

# **System monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí**



Subsystem I.

## **Zdravotní důsledky a rizika znečištění ovzduší**

Odborná zpráva za rok 2017



Státní zdravotní ústav  
Praha, září 2018



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 a vybrané pobočky ZÚ
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

*Vydáno na informačním CD MZSO s ISBN 978-80-7071-376-1*

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/tema/zivotni-prostredi/archiv-odbornych-zprav>



Obsah:	strana
ÚVOD.....	6
I. CÍLE MONITORINGU .....	8
II. ZAHRNUTÁ MĚSTA A MĚŘICÍ PROGRAMY .....	10
III. REFERENČNÍ POSTUPY .....	14
IV. SBĚR A PŘENOS DAT .....	16
V. SYSTÉM QA/QC.....	18
VI. Ukazatele kvality venkovního ovzduší .....	20
<b>1 Sledované škodliviny</b> .....	21
<b>2 Imisní limity a referenční koncentrace SZÚ</b> .....	21
<b>3 Základní sledované látky</b> .....	23
3.1 Oxid siřičitý - SO <sub>2</sub> .....	23
3.2 Suma oxidů dusíku - NO <sub>x</sub> .....	23
3.3 Oxid dusnatý - NO .....	24
3.4 Oxid dusičitý - NO <sub>2</sub> .....	24
3.5 Suspendované částice frakce PM <sub>10</sub> .....	25
3.6 Suspendované částice frakce PM <sub>2,5</sub> .....	26
3.7 Oxid uhelnatý - CO .....	27
3.8 Prašný aerosol (TSP).....	27
3.9 Ozón - O <sub>3</sub> .....	27
<b>4 Těžké kovy</b> .....	28
4.1 Arsen - As.....	28
4.2 Kadmium - Cd .....	29
4.3 Olovo - Pb.....	30
4.4 Nikl - Ni.....	30
4.5 Mangan - Mn .....	31
4.6 Chrom - Cr .....	31
4.7 Vanad, železo, kobalt, zinek, selen, berylium a měď .....	32
<b>5 Specifické sledované látky</b> .....	32
5.1 VOC - těkavé organické látky .....	32
5.2 PAU - polycyklické aromatické uhlovodíky .....	33
<b>6 Validace naměřených hodnot</b> .....	36
6.1 Hodnoty pod mezí detekce použitých analytických postupů .....	36
6.2 Zásahy do hodnot naměřených v roce 2017 .....	37
VII. Komplexní hodnocení kvality ovzduší.....	38
<b>A. INDEX KVALITY OVZDUŠÍ - IKO<sub>R</sub></b> .....	38
<b>B. SUMA PLNĚNÍ ROČNÍCH IMISNÍCH LIMITŮ</b> .....	39
<b>C. HODNOCENÍ RIZIK</b> .....	40
VIII. DISKUSE.....	48
IX. ZÁVĚRY .....	52
X. SOUHRN.....	54
<b>1 Základní látky (SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, CO, O<sub>3</sub>)</b> .....	55
<b>2 Kovy v suspendovaných částicích (As, Cd, Cr, Mn, Ni a Pb)</b> .....	57
<b>3 Organické látky (benzen a PAU)</b> .....	58
<b>4 Komplexní hodnocení kvality ovzduší</b> .....	60
4.1 Index kvality ovzduší (IKO <sub>R</sub> ).....	60

4.2	Suma plnění ročních imisních limitů .....	61
4.3	Hodnocení zdravotních rizik .....	62
Příloha č. 1 - Třídy kategorií měřicích stanic .....		64
Příloha č. 2 - Tabulka č. 13. - Zařazení zahrnutých stanic do příslušných kategorií ...		66
Příloha č. 3 - Tabulka č. 14 - Úrovně zátěže a odhad potenciálních zdravotních účinků pro základní látky, těžké kovy, benzen a BaP v roce 2017 pro jednotlivé typy městských lokalit (kategorizace viz příloha č. 1). Hodnoty jsou uvedeny v $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a v $\text{ng}/\text{m}^3$ - kovy a PAU. ....		72
Příloha č. 4 - Pylová informační služba .....		74
Příloha č. 5. - Grafická prezentace výsledků za rok 2017 .....		86
Seznam tabulek.....		106

## 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 2017 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 čtvrtý** rok monitorování. Je členěna tak, aby byla předložena vždy komplexní informace o každém sledovaném ukazateli. První část obsahuje text a grafické výstupy souhrnně pro všechna monitorovaná sídla jako republikový přehled. Druhá část obsahuje sledované charakteristiky pro jednotlivá města ve formě samostatných tabelárně – grafických modulů. 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.

Sledování dynamiky expozice populace, zpřesňování odhadu úrovně expozice a určení oblastí s největší zátěží kombinovanému nebo specifickému působení 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 sídlech

Sídlo/městská část	kód	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	TSP	kovy PM <sub>10</sub> /PM <sub>2,5</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	Pyly	PAU (BaP)	BZN
PRAHA 1	A01		+			+	+			+				+
PRAHA 2	A02	+	+			+	+	+	+	+	+		+	+
PRAHA 4	A04	+	+		+/+	+	+	+	+	+	+		+	+
PRAHA 5	A05		+		+/-	+	+		+	+	+		+	+
PRAHA 6	A06		+			+	+		+	+				
PRAHA 8	A08		+			+	+		+	+				
PRAHA 9	A09		+			+	+		+	+				
PRAHA 10	A10		+		+/+	+	+			+	+	+	+	
KLADNO	KL								+	+	+			+
KOLÍN	KO				+/-					N			+	
ČESKÉ BUDĚJOVICE	CB	+	+		+/-	+	+		+	+	+		+	+
KLATOVY	KT				+/-					N			+	
PLZEŇ	PM	+	+		+/-	+	+		+	+	+	+	+	+
SOKOLOV	SO	+	+			+	+		+	+	+			+
DĚČÍN	DC		+			+	+			+	+			
JABLONEC NAD NISOU	JN								+					
LIBEREC	LB	+	+			+	+		+	+	+	+	+	+
MOST	MO	+	+			+	+		+	+	+			+
ÚSTÍ NAD LABEM	UL	+	+		+/+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
HRADEC KRÁLOVÉ	HK		+		+/-	+	+	+	+	+	+		+	+
HAVLÍČKŮV BROD	HB				+/-					+	+		+	
ÚSTÍ NAD ORLICÍ	UO											+		
BRNO	BM	+	+		+/-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
HODONÍN	HO				+/-					+	+		+	
JIHLAVA	JI	+	+		+/-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ŽDÁR NAD SÁZAVOU	ZR				+/-					+	+		+	
KARVINÁ	KI	+	+		+/-	+	+		+	+	+		+	
OLOMOUC	OL		+		+/-	+	+			+	+		+	+
OSTRAVA	OS	+	+		+/+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

**SÍDLA NEBO STANICE MIMO ZÁKLADNÍ SYSTÉM MZSO**

Sídlo/městská část	kód	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	TSP	kovy PM <sub>10</sub> /PM <sub>2,5</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	Pyly	PAU	VOC
BEROUN	BE		+			+	+	+		+	+			
OKRES Kladno	OKL				+/					+				
Kladno-Švermov	KLS	+			+/	+	+			+			+	
Brandýs N/Labem	BNL												+	
Mladá Boleslav	MB		+			+	+		+	+	+			
Rožďalovice (Nymburk)	ROZ	+	+			+	+			+	+		+	
Kralupy N/V	KRA		N		+/	N	N			N			+	
Prachatice	PRA		+			+	+		+	+				
Tábor	TA		+			+	+	+	+	+				
Cheb	CH						+			+				+
Karlovy Vary	KV											+		
Mariánské Lázně	ML	+	+	+										
Františkovy Lázně	FL	+	+	+										
Kamený Újezd	KU	+	+			+	+			+	+			
Česká Lípa	CL									+				
Chomutov	CHO									+				
Litoměřice	LT	+							+	+				
Teplice	TP	+							+	+	+		+	
Frýdlant	FRY	+							+					
Krupka (u Teplíc)	KRU	+								+				
Doksany	DOK	+	+			+	+		+				+	
Tanvald	TAN				+/									
Souš	S				+/									
Jizerka	J				+/									
Lom u Mostu	LM				+/					+				
Pardubice	PU	+	+		+/	+	+		+	+	+		+	+
Trutnov	TU									+				
Zlín	ZL	+	+		+/	+	+		+	+	+		+	+
Prostějov	PRO									+				
Třebíč	TR									+				
Uherské Hradiště	UH		+			+	+	+		+				
Znojmo	ZN		+			+	+		+	+	+		+	
Mikulov	MIK	+	+			+	+		+	+	+			+
Těšovice	TES	+												
Frýdek-Místek	FM		+			+	+			+	+			

Sídlo/městská část	kód	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	TSP	kovy PM <sub>10</sub> /PM <sub>2,5</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	Pyly	PAU	VOC
TŘINEC	TRI								+	+	+	+		+
OPAVA	OP		+			+	+		+	+	+			+
PŘEROV	PR	+							+	+	+			
JESENÍK	JES	+	+			+	+		+	+				
ČESKÝ TĚŠÍN	CT	+	+		+/	+	+			+	+		+	
HAVÍŘOV	HA									+	+			
MORAVSKÁ TŘEBOVÁ	MT		+			+	+			+	+			
VALAŠSKÉ MEZIRÍČÍ	VAM												+	+
VĚŘŇOVICE	VER	+	+			+	+			+	+			+
STUDENKA (N. JIČÍN)	STU	+	+			+	+		+	+	+		+	
RYCHVALD (KARVINÁ)	RYCH	+	+			+	+			+	+			
CELKEM		32	43	2	26/4	42	43	10	35	81	39	10	31	24

Pozn: N - nehodnotitelné, buď ukončeno měření v průběhu roku 2017, nebo výpadek měření > 30 dnů



### III. REFERENČNÍ POSTUPY

Tabulka č. 2. - Referenční postupy vzorkování a analytické postupy

Činnost, typ škodliviny	Matrice, směs, škodlivina	CAS Nr.	Odkaz na referenční postup
Kovy ve frakci PM <sub>10</sub> (PM <sub>2,5</sub> ) částic	arsen	7440-38-2	ČSN 14902: „Kvalita ovzduší - Normovaná metoda pro stanovení Pb, Cd, As, Ni ve frakci PM <sub>10</sub> aerosolových částic“
	kadmium	7440-43-9	
	nikl	7440-02-0	
	olovo	7439-92-1	
	chrom	1854-02-99	Pouze interní postupy pro sumu Cr - rozklad mikrovlnná pec - AAS, XRF, modifikace ICP
	mangan	7439-96-5	Shodné s postupem v EN 14902: (2006)
Základní látky	oxid siřičitý	7446-09-5	ČSN 14212: „Kvalita ovzduší - Normovaná metoda stanovení oxidu siřičitého ultrafialovou fluorescencí“
	oxid dusnatý, dusičitý, suma NO <sub>x</sub>	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)	PAU zachycené na křemenném filtru, frakce PM <sub>2,5</sub>		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 <sub>10</sub> PM <sub>2,5</sub> PM <sub>1,0</sub>		ČSN 12341: „Kvalita ovzduší - referenční gravimetrická metoda stanovení hmotnostní koncentrace frakcí aerosolových částic PM <sub>10</sub> a PM <sub>2,5</sub> “ ČSN 14907: „Kvalita ovzduší - stanovení hmotnostní koncentrace frakcí aerosolových částic PM <sub>10</sub> a PM <sub>2,5</sub> “
Těkavé organické látky (VOC)	benzen	71-43-2	ČSN EN ISO 16017-1 „Vnitřní, venkovní 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 odesílány do SZÚ.

Přepočet objemových koncentrací na hmotnostní vychází z Vyhlášky č. 330/2012 Sb., která v § 3, bodu 7 uvádí „Vyhodnocení úrovně znečištění pro plynné znečišťující látky se vztahuje na standardní podmínky, tedy objem odběru vzorků přepočtený na teplotu 293,15 K (20 °C) a normální tlak 101,325 kPa ( $1,01325 \times 10^5$  Pa). U částic PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> a znečišťujících látek, které se analyzují v částicích PM<sub>10</sub>, se objem odběru vzorků vztahuje k vnějším podmínkám v den měření.

- Výsledky analýz kovů v suspendovaných částicích frakce PM<sub>10</sub> (PM<sub>2,5</sub>) 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 května až 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 rekonstrukce sítě CS-MON provozované Zdravotním ústavem se sídlem v Ústí n/Labem, kdy jimi provozované stanice v roce 2017 nesplnily požadavky na produkovaná data z on-line měřicích systémů.



## 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 2017 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 – primární kontrola a ověřování podezřelých či chybných dat je realizována na úrovni SZÚ – spolupracující zdravotní ústavy, sekundární vychází z kontrolních procesů ISKO ČHMÚ.

### 2. Přetrvávající problémy:

- výpadky měření přetrvávající 14 dní v celku – v roce 2017 bylo na zvýšeném počtu stanic 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 2017 v síti provozované ZÚ se sídlem v Ústí n/L komplikovaly strukturální změny spojené s její rekonstrukcí (CS MON).

Spojení výše uvedených dílčích částí systému QA/QC a souběžně realizovaný proces akreditací ČIA a systém resortních autorizací Ministerstva životního prostředí (MŽP) v oblasti měření venkovního ovzduší a Ministerstva zdravotnictví (MZ) v oblasti měření kvality vnitřního prostředí vede k dostačující úrovni validity získávaných dat, která zajišťuje adekvátní podklady pro vyhodnocení a interpretaci a statistická zpracování.



## VI. Ukazatele kvality venkovního ovzduší

Standardní informaci představují výstupy z měření základních škodlivin používaných pro charakterizování stavu znečištění ovzduší (SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>) rozšířené o měření hmotnostních koncentrací vybraných kovů v suspendovaných částicích frakce PM<sub>10</sub> (výběrově ve frakci PM<sub>2,5</sub>). 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 za 63 sídel (a 8 pražských částí) zahrnují celkem 80 měřicích stanic, z toho 21 stanic provozuje hygienická služba a 59 stanic je součástí Státní imisní sítě ČHMÚ. Do zpracování jsou tak pro srovnání zahrnuta i data ze dvou pozadových stanic EMEP (Co-operative programme for the monitoring and evaluation of the long range transmission of air pollutants in Europe) - Košetice (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 Praze 5 - ulice Svornosti, 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 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 různých zadání hodnocení kvality ovzduší v sídlech, zejména pro hodnocení zdravotních rizik, je nutnou podmínkou propojení dat získávaných v síti stacionárních měřicích stanic v monitorovaných sídlech s dalšími informacemi. Vyhodnocení dat z bodově ohraničených staničních měření zatížených významnými a navíc obtížně kvantifikovatelnými nejistotami, které komplikují odhad expozičních úrovní, je proto rozšířeno o zpracování různých typů městských lokalit. Zahrnuté měřicí stanice byly v rámci roční aktualizace ve spolupráci s pracovníky zdravotních ústavů rozděleny do skupin (kategorií). Kritérii byla intenzita okolní dopravy a podíl jednotlivých typů zdrojů vytápění, případně zátěž významným průmyslovým zdrojem. Toto rozdělení umožňuje v prvním přiblížení jednoznačnější interpretaci příčin lokálních extrémních hodnot. V druhé úrovni byla data o kvalitě ovzduší za rok 2017 pro vybrané škodliviny (NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, As, Cd, Ni a BaP) zpracována skupinově - pro jednotlivé typy městských lokalit. Za předpokladu podobnosti imisních charakteristik, sezónního chování a dlouhodobých trendů u městských lokalit s podobnou topografickou charakteristikou, strukturou a dynamikou zdrojů znečištění ovzduší, dopravní zátěží a účelem využití (obytná, průmyslová, dopravní, obchodní ... atd. - viz příloha č. 1 -

kategorizace lokalit) lze získané výstupy s určitou mírou nejistoty zobecnit. Hodnocení úrovně zátěže v některých sídlech mírně ovlivnily výpadky měření. Tabulka č. 14 v příloze č. 2 pak shrnuje odhad roční hodnoty pro všechny hodnocené látky vypočtený pro definované kategorie/typy městských a mimoměstských lokalit. Pro odhad střední hodnoty zátěže populace v sídlech pak byla použita střední hodnota za městské kategorie 2 až 5.

Deskripce a identifikace do zpracování zahrnutých stanic je uvedena v příloze č. 2, kde jsou uvedeny i ostatní identifikační kódy přidělené stanicím provozovaným ZÚ/SZÚ v závislosti na měřicím programu (PAU, TK ve frakci PM<sub>10</sub> nebo TK ve frakci PM<sub>2,5</sub>). 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<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>, suspendované částice frakce PM<sub>10</sub>/frakce PM<sub>2,5</sub> a vybrané kovy v suspendovaných částicích frakce PM<sub>10</sub> (na šesti stanicích ve frakci PM<sub>2,5</sub>) - As, Cd, Cr, Mn, Ni a Pb, výběrově Cu, V, Fe, Co, Se, Zn.

### Výběrově sledované látky:

Oxid siřičitý - SO<sub>2</sub>, prašný aerosol - TSP, oxid uhelnatý - CO, ozón - O<sub>3</sub>, polycyklické aromatické uhlovodíky - PAU a těkavé organické sloučeniny - VOC

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

## 2 Imisní limity a referenční koncentrace SZÚ

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)

Znečišťující látka	Časový interval	Hodnota IL (µg/m <sup>3</sup> )	Poznámka: Další kritéria plnění IL
oxid siřičitý SO <sub>2</sub>	24 hod	125	nesmí být překročena více jak 3krát/rok
	1 hod	350	nesmí být překročena více jak 24krát/rok
suspendované částice frakce PM <sub>10</sub>	rok	40	-
	24 hod	50	nesmí být překročena více jak 35krát/rok
suspendované částice frakce PM <sub>2,5</sub>	rok	25	-
oxid dusičitý NO <sub>2</sub>	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 <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	rok	5	-
ozón O <sub>3</sub>	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 <sub>10</sub>
kadmium Cd	rok	0,005	ve frakci PM <sub>10</sub>
arsen As	rok	0,006	
nikl Ni	rok	0,020	
benzo[ <i>a</i> ]pyren	rok	0,001	



Tabulka č. 4. - Referenční koncentrace vydané SZÚ (v  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - (podle § 27, odst. 6, b, zákona č. 201/2012 Sb.)

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

\* - referenční koncentrace nezajišťují ochranu vůči obtěžování zápachem

<sup>a</sup> - Air quality guidelines for Europe second edition 2000

<sup>b</sup> - stanoveno NRL pro venkovní ovzduší SZÚ

<sup>c</sup> - Human toxicological maximum permissible risk levels, RIVM Bilthoven, 2001

<sup>d</sup> - US-EPA, Risk based concentration region III, Philadelphia, Pennsylvania, USA

<sup>e</sup> - Integrated risk information system 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  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$
2. pro ochranu proti obtěžování zápachem  $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$
3. pro ochranu proti obtěžování zápachem  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$

### 3 Základní sledované látky

Výsledky za rok 2017 ve formě imisních charakteristik a tříd četností 24 hodinových koncentrací na zahrnutých stanicích a sídlech pro jednotlivé měřené škodliviny prezentují grafy v příloze č. 5. Měřené hodnoty v roce 2017 významně ovlivnila, zvláště v případě suspendovaných částic, smogová situace v lednu a v únoru.

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

#### 3.1 Oxid siřičitý - SO<sub>2</sub>

Imisní charakteristiky oxidu siřičitého sledované v roce 2017 celkem na 34 stanicích (pro výpadky měření byla data ze sedmi stanic z hodnocení vyřazena) potvrzují dlouhodobě stabilizovaný stav.

Roční aritmetické průměry se na městských stanicích pohybovaly v rozmezí 2,6 (tj. lehce nad úroveň republikových pozad'ových stanic) až 10,3 µg/m<sup>3</sup>, odhad střední hodnoty pro nezatížené městské lokality je 5,2 µg/m<sup>3</sup>. Proti roku 2016 se zde jedná o bezvýznamné zvýšení.

Nejvyšší hodnoty ročního průměru (10 a 10,3 µg/m<sup>3</sup>) byly zjištěny v Moravskoslezském kraji, a to na stanici v Českém Těšíně (TCTN) a v Karviné (kód stanice: TKAR).

Na žádné ze stanic nebyl překročen 24 hodinový imisní limit 125 µg/m<sup>3</sup>, hodnota hodinového imisního limitu 350 µg/m<sup>3</sup> byla v roce 2017 překročena 2x na stanici Ostrava - Přívoz (TOPR).

#### 3.2 Suma oxidů dusíku - NO<sub>x</sub>

##### NO<sub>x</sub> - Stanovení

**Aspirační** - integrální metoda - ISO 6767 - VIS spektrofotometrie - TEA nebo Guajakolová metoda (Salzmann), rozsah od 1 až 7 µg/m<sup>3</sup> do 1 500 µg/m<sup>3</sup>, detekční limit (DL) 4 µg/m<sup>3</sup>.

**On-line** - ČSN 14211 „Kvalita ovzduší - normovaná metoda stanovení oxidu dusičitého a oxidu dusnatého chemiluminiscencí“ (2014), rozsah měření 2 až 2 000 µg/m<sup>3</sup>, detekční limit (DL) 2 µg/m<sup>3</sup>

##### Imisní limit

Pro městské oblasti není stanoven.

Suma oxidů dusíku byla hodnocena na 60 stanicích, pro výpadky měření byla data z 9 stanic z hodnocení vyřazena. Odhad roční střední hodnoty v dopravně a průmyslem méně zatížených lokalitách pro rok 2017 je 25,3 µg/m<sup>3</sup>/rok.

Roční imisní charakteristiky sumy oxidů dusíku naměřené na pozad'ových stanicích ČHMÚ byly v rozmezí 4,5 až 7,6 µg/m<sup>3</sup>.

Na 82 % zahrnutých stanic se hodnoty ročního aritmetického průměru pohybovaly v rozmezí 5 až 50 µg/m<sup>3</sup>, na dalších zbylých stanicích byl roční aritmetický průměr > 50 µg/m<sup>3</sup>. (maximální hodnota byla 112 µg/m<sup>3</sup> (dopravní hotspot v Praze 2 - ALEG).

##### SO<sub>2</sub> - Stanovení

##### **On-line** - ČSN 14212

„Kvalita ovzduší - normovaná metoda stanovení oxidu siřičitého ultrafialovou fluorescencí“ (2013), rozsah měření 3 až 3 000 µg/m<sup>3</sup>, detekční limit (DL) 3 µg/m<sup>3</sup>.

##### Imisní limit

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



Význam dopravních emisí ilustruje skutečnost, že úroveň 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$  byla překročena na 3 z pěti dopravně významně exponovaných stanic (Praha 2 – stanice ALEG, Praha 5 – stanice ASMI a Brno stanice BBNV). V Praze 2 v Legerově ulici to bylo 112,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ , na Smíchově u Strahovského tunelu 104,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$  a na stanici Brno Úvoz 97,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ .

### 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, Praha 5 – Strahovský tunel a v Brně na stanici Úvoz, které reprezentují hranici významné městské tranzitní komunikace, na úrovni cca 35 - 42  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Na většině ostatních městských stanic nebyla překročena úroveň 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ , s odhadem roční střední hodnoty v sídlech 5,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ .

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

#### NO - Stanovení

##### **On-line** - ČSN 14211

„Kvalita ovzduší – normovaná metoda stanovení oxidu dusičitého a oxidu dusnatého chemiluminiscencí“ (2014), rozsah měření 2 až 2 000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , detekční limit (DL) 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

#### Imisní limit

Pro městské oblasti není stanoven.

### 3.4 Oxid dusičitý – NO<sub>2</sub>

#### NO<sub>2</sub> - Stanovení

**Aspirační** - integrální metoda – ISO 6767 - VIS

spektrofotometrie - TEA nebo Guajakolová metoda

(Salzmann), rozsah od 1 až 7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  do 1 500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , detekční limit (DL) 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

**On-line** - ČSN 14211 „Kvalita ovzduší – normovaná metoda stanovení oxidu dusičitého a oxidu dusnatého chemiluminiscencí“ (2014), rozsah měření 2 až 2 000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , detekční limit (DL) 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

#### Imisní limit

rok - 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

hodina - 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (nesmí být překročena více jak 18krát za rok).

Imisní charakteristiky NO<sub>2</sub> byly hodnoceny na celkem 59 stanicích ve 35 sídlech a v 8 pražských částech příloha č. 5, graf č. 1, pro výpadky měření byla část stanic (9) z hodnocení vyřazena. Shodně s oxidem dusnatým i u oxidu dusičitého jsou vyšší měřené hodnoty primárně svázané s dopravou jako majoritním zdrojem a zvláště v městských celcích, kde se doprava kombinuje s dalšími zdroji (teplárny, výtopny a domácí vytápění), má znečištění ovzduší oxidem dusičitým v podstatě plošný charakter. Zřejmě je to především v pražské aglomeraci, kde byla hodnota ročního imisního limitu (40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) překročena na 2 z 11 stanic a na dalších 4 stanicích se hodnota ročního aritmetického průměru pohybovala v rozsahu 30 až 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . V Brně byl roční imisní limit překročen na stanici Úvoz (stanice BBNV 43,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Na hranici překročení imisního limitu je roční průměr na dopravou silně zatížené stanici Všebořická – kód: UULD (35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) v Ústí n/Labem.

- Pozad'ové koncentrace NO<sub>2</sub> v ČR dlouhodobě nepřekračují 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (nejvyšší hodnota byla naměřena v Košeticích (stanice JKOS), a to 6,9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).
- Střední roční hodnota se v závislosti na intenzitě okolní dopravy pohybovala

v rozsahu od přibližně 17  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  na nezatížených lokalitách, přes 25 až 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  u dopravně středně zatížených stanic, až k 48  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ročního průměru v dopravně velmi významně exponovaných lokalitách. Odhad roční střední hodnoty v dopravě a průmyslem méně zatížených lokalitách pro rok 2017 je 17,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ .

- Roční průměry na dopravních „hot spot“ stanicích Praha - Legerova (ALEG) 48,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , Strahovský tunel (ASMI) 42,7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a Brno - Úvoz (BBNV) 43,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dosáhly až do úrovně 120 % stanoveného imisního limitu.
- Na dvou stanicích, v Praze 2 (ALEG) a Ústí nad Labem (UULD), byla 1x překročena hranice 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{hod}$ .

Přestože se v roce 2017 situace opět mírně zlepšila, lze s dalším předpokladatelným rozvojem dopravy a souvisejících technologií za stávajících podmínek očekávat v městech rozšíření počtu exponovaných lokalit, a to nejen v okolí komunikací.

### 3.5 Suspendované částice frakce PM<sub>10</sub>

Zátěž ovzduší aerosolovými částicemi v monitorovaných sídlech je významně ovlivňována meteorologickými podmínkami, které lze charakterizovat vyšší četností excesů a rychlých změn počasí střídaných dlouhodobějšími obdobími sucha nebo vysokých teplot či krátkými obdobími intenzivních srážek. V roce 2017 hodnoty a odhad středních ročních hodnot významně ovlivnila vícedenní smogová situace v lednu a v únoru. (viz grafy č. 4 v příloze č. 5). Přetrvává významnost podílu emisí z dopravy jako majoritního zdroje znečištění ovzduší ve městech a městských aglomeracích proti emisím z dalších typů zdrojů (teplárny, výtopy 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 (pozařových a zatížených různou úrovní dopravy), které jednoznačně usvědčuje 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 dálkový a přeshraniční transport. Nasvědčuje tomu střední hodnota překračující 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$  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 - bližší viz. příloha č. 5, graf č. 2:

#### PM<sub>10</sub> - Stanovení

**Integrovaná** - gravimetrie - detekční limit (DL) 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

**On-line** - ČSN 12341:

„Kvalita ovzduší - referenční gravimetrická metoda stanovení hmotnostní koncentrace frakcí aerosolových částic PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>“ (2014).

Detekční limit pro  $\beta$  absorpci, vibrační (TEOM) a nefelometrické postupy (OPTO) - 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

#### Imisní limit

Rok - 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

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

WHO nedoporučuje překračovat hodnotu 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ročního průměru.

- hodnoty ročního aritmetického průměru měřené na pozadových stanicích ČHMÚ byly v rozmezí 11 až 16  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (na stanici Košetice - JKOS a Jeseník MJES byla naměřena překročení 24 hodinové koncentrace 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ );
- roční střední hodnota se v závislosti na intenzitě okolní dopravy pohybovala ve všech krajích, kromě moravskoslezského, v rozsahu od 16 do 26  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  v dopravou nezatížených lokalitách, přes cca 26  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  u dopravně exponovaných míst až po 26  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ročního průměru v průmyslem exponovaných lokalitách. V moravskoslezském kraji byly roční aritmetické průměry  $\text{PM}_{10}$  v ovzduší v průměru o přibližně 8  $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$  vyšší než v ostatních regionech. Nejvyšší hodnota byla zjištěna pro průmyslovou lokalitu Ostrava Radvanice (TORE) s hodnotou ročního průměru 44  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ;
- alespoň jedno z kritérií překročení imisního limitu (aritmetický roční průměr > 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a/nebo více než 35 překročení 24 hod. limitu 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{kalendářní rok}$ ) bylo v roce 2017 naplněno na 43 (50,6 %) z 85 hodnocených měřicích stanic. 24hodinový imisní limit (50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) byl mimo pozadové stanice Rudolice v Horách (URVH) překročen ve všech monitorovaných lokalitách. Nejvyšší počet překročení, a to 94, byl zaznamenán na stanici v Ostravě - Radvanicích (TORE) a na měřicí stanici ve Věřňovicích (TVER), kde bylo zaznamenáno 91/81 překročení;
- jen na 16 % (3 pozadové a 11 městských) z 85 zahrnutých měřicích stanic nebyla v roce 2017 překročena hodnota 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ , doporučená WHO.

Hodnoty ročních průměrů na dopravně zatížených městských stanicích se v roce 2017 proti roku 2016 významně nezměnily, lze ale identifikovat mírný plošný nárůst v relaci 1 - 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ročního průměru a významné zvýšení počtu dnů s překročením 24hodinového imisního limitu. To je možno připsat smogové situaci v lednu a v únoru 2017, kterou nevyvážilo ani pokračování trendu vývoje meteorologických podmínek (teplé zimy 2014 - 2017). 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 $\text{PM}_{2,5}$

#### $\text{PM}_{2,5}$ - Stanovení

**Integrální** metoda - ČSN 12341: „Kvalita ovzduší - referenční gravimetrická metoda stanovení hmotnostní koncentrace frakcí aerosolových částic  $\text{PM}_{10}$  a  $\text{PM}_{2,5}$ “.

#### Imisní limit

rok - 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Hodnocení výsledků měření suspendovaných částic frakce  $\text{PM}_{2,5}$  vychází z dat už 53 stanic ve 40 sídlech. Průměrné roční hmotnostní koncentrace se v jednotlivých sídlech pohybovaly od 13 do 38  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Roční průměr na pozadové stanici v Košetících byl 11  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Hodnota ročního imisního limitu 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  byla překročena na 18 stanicích, 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ročního průměru (dvojnásobek teoretické nejnižší rizikové expozice podle WHO) bylo překročeno na všech do

hodnocení zahrnutých stanicích (příloha č. 5, graf č. 3).

Podíl suspendovaných částic frakce  $\text{PM}_{2,5}$  ve frakci  $\text{PM}_{10}$  vypočítaný z hodnot souběžně měřených na 59 stanicích se pohybuje od 0,63 (dopravní stanice v Brně - Úvoz - BBNV) po 0,86 na stanici v Jihlavě (JJIZ). Tato hodnota se dlouhodobě pohybuje



na úrovni 75 %, v roce 2017 byla 0,77 (0,78 v roce 2016). Vyšší podíl se objevuje v zimních měsících nebo například za smogových situací (viz grafická prezentace průběhu hodnot za smogové situace v lednu a v únoru 2017 v Praze), kdy dosahoval až 90 %.

### 3.7 Oxid uhelnatý - CO

Imisní charakteristiky CO byly v roce 2017 hodnoceny na 11 stanicích. Pozad'ové koncentrace CO měřené na stanici v Košeticích (JKOS) se pohybovaly na úrovni 220  $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ . Nejvyšší roční aritmetické průměry byly hodnoceny na dopravních „hot spot“ stanicích v Praze (Legerova ALEG a Smíchov - ASMI) a v Brně na stanici Úvoz (BBNV).

Roční střední hodnoty na většině stanic v roce 2017 nepřekročily 400  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , tuto úroveň přesahují hodnoty v dopravně nejvíce zatížených lokalitách v Brně a pravděpodobně i v Ostravě. Jednoznačnost vazby vyšších měřených hodnot na lokality zatížené dopravou dokládá i skutečnost, že 24 hodinové hodnoty překračující 1 000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  se objevují výjimečně, a to 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  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### Imisní limit

stanoven (10 000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - 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<sub>3</sub>

#### O<sub>3</sub> - Stanovení

On-line - ČSN 14625:  
„Kvalita ovzduší - normovaná metoda stanovení ozónu ultrafialovou spektrometrií“, (2013) rozsah měření 2 až 400  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , detekční limit (DL) 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### Imisní limit

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

Do sledování hmotnostních koncentrací ozónu byla v roce 2017 zahrnuta data ze 46 stanic ve 40 městech a v 6 pražských obvodech.

Roční aritmetické průměry se na pozad'ových stanicích pohybovaly v rozmezí 62 až 76  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

V městských lokalitách byly v rozsahu od 36  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  na stanici v Praze 9 (AVYN), do 63  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  na stanici ve Frýdlantu (LEFR). Nejvyšší hodnota - 76  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  byla naměřena na stanici Churáňov (CCHU), která má charakter výše položené pozad'ové stanice primárně zaměřené na hodnocení dálkového transportu.

Na všech hodnocených stanicích překročil v roce 2017 nejvyšší denní 8hodinový klouzavý průměr 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3/8\text{hod.}$ , nejvyšší hodnota byla naměřena na stanici Ústí n/Labem - Kočkov (193  $\mu\text{g}/\text{m}^3/8\text{hod.}$ ).

## 4 Těžké kovy

Z dvanácti těžkých kovů (zahrnut je i metaloid As) plošně sledovaných v rámci projektu ve vzorcích suspendovaných částic frakce PM<sub>10</sub> odebraných z venkovního ovzduší bylo šest - arsen, kadmium, olovo, nikl, chrom a mangan - sledováno na 21 stanic provozované zdravotními ústavy. Součástí zpracování jsou i data z 24 stanic sítě AIM ČHMÚ, kde bylo sledováno celkem 12 prvků; mimo výše uvedených se jednalo o vanad, selen, kobalt, železo, měď a zinek. U šesti měřicích stanic byly v roce 2017 k dispozici i paralelně měřené hodnoty kovů ve frakci PM<sub>2,5</sub>.

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<sup>3</sup>/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. Tyto vzorky byly analyzovány metodou ICP-MS (hmotnostní spektrometrie s indukčně vázanou plazmou).

K rozkladu odebraných sumačních 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 pozad'ové - Churáňov, Červená Hora a Svratouch.

### 4.1 Arsen - As

#### As - Stanovení

ČSN 14902: "Kvalita ovzduší - normovaná metoda pro stanovení Pb, Cd, As a Ni ve frakci PM<sub>10</sub> aerosolových částic" s detekčním limitem (DL) na úrovni 0,3 ng/m<sup>3</sup>.

#### Imisní limit

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

Sezónně zvýšené koncentrace arsenu jsou obecně považovány za citlivý indikátor spalování fosilních paliv (zvláště uhlí v domácích topeništích) a 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) potvrzují výsledky naměřené na vesnické stanici Kladno - Švermov (kde v roce 2017 naměřená hodnota 6,02 ng/m<sup>3</sup> těsně překročila imisní limit) a dále na stanicích v menších sídlech (Řeporyje, Vrapice, Lom u Mostu) nebo v Tanvaldu, kde se roční průměrná hodnota pohybovala mezi 3,3 až 5,6 ng/m<sup>3</sup> viz příloha č. 5, graf č. 11.

- Roční střední hodnota z pozadových stanic provozovaných ČHMÚ byla na úrovni 0,23 až 0,7 ng/m<sup>3</sup> - tj. maximálně na úrovni 10 % imisního limitu;
- roční aritmetické průměry koncentrací arsenu v suspendovaných částicích na 36 (78 %) stanicích nepřekročily úroveň poloviny IL; na 30 stanicích z toho nebyla překročena hodnota 2 ng/m<sup>3</sup>;
- odhad střední hodnoty pro obydlené lokality - 1,48 ng/m<sup>3</sup> pak imisní limit naplňuje přibližně z 25 % a zároveň představuje jeden až dvojnásobek hodnoty měřené na pozadových stanicích EMEP.

Teoretický odhad pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění při celoživotní expozici měřeným koncentracím arsenu se pro sledovaná sídla pohybuje v rozsahu  $7,8 \times 10^{-7}$  až  $8,4 \times 10^{-6}$ , tj. přibližně 1 až 8 případů z 1 milionu celoživotně exponovaných obyvatel (příloha č. 5, graf č. 19 a). Významu spalování pevných a fosilních paliv v malých sídlech a na předměstích odpovídá i odhad pro městské extenzivně dopravou a průmyslem nezátížené oblasti na úrovni  $2,2 \times 10^{-6}$ , tj. na úrovni 2 případy na 1 milion celoživotně exponovaných obyvatel.

Z analýzy zastoupení As v souběžně odebíraných vzorcích frakcí PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> vyplývá, že ve frakci PM<sub>2,5</sub> je  $\approx 90\%$  arsenu a tento podíl se mírně liší podle podílu zastoupení průmyslových a malých zdrojů (příloha č. 5, graf č. 15). Význam plošně většinového typu zdroje/zdrojů (výroba energie spalováním fosilních paliv) pak jednoznačně prokazuje průběh ročních hodnot, kdy v topné sezóně jsou hodnoty přibližně 2x vyšší, podíl ve frakci PM<sub>2,5</sub> je naopak v létě vyšší - pravděpodobně se více prosazují průmyslové zdroje.

## 4.2 Kadmium - Cd

Roční aritmetické průměry se na pozadových stanicích EMEP pohybovaly do 0,1 ng/m<sup>3</sup>; na 38 (93 %) na městských stanicích nepřesáhly 0,5 ng/m<sup>3</sup> tj. 10 % IL (příloha č. 5, graf č. 12).

Příčinou lokálního mírného zvýšení v sídlech, proti pozadovým stanicím, může být spalování uhlí a odpadů v domácích topeništích.

Indikuje to i vysoký (85 % a až 95 % v zimním období) podíl kadmia ve frakci PM<sub>2,5</sub>, zjištěný při analýze souběžně odebíraných vzorků frakcí PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> (příloha č. 5, graf č. 15). Imisní limit nebyl na žádné stanici v roce 2017 překročen.

- odhad střední hodnoty pro městské oblasti 0,28 ng/m<sup>3</sup> je proti hodnotám měřeným na pozadových stanicích dva až třikrát zvýšený;
- hodnoty vyšší než 1,0 ng/m<sup>3</sup>/rok (desetinásobek ročních průměrů na pozadových stanicích) byly naměřeny na stanicích Tanvald (LTAS0 - 2,97 ng/m<sup>3</sup>) a na stanici v Ostravě - Radvanice (TORE0 - 1,10 ng/m<sup>3</sup>). Lze je shodně připsat vlivu průmyslových zdrojů či starým zátěžím.

### Cd - Stanovení

ČSN 14902: "Kvalita ovzduší - normovaná metoda pro stanovení Pb, Cd, As a Ni ve frakci PM<sub>10</sub> aerosolových částic" s detekčním limitem (DL) na úrovni 0,3 ng/m<sup>3</sup>.

### Imisní limit

IL - imisní limit stanovený jako roční aritmetický průměr - 0,005 μg/m<sup>3</sup> (5 ng/m<sup>3</sup>).

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



Teoretický odhad pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění při celoživotní expozici měřeným koncentracím arsenu se pro sledovaná sídla pohybuje v rozsahu  $5,4 \times 10^{-8}$  až  $1,5 \times 10^{-6}$ , tj. na nejvíce exponované lokalitě cca 1 případ z 1 milionu, v ostatních případech cca 1 případ z deseti milionů celoživotně exponovaných obyvatel (příloha č. 5, graf č. 19 a). Významu spalování pevných a fosilních paliv v malých sídlech a na předměstích odpovídá i odhad pro městské extenzivně dopravou a průmyslem nezátížená oblast na úrovni  $1,4 \times 10^{-8}$ , tj. přibližně 1 případ na 100 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<sub>10</sub> aerosolových částic" s detekčním limitem (DL) na úrovni 0,3 ng/m<sup>3</sup>.

##### Imisní limit

IL - imisní limit stanovený jako roční aritmetický průměr - 0,5 µg/m<sup>3</sup> (= 500 ng/m<sup>3</sup> - odpovídá doporučené hodnotě WHO).

Odhad roční střední hodnoty hmotnostní koncentrace olova v aerosolu ve venkovním ovzduší sídel ( $\approx 7,6$  ng/m<sup>3</sup>/v roce 2017) 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<sup>3</sup>/rok (< 3 % IL) na 37 ze 46 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. 14).

- Odhad střední hodnoty pro městské oblasti 7,6 ng/m<sup>3</sup> je přibližně dvojnásobkem hodnot naměřených na pozadových stanicích;
- roční střední hodnoty > 20 ng/m<sup>3</sup> 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) - 53,1 ng/m<sup>3</sup>.  
Z analýzy zastoupení Pb v souběžně odebíraných vzorcích frakcí PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> vyplývá, že ve frakci PM<sub>2,5</sub> je 80 až 90 % olova a tento podíl se mírně liší podle podílu zastoupení průmyslových a malých zdrojů (příloha č. 5, graf č. 15).

#### 4.4 Nikl – Ni

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

Hodnoty ročních aritmetických průměrů niklu na pozadových stanicích EMEP nepřesáhly 0,5 ng/m<sup>3</sup>/rok; na 30 (65 %), na městských stanicích nepřesáhly 1 ng/m<sup>3</sup> tj. 5 % IL (příloha č. 5, graf č. 13).

- Odhad střední hodnoty pro obydlené oblasti je 0,77 ng/m<sup>3</sup>;

##### Ni - Stanovení

ČSN 14902: "Kvalita ovzduší - normovaná metoda pro stanovení Pb, Cd, As a Ni ve frakci PM<sub>10</sub> aerosolových částic" s detekčním limitem (DL) na úrovni 0,3 ng/m<sup>3</sup>.

##### Imisní limit

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

- roční průměrná hodnota na žádné ze stanic nepřesáhla 2,8 ng/m<sup>3</sup>, tj. 14% IL.

Teoretický odhad pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění při celoživotní expozici měřeným koncentracím niklu se pro sledovaná sídla pohybuje v rozsahu  $1,7 \times 10^{-7}$  až  $1,0 \times 10^{-6}$ , tj. 2 až deset případů na 10 milionů celoživotně exponovaných obyvatel, odhad pro městské extenzivně dopravou a průmyslem nezatížené stanice je na úrovni  $2,9 \times 10^{-7}$ , tj. cca 3 případy na 10 milionů celoživotně exponovaných obyvatel. (příloha č. 5, graf č. 19 b).

Z analýzy zastoupení Ni v souběžně odebíraných vzorcích frakcí PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> vyplývá, že tento podíl náhodně kolísá v průběhu kalendářního roku a závisel na typu lokality (městská, městská pozad'ová, průmyslová .... příloha č. 5, graf č. 15).

#### 4.5 Mangan – Mn

##### Mn - Stanovení

ČSN 14902: "Kvalita ovzduší - normovaná metoda pro stanovení Pb, Cd, As a Ni ve frakci PM<sub>10</sub> aerosolových částic" s detekčním limitem (DL) na úrovni 0,3 ng/m<sup>3</sup>.

##### Imisní limit

Limit není stanoven, referenční koncentrace (Rfk) stanovená SZÚ - 0,15 µg/m<sup>3</sup>/rok (150 ng/m<sup>3</sup>/rok).

Roční průměry manganu na 36 stanicích nepřekročily 15 ng/m<sup>3</sup> (10 % Rfk). Pouze na 1 stanici (Ostrava Radvanice TORE) výrazně průmyslového zaměření, byla naměřena roční střední hodnota vyšší než 45 ng/m<sup>3</sup> ročního průměru (30 % Rfk). Hodnoty ročních aritmetických průměrů na pozad'ových stanicích EMEP nepřekročily 4 ng/m<sup>3</sup>.

Referenční koncentrace nebyla v roce 2017 překročena na žádné měřicí stanici.

Zvýšené hodnoty byly naměřeny na stanicích zatížených významným průmyslovým zdrojem v Ostravě (TORO - 43,8 ng/m<sup>3</sup>/rok a TORE - 84,1 ng/m<sup>3</sup>/rok).

Z analýzy zastoupení Mn v souběžně odebíraných vzorcích frakcí PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> vyplývá vyšší podíl v hrubé frakci PM<sub>10</sub> než PM<sub>2,5</sub>, kde je 30 až 60 % celkového obsahu Mn; v Ostravě je tento podíl až 60 %.

#### 4.6 Chrom – Cr

Na 45 z 46 hodnocených stanic se roční aritmetické průměry pohybovaly v rozmezí 0,4 - 4 ng/m<sup>3</sup>, pouze na stanici Ostrava Radvanice bylo naměřeno více jak 5 ng/m<sup>3</sup> (5,8 ng/m<sup>3</sup>).

Konzervativní odhad střední hodnoty v zahrnutých sídlech se pohybuje na úrovni 1,25 ng/m<sup>3</sup>/rok.

Za modelového odhadu, při středním zastoupení Cr<sup>VI+</sup> ve směsi na úrovni 0,1 až 0,5 %, by se koncentrace Cr<sup>VI+</sup> pohybovaly

##### Cr - Stanovení

Pouze interní postupy pro sumu Cr - rozklad mikrovlnná pec - AAS, XRF, modifikace ICP - detekční limit - 0,2 ng/m<sup>3</sup>.

##### Imisní limit

Imisní limit - není stanoven, referenční koncentrace SZÚ (pouze pro Cr<sup>VI+</sup>) -  $2,5 \times 10^{-5}$  µg/m<sup>3</sup>/rok (0,025 ng/m<sup>3</sup>/rok). Uvedenou referenční koncentraci nelze pro hodnocení celkového chromu ve venkovním ovzduší (variabilní směs Cr<sup>III+</sup> a Cr<sup>VI+</sup> s odhadovaným zastoupením Cr<sup>VI+</sup> v rozsahu od 0,01 % do 10 % - tj. čtyř řádů) přímo použít.



převážně v rozmezí 0,002 - 0,01 ng/m<sup>3</sup>, tedy pod úrovní 40 % referenční koncentrace.

Z analýzy zastoupení Cr v souběžně odebíraných vzorcích frakcí PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> vyplývá, že v průměru 30 % (50 % v ostravské průmyslové aglomeraci) obsahu Cr je v hrubé frakci PM<sub>10</sub> než PM<sub>2,5</sub>.

#### 4.7 Vanad, železo, kobalt, zinek, selen, berylium a měď

Tyto kovy ve frakci PM<sub>10</sub> 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/tema/zivotni-prostredi/imisni-situace>.

## 5 Specifické sledované látky

### 5.1 VOC – těkavé organické látky

Do zpracování za rok 2017 byly zahrnuty hodnoty benzenu měřené celkem na 33 stanicích, z nichž 2 stanice (Košetice – JKOS a Rudolice v Horách – URVH) lze klasifikovat jako pozad'ové. Všechny stanice provozuje ČHMÚ v rámci státní imisní sítě AIM.

Úroveň znečištění ovzduší benzenem se v roce 2017 v měřených městských lokalitách pohybovala v rozmezí 0,7 – 3,8 µg/m<sup>3</sup>/rok, na žádné stanici tedy nebyl překročen imisní limit pro benzen (příloha č. 5, graf č. 6). Pro hodnoty benzenu naměřené na stanicích v různých městských lokalitách lze konstatovat:

- hodnota ročního aritmetického průměru na pozad'ových stanicích byla 0,7 µg/m<sup>3</sup>, což je srovnatelné s úrovní zátěže v některých městských lokalitách;
- rozpětí ročních průměrů na městských stanicích nezatižených průmyslem a intenzivní dopravou se pohybuje mezi 0,8 až 1,8 µg/m<sup>3</sup>, odhad střední hodnoty v sídlech je 1,2 µg/m<sup>3</sup>/rok;
- v dopravně silně zatížených lokalitách byla střední roční hodnota 1,3 µg/m<sup>3</sup>/rok (rozpětí 0,9 – 2,5 µg/m<sup>3</sup>);
- v průmyslově zatížených lokalitách (chemický průmysl, metalurgie...) jsou dlouhodobě zjišťovány nejvyšší střední hodnoty (1,9 µg/m<sup>3</sup>/rok). Rozpětí naměřených koncentrací je poměrně široké 0,7 až 3,8 µg/m<sup>3</sup>/rok.

Teoretický odhad pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění při celoživotní expozici měřeným koncentracím benzenu pro města v ČR je cca 7,5 × 10<sup>-6</sup> (tj. cca 1 osoba na 100 tisíc obyvatel), rozpětí ve sledovaných sídlech je od 4,2 × 10<sup>-6</sup> po 2,3 × 10<sup>-5</sup>, tj. od 4 – 25 osob na 1 milion celoživotně exponovaných obyvatel (příloha č. 5, graf č. 19 b).

#### VOC - Stanovení

ČSN EN ISO 16017-1 „Vnitřní, venkovní 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<sup>3</sup>/rok.  
Jednotka karcinogenního rizika (UCR) je 6 × 10<sup>-6</sup>(µg.m<sup>-3</sup>)<sup>-1</sup>.

## 5.2 PAU – polycyklické aromatické uhlovodíky

### PAU - Stanovení

ISO 12884: 2000 „Stanovení sumy (pevná a plynná fáze) polycyklických aromatických uhlovodíků ve vnějším ovzduší – odběr na filtry a sorbent s analýzou metodou GS/MS“  
ČSN EN 15549:2010 „Kvalita ovzduší – Normovaná metoda stanovení benzo[a]pyrenu ve venkovním ovzduší“ s detekčním limitem (DL) na úrovni 0,02 ng/m<sup>3</sup>.

### Imisní limit

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

Do zpracování za rok 2017 byly zahrnuty hodnoty polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU) měřené celkem na 44 stanicích, z nichž 2 stanice (Košetice JKOS a Kuchařovice - BKUC) lze klasifikovat jako pozad'ové. Sledováno bylo spektrum výšemolekulárních PAU významných pro své karcinogenní účinky, které jsou vázané majoritně 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]perylene (BghiP), dibenz[a,h]antracen (BahA), indeno[1,2,3-c,d]pyren (IcdP)

Vyhodnocován byl i toxický ekvivalent BaP - TEQ. Výběrově, na 24 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 průmyslem a starou zátěží exponovaná ostravsko-karvinská aglomerace, kde se k obvyklým zdrojům (doprava a lokální zdroje) přidávají jako majoritní 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 období netopném.

Roční střední hodnoty ovlivnila lednová a únorová smogová situace. V roce 2017 lze identifikovat mírný lokální nárůst v relaci do 1 ng/m<sup>3</sup> ročního průměru. Tento efekt nevyvážilo ani pokračování trendu vývoje meteorologických podmínek (teplé zimy 2014 - 2017).

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 pozad'ových stanicích byla 0,5 až 0,6 ng/m<sup>3</sup> a zároveň se zde hmotnostní koncentrace v zimním období pohybovaly v jednotkách ng/m<sup>3</sup>, srovnatelnou úroveň zátěže lze najít v některých městských lokalitách;

- rozpětí ročních průměrů na městských stanicích nezatížených průmyslem a intenzivní dopravou se pohybuje mezi 0,6 až 4,2 ng/m<sup>3</sup>, odhad střední hodnoty je 1,3 ng/m<sup>3</sup>/rok. V letním období zde byly měřeny 24hodinové koncentrace na úrovni detekčního limitu (pod 0,02 ng/m<sup>3</sup>), v zimním období pak nepřekračovaly 14 ng/m<sup>3</sup>;
- v dopravně silně zatížených lokalitách byla střední roční hodnota 1,5 ng/m<sup>3</sup>/rok (rozpětí 0,7 až 2,8 ng/m<sup>3</sup>), 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 (1,2 až 9,4 ng/m<sup>3</sup>/rok) se zimními 24hodinovými maximy v řádu desítek ng/m<sup>3</sup>; v letním období se zde měřené hodnoty nejčastěji pohybovaly do 1 ng/m<sup>3</sup>; střední roční hodnota pro tyto lokality byla 3,4 ng/m<sup>3</sup>.

V roce 2017 byla hodnota imisního limitu pro benzo[*a*]pyren překročena na 29 z 44 do zpracování zahrnutých stanic (příloha č. 5, graf č. 5). Stanovená hodnota byla několikanásobně překročena především na všech stanicích v Ostravě (1,7 až 9,4 ng/m<sup>3</sup>/rok) a čtyřnásobně na stanicích v Karviné (TKAO) a v Českém Těšíně (TCTN). Vysoké hodnoty byly dále zjištěny v Kladně Švermově (SKLS), Valašském Meziříčí (ZVMZ) a na dvou stanicích v okrese Nový Jičín (Studénka - TSTS a Vrážné - TVRZ), v Praze 5 Řeporyjích (ARER) a Brandýse nad Labem (SBRL). Na ostatních městských stanicích byla hodnota IL překročena o několik procent, v maximu až o 80. Nejnižší hodnoty 0,6 ng/m<sup>3</sup>/rok naměřené na městských stanicích v Brně - Líšni (BBNI) a Ústí nad Labem - Kočkově (UULK) jsou srovnatelné s koncentracemi zjištěnými na pozadových stanicích. Hodnoty měřené na venkovských (předměstských/příměstských) stanicích dokazují existenci významně zatížených vesnických či předměstských 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 sledované lokality pohybuje v rozsahu  $5,05 \times 10^{-5}$  až  $8,14 \times 10^{-4}$ , tj. 5 - 80 osob ze 100 tisíc celoživotně exponovaných obyvatel; odhad pro městské, dopravou a průmyslem významně nezatížené lokality se pohybuje na úrovni 13 osob ze 100 tisíc (příloha č. 5, graf č. 19 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 byly zjištěny roční průměry v širokém rozpětí 0,6 - 12,2 ng/m<sup>3</sup>. Na městských stanicích mimo Ostravsko-karvinskou pánev se roční střední hodnoty pohybovaly v rozsahu od 0,6 do 5,7 ng/m<sup>3</sup>/rok, spodní hranice tohoto intervalu je pak plně srovnatelná s ročním průměrem naměřeným na pozadových stanicích. Stanovená referenční koncentrace (10 ng/m<sup>3</sup>) byla překročena na emisemi, včetně průmyslových, silně zatížené stanici v Ostravě v Radvanicích - TORE (12,2 ng/m<sup>3</sup>), na ostatních stanicích v Ostravsko-karvinské pánvi byly roční průměry v rozmezí 3,3 až 7,9 ng/m<sup>3</sup>/rok. Význam vlivu lokálních malých spalovacích zdrojů pak charakterizuje hodnota BaA naměřená na venkovské stanici v Kladně-Švermově - 5,7 ng/m<sup>3</sup>/rok.

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



Směs PAU tvoří řada látek, z nichž některé jsou klasifikovány jako karcinogeny, které se liší významností zdravotních účinků. Odhad celkového karcinogenního potenciálu směsi PAU v ovzduší vychází z porovnání potenciálních karcinogenních účinků sledovaných PAU se závažností jednoho z nejtoxičtějších a nejlépe popsanych zástupců - benzo[*a*]pyrenu. Vyjadřuje se proto jako toxický ekvivalent benzo[*a*]pyrenu (TEQ BaP) a jeho výpočet je dán součtem součinitů 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[ <i>a</i> ]pyren	1	Benzo[ <i>b</i> ]fluoranten	0,1
Dibenz[ <i>a,h</i> ]antracen	1	Benzo[ <i>k</i> ]fluoranten	0,01
Chrysen	0,01	Benzo[ <i>j</i> ]fluoranten	0,1
Benzo[ <i>a</i> ]antracen	0,1	Indeno[ <i>c,d</i> ]pyren	0,1

Z vypočtených hodnot TEQ BaP (příloha č. 5, graf č. 7 b) je patrné, že nejvyšší hodnoty toxického ekvivalentu BaP byly v roce 2017 zjištěny na stanici v Ostravě – Radvanicích – TORE - (13,3 ng/m<sup>3</sup>/rok), která monitoruje vliv velkého průmyslového zdroje. Rovněž na dalších, průmyslem zatížených stanicích v MSK, byly nalezeny hodnoty TEQ BaP (2,7 a 7,4 ng/m<sup>3</sup>), které jsou výrazně vyšší než na ostatních městských stanicích. Tam se roční hodnoty nezávisle na úrovni zátěže z dopravy pohybovaly od 1,0 do 6,1 ng/m<sup>3</sup>. Potenciální vliv malých lokálních zdrojů na pevná paliva a dopravy v těžko odvětrávaných místech v malých sídlech pak dobře ilustruje hodnota 6,1 ng/m<sup>3</sup> na stanici v Kladně – Švermově (SKLS) a hodnoty 2,5 až 2,8 ng/m<sup>3</sup> na stanicích v Praze v Řeporyjích (AREP) a v Brandýse n/Labem.

Situaci dobře popisuje graf č. 8 v příloze č. 5, na kterém je znázorněno rozpětí koncentrací BaP, BaA TEQ BAP v letech 2005 – 2017 na stanicích, které měří PAU minimálně 5 let nepřetržitě. Je zřejmé, že pro BaP byl imisní limit překročen alespoň jednou na všech stanicích s výjimkou pozad'ových stanic v Košetících a Kuchařovicích. Naopak k překračování referenční koncentrace pro BaA dochází dlouhodobě pouze na stanici v Ostravě Radvanicích a v Karviné.

Graf č. 9 v příloze č. 5 prezentuje na vybraných stanicích dlouhodobý vývoj zátěže (1997 až 2017) městského ovzduší PAU (BaP, BaA a TEQ BaP) a odhad trendu ročních středních hodnot BaP. Vybrané tři stanice mají již dostatečně dlouhou časovou reprezentativnost a zastupují základní typy městského prostředí - městské pozadí (stanice ve Žďáru n/Sázavou), městská středně dopravně zatížená lokalita (stanice v SZÚ na Praze 10) a městská průmyslová oblast (stanice v Karviné), kde se v roce 2012 a začátkem roku 2013 z technických důvodů neměřilo. Na první pohled je zřejmý rozdíl mezi úrovní zátěže v těchto lokalitách, kdy jednoznačně nejvyšší hodnoty jsou dlouhodobě měřeny v průmyslem a dálkovým transportem zatížené Karviné, kde jsou hodnoty dva až třikrát vyšší. A naopak, je možné v průběhu ročních hodnot všech tří stanic pozorovat určité shodné prvky, např. dlouhodobý trend. Odhad vývoje (použito exponenciálního trendu) pro časové řady ročních průměrů v období 1997 až 2017 dává pro dvě stanice neklesající trend, pro Karvinou to není možné v důsledku výpadku měření vypočítat. Interpretovat to lze i jako víceméně dlouhodobě stabilní zátěž danou zastoupením spolupůsobících zdrojů, jejíž aktuální úroveň v současnosti

nejvíce ovlivňují meteorologické jevy, případně režim provozu malých energetických zdrojů.

Význam lokálních zdrojů i vliv meteorologických podmínek je dobře patrný z grafu č. 10, příloha č. 5. Zde jsou zobrazeny koncentrace BaP a BaA v letech 2005 - 2017 pro tři různá období - topná sezóna, přechodná a netopná sezóna na čtyřech vybraných stanicích, které představují různé typy lokalit. Na pozadřové stanici v Košetících se v letech 2005 - 2017 pohybovaly roční průměry v rozmezí 0,2 - 0,7 ng/m<sup>3</sup>, v netopné sezóně byly měřeny hodnoty poblíž meze stanovitelnosti (0,02 ng/m<sup>3</sup>) a v topné sezóně v rozmezí 0,6 - 1,5 ng/m<sup>3</sup>. Na městské středně dopravně zatížené stanici v Praze 10 byly hodnoty v netopné sezóně srovnatelné s Košetecemi, v přechodné a topné sezóně byly více než dvojnásobné. Na stanici reprezentující významnou zátěž průmyslem v Ostravě Radvanicích ani v netopné sezóně neklesaly průměrné koncentrace BaP pod 1 ng/m<sup>3</sup> (roční limit pro BaP), v přechodné se pohybovaly v rozmezí 6,3 - 10,2 ng/m<sup>3</sup>, v topné sezóně dosahovaly koncentrace až desítek ng/m<sup>3</sup>. Na další průmyslem zatížené stanici v Karviné byly průměrné koncentrace nižší jak v netopné sezóně (0,4 - 1,2 ng/m<sup>3</sup>), tak v přechodné sezóně (2,7 - 7,5 ng/m<sup>3</sup>).

Pozornost také zasluhuje úzká souvislost mezi měřenými hodnotami BaP a BaA.

## 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/m <sup>3</sup>
oxidy dusíku	chemiluminiscence	1,2-2 µg/m <sup>3</sup>
oxid uhelnatý	IR korelační spektrometrie	100 µg/m <sup>3</sup>
ozón	UV fotometrie	2 µg/m <sup>3</sup>
suspendované částice	β-absorbce, vibrační, optical counters	10 µg/m <sup>3</sup>

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

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

Látka	Metoda	detekční limit
oxid siřičitý	(West-Gaeke - spektrofotometrie)	4 µg/m <sup>3</sup>
suma oxidů dusíku	(Saltzman - spektrofotometrie)	8 µg/m <sup>3</sup>
suspendované částice	(gravimetrie)	10 µg/m <sup>3</sup>
Benzen	sorbční trubičky, GC-MS	0,1 až 1 µg/m <sup>3</sup>
kadmium	ICP - MS	0,001 ng/m <sup>3</sup>

Látka	Metoda	detekční limit
chrom		0,02 ng/m <sup>3</sup>
olovo		0,002 ng/m <sup>3</sup>
arsen		0,02 ng/m <sup>3</sup>
nikl		0,01 ng/m <sup>3</sup>
mangan		0,002 ng/m <sup>3</sup>
beryllium		0,02 ng/m <sup>3</sup>
měď		0,15 ng/m <sup>3</sup>
zinek		0,3 ng/m <sup>3</sup>
PAU	ISO EN 12884:2000	0,02 ng/m <sup>3</sup>

Poznámka: Hodnoty DL počítány pro odběr 200 m<sup>3</sup> vzdušiny.

## 6.2 Zásahy do hodnot naměřených v roce 2017

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 2017 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 2017 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<sub>R</sub>

Zpracování Indexu kvality ovzduší (IKO<sub>R</sub>) vychází z limitních koncentrací (imisní limit - IL) škodlivin uvedených v příloze č. 1 Zákona o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb. Do zpracování byly zahrnuty roční hodnoty aritmetického průměru oxidu dusičitého (NO<sub>2</sub>), suspendovaných částic frakce PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>, arzenu, kadmia, niklu, olova, benzenu a benzo[*a*]pyrenu. (Postup výpočtu IKO<sub>R</sub> je možno nalézt na [http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/organizace\\_mzso/index\\_kvality\\_ovzdusi.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/organizace_mzso/index_kvality_ovzdusi.pdf).) Vypočtené hodnoty IKO<sub>R</sub> jsou znázorněny na grafu č. 16 v příloze č. 5, kde jsou pro srovnání (jako kategorie č. 11) uvedeny hodnoty vypočtené pro pozad'ové stanice (IKO<sub>R</sub> = 0,50 až 0,77), tedy hodnoty víceméně dlouhodobě stabilní.

Nejčastěji byl v roce 2017 v sídlech a v okolí velkých průmyslových zdrojů překračován imisní limit pro benzo[*a*]pyren (29 stanic) a kritérium maximálního překročení denního imisního limitu pro suspendované částice frakce PM<sub>10</sub> (celkem 43 stanic). V pražské a brněnské aglomeraci s vysokou hustotou dopravních komunikací byl celkem na třech stanicích překročen IL pro oxid dusičitý, na Ostravsku i pro frakci PM<sub>2,5</sub>. Lokálně se objevují ojedinělá překročení stanoveného imisního limitu např. pro arsen na stanici v Kladně Švermově.

Z vypočtených hodnot IKO<sub>R</sub> za rok 2017 vyplývá, že:

- Na hranici první a druhé třídy kvality ovzduší se pohybovala většina čistých městských pozad'ových lokalit; venkovské pozad'ové lokality, charakterizované stanicemi EMEP, spadaly do první třídy;
- skupinové zpracování zvýraznilo význam vlivu malých lokálních zdrojů na kvalitu ovzduší ve městech. Průměrná hodnota IKO<sub>R</sub> v městských obytných zónách pouze s lokálními zdroji vytápění se pohybovala v závislosti na lokálních podmínkách v druhé třídě kvality ovzduší (IKO<sub>R</sub> ≈ 1,16 až 1,60);
- střední hodnoty vypočítané pro jednotlivé typy městských lokalit bez významné zátěže průmyslovou výrobou se pohybují od 1,27 do 1,47 tj. stále v rozsahu druhé třídy kvality ovzduší;
- v lokalitách ovlivněných průmyslovými zdroji, zvláště v ostravsko-karvinské oblasti, byla maximální hodnota IKO<sub>R</sub> pro kategorie 8 až 10 (3,62) tj. až ve čtvrté třídě IKO<sub>R</sub> (ZNEČIŠTĚNÉ OVZDUŠÍ);



- přes velmi řídké pokrytí předměstských či vesnických oblastí měření, lze odhadovat, že v ČR i v roce 2017 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 ( $IKO_R = 2,33$ )).

Průměrná hodnota charakterizující městské stanice v ČR, odhadnutá pro kategorie 2 až 5 (viz příloha č. 1), spadá do druhé třídy ( $IKO_R = 1,30$ ) – což představuje proti roku 2016 mírné zhoršení – hodnoty v posledních letech oscilují na úrovni lepší druhé třídy kvality ovzduší. I střední hodnota  $IKO_R$  v roce 2017 odhadnutá pro Českou republiku se mírně zvýšila na 1,46 (1,40 v roce 2016).

## 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 prezentují graf č. 17, příloha č. 5, kde jsou zobrazeny odhady úrovně expozice jednotlivým zdravotně významným škodlivinám ve venkovním ovzduší. Na dalším grafu (graf č. 18, příloha č. 5) je zpracován odhad podílu průměrných ročních koncentrací škodlivin v základních typech městských lokalit a příslušných limitních hodnot pro rok 2017, v procentech limitní hodnoty. Pro srovnání jsou zde zahrnuty i výsledky pozadřových stanic provozovaných ČHMÚ.

Ve všech hodnocených typech městských a vesnických lokalit překračuje suma individuálních podílů hodnotu 1 a pohybuje se v rozsahu od 2,2 (městské pozadřové oblasti) do 7,6, s nejvyššími hodnotami v průmyslem exponovaných lokalitách na Ostravsku; pro republikové pozadřové stanice byla v roce 2017 odpovídající hodnota 1,88 (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 sídlech plošný charakter; hodnoty podílu se zde pohybují v rozsahu od 0,48 do 1,11. Odpovídající hodnota pro pozadřové stanice byla 0,38;
- vysoká variabilita zátěže měřených městských lokalit PAU (indikátor benzo[a]pyren), kde se hodnoty podílu pohybují v rozsahu od 0,58 v městských pozadřových oblastech až po maximum 9,36 na stanici v průmyslem zatížených lokalitách v Ostravě. Odpovídající hodnota z pozadřových stanic ČHMÚ byla 0,52;
- variabilní, lokálně vysoká zátěž ovzduší oxidem dusičitým (hodnoty podílu se pohybují od 0,22 do 1,2, s maximem v městských dopravně exponovaných lokalitách) a arsenem (od 0,1 do 1,03 v lokalitách s významným podílem spalování fosilních paliv a až 0,77 v okolí velkých průmyslových zdrojů);
- nižší zátěž ovzduší Cd s podílem k limitu  $< 0,1$  (výjimkou jsou průmyslové oblasti a okolí Tanvaldu – 0,59), Ni s podílem ročních středních hodnot k limitu  $< 0,1$  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 2017 se zde hodnoty sumy imisních limitů pohybovaly v rozsahu 2,2 až 8,2).



## 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 zdroje. V oblastech s významnými průmyslovými zdroji jsou nacházeny zvýšené hodnoty dalších látek - As, Cd, Ni, Cr, Pb či benzenu.

Působení **oxidu dusičitého (NO<sub>2</sub>)** 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<sub>2</sub> nebo spíše působením celé směsi látek, zejména aerosolu, uhlovodíků, ozónu a dalších látek. Hlavním účinkem krátkodobého působení vysokých koncentrací NO<sub>2</sub> je nárůst reaktivity dýchacích cest. Na základě působení na změny reaktivity u nejcitlivějších astmatiků je také odvozena doporučená hodnota WHO pro 1hodinovou koncentraci NO<sub>2</sub> (200 µg/m<sup>3</sup>). Nejvíce jsou oxidu dusičitému vystaveni obyvatelé velkých městských aglomerací významně ovlivněných dopravou. Pro děti znamená expozice vyšším hodnotám NO<sub>2</sub> 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<sub>2</sub> (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 odborníci doporučují hodnotit zdravotní dopady znečištění ovzduší na základě vztahů pro aerosolové částice, ve kterých je vliv NO<sub>2</sub> 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<sub>2,5</sub>, např. 8,5 µg/m<sup>3</sup>. 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<sub>2,5</sub> se redukce očekávané délky života začíná projevovat již od průměrných ročních koncentrací 5 µg/m<sup>3</sup>.

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<sub>2,5</sub> 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<sub>2,5</sub> o 10 µg/m<sup>3</sup> 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 µg/m<sup>3</sup>.

Pro hodnocení vycházející ze vztahu mezi expozicí suspendovaným částicím frakce PM<sub>2,5</sub> byly koncentrace plošněji měřené frakce PM<sub>10</sub> přepočítány na základě odhadu průměrného zastoupení frakce PM<sub>2,5</sub> ve frakci PM<sub>10</sub>. Průměrný roční podíl suspendovaných částic frakce PM<sub>2,5</sub> ve frakci PM<sub>10</sub>, vypočítaný z hodnot souběžně měřených na 31 stanicích, se pohyboval od 63 % do 86 % se střední hodnotou 77 % v roce 2017.

Dlouhodobému průměru podílu frakce PM<sub>2,5</sub> ve frakci PM<sub>10</sub> v České republice pak odpovídá hodnota 75 %.

Navýšení roční koncentrace PM<sub>10</sub> o každých 10 µg/m<sup>3</sup> nad 13,3 µg/m<sup>3</sup>/rok v tomto případě zvyšuje odhad celkové předčasné úmrtnosti exponované populace o 4,515 %.

- Na základě odhadu průměrné koncentrace suspendovaných částic frakce PM<sub>10</sub>, v roce 2017 v městském prostředí mimo Moravskoslezský kraj (23,2 µg/m<sup>3</sup>), lze zhruba odhadnout, že v důsledku znečištění ovzduší touto škodlivinou byla celková úmrtnost navýšena o 4,5 % při zohlednění průměrného 75 % zastoupení frakce PM<sub>2,5</sub> ve frakci PM<sub>10</sub>.
- Vzhledem k rozmezí průměrných ročních koncentrací této škodliviny v různých typech sídelních lokalit, které se pohybovaly od 16,2 µg/m<sup>3</sup> do 44,4 µg/m<sup>3</sup>, se odhad podílu předčasně zemřelých v důsledku znečištění ovzduší PM<sub>10</sub> na celkovém počtu zemřelých pohybuje od 1,3 % v městských lokalitách bez dopravní zátěže až po 14 % v dopravně exponovaných a průmyslových oblastech, při zohlednění průměrného 75 % zastoupení frakce PM<sub>2,5</sub> ve frakci PM<sub>10</sub>.
- Celkový počet zemřelých v roce 2017 činil 111 443 (zdroj: ČSÚ 2018). Na základě údajů za roky 2012 až 2016 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 je na úrovni 107 tisíc osob v roce 2017.
- Z uvedených dat lze odhadnout počet předčasných úmrtí, na kterých se podílela expozice suspendovaným částicím frakce PM<sub>10</sub>. Ten byl v roce 2017 na úrovni 5 200 osob při průměrném 75 % zastoupení frakce PM<sub>2,5</sub> ve frakci PM<sub>10</sub>. Od roku 2011 mírně klesající trend tak vystřídal nárůst; hodnoty jsou ale vždy primárně závislé na meteorologických podmínkách.



Tabulka č. 8 - Vývoj (2008 - 2017) hodnot navýšení celkové roční úmrtnosti o „předčasná úmrtí“ za posledních 10 let - střední hodnota a rozpětí hodnot v ČR

počet předčasných úmrtí/rok	2008	2009	2010	2011	2012
PM <sub>10</sub> - (75 % podíl PM <sub>2,5</sub> )	3 200 (0-12 500)	3 500 (0-14 600)	4 500 (0-24 500)	6 500 (0-16 200)	5 500 (0-17 200)
počet předčasných úmrtí/rok	2013	2014	2015	2016	2017
PM <sub>10</sub> - (75 % podíl PM <sub>2,5</sub> )	5 200 (0-15 200)	5 200 (700-13 500)	4 800 (2 000-12 000)	4 000 (700-11 500)	5 200 (1 300-13 100)

*Poznámky:*

- Navýšení celkové úmrtnosti bylo počítáno z rozpětí měřených hodnot v ČR a ze středních hodnot pro sídla 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<sub>10</sub> byl použit, na základě doporučení WHO, odhad střední hodnoty zastoupení frakce PM<sub>2,5</sub> ve frakci PM<sub>10</sub> pro Českou republiku na úrovni 75 %.
- Hodnoty ročního průměru PM<sub>10</sub> ≤ 13,3 µg/m<sup>3</sup> 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 2016.

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<sub>2,5</sub>, 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<sub>2,5</sub> 5 µg/m<sup>3</sup>. V ČR je ale frakce PM<sub>2,5</sub> měřena na příliš malém počtu stanic, proto byly pro odhad YLLs použity hodnoty frakce PM<sub>10</sub>, přepočítané konverzním koeficientem PM<sub>2,5</sub>/PM<sub>10</sub> = 0,75, který popisuje průměrný podíl jemných částic frakce PM<sub>2,5</sub> na obsahu měřených částic frakce PM<sub>10</sub>.

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 2016 (předpoklad podobných měr úmrtnosti v rámci věkové skupiny). Údaje o obyvatelstvu byly čerpány z veřejně dostupných statistik ČSÚ, jednak 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. 2016 a dále údaje o intenzitě úmrtnosti bez vnějších příčin smrti (MKN10, dg. S00-T98) v roce 2016. 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<sub>10</sub> na stanicích zařazených do kategorií 2 - 5 (městské stanice, 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<sub>10</sub> v městských kategoriích 2 až 5 v ČR a v ČR bez stanic v Moravskoslezském kraji (MSK), které v roce 2016 činily 23,2 a 21,0 µg/m<sup>3</sup>. 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 µg/m<sup>3</sup>/rok ve srovnání s obdobnými lokalitami jinde v republice. Proto pro převažující území republiky jsou relevantní údaje z lokalit mimo MSK. Výše uvedená 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

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

**Pro rok 2016 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 56 000 let (CI 95 % 19 300 - 98 600)
- Pro všechny městské stanice skupiny 2 - 5 v ČR 99 200 (CI 95 % 33 400 - 167 000)

**Při akceptování značné míry zjednodušení lze výsledek interpretovat i tak, že každý obyvatel ČR starší 30 let v roce 2016 ztratil v průměru 3,5 (3,3 v roce 2015) dnů života v důsledku předčasné úmrtnosti.**

Znečištění ovzduší oxidem uhelnatým a oxidem siřičitým nepředstavuje v měřených sídlech zdravotní riziko, i když v případě oxidu siřičitého práh účinku pro 24hod. koncentraci nebyl epidemiologickými studiemi dosud zjištěn. V roce 2017 bylo na stanicích v ČR naměřeno 57 24hodinových koncentrací nad 40 µg/m<sup>3</sup>/24 hodin; 40 µg/m<sup>3</sup> 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  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  nad hladinu 70  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  vede k zvýšení celkové úmrtnosti o 0,3 %. Dopad na respirační úmrtnost u populace nad 30 let je odhadován na 1,4 % na každých 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  průměru z maximálních denních 8hodinových koncentrací ozónu nad 70  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  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.

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

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, 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. Z organismu je vylučován převážně močí. Chronická otrava nejčastěji zahrnuje kontaktní alergické dermatitidy a ekzémy. Časté je poškození nervového systému (degenerace optického nervu, poškození vestibulárního ústrojí), trávicího ústrojí, cévního systému i krevetvorby. V epidemiologických studiích byla pozorována zvýšená úmrtnost na kardiovaskulární choroby. U exponovaných osob byly zjištěny chromosomální aberace periferních lymfocytů. Arseničnan sodný inhibuje reparaci DNA v buňkách lidské kůže a v lymfocytech. Anorganické sloučeniny arsenu jsou klasifikovány jako lidský karcinogen. Kritickým účinkem po expozici vdechováním je



rakovina plic. Pro riziko jejího vzniku je odhadována jednotka rizika ze studií profesionálně exponovaných populací ve Švédsku a USA.

- 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.
- Benzo[a]pyren (BaP) - PAU mají schopnost přetrvávat v prostředí, kumulují se ve složkách prostředí a v živých organismech, jsou lipofilní a řada z nich má toxické, mutagení 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 nepřímě působící genotoxické sloučeniny. Vlivem biotransformačního systému organismu vznikají postupně metabolity s karcinogenním a mutagením účinkem. Elektrofilní metabolity kovalentně vázané na DNA představují poté základ karcinogenního potenciálu PAU. V praxi je při posuzování karcinogenity nejvíce používaným zástupcem PAU benzo[a]pyren (BaP). BaP je z hlediska klasifikace karcinogenity zařazen do skupiny 1 - prokázaný karcinogen (IARC 2010).
- Benzen ( $C_6H_6$ ) - má nízkou akutní toxicitu, při dlouhodobé expozici má účinky hematotoxické, genotoxické, imunotoxické a karcinogenní. Nejzávažnějším účinkem benzenu je jeho karcinogenní působení. Benzen je z hlediska klasifikace karcinogenity zařazen do skupiny 1 - prokázaný karcinogen (IARC 1987). Byly popsány nádory jater, prsu, nosní dutiny a leukémie. Přibývá studií, které uvádějí důkazy o vztahu mezi expozicí benzenu ze znečištěného ovzduší a vznikem akutní leukémie u dětí (IARC, 2010). Některé studie dokonce naznačují, že toto riziko by mohlo nastat již při nižších koncentracích než je současný imisní limit  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pro benzen ve venkovním ovzduší, ale tyto studie zatím nejsou využitelné pro kvantitativní hodnocení. WHO definovala pro benzen, na základě zhodnocení řady studií, jednotku karcinogenního rizika pro celoživotní expozici koncentraci  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  v rozmezí  $4,4 - 7,5 \times 10^{-6}$  (střední hodnota  $6 \times 10^{-6}$ ). V těchto studiích byly osoby exponovány koncentracím o několik řádů vyšším, než se mohou vyskytnout ve venkovním ovzduší. Je možné, že extrapolace do oblastí nižších koncentrací neodpovídá reálné křivce účinnosti. Hodnota UCR doporučená WHO je experty EU považována za horní mez odhadu rizika, dolní mez hodnoty jednotky karcinogenního rizika s použitím sublineární křivky extrapolace odhadnuta na  $5 \times 10^{-8}$ . Tento rozsah hodnot UCR znamená, že riziko leukémie  $1 \times 10^{-6}$  by se mělo pohybovat v rozmezí roční průměrné koncentrace benzenu v ovzduší cca  $0,2 - 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Při aplikaci výše uvedené UCR  $6 \times 10^{-6}$  vychází koncentrace benzenu ve vnějším ovzduší, odpovídající akceptovatelné úrovni karcinogenního rizika pro populaci  $1 \times 10^{-6}$  v úrovni roční průměrné koncentrace  $0,17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

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

Tabulka č. 10. - 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

Pro každý typ městské lokality bylo na základě ročních aritmetických průměrů za rok 2016 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 pozadřové stanice v ČR, minimální hodnota zdravotního rizika, maximální a střední hodnota (AVG) ze všech monitorovaných sídel. Detailnější zpracování pro hodnocené typy městských lokalit je v grafu č. 19 f, příloha č. 5.

Tabulka č. 11. - 2017 - Minimální, maximální a střední hodnota (AVG) zdravotního rizika (ILCR) pro ČR a odhad střední hodnoty v monitorovaných sídlech

Látka	Pozadí ČR	Avg (ČR)	Max (ČR)	Střední hodnota (sídla)
As	1,01E-06	2,27E-06	9,03E-06	2,22E-06
Ni	1,52E-07	2,93E-07	1,03E-06	2,93E-07
Cd	3,92E-08	1,52E-07	1,46E-06	1,37E-07
BZN	4,20E-06	8,10E-06	2,28E-05	7,50E-06
BaP	4,52E-05	1,58E-04	8,14E-04	1,27E-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 sídlech se pohybuje v řádu  $1 \times 10^{-8}$  až  $1 \times 10^{-3}$ , největší příspěvek představuje dlouhodobě expozice benzo[a]pyrenu ( $> 95$ ). Vypočtené úrovně rizik expozice hodnoceným látkám v jednotlivých typech městských lokalit jsou v grafech č. 19 a až e, v příloze č. 5. Trend karcinogenního populačního rizika v posledních pěti letech mírně kolísá.

Tabulka č. 12. - Vývoj (2010 - 2017) rozpětí hodnot karcinogenního populačního rizika v ČR (min/max) na 10 mil. obyvatel

Populační riziko (přidatné případy na 1 rok)	2010	2011	2012	2013
Arsen	0,09 - 1,66	0,08 - 1,34	0,14 - 1,26	0,08 - 1,42
Nikl	0,02 - 0,78	0,02 - 1,50	0,02 - 0,34	0,02 - 0,54
Kadmium	NEHODNOCENO			
Benzen	0,78 - 5,74	0,42 - 5,82	0,64 - 4,80	0,52 - 3,42
BaP	6,22 - 89,4	4,50 - 126,4	6,58 - 134,6	8,20 - 116,7
<b>Hodnocené karcinogenní látky celkem</b>	<b>7,10 - 97,6</b>	<b>5,02 - 135,08</b>	<b>7,42 - 141,0</b>	<b>8,82 - 122,1</b>
Populační riziko (přidatné případy na 1 rok)	2014	2015	2016	2017
Arsen	0,14 - 1,28	0,06 - 0,98	0,04 - 1,08	0,04 - 1,30
Nikl	0,02 - 0,38	0,00 - 0,14	0,01 - 0,18	0,01 - 0,14
Kadmium	NEHODNOCENO		0,002 - 0,094	0,010 - 0,208
Benzen	0,60 - 3,08	N	0,06 - 2,82	0,52 - 3,26
BaP	4,72 - 115,9	4,48 - 97,3	7,32 - 111,9	6,46 - 116,3
<b>Hodnocené karcinogenní látky celkem</b>	<b>5,5 - 120,6</b>	<b>4,54 - 98,42</b>	<b>7,44 - 116,1</b>	<b>7,04 - 121,2</b>

Poznámka: NEHODNOCENO v daném období, N - nedostatek relevantních údajů



## VIII. DISKUSE

Základní zpracování dat za rok 2017 zachovává standardní srovnání ročních středních 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<sub>10</sub>, je nutno brát v úvahu ovlivnění klimatickými a rozptylovými podmínkami. V roce 2017:

- při interpretaci téměř plošného meziročního zvýšení ročních středních hodnot frakce PM<sub>10</sub> o cca 1 a 2 µg/m<sup>3</sup> (a nárůstu počtu stanic s překročeným alespoň jedním kritériem imisního limitu z 18 v roce 2016 na 43 v roce 2017) je nutno vzít v úvahu lednovou a únorovou smogovou situaci, 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 muselo být vyřazeno například 9 stanic provozovaných ZÚ se sídlem v Ústí n/Labem – projekt CS-MON, zvýšený propad se v roce 2017 projevil zvláště u manuálních stanic provozovaných ČHMÚ.

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.

Doplnění chybějících údajů střední hodnotou z blízkých lokalit nebo lokalit s podobným složením zdrojů může být pak jen velmi hrubým odhadem;

- polycyklické aromatické uhlovodíky (BaP) - v roce 2017 platil jednotný rozsah měřených látek a harmonogram s měřicí sítí provozovanou ČHMÚ;
- porovnání naměřených hmotnostních koncentrací chrómu v odebraných vzorcích suspendovaných částic s referenční koncentrací ( $2,5 \times 10^{-5}$  µg/m<sup>3</sup>/rok stanovenou pro Cr<sup>+VI</sup>) je komplikováno nemožností určit zastoupení složek Cr<sup>+III</sup> a Cr<sup>+VI</sup> ve směsi. Odhadovaný podíl Cr<sup>+VI</sup> 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<sup>+VI</sup> ve směsi blíží spíše nižší hranici (0,1 až 0,5 %);
- ze srovnání imisních charakteristik v monitorovaných sídlech s hodnotami na pozadových stanicích v České republice vyplývá, že imisní charakteristiky, zvláště v případě některých kovů, byly na některých městských stanicích nižší. Příčinou může být skutečnost, že měřené hodnoty na pozadových stanicích mohou být ovlivňovány transportními procesy či resuspencí;

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

- odstraňuje nevýhodu dříve používaného postupu s diskutabilní reprezentativností odhadu expozice z průměru vypočteného ze zahrnutých měřicích stanic pro celé hodnocené sídlo;
- umožňuje pro některé hodnocené látky (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub>, 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 typových

městských lokalit je pak významným výstupem odhad střední hodnoty zátěže populace v sídlech;

- jednoznačně identifikuje význam určitých skupin zdrojů (domácí topeniště, doprava, průmysl) při interpretaci naměřených hodnot PAU, benzenu, těžkých kovů, oxidů dusíku a suspendovaných částic frakcí PM<sub>2,5</sub> a PM<sub>10</sub>;
- v rámci tohoto zpracování byla zohledněna, v úrovni znečištění ovzduší aerosolovými částicemi frakce PM<sub>10</sub>, specifická Moravsko-slezského kraje; odhad středních hodnot pro jednotlivé typové městské lokality byl hodnocen pro Moravsko-slezský kraj odděleně;
- hodnocení vychází z jednotlivých typů městských lokalit, nezávisle na sídle.

Validitu tohoto přístupu snižuje nestejně pokrytí typů městských lokalit měřeními kvality ovzduší. Přes zahrnutí městských stanic provozovaných ČHMÚ stále jsou, v extrémních případech (požadové stanice, dopravní „hot spot“ stanice, okolí průmyslových zdrojů), pro některé sledované škodliviny (PAU, benzen a těžké kovy) při zpracování k dispozici data pouze z jedné stanice. Pro dopravně extrémně zatížené lokality (uliční kaňony) nebo významně zatížené vesnické/předměstské lokality nebyla data PAU v roce 2017 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<sub>2,5</sub> 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<sub>2,5</sub> o 10 µg/m<sup>3</sup> nad 5 µg/m<sup>3</sup> 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 µg/m<sup>3</sup>. Tento vztah doporučuje WHO pro částice PM<sub>10</sub> modifikovat přepočtem 2:1, kdy navýšení roční koncentrace frakce PM<sub>10</sub> o 10 µg/m<sup>3</sup> zvyšuje celkovou úmrtnost exponované populace o 3,1 %. Lze ale předpokládat, že vyšší zastoupení částic frakce PM<sub>2,5</sub> ve frakci PM<sub>10</sub> by vedlo k podhodnocení odhadu zdravotních účinků. Proto bylo na základě odhadu průměrného zastoupení frakce PM<sub>2,5</sub> ve frakci PM<sub>10</sub> (77 % v roce 2017 v ČR) v předkládané roční zprávě systému MZSO toto doporučení WHO pro ČR upraveno a jsou zde presentovány výstupy pro dlouhodobě pozorované 75 % zastoupení frakce PM<sub>2,5</sub> ve frakci PM<sub>10</sub>;
- 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<sub>10</sub> se bude jednat o 10 µg/m<sup>3</sup>, u frakce PM<sub>2,5</sub> o 5 µg/m<sup>3</sup>. V této zprávě byla v části odhadu ztracených roků života (YLLs) použita hodnota 5 µg/m<sup>3</sup> pro frakci PM<sub>2,5</sub>;
- karcinogenní riziko hodnocené pomocí jednotek rizika odvozených lineární extrapolací z působení vysokých koncentrací nemusí odpovídat nízkým expozičním koncentracím,

- kteře se vyskytují ve venkovním ovzduší. Přesto je standardně používáno s vědomím, že představuje horní mez odhadu rizika a reálné riziko je pravděpodobně nižší;
- u látek s dokladovaným bezprahovým působením není hodnocen jejich systémový účinek, který se předpokládá u významně vyšších koncentrací, než jsou běžně ve venkovním ovzduší nalézány;
  - v roce 2013 zařadila Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny (IARC), na základě nezávislé analýzy více než 1 000 studií, znečištěné venkovní ovzduší i suspendované částice jako jeho složku, mezi prokázané karcinogeny pro člověka do skupiny 1. Byly publikovány vztahy pro kvantitativní hodnocení, ale pokud jsou samostatně hodnoceny karcinogenní látky, které jsou součástí aerosolu, znamenalo by jejich použití dvojnásobné hodnocení těchto;
  - použitý screeningový expoziční scénář uvažuje nejneprůzračnější 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;
  - nejistota provázející nemožnost 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<sub>2,5</sub> měřena v malém rozsahu (do hodnocení mohlo být zahrnuto pouze 53 stanic z celkového počtu 69 stanic ve 45 sídlech), když frakce PM<sub>10</sub> byla v roce 2016 hodnocena z hodnot na 85 stanicích).  
Pro odhad YLLs byly proto použity hodnoty plošněji sledované frakce PM<sub>10</sub>, přepočítané konverzním koeficientem  $PM_{2,5}/PM_{10} = 0,75$ . Ten respektuje podíl jemných částic frakce PM<sub>2,5</sub> na obsahu měřených částic frakce PM<sub>10</sub>;
    - jako referenční hladina průměrné roční koncentrace bylo zvoleno 5 µg/m<sup>3</sup> částic PM<sub>2,5</sub>. 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 2017 tak bylo možno zpracovat rok 2016;
    - pro výpočet byly využity výsledky měření sítě stacionárních stanic v sídlech. 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 použitým v epidemiologických studiích, ve kterých jsou zjišťovány funkce expozice-účinek rovněž na základě průměrných koncentračních hodnot.





## IX. ZÁVĚRY

Teplotně nadprůměrné zimy 2012 až 2017 jsou hlavní příčinou toho, že se základní charakteristiky znečištění ovzduší v ČR v roce 2017 v zásadě 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 a cílovou dopravou. Přetrvává problém se zvýšenou a místně i rostoucí úrovní znečištění ovzduší polycyklickými aromatickými uhlovodíky, zvláště pak v topné sezóně. Zátěž obyvatelstva suspendovanými částicemi PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> v roce 2017 mírně vzrostla o cca 1 až 2 µg/m<sup>3</sup> ročního průměru. Analýza trendů ročních středních hodnot PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, BaP, arsenu, niklu v sídlech dlouhodobě potvrzuje mírný nárůst hodnot BaP, stabilní nerostoucí trend hodnot PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>, 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, NO<sub>2</sub> 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 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 jako je tomu v zatížené ostravsko-karvinsko-frýdecko-místecké aglomeraci v Moravskoslezském kraji nebo na dopravních uzlech v Praze a v Brně. Překročení alespoň jednoho kritéria imisního limitu frakce PM<sub>10</sub> bylo naměřeno na 50 % z hodnocených 85 stanic. Překročení hodnot doporučených WHO pro suspendované částice frakce PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> bylo naměřeno na 84 % respektive na 100 % stanic u frakce PM<sub>2,5</sub>. Hodnoty benzo[a]pyrenu BaP na většině hodnocených stanic (66 %) překročily hodnotu imisního limitu. Nejvyšší hodnoty aerosolových částic a PAU jsou dlouhodobě měřeny v průmyslových oblastech Ostravska, u PAU s až více než 5 násobným překročením imisního limitu.

**Z hlediska zátěže obyvatel a vlivu na zdraví mají dlouhodobě největší význam aerosolové částice PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> a polycyklické aromatické uhlovodíky.**

- Z odhadu střední roční hodnoty koncentrace suspendovaných částic frakce PM<sub>10</sub> v městském prostředí (26 µg/m<sup>3</sup>) lze zhruba odhadnout, že znečištění ovzduší touto škodlivinou se mohlo podílet na zvýšení předčasné úmrtnosti v průměru o 5,7 % při zohlednění 75 % zastoupení frakce PM<sub>2,5</sub> ve frakci PM<sub>10</sub>.

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 2016. V roce 2016 pro obyvatele ČR starší 30 let byl počet

ztracených let života předčasným úmrtím následkem expozice znečištěnému ovzduší aerosolovými částicemi 99 200 let (tj. 1 380let/100 000 obyvatel). Při akceptování značné míry zjednodušení lze výsledek interpretovat i tak, že na každého obyvatele ČR staršího 30 let připadaly v roce 2015 v průměru 3,5 dny života ztracené v důsledku předčasné úmrtnosti.

- Navýšení karcinogenního rizika pro jednotlivé látky v sídlech (ILCR) se pohybovalo v řádu  $1 \times 10^{-8}$  až  $1 \times 10^{-3}$ , 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 sídlech, 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 relativně teplé zimy (2013 – 2017) a v roce 2017 ji významně ovlivnila lednová až únorová smogová situace.

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 (Tanvald). V druhé úrovni tento postup interpretace dat umožňuje identifikovat význam a podíl spolupůsobících zdrojů (domácí topeniště, doprava, průmysl). Významný výstupem je i odhad středních ročních hodnot v průmyslem a dopravou nezatížených městských oblastech.

## X. SOUHRN

V městech a v městských aglomeracích jsou dlouhodobě hlavními zdroji znečištění ovzduší doprava a procesy s ní spojené (primární spalovací a nespalovací emise - resuspenze, otěry, koroze atd.) a emise z malých zdrojů. Doprava je majoritním zdrojem oxidů dusíku, hrubých aerosolových částic frakcí PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>, jemných částic (PM<sub>1,0</sub> a dalších frakcí ultra-jemných částic), chrómu a niklu, olova (resuspenze), těkavých organických látek - VOC (zážehové motory), polycyklických aromatických uhlovodíků - PAU (vznětové motory) a ve svém součtu velmi významné emise skleníkových plynů oxidu uhelnatého a oxidu uhličitého (cca 10<sup>2</sup> až 10<sup>3</sup> g CO<sub>2</sub>/1 km/vozidlo). Malé/lokálně významné energetické zdroje spalování plyných a pevných fosilních paliv pak jsou/mohou být nezanedbatelným zdrojem oxidů dusíku, oxidu uhelnatého, PAU a samozřejmě aerosolových částic s významným podílem částic ultra-jemné frakce.

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) a i díky vícedenním epizodám až 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 měřicí sítě AIM provozované ČHMÚ byla v roce 2017 do zpracování zahrnuta data o základních škodlivinách, těžkých kovech, PAU a benzenu.

Zpracovávané výsledky za 63 sídel (a 8 pražských částí) zahrnují 101 městských stanic, z toho 21 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 Košetících a na Bílém Kříži, dále pozad'ové stanice regionálního významu (Jeseník, Svratouch, Kuchařovice, Červená a Rudolice v Horách) a dopravně extrémně zatížené stanice („hot spot“) v Praze, Brně, Ústí n/L a v Ostravě.

Ve většině sídel byl v antropogenní vrstvě atmosféry monitorován oxid dusičitý (59 hodnocených stanic), aerosolové částice frakce PM<sub>10</sub> (83 stanic), na 46 stanicích jsou sledovány hmotnostní koncentrace vybraných těžkých kovů (arsen, chrom, kadmium, mangan, nikl a olovo) ve vzorcích aerosolových částic frakce PM<sub>10</sub>. 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<sub>2,5</sub> a prvků ve frakci PM<sub>2,5</sub>. Součástí zpracování jsou výsledky z rutinního monitoringu těkavých organických látek (benzen - 33 stanic) a polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU - 44 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 (RfK) vydané SZÚ v květnu 2003 – 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. Rozdělení typů lokalit podle těchto kritérií je uvedeno v příloze č. 1. Údaje o kvalitě ovzduší byly pak pro vybrané škodliviny (NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, As, Cd, Ni, benzen a BaP) zpracovány skupinově - pro jednotlivé typy lokalit. Pro populaci žijící v sídlech byl zpracován odhad úrovně zátěže měst pro jednotlivé škodliviny definovaný jako střední hodnota vypočtená z městských pozadových stanic. Do tohoto odhadu v případě suspendovaných částic frakce PM<sub>10</sub> 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<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, CO, O<sub>3</sub>)

Ve srovnání s rokem 2016 se úroveň znečištění venkovního ovzduší v roce 2017 ve většině sledovaných parametrů zhoršila; smogová epizoda na začátku roku ovlivnila i jinak dlouhodobý klesající trend. Kvalita ovzduší v monitorovaných sídlech je významně ovlivňována meteorologickými podmínkami, které lze charakterizovat vyšší četností excesů a rychlých změn počasí střídaných dlouhodobějšími obdobími misucha nebo vysokých teplot či krátkými obdobími intenzivních srážek; pokračuje trend snížení počtu zimních dlouhodobějších inverzních situací. Shodně s roky 2012 až 2016 byly zimní měsíce v roce 2017 teplotně nadprůměrné.

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, domácí vytápění, průmysl) mají více lokální až regionální význam. Příkladem je extenzivně průmyslem zatížená oblast Moravskoslezského kraje (MSK), kde mají zásadní význam emise z velkých průmyslových zdrojů a dálkový transport škodlivin, která dlouhodobě vykazuje zvýšené hodnoty škodlivin ve venkovním ovzduší a patří sem i oblasti s vyšší koncentrací malých zdrojů na pevná paliva.

To potvrzují roční imisní charakteristiky suspendovaných částic frakce PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> 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 5 % 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 pozadových stanicích EMEP nepřekročily  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ve městech se v závislosti na intenzitě okolní dopravy pohybovaly v rozsahu od  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  v emisně významně nezatížených městských/předměstských lokalitách, mezi  $17$  až  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  u dopravně středně zatížených stanic až k  $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ročního průměru 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  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $> 125$  % imisního limitu  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Ve městech se na výsledném znečištění oxidem dusičitým kromě dopravy podílí spalovací procesy (výroba energie, domácí topeniště) a zejména v ostravsko-karvinské oblasti i velké průmyslové zdroje. Situace je, s výjimkou extenzivně dopravou exponovaných městských hot-spotů, víceméně dlouhodobě stabilizovaná;
- Už tak dlouhodobě plošně zvýšenou expozici suspendovaným částicím frakce  $\text{PM}_{10}$ , v roce 2017 významně ovlivnila smogová situace v lednu a v únoru. Lze odhadovat, že minimálně 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 ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3/24$  hodin) bylo v roce 2017 naměřeno na 43 stanicích (51 % měřicích stanic z celkového počtu 83 hodnocených), roční imisní limit ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ ) byl překročen na dvou měřicích stanicích, a to v Ostravě na stanici Radvanice, kde byla naměřena nejvyšší městská hodnota ročního aritmetického průměru ( $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a na stanici ve Věřňovicích ( $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Vyšší zátěž částicemi frakce  $\text{PM}_{10}$  v Moravsko-slezském kraji dokládá rozdíl cca  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mezi odhadovanou roční průměrnou koncentrací pro městské prostředí:  $31,3 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$  pro města MSK vs  $23,2 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$  pro ostatní sídla ČR.

V jednotlivých typech městských lokalit, v závislosti na intenzitě okolní dopravy, se roční střední hodnota  $\text{PM}_{10}$  pohybovala:

- na úrovni  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  v MSK) v dopravu přímo nezatížených městských lokalitách (kategorie 2 a 3);
- v rozsahu  $18$  až  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (až  $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$  v MSK) ročního průměru v dopravně exponovaných místech (kategorie 4 až 6);
- až po  $23$  až  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (až  $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$  v MSK) ročního průměru v průmyslem silně exponovaných lokalitách (kategorie 8 až 10).

Z tohoto srovnání je zřejmá závislost měřených hodnot  $\text{PM}_{10}$  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  $41 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$  na venkovské stanici Věřňovice ležící na spojnici ostravské aglomerace a polského, průmyslem zatíženého příhraničí v Jastřebsko-Rybnické oblasti.

Dlouhodobě pozorovaný vývoj snižování měřených hodnot v některých zatížených oblastech je často kompenzován pozvolným zhoršováním situace v dosud málo zatížených lokalitách.

- V roce 2017 byla střední hodnota  $\text{PM}_{10}$   $20 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ , doporučená jako mezní Světovou zdravotnickou organizací WHO, překročena na 84 % z hodnocených 84 měřicích stanic (mírně zvýšeno proti roku 2016). Což lze, při srovnání s hodnotami měřenými v letech 2012 až 2016 hodnotit jako mírné zvýšení zátěže. Trend vývoje zátěže prostředí aerosolovými částicemi frakce  $\text{PM}_{10}$  v sídlech má v posledních 10 letech charakter „neklesajícího trendu“.

- Do hodnocení zátěže prostředí **suspendovanými částicemi frakce PM<sub>2,5</sub>** byla v roce 2016 zahrnuta data z 53 stanic. Měření reflektuje převážně větší městské aglomerace, vyšší hodnoty jsou měřeny v dopravně silně exponovaných místech a v průmyslových lokalitách (26 až 38  $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ ). Průměrné roční hmotnostní koncentrace se pohybovaly od 13 do 38  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Hodnota ročního imisního limitu 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  byla překročena na osmi stanicích (vše v MSK), 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ročního průměru, doporučených WHO už ale bylo překročeno na všech do hodnocení zahrnutých stanicích včetně republikové pozad'ové stanice v Košeticích (11  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Podíl suspendovaných částic frakce PM<sub>2,5</sub> ve frakci PM<sub>10</sub> se pohyboval od 63 % (stanice v Brně) po 89 % na stanici v Jihlavě. V období 2007 až 2016 se průměrná hodnota podílu pohybovala mezi 72 až 78 %. V roce 2017 byl tento podíl 77,9 %. Tento parametr je primárně dán složením spolupůsobících zdrojů, ale zároveň vykazuje významnou sezónní závislost s vyššími hodnotami podílu frakce PM<sub>2,5</sub> ( $\approx 90$  %) 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 hodnoty v posledních pěti letech setrvale 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 3krát). Výjimku tvoří četnější vyšší hodnoty arzenu nebo i překročení jeho imisního limitu, 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, kde byl překročen imisní limit – 6,02  $\text{ng}/\text{m}^3/\text{rok}$ ) a dále na stanicích v menších sídlech (Stehelčevěs, Lom u Mostu) nebo v Tanvaldu, kde se roční průměrná hodnota pohybovala mezi 2 až 4  $\text{ng}/\text{m}^3$ . 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 (4,2  $\text{ng}/\text{m}^3$ ) a staré zátěže Pb a Ni zůstávají platné 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 0,2 až 0,7  $\text{ng}/\text{m}^3$  byly nalezeny na pozad'ových stanicích ČHMÚ. Hodnoty nad 2  $\text{ng}/\text{m}^3$  (33 % IL) ročního aritmetického průměru byly v roce 2017 naměřeny na 8 stanicích reprezentujících vliv lokálních topenišť a metalurgické provozy; na 30 městských stanicích nepřekročily roční střední hmotnostní koncentrace 2  $\text{ng}/\text{m}^3$ . Odhad střední hodnoty v městských lokalitách se pohyboval na úrovni 1,48  $\text{ng}/\text{m}^3/\text{rok}$  – tedy cca 25 % plnění IL. Z analýzy zastoupení As v souběžně odebíraných vzorcích frakcí PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> vyplývá, že v roce 2017 bylo v průměru více než 90 % arzenu ve frakci PM<sub>2,5</sub> a tento podíl se mírně liší podle podílu zastoupení průmyslových a malých zdrojů;
- roční imisní charakteristiky **kadmia** u většiny zahrnutých městských stanic (38 z 46) nepřesáhly 0,5  $\text{ng}/\text{m}^3$  (10 % IL), navýšení v sídlech ve srovnání s hodnotami měřenými na



požad'ových stanicích ČHMÚ (0,1 ng/m<sup>3</sup>/rok) je možno připsat lokálním zdrojům nebo průmyslové zátěži. Hodnoty ve většině sídel jsou dlouhodobě stabilní; odhad střední hodnoty v městských lokalitách - 0,3 ng/m<sup>3</sup>/rok - znamená méně než 10 % naplnění IL. Oblastí se zvýšenou zátěží způsobenou průmyslovou výrobou zůstává Tanvald a okolí (≈ 3 ng/m<sup>3</sup>/rok);

- roční aritmetické průměry koncentrací **chromu** byly na většině (40 z 41) městských stanic v rozmezí 0,4 - 4 ng/m<sup>3</sup>, pouze na stanici Ostrava Radvanice bylo naměřeno 5,8 ng/m<sup>3</sup>. Odhad střední hodnoty v sídlech se pohybuje na úrovni 1,25 ng/m<sup>3</sup>/rok. Podle modelového odhadu při středním zastoupení Cr<sup>VI+</sup> ve směsi na úrovni 0,1 až 0,5 % by se jeho hodnoty pohybovaly v rozmezí 0,002 - 0,01 ng/m<sup>3</sup>, tedy pod úrovní 40 % stanovené referenční koncentrace;
- roční střední koncentrace **niklu** tvoří ve městech poměrně homogenní pole s koncentracemi < 3 ng/m<sup>3</sup>/rok (< 15 % IL). Při porovnání s hodnotami přirozeného pozadí (< 0,5 ng/m<sup>3</sup>) se jedná o mírně zvýšené hodnoty. Roční průměry vyšší než odhad střední hodnoty ve městech (≈ 0,8 ng/m<sup>3</sup>/rok) byly naměřeny celkem na 17 stanicích. V případě Ni, kdy nelze ve městech přisoudit majoritní význam žádnému z hlavních typů zdrojů, které zde přicházejí v úvahu (doprava a antikorozi ochrana, průmysl - legování ocelí), bylo v průměru 78 % niklu obsaženo ve frakci PM<sub>2,5</sub> a tento podíl náhodně kolísá v průběhu kalendářního roku a 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 sídlech (≈ 7,6 ng/m<sup>3</sup>/rok) řadí olovo již mezi méně významné škodliviny. Svědčí o tom skutečnost, že roční střední hodnoty na 35 stanicích z 41 hodnocených nepřekročily 15 ng/m<sup>3</sup> (< 3 % IL). Roční imisní charakteristiky nad 20 ng/m<sup>3</sup> (tj. nad 4 % IL) byly v roce 2017 naměřeny pouze na 3 stanicích v Moravsko-slezském kraji. Z analýzy zastoupení Pb v souběžně odebíraných vzorcích frakcí PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> vyplývá, že ve frakci PM<sub>2,5</sub> je 80 až 90 % olova a tento podíl se mírně liší podle podílu zastoupení průmyslových a malých zdrojů;
- roční střední hodnoty **manganu** na 31 městské stanici z 41 nepřekročily 15 ng/m<sup>3</sup> (10 % RfK); pouze na 1 stanici průmyslového charakteru v Ostravě Radvanicích bylo naměřeno 45 ng/m<sup>3</sup> (cca 30 % RfK). Z analýzy zastoupení Mn v souběžně odebíraných vzorcích frakcí PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> vyplývá vyšší podíl (30 - 60%) obsahu Mn v hrubé frakci PM<sub>10</sub> než v PM<sub>2,5</sub>, v Ostravě tvoří tento podíl v hrubé frakci až 60 %;
- vanad, železo, kobalt, zinek, selen a měď - kovy měřené ve frakci PM<sub>10</sub> 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 2017 byly zahrnuty hodnoty benzenu měřené celkem na 31 městských a dvou (Košetice - JKOS a Rudolice v Horách - URVH) požad'ových stanicích. Úroveň znečištění ovzduší benzenem se v roce 2017 v měřených městských lokalitách pohybovala v rozmezí 0,6 - 3,8 μg/m<sup>3</sup>/rok, na žádné stanici tedy nedošlo k překročení imisního limitu. V průmyslově zatížených lokalitách (chemický průmysl, metalurgie...) jsou dlouhodobě zjišťovány nejvyšší střední hodnoty (1,9 až 38 μg/m<sup>3</sup>/rok).

**Polycklické aromatické uhlovodíky (PAU)** - z porovnání imisních charakteristik sledovaného spektra na 44 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<sub>2,5</sub> 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 2017 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;
- lokální velmi významné navýšení měřených hodnot způsobuje těžký průmysl.

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

- hodnota ročního aritmetického průměru na pozad'ové stanici EMEP v Košeticích byla 0,52 ng/m<sup>3</sup> a zároveň se zde hmotnostní koncentrace v zimním období pohybovaly v jednotkách ng/m<sup>3</sup>, to je srovnatelné s úrovní zátěže v některých městských lokalitách;
- rozpětí ročních průměrů na městských stanicích nezatížených průmyslem a intenzivní dopravou se pohybuje mezi 0,6 až 4,2 ng/m<sup>3</sup>, odhad střední hodnoty 1,46 ng/m<sup>3</sup>/rok;
- v dopravně silně zatížených lokalitách byla střední roční hodnota 1,47 ng/m<sup>3</sup>/rok (rozpětí 0,7 až 2,8 ng/m<sup>3</sup>), 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 (1,2 až 9,4 ng/m<sup>3</sup>/rok) se zimními 24 hodinovými maximy v řádu desítek ng/m<sup>3</sup>; v letním období se zde měřené hodnoty nejčastěji pohybovaly do 1 ng/m<sup>3</sup>; střední roční hodnota pro tyto lokality byla 3,4 ng/m<sup>3</sup>.
- střední hodnota 3,7 ng/m<sup>3</sup> 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 2017 byla hodnota imisního limitu (1 ng/m<sup>3</sup>/rok) pro benzo[a]pyren (BaP) překročena na 29 z 44 hodnocených stanic. Imisní limit byl, mimo zcela specifickou venkovskou - příměstskou stanici v Kladně Švermově a příměstskou stanici v Praze 5 - Řeporyjích, překročen o 50 % a více na všech stanicích v Moravskoslezském kraji, z toho téměř pětinašobně na jedné stanici v Ostravě a v Českém Těšíně a více než devítinašobně na stanici v Ostravě v Radvanicích. Mimo MSK byla hodnota IL na městských stanicích překročena maximálně o 100 %. Nejnižší hodnoty, naměřené v sídlech (v Brně a v Ústí n/L - Kočkov ≈ 0,6 ng/m<sup>3</sup>/rok), jsou srovnatelné s koncentracemi zjištěnými na pozad'ové stanici.

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 12,2 ng/m<sup>3</sup>.

Na stanicích mimo Ostravsko-karvinskou pánev roční střední hodnoty nepřekročily 3 ng/m<sup>3</sup>/rok. Výjimkou z pravidla je zdrojově a umístěním zcela specifická stanice v Kladně - Švermově (5,7 ng/m<sup>3</sup>/rok). Roční referenční koncentrace (RfK - 10 ng/m<sup>3</sup>/rok) byla překročena na průmyslovými emisemi silně zatížené stanici v Ostravě v Radvanicích (12,2 ng/m<sup>3</sup>).

Karcinogenní potenciál směsi k-PAU vyjádřený jako **ekvivalent BaP** (TEQ BaP) vykazoval velké rozdíly v závislosti na měřené lokalitě. Nejvyšší hodnota 13,3 ng/m<sup>3</sup>/rok byla zjištěna na stanici monitorující okolí významného průmyslového zdroje v Ostravě - městské části Radvanice. Rovněž na dalších průmyslem zatížených stanicích v Moravsko-slezském kraji byly nalezeny několikanásobně vyšší hodnoty ( $\geq 5$  ng/m<sup>3</sup>/rok TEQ BaP) než na ostatních městských stanicích, kde se roční hodnoty TEQ BaP, nezávisle na úrovni zátěže z dopravy, pohybovaly od 1 do 3,6 ng/m<sup>3</sup>. Výjimkou jsou hodnoty naměřené na městské průmyslem nezatížené, jinak zdrojově a umístěním zcela specifické stanici Kladno - Švermov (6,1 ng/m<sup>3</sup>/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 vybrané látky s prahovým účinkem, 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<sup>3</sup> 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 2016.

##### 4.1 Index kvality ovzduší (IKO<sub>R</sub>)

Do výpočtu byly zahrnuty roční aritmetické průměry všech měřených škodlivin, pro které jsou stanoveny roční imisní limity (oxid dusičitý - NO<sub>2</sub>, suspendované částice frakce PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>, arzen - As, kadmium - Cd, nikl - Ni, olovo - Pb, benzen - BZN a benzo[*a*]pyren - BaP). Nejčastěji je/byl ve velkých městských aglomeracích a v okolí velkých průmyslových zdrojů překračován imisní limit pro benzo[*a*]pyren (29 stanic) a alespoň jedno z kritérií překročení imisního limitu pro suspendované částice frakce PM<sub>10</sub> (43 stanic). Na třech dopravně exponovaných pražských a brněnských měřicích stanicích byl překročen i imisní limit stanovený pro oxid dusičitý a v ostravské aglomeraci imisní limit stanovený pro suspendované částice frakce PM<sub>2,5</sub>.



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 2016 druhé třídy (vyhovující kvalita ovzduší). Srovnatelné hodnoty  $IKO_R$  (1,2 až 1,5) v městských lokalitách, rozdělených v závislosti na intenzitě dopravy, potvrzují významnost vlivu obou těchto typů zdrojů na znečištění městského ovzduší. Mírnější zimy 2013 až 2017 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  $IKO_R 3,6$  (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 pozadových stanicích, překročila suma individuálních podílů hodnotu 1 a pohybuje se v rozsahu od 3,56 (městské pozadové oblasti) po 7,49 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 pozadové stanice čerpal imisní limit z 50 %. Střední hodnoty v průmyslem nezatížených městských lokalitách se pohybovaly od 100 do 214 %; nejvyšší (střední) hodnota 351 % pak pro ostravské městské průmyslové oblasti.

Průměrná roční koncentrace částic  $PM_{10}$  čerpá imisní limit v nejnižší míře v městských pozadových, (59 %) nejvíce pak v městských průmyslových (79 %) případně vesnických lokalitách v MSK (i více jak 100 %); totéž s rozšířením o dopravně exponované lokality platí pro oxid dusičitý.

U částic frakce  $PM_{2,5}$  se městské pozadové a dopravní lokality lišily v jednotkách procent, nadlimitní čerpání bylo zaznamenáno pouze v průmyslových lokalitách MSK.

V průmyslových lokalitách je zřejmá i zvýšená zátěž ovzduší arzenem (metalurgické provozy v MSK), kadmíem (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 (936 %), lokalitu v Ostravě-Radvanicích (stanice TORE). Další v pořadí nejvyšší hodnoty podílu roční střední koncentrace a imisního limitu dosahují hodnoty  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  v MSK (111 respektive 152 %), oxidu dusičitého v dopravně exponovaných lokalitách (až 120 %), arzenu v oblastech s významným zastoupením lokálních topenišť (100,3 %) a benzenu (76 %) v okolí velkých průmyslových zdrojů v MSK. Výjimku z jinak významně nižších podílů roční střední koncentrace k imisnímu limitu u olova, niklu a kadmia (4 až 24 %) představují pouze zvýšené hodnoty kadmia ze staré zátěže v okolí

Tanvaldu ( $\approx 60\%$ ). Za pozitivní ukazatel lze považovat dlouhodobě nízkou zátěž  $\text{SO}_2$ , Ni a Pb v prakticky všech ostatních městských lokalitách. Výjimku tvoří ostravské průmyslem extrémně zatížené lokality.

### 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 v ovzduší), polycyklické aromatické uhlovodíky a v lokalitách významně zatížených dopravními emisemi i oxid dusičitý. Místně se pak mohou prosazovat malé lokálně působící energetické 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  $\text{PM}_{10}$  v roce 2017 v městském prostředí, mimo MSK, ( $23,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) lze zhruba odhadnout, že v důsledku znečištění ovzduší touto škodlivinou byla bazální celková úmrtnost navýšena o  $4,5\%$  (rozmezí v ČR  $1,3$  až  $14\%$ ) při zohlednění  $75\%$  podílu frakce  $\text{PM}_{2,5}$ . Odhad počtu předčasných úmrtí, na kterých se podílela expozice suspendovaným částicím frakce  $\text{PM}_{10}$  se pak pohybuje na úrovni  $5,2$  tisíce osob.

Ztracené roky života (YLLs) - podle provedeného odhadu činil v roce 2016 pro obyvatele ČR starší 30 let počet ztracených let života předčasným úmrtím následkem expozice znečištěnému ovzduší aerosolovými částicemi  $99\,200$  let (tj.  $1\,380$  let/ $100\,000$  obyvatel). Při akceptování značné míry zjednodušení lze tento výsledek interpretovat i tak, že na každého obyvatele ČR staršího 30 let připadalo v roce 2016 v průměru  $3,5$  ( $3,3$  v roce 2015) dnů života ztracených v důsledku předčasné úmrtnosti.

Celkové navýšení individuálního celoživotního rizika vypočtené pro látky s bezprahovým působením (BaP, benzen, Cd, Ni a As) v městských lokalitách v ČR pro rok 2017 se pohybovalo na úrovni  $1,7 \times 10^{-4}$ , tj. přibližně dva případy 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 sídlech pro jednotlivé hodnocené látky:

- BaP  $1,3 \times 10^{-4}$  ( $\approx 1-2$  případy z  $10$  tisíc)
- Arsen  $2,2 \times 10^{-6}$  ( $\approx 2$  případy z  $1$  miliónu);
- Benzen  $7,5 \times 10^{-6}$  ( $\approx 8$  případů z  $1$  miliónů)
- Nikl  $2,9 \times 10^{-7}$  ( $\approx 3$  případy z  $10$  miliónů)
- Kadmium  $1,4 \times 10^{-7}$  ( $\approx 1$  případ z  $10$  miliónů) - nejnižší z hodnocených látek.

Největší příspěvek dlouhodobě představuje expozice směsi PAU.



## Příloha č. 1 - Třídy kategorií měřicích stanic

### Městská - URBAN

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

### Průmyslová - URBAN INDUSTRIAL

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

### Venkovská (rural)

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

15. **Obytná zóna s nízkou úrovní dopravy** (do 2 tis. vozidel/24 hod.) (residential).
16. **Obytná zóna se střední úrovní dopravy** (2 až 10 tis. vozidel/24 hod.), (traffic).
17. **Obytná zóna s vysokou úrovní dopravy** (> 10 tis. vozidel/24 hod.), (heavy traffic).
18. **Dopravní zátěž** (>10 tis. vozidel/24 hod.) bez zástavby (zóny ad 1 a ad 2).

**Poznámky :**

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

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

Tabulka č. 13. - Souhrn monitorovacích programů měření kvality venkovního ovzduší na jednotlivých zahrnutých stanicích (A - automatické měření, M - manuální, kovy ve frakci PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>, BaP a benzen)

2017	Název stanice	Kategorie lokality	Kód stanice	Měřicí program (kód stanice)					
				AIM	MAN	TK PM <sub>10</sub>	TK PM <sub>2,5</sub>	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		0		P	
	ČHMÚ Praha 4, Chodov	3	ACHO	A					
	ČHMÚ Praha 4, Libuš	3	ALIB	A	M	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 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					
	ČHMÚ Beroun	6	SBER	A					
	Středočeský	ČHMÚ Kladno, střed města	6	SKLM	A				
Kolín, SAZ, ZÚ		5	SKOA	A/N		0		P	
ČHMÚ Kutná Hora		3	SKUH		M				
Kralupy, sportoviště, ZÚ		8	SKRP	A/N		0		P	
ČHMÚ Mladá Boleslav		3	SMBO	A					D
ČHMÚ Příbram		5	SPRI	A					
Buštěhrad, okres Kladno		13	SBUS		M	0			



2017	Název stanice	Kategorie lokality	Kód stanice	Měřicí program (kód stanice)					
				AIM	MAN	TK PM <sub>10</sub>	TK PM <sub>2,5</sub>	PAU	BZN
	Vrapice, okr. Kladno	14	SKLC		M	0			
	Stehelčevy, okres Kladno	14	SSTE		M	0			
	ČHMÚ Kladno, Švermov	16	SKLS	A		0		P	
	ČHMÚ Brandýs n/Labem	2	SBRL		M			P	
	ČHMÚ Rožďalovice, 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	M	0			
	ČHMÚ Prachatice	3	CPRA	A					
	ČHMÚ Tábor	5	CTAB	A					
Karlovarský	ČHMÚ Vodňany	3	CVOD		M				
	Cheb, Eska	6	KCHE		M				
	ČHMÚ Cheb	2	KCHM	A					D
	ČHMÚ Karlovy Vary	3	KKVA		M				
	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	A		0		P	D
	Plzeň, Roudná, ZÚ	2	PPLR	A/N		0		P	
	ČHMÚ Plzeň, Doubravka	12	PPLV	A					
	ČHMÚ Přimda	12	PPRM	A					
Liberecký	ČHMÚ Kamenný Újezd (okr. Rokycany)	12	PKUJ	A					
	ČHMÚ Česká Lípa	3	LCLM	A					
	ČHMÚ Jizerka	11	LJIZ		M	0			
	ČHMÚ Jablonec n/N	3	LJNM		M				

2017	Název stanice	Kategorie lokality	Kód stanice	Měřicí program (kód stanice)					
				AIM	MAN	TK PM <sub>10</sub>	TK PM <sub>2,5</sub>	PAU	BZN
	ČHMÚ Souš	11	LSOU	A	M	0			
	ČHMÚ Liberec - Rochlice	3	LLIL	A		0		P	D
	ČHMÚ Frýdlant	11	LFRT	A	M				
	ČHMÚ Tanvald školka	8	LTAS		M	0			
	ČHMÚ Radimovice (okr. Liberec)	12	LRAD		M				
Ústecký	ČHMÚ Děčín	8	UDCM	A					
	ČHMÚ Chomutov	3	UCHM	A					
	ČHMÚ Litoměřice	3	ULTT	A					
	ČHMÚ Lom	13	ULOM	A		0			
	ČHMÚ Most	5	UMOM	A					D
	ČHMÚ Teplice	6	UTPM	A				P	
	Ústí n/L, Prokopa Diviše, ZÚ	8	UUDI	A/N		0		P	
	ČHMÚ Ústí n/L, Všebořická/HOT-SPOT	6	UULD	A					D
	ČHMÚ Ústí n/L, Kočkov	3	UULK	A		0	5	P	
	ČHMÚ Ústí n/L, Město	6	UULM	A					D
	ČHMÚ Rudolice v Horách	11	URVH	A					D
	ČHMÚ Krupka (okr. Teplice)	12	UKRU	A					
	ČHMÚ Valdek (okr. Děčín)	12	UVAL		M				
	ČHMÚ Doksany	12	UDOK	A	M			P	
	ČHMÚ Měděnec	12	USNZ	A					
	ČHMÚ Sněžník	12	UMED	A					
ČHMÚ Tušimice	8	UTUS	A					D	
Hradecký	ČHMÚ H. Králové, observatoř	1	HHKO	K					
	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		M	0		P	
	ČHMÚ Jičín	3	HJIC		M				
	ČHMÚ Rychnov n/Kněžnou	13	HRNK		M				
	ČHMÚ Trutnov, Tkalcovská	3	HTRT	A					

2017	Název stanice	Kategorie lokality	Kód stanice	Měřicí program (kód stanice)					
				AIM	MAN	TK PM <sub>10</sub>	TK PM <sub>2,5</sub>	PAU	BZN
	ČHMÚ Krkonoše-Rýchory	11	HKRY	A					
	ČHMÚ Velichovky	3	HVEL		M				
	ČHMÚ Polom	12	HPLO	A					
Pardubický	ČHMÚ Pardubice, Dukla	8	EPAU	A	M	0		P	D
	ČHMÚ Pardubice, Rosice	2	EPAO	A					D
	ČHMÚ Svratouch	11	ESVR	A	M	0			
	ČHMÚ M. Třebová, Piaristická	3	EMTP	A					
Brněnský	ČHMÚ Brno, Líšen	2	BBNI	A	M	0		P	
	ČHMÚ Brno, dětská nemocnice	5	BBDN	A					D
	Brno, Masná ulice, ZÚ	6	BBNA	A	M	0		P	
	ČHMÚ Brno, Úvoz	6	BBNV	A					D
	ČHMÚ Brno, Tuřany	15	BBNY	A					
	Hodonín, ZÚ	2	BHOD	A		0		P	
	ČHMÚ Kuchařovice (okr. Znojmo)	12	BKUC	A	M	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		0		P	
	Jihlava, Znojemská, ZÚ	6	JJIZ	A	M	0		P	
	ČHMÚ Třebíč	2	JTRE	A					
	Žďár n/Sázavou, parkoviště, ZÚ	3	JZNZ	A		0		P	
	ČHMÚ Košetice (EMEP)	11	JKOS	A	M	0	5	P	D
	ČHMÚ Kostelní Myslová	12	JKMY	A					
	ČHMÚ Křižanov	12	JKRI		M				
Zlínský	ČHMÚ Zlín	2	ZZLN	A		0		P	D
	ČHMÚ Uh. Hradiště	6	ZUHR	A					
	ČHMÚ Štítná	12	ZSNV	A					
	ČHMÚ Vsetín	12	ZVSH		M				
	ČHMÚ Valašské Meziříčí	3	ZVMZ	A				P	D

2017	Název stanice	Kategorie lokality	Kód stanice	Měřicí program (kód stanice)					
				AIM	MAN	TK PM <sub>10</sub>	TK PM <sub>2,5</sub>	PAU	BZN
Olomoucký	ČHMÚ Těšnovice	12	ZTNV	A					
	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 Běloutín	12	MBEL	A	M				
	ČHMÚ Jeseník	11	MJES	A					
Moravsko-Slezský	ČHMÚ Frýdek-Místek	2	TFMI	A					
	ČHMÚ Bruntál, škola	3	TBRS		M				
	Karviná, ZÚ	8	TKAO	K		0		P	
	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	M	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 Vražné (okr. N. Jičín)	12	TVRZ					P	
ČHMÚ Písečná (okr. F. Místek)	12	TPIS		M					

2017	Název stanice	Kategorie lokality	Kód stanice	Měřicí program (kód stanice)					
				AIM	MAN	TK PM <sub>10</sub>	TK PM <sub>2,5</sub>	PAU	BZN
	ČHMÚ Studénka (okr. N. Jičín)	12	TSTD	A				P	
	ČHMÚ Rychvald	4	TRYC	A					
	Celkem v jednotlivých programech			118/9	38	48	6	44	34

U stanic s programem AIM je 9 stanic provozovaných ZÚ Ústí n/Labem, které v roce 2017 neprodukovaly uznatelná data.

Republikové pozadřové stanice a stanice použité u jednotlivých látek jako pozadřové (kategorie 11)

Název stanice	Kategorie lokality	Kód stanice	Měřicí program (kód stanice)					
			AIM	MAN	TK PM <sub>10</sub>	TK PM <sub>2,5</sub>	PAU	BZN
ČHMÚ Churáňov	11	CCHU			0			
ČHMÚ Jizerka	11	LJIZ		M	0			
ČHMÚ Souš	11	LSOU	A	M	0			
ČHMÚ Frýdlant	11	LFRT	A	M				
ČHMÚ Rudolice v Horách	11	URVH	A					D
ČHMÚ Krkonoše-Rýchory	11	HKRY	A					
ČHMÚ Svratouch	11	ESVR	A	M	0			
ČHMÚ Mikulov Sedlec	11	BMIS	A					D
ČHMÚ Košetice (EMEP)	11	JKOS	A	M	0	5	P	D
ČHMÚ Jeseník	11	MJES	A					
ČHMÚ Červená Hora	11	TCER	A		0			D
ČHMÚ Bílý Kříž (EMEP)	11	TBKR	A		0			

Pozn: N - nehodnotitelné, buď ukončeno měření v průběhu roku 2017, nebo výpadek měření > 30 dnů



**Příloha č. 3 - Tabulka č. 14 - Úrovně zátěže a odhad potenciálních zdravotních účinků pro základní látky, těžké kovy, benzen a BaP v roce 2017 pro jednotlivé typy městských lokalit (kategorizace viz příloha č. 1). Hodnoty jsou uvedeny v  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a v  $\text{ng}/\text{m}^3$  - kovy a PAU.**

## Česká republika 2017

Střední roční hmotnostní koncentrace pro hodnocené kategorie městských stanic

Rok 2017 - MZSO - Monitoring zdravotního stavu obyvatelstva		Městské dopravní a průmyslově zatížené lokality		Městské středně dopravní zatížené lokality			Dopravní Eto-spots	Městské oblasti zatížené průmyslem		Pozadové stanice ČHMÚ	Venkovské, předměstské stanice						Odhad střední hodnoty ve městech ČR	Do hodnocení zahrnuto celkem stanic		
látky	kategorie	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	2-5		
PM <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ )	ČR (bez MSK)	22,1	21,6	18,2	24,3	26,5	25,3	25,2	-	27,9	15,6	21,5	31,6	35,6	23,8	31,6	-	23,2	91	
	M-S kraj	28,5	29,4	38,3	30,3	30,4	-	32,8	35,1	-	14,7	29,3	41,0	-	-	-	-	-	31,3	26
PM <sub>2,5</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ )		20,4	18,3	22,2	19,9	18,6	16,6	25,2	27,2	-	13,5	18,3	25,8	-	19,7	-	-	-	19,8	69
SO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ )		4,6	5,3	5,5	4,3	7,2	-	5,1	8,3	-	2,9	5,1	8,8	-	2,7	4,7	-	4,6	46	
NO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ )		4,4	4,3	3,9	8,1	20,5	31,8	6,5	6,9	24,8	0,8	2,6	3,0	-	4,7	5,7	-	6,0	67	
NO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ )		15,8	17,0	16,6	20,6	29,5	41,9	22,8	23,4	32,4	5,8	12,4	14,2	-	15,3	15,1	-	17,6	68	
NO <sub>x</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ )		21,9	22,7	22,5	33,2	62,5	90,8	29,9	34,1	72,3	6,9	15,7	18,9	-	22,6	24,0	-	26,2	69	
CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ )		-	328	321	332	415	424	-	269	649	221	-	-	-	-	-	-	324	13	
O <sub>3</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ )		50,0	52,3	53,3	46,9	48,2	36,6	50,6	48,9	-	68,0	54,4	46,6	-	50,8	-	-	48,0	57	
Benzen ( $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ )		1,1	1,2	1,7	1,1	1,3	1,3	1,3	3,8	-	0,7	-	2,1	-	-	-	-	1,3	33	
BaP ( $\text{ng}/\text{m}^3/\text{rok}$ )		1,31	1,29	2,14	1,0	1,08	-	3,39	3,51	-	0,52	1,49	-	-	3,29	3,71	-	1,46	44	
As ( $\text{ng}/\text{m}^3/\text{rok}$ )		0,88	1,33	1,41	1,57	1,15	-	2,49	2,52	-	0,67	0,58	3,18	3,06	-	6,02	-	1,48	46	
Cd ( $\text{ng}/\text{m}^3/\text{rok}$ )		0,18	0,19	0,19	0,22	0,18	-	1,22	0,34	-	0,08	0,11	0,36	0,15	-	0,21	-	0,28	46	
Cr ( $\text{ng}/\text{m}^3/\text{rok}$ )		1,24	1,32	1,08	1,87	2,16	-	1,63	2,32	-	0,58	0,60	1,50	1,89	-	0,90	-	1,45	46	
Mn ( $\text{ng}/\text{m}^3/\text{rok}$ )		6,10	7,19	5,67	6,18	8,30	-	11,52	27,15	-	2,18	3,51	6,73	8,15	-	5,28	-	7,24	46	
Ni ( $\text{ng}/\text{m}^3/\text{rok}$ )		0,59	0,80	0,68	0,94	1,18	-	0,80	2,52	-	0,40	0,52	0,98	1,30	-	0,62	-	0,77	46	
Pb ( $\text{ng}/\text{m}^3/\text{rok}$ )		5,4	9,6	6,2	5,8	7,5	-	11,5	16,6	-	3,3	3,5	4,7	6,3	-	6,6	-	7,6	46	
<b>ČR - PM<sub>10</sub> - odhad nárůstu předčasné úmrtnosti v %</b>		3,97	3,75	2,21	4,97	5,96	5,42	5,37	-	6,59	1,04							4,47		
<b>MSK - PM<sub>10</sub> - odhad nárůstu předčasné úmrtnosti v %</b>		6,86	7,27	11,29	7,68	7,72	-	8,80	9,84	-	0,63							8,13		
<b>Celkové ILCR (Benzen, BaP, As, Cd, Ni)</b>		1,2E-04	1,2E-04	2,0E-04	9,6E-04	1,0E-04		3,1E-04	3,3E-04		5,1E-08							1,4E-04		

Poznámka: předčasná úmrtnost je počítána pro 75 % zastoupení frakce PM<sub>2,5</sub> ve frakci PM<sub>10</sub> a pro ČR a Moravskoslezský kraj zvlášť.

Zpracovala NRL pro venkovní ovzduší, Centra zdraví a životního prostředí, Státní zdravotní ústav v Praze



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 zvláště pro Moravskoslezský kraj jsou zpracovány hodnoty suspendovaných částic frakce PM<sub>10</sub>.
- Součástí zpracování je odhad střední hodnoty vypočtený pro městské dopravou a průmyslem extenzivně nezátížené stanice (aritmetický průměr za kategorie 2 až 5).
- V tabulce jsou uvedeny odhady vlivu/impaktu nejzávažnějších sledovaných škodlivin - nárůst předčasné úmrtnosti v procentech (pro 75 % zastoupení frakce PM<sub>2,5</sub> ve frakci PM<sub>10</sub>) a odhad celkového individuálního karcinogenního rizika (ILCR - Individual Lifetime Cancer Risk) pro benzo[*a*]pyren (BaP), arsen (As) a nikl (Ni).
- Jednotlivé kategorie jsou barevně rozlišeny.
- V tabulce je údaj o počtu zahrnutých stanic.
- Detailnější informace o jednotlivých stanicích a zahrnutých sídlech, 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-2016>

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

[http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/tab\\_roc/2016\\_enh/index\\_CZ.html](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/tab_roc/2016_enh/index_CZ.html)

[http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/grafroc\\_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 2017 jsou na základě dohody s příslušnými zdravotními ústavy a ČIPA (Česká iniciativa pro astma) zahrnuta data z celkem 9 stanic, a to z Prahy (SZÚ), Plzně, Karlových Varů, Ústí nad Labem, Liberce, Jihlavy, Ústí nad Orlicí, Brna, Ostravy. Data z Třince nebyla dodána, provozatel stanice nekomunikuje.

### **Popis odběrových lokalit:**

Do zpracování výstupů za rok 2017 byla zahrnuta odběrová místa:

**Liberec** (50° 45' s.š., 150 04' v.d., 425 m.n.m.) - na ploché střeše Státního veterinárního ústavu, v okolí je zástavba rodinných domků se zahrádkami a vzrostlé stromy (buk, javor, lípa, smrk). Cca 1 až 3 km od lokality se nacházejí souvislé lesní porosty (smrk, buk, méně borovice).

**Plzeň** (49° 44' s.š., 130 22' v.d., 327,5 m.n.m.) - na střeše budovy KHS v centru města, v souvislé zástavbě 2 až 3 patrových domů. Do 500 m je malý park s převahou listnatých dřevin, dále jsou zde pouze trávníky v blocích domů.

**Praha** (50° 5' s.š., 140 25' v.d., 245,5 m.n.m.) - v areálu Státního zdravotního ústavu, kde je parková výsadba s trávníky, břízami, jehličnany a dalšími stromy. Areál se nachází ve východní části centra města a v jeho bezprostředním okolí je vilová čtvrť a areál fakultní nemocnice. Asi 1 km od stanoviště je rozsáhlý komplex Olšanských hřbitovů s různorodou parkovou výsadbou včetně exotických dřevin i bylin.

**Jihlava** (49.3980928N, 15.5707256E 420 m.n.m.) - Nemocnice Jihlava, Vrchlického 59, Jihlava - na kraji města a analyzátor je umístěn na ploché střeše vstupu do nemocnice, ve výšce cca 20 m nad zemí v běžné městské zástavbě. Za budovou cca 200m od analyzátoru je umístěn heliport.

**Ústí nad Orlicí** (49° 58' s.š., 160 24' v.d., 402 m.n.m.) - v areálu okresní nemocnice na okraji města, v sousedství panelové sídliště a zástavba rodinných domků. V areálu nemocnice je upravená zahrada, v těsné blízkosti se nachází zahrádkářská kolonie. Na sídliště navazují pole, která jsou 500 až 1000 m od stanice, ve vzdálenosti asi 2 až 3 km začínají souvislé lesy.

**Karlovy Vary** (50° 13' s.š., 120 52' v.d., 418 m.n.m.) - v areálu okresní nemocnice v tradiční vilové zástavbě nad údolím řeky. V okolí jsou parky s výsadbou listnatých a jehličnatých dřevin, menší plochy zahradní zeleně, zahrádkářská kolonie, smíšený les a louky.

**Ústí nad Labem** (50° 39' s.š., 140 01' v.d., 140 m.n.m.) - ul. Sociální péče, pavilón D Masarykovy nemocnice v severní části města. Spíše klidová poloha, v okolí sídliště a parkové či zatravněné plochy s výsadbou listnatých stromů.

**Brno** (49° 12' s.š., 160 37' v.d., 248 m.n.m.) - bližší informace nejsou k dispozici.

**Ostrava a Třinec** - bližší informace nejsou k dispozici.



Odběrové lokality přesto poměrně reprezentativně pokrývají území České republiky (obr. 1). Místa zahrnutá do tohoto zpracování jsou modře, nezahrnutá – červenou barvou.



Obrázek č. 1 – Odběrová místa pylového monitoringu v ČR

### 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 2017 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, cypřišovitě	

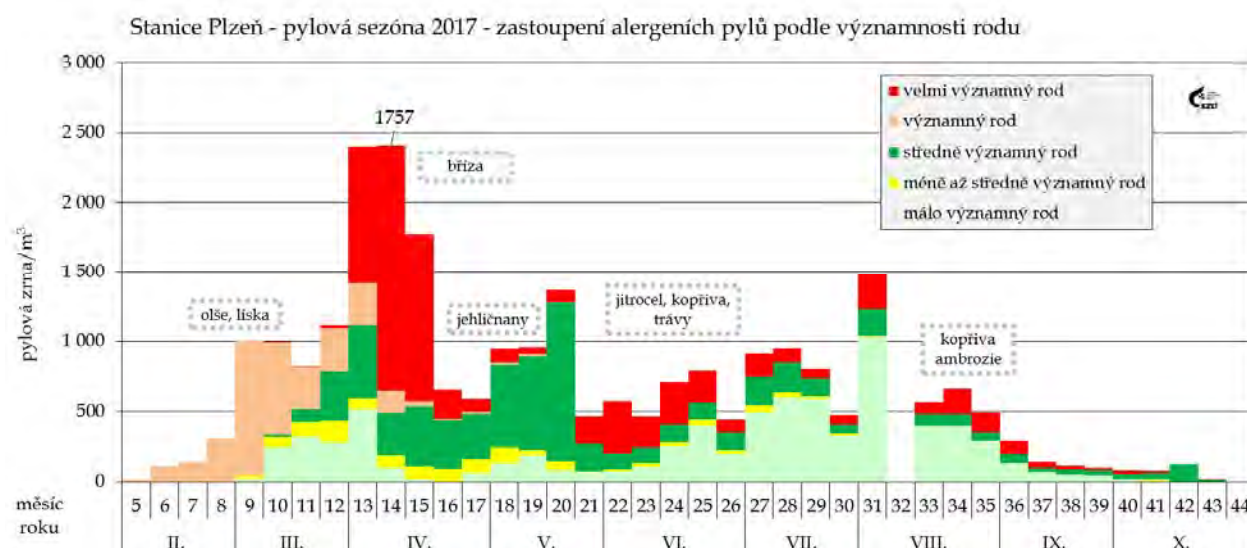
středně významný rod	vrba, jasan, habr, dub, platan, jitrocel, šťovík, merlíkovité	
méně až středně významný rod	řepka olejka, topol, buk, ořešák, lípa, pajasan, hvězdicovité	
málo významný rod	tis, borovice, jírovec, kopřiva, javor, mrkvovité	

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, cypřišovitě
pozdně jarní	14 - 25 týden (duben - červen)	trávy, dřeviny, šťovík, kopřiva
letní	26 - 38 týden (červenec - září)	jitrocel, pelyněk, ambrosia
raně podzimní	39 týden a dále (září - říjen)	ambrosia, spory plísni

Pozn: Plísňe jsou v ovzduší zastoupeny po celé sledované období



Obrázek č. 2 - Typický průběh pylové sezóny - rok 2017 - stanice 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 2017 začala jejich sezóna na začátku února a líska kulminovala mezi týdny 8. (Praha) - 11. (Liberec), většinou však v 9. týdnu, tj. na začátku března. Týdenní počty nalezených zrn nebyly nijak vysoké, ve stovkách, kromě Brna, tam bylo v 9. týdnu nalezeno 2 347 zrn. U olše bylo nejvíce pylových zrn nacházeno v týdnech 9. až 11., týdenní hodnoty byly v loňském roce jen o něco málo vyšší (nebo shodné) než u lísky, oproti roku 2016, kdy množství zachycených zrn olše bylo několikanásobně vyšší než u lísky. Nejvíce zrn/týden pak bylo nalezeno v Karlových Varech a to 1 788.

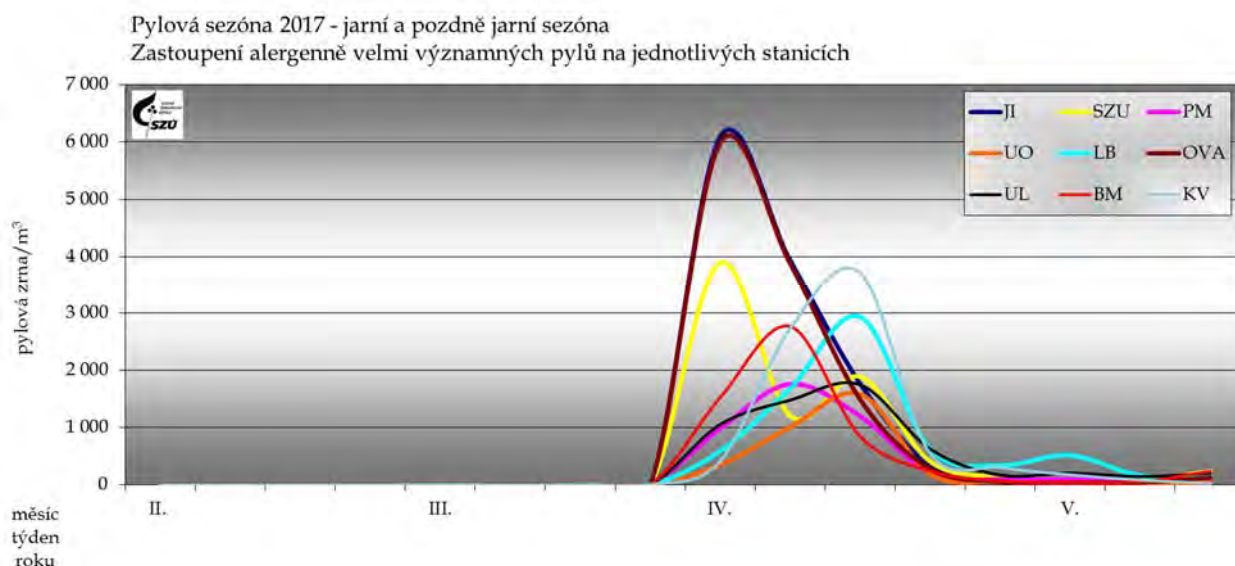
Téměř současně se vyskytujícím alergenem byl pyl tisu (*Taxus*), jeho kulminace ale byla posunuta na týdny 11. až 13. Lokality se v počtech nalézaných zrn liší, od 234 zrn (Liberec a Karlovy Vary) po 3 987 (Praha). Ovšem nejvíce pylu bylo napočítáno v Brně a to neuvěřitelných 22 243 zrn/týden (Např. 17. 3. bylo nalezeno 7 065 zrn/m<sup>3</sup>).



Mezi významné jarní alergeny patří také cypřišovitité (Cupressaceae). Pyl těchto dřevin bylo možné v ovzduší najít od března až do června, v Praze až do července. Nalézané množství zrn za týden bylo od desítek (Liberec, Ostrava, Jihlava), po 530 zrn v Praze nebo 865 v Brně.

V březnu se v ovzduší objevil další jarní alergen - jasan (Fraxinus), s kulminací v 13. týdnu. Nejnižší počet zrn byl odečten v Ústí n/Orlicí (178), nejvíce pylových zrn se pak našlo v Ostravě (1 173) a v Brně (2 147), v ostatních lokalitách se týdenní hodnoty pohybovaly od 500 do 900 zrn/m<sup>3</sup>.

Nejvýznamnější jarní alergen - pyl břízy (Betula) - se v ovzduší objevil v březnu a nalézat ho bylo možné až do června někde i do července. Jeho kulminace byla mezi 13. a 15. týdnem, tj. na přelomu března a dubna. Týdenní počty zrn tradičně dosahují tisíců - Jihlava 6 084, Praha 3 893, Ostrava 5 983, Karlovy Vary 3 713 ...

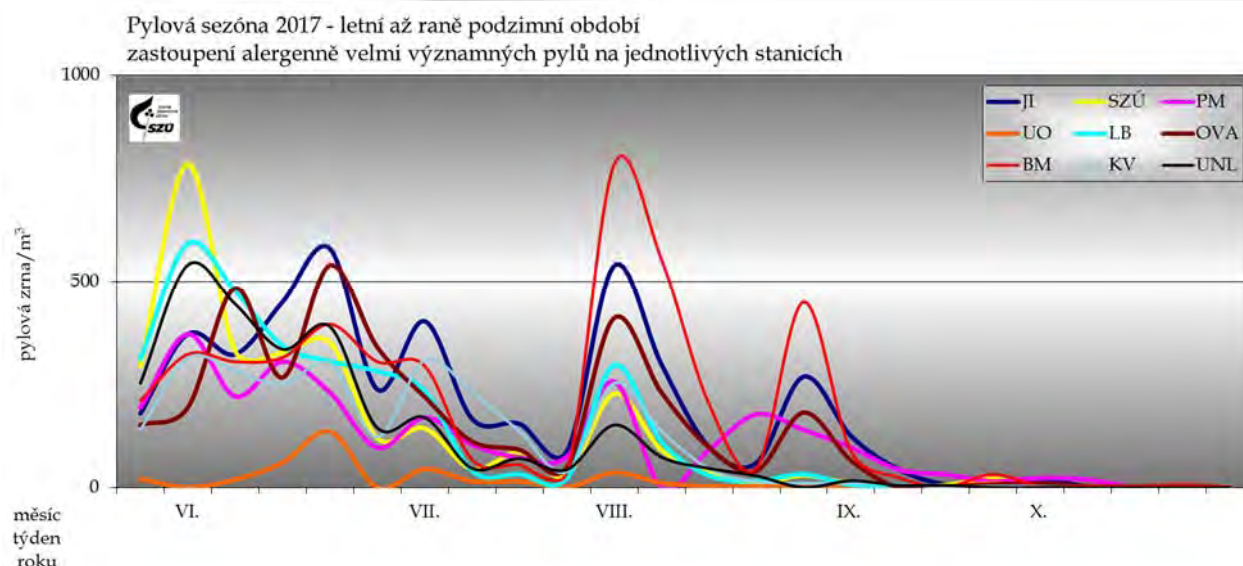


Obrázek č. 3 - Významně alergenní pyly - pylová sezóna břízy v roce 2017

Pro pozdně jarní období je typický výskyt pylu kvetoucích dřevin a bylin. V březnu začíná kvést topol (Populus), v dubnu se přidávají dub (Quercus), habr (Carpinus), javor (Acer), a ve velkém počtu jsou nalézána pylová zrna smrku (Picea) a borovice (Pinus). Už v polovině dubna začaly někde kvést trávy, ke konci května pak i kopřiva.

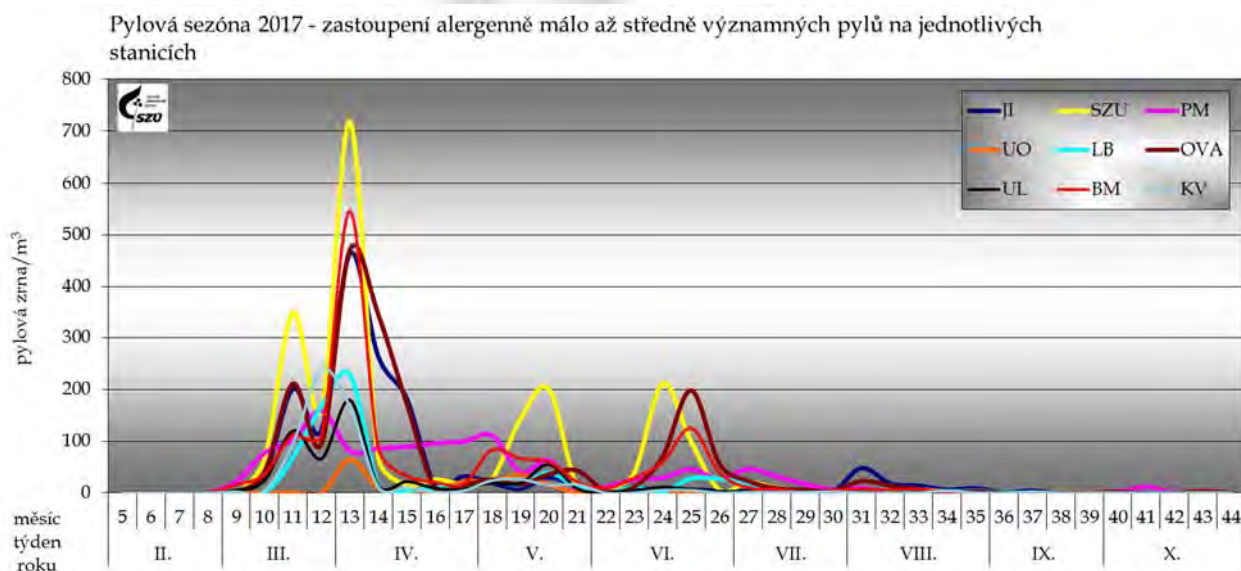
Nejčastější původce alergických potíží v ČR - pylová zrna trav z čeledi lipnicovitých (Poaceae) - bylo možné v roce 2017 najít v ovzduší od konce dubna až do konce pylové sezóny, s kulminací v týdnech 22 (Praha, Ústí n/Labem, K. Vary, Plzeň, Liberec) a 25 (Jihlava, Brno, Ostrava). Počty pylových zrn/m<sup>3</sup> se pohybovaly od 300 do 780.

V letním období se v ovzduší vyskytují převážně pylová zrna bylin a plevelnatých rostlin. Pylová sezóna alergologicky středně významných pylů jitrocele (Plantago) začala v květnu, rostlin z čeledi merlíkovitých (Chenopodiaceae) v červnu a trvala do konce pylové sezony, tj. do října. Koncentrace pylu jitrocele a merlíkovitých nedosahovala v loňském roce ani hodnot 100 zrn/m<sup>3</sup>/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 28. až 32. týdnem v závislosti na lokalitě. V období 2014 až 2017, počty pylových zrn kopřivy mírně narůstají. Zatímco v roce 2015 byly maximální počty zrn/týden mezi 600 - 1 000 zrn, pro rok 2017 platí, že maxima byla v 28. týdnu v Karlových Varech (2 184 zrn/týden) až 32. týdnu v Ostravě (1 982 zrn/týden), což jsou zároveň nejvyšší nalezené hodnoty pylu kopřivy v loňském roce. Je otázkou nakolik tento nárůst 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 června do října se v ovzduší nacházel silně alergenní pyl pelyňku černobýlu (*Artemisia vulgaris*); s vrcholem pylové sezóny koncem července a začátkem srpna - v týdnech 31 a 32. Týdenní počty zrn se podle lokalit lišily - v Ústí nad Labem napočítali 67 zrn, v Brně to bylo za týden 495 zrn.

Velmi agresivní pyl ambrózie (*Ambrosia*) se v ovzduší začal objevovat o něco později, první zrna byla nalezena na začátku července (Brno, Ostrava) a v ovzduší se nacházela do konce pylové sezony. Množství pylu se podle lokalit velmi lišilo. V 34. týdnu bylo v Plzni nalezeno jen 26 zrn a v Karlových Varech to byla pouhá 2 zrna. V Jihlavě bylo v ovzduší v 35. týdnu 229 zrn, v Brně také v 35. týdnu 424 zrn, v Ostravě v tomtéž týdnu 166 zrn, ale v Liberci jen 23 zrn. V 36. týdnu v Ústí n/L. napočítali 8 zrn. A v 39. týdnu bylo v Praze napočítáno 12 zrn a 9 zrn v Ústí n/O.

Spory venkovních plísní se v ovzduší vyskytovaly prakticky v průběhu celého sledovaného období (viz průběhy v jednotlivých lokalitách), přesto markantní nárůst koncentrace spor začíná v květnu 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 nalezeny pouze spory venkovních plísní.

## **Shrnutí**

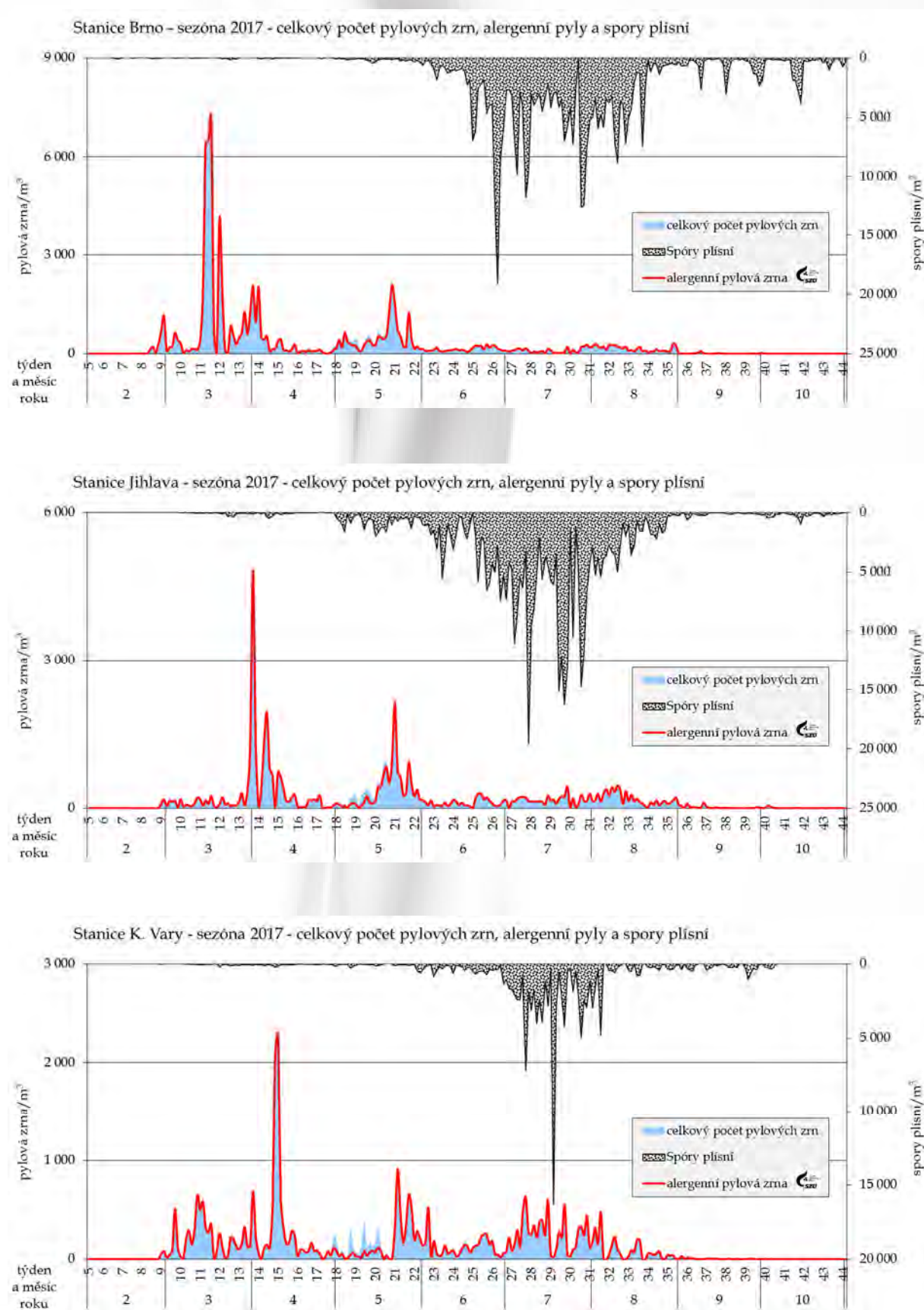
Pylová sezóna začala v roce 2017 začátkem února a doznívala během měsíce října. Výskyt alergenně významných pylů měl typický průběh, z hlediska dosažených maxim koncentrací pylových zrn ve vzduchu jsou zřejmá tři období.

- První odpovídá květu olše a lísky, začalo v únoru a skončilo v půli března.
- Druhé období odpovídá době květu břízy, což je dle lokality v březnu až konec května
- Třetí období zahrnuje postupně na sebe navazující vývin pylů trav, kopřivy, pelyňku a ambrosie a trvalo od května do konce září nebo října, podle lokalit a ukončení sezony.

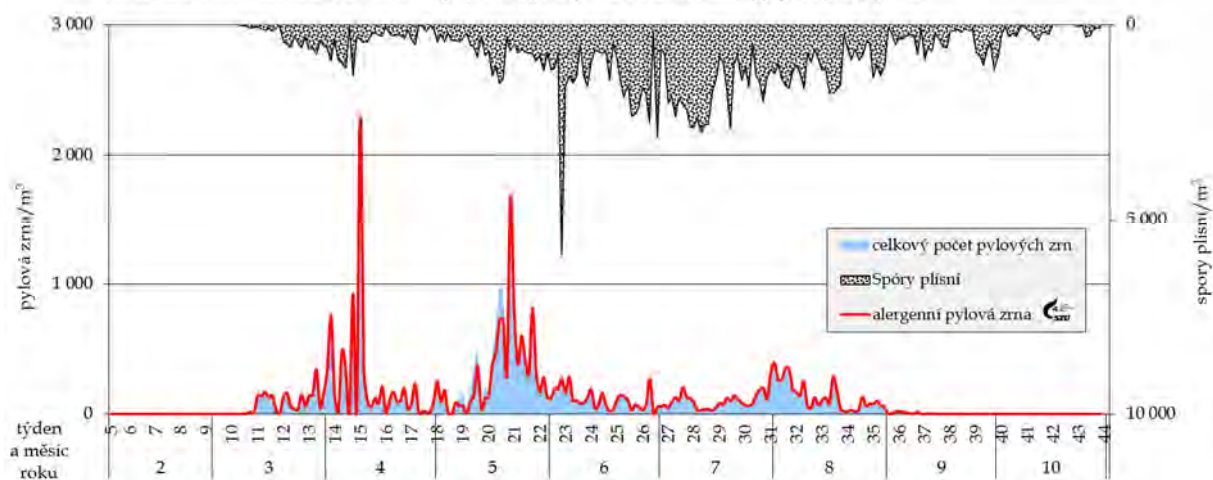
Po celé sledované období jsou v ovzduší přítomné spory venkovních plísní, jejichž koncentrace, v závislosti na aktuálních meteorologických podmínkách, obvykle kulminuje v letních měsících a začátkem podzimu.



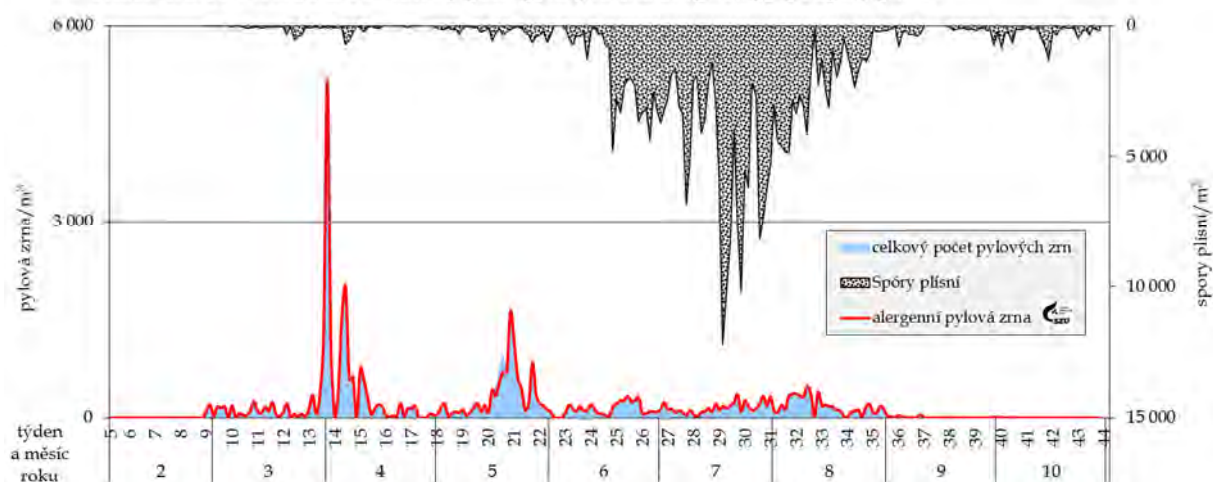
## Doplnění 1 - Vývoj pylové sezóny 2017 v jednotlivých lokalitách



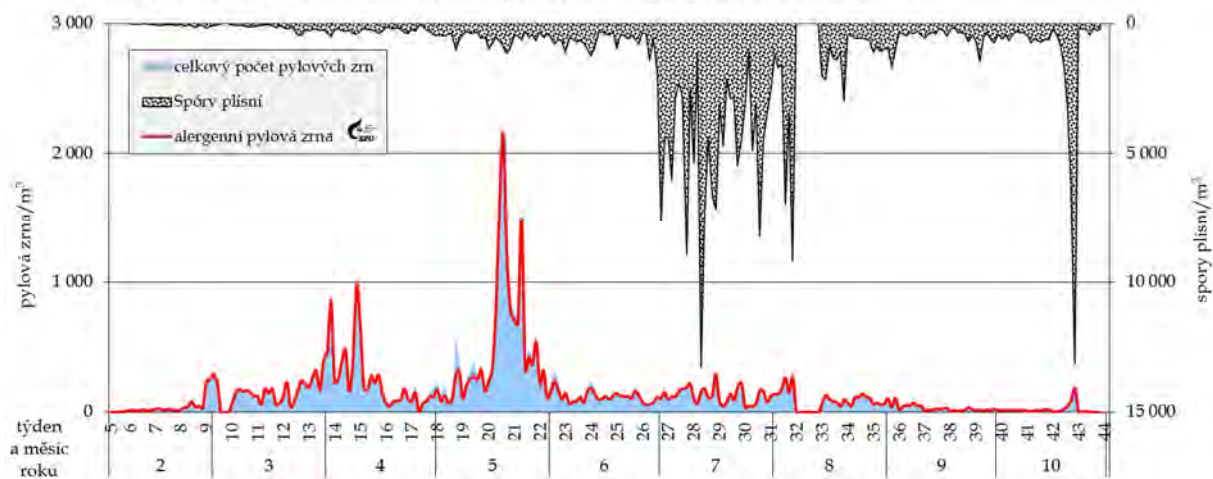
Stanice Liberec - sezóna 2017 - celkový počet pylových zrn, alergenní pyly a spory plísní



Stanice Ostrava - sezóna 2017 - celkový počet pylových zrn, alergenní pyly a spory plísní

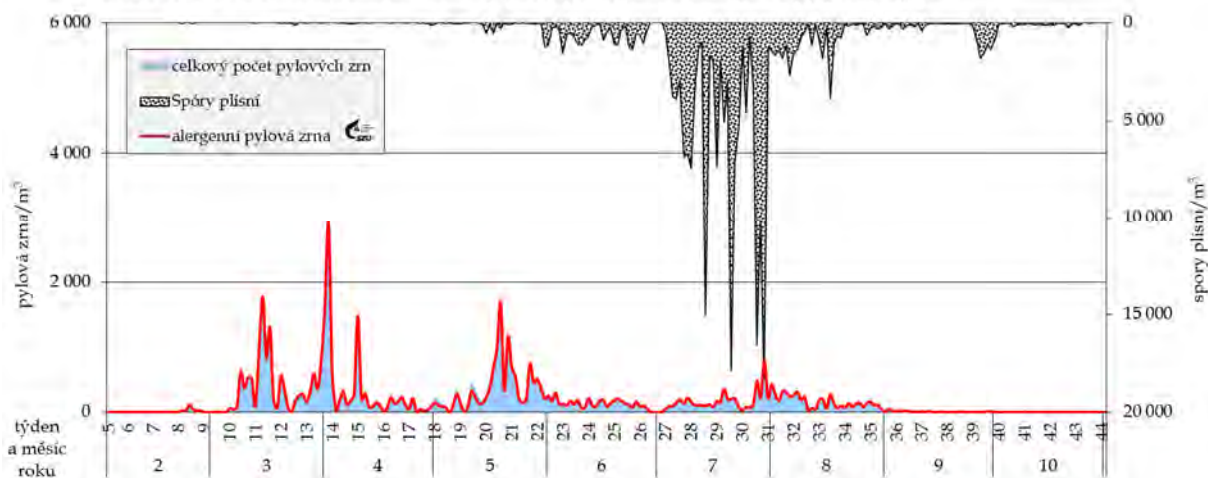


Stanice Plzeň - sezóna 2017 - celkový počet pylových zrn, alergenní pyly a spory plísní

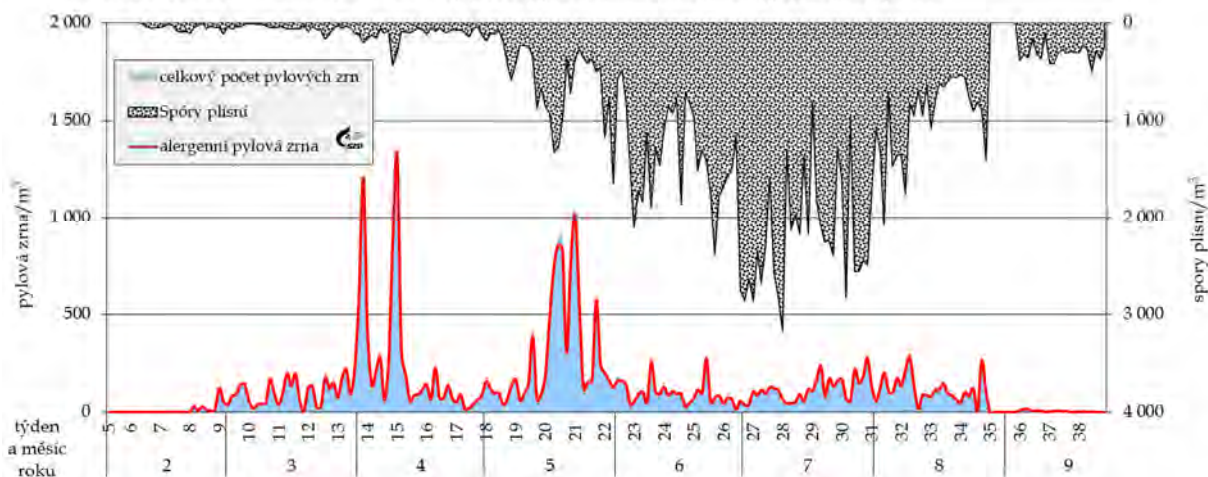




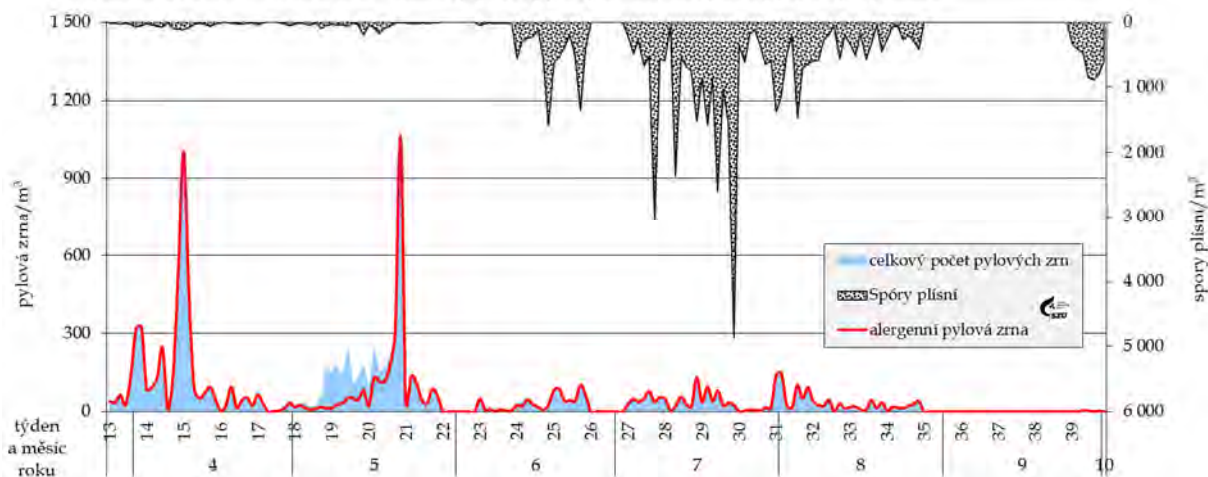
Stanice Praha (SZÚ) - sezóna 2017 - celkový počet pylových zrn, alergenní pyly a spory plísní



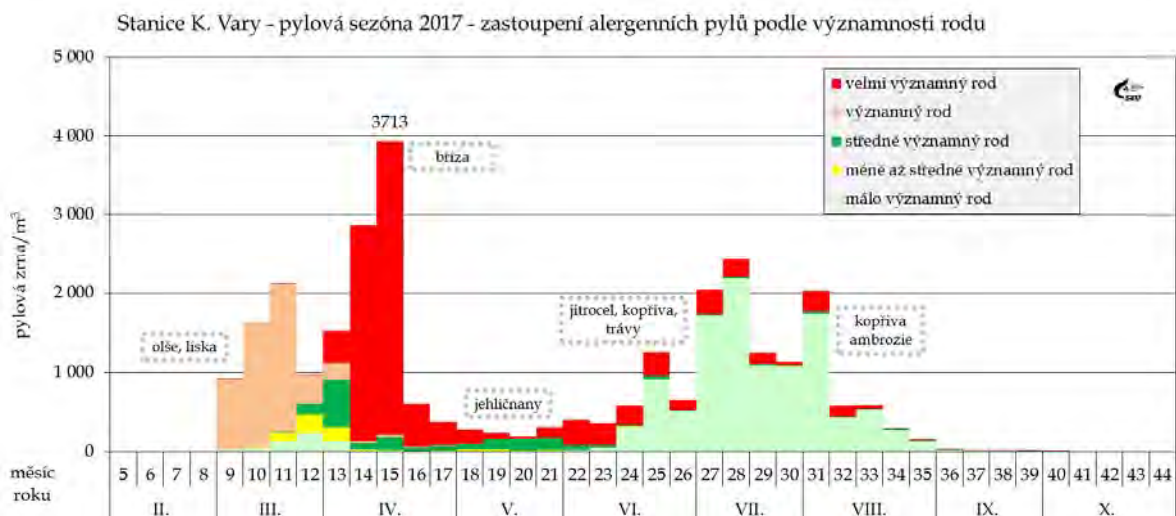
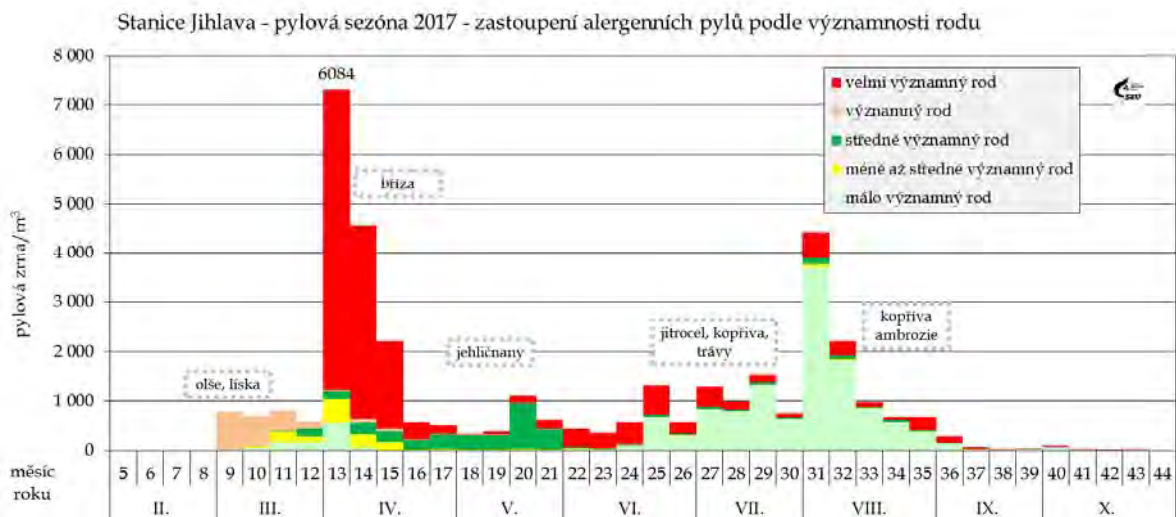
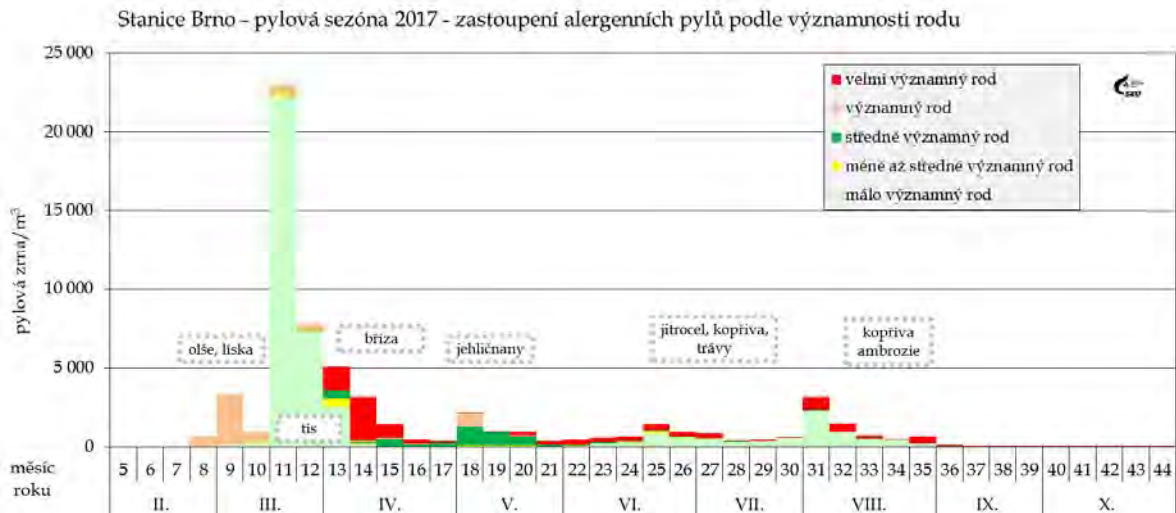
Stanice Ústí n/L - sezóna 2017 - celkový počet pylových zrn, alergenní pyly a spory plísní



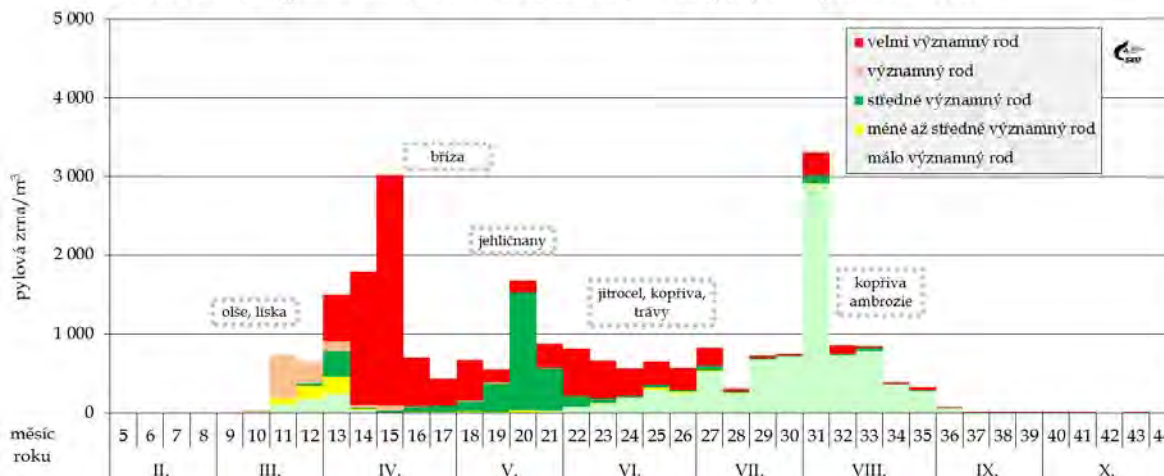
Stanice Ústí n/O - sezóna 2017 - celkový počet pylových zrn, alergenní pyly a spory plísní



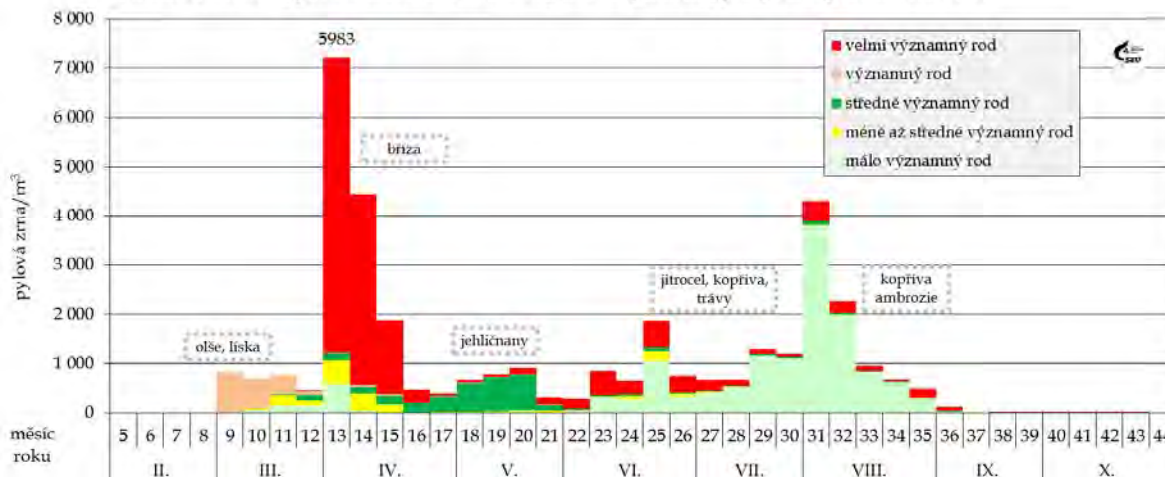
## Doplnění 2 - Pylová sezóna 2017 v jednotlivých lokalitách



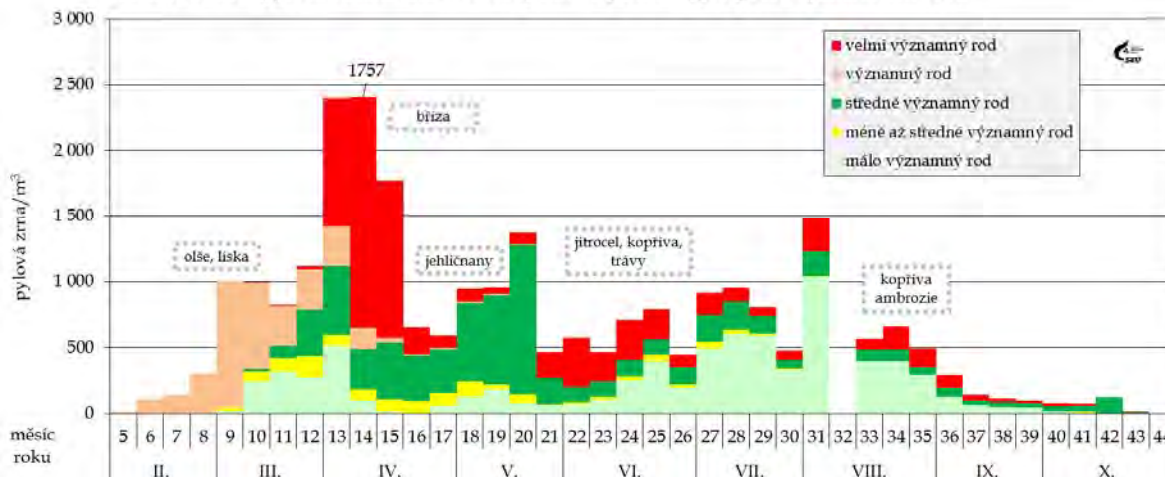
Stanice Liberec - pylová sezóna 2017 - zastoupení alergenních pylů podle významnosti rodu



Stanice Ostrava - pylová sezóna 2017 - zastoupení alergenních pylů podle významnosti rodu

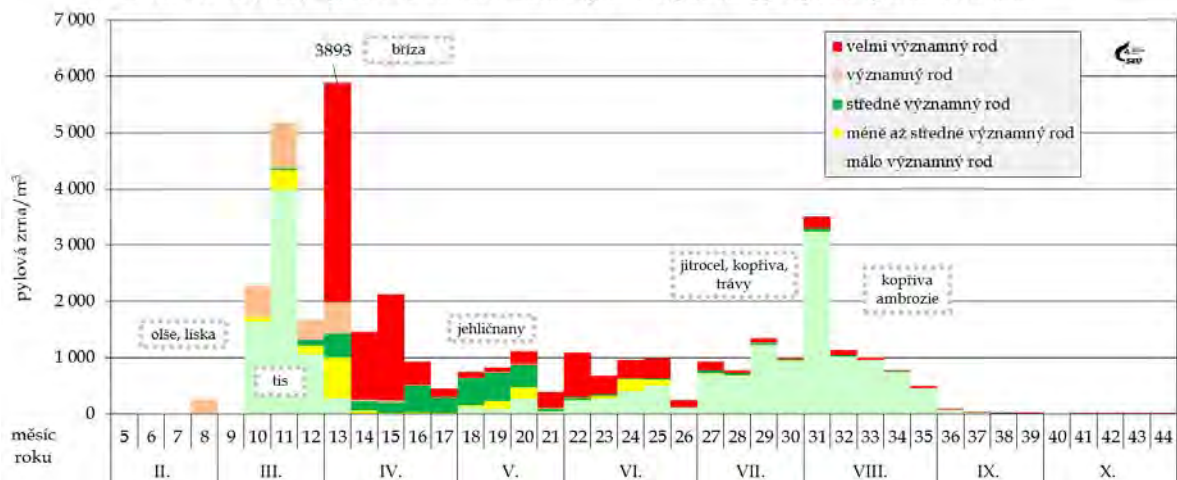


Stanice Plzeň - pylová sezóna 2017 - zastoupení alergenních pylů podle významnosti rodu

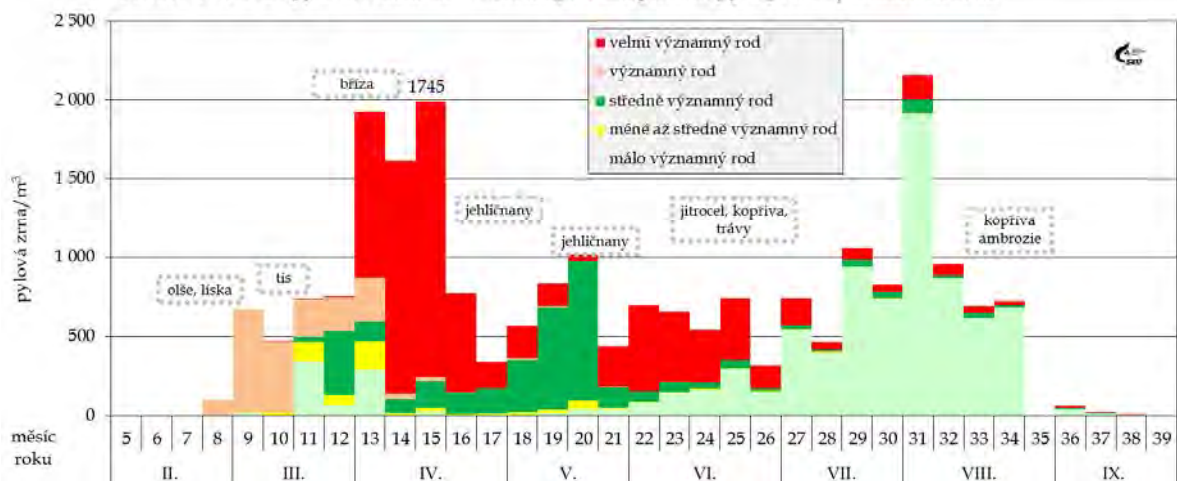




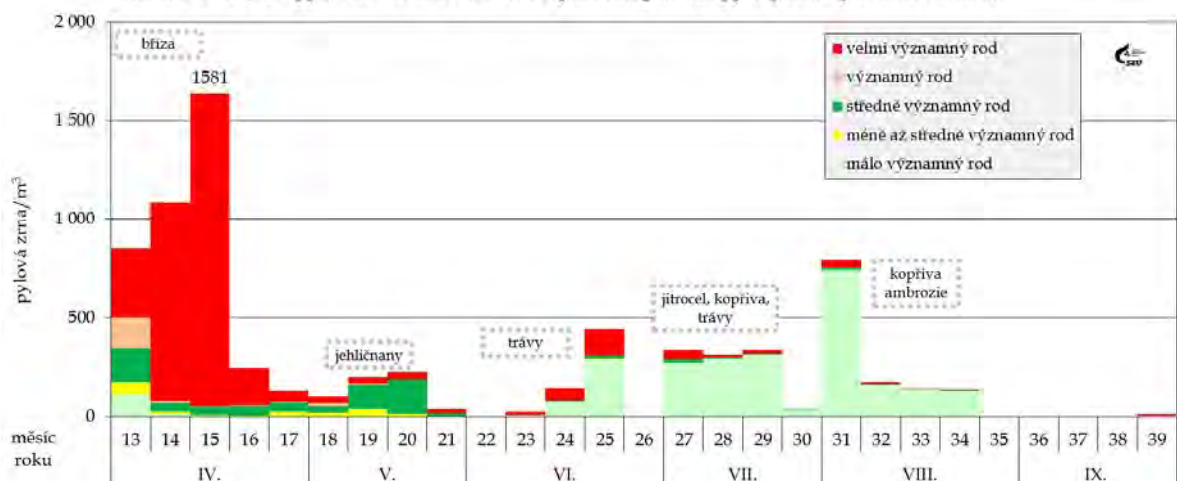
Stanice Praha (SZÚ) - pylová sezóna 2017 - zastoupení alergenních pylů podle významnosti rodu



Stanice Ústí n/L - pylová sezóna 2017 - zastoupení alergenních pylů podle významnosti rodu



Stanice Ústí n/O - pylová sezóna 2017 - zastoupení alergenních pylů podle významnosti rodu

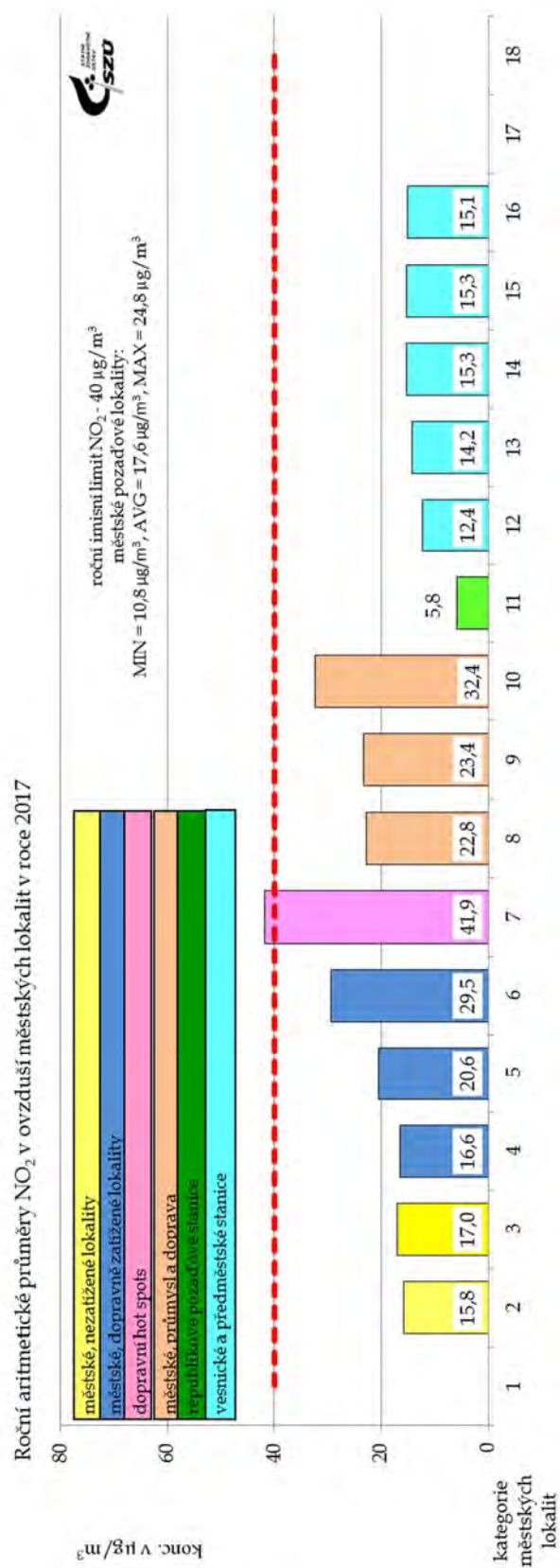
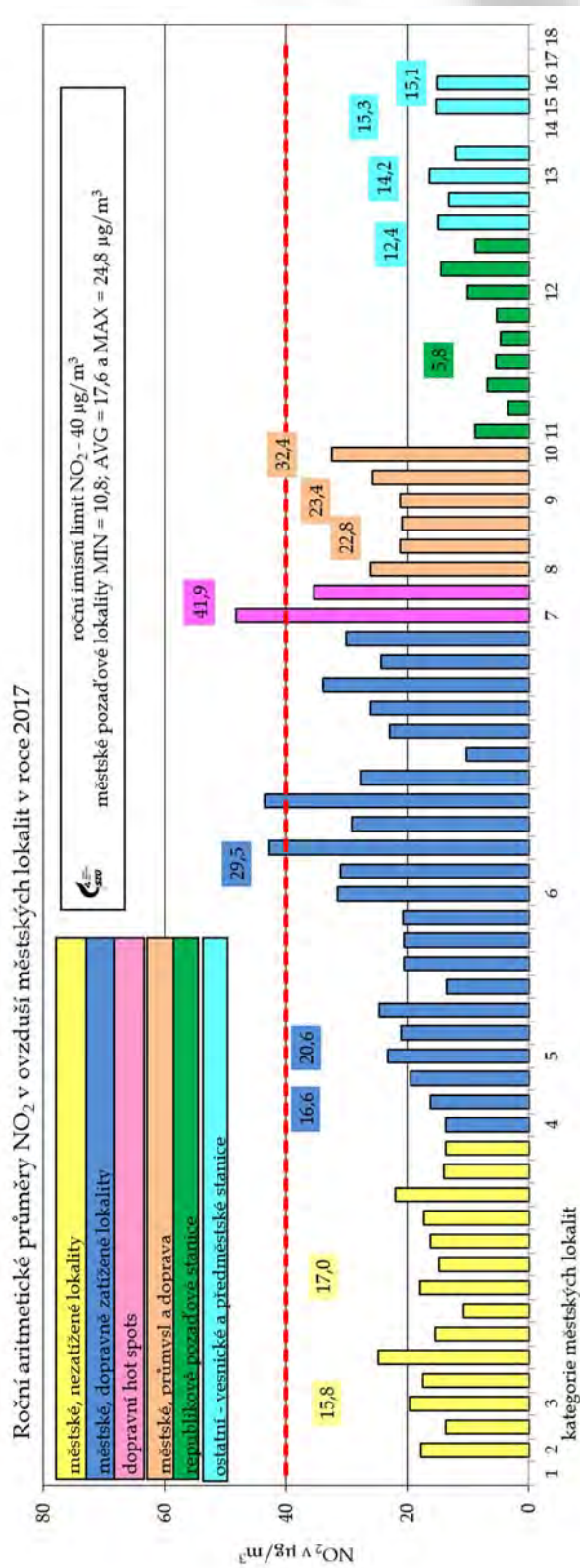


## Příloha č. 5. - Grafická prezentace výsledků za rok 2017

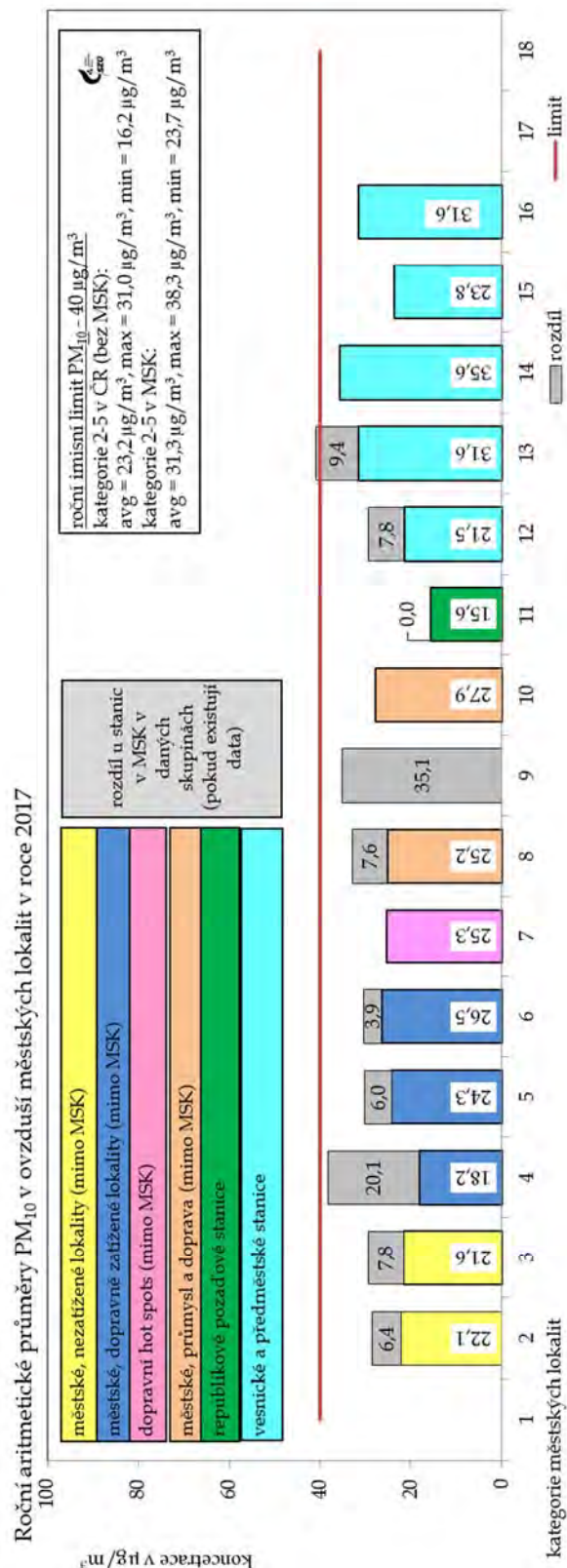
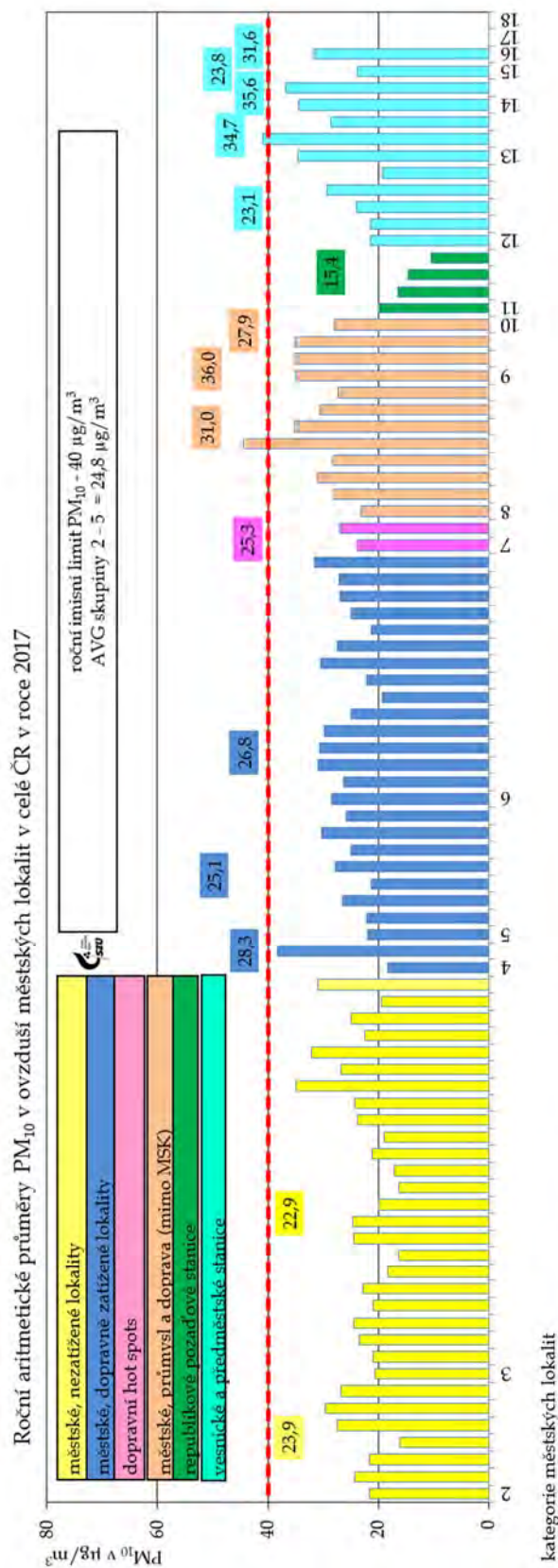
Graf č.	název	strana
Graf č. 1.	- Roční aritmetické průměry NO <sub>2</sub> v ovzduší městských lokalit .....	87
Graf č. 2.	- Roční aritmetické průměry PM <sub>10</sub> v ovzduší městských lokalit .....	87
Graf č. 3.	- Roční aritmetické průměry PM <sub>2,5</sub> na zahrnutých stanicích a městských kategoriích .....	88
Graf č. 4.	- Průběh smogové situace v lednu a v únoru 2017 na vybraných pražských stanicích (NO, NO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> a poměr PM <sub>10</sub> /PM <sub>2,5</sub> ) .....	90
Graf č. 5.	- Roční aritmetické průměry BaP v ovzduší městských lokalit a na jednotlivých hodnocených stanicích .....	91
Graf č. 6.	- Roční aritmetické průměry benzenu v ovzduší městských lokalit a na jednotlivých hodnocených stanicích .....	92
Graf č. 7. a, b a c	- Aritmetické průměry BaA a TEQ BaP, sezónní chování BaP .....	93
Graf č. 8.	2005 - 2017, rozpětí ročních středních hodnot BaP .....	94
Graf č. 9. a, b, c, d	- Vybrané stanice - hodnoty (1997 - 2016) a odhad trendu BaP ...	95
Graf č. 10. a až h	- Trendy průběhů sezónních průměrů BaA a BaP na stanicích v Košeticích, SZÚ Praha, Karviné a v Ostravě - Bartovicích .....	96
Graf č. 11.	- Roční aritmetické průměry As v ovzduší obydlených lokalit .....	97
Graf č. 12.	- Roční aritmetické průměry Cd v ovzduší obydlených lokalit .....	97
Graf č. 13.	- Roční aritmetické průměry Ni v ovzduší obydlených lokalit .....	98
Graf č. 14.	- Roční aritmetické průměry Pb v ovzduší obydlených lokalit .....	98
Graf č. 15.	2017, As, Cd, Cr, Mn, Ni a Pb průběh měsíčních hodnot ve frakci PM <sub>10</sub> a PM <sub>2,5</sub> a podíl ve frakci PM <sub>2,5</sub> .....	99
Graf č. 16.	- Hodnoty rozpětí ročního IKO (zahrnuty hodnoty NO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> , As, Cd, Pb, Ni, benzenu a BaP) v jednotlivých typech lokalit .....	100
Graf č. 17.	- Rozpětí hodnot sumy plnění ročních imisních limitů v jednotlivých typech lokalit - poměr ročního aritmetického průměru k hodnotě imisního limitu (zahrnuty hodnoty NO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> , As, Cd, Pb, Ni, benzenu a BaP) .....	101
Graf č. 18.	- Podíl průměrných ročních koncentrací škodlivin v základních typech městských lokalit a příslušných limitních hodnot v procentech limitní hodnoty .....	102
Graf č. 19. a, b, c, d, e a f	- Rozpětí odhadu pravděpodobnosti zvýšení počtu nádorových onemocnění z příjmu As, Ni, Cd, benzenu a BaP z venkovního ovzduší pro jednotlivé typy městských lokalit .....	103



Graf č. 1. – Roční aritmetické průměry NO<sub>2</sub> v ovzduší městských lokalit

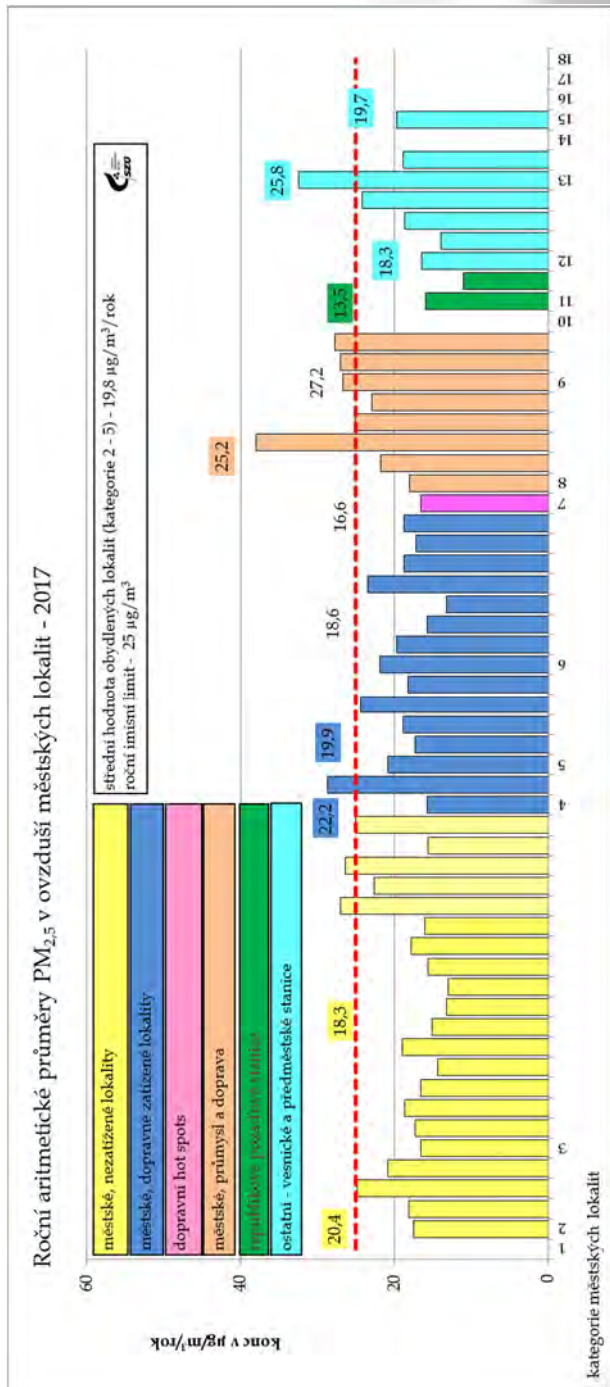


Graf č. 2. – Roční aritmetické průměry PM<sub>10</sub> v ovzduší městských lokalit

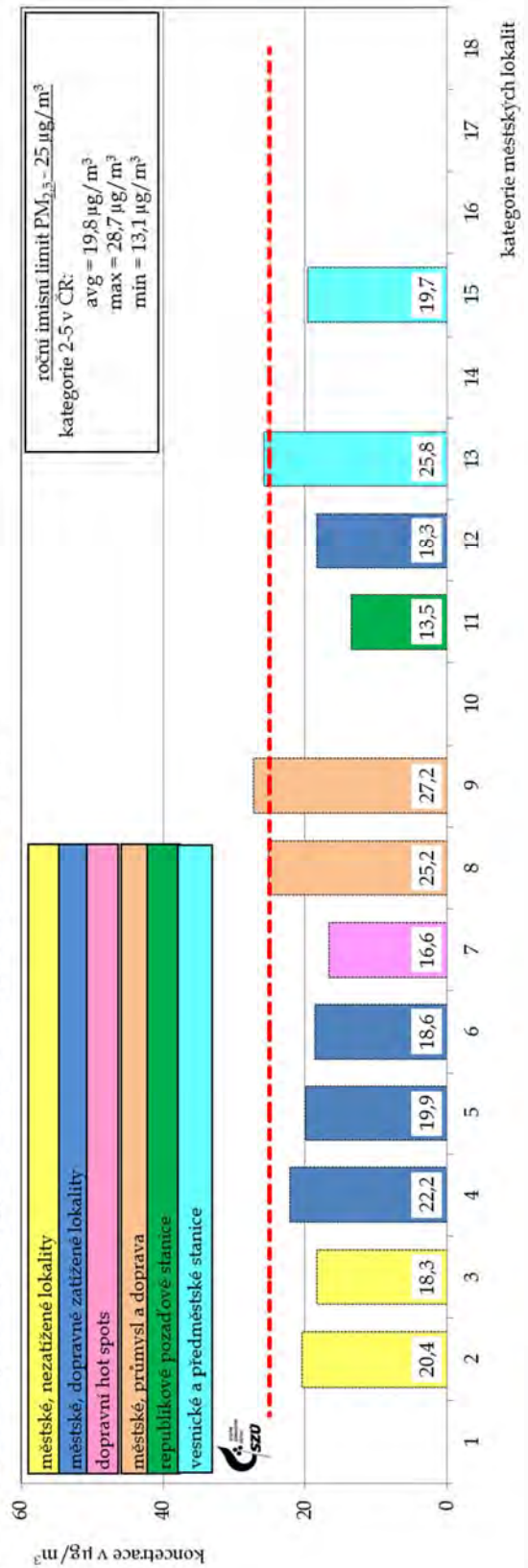




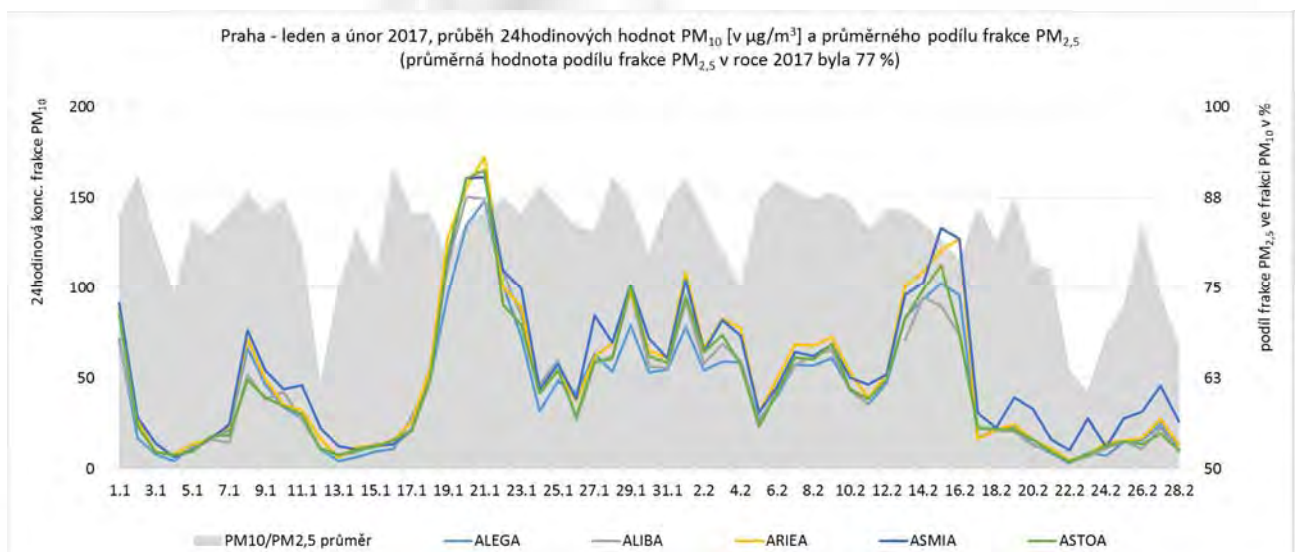
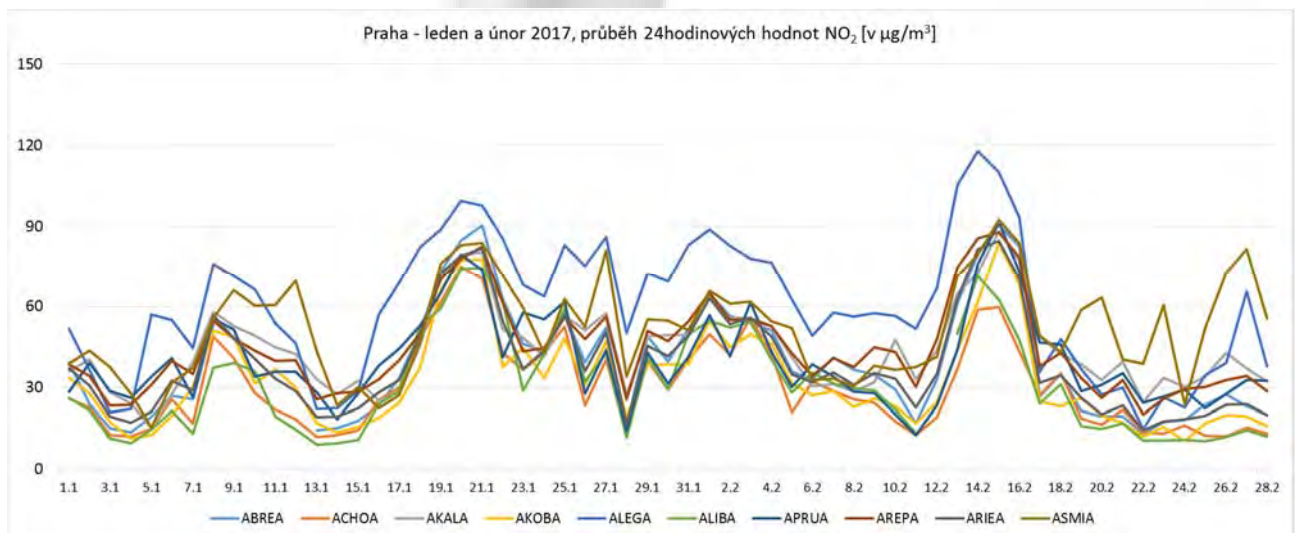
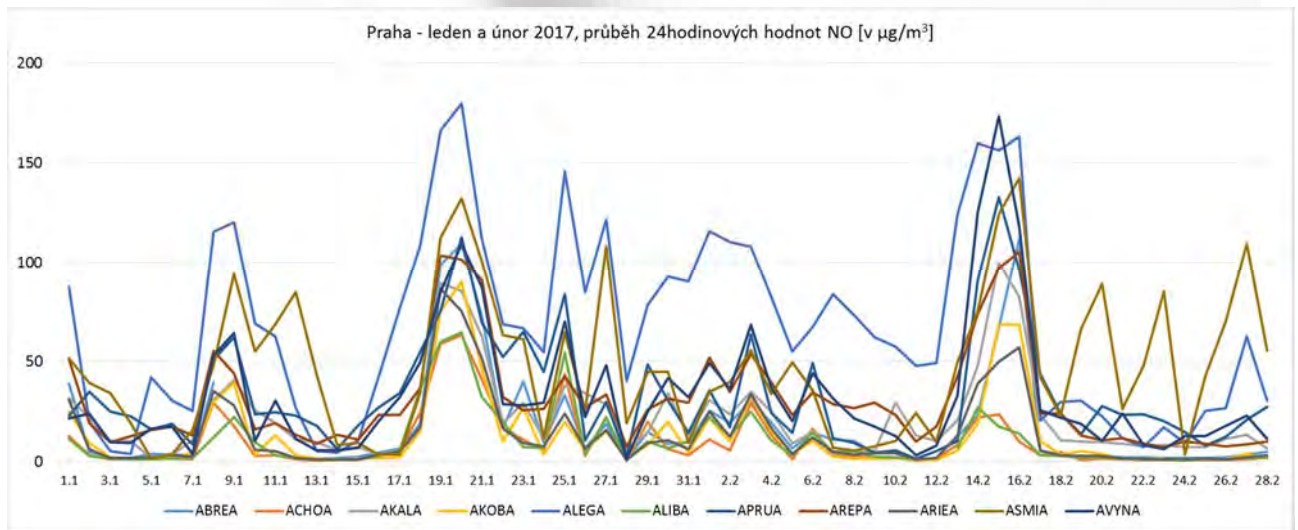
Graf č. 3. - Roční aritmetické průměry PM<sub>2,5</sub> na zahrnutých stanicích a městských kategoriích



Roční aritmetické průměry PM<sub>2,5</sub> v ovzduší městských lokalit v roce 2017

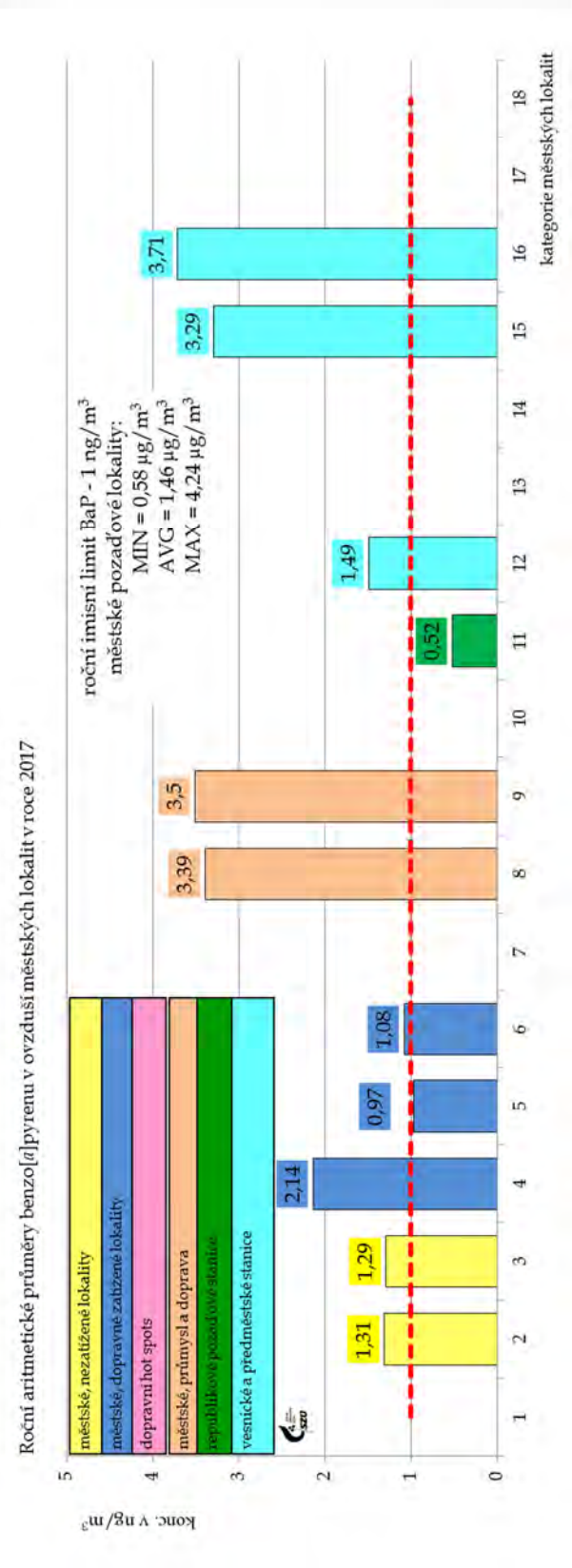
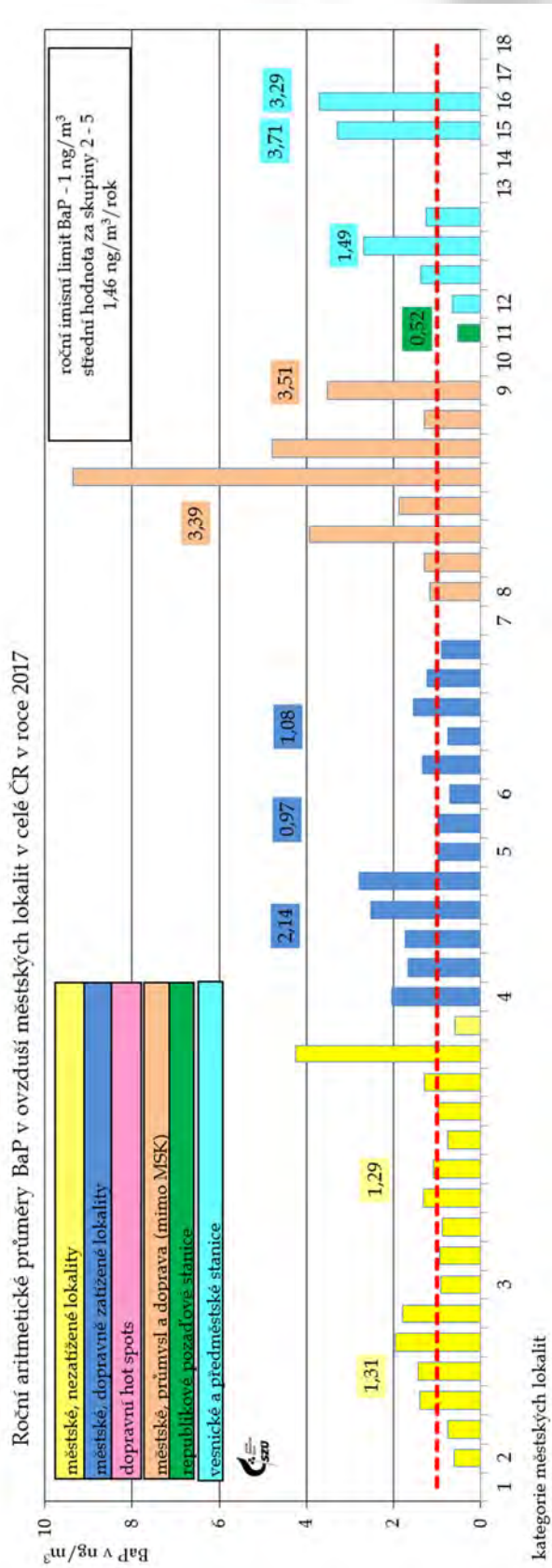


Graf č. 4. – Průběh smogové situace v lednu a v únoru 2017 na vybraných pražských stanicích (NO, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> a poměr PM<sub>10</sub>/PM<sub>2,5</sub>)



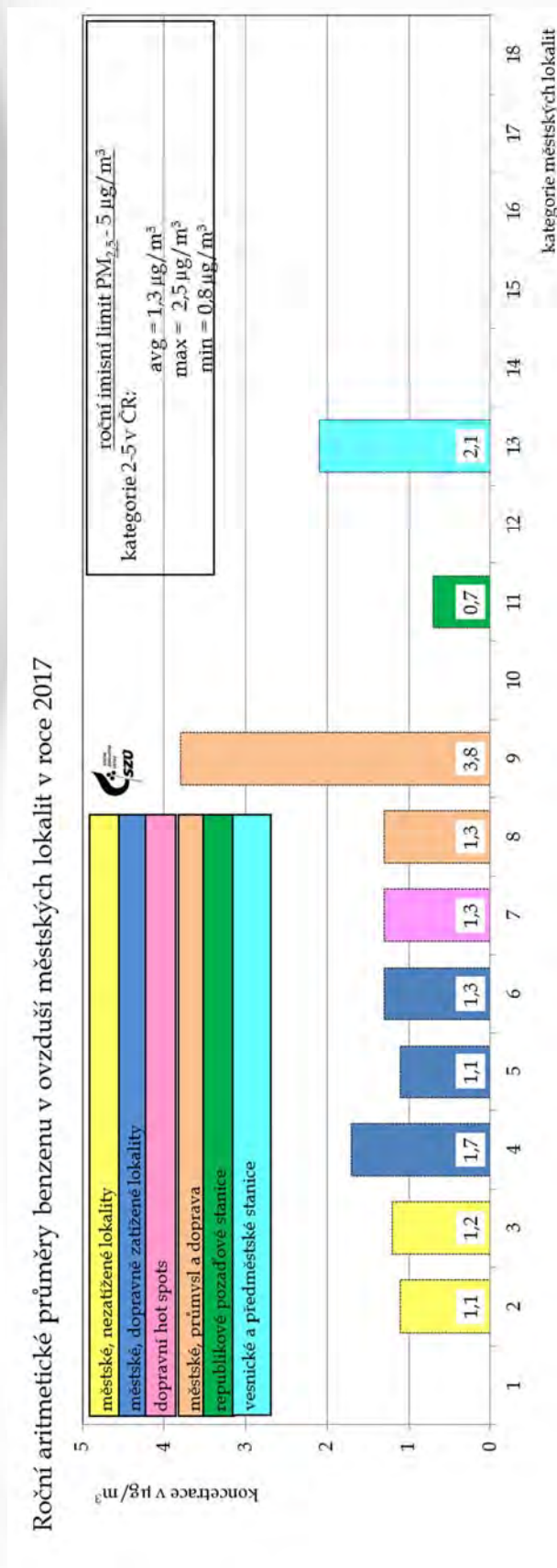
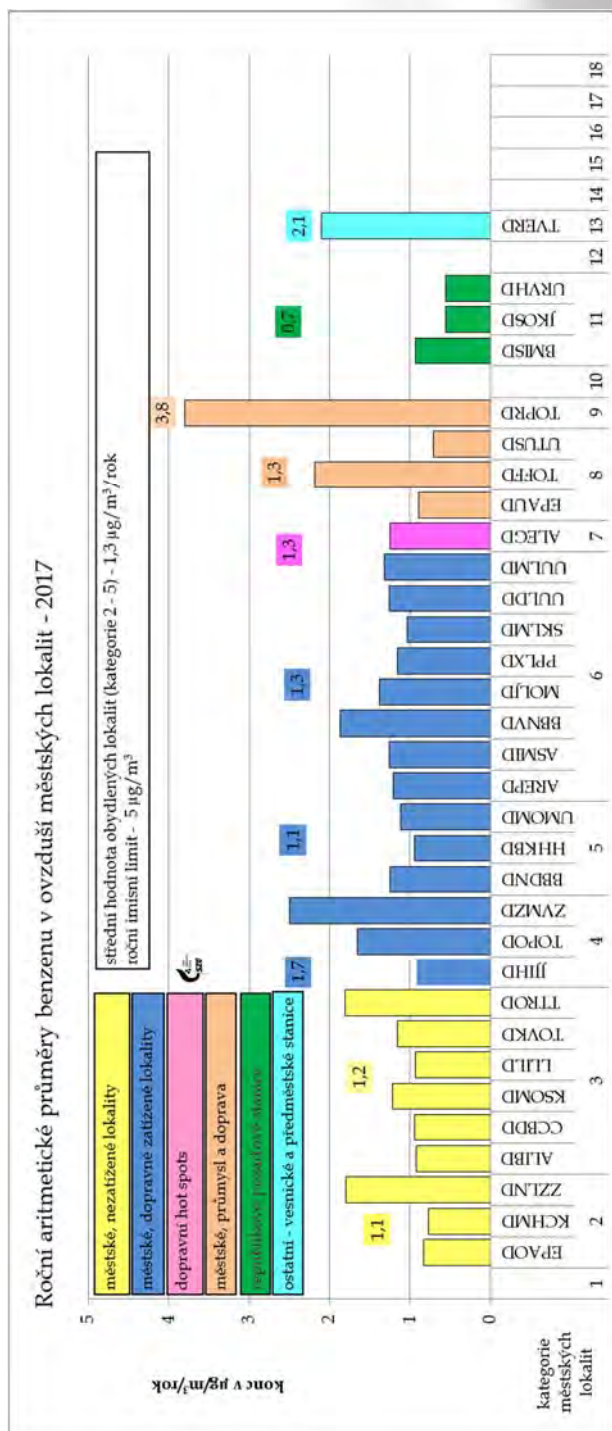


Graf č. 5. - Roční aritmetické průměry BaP v ovzduší městských lokalit a na jednotlivých hodnocených stanicích

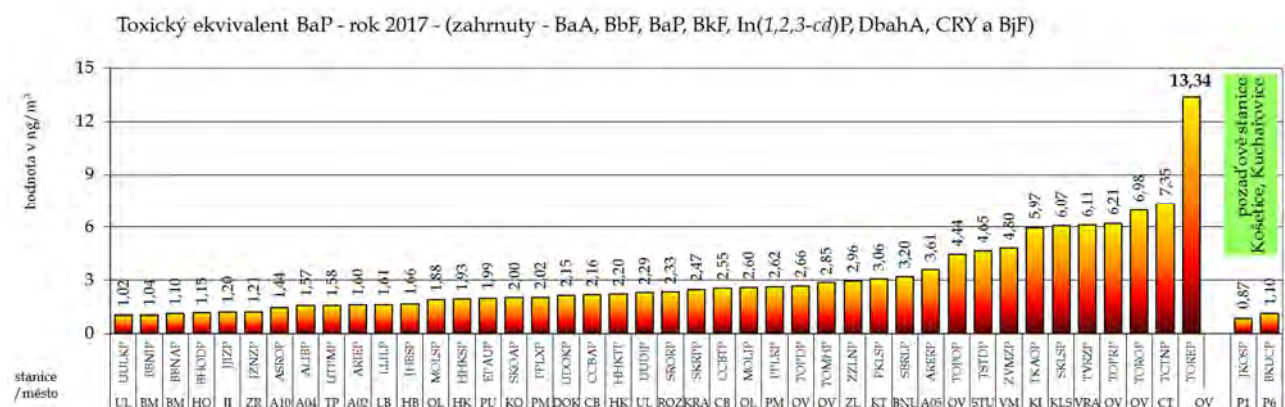
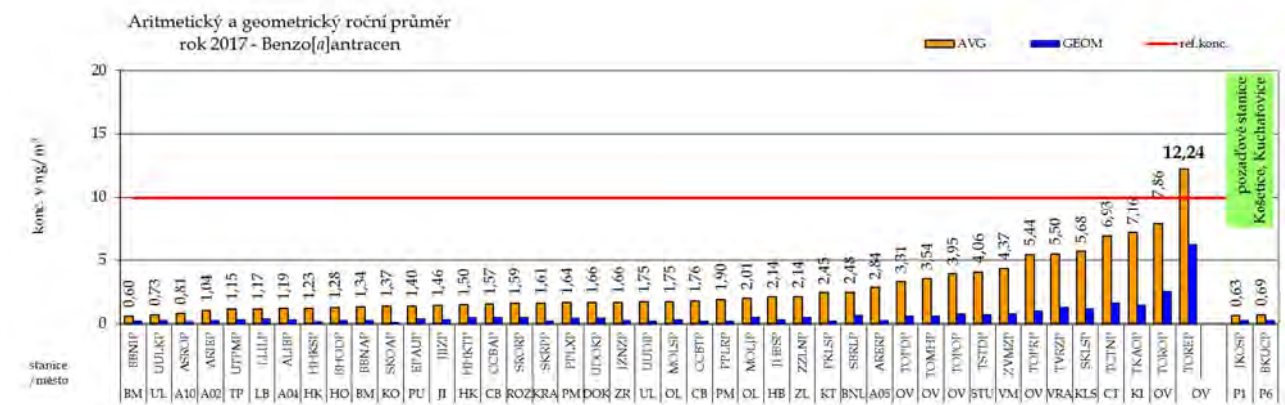
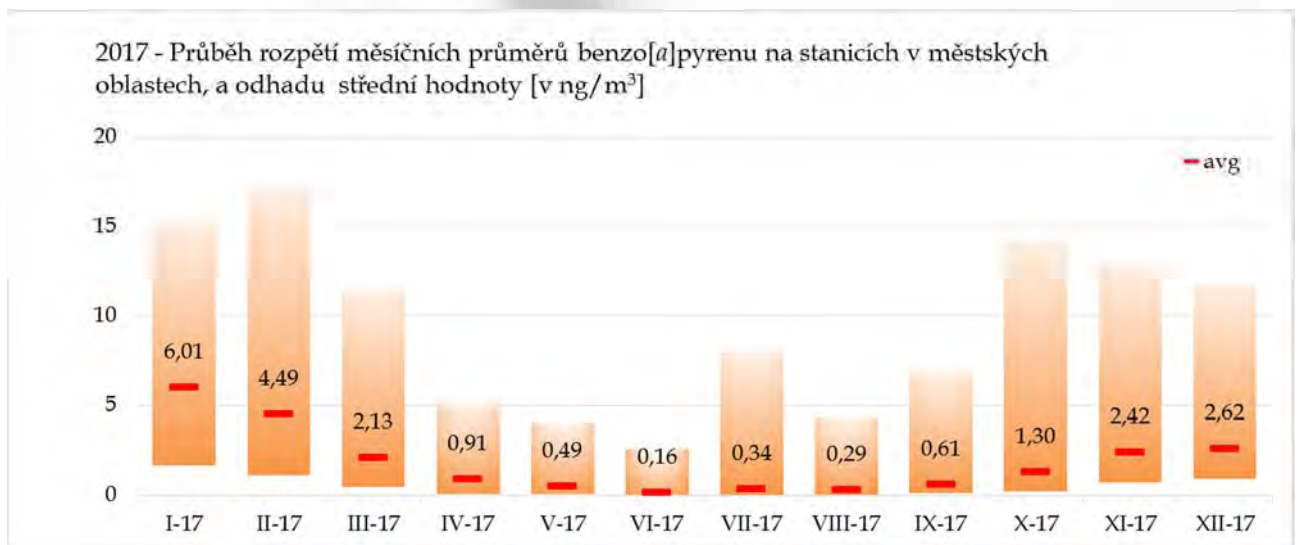




Graf č. 6. - Roční aritmetické průměry benzenu v ovzduší městských lokalit a na jednotlivých hodnocených stanicích

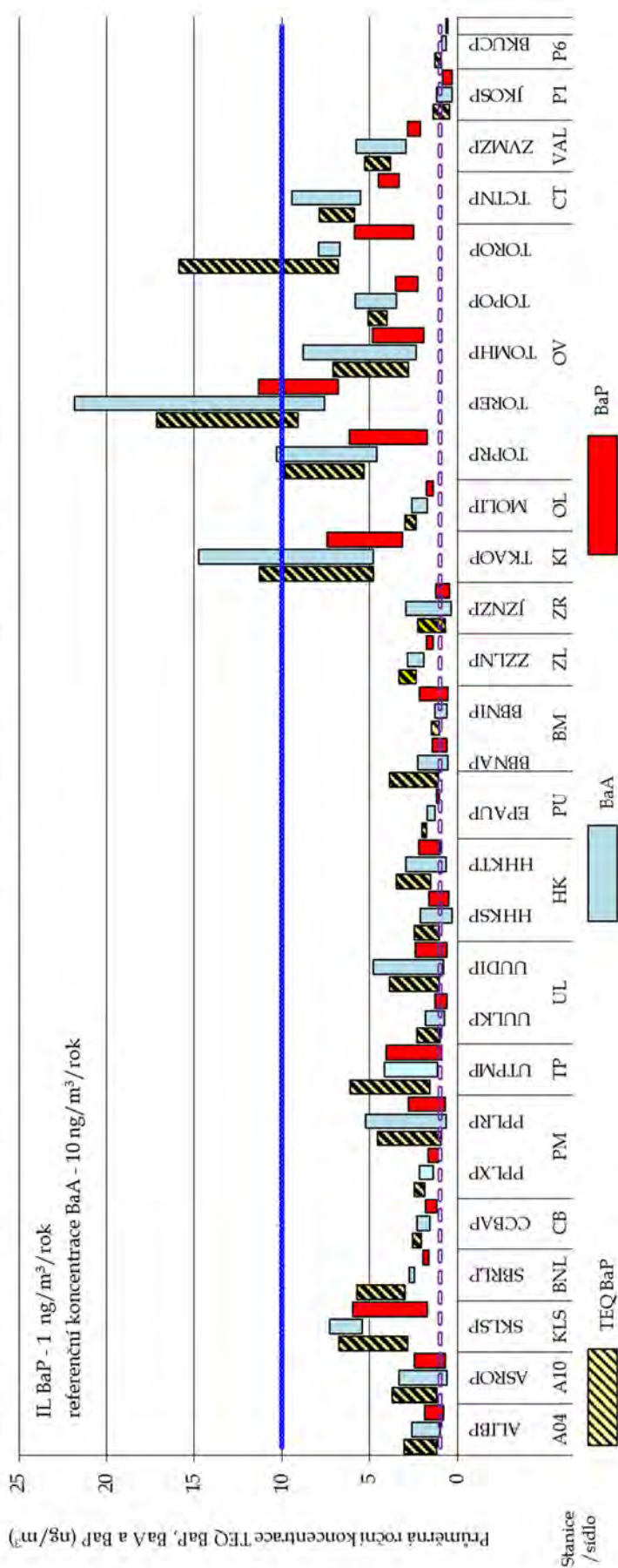


Graf č. 7. a, b, c – Aritmetické průměry BaA a TEQ BaP, sezónní chování BaP

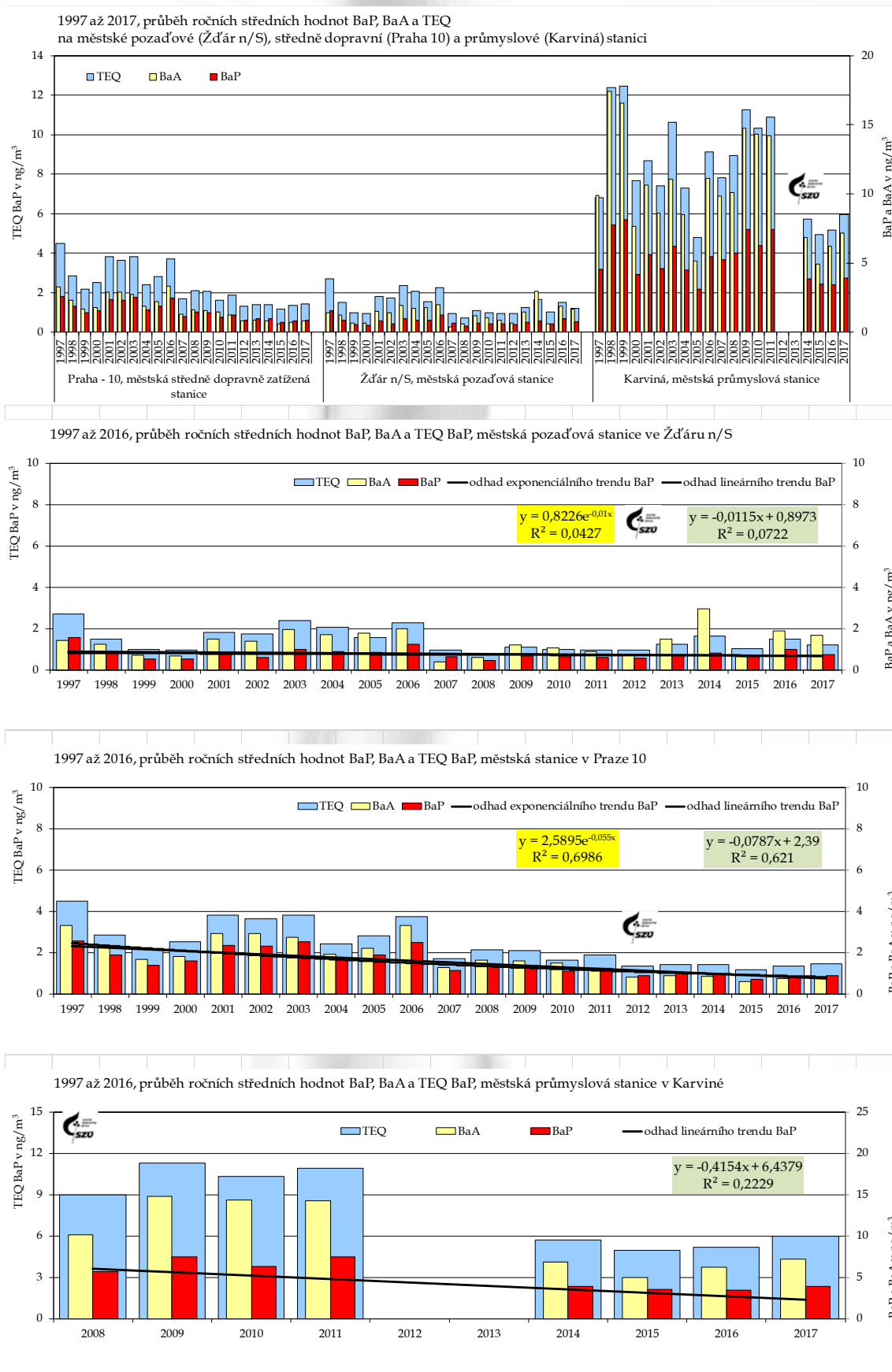


Graf č. 8. 2005 – 2017, rozpětí ročních středních hodnot BaP

Rozpětí hmotnostních koncentrací BaP, BaA a TEQ BaP v ovzduší stanic v monitorovaných městech v období 2005 – 2017, hodnoceny stanice, které měří minimálně 5 let nepřetržitě - (P1 - EMEP Košetice, P6 - Kuchařovice)

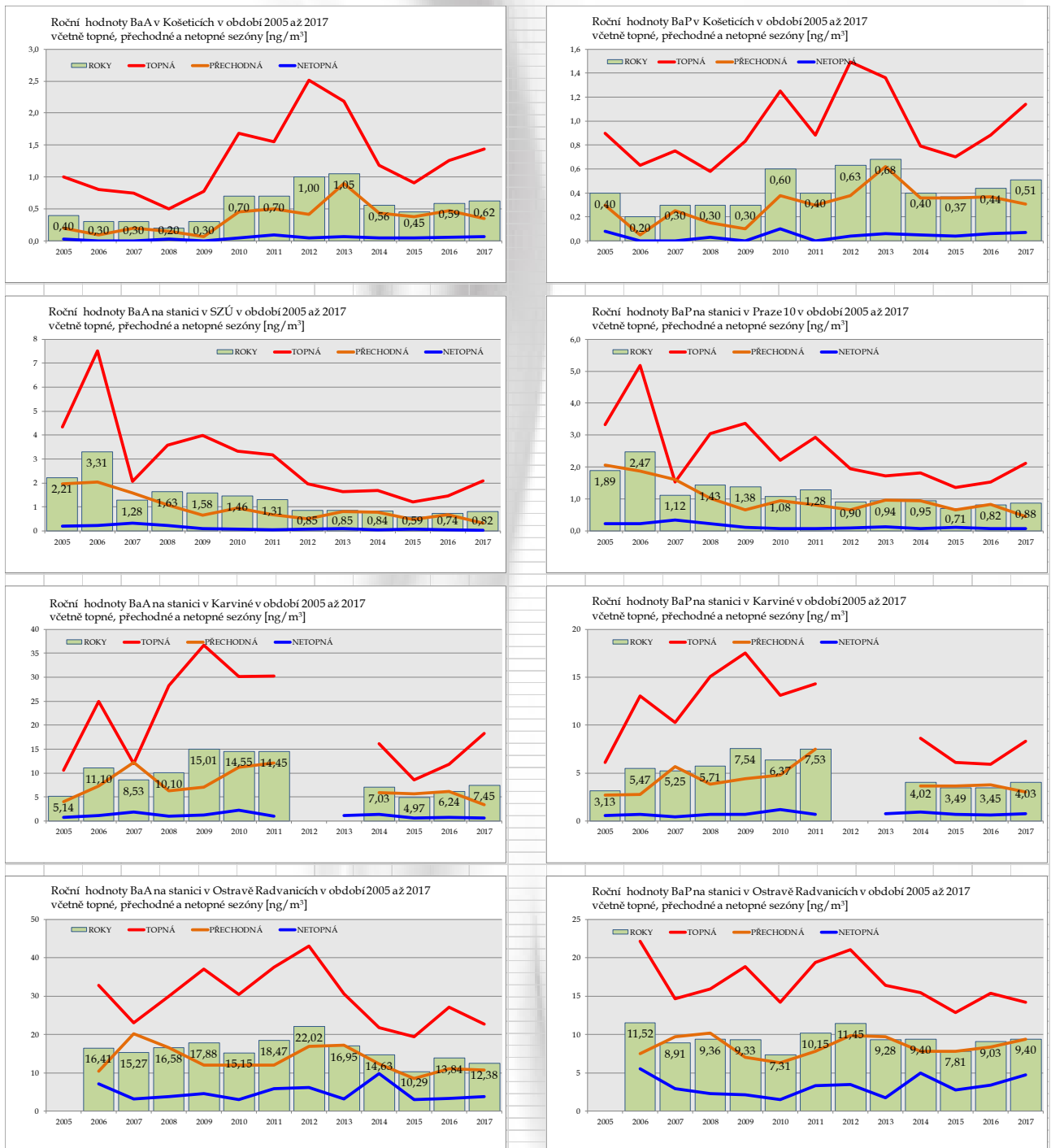


Graf č. 9. a, b, c, d – Vybrané stanice - hodnoty (1997 – 2017) a odhad trendu BaP

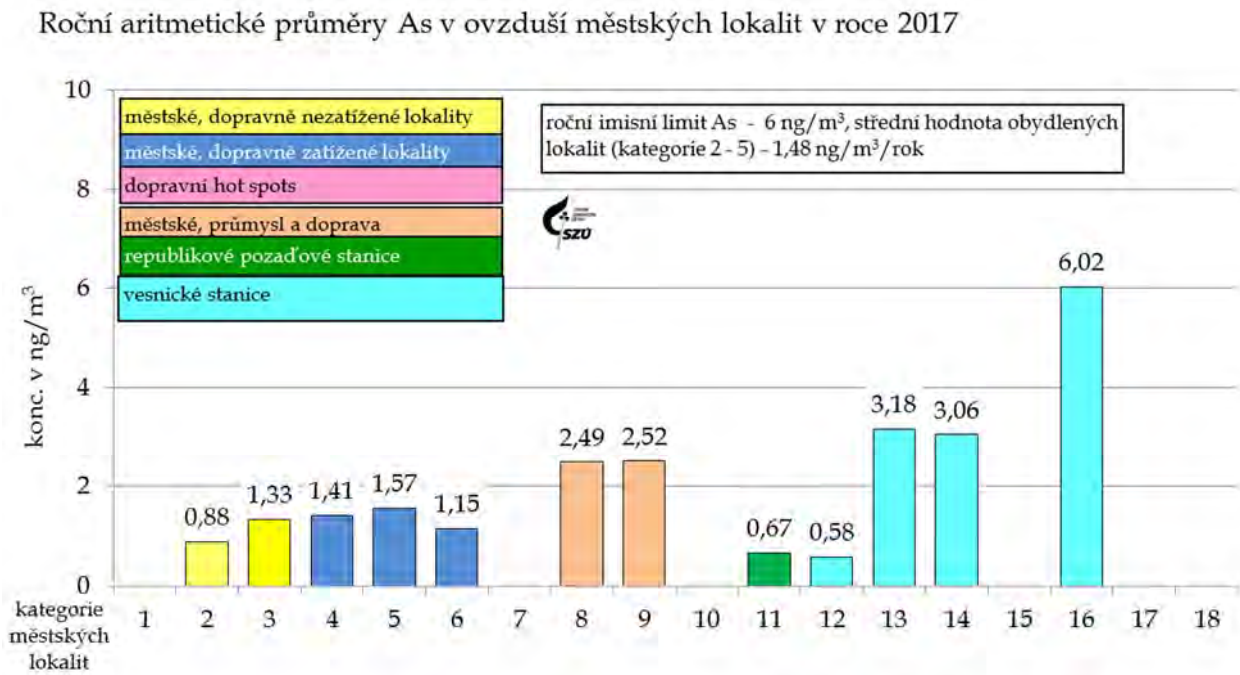




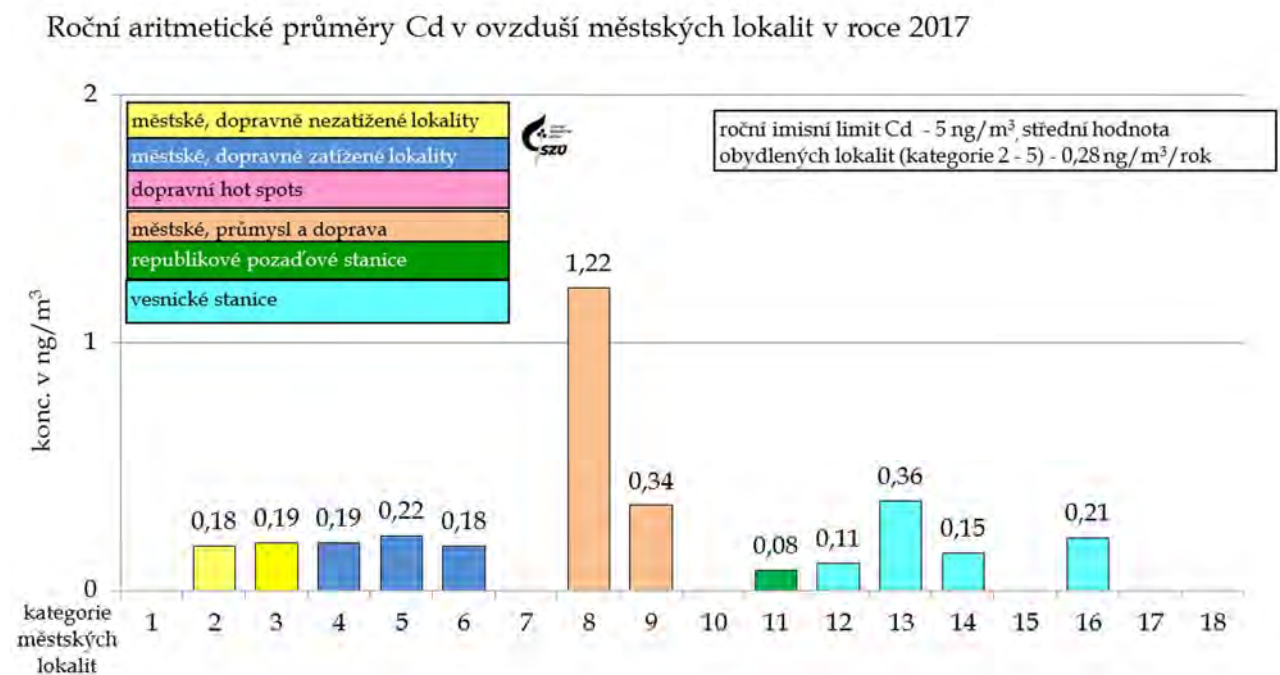
Graf č. 10. a až h – Trendy průběhů sezónních průměrů BaA a BaP na stanicích v Košeticích, SZÚ Praha, Karviné a v Ostravě - Bartovicích



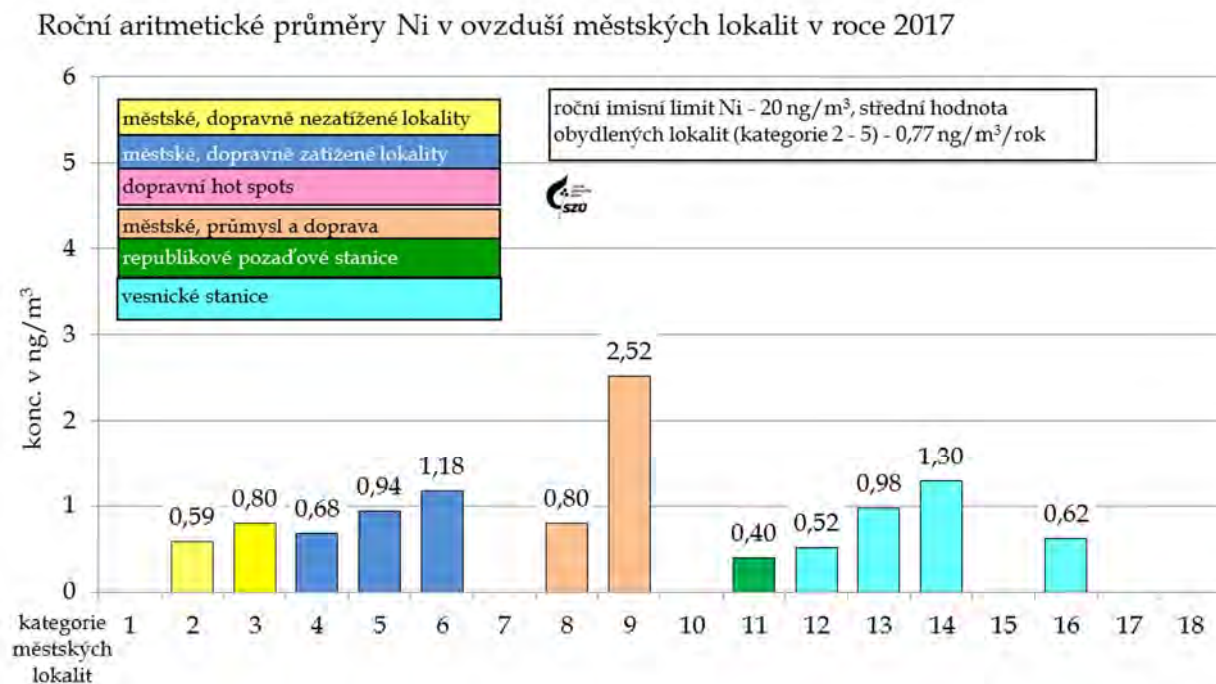
Graf č. 11. - Roční aritmetické průměry As v ovzduší obydlých lokalit



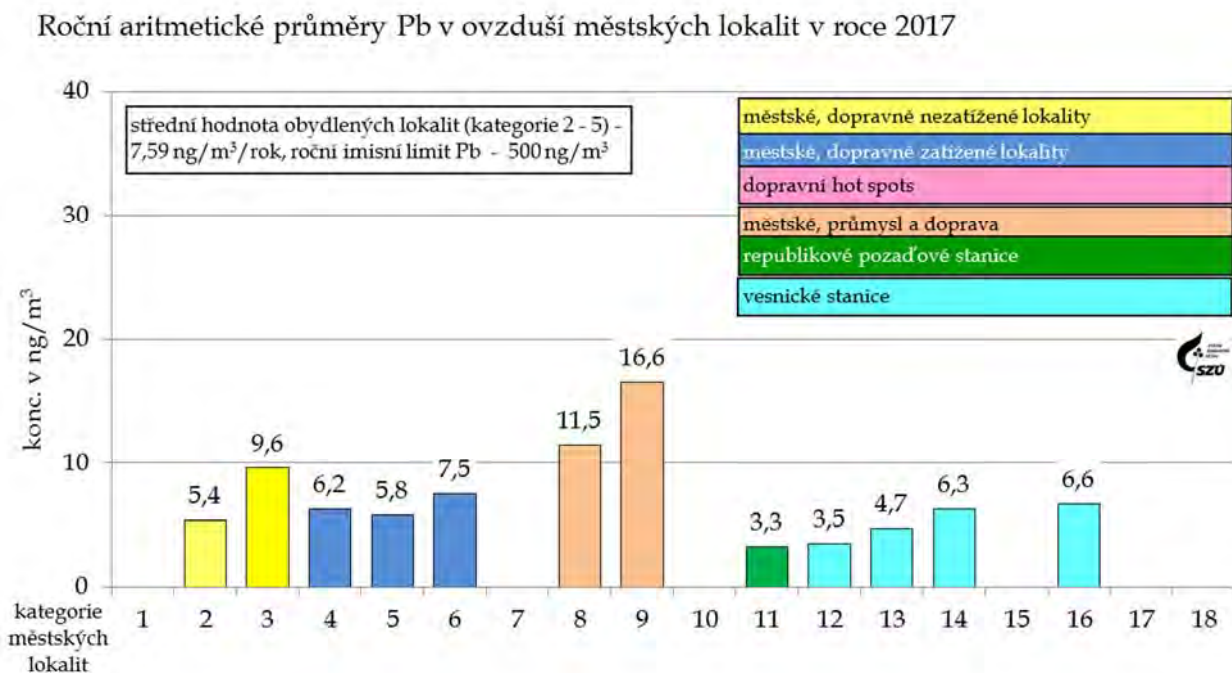
Graf č. 12. - Roční aritmetické průměry Cd v ovzduší obydlých lokalit



Graf č. 13. - Roční aritmetické průměry Ni v ovzduší obydlých lokalit



Graf č. 14. - Roční aritmetické průměry Pb v ovzduší obydlých lokalit

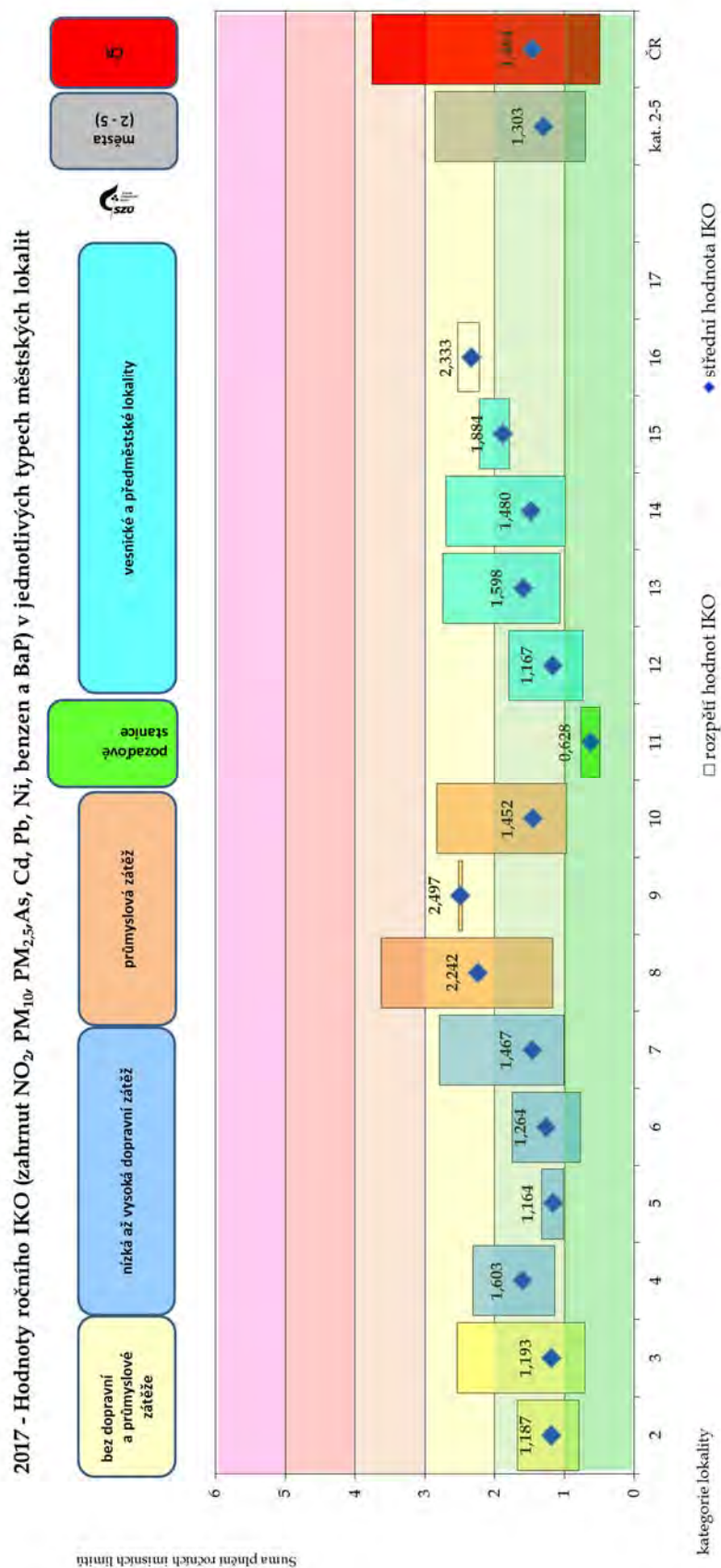


Graf č. 15. 2017, As, Cd, Cr, Mn, Ni a Pb průběh měsíčních hodnot ve frakci PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> a podíl ve frakci PM<sub>2,5</sub>

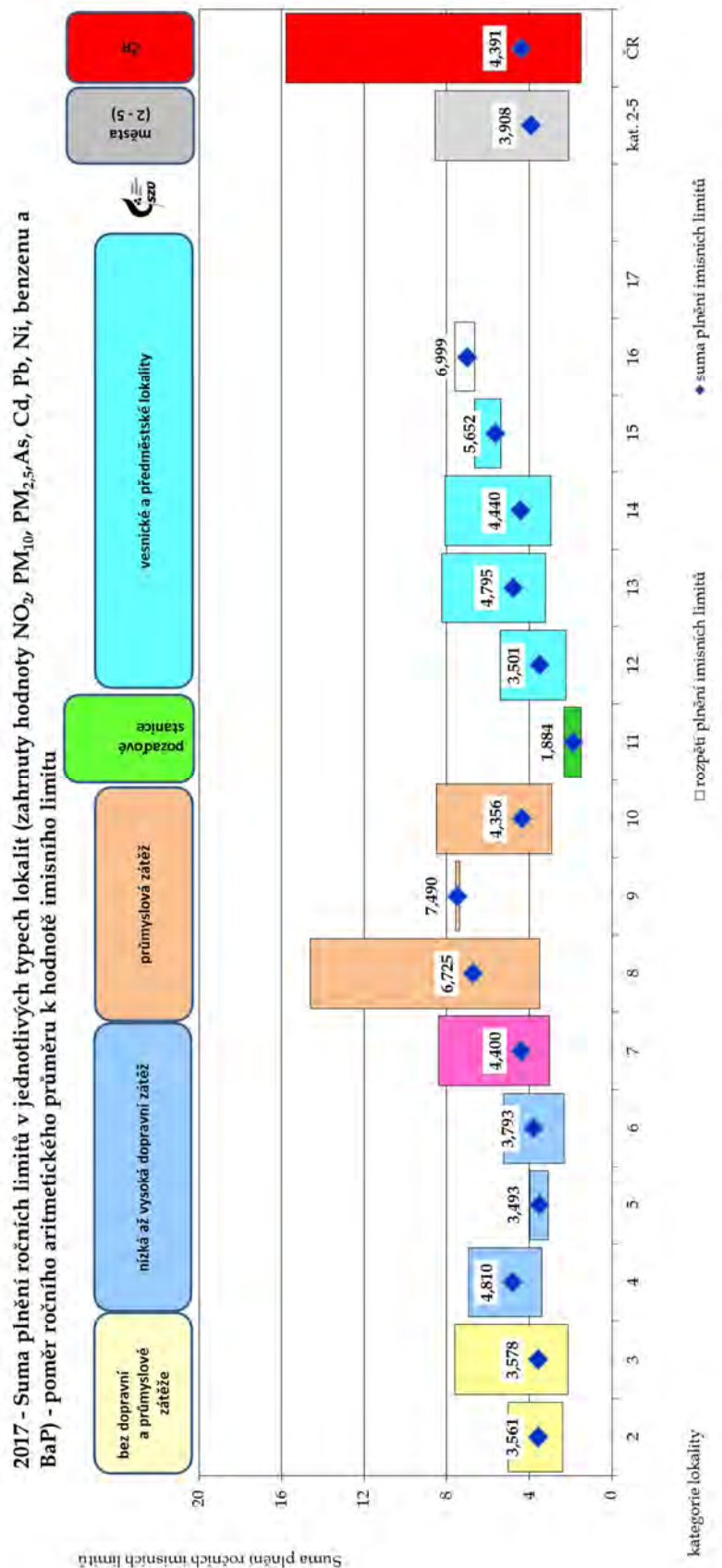




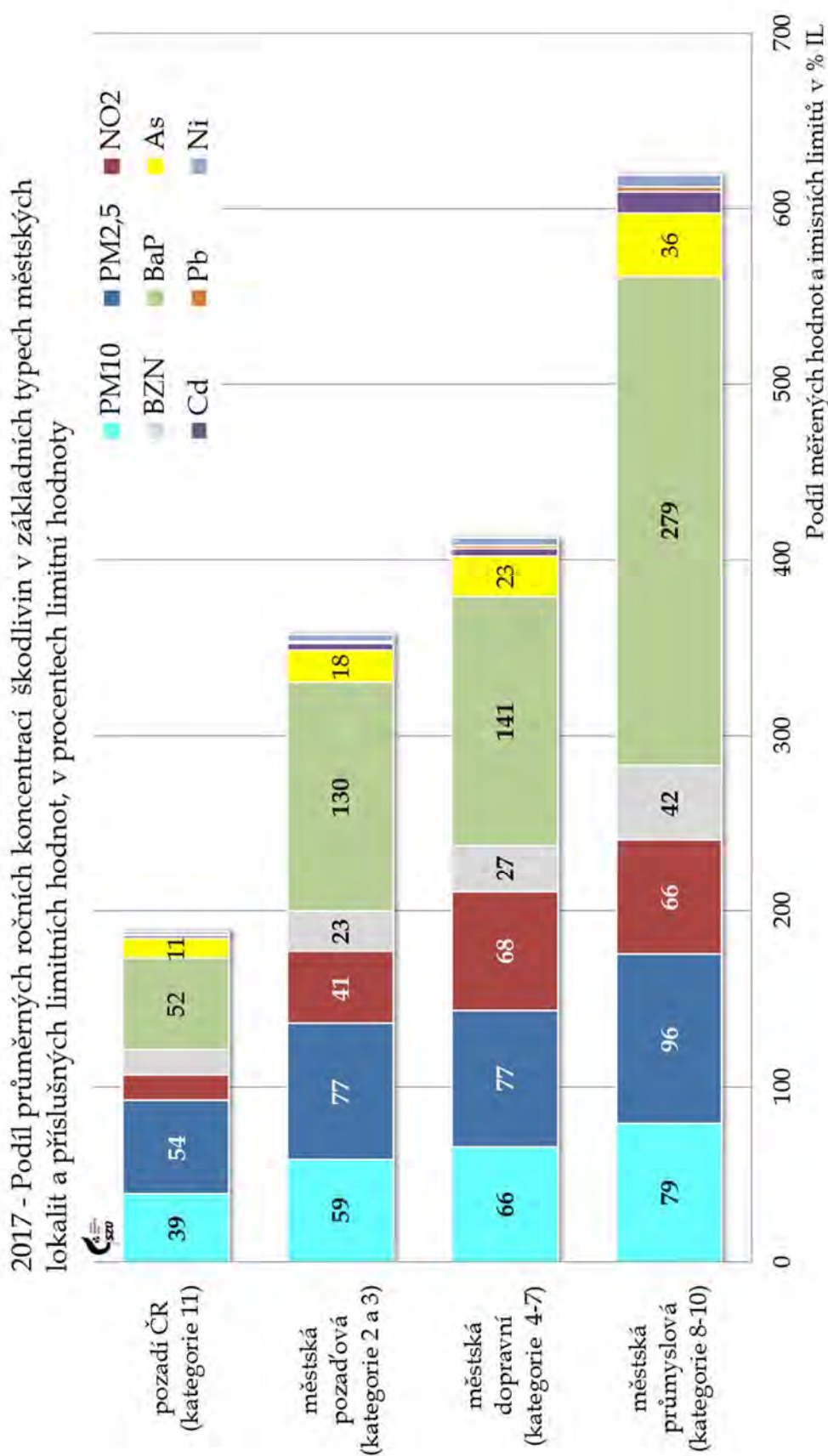
Graf č. 16. – Hodnoty rozpětí ročního IKO (zahrnuty hodnoty NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, As, Cd, Pb, Ni, benzenu a BaP) v jednotlivých typech lokalit



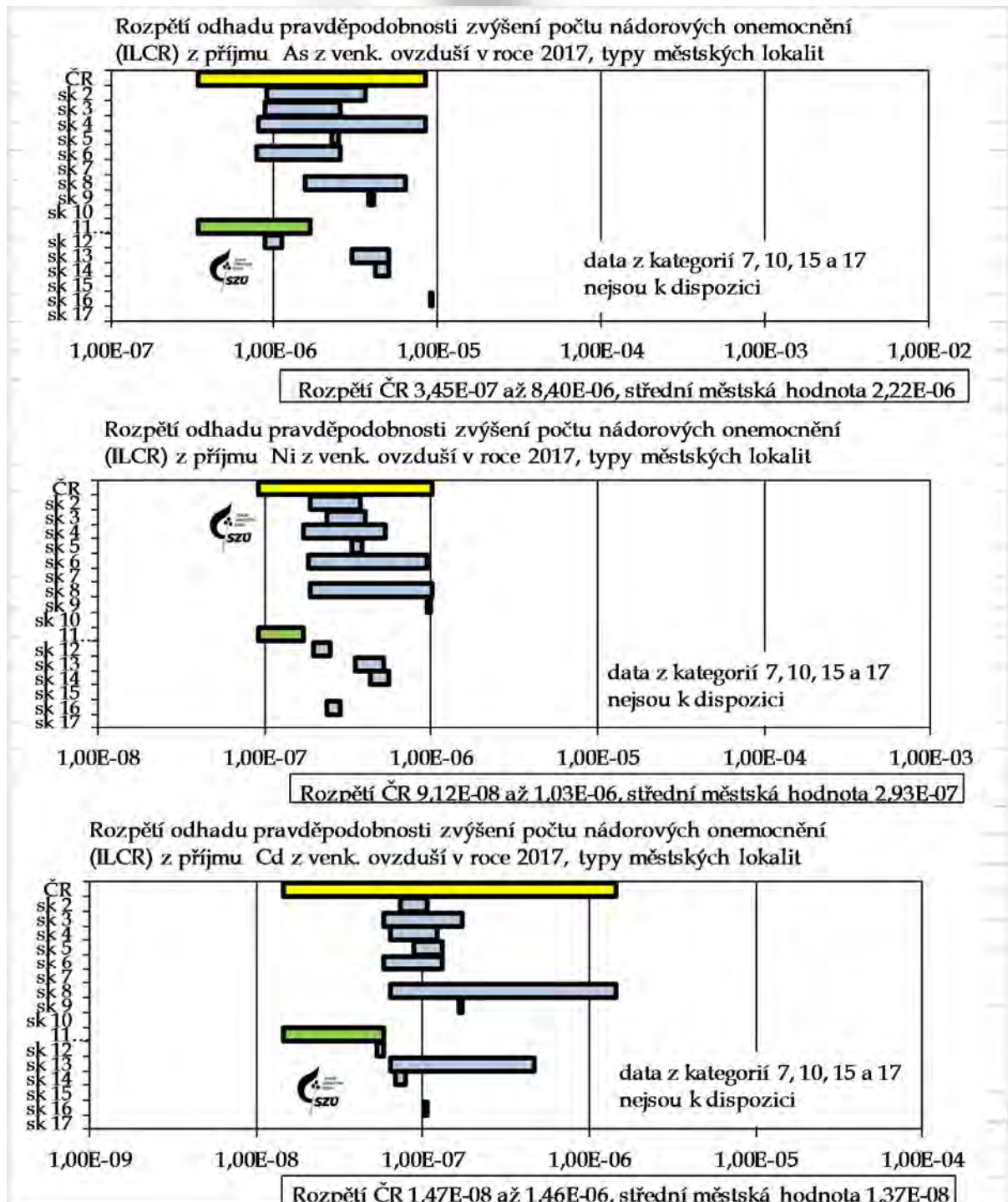
Graf č. 17. – Rozpětí hodnot sumy plnění ročních imisních limitů v jednotlivých typech lokalit - poměr ročního aritmetického průměru k hodnotě imisního limitu (zahrnuty hodnoty NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, As, Cd, Pb, Ni, benzenu a BaP)



Graf č. 18 - Podíl průměrných ročních koncentrací škodlivin v základních typech městských lokalit a příslušných limitních hodnot, v procentech limitní hodnoty

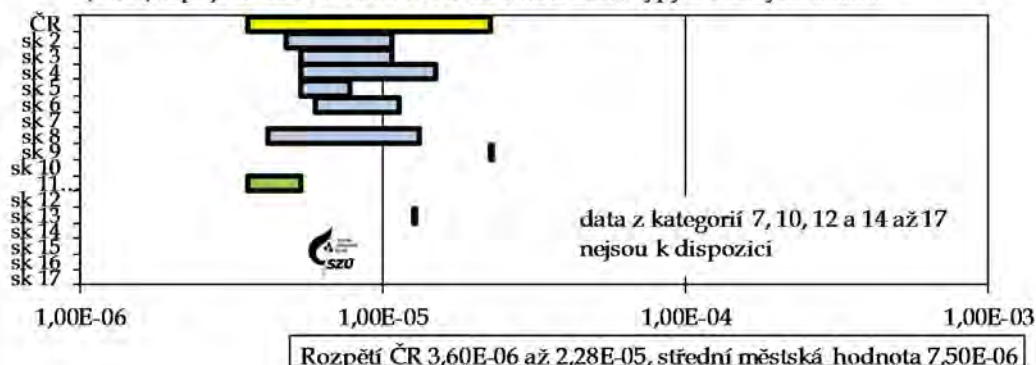


Graf č. 19. a, b, c, d, e, f - Rozpětí odhadu pravděpodobnosti zvýšení počtu nádorových onemocnění z příjmu As, Ni, Cd, benzenu a BaP z venkovního ovzduší pro jednotlivé typy městských lokalit

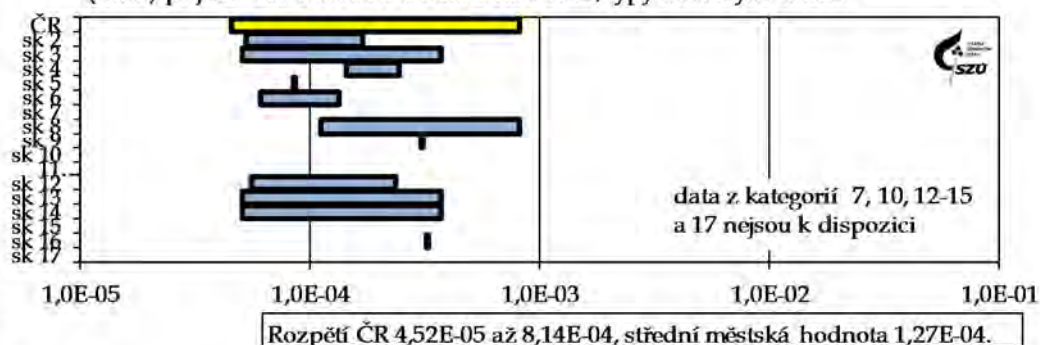




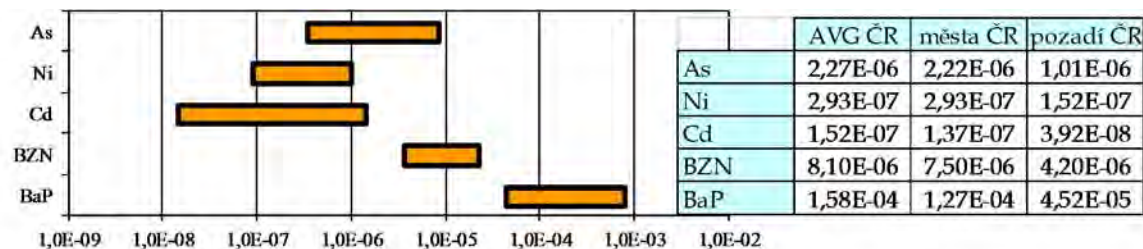
Rozpětí odhadu pravděpodobnosti zvýšení počtu nádorových onemocnění (ILCR) z příjmu BZN z venk. ovzduší v roce 2017, typy městských lokalit



Rozpětí odhadu pravděpodobnosti zvýšení počtu nádorových onemocnění z (ILCR) příjmu BaP z venk. ovzduší v roce 2017, typy městských lokalit



2017 - Rozpětí odhadu pravděpodobnosti zvýšení počtu nádorových onemocnění (ILCR) z příjmu As, Ni, Cd, benzenu a BaP z venkovního ovzduší



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



## Seznam tabulek

Tabulka č. 1. – Souhrn monitorovaných parametrů kvality venkovního ovzduší v jednotlivých sídlech .....	10
Tabulka č. 2. - Referenční postupy vzorkování a analytické postupy .....	14
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) .....	21
Tabulka č. 4. - Referenční koncentrace vydané SZÚ (v $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - (podle § 27, odst. 6, b, zákona č. 201/2012 Sb.) .....	22
Tabulka č. 5. - Hodnoty TEF pro jednotlivé látky [Zdroj: US EPA] .....	35
Tabulka č. 6. - Meze detekce používaných automatizovaných/on-line postupů .....	36
Tabulka č. 7. - Meze detekce používaných aspiračních/nepřímých postupů .....	36
Tabulka č. 8 – Vývoj (2008 – 2017) hodnot navýšení celkové roční úmrtnosti o „předčasná úmrtí“ za posledních 10 let - střední hodnota a rozpětí hodnot v ČR43	
Tabulka č. 9 – počet roků ztráty života (zaokrouhlen na celé stovky) .....	44
Tabulka č. 10. – Hodnoty jednotkového rizika .....	47
Tabulka č. 11. – 2017 - Minimální, maximální a střední hodnota (AVG) zdravotního rizika (ILCR) pro ČR a odhad střední hodnoty v monitorovaných sídlech .....	47
Tabulka č. 12. – Vývoj (2010 – 2017) rozpětí hodnot karcinogenního populačního rizika v ČR (min/max) na 10 mil. obyvatel .....	47
Tabulka č. 13. – Souhrn monitorovacích programů měření kvality venkovního ovzduší na jednotlivých zahrnutých stanicích (A – automatické měření, M – manuální, kovy ve frakci $\text{PM}_{10}$ a $\text{PM}_{2,5}$ , BaP a benzen) .....	66
Příloha č. 3 - Tabulka č. 14 - Úrovně zátěže a odhad potenciálních zdravotních účinků pro základní látky, těžké kovy, benzen a BaP v roce 2017 pro jednotlivé typy městských lokalit (kategorizace viz příloha č. 1). Hodnoty jsou uvedeny v $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a v $\text{ng}/\text{m}^3$ – kovy a PAU .....	72





# **System monitorování**



## **zdravotního stavu obyvatelstva České republiky ve vztahu k životnímu prostředí**

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

**Odborná zpráva za rok 2017**

**1. vydání, 109 stran**

**Vydáno na informačním CD MZSO s ISBN 978-80-7071-376-1**