Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí

Subsystém I.

Zdravotní důsledky a rizika znečištění ovzduší

Odborná zpráva za rok 2018

Státní zdravotní ústav
Praha, září 2019

Ústředí systému
monitorování zdravotního stavu obyvatelstva
ve vztahu k životnímu prostředí

Základní údaje:

Ředitelka ústředí:	MUDr. Růžena Kubínová
Projekt č. I.:	Zdravotní důsledky a rizika znečištění ovzduší
Garant projektu:	MUDr. Helena Kazmarová
Řešitelské pracoviště:	Centrum zdraví a životního prostředí Státního zdravotního ústavu v Praze
Spolupracující organizace:	Zdravotní ústavy se sídlem v Ústí nad Labem a v Ostravě
Odpovědný řešitel:	MUDr. Helena Kazmarová
Řešitelé:	RNDr. Bohumil Kotlík, Ph.D. Bc. Linda Kuklová Ing. Miroslava Mikešová RNDr. Vladimíra Puklová Ing. Věra Vrbíková Hana Hrušková Marie Mocová Zuzana Tománková

Vydáno na informačním CD MZSO s ISBN 978-80-7071-385-3

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_18/ovzdusi_2018.pdf

Obsah: strana

ÚVOD ... 4
I. CÍLE MONITORINGU ... 5
II. ZAHRNUTÁ MĚSTA A MĚŘICÍ PROGRAMY ... 6
III. REFERENČNÍ POSTUPY ... 9
IV. SBĚR A PŘENOS DAT ... 10
VI. Ukazatele kvality venkovního ovzduší ... 12
1 Sledované škodliviny ... 13
2 Imisní limity a referenční koncentrace ... 13
3 Základní sledované látky ... 15
3.1 Oxid siřičitý – SO_2 ... 15
3.2 Suma oxidů dusíku - NO_X ... 15
3.3 Oxid dusnatý - NO ... 16
3.4 Oxid dusičitý – NO_2 ... 16
3.5 Suspendované částice frakce PM_{10} ... 17
3.6 Suspendované částice frakce $PM_{2,5}$ ... 18
3.7 Oxid uhelnatý - CO ... 19
3.8 Prašný aerosol (TSP) ... 19
3.9 Ozón – O_3 ... 19
4 Těžké kovy ... 20
4.1 Arsen – As ... 20
4.2 Kadmium – Cd ... 21
4.3 Olovo – Pb ... 22
4.4 Nikl – Ni ... 22
4.5 Mangan – Mn ... 23
4.6 Chrom – Cr ... 24
4.7 Titan, vanad, železo, kobalt, zinek, selen a měď ... 24
5 Specifické sledované látky ... 24
5.1 VOC – těkavé organické látky ... 24
5.2 PAU – polycyklické aromatické uhlovodíky ... 25
6 Validace naměřených hodnot ... 29
6.1 Hodnoty pod mezí detekce použitých analytických postupů ... 29
6.2 Zásahy do hodnot naměřených v roce 2018 ... 29
VII. Komplexní hodnocení kvality ovzduší ... 30
A. INDEX KVALITY OVZDUŠÍ - IKO_R ... **30**
B. SUMA PLNĚNÍ ROČNÍCH IMISNÍCH LIMITŮ ... **31**
C. HODNOCENÍ RIZIK ... **32**
VIII. DISKUSE ... 41
IX. ZÁVĚRY ... 44
X. SOUHRN ... 46
1 Základní látky (SO_2, NO, NO_2, NO_X, PM_{10}, $PM_{2,5}$, CO, O_3) ... 47
2 Kovy v suspendovaných částicích (As, Cd, Cr, Mn, Ni a Pb) ... 49
3 Organické látky (benzen a PAU) ... 50
4 Komplexní hodnocení kvality ovzduší ... 52
4.1 Index kvality ovzduší (IKO_R) ... 52
4.2 Suma plnění ročních imisních limitů ... 53

4.3 Hodnocení zdravotních rizik 54

Přílohy:

Příloha č. 1 - Kategorizace stanic měřicích kvalitu venkovního ovzduší 55

Příloha č. 2 - Tabulka č. 13. - Zařazení zahrnutých stanic do příslušných kategorií ... 57

Příloha č. 3 - Tabulka č. 14 - Úrovně zátěže a odhad potenciálních zdravotních účinků pro základní látky, těžké kovy, benzen a BaP v roce 2018 pro jednotlivé typy městských kategorií (viz příloha č. 1). Hodnoty jsou uvedeny v µg/m^3 a v ng/m^3 – kovy a PAU. 62

Příloha č. 4 - Pylová informační služba 64

Příloha č. 5. - Grafická prezentace výsledků za rok 2018 76

Seznam tabulek 94

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 2018 v sídlech České republiky.

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

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

Předkládaná zpráva obsahuje výsledky za **dvacátý pátý** 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 sledování 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. ZAHRNUTÁ MĚSTA A MĚŘICÍ PROGRAMY

Tabulka č. 1. – Souhrn monitorovaných parametrů kvality venkovního ovzduší v jednotlivých městech

Město/městská část	kód	SO_2	NO_X	TSP	kovy $PM_{10}/PM_{2,5}$	NO	NO_2	CO	O_3	PM_{10}	$PM_{2,5}$	Pyly	PAU (BaP)	BZN
PRAHA 1	A01		+			+	+			+				+
PRAHA 2	A02	+	+			+	+	+	+	+	+		+	+
PRAHA 4	A04	+	+		+/+	+	+	+	+	+	+		+	+
PRAHA 5	A05		+		+/	+	+		+	+	+		+	+
PRAHA 6	A06		+			+	+		+	+				
PRAHA 7	A07	+								+				
PRAHA 8	A08		+			+	+		+	+				
PRAHA 9	A09		+			+	+		+	+				
PRAHA 10	A10		+		+/+	+	+			+	+	+	+	
KLADNO	KL								+	+	+			+
KOLÍN	KO	**PORUCHA**												
ČESKÉ BUDĚJOVICE	CB	+	+		+/	+	+		+	+	+		+	+
KLATOVY	KT				+/					N	N		+	
PLZEŇ	PM	+	+		+/	+	+		+	+	+	+	+	+
SOKOLOV	SO	+	+			+	+		+	+	+			+
DĚČÍN	DC		+			+	+			+	+			
LIBEREC	LB	+	+			+	+		+	+	+	+	+	+
MOST	MO	+	+			+	+		+	+	+			+
ÚSTÍ NAD LABEM	UL	+	+		+/+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
HRADEC KRÁLOVÉ	HK		+		+/	+	+	+	+	+	+		+	+
HAVLÍČKŮV BROD	HB	**V ROCE 2018 ZDE UKONČENO MĚŘENÍ**												
ÚSTÍ N/ORLICÍ	UO											+		
BRNO	BM	+	+		+/	+	+	+	+	+	+	+	+	+
HODONÍN	HO				+/					+	+		+	
JIHLAVA	JI	+	+		+/	+	+	+		+	+	+	+	+
ŽĎÁR NAD SÁZAVOU	ZR				+/					+	+		+	
KARVINÁ	KI	+	+		+/	+	+		+	+	+		+	
OLOMOUC	OL		+		+/	+	+			+	+		+	+
OSTRAVA	OS	+	+		+/+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

MĚSTA NEBO STANICE MIMO ZÁKLADNÍ SYSTÉM MZSO

Město/městská část	kód	SO_2	NO_X	TSP	kovy $PM_{10}/PM_{2,5}$	NO	NO_2	CO	O_3	PM_{10}	$PM_{2,5}$	Pyly	PAU	VOC
BEROUN	BE		+			+	+	+		+	+			
OKRES KLADNO	OKL				+/					+				
KLADNO-ŠVERMOV	KLS		+		+/	+	+			+			+	
BRANDÝS N/LABEM	BNL												+	
MLADÁ BOLESLAV	MB		+			+	+		+	+	+			
ROŽĎÁLOVICE (Nymburk)	ROZ	+	+			+	+			+	+		+	
KRALUPY N/V	KRA		N		+/	N	N			N	N		+	
PŘÍBRAM	PB		+			+	+			+				
PRACHATICE	PRA		+			+	+		+	+				
TÁBOR	TA		+			+	+	+	+	+				
PELHŘIMOV	PE	**STANICE ZPROVOZNĚNA V PRŮBĚHU ROKU 2018, NEMÁ DOSTATEČNÝ POČET DAT**												
CHEB	CH						+			+				+
KARLOVY VARY	KV											+		
MARIÁNSKÉ LÁZNĚ	ML	+	+	+										
FRANTIŠKOVY LÁZNĚ	FL	+	+	+										
KAMENNÝ ÚJEZD	KU	+	+			+	+			+	+			
ČESKÁ LÍPA	CL									+				
CHOMUTOV	CHO									+				
PŘEBUZ (okr. Sokolov)	PRB		+			+	+		+					
LITOMĚŘICE	LT	+							+	+				
TEPLICE	TP	+							+	+	+		+	
FRÝDLANT	FRY	+							+					
KRUPKA (u Teplic)	KRU	+								+				
DOKSANY	DOK	+	+			+	+		+				+	
TUŠIMICE	TUS	+	+			+	+		+	+	+			+
SNĚŽNÍK	SNE	+	+			+	+		+					
MĚDĚNEC	MED	+	+			+	+			+				
TANVALD	TAN				+/									
SOUŠ	SOU				+/				+					
JIZERKA	JIZ				+/									
LOM U MOSTU	LM		+		+/	+	+		+	+	+			
POLOM	POL		+			+	+		+	+				
PARDUBICE	PU	+	+			+	+		+	+	+		+	+
TRUTNOV	TU									+				
ZLÍN	ZL	+	+			+	+		+	+	+		+	+

Město/městská část	kód	SO_2	NO_X	TSP	kovy $PM_{10}/PM_{2,5}$	NO	NO_2	CO	O_3	PM_{10}	$PM_{2,5}$	Pyly	PAU	VOC
PROSTĚJOV	PRO									+				
TŘEBÍČ	TR									+				
UHERSKÉ HRADIŠTĚ	UH		+			+	+	+		+				
ZNOJMO	ZN		+			+	+			+	+			
MIKULOV	MIK	+	+			+	+		+	+	+			+
KUCHAŘOVICE (okr. Znojmo)	KUCH				+/				+				+	
TĚŠNOVICE	TES		+			+	+		+	+	+			
FRÝDEK-MÍSTEK	FM		+			+	+			+	+			
TŘINEC	TRI									+	+	+		+
OPAVA	OP		+			+	+		+	+	+			+
PŘEROV	PR	+							+	+	+			
JESENÍK	JES	+	+			+	+			+	+			
ČESKÝ TĚŠÍN	CT	+	+		+/	+	+			+	+		+	
HAVÍŘOV	HA									+	+			
MORAVSKÁ TŘEBOVÁ	MT		+			+	+			+	+			
VALAŠSKÉ MEZIŘÍČÍ	VAM									+	+		+	+
VĚŘŇOVICE	VER	+	+			+	+			+	+			+
STUDENKA (N. Jičín)	STU	+	+			+	+		+	+	+		+	
RYCHVALD (Karviná)	RYCH	+	+			+	+			+	+			
CELKEM		**31**	**49/1**	**2**	**26/4**	**44/1**	**46/1**	**9**	**33**	**66/4**	**46/4**	**10**	**31**	**25**

Pozn: *- N - nehodnotitelné, buď ukončeno měření v průběhu roku 2018, nebo výpadek měření > 30 dnů*
- Měření ozónu ještě na stanicích Ondřejov, Kocelovice a Kostelní Myslová
- Kód uvedený v tabulce je dále používán a grafech a tabulkách

III. REFERENČNÍ POSTUPY

Tabulka č. 2. - 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 14902: „Kvalita ovzduší - Normovaná metoda pro stanovení Pb, Cd, As, 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 EN 14902
	mangan	7439-96-5	
Základní látky	oxid siřičitý	7446-09-5	ČSN 14212: „Kvalita ovzduší – Normovaná metoda stanovení oxidu siřičitého ultrafialovou fluorescencí“
	oxid dusnatý, dusičitý, suma NO_X	10102-44-0	ČSN 14211: „Kvalita ovzduší – normovaná metoda stanovení oxidu dusičitého a oxidu dusnatého chemiluminiscencí“
	oxid uhelnatý	630-08-0	ČSN 14626: „Kvalita ovzduší – normovaná metoda stanovení oxidu uhelnatého nedisperzní infračervenou spektrometrií“
	ozón	10028-15-6	ČSN 14625: „Kvalita ovzduší – normovaná metoda stanovení ozonu ultrafialovou spektrometrií“
Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU/PAH)	PAU zachycené na křemenném filtru, frakce $PM_{2,5}$		ISO 12884: „Stanovení sumy (pevná a plynná fáze) polycyklických aromatických uhlovodíků ve vnějším ovzduší – odběr na filtry a sorbent s analýzou metodou GS/MS“ ČSN EN 15549 „Kvalita ovzduší – Normovaná metoda stanovení benzo[*a*]pyrenu ve venkovním ovzduší“
Suspendované (aerosolové) částice	TSP PM_{10} $PM_{2,5}$ $PM_{1,0}$		ČSN 12341: „Kvalita ovzduší – referenční gravimetrická metoda stanovení hmotnostní koncentrace frakcí aerosolových částic PM_{10} a $PM_{2,5}$“ ČSN 14907: „Kvalita ovzduší - 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 VOC sorpčními trubicemi, tepelná desorpce a analýza GC- 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: http://www.unmz.cz/urad/unmz.

IV. SBĚR A PŘENOS DAT

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

- Základní látky:
    - 24hodinové měřené hodnoty získané analýzou vzorků ovzduší odebraných v manuálních měřicích programech jsou Zdravotními ústavy ukládány do jednotného dodaného 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 úrovní 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 × 10^5 Pa). U částic PM_{10}, $PM_{2,5}$ a znečišťujících látek, které se analyzují v částicích PM_{10}, se objem odběru vzorků vztahuje k vnějším podmínkám v den měření.
- Výsledky analýz kovů v suspendovaných částicích frakce PM_{10} ($PM_{2,5}$) a analýz PAU jsou odesílány na SZÚ vždy do dvou měsíců po ukončení čtvrtletí ve formě datových souborů o jednotné datové větě.
- Validovaná imisní data ze zahrnutých stanic ČHMÚ jsou na SZÚ předávána ve čtvrtletních intervalech. Data kovů a PAU jsou z ČHMÚ na SZÚ předávána v ročních dávkových souborech, v průběhu června následujícího roku – až po jejich celkové validaci.

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

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

Sběr dat dlouhodobě ovlivňuje provoz sítě CS-MON provozované Zdravotním ústavem se sídlem v Ústí n/Labem, kdy jimi provozované stanice v roce 2018 nesplnily požadavky na produkovaná data z on-line měřicích systémů, které data uznávaná do databáze ISKO měří až od srpna 2018.

V. SYSTÉM QA/QC

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

1. Základní prvky :
- Používání referenčních postupů (Vyhláška 330/2012 Sb., příloha č. 6) v síti měřicích stanic a jednotné harmonogramy odběru vzorků u specifických látek (kovy a PAU) ve venkovním ovzduší.
- Doložené testy ekvivalence u nově instalovaných měřicích a odběrových systémů.
- Laboratoře zdravotních ústavů dodávající výsledky pro MZSO musí mít zajištěnou externí kontrolu celého systému v rámci akreditace u Českého institutu pro akreditaci. Laboratoře předávající data do systému MZSO musí být také autorizovány MŽP pro měření (resortní prvek zajištění jakosti) a musí doložit získanou uznanou úroveň zajištění jakosti.
- Kvalita předávaných dat byla v roce 2018 kontrolována systémem programů zkoušení způsobilosti (PZZ) ČIA organizovaných mimo jiné subjekty i Expertní skupinou pro zkoušení způsobilosti SZÚ, která je akreditována ČIA (Akreditovaná laboratoř č. 7001).
- Zpětná validace a verifikace dat o kvalitě ovzduší předávaných do centrální databáze je založena na dvojité nezávislé kontrole. Na primární kontrole a ověřování podezřelých či chybných dat realizované na úrovni SZÚ – spolupracující zdravotní ústavy a na sekundární kontrole prováděné ISKO ČHMÚ.

2. Přetrvávající problémy:
- výpadky měření přetrvávající 14 dní v celku – v roce 2018 bylo na některých stanicích přerušeno měření některého parametru kvality ovzduší buď zcela, nebo zde nebyl měřen minimálně jeden měsíc v celku;
- validace a verifikace datových souborů – plná funkčnost zpětné vazby (ověření podezřelých hodnot) pracovišti, která přímo provádí měření kvality ovzduší;
- situaci v roce 2018 v síti provozované ZÚ se sídlem v Ústí n/L komplikovaly strukturální změny spojené se zprovozněním systému zajištění kvality a přenosu dat do ISKO (CS MON).

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

VI. Ukazatele kvality venkovního ovzduší

Standardní informaci představují výstupy z měření základních škodlivin používaných pro charakterizování stavu znečištění ovzduší (SO_2, NO, NO_2, NO_X, PM_{10}, $PM_{2,5}$) rozšířené o měření hmotnostních koncentrací vybraných kovů v suspendovaných částicích frakce PM_{10} (výběrově ve frakci $PM_{2,5}$). Ve vybraných oblastech je zavedeno měření dalších látek, mezi které patří ozón, oxid uhelnatý, z organických látek se jedná o benzen a skupinu deseti (výběrově dvanácti) PAU.

Zpracovávané výsledky z 62 sídel (a 7 pražských částí) zahrnují celkem 104 měřicích stanic, z toho 21 stanic provozuje hygienická služba a 85 stanic je součástí Státní imisní sítě ČHMÚ. Do zpracování jsou pro srovnání zahrnuta i data ze dvou pozaďových stanic EMEP (Co-operative programme for the monitoring and evaluation of the long range transmission of air pollutants in Europe) - Košetice (kód ISKO - JKOS) a Bílý Kříž (kód ISKO - TBKR) provozovaných ČHMÚ v České republice. Součástí jsou dále stanice – Jeseník, Svratouch, Rudolice v Horách, Kuchařovice, Souš, Jizerka a Červená, Hora, které mají pro některé sledované škodliviny význam regionálního pozadí a data z dopravou významně zatížených stanic (v Praze 2 - v Legerově ulici, v Ústí n/Labem – Všebořická ulice, v Brně - Úvoz a v Ostravě - Českobratrská ulice) tzv. „traffic hot spot“.

Standardní vyhodnocení imisních charakteristik vychází ze stanovených ročních imisních limitů a referenčních koncentrací stanovených SZÚ. Pro hodnocení naměřených koncentrací a vypočtených imisních charakteristik sledovaných látek byly použity imisní limity stanovené Zákonem o ochraně ovzduší (č. 201/2012 Sb.) ze dne 2. května 2012 ve znění novely 172/2018 Sb. a referenční koncentrace vydané SZÚ v květnu 2003 (aktuální zmocnění je obsaženo v § 27 odst. 5 zákona č. 201/2012 Sb.). Pro základní vyhodnocení naměřených hodnot ve vztahu k limitům jsou standardně používány aritmetické průměry.

Pro praktickou interpretaci a pro flexibilní využití dat o kvalitě ovzduší v rámci hodnocení kvality ovzduší v městech a pro hodnocení zdravotních rizik, je nutnou podmínkou propojení dat získávaných v síti stacionárních měřicích stanic v monitorovaných městech s dalšími informacemi. Vyhodnocení dat ze staničních měření, jejichž prostorová reprezentativnost je zatížena významnými a navíc obtížně kvantifikovatelnými nejistotami, které komplikují odhad expozičních úrovní, je proto rozšířeno o hodnocení různých typů městských lokalit. Zahrnuté měřicí stanice byly ve spolupráci s pracovníky zdravotních ústavů v rámci roční aktualizace rozděleny do skupin (kategorií). Kritérii byla intenzita okolní dopravy a podíl jednotlivých typů zdrojů vytápění, případně zátěž významným průmyslovým zdrojem. Toto rozdělení umožňuje v prvém přiblížení jednoznačnější interpretaci příčin lokálních extrémních hodnot. V druhé úrovni byla data o kvalitě ovzduší za rok 2018 pro vybrané škodliviny (NO_2, PM_{10}, $PM_{2,5}$, As, Cd, Ni, Pb a BaP) zpracována skupinově - pro jednotlivé typy městských lokalit. Za předpokladu podobnosti imisních charakteristik, sezónního chování a dlouhodobých trendů u městských lokalit s podobnou topografickou charakteristikou, strukturou a dynamikou zdrojů znečištění ovzduší, dopravní zátěží a účelem využití (viz příloha č. 1 - kategorizace stanic) obytná, průmyslová, dopravní,

obchodní … atd, lze získané výstupy s určitou akceptovatelnou mírou nejistoty zobecnit. Hodnocení úrovně zátěže v některých městech mírně ovlivnily výpadky měření. Tabulka č. 14 v příloze č. 2 shrnuje odhad roční hodnoty pro všechny hodnocené látky vypočtený pro definované kategorie/typy městských a mimoměstských lokalit. Pro odhad střední hodnoty zátěže populace v městech pak byla použita střední hodnota za městské kategorie 2 až 5. Deskripce a identifikace do zpracování zahrnutých stanic je uvedena v příloze č. 3, kde jsou uvedeny i ostatní identifikační kódy přidělené stanicím provozovaným ZÚ/SZÚ v závislosti na měřicím programu (PAU, TK ve frakci PM_{10} nebo TK ve frakci $PM_{2,5}$). Interpretace získaných výstupů je zahrnuta v hodnocení jednotlivých látek ve formě grafického zobrazení v grafické příloze č 5.

1 Sledované škodliviny

Základní plošně sledované látky:

oxidy dusíku - $NO/NO_2/NO_X$, suspendované částice frakce PM_{10}/frakce $PM_{2,5}$/$PM_{1,0}$ a vybrané kovy v suspendovaných částicích frakce PM_{10} (na šesti stanicích ve frakci $PM_{2,5}$) - As, Cd, Cr, Mn, Ni a Pb, výběrově Cu, V, Fe, Co, Se, Zn.

Výběrově sledované látky:

Oxid siřičitý - SO_2, prašný aerosol - TSP, oxid uhelnatý – CO, ozón - O_3, 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*]perylen, indeno[*1,2,3-c,d*]pyren, coronen a toxický ekvivalent benzo[*a*]pyrenu
- VOC - benzen

2 Imisní limity a referenční koncentrace

Tabulka č. 3. - 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 ($\mu g/m^3$)	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	25	Od roku 2020 – 20 $\mu g/m^3$ Viz. Zákon 172 ze dne 19. července 2018, kterým se mění zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů
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_6H_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[*a*]pyren	rok	0,001	ve frakci $PM_{2,5}$

Tabulka č. 4. - Referenční koncentrace vydané SZÚ (v µg/m^3) - (podle § 27, odst. 6, b, zákona č. 201/2012 Sb.), aktualizace v roce 2018.

Chemická látka	CAS N.	PK	KR-6	interval	zdroj inf.	klasif.IARC	pozn.
aceton	67-64-1	370		rok	US-EPA[d]	N	
akrylonitril	107-13-1		0,05	rok	WHO[a]	2B	
benzo[*a*]antracen	56-55-3		0,01	rok	SZÚ[b]	2 A	
1,2-dichloretan	107-06-2		1	rok	WHO[a]	2B	
dichlormetan	75-09-2	3000		den	WHO[a]	2B	
etylbenzen	100-41-4	400			SZÚ[b]	2B	
fenantren	85-01-8		1		SZÚ[b]	3	
fenol	108-95-2	20		rok	RIVM[c]	3	
fluor a anorg. slouč.	7782-41-4	50		rok	SZÚ[b]	N	
formaldehyd	50-00-0	60		hodina	SZÚ[b]	2A	
chlorbenzen	108-90-7	100		rok	SZÚ[b]	N	
chrom šestimocný	1854-02-99		$2,5 \times 10^{-5}$	rok	WHO[a]	1	
mangan	7439-96-5	0,15		rok	WHO[a]	N	
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 xylenů	1330-20-7	100		rok	IRIS[e]	3	

Vysvětlivky:

CAS.N. - 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 NRL pro venkovní ovzduší SZÚ
[c] **-** Human toxicological maximum permisible risk levels, RIVM Bilthoven, 2001
[d] - US-EPA, Risc based concentration region III, Philadelphia, Pensylvania,USA
[e] **-** Integrated risc information systém US EPA

Klasifikace IARC:

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

Poznámky:

1. pro ochranu proti obtěžování zápachem 20 µg/m^3
2. pro ochranu proti obtěžování zápachem 7 µg/m^3
3. pro ochranu proti obtěžování zápachem 70 µg/m^3

3 Základní sledované látky

Výsledky za rok 2018 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. Měřené hodnoty v roce 2018 již několik let ovlivňují, zvláště v případě suspendovaných částic, dlouhodobější období sucha.

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

3.1 Oxid siřičitý – SO_2

Imisní charakteristiky oxidu siřičitého sledované v roce 2018 celkem na 42 stanicích potvrzují dlouhodobě stabilizovaný stav.

Roční aritmetické průměry se na městských stanicích pohybovaly v rozmezí 2 (na úrovni republikových pozaďových stanic) až 15 µg/m³, odhad střední hodnoty pro nezatížené městské lokality je 5,1 µg/m³. Což je hodnota srovnatelná s rokem 2017.

Nejvyšší hodnoty ročního průměru (10 a 10,3 µg/m³) byly zjištěny v Moravskoslezském kraji, a to na stanici v Českém Těšíně (TCTN – 12,8 µg/m³) a v Ostravě (kód stanice: TOPO – 15,0 µg/m³ a TOPF – 13,2 µg/m³).

SO_2 - Stanovení
On-line - ČSN 14212 „Kvalita ovzduší – normovaná metoda stanovení oxidu siřičitého ultrafialovou fluorescencí“, rozsah měření 3 až 3 000 µg/m³, detekční limit (DL) 3 µg/m³.
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).

Na žádné ze stanic nebyl překročen 24hodinový imisní limit 125 µg/m³, hodnota hodinového imisního limitu 350 µg/m³ byla v roce 2018 překročena 22x na stanici Ostrava – Fifejdy (TOFFA) a 17x na stanici Ostrava – Přívoz (TOPRA) – důsledek sanace lagun.

3.2 Suma oxidů dusíku - NO_X

NO_X - Stanovení
On-line - ČSN 14211 „Kvalita ovzduší – normovaná metoda stanovení oxidu dusičitého a oxidu dusnatého chemiluminiscencí“, rozsah měření 2 až 2 000 µg/m³, detekční limit (DL) 2 µg/m³
Imisní limit
Pro městské oblasti není stanoven.

Suma oxidů dusíku byla hodnocena na 72 stanicích, pro výpadky měření byla data ze 7 stanic z hodnocení vyřazena. Odhad roční střední hodnoty v dopravně a průmyslem méně zatížených lokalitách pro rok 2018 je 25,5 µg/m³/rok.

Roční imisní charakteristiky sumy oxidů dusíku naměřené na pozaďových stanicích ČHMÚ byly v rozmezí 3,3 až 7,3 µg/m³.

Na 89 % zahrnutých stanic se hodnoty ročního aritmetického průměru pohybovaly v rozmezí 5 až 50 µg/m³, na dalších zbylých stanicích byl roční aritmetický průměr > 50 µg/m³. (maximální hodnota byla 122,4 µg/m³ (dopravní hotspot v Praze 2 – Legerova - ALEG).

Význam dopravních emisí ilustruje skutečnost, že úroveň 80 µg/m³/rok byla

překročena na třech z pěti dopravně významně exponovaných stanic – Hot-Spots - (Praha 2 – stanice ALEG, Praha 5 – stanice ASMI a Brno stanice BBNV). V Praze 2 v Legerově ulici byla hodnota ročního průměru 122,4 µg/m^3/rok, na Smíchově u Strahovského tunelu 89,0 µg/m^3/rok a na stanici Brno Úvoz 81,2 µg/m^3/rok.

3.3 Oxid dusnatý - NO

Jedná se o látku úzce svázanou s dopravní zátěží. Dokladem jsou hodnoty ročního průměru na dopravně exploatovaných „hot-spot" stanicích – v Praze 2 - Legerova ulice (ALEG), Praha 5 – Strahovský tunel (ASMI) a v Brně na stanici Úvoz (BBNV), které reprezentují hranici významné městské tranzitní komunikace, na úrovni cca 27 - 44 µg/m^3.

Na většině ostatních městských stanic nebyla překročena úroveň 25 µg/m^3/rok, odhad roční střední hodnoty v městech je 5,2 µg/m^3/rok.

Za hodnotu přirozeného pozadí ČR lze považovat roční imisní charakteristiky do 1 µg/m^3/rok měřené na pozaďových stanicích ČHMÚ.

NO - Stanovení
On-line - ČSN 14211 „Kvalita ovzduší – normovaná metoda stanovení oxidu dusičitého a oxidu dusnatého chemiluminiscencí", rozsah měření 2 až 2 000 µg/m^3, detekční limit (DL) 2 µg/m^3

Imisní limit
Pro městské oblasti není stanoven.

3.4 Oxid dusičitý – NO_2

NO_2 - Stanovení
On-line - ČSN 14211 „Kvalita ovzduší – normovaná metoda stanovení oxidu dusičitého a oxidu dusnatého chemiluminiscencí", rozsah měření 2 až 2 000 µg/m^3, detekční limit (DL) 2 µg/m^3

Imsní limit
rok - 40 µg/m^3
hodina – 200 µg/m^3 (nesmí být překročeno více jak 18krát za rok).

Imisní charakteristiky NO_2 byly hodnoceny na celkem 71 stanicích ve 43 městech a v 8 pražských částech příloha č. 5, graf č. 1, pro výpadky měření byla část stanic (7) z hodnocení vyřazena. Shodně s oxidem dusnatým i u oxidu dusičitého jsou vyšší měřené hodnoty primárně svázány s dopravou jako majoritním zdrojem a zvláště v městských celcích, kde se doprava kombinuje s dalšími zdroji (CZT, výtopny a domácí vytápění), má znečištění ovzduší oxidem dusičitým v podstatě plošný charakter. Zřejmé je to především v pražské aglomeraci, kde byla hodnota ročního imisního limitu (40 µg/m^3) překročena na 2 z 10 stanic a na dalších 3 stanicích se hodnota ročního aritmetického průměru pohybovala v rozsahu 30 až 40 µg/m^3. Roční průměr nad 30 µg/m^3 byl mimo Prahu a Brno naměřen také v Ústí nad Labem (stanice UULD 33,5 µg/m^3), v Uherském Hradišti (ZUHR 30,4 µg/m^3) a v Ostravě (TOCB 36,8 µg/m^3). Na hranici překročení imisního limitu je roční průměr na dopravou silně zatížené stanici v Brně Úvoz (stanice BBNV 39,9 µg/m^3).

- Pozaďové koncentrace NO_2 v ČR dlouhodobě nepřekračují 6 µg/m^3 (nejvyšší hodnota byla naměřena v Jesníku - stanice MJES, a to 5,8 µg/m^3).
- Střední roční hodnota se v závislosti na intenzitě okolní dopravy pohybovala v rozsahu od 16 µg/m^3 na nezatížených lokalitách, přes 17 až 30 µg/m^3 u dopravně středně zatížených stanic, až k 54 µg/m^3 ročního průměru v dopravně velmi

významně exponovaných lokalitách. Odhad roční střední hodnoty v dopravou a průmyslem méně zatížených lokalitách pro rok 2018 je 18 µg/m^3/rok.
- Roční průměry na dopravních „hot spot" stanicích Praha - Legerova (ALEG) 54 µg/m^3, Strahovský tunel (ASMI) 40,2 µg/m^3 a Brno - Úvoz (BBNV) 39,9 µg/m^3 dosáhly až do úrovně 136 % stanoveného ročního imisního limitu.
- Na žádné ze stanic nebylo překročeno 200 µg/m^3/hod.

V roce 2018 se situace mírně zhoršila, zvláště ve velkých městských aglomeracích. Zde lze s dalším předpokladatelným rozvojem dopravy a souvisejících technologií, v závislosti na aktuálních meteorologických podmínkách, očekávat rozšíření počtu exponovaných lokalit, a to nejen v okolí komunikací.

3.5 Suspendované částice frakce PM_{10}

V monitorovaných městech je zátěž ovzduší aerosolovými částicemi významně ovlivňována meteorologickými podmínkami. Ty charakterizuje vyšší četnost excesů a rychlých změn počasí střídaných dlouhodobějšími obdobími sucha nebo vysokých teplot či krátkými obdobími intenzivních srážek. Hodnoty v roce 2018 a odhad středních ročních hodnot byly významně ovlivněny dlouhodobými obdobími zvýšených teplot bez srážek. 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). Specifickou a vyšší zůstává zátěž v průmyslových lokalitách na Ostravsku. 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. Zvláštním případem jsou oblasti 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 40 µg/m^3/rok měřená dlouhodobě na venkovské stanici Věřňovice ležící na spojnici ostravské aglomerace a polských průmyslových pohraničních oblastí s hustou sítí lokálních zdrojů v Jastřebsko-Rybnické oblasti – viz příloha č. 5, graf č. 2.

PM_{10} - Stanovení
Integrální – gravimetrie – detekční limit (DL) 10 µg/m^3.
On-line – ČSN 12341: „Kvalita ovzduší – referenční gravimetrická metoda stanovení hmotnostní koncentrace frakcí aerosolových částic PM_{10} a $PM_{2,5}$".
Detekční limit pro ß absorbci a nefelometrické postupy (OPTO) – 10 µg/m^3

Imisní limit
Rok – 40 µg/m^3
24 hod. - 50 µg/m^3 (nesmí být překročen více jak 35krát/rok).

WHO nedoporučuje překračovat hodnotu 20 µg/m^3 ročního průměru.

- Hodnoty ročního aritmetického průměru měřené na pozaďových stanicích ČHMÚ byly v rozmezí 14 až 23 µg/m^3 ; na čtyřech pozaďových stanicích (Košetice – JKOS, Jeseník -

MJES, Rudolice v Horách - URVH a Hojná Voda – CHVO) byla naměřena překročení 24hodinové koncentrace 50 µg/m³.

- Roční střední hodnota se ve všech krajích, kromě moravskoslezského, v závislosti na intenzitě okolní dopravy pohybovala v rozsahu od 18 do 31 µg/m³ v dopravou nezatížených lokalitách, přes cca 20 až 34 µg/m³ u dopravně exponovaných míst, k 30 µg/m³ v průmyslem exponovaných lokalitách. V moravskoslezském kraji byly roční aritmetické průměry PM_{10} v ovzduší v průměru o přibližně 8 µg/m³/rok vyšší než v ostatních regiónech. Nejvyšší hodnota byla zjištěna pro průmyslovou lokalitu Ostrava Radvanice (TORE) s hodnotou ročního průměru 44,2 µg/m³.
- Alespoň jedno z kritérií překročení imisního limitu (aritmetický roční průměr > 40 µg/m³ a/nebo více než 35 překročení 24 hod. limitu 50 µg/m³/kalendářní rok) bylo v roce 2018 naplněno na 38 (42 %) z 91 hodnocené měřicí stanice. 24hodinový imisní limit (50 µg/m³) byl mimo pozaďové stanice Polom (HPLO) překročen ve všech monitorovaných lokalitách. Nejvyšší počet překročení, a to 94, byl zaznamenán na měřicí stanici ve Věřňovicích (TVER), 90 překročení bylo zaznamenáno na stanici v Ostravě – Radvanicích (TORE).
- Jen na 12 % (4 pozaďové a 7 městských) z 91 zahrnuté měřicí stanice nebyla v roce 2018 překročena hodnota 20 µg/m³/rok, doporučovaná WHO.

Hodnoty ročních průměrů na dopravně zatížených městských stanicích se v roce 2018 proti roku 2017 významně nezměnily. Celkově ale lze identifikovat přetrvávající plošný nárůst v relaci 1 – 3 µg/m³ ročního průměru. To je možno připsat dlouhodobějším bezsrážkovým epizodám, které nevyvážilo ani pokračování trendu vývoje meteorologických podmínek (teplé zimy 2014 – 2018). Dlouhodobý pozorovaný vývoj - snižování měřených hodnot v některých zatížených oblastech - je přitom často kompenzován pozvolným zhoršováním situace v málo zatížených lokalitách.

3.6 Suspendované částice frakce $PM_{2,5}$

$PM_{2,5}$ - Stanovení
Integrální metoda – ČSN 12341: „Kvalita ovzduší – referenční gravimetrická metoda stanovení hmotnostní koncentrace frakcí aerosolových částic PM_{10} a $PM_{2,5}$".
Imisní limit
rok – 25 µg/m³
Detekční limit pro ß absorbci a nefelometrické postupy (OPTO) – 10 µg/m³

Hodnocení výsledků měření suspendovaných částic frakce $PM_{2,5}$ vychází z dat už 57 stanic ve 42 městech. Průměrné roční hmotnostní koncentrace se v jednotlivých městech pohybovaly od 13 do 37 µg/m³. Roční průměr na pozaďové stanici v Košeticích byl 14,5 µg/m³.

Hodnota ročního imisního limitu 25 µg/m³ byla překročena na 11 stanicích, na všech do hodnocení zahrnutých stanicích bylo překročeno 10 µg/m³ ročního průměru (dvojnásobek teoretické nejnižší rizikové expozice podle WHO) (příloha č. 5, graf č. 3).

Podíl suspendovaných částic frakce $PM_{2,5}$ ve frakci PM_{10} vypočítaný z hodnot souběžně měřených na 57 stanicích se pohybuje od 0,57 (dopravní stanice v Brně – Úvoz - BBNV) po 0,86 na stanici v Jihlavě (JJIZ). Průměrná hodnota se dlouhodobě pohybuje na úrovni 75 %, v roce 2018 byla 0,76 (0,77 v roce 2017). Vyšší podíl je zjišťován v zimních měsících nebo například za smogových situací.

3.7 Oxid uhelnatý - CO

Imisní charakteristiky CO byly v roce 2018 hodnoceny na 11 stanicích. Pozaďové koncentrace CO měřené na stanici v Košeticích (JKOS) se pohybovaly na úrovni 260 µg/m^3/rok. Nejvyšší roční aritmetické průměry (400 až 600 µg/m^3) byly naměřeny na dopravních „hot spot" stanicích v Praze (Legerova ALEG), v Ústí nad Labem (UULD) a Ostravě (TOCB) a na stanici v Berouně (SBER).

Pouze na čtyřech stanicích překročila hodnota ročního průměru 400 µg/m^3. Jednoznačnost vazby vyšších měřených hodnot na lokality zatížené dopravou dokládá i skutečnost, že 24 hodinové hodnoty překračující 1 000 µg/m^3 se objevují výjimečně, a to pouze na dopravně extrémně zatížených stanicích - dopravních „hot-spotech".

CO – stanovení
On-line - ČSN 14626: „Kvalita ovzduší – normovaná metoda stanovení oxidu uhelnatého nedisperzní infračervenou spektrometrií", rozsah měření do 100 ppm detekční limit (DL) 100 µg/m^3.
Imisní limit
stanoven (10 000 µg/m^3) – jako maximální 8 hod. klouzavý průměr.

3.8 Prašný aerosol (TSP)

Vzhledem k malému počtu stanic (pouze stanice v Mariánských a ve Františkových Lázních) je pouze součástí tabelárního zpracování naměřených hodnot.

3.9 Ozón – O_3

O_3 - Stanovení
On-line - ČSN 14625: „Kvalita ovzduší – normovaná metoda stanovení ozónu ultrafialovou spektrometrií", rozsah měření 2 až 400 µg/m^3, detekční limit (DL) 2 µg/m^3.
Imisní limit
stanoven (120 µg/m^3) – jako maximální 8 hod. klouzavý průměr, hodnota nesmí být překročena více jak 25krát/rok, v průměru za tři roky.

Do sledování hmotnostních koncentrací ozónu byla v roce 2018 zahrnuta data z 57 stanic ve 47 městech a v 7 pražských obvodech.
Roční aritmetické průměry se na pozaďových stanicích pohybovaly v rozmezí 70 až 84 µg/m^3.
V městských lokalitách byly v rozsahu od 49 µg/m^3 na stanici v Ústí nad Labem (UULM), do 73 µg/m^3 na stanici ve Frýdlantu (LEFR). Hodnoty nad 80 µg/m^3 ročního průměru byly naměřeny na stanicích Rýchory v Krkonoších (HKRY) – 84,2 µg/m^3, Churáňov (CCHU) – 82,6 µg/m^3 a na stanici Polom (HPLO) – 80,2 µg/m^3, tedy na výše položených pozaďových stanicích primárně zaměřených na hodnocení dálkového transportu.
Na všech hodnocených stanicích překročil v roce 2018 nejvyšší denní 8hodinový klouzavý průměr 120 µg/m^3/8hod., nejvyšší hodnota byla naměřena na stanici ve Frýdlantu (LEFR) (181,2 µg/m^3/8hod.).

4 Těžké kovy

Z třinácti těžkých kovů (zahrnuto je i sledování Ti na stanici v SZÚ) sledovaných v rámci projektu ve vzorcích suspendovaných částic frakce PM_{10} odebraných z venkovního ovzduší jich bylo na 22 stanicích provozovaných zdravotními ústavy sledováno šest - arsen, kadmium, olovo, nikl, chrom a mangan. Součástí zpracování jsou i data z 24 stanic sítě AIM ČHMÚ, kde bylo sledováno celkem 12 prvků; mimo šesti výše uvedených se dále jednalo o vanad, selen, kobalt, železo, měď a zinek. U šesti měřicích stanic byly v roce 2018 k dispozici i paralelně měřené hodnoty kovů ve frakci $PM_{2,5}$.

Hmotnostní koncentrace vybraných kovů byly, na stanicích provozovaných ZÚ, získány ze čtrnáctidenních sumačních vzorků suspendovaných částic odebíraných podle jednotného harmonogramu. Vzduch se zde prosává v závislosti na typu separační hlavice rychlostí 2,3 m^3/hodinu přes membránový (acetyl/nitrocelulosa, nitrocelulosa) filtr (porosita 3 µm, průměr 47 mm).

V síti stanic provozované ČHMÚ jsou odebírány/analyzovány 24 hodinové vzorky v režimu každý druhý den.

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

Do vyhodnocení byly pro srovnání zahrnuty roční střední hodnoty stanic EMEP Košetice a Bílý Kříž a z dalších stanic charakterizovatelných jako pozaďové - Churáňov, Červená Hora, Souš, Jizerka, Kuchařovice a Svratouch.

4.1 Arsen – As

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

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

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

Význam malých zdrojů (lokálních topenišť spalujících pevná/fosilní paliva) potvrzuje jak hodnota 3,87 ng/m^3 ročního průměru na příměstské/vesnické stanici Kladno – Švermov, tak hodnoty naměřené na dalších podobně umístěných stanicích (Řeporyje, Vrapice, Lom u Mostu) nebo v Tanvaldu, kde se roční průměrná hodnota pohybovala mezi 2,7 až 3,5 ng/m^3 viz příloha č. 5, graf č. 10.

Hodnoty na stanicích ve městech, pravděpodobně i díky nadprůměrně teplým zimám, meziročně klesly.

- Roční střední hodnota z pozaďových stanic provozovaných ČHMÚ byla na úrovni 0,26 až 1 ng/m^3 – tj. maximálně na úrovni 16 % imisního limitu. Proti roku 2017 jsou hodnoty mírně zvýšené.
- Roční aritmetické průměry koncentrací arsenu v suspendovaných částicích pouze na třech stanicích překročily 3 ng/m^3 – tj. úroveň poloviny IL; hodnota ročního průměru 2 ng/m^3 byla v roce 2018 překročena pouze na devíti stanicích. Imisní limit nebyl v roce 2018 překročen na žádné stanici.
- Odhad střední hodnoty pro obydlené lokality – 1,13 ng/m^3 imisní limit naplňuje přibližně z 20 % a zároveň je téměř srovnatelný s hodnotami měřenými na pozaďových stanicích EMEP.

Teoretický odhad pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění při celoživotní expozici měřeným koncentracím arsenu se pro sledovaná města pohybuje v rozsahu 4 x 10^{-7} až 5,5 x 10^{-6}, tj. přibližně 4 případy z 10 miliónů až 6 případů z 1 milionu celoživotně exponovaných obyvatel (příloha č. 5, graf č. 18 a). Významu spalování pevných a fosilních paliv v malých městech a na předměstích odpovídá i odhad pro městské extenzivně dopravou a průmyslem nezatížené oblasti na úrovni 1,1 x 10^{-6}, tj. na úrovni 1 případ na 1 milion celoživotně exponovaných obyvatel.

Z analýzy zastoupení As v souběžně odebíraných vzorcích frakcí PM_{10} a $PM_{2,5}$ vyplývá, že ve frakci $PM_{2,5}$ je ≈ 90% arsenu a tento podíl se mírně liší podle podílu zastoupení průmyslových a malých zdrojů (příloha č. 5, graf č. 14). Význam výroby energie spalováním fosilních paliv - plošně působícího typu zdroje/zdrojů pak jednoznačně prokazuje průběh ročních hodnot, kdy v topné sezóně jsou hodnoty přibližně 2x vyšší. Podíl ve frakci $PM_{2,5}$ je naopak v létě vyšší – pravděpodobně se více prosazují průmyslové zdroje.

4.2 Kadmium – Cd

Roční aritmetické průměry se na pozaďových stanicích EMEP pohybovaly mezi 0,1 až 0,2 ng/m^3. Ze 44 zahrnutých stanic ve městech (93 %) byl roční průměr 0,5 ng/m^3 (10 % IL) překročen pouze na čyřech stanicích, dvou v Ostravě a dvou v okolí Tanvaldu (příloha č. 5, graf č. 11).

Na 15 městských stanicích se roční průměry pohybovaly na úrovni hodnot měřených na pozaďových stanicích, v ostatních případech může být příčinou lokálního mírného zvýšení spalování pevných paliv a odpadů v domácích topeništích.

Indikuje to i vysoký (až 90 % v zimním období) podíl kadmia ve frakci $PM_{2,5}$, zjištěný při analýze souběžně odebíraných vzorků frakcí PM_{10} a $PM_{2,5}$ (příloha č. 5, graf č. 14).

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

Imisní limit
IL – imisní limit stanovený jako roční aritmetický průměr - 0,005 µg/m^3 (5 ng/m^3).

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

Imisní limit nebyl na žádné stanici v roce 2018 překročen.

- Odhad střední hodnoty pro městské oblasti 0,21 ng/m^3 je proti hodnotám měřeným na pozaďových stanicích přibližně dvojnásobný.
- Hodnoty vyšší než 1,0 ng/m^3/rok (desetinásobek ročních průměrů na pozaďových stanicích) byly naměřeny na stanicích Tanvald (LTAS – 3,20 ng/m^3) a na stanici v Ostravě - Radvanice (TORE – 1,07 ng/m^3). Lze je shodně připsat vlivu průmyslových zdrojů.

Teoretický odhad pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění při celoživotní expozici měřeným koncentracím kadmia se pro sledovaná města pohybuje v rozsahu 2,0 x 10^{-8} až 1,6 x 10^{-6}, tj. na nejvíce exponované lokalitě cca 1 případ z 1 milionu, v ostatních případech cca 2 případy na sto miliónů celoživotně exponovaných obyvatel (příloha č. 5, graf č. 18 c). Odhad pro městské extenzivně dopravou a průmyslem nezatížené oblasti je na úrovni 1,0 x 10^{-7}, tj. přibližně 1 případ na 10 milionů celoživotně exponovaných obyvatel.

4.3 Olovo – Pb

Pb - Stanovení
ČSN 14902: "Kvalita ovzduší – normovaná metoda pro stanovení Pb, Cd, As a Ni ve frakci PM_{10} aerosolových částic" s detekčním limitem (DL) na úrovni 0,3 ng/m^3.
Imisní limit
IL – imisní limit stanovený jako roční aritmetický průměr - 0,5 µg/m^3 (= 500 ng/m^3 - odpovídá doporučené hodnotě WHO).

Odhad roční střední hodnoty hmotnostní koncentrace olova v aerosolu ve venkovním ovzduší sídel (≈ 7,4 ng/m^3/v roce 2018) řadí olovo již mezi zdravotně méně významné škodliviny. Potvrzuje to i shoda hodnot ročního aritmetického a geometrického průměru ve většině oblastí. Skutečnost, že hodnota ročního průměru nepřekročila 15 ng/m^3/rok (< 3 % IL) na 37 ze 44 do hodnocení zahrnutých měřicích stanic, svědčí o téměř zanedbatelném významu plošně působících zdrojů a o stabilitě a homogenitě měřených imisních hodnot bez velkých sezónních, klimatických i jiných výkyvů (příloha č. 5, graf č. 13). Imisní limit nebyl na žádné stanici v roce 2018 překročen.

- Odhad střední hodnoty pro městské oblasti (7,4 ng/m^3) je přibližně dvojnásobkem hodnot naměřených na pozaďových stanicích.
- Roční střední hodnoty > 20 ng/m^3 byly zjištěny pouze na 3 stanicích v Moravskoslezském kraji, mají lokální charakter a přímou souvislost s okolní průmyslovou zátěží, nejvyšší hodnota byla naměřena na stanici Ostrava – Radvanice (TORE) – 48,8 ng/m^3.

Z analýzy zastoupení Pb v souběžně odebíraných vzorcích frakcí PM_{10} a $PM_{2,5}$ vyplývá, že ve frakci $PM_{2,5}$ je více než 80 % olova a tento podíl se mírně liší podle podílu zastoupení průmyslových a malých zdrojů (příloha č. 5, graf č. 14).

4.4 Nikl – Ni

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

Hodnoty ročních aritmetických průměrů niklu na pozaďových stanicích EMEP nepřesáhly 0,5 ng/m^3/rok; na 27 (61 %) městských stanicích nepřesáhly 1 ng/m^3 tj. 5 % IL (příloha č. 5, graf č. 12).

- Odhad střední hodnoty pro obydlené oblasti je 0,76 ng/m^3.
- Nejvyšší hodnota ročního průměru byla naměřena na dvou stanicích v Ostravě (Ostrava TOMH – Mariánské Hory – 3,85 ng/m^3, Ostrava - Přívoz TOPR – 3,93 ng/m^3), kde dosáhla téměř 20 % IL.

Ni - Stanovení
ČSN 14902: "Kvalita ovzduší – normovaná metoda pro stanovení Pb, Cd, As a Ni ve frakci PM_{10} aerosolových částic" s detekčním limitem (DL) na úrovni 0,3 ng/m^3.
Imisní limit
IL – imisní limit stanovený jako roční aritmetický průměr - 0,020 µg/m^3 (= 20 ng/m^3).
Jednotka karcinogenního rizika (UCR) – 3,8 × 10^{-4} (µg.m^{-3})$^{-1}$.

Teoretický odhad pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění při celoživotní expozici měřeným koncentracím niklu se pro sledovaná města pohybuje v rozsahu 1,0 x 10^{-7} až 2,2 x 10^{-6}, tj. 1 případ na deset milónů až dva případy na milion celoživotně exponovaných obyvatel. Odhad pro městské dopravou a průmyslem nezatížené stanice je na úrovni 2,9 x 10^{-7}, tj. cca 3 případy na 10 milionů celoživotně exponovaných obyvatel. (příloha č. 5, graf č. 18 b). Z analýzy zastoupení Ni v souběžně odebíraných vzorcích frakcí PM_{10} a $PM_{2,5}$ vyplývá, že tento podíl náhodně kolísal v průběhu kalendářního roku a závisel na typu lokality (městská, městská pozaďová, průmyslová …. příloha č. 5, graf č. 14).

4.5 Mangan – Mn

Mn - Stanovení
ČSN 14902: "Kvalita ovzduší – normovaná metoda pro stanovení Pb, Cd, As a Ni ve frakci PM_{10} aerosolových částic" s detekčním limitem (DL) na úrovni 0,3 ng/m^3.
Imisní limit
Limit není stanoven, referenční koncentrace (Rfk) stanovená SZÚ – 0,15 µg/m^3/rok (150 ng/m^3/rok).

Roční průměry manganu na 36 stanicích nepřekročily 15 ng/m^3 (10 % RfK). Pouze na dvou průmyslem zatížených stanicích v Ostravě byly zjištěny hodnoty vyšší než 40 ng/m^3 (Ostrava Radvanice - TORO 45,1 ng/m^3 a Ostrava Poruba - TOPO 71,7 ng/m^3, tj. cca 50 % stanovené RfK). Hodnoty ročních aritmetických průměrů na pozaďových stanicích EMEP nepřekročily 5 ng/m^3.

Referenční koncentrace nebyla v roce 2018 překročena na žádné měřicí stanici. Roční průměr nad 20 ng/m^3 byl naměřen na průmyslovým zdrojem (metalurgie) zatížených stanicích v Moravskoslezském kraji (v Karviné - TKAO, v Ostravě – TORE a TOMH a v Českém Těšíně - TCTN).

Z analýzy zastoupení Mn v souběžně odebíraných vzorcích frakcí PM_{10} a $PM_{2,5}$ vyplývá v městech vyšší podíl v hrubé frakci PM_{10} než $PM_{2,5}$, kde je 30 až 60 % celkového obsahu Mn; na průmyslových stanicích v Moravskoslezském kraji je 50 až 75 % Mn ve frakci $PM_{2,5}$, vyšší hodnoty byly měřeny v zimních měsících.

4.6 Chrom – Cr

Na 39 z 44 hodnocených stanic se roční aritmetické průměry pohybovaly v rozmezí 0,4 - 4 ng/m^3, pouze na dvou Ostravských stanicích – Radvanice TORE a Mariánské Hory TOMH bylo naměřeno více jak 5 ng/m^3 (6,9 ng/m^3 a 7,5 ng/m^3).

Konzervativní odhad střední hodnoty v zahrnutých městech je 1,46 ng/m^3/rok.

Za modelového odhadu, při středním zastoupení Cr^{VI+} ve směsi na úrovni 0,1 až 0,5 %, by se koncentrace Cr^{VI+} pohybovaly převážně v rozmezí 0,002 - 0,01 ng/m^3, tedy pod úrovní 40 % referenční koncentrace.

Z analýzy zastoupení Cr v souběžně odebíraných vzorcích frakcí PM_{10} a $PM_{2,5}$ vyplývá, že tento podíl se mění v závislosti na roční době a lokalitě v rozsahu od 30 do více než 90 % podílu Cr ve frakci $PM_{2,5}$.

Cr - Stanovení

ČSN 14902: "Kvalita ovzduší – normovaná metoda pro stanovení Pb, Cd, As a Ni ve frakci PM10 aerosolových částic" s detekčním limitem (DL) na úrovni 0,3 ng/m^3.

Imisní limit

Imisní limit - není stanoven, referenční koncentrace SZÚ (pouze pro Cr^{VI+}) – 2,5 × 10^{-5} µg/m^3/rok (0,025 ng/m^3/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.

4.7 Titan, vanad, železo, kobalt, zinek, selen a měď

Titan je ve zkušebním módu měřen pouze na jedné stanici. Ostatní kovy ve frakci PM_{10} jsou měřeny pouze na stanicích provozovaných ČHMÚ. Nejsou stanoveny imisní limity a zatím ani hodnoty použitelné pro hodnocení jejich expozice a vlivu na zdraví, proto jsou zpracovány pouze v tabelární formě dostupné na http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/imisky/tk_2018.pdf.

5 Specifické sledované látky

5.1 VOC – těkavé organické látky

Do zpracování za rok 2018 byly zahrnuty hodnoty benzenu měřené na 33 stanicích, z nichž 2 stanice (Košetice – JKOS a Rudolice v Horách - URVH) lze klasifikovat jako pozaďové. Všechny stanice provozuje ČHMÚ v rámci státní imisní sítě AIM.

Úroveň znečištění ovzduší benzenem se v roce 2018 v měřených městských lokalitách pohybovala v rozmezí 0,7 – 5,1 µg/m^3/rok, imisní limit pro benzen byl překročen na jedné stanici v Ostravě (Přívoz – TOPR) (příloha č. 5, graf č. 4).

VOC - 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 µg/m^3/rok. Jednotka karcinogenního rizika (UCR) je 6 × 10^{-6}(µg.m^{-3})$^{-1}$.

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

- Hodnoty ročního aritmetického průměru na pozaďových stanicích byly 0,7 µg/m^3 a 1,1 µg/m^3.
- Rozpětí ročních průměrů na městských stanicích nezatížených průmyslem a intenzivní dopravou se pohybuje mezi 0,8 až 1,6 µg/m^3, což je srovnatelné s úrovní zátěže v některých městských lokalitách. Odhad střední hodnoty v městech je 1,2 µg/m^3/rok.
- V dopravně silně zatížených lokalitách byla střední roční hodnota 1,3 µg/m^3/rok (rozpětí 1,0 – 2,4 µg/m^3).
- V průmyslově zatížených lokalitách (chemický průmysl, metalurgie…) jsou dlouhodobě zjišťovány nejvyšší střední hodnoty (2,5 µg/m^3/rok). Rozpětí naměřených koncentrací je poměrně široké 0,9 až 5,1 µg/m^3/rok.

Teoretický odhad pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění při celoživotní expozici měřeným koncentracím benzenu pro města v ČR je 7,2 x 10^{-6} (tj. cca 1 osoba na 100 tisíc obyvatel), rozpětí ve sledovaných městech je od 4,2 x 10^{-6} po 2,6 x 10^{-5} (viz příloha č. 5, graf č. 18 d), tj. od 4 – 26 osob na 1 milion celoživotně exponovaných obyvatel.

5.2 PAU – polycyklické aromatické uhlovodíky

PAU - Stanovení

ISO 12884: „Stanovení sumy (pevná a plynná fáze) polycyklických aromatických uhlovodíků ve vnějším ovzduší – odběr na filtry a sorbent s analýzou metodou GS/MS“

ČSN EN 15549:„Kvalita ovzduší – Normovaná metoda stanovení benzo[a]pyrenu ve venkovním ovzduší“ s detekčním limitem (DL) na úrovni 0,02 ng/m^3.

Imisní limit

Je stanoven pro benzo[*a*]pyren (BaP) jako roční – 0,001 µg/m^3 (1 ng/m^3).

Jednotka karcinogenního rizika (UCR) pro BaP – 8,7 × 10^{-2}(µg.m^{-3})$^{-1}$.

Referenční koncentrace (Rfk) je stanovena jako roční pro benzo[*a*]antracen – 0,01 µg/m^3 (10 ng/m^3).

Do zpracování za rok 2018 byly zahrnuty hodnoty polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU) měřené na 41 stanici, z nichž 2 stanice (Košetice - JKOS a Kuchařovice - BKUC) lze klasifikovat jako pozaďové. Sledováno bylo spektrum pro své karcinogenní účinky významných výšemolekulárních PAU, majoritně vázaných na submikronových částicích.

V režimu odběrů každý třetí den byl sledován soubor 9 základních PAU:

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

Vyhodnocován byl i toxický ekvivalent BaP - TEQ. Výběrově, na 22 stanicích ČHMÚ, byl sledován coronen (COR).

Z porovnání imisních charakteristik stanic umístěných v jednotlivých typech městských lokalit vyplývá, že se jedná vždy o kombinaci vlivu dvou hlavních zdrojů emisí PAU (domácí topeniště a doprava), kdy se emise z liniových zdrojů sčítají s městským pozadím ovlivňovaným lokálními malými zdroji. Specifickým případem je exponovaná ostravsko-karvinská aglomerace,

kde se k obvyklým zdrojům (doprava a lokální zdroje) přidávají jako majoritní zdroje velké průmyslové celky a dálkový transport.

V centrech městských celků a aglomerací lze zátěž z dopravy charakterizovat jako plošnou, rozdíly mezi málo a významně exponovanými lokalitami jsou minimální.

Domácí topeniště se prosazují hlavně v okrajových částech měst a v místech s významným podílem spalování fosilních/pevných paliv. Tyto lokality se vyznačují vyššími koncentracemi v topném období a hodnotami pod mezí detekce v netopném období. Výše uvedené závěry lze aplikovat na měřené hodnoty jednotlivých PAU.

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

- Hodnota ročního aritmetického průměru na pozaďových stanicích byla mezi 0,4 až 0,5 ng/m^3 a zároveň se zde hmotnostní koncentrace v zimním období pohybovaly v jednotkách ng/m^3. Srovnatelnou úroveň zátěže lze najít v některých městských lokalitách.
- Rozpětí ročních průměrů na městských stanicích nezatížených průmyslem a intenzivní dopravou se pohybuje mezi 0,5 až 3,9 ng/m^3, odhad střední hodnoty je 1,4 ng/m^3/rok. V letním období zde byly měřeny 24hodinové koncentrace na úrovni detekčního limitu (pod 0,02 ng/m^3), v zimním období pak nepřekračovaly 15 ng/m^3.
- V dopravně silně zatížených lokalitách byla střední roční hodnota 1,5 ng/m^3/rok (rozpětí 0,5 až 2,9 ng/m^3), tyto lokality se vyznačovaly menší variabilitou mezi hodnotami naměřenými v zimním a letním období.
- V průmyslově zatížených lokalitách (chemický průmysl, metalurgie…), především v ostravsko-karvinské pánvi, jsou až několikanásobně vyšší roční střední hodnoty (0,9 až 7,7 ng/m^3/rok) se zimními 24hodinovými maximy v řádu desítek ng/m^3. V letním období se zde měřené hodnoty nejčastěji pohybovaly do 1 ng/m^3; střední roční hodnota pro tyto lokality byla 3,2 ng/m^3.

V roce 2018 byla hodnota imisního limitu pro benzo[*a*]pyren překročena na 27 z 39 do zpracování zahrnutých městských stanic (příloha č. 5, graf č. 5). Limit byl několikanásobně překročen především na všech stanicích v Ostravě (roční průměr mezi 2,0 až 7,7 ng/m^3/rok), trojnásobně na stanicích v Karviné (TKAO) a v Českém Těšíně (TCTN). Vysoké hodnoty byly dále zjištěny v Kladně Švermově (SKLS), Valašském Meziříčí (ZVMZ) a na stanici v okrese Nový Jičín (Studénka – TSTS). Na ostatních městských stanicích byla hodnota IL překročena maximálně o 60 %. Nejnižší hodnoty, pod 0,6 ng/m^3/rok, naměřené na městských stanicích v Brně – Líšni (BBNI), Brno - Masná (BBNA), v Ústí nad Labem – P. Diviše (UUDI), v Jihlavě (JJIZ) a ve Žďáru n. Sázavou (JZNZ) jsou srovnatelné s koncentracemi zjištěnými na pozaďových stanicích. Hodnoty měřené na venkovských nebo předměstských a příměstských stanicích dokazují existenci významně zatížených lokalit, kde může docházet a dochází až k několikanásobnému překročení imisního limitu.

Teoretický odhad pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění při celoživotní expozici měřeným koncentracím benzo[*a*]pyrenu se pro v České republice pohybuje v rozsahu $3{,}7 \times 10^{-5}$ až $6{,}7 \times 10^{-4}$, tj. 4 – 67 osob na 100 tisíc celoživotně exponovaných obyvatel. Odhad pro městské, dopravou a průmyslem významně nezatížené lokality je na úrovni 12 osob na 100 tisíc (příloha č. 5, graf č. 18 e).

Význam emisí z velkých průmyslových zdrojů a lokálně působících emisí z malých energetických zdrojů je zřejmý i u další látky, pro kterou je stanovena referenční koncentrace, a to u benzo[*a*]antracenu (BaA):

- u benzo[*a*]antracenu (příloha č. 5, graf č. 6 a) byly zjištěny roční průměry v širokém rozpětí 0,6 – 10,4 ng/m^3. Na městských stanicích mimo Ostravsko-karvinskou pánev se roční střední hodnoty pohybovaly v rozsahu od 0,6 do 4,8 ng/m^3/rok, spodní hranice tohoto intervalu je pak plně srovnatelná s ročním průměrem naměřeným na pozaďových stanicích.
- Stanovená referenční koncentrace (10 ng/m^3) byla překročena průmyslem a lokálními topeništi silně zatížené stanici v Ostravě v Radvanicích – TORE (10,4 ng/m^3). Na ostatních stanicích v Ostravsko-karvinské pánvi byly roční průměry v rozmezí 2,9 až 6,2 ng/m^3/rok.
- Význam vlivu lokálních malých spalovacích zdrojů pak charakterizuje hodnota BaA naměřená na venkovské stanici v Kladně-Švermově – 4,8 ng/m^3/rok.

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 grafu č. 7 v příloze č. 5, kde měsíční průměry BaA, BaP v městských oblastech vykazují významné rozdíly. V zimním období jsou nejen několikanásobně vyšší střední hodnoty, ale i velké rozpětí mezi jednotlivými stanicemi, které u BaA i BaP představuje více než 10 ng/m^3/měsíc. Naproti tomu v letních měsících jsou hodnoty vyrovnanější, např. v červnu 2018, kdy byly měřeny nejnižší hodnoty, bylo rozpětí měsíčních průměrů BaP mezi stanicemi 1 ng/m^3.

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 popsaných zástupců - benzo[*a*]pyrenu. Vyjadřuje se proto jako toxický ekvivalent benzo[*a*]pyrenu (TEQ BaP) a jeho výpočet je dán součtem součinů toxických ekvivalentových faktorů (TEF) stanovených US EPA (tab. 5) a měřených koncentrací.

Tabulka č. 5. - 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[*c,d*]pyren	0,1

Z vypočtených hodnot TEQ BaP (příloha č. 5, graf č. 6 b) je patrné, že nejvyšší hodnoty toxického ekvivalentu BaP byly v roce 2018 zjištěny na stanici v Ostravě – Radvanicích – TORE - (11,3 ng/m^3/rok). Ta monitoruje vliv velkého průmyslového zdroje. Rovněž na dalších průmyslem zatížených stanicích v MSK byly nalezeny hodnoty TEQ BaP (3,6 a 7,0 ng/m^3/rok), které jsou výrazně vyšší než na městských stanicích v jiných krajích ČR. Tam se roční hodnoty nezávisle na úrovni zátěže z dopravy pohybovaly od 0,8 do 5,7 ng/m^3. Potenciální vliv malých lokálních zdrojů na pevná paliva a dopravy v těžko odvětrávaných místech v malých sídlech pak dobře ilustruje hodnota 5,7 ng/m^3 na stanici v Kladně – Švermově (SKLS) a hodnoty 2,4 až 2,7 ng/m^3 na stanicích v Praze v Řeporyjích (AREP) a v Brandýse n/Labem.

Na grafu č. 8 v příloze č. 5 je znázorněno rozpětí koncentrací BaP, BaA a TEQ BAP v letech 2005 – 2018 na stanicích, které PAU měří nepřetržitě minimálně 5 let (celkem 28 stanic). Je zřejmé, že pro BaP byl imisní limit překročen alespoň jednou na všech stanicích s výjimkou pozaďových stanic v Košeticích a Kuchařovicích. Naopak k překračování referenční koncentrace pro BaA dochází dlouhodobě pouze na stanici v Ostravě Radvanicích.

Význam lokálních zdrojů i vliv meteorologických podmínek je dobře patrný z grafu č. 9, příloha č. 5. Zde jsou zobrazeny koncentrace BaP a BaA v letech 2005 - 2018 pro tři různá období - topná sezóna, přechodná a netopná sezóna na čtyřech vybraných stanicích, které představují různé typy lokalit. Na pozaďové stanici v Košeticích se roční průměry pohybovaly v rozmezí 0,2 – 0,7 ng/m^3, v netopné sezóně byly měřeny hodnoty poblíž meze stanovitelnosti (0,02 ng/m^3) a v topné sezóně v rozmezí 0,6 – 1,5 ng/m^3. Na městské středně dopravně zatížené stanici v Praze 10 byly hodnoty v netopné sezóně srovnatelné s Košeticemi, v přechodné a topné sezóně byly téměř dvojnásobné. Na stanici reprezentující významnou zátěž průmyslem v Ostravě Radvanicích ani v netopné sezóně neklesaly průměrné koncentrace BaP pod 1 ng/m^3 (roční limit pro BaP), v přechodné se pohybovaly v rozmezí 6,3 – 10,2 ng/m^3, v topné sezóně dosahovaly koncentrace až desítek ng/m^3. Na další průmyslem zatížené stanici v Karviné byly ve všech typech sezón průměrné koncentrace BaP méně než poloviční ve srovnání se stanicí v Ostravě Radvanicích. Z grafů rovněž vyplývá úzká souvislost mezi měřenými hodnotami BaP a BaA ve všech typech lokalit.

Odhad lineárního trendu BaP v sídlech ČR za posledních 10 let je možno popsat jako nerostoucí lineární trend. Interpretovat to lze jako víceméně dlouhodobě stabilní zátěž danou zastoupením spolupůsobících zdrojů, jejíž aktuální úroveň v současnosti nejvíce ovlivňují meteorologické jevy, případně režim provozu malých energetických zdrojů.

6 Validace naměřených hodnot

6.1 Hodnoty pod mezí detekce použitých analytických postupů

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

Tabulka č. 6. - Meze detekce používaných automatizovaných/on-line postupů

Látka	Metoda	detekční limit
oxid siřičitý	UV fluorescence	3 µg/m³
oxidy dusíku	chemiluminiscence	1,2-2 µg/m³
oxid uhelnatý	IR korelační spektrometrie	100 µg/m³
ozón	UV fotometrie	2 µg/m³
suspendované částice	β-absorbce, optical counters	10 µg/m³

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

Tabulka č. 7. - Meze detekce používaných aspiračních/nepřímých postupů

Látka	Metoda	detekční limit
suspendované částice	(gravimetrie)	10 µg/m³
benzen	sorbční trubičky, GC-MS	0,1 až 1 µg/m³
kadmium	ICP - MS	0,001 ng/m³
chrom		0,02 ng/m³
olovo		0,002 ng/m³
arsen		0,02 ng/m³
nikl		0,01 ng/m³
mangan		0,002 ng/m³
měď		0,15 ng/m³
zinek		0,3 ng/m³
PAU	ISO EN 12884	0,02 ng/m³

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

6.2 Zásahy do hodnot naměřených v roce 2018

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

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

VII. Komplexní hodnocení kvality ovzduší

Komplexní hodnocení kvality ovzduší bylo, již standardně, v roce 2018 provedeno pro základní identifikované typy městských lokalit viz příloha č. 1. Tento postup je používán od roku 2007, kdy nahradil původní přístup k hodnocení městských celků nebo hodnot na jedné měřicí stanici. Kritérii rozdělení byla primárně intenzita okolní dopravy, dále podíl jednotlivých typů zdrojů vytápění a zátěž významným průmyslovým zdrojem. V případě, že v daném typu lokality nebyla v roce 2018 určitá specifická látka nebo typ látek sledovány, daná kategorie městských lokalit byla hodnocena podle odhadu střední zátěže v městských lokalitách (kategorie 2 až 5). Vypočtené hodnoty ale nelze vzhledem ke změnám v zařazení některých stanic a změnám v jejich počtu přímo srovnávat s výsledky z minulých let.

A. Index kvality ovzduší - IKO_R

Nejčastěji byl v roce 2018 ve městech a v okolí velkých průmyslových zdrojů překračován imisní limit pro benzo[*a*]pyren (27 stanic) a kritérium maximálního překročení denního imisního limitu pro suspendované částice frakce PM_{10} (celkem 34 stanic). V pražské aglomeraci s vysokou hustotou dopravních komunikací byl na dvou stanicích překročen IL pro oxid dusičitý, na 11 stanicích v Moravskoslezském kraji IL pro frakci $PM_{2,5}$. Lokálně se objevují ojedinělá překročení stanoveného ročního imisního limitu např. pro benzen na stanici Ostrava Přívoz (TOPR) nebo pro suspendované částice frakce PM_{10} (Ostrava Radvanice – TORE a Veřňovice – TVER).

Zpracování 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 (NO_2), suspendovaných částic frakce PM_{10} a $PM_{2,5}$, arzenu, kadmia, niklu, olova, benzenu a benzo[*a*]pyrenu. (Bližší k IKO_R je možno nalézt na http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/organizace_mzso/index_kvality_ovzdusi.pdf.) Na grafu č. 15 v příloze č. 5 jsou znázorněny vypočtené hodnoty IKO_R, pro srovnání jsou zde (jako kategorie č. 11) uvedeny hodnoty vypočtené pro pozaďové stanice (IKO_R = 0,67 až 0,80), tedy hodnoty víceméně dlouhodobě stabilní.

Z vypočtených hodnot IKO_R za rok 2018 vyplývá, že:

- Na hranici první a druhé třídy kvality ovzduší se pohybovala většina městských pozaďových lokalit; venkovské pozaďové lokality, charakterizované stanicemi EMEP, spadaly do první třídy.
- Skupinové zpracování zvýraznilo význam vlivu malých lokálních zdrojů na kvalitu ovzduší ve městech. Průměrná hodnota IKO_R v městských obytných zónách pouze s lokálními zdroji vytápění se pohybovala, v závislosti na lokálních podmínkách, v druhé třídě kvality ovzduší (IKO_R = 1,13 až 1,17).
- Střední hodnoty vypočítané pro jednotlivé typy městských lokalit bez významné zátěže průmyslovou výrobou se pohybují od 1,20 do 1,62 tj. stále v rozsahu druhé třídy kvality ovzduší.
- V lokalitách ovlivněných průmyslovými zdroji, zvláště v ostravsko-karvinské oblasti, byla maximální hodnota IKO_R pro kategorie 8 až 10 (3,02) tj. ve čtvrté třídě IKO_R (ZNEČIŠTĚNÉ OVZDUŠÍ).

- Přes velmi řídké pokrytí předměstských či vesnických oblastí měřením, lze odhadovat, že v ČR i v roce 2018 byla malá či střední sídla, kde se hodnoty IKO_R pohybovaly na hranici 2. a 3. třídy kvality ovzduší IKO_R (viz hodnota v kategorii č. 16 (IKO_R = 2,18).

Průměrná hodnota charakterizující městské stanice v ČR, odhadnutá pro kategorie 2 až 5 (viz příloha č. 1), spadá do druhé třídy (IKO_R = 1,25) – což představuje proti roku 2017 mírné zlepšení – hodnoty v posledních letech oscilují těsně nad hranicí druhé třídy kvality ovzduší. Střední hodnota IKO_R 1,44 v roce 2018 odhadnutá pro celou Českou republiku je srovnatelná s hodnotou 1,46 v roce 2017.

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 č. 16, příloha č. 5, kde jsou zobrazeny odhady úrovně expozice jednotlivým zdravotně významným škodlivinám ve venkovním ovzduší. Na dalším grafu (graf č. 17, příloha č. 5) je zpracován odhad podílu průměrných ročních koncentrací škodlivin v základních typech městských lokalit a příslušných limitních hodnot pro rok 2018, v procentech limitní hodnoty. Pro srovnání jsou zde zahrnuty i výsledky pozaďových stanic provozovaných ČHMÚ.

Ve všech hodnocených typech městských a vesnických lokalit překračuje suma individuálních podílů hodnotu 1 a pohybuje se v rozsahu od 3,4 (městské pozaďové oblasti) do 9,15, s nejvyššími hodnotami v průmyslem exponovaných lokalitách na Ostravsku. Pro republikové pozaďové stanice byla v roce 2018 odpovídající hodnota 2,03 (1,88 v roce 2017, 1,63 v roce 2016; 1, 58 v roce 2015; 1,86 v roce 2014; 2,44 v roce 2013).

Z detailnějšího rozboru vyplývá:

- Zátěž měřených lokalit suspendovanými částicemi frakce PM_{10} má v městech plošný charakter; hodnoty podílu se zde pohybují v rozsahu od 0,36 do 1,11. Odpovídající hodnota pro pozaďové stanice byla 0,44.
- Vysoká variabilita zátěže měřených městských lokalit PAU (indikátor benzo[*a*]pyren), kde se hodnoty podílu pohybují v rozsahu od 0,42 v městských oblastech až po maximum 7,74 na stanici v průmyslem zatížené oblasti v Ostravě. Odpovídající hodnota z pozaďových stanic ČHMÚ byla 0,42.
- Variabilní, lokálně vysoká zátěž ovzduší oxidem dusičitým (hodnoty podílu se pohybují od 0,22 do 1,36, s maximem v městských dopravně exponovaných lokalitách), arsenem (od 0,1 do 0,65 v lokalitách s významným podílem spalování fosilních paliv) a benzenem 0,16 až 0,57 respektive 1,02 v Ostravě Přívoze.
- Nižší zátěž ovzduší Cd s podílem k limitu < 0,1 (výjimkou jsou průmyslové oblasti a okolí Tanvaldu – 0,64), Ni s podílem ročních středních hodnot k limitu < 0,2 a již téměř nevýznamná zátěž ovzduší Pb, kde se hodnota podílu přiblížila k úrovni 0,1 pouze na stanici v průmyslové vlečce (Ostrava Radvanice - TORE).

I přes nedostatek podkladů o kvalitě ovzduší v předměstských a vesnických lokalitách, které jsou stacionárním měřením pokryty v minimálním rozsahu, lze zde očekávat existenci oblastí, kde suma podílů imisních limitů a ročních aritmetických

průměrů může být významně zvýšená (v roce 2018 se zde hodnoty sumy imisních limitů pohybovaly v rozsahu 2,4 až 4,8).

C. 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 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 předpověď výskytu zdravotních účinků u exponovaných osob.

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

Působení **oxidu dusičitého (NO_2)** je spojováno se zvýšením celkové, kardiovaskulární a respirační úmrtnosti. Je majoritně emitován při spalování, nejvyšší měřené hodnoty nalézáme v oblastech zatížených intenzivní dopravou a vytápěním. Jeho koncentrace vysoce korelují s ostatními primárními i sekundárními zplodinami. Nelze proto jasně stanovit, zda pozorované zdravotní účinky jsou důsledkem nezávislého vlivu NO_2 nebo spíše působením celé směsi látek, zejména aerosolu, uhlovodíků, ozónu a dalších látek. Hlavním účinkem krátkodobého působení vysokých koncentrací NO_2 je nárůst reaktivity dýchacích cest. Na základě působení na změny reaktivity u nejcitlivějších astmatiků je také odvozena doporučená hodnota WHO pro 1hodinovou koncentraci NO_2 (200 $\mu g/m^3$). Nejvíce jsou oxidu dusičitému vystaveni obyvatelé velkých městských aglomerací významně ovlivněných dopravou. Pro děti znamená expozice vyšším hodnotám NO_2 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. Přestože některé kvantitativní vztahy expozice a zdravotních účinků NO_2 (např. na celkovou, kardiovaskulární a respirační úmrtnost) již byly specifikovány, nelze jednoznačně stanovit míru překrývání těchto účinků s působením ostatních znečišťujících látek v ovzduší. Proto WHO doporučuje hodnotit zdravotní dopady znečištění ovzduší na základě vztahů pro aerosolové částice, ve kterých je vliv NO_2 i dalších znečišťujících látek zahrnut.

Aerosolové částice obsažené ve vdechovaném vzduchu mají široké spektrum účinků na srdečně-cévní a respirační ústrojí. Dráždí sliznici dýchacích cest, mohou způsobit změnu struktury i funkce řasinkové tkáně, zvýšit produkci hlenu a snížit samočisticí 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 tom 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 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 působících 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 u dětí a neurologické poruchy u 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 $\mu g/m^3$.

Krátkodobá expozice zvýšeným koncentracím aerosolových částic se podílí na nárůstu celkové nemocnosti i úmrtnosti, zejména na onemocnění srdečně-cévní a dýchací a 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 při spirometrickém vyšetření.

Zásadním ukazatelem zdravotních dopadů dlouhodobé expozice je **odhad počtu předčasně zemřelých pro dospělou populaci nad 30 let věku 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 byla použita funkce koncentrace-účinek doporučená v závěrečné zprávě projektu Světové zdravotnické organizace HRAPIE. Doporučení pro hodnocení dlouhodobých účinků suspendovaných částic frakce $PM_{2,5}$ vychází ze závěrů metaanalýzy třinácti různých kohortových studií provedených na dospělé populaci v Evropě a Severní Americe. Podle autorů nárůst průměrné roční koncentrace frakce suspendovaných částic $PM_{2,5}$ o 10 $\mu g/m^3$ zvyšuje celkovou úmrtnost exponované populace nad 30 let o 6,2 %. Relativní riziko (RR) je 1,062 (95 % CI 1,040, 1,083) na 10 $\mu g/m^3$.

Pro hodnocení byly použity koncentrace v ČR plošněji měřené frakce PM_{10}. Postup výpočtu byl upraven na základě odhadu průměrného zastoupení frakce $PM_{2,5}$ ve frakci PM_{10}.

Poznámka: Průměrný roční podíl suspendovaných částic frakce $PM_{2,5}$ ve frakci PM_{10}, vypočítaný z hodnot souběžně měřených na 57 stanicích, se pohyboval od 57 % do 86 % se střední hodnotou 76 % v roce 2018. Dlouhodobému průměru podílu frakce $PM_{2,5}$ ve frakci PM_{10} v České republice odpovídá hodnota 75 %.

Navýšení roční koncentrace PM_{10} o každých 10 $\mu g/m^3$ nad 13,3 $\mu g/m^3$/rok pak v tomto případě zvyšuje odhad celkové předčasné úmrtnosti exponované populace o 4,65 %.

- Na základě odhadu průměrné koncentrace suspendovaných částic frakce PM_{10}, v roce 2018 v městském prostředí mimo Moravskoslezský kraj (24,0 $\mu g/m^3$), lze zhruba odhadnout, že v důsledku znečištění ovzduší touto škodlivinou byla celková úmrtnost navýšena o 4,98 % při zohlednění průměrného 75 % zastoupení frakce $PM_{2,5}$ ve frakci PM_{10}.
- Vzhledem k rozmezí průměrných ročních koncentrací této škodliviny v různých typech sídelních lokalit, které se pohybovaly od 18 $\mu g/m^3$ do 44,2 $\mu g/m^3$, se odhad podílu předčasně zemřelých v důsledku znečištění ovzduší PM_{10} na celkovém počtu zemřelých pohybuje od 2,2 % v městských lokalitách bez dopravní zátěže až po 14,4 % v dopravně exponovaných a průmyslových oblastech, při zohlednění průměrného 75 % zastoupení frakce $PM_{2,5}$ ve frakci PM_{10}.
- Celkový počet zemřelých v roce 2018 činil 112 920 (zdroj: ČSÚ 2019). Na základě údajů za roky 2012 až 2017 lze odhadnout, že zhruba 6 % činí podíl zemřelých mladších 30 let a podíl zemřelých na vnější příčiny. Počet zemřelých nad 30 let po vyloučení zemřelých na vnější příčiny byl 106,145 tisíc osob v roce 2018.
- Z uvedených dat lze odhadnout počet předčasných úmrtí, na kterých se podílela expozice suspendovaným částicím frakce PM_{10}. Ten byl v roce 2018 na úrovni 5 600 osob při průměrném 75 % zastoupení frakce $PM_{2,5}$ ve frakci PM_{10}. Od roku 2011 nevýznamně klesající trend vystřídal mírný nárůst; hodnoty jsou ale vždy primárně závislé na meteorologických podmínkách.

Tabulka č. 8 – Vývoj (2009 – 2018) hodnot navýšení celkové roční úmrtnosti o „předčasná úmrtí“ za posledních 10 let - střední hodnota a rozpětí hodnot v ČR

počet předčasných úmrtí/rok	2009	2010	2011	2012	2013
PM_{10} - (75 % podíl $PM_{2,5}$)	3 500 (0–14 600)	4 500 (0–24 500)	6 500 (0–16 200)	5 500 (0–17 200)	5 200 (0–15 200)
počet předčasných úmrtí/rok	2014	2015	2016	2017	2018
PM_{10} - (75 % podíl $PM_{2,5}$)	5 200 (700–13 500)	4 800 (2 000–12 000)	4 000 (700–11 500)	5 200 (1 300–13 100)	5 600 (2 300–13 400)

Poznámky:

- *Navýšení celkové úmrtnosti bylo počítáno z rozpětí měřených hodnot v ČR a ze středních hodnot pro města v České republice. K odhadu průměrné městské hodnoty (městského pozadí) byla použita střední roční hmotnostní koncentrace vypočtená pro stanice charakterizující městské obytné zóny kategorií 2 až 5 v ČR (viz příloha č. 1).*
- *Při přepočtu účinků PM_{10} byl použit, na základě doporučení WHO, odhad střední hodnoty zastoupení frakce $PM_{2,5}$ ve frakci PM_{10} pro Českou republiku na úrovni 75 %.*
- *Hodnoty ročního průměru $PM_{10} \leq 13{,}3\ \mu g/m^3$ hodnoceny jako 0.*

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. rok 2017.

Pro odhad počtu ztracených let života v důsledku dlouhodobé expozice obyvatel aerosolovým částicím ve venkovním ovzduší byla použita funkce koncentrace-účinek doporučená v projektu Světové zdravotnické organizace HRAPIE RR= 1,062 (CI 95% 1,40 - 1,083). Nejistota odhadu je pak vyjádřena jednak z hlediska rozpětí funkce koncentrace-účinek v podobě vyjádření odhadu s 95 % intervalem spolehlivosti a dále variantním uvažováním výše expozice. Protože nelze stanovit prahovou hodnotu expozice $PM_{2,5}$, která by mohla být považována za bezpečnou pro lidské zdraví, byla v odhadu jako hodnota teoretické nejnižší rizikové expozice použita WHO udávaná mezní koncentrace $PM_{2,5}$ 5 $\mu g/m^3$. V ČR je ale frakce $PM_{2,5}$ měřena na příliš malém počtu stanic, proto byly pro odhad YLLs použity hodnoty frakce PM_{10}, přepočítané konverzním koeficientem $PM_{2,5}/PM_{10}$ = 0,75, který popisuje průměrný podíl jemných částic frakce $PM_{2,5}$ na obsahu měřených částic frakce PM_{10}.

Pro analýzu počtu ztracených let života v důsledku znečištění ovzduší aerosolovými částicemi byly použity zkrácené úmrtnostní tabulky pro 5leté věkové skupiny a každé pohlaví zvlášť za rok 2017 (předpoklad podobných měr úmrtnosti v rámci věkové skupiny). Údaje o obyvatelstvu byly čerpány z veřejně dostupných statistik ČSÚ. Jedná se o počet (exponovaných) obyvatel nad 30 let (=populační skupina, pro kterou jsou účinky znečištění ovzduší PM na kardiovaskulární systém a další poškození relevantní, a byla pro ni nalezena funkce dávka-účinek) jako střední stav obyvatelstva k 1. 7. 2017 a dále údaje o intenzitě úmrtnosti bez vnějších příčin smrti (MKN10, dg. S00-T98) v roce 2017. Na základě dat o úmrtnosti byla spočtena naděje dožití e_x pro 5leté věkové skupiny mužů a žen za hypotetického předpokladu neexistence úmrtí v důsledku vnějších příčin. Pro odhad vlivu znečištění ovzduší aerosolovými částicemi na předčasnou úmrtnost byly použity průměrné roční hmotnostní koncentrace frakce PM_{10} na stanicích zařazených do kategorií 2 – 5 (jedná se o konzervativní odhad, kdy jsou hodnocena data z městských stanic, které

reprezentují „běžné městské prostředí“, kdy jsou vyloučeny stanice s velmi vysokou dopravní zátěží tj. nad 10 tisíc vozidel denně, a dále stanice významně ovlivněné průmyslovou výrobou - viz příloha č. 1). Lokality v tomto rozsahu kategorií dobře charakterizují typické prostředí sídel - obytné zóny s běžnými zdroji znečištění a s nízkou až středně vysokou dopravní zátěží.

Výpočet vycházel tedy z odhadu středních ročních koncentrací PM_{10} v městských kategoriích 2 až 5 v ČR a v ČR bez stanic v Moravskoslezském kraji (MSK), které v roce 2017 činily 24,8 respektive 23,2 $\mu g/m^3$. Důvodem je, že v MSK jsou v důsledku specifických podmínek regionálního pozadí a přeshraničního přenosu imisí dlouhodobě zjišťovány roční koncentrace zvýšené v průměru o zhruba 5 až 15 $\mu g/m^3$/rok ve srovnání s obdobnými lokalitami jinde v republice. Proto pro převažující území republiky jsou relevantní údaje z lokalit mimo MSK. Výše uvedená konzervativní varianta ale může vyloučením nejvíce zatížených městských oblastí v MSK situaci podhodnocovat. Proto byl proveden alternativní výpočet se zohledněním i této oblasti. Tato varianta tak zahrnuje veškeré běžné městské prostředí v ČR.

Tabulka č. 9 – Počet roků ztráty života (zaokrouhlen na celé stovky)

Rok	Rozsah	Spodní hranice odhadu	Střed	Horní hranice odhadu
2012	ČR bez MSK	67 900	**102 600**	134 300
	ČR	73 600	**111 200**	145 300
2013	ČR bez MSK	73 300	**110 800**	144 900
	ČR	78 300	**118 200**	154 400
2014	ČR bez MSK	35 600	**102 000**	177 000
	ČR	35 800	**102 500**	177 900
2015	ČR bez MSK	30 200	**87 000**	151 700
	ČR	33 300	**95 600**	166 200
2016	ČR bez MSK	19 300	**56 000**	98 600
	ČR	33 400	**99 200**	167 000
2017	ČR bez MSK	34 000	**97 700**	169 900
	ČR	37 200	**106 600**	185 000

Poznámka: Počítáno pro městské kategorie 2 - 5 (viz příloha č. 1)

Pro rok 2017 činí odhad počtu ztracených let života v důsledku dlouhodobé expozice aerosolovým částicím pro dospělé obyvatele České republiky:

- **Pro městské stanice skupiny 2 – 5 v ČR mimo MSK 97 700 let (CI 95 % 34 000 – 169 900)**
- **Pro všechny městské stanice skupiny 2 – 5 v ČR 106 600 (CI 95 % 37 200 – 185 000)**

Při akceptování značné míry zjednodušení lze výsledek interpretovat i tak, že každý obyvatel ČR starší 30 let v roce 2017 ztratil v průměru 4,9 (3,5 v roce 2016) dnů života v důsledku předčasné úmrtnosti.

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 2018 bylo na stanicích v ČR naměřeno 46 24hodinových koncentrací SO_2 nad 40 $\mu g/m^3$/24 hodin

(z toho 31 na dvou stanicích v Ostravě zachycujících vliv sanace lagun tj. Fifejdy - TOFF a Poruba - TOPO); 40 µg/m^3 přitom představuje dvojnásobek cílové hodnoty doporučené WHO, stanovené s vysokou mírou předběžné opatrnosti.

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 obstrukčními onemocněními 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. Zvýšení denní maximální 8hodinové koncentrace o každých 10 µg/m^3 nad hladinu 70 µg/m^3 vede k zvýšení celkové denní úmrtnosti o 0,3 %. Dopad na respirační úmrtnost u populace nad 30 let je odhadován na 1,4 % na každých 10 µg/m^3 průměru z maximálních denních 8hodinových koncentrací ozónu nad 70 µg/m^3 během období duben-září.

Z těžkých kovů stanovovaných ve vzorcích aerosolu je olovo od plošného zavedení bezolovnatého benzínu zdravotně téměř nevýznamnou látkou. Stejně tak měřené koncentrace manganu a kadmia ve většině oblastí nepředstavují zdravotní riziko; v případě kadmia zůstává zvýšenou průmyslová zátěž v okolí Tanvaldu. Znečištění ovzduší chrómem je kvantitativně obtížně hodnotitelné vzhledem k nemožnosti kvantifikovat zastoupení šesti a trojmocného chrómu (význam jeho měření tak zatím zůstává v indikaci přítomnosti potenciálně významného zdroje).

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 jednotka karcinogenního rizika (tj. riziko vzniku rakoviny v důsledku celoživotní inhalace ovzduší s koncentrací hodnocené látky rovné 1 µg/m^3).

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

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.
Stručný souhrn informací o hodnocených látkách:

- **Arsen (As)** - hlavní cestou expozice arsenu je vdechování a příjem potravou a vodou. Arsen vstřebaný do organismu se ukládá zejména v kůži a jejích derivátech, jako jsou nehty a vlasy. Proniká placentární bariérou. Vylučován je převážně močí. Chronická otrava nejčastěji zahrnuje kontaktní alergické dermatitidy a ekzémy. Časté je postižení 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 arzen odhadována $1{,}50 \times 10^{-3}$.

- **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 WHO 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 po chronickou expozici kadmiu, která vede k jejich poškození a ohrožení funkcí. Kadmium způsobuje inhibici sulfhydrylových enzymů (vazbou na SH-skupinu), váže se v játrech na metaloproteiny, zasahuje do metabolismu sacharidů a inhibuje sekreci inzulínu. Kadmiové ionty jsou také účinnými blokátory kalciových kanálů, čímž dochází k přerušení šíření nervového vzruchu. Kadmium je toxické pro reprodukci (ohrožuje funkčnost a kvalitu spermií a poškozuje zárodečný epitel varlat), narušuje metabolismus ostatních kovů, kostní tkáň, imunitní i kardiovaskulární systém. Inhalační expozice kadmiu může způsobovat rakovinu plic u lidí a zvířat a poškození plodu. IARC klasifikovala kadmium a sloučeniny kadmia jako lidské karcinogeny skupiny 1. Hodnota jednotkového rizika převzatá od Světové zdravotnické organizace pro kadmium je odhadována $4{,}9 \times 10^{-4}$.
- **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 (C_6H_6)** - 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/m^3 pro benzen ve venkovním ovzduší, ale tyto studie zatím nejsou využitelné pro kvantitativní hodnocení. WHO definovalo pro benzen, na základě zhodnocení řady studií, jednotku karcinogenního rizika pro celoživotní expozici koncentraci 1 µg/m^3 v rozmezí 4,4 - 7,5 × 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 x 10^{-6} by se mělo pohybovat v rozmezí roční průměrné koncentrace benzenu v ovzduší cca 0,2 – 20 µg/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 µg/m^3/rok.

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

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

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

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

Pro každý typ městské lokality bylo na základě ročních aritmetických průměrů za rok 2018 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 pozaďové stanice v ČR, tj. teoretická minimální hodnota zdravotního rizika. Dále střední (AVG) a maximální hodnota pro ČR a odhad střední hodnoty pro nezatížené městské lokality. Detailnější zpracování pro hodnocené typy městských lokalit je v grafech č. 18 a až f, příloha č. 5.

Tabulka č. 11. – 2018 - Pozaďová, 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	1,1E-06	2,2E-06	5,6E-06	1,7E-06
Ni	1,5E-07	3,4E-07	2,2E-06	2,9E-07
Cd	6,4E-08	1,6E-07	1,6E-06	1,0E-07
BZN	5,4E-06	8,4E-06	3,1E-05	7,2E-06
BaP	3,7E-05	1,4E-04	6,7E-04	1,1E-04

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

Navýšení rizika pro jednotlivé látky v městech se pohybuje v řádu 6×10^{-8} až 7×10^{-4}, největší příspěvek představuje dlouhodobě expozice benzo[*a*]pyrenu (> 95%). Vypočtené úrovně rizik expozice hodnoceným látkám v jednotlivých typech městských lokalit jsou v grafech č. 18 a až e, v příloze č. 5. Trend karcinogenního populačního rizika v posledních pěti letech mírně kolísá.

Tabulka č. 12. – Vývoj (2010 – 2018) rozpětí hodnot karcinogenního populačního rizika v ČR (min/max) na 10 mil. obyvatel

Populační riziko (přídatné případy na 1 rok)	2010	2011	2012	2013	2014
Arsen	0,09 – 1,66	0,08 - 1,34	0,14 – 1,26	0,08 - 1,42	0,14 – 1,28
Nikl	0,02 – 0,78	0,02 - 1,50	0,02 – 0,34	0,02 – 0,54	0,02 – 0,38
Kadmium	N				
Benzen	0,78 – 5,74	0,42 - 5,82	0,64 – 4,80	0,52 – 3,42	0,60 – 3,08
BaP	6,22 – 89,4	4,50 - 126,4	6,58 – 134,6	8,20- 116,7	4,72 – 115,9
Hodnocené karcinogenní látky celkem	**7,10 – 97,6**	**5,02 – 135,08**	**7,42 - 141,0**	**8,82 – 122,1**	**5,5 – 120,6**
Populační riziko (přídatné případy na 1 rok)	2015	2016	2017	2018	
Arsen	0,06 - 0,98	0,04 – 1,08	0,04 – 1,30	0,06 – 0,83	
Nikl	0,00 - 0,14	0,01 - 0,18	0,01 – 0,14	0,01 – 0,21	
Kadmium	N	0,01 – 0,09	0,01 – 0,21	0,01 – 0,22	
Benzen	N	0,06 – 2,82	0,52 – 3,26	0,60 – 4,37	
BaP	4,48 – 97,3	7,32 – 111,9	6,46 – 116,3	5,21 - 96,14	
Hodnocené karcinogenní látky celkem	**4,54 - 98,42**	**7,44 – 116,1**	**7,04 – 121,2**	**5,89 – 101,8**	

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

VIII. DISKUSE

V první úrovni zahrnuje zpracování dat za rok 2018 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 frakce PM_{10}, je nutno brát v úvahu ovlivnění klimatickými a rozptylovými podmínkami. V roce 2018:

- při interpretaci téměř plošného meziročního zvýšení ročních středních hodnot frakce PM_{10} o cca 1 a 3 $\mu g/m^3$ a počtu 38 (42 %) stanic s překročeným alespoň jedním kritériem imisního limitu v roce 2018 je nutno vzít v úvahu dlouhodobá období zvýšených teplot bez srážek, která právě tyto ukazatele zásadně ovlivnila;
- při interpretaci získaných datových souborů mají významný vliv výpadky měření způsobené poruchou nebo mimořádnou událostí nebo ukončením provozu stanice; z hodnocení musela být vyřazena data $PM_{10/2,5/1,0}$ a $NO/NO_2/NO_X$ ze stanic provozovaných ZÚ se sídlem v Ústí n/Labem – projekt CS-MON.
  Problém způsobují často i velmi nízké měřené koncentrace (kovy, BaP) – v některých případech může být i více než 50 % hodnot pod mezí stanovitelnosti, v těchto případech nebyly pro danou škodlivinu hodnoceny roční imisní charakteristiky.
  Použité doplnění chybějících údajů střední hodnotou z lokalit s podobným složením zdrojů může být jen velmi hrubým odhadem;
- polycyklické aromatické uhlovodíky (BaP) - v roce 2018 platil v síti CS-MON shodný rozsah měřených látek a harmonogram vzorkování jako v měřicí sítí provozované ČHMÚ;
- porovnání naměřených hmotnostních koncentrací chrómu v odebraných vzorcích suspendovaných částic s referenční koncentrací ($2,5 \times 10^{-5}$ $\mu g/m^3$/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 chrómu (staré zátěže, galvanovny) lze ale očekávat, že se zastoupení Cr^{+VI} ve směsi blíží spíše nižší hranici (0,1 až 0,5 %);
- ze srovnání imisních charakteristik v monitorovaných městech s hodnotami na pozaďových 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 pozaďových stanicích mohou být ovlivňovány lokálně působícími procesy včetně dálkového transportu či resuspenzí;

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

- 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 městoo jen z průměru vypočteného ze zahrnutých měřicích stanic;
- umožňuje pro některé hodnocené látky (PM_{10}, $PM_{2,5}$, NO_2, BaP, benzen a ostatní PAU a As) určitou míru generalizace získaných hodnot. V případě specifických látek a unikátních, téměř výhradně průmyslových zdrojů (Cr, Mn, Fe, benzen) pak dovoluje identifikaci problémových lokalit. Ze zpracování skupinového hodnocení kategorií 2 až 5 městských lokalit je pak významným výstupem odhad střední hodnoty zátěže populace v 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 PM_{10};
- v rámci tohoto zpracování byla zohledněna, v úrovni znečištění ovzduší aerosolovými částicemi frakce PM_{10}, specifičnost Moravskoslezského kraje. Odhad středních hodnot pro jednotlivé typové městské kategorie byl proto pro Moravskoslezský kraj hodnocen odděleně;

Validitu tohoto přístupu snižuje nestejnoměrné pokrytí typů městských lokalit měřením kvality ovzduší. Přes zahrnutí městských stanic provozovaných ČHMÚ stále jsou, v extrémních případech (pozaďové stanice, dopravní „hot spot" stanice, okolí průmyslových zdrojů), pro některé sledované škodliviny (PAU, benzen a těžké kovy) při zpracování k dispozici data z nedostatečného počtu stanic. Pro dopravně extrémně zatížené lokality (uliční kaňony) nebo významně zatížené vesnické/předměstské lokality nebyla například data PAU v roce 2018 k dispozici.

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 mít tyto nejistoty na vědomí. Provedený odhad rizika vybraných látek z ovzduší je zatížen následujícími nejistotami:

- působení oxidu dusičitého je spojené se zvýšením celkové, kardiovaskulární i respirační úmrtnosti a nemocnosti, ale je obtížné až nemožné oddělit účinky dalších současně působících látek, zejména aerosolu;
- pro odhad rizika dlouhodobé expozice suspendovaným částicím byly použity závěry projektu WHO HRAPIE, který ve zprávě z roku 2013 formuluje doporučení pro funkce koncentrace a účinku pro aerosol, ozón a oxid dusičitý. Doporučení pro hodnocení dlouhodobých účinků suspendovaných částic frakce $PM_{2,5}$ vychází ze závěrů metaanalýzy třinácti různých kohortových studií provedených na dospělé populaci v Evropě a Severní Americe. Podle autorů nárůst průměrné roční koncentrace jemné frakce suspendovaných částic $PM_{2,5}$ o 10 $\mu g/m^3$ nad 5 $\mu g/m^3$ zvyšuje celkovou úmrtnost exponované populace nad 30 let o 6,2 % a úmrtnost na choroby srdce a cév o 12 %. Relativní riziko (RR) pro předčasnou úmrtnost je 1,062 (95 % CI 1,040, 1,083) na 10 $\mu g/m^3$. Tento vztah doporučuje WHO pro částice PM_{10} modifikovat přepočtem 2:1, kdy navýšení roční koncentrace frakce PM_{10} o 10 $\mu g/m^3$ zvyšuje celkovou úmrtnost exponované populace o 3,1 %. Lze ale předpokládat, že vyšší zastoupení částic frakce $PM_{2,5}$ ve frakci PM_{10} by vedlo k podhodnocení odhadu zdravotních účinků. Proto bylo na základě odhadu průměrného zastoupení frakce $PM_{2,5}$ ve frakci PM_{10} (76 % v roce 2018 v ČR) toto doporučení WHO pro ČR upraveno a jsou zde prezentovány výstupy pro dlouhodobě pozorované 75 % zastoupení frakce $PM_{2,5}$ ve frakci PM_{10};
- s výše uvedeným souvisí aktuálně široce diskutovaný požadavek – při hodnocení vlivu aerosolových částic odečítat od naměřené (střední) hodnoty odhad úrovně přirozeného pozadí. Předpokládá se, že u frakce PM_{10} se bude jednat o 10 $\mu g/m^3$, u frakce $PM_{2,5}$ o 5 $\mu g/m^3$. V této zprávě byla v části odhadu ztracených roků života (YLLs) použita hodnota 5 $\mu g/m^3$ a frakce $PM_{2,5}$;
- 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 nejnepříznivější variantu (horní mez), která předpokládá, že lidé jsou vystaveni hodnoceným koncentracím celých 24 hodin. Tento přístup může nadhodnocovat míru rizika z venkovního ovzduší. Pro hodnocení celoživotní reálné expozice z venkovního ovzduší (70 let) při odhadované skutečné střední době expozice 2 hodiny/24 hodin, je zapotřebí vynásobit uváděné hodnoty koeficientem 0,083;
- jako expoziční koncentrace je brána střední hodnota z koncentrací změřených na stacionárních stanicích charakterizujících určitý přesně definovaný typ městské lokality;
- 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;
- odhad ztracených roků života (YLLs):
  - v ČR je stále frakce $PM_{2,5}$ měřena v malém rozsahu (do hodnocení mohlo být zahrnuto pouze 57 stanic z celkového počtu 68 stanic ve 45 městechech), když frakce PM_{10} byla v roce 2018 hodnocena z hodnot na 87 městských stanicích.
    Pro odhad YLLs byly proto použity hodnoty plošněji sledované frakce PM_{10}, přepočítané konverzním koeficientem $PM_{2,5}/PM_{10}$ = 0,75. Ten respektuje průměrný podíl jemných částic frakce $PM_{2,5}$ na obsahu měřených částic frakce PM_{10};
  - jako referenční hladina průměrné roční koncentrace bylo zvoleno 5 $\mu g/m^3$ částic $PM_{2,5}$. To podle WHO představuje horní interval koncentrací, ve kterém byly prokázány negativní zdravotní účinky jemných částic;
  - problémem je „aktuálnost" výpočtu daná časovou dostupností příslušných demografických údajů. V odborné zprávě za rok 2018 tak bylo možno zpracovat rok 2017;
  - pro výpočet byly využity výsledky měření sítě stacionárních stanic v městech. Střední koncentrace z měřicích stanic určitého typu, charakteristického pro prostředí sídel, přitom představuje silné zjednodušení distribuce koncentrací vyznačujících se vysokou variabilitou, a jen vzdáleně může přiblížit neznámou individuální expozici. Podle literárních podkladů je tento přístup ve studiích dopadů znečištěného ovzduší konsistentní s přístupem použitém v epidemiologických studiích, ve kterých jsou zjišťovány funkce expozice-účinek rovněž na základě průměrných koncentračních hodnot.

IX. ZÁVĚRY

Teplotně nadprůměrné zimy 2012 až 2018 jsou hlavní příčinou toho, že se základní charakteristiky znečištění ovzduší v ČR v roce 2018 významně nelišily od posledních let. Mimo průmyslově a specificky zatížené lokality, které lze nalézt na území krajských měst, průmyslových zón a v aglomeraci Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek, je znečištění ovzduší koncentrováno v městských celcích majoritně zatížených tranzitní, místní a cílovou dopravou. Přes mírný pokles přetrvává problém s dlouhodobě zvýšenou úrovní znečištění ovzduší sídel polycyklickými aromatickými uhlovodíky. Zátěž obyvatelstva suspendovanými částicemi PM_{10} a $PM_{2,5}$ v roce 2018 mírně vzrostla o cca 1 až 3 $\mu g/m^3$ ročního průměru. Analýza trendů ročních středních hodnot PM_{10}, $PM_{2,5}$, benzo[*a*]pyrenu, arsenu, niklu v městech potvrdila mírný pokles hodnot BaP, lokální nárůst hodnot PM_{10} a $PM_{2,5}$, nevýznamný pokles hodnot arsenu a statisticky významný pokles měřených koncentrací niklu. Další látky jsou, v závislosti na rozložení a podílu jednotlivých typů zdrojů, významné lokálně - oxid dusičitý v silně dopravně zatížených lokalitách - zejména v pražské a brněnské aglomeraci, v průmyslem zatížených lokalitách na Ostravsku benzen a arzén, kadmium v okolí Tanvaldu. Zvýšené hodnoty arsenu, prachu a PAU jsou dále měřeny v lokalitách s majoritním zastoupením malých zdrojů na pevná nebo fosilní paliva. V letním období narůstají počty dnů se zvýšenými hodnotami ozónu.

Doprava je dlouhodobě ve městech dominantním zdrojem znečištění ovzduší a má hlavní podíl na zvýšené zátěži obyvatel suspendovanými částicemi PM_{10} a $PM_{2,5}$, NO_2 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 intenzit dopravy nebo kombinace velkých průmyslových zdrojů a dálkového nebo i přeshraničního transportu mohou vést k dlouhodobě zvýšeným až nadlimitním hodnotám, a to u více látek. Tak tomu je v zatížené aglomeraci Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek v Moravskoslezském kraji nebo na dopravních uzlech v Praze a v Brně. Překročení alespoň jednoho kritéria imisního limitu frakce PM_{10} bylo naměřeno na 41 % z hodnocených 86 stanic. Překročení hodnot doporučovaných WHO pro suspendované částice frakce PM_{10} a $PM_{2,5}$ bylo naměřeno na 90 % respektive na 100 % stanic u frakce $PM_{2,5}$. Hodnoty benzo[*a*]pyrenu BaP na 27 hodnocených stanicích (70 %) překročily hodnotu imisního limitu. Nejvyšší hodnoty aerosolových částic a PAU jsou dlouhodobě měřeny v průmyslových oblastech Ostravska, u PAU v maximu s více než sedminásobným překročením imisního limitu.

Z hlediska zátěže obyvatel a vlivu na zdraví mají dlouhodobě největší význam aerosolové částice frakce PM_{10} a $PM_{2,5}$ a polycyklické aromatické uhlovodíky.

- Z odhadu střední roční hodnoty koncentrace suspendovaných částic frakce PM_{10} v městském prostředí ČR v roce 2018 (27,3 $\mu g/m^3$) lze zhruba odhadnout, že znečištění ovzduší touto škodlivinou se mohlo podílet na zvýšení předčasné úmrtnosti v průměru o 6,5 % při zohlednění 75 % zastoupení frakce $PM_{2,5}$ ve frakci PM_{10}.

Odhad počtu ztracených let života (YLLs, Years of Life Lost) v důsledku znečištění ovzduší aerosolovými částicemi byl, vzhledem k dostupnosti demografických údajů, proveden pro rok 2017. V roce 2017 byl počet ztracených let života předčasným úmrtím následkem expozice znečištěnému ovzduší aerosolovými částicemi pro obyvatele ČR starší 30 let 106 600 let (tj. 1 421let/100 000 obyvatel). Při akceptování značné míry zjednodušení lze výsledek interpretovat i tak, že na každého obyvatele ČR staršího 30 let připadalo v roce 2017 v průměru 5 ztracených dní života v důsledku předčasné úmrtnosti.

- Navýšení karcinogenního rizika pro jednotlivé látky v městech (ILCR) se pohybovalo v řádu 6×10^{-8} až 7×10^{-4}, největší příspěvek představuje expozice benzo[*a*]pyrenu (> 95 %), jako reprezentanta polycyklických aromatických uhlovodíků. Tento stav se dlouhodobě nemění.

Dlouhodobě pozorovaný vývoj - snižování měřených hodnot v některých zatížených oblastech a pozvolné „zhoršování" situace v málo zatížených lokalitách přetrvává. Důsledkem je, že se koncentrace zjišťované na znečištěných a relativně čistých lokalitách k sobě přibližují při zachování nebo nepatrném zvyšování středních hodnot. Úroveň znečištění ovzduší v monitorovaných městech, přitom při víceméně stabilizované emisní zátěži, kolísá a je významněji ovlivňována meteorologickými podmínkami než změnami v emisních bilancích. Přetrvává vyšší četnost excesů a rychlých změn počasí střídaných dlouhodobějšími suchými obdobími vysokých teplot nebo krátkými obdobími intenzivních srážek. Úroveň znečištění ovzduší významně ovlivňují aktuální relativně teplé zimy (2013 – 2018) a v roce 2018 ji navíc významně ovlivnila dlouhodobá letní období bez srážek.

V rámci této zprávy je hodnocení vycházející ze vztahu k imisním limitům, tedy deskriptivní přístup hodnocení kvality ovzduší, doplněno a rozšířeno o vazbu na definované typy/kategorie městských lokalit. Přínosem je to především při hodnocení zátěže z ovzduší respektive expozičních úrovní suspendovanými částicemi (frakce PM_{10}, $PM_{2,5}$), NO_2, PAU, benzenem a s výjimkou specifickými zdroji zatížených lokalit i As. V případě lokálně nebo i regionálně významných zdrojů Cr, Cd nebo Ni lze takto detailněji analyzovat a přesněji určit problémové lokality (Cd v Tanvaldu). V druhé úrovni tento postup interpretace dat umožňuje identifikovat význam a podíl spolupůsobících zdrojů (domácí topeniště, doprava, průmysl). Významným výstupem je i odhad středních ročních hodnot v průmyslem a dopravou nezatížených městských oblastech.

X. SOUHRN

V městech a v městských aglomeracích je dlouhodobě hlavním zdrojem znečištění ovzduší doprava a procesy s ní spojené (primární spalovací a nespalovací emise, tj. resuspenze, otěry, koroze atd.). Doprava je majoritním zdrojem oxidů dusíku, hrubých aerosolových částic frakcí PM_{10} a $PM_{2,5}$, jemných částic ($PM_{1,0}$ a dalších frakcí ultra-jemných částic), chrómu a niklu, olova (resuspenze), těkavých organických látek - VOC (zážehové motory), polycyklických aromatických uhlovodíků – PAU (vznětové motory).

Ve svém součtu jsou velmi významné také emise skleníkových plynů oxidu uhelnatého a oxidu uhličitého (cca 10^2 až 10^3 g CO_2/1 km/vozidlo). Malé, lokálně významné energetické zdroje spalující plynná a pevná fosilní paliva pak mohou být nezanedbatelným zdrojem oxidů dusíku, oxidu uhelnatého, PAU a aerosolových částic s významným podílem částic ultra-jemné frakce. Malé průmyslové podniky jsou zdrojem aerosolu, pachově postižitelných látek, kovů a VOC.

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

Výsledky měření koncentrací znečišťujících látek ve venkovním ovzduší jsou získávány ze sítě měřicích stanic, které provozují zdravotní ústavy v monitorovaných městech (CS-MON) a z měřicích stanic spravovaných Českým hydrometeorologickým ústavem (ČHMÚ), jejichž umístění a rozsah měřených látek vyhovuje požadavkům Systému monitorování. Z měřící sítě AIM provozované ČHMÚ byla v roce 2018 do zpracování zahrnuta data o základních škodlivinách, těžkých kovech, PAU a benzenu.

Zpracovávané výsledky z 62 měst (a 7 pražských částí) zahrnují 102 městských stanic, z toho 19 stanic provozovala hygienická služba (zdravotní ústavy) a 80 stanic je součástí Státní imisní sítě ČHMÚ. Do zpracování jsou zahrnuta pro srovnání i data o úrovni venkovského pozadí získané v rámci příslušných měřicích programů na dvou stanicích EMEP provozovaných ČHMÚ (Co-operative programme for the monitoring and evaluation of the long range transmission of air pollutants in Europe) v Košeticích a na Bílém Kříži, dále jsou jako pozaďové stanice regionálního významu hodnoceny stanice Jeseník, Svratouch, Kuchařovice, Červená a Rudolice v Horách, a jako dopravně extrémně zatížené stanice („hot spot“) stanice v Praze, Brně, Ústí n/L a v Ostravě.

Ve většině sídel byl v antropogenní vrstvě atmosféry monitorován oxid dusičitý (57 hodnocených stanic), aerosolové částice frakce PM_{10} (86 stanic), na 44 stanicích jsou sledovány hmotnostní koncentrace vybraných těžkých kovů (arsen, chrom, kadmium, mangan, nikl a olovo) ve vzorcích aerosolových částic frakce PM_{10}. Podle osazení měřicích stanic jsou tato data variabilně doplněna měřením oxidu siřičitého, oxidu dusnatého, sumy oxidů dusíku, ozónu, oxidu uhelnatého, dalších kovů (Co, Zn, Cu, Se, Hg, V, Fe, Be), měřením suspendovaných částic frakce $PM_{2,5}$ a prvků ve frakci

$PM_{2,5}$. Součástí zpracování jsou výsledky z rutinního monitoringu těkavých organických látek (benzen – 33 stanic) a polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU – 41 hodnocených stanic).

Imisní charakteristiky byly zpracovány ve dvou úrovních. První část je zaměřena na hodnocení ve vztahu ke stanoveným ročním imisním limitům a referenčním koncentracím stanoveným SZÚ. Pro hodnocení byly použity imisní limity (IL) stanovené přílohou č. 1 zákona o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb. a referenční koncentrace (Rf_K) vydané SZÚ v květnu 2003, aktualizované v roce 2018 – aktuální zmocnění je v § 27 odst. 5 Zákona č. 201/2012 Sb. Ve druhé úrovni byla kvalita ovzduší hodnocena v definovaných typech (kategoriích) městských lokalit. Kritériem pro zařazení lokality měřicí stanice do příslušné kategorie je intenzita okolní dopravy, podíl jednotlivých typů zdrojů vytápění a případná zátěž významným průmyslovým zdrojem. Definice kategorií podle těchto kritérií jsou uvedeny v příloze č. 1. Údaje o kvalitě ovzduší byly pak pro vybrané škodliviny (NO_2, PM_{10}, As, Cd, Ni, Pb, benzen a BaP) zpracovány skupinově - pro jednotlivé typy lokalit. Pro populaci žijící ve městech byl zpracován odhad úrovně zátěže měst pro jednotlivé škodliviny definovaný jako střední hodnota vypočtená z městských pozaďových stanic. Do tohoto odhadu v případě suspendovaných částic frakce PM_{10} nebyly zahrnuty údaje městských stanic v Moravskoslezském kraji, vzhledem k plošně vyšší zátěži ve srovnání se stanicemi v ostatních regionech republiky; ty jsou hodnoceny samostatně.

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

V roce 2018 se úroveň znečištění venkovního ovzduší ve srovnání s rokem 2017 mírně zlepšila, a to u frakce $PM_{2,5}$, BaP, As a Pb – tedy látek více vázaných na spalování pevných a fosilních paliv. To může být důsledek mírné, shodně s obdobím 2012 až 2017, teplotně nadprůměrné zimy. Naopak u látek majoritně vázaných na průmyslové zdroje (benzen, Cd, Ni) nebo na dopravu (NO_2) hodnoty mírně vzrostly. Potvrdilo se, že kvalita ovzduší v monitorovaných městech je významně ovlivňována meteorologickými podmínkami, které lze charakterizovat vyšší četností excesů.

Dominantními a v podstatě plošně působícími zdroji znečištění ovzduší měst a městských aglomerací zůstávají spalovací a nespalovací emise z dopravy. Další spolupůsobící zdroje (výroba energie, malé a střední průmyslové zdroje, domácí vytápění, průmysl) mají více lokální až regionální význam. Příkladem je extenzivně průmyslem zatížená oblast Moravskoslezského kraje (MSK), která dlouhodobě vykazuje zvýšené hodnoty škodlivin ve venkovním ovzduší. Zde mají zásadní význam emise z velkých průmyslových zdrojů a dálkový přenos škodlivin.

Významnými zdroji jsou také malé domácí/lokální topeniště na pevná a fosilní paliva. To potvrzují roční imisní charakteristiky suspendovaných částic frakce PM_{10} a $PM_{2,5}$ a benzo[*a*]pyrenu, které nejenom v městských dopravně exponovaných lokalitách, ale zvláště v průmyslem zatížených oblastech MSK překračují jak doporučené hodnoty Světové zdravotnické organizace (WHO), tak i imisní limity. Naproti tomu měřené hodnoty oxidu uhelnatého a oxidu siřičitého na stanicích ve městech jen výjimečně překročily úroveň 10 % stanovených krátkodobých imisních limitů, nevýznamně zvýšené koncentrace oxidu siřičitého lze pozorovat spíše výjimečně. S vyšší četností

slunných až tropických dnů narůstá počet dnů a oblastí se zvýšenými koncentracemi přízemního ozónu.

Ke sledovaným parametrům kvality ovzduší:

- Roční aritmetické průměry **oxidu dusičitého** na pozaďových stanicích EMEP nepřekročily 6 μg/m^3, ve městech se v závislosti na intenzitě okolní dopravy pohybovaly v rozsahu od 16 μg/m^3 v emisně významně nezatížených městských/předměstských lokalitách, přes 16 až 30 μg/m^3 u dopravně středně zatížených oblastí, až k 40 μg/m^3 v dopravně silně zatížených lokalitách. Nejvyšší hodnoty jsou měřeny na dopravních „hot spot" stanicích (Praha, Ostrava, Brno a Ústí n/L), kde se roční střední koncentrace pohybovaly mezi 40 až 55 μg/m^3 (> 130 % imisního limitu 40 μg/m^3). V městech se na výsledném znečištění oxidem dusičitým spolupodílí spalovací procesy (výroba energie, domácí topeniště) a v Ostravsko-karvinské oblasti i velké průmyslové zdroje. Situace se dlouhodobě nemění.
- Expozici **suspendovaným částicím frakce PM_{10}** lze považovat dlouhodobě za plošně zvýšenou. Lze odhadovat, že přibližně 80 % z cca 4,5 miliónu obyvatel zahrnutých měst žije v lokalitách, kde je alespoň na jedné měřicí stanici naplněno alespoň jedno z kritérií překročení imisního limitu. Více než 35 překročení krátkodobého 24hod. imisního limitu (50 μg/m^3/24 hodin) bylo v roce 2018 naměřeno na 38 stanicích (41 % měřicích stanic z celkového počtu 86 hodnocených), roční imisní limit (40 μg/m^3/rok) byl překročen na třech měřicích stanicích, a to dvou v Ostravě - stanice Radvanice (TORE), kde byla naměřena nejvyšší městská hodnota ročního aritmetického průměru (44,2 μg/m^3) a stanice Přívoz (TOPR – 40,8 μg/m^3) a na stanici ve Věřňovicích (TVER - 41 μg/m^3). Vyšší zátěž částicemi frakce PM_{10} v Moravskoslezském kraji dokládá rozdíl cca 7 - 8 μg/m^3 mezi odhadem roční průměrné koncentrace pro městské prostředí v MSK 32 μg/m^3/rok vs 24 μg/m^3/rok pro ostatní města ČR.

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

  - na úrovni 23,5 μg/m^3 (31 μg/m^3 v MSK) v dopravou přímo nezatížených městských lokalitách (kategorie 2 a 3);
  - v rozsahu 20 až 34 μg/m^3 (až 40 μg/m^3 v MSK) ročního průměru v dopravně exponovaných místech (kategorie 4 až 6);
  - až po 23 až 30 μg/m^3 (až 44 μg/m^3 v MSK) ročního průměru v průmyslem silně exponovaných lokalitách (kategorie 8 až 10).

  Z tohoto srovnání je zřejmá závislost měřených hodnot PM_{10} jak na intenzitě dopravy, kdy se emise z liniového zdroje/zdrojů přičítají k městskému pozadí, tak na vlivu lokálních malých zdrojů - topenišť. V ostravsko-karvinské aglomeraci je obvyklá kombinace zdrojů (doprava a lokálně působící zdroje) doplněna o vliv významných průmyslových zdrojů a nezanedbatelný význam zde má i dálkový transport. Nasvědčuje tomu roční hodnota 41 μg/m^3/rok na venkovské stanici Věřňovice ležící na spojnici ostravské aglomerace a polského, průmyslem zatíženého příhraničí v Jastřebsko-Rybnické oblasti.

  V roce 2018 byla střední hodnota PM_{10} 20 μg/m^3/rok, doporučená jako mezní Světovou zdravotnickou organizací (WHO), překročena na 90 % z hodnocených 86 měřicích stanic (mírně zvýšeno proti roku 2017). Což lze, při srovnání s hodnotami měřenými v letech 2012 až 2017 opět hodnotit jako mírné zvýšení zátěže. Trend vývoje zátěže prostředí aerosolovými částicemi frakce PM_{10} v sídlech ČR má ale přesto v posledních 10 letech charakter „neklesajícího trendu".
- Do hodnocení zátěže prostředí **suspendovanými částicemi frakce $PM_{2,5}$** byla v roce 2018 zahrnuta data z 53 stanic. Měření reflektuje převážně větší městské aglomerace, vyšší hodnoty jsou měřeny v dopravně silně exponovaných místech a v průmyslových

lokalitách (19 až 37 μg/m^3/rok). Průměrné roční hmotnostní koncentrace se pohybovaly od 14 do 37 μg/m^3.

Hodnota ročního imisního limitu 25 μg/m^3 byla překročena na devíti stanicích (vše v MSK). 10 μg/m^3 ročního průměru, doporučení WHO, už ale bylo překročeno na všech do hodnocení zahrnutých stanicích včetně republikové pozaďové stanice v Košeticích (14,5 μg/m^3).

Podíl suspendovaných částic frakce $PM_{2,5}$ ve frakci PM_{10} se pohyboval od 57 % (stanice v Brně) po 86 % na stanici v Jihlavě. V období 2007 až 2017 se průměrná hodnota podílu pohybovala mezi 72 až 78 %. V roce 2018 byl tento podíl 76 %. Tento parametr je primárně dán složením spolupůsobících zdrojů, ale zároveň vykazuje významnou sezónní závislost s vyššími hodnotami podílu frakce $PM_{2,5}$ (≈ 90 %) v topné sezóně, případně v období nepříznivých rozptylových podmínek.

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

Úroveň znečištění ovzduší sledovanými těžkými kovy je ve většině hodnocených městských lokalit dlouhodobě bez významnějších výkyvů. Dobrá shoda hodnot ročního aritmetického a geometrického průměru ve většině oblastí svědčí o relativní stabilitě a homogenitě měřených imisních hodnot ve městech bez zásadních sezónních, klimatických či jiných výkyvů. V případě niklu a arsenu hodnoty v posledních letech klesají.

Pole koncentrací As, Cd, Ni a Pb v sídlech je ve srovnání s hodnotami přirozeného republikového pozadí, měřenými na stanicích EMEP v Košeticích, na Bílém Kříži a ve Svratouchu, dlouhodobě většinou mírně zvýšené (přibližně 2 až 4krát). Výjimku tvoří četnější vyšší hodnoty arzenu, které lze nalézt především v okolí významných průmyslových zdrojů na stanicích v Ostravě (metalurgie) a v lokalitách s majoritním zastoupením spalování tuhých fosilních paliv (v Kladně-Švermově – 3,9 ng/m^3/rok) a dále na stanicích v menších sídlech (Stehelčeves, Lom u Mostu) nebo v Tanvaldu, kde se roční průměrná hodnota pohybovala mezi 2 až 4 ng/m^3. Vyšší koncentrace ostatních kovů mají většinou lokálně ohraničený výskyt i význam, když průmyslem zatížené oblasti na Ostravsku jsou charakterizovány zvýšenými hodnotami Ni, Mn, Cd a Pb. Průmyslovou zátěž Cd charakterizují hodnoty na stanici v Tanvaldu – školka (3,2 ng/m^3) a vyšší hodnoty Pb pak charakterizují starou zátěž například v Příbrami.

- **arsen** je považován za citlivý indikátor spalování fosilních paliv, výsledky měření prokazují i jeho významnost v emisích z metalurgických procesů. Roční průměry 0,26 až 0,9 ng/m^3 byly nalezeny na pozaďových stanicích ČHMÚ. Hodnoty nad 2 ng/m^3 (33 % IL) ročního aritmetického průměru byly v roce 2018 naměřeny na 10 stanicích reprezentujících vliv lokálních topenišť a metalurgických provozů; na 28 městských stanicích nepřekročily roční střední hmotnostní koncentrace 2 ng/m^3. Odhad střední hodnoty v městských lokalitách se pohyboval na úrovni 1,13 ng/m^3/rok – tedy méně než 205 % plnění IL. Z analýzy zastoupení As v souběžně odebíraných vzorcích frakcí PM_{10} a $PM_{2,5}$ vyplývá, že v roce 2018 bylo v průměru téměř než 90 % arsenu ve frakci $PM_{2,5}$ a tento podíl se mírně liší podle podílu zastoupení průmyslových a malých zdrojů;
- roční imisní charakteristiky **kadmia** u většiny zahrnutých městských stanic (40 z 46) nepřesáhly 0,5 ng/m^3 (10 % IL), navýšení v městech proti průměru na pozaďových stanicích ČHMÚ (0,1 ng/m^3/rok) je možno připsat lokálním zdrojům nebo průmyslové zátěži. Hodnoty ve většině sídel jsou dlouhodobě stabilní; odhad střední hodnoty v městských lokalitách - 0,2 ng/m^3/rok – znamená sice dvojnásobnou hodnotu proti

pozaďovým hodnotám, ale jedná se stále o méně než 10 % naplnění IL. Oblastí se zvýšenou zátěží způsobenou průmyslovou výrobou zůstává Tanvald a okolí (≈ 3 ng/m^3/rok);

- roční aritmetické průměry koncentrací **chromu** byly na většině (39 z 42) městských stanic v rozmezí 0,4 - 4 ng/m^3, pouze na dvou Ostravských stanicích – Radvanice TORE a Mariánské Hory TOMH bylo naměřeno více jak 5 ng/m^3 (6,9 ng/m^3 a 7,5 ng/m^3). Konzervatiní odhad střední hodnoty v městech se pohybuje na úrovni 1,46 ng/m^3/rok. Podle modelového odhadu při středním zastoupení Cr^{VI+} ve směsi na úrovni 0,1 až 0,5 % by se jeho hodnoty pohybovaly v rozmezí 0,002 - 0,01 ng/m^3, tedy pod úrovní 40 % stanovené referenční koncentrace;
- roční střední koncentrace **niklu** tvoří ve městech poměrně homogenní pole s koncentracemi < 3 ng/m^3/rok (< 15 % IL). Při porovnání s hodnotami přirozeného pozadí (< 0,5 ng/m^3) se jedná o mírně zvýšené hodnoty. Roční průměry vyšší než odhad střední hodnoty ve městech (≈ 0,8 ng/m^3/rok) byly naměřeny celkem na 20 stanicích. Nejvyšší hodnota ročního průměru byla naměřena na dvou stanicích v Ostravě (Ostrava TOMH – Mariánské Hory – 3,85 ng/m^3, Ostrava - Přívoz TOPR – 3,93 ng/m^3), kde dosáhla téměř 20 % IL. V případě Ni, kdy nelze ve městech přisoudit majoritní význam žádnému z hlavních typů zdrojů, které zde přicházejí v úvahu (doprava a antikorozní ochrana, průmysl – legování ocelí), bylo v průměru 87 % niklu obsaženo ve frakci $PM_{2,5}$ a tento podíl náhodně kolísá v průběhu kalendářního roku a v závislosti na hodnocené lokalitě;
- **olovo** zůstává prvkem s dlouhodobě stabilními hodnotami a homogenním polem měřených imisních hodnot bez velkých sezónních, klimatických či jiných výkyvů. Odhad střední hodnoty v městech (≈ 7,4 ng/m^3/rok) řadí olovo již mezi méně významné škodliviny. Svědčí o tom skutečnost, že roční střední hodnoty na 37 stanicích z 42 hodnocených nepřekročily 15 ng/m^3 (< 3 % IL). Roční imisní charakteristiky nad 20 ng/m^3 (tj. nad 4 % IL) byly v roce 2018 naměřeny pouze na 3 stanicích v Moravskoslezském kraji. Z analýzy zastoupení Pb v souběžně odebíraných vzorcích frakcí PM_{10} a $PM_{2,5}$ vyplývá, že ve frakci $PM_{2,5}$ je více než 80 % olova a tento podíl se mírně liší podle podílu zastoupení průmyslových a malých zdrojů;
- roční střední hodnoty **manganu** na 36 městských stanicích z 42 nepřekročily 15 ng/m^3 (10 % Rfk); pouze na dvou průmyslem zatížených stanicích v Ostravě byly zjištěny hodnoty vyšší než 40 ng/m^3 (Ostrava Radvanice - TORO 45,1 ng/m^3 a Ostrava Poruba - TOPO 71,7 ng/m^3, tj. cca 50 % stanovené RfK). Z analýzy zastoupení Mn v souběžně odebíraných vzorcích frakcí PM_{10} a $PM_{2,5}$ vyplývá v městech vyšší podíl v hrubé frakci PM_{10} než $PM_{2,5}$, kde je 30 až 60 % celkového obsahu Mn; na průmyslových stanicích v Moravskoslezském kraji je 50 až 75 % Mn ve frakci $PM_{2,5}$, vyšší hodnoty byly měřeny v zimních měsících;
- **titan** měřený pouze na stanici v SZÚ (ASRO), **vanad, železo, kobalt, zinek, selen a měď** - kovy měřené ve frakci PM_{10} pouze na stanicích provozovaných ČHMÚ. Nejsou pro ně stanoveny imisní limity a zatím ani hodnoty použitelné pro hodnocení jejich expozice a vlivu na zdraví.

3 Organické látky (benzen a PAU)

Benzen - do zpracování za rok 2018 byly zahrnuty hodnoty benzenu měřené celkem na 31 městských a dvou (Košetice – JKOS a Rudolice v Horách - URVH) pozaďových stanicích. Úroveň znečištění ovzduší benzenem se v roce 2018 v měřených městských lokalitách pohybovala v rozmezí 0,7 – 5,1 µg/m^3/rok, imisní limit pro benzen byl překročen na jedné stanici v Ostravě (Přívoz – TOPR). Nejvyšší hodnoty jsou dlouhodobě zjišťovány v průmyslově zatížených lokalitách (chemický průmysl, metalurgie…).

Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU) - z porovnání imisních charakteristik sledovaného spektra na 39 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. Jejich výšemolekulární frakce je převážně vázána na jemné aerosolové částice (frakce $PM_{2,5}$ a menší; majoritní podíl mají pravděpodobně velikostní frakce 0,5 až 0,8 μm), ale mohou se vyskytovat i ve formě par.

- Ve větších městských celcích lze nadále v roce 2018 zátěž z dopravy charakterizovat jako plošnou, kdy rozdíly 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;
- velmi významné lokální navýšení měřených hodnot způsobuje těžký průmysl.

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

- hodnoty ročního aritmetického průměru na pozaďových stanicích byly 0,4 až 0,5 ng/m^3 a zároveň se zde hmotnostní koncentrace v zimním období pohybovaly v jednotkách ng/m^3, to je srovnatelné s úrovní zátěže v některých městských lokalitách;
- rozpětí ročních průměrů na městských stanicích nezatížených průmyslem a intenzivní dopravou se pohybovalo mezi 0,5 až 3,9 ng/m^3, odhad střední hodnoty byl 1,4 ng/m^3/rok;
- v dopravně silně zatížených lokalitách byla střední roční hodnota 1,5 ng/m^3/rok (rozpětí 0,5 až 2,9 ng/m^3), tyto lokality se vyznačovaly menší variabilitou mezi hodnotami naměřenými v zimním a letním období;
- v průmyslově zatížených lokalitách (chemický průmysl, metalurgie…), především v Ostravsko-karvinské pánvi, byly až několikanásobně vyšší roční střední hodnoty (0,9 až 7,7 ng/m^3/rok) se zimními 24 hodinovými maximy v řádu desítek ng/m^3; v letním období se zde měřené hodnoty nejčastěji pohybovaly do 1 ng/m^3; střední roční hodnota pro tyto lokality byla 3,2 ng/m^3.
- střední hodnota 3,5 ng/m^3 zjištěná na stanici ve Švermově u Kladna, kde se v úzkém sevřeném údolí kombinují emise z domácích topenišť na pevná paliva s lokálně významným podílem emisí z dopravy, dokazuje existenci významně zatížených, měřením a tím i vyhodnocením v podstatě nepokrytých vesnických či předměstských lokalit, kde pravděpodobně dochází až k několikanásobnému překročení IL.

V roce 2018 byla hodnota imisního limitu (1 ng/m^3/rok) pro benzo[*a*]pyren (BaP) překročena na 27 z 39 hodnocených stanic. Imisní limit byl, mimo zcela specifickou venkovskou - příměstskou stanici v Kladně Švermově a příměstskou stanici v Praze 5 několikanásobně překročen především na všech stanicích v Ostravě (2,0 až 7,7 ng/m^3/rok) a trojnásobně na stanicích v Karviné (TKAO) a v Českém Těšíně (TCTN). Vysoké hodnoty byly dále zjištěny ve Valašském Meziříčí (ZVMZ) a na stanici v okrese Nový Jičín (Studénka – TSTS). Na ostatních městských stanicích byla hodnota IL překročena maximálně o 60 %. Nejnižší hodnoty, pod 0,6 ng/m^3/rok naměřené na městských stanicích v Brně – Líšni (BBNI), Masná (BBNA), v Ústí nad Labem – P. Diviše (UUDI), Jihlavě (JJIZ) a Žďáru n. Sázavou (JZNZ), jsou srovnatelné s koncentracemi zjištěnými na pozaďových stanicích.

Pro výšemolekulární PAU je dlouhodobě charakteristický velký rozdíl mezi aritmetickým a geometrickým průměrem, což svědčí o značném sezónním kolísání koncentrací. Význam emisí z průmyslových zdrojů a z lokálních zdrojů na fosilní/tuhá paliva je zřejmý u hodnot **benzo[*a*]antracenu** (BaA). Jeho roční průměry sledované na městských stanicích měly široké rozpětí od 0,6 do 10,4 ng/m^3. Na stanicích mimo Ostravsko-karvinskou pánev roční střední hodnoty nepřekročily 2 ng/m^3/rok. Výjimkou z pravidla je zdrojově a umístěním zcela specifická stanice v Kladně - Švermově (4,8 ng/m^3/rok). Roční referenční koncentrace (RfK - 10 ng/m^3/rok) byla překročena na průmyslem silně zatížené stanici v Ostravě v Radvanicích (10,4 ng/m^3).

Karcinogenní potenciál směsi k-PAU (suma karcinogenních PAU) vyjádřený jako **ekvivalent BaP** (TEQ BaP) vykazoval velké rozdíly v závislosti na měřené lokalitě. Nejvyšší hodnota 11,3 ng/m^3/rok byla zjištěna na stanici monitorující okolí významného průmyslového zdroje v Ostravě – městské části Radvanice. Rovněž na dalších průmyslem zatížených stanicích v Moravskoslezském kraji byly nalezeny několikanásobně vyšší hodnoty (≥ 5 ng/m^3/rok TEQ BaP) než na ostatních městských stanicích, kde se roční hodnoty TEQ BaP pohybovaly od 0,8 do 2,7 ng/m^3. Výjimkou jsou hodnoty naměřené na městské, průmyslem nezatížené, zdrojově a umístěním zcela specifické stanici Kladno - Švermov (5,7 ng/m^3/rok).

4 Komplexní hodnocení kvality ovzduší

Základem je hodnocení stavu ovzduší formou indexu kvality ovzduší, který vychází z dlouhodobých (ročních) imisních limitů (IL) stanovených přílohou č. 1 Zákona č. 201/2012 Sb. Doplněním je porovnání individuálních podílů středních ročních imisních charakteristik a imisních limitů jednotlivých sledovaných látek a celkové sumy těchto podílů.

Nadstavbou je zpracování odhadu zdravotních rizik, způsobených expozicí populace konkrétním znečišťujícím látkám. Ten byl zpracován jak pro aerosolové částice (PM_{10}, $PM_{2,5}$), tak pro látky s potenciálním karcinogenním účinkem (bezprahovým), mezi něž jsou zahrnuty As, Cd, Ni, benzen a směs karcinogenních PAU. Výpočty platí pro celoživotní expozici 24 hodin denně pro dospělého člověka o hmotnosti 70 kg, který vdechne 20 m^3 vzduchu za den. Hodnocení bylo provedeno pro základní typy městských lokalit; kritérii rozdělení byla intenzita okolní dopravy, podíl jednotlivých typů zdrojů vytápění a zátěž významným průmyslovým zdrojem.

Součástí je odhad ztracených let života (YLLs), zpracovaný, vzhledem k omezené dostupnosti příslušných demografických dat, pro rok 2017.

4.1 Index kvality ovzduší (IKO_R)

Do výpočtu byly zahrnuty roční aritmetické průměry všech měřených škodlivin, pro které jsou stanoveny roční imisní limity (oxid dusičitý – NO_2, suspendované částice frakce PM_{10} a $PM_{2,5}$, arzen – As, kadmium – Cd, nikl - Ni, olovo – Pb, benzen - BZN a benzo[*a*]pyren – BaP). Nejčastěji byl ve velkých městských aglomeracích a v okolí velkých průmyslových zdrojů překračován imisní limit pro benzo[*a*]pyren (27 stanic) a alespoň jedno z kritérií překročení imisního limitu pro suspendované částice frakce

PM_{10} (34 stanic). Na dvou dopravně exponovaných pražských měřicích stanicích byl překročen i imisní limit stanovený pro oxid dusičitý a v ostravské aglomeraci imisní limit stanovený pro suspendované částice frakce $PM_{2,5}$; na jedné stanici imisní limit pro benzen.

Z hodnot vypočtených pro jednotlivé typy městských lokalit vyplývá, že v oblastech s vlivem lokálně působících malých zdrojů na tuhá paliva dosáhla hodnota IKO_R, podobně s lety 2011 až 2017, druhé třídy (vyhovující kvalita ovzduší). Srovnatelné hodnoty IKO_R (1,1 až 1,6) v městských lokalitách, rozdělených v závislosti na intenzitě dopravy, potvrzují významnost vlivu obou těchto typů zdrojů na znečištění městského ovzduší. Mírnější zimy 2013 až 2018 se také v tomto ukazateli projevily postupným poklesem hodnot v oblastech s majoritou malých zdrojů. Vlivu emisí průmyslových zdrojů v Ostravsko-karvinské oblasti odpovídá odhad zvýšené střední roční hodnoty $IKO_R > 2$ (klasifikace 3. třída IKO – mírně znečištěné ovzduší) a maximální hodnota na stanici Ostrava-Radvanice spadající do 4. třídy IKO s hodnotou IKO_R 3,02 (klasifikace 4. třída IKO – znečištěné ovzduší).

4.2 Suma plnění ročních imisních limitů

Ve všech hodnocených typech městských lokalit a dokonce i na regionálních a republikových pozaďových stanicích (zde 2,03), překročila suma individuálních podílů hodnotu 1 a pohybuje se v rozsahu od 3,4 (městské pozaďové oblasti) po 9,15 na průmyslem exponovaných lokalitách v Ostravě.

- Nejvyšší míra čerpání imisního limitu byla zjištěna pro benzo[*a*]pyren (BaP), u něhož odhad průměrné roční koncentrace v žádném typu městské lokality neklesl pod hodnotu ročního imisního limitu; roční průměr pro pozaďové stanice čerpal imisní limit přibližně z 50 %. Střední hodnoty čerpání se v průmyslem nezatížených městských lokalitách pohybovaly od 90 do 340 %; nejvyšší (střední) hodnota 466 % patří ostravské městské průmyslové oblasti.
- Průměrná roční koncentrace částic PM_{10} čerpá imisní limit v nejnižší míře v městských pozaďových (63 %), nejvíce pak v městských průmyslových (79 %) případně vesnických lokalitách v MSK (i více než 100 %); totéž s rozšířením o dopravně exponované lokality platí pro oxid dusičitý, kde maximální hodnota na dopravním Hot-Spotu byla 135 %.
- U částic frakce $PM_{2,5}$ se městské pozaďové a dopravní lokality lišily v jednotkách procent (80 až 85 %), nadlimitní čerpání bylo zaznamenáno pouze v průmyslových lokalitách MSK.
- V průmyslových lokalitách je zřejmá i zvýšená zátěž ovzduší arzenem (metalurgické provozy v MSK), kadmiem (Tanvald a okolí) a benzenem (ostravská aglomerace).

Pro podobný popis situace v malých sídlech sice stále není dost podkladů, nicméně za nejvýznamnější lze považovat suspendované částice (PM_{10} a $PM_{2,5}$), BaP a arzen, jejichž zdrojem jsou převážně malé lokální zdroje na pevná paliva.

Maximální hodnota čerpání imisního limitu byla nalezena pro BaP (774 %), stanice v Ostravě-Radvanicích (TORE). Další v pořadí nejvyšší hodnoty podílu roční střední koncentrace a imisního limitu dosahují hodnoty PM_{10} a $PM_{2,5}$ v MSK (110 respektive 148 %), oxidu dusičitého v dopravně exponovaných lokalitách (až 136 %), arzenu v oblastech s významným zastoupením lokálních topenišť (54 %) a benzenu (102 %) v okolí velkých průmyslových zdrojů v MSK. Výjimku z jinak významně nižších podílů roční střední koncentrace k imisnímu limitu u olova, niklu a kadmia

(5 až 28 %) představují pouze zvýšené hodnoty kadmia ze staré zátěže v okolí Tanvaldu (≈ 64 %). Za pozitivní ukazatel lze považovat dlouhodobě nízkou zátěž SO_2, Ni a Pb prakticky ve všech ostatních městských lokalitách. U SO_2 jsou výjimkou ostravské oblasti zasažené emisemi ze sanace lagun.

4.3 Hodnocení zdravotních rizik

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

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

Na základě odhadu průměrné koncentrace suspendovaných částic frakce PM_{10} v roce 2018 v městském prostředí, mimo MSK (24 $\mu g/m^3$), lze hruba odhadnout, že v důsledku znečištění ovzduší touto škodlivinou byla bazální celková úmrtnost navýšena o 4,98 % (rozmezí v ČR 2,2 až 14,4 %), při zohlednění 75 % podílu frakce $PM_{2,5}$. Konzervativní odhad počtu předčasných úmrtí, na kterých se podílela expozice suspendovaným částicím frakce PM_{10} v roce 2018 se pohybuje na úrovni 5,6 tisíce osob.

Ztracené roky života (YLLs) - podle provedeného odhadu činil v roce 2017 pro obyvatele ČR starší 30 let počet ztracených let života předčasným úmrtím následkem expozice znečištěnému ovzduší aerosolovými částicemi 106 600 let (tj. 1 480 let na 100 000 obyvatel). Při akceptování značné míry zjednodušení lze tento výsledek interpretovat i tak, že na každého obyvatele ČR staršího 30 let připadalo v roce 2017 v průměru 4,9 (3,5 v roce 2016) dnů života ztracených v důsledku předčasné úmrtnosti. Hodnoty v roce 2017 ovlivnila smogová situace v lednu a únoru.

Celkové navýšení individuálního celoživotního rizika vypočtené pro látky s bezprahovým působením (BaP, benzen, Cd, Ni a As) v městských lokalitách v ČR pro rok 2018 se pohybovalo na úrovni $1,2 \times 10^{-4}$, tj. přibližně jeden případ na 10 tisíc obyvatel. Pro jednotlivě hodnocené látky se navýšení individuálního celoživotního rizika pohybuje v řádu 10^{-7} až 10^{-4}, tedy v řádu jednotek případů onemocnění na 10 000 až 10 miliónů obyvatel za 70 let.

Hodnoty ILCR vycházející z odhadu střední hodnoty v městech pro jednotlivé hodnocené látky:

- BaP $1,1 \times 10^{-4}$ (≈ 1 případ z 10 tisíc)
- Arsen $1,7 \times 10^{-6}$ (≈ 2 případy z 1 miliónu);
- Benzen $7,2 \times 10^{-6}$ (≈ 7 případů z 1 miliónů)
- Nikl $2,9 \times 10^{-7}$ (≈ 3 případy z 10 miliónů)
- Kadmium $1,0 \times 10^{-7}$ (≈ 1 případ z 10 miliónů) - nejnižší z hodnocených látek.

Největší příspěvek dlouhodobě představuje expozice směsi PAU.

Příloha č. 1 - Kategorizace stanic měřicích kvalitu venkovního ovzduší

Městská - URBAN

1. **Pozaďová** – 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** (sídliště vytápěná vzdálenými zdroji CZT, doprava na nízké úrovni do 2 tis. vozidel/24 hodin a/nebo ve vzdálenosti vyšší jak 150 m od významné komunikace či křížení ulic a/nebo na stíněné straně budovy od této komunikace) - veřejná energetika, dálkové vytápění URBAN RESIDENTIAL.
4. **Městská obytná zóna** s lokálním i CZT vytápěním a **s dopravní zátěží 2 až 5 tis. vozidel/24 hodin** (komunikace městské kategorie) a/nebo ve vzdálenosti vyšší jak 150 m od další významné komunikace vyšší úrovně či významného dopravního křížení ulic a/nebo na stíněné straně budovy od této komunikace – URBAN RESIDENTIAL LOW TRAFFIC.
5. **Městská obytná zóna** s lokálním i CZT vytápěním a **s dopravní zátěží 5 až 10 tis. vozidel/24 hodin** (komunikace městské kategorie, hlavní třídy) a/nebo ve vzdálenosti vyšší jak 150 m od další významné komunikace vyšší úrovně či významného křížení ulic a/nebo na stíněné straně budovy od této komunikace – URBAN RESIDENTIAL MIDDLE TRAFFIC.
6. **Městská obytná zóna** s lokálním i CZT vytápěním a **s dopravní zátěží s více než 10 tis. vozidel/24 hodin** - prostorově otevřené komunikace (zástavba ve vzdálenosti minimálně 10 m od okraje vozovky) – URBAN RESIDENTIAL TRAFFIC.
7. **Městská obytná zóna s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin** (uzavřené komunikace tvaru kaňonů) a tranzitní komunikace s více jak **25 tis. vozidel/24 hodin** – URBAN RESIDENTIAL HEAVY TRAFFIC.

Průmyslová – URBAN INDUSTRIAL

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

Venkovská (rural)

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

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

Poznámky :

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

Příloha č. 2 - Tabulka č. 13. - Zařazení zahrnutých stanic do příslušných kategorií

Příloha č. 2 - Tabulka č. 13. – Souhrn monitorovacích programů měření kvality venkovního ovzduší na jednotlivých zahrnutých stanicích (A – automatické měření, M – manuální, 0 - kovy ve frakci PM_{10}, 5 – ve frakci $PM_{2,5}$, P - BaP a D - benzen)

2018	Název stanice	Kategorie lokality	Kód stanice	Měřicí program (kód stanice)					
				AIM	MAN	TK PM_{10}	TK $PM_{2,5}$	PAU	BZN
Praha	ČHMÚ Praha 1, N. Republiky	6	AREP	A					D
	ČHMÚ Praha 2, Legerova	7	ALEG	A					D
	ČHMÚ Praha 2, Riegrovy sady	3	ARIE	A				P	
	ČHMÚ Praha 4, Chodov	3	ACHO	A					
	ČHMÚ Praha 4, Libuš	3	ALIB	A		0	5	P	D
	Praha 5, Řeporyje	4	ARER	A/N		0		P	
	CHMÚ Praha 5, Smíchov, Strahovský tunel	6	ASMI	A					D
	ČHMÚ Praha 5, Stodůlky	3	ASTO	A					
	ČHMÚ,Praha 6, Břevnov	5	ABRE	A					
	ČHMÚ Praha 6, Suchdol	3	ASUC	A					
	ČHMÚ Praha 7, Výstaviště	5	AVYS	A					
	ČHMÚ Praha 8, Karlín	6	AKAL	A					
	ČHMÚ Praha 8, Kobylisy	5	AKOB	A					
	ČHMÚ Praha 9, Vysočany	7	AVYN	A					
	ČHMÚ Praha 10, Průmyslová	10	APRU	A					
	Praha 10, SZÚ	3	ASRO	A/N	M	0	5	P	
	ČHMÚ Praha 10, Vršovice	6	AVRS	A					
Středočeský	ČHMÚ Beroun	6	SBER	A					
	ČHMÚ Kladno, střed města	6	SKLM	A					D
	Kolín, SAZ, ZÚ	5	SKOA	A/N		0/N		P/N	
	Kralupy, sportoviště, ZÚ	8	SKRP	A/N		0		P	
	ČHMÚ Mladá Boleslav	3	SMBO	A					
	ČHMÚ Příbram	5	SPRI	A					
	Buštěhrad, okres Kladno	13	SBUS		M	0			

2018	Název stanice	Kategorie lokality	Kód stanice	Měřicí program (kód stanice)					
				AIM	MAN	TK PM_{10}	TK $PM_{2,5}$	PAU	BZN
Středočeský	Vrapice, okr. Kladno	14	SKLC		M	0			
	Stehelčeves, okres Kladno	14	SSTE		M	0			
	ČHMÚ Kladno, Švermov	16	SKLS	A		0		P	
	ČHMÚ Brandýs n/Labem	2	SBRL					P	
	ČHMÚ Rožďálovice, Ruská (okr. Nymburk)	12	SROR	A				P	
	ČHMÚ Ondřejov	11	SONR	A					
Jihočeský	ČHMÚ Č. Budějovice, Antala Staška	3	CCBD	A		0		P	D
	Č. Budějovice, Třešňová, ZÚ	2	CCBT	A/N		0		P	
	ČHMÚ Hojná Voda	12	CHVO	A					
	ČHMÚ Churáňov	11	CCHU	A		0			
	ČHMÚ Prachatice	3	CPRA	A					
	Pelhřimov	2	JPEM	A/N		0/N		P/N	
	ČHMÚ Tábor	5	CTAB	A					
	ČHMÚ Kocelovice	12	CKOC	A					
Karlovarský	Cheb, Eska	6	KCHE		M				
	ČHMÚ Cheb	2	KCHM	A					D
	ČHMÚ Sokolov	3	KSOM	A					D
	ČHMÚ Přebuz	12	KPRB	A					
	F. Lázně, Chebská	3	KFLC		M				
	M. Lázně, Krásný domov	3	KMLK		M				
Plzeňský	Klatovy, Soud, ZÚ	4	PKLS	A/N		0		P	
	ČHMÚ Plzeň, Slovany	6	PPLA			0		P	D
	Plzeň, Roudná, ZÚ	2	PPLR	A/N		0		P	
	ČHMÚ Plzeň, Doubravka	12	PPLV	A					
	ČHMÚ Přimda	12	PPRM	A					
	ČHMÚ Kamenný Ujezd (okr. Rokycany)	12	PKUJ	A					
Liberecký	ČHMÚ Česká Lípa	3	LCLM	A					
	ČHMÚ Jizerka	11	LJIZ			0			
	ČHMÚ Souš	11	LSOU	A		0			

2018	Název stanice	Kategorie lokality	Kód stanice	Měřicí program (kód stanice)					
				AIM	MAN	TK PM_{10}	TK $PM_{2,5}$	PAU	BZN
Liberecký	ČHMÚ Liberec - Rochlice	3	LLIL	A				P	D
	ČHMÚ Frýdlant	11	LFRT	A					
	ČHMÚ Tanvald školka	8	LTAS			0			
Ústecký	ČHMÚ Děčín	8	UDCM	A					
	ČHMÚ Chomutov	3	UCHM	A					
	ČHMÚ Litoměřice	3	ULTT	A					
	ČHMÚ Lom	13	ULOM	A		0			
	CHMÚ Most	5	UMOM	A					D
	ČHMÚ Teplice	6	UTPM	A				P	
	Ustí n/L, Prokopa Diviše, ZÚ	8	UUDI	A/N		0		P	
	ČHMÚ Ústí n/L, Všebořická/HOT-SPOT	6	UULD						D
	ČHMÚ Ústí n/L, Kočkov	3	UULK	A		0	5	P	
	ČHMÚ Ustí n/L, Město	6	UULM	A					D
	ČHMÚ Rudolice v Horách	11	URVH	A					D
	ČHMÚ Krupka (okr. Teplice)	12	UKRU	A					
	ČHMÚ Doksany	12	UDOK	A				P	
	ČHMÚ Měděnec	12	USNZ	A					
	ČHMÚ Sněžník	12	UMED	A					
	ČHMÚ Tušimice	8	UTUS	A					D
Hradecký	ČHMÚ H. Králové, Brněnská	5	HHKB	A					D
	H. Králové, Sukovy Sady, ZÚ	5	HHKS	A/N		0		P	
	ČHMÚ H. Králové, tř. SNP	3	HHKT			0		P	
	ČHMÚ Trutnov, Tkalcovská	3	HTRT	A					
	ČHMÚ Krkonoše-Rýchory	11	HKRY	A					
	ČHMÚ Polom	12	HPLO	A					
Pardubický	ČHMÚ Pardubice, Dukla	8	EPAU	A		0		P	D
	ČHMÚ Pardubice, Rosice	2	EPAO	A					D
	ČHMÚ Svratouch	11	ESVR	A		0			
	ČHMÚ Moravská Třebová	3	EMTP	A					

2018	Název stanice	Kategorie lokality	Kód stanice	Měřicí program (kód stanice)					
				AIM	MAN	TK PM_{10}	TK $PM_{2,5}$	PAU	BZN
Brněnský	ČHMÚ Brno, Líšen	2	BBNI	A		0		P	
	ČHMÚ Brno, dětská nemocnice	5	BBDN	A					D
	Brno, Masná ulice, ZÚ	6	BBNA	A		0		P	
	ČHMÚ Brno, Úvoz	6	BBNV	A					D
	ČHMU Brno, Tuřany	15	BBNY	A					
	Hodonín, ZÚ	2	BHOD	A		0		P	
	ČHMÚ Kuchařovice (okr. Znojmo)	12	BKUC	A		0		P	
	ČHMÚ Znojmo	5	BZNO	A					
	ČHMÚ Mikulov Sedlec	11	BMIS	A					D
Vysočina	ČHMÚ, Jihlava	4	JJIH	A		0			D
	H. Brod, Smetanovo n., ZÚ	3	JHBS	A/N		0/N		P/N	
	Jihlava, Znojemská, ZÚ	6	JJIZ	A		0		P	
	ČHMÚ Třebíč	2	JTRE	A					
	Žďár n/Sázavou, parkoviště, ZÚ	3	JZNZ	A		0		P	
	ČHMÚ Košetice (EMEP)	11	JKOS	A		0	5	P	D
	ČHMÚ Kostelní Myslová	12	JKMY	A					
Zlínský	ČHMU Zlín	2	ZZLN	A		0		P	D
	ČHMÚ Uh. Hradiště	6	ZUHR	A					
	ČHMÚ Štítná	12	ZSNV	A					
	ČHMÚ Valašské Meziříčí	3	ZVMZ	A				P	D
	ČHMÚ Těšnovice	12	ZTNV	A					
Olomoucký	ČHMÚ Prostějov	2	MPST	A					
	ČHMÚ Přerov	5	MPRR	A					
	ČHMÚ Olomouc, Hejčín	6	MOLJ	A		0		P	D
	Olomouc, Šmeralova, ZÚ	3	MOLS	A		0		P	
	ČHMÚ Bělotín	12	MBEL	A					
	ČHMÚ Jeseník	11	MJES	A					
	ČHMÚ Frýdek-Místek	2	TFMI	A					
	Karviná, ZÚ	8	TKAO	K		0		P	

2018	Název stanice	Kategorie lokality	Kód stanice	Měřicí program (kód stanice)					
				AIM	MAN	TK PM_{10}	TK $PM_{2,5}$	PAU	BZN
Moravsko-slezský	ČHMÚ Karviná	9	TKAR	A					
	ČHMÚ Červená Hora	11	TCER	A		0			
	ČHMÚ Opava, Kateřinky	3	TOVK	A					D
	ČHMÚ Ostrava, Českobratrská, HOT-SPOT	10	TOCB	A					D
	ČHMÚ Ostrava, Fifejdy	8	TOFF	A					D
	Ostrava, Mariánské Hory, ZÚ	8	TOMH	K		0		P	
	Ostrava, Poruba	4	TOPD					P	
	ČHMÚ Ostrava, Poruba	4	TOPO	A		0	5	P	D
	ČHMÚ Ostrava, Přívoz	9	TOPR	A		0	5	P	D
	Ostrava Radvanice, ZÚ	8	TORE	K		0		P	
	Ostrava Radvanice, OZO	8	TORO	K		0		P	
	ČHMÚ Ostrava, Zábřeh	8	TOZR	A					
	ČHMÚ Český Těšín	3	TCTN	A		0		P	
	ČHMÚ Havířov	9	THAR	A					
	ČHMÚ Bílý Kříž (EMEP)	11	TBKR	A		0			
	ČHMÚ Věřňovice	13	TVER	A					D
	ČHMÚ Třinec Kosmos	3	TTRO	A					D
	ČHMÚ Studénka (okr. N. Jičín)	12	TSTD	A				P	
	ČHMÚ Rychvald	4	TRYC	A					
Celkem v jednotlivých programech		119/11		119/11	7	51/3	6	44/3	33

Pozn: N – nehodnotitelné, buď ukončeno měření v průběhu roku 2018, nebo výpadek měření > 30 dnů

U stanic s programem AIM je 9 stanic provozovaných ZÚ Ústí n/Labem, které v roce 2018 produkovaly uznatelná data až od srpna 2018.

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

Příloha č. 3 - Tabulka č. 14 - Úrovně zátěže a odhad potenciálních zdravotních účinků pro základní látky, těžké kovy, benzen a BaP v roce 2018 pro jednotlivé typy městských kategorií (viz příloha č. 1). Hodnoty jsou uvedeny v µg/m³ a v ng/m³ – kovy a PAU.

Rok 2018 - MZSO - Monitoring zdravotního stavu obyvatelstva		Městské dopravou a průmyslem nezatížené lokality		Městské středně dopravou zatížené lokality			Dopravní Hot-spots	Městské oblasti zatížené průmyslem			Pozaďové stanice ČHMÚ	Venkovské, předměstské stanice						Odhad střední hodnoty ve městech ČR	Do hodnocení zahrnuto celkem stanic
látka	kategorie	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	2 - 5	
PM_{10} µg/m³/rok	ČR(bez MSK)	23,4	23,6	21,7	26,5	29,2	30,1	26,0	-	29,8	17,5	22,4	33,3	32,7	26,5	32,2	-	24,0	81
	M-S kraj	24,9	25,7	32,3	26,1	26,7	-	29,8	32,1	-	18,7	30,8	43,7	-	-	-	-	31,8	23
$PM_{2,5}$ (µg/m³/rok)		21,0	19,8	25,0	21,1	19,9	19,8	25,1	30,2	-	16,5	19,8	28,4	-	21,4	-	-	20,4	68
SO_2 (µg/m³/rok)		6,2	4,7	5,9	4,6	5,5	-	7,4	12,3	-	3,5	4,8	7,4	-	3,3	4,7	-	5,1	41
NO (µg/m³/rok)		3,6	4,1	4,6	8,2	18,2	33,8	6,0	7,5	22,7	0,7	2,5	2,9	-	2,7	5,4	-	5,2	70
NO_2 (µg/m³/rok)		15,7	16,5	16,4	20,7	29,6	54,4	19,8	23,0	33,3	5,6	11,7	14,2	-	14,0	15,9	-	18,0	71
NO_X (µg/m³/rok)		21,1	22,4	24,0	34,1	58,0	97,8	27,8	34,5	68,3	6,6	15,6	18,7	-	18,2	24,3	-	25,5	72
CO (µg/m³/rok)		-	341	287	306	388	462	-	-	618	256	-	-	-	-	-	-	310	11
O_3 (µg/m³/rok)		57,4	58,7	57,6	52,7	56,5	45,8	56,1	53,5	-	74,6	59,3	52,0	-	59,8	-	-	57,0	57
Benzen (µg/m³/rok)		1,0	1,1	1,7	1,1	1,2	1,2	1,6	5,1	2,8	0,9	-	2,6	-	-	-	-	1,2	33
BaP (ng/m³/rok)		1,09	1,13	2,01	1,0	0,89	-	2,95	4,66	-	0,42	1,40	-	-	-	3,53	-	1,32	44
As (ng/m³/rok)		0,98	1,21	1,26	1,32	1,05	-	2,25	2,23	-	0,70	0,62	2,59	3,20	-	3,87	-	1,13	47
Cd (ng/m³/rok)		0,19	0,23	0,24	0,20	0,19	-	0,80	0,49	-	0,13	0,13	0,19	0,21	-	0,33	-	0,21	47
Cr (ng/m³/rok)		1,32	1,60	1,26	2,02	1,98	-	2,32	3,61	-	0,63	1,03	1,81	2,99	-	1,33	-	1,46	47
Mn (ng/m³/rok)		7,08	8,26	7,36	8,67	9,34	-	12,75	22,61	-	3,15	4,92	10,02	11,10	-	7,27	-	7,79	47
Ni (ng/m³/rok)		0,77	1,07	0,79	0,70	1,21	-	1,04	3,93	-	0,39	0,48	0,89	1,18	-	0,71	-	0,76	47
Pb (ng/m³/rok)		6,2	8,6	7,4	7,4	8,0	-	11,3	21,5	-	3,8	4,6	5,5	7,8	-	6,7	-	7,4	47

Poznámky:

- *Hodnoty ročních aritmetických průměrů jsou pro každou zahrnutou látku vypočteny ze všech měřicích stanic splňujících kritéria daná vyhláškou č. 330/2012 Sb. a konkrétního typu lokality/kategorie (deskripce kategorií – viz příloha č. 1).*
- *Odděleně – pro Českou republiku bez Moravskoslezského kraje a zvlášť pro Moravskoslezský kraj jsou zpracovány hodnoty suspendovaných částic frakce PM_{10}.*
- *Součástí zpracování je odhad střední hodnoty vypočtený pro městské dopravou a průmyslem extenzivně nezatížené stanice (aritmetický průměr za kategorie 2 až 5).*

- *V tabulce jsou uvedeny odhady vlivu/impaktu nejzávažnějších sledovaných škodlivin – nárůst předčasné úmrtnosti v procentech (pro 75 % zastoupení frakce $PM_{2,5}$ ve frakci PM_{10}) a odhad celkového individuálního karcinogenního rizika (ILCR - Individual Lifetime Cancer Risk) pro benzo[a]pyren (BaP), arsen (As) a nikl (Ni).*
- *Detailnější informace o jednotlivých stanicích a zahrnutých městech, distribuci 24 hodinových (a hodinových) měřených hodnot lze dohledat na stránkách SZÚ - viz:*
  http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/imisni-situace
  http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/odborna-zprava-ovzdusi-za-rok-2018
  nebo v tabelárních a grafických ročenkách na stránkách ČHMÚ - viz:
  http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/tab_roc/2018_enh/index_CZ.html
  http://portal.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 byla/jsou v průběhu vegetačního období předávána do médií a prezentována na volně přístupných internetových stránkách ve formě grafické a tabelární informace (viz například „http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/tydenni-zpravodajstvi“).

Do zprávy za rok 2018 jsou na základě dohody s příslušnými zdravotními ústavy a ČIPA (Česká iniciativa pro astma) zahrnuta data z celkem 9 stanic, a to z Prahy, Plzně, Karlových Varů, Ústí nad Labem, Liberce, Jihlavy, Ústí nad Orlicí, Brna, Ostravy. Data z Třince nebyla dodána, provozovatel stanice nekomunikuje.

Popis odběrových lokalit:

Do zpracování výstupů za rok 2018 byla zahrnuta odběrová místa:
Liberec (50^0 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 (49^0 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 (50^0 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 (49^0 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 (50^0 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 (50^0 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 (49^0 12´s.š., 160 37´v.d., 248 m.n.m) – bližší informace nejsou k dispozici.
Ostrava a Třinec – bližší informace nejsou k dispozici.

Odběrové lokality přesto poměrně reprezentativně pokrývají území České republiky (obr. 1).

Obrázek č. 1 – Odběrová místa pylového monitoringu v ČR

(Místa zahrnutá do tohoto zpracování jsou modře, nezahrnutá – červenou barvou).

Metodika pylového monitoringu

Sběr pylů probíhá podle lokální meteorologické situace přibližně od začátku února do konce října. Pyly 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 určena jednotlivá pylová zrna a přepočtem přes odebraný objem vzorku jsou stanoveny 24 hodinové koncentrace konkrétních pylů v ovzduší.

Výsledky

Souhrnné vyhodnocení dat ze všech měřicích stanic za rok 2018 je založeno na charakteristických klimatických intervalech a vývoji koncentrace pylu konkrétního rodu resp. skupiny rostlin ve vzduchu v průběhu roku.

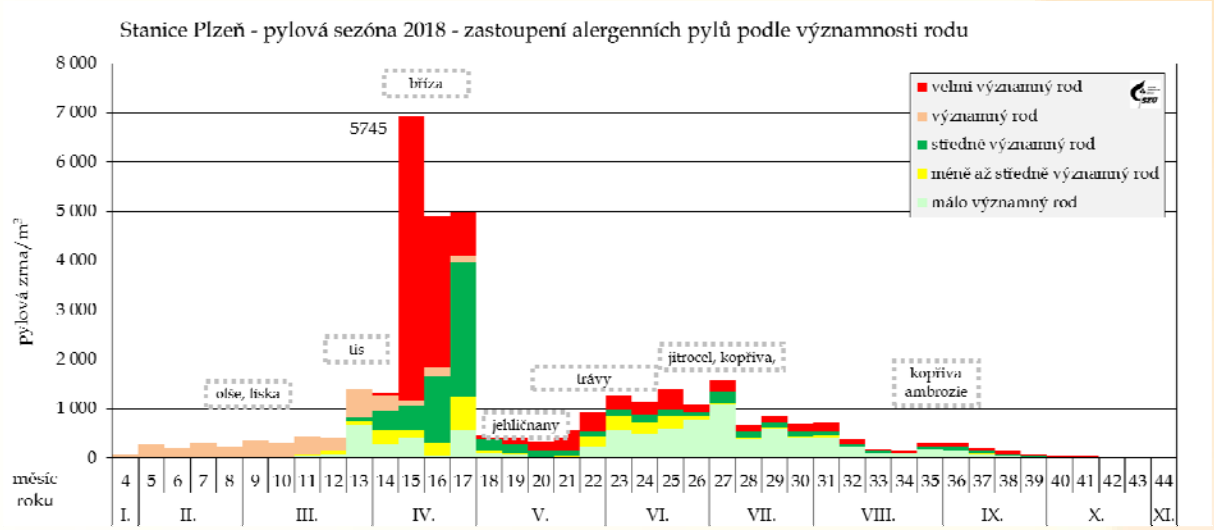
Pylová skupina	Zařazené sledované rody rostlin	Identifikace v grafech
velmi významný rod	bříza, trávy, pelyněk, ambrózie	
významný rod	olše, líska, cypřišovité	
středně významný rod	vrba, jasan, habr, dub, platan, jitrocel, šťovík, merlíkovité	
méně až středně významný rod	řepka olejka, topol, buk, ořešák,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

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:

Období	interval roku	typický představitel
jarní	5. – 13. týden (únor – březen/duben)	olše, líska, bříza, cypřišovité
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)	ambrosia, spory plísní

Pozn: Plísně jsou v ovzduší zastoupeny po celé sledované období



Obrázek č. 2 – Typický průběh pylové sezóny – rok 2018 na stanici v Plzni

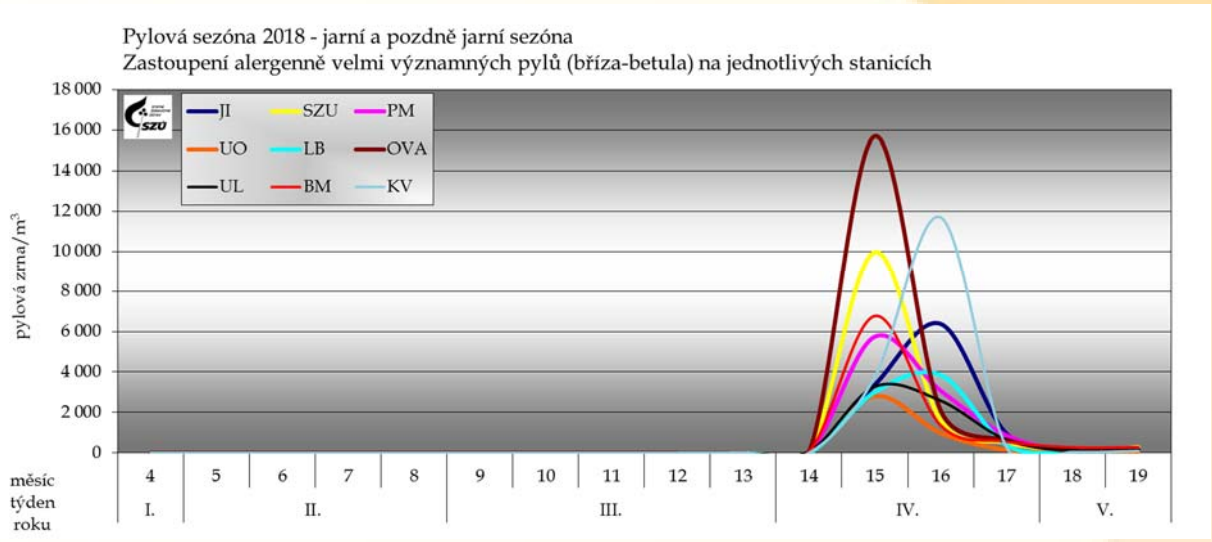
Pylová sezóna začíná výskytem pylových zrn kvetoucích dřevin. Od jejího začátku se objevuje pyl lísky (Corylus) a olše (Alnus) - významné alergenní pyly, které mohou způsobovat první sezónní alergické potíže (a z důvodu zkřížené reaktivity, způsobují problémy také u lidí citlivých na břízu). V roce 2018 začala jejich sezóna koncem ledna a olše kulminovala v 13. až 14. týdnu, tj. koncem března. Týdenní počty nalezených zrn nebyly nijak vysoké, jednalo se o desítky až sta zrn.

S výjimkou Brna (první zrna v 5. týdnu) od 10. týdne se vyskytujícím alergenem byl pyl tisu (Taxus), jeho kulminace byla ve 13. a 14. týdnu. Lokality se v maximálních denních hodnotách nalézaných zrn liší, od desítek zrn/den (Liberec, Ústí n/Orlicí) po 5 359 zrn/(29. 3. 2018 v Brně).

Mezi významné jarní alergeny patří také cypřišovité (Cupressaceae). Pyl těchto dřevin bylo možné v ovzduší najít od března až do května. Nalézané maximální denní odečty množství zrn se pohybovaly od desítek (Ústí n/L, Ústí n/O, Plzeň), po maximálních 1 238 zrn v Brně nebo 767 v Jihlavě.

V březnu se v ovzduší objevil další, méně významný, jarní alergen – jasan (Fraxinus), s kulminací v 14. až 17. týdnu. Nejnižší denní počty zrn byly v Ústí n/Orlicí, nejvíce pylových zrn se pak našlo v Ostravě (1 009/den) a v Brně (744), v ostatních lokalitách se maximální denní hodnoty pohybovaly od 400 do 700 zrn/m^3.

Nejvýznamnější jarní alergen – pyl břízy (Betula) - se v ovzduší objevil začátkem dubna a nalézat ho bylo možné až do června, někde i do července. Jeho kulminace byla v dubnu mezi 15. a 16. týdnem. Týdenní počty zrn tradičně dosahují tisíců – Ostrava 15 703, K. Vary – 11 694, Praha – 9 964, Brno a Jihlava > 6 tisíc … ostatní nad 3 tisíce.

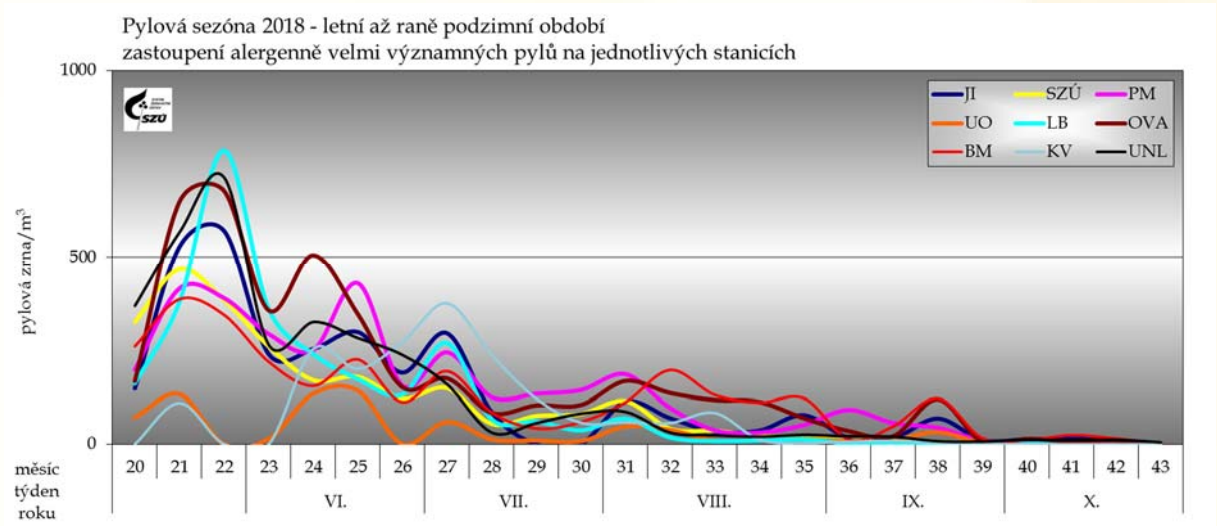


Obrázek č. 3 – Velmi významně alergenní pyly - pylová sezóna břízy v roce 2018

Pro pozdně jarní období je typický výskyt pylu kvetoucích dřevin a bylin. Koncem března až začátkem dubna začíná kvést topol (Populus), ve stejném období se přidává dub (Quercus), habr (Carpinus), javor (Acer), ve velkém počtu jsou v dubnu nalézána i pylová zrna smrku (Picea) a borovice (Pinus). Začátkem května se objevují první pylová zrna trav a na přelomu května a června pylová zrna kopřivy.

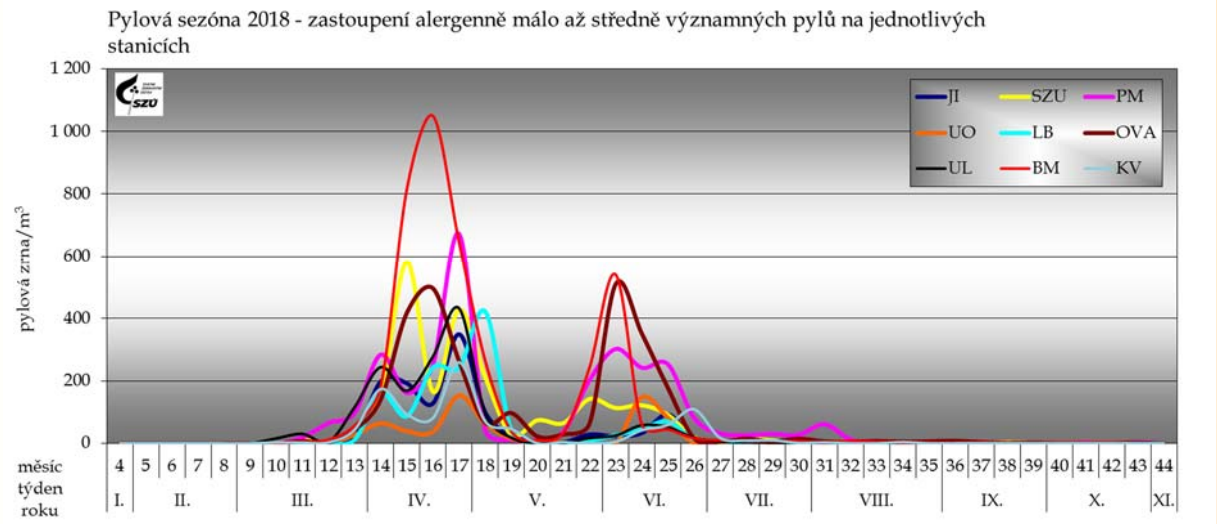
Nejčastější původce alergických potíží v ČR – pylová zrna trav z čeledi lipnicovitých (Poaceae) – bylo možné v roce 2018 najít v ovzduší od konce dubna až do konce pylové sezóny (září - říjen), s kulminací od 21. týdne (Praha, Jihlava, Brno, Ostrava) po 24. týden (Ústí n/O). Maximální počty pylových zrn/m^3/den se pohybovaly od 40 (Ústí n/O) po 295 zrn v Ostravě.

V letním období se v ovzduší vyskytují převážně pylová zrna bylin a plevelnatých rostlin. Pylová sezóna alergologicky středně významných pylů jitrocele (Plantago) začala v první polovině května, rostlin z čeledi merlíkovitých (Chenopodiaceae) v červnu a trvala téměř do konce pylové sezony, tj. do října. Koncentrace pylu jitrocele a merlíkovitých na většině stanic nedosahovala v roce 2018 ani hodnot 100 zrn/m^3/týden. Výjimku z pravidla tvořila stanice v Plzni, kde počty zrn jitrocele dosáhly v maximu 159 zrn/m^3/týden.



Obrázek č. 4 – Alergenně velmi významné pyly v letním až podzimním období

Svojí vysokou koncentrací v ovzduší mohl v tomto období působit potíže i poměrně málo alergenní pyl kopřivy (Urtica), jehož zrna se nacházela v ovzduší od května do října; vrcholy nálezů měl mezi 27. až 29. týdnem v závislosti na lokalitě. V roce 2018 byly maximální počty zrn nalézány okolo 29. týdne - Ostrava (1 660 zrn/týden), což je zároveň nejvyšší nalezená týdenní hodnota pylu kopřivy v loňském roce. Je otázkou nakolik pozvolný nárůst jejich počtu souvisí s existencí tzv. brownfields ve městech či s nedostatečnou údržbou veřejné zeleně nebo s dlouhými obdobími sucha.



Obrázek č. 5 – Alergenně málo až středně významné pyly

Od července do října se v ovzduší nacházel silně alergenní pyl pelyňku černobýlu (Artemisia vulgaris); s vrcholem pylové sezóny koncem července a začátkem srpna – v týdnech 30 a 32. Maximální týdenní počty zrn se podle lokalit lišily – v Ústí nad Orlicí napočítali 36 zrn, v Plzni to bylo za týden 167 zrn.

Velmi agresivní pyl ambrózie (Ambrosia) se v ovzduší začal objevovat o něco později, první zrna byla nalezena koncem července (Plzeň, Ústí n/L) a v ovzduší se jednotlivá zrna nacházela do konce pylové sezóny. Množství pylu se podle lokalit velmi lišilo. Dost záleželo na začátku pylové sezóny v jednotlivých lokalitách. Lokality, kde byla první zrna zachycena až ve 33. – 34. týdnu (SZÚ, Liberec) měly výrazně nižší celkové záchyty (21 zrn celkem), v oblastech, kde pylová sezóna ambrozie začala dříve (30. až 32. týden) byly maximální týdenní záchyty i přes 100 zrn/týden (Brno, Ostrava).

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

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

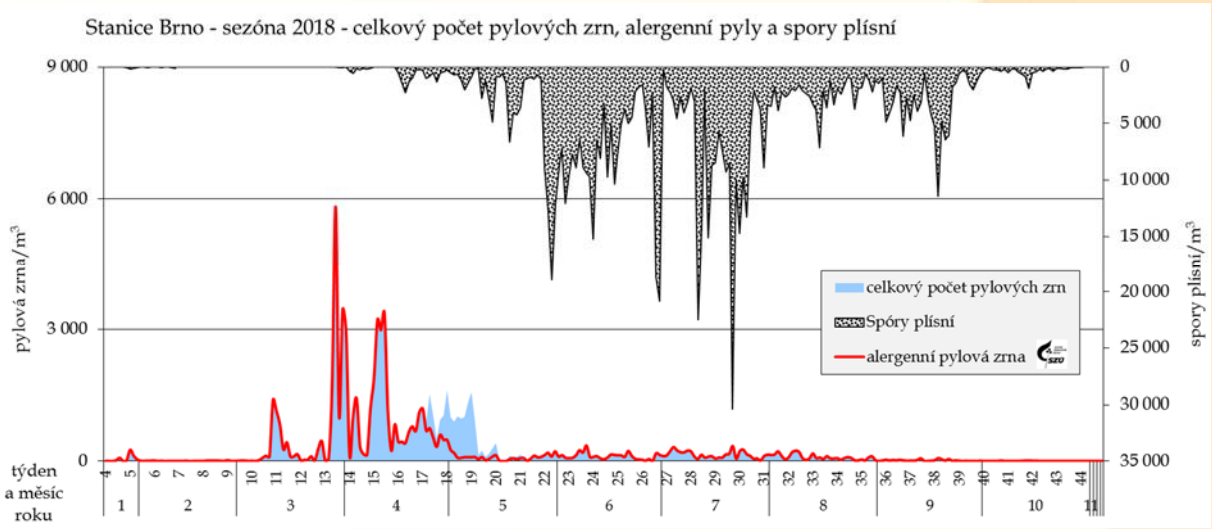
Shrnutí

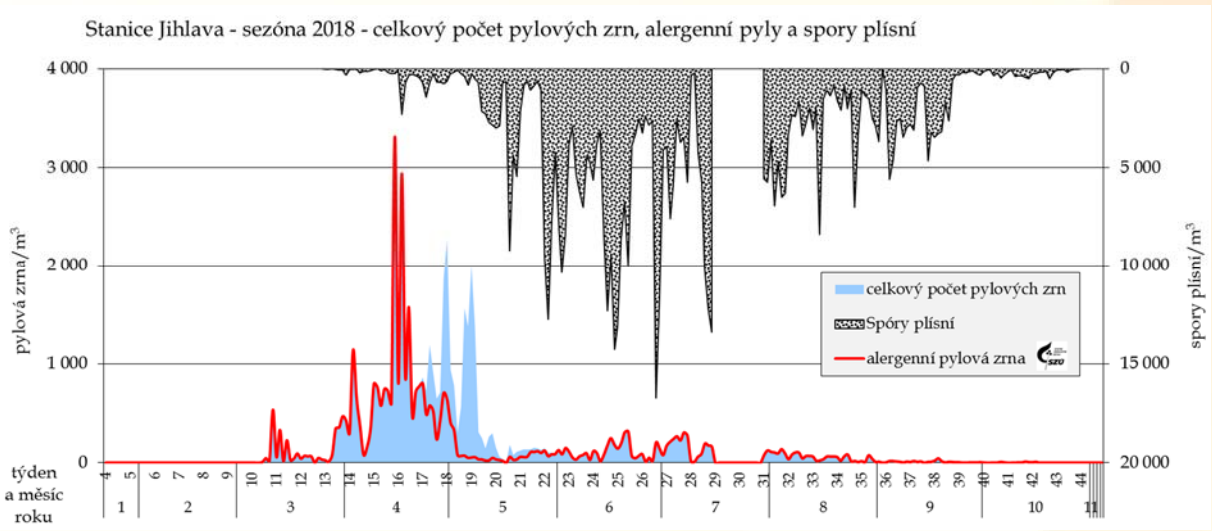
Pylová sezóna začala v roce 2018 na přelomu ledna a začátkem února a doznívala během měsíce října. Výskyt alergenně významných pylů měl typický průběh, z hlediska dosažených maxim koncentrací pylových zrn ve vzduchu jsou zřejmá tři údobí.

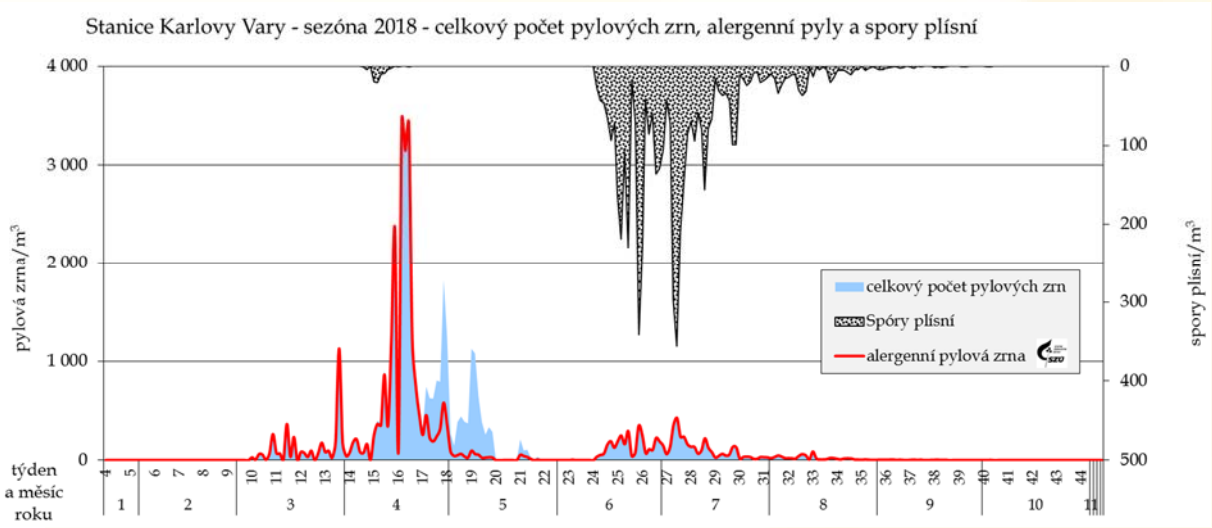
- První odpovídá květu olše a lísky. Ten začal už koncem ledna a olše kulminovala v 13. až 14. týdnu, tj. koncem března.
- Druhé období odpovídá době květu břízy, což je dle lokality většinou první polovina dubna až přelom dubna a května.
- Třetí období zahrnuje postupně na sebe navazující vývin pylů trav, kopřivy, pelyňku a ambrosie a trvalo od konce dubna do konce září nebo října, podle lokalit a ukončení sezony.

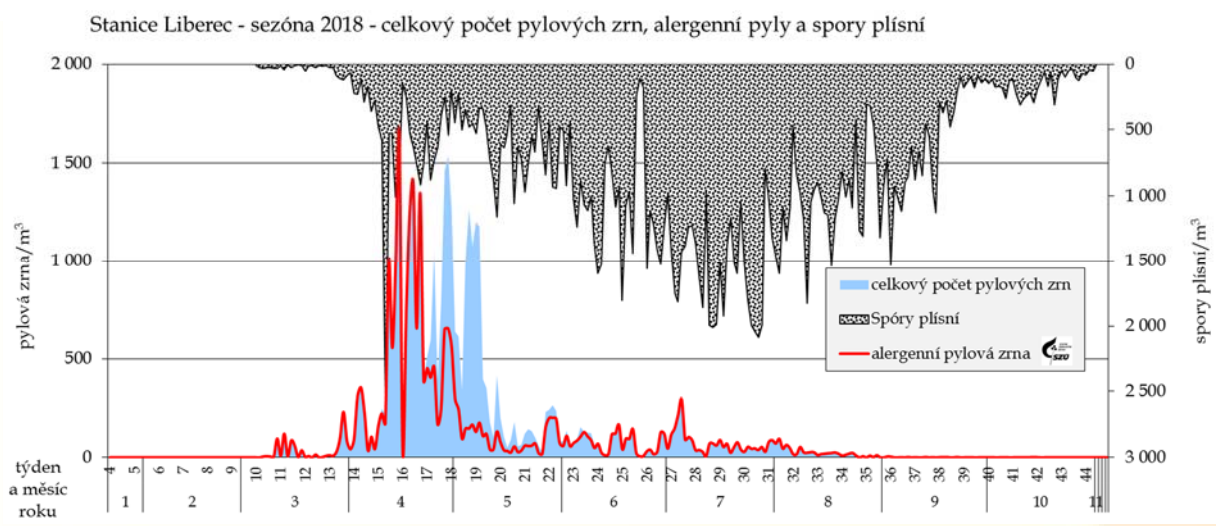
Po celé sledované období jsou v ovzduší přítomné spory venkovních plísní, jejichž koncentrace, v závislosti na aktuálních meteorologických podmínkách, obvykle kulminuje v letních měsících a začátkem podzimu.

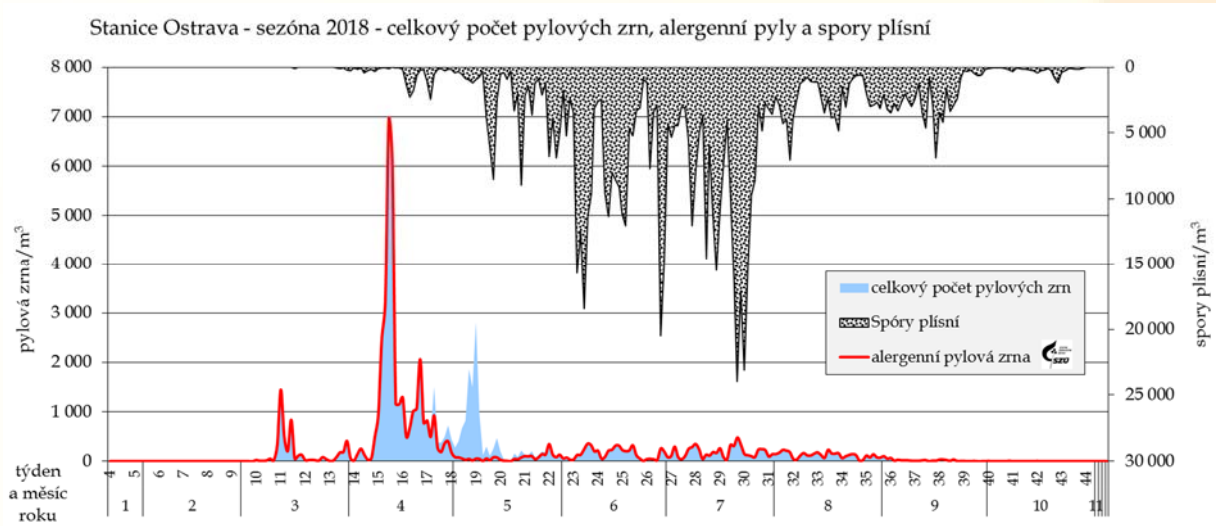
Doplnění 1 - Pylová sezóna 2018 – alergenní a nealergenní ply, plísně v jednotlivých lokalitách

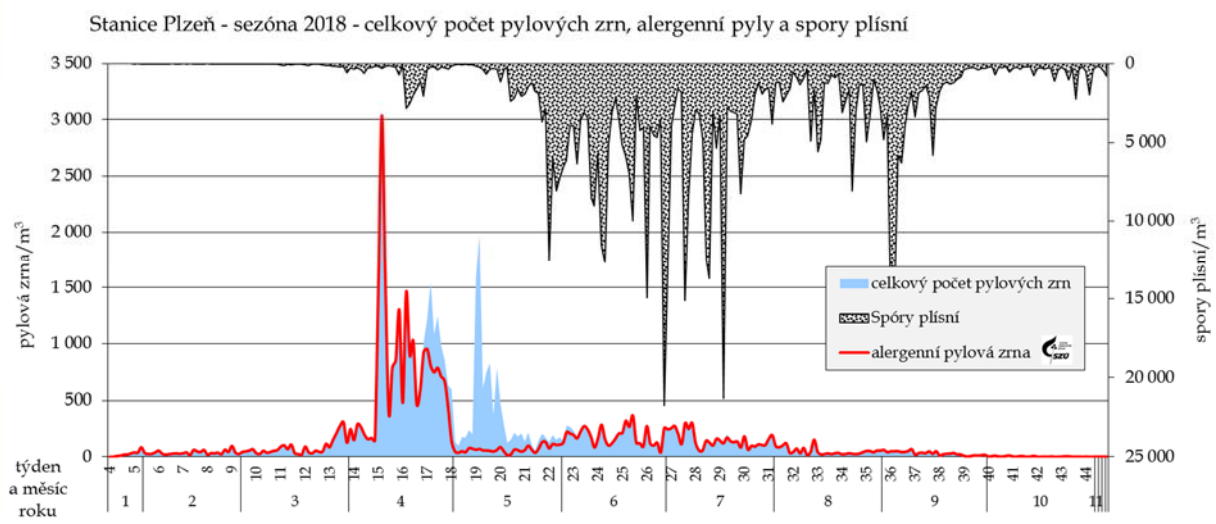


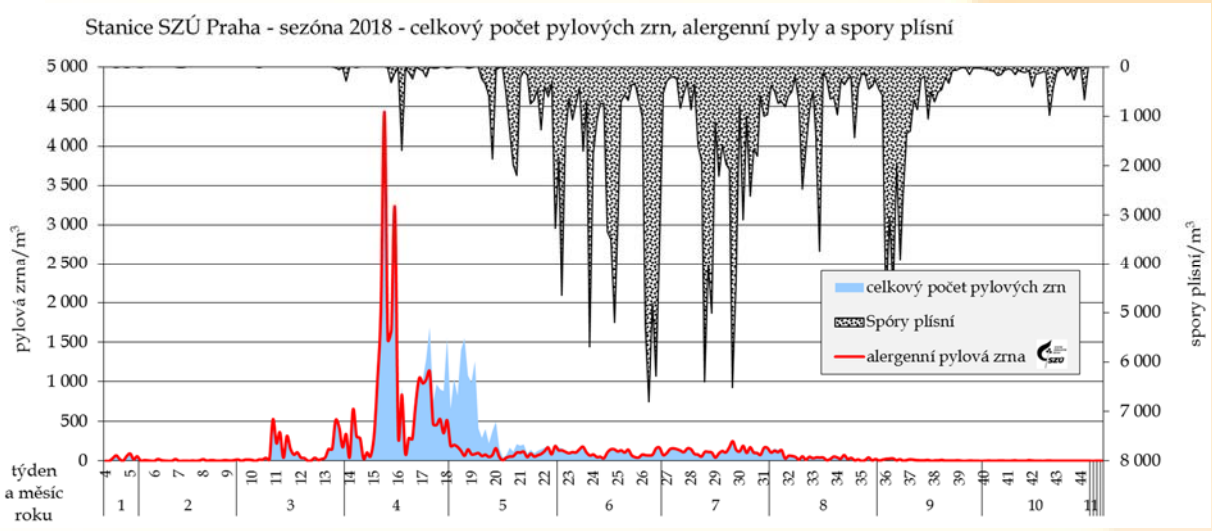


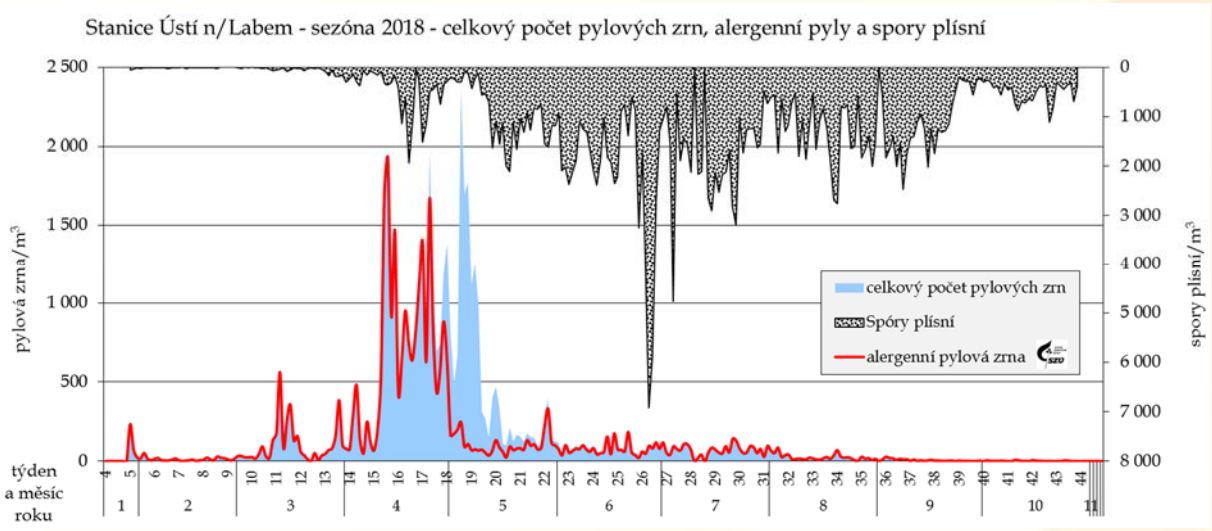


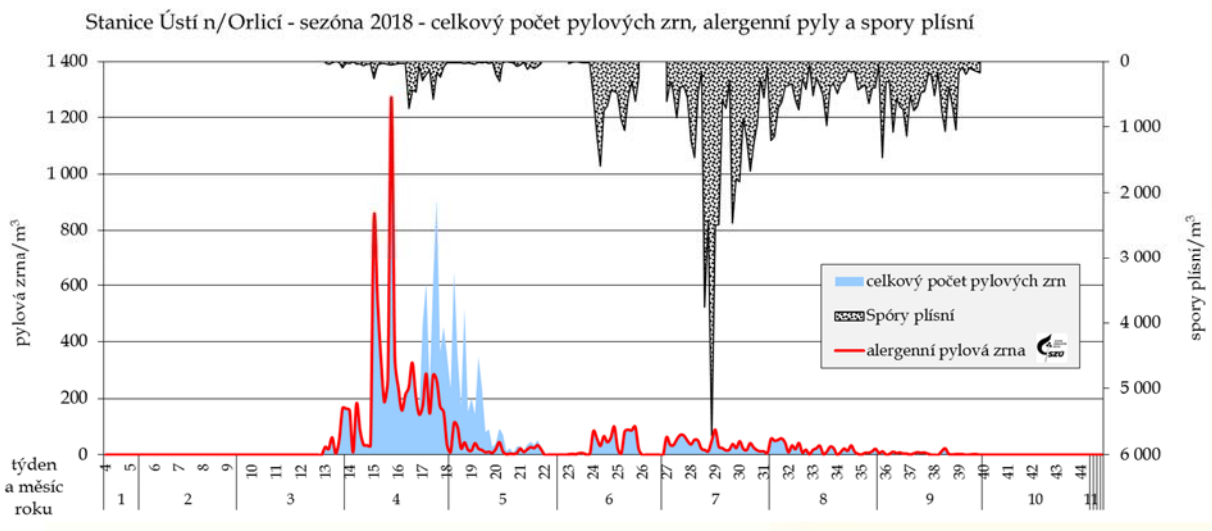

Stanice Liberec - sezóna 2018 - celkový počet pylových zrn, alergenní pyly a spory plísní
pylová zrna/m3
spory plísní/m3
celkový počet pylových zrn
Spóry plísní
alergenní pylová zrna
týden a měsíc roku


Stanice Ostrava - sezóna 2018 - celkový počet pylových zrn, alergenní pyly a spory plísní
pylová zrna/m3
spory plísní/m3
celkový počet pylových zrn
Spóry plísní
alergenní pylová zrna
týden a měsíc roku


Stanice Plzeň - sezóna 2018 - celkový počet pylových zrn, alergenní pyly a spory plísní
pylová zrna/m3
spory plísní/m3
celkový počet pylových zrn
Spóry plísní
alergenní pylová zrna
týden a měsíc roku

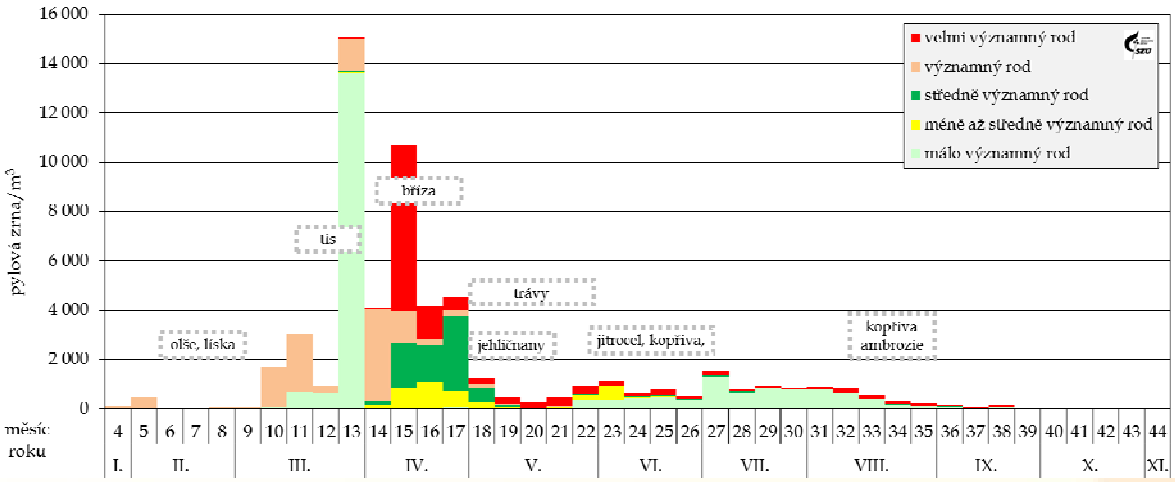

Stanice SZÚ Praha - sezóna 2018 - celkový počet pylových zrn, alergenní pyly a spory plísní
pylová zrna/m3
spory plísní/m3
celkový počet pylových zrn
Spóry plísní
alergenní pylová zrna
týden a měsíc roku


Stanice Ústí n/Labem - sezóna 2018 - celkový počet pylových zrn, alergenní pyly a spory plísní
pylová zrna/m3
spory plísní/m3
celkový počet pylových zrn
Spóry plísní
alergenní pylová zrna
týden a měsíc roku

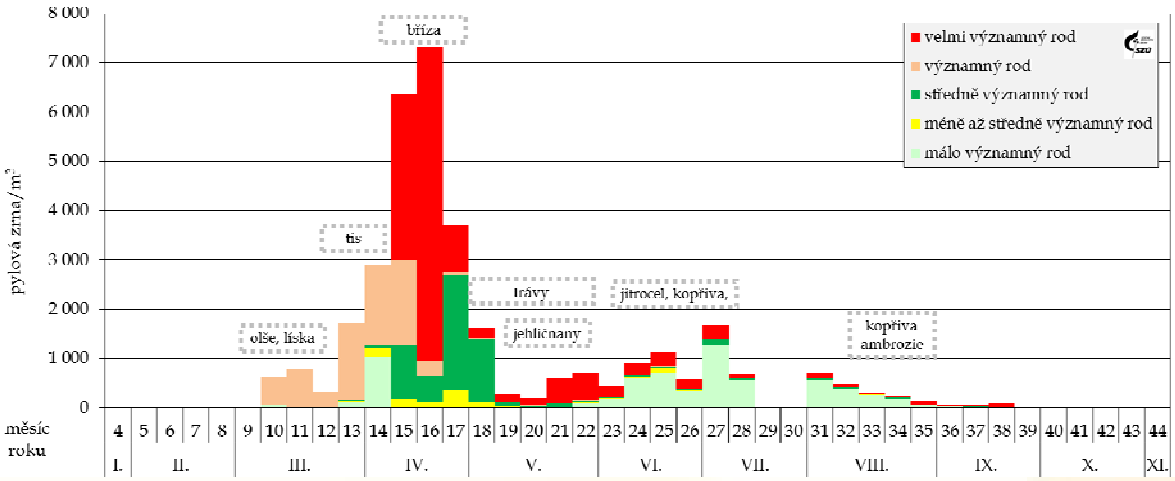

Stanice Ústí n/Orlicí - sezóna 2018 - celkový počet pylových zrn, alergenní pyly a spory plísní
pylová zrna/m3
spory plísní/m3
celkový počet pylových zrn
Spóry plísní
alergenní pylová zrna
týden a měsíc roku

Doplnění 2 - Pylová sezóna 2018 v jednotlivých lokalitách

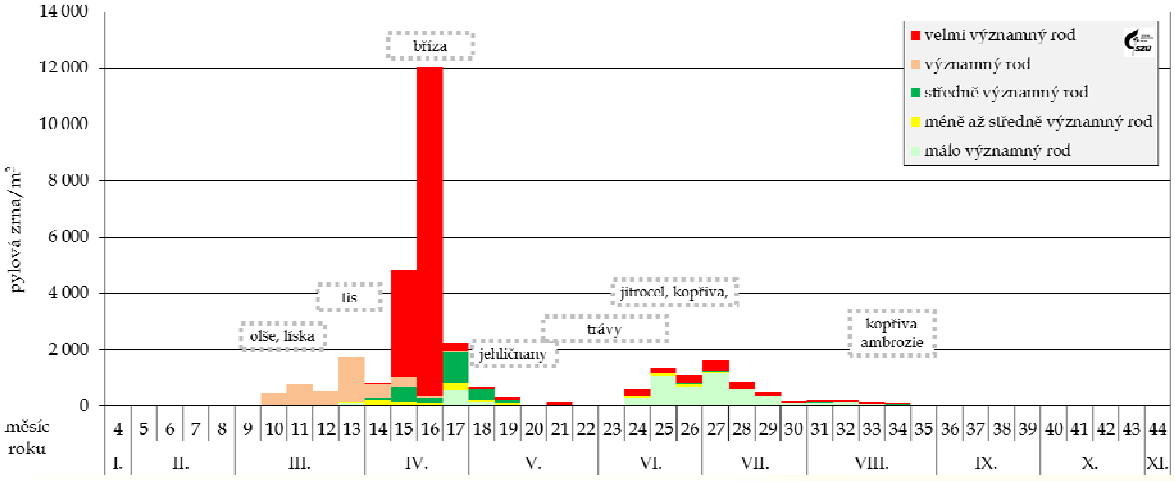
Stanice Brno - pylová sezóna 2018 - zastoupení alergenních pylů podle významnosti rodu



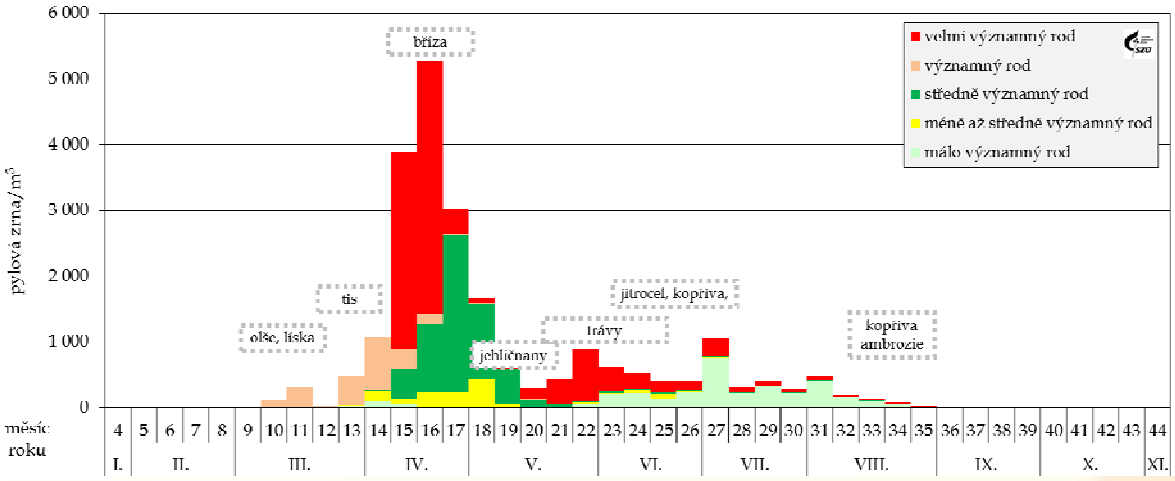
Stanice Jihlava - pylová sezóna 2018 - zastoupení alergenních pylů podle významnosti rodu



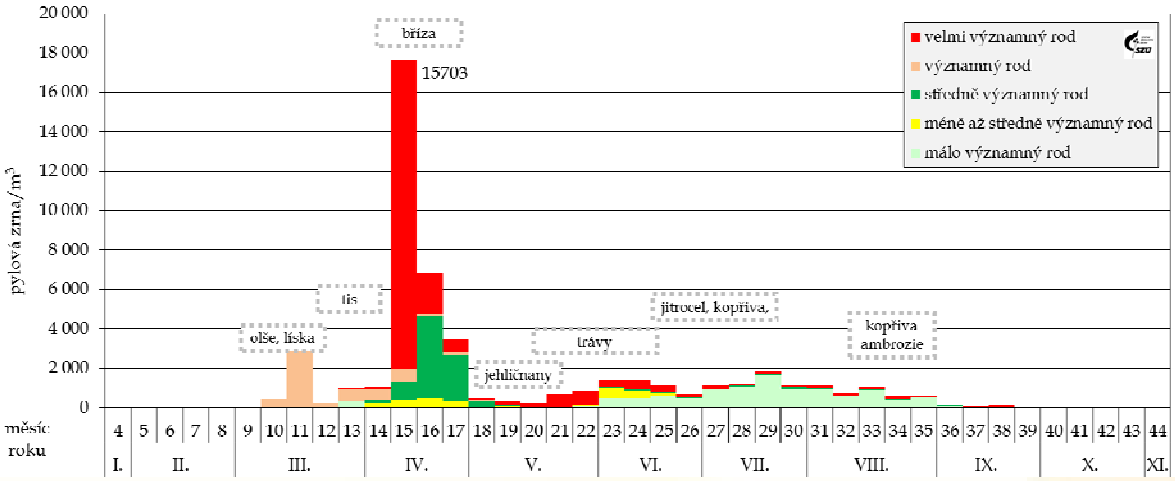
Stanice Karlovy Vary - pylová sezóna 2018 - zastoupení alergenních pylů podle významnosti rodu



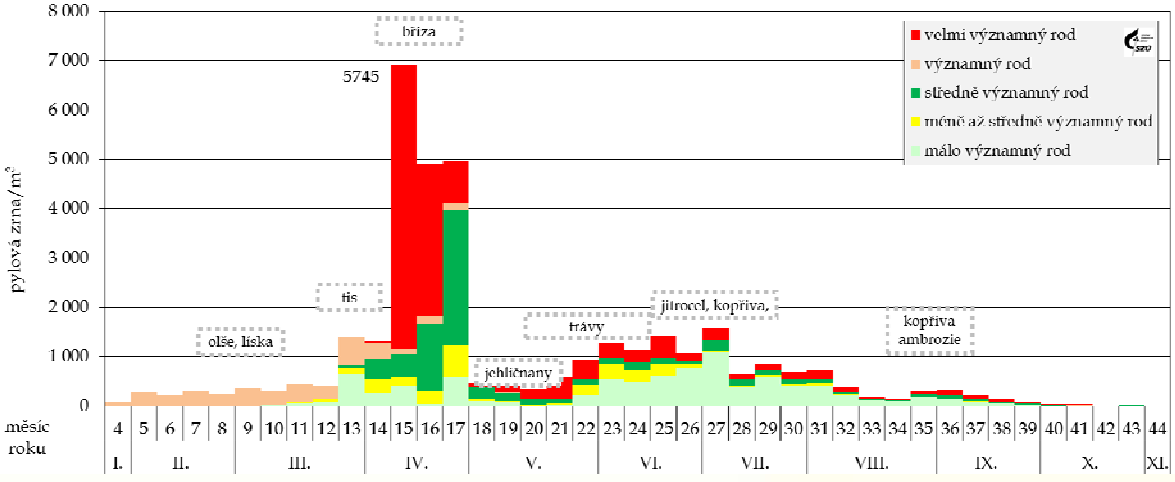
Stanice Liberec - pylová sezóna 2018 - zastoupení alergenních pylů podle významnosti rodu



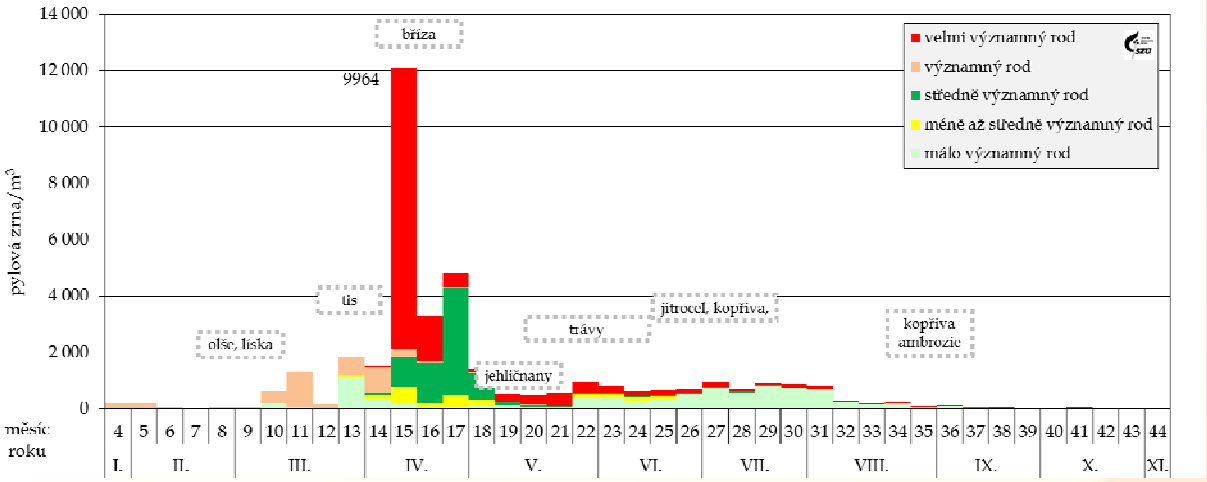
Stanice Ostrava - pylová sezóna 2018 - zastoupení alergenních pylů podle významnosti rodu



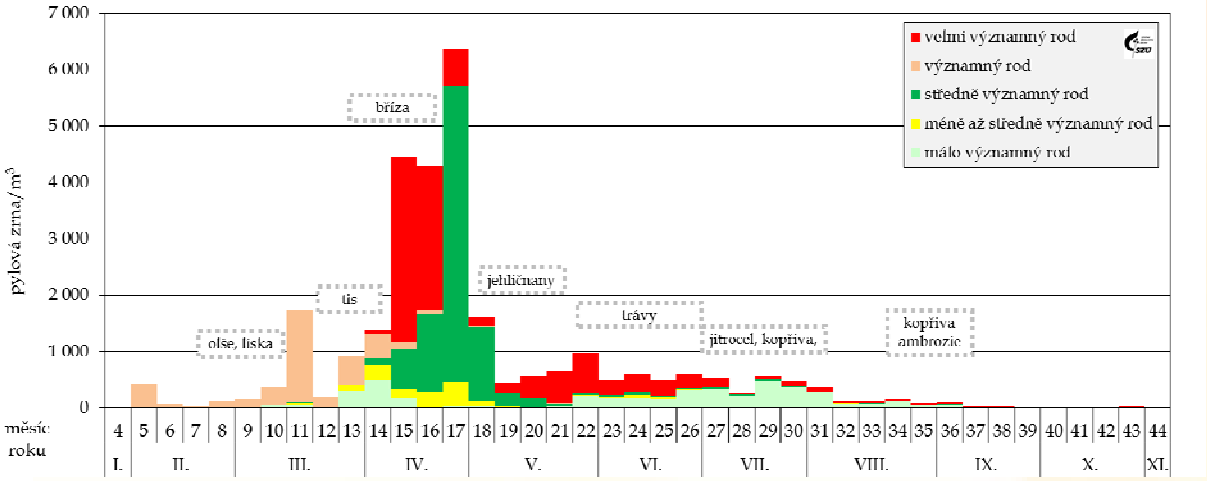
Stanice Plzeň - pylová sezóna 2018 - zastoupení alergenních pylů podle významnosti rodu



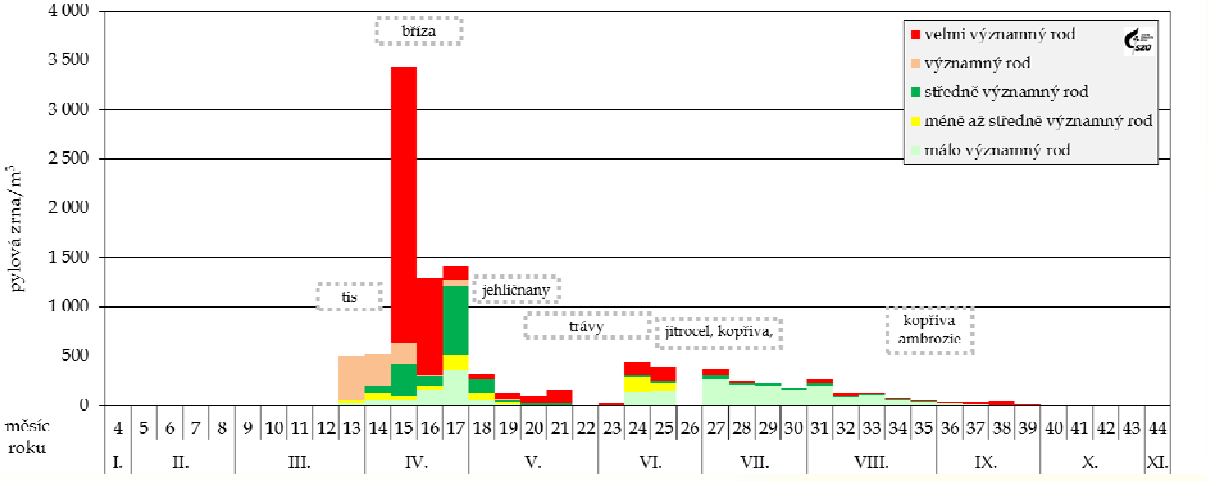
Stanice SZÚ Praha - pylová sezóna 2018 - zastoupení alergenních pylů podle významnosti rodu



Stanice Ústí n/Labem - pylová sezóna 2018 - zastoupení alergenních pylů podle významnosti rodu



Stanice Ústí n/Orlicí - pylová sezóna 2018 - zastoupení alergenních pylů podle významnosti rodu



Příloha č. 5. - Grafická prezentace výsledků za rok 2018

Graf č. název strana

Graf č. 1. – Roční aritmetické průměry NO_2 na jednotlivých stanicích a průměry pro jednotlivé městské lokality ... 77

Graf č. 2. – Roční aritmetické průměry PM_{10} na jednotlivých stanicích a průměry pro jednotlivé městské lokality ... 78

Graf č. 3. - Roční aritmetické průměry $PM_{2,5}$ na zahrnutých stanicích a v městských kategoriích ... 79

Graf č. 4. - Roční aritmetické průměry benzenu v ovzduší městských lokalit a na jednotlivých hodnocených stanicích ... 80

Graf č. 5. - Roční aritmetické průměry BaP v ovzduší městských lokalit a na jednotlivých hodnocených stanicích ... 81

Graf č. 6. a, b – Roční aritmetické průměry BaA a TEQ BaP v ovzduší na jednotlivých hodnocených stanicích ... 82

Graf č. 7. a, b, c – Sezónní chování BaA, BaP a TeQ BaP v městských lokalitách ... 82

Graf č. 8. 2005 – 2018, rozpětí ročních středních hodnot BaP ... 84

Graf č. 9. a, b, c, d, e, f, g, h – 2005 – 2018 - Trendy průběhů sezónních průměrů BaA a BaP na stanicích v Košeticích, SZÚ Praha, Karviné a v Ostravě - Bartovicích ... 85

Graf č. 10. - Roční aritmetické průměry As v ovzduší obydlených lokalit ... 86

Graf č. 11. - Roční aritmetické průměry Cd v ovzduší obydlených lokalit ... 86

Graf č. 12. - Roční aritmetické průměry Ni v ovzduší obydlených lokalit ... 86

Graf č. 13. - Roční aritmetické průměry Pb v ovzduší obydlených lokalit ... 87

Graf č. 14. - As, Cd, Cr, Mn, Ni a Pb průběh měsíčních hodnot ve frakci PM_{10} a $PM_{2,5}$ a podíl ve frakci $PM_{2,5}$ ... 88

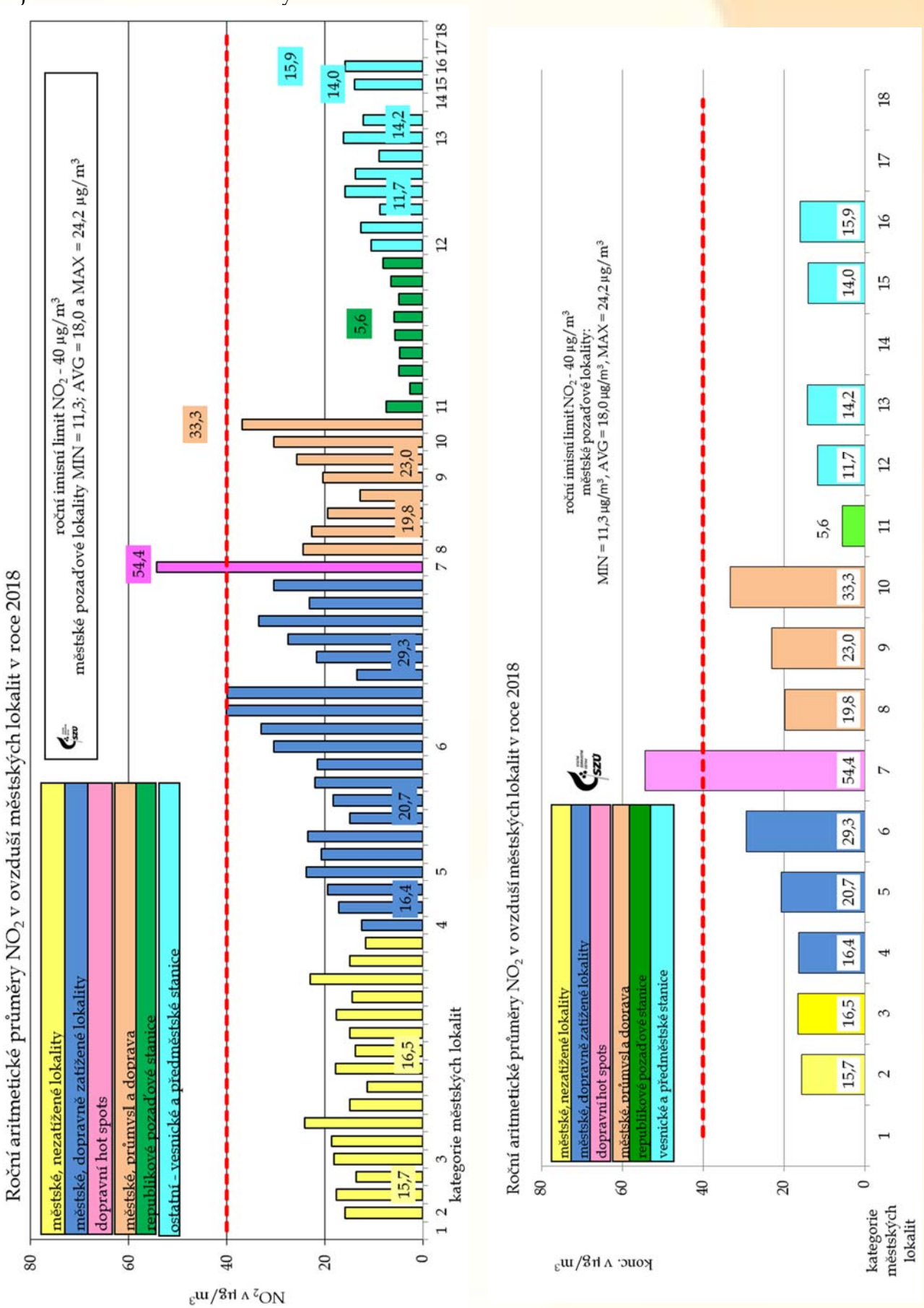
Graf č. 15. – Hodnoty a rozpětí ročního IKO_R (zahrnuty hodnoty NO_2, PM_{10}, $PM_{2,5}$, As, Cd, Pb, Ni, benzenu a BaP) v jednotlivých typech lokalit ... 89

Graf č. 16. – Rozpětí hodnot sumy plnění ročních imisních limitů v jednotlivých typech lokalit - poměr ročního aritmetického průměru k hodnotě imisního limitu (zahrnuty hodnoty NO_2, PM_{10}, $PM_{2,5}$, As, Cd, Pb, Ni, benzenu a BaP) ... 90

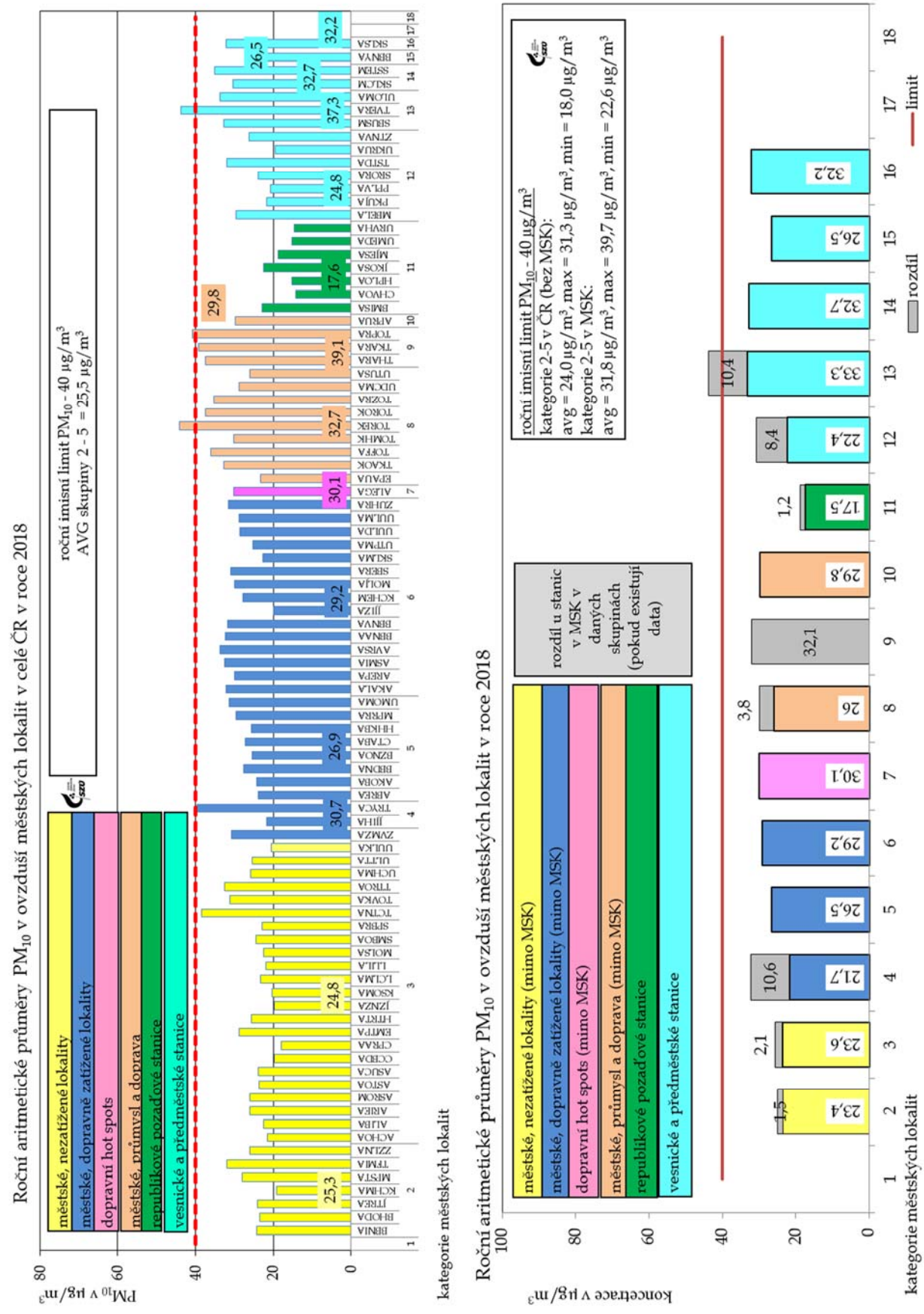
Graf č. 17 - Podíl průměrných ročních koncentrací škodlivin v základních typech městských lokalit/kategorií a příslušných limitních hodnot v procentech limitní hodnoty ... 91

Graf č. 18. a, b, c, d, e, f - Rozpětí odhadu pravděpodobnosti zvýšení počtu nádorových onemocnění z příjmu As, Ni, Cd, benzenu a BaP z venkovního ovzduší pro jednotlivé typy městských lokalit ... 92

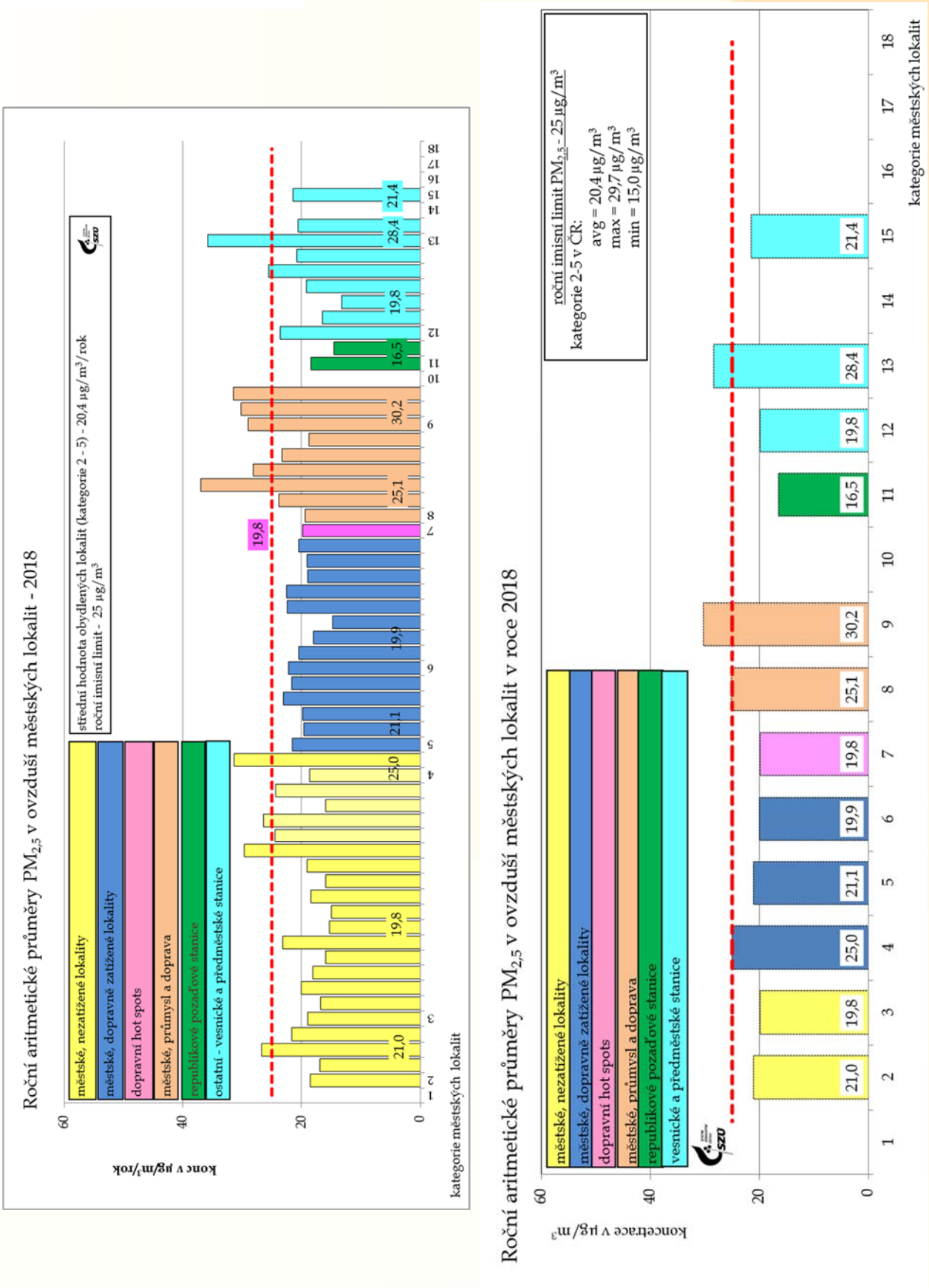
Graf č. 1. – Roční aritmetické průměry NO_2 na jednotlivých stanicích a průměry pro jednotlivé městské lokality



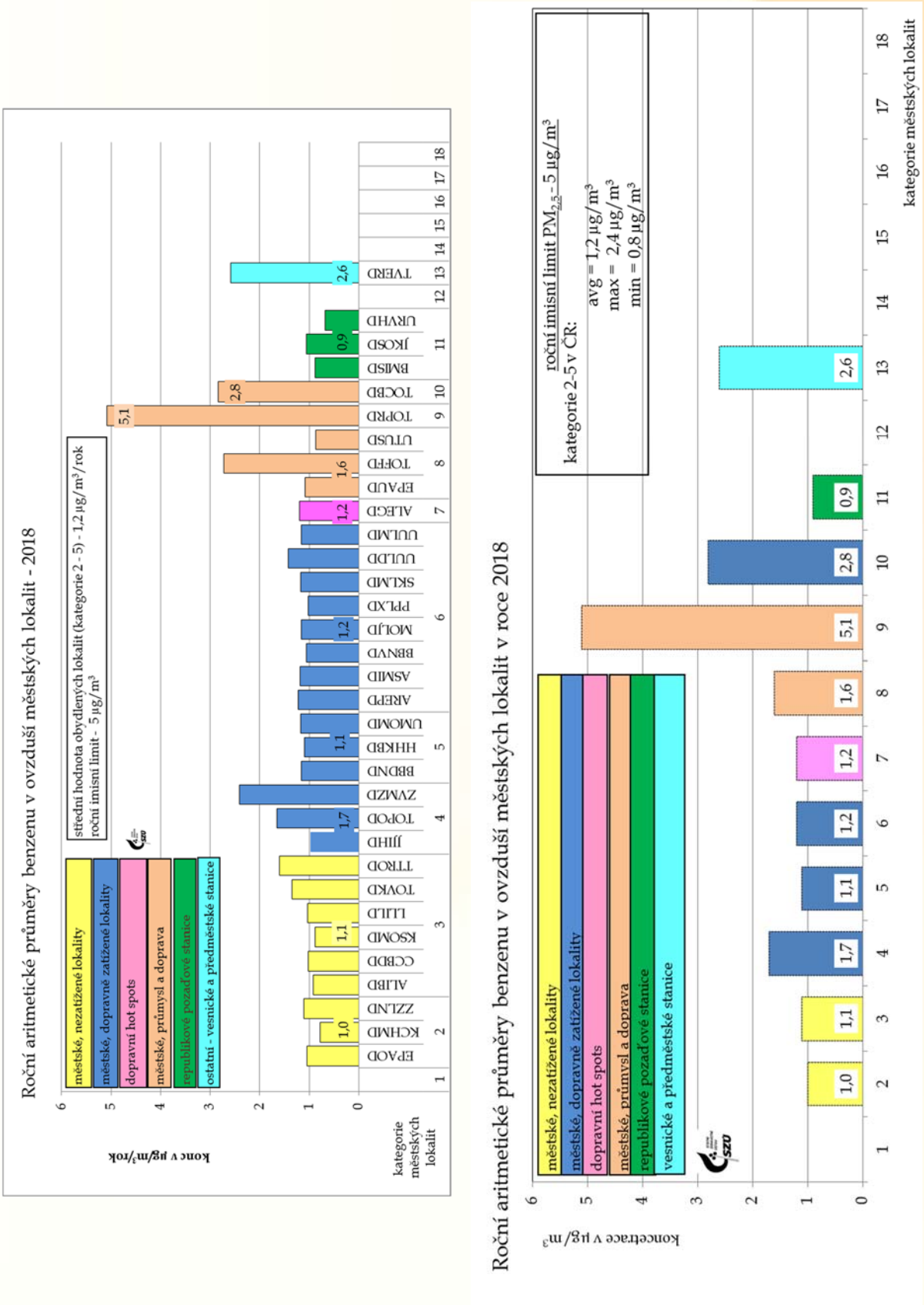
Graf č. 2. – Roční aritmetické průměry PM_{10} na jednotlivých stanicích a průměry pro jednotlivé městské lokality



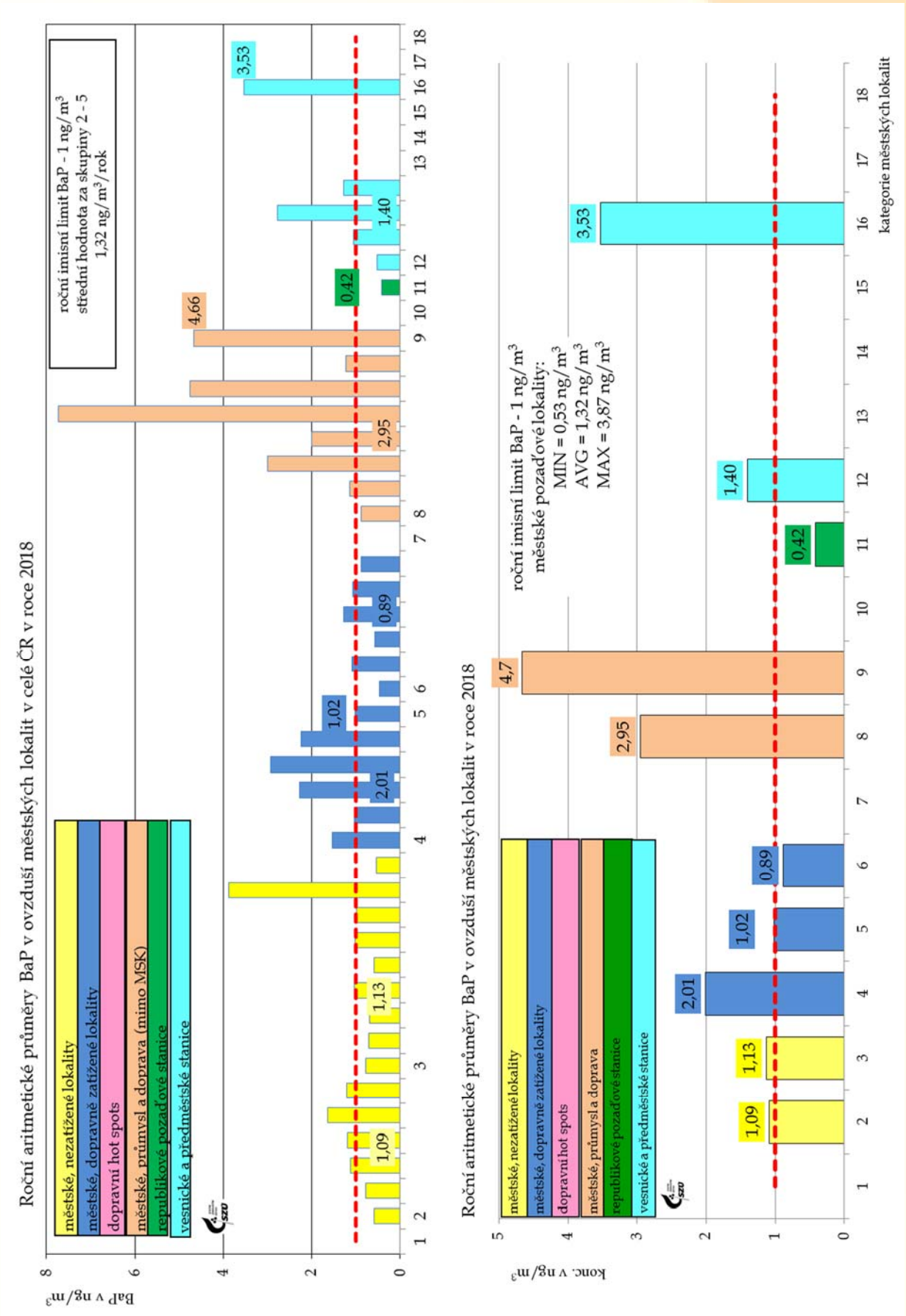
Graf č. 3. - Roční aritmetické průměry $PM_{2,5}$ na zahrnutých stanicích a v městských kategoriích



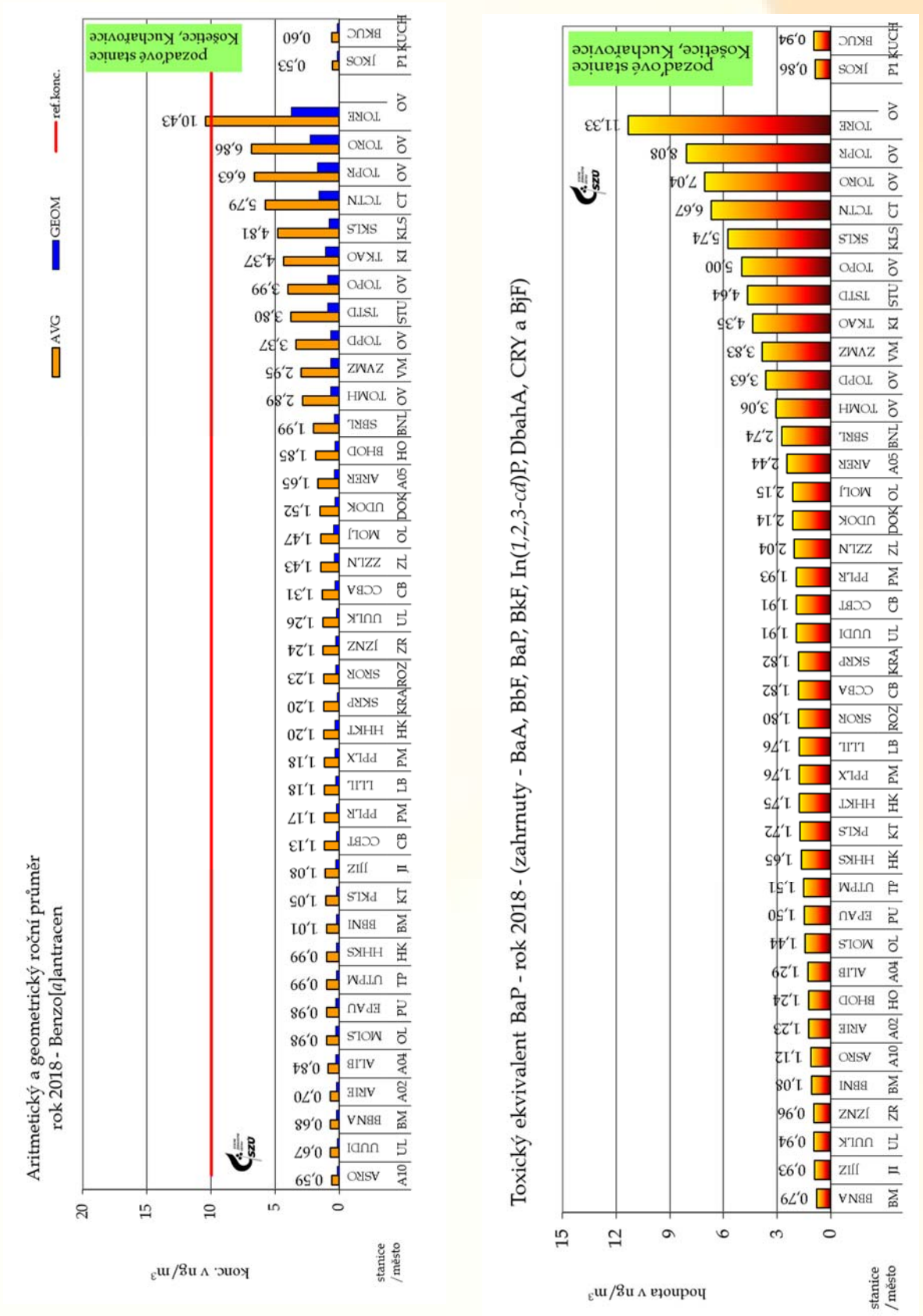
Graf č. 4. - Roční aritmetické průměry benzenu v ovzduší městských lokalit a na jednotlivých hodnocených stanicích



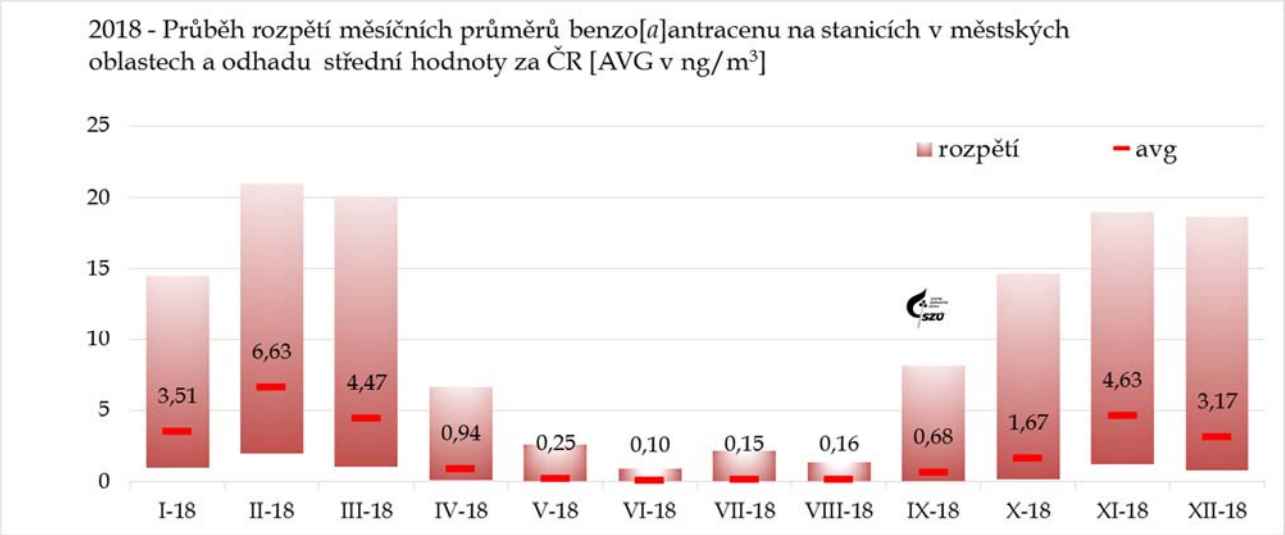
Graf č. 5. - Roční aritmetické průměry BaP v ovzduší městských lokalit a na jednotlivých hodnocených stanicích

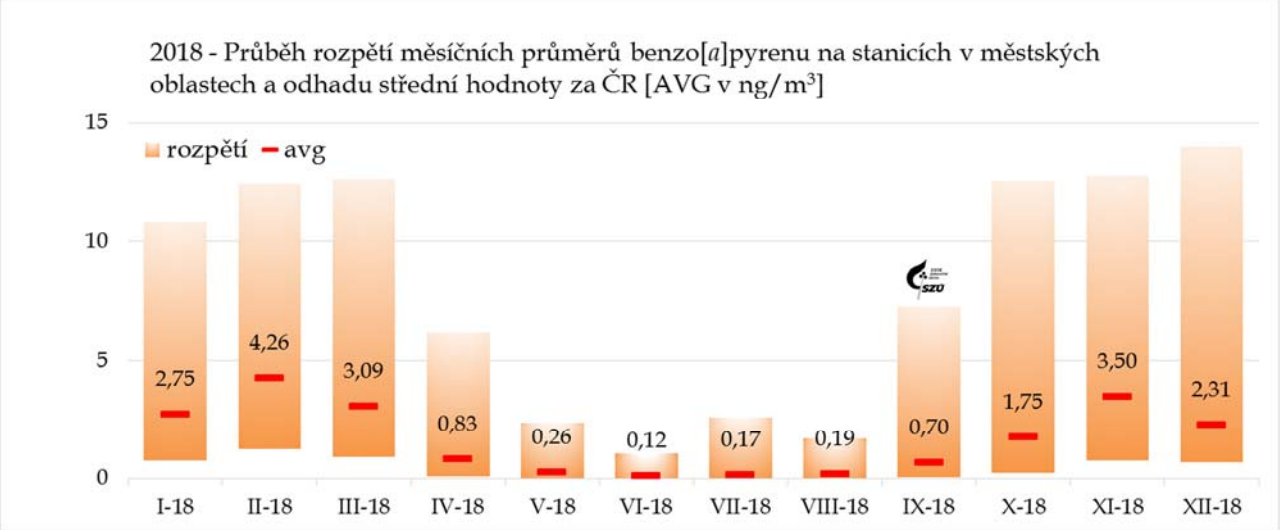


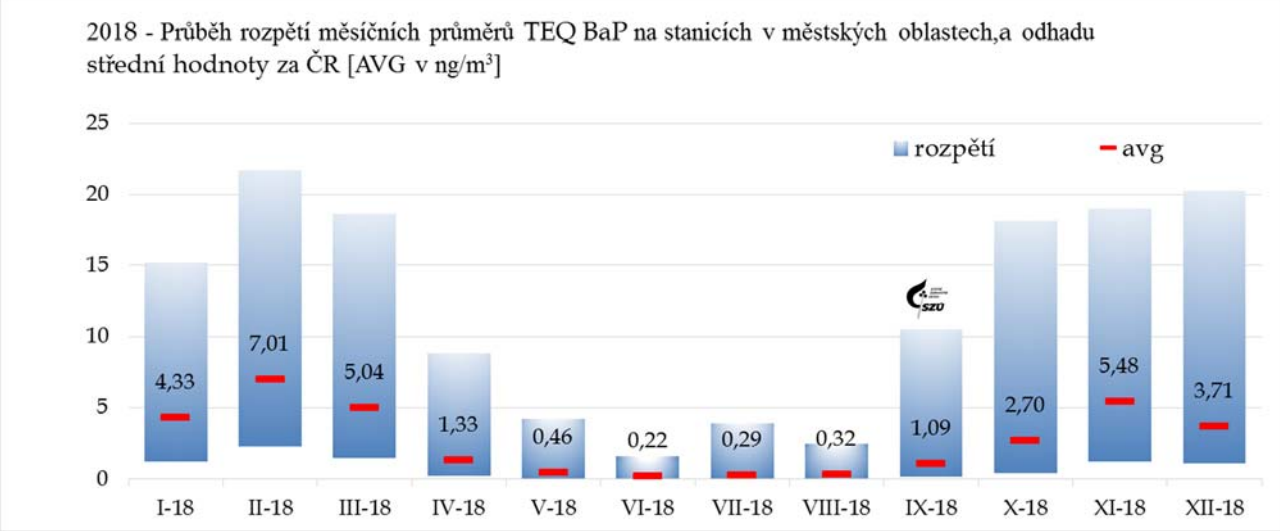
Graf č. 6. a, b – Roční aritmetické průměry BaA a TEQ BaP v ovzduší na jednotlivých hodnocených stanicích



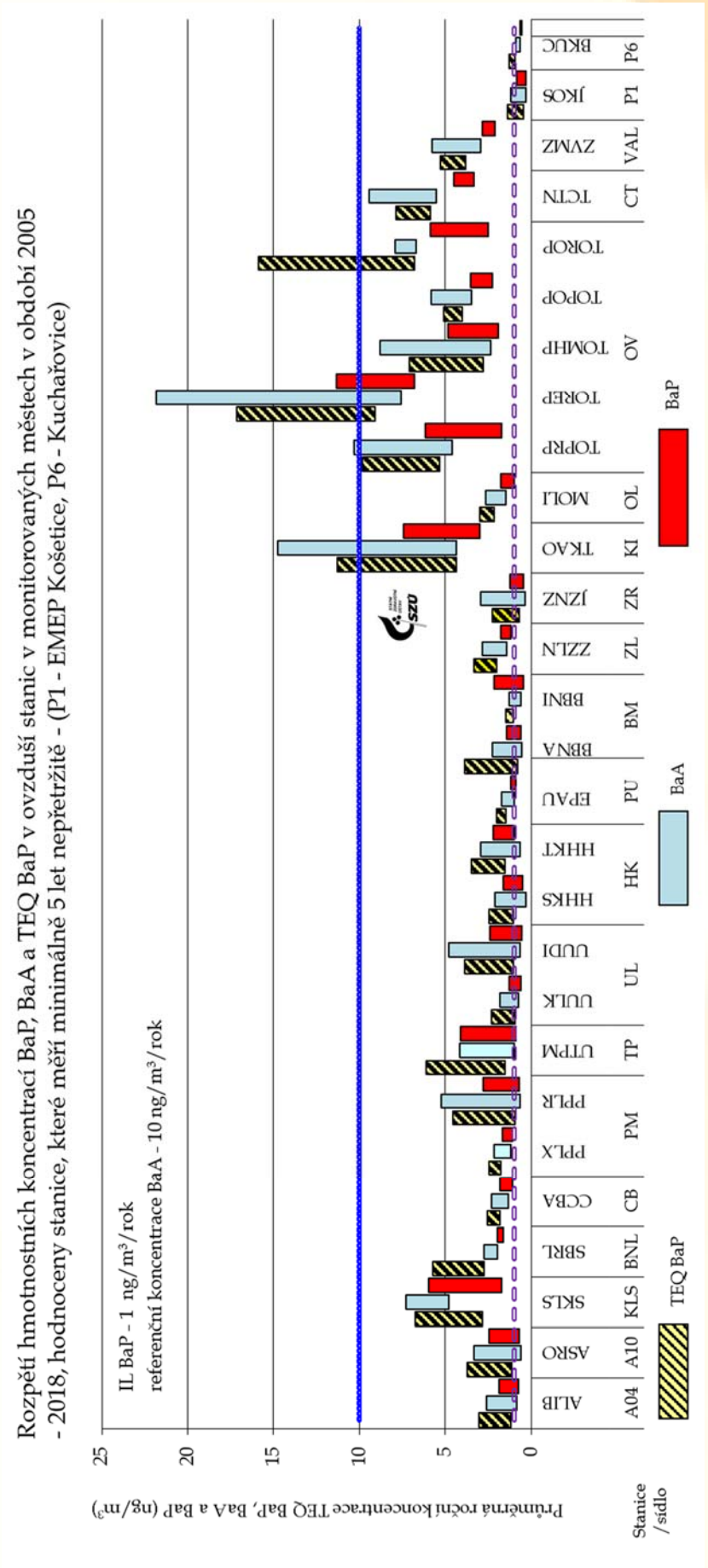
Graf č. 7. a, b, c – Sezónní chování BaA, BaP a TeQ BaP v městských lokalitách



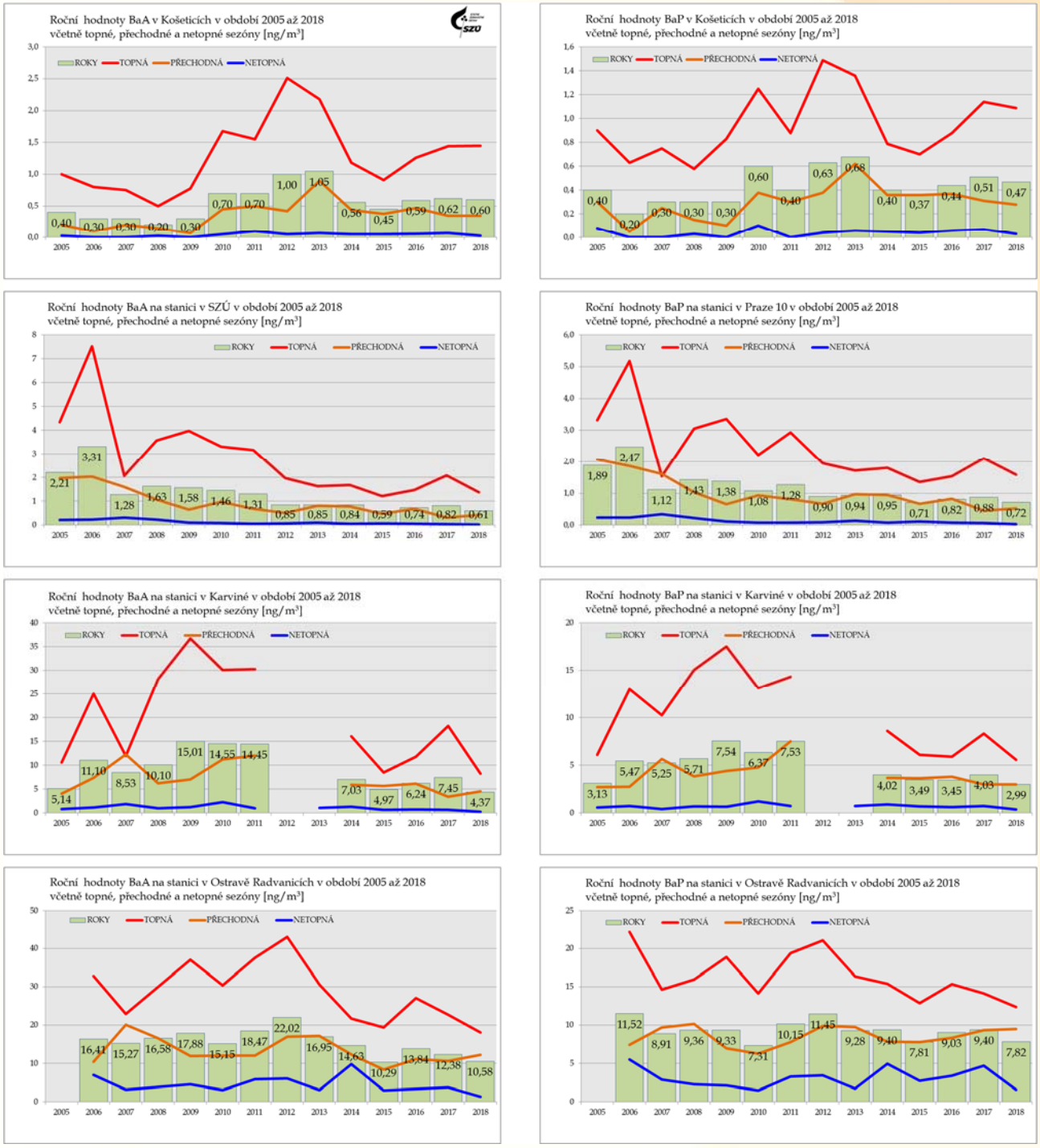




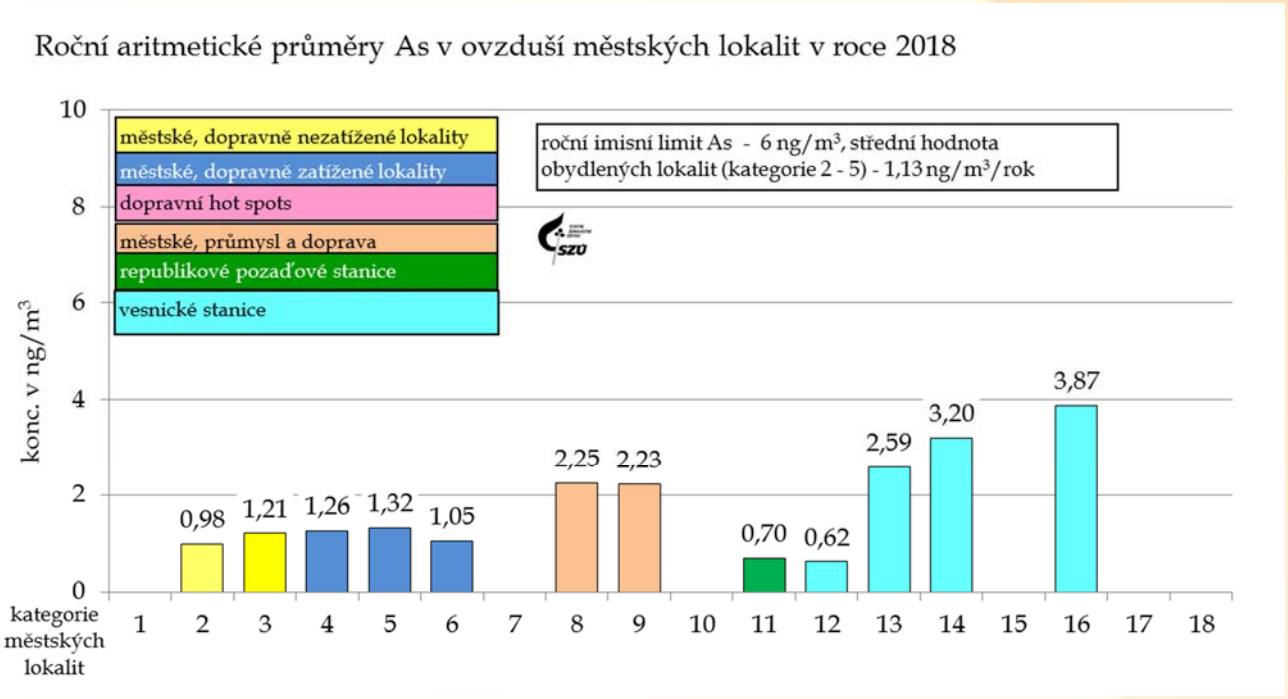
Graf č. 8. 2005 – 2018, rozpětí ročních středních hodnot BaP



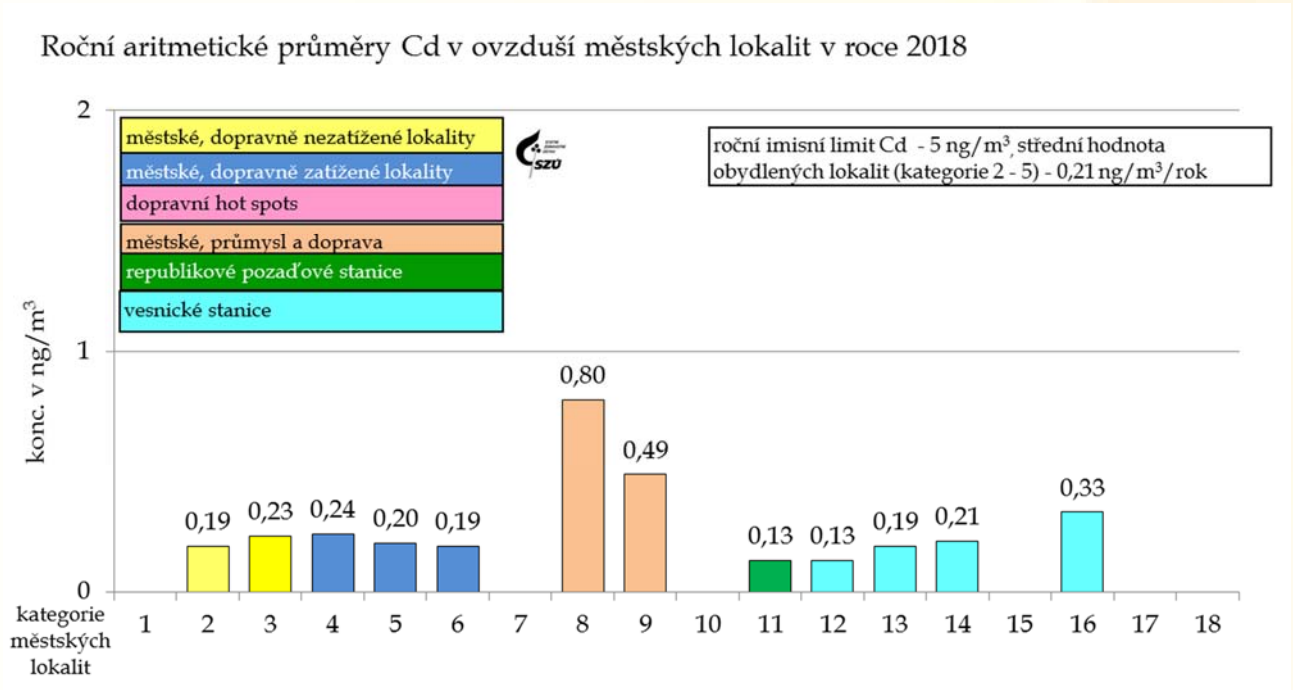
Graf č. 9. a, b, c, d, e, f, g, h – 2005 – 2018 - Trendy průběhů sezónních průměrů BaA a BaP na stanicích v Košeticích, SZÚ Praha, Karviné a v Ostravě - Bartovicích



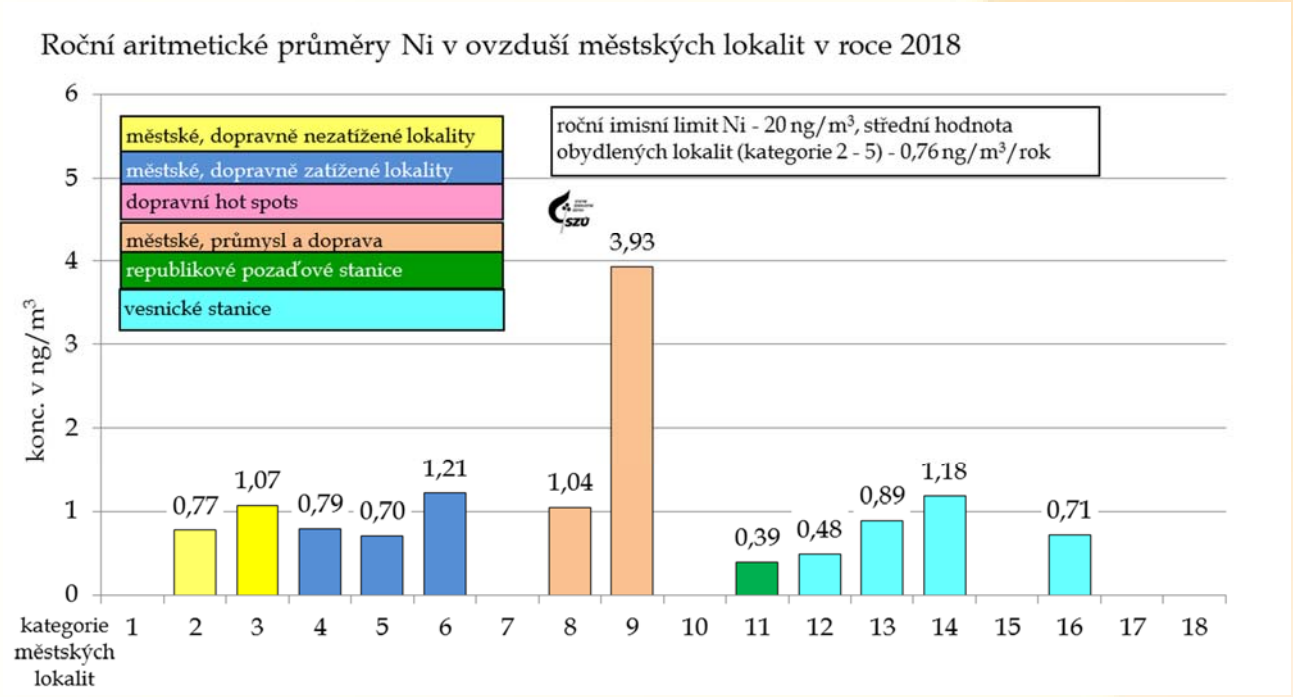
Graf č. 10. - Roční aritmetické průměry As v ovzduší obydlených lokalit



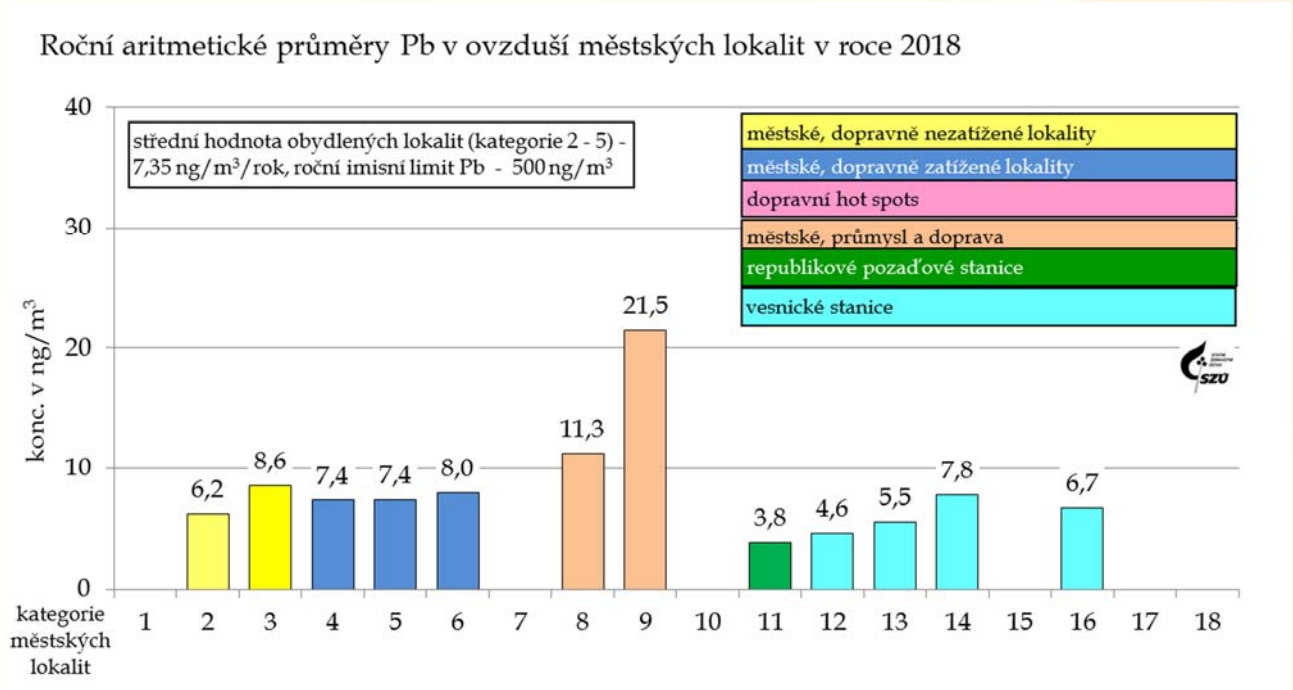
Graf č. 11. - Roční aritmetické průměry Cd v ovzduší obydlených lokalit



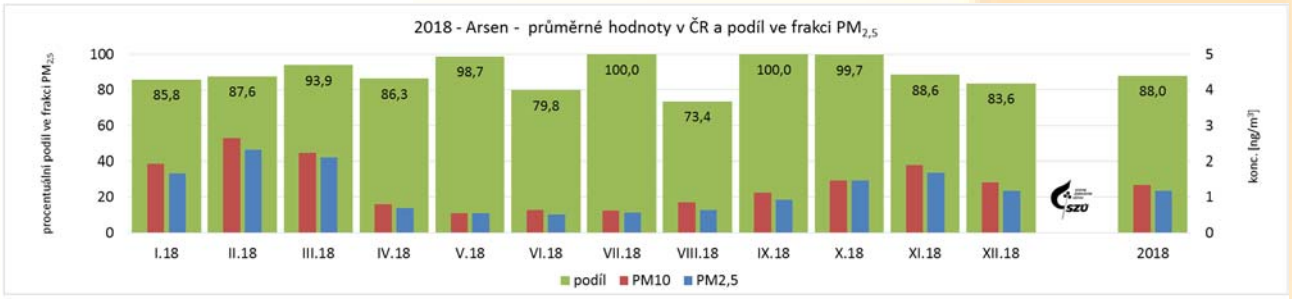
Graf č. 12. - Roční aritmetické průměry Ni v ovzduší obydlených lokalit

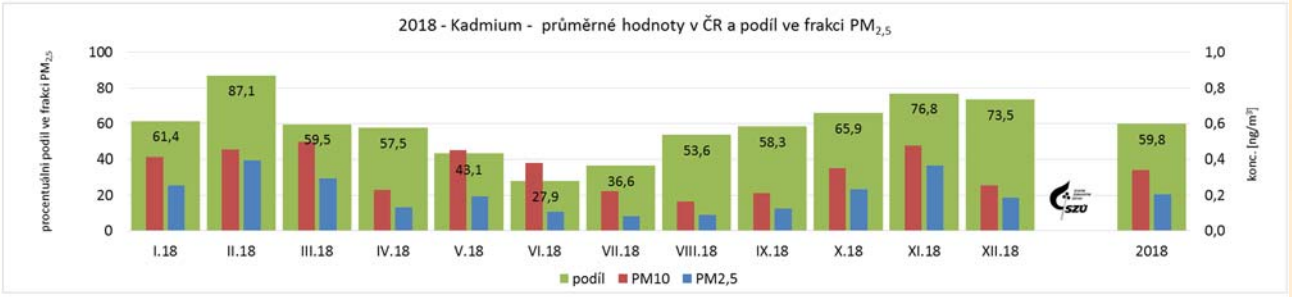


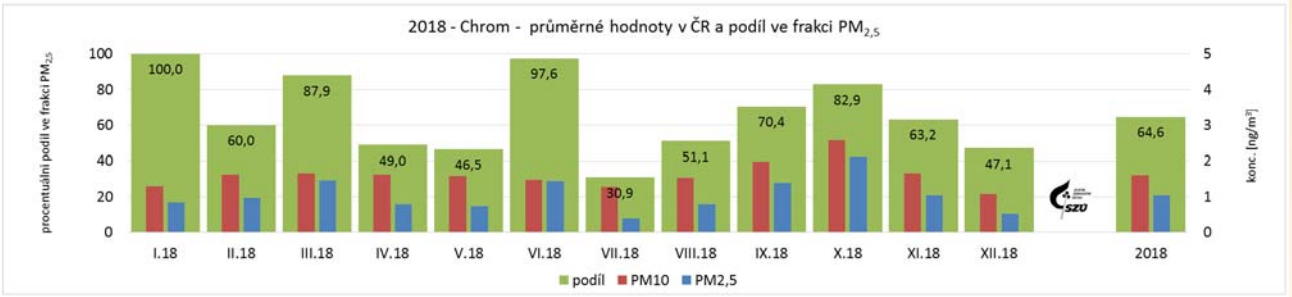
Graf č. 13. - Roční aritmetické průměry Pb v ovzduší obydlených lokalit

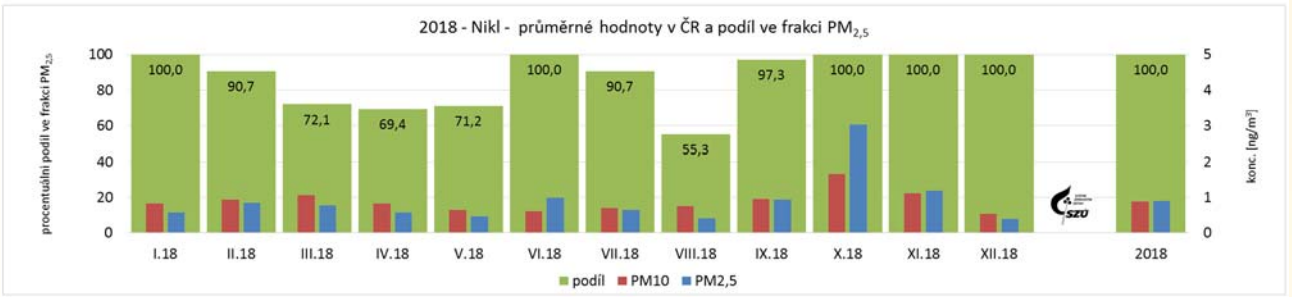


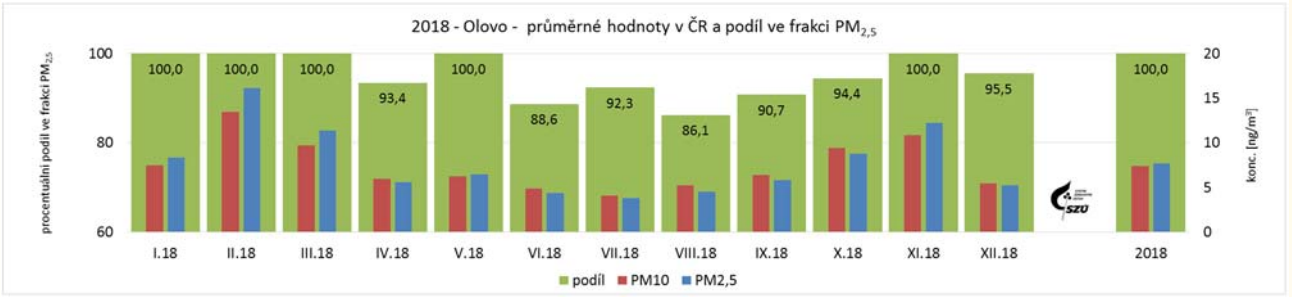
Graf č. 14. - As, Cd, Cr, Mn, Ni a Pb průběh měsíčních hodnot ve frakci PM_{10} a $PM_{2,5}$ a podíl ve frakci $PM_{2,5}$

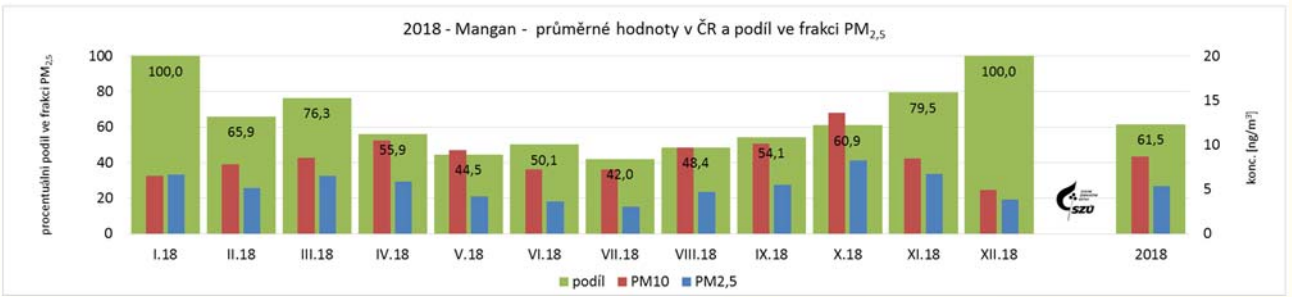




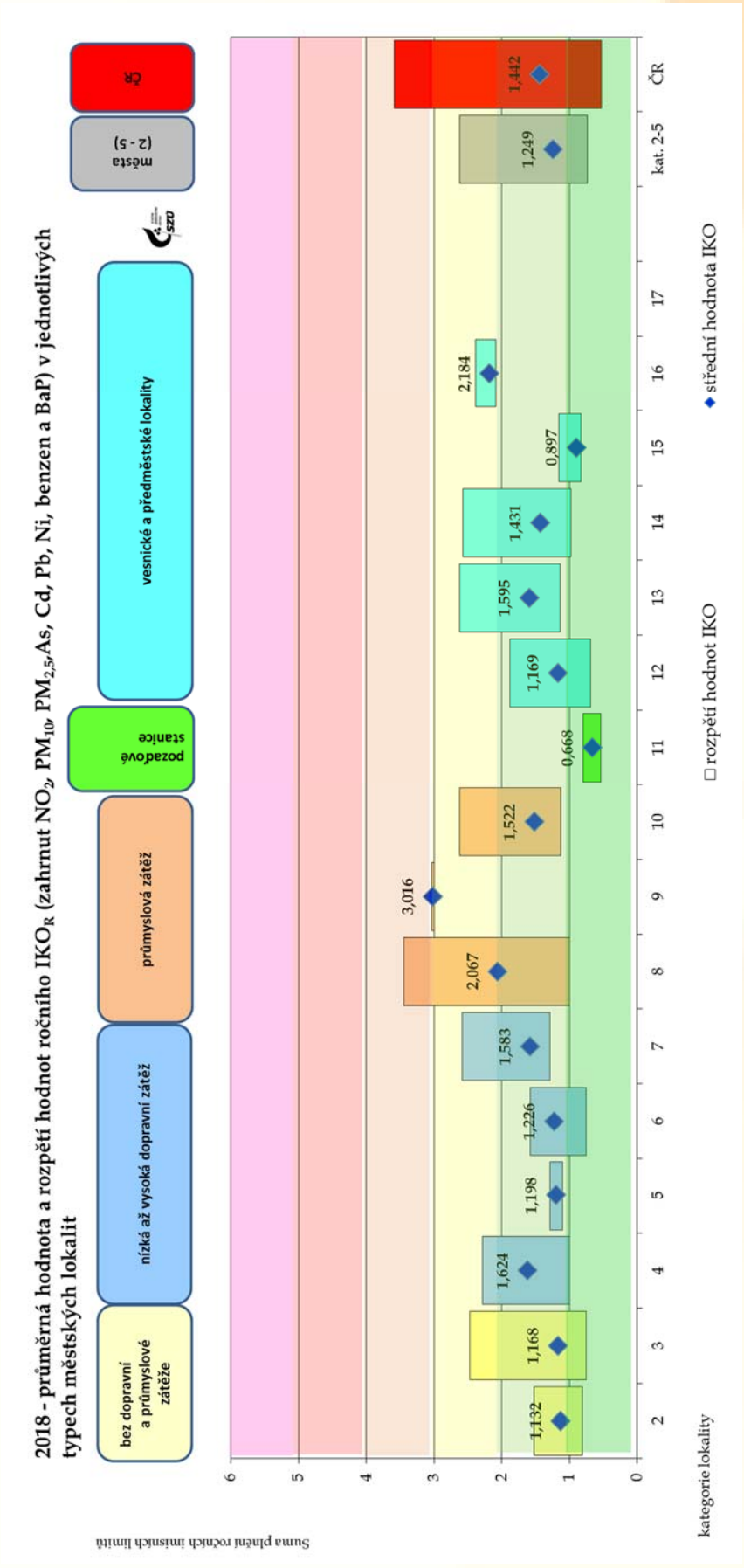




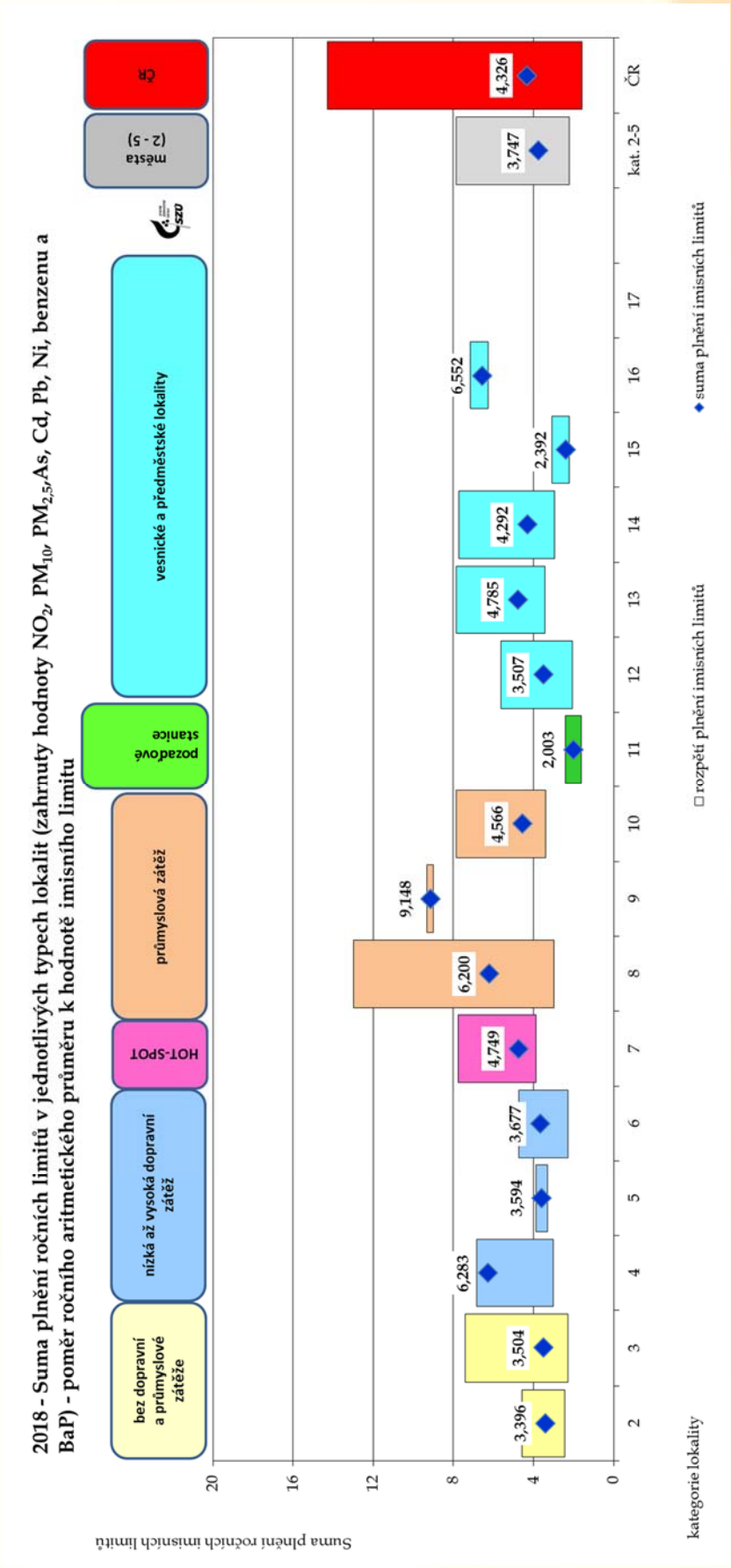




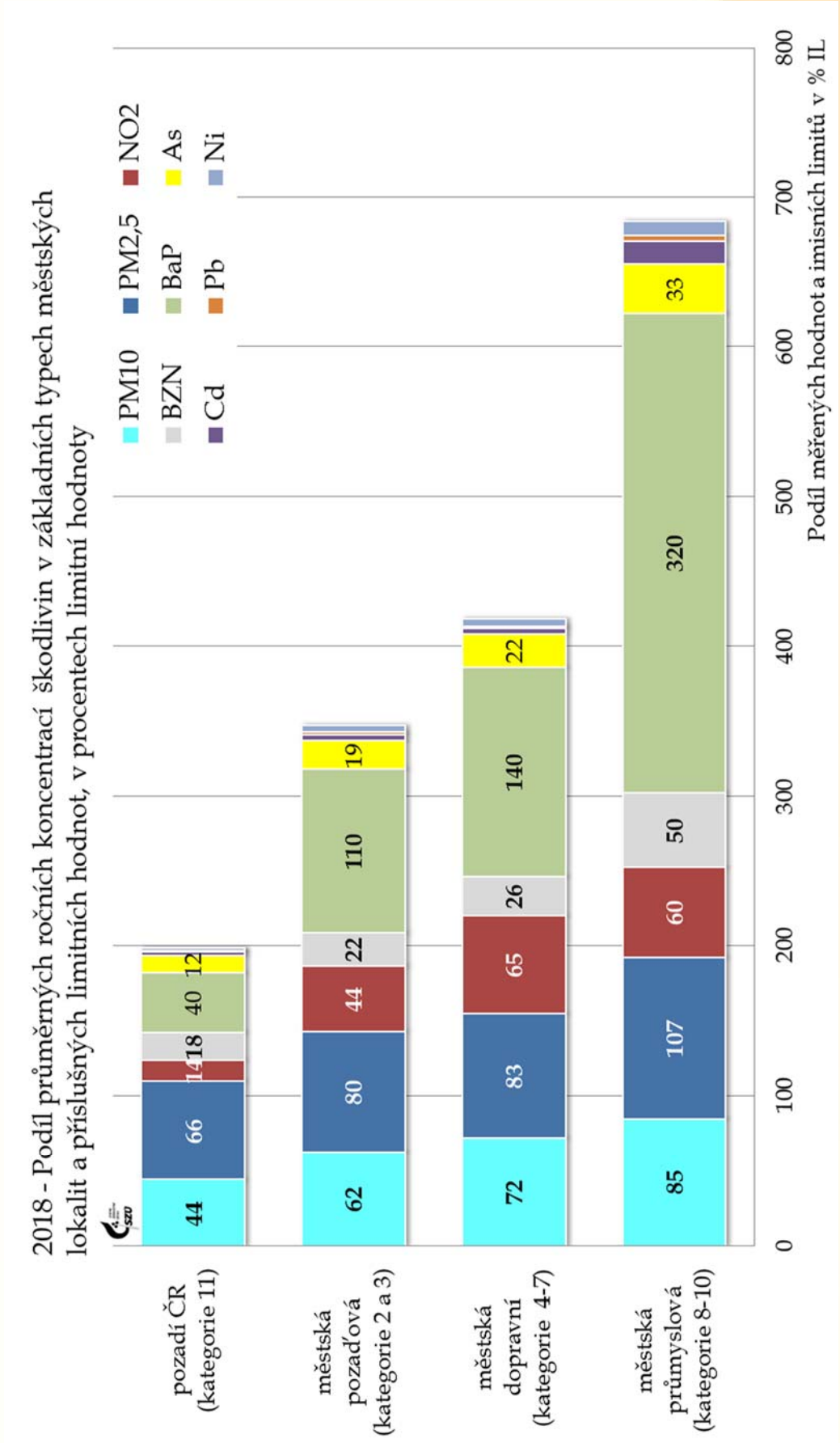
Graf č. 15. – Hodnoty a rozpětí ročního IKO_R (zahrnuty hodnoty NO_2, PM_{10}, $PM_{2,5}$, As, Cd, Pb, Ni, benzenu a BaP) v jednotlivých typech lokalit



Graf č. 16. – Rozpětí hodnot sumy plnění ročních imisních limitů v jednotlivých typech lokalit - poměr ročního aritmetického průměru k hodnotě imisního limitu (zahrnuty hodnoty NO_2, PM_{10}, $PM_{2,5}$, As, Cd, Pb, Ni, benzenu a BaP)

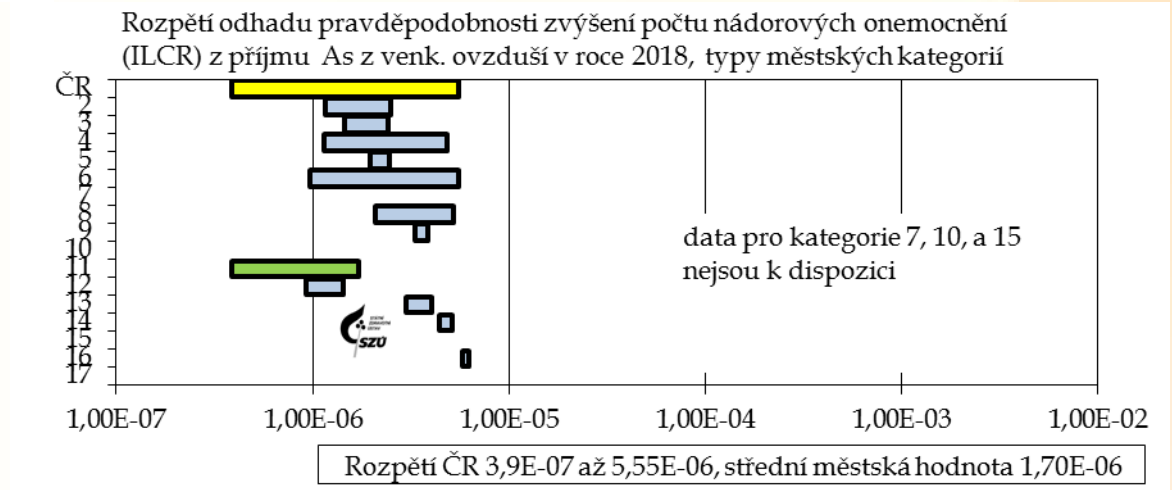


Graf č. 17 - Podíl průměrných ročních koncentrací škodlivin v základních typech městských lokalit/kategorií a příslušných limitních hodnot v procentech limitní hodnoty

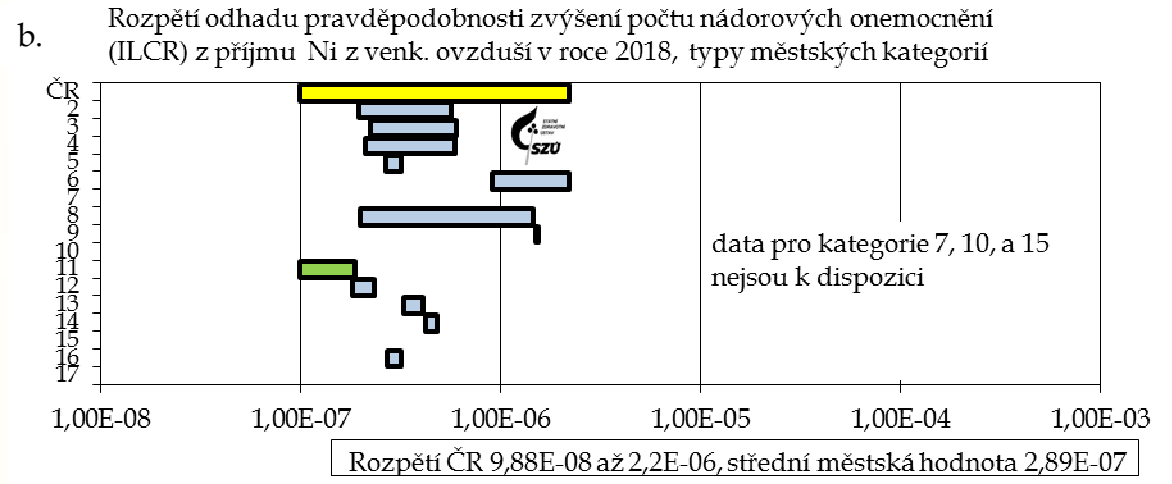


Graf č. 18. a, b, c, d, e, f - Rozpětí odhadu pravděpodobnosti zvýšení počtu nádorových onemocnění z příjmu As, Ni, Cd, benzenu a BaP z venkovního ovzduší pro jednotlivé typy městských lokalit

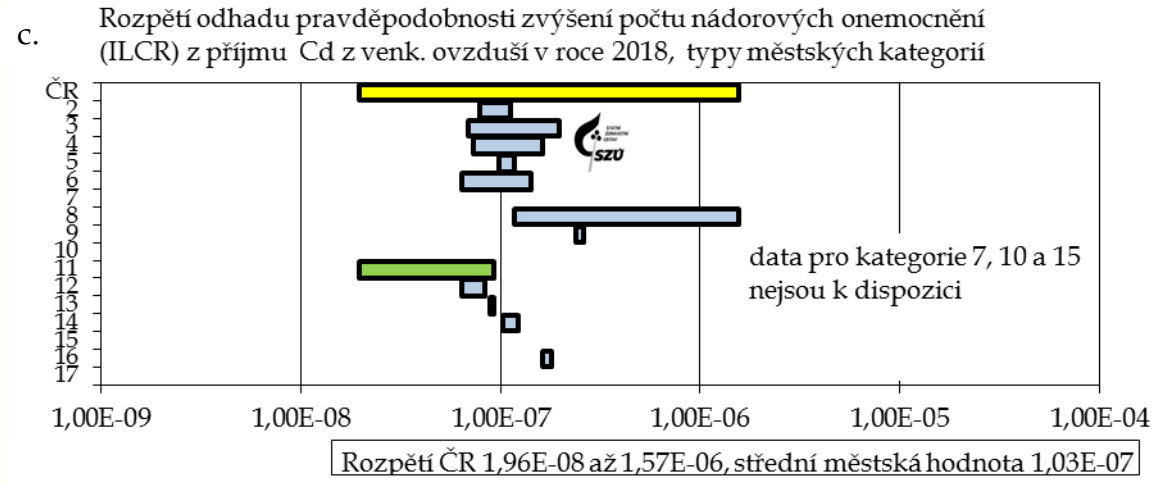
a.



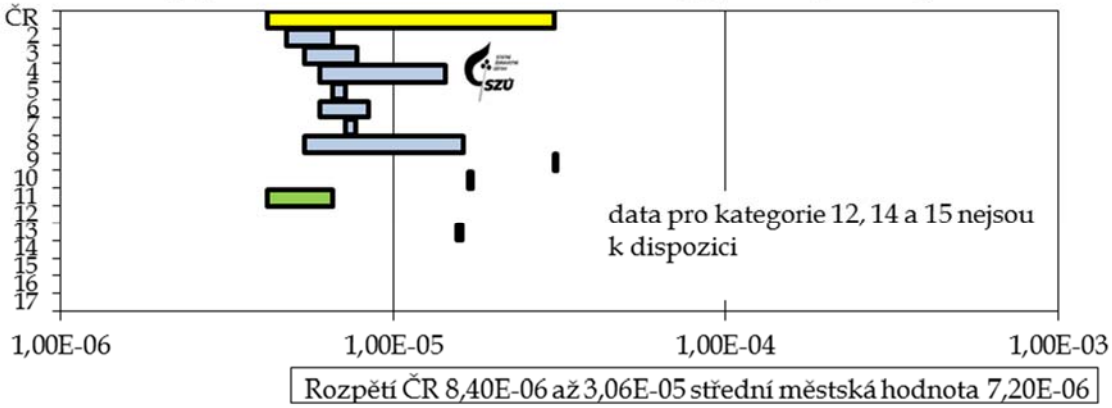
b.



c.

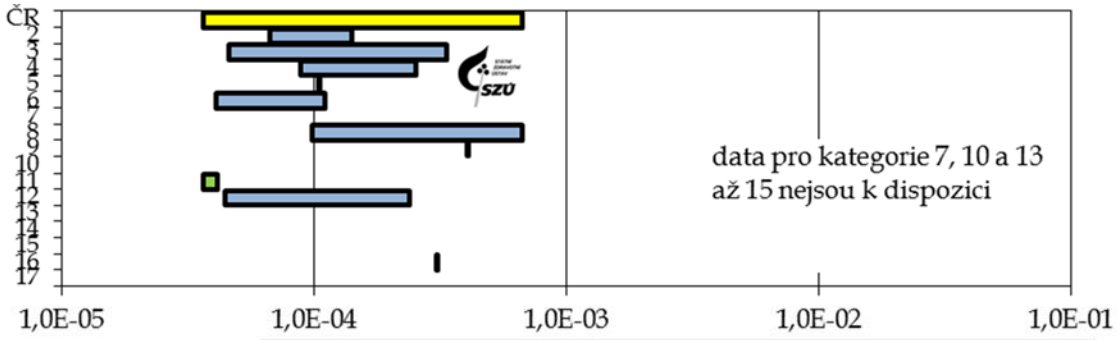


d. Rozpětí odhadu pravděpodobnosti zvýšení počtu nádorových onemocnění (ILCR) z příjmu BZN z venk. ovzduší v roce 2018, typy městských kategorií



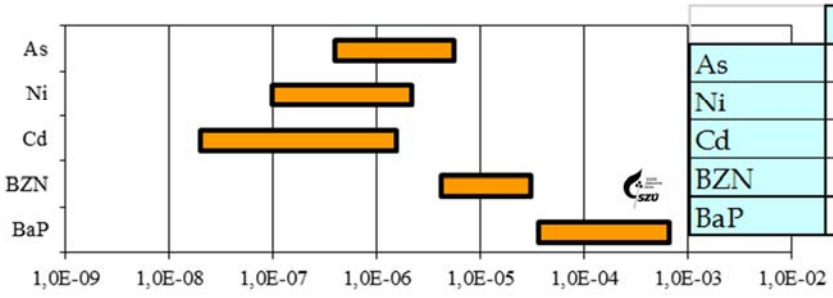
Rozpětí ČR 8,40E-06 až 3,06E-05 střední městská hodnota 7,20E-06

e. Rozpětí odhadu pravděpodobnosti zvýšení počtu nádorových onemocnění z (ILCR) příjmu BaP z venk. ovzduší v roce 2018, typy městských kategorií



Rozpětí ČR 3,65E-05 až 6,73E-04, střední městská hodnota 1,15E-04.

f. 2018 - Průměr za ČR a rozpětí odhadu pravděpodobnosti zvýšení počtu nádorových onemocnění (ILCR) z příjmu As, Ni, Cd, benzenu a BaP z venkovního ovzduší



	AVG ČR	města ČR	pozadí ČR
As	2,2E-06	1,7E-06	1,1E-06
Ni	3,4E-07	2,9E-07	1,5E-07
Cd	1,6E-07	1,0E-07	6,4E-08
BZN	8,4E-06	7,2E-06	5,4E-06
BaP	1,4E-04	1,1E-04	3,7E-05

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 tabulek

Tabulka č. 1. – Souhrn monitorovaných parametrů kvality venkovního ovzduší v jednotlivých městech 6
Tabulka č. 2. - Referenční postupy vzorkování a analytické postupy 9
Tabulka č. 3. - 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. 13
Tabulka č. 4. - Referenční koncentrace vydané SZÚ (v µg/m^3) - (podle § 27, odst. 6, b, zákona č. 201/2012 Sb.), aktualizace v roce 2018. 14
Tabulka č. 5. - Hodnoty TEF pro jednotlivé látky [Zdroj: US EPA] 27
Tabulka č. 6. - Meze detekce používaných automatizovaných/on-line postupů 29
Tabulka č. 7. - Meze detekce používaných aspiračních/nepřímých postupů 29
Tabulka č. 8 – Vývoj (2009 – 2018) hodnot navýšení celkové roční úmrtnosti o „předčasná úmrtí" za posledních 10 let - střední hodnota a rozpětí hodnot v ČR35
Tabulka č. 9 – Počet roků ztráty života (zaokrouhlen na celé stovky) 36
Tabulka č. 10. – Vybrané škodliviny - použité hodnoty jednotkového rizika 39
Tabulka č. 11. – 2018 - Pozaďová, střední (AVG) a maximální hodnota zdravotního rizika (ILCR) pro ČR a odhad střední hodnoty v monitorovaných městech 39
Tabulka č. 12. – Vývoj (2010 – 2018) rozpětí hodnot karcinogenního populačního rizika v ČR (min/max) na 10 mil. obyvatel 40
Příloha č. 2 - Tabulka č. 13. – Souhrn monitorovacích programů měření kvality venkovního ovzduší na jednotlivých zahrnutých stanicích (A – automatické měření, M – manuální, 0 - kovy ve frakci PM_{10}, 5 – ve frakci $PM_{2,5}$, P - BaP a D - benzen) 57
Příloha č. 3 - Tabulka č. 14 - Úrovně zátěže a odhad potenciálních zdravotních účinků pro základní látky, těžké kovy, benzen a BaP v roce 2018 pro jednotlivé typy městských kategorií (viz příloha č. 1). Hodnoty jsou uvedeny v µg/m^3 a v ng/m^3 – kovy a PAU. 62

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

Subsystém č. I.
Zdravotní důsledky a rizika znečištění ovzduší

Odborná zpráva za rok 2018

1. vydání, 95 stran

Vydáno na informačním CD MZSO s ISBN ***978-80-7071-385-3***