) nebylo v roce 2023 naměřeno na žádné z nich.
- Roční střední hodnota se ve všech krajích, kromě Moravskoslezského, v dopravou nezatížených lokalitách pohybovala v rozsahu od 11,3 do 21,8 µg/m³. V dopravně zatížených lokalitách byly roční průměry, v závislosti na intenzitě dopravy, od 14,2 do 21,7 µg/m³, v oblastech s průmyslovou zátěží byly v rozmezí od 15,4 do 21,8 µg/m³.

PM₁₀ - Stanovení

Integrální – gravimetrie – detekční limit (DL) 10 µg/m³.

On-line – ČSN EN 12341:

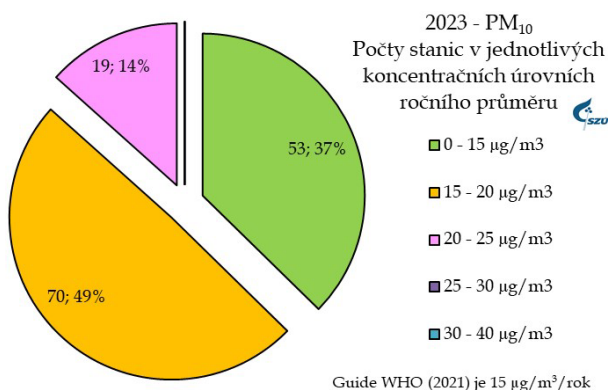
„Kvalita ovzduší – referenční gravimetrická metoda stanovení hmotnostní koncentrace frakcí aerosolových částic PM₁₀ a PM_{2,5}“.

Imisní limit

Rok – 40 µg/m³

24 hod. – 50 µg/m³ (nesmí být překročen více jak 35krát/rok).

WHO nedoporučuje překračovat hodnotu 15 µg/m³ ročního průměru.

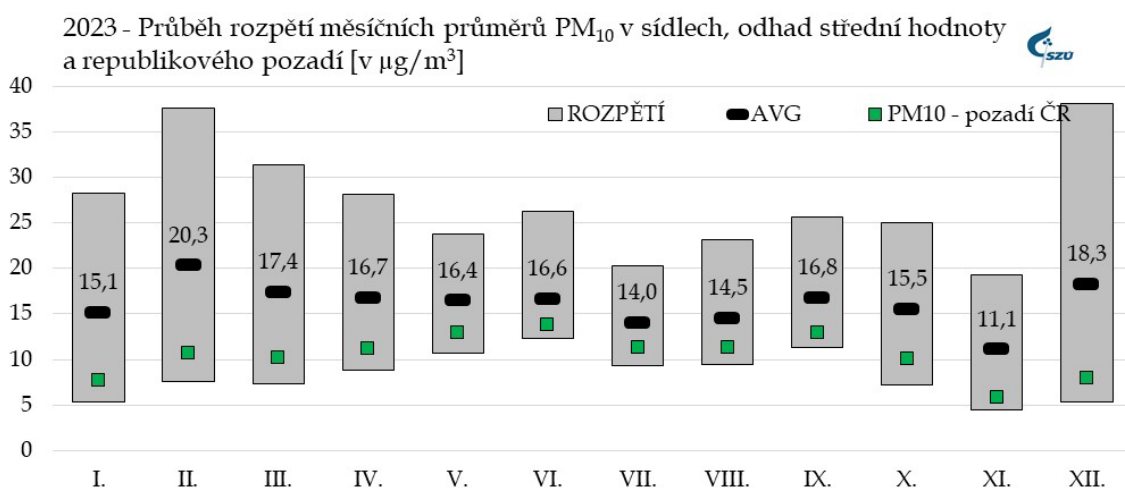


Obr. č. 9 – 2023, PM₁₀ - počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

V Moravskoslezském kraji byly roční aritmetické průměry PM_{10} v ovzduší v průměru o přibližně $3 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ vyšší než v ostatních regionech. Nejvyšší průměrná roční koncentrace $23,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ byla zjištěna na stanici Ostrava - Radvanice (TORE). Hodnota ročního průměru na žádné stanici nepřekročila v roce 2023 imisní limit $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

- 24hodinový imisní limit (tj. více než 35 překročení 24 hod. limitu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{kalendářní rok}$) nebyl roce 2023 překročen na žádné z 142 hodnocených měřicích stanic. 24hodinový imisní limit ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nebyl překročen na žádné pozad'ové stanici a také na 25 městských stanicích; ve všech ostatních monitorovaných lokalitách byl minimálně jednou překročen. Nejvyšší počet překročení, a to 19, byl zaznamenán na měřicí stanici v Lomu u Mostu (ULOM), 18 překročení pak bylo zaznamenáno na stanici v Ostravě - Radvanice (TORE) a 17 na stanici ve Veřňovicích (TVER).
- Pouze na 25 stanicích (17,6 %), včetně pozad'ových, nebyla v roce 2023 překročena hodnota doporučení WHO ($45 \mu\text{g}/\text{m}^3/24\text{hodin}$). Nejvíce (> 20) překročení doporučené 24 hodinové hodnoty WHO bylo v roce 2023 naměřeno na stanici Lom u Mostu (ULOM) - 32 a na 2 stanicích v Moravskoslezském kraji (Veřňovice - TVER - 24 a Ostrava-Radvanice - TORE - 22).

Přetrvává rozdíl, v roce 2023 cca $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ročního průměru, mezi městskými stanicemi v Moravskoslezském kraji a ostatními regiony ČR. Měřené hodnoty významně ovlivnila kombinace příznivých rozptylových podmínek, lokálního útlumu některých průmyslových výroby a pokračujících teplých zim.



Obr. č. 10 - 2023, PM_{10} rozpětí měsíčních průměrů v sídlech

Průběh hodnot v zimním období může stále ještě reflektovat dopady energetické krize, která přiměla některé domácnosti k častějšímu přitápění různými typy pevných paliv v krbových kamnech a kotlích (viz hodnoty v únoru a prosinci 2023). Krize nevýznamně 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 81 stanice v 60 sídlech.

Při podrobné analýze:

- Průměrné roční hmotnostní koncentrace v sídlech se pohybovaly od 7,3 do 17,8 µg/m³.
- Hodnota ročního imisního limitu 20 µg/m³ nebyla překročena na žádné stanici.
- Roční průměr na pozad'ové stanici v Košeticích byl 8,1 µg/m³.
- Podíl suspendovaných částic frakce PM_{2,5} ve frakci PM₁₀ vypočítaný ze souběžně měřených hodnot se pohybuje od 0,51 na stanici Lom u Mostu (ULOM) po 0,85 na stanici v Karviné (TKAO). Průměrná hodnota se dlouhodobě pohybuje okolo 0,75 v roce 2023 byla 0,72. Vyšší podíl je zjišťován v zimních měsících nebo například za smogových situací.
- Pouze na jedenácti (13,5 %) z městských stanic zahrnutých do hodnocení nebylo překročeno 10 µg/m³ ročního průměru, tedy dvojnásobek teoretické nejnižší rizikové expozice podle AQG WHO ([příloha č. 5, obr. č. 47](#)), která byla překročena na všech stanicích.

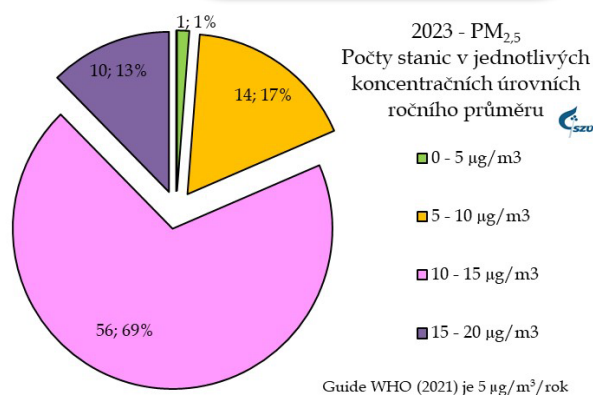
PM_{2,5} - Stanovení

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

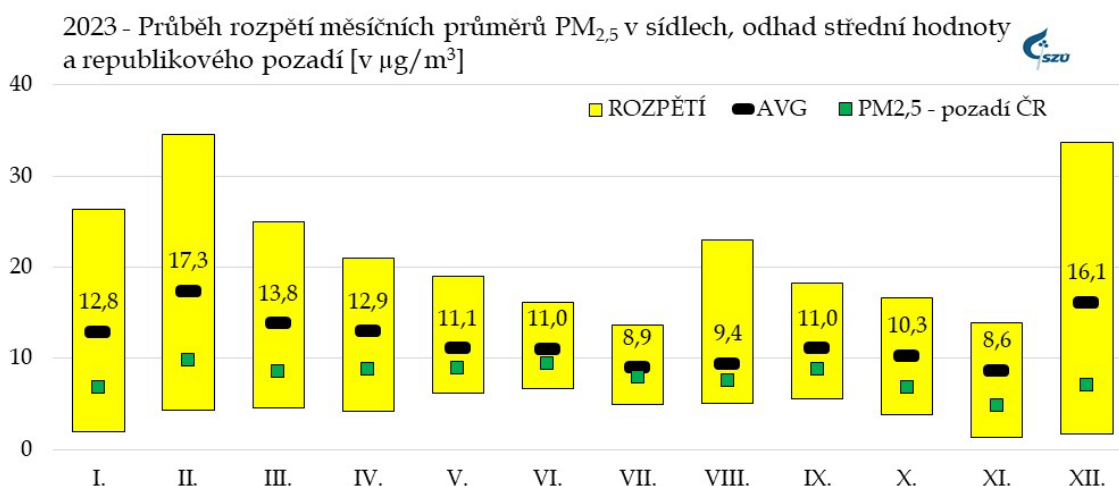
Imisní limit

rok – 20 µg/m³

WHO nedoporučuje překračovat hodnotu 5 µg/m³ ročního průměru.



Obr. č. 11 - 2023, PM_{2,5} - počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru



Obr. č. 12 - 2023, PM₁₀ rozpětí měsíčních průměrů v sídlech

Průběh hodnot v zimním období může stále ještě reflektovat dopady energetické krize, která přiměla některé domácnosti k častějšímu přitápění různými typy pevných paliv v krbových kamnech a kotlích (viz hodnoty v únoru a prosinci 2023). Krize nevýznamně ovlivnila i oblasti s extenzivní dopravní zátěží.

3.8 Oxid uhelnatý - CO

Imisní charakteristiky CO byly v roce 2023 hodnoceny na 11 stanicích. Jednoznačnost vazby vyšších měřených hodnot na lokality zatížené dopravou dokládá i skutečnost, že 24 hodinové hodnoty překračující 1 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ se objevují výjimečně, a to v jednotkách za rok (3 v roce 2023), a to téměř výhradně na dopravně extrémně zatížených stanicích - dopravních „hot-spotech“.

Při podrobné analýze:

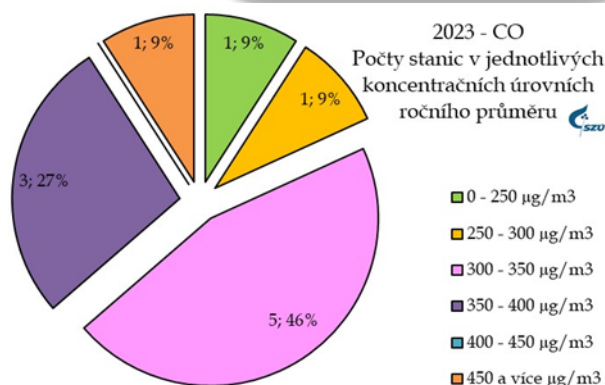
- Roční průměr CO na pozad'ové stanici v Košeticích (JJKOS) byl 205 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Nejvyšší roční aritmetický průměr - 461 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - byl naměřen na dopravní „hot spot“ stanici v Praze 2 Legerova (ALEG).
- Imisní limit nebyl v roce 2023 na žádné stanici překročen. V případě CO byly roční průměry z měřicích stanic přibližně na 8 % hodnoty AQG stanovené WHO pro 24 hodinový průměr.

CO - stanovení

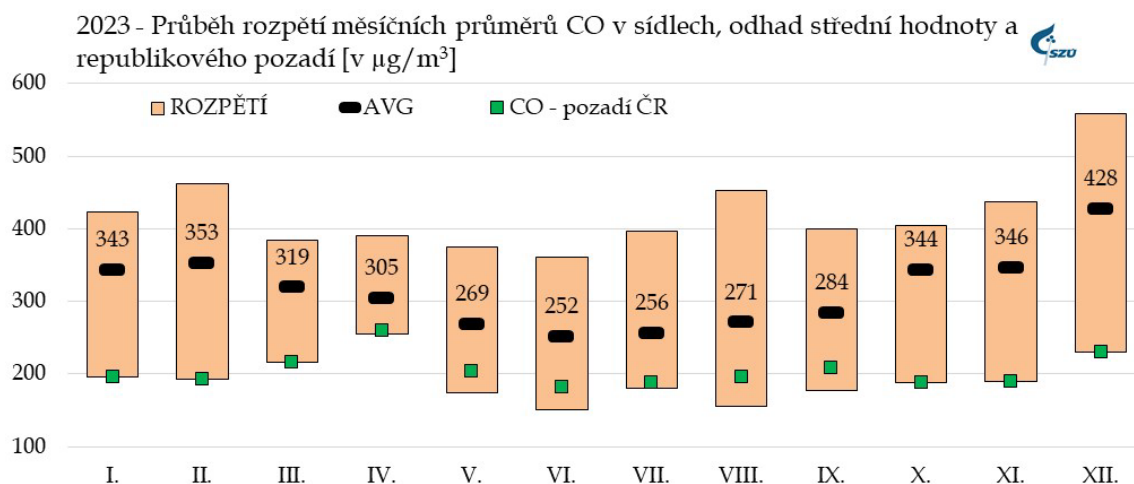
On-line - ČSN EN 14626:
„Kvalita ovzduší -
normovaná metoda
stanovení oxidu uhelnatého
nedisperzní infračervenou
spektrometrií.“

Imisní limit

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



Obr. č. 13 - 2023, CO - počty stanic
v jednotlivých koncentračních úrovních
ročního průměru



Obr. č. 14 - 2023, CO rozpětí měsíčních průměrů v sídlech

Průběh hodnot v zimním období může stále ještě reflektovat dopady energetické krize, která přiměla některé domácnosti k častějšímu přitápění různými typy pevných paliv v krbových kamnech a kotlích (viz hodnoty v únoru a prosinci 2023). Krize nevýznamně ovlivnila i oblasti s extenzivní dopravní zátěží.

3.9 Ozón – O₃

Sledování hodnot troposferického ozonu nabývá, zvláště v letním období, na významu. Do hodnocení byla v roce 2023 zahrnuta data z 54 stanic ve 47 městech a v 6 pražských obvodech.

Při podrobné analýze:

- Na pozad'ových stanicích se roční aritmetické průměry pohybovaly v rozmezí 66 až 75 µg/m³. V městských lokalitách byly v rozsahu od 44 µg/m³ na stanici v Olomouci (MOLJ), do 63 µg/m³ na stanici v Mikulově (BMIS).
- Celkem na 14 stanicích byla v roce 2023 alespoň jednou překročena hodnota 120 µg/m³ u denního 8hodinového klouzavého průměru. Nejvyšší hodnota byla naměřena na stanici Ústí n/L - Kočkov (UULK) - 165 µg/m³/8hod. Nejvyšší hodnota ročního průměru v ČR byla naměřena na stanici Rudolice v Horách (URVH) 75 µg/m³.
- Imisní limit nebyl překročen na žádné stanici. Srovnání s AQG WHO nelze pro nedostatek podkladů provést.
- Hodnoty nad 70 µg/m³ ročního průměru byly naměřeny celkem na devíti pozad'ových stanicích, kdy se jedná o výše položené pozad'ové stanice primárně zaměřené na hodnocení dálkového transportu.

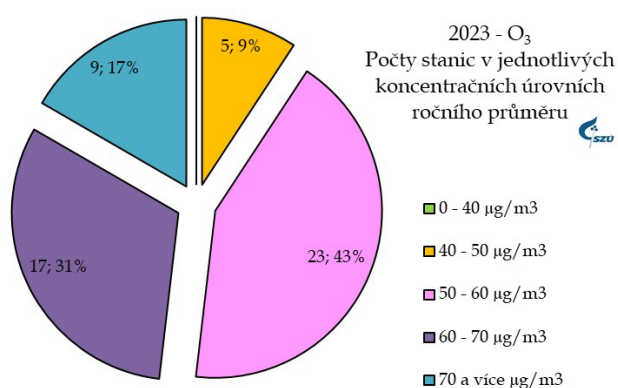
O₃ - Stanovení

On-line - ČSN EN 14625:

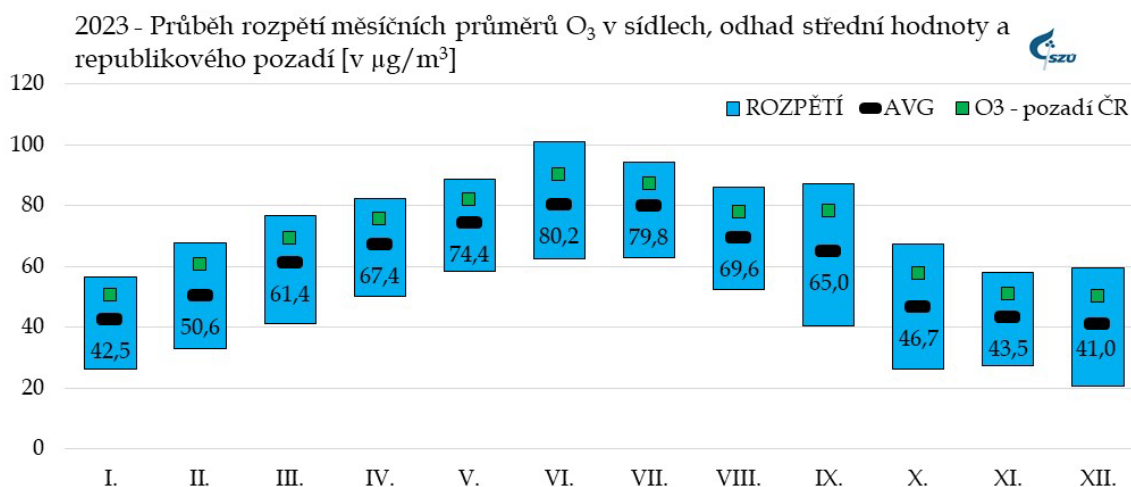
„Kvalita ovzduší – normovaná metoda stanovení ozónu ultrafialovou spektrometrií“

Imisní limit

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



Obr. č. 15 – 2023, O₃ – počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru



Obr. č. 16 – 2023, O₃ – rozpětí měsíčních průměrů v sídlech

4 Těžké kovy

Celkem sedm těžkých kovů (mimo základních As, Cd, Cr, Mn, Ni a Pb – byl na stanici v SZÚ/ASRO měřen i Ti) bylo v roce 2023 standardně sledováno ve vzorcích suspendovaných částic frakce PM₁₀ odebraných z venkovního ovzduší.

Hmotnostní koncentrace vybraných kovů byly, na stanicích provozovaných zdravotními ústavy, získány ze čtrnáctidenních sumačních vzorků suspendovaných částic odebíraných podle jednotného harmonogramu. V síti stanic (program 0/5) provozovaných ČHMÚ byly odebírány/analyzovány 24 hodinové vzorky v režimu každý druhý den. K rozkladu odebraných vzorků se používá mikrovlnná pec. Stanovení stopových množství kovů postupy ICP-MS, ICP-OES a/nebo XRF vychází z příslušných referenčních návodů a řídí se individuálními postupy participujících laboratoří.

Hodnocení za rok 2023 je stále zásadně ovlivněno výpadkem systémů ICP-MS respektive výsledků ze stanic provozovaných ČHMÚ. V roce 2023 nebylo možno vyhodnotit data z 18 stanic provozovaných ČHMÚ.

- Z původních 34 stanic provozovaných ČHMÚ (2021) byla za rok 2023 k dispozici data As, Cd, Cr, Ni, Mn a Pb z pouze 16 stanic. Navíc data Cu, Zn, Fe, V, Co a Se ze sítě ČHMÚ nejsou k dispozici.
- Součástí vyhodnocení jsou, pro srovnání, roční střední hodnoty pozad'ové stanice EMEP Košetice (JKOS) a dalších stanic charakterizovatelných u některých prvků jako pozad'ové – Churáňov (CCHU), Červená Hora (TCER) a Kuchařovice (BKUC).
- Na jedné měřicí stanici byly v roce 2023 paralelně měřeny hodnoty kovů ve frakci PM_{2,5} - Praha 10 Šrobárova (ASRO). Ty ale opět nejsou pro rok 2023 k dispozici ze stanic v síti ČHMÚ.
- Pro redukci dat ze stanic provozovaných ČHMÚ nelze data měřených kovů plně interpretovat pro jednotlivé městské kategorie, když byl zásadně omezen počet proměřovaných vesnických a pozad'ových stanic. Pravděpodobné ovlivnění vývojem meteorologické situace či energetickou krizí také nelze vyhodnotit.
- Data za rok 2023 jsou standardně zpracována v tabelární formě dostupné na:
(https://szu.cz/wp-content/uploads/2024/07/tk_2023.pdf)

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 emisí z metalurgických procesů. Význam malých energetických zdrojů (lokálních topenišť spalujících pevná/fosilní paliva) potvrzuje maximální hodnota 3,26 ng/m³ ročního průměru na příměstské stanici Praha 5 - Řeporyje (ARER). Vyšší hodnoty byly naměřené na dalších podobně umístěných příměstských stanicích (Kladno-Švermov, Lom u Mostu či Tanvald, kde se roční průměrná hodnota pohybovala nad 2,5 ng/m³ ([příloha č. 5, obr. č. 48](#)).

Při podrobné analýze:

- Roční průměr na pozadových stanicích provozovaných ČHMÚ byla v rozmezí 0,48 až 0,58 ng/m³, odhad hodnoty republikového pozadí byl 0,52 ng/m³ – tj. na úrovni 8,6 % imisního limitu.
- Imisní limit nebyl v roce 2023 překročen na žádné stanici, na šesti stanicích překročil roční průměr 2 ng/m³ – tj. úroveň třetiny stanoveného limitu. Na 15 (41 %) stanicích, včetně pozadových, nepřekročila hodnota ročního průměru 1 ng/m³.
- Odhad střední hodnoty pro obydlené lokality – 1,04 ng/m³ imisní limit naplňuje ze 17 % a je ve srovnání s hodnotami měřenými na pozadových stanicích přibližně dvojnásobný.

Teoretický odhad pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění při celoživotní expozici měřeným koncentracím arsenu se v ČR (mimo pozadové stanice) pohybuje v rozsahu $6,9 \times 10^{-7}$ až $4,9 \times 10^{-6}$, se střední hodnotou $2,07 \times 10^{-6}$, tj. přibližně 2 přídatné případy na 1 milion celoživotně exponovaných obyvatel ([příloha č. 5, 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 nezátížené oblasti na úrovni $1,56 \times 10^{-6}$, tj. na úrovni 1 případu na 1 milion celoživotně exponovaných obyvatel.

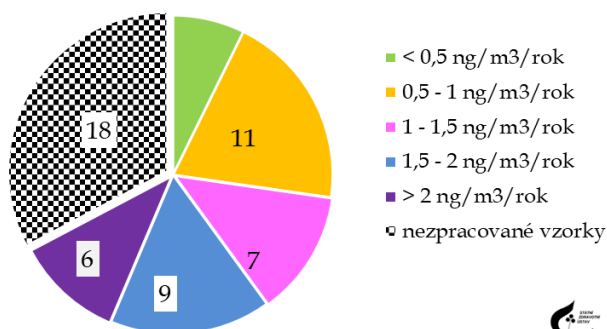
Lokální nárůst lze připsat především změně v chování obyvatelstva v souvislosti s probíhající energetickou krizí a vyšší míře spalování pevných paliv, při kterém se uvolňuje vyšší množství znečišťujících látek do ovzduší.

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) – $1,5 \times 10^{-3}$ (µg.m⁻³)⁻¹.



As - 2023, Počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

Obrázek č. 17 – 2023 As, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

4.2 Kadmiu – Cd

Na většině městských stanic byly roční průměry přibližně dvakrát až třikrát vyšší než hodnoty měřené na pozadových stanicích, příčinou lokálního mírného zvýšení mohou být průmyslové zdroje, stará zátěž ale i například spalování pevných paliv a odpadů v domácích topeništích.

Při podrobné analýze:

- Roční aritmetické průměry se na pozadových stanicích pohybovaly mezi 0,03 až 0,08 ng/m³.
- Z 34 městských stanic byl roční průměr 0,5 ng/m³ (10 % IL) překročen pouze na dvou stanicích, jedné v Ostravě (TORE) a na jedné stanici v Tanvaldu (LTAS) ([příloha č. 5, obr. č. 49](#)). Imisní limit nebyl překročen na žádné stanici. Odhad střední hodnoty pro městské oblasti 0,15 ng/m³ je proti hodnotám měřeným na pozadových stanicích přibližně dvojnásobný.
- Hodnota vyšší než 1,0 ng/m³/rok byla naměřena pouze na stanici v Tanvaldě (LTAS) – 3,72 ng/m³. Lze ji připsat vlivu průmyslových zdrojů případně staré zátěži.

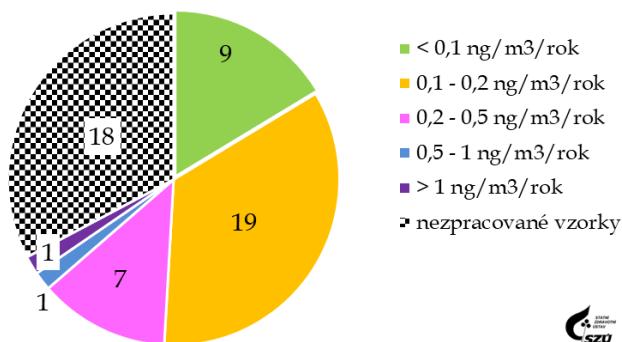
Cd - Stanovení

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 - 2023, Počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

Obrázek č. 18 – 2023 Cd, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

Teoretický odhad pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění při celoživotní expozici měřeným koncentracím kadmia se v ČR (mimo pozadové stanice) pohybuje v rozsahu $1,47 \times 10^{-8}$ až $1,82 \times 10^{-6}$, se střední hodnotou $1,67 \times 10^{-7}$, tj. přibližně 1 přídatný případ na 100 miliónů až 2 případy na 1 milión obyvatel, se střední hodnotou 2 případy na 10 milionů celoživotně exponovaných obyvatel ([příloha č. 5, obr. č. 57 c](#)).

Lokální nárůst 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.

4.3 Olovo – Pb

Vyšší hodnoty mají lokální význam a přímou souvislost s okolní průmyslovou zátěží. Odhad roční střední hodnoty hmotnostní koncentrace olova v aerosolu ve venkovním ovzduší ČR ($4,3 \text{ ng/m}^3$ tj. $\approx 1\%$ IL) řadí olovo mezi zdravotně méně významné škodliviny. Skutečnost, že hodnota ročního průměru nepřekročila 10 ng/m^3 (2% IL) na 31 ze 34 do hodnocení zahrnutých městských stanic, svědčí o téměř zanedbatelném významu plošně působících zdrojů. Blízkost hodnot ročního aritmetického a geometrického průměru na jednotlivých stanicích naznačuje stabilitu a homogenitu měřených koncentrací, až na výjimky bez velkých sezónních, klimatických i jiných výkyvů (příloha č. 5, obr. 51).

Při podrobné analýze:

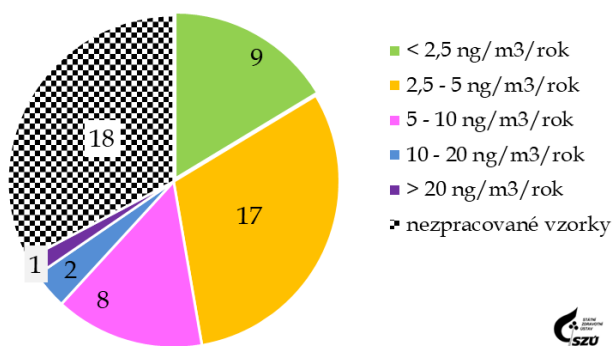
- Imisní limit nebyl na žádné stanici v roce 2023 překročen.
- Odhad střední hodnoty pro městské oblasti ($3,4 \text{ ng/m}^3$) je přibližně dvojnásobkem hodnot naměřených na ozadových stanicích, kde bylo na všech stanicích naměřeno méně než $2,5 \text{ ng/m}^3/\text{rok}$. Tento stav se dlouhodobě nemění.
- Na 23 městských stanicích (68 %) hodnota ročního průměru nepřekročila 5 ng/m^3 .
- Roční střední hodnota $> 20 \text{ ng/m}^3$ byla zjištěna na 1 stanici v Ostravě (TORE), roční průměry v rozmezí 10 až 20 ng/m^3 pak byly v roce 2023 naměřeny na dalších dvou stanicích v Ostravě (TOPR) a (TORO). Nejvyšší hodnota naměřená na stanici Ostrava Radvanice – $27,8 \text{ ng/m}^3$ – je poloviční proti roku 2022.

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 – $0,5 \mu\text{g/m}^3$ ($= 500 \text{ ng/m}^3$) – odpovídá doporučené hodnotě WHO.



Pb - 2023, Počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

Obrázek č. 19 – 2023 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 antikoroční ochrana, průmysl – legování ocelí).

Při podrobné analýze:

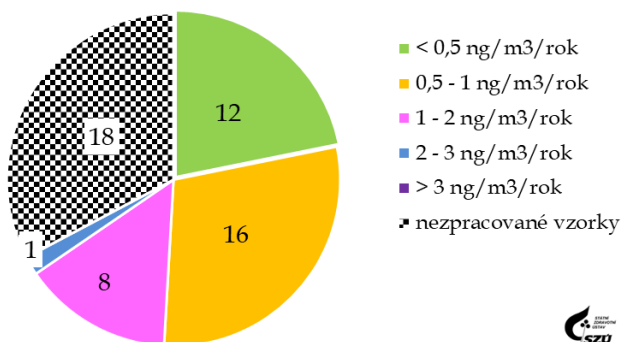
- Hodnoty ročních aritmetických průměrů niklu na pozadových stanicích nepřesáhly $0,30 \text{ ng/m}^3$; tj. 1,5 % IL ([příloha č. 5, obr. č. 50](#)).
- Odhad střední hodnoty pro obydlené oblasti je $0,51 \text{ ng/m}^3$. – tj. 2,6 % IL.
- Na žádné z hodnocených stanic nepřekročila hodnota ročního průměru $2,5 \text{ ng/m}^3$ (12,5 % imisního limitu).
- Na 24 městských stanicích mimo pozadových, (73 %) nepřekročila hodnota ročního průměru 1 ng/m^3 .
- Roční imisní limit nebyl na žádné stanici překročen.

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 $0,02 \text{ ng/m}^3$.

Imisní limit

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



Ni - 2023, Počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

Obrázek č. 20 – 2023 Ni, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

Teoretický odhad pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění při celoživotní expozici měřeným koncentracím niklu se v ČR (mimo pozadové stanice) pohybuje v rozsahu $8,36 \times 10^{-8}$ až $8,28 \times 10^{-7}$, se střední hodnotou $1,94 \times 10^{-7}$, tj. přibližně 1 přídatný případ na 10 miliónů až 1 případ na 1 milión obyvatel, se střední hodnotou 2 případy na 10 miliónů celoživotně exponovaných obyvatel ([příloha č. 5, obr. č. 57 b](#)).

4.5 Mangan – Mn

Mimo více zatížený Moravskoslezský kraj lze identifikovat zátěž lokálního významu například v Pelhřimově, Buštěhradu u Kladna či na jedné stanici v Brně.

Při podrobné analýze:

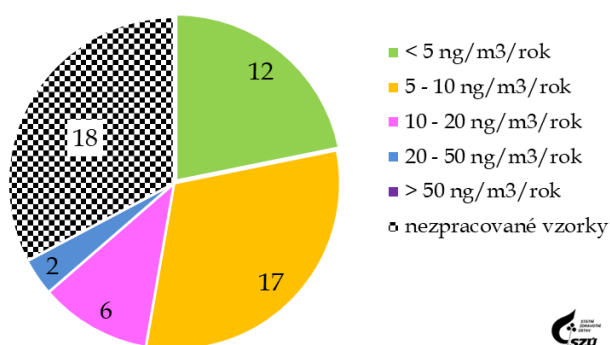
- Odhad střední hodnoty pro obydlené oblasti je 5,47 ng/m³.
- Referenční koncentrace nebyla v roce 2023 překročena na žádné měřicí stanici. Roční průměry manganu na 25 městských stanicích nepřekročily 10 ng/m³ (6,7 % RfK),
- Nejvyšší hodnoty (> 20 ng/m³/rok) byly zjištěny na dvou průmyslem zatížených (Liberty Ostrava) stanicích v Ostravě Radvanicích (TORE) – 41,14 ng/m³ (tj. cca 27 % stanovené RfK) a (TORO) - 27,17 ng/m³.

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 - 2023, Počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

Obrázek č. 21 – 2023 Mn, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

4.6 Chrom – Cr

V případě Cr lze ve městech přisoudit majoritní význam specifickým zdrojům, které přicházejí v úvahu (doprava a antikoroční ochrana, průmysl – metalurgie a legování ocelí).

Při podrobné analýze:

- Konzervativní odhad střední hodnoty v neexponovaných lokalitách zahrnutých sídel je 1,07 ng/m³/rok.
- Na 9 z 34 hodnocených městských stanic (26 %) roční aritmetické průměry nepřekročily 1 ng/m³/rok.
- V rozmezí 1 až 3 ng/m³ ročního průměru to bylo celkem 20 stanic (58,8%).
- Na pěti stanicích (Ostrava – TORE, Ústí n/ Labem (UUDI), Vrapice (SKLC), Buštěhrad (SBUS) a Stehelčevy (SSTE) u Kladna) překročila hodnota ročního průměru 3 ng/m³.
- Za modelového odhadu, při středním zastoupení Cr^{VI+} ve směsi na úrovni 0,1 až 0,5 %, by se koncentrace Cr^{VI+} pohybovaly převážně pod úrovní referenční koncentrace.

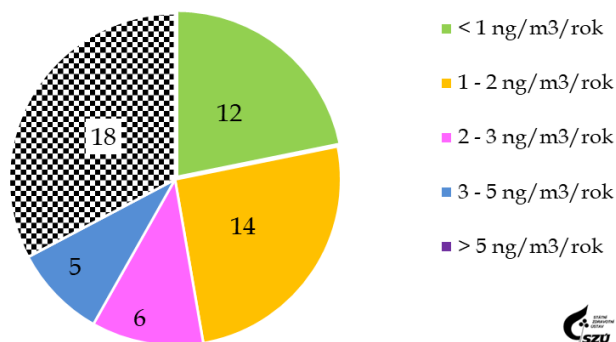
Cr - Stanovení

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.

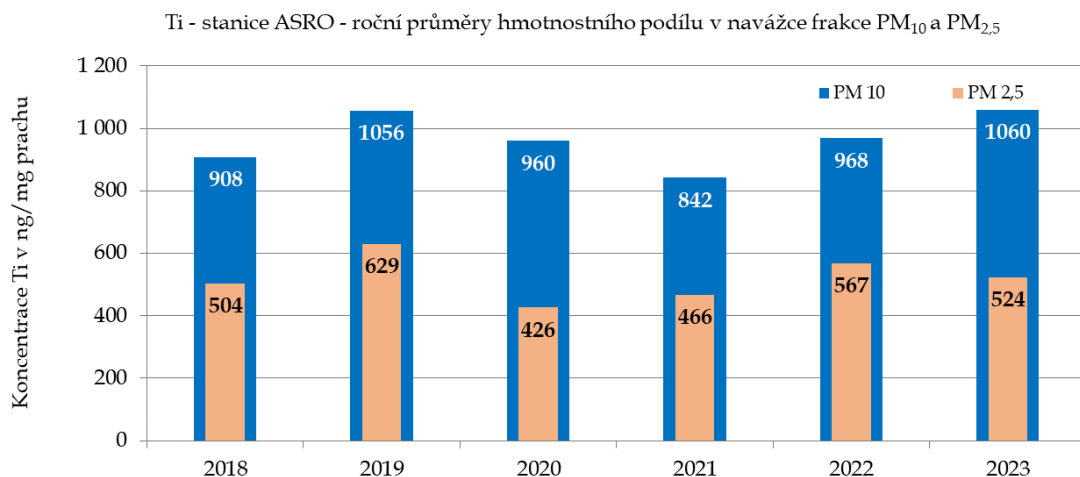


Cr - 2023, Počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

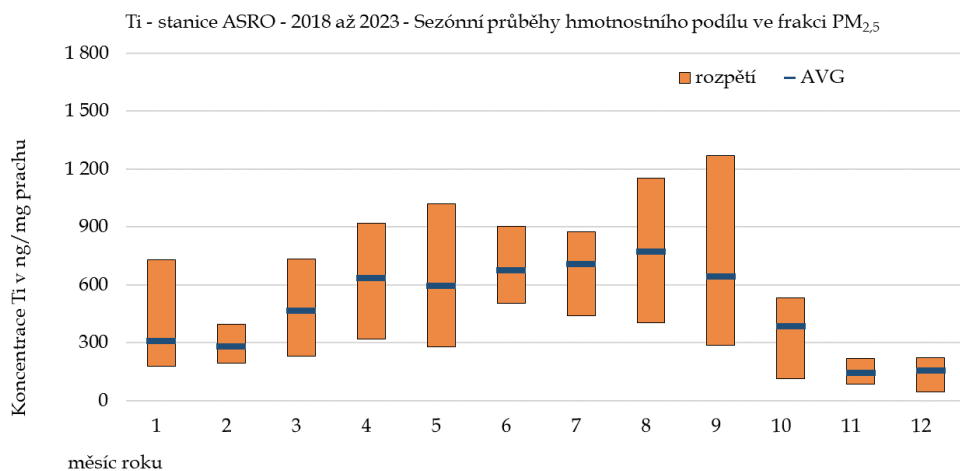
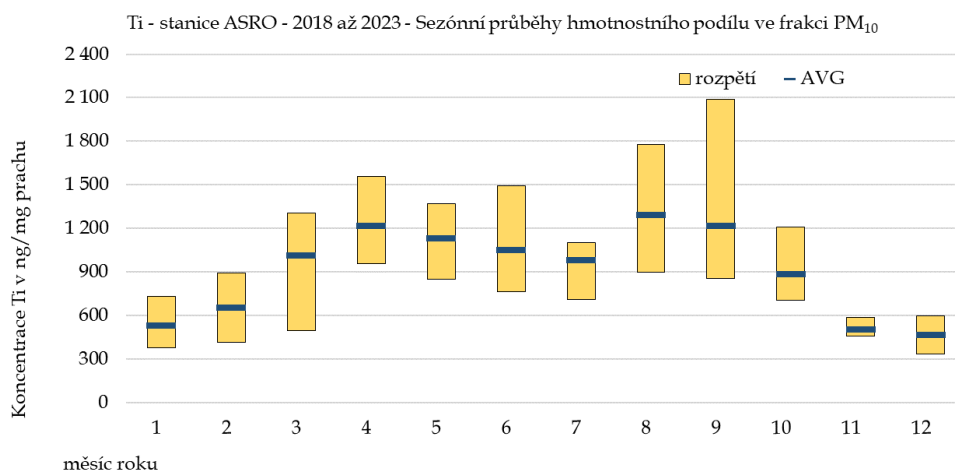
Obrázek č. 22 – 2023 Cr, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

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. Trendy lze hodnotit u frakce PM₁₀ jako nerostoucí, u frakce PM_{2,5} jako neklesající.



Obrázek č. 24 2023 – roční průměry hmotnostního podílu Ti v měřených frakcích



Obrázek č. 23 a, b – 2018 – 2023, Sezónní průběhy hmotnostního podílu Ti v měřených frakcích

5 Specifické sledované látky

5.1 VOC – těkavé organické látky

Do zpracování za rok 2023 byly zahrnuty hodnoty benzenu měřené na 33 stanicích, z nichž 2 stanice (Košetice – JKOS a Rudolice v Horách – URVH) lze klasifikovat jako pozad'ové.

Úroveň znečištění ovzduší benzenem se v roce 2023 v měřených městských lokalitách pohybovala v rozmezí 0,6 – 3,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$. V průmyslově zatížených lokalitách (chemický průmysl, metalurgie ...) jsou dlouhodobě zjišťovány nejvyšší střední hodnoty (průměr – 1,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$).

Při podrobné analýze:

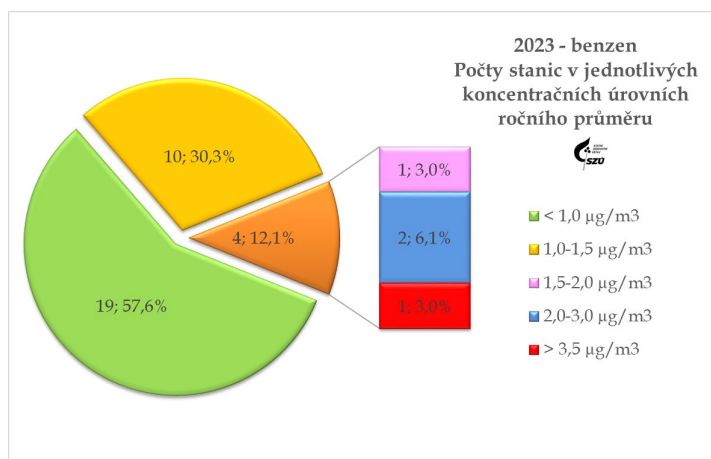
- Imisní limit pro benzen nebyl překročen na žádné měřicí stanici. (příloha č. 5, obr. č. 52, a,b).
- Hodnoty ročního aritmetického průměru na pozad'ových stanicích nepřekročily 0,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Rozpětí ročních průměrů na městských stanicích nezatížených průmyslem a intenzivní dopravou se pohybuje mezi 0,6 až 1,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Odhad střední hodnoty ve městech je 1,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$.
- V dopravně silně zatížených lokalitách byla střední roční hodnota 1,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ (rozpětí 0,9 – 1,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).
- Rozpětí naměřených koncentrací všech průmyslových lokalit je poměrně široké 0,7 až 3,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$.

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 $6 \times 10^{-6}(\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3})^{-1}$.



Obrázek č. 25 – 2023 – Benzen, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

Teoretický odhad pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění při celoživotní expozici měřeným koncentracím benzenu se v ČR (mimo pozad'ové stanice) pohybuje v rozsahu $3,6 \times 10^{-6}$ po $2,1 \times 10^{-5}$ (příloha č. 5, obr. č. 57 d) se střední hodnotou $7,2 \times 10^{-6}$ (tj. cca 1 osoba na 100 tisíc obyvatel), rozpětí ve sledovaných městech je od 4 do 21 osoby na 1 milion celoživotně exponovaných obyvatel.

5.2 PAU – polycyklické aromatické uhlovodíky

Do zpracování za rok 2023 byla zahrnuta data polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU) měřená na 48 stanicích. Stanice Košetice (JKOS) je klasifikována jako pozad'ová a může být doplněna o stanice Souš (LSOU) a Černá Hora (TCER).

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

- 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 (BahA), indeno[1,2,3-c,d]pyren (IcdP)
- Vyhodnocován je i toxický ekvivalent BaP - TEQ.

Odběry PAU byly, podle Směrnice 2004/10/ES pro stacionární měření, prováděny každý 3. den, na 5 stanicích ČHMÚ 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 minimálně dvou typů zdrojů emisí PAU (energetické zdroje a doprava), kdy se emise z liniových zdrojů sčítají s městským pozadím ovlivňovaným lokálními malými zdroji se superpozicí na regionální úroveň. 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 měst a v městských aglomeracích kde lze zátěž z dopravy charakterizovat jako plošnou, jsou rozdíly mezi málo a významně exponovanými lokalitami minimální. Domácí topeniště se prosazují hlavně v okrajových částech měst a v místech s významným podílem spalování pevných paliv. Tyto lokality se vyznačují vyššími koncentracemi v topném období a hodnotami pod mezí detekce v netopném období. Výše uvedené závěry lze aplikovat na měřené hodnoty jednotlivých PAU.

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

- V roce 2023 byla hodnota imisního limitu pro benzo[a]pyren ($1 \text{ ng/m}^3/\text{rok}$) překročena na 8 z 48 do zpracování zahrnutých městských stanic (příloha č. 5, obr. č. 53, a, b). Limit byl překročen především na stanicích v Moravskoslezském kraji. Nejvyšší roční průměr byl naměřen na dvou stanicích umístěných v Ostravě Radvanicích (TORE – $5,2 \text{ ng/m}^3/\text{rok}$ a TORO – $2,3 \text{ ng/m}^3/\text{rok}$). Na stanici v Hanušově (TOHU) byla roční střední koncentrace $2,16 \text{ ng/m}^3/\text{rok}$, zbývající stanice v Moravskoslezském kraji se pak vešly do rozmezí

PAU - Stanovení

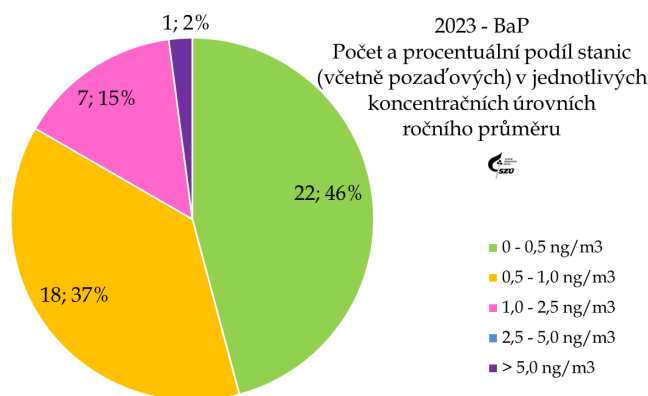
ČSN P CEN/TS 16645 - „Kvalita ovzduší - Metoda měření benzo[a]anthracenu, benzo[b]fluorantenu, benzo[j]fluorantenu, benzo[k]fluorantenu, dibenz[a,h]anthracenu, indeno[1,2,3-cd]pyrenu a benzo[ghi]perylenu ČSN EN 15549 „Kvalita ovzduší - Normovaná metoda stanovení benzo[a]pyrenu ve venkovním ovzduší“.

Imisní limit

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

0,7 až 1,5 ng/m³/rok. Z ostatních krajů ČR byla nadlimitní hodnota zjištěna pouze na stanici v Kladně Švermově (SKLS – 1,52 ng/m³/rok).

- Hodnota ročního aritmetického průměru na pozařovných stanicích byla 0,17 ng/m³ a zároveň se zde hmotnostní koncentrace v zimním období pohybovaly v nižších jednotkách ng/m³. Srovnatelnou úroveň zátěže lze přitom najít v některých městských lokalitách. Nejnižší hodnoty, pod 0,3 ng/m³/rok, které byly naměřeny v Pelhřimově (JPEM), v Brně (BBNI) a v Kuchařovicích u Znojma (BKUC) jen mírně převyšují koncentraci zjištěnou na pozařovných stanicích.
- Rozpětí ročních průměrů na městských stanicích nezátížených průmyslem a intenzivní dopravou se pohybuje mezi 0,3 až 1,5 ng/m³, s odhadovanou střední hodnotou 0,58 ng/m³/rok. V letním období zde byly měřeny 24hodinové koncentrace na úrovni detekčního limitu (pod 0,02 ng/m³), v zimním období pak vyjimečně překročily 5 ng/m³.
- V dopravně silně zatížených lokalitách byla střední roční průměrná hodnota rovněž 0,58 ng/m³/rok, ale rozpětí hodnot bylo užší (rozpětí 0,3 až 1,0 ng/m³). Tyto lokality se vyznačovaly menšími rozdíly mezi hodnotami naměřenými v zimním a v letním období.
- V průmyslově zatížených lokalitách (chemický průmysl, metalurgie...) se rozpětí i podle typu zátěže pohybovalo od hodnot srovnatelných s pozařovnou stanicí (0,3 ng/m³/rok), až po 5,2 ng/m³/rok. Vysoké koncentrace byly měřeny především v Ostravsko-karvinské pánvi. Střední roční hodnota pro tyto lokality byla 1,6 ng/m³, v letním období se zde hodnoty pohybovaly od detekčního limitu do 4 ng/m³, zimní 24hodinová maxima byla i v řádu desítek ng/m³.
- Ve vesnických a předměstských lokalitách byla střední roční průměrná hodnota 0,8 ng/m³ (rozpětí 0,3 až 1,5 ng/m³), což jsou hodnoty srovnatelné s městskými nezátíženými lokalitami. Měřené hodnoty dokazují, že u neprovětrávaných sídel s významným zastoupením lokálních topenišť může docházet a dochází k překročení imisního limitu. Vyšší hodnoty jsou zde soustředěny do topné sezóny.



Obrázek č. 26 – 2023 – BaP, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru

Teoretický odhad pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění při celoživotní expozici měřeným koncentracím benzo[*a*]pyrenu se v České republice pohybuje v rozsahu $1,4 \times 10^{-5}$ až $4,5 \times 10^{-4}$, ([příloha č. 5, obr. č. 57 e](#)) se střední hodnotou $6,79 \times 10^{-5}$. To představuje rozpětí od 2 do 45 osob na 100 tisíc celoživotně exponovaných obyvatel.

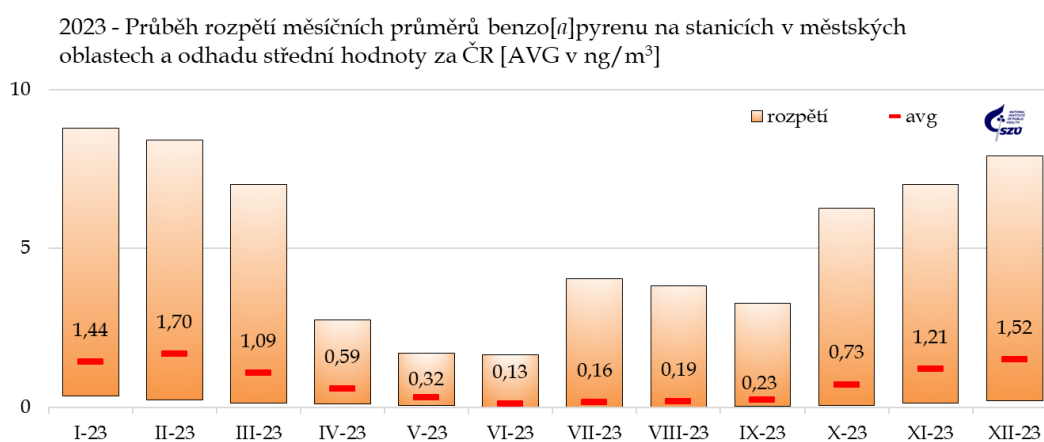
Význam emisí z velkých průmyslových zdrojů a lokálně působících emisí z malých energetických zdrojů je zřejmý i u benzo[*a*]antracenu (BaA), pro který je stanovena roční referenční koncentrace 10 ng/m³. Přitom:

- Hodnota RfK nebyla shodně s rokem 2022 překročena na žádné stanici.
- Nejvyšší roční průměr 5,0 ng/m³ byl zjištěn na stanici v Radvanicích (TORE) v Ostravě.
- Na ostatních stanicích se roční průměry pohybovaly v rozpětí 0,2 – 2,7 ng/m³, nejnižší hodnoty byly srovnatelné s pozařovnými stanicemi (0,2 ng/m³).

- Na městských stanicích mimo Ostravsko-karvinskou oblast roční střední hodnoty nepřesáhly 1,5 ng/m³. Výjimkou byla pouze hodnota 2,13 ng/m³ zjištěná v Kladně Švermově (SKLS), která tak ukazuje na možný význam vlivu lokálních malých spalovacích zdrojů.
- Na stanicích v Ostravsko-karvinské pánvi byly roční průměry v rozmezí 0,7 až 5 ng/m³, kdy vysoké hodnoty jsou dány především kombinací zátěže průmyslem, lokálními topeništi a vysoce pravděpodobným dálkovým přenosem emisí z Polska.
- Střední hodnota BaA za celou ČR v roce 2023 klesla na 0,85 ng/m³/rok, tedy hodnotu o 0,3 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.

Je to dobře patrné na obr. č. 27, kde měsíční průměry BaP vykazují významné rozdíly. Pro zimní/topné období jsou charakteristické nejen několikanásobně vyšší hodnoty, ale i velké rozpětí mezi jednotlivými stanicemi, které u BaP představuje i více než 8 ng/m³/měsíc. Naproti tomu v letních měsících jsou hodnoty vyrovnanější a často se vyskytují hodnoty v blízkosti či pod mezí stanovitelnosti. Nejvyšší hodnoty BaP byly v roce 2023 zjištěny v lednu, únoru a v prosinci, nejvyšší rozmezí měřených hodnot - 8,5 ng/m³/měsíc bylo v lednu. Obdobné průběhy vykazují i měsíční koncentrace BaA ([obr. č. 54 v příloze č. 5](#)).



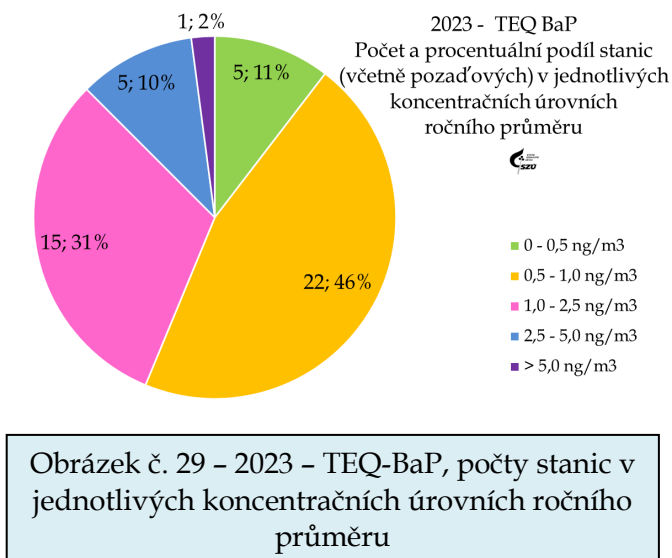
Obrázek č. 27 – BaP, rozpětí měsíčních průměrů v sídlech

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. 4) a měřených koncentrací.

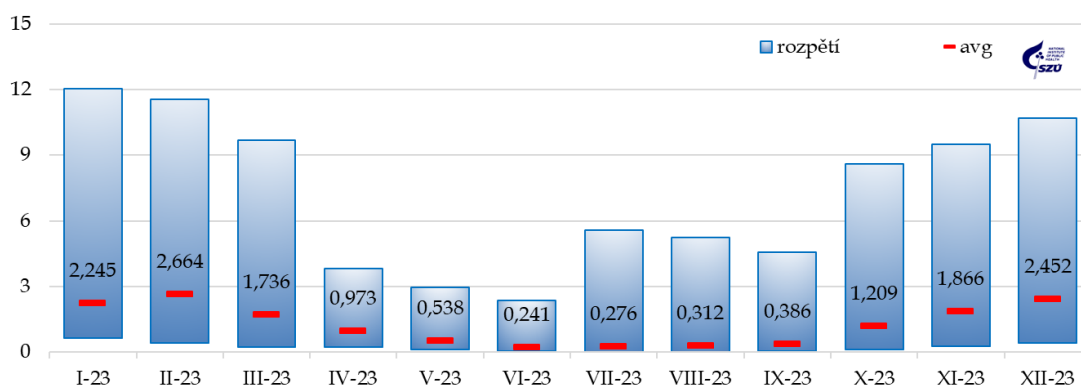
Tabulka č. 4. - Hodnoty TEF pro jednotlivé látky [Zdroj: US EPA]

Sloučenina	TEF	Sloučenina	TEF
Benzo[a]pyren	1	Benzo[b]fluoranten	0,1
Dibenz[a,h]antracen	1	Benzo[k]fluoranten	0,01
Chrysen	0,01	Benzo[j]fluoranten	0,1
Benzo[a]antracen	0,1	Indeno[1,2,3-c,d]pyren	0,1

Nejvyšší hodnoty toxického ekvivalentu BaP byly v roce 2023 zjištěny na stanici v Ostravě - Radvanicích (TORE - 7,1 ng/m³/rok), která monitoruje 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 1,6 ng/m³. Potenciální vliv malých lokálních zdrojů na pevná paliva a dopravy v těžko odvětrávaných místech v malých sídlech pak dobře ilustruje hodnota 2,6 ng/m³ na stanici v Kladně - Švermově (SKLS) a průběh středních měsíčních hodnot s charakteristickým letním minimem - viz obrázek č. 29.



2023 - Průběh rozpětí měsíčních průměrů TEQ BaP na stanicích v městských oblastech a odhadu střední hodnoty za ČR [AVG v ng/m³]



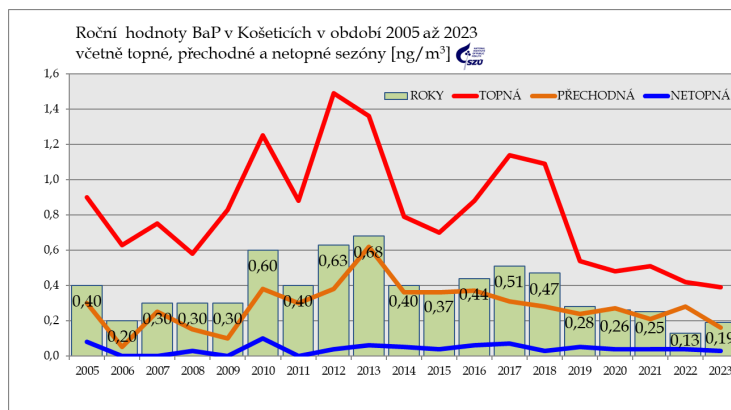
Obrázek č. 28 - 2023 - TEQ-BaP, rozpětí měsíčních průměrů v sídlech

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 roční průměrné koncentrace BaP v letech 2005 - 2023

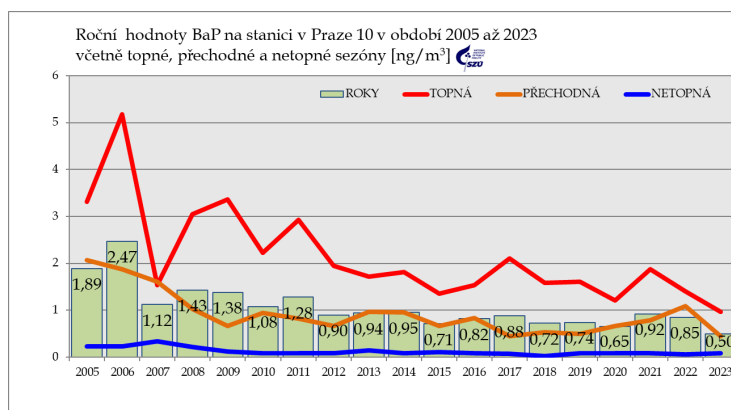
a střední hodnoty pro tři různá období - topnou sezónu, přechodnou a netopnou sezónu na třech vybraných stanicích, které představují různé typy lokalit.

Na pozadíové stanici v Košeticích se od roku 2005 roční průměry pohybovaly v rozmezí 0,1 – 0,7 ng/m³, v netopné sezóně jsou dlouhodobě měřeny hodnoty poblíž meze stanovitelnosti (0,02 ng/m³). Naopak v topné sezóně postupně klesají od více než 1,4 ng/m³ k současným 0,4 ng/m³.



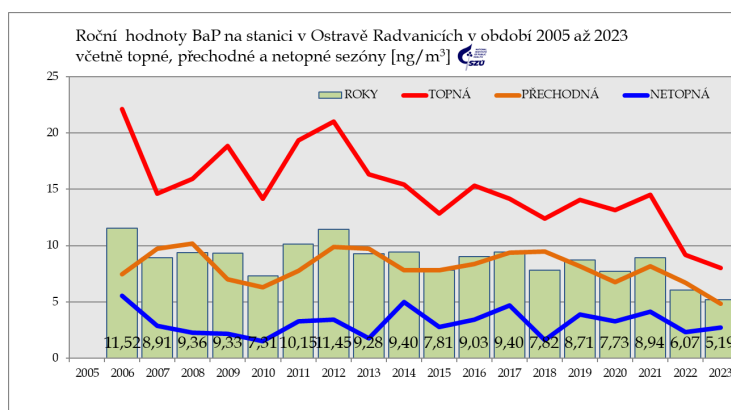
Obrázek č. 30 - Košetice (JKOS), 2005 - 2023

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. Trend v topné sezóně je od roku 2005 klesající.



Obrázek č. 31 - Praha 10 (ASRO), 2005 - 2023

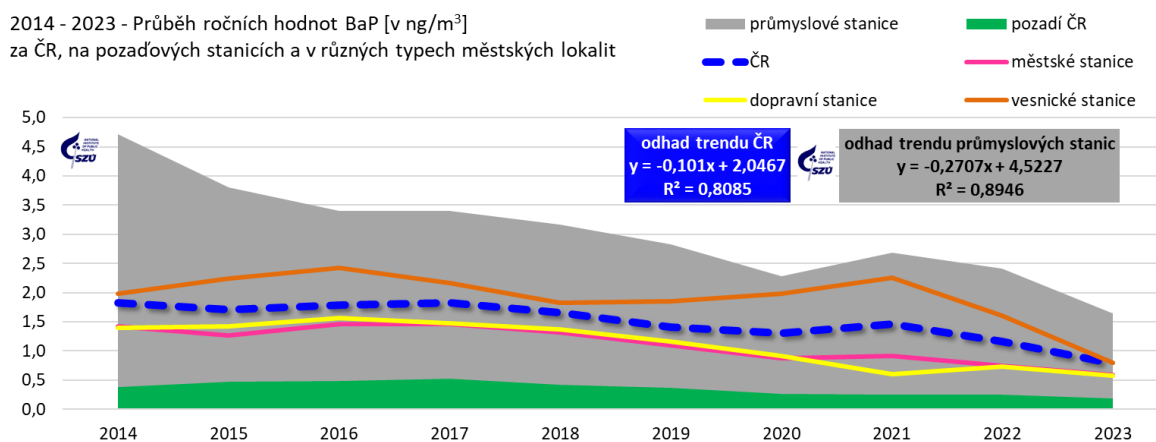
Na stanici reprezentující zátěž průmyslem v Ostravě Radvanicích ani v netopné sezóně neklesaly sezónní průměrné koncentrace BaP pod 1 ng/m³ (roční limit pro BaP). V přechodné se pohybovaly v rozmezí 5,8 – 10,2 ng/m³, v topné sezóně dosahovaly průměry až desítek ng/m³.



Obrázek č. 32 - Ostrava-Radvanice (TORE), 2005 - 2023

Souvislosti mezi měřenými hodnotami BaP a BaA ve všech typech lokalit jsou viditelné na [obr. č. 55 a až h, který je uveden v příloze č. 5](#).

Vývoj (trend) měřených hodnot není ve všech hodnocených typech lokalit shodný.



Obrázek č. 33 – 2014 – 2023 - průběh ročních hodnot BaP v různých typech lokalit

Na obr. č. 33 je znázorněn průběh ročních hodnot BaP v různých typech městských lokalit, na vesnických a pozadových stanicích a v ČR jako celku od roku 2014.

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“. Odhad lineárního trendu lze vyhodnotit jako klesající, a to jak celkově v rámci všech stanic v ČR, tak u skupiny průmyslových stanic.

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 2022 došlo na většině typů stanic opět k poklesu.

6 Validace naměřených hodnot

6.1 Hodnoty pod mezí detekce použitých analytických postupů

Pokud je výsledek stanovení pod mezí stanovitelnosti příslušné metody, je jako reálná hodnota vložena hodnota poloviny intervalu mezi mezí stanovitelnosti (MS) 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	hodnota
oxid siřičitý	UV fluorescence	1 µg/m ³
oxidy dusíku	chemiluminiscence	0,5 µg/m ³
oxid uhelnatý	IR korelační spektrometrie	50 µg/m ³
ozón	UV fotometrie	1 µg/m ³
suspendované částice	β-absorbce, optical counters	3 µg/m ³

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

Tabulka č. 6. - Meze stanovitelnosti používaných nepřímých postupů

Látka	Metoda	hodnota
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 MS počítány pro odběr 200 m³ vzdušiny.

6.2 Zásahy do hodnot naměřených v roce 2023

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 a Cr u stanic provozovaných ZÚ se sídlem v Ústí nad 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.

V. KOMPLEXNÍ HODNOCENÍ KVALITY OVZDUŠÍ

Komplexní hodnocení kvality ovzduší bylo, již standardně, v roce 2023 provedeno pro základní identifikované typy městských lokalit ([viz příloha č. 1](#)). Tento postup nahrazuje původní přístup k hodnocení městských celků nebo hodnot na jedné měřicí stanici. Kritérii kategorizace 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 2023 určitá specifická látka nebo typ látek sledovány, byla daná kategorie městských lokalit 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 ročních hodnot Indexu kvality ovzduší (IKO_R) vychází z limitních koncentrací (imisní 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/2023/02/index_kvality_ovzduasi.pdf)

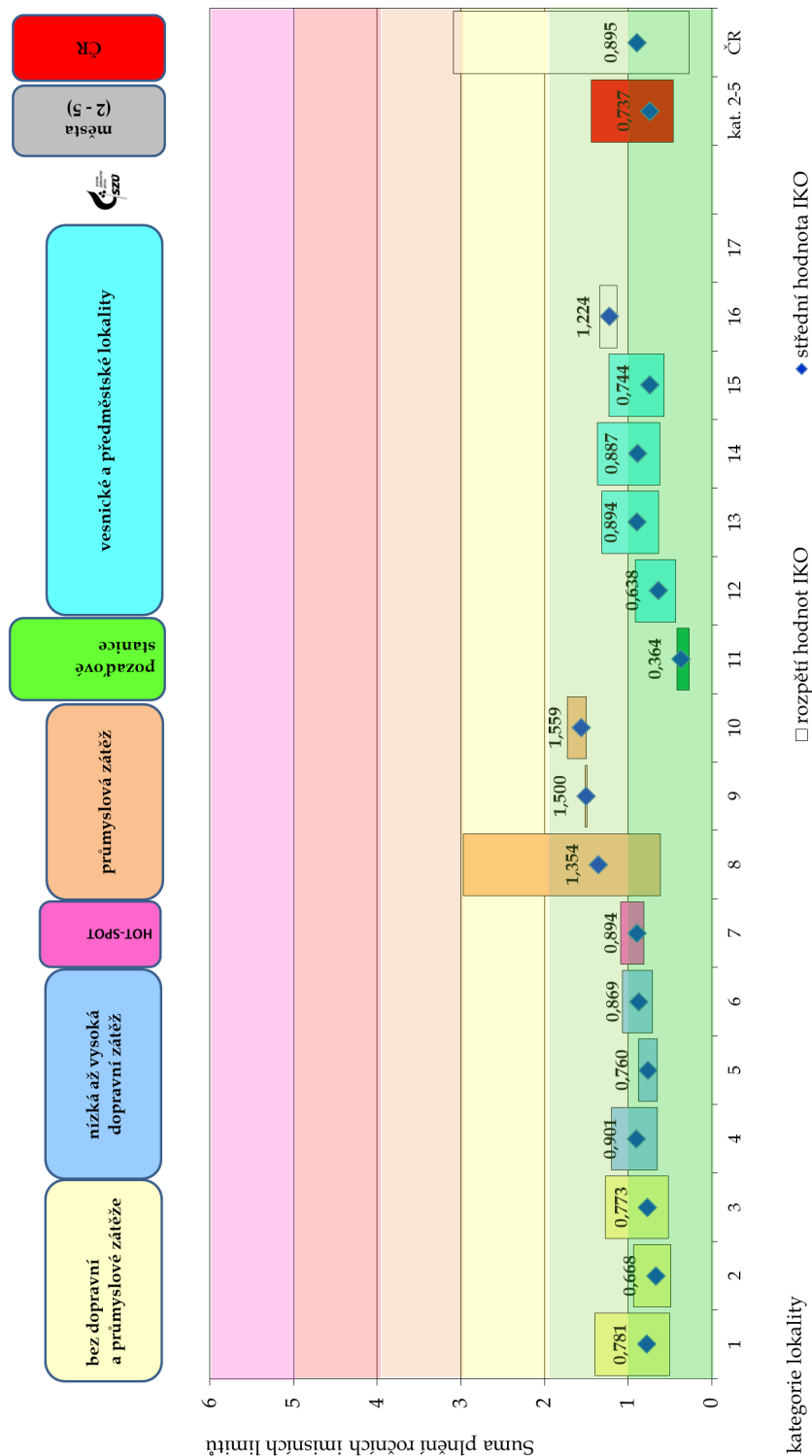
Na obr. 34 jsou znázorněny vypočtené hodnoty IKO_R, pro srovnání jsou zde (jako kategorie č. 11) uvedeny hodnoty vypočtené pro pozad'ové stanice (IKO_R = 0,270 až 0,413).

Z vypočtených hodnot IKO_R za rok 2023 vyplývá, že:

- V polovině první třídy kvality ovzduší nalezneme venkovské pozad'ové lokality (stanice EMEP), pod 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 = 0,49 až 1,40 – VYHOVUJÍCÍ OVZDUŠÍ), 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 (Hodnota IKO_R u dopravních lokalit je nižší).
- V lokalitách ovlivněných průmyslovými zdroji, zvláště v ostravsko-karvinské oblasti, byla maximální hodnota IKO_R pro kategorie 8 až 10 (2,97) tj. na hranici třetí až ve čtvrté třídě IKO_R (MÍRNĚ ZNEČIŠTĚNÉ až 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 2023 hodnoty IKO_R v malých či středních sídlech často 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 v první třídě (IKO_R = 0,737 – ČISTÉ OVZDUŠÍ) – a dlouhodobě klesá. Hodnoty v sídlech v posledních letech oscilují na hranici první až druhé třídy kvality ovzduší. Střední hodnota IKO_R 0,895 odhadnutá pro celou Českou republiku je meziročně (2022/2023) opět mírně snížena.

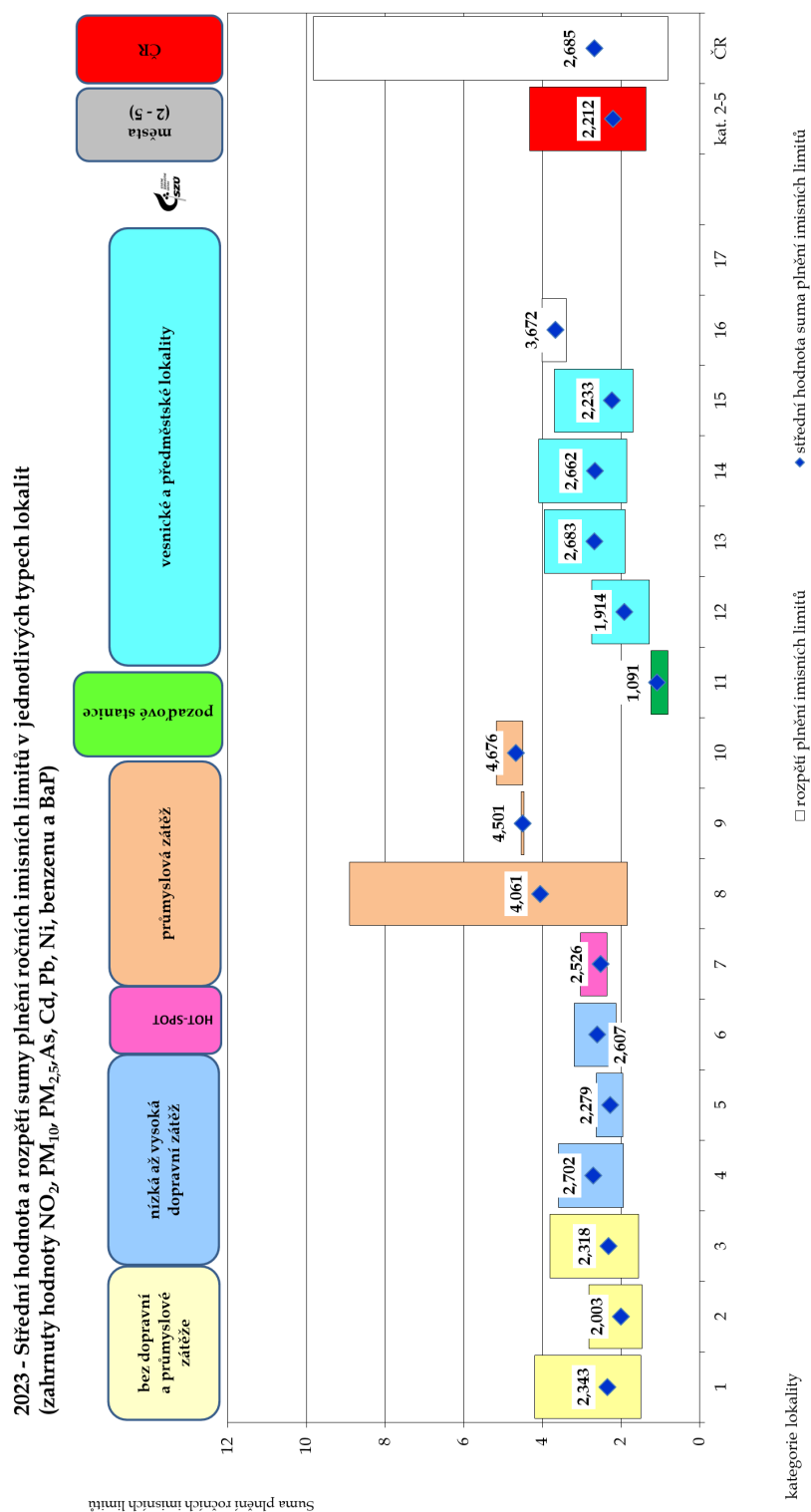
2023 - průměrná hodnota a rozpětí hodnot ročního IKO_R (zahrnut NO₂, PM₁₀/PM_{2.5}/As, Cd, Pb, Ni, benzen a BaP) v jednotlivých typech městských lokalit



Obrázek č. 34 – 2023 – Střední hodnoty ročního IKO a rozpětí hodnot v jednotlivých typech hodnocených lokalit

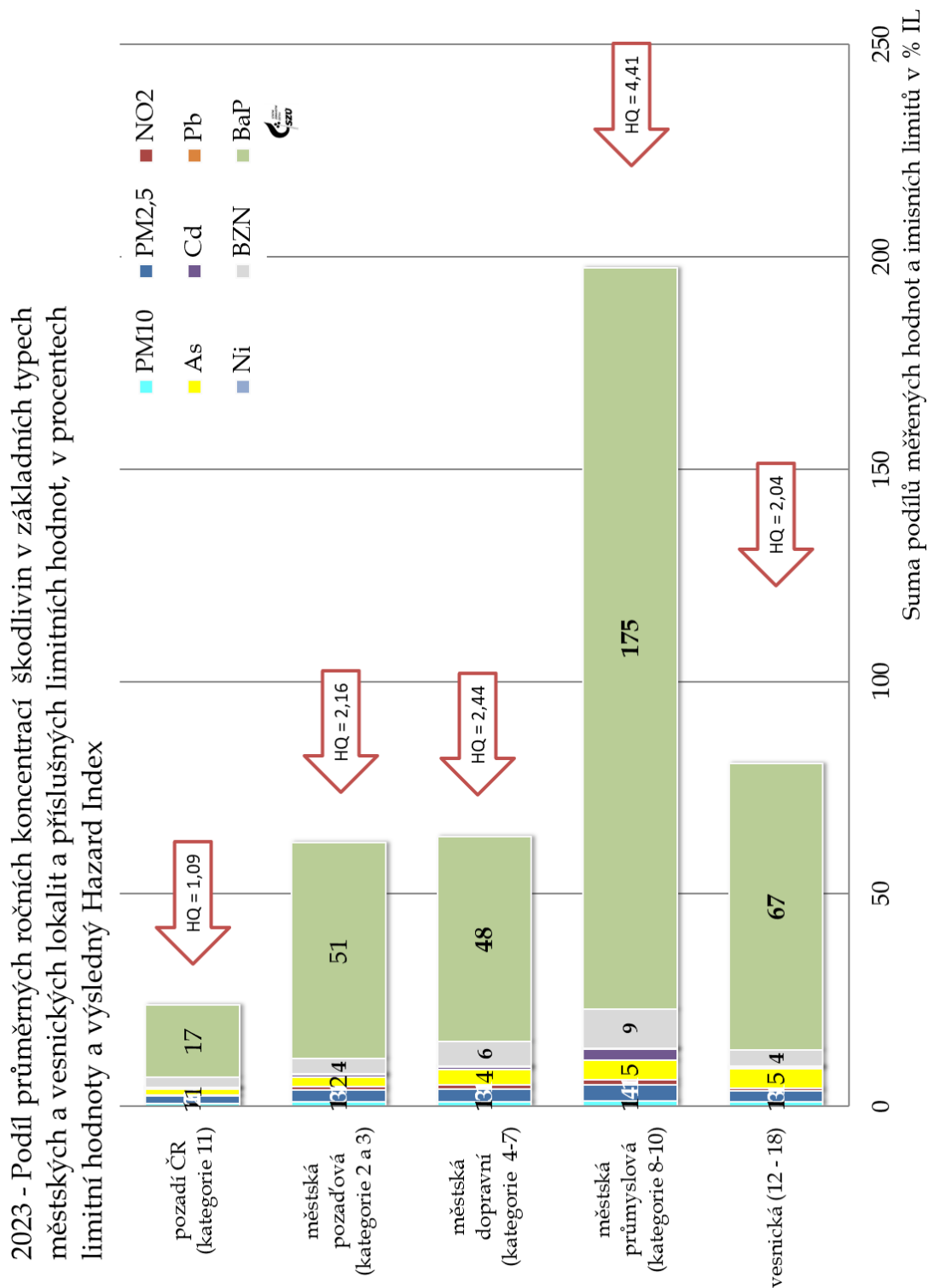
B. Suma plnění ročních imisních limitů

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 – 2023 – 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 (Hazard index – HQ) pro rok 2023. Pro srovnání jsou zde zahrnuty i výsledky pozadřových stanic provozovaných ČHMÚ.



Obrázek č. 36 – 2023 – 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 (HQ) 1,0 a pohybuje se v rozsahu od 1,09 (pozaďové oblasti), přes v městských lokalitách, po nejvyšší hodnoty (4,41 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 0,28 do 0,58. Odpovídající hodnota pro pozaďové stanice byla 0,24.
- Hodnoty podílu suspendovaných částic frakce $PM_{2,5}$ se pohybují od 0,37 v městských pozaďových lokalitách po 0,89 v průmyslových oblastech Moravskoslezského kraje. Rozpětí hodnot u vesnických lokalit bylo 0,30 až 0,83. Odpovídající hodnota z pozaďových stanic ČHMÚ byla 36.
- Vysoká variabilita zátěže měřených městských lokalit PAU (indikátor benzo[a]pyren = BaP), kde se hodnoty podílu k imisnímu limitu BaP pohybují v rozsahu od 0,26 v městských oblastech až po maximum 5,17 na stanici v průmyslem zatížené oblasti v Ostravě. Rozpětí hodnot u vesnických lokalit bylo 0,26 až 1,52. Odpovídající hodnota z pozaďových stanic ČHMÚ byla 17.
(Hodnocení zátěže venkovských lokalit ovlivnilo ukončení měření na některých stanicích.)
- Variabilní, lokálně vysoká zátěž ovzduší oxidem dusičitým (hodnoty podílu se pohybují od 0,13 do 0,94, s maximem v městských dopravně exponovaných lokalitách), arsenem (od 0,8 do 0,54 v lokalitách s významným podílem spalování fosilních paliv) a benzenem (od 12 do 30 respektive až do 70 v Ostravě Přívoze - TOPR).
- Nižší zátěž ovzduší Cd s podílem k limitu 0,01 až 0,07 (výjimkou jsou průmyslové oblasti a okolí Tanvaldu – 0,74), 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 0,05 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 2023 se v měřených lokalitách hodnoty sumy podílů imisních limitů pohybovaly v rozsahu 1,30 až 4,10).

C. Plnění Guidelines WHO

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

Data za rok 2023 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	75	50	37,5	25	15
PM ₁₀ [µg/m ³]	rok	70	50	30	20	15
	24 hodin	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	120	50	-	-	25
SO ₂ [µg/m ³]	24 hodin	125	50	-	-	40
CO [mg/m ³]	24 hodin	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 - Definováno jako 99. percentil ročního rozložení denních maximálních 8hodinových průměrných koncentrací (ekvivalent 3–4 dnům překročení za rok).

b - Průměr denní maximální 8hodinové střední koncentrace O₃ v šesti po sobě jdoucích měsících s nejvyšší šestiměsíční průběžnou průměrnou koncentrací O₃.

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

- SO₂
 - Denní cílová hodnota AQG WHO 40 µg/m³/24 hodin byla v roce 2023 1x překročena, a to na stanici v Českém Těšíně (TCTN). Prozatímní cíle byly v roce 2023 plněny.
- NO₂
 - Na žádné ze stanic nebyla v roce 2023 překročena hodnota AQG 200 µg/m³/hod.
 - denní cílová hodnota AQG - 25 µg/m³ byla alespoň jednou překročena na 61 (98 %) městské stanici, jedinou výjimku tvoří stanice v Kuchařovicích. Nejvyšší počet překročení byl naměřen na dopravní HOT-SPOT stanici ALEG (Praha 2 - Legerova) - 281 (tj. 77 % denních hodnot)
 - Roční hodnota AQG - 10 µg/m³ stanovená WHO (září 2021) byla v roce 2023 překročena na 48 stanicích (69 %).

- O₃
 - Na všech stanicích byla v roce 2023 alespoň jednou překročena hodnota 100 µg/m³ u denního 8hodinového klouzavého průměru. Nejvyšší hodnota byla naměřena na stanici Sněžník - 163 µg/m³/8hod.
 - Hodnocení kritéria „hlavní sezóna“ neumožňuje aktuální zpracování dat ČHMÚ.
- CO
 - Denní cílová hodnota AQG pro CO – 4 mg/m³/24 hodin nebyla v roce 2023 na žádné stanici překročena.
- PM₁₀
 - Jenom na 25 stanicích (17,6 %), včetně pozadových nebyla v roce 2023 překročena hodnota doporučení WHO (45 µg/m³/24hodin). Nejvíce (> 20) překročení doporučené 24 hodinové hodnoty WHO bylo v roce 2022 naměřeno na stanici Lomu u Mostu – ULOM (32) a na dvou stanicích Moravskoslezského kraje (Veřňovice – TVER – 24 a Ostrava - Radvanice TORE – 22).
 - Roční cílová hodnota AQG WHO – 15 µg/m³ byla v roce 2023 překročena na 89 hodnocených městských stanicích (≈ 63 %).
- PM_{2,5}
 - Na všech hodnocených stanicích (včetně pozadových) byla překročena roční cílová hodnota AQG WHO - 5 µg/m³ ročního průměru.
 - na všech stanicích (81) zahrnutých do hodnocení, včetně pozadových, byla v roce 2023 překročena cílová hodnota 24 hodinového průměru AQG WHO 15 µg/m³. Nejvyšší počet překročení (> 150) bylo naměřeno na stanici dvou stanicích v Ostravě (> 150) a jedné stanici v Karviné (171); celkem 32 překročení bylo naměřeno na republikové pozadové stanici v Košeticích.

Podle kritérií WHO (AQG 2021) přetrvává v ČR u běžně sledovaných látek 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 na větší ploše působící lokální energetické zdroje. V oblastech s významnými průmyslovými zdroji či starých zátěží mohou být pak 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 jednoznačně stanovit, zda pozorované zdravotní účinky jsou důsledkem nezávislého vlivu NO₂ nebo spíše působením celé směsi látek, zejména aerosolu, uhlovodíků, ozónu a dalších látek. Hlavním účinkem krátkodobého působení vysokých koncentrací NO₂ je nárůst reaktivity dýchacích cest. Na základě působení na změny reaktivity u nejcitlivějších astmatiků je také odvozena doporučená hodnota WHO pro 1hodinovou koncentraci NO₂ (200 µg/m³). Nejvíce jsou oxidu dusičitému vystaveni obyvatelé velkých městských aglomerací významně ovlivněných dopravou. Pro děti znamená expozice vyšším hodnotám NO₂ zvýšené riziko respiračních onemocnění v důsledku snížené obranyschopnosti vůči infekci a snížení plicních funkcí. Z hodnot zjištěných ročních průměrů vyplývá, že u obyvatel v dopravou zatížených oblastech, např. v pražské nebo brněnské aglomeraci, lze očekávat snížení plicních funkcí, zvýšení výskytu respiračních onemocnění, zvýšený výskyt astmatických obtíží a alergií, a to u dětí i dospělých. Pro roční průměrnou koncentraci je v aktualizované směrnici WHO 2021 pro kvalitu ovzduší v Evropě uvedena doporučená hodnota 10 µg/m³. Směrná hodnota byla změněna na základě poměrně velkého počtu nových studií, které poskytly další podporu pro souvislosti mezi dlouhodobými koncentracemi oxidu dusičitého a celkovou a respirační mortalitou.

Účinek **aerosolových částic** závisí na jejich velikosti, tvaru a chemickém složení. Velikost částic je rozhodující pro průnik a ukládání v dýchacím traktu. Větší částice jsou zachyceny v horních partiích dýchacího ústrojí. Částice frakce PM_{2,5-10} (2,5 až 10 µm) se dostávají do dolních cest dýchacích. Částice frakce PM_{1,0-2,5} (1,0 až 2,5 µm) pronikají do průdušinek

a nejjemnější submikronová frakce $PM_{1,0}$ ($< 1,0 \mu m$) 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. $8,5 \mu g/m^3$. 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 $5 \mu g/m^3$. 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 (baseline) 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 (baseline) 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.

Poznámka: Pro srovnání s publikovanými přísněji hodnocenými výstupy jsou v této zprávě uvedeny i hodnoty vypočtené pro frakci PM₁₀ a PM_{2,5} při baseline rovné nule.

Při aplikaci výše uvedených vztahů lze při baseline rovné cílové hodnotě WHO:

- na základě odhadu průměrné koncentrace suspendovaných částic frakce PM₁₀, v roce 2023 v městském prostředí mimo Moravskoslezský kraj (15,6 µg/m³), lze zhruba odhadnout, že v důsledku znečištění ovzduší touto škodlivinou byla v těchto oblastech celková úmrtnost navýšena o 0,24%; odhad střední hodnoty pro Moravskoslezský kraj je pak 1,64%.
- Vzhledem k rozmezí průměrných ročních koncentrací této škodliviny v různých typech městských lokalit, které se pohybovaly od 11,3 µg/m³ do 22,7 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 3,09 % v dopravně exponovaných a v průmyslových oblastech.

Při aplikaci výše uvedených vztahů lze při baseline rovné 0:

- na základě odhadu průměrné koncentrace suspendovaných částic frakce PM₁₀, v roce 2023 v městském prostředí mimo Moravskoslezský kraj (15,6 µg/m³), lze zhruba odhadnout, že v důsledku znečištění ovzduší touto škodlivinou byla v těchto oblastech celková úmrtnost navýšena o 6,03%.
- Vzhledem k rozmezí průměrných ročních koncentrací této škodliviny v různých typech městských lokalit, které se pohybovaly od 11,3 µg/m³ do 22,7 µg/m³, se odhad podílu předčasně zemřelých v důsledku znečištění ovzduší PM₁₀ na celkovém počtu zemřelých pohybuje od 4,53 % v městských lokalitách bez dopravní zátěže až po 9,30 % v dopravně exponovaných a v průmyslových oblastech.

Celkový počet zemřelých v roce 2023 činil 112 219 (zdroj: ČSÚ 2023). Představuje to proti roku 2022 meziroční pokles o 7 500 tisíc – situace se po pandemii Covid-19 vrací k číslům před ní (cca 1,01 %).

Tabulka č. 8 – Vývoj (2009 – 2023) 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	baseline	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	15	5,1	0 - 13,2	4 900	0 - 11 800
2010	19,5	29,6	60,0	100 392	15	6,0	1,8 - 18,5	5 700	1 800 - 15 700
2011	13,3	27,6	53,0	99 967	15	5,2	0 - 15,6	4 900	0 - 13 500
2012	12,9	26,0	58,6	101 384	15	4,5	0 - 17,9	4 400	0 - 15 400
2013	8,5	25,3	52,0	102 523	15	4,2	0 - 15,2	4 200	0 - 13 500
2014	18,2	25,4	47,9	99 314	15	4,3	1,3 - 13,5	4 100	1 300 - 11 800
2015	17,2	22,3	41,7	104 503	15	3,0	0,9 - 10,9	3 000	900 - 10 300
2016	13,9	21,0	41,1	101 285	15	2,5	0 - 10,7	2 400	0 - 9 800
2017	16,2	23,2	44,4	104 756	15	3,4	0,5 - 12,1	3 400	500 - 11 300
2018	18,0	24,0	44,2	106 145	15	3,7	1,2 - 12,0	3 800	1 300 - 11 400
2019	11,3	19,0	37,9	105 620	15	1,6	0 - 9,4	1 700	0 - 9 100
2020	8,6	17,0	29,7	121 532	15	0,8	0 - 6,0	nelze vyhodnotit	
2021	12,0	17,9	34,3	131 587	15	1,2	0 - 7,9		
2022	11,4	17,9	34,3	120 219	15	1,1	0 - 4,3		
2023	11,0	16,0	23,2	106 027	15	0,4	0 - 3,09	420	0 - 3 200
					0	6,4	4,41 - 9,3	6400	4 500 - 9 000

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).
- U baseline = 15 µg/m³ byly hodnoty ročního průměru PM₁₀ ≤ 15 µg/m³ (podle aktuálních AQG WHO (září 2021) hodnoceny jako 0.
- U baseline = 0 nemůže být výstupem nulová hodnota populačního rizika
- 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 (tj. 2022).

Pro roky 2020 až 2022 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

Rok	Rozsah	Spodní hranice odhadu	Střed	Horní hranice odhadu
2016	ČR bez MSK	21 400	62 100	109 100
	ČR	24 100	67 800	122 300
2017	ČR bez MSK	25 700	74 200	130 000
	ČR	28 800	82 900	144 800
2018	ČR bez MSK	27 900	80 600	141 000
	ČR	30 900	88 900	155 200
2019	ČR bez MSK	18 100	54 300	71 400
	ČR	19 700	59 000	77 600
2020-2022		Zásadní ovlivnění demografických údajů epidemií Covid-19.		

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

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 studiemi dosud zjištěn. V roce 2023 byla na stanicích v ČR naměřena 1 24hodinová koncentrace SO₂ nad 40 µg/m³/24 hodin (stanice TCTN); 40 µg/m³ přitom představuje cílovou hodnotu doporučenou WHO, stanovenou s vysokou mírou předběžné opatrnosti. U **oxidu uhelnatého** v roce 2023 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 tři za rok a pouze na dopravně extrémně zatížených stanicích - dopravních „hot-spotech“.

3 Ozón

Přízemní ozón není do atmosféry emitován, ale vzniká fotochemickými reakcemi oxidů dusíku a těkavých organických látek. Znečištění ovzduší ozónem, které je typickou součástí tzv. letního smogu, může v teplém období roku dosahovat míry ovlivňující zdraví. Ozón má silně dráždivé účinky na oční spojivky a dýchací cesty a ve vyšších koncentracích způsobuje ztížené dýchání a zánětlivou reakci sliznic v dýchacích cestách. Zvýšeně citlivé vůči expozici ozónu jsou osoby s chronickými obstrukčním onemocněním plic a astmatem. Krátkodobá i dlouhodobá expozice ozónu ovlivňuje respirační nemocnost i úmrtnost. Chronická expozice ozónu zvyšuje četnost hospitalizací pro zhoršení astmatu u dětí a pro akutní zhoršení kardiovaskulárních a respiračních onemocnění u starších osob.

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:

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 ozónu 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.

Po zpracování dat z 54 stanic v ČR za rok 2023 dodaných ČHMÚ vychází pro jednotlivé kategorie stanic a pro ČR:

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
3	1	5 068	5 379	5 923	0,69	1,91	3,24	0,73	2,03	3,43	0,81	2,23	3,78
2	2	4 455	4 973	5 491	0,61	1,68	2,85	0,68	1,88	3,18	0,75	2,07	3,50
14	3	4 218	4 754	5 482	0,57	1,59	2,70	0,65	1,79	3,04	0,75	2,07	3,50
0	4	nejsou k dispozici data											
5	5	3 825	4 559	5 269	0,52	1,45	2,45	0,62	1,72	2,92	0,72	1,99	3,37
1	6	2 778	2 778	2 778	0,38			1,05			1,79		
1	7	3 114	3 114	3 114	0,42			1,18			2,00		
3	8	4 742	4 927	5 025	0,65	1,79	3,03	0,67	1,86	3,15	0,68	1,90	3,21
0	9	nejsou k dispozici data											
0	10	nejsou k dispozici data											
18	11	4 336	5 512	6 655	0,59	1,64	2,78	0,75	2,08	3,52	0,91	2,50	4,23
5	12	4 012	4 648	5 149	0,55	1,52	2,57	0,63	1,75	2,97	0,70	1,94	3,29
1	13	3 950	3 950	3950	0,54			1,49			2,53		
0	14	nejsou k dispozici data											
1	15	4 734	4 734	4 734	0,64			1,79			3,03		
54	ČR	2 778	4 949	6 655	0,38	1,05	1,79	0,67	1,87	3,16	0,91	2,50	4,23

Atributivní riziko respirační úmrtnosti se v ČR pohybovalo mezi 0,38 až 4,23 % se střední hodnotou 1,87 %. Grafické zpracování odhadu vlivu dlouhodobé expozice O₃ pro úmrtnost na respirační onemocnění na jednotlivých stanicích a rozpětí konf. intervalu viz **obr. 56 v příloze č. 5**. V době zpracování zprávy nebyla k dispozici data o úmrtnosti na respirační onemocnění za rok 2023, nelze tedy pro ČR provést odhad úmrtnosti na respirační onemocnění vlivem vyšších hodnot ozónu.

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 látky nad obecný výskyt v populaci za 70 let celoživotní expozice.

Stručný souhrn informací o nejvýznamnějších hodnocených látkách s karcinogenním působením:

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

v organizmu, zejména v ledvinách a játrech. Ledviny jsou kritickým orgánem pro chronickou expozici kadmium, 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 inzulinu. 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. Znečištění ovzduší chromem je kvantitativně obtížné hodnotitelné vzhledem k nemožnosti kvantifikovat zastoupení šesti a trojmocného chromu (význam jeho měření tak zatím zůstává v indikaci přítomnosti potenciálně významného zdroje).

- **Benzo[a]pyren (BaP)** – polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU) mají schopnost přetrvávat v prostředí, kumulují se v jeho složkách a v živých organismech, jsou lipofilní a řada z nich má toxické, mutagenní či karcinogenní vlastnosti. Patří mezi endokrinní disruptory, ovlivňují porodní váhu a růst plodu. Působí imunosupresivně, snížením hladin IgG a IgA. Ve vysokých koncentracích (převyšujících koncentrace nejen ve venkovním ovzduší, ale i v pracovním prostředí) mohou mít dráždivé účinky. PAU patří mezi nepřímo působící genotoxické sloučeniny. Vlivem biotransformačního systému organismu vznikají postupně metabolity s karcinogenním a mutagenním účinkem. Elektrofilní metabolity kovalentně vázané na DNA představují poté základ karcinogenního potenciálu PAU. V praxi je nejvíce používaným zástupcem PAU při posuzování karcinogenity benzo[a]pyren (BaP). BaP je z hlediska klasifikace karcinogenity od roku 2010 zařazen IARC do skupiny 1 – prokázaný karcinogen. Hodnota jednotkového rizika převzatá od Světové zdravotnické organizace je pro BaP $8,7 \times 10^{-2}$.
- **Benzen (C₆H₆)** - Benzen má nízkou akutní toxicitu, při dlouhodobé expozici má účinky hematotoxické, genotoxické, imunotoxické a karcinogenní. Nejzávažnějším účinkem benzenu je jeho karcinogenní působení. Benzen je z hlediska klasifikace karcinogenity zařazen do skupiny 1 – prokázaný karcinogen (IARC 1987). Byly popsány nádory jater, prsu, nosní dutiny a leukémie. Přibývá studií, které uvádějí důkazy o vztahu mezi expozicí benzenu ze znečištěného ovzduší a vznikem akutní leukemie u dětí (IARC, 2010). Některé studie dokonce naznačují, že toto riziko by mohlo nastat již při nižších koncentracích než je současný imisní limit 5 µg/m³ 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 koncentraci 1 µg/m³ v rozmezí $4,4 - 7,5 \times 10^{-6}$ (střední hodnota 6×10^{-6}). V těchto studiích byly osoby exponovány koncentracím o několik řádů vyšším, než se mohou vyskytnout ve venkovním ovzduší. Je proto možné, že extrapolace do oblasti nižších koncentrací neodpovídá reálné křivce účinnosti. Hodnota UCR doporučená WHO je experty EU považována za horní mez odhadu rizika, dolní mez hodnoty jednotky karcinogenního rizika byla s použitím sublineární křivky extrapolace odhadnuta na

5×10^{-8} . Tento rozsah hodnot UCR znamená, že riziko leukémie 1×10^{-6} by se mělo pohybovat v rozmezí roční průměrné koncentrace benzenu v ovzduší cca 0,2 – 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. V tomto zpracování byla použita jednotka karcinogenního rizika 6×10^{-6} uváděná WHO. Při aplikaci této UCR vychází koncentrace benzenu ve vnějším ovzduší, odpovídající akceptovatelné úrovni karcinogenního rizika pro populaci 1×10^{-6} v úrovni koncentrace 0,17 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$.

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

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

Pozn: Benzo[a]antracen (BaA), chrysen (CRY), benzo[b]fluoranten (BbF), benzo[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 2023 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 na [obr. č. 57 f, příloha č. 5](#).

Tabulka č. 11. – 2023 - 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	1,30E-07	2,07E-06	4,89E-06	1,56E-06
Ni	9,12E-08	2,13E-07	8,28E-07	1,94E-07
Cd	3,43E-08	1,67E-07	1,82E-06	7,35E-08
BZN	3,60E-06	7,20E-06	2,10E-05	6,00E-06
BaP	1,48E-05	6,79E-05	4,50E-04	5,05E-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 18 stanic ČHMÚ.

Navýšení rizika pro jednotlivé látky v městech se pohybuje v řádu $7,35 \times 10^{-8}$ (Cd) až $5,05 \times 10^{-4}$; největší příspěvek představuje dlouhodobě expozice benzo[a]pyrenu (> 90%). Vypočtené úrovně rizik expozice hodnoceným látkám v jednotlivých typech městských lokalit jsou na [obr. č. 57 a až e, v příloze č. 5](#). Trend karcinogenního populačního rizika v posledních pěti letech mírně kolísá.

Tabulka č. 12. – Vývoj rozpětí hodnot karcinogenního populačního rizika v ČR za posledních deset let (Min/Max) na 10 mil. obyvatel (přídavné případy na 1 rok)

Populační riziko	2014	2015	2016	2017	2018
Arsen	0,14 - 1,28	0,06 - 0,98	0,05 - 1,14	0,05 - 1,35	0,06 - 0,87
Nikl	N	N	0,003 - 0,01	0,01 - 0,22	0,01 - 0,24
Kadmium	0,02 - 0,38	0,02 - 0,14	0,01 - 0,20	0,01 - 0,16	0,02 - 0,22
Benzen	0,60 - 3,08	N	0,05 - 2,97	0,54 - 3,42	0,63 - 4,59
BaP	4,72 - 115,9	4,48 - 97,28	7,70 - 117,45	6,78 - 122,10	5,6 - 101,0
Karcinogenní látky celkem	5,5 - 120,6	4,6 - 98,4	8,3 - 121,9	7,4 - 127,2	6,2 - 106,9
Populační riziko	2019	2020	2021	2022	2023
Arsen	0,03 - 0,76	0,03 - 0,61	0,03 - 0,74	0,11 - 1,12	0,104 - 0,734
Nikl	0,002 - 0,30	0,002 - 0,21	0,002 - 0,14	0,002 - 0,15	0,013 - 0,058
Kadmium	0,01 - 0,23	0,01 - 0,18	0,01 - 0,18	0,01 - 0,22	0,002 - 0,273
Benzen	0,54 - 3,69	0,45 - 3,15	0,45 - 3,15	0,314 - 3,834	0,540 - 3,510
BaP	3,7 - 113,80	3,40 - 100,49	3,27 - 116,10	3,10 - 74,94	2,085 - 67,50
Karcinogenní látky celkem	4,2 - 118,8	3,9 - 104,6	3,8 - 120,3	3,5 - 80,3	2,8 - 72,1

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

VI. DISKUSE POUŽITÝCH PŘÍSTUPŮ

V první úrovni zahrnuje zpracování dat za rok 2023 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, bylo nutno brát v úvahu ovlivnění klimatickými a rozptylovými podmínkami a mimořádné faktory.

Pro rok 2023 platí:

- Aktuální příznivý vývoj je nutno primárně hodnotit ve vztahu k mimořádně příznivým rozptylovým podmínkám a relativně teplé zimě. Průběh hodnot v zimním období může stále ještě reflektovat dopady energetické krize, která přiměla některé domácnosti k častějšímu přitápění různými typy pevných paliv v krbových kamnech a kotlích (viz vyšší hodnoty v únoru a v prosinci 2023). Krize nevýznamně ovlivnila i oblasti s extenzivní dopravní zátěží;
- na vyhodnocení získaných datových souborů mají významný vliv výpadky měření způsobené poruchou, ukončením provozu stanice nebo mimořádnou událostí (výpadek systémů ICP-MS provozovaných ČHMÚ. V roce 2023, shodně s rokem 2022, nebylo možno vyhodnotit data kovů z 18 stanic provozovaných ČHMÚ. Z původních 34 stanic provozovaných ČHMÚ (2021) byla za rok 2023 k dispozici data As, Cd, Cr, Ni, Mn a Pb z pouze 16 stanic. Navíc data Cu, Zn, Fe, V, Co a Se ze sítě ČHMÚ nejsou k dispozici;
- problém způsobují často i velmi nízké měřené koncentrace (Cr, Ni, 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. V případě hodnocení typů lokalit může být použité doplnění chybějících údajů střední hodnotou z lokalit s podobným složením zdrojů 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 odhadovat, 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 byly měřené imisní charakteristiky porovnávány s aktuálními doporučeními WHO (2021). Zatím ale nelze vyhodnotit (na)plnění kritéria pro ozón, tzv. „hlavní sezónu“, kdy dosud nejsou k dispozici potřebné výstupy.

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

- 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 z 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 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 (vyšší plošná zátěž) 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 jsou k dispozici ne zcela 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 ozónu vychází z hodnot měřených na 54 stanicích, jejichž data byla předána ke zpracování. 18 stanic lze charakterizovat jako pozaďové, kde se nepředpokládá významná dlouhodobá expozice. Z těchto stanic se dvě stanice chovají „podivně“, respektive mají významně nižší hodnoty SOMO35 než by bylo možno očekávat – jedná se o 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 díkci aktuálních doporučení WHO;**
- pandemie Covid-19 v období 2020 až 2022 s až 15% nárůstem počtu zemřelých významným způsobem ovlivnila demografické údaje standardně používané pro výpočet

ukazatele YLL. Proto není tento parametr tj. YLL pro rok 2022 v této zprávě hodnocen. Naopak, protože celkový počet zemřelých v roce 2023 činil 112 219 (zdroj: ČSÚ 2023) což představuje proti roku 2022 meziroční pokles o 7 500 a situace se po pandemii Covid-19 vrací k číslům před ní (cca 1,01 %) bude odhadnuto populační riziko pro frakci PM₁₀;

- 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 dvojí hodnocení téhož;
- použitý screeningový expoziční scénář uvažuje nejnepríznivější 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.

VII. ZÁVĚRY

Měřené hodnoty a následně odhady dopadů znečištěného ovzduší na zdraví byly v roce 2023 nejvíce ovlivněny příznivými rozptylovými podmínkami a pokračujícím teplotně nadprůměrným zimním obdobím (už od roku 2012) společně s doznívajícím dopadem energetické krize a útlumem některých velkých průmyslových celků.

Doprava je ve městech dlouhodobě 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.

Přetrvává tak situace, kdy mimo průmyslově specificky zatížené lokality, které lze nalézt i na území krajských měst, průmyslových zón a aglomerace Ostrava-Karviná-Frýdek-Místek, je znečištění ovzduší koncentrováno v oblastech majoritně zatížených tranzitní, místní a cílovou dopravou a v místech s vyšší hustotou lokálních zdrojů na pevná a fosilní paliva. S vyšší četností slunných až tropických dnů narůstá počet dnů a oblastí se zvýšenými koncentracemi přízemního ozonu.

A. Vazba na stanovené imisní limity

V roce 2023 nebyl na hodnocených měřicích stanicích, až na benzo[a]pyren, překročen žádný imisní limit ani doporučená referenční koncentrace.

- Imisní limit pro **benzo[a]pyren** byl v roce 2023 překročen na 7 stanicích v Moravskoslezském kraji s až 5 násobným překročením imisního limitu v Ostravě Radvanicích a na stanici v Kladně Švermově. Zároveň platí, že hodnota TEQ BaP = 1 ng/m³ byla v roce 2023 překročena na téměř 50 % hodnocených měřicích stanicích. Analýza trendů ročních středních hodnot ve městech potvrdila meziroční lokální mírný pokles BaP;
- přestože nedošlo proti roku 2022 k nárůstu měřených hodnot troposferického **ozónu**, zůstává stále škodlivinou hodnou vyššího zájmu.

Situaci v hodnocení překročení imisních limitů ale změni připravovaná revize Směrnice evropského parlamentu a Rady (2004/2008 ES a 2008/50/ES) kvalita venkovního ovzduší, která se inspirovala v doporučení Světové zdravotnické organizace (WHO 2021).

B. Překročení doporučených hodnot WHO

Ve většině hodnocených sídel/lokalit byly překročeny/překračovány mezní (doporučené) hodnoty stanovené Světovou zdravotnickou organizací (září 2021).

- **PM_{2,5}** - na všech hodnocených městských stanicích byly překročeny jak denní cílová hodnota AQG - 25 µg/m³, tak roční cílová hodnota AQG - 5 µg/m³/rok;
- **PM₁₀** - na více než 80 % stanic, včetně pozadových, byla v roce 2023 překročena hodnota doporučení AQG (45 µg/m³/24hodin);

- **NO₂** - denní cílová hodnota AQG - 25 µg/m³ byla alespoň jednou překročena na 61 (98 %) městské stanici. Roční hodnota AQG - 10 µg/m³ byla v roce 2023 překročena na 48 stanicích (69 %);
- **SO₂** - Denní cílová hodnota AQG 40 µg/m³/24 hodin byla v roce 2023 1x překročena, a to na stanici v Českém Těšíně (TCTN).

C. Hodnocení zdravotních rizik

Hodnocení zdravotních rizik ze znečištěného venkovního ovzduší zahrnuje aerosolové částice frakce PM₁₀, PM_{2,5}, O₃ a škodliviny s karcinogenním působením – BaP, benzen, As, Cd, Ni a Pb. Dále byly spočteny hodnoty hazard indexu a ročního indexu kvality ovzduší.

- vypočtené střední hodnoty **Hazard indexu (HQ)** jsou ve všech typech hodnocených lokalit, včetně pozadových, vyšší než 1,0 a pohybují se v rozsahu 1,09 až 4,41. Nejvyšší podíl mají, až na výjimky (Tanvald), aerosolové částice PM_{2,5} a BaP;
- z vypočtených hodnot **Indexu kvality ovzduší (IKO_R)** za rok 2023 vyplývá, že až na extenzivně zatížené průmyslové a dopravní oblasti se jeho hodnota pohybovala mezi první a druhou třídou indexu – tj. čisté až vyhovující ovzduší;
- aerosolové částice
 - **PM₁₀** - odhad atributivního rizika předčasné úmrtnosti a odhad počtu předčasně zemřelých pro expozici frakci PM₁₀ se v roce 2023 v ČR pohyboval v rozsahu od 0 do 3,09 % se střední hodnotou 0,4 %. Tj. mezi 0 až 3 200 se střední hodnotou 420 předčasně zemřelých.
 - **PM_{2,5}** - odhad atributivního rizika předčasné úmrtnosti a odhad počtu předčasně zemřelých pro expozici frakci PM_{2,5}, při 72 % zastoupení ve frakci PM₁₀, se v roce 2023 v ČR pohyboval v rozsahu od 0 do 10,2 % se střední hodnotou 5,2 %. Tj. mezi 0 až 9 800 se střední hodnotou 5 500 předčasně zemřelých.
- O₃ - Atributivní riziko respirační úmrtnosti se v roce 2023 v ČR pohybovalo mezi 0,38 až 4,23 % se střední hodnotou 1,87 %.
- látky s karcinogenním působením – **As, Cd, Ni, benzen a BaP** - navýšení karcinogenního rizika pro jednotlivé látky (ILCR) se ve městech pohybovalo v řádu 10⁻⁷ až 10⁻⁴, největší příspěvek představuje expozice benzo[*a*]pyrenu (> 90 %), jako reprezentantu polycyklických aromatických uhlovodíků. Tento stav se dlouhodobě nemění. Trend karcinogenního populačního rizika v posledních pěti letech mírně kolísá.

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

VIII. SOUHRN

Subsystém I primárně zahrnuje vyhodnocení vlivu vybraných ukazatelů kvality venkovního ovzduší mezi které patří aerosolové (nebo také suspendované) částice frakce PM₁₀ a PM_{2,5}, oxid dusičitý (NO₂), ozón (O₃), kovy (arsen, kadmium, nikl, olovo), benzen a polycyklické aromatické uhlovodíky včetně benzo[*a*]pyrenu (BaP). Do hodnocení byly zahrnuty i údaje o úrovni znečištění republikového pozadí, získané v rámci příslušných měřicích programů na stanicích EMEP (Co-operative programme for the monitoring and evaluation of the long range transmission of air pollutants in Europe), provozovaných ČHMÚ v Košeticích a na Bílém Kříži a dalších vhodně lokalizovaných stanicích. Pro hodnocení vlivu dopravní zátěže jsou využívána data z dopravně extrémně zatížených stanic („traffic hot spot“) v Praze, Brně, Ústí nad Labem a v Ostravě.

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 (vznětové motory).
- K velmi důležitým zdrojům znečištění ovzduší dále patří **malé lokálně významné energetické zdroje**. 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.
- **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.
- Ze sekundárních škodlivin, i díky vícedenním epizodám a narůstajícímu počtu tropických dnů, narůstá význam ozónu vznikajícího v ovzduší z emitovaných prekursorů.

2 Zahrnuté stanice a hodnocené škodliviny

Zpracovávané výsledky ze 100 sídel (a z 9 pražských částí) zahrnují 145 (počet se různí pro jednotlivé sledované látky) měřicích stanic. Ve většině sídel byl v antropogenní vrstvě atmosféry monitorován oxid dusičitý (72 stanic), aerosolové částice frakce PM₁₀ (145 stanic) a PM_{2,5} (85 stanic). Na 37 stanicích byly v aerosolových částicích frakce PM₁₀ hodnoceny hmotnostní koncentrace vybraných těžkých kovů (arsen, chrom, kadmium, mangan, nikl a olovo). Podle osazení měřicích stanic jsou tato data variabilně doplněna měřeními oxidu siřičitého, oxidu dusnatého, sumy oxidů dusíku, ozónu (54 stanic), oxidu uhelnatého, dalších kovů (Ti) a měřeními prvků ve frakci PM_{2,5}. Součástí zpracování jsou výsledky z rutinního monitoringu těkavých organických látek (benzen - 34 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 (Rf_K) vydané SZÚ v květnu 2003, aktualizované v roce 2022 – zmocnění je v § 27 odst. 6 Zákona č. 201/2012 Sb.
- Hodnocení městských lokalit – kde byly hodnoceny definované typy (kategorie) v sídlech. 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 (NO_2 , PM_{10} , $PM_{2,5}$, O_3 , As, Cd, Ni, Pb, benzen a BaP) zpracovány skupinově - pro jednotlivé typy lokalit. Pro populaci žijící ve městech byl zpracován odhad úrovně zátěže jednotlivými škodlivinami definovaný jako střední hodnota ČR vypočtená z městských pozadřových stanic. Do tohoto odhadu v případě suspendovaných částic frakce PM_{10} nebyly zahrnuty údaje městských stanic v Moravskoslezském kraji, vzhledem k plošně vyšší zátěži (až o $3 \mu g/m^3$) ve srovnání se stanicemi v ostatních regionech republiky; ty jsou hodnoceny samostatně. Patří sem i hodnocení podle kombinovaného indexu kvality ovzduší IKO_R a sumy plnění imisních limitů – tzv. Hazard Index - HQ.
- Hodnocení městských lokalit v relaci k doporučeným hodnotám WHO - pro kvantitativní odhad zdravotních dopadů v důsledku dlouhodobé expozice suspendovaným částicím a ozónu 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 $20 m^3$ vzduchu za den. Výstupem odhadu je teoretické navýšení pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění pro jednotlivce, které může způsobit daná úroveň expozice hodnocené látky nad obecný výskyt v populaci za 70 let celoživotní expozice.

4 Spolupůsobící faktory

Mimo spíše lokálně významných kroků, mezi které lze započítat programy zlepšování kvality ovzduší zaměřované primárně na snižování emisí aerosolových částic, PAU a oxidů dusíku, sem patří:

- klimatické vlivy – emise respektive měřené hodnoty byly v roce 2023, tak jako již několik let, významně ovlivňovány aktuálními klimatickými podmínkami, mezi které jsou nejvýznamnější teplé zimy;
- lokální útlum průmyslové výroby;
- a průběh hodnot v zimním období může stále ještě reflektovat dopady energetické krize, která přiměla některé domácnosti k častějšímu přitápění různými typy pevných paliv v krbových kamnech a kotlích (leden až únor a prosinec 2023). Krize nevýznamně ovlivnila i oblasti s extenzivní dopravní zátěží.

5 Odhad expozice

5.1 Základní látky (SO₂, NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, CO, O₃)

Až na sekundárně vznikající ozón se jedná primárně o produkty spalovacích procesů, jejich imisní limity nebyly v roce 2023 překročeny.

Předběžná zpráva ČHMÚ s hodnocením kvality ovzduší za rok 2023 uvádí: „Rok 2023 byl z hlediska kvality ovzduší mimořádně příznivý. Koncentrace většiny látek znečišťujících ovzduší v roce 2023 opět poklesly a za hodnocené období 2013–2023 dosáhly nejnižších hodnot. Poprvé za celou historii měření nebyl překročen žádný z imisních limitů pro suspendované částice PM₁₀ a PM_{2,5}. Navíc v roce 2023, podobně jako v minulých letech, nebyly překročeny ani imisní limity pro NO₂, SO₂ a CO“.

- **oxid siřičitý** - rozpětí ročních středních hodnot v ČR bylo 1,7 až 5,3 µg/m³ s průměrem za ČR 3,52 µg/m³. Střední hodnota v obydlených městských lokalitách byla 3,7 µg/m³;
- **oxid uhelnatý** - rozpětí ročních středních hodnot v ČR bylo 205 až 461 µg/m³ s průměrem za ČR 326 µg/m³. Střední hodnota v obydlených městských lokalitách byla 307 µg/m³. Na dopravních „hot-spot“ stanicích 24 hodinové průměry překročily třikrát 1 000 µg/m³;
- **ozón** - rozpětí ročních středních hodnot v ČR bylo 44 až 75 µg/m³ s průměrem za ČR 60,1 µg/m³. Střední hodnota v obydlených městských lokalitách byla 56 µg/m³. Hodnoty klouzavého 8hodinového průměru v roce 2023 alespoň jednou překročily 120 µg/m³ na 14 měřicích stanicích. Nejvyšší hodnota byla naměřena na stanici Sněžník - 163 µg/m³/8hod. Hodnoty nad 70 µg/m³ ročního průměru byly naměřeny celkem na devíti pozadových stanicích. Střední hodnota parametru SOMO35 v ČR byla 4 949 (rozpětí 2 778 až 6 655);
- **oxid dusičitý** - rozpětí ročních středních hodnot v ČR bylo 1,6 až 37,7 µg/m³ s průměrem za ČR 13,7 µg/m³. Střední hodnota v obydlených městských lokalitách byla 13 µg/m³;
- **aerosolové částice frakce PM₁₀** - rozpětí ročních středních hodnot v ČR bylo 7,0 až 23,2 µg/m³ s průměrem za ČR 16,0 µg/m³. Střední hodnota v obydlených městských lokalitách byla 15,9 µg/m³. Trend vývoje zátěže prostředí aerosolovými částicemi frakce PM₁₀ v sídlech je ale v posledních deseti letech klesající. Střední hodnoty v sídlech Moravskoslezského kraje jsou dlouhodobě o cca 3 µg/m³/rok vyšší;
- **aerosolové částice frakce PM_{2,5}** - rozpětí ročních středních hodnot v ČR bylo 4,3 až 17,8 µg/m³ s průměrem za ČR 11,9 µg/m³. Střední hodnota v obydlených městských lokalitách byla 11,9 µg/m³. Průměrný podíl suspendovaných částic frakce PM_{2,5} ve frakci PM₁₀ se na městských stanicích pohyboval od 51 % až k 85 % v průmyslových lokalitách; vyšší hodnoty podílu frakce PM_{2,5} (> 80 %) jsou zjišťovány v topné sezóně a v období nepříznivých rozptylových podmínek.

Za významnou lze v dopravně extenzivně lokalitách v sídlech, v lokalitách s majoritním spalováním tuhých a fosilních paliv a v okolí průmyslových komplexů stále považovat zátěž oxidem dusičitým (NO₂), ozónem (O₃) a suspendovanými částicemi frakcí PM₁₀ a PM_{2,5}.

5.2 Kovy v aerosolu (As, Cd, Cr, Mn, Ni a Pb/ Ti)

Úroveň znečištění ovzduší většinou sledovaných kovů je v hodnocených městských neprůmyslových lokalitách víceméně bez významnějších výkyvů. Stanovené imisní limity nebyly v roce 2023 překročeny. Hodnocení sledovaných kovů za rok 2023 je ovlivněno výpadkem měřicích systémů ICP-MS provozovaných ČHMÚ.

- **arsen** - rozpětí ročních středních hodnot v ČR bylo 0,46 až 3,26 ng/m³ s průměrem za ČR 1,38 ng/m³. Střední hodnota v obydlených městských lokalitách byla 1,04 ng/m³. Hodnoty nad 2 ng/m³ (33 % IL) ročního aritmetického průměru byly v roce 2023 naměřeny na 6 stanicích reprezentujících vliv lokálních topenišť a/nebo metalurgických výroby. Význam

výroby energie spalováním fosilních paliv (včetně lokálního vytápění) jednoznačně prokazuje průběh ročních hodnot, kdy v topné sezóně jsou hodnoty až řádově vyšší;

- **kadmium** - rozpětí ročních středních hodnot v ČR bylo 0,03 až 3,72 ng/m³ s průměrem za ČR 0,34 ng/m³. Střední hodnota v obydlených městských lokalitách byla 0,15 ng/m³. Oblastmi se zvýšenou zátěží způsobenou průmyslovou výrobou je Ostrava, v případě staré zátěže zůstává Tanvald a okolí (3,72 ng/m³/rok);
- **chrom** - rozpětí ročních středních hodnot v ČR bylo 0,47 až 3,85 ng/m³ s průměrem za ČR 1,08 ng/m³. Střední hodnota v obydlených městských lokalitách byla 1,07 ng/m³. Podle modelového odhadu při středním zastoupení Cr^{VI+} ve směsi na úrovni 0,1 až 0,5 % by se hodnoty pohybovaly v rozmezí 0,1 - 0,5 ng/m³, tedy pod úrovní referenční koncentrace;
- **nikl** - rozpětí ročních středních hodnot v ČR bylo 0,22 až 2,18 ng/m³ s průměrem za ČR 0,56 ng/m³. Střední hodnota v obydlených městských lokalitách byla 0,51 ng/m³;
- **olovo** - rozpětí ročních středních hodnot v ČR bylo 0,95 až 27,79 ng/m³ s průměrem za ČR 4,29 ng/m³. Střední hodnota v obydlených městských lokalitách byla 3,40 ng/m³. To řadí olovo mezi méně významné škodliviny;
- **mangan** - rozpětí ročních středních hodnot v ČR bylo 1,54 až 41,14 ng/m³ s průměrem za ČR 6,07 ng/m³. Střední hodnota v obydlených městských lokalitách byla 5,47 ng/m³. Vyšší hodnoty se nachází téměř výhradně v Moravskoslezském kraji - nejvyšší byla zjištěna na průmyslem zatížené stanici TORE v Ostravě v Radvanicích a představuje jednoznačnou vazbu vyšších hodnot na metalurgické procesy;
- **titan** je od roku 2018 měřen na stanici v SZÚ (ASRO). Hmotnostní podíl ve frakci PM₁₀ se pohybuje okolo 0,1 % maximální měřené hodnoty jsou soustředěny na letní sezónu.

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 zatížené oblasti na Ostravsku jsou charakterizovány zvýšenými hodnotami Ni, Mn, Cd, Cr a Pb, okolí Tanvaldu pak vyššími hodnotami Cd. Vyšší hodnoty Pb jsou také nalézány v souvislosti se starými zátěžemi (Příbram a okolí). V blízkosti nových průmyslových výrob (malé a střední kovovýroby) mohou být lokální ohniska vyšších hodnot Ni.

5.3 Organické látky (benzen)

- **Benzen** - rozpětí ročních středních hodnot v ČR bylo 0,6 až 3,9 µg/m³ s průměrem za ČR 1,2 µg/m³. Střední hodnota v obydlených městských lokalitách byla 1,0 µg/m³. Zátěž nemá sezónní závislost, imisní limit nebyl překročen na žádné stanici. Nejvyšší roční střední hodnoty (> 2 µg/m³) jsou dlouhodobě zjišťovány v průmyslově zatížených lokalitách (chemický průmysl, metalurgie...).

5.4 Polycyklické aromatické uhlovodíky (benzo[a]pyren, benzo[a]antracen) a toxický ekvivalent benzo[a]pyrenu (TEQ bAp)

- **benzo[a]pyren** - rozpětí ročních středních hodnot v ČR bylo 0,16 až 5,17 ng/m³ s průměrem za ČR 0,78 ng/m³. Střední hodnota v obydlených městských lokalitách byla 0,58 ng/m³. Imisní limit byl v roce 2023 překročen celkem na 8 stanicích, mimo venkovské - příměstské stanice v Kladně Švermově (SKLS) byl až několikanásobně překročen na většině stanic v Moravskoslezském kraji - s rozmezím 1,07 až 5,17 ng/m³/rok. Ve větších městských celcích lze nadále v roce 2023 zátěž z dopravy charakterizovat jako nižší a 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 i velké energetické zdroje a těžký průmysl, kde mohou zimní 24hod. maxima dosahovat nižších desítek ng/m³;

- **benzo[a]antracen** - rozpětí ročních středních hodnot v ČR bylo 0,2 až 4,95 ng/m³ s průměrem za ČR 0,85 ng/m³. Střední hodnota v obydlených městských lokalitách byla 0,63 ng/m³. Jeho významným zdrojem jsou energetické zdroje včetně lokálních. I proto zde je až řádový rozdíl mezi hodnotami v topné a netopné sezóně;
- **Toxický ekvivalent benzo[a]pyrenu – TEQ BaP** - rozpětí ročních středních hodnot v ČR bylo 0,32 až 7,13 ng/m³ s průměrem za ČR 1,26 ng/m³. Střední hodnota v obydlených městských lokalitách byla 0,63 ng/m³. Nejvyšší hodnota 7,1 ng/m³/rok byla zjištěna na stanici Ostrava Radvanice (TORE), referenční hodnota stanovená SZÚ (10 ng/m³) tak nebyla překročena.

Z porovnání imisních charakteristik sledovaného spektra na 48 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.

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 neklesajícího lineárního trendu. Interpretovat to lze jako dlouhodobě stabilní zátěž danou zastoupením spolupůsobících zdrojů, jejíž aktuální úroveň nejvíce ovlivňují meteorologické jevy, případně režim provozu malých (velkých v MSK) energetických zdrojů. Proti roku 2022 došlo ve všech typech městských lokalit k poklesu.

6 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. Na to navazuje hodnocení kvality venkovního ovzduší pomocí celkové sumy podílů imisních limitů tzv. Hazard Indexu. A patří sem i hodnocení v relaci k doporučení WHO (2021).

6.1 Roční index kvality ovzduší (IKOR)

Do výpočtu byly zahrnuty roční aritmetické průměry všech měřených škodlivin, pro které jsou stanoveny roční imisní limity (oxid dusičitý – NO₂, suspendované částice frakce PM₁₀ a PM_{2,5}, arsen – As, kadmium – Cd, nikl – Ni, olovo – Pb, benzen – BZN a benzo[a]pyren – BaP).

Průměrná hodnota charakterizující městské stanice v ČR, odhadnutá pro kategorie 2 až 5 (**viz příloha č. 1**), je v první třídě (IKOR = 0,737 – ČISTÉ OVZDUŠÍ) – a dlouhodobě klesá. Hodnoty v sídlech v posledních letech oscilují na hranici první až druhé třídy kvality ovzduší. Střední hodnota IKOR 0,895 odhadnutá pro celou Českou republiku je meziročně (2022/2023) opět mírně snížena. Ze srovnání středních hodnot IKOR v městských dopravně zatížených lokalitách a v oblastech s převahou malých energetických zdrojů vyplývá přetrvávající význam 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 IKOR, které na hranici 3 a 4 třídy. (4. třída – ZNEČIŠTĚNÉ OVZDUŠÍ).

6.2 Suma plnění ročních imisních limitů (Hazard Index – HQ)

Ve všech hodnocených typech městských lokalit a dokonce i na regionálních a republikových pozadových stanicích, překročila suma plnění ročních imisních limitů (Hazard Index – HQ) v procentech hodnotu 1,0. V ČR se pohybuje v rozsahu od 212 v městských pozadových oblastech až po 8,90 v průmyslové oblasti v Ostravě. Nejvyšší míra čerpání limitu benzo[*a*]pyrenu a benzenu je dlouhodobě zjišťována v průmyslových oblastech. Arsen se objevuje i v místech s vyšším výskytem zdrojů na pevná a fosilní paliva (0,54). Dopravní uzly, díky zvýšené zátěži NO₂ (max. 0,98) a aerosolovými částicemi (max. 0,78) pak vykazují tyto hodnoty mezi 2,40 až 3,20.

6.3 Plnění doporučení WHO

Ve většině hodnocených sídel/lokalit byly překročeny/překračovány mezní (doporučené) hodnoty stanovené Světovou zdravotnickou organizací (září 2021). Více než na 80 % stanic měřících frakci PM₁₀ byla překračována 24 hodinová doporučená hodnota (45 µg/m³/24hod). U NO₂ se jednalo o 98 % hodnocených stanic. Doporučená 24 hodinová hodnota a cílová roční hodnota pro frakci PM_{2,5} byly překročeny na všech aktivních stanicích. Za nevýznamné lze považovat jedno překročení denní cílové hodnoty SO₂ (40 µg/m³/24hod) na stanici v Českém Těšíně.

Přestože celkově lze rok 2023 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 (PM₁₀ i frakce PM_{2,5}) a oxid dusičitý. Škodlivinou nově hodnou zájmu se, v souvislosti s vyšší četností slunných až tropických dnů, stává přízemní ozón.

6.4 Hodnocení zdravotních rizik

Odhad zdravotních rizik, způsobených expozicí populace konkrétním znečišťujícím látkám byl zpracován jak pro aerosolové částice (PM₁₀, PM_{2,5}) a ozón, 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. Patřil by sem i odhad ztracených let života (YLLs), ale ten nebylo možno za rok 2022 (Covid – 19) pro významné ovlivnění demografických údajů provést. Zpracování respektovalo aktuálně platné doporučené hodnoty WHO (AQG – 2021).

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 mírně zvýšené hodnoty 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 2023 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 2023 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 jednotlivě 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

Znečištění ovzduší má opravdu dlouhodobě klesající trend. Skutečnost, že k překročení imisních limitů došlo v roce 2023 pouze ve čtyřech případech a pouze u BaP je jednoznačně pozitivní zprávou. Nelze ale opomenout, že jsou stále překračována doporučení WHO, v tom se situace v podstatě nemění.

Z hodnocení zdravotních rizik vychází přetrvávající problémová zátěž oxidem dusičitým a aerosolovými částicemi (doprava v městských aglomeracích), benzenem (průmyslové lokality v MSK), kadmii (okolí Tanvaldu), arsenem (předměstské a vesnické lokality s vyšším podílem spalování tuhých a fosilních paliv) a PAU zastoupenými benzo[a]pyrenem (Ostravsko-karvinská aglomerace a předměstské a vesnické lokality s vyšším podílem spalování tuhých a fosilních paliv).

IX. PŘÍLOHY

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 otevřená 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** (uzavřená 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 délhodobá zátěž lokality.

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

Tabulka č. 13. – 2023, Souhrn monitorovaných parametrů kvality venkovního ovzduší v jednotlivých městech

Měřicí program				A/M/K								D	0/5	P
Kraj	Lokalita	stanice	kategorie	SO ₂	NO	NO ₂	CO	O ₃	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	BZN	TK	PAU
Praha	Praha 1 n. Republiky	AREP	6		✓	✓			✓	✓		✓		
	Praha 2 Legerova	ALEG	7		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓
	Praha 2 Riegrovy sady	ARIE	3	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓			✓
	Praha 4 Chodov	ACHO	3		✓	✓			✓	✓				
	Praha 4 Libuš	ALIB	3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Praha 5 Řeporyje	ARER	4		✓	✓			✓	✓	✓		✓	✓
	Praha 5 Stodůlky	ASTO	3					✓		✓	✓			
	Praha 6 Břevnov	ABRE	5		✓	✓			✓	✓				
	Praha 6 Suchdol	ASUC	3					✓		✓				
	Praha 7 Argentinská	AHOL	6		✓	✓			✓	✓	✓	✓		
	Praha 8 Karlín	AKAL	6		✓	✓			✓	✓				
	Praha 8 Kobylisy	AKOB	5		✓	✓		✓	✓	✓				
	Praha 9 Vysočany	AVYN	7		✓	✓		✓	✓	✓				
	Praha 10 Průmyslová	APRU	10		✓	✓			✓	✓				
	Praha 10 Šrobárova	ASRO	3		✓	✓			✓	✓	✓		✓	✓
	Praha 10 Vršovice	AVRS	6		✓	✓			✓	✓				
Kraj Středočeský	Beroun	SBER	6		✓	✓	✓		✓	✓	✓			
	Buštěhrad	SBUS	13							✓			✓	
	Čelákovice	SCEX	2							✓				
	Kladno	SKLM	6					✓		✓	✓	✓		
	Kladno-Švermov	SKLS	16	✓	✓	✓			✓	✓			✓	✓
	Kolín	SKOA	5							✓	✓		✓	✓

Měřicí program				A/M/K								D	0/5	P
Kraj	Lokalita	stanice	kategorie	SO ₂	NO	NO ₂	CO	O ₃	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	BZN	TK	PAU
	Kralupy n/V sportoviště	SKRP	8							✓	✓		✓	✓
	Kutná Hora Orebitská	SKHO	3		✓	✓			✓	✓	✓			
	Mladá Boleslav stadion	SMBO	3		✓	✓		✓	✓	✓	✓			
	Ondřejov	SONR	11					✓						
	Příbram Březové hory	SPBR	3		✓	✓			✓	✓				
	Rožďalovice (okr. Nymburk)	SROR	12	✓	✓	✓			✓	✓	✓			✓
	Slaný	SSLN	1							✓				
	Stehelčeves	SSTE	14							✓			✓	
	Vrapice	SKLC	14							✓			✓	
Kraj Jihočeský	Č. Budějovice	CCBD	3	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		
	Č. Budějovice Třešňová	CCBT	2							✓	✓		✓	✓
	Churáňov	CCHU	11	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓	
	Kocelovice	CKOC	11					✓						
	Pelhřimov ZŠ	JPEM	2							✓	✓		✓	✓
	Písek Tylova	CPIT	4											✓
	Prachatice	CPRA	3		✓	✓		✓	✓	✓				
	Strakonice Školní	CSTR	4							✓	✓		✓	✓
	Hojná-Voda	CHVO	11					✓		✓				
	Tábor	CTAB	5		✓	✓	✓	✓	✓	✓				
	Tábor	CTAC	5		✓	✓	✓	✓	✓	✓				
	Temelín	CTEM	11							✓				
Kraj Plzeňský	Klatovy Soud	PKLS	4							✓	✓		✓	✓
	Kamenný Újezd (okr. Rokycany)	PKUJ	12	✓	✓	✓			✓	✓	✓			
	Plzeň Doubravka	PPLV	12	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓			

Měřicí program				A/M/K								D	0/5	P
Kraj	Lokalita	stanice	kategorie	SO ₂	NO	NO ₂	CO	O ₃	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	BZN	TK	PAU
	Plzeň Slovany	PPLX	6							✓		✓	✓	✓
	Přimda	PPRM	11	✓	✓	✓		✓	✓					
	Staňkov	PSTA	3							✓				
Kraj Karlovarský	Fr. Lázně	KFLC	3	✓					✓					
	M. Lázně	KMLK	3	✓					✓					
	Přebuz	KPRB	11	✓	✓	✓		✓	✓					
	Stříbro	PSTR	2							✓				✓
	Cheb	KCHM	2							✓		✓		
	Karlovy Vary	KKVA	3							✓				
	Sokolov	KSOM	3	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Kraj Ústecký	Čeradice	UCEC	12							✓				
	Děčín	UDCM	8		✓	✓			✓	✓	✓			
	Doksany	UDOK	12	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓			✓
	Chomutov	UCHM	3							✓				
	Krupka (u Teplic)	UKRU	12	✓						✓				
	Lom u Mostu	ULOM	13	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓	
	Litoměřice	ULTT	3	✓				✓		✓				
	Měděnec	UMED	11	✓						✓				
	Most	UMOM	5	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		
	Rudolice v Horách	URVH	11					✓		✓		✓		
	Sněžník	USNZ	11	✓	✓	✓		✓	✓	✓				
	Teplice	UTPM	6	✓				✓		✓	✓			✓
	Tušimice	UTUS	8	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		
	Ústí n/L Prokopa Diviše	UUDI	8							✓	✓		✓	✓

Měřicí program				A/M/K								D	0/5	P
Kraj	Lokalita	stanice	kategorie	SO ₂	NO	NO ₂	CO	O ₃	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	BZN	TK	PAU
	Ústí n/L Všebořická	UULD	6		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		
	Ústí n/L Kočkov	UULK	3	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓			
	Ústí n/L Město	UULM	6		✓	✓			✓	✓		✓		
	Valdek (okr. Děčín)	UVAL	12							✓				
Kraj Liberecký	Česká Lípa	LCLM	3							✓				
	Frýdlant	LFRT	11	✓				✓		✓	✓			
	Jizerka	LJIZ	11							✓				
	Jablonec n/N	LJNM	3							✓				
	Liberec Rochlice	LLIL	3	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓
	Radimovice (okr. Liberec)	LRAD	12							✓				
	Souš	LSOU	11					✓						✓
	Tanvald	LTAS	8							✓			✓	
	Uhelná	LUHL	12							✓	✓			
	Horní Vítkov	LVHI	12							✓	✓			
Kraj Pardubický	M. Třebová Piaristická	EMTP	3		✓	✓			✓	✓	✓			
	Pardubice Rosice	EPAO	2	✓	✓	✓			✓			✓		
	Pardubice Dukla	EPAU	8	✓				✓		✓	✓	✓	✓	✓
	Sezemice	ESEZ	13							✓				
	Ústí nad Orlicí	EUOR	11							✓				
	Svratouch	ESVR	11					✓		✓	✓			
Kraj Královéhradecký	Jaroměř O. Španiela	HJAR	4							✓				✓
	Hradec Králové Brněnská	HHKB	5		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		
	Hradec Králové Sukovy sady	HHKS	5		✓	✓			✓	✓	✓		✓	✓
	Hradec Králové třída SNP	HHKT	3							✓	✓			✓

Měřicí program				A/M/K								D	0/5	P
Kraj	Lokalita	stanice	kategorie	SO ₂	NO	NO ₂	CO	O ₃	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	BZN	TK	PAU
	Hradec Králové observatoř	HHKO	1					✓						
	Rýchory v Krkonoších	HKRY	11					✓						
	Jičín	HJIC	3							✓	✓			
	Polom	HPLO	11	✓	✓	✓		✓	✓	✓				
	Kvasiny	HKVA	13							✓				
	Trutnov Tkalcovská	HTRT	3							✓				
	Velichovky	HVEL	3							✓				
Kraj Vysočina	Jihlava Znojemská	JJIZ	6		✓	✓			✓	✓	✓		✓	✓
	Kostelní Myslová	JKMY	12					✓						
	Košetice EMEP	JKOS	11	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Křižanov	JKRI	12							✓	✓			
	Pelhřimov ZŠ	JPEM	2							✓	✓		✓	✓
	Třebíč	JTRE	2					✓		✓				
	Žďár n/Sázavou parkoviště	JZNZ	3							✓	✓		✓	✓
Kraj Jihomoravský	Blansko Sloupečnick	BBLS	3											✓
	Brno dětská nemocnice	BBDN	5		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		
	Brno Masná ulice	BBNA	4							✓	✓		✓	✓
	Brno Soběšice	BBNE	15							✓				
	Brno Kroftova	BBNF	3							✓				
	Brno Líšeň	BBNI	2							✓	✓		✓	✓
	Brno Úvoz	BBNV	6		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		
	Brno Tuřany	BBNY	15	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓			
	Hodonín	BHOD	2							✓	✓		✓	✓
	Kuchařovice	BKUC	12	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Měřicí program				A/M/K								D	0/5	P
Kraj	Lokalita	stanice	kategorie	SO ₂	NO	NO ₂	CO	O ₃	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	BZN	TK	PAU
	Lovčice	BLOC	12							✓				✓
	Mikulov	BMIS	11	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		
	Vyškov	BVYS	2							✓				
	Znojmo	BZNO	5		✓	✓			✓	✓	✓			
Kraj Zlínský	Štítná n/Vláří	ZSNV	11					✓						
	Těšnovice	ZTNV	12	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓			
	Uh. Hradiště	ZUHR	6		✓	✓	✓		✓	✓				
	Valašské Meziříčí	ZVMZ	3							✓	✓	✓		✓
	Vsetín	ZVSH	2							✓				
	Zlín	ZZLN	2	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Kraj Olomoucký	Bělotín (okr. Přerov)	MBEL	12							✓	✓			
	Jeseník	MJES	11	✓	✓	✓		✓	✓	✓				
	Nový Malín	MNMA	2							✓	✓			
	Olomouc Hejčín	MOLJ	6		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		
	Olomouc Šmeralova	MOLS	3							✓	✓		✓	✓
	Přerov	MPRR	5	✓				✓		✓	✓			
	Prostějov	MPST	2							✓				
Kraj Moravsko-slezský	Bílý Kříž - EMEP	TBKR	1	✓	✓	✓		✓	✓	✓				
	Bruntál škola	TBRS	2							✓	✓			
	Červená Hora	TCER	11		✓	✓		✓	✓	✓			✓	✓
	ČHMÚ Český Těšín	TCTN	3	✓	✓	✓			✓	✓	✓			✓
	Frýdek-Místek	TFMI	2		✓	✓			✓	✓	✓			
	Havířov	THAR	9							✓	✓			
	Karviná ZÚ	TKAO	8		✓	✓			✓	✓	✓		✓	✓

Měřicí program				A/M/K								D	0/5	P
Kraj	Lokalita	stanice	kategorie	SO ₂	NO	NO ₂	CO	O ₃	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	BZN	TK	PAU
	Karviná Kaufland	TKAV	8	✓	✓	✓			✓	✓	✓			
	Ostrava Hanušov	TOHU	10											✓
	Ostrava Poruba domov	TOPD	4											✓
	Ostrava Českoobrtrská	TOCB	10		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		
	Ostrava Fifejdy	TOFF	8	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓		
	Ostrava Mariánské hory	TOMH	8							✓			✓	✓
	Ostrava Poruba ČHMÚ	TOPO	4	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Ostrava Přívoz	TOPR	9	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Ostrava Radvanice	TORE	8							✓	✓		✓	✓
	Ostrava Radvanice OZO	TORO	8							✓			✓	✓
	Ostravice golf (okr. F. Místek)	TOSG	13							✓	✓			✓
	Opava Kateřinky	TOVK	3		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓
	Ostrava Zábřeh	TOZR	8							✓	✓			
	Písečná (okr. F. Místek)	TPIS	12							✓				
	Rychvald (okr. Karviná)	TRYC	4	✓	✓	✓			✓	✓	✓			
	Studénka (okr. N. Jičín)	TSTD	12	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
	Třinec	TTRO	3					✓		✓	✓	✓		
	Věřnovice	TVER	13	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓		
CELKEM zahrnuto a hodnoceno		160		45	72	72	13	56	74	144	82	33	38	50

Poznámka:

1. Stanice v Mariánských a Františkových Lázních měří prašnost pouze frakce TSP
2. Programy - automatizované měřicí metody (SO₂, NO, NO₂, NO_x, CO, O₃, PM₁₀, PM_{2,5}) – program A, manuální měřicí metody (PM₁₀, PM_{2,5}) – program M, kombinované měřicí metody - program K, měření PAU - program P, měření benzenů - program D, měření kovů ve frakci PM₁₀ – program 0, měření kovů ve frakci PM_{2,5} – program 5, měření kovů ve frakci PM_{1,0} – program 1
3. Republikové požadové stanice a stanice použité u jednotlivých látek jako požadové (kategorie 11) – Churáňov (CCHU), Jizerka (LJIZ), Souš (LSOU), Frýdlant (LFRT), Rudolice v Horách (URVH), Krkonoše–Rýchory (HKRY), Svratouch (ESVR), Košetice EMEP (JKOS), Jeseník (MJES), Červená Hora (TCER) a Bílý Kříž EMEP (TBKR).

Příloha č. 3 - Úrovně zátěže a odhad potenciálních zdravotních účinků pro základní látky, těžké kovy, benzen a BaP v roce 2023 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. 14 - Úrovně zátěže a odhad potenciálních zdravotních účinků pro základní látky, těžké kovy, benzen a BaP v roce 2023 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 2023 - 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
látky	kategorie	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	2 - 5	
PM ₁₀ $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$	ČR(bez MSK)	15,4	15,4	14,8	16,6	18,2	19,8	16,9	x	21,8	9,7	13,9	18,3	19,6	15,0	18,5	15,6	149
	M-S kraj	17,8	17,9	19,3	x	x	x	20,9	21,3	20,7	11,0	17,3	17,9	x	x	x	18,4	24
PM _{2,5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$)		11,5	11,7	12,5	12,0	12,4	12,1	14,0	16,4	13,8	7,2	10,3	12,5	x	11,2	x	11,9	82
SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$)		4,6	3,7	3,5	3,3	5,5	x	4,1	4,1	x	2,4	3,6	4,8	x	4,4	3,6	3,7	45
NO ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$)		2,7	2,6	3,7	5,3	11,5	18,9	4,0	5,0	15,7	0,6	1,4	1,7	x	2,6	3,0	3,4	72
NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$)		11,2	13,4	12,6	15,5	23,0	32,7	14,0	18,2	26,3	3,4	2,4	9,8	x	11,3	11,4	12,9	72
NO _x ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$)		15,3	14,8	18,3	23,6	40,6	61,7	20,1	26,0	50,4	4,7	9,9	12,3	x	15,5	16,2	17,5	74
CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$)		x	322	x	199	344	461	x	x	317	205	319	x	x	x	x	307	13
O ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$)		55,0	57,0	x	52,5	53,9	44,9	55,9	x	x	69,2	57,8	48,9	x	52,9	x	56,0	56
Benzen ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$)		0,9	0,9	1,4	1,0	1,0	1,1	1,3	3,9	2,0	0,6	0,7	1,4	x	x	x	1,0	34
BaP ($\text{ng}/\text{m}^3/\text{rok}$)		0,41	0,61	0,70	0,4	0,51	0,3	1,61	1,47	2,2	0,17	0,61	x	x	x	1,52	0,58	49
As ($\text{ng}/\text{m}^3/\text{rok}$)		0,69	0,94	1,75	1,11	1,14	x	2,00	2,12	x	0,52	0,49	2,56	2,02	x	3,25	1,04	37
Cd ($\text{ng}/\text{m}^3/\text{rok}$)		0,12	0,15	0,17	0,23	0,11	x	1,44	0,37	x	0,07	0,08	0,11	0,11	x	0,18	0,15	37
Cr ($\text{ng}/\text{m}^3/\text{rok}$)		0,88	1,02	1,32	1,66	3,44	x	1,28	2,13	x	0,36	0,46	1,52	3,64	x	0,68	1,09	37
Mn ($\text{ng}/\text{m}^3/\text{rok}$)		5,79	4,47	6,63	6,55	6,19	x	8,23	17,00	x	2,39	3,40	7,14	8,06	4,70	x	6,07	37
Ni ($\text{ng}/\text{m}^3/\text{rok}$)		0,50	0,46	0,59	0,57	0,58	x	0,61	1,41	x	0,24	0,29	0,87	1,57	x	0,42	0,51	37
Pb ($\text{ng}/\text{m}^3/\text{rok}$)		3,09	2,99	4,52	3,55	2,98	x	6,93	14,66	x	1,68	2,08	2,96	3,85	x	5,52	3,40	37
ČR (bez MSK) - PM ₁₀ - odhad nárůstu předčasné úmrtnosti v %		0,16	0,16	0,00	0,64	1,28	1,92	0,76	x	2,72	0,00	0,00	1,32	1,84	0,00	1,40	0,24	
MSK - PM ₁₀ - odhad nárůstu předčasné úmrtnosti v %		1,12	1,16	1,72	x	x	x	2,36	2,52	2,28	0,00	0,92	1,16	x	x	x	1,36	
Celkové ILCR (Benzen, BaP, As, Cd, Ni)		4,2E-05	5,9E-05	7,0E-05	4,2E-05	5,1E-05	3,4E-05	1,5E-04	1,5E-04	2,0E-04	1,9E-05	5,8E-05	6,0E-05	5,8E-05	x	1,4E-04	5,8E-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 PM₁₀.
- 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:

<http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/odborna-zprava-ovzdusi-za-rok-2022>

<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. 4 - 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 2023 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:

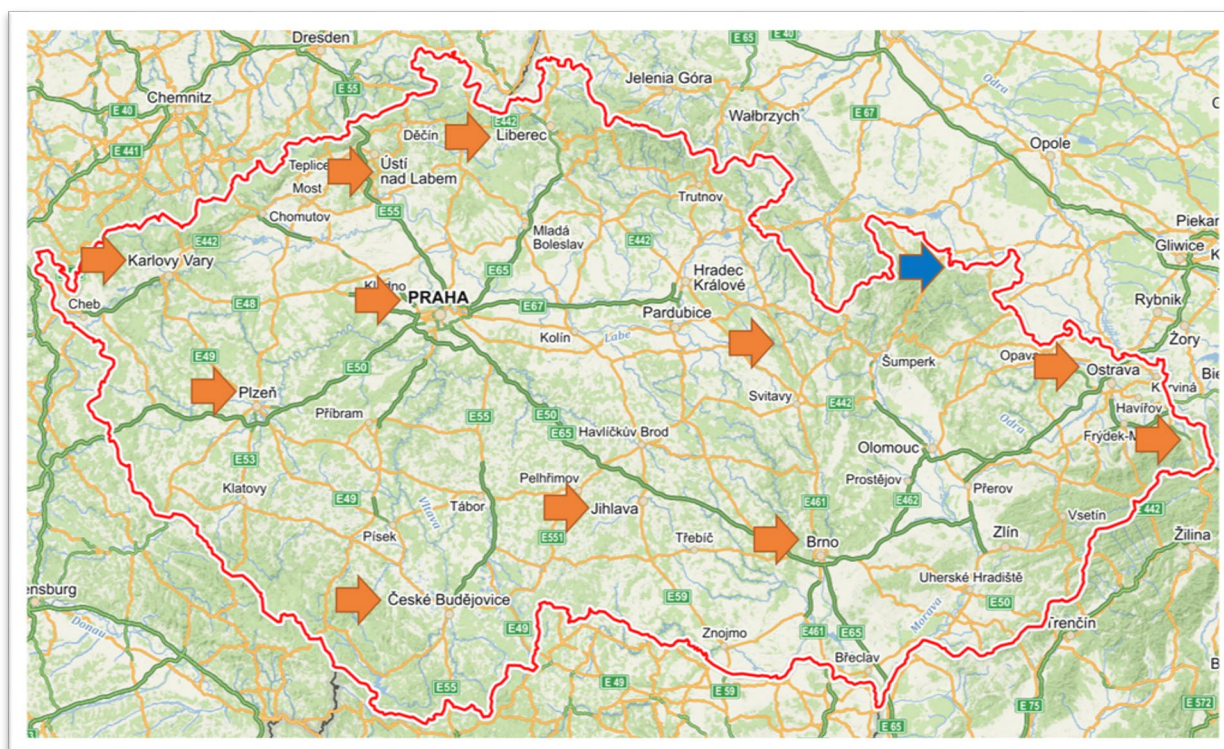
Do zpracování výstupů byla zahrnuta odběrová místa:

- **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 Trinec** – bližší informace nejsou k dispozici.

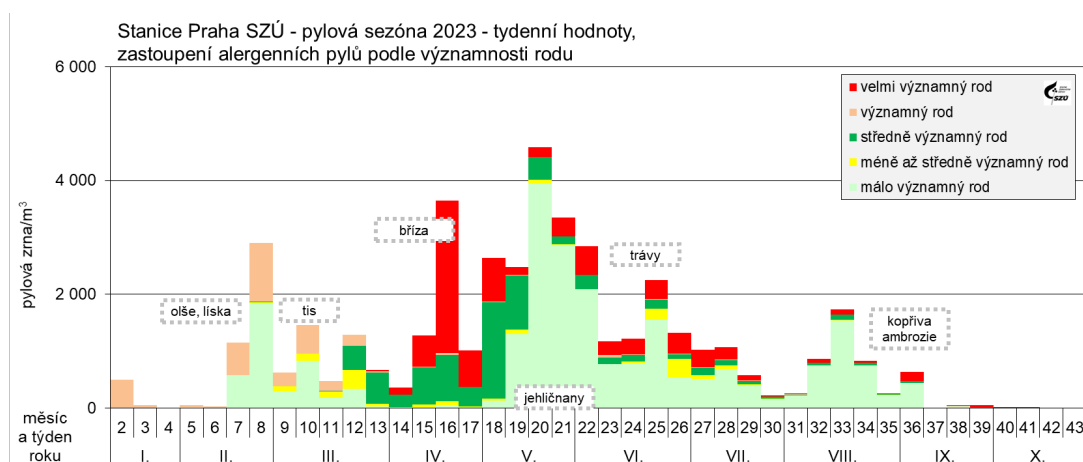
Odběrové lokality přesto reprezentativně pokrývají území České republiky.



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. 15 – Definované skupiny pylů podle významnosti rodu

Pylová skupina	Zařazené sledované rody rostlin	Identifikace v grafech
velmi významný rod	bříza, trávy, pelyněk, ambrozie	
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. 16 – Charakteristická období roku a typičtí představitelé sledovaných pylů

Období	interval roku	typický významný 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)	ambrozie, spory plísni

Pozn: Plísň jsou v ovzduší zastoupeny po celé sledované období

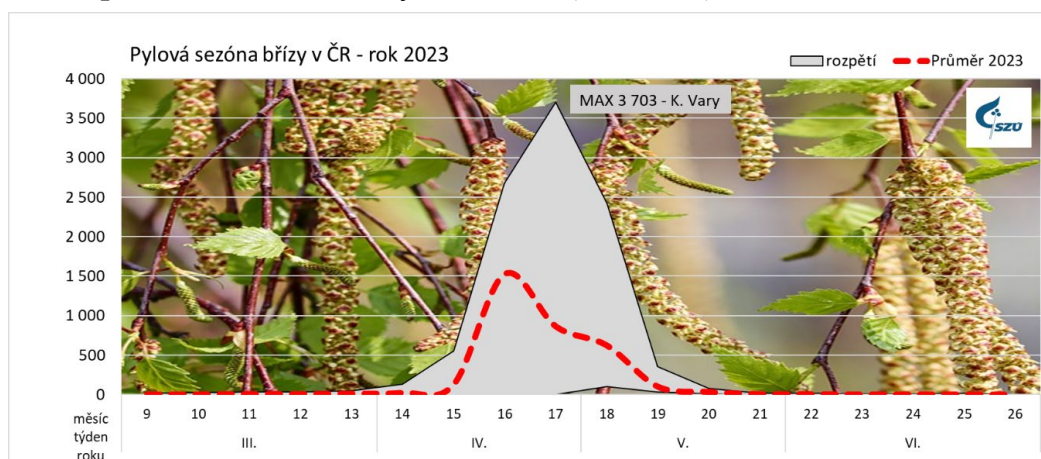
Obr. č. 38 – Typický průběh pylové sezóny – rok 2023 na stanici v Praze s vyznačením dominantních pylů

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 2023 začala jejich sezóna začátkem ledna (líska)

a trvala do konce března, když líska kulminovala převážně ve druhé polovině února a olše o necelý týden později. Nejvíce pylových zrn za den napočítali u lísky 18. 2. v Brně (275), u olše 24. 2 v Ústí nad Labem (200).

Pyl tisu (Taxus), který patří mezi málo významné alergen, se začal vyskytovat na většině stanic v polovině února a kulminoval v půlce března, s nejvyšším počtem zrn naměřených 9. 3. v Brně (5 690). Ve stejné době se objevil alergenně mírně významnější pyl topolu (Populus), který kulminoval koncem března a v ovzduší se ale nacházel v některých oblastech až do začátku května. Nejvíce zrn napočítali 20. 3. v Ústí nad Labem (181). Mezi významné jarní alergen patří vedle pylů lísky a olše také pyl cypřišovitých (Cupressaceae), který bylo možné v ovzduší nalézt od poloviny února do konce května, s kulminací, podle oblastí, od poloviny března do poloviny dubna. Nejvíce zrn naměřili 22. 4. v Jihlavě (321). V polovině března se začal objevovat středně významný alergen – pyl jasanu (Fraxinus) s kulminací v polovině dubna a výskytem do poloviny května. Nejvyšší hodnotu pylových zrn napočítali 24. 4. v Brně (242).

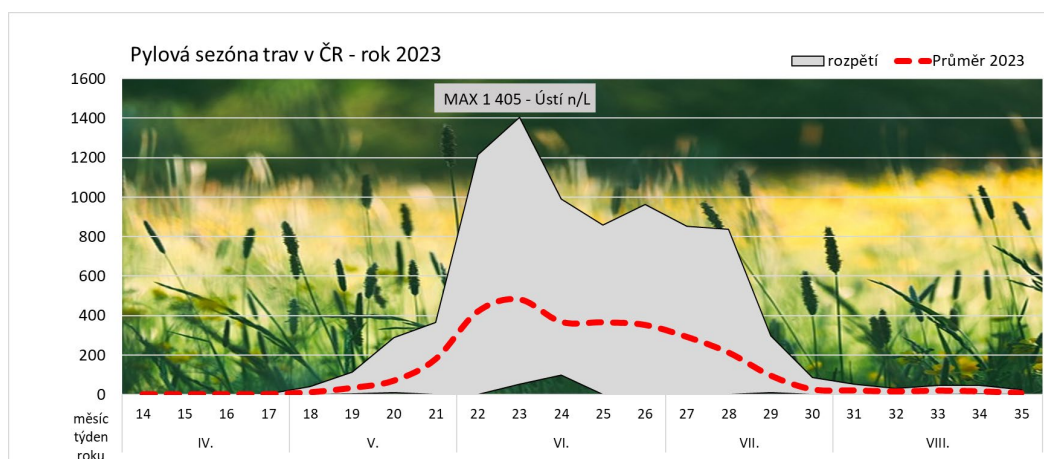
Nejvýznamnější jarní alergen – pyl břízy (Betula) – se objevil na některých stanicích již koncem února (Třinec, Ústí nad Labem a České Budějovice), na většině stanic až koncem března a začátkem dubna. V nejvyšších počtech se vyskytoval v posledních dvou dubnových týdnech a v prvním květnovém týdnu. Jednotlivá zrna bylo možné nalézat do konce června. Denní počty zrn tradičně dosahovaly stovek. Nejvyšší denní hodnotu napočítali 1. 5. v Karlových Varech (2 055 zrn).



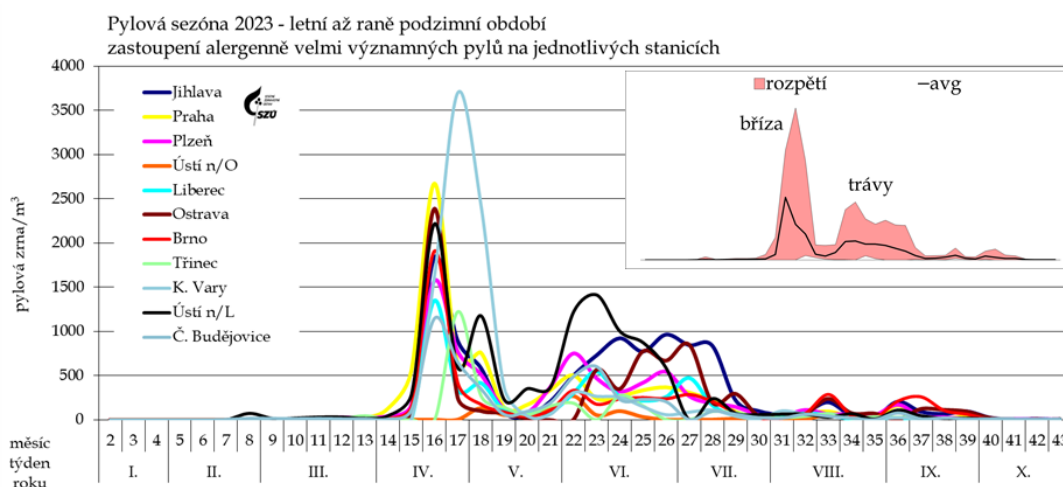
Obr. č. 39 – Týdenní hodnoty - pylová sezóna břízy v roce 2023

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 alergen, 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 2023 najít v ovzduší od počátku května až do půlky října, s kulminací v polovině června. Maximální počty pylových zrn/m³/den 11. 6. v Ústí n/Labem (544).

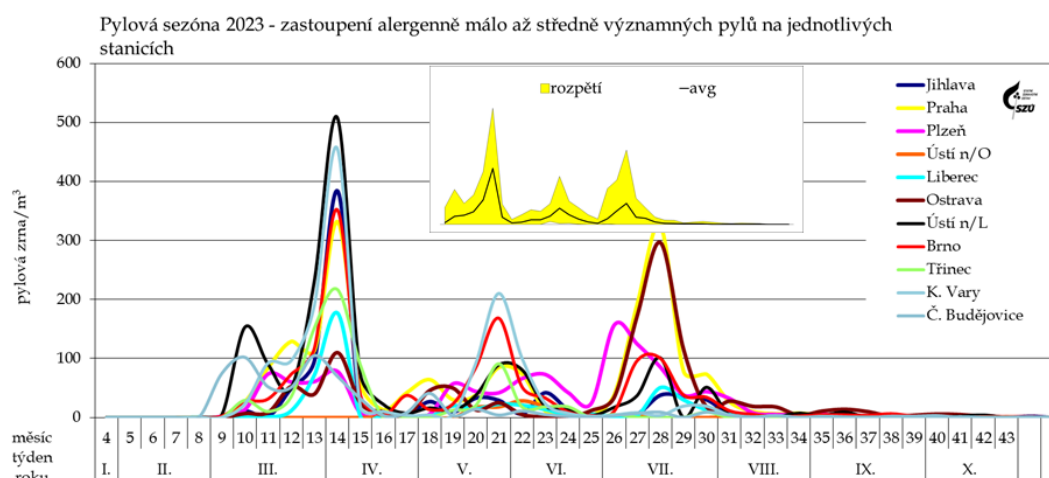


Obrázek č. 40 – Týdenní hodnoty - pylová sezóna trav v roce 2023



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

V letním období se v ovzduší vyskytují převážně pylová zrna bylin a plevelnatých rostlin. Pylová sezóna alergologicky středně významných pylů jitrocele (*Plantago*) začala ve druhé polovině května, rostlin z čeledi merlíkovitých (*Chenopodiaceae*) v posledním červnovém týdnu a trvala téměř do konce pylové sezóny.



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 pylové sezóny. V nejvyšších počtech se nacházel v ovzduší v druhé polovině července a první polovině srpna. Maximální denní počet zrn napočítali 12. 8. v Ostravě (528).

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 7 až 40 zrn.

Velmi agresivní pyl ambrózie (*Ambrosia*) se začal objevovat na většině stanic v polovině srpna. V ovzduší se nacházel převážně do půlky září, místy do první poloviny října. Nejvyšší denní hodnoty se pohybovaly do 40 zrn/m³/den, s výjimkou Jihlavy (82 zrn, 9. 9.) a Brna (81 zrn, 10. 9.).

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

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

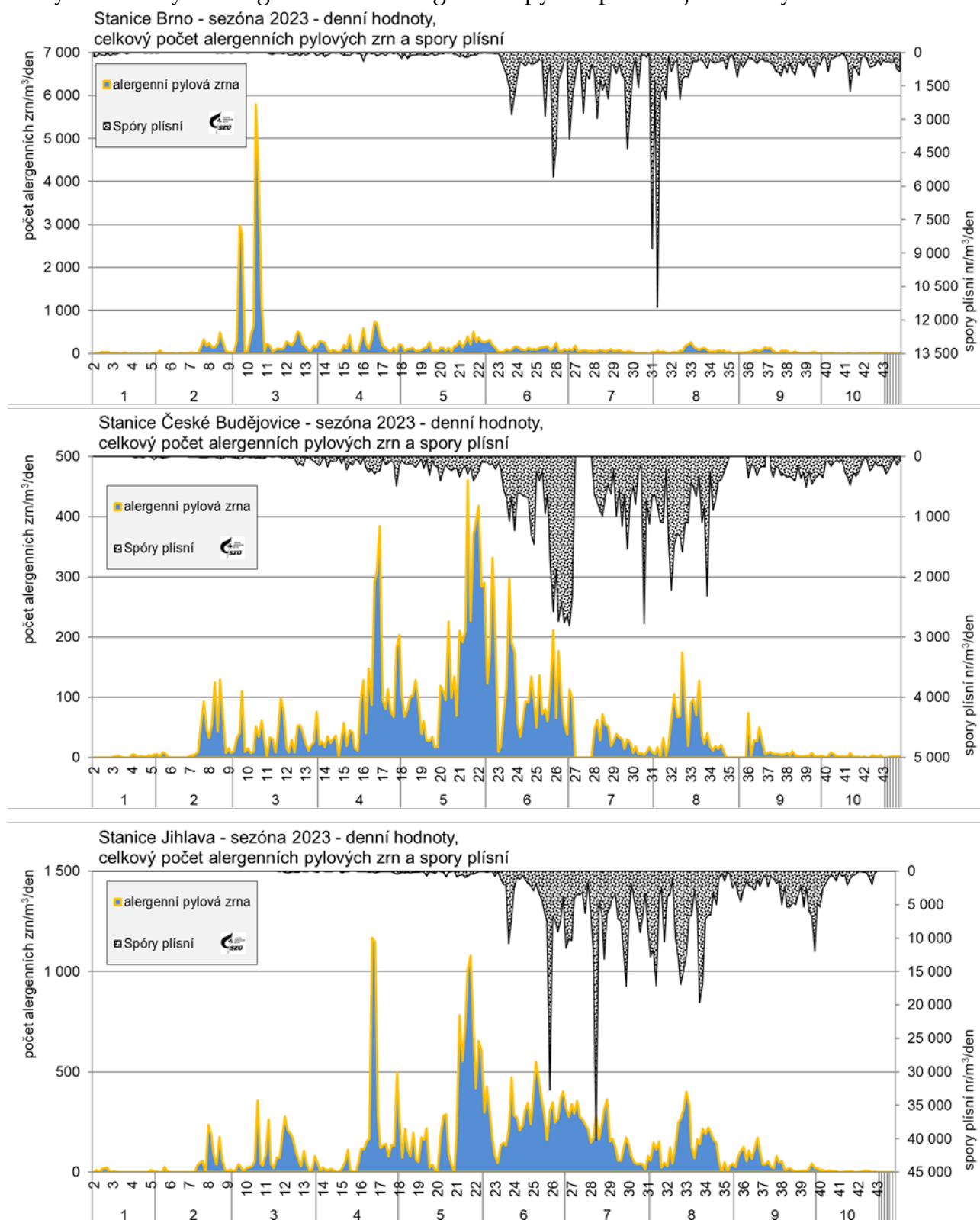
Shrnutí

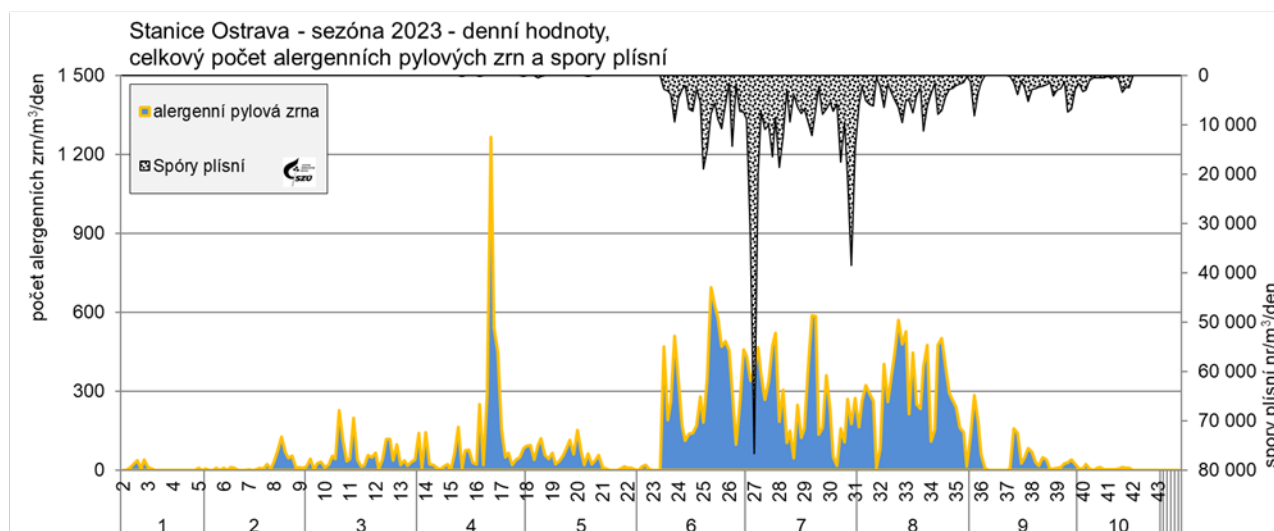
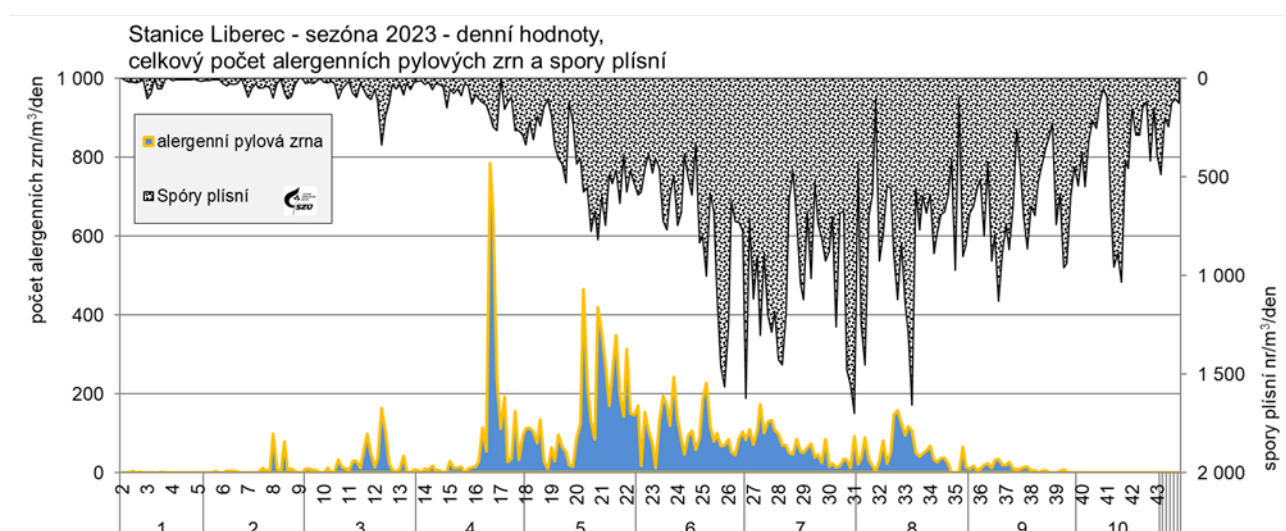
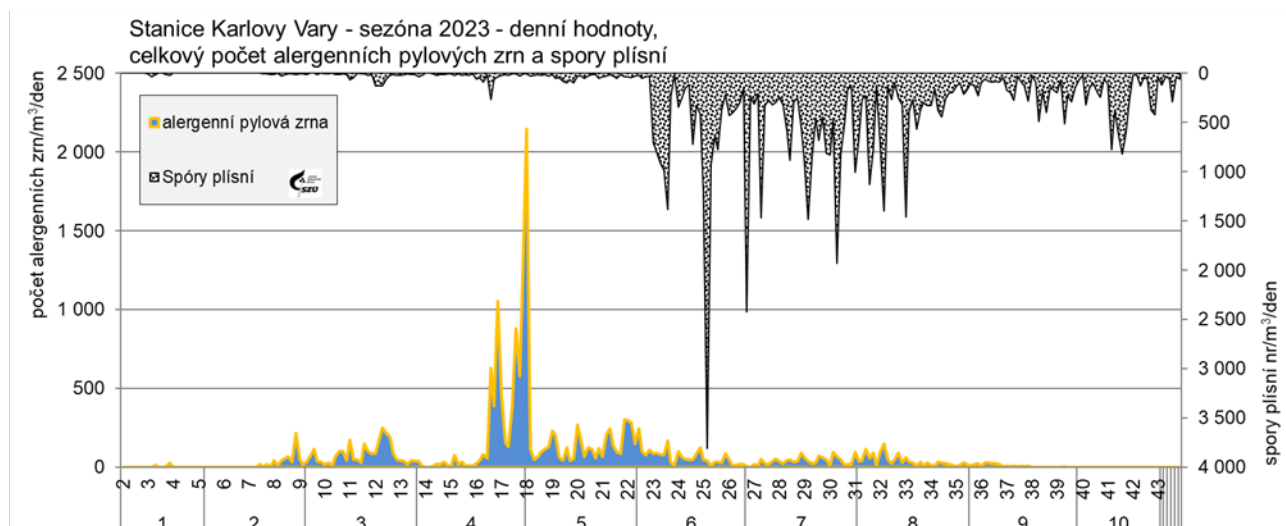
Pylová sezóna začala v roce 2023 hned začátkem ledna a trvala do poloviny října. Z hlediska dosažených maxim koncentrací byla zřejmá tři období.

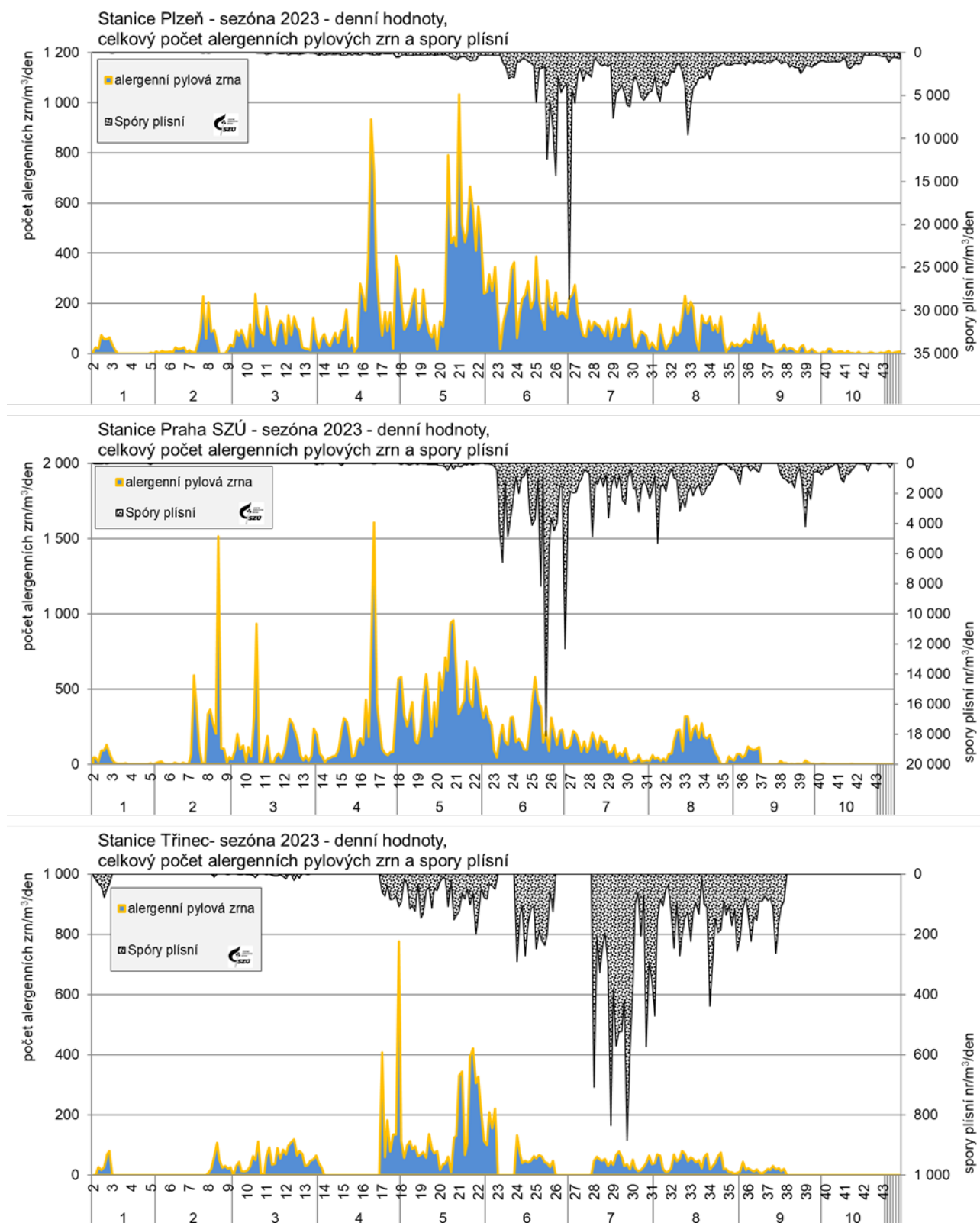
- První odpovídá době květu olše a lísky, tj. od ledna do poloviny dubna, kdy ve druhé polovině února kulminovala líska a přibližně o týden později olše.
- Druhé období je vymezeno dobou květu břízy, tedy od přelomu března a dubna do poloviny června s kulminací na přelomu dubna a května následovanou výskytem pylu kvetoucích dřevin a bylin.
- Třetí období zahrnuje postupně na sebe navazující vývin pylů trav, kopřivy, pelyňku a ambrózie. Trvalo od začátku května do konce září až října podle lokalit a ukončení sezóny.

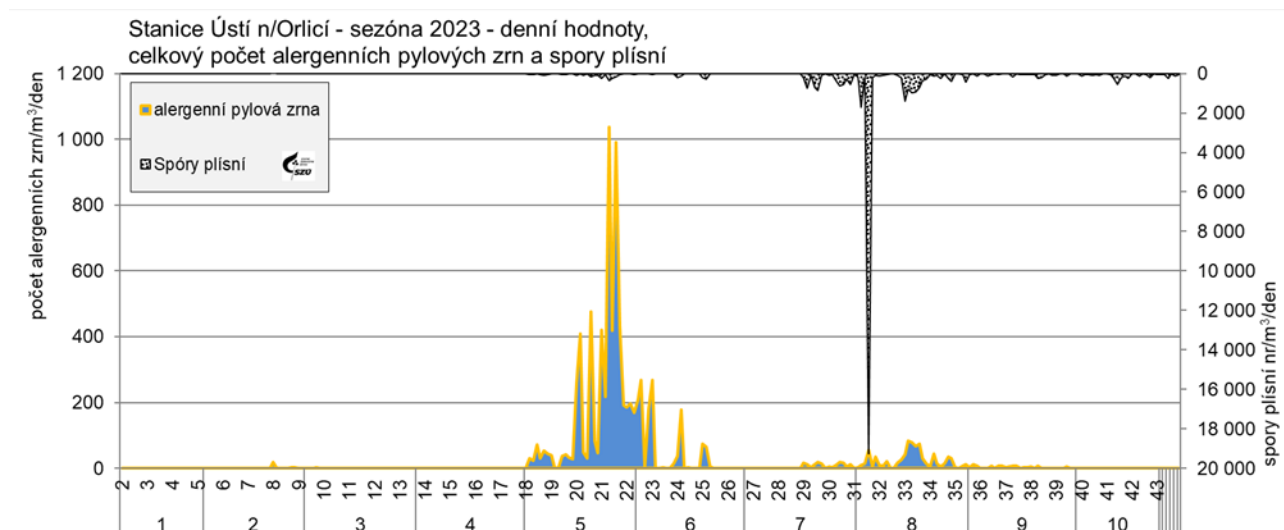
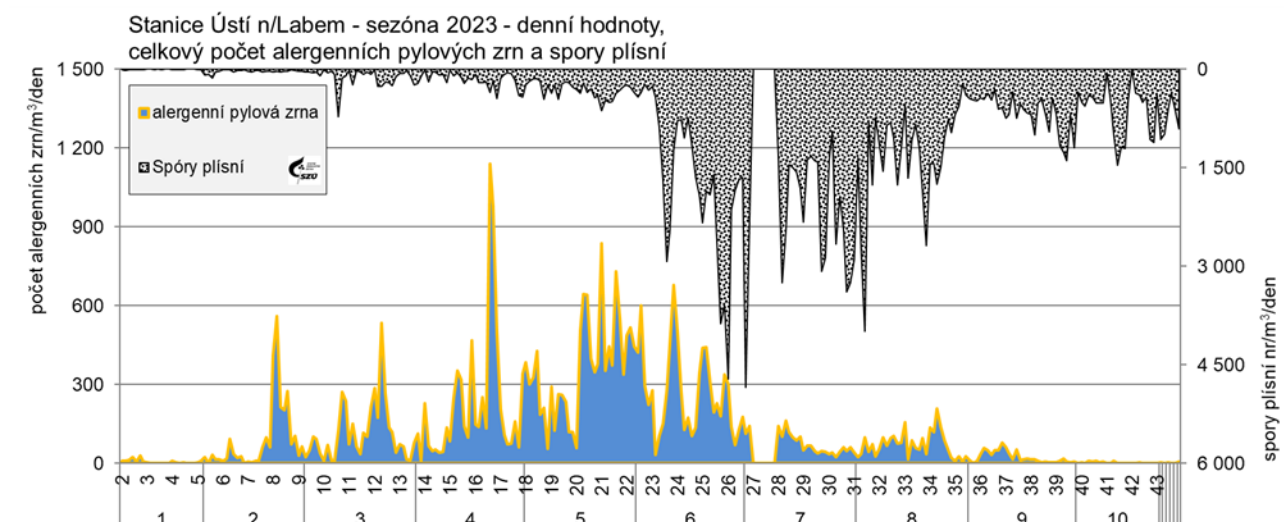
Po celé sledované období byly v ovzduší přítomny spory venkovních plísni, jejichž koncentrace v závislosti na aktuálních meteorologických podmínkách obvykle kulminují v letních měsících a začátkem podzimu.

Obr. č. 43 – a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k - Pylová sezóna 2023 – průběh týdenních hodnot sumy sledovaných alergenních a nealergenních pylů a plísni v jednotlivých lokalitách

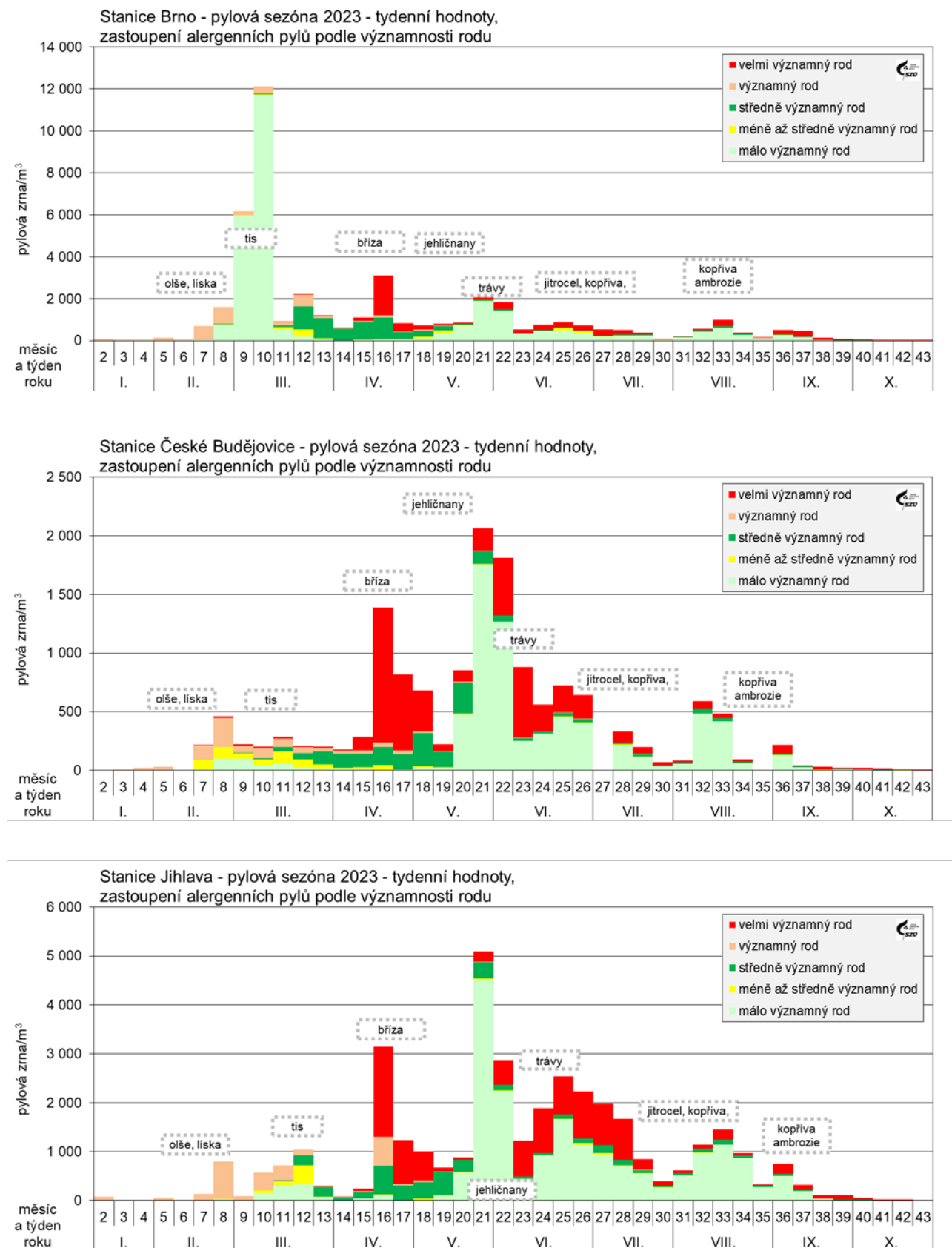


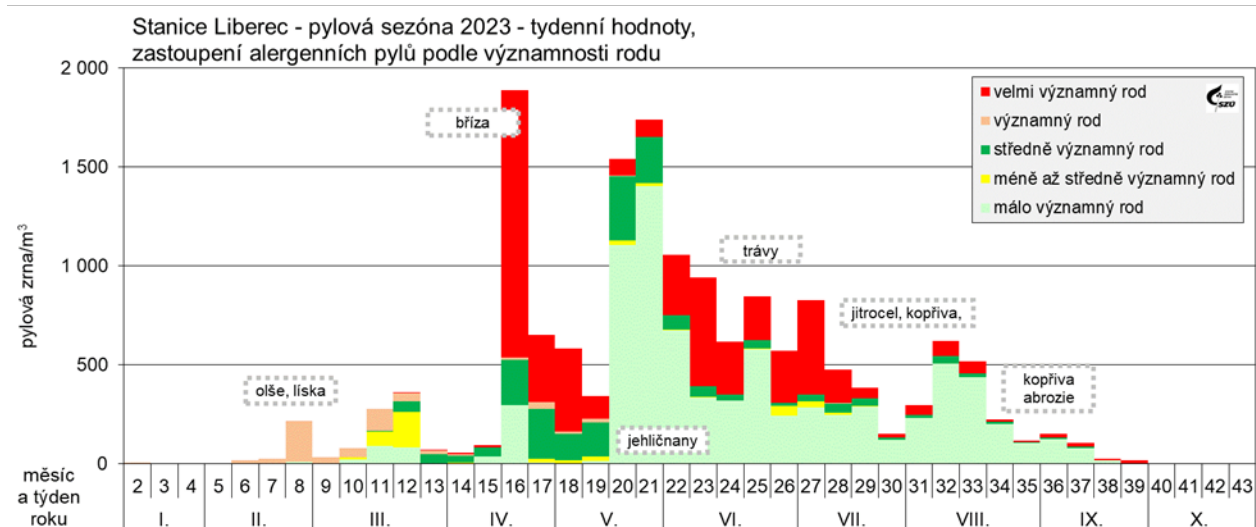
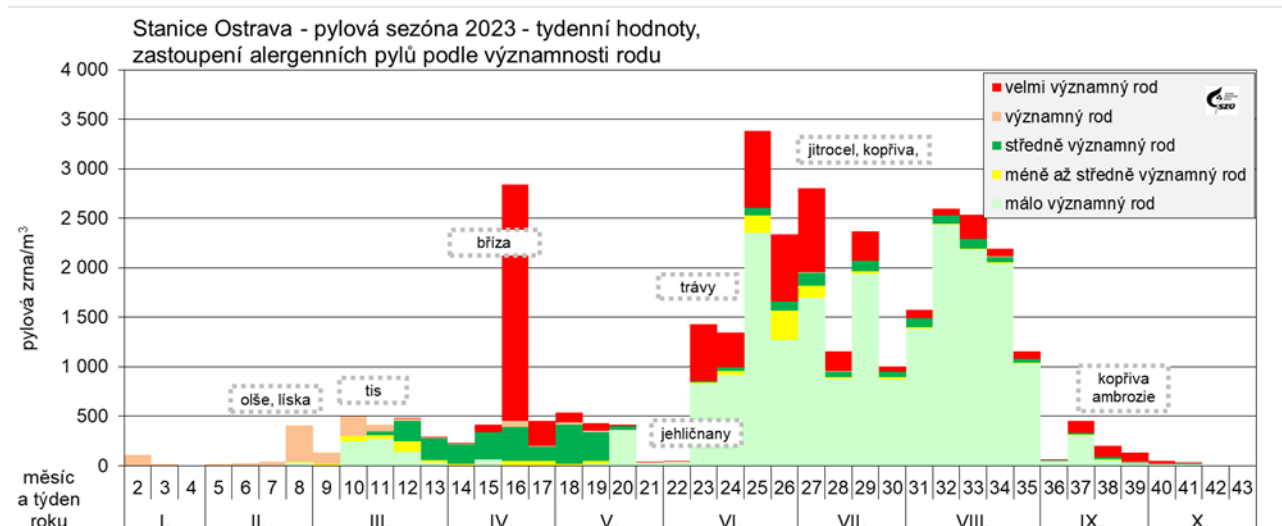
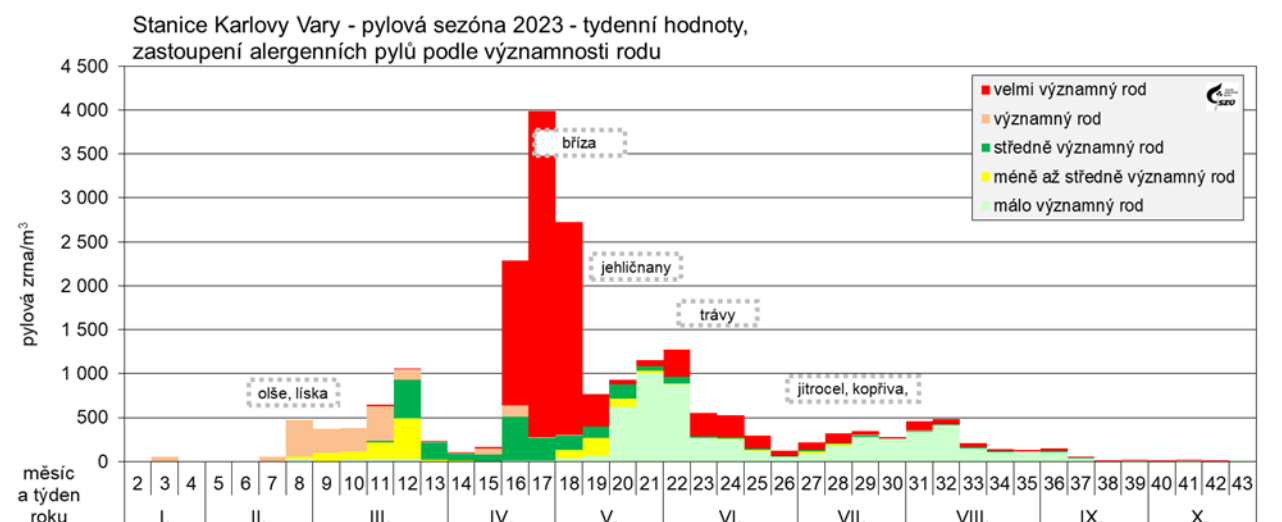


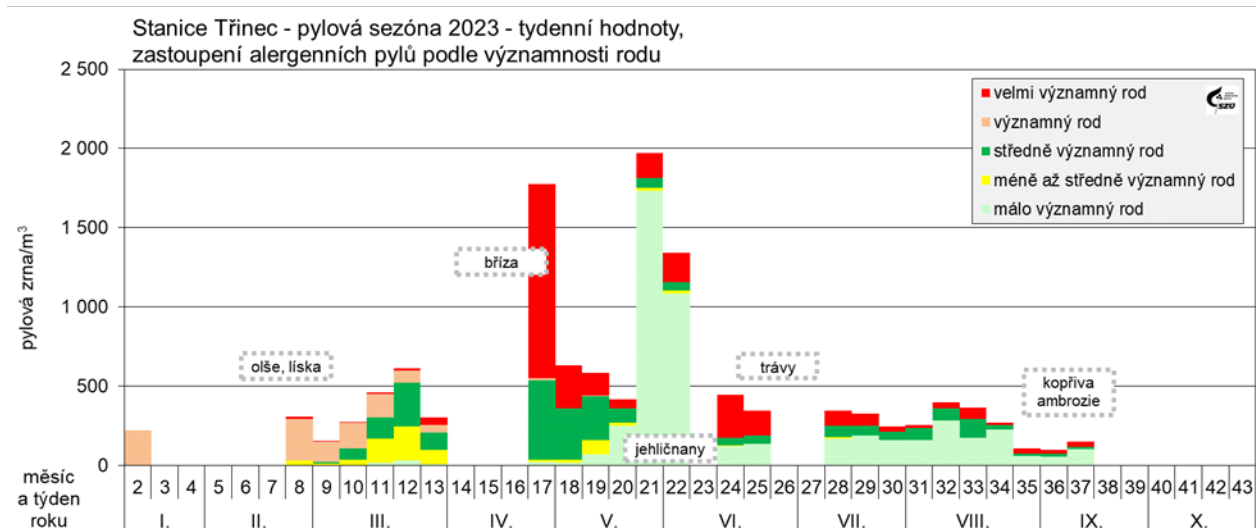
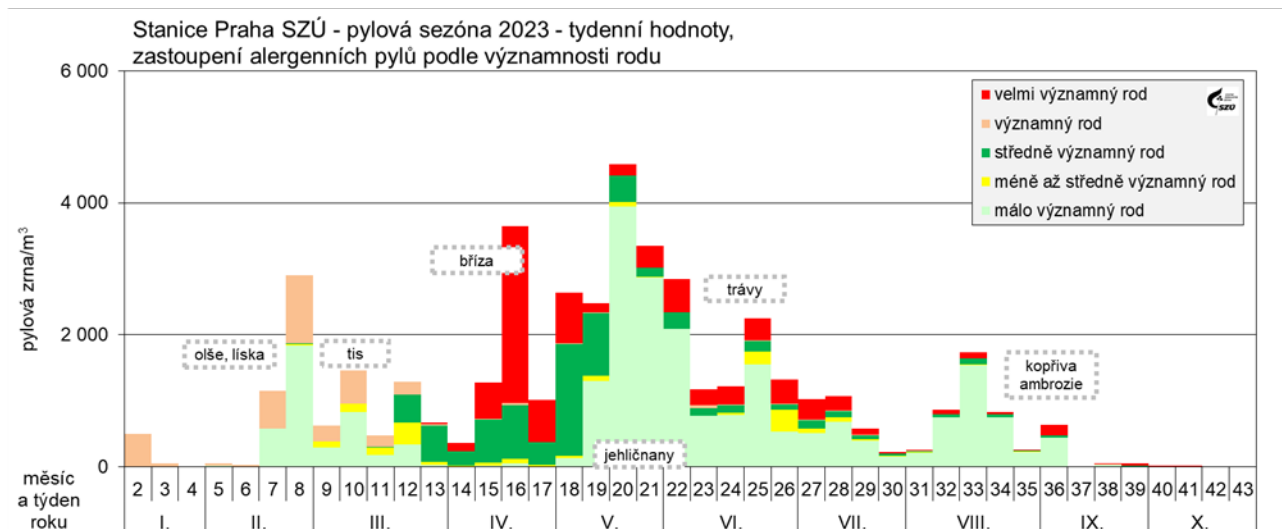
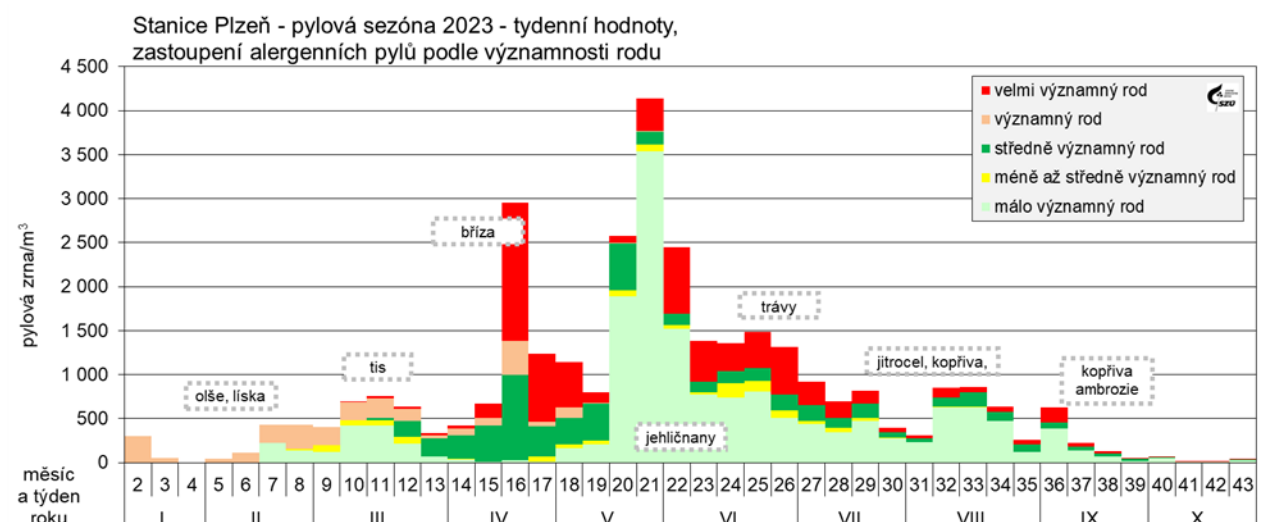


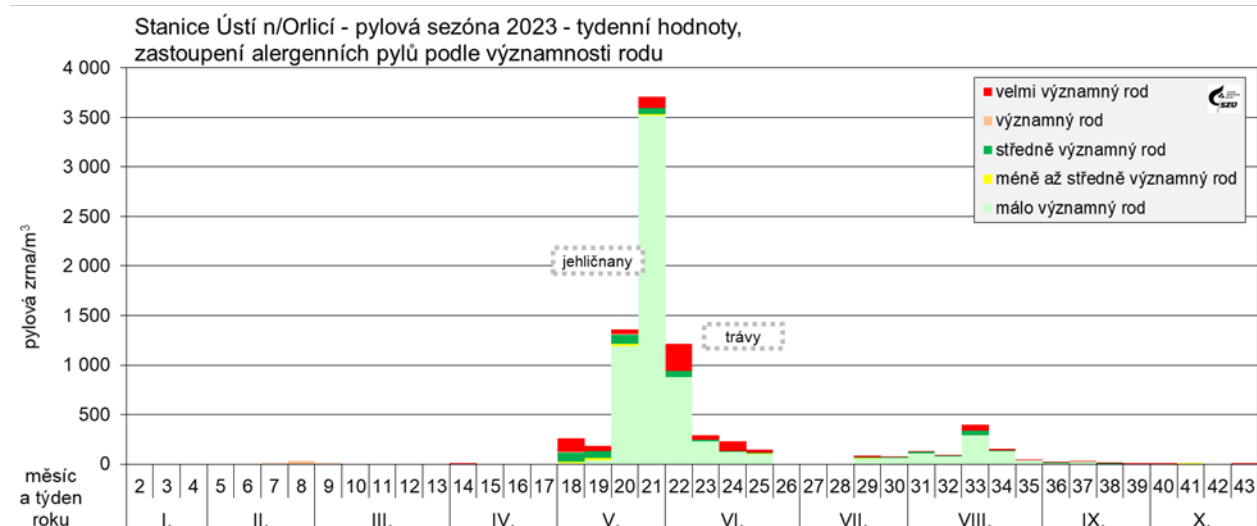
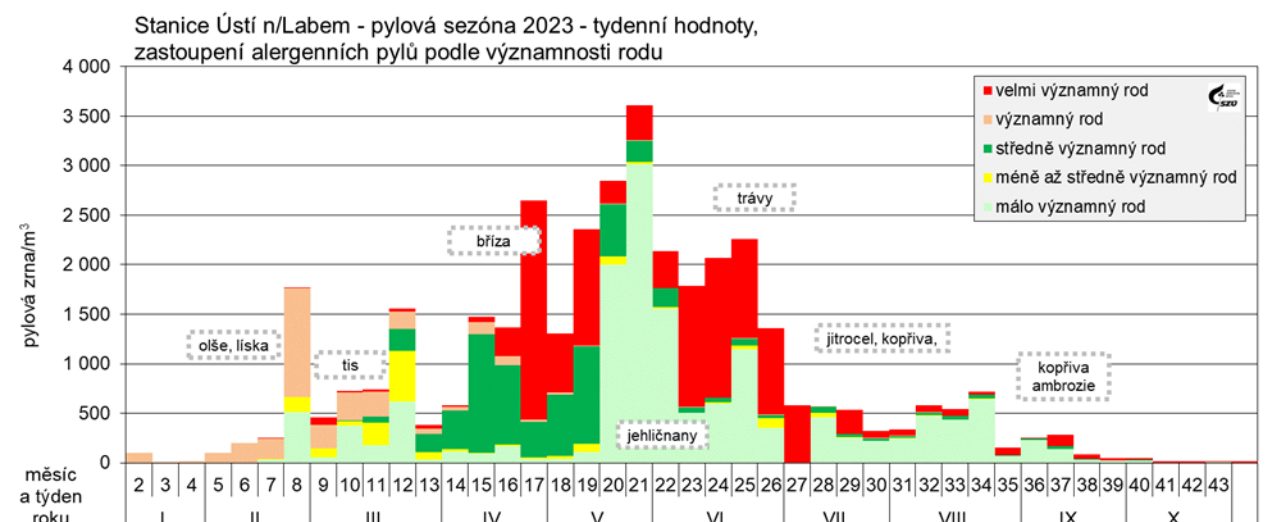


Obr. č. 44 - a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k - Pylová sezóna 2023 v jednotlivých lokalitách



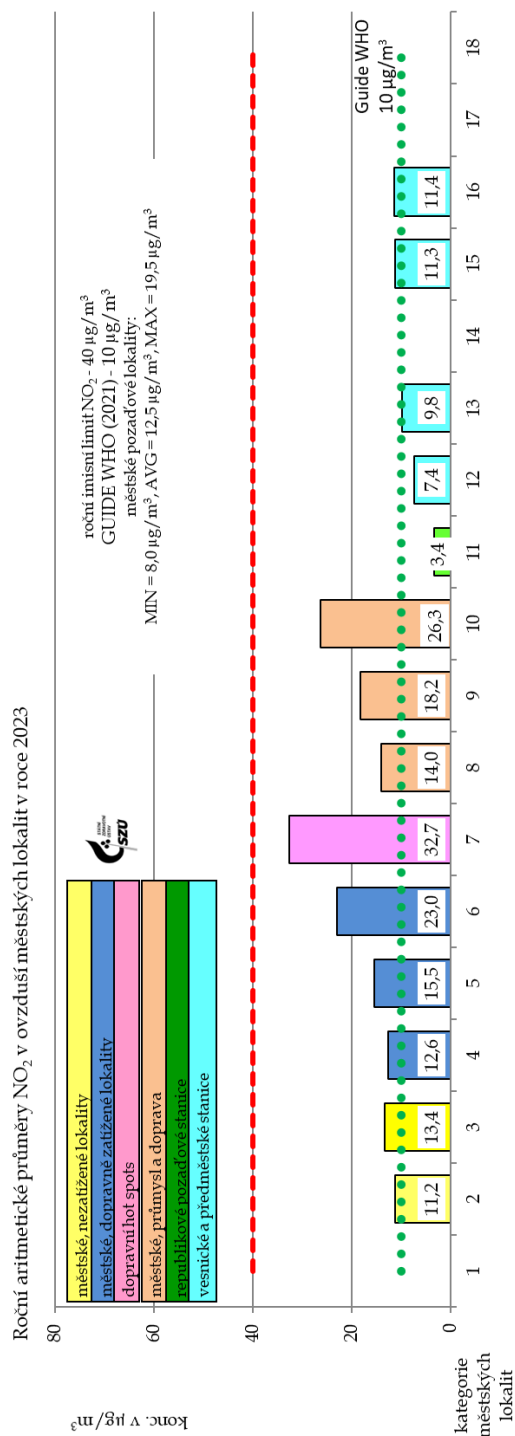
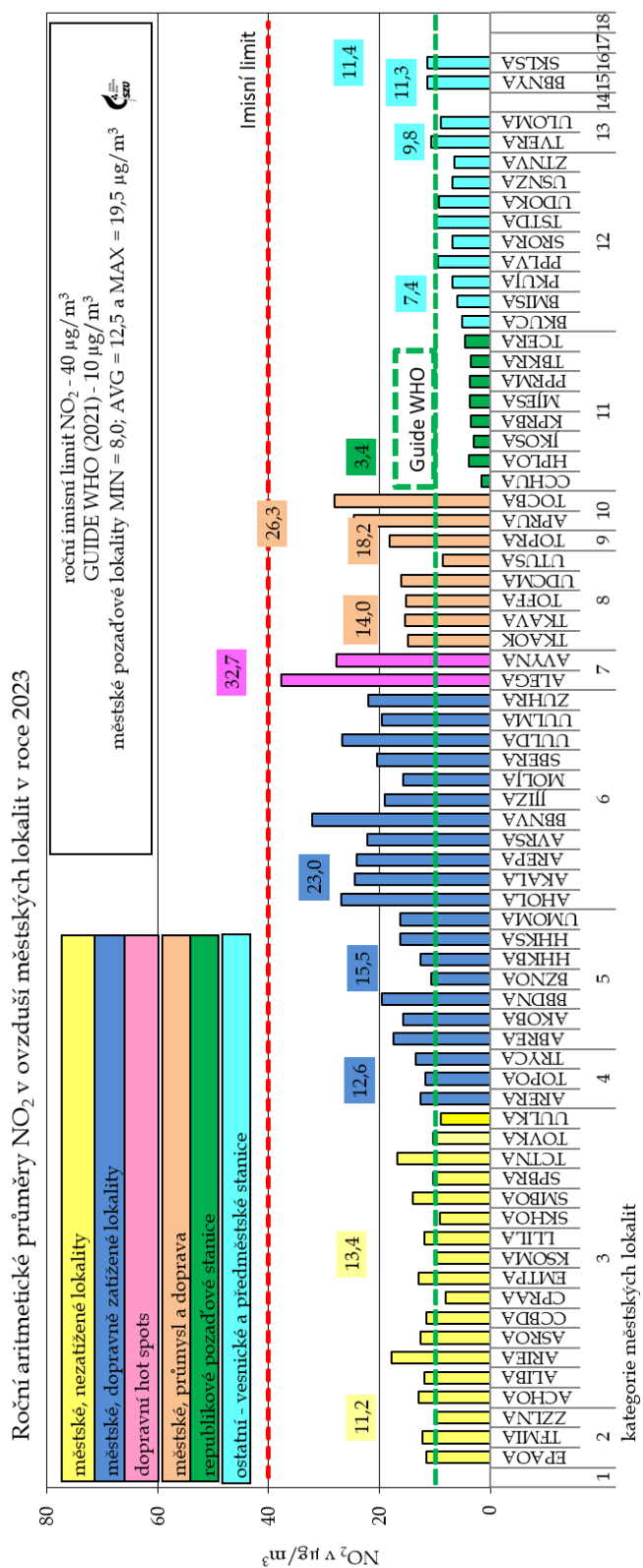




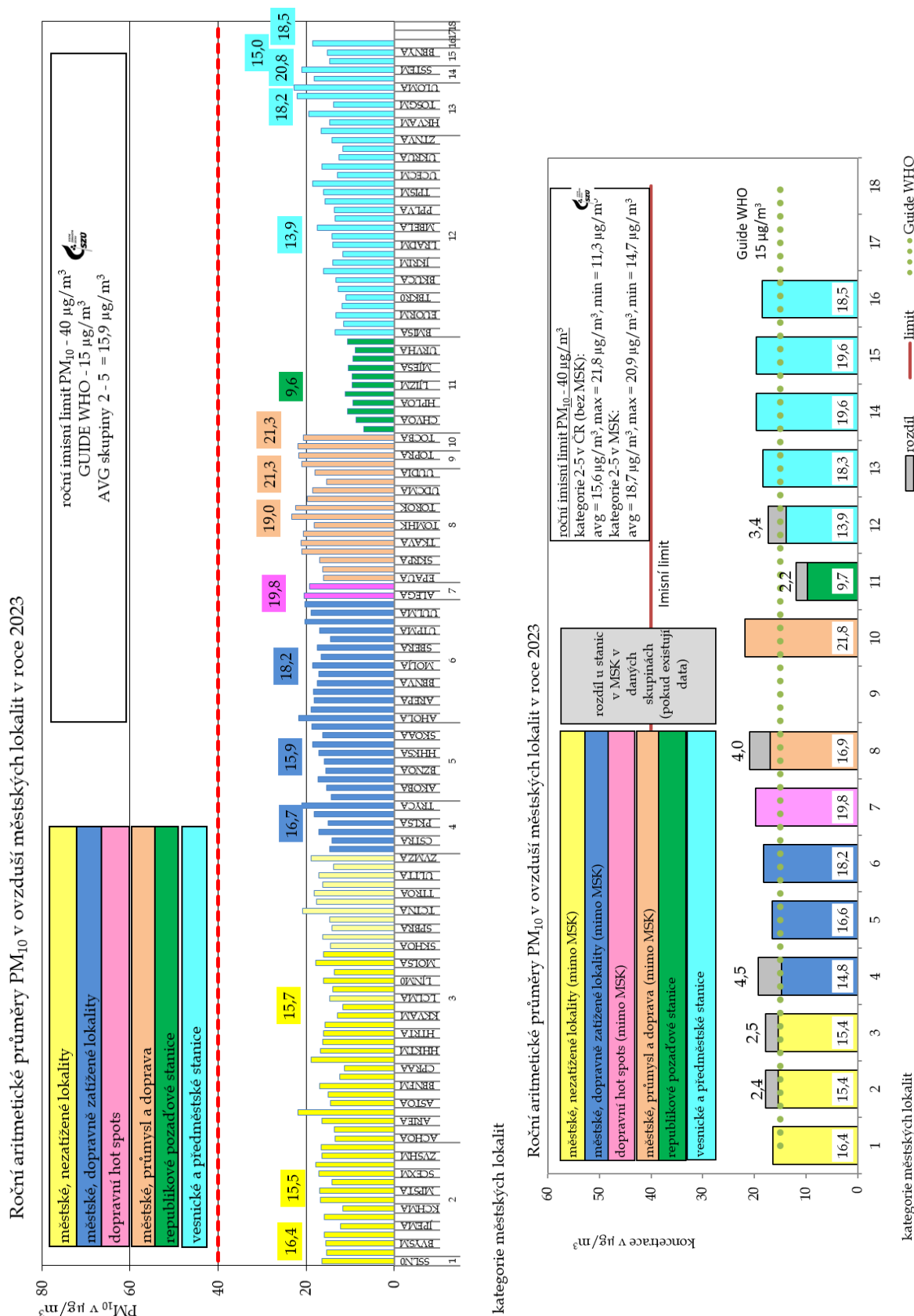


Příloha č. 5. - Doplnující grafická zpracování

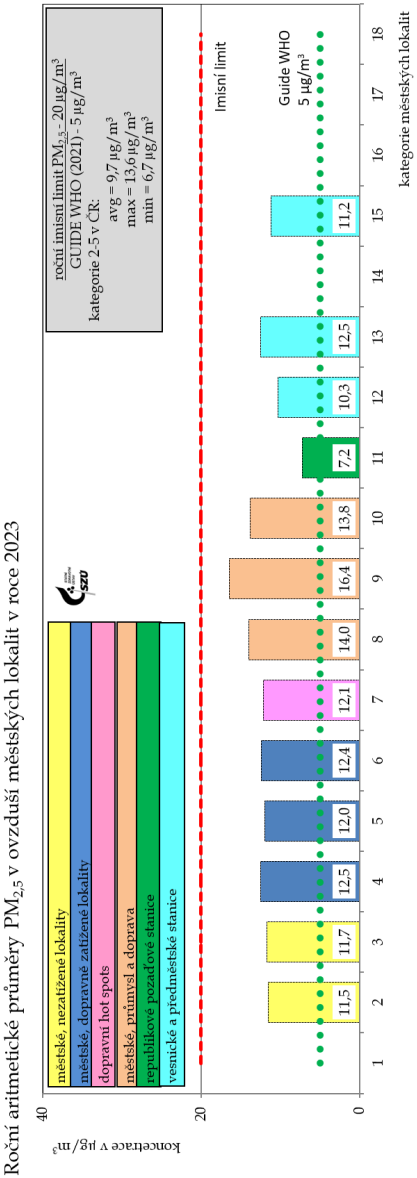
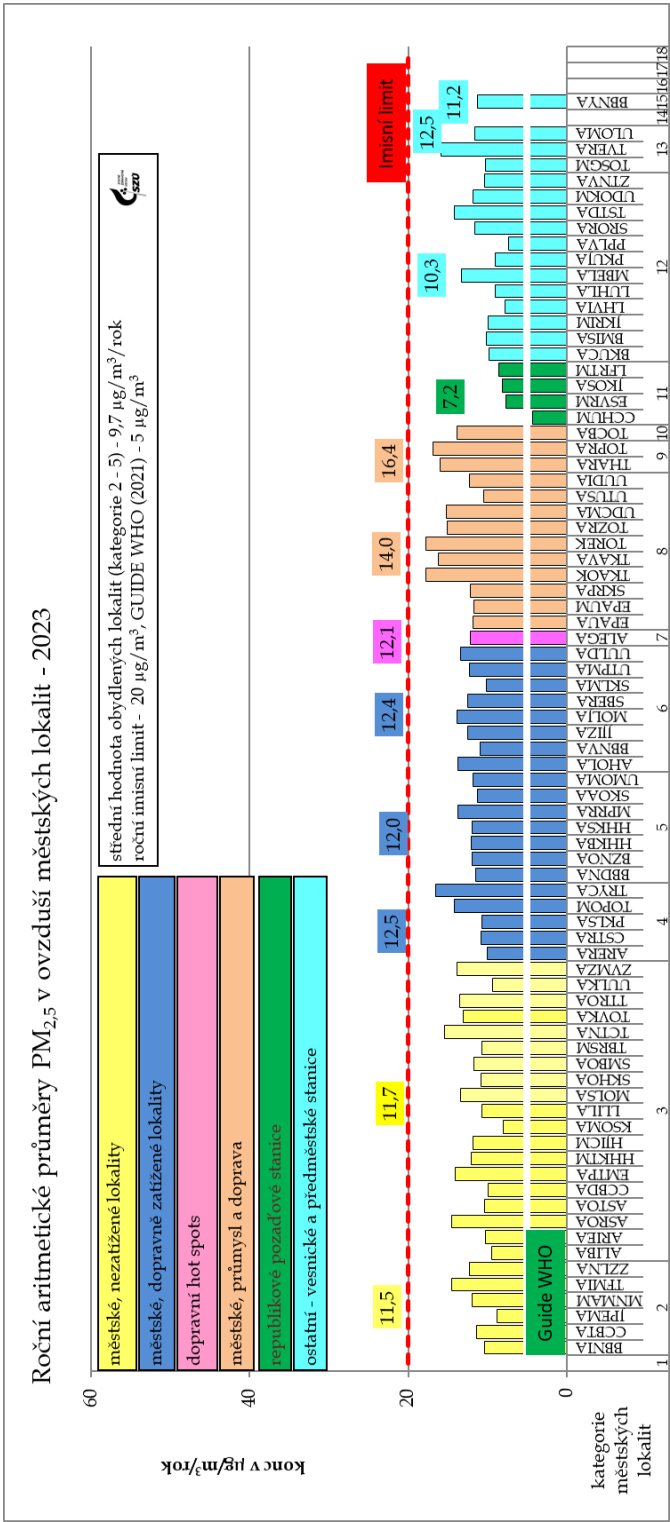
Obr. č. 45 - a, b – 2023 - roční aritmetické průměry NO₂ na jednotlivých stanicích
a průměry pro jednotlivé městské lokality



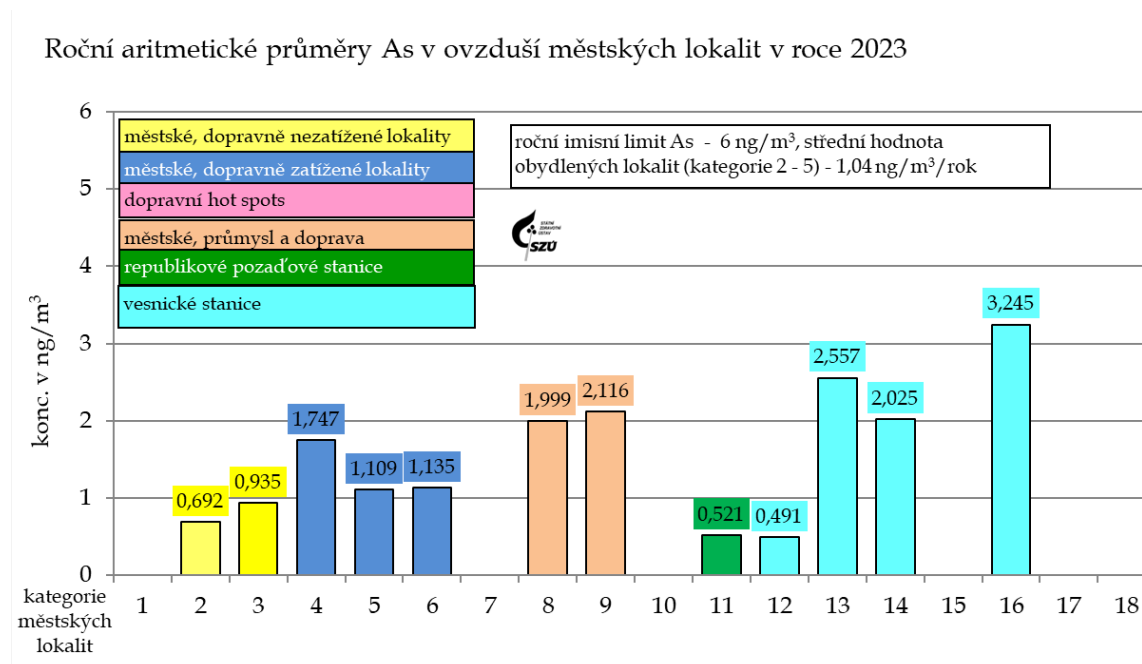
Obr. č. 46 - a, b - 2023 - roční aritmetické průměry PM₁₀ na jednotlivých stanicích a průměry pro jednotlivé městské lokality



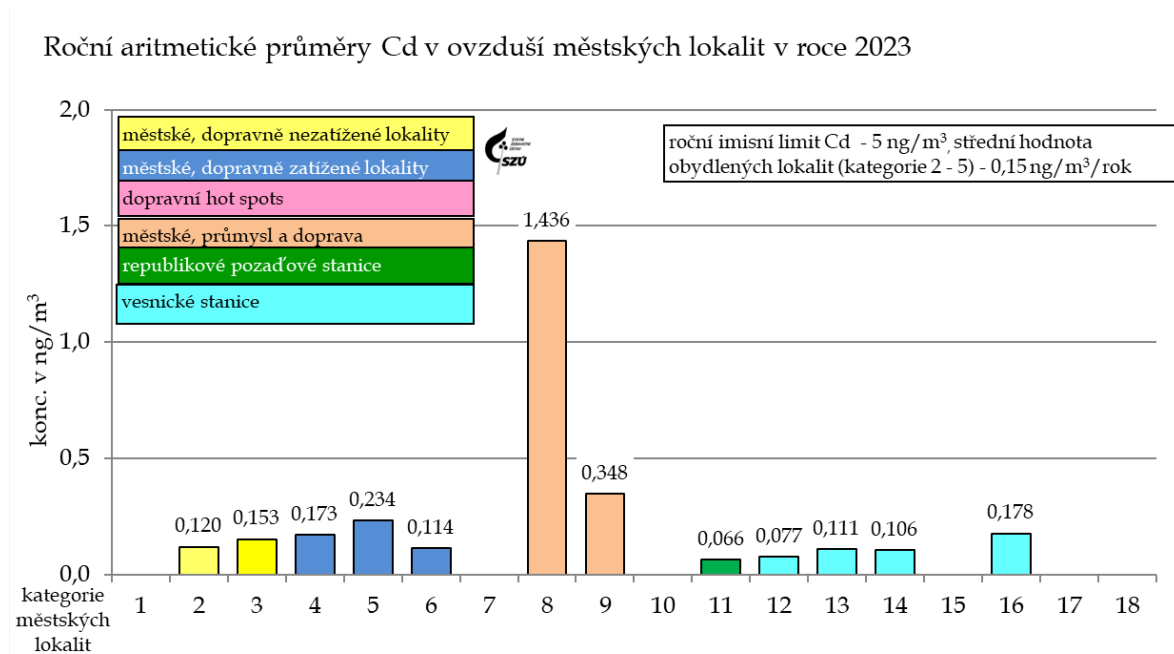
Obr. č. 47 - a, b – 2023 - roční aritmetické průměry PM_{2,5} na zahrnutých stanicích a v městských kategoriích



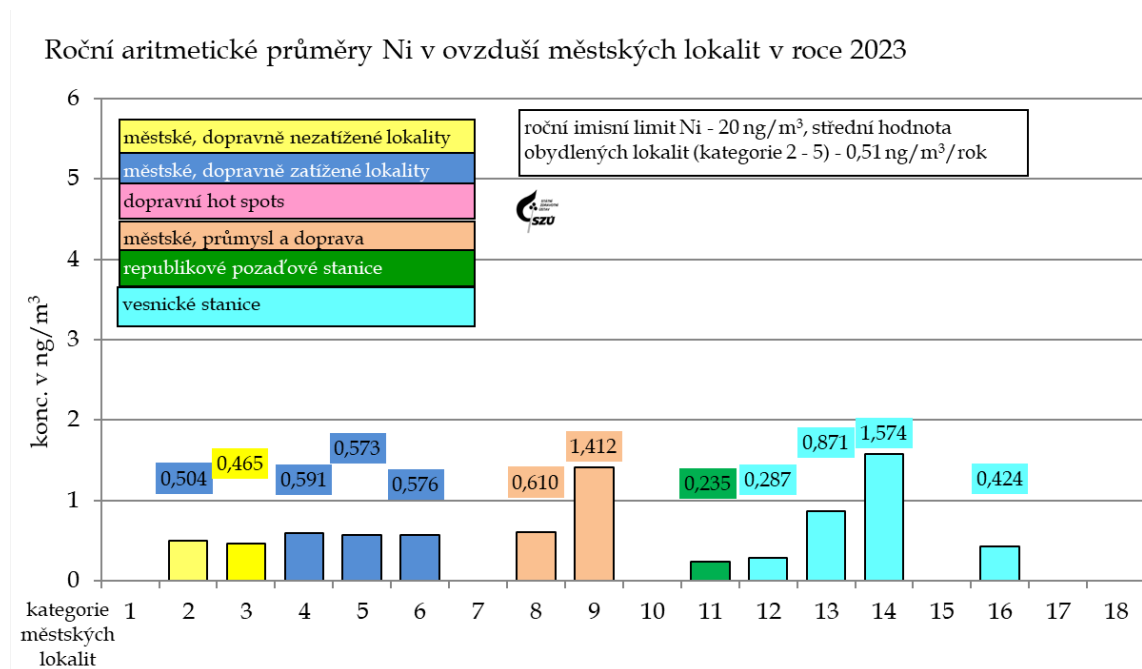
Obr. č. 48 - 2023 - roční aritmetické průměry As v ovzduší obydlých lokalit



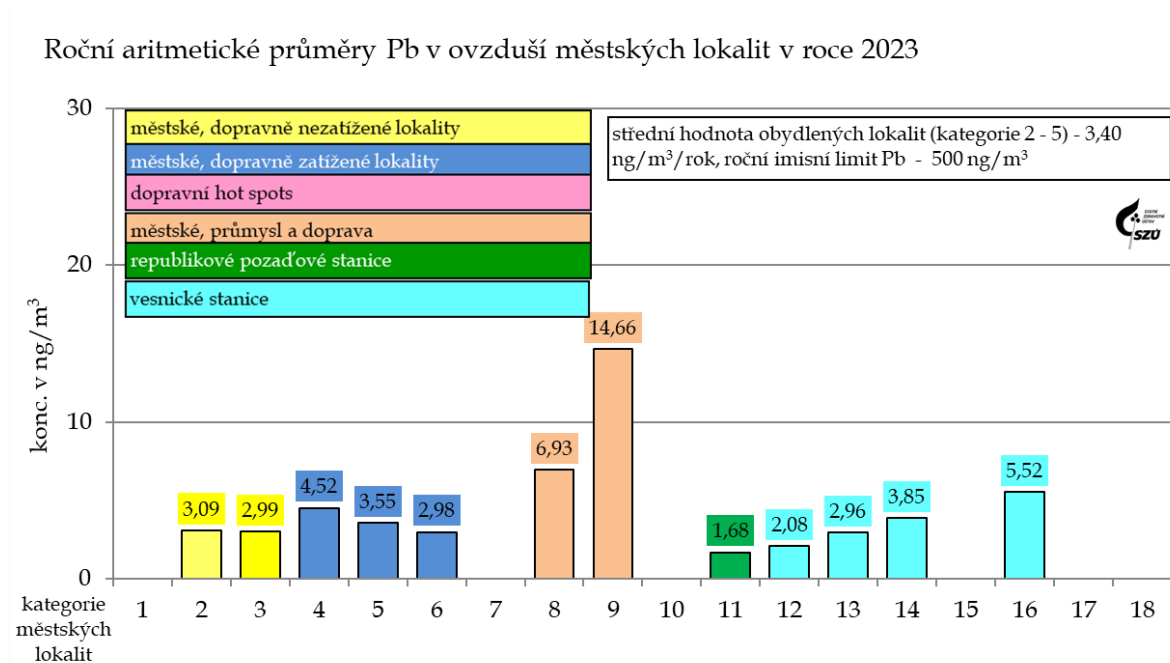
Obr. č. 49 - 2023 - roční aritmetické průměry Cd v ovzduší obydlých lokalit



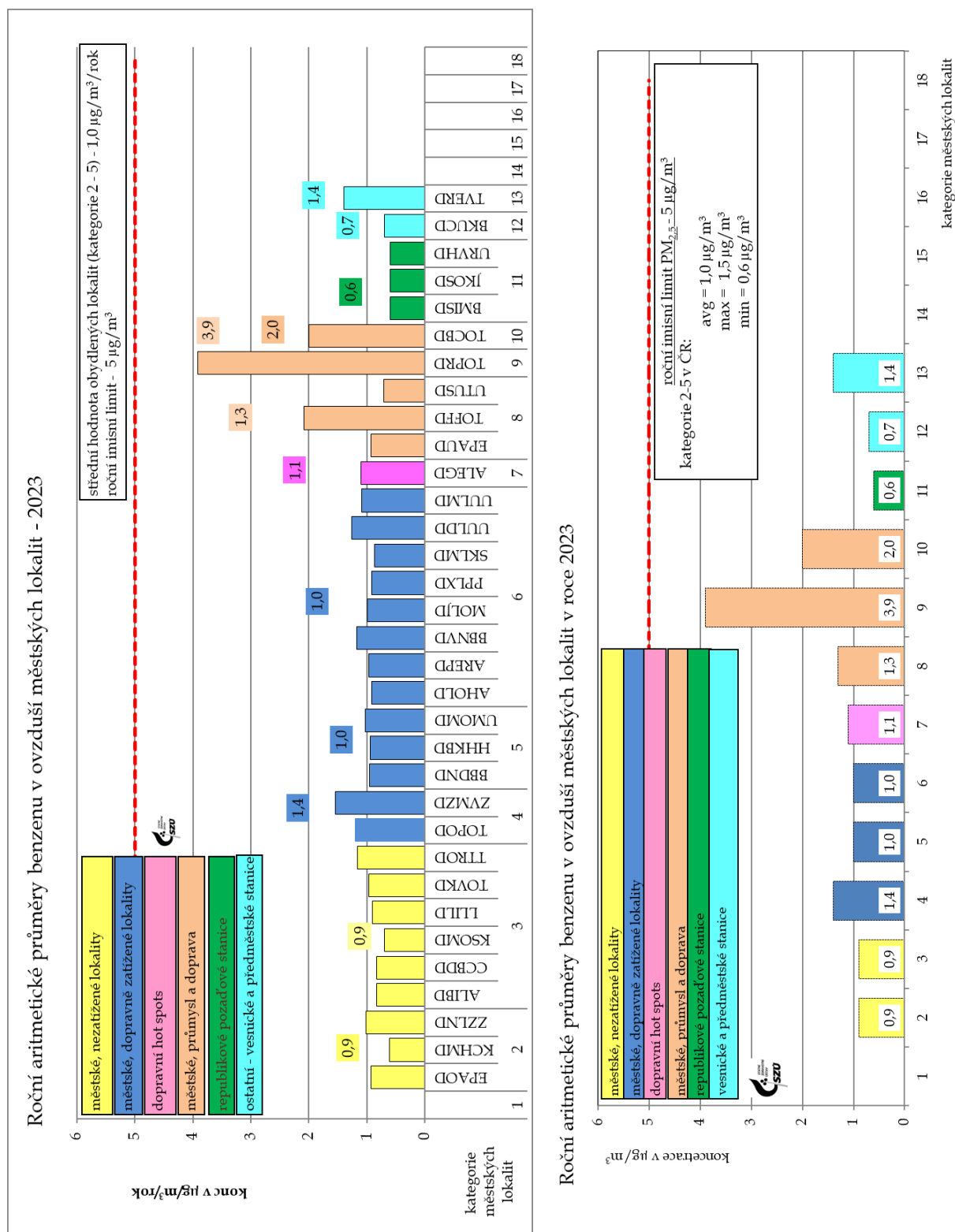
Obr. č. 50 – 2023 - roční aritmetické průměry Ni v ovzduší obydlených lokalit



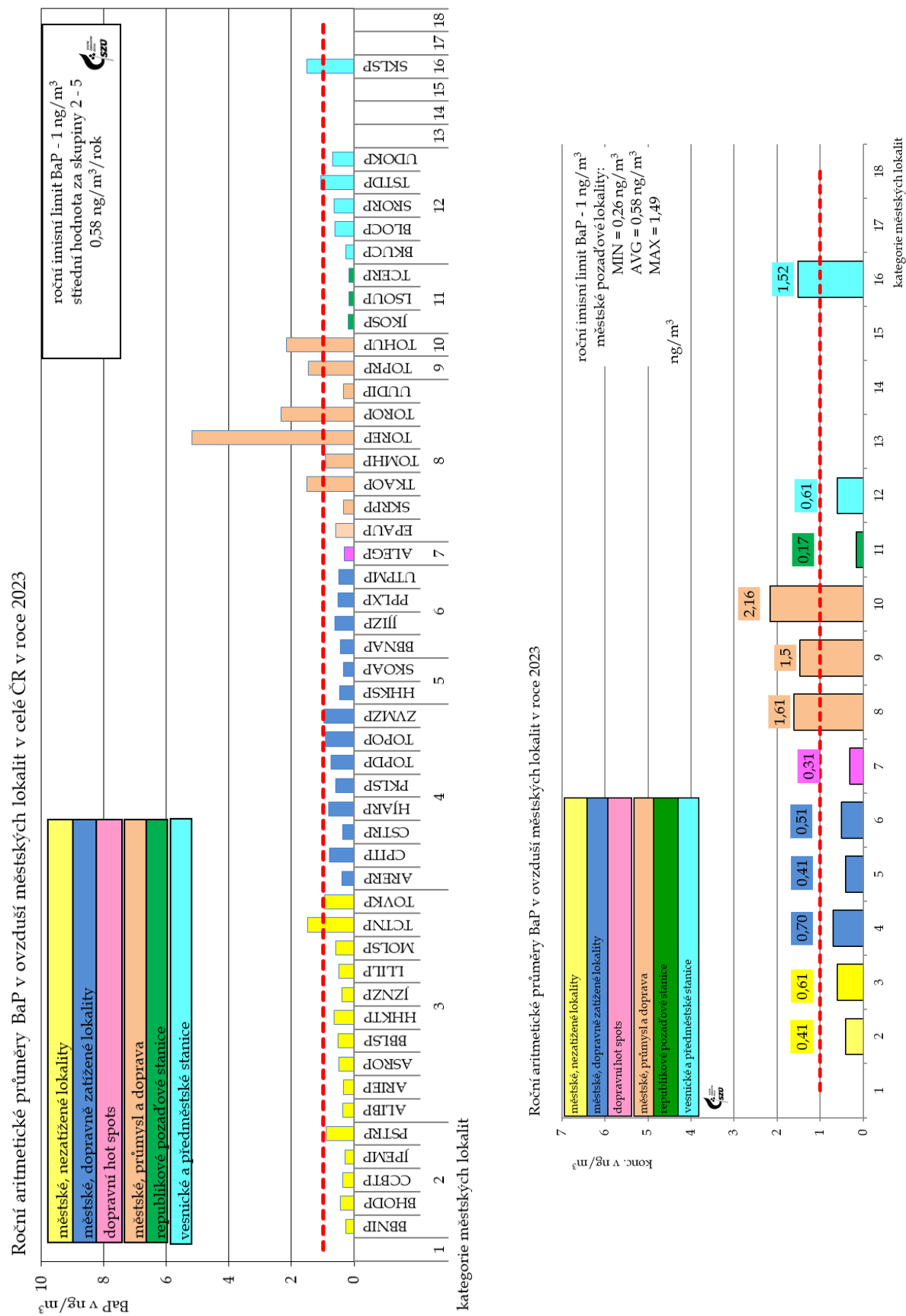
Obr. č. 51 – 2023 - roční aritmetické průměry Pb v ovzduší obydlených lokalit



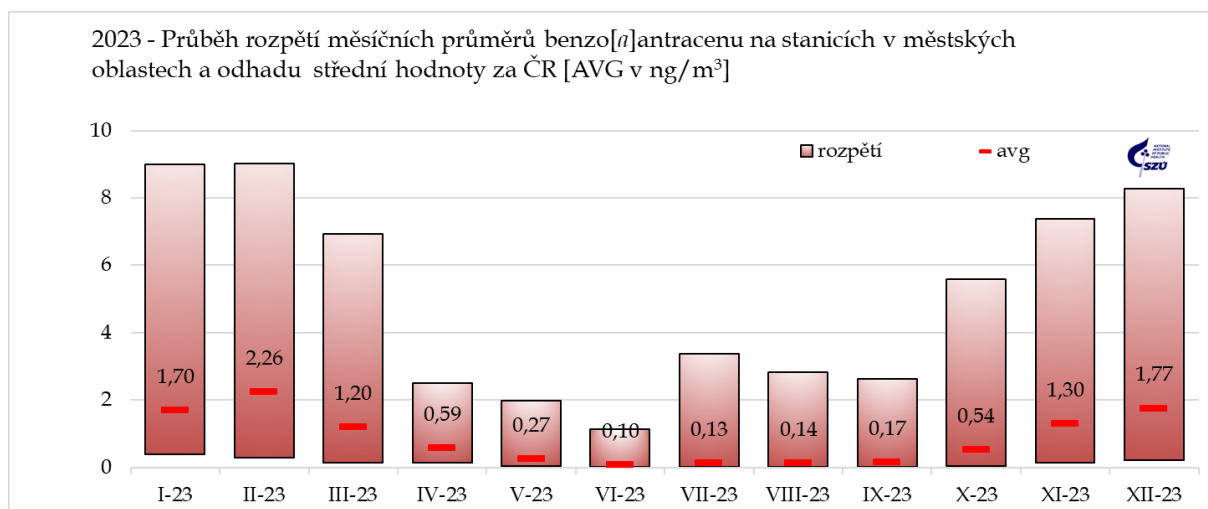
Obr. č. 52 - a, b – 2023 - roční aritmetické průměry benzenu v ovzduší městských lokalit a na jednotlivých hodnocených stanicích



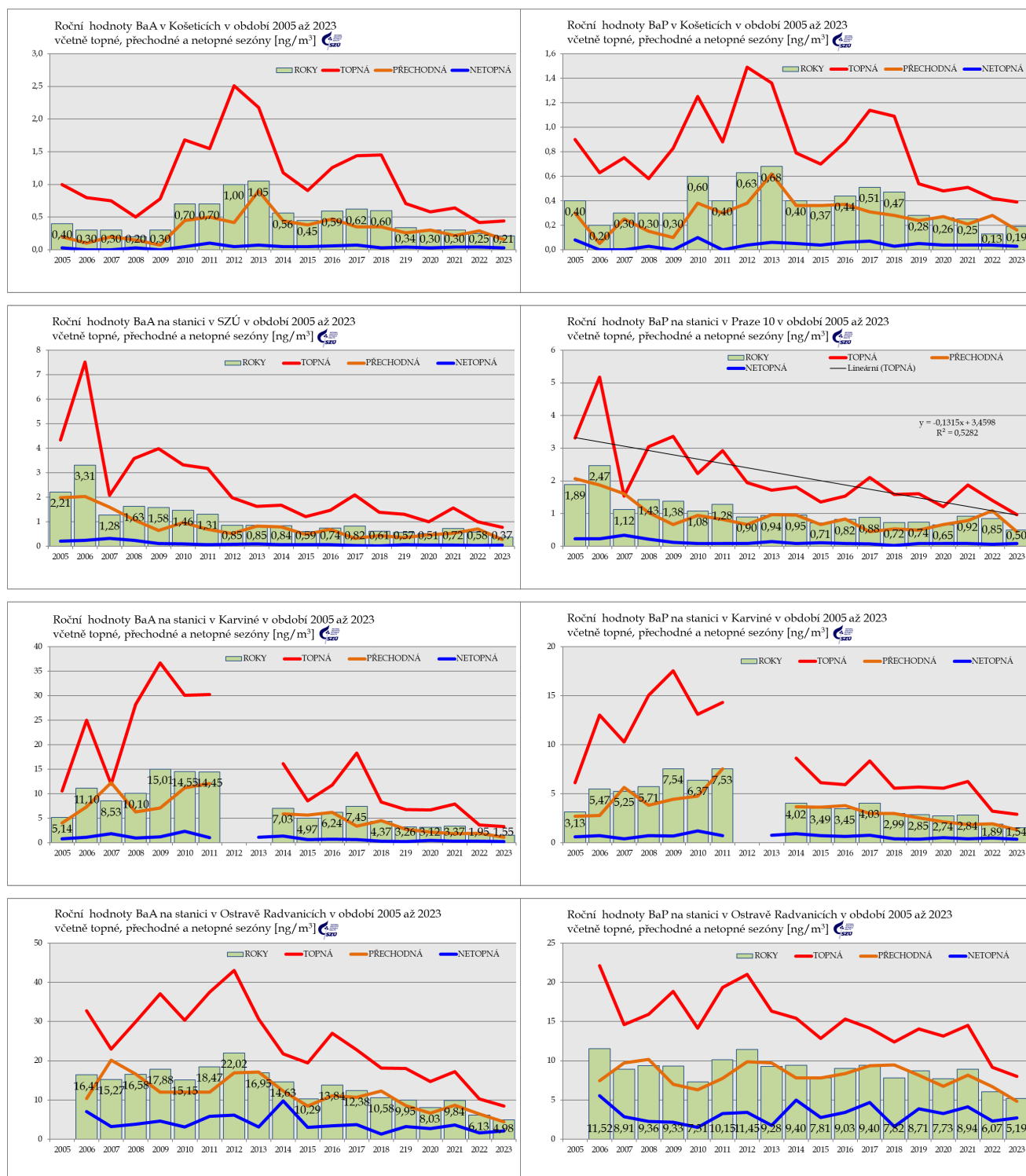
Obr. č. 53 - a, b – 2023 - roční aritmetické průměry BaP v ovzduší městských lokalit a na jednotlivých hodnocených stanicích



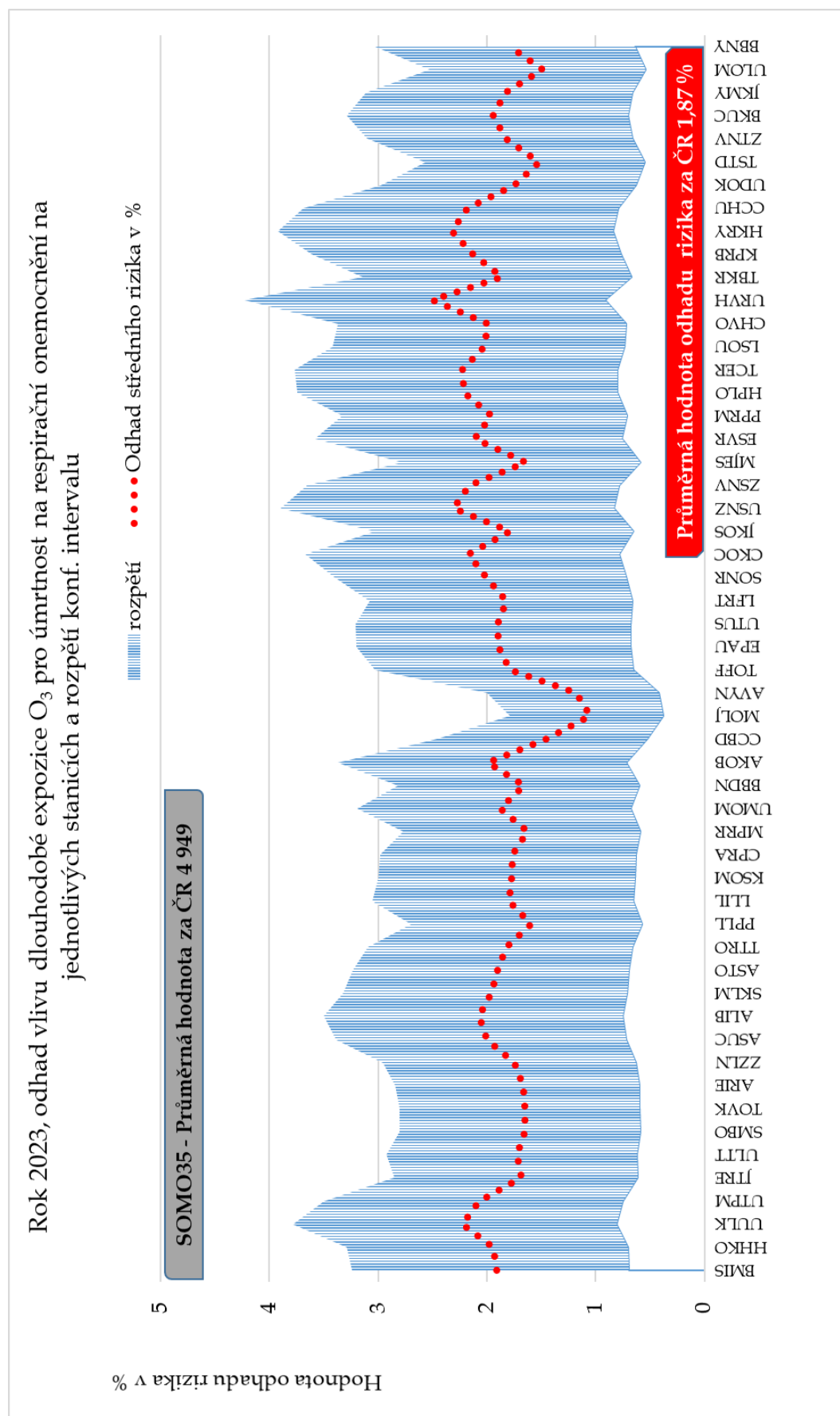
Obr. č. 54 - 2023 - BaA a TEQ BaP – průběh měsíčních hodnot



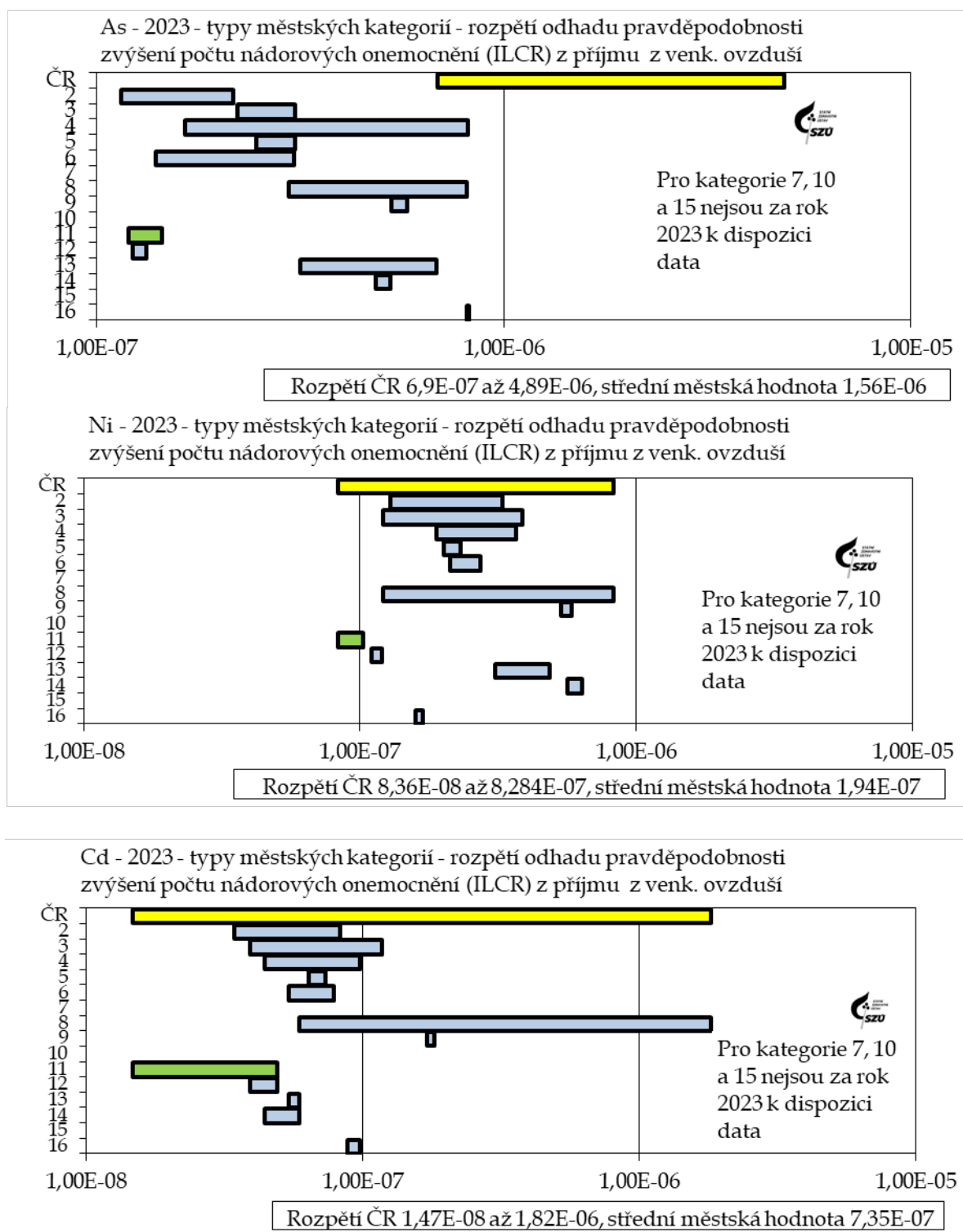
Obr. č. 55 - a, b, c, d, e, f, g, h - 2005 - 2023 - trendy průběhů sezónních průměrů BaA a BaP na stanicích v Košeticích, SZÚ Praha, Karviné a v Ostravě - Bartovicích



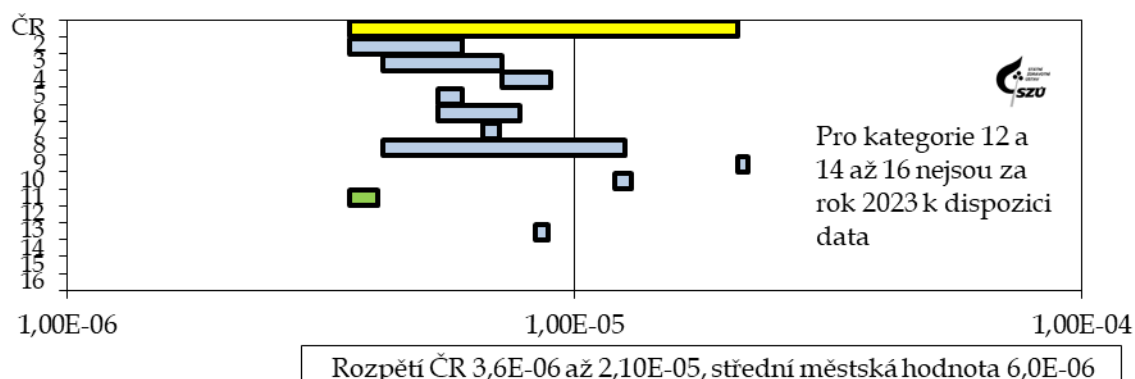
Obr. č. 56 - Rok 2023 - odhad vlivu dlouhodobé expozice O₃ pro úmrtnost na respirační onemocnění na jednotlivých stanicích a rozpětí konf. intervalu



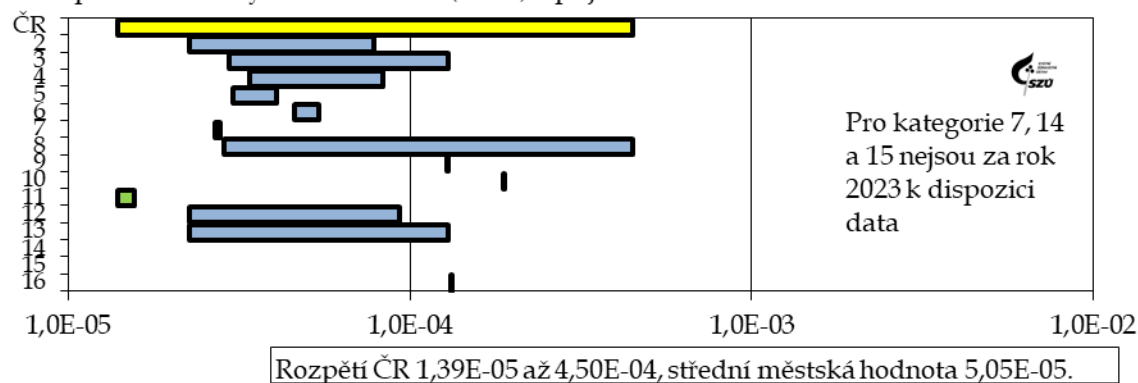
Obr. č. 57 - a, b, c, d, e, f - 2023 - rozpětí odhadu pravděpodobnosti zvýšení počtu nádorových onemocnění z příjmu As, Ni, Cd, benzenu a BaP z venkovního ovzduší pro jednotlivé typy městských lokalit



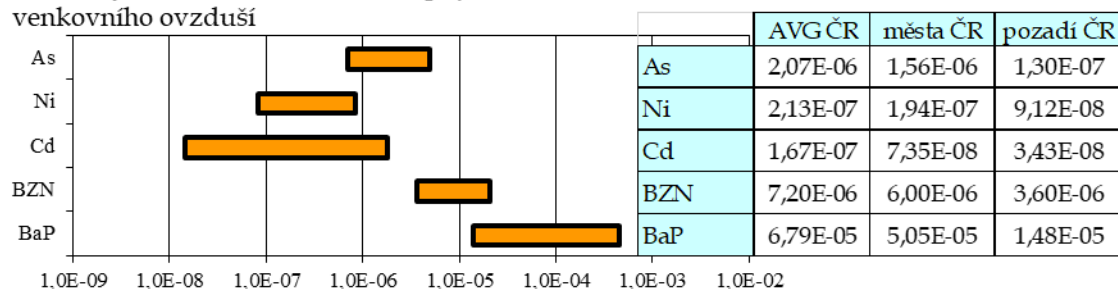
Benzen - 2023 - typy městských kategorií - rozpětí odhadu pravděpodobnosti zvýšení počtu nádorových onemocnění (ILCR) z příjmu z venk. ovzduší



2023 - typy městských kategorií - rozpětí odhadu pravděpodobnosti zvýšení počtu nádorových onemocnění (ILCR) z příjmu BaP z venk. ovzduší



2023 - Průměr za ČR a rozpětí odhadu pravděpodobnosti zvýšení počtu nádorových onemocnění (ILCR) z příjmu As, Ni, Cd, benzenu a BaP z venkovního ovzduší



Pozn.: Riziko 1,0E-03 (dtto 10⁻³, 1 z 1000) znamená pravděpodobnost zvýšení počtu nádorových onemocnění o 1 případ na 1 000 osob, 1,0E-07 o 1 případ na 10 mil. osob atp.

Seznam obrázků

Obr. č. 1 – SO ₂ - 2023, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru	13
Obr. č. 2 – SO ₂ - 2023, rozpětí měsíčních průměrů v sídlech.....	13
Obr. č. 3 – 2023, NO _x - počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru.....	14
Obr. č. 4 – 2023 NO _x rozpětí měsíčních průměrů v sídlech.....	14
Obr. č. 6 – 2023, NO rozpětí měsíčních průměrů v sídlech	15
Obr. č. 5 – 2023, NO - počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru	15
Obr. č. 7 – 2023, NO ₂ - počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru	16
Obr. č. 8 – 2023, NO ₂ rozpětí měsíčních průměrů v sídlech	17
Obr. č. 9 – 2023, PM ₁₀ - počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru	18
Obr. č. 10 – 2023, PM ₁₀ rozpětí měsíčních průměrů v sídlech.....	19
Obr. č. 11 – 2023, PM _{2,5} - počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru	20
Obr. č. 12 – 2023, PM ₁₀ rozpětí měsíčních průměrů v sídlech.....	20
Obr. č. 13 – 2023, CO - počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru.....	21
Obr. č. 14 – 2023, CO rozpětí měsíčních průměrů v sídlech.....	21
Obr. č. 15 – 2023, O ₃ - počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru.....	22
Obr. č. 16 – 2023, O ₃ - rozpětí měsíčních průměrů v sídlech	22
Obrázek č. 17 – 2023 As, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru	24
Obrázek č. 18 – 2023 Cd, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru.....	25
Obrázek č. 19 – 2023 Pb, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru	26
Obrázek č. 20 – 2023 Ni, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru	27
Obrázek č. 21 – 2023 Mn, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru	28
Obrázek č. 22 – 2023 Cr, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru.....	29
Obrázek č. 24 a, b – 2018 – 2023, Sezónní průběhy hmotnostního podílu Ti v měřených frakcích	30
Obrázek č. 23 2023 – roční průměry hmotnostního podílu Ti v měřených frakcích.....	30
Obrázek č. 25 –2023 – Benzen, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru	31
Obrázek č. 26 – 2023 – BaP, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru ...	33
Obrázek č. 27 – BaP, rozpětí měsíčních průměrů v sídlech.....	34
Obrázek č. 29 – 2023 – TEQ-BaP, rozpětí měsíčních průměrů v sídlech.....	35
Obrázek č. 28 – 2023 – TEQ-BaP, počty stanic v jednotlivých koncentračních úrovních ročního průměru	35
Obrázek č. 30 – Košetice (JKOS), 2005 - 2023.....	36
Obrázek č. 31 – Praha 10 (ASRO), 2005 - 2023.....	36
Obrázek č. 32 – Ostrava-Radvanice (TORE), 2005 - 2023.....	36
Obrázek č. 33 – 2014 – 2023 - průběh ročních hodnot BaP v různých typech lokalit.....	37
Obrázek č. 34 – 2023 – Střední hodnoty ročního IKO a rozpětí hodnot v jednotlivých typech hodnocených lokalit.....	40
Obrázek č. 35 – 2023 – Střední hodnoty sumy plnění imisních limitů a rozpětí hodnot v jednotlivých typech hodnocených lokalit	41
Obrázek č. 36 – 2023 – 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)	81
Obr. č. 38 – Typický průběh pylové sezóny – rok 2023 na stanici v Praze s vyznačením dominantních pylů	82
Obr. č. 39 – Týdenní hodnoty - pylová sezóna břízy v roce 2023	83
Obrázek č. 40 – Týdenní hodnoty - pylová sezóna trav v roce 2023	84
Obr. č. 41 – Alergenně velmi významné pyly v letním až podzimním období.....	84
Obr. č. 42 – Alergenně málo až středně významné pyly	84
Obr. č. 43 – a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k - Pylová sezóna 2023 – průběh týdenních hodnot sumy sledovaných alergenních a nealergenních pylů a plísni v jednotlivých lokalitách.....	86
Obr. č. 44 – a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k - Pylová sezóna 2023 v jednotlivých lokalitách.....	90
Obr. č. 45 – a, b – 2023 – roční aritmetické průměry NO ₂ na jednotlivých stanicích a průměry pro jednotlivé městské lokality	95

Obr. č. 46 - a, b - 2023 - roční aritmetické průměry PM ₁₀ na jednotlivých stanicích a průměry pro jednotlivé městské lokality	96
Obr. č. 47 - a, b - 2023 - roční aritmetické průměry PM _{2,5} na zahrnutých stanicích a v městských kategoriích.....	96
Obr. č. 48 - 2023 - roční aritmetické průměry As v ovzduší obydlených lokalit	98
Obr. č. 49 - 2023 - roční aritmetické průměry Cd v ovzduší obydlených lokalit	98
Obr. č. 50 - 2023 - roční aritmetické průměry Ni v ovzduší obydlených lokalit	98
Obr. č. 51 - 2023 - roční aritmetické průměry Pb v ovzduší obydlených lokalit	99
Obr. č. 52 - a, b - 2023 - roční aritmetické průměry benzenu v ovzduší městských lokalit a na jednotlivých hodnocených stanicích.....	100
Obr. č. 53 - a, b - 2023 - roční aritmetické průměry BaP v ovzduší městských lokalit a na jednotlivých hodnocených stanicích	101
Obr. č. 54 - 2023 - BaA a TEQ BaP - průběh měsíčních hodnot	102
Obr. č. 55 - a, b, c, d, e, f, g, h - 2005 - 2023 - trendy průběhů sezónních průměrů BaA a BaP na stanicích v Košeticih, SZÚ Praha, Karviné a v Ostravě - Bartovicích.....	103
Obr. č. 56 - Rok 2023 - odhad vlivu dlouhodobé expozice O ₃ pro úmrtnost na respirační onemocnění na jednotlivých stanicích a rozpětí konf. intervalu.....	104
Obr. č. 57 - a, b, c, d, e, f - 2023 - rozpětí odhadu pravděpodobnosti zvýšení počtu nádorových onemocnění z příjmu As, Ni, Cd, benzenu a BaP z venkovního ovzduší pro jednotlivé typy městských lokalit.....	105

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 nepřímých postupů	38
Tabulka č. 7. - Doporučené hladiny AQG WHO a prozatímní cíle (změny - září 2021)	44
Tabulka č. 8 - Vývoj (2009 - 2023) Průměrné roční koncentrace frakce PM ₁₀ , úmrtnost a odhad podílu předčasné úmrtnosti v % a odhad počtu předčasně zemřelých - střední hodnota a rozpětí hodnot v ČR.....	49
Tabulka č. 9 - Počet roků ztráty života	49
Tabulka č. 10. - Vybrané škodliviny - použité hodnoty jednotkového rizika	54
Tabulka č. 11. - 2023 - Pozad'ová, střední (AVG) a maximální hodnota zdravotního rizika (ILCR) pro ČR a odhad střední hodnoty v monitorovaných městech.....	54
Tabulka č. 12. - Vývoj rozpětí hodnot karcinogenního populačního rizika v ČR za posledních deset let (Min/Max) na 10 mil. obyvatel (přidatné případy na 1 rok)	55
Tabulka č. 13. - 2023, Souhrn monitorovaných parametrů kvality venkovního ovzduší v jednotlivých městech	71
Tabulka č. 14 - Úrovně zátěže a odhad potenciálních zdravotních účinků pro základní látky, těžké kovy, benzen a BaP v roce 2023 pro jednotlivé typy městských kategorií (příloha č. 1). Hodnoty jsou uvedeny v µg/m ³ a v ng/m ³ - kovy a PAU.....	78
Tabulka č. 15 - Definované skupiny pylů podle významnosti rodu	82
Tabulka č. 16 - Charakteristická období roku a typičtí představitelé sledovaných pylů.....	82



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

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

Odborná zpráva za rok 2023

1. vydání, 111 stran

ISBN 978-80-7071-435-9 (online)