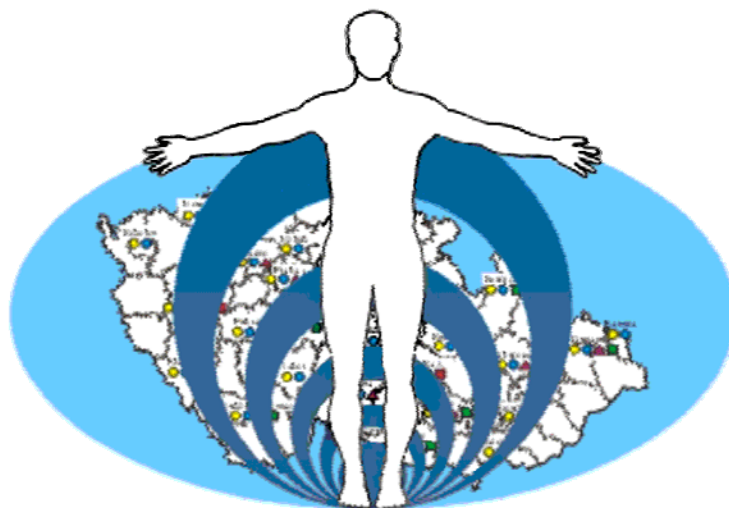


System monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí



Subsystem I.

Zdravotní důsledky a rizika znečištění ovzduší

Odborná zpráva za rok 2015



Státní zdravotní ústav
Praha, září 2016

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. Mgr. Michaela Lustigová Ing. Miroslava Mikešová RNDr. Vladimíra Puklová Mgr. Lenka Šubčíková Ing. Věra Vrbíková Hana Hrušková Marie Mocová

Vydáno na informačním CD MZSO

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. SOUHRN HODNOCENÝCH PARAMETRŮ	10
III. REFERENČNÍ POSTUPY	14
IV. SBĚR A PŘENOS DAT	16
V. SYSTÉM QA/QC.....	18
VI. Ukazatele kvality venkovního ovzduší	20
1 Sledované škodliviny	21
2 Imisní limity a referenční koncentrace SZÚ	21
3 Základní sledované látky	23
3.1 Oxid siřičitý - SO ₂	23
3.2 Suma oxidů dusíku - NO _x	23
3.3 Oxid dusnatý - NO.....	24
3.4 Oxid dusičitý - NO ₂	24
3.5 Suspendované částice frakce PM ₁₀	25
3.6 Suspendované částice frakce PM _{2,5}	26
3.7 Oxid uhelnatý - CO	27
3.8 Prašný aerosol (TSP)	27
3.9 Ozón - O ₃	27
4 Těžké kovy	28
4.1 Arsen - As	29
4.2 Kadmium - Cd.....	30
4.3 Olovo - Pb	30
4.4 Nikl - Ni	31
4.5 Mangan - Mn.....	31
4.6 Chrom - Cr	32
4.7 Vanad, železo, kobalt, zinek, selen, berylium a měď	32
5 Specifické sledované látky	32
5.1 VOC - těkavé organické látky	32
5.2 PAU - polycyklické aromatické uhlovodíky	33
6 Validace naměřených hodnot	36
6.1 Hodnoty pod mezí detekce použitých analytických postupů	36
6.2 Zásahy do hodnot naměřených v roce 2015	37
VII. Komplexní hodnocení kvality ovzduší.....	38
A. INDEX KVALITY OVZDUŠÍ - IKO_R	38
B. SUMA PLNĚNÍ ROČNÍCH IMISNÍCH LIMITŮ	39
C. HODNOCENÍ RIZIK	40
VIII. DISKUSE.....	48
IX. ZÁVĚRY	52
X. SOUHRN.....	54
1 Základní látky (SO₂, NO, NO₂, NO_x, PM₁₀, PM_{2,5}, CO, O₃)	55
2 Kovy v suspendovaných částicích (As, Cd, Cr, Mn, Ni a Pb)	57
3 Organické látky (PAU a VOC)	58
4 Komplexní hodnocení kvality ovzduší	60
4.1 Index kvality ovzduší (IKO _R).....	61
4.2 Suma plnění ročních imisních limitů.....	61
4.3 Hodnocení zdravotních rizik.....	62

Příloha č. 1 - Třídy kategorií měřicích stanic	65
Příloha č. 2 - Souhrnné zpracování	71
Příloha č. 3 - Pylová informační služba	73
Příloha č. 4. - Grafická prezentace výsledků za rok 2015	85

POZNÁMKA:

Část II. - Tabelární a grafické zpracování dat za jednotlivá sledovaná sídla a pražské obvody je ve formátu „*.xls“ umístěno na internetové stránky SZÚ. (viz <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/odborna-zprava-za-rok-2015>)

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 2015 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 74, převážně městských stanic Státní imisní sítě provozovaných ČHMÚ.

Předkládaná zpráva obsahuje výsledky za **dvacátý druhý** 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, publikovaná pouze v digitální formě, obsahuje sledované charakteristiky pro jednotlivá města ve formě samostatných tabelárně - grafických modulů. Snahou autorů byla maximální přehlednost a 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. SOUHRN HODNOCENÝCH PARAMETRŮ

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

Sídlo/městská část	kód	SO ₂	NO _x	TSP	kovy PM ₁₀ /PM _{2,5}	NO	NO ₂	CO	O ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	Pyly	PAU (BaP)	VOC
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		+/N			+/N	+/N		+	+	+			
KOLÍN	KO				+N/					+/N				
PŘÍBRAM	PB		+			+	+			+				
ČESKÉ BUDĚJOVICE	CB	+	+		+/	+	+		+	+	+		+	
KLATOVY	KT		+/N		+N/	+/N	+/N		+/N	+/N				
PLZEŇ	PM	+	+		+/	+	+	+	+	+	+	+	+	
SOKOLOV	SO	+	+		+/	+	+		+	+	+		+	
DĚČÍN	DC	+/N	+			+	+			+/N				
JABLONEC NAD NISOU	JN									+/N				
LIBEREC	LB	+/N	+/N		+N/	+/N	+/N		+/N	+/N	+/N	+	+/N	
MOST	MO		+			+	+		+	+	+			+
ÚSTÍ NAD LABEM	UL	+	+		+/+	+	+	+	+	+	+	+	+	+/N
HRADEC KRÁLOVÉ	HK	+/N	+		+/	+	+	+	+	+	+		+	
HAVLÍČKŮV BROD	HB				+/					+				
ÚSTÍ NAD ORLICÍ	UO				+/					+/N		+		
BRNO	BM	+	+		+/	+	+	+	+	+	+	+	+	
HODONÍN	HO				+/					+			+	

Sídlo/městská část	kód	SO ₂	NO _x	TSP	kovy PM ₁₀ /PM _{2,5}	NO	NO ₂	CO	O ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	Pyly	PAU (BaP)	VOC
JIHLAVA	JI	+	+		+/	+	+	+	+	+	+	+	+	
ŽDÁR NAD SÁZAVOU	ZR				+/					+	+		+	
KARVINÁ	KI	+	+		+/	+	+		+	+	+		+	
OLOMOUC	OL		+		+/	+	+			+	+		+	
OSTRAVA	OS	+	+		+/+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

SÍDLA NEBO STANICE MIMO SYSTÉM MZSO

Sídlo/městská část	kód	SO ₂	NO _x	TSP	kovy PM ₁₀ /PM _{2,5}	NO	NO ₂	CO	O ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	Pyly	PAU	VOC
BEROUN	BE		+			+	+	+		+	+			
OKRES KLADNO	OKL				+/					+				
KLADNO-ŠVERMOV	KLS	+	+		+/	+	+			+			+	
BRANDÝS N/LABEM	BNL												+	
MLADÁ BOLESLAV	MB		+			+	+		+	+				
TÁBOR	TA		+			+	+	+	+	+				
CHEB	CH						+			+				
KARLOVY VARY	KV									+/N		+		
MARIÁNSKÉ LÁZNĚ	ML	+	+	+										
FRANTIŠKOVY LÁZNĚ	FL	+	+	+										
ČESKÁ LÍPA	CL									+				
CHOMUTOV	CHO									+				
LITOMĚŘICE	LT	+	+/N			+/N	+/N		+	+				
TEPLICE	TP	+							+	+	+		+	
TANVALD	TAN				+/					+				
SOUŠ	S				+/									
JIZERKA	J				+/									
LOM U MOSTU	LM				+/									
PARDOBICE	PU	+	+		+/	+	+		+	+	+		+	+
TRUTNOV	TU									+/N				

Sídlo/městská část	kód	SO ₂	NO _x	TSP	kovy PM ₁₀ /PM _{2,5}	NO	NO ₂	CO	O ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	Pyly	PAU	VOC
ZLÍN	ZL	+	+		+/	+	+		+	+	+		+	
PROSTĚJOV	PRO									+				
TŘEBÍČ	TR									+				
UHERSKÉ HRADIŠTĚ	UH		+			+	+	+		+				
ZNOJMO	ZN		+			+	+			+	+			
FRÝDEK-MÍSTEK	FM		+			+	+			+				
TŘINEC	TRI		+			+	+		+	+	+			+
OPAVA	OP		+			+	+		+	+				
PŘEROV	PR	+							+	+				
ŠUMPERK	SU	+/N					+/N		+/N	+				
ORLOVÁ	ORL									+				
ČESKÝ TĚŠÍN	CT	+	+		+/	+	+			+			+	
HAVÍŘOV	HA									+				
MORAVSKÁ TŘEBOVÁ	MT		+/N			+/N	+/N							
VALAŠSKÉ MEZIŘÍČÍ	VAM												+	
VĚŘŇOVICE	VER	+	+			+	+			+	+			

REPUBLIKOVÉ POZAŽOVÉ STANICE

KOŠETICE - EMEP	P1	+	+		+/+	+	+	+	+	+	+		+	
BÍLÝ KŘÍŽ - EMEP	P2	+	+		+/	+	+		+					
RUDOLICE V HORÁCH	P3								+	+				
JESENÍK	P4	+	+			+	+		+	+				
SVRATOUCH	P5				+/				+					
ČERVENÁ HORA	P6				+/									
KUCHAŘOVICE	P7				+/								+	
CHURÁŇOV	P8				+/									
CĚLKEM HODNOCENO LOKALIT/ŠÍDEL		23	44	2	32/5	36	38	12	31	53	25	9	23	5

Pozn: N - nehodnotitelné, buď ukončeno měření v průběhu roku 2015 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 ₁₀ (PM _{2,5}) částic	arsen	7440-38-2	ČSN 14902: „Kvalita ovzduší - Normovaná metoda pro stanovení Pb, Cd, As, Ni ve frakci PM ₁₀ aerosolových částic“ (2006)
	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“ (2013)
	oxid dusnatý, dusičitý, suma NO _x	10102-44-0	ČSN 14211: „Kvalita ovzduší - normovaná metoda stanovení oxidu dusičitého a oxidu dusnatého chemiluminiscencí“ (2014)
	oxid uhelnatý	630-08-0	ČSN 14626: „Kvalita ovzduší - normovaná metoda stanovení oxidu uhelnatého nedisperzní infračervenou spektrometrií“ (2013)
	ozón	10028-15-6	ČSN 14625: „Kvalita ovzduší - normovaná metoda stanovení ozonu ultrafialovou spektrometrií“ (2013)
Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)	PAU o rozsahu ISO EN 12884		ISO 12884: „Stanovení sumy (pevná a plynná fáze) polycyklických aromatických uhlovodíků ve vnějším ovzduší - odběr na filtry a sorbent s analýzou metodou GS/MS“ (2000) ČSN EN 15549 „Kvalita ovzduší - Normovaná metoda stanovení benzo[a]pyrenu ve venkovním ovzduší“ (2010)
Suspendované (aerosolové) částice	TSP PM ₁₀ PM _{2,5}		ČSN 12341: „Kvalita ovzduší - referenční gravimetrická metoda stanovení hmotnostní koncentrace frakcí aerosolových částic PM ₁₀ a PM _{2,5} “ (2014). ČSN 14907: „Kvalita ovzduší - stanovení hmotnostní koncentrace frakcí aerosolových částic PM ₁₀ a PM _{2,5} “ (2014)
Těkavé organické látky (VOC)	benzen, toluen		ČSN EN 14662: „Kvalita ovzduší - normovaná metoda stanovení benzenu“ (2006)

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:
 - 24 hodinové měřené hodnoty získané analýzou vzorků ovzduší, odebraných v manuálních měřicích stanicích provozovaných Zdravotními ústavy, jsou 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 1 a 1/2 hodinové průměrné koncentrace měřených látek. Softwarově je zajištěn výpočet 24 hodinových 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 PM₁₀, PM_{2,5} a znečišťujících látek, které se analyzují v částicích PM₁₀, se objem odběru vzorků vztahuje k vnějším podmínkám v den měření.

- Výsledky analýz kovů v suspendovaných částicích frakce PM₁₀ (PM_{2,5}) a analýz PAU jsou odesílány na SZÚ vždy do dvou měsíců po ukončení čtvrtletí ve formě datových souborů o jednotné datové větě.
- Validovaná imisní data ze zahrnutých stanic ČHMÚ jsou na SZÚ předávána ve čtvrtletních intervalech. Data kovů a PAU jsou z ČHMÚ na SZÚ předávána v ročních dávkových souborech, v průběhu května až června dalšího 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, typu 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 v roce 2015 významně ovlivnila rekonstrukce základní sítě ČHMÚ a sítě CS-MON provozované Zdravotním Ústavem se sídlem v Ústí n/Labem, kdy některé do vyhodnocení zahrnuté stanice nesplnily požadavky na četnost dodávaných dat.

Postupný útlum měření benzenu pak nedovolil zahrnout benzen do odhadu zdravotních rizik.

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 2015 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 založená 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 2015 bylo na celkem 15 stanicích přerušeno měření některého parametru kvality ovzduší buď zcela, nebo zde nebyl měřen minimálně jeden měsíc v celku – jednou z příčin byla i rekonstrukce sítě stanic provozovaných ZÚ se sídlem v Ústí n/Labem;
- validace a verifikace datových souborů – plná funkčnost zpětné vazby (ověření podezřelých hodnot) pracovišti, která přímo provádí měření kvality ovzduší;
- situaci v roce 2015 komplikovaly strukturální změny měřicí sítě 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 imisí 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 (SO₂, NO, NO₂, NO_x, PM₁₀, PM_{2,5}), rozšířené o měření hmotnostních koncentrací vybraných kovů v suspendovaných částicích frakce PM₁₀ (výběrově ve frakci PM_{2,5}). Ve vybraných oblastech je zavedeno měření dalších látek, mezi které patří ozón, oxid uhelnatý, z organických látek benzen, toluen a skupina deseti (výběrově dvanácti) PAU.

Zpracovávané výsledky za 66 sídel (a 8 pražských částí) zahrnují celkem 99 měřicích stanic, z toho 21 stanic provozuje hygienická služba a 74 stanic je součástí Státní imisní sítě ČHMÚ. Do zpracování jsou tak pro srovnání zahrnuta i data ze dvou pozad'ových stanic EMEP (Co-operative programme for the monitoring and evaluation of the long range transmission of air pollutants in Europe), Košetice (kód ISKO - JKOS) a Bílý Kříž (kód ISKO - TBKR), provozovaných ČHMÚ v České republice. Součástí jsou dále stanice - Jeseník, Svatouch, Rudolice v Horách, Kuchařovice a Červená, které mají 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 (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 tak byla data o kvalitě ovzduší za rok 2015 pro vybrané škodliviny (NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, 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. 1**, kde jsou uvedena i ostatní identifikační čísla přidělená stanicím provozovaným ZÚ/SZÚ v závislosti na měřicím programu (PAU, TK ve frakci PM₁₀ nebo TK ve frakci PM_{2,5}). Interpretace získaných výstupů je zahrnuta v hodnocení jednotlivých látek ve formě grafického zobrazení v grafické **příloze č. 4**.

1 Sledované škodliviny

Základní

Oxid siřičitý - SO₂, oxidy dusíku - NO/NO₂/NO_x, prašný aerosol TSP, suspendované částice frakce PM₁₀/frakce PM_{2,5}, oxid uhelnatý - CO a ozón - O₃ a vybrané kovy v suspendovaných částicích frakce PM₁₀ (na pěti stanicích ve frakci PM_{2,5}) - As, Cd, Cr, Mn, Ni a Pb, výběrově Cu, V, Fe, Co, Se, Zn, Be a Hg.

Výběrově sledované látky:

Polycyklické aromatické uhlovodíky - PAU a těkavé organické sloučeniny - VOC

- PAU (rozsah US EPA TO 13) - fenantren, antracen, fluoranten, pyren, 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, floren, coronen a toxický ekvivalent benzo[*a*]pyrenu
- VOC - (benzen, toluen)

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 ³)	Poznámka: Další kritéria plnění IL
oxid siřičitý SO ₂	24 hod	125	nesmí být překročena více jak 3krát/rok
	1 hod	350	nesmí být překročena více jak 24krát/rok
suspendované částice frakce PM ₁₀	rok	40	-
	24 hod	50	nesmí být překročena více jak 35krát/rok
suspendované částice frakce PM _{2,5}	rok	25	-
oxid dusičitý NO ₂	rok	40	-
	1 hod	200	nesmí být překročena více jak 18krát/rok
oxid uhelnatý CO	8 hodin	10 000	maximální 8hod. klouzavý průměr
benzen C ₆ H ₆	rok	5	-
ozón O ₃	8 hodin	120	maximální 8hod. klouzavý průměr, nesmí být překročen více jak 25krát/rok, v průměru za tři roky
olovo Pb	rok	0,5	ve frakci PM ₁₀
kadmium Cd	rok	0,005	ve frakci PM ₁₀
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 ^d	N	
akrylonitril	107-13-1		0,05	rok	WHO ^a	2B	
benzo[a]antracen	56-55-3		0,01	rok	SZÚ ^b	2 A	
1,2-dichloreten	107-06-2		1	rok	WHO ^a	2B	
dichlormetan	75-09-2	3000		den	WHO ^a	2B	
etylbenzen	100-41-4	400			SZÚ ^b	2B	
fenantren	85-01-8		1		SZÚ ^b	3	
fenol	108-95-2	20		rok	RIVM ^c	3	
fluor a anorg. slouč.	7782-41-4	50		rok	SZÚ ^b	N	
formaldehyd	50-00-0	60		hodina	SZÚ ^b	2A	
chlorbenzen	108-90-7	100		rok	SZÚ ^b	N	
chrom šestimocný	1854-02-99		$2,5 \times 10^{-5}$	rok	WHO ^a	1	
mangan	7439-96-5	0,15		rok	WHO ^a	N	
sirouhlík	75-15-0	100*		den	WHO ^a	N	1
sirovodík	4.6.7783	150*		den	WHO ^a	N	2
styren	100-42-5	260*		rok	WHO ^a	2B	3
tetrachloreten	127-18-4	250		rok	WHO ^a	2A	
tetrachlormetan	56-23-5	20		rok	SZÚ ^b	N	
toluen	108-88-3	260		rok	WHO ^a	N	
trichloreten	79-01-6		2,3	rok	WHO ^a	2A	
trichlormetan	67-66-3	100		rok	RIVM ^c	2B	
vanad	7440-62-2	1		den	WHO ^a	N	
vinylchlorid	75-01-4		1	rok	WHO ^a	1	
suma xylenů	1330-20-7	100		rok	IRIS ^e	3	

Vysvětlivky:

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

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

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

* - referenční koncentrace nezajišťují ochranu vůči obtěžování zápachem

^a - Air quality guidelines for Europe second edition 2000

^b - stanoveno NRL pro venkovní ovzduší SZÚ

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

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

^e - Integrated risk information system US

EPA

Klasifikace IARC:

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 dostatečným 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 2015 ve formě imisních charakteristik a tříd četností 24 hodinových koncentrací na zahrnutých stanicích a sídlech pro jednotlivé měřené škodliviny prezentují grafy v **příloze č. 4**.

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

3.1 Oxid siřičitý - SO₂

Imisní charakteristiky oxidu siřičitého sledované v roce 2015 celkem na 41 stanicích (pro výpadky ≈ měření byla část stanic (8) z hodnocení vyřazena) potvrzují dlouhodobě stabilizovaný stav.

Roční aritmetické průměry se na městských stanicích pohybovaly v rozmezí 1,3 (tj. na úrovni republikových pozad'ových stanic) až 11 µg/m³, odhad střední hodnoty pro městské lokality je 5,4 µg/m³. Nejvyšší hodnoty ročního průměru (≈ 10 µg/m³) byly zjištěny v Moravskoslezském kraji, a to na stanici č. 1 v Karviné (9,2 µg/m³) a na stanici č. 1066 v Českém Těšíně (9,7 µg/m³).

Na žádné do vyhodnocení zahrnuté stanici nebyl překročen 24 hodinový imisní limit 125 µg/m³ ani hodnota hodinového imisního limitu 350 µg/m³.

SO₂ - Stanovení

On-line - ČSN 14212

„Kvalita ovzduší - normovaná metoda stanovení oxidu siřičitého ultrafialovou fluorescencí“ (2013), rozsah měření 3 až 3 000 µg/m³, detekční limit (DL) 3 µg/m³.

Imisní limit

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

3.2 Suma oxidů dusíku - NO_x

NO_x - Stanovení

Aspirační - integrální metoda - ISO 6767 - VIS

spektrofotometrie - TEA nebo Guajakolová metoda (Salzmann), rozsah od 1 až 7 µg/m³ do 1 500 µg/m³, detekční limit (DL) 4 µg/m³.

On-line - ČSN 14211 „Kvalita ovzduší - normovaná metoda stanovení oxidu dusičitého a oxidu dusnatého chemiluminiscencí“ (2014), rozsah měření 2 až 2 000 µg/m³, detekční limit (DL) 2 µg/m³

Imisní limit

Pro městské oblasti není stanoven.

Suma oxidů dusíku byla sledována na 71 stanici, pro výpadky měření bylo 9 stanic z hodnocení vyřazeno. Odhad roční střední hodnoty v dopravně a průmyslem méně zatížených lokalitách pro rok 2015 je 29,5 µg/m³/rok.

Roční imisní charakteristiky sumy oxidů dusíku naměřené na pozad'ových stanicích ČHMÚ byly v rozmezí 6 až 9 µg/m³.

Na 70 % zahrnutých stanicích se hodnoty ročního aritmetického průměru pohybovaly v rozmezí 6 až 50 µg/m³, na dalších 9 stanicích bylo rozmezí ročních aritmetických průměrů od 50 do 80 µg/m³.

Význam dopravních emisí ilustruje skutečnost, že úroveň 80 µg/m³/rok byla překročena na 6 dopravně významně exponovaných stanicích (Praha 2, Praha 5, Brno stanice č. 1482 a 1637,

v Ostravě na stanici 1572 a v Ústí nad Labem na stanici 1481. Z těch se pak vyčleňují dopravní „hot-spot“ lokality, kdy v Praze 2 v Legerově ulici bylo naměřeno 115 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ a na stanici Brno Úvoz 113 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$.

3.3 Oxid dusnatý - NO

Jedná se o látku úzce svázanou s dopravní zátěží. Dokladem jsou hodnoty ročního průměru měřené na dopravně exploatovaných „hot-spot“ stanicích – v Praze 2 - Legerova ulice a v Brně na stanicích Úvoz a Svatoplukova na úrovni cca 44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, které reprezentují hranici významné městské tranzitní komunikace.

Na většině ostatních městských stanic nebyla překročena úroveň 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$, s odhadem roční střední hodnoty v sídlech 7,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$.

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 - NO₂

NO₂ - 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 14211:2005

„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 NO₂ byly hodnoceny na celkem 71 stanicích ve 37 sídlech a v 8 pražských částech (**příloha č. 4, graf č. 1**), pro výpadky měření byla část stanic (12) 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. Zřejmé je to především v pražské aglomeraci, kde byla hodnota ročního imisního limitu (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) překročena na 2 z 14 stanic a na dalších 7 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 1 stanici (Brno - Úvoz). Na hranici překročení imisního limitu je roční průměr na dopravou silně zatížené stanici Českobratrská (39,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) v Ostravě.

- Pozad'ové koncentrace NO₂ v ČR dlouhodobě nepřekračují 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (nejvyšší hodnota byla naměřena na bílém Kříži, a to 5,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).
- Střední roční hodnota se v závislosti na intenzitě okolní dopravy pohybovala v rozsahu od přibližně 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na nezatížených lokalitách, přes 21 až 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ u dopravně středně zatížených stanic, až k cca 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ročního průměru

v dopravně velmi významně exponovaných lokalitách. Odhad roční střední hodnoty v dopravou a průmyslem méně zatížených lokalitách pro rok 2015 je ale už 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$.

- Roční průměry na dopravních „hot spot“ stanicích Praha - Legerova (č. 1483) 47,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Strahovský tunel (č. 1459) 41,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Brno - Úvoz (1482) 46,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a Ostrava - ulice Českobratrská (č. 1572) 39,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dosáhly až do úrovně 120 % stanoveného imisního limitu.

Přestože se v roce 2015 situace vlivem příznivějších rozptylových podmínek na extrémně exponovaných místech 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. Tomu dosvědčuje i nárůst odhadu střední hodnoty v sídlech o cca 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ proti roku 2014.

3.5 Suspendované částice frakce PM_{10}

Zátěž ovzduší aerosolovými částicemi v monitorovaných sídlech je významně ovlivňována meteorologickými podmínkami s vyšší četností excesů a rychlých změn počasí zahrnujících dlouhodobější suchá období až tropických teplot či krátká období intenzivních srážek. V roce 2015 nenastala významnější zimní inverzní situace. Přetrvává významnost podílu emisí z dopravy jako majoritního zdroje znečištění ovzduší ve městech a městských aglomeracích proti emisím z dalších typů zdrojů (teplárny, výtopny a domácí vytápění). Specifickou a významně 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 na úrovni 42 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ měřená na venkovské stanici Věřňovice ležící na spojnici ostravské aglomerace a polských průmyslových pohraničních oblastí v Jastřebsko-Rybnické oblasti – bližší viz. **příloha č. 4, graf č. 2:**

- hodnoty ročního aritmetického průměru měřené na pozařových stanicích ČHMÚ byly v rozmezí 13 až 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (na stanici Košetice bylo naměřeno 1 překročení) 24 hodinové koncentrace 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$);

PM_{10} - Stanovení

Integrální – 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_{10} a $\text{PM}_{2,5}$ “ (2014).

Detekční limit pro β absorpci, vibrační (TEOM) a nefelometrické postupy (Grimm 1.108) – 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.

- roční střední hodnota se v závislosti na intenzitě okolní dopravy pohybovala ve všech krajích, kromě moravskoslezského, v rozsahu od 22 do 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ v dopravou nezatížených lokalitách, přes cca 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ u dopravně exponovaných míst až po 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ročního průměru v průmyslem silně exponovaných lokalitách. V moravskoslezském kraji byly roční aritmetické průměry PM_{10} v ovzduší o přibližně 5 - 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ vyšší než v ostatních regionech. V moravskoslezských průmyslových lokalitách (Ostrava Bartovice - 41,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Věřnovice - 41,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) a ve Zlíně - 41,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hodnoty ročních průměrů překračovaly 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;
- 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 2015 naplněno na 24 z 86 hodnocených měřicích stanic. 24 hodinový imisní limit (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) byl kromě pozad'ové stanice Rudolice v Horách a stanice Jeseník překročen ve všech monitorovaných lokalitách, nejvyšší počet překročení, a to 90, byl zaznamenán na stanici v Ostravě - Bartovicích (č. 1650) a na měřicí stanici č. 1072 ve Věřnovicích, kde bylo zaznamenáno 85 překročení;
- jen na 20 % (3 pozad'ové a 13 městských) z 86 zahrnutých měřicích stanic nebyla v roce 2015 překročena hodnota 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$, doporučená WHO;
- hodnoty ročních průměrů na dopravně zatížených městských stanicích se v roce 2015 proti roku 2014 významně nezměnily, což je možno připsat aktuálním meteorologickým podmínkám (teplá zima 2014 - 2015 i 2015 - 2016). Dlouhodobý pozorovaný vývoj - snižování měřených hodnot v některých zatížených oblastech - je 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 PM_{10} a $\text{PM}_{2,5}$ “ (2014).

Imisní limit

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

Hodnocení výsledků měření suspendovaných částic frakce $\text{PM}_{2,5}$ vychází z dat už 39 stanic - šesti stanic v Praze, čtyř stanic v Plzni, pěti stanic v Brně, tří v Ostravě, dvou v Olomouci a po jedné stanici v dalších 19ti sídlech. Průměrné roční hmotnostní koncentrace se v jednotlivých sídlech pohybovaly od 12,7 do 34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Roční průměr na pozad'ové stanici v Košetovicích byl 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Hodnota ročního imisního limitu 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ byla překročena na pěti stanicích v Moravskoslezském kraji, 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ročního průměru bylo překročeno na všech do hodnocení zahrnutých stanicích (**příloha č. 4, graf č. 3**).

Podíl suspendovaných částic frakce $\text{PM}_{2,5}$ ve frakci PM_{10} vypočítaný z hodnot souběžně měřených na 38 stanicích se pohybuje od 0,52 (dopravní stanice v Berouně), po 0,87 na stanici Plzeň Bory. V období 2007 až 2015 má hodnota průměrného podílu frakce $\text{PM}_{2,5}$ ve frakci PM_{10} neklesající trend a kolísá okolo 75 %.

3.7 Oxid uhelnatý - CO

Imisní charakteristiky CO byly v roce 2015 sledovány v 11 oblastech na celkem 18 stanicích. Pozad'ové koncentrace CO měřené na stanici č. 1138 v Košetících se pohybovaly na úrovni 260 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$. Nejvyšší roční aritmetický průměr byl naměřen na dopravní „hot spot“ stanici v Praze 2 v Legerově ulici (600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Roční střední hodnoty na většině stanic v roce 2015 nepřekročily 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, tuto úroveň přesahují hodnoty v dopravně více zatížených lokalitách, v Praze, v Brně a 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 vyjíměčně, 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“ (2013), 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 (stanice v Mariánských a ve Františkových Lázních) je pouze součástí tabelárního zpracování naměřených hodnot.

3.9 Ozón - O₃

O₃ - 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 2015 zahrnuta data ze 38 stanic ve 26 městech a v 6 pražských obvodech.

Roční aritmetické průměry se na pozad'ových stanicích pohybovaly v rozmezí 65 až 73 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ tj. proti roku 2014 zde hodnoty narostly o cca nezanedbatelných 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ (stanice ČHMÚ v Košetících, na Bílém Křížci, v Rudolicích v Horách, v Jeseníku a na Svratouchu).

V městských lokalitách byly v rozsahu od 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na stanici č. 1521 v Praze 9, do 53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na stanici č. 1188 v Třinci. Nejvyšší „městská hodnota“ - 61 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ pak byla naměřena na stanici č. 1011 - Kočkov v Ústí nad Labem, která představuje výše položenou příměstskou lokalitu.

Na všech hodnocených stanicích překročil v roce 2015 nejvyšší denní 8hodinový klouzavý průměr 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3/8\text{hod.}$, nejvyšší hodnota byla naměřena na stanici Churáňov (193 $\mu\text{g}/\text{m}^3/8\text{hod.}$). Kritérium imisního limitu (25 překročení za kalendářní rok, hodnoceno jako tříletý průměr) bylo překročeno celkem na 6 stanicích (Ostrava Radvanice OZO, Ostrava M. Hory, Churáňov, Rudolice v Horách, Praha 4 Libuš, Brno - Tuřany) z 38 hodnocených (16 %).

4 Těžké kovy

Z dvanácti těžkých kovů (zahrnut je i metaloid As) plošně sledovaných v rámci projektu ve vzorcích suspendovaných částic frakce PM₁₀ odebraných z venkovního ovzduší bylo šest - arsen, kadmium, olovo, nikl, chrom a mangan - sledováno na 23 stanicích provozovaných zdravotními ústavy. Součástí zpracování jsou i data z 27 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 2015 k dispozici i paralelně měřené hodnoty kovů ve frakci PM_{2,5}. Vzhledem k nízkému počtu dat (rekonstrukce sítě, poruchy?) nebyla do celkového souhrnu započítána data z pěti stanic.

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 1 m³/hodinu nebo 2,3 m³/hodinu přes membránový (acetyl/nitrocelulosa) filtr (porosita 0,85/1,2 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 pozadových stanic Kuchařovice, Churáňov, Jizerka, Červená a Svratouch.

4.1 Arsen - As

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.

As - Stanovení

ČSN 14902: "Kvalita ovzduší - normovaná metoda pro stanovení Pb, Cd, As a Ni ve frakci PM₁₀ aerosolových částic" (2006) s detekčním limitem (DL) na úrovni 0,3 ng/m³.

Imisní limit

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

Význam malých zdrojů (lokálních topenišť spalujících pevná/fosilní paliva) potvrzují výsledky naměřené na vesnické stanici v Kladně - Švermov (kde v roce 2015 naměřená hodnota 4,85 ng/m³ dosáhla úrovně 80 % imisního limitu) a dále na stanicích v menších sídlech (Vrapice, Stehelčevy, Lom u Mostu) nebo v Tanvaldu, v Praze v Řeporyjích (okrajová městská lokalita), Ostravě Přívozu, kde se roční průměrná hodnota pohybovala mezi 3 až 4,2 ng/m³ viz **příloha č. 4, graf č. 8.**

- Roční střední hodnota z pozadových stanic provozovaných ČHMÚ byla na úrovni 0,2 až 1,1 ng/m³ - tj. méně než 20 % imisního limitu; tomuto rozpětí se vymykala pouze stanice EMEP Bílý Kříž v Moravskoslezském kraji, kde byl roční průměr 1,8 ng/m³;
- roční aritmetické průměry koncentrací arsenu v suspendovaných částicích na 37 (80 %) stanicích nepřekročily úroveň poloviny IL; na 31 stanicích z toho nebyla překročena hodnota 2 ng/m³;
- odhad střední hodnoty pro obydlené lokality - 1,57 ng/m³ pak imisní limit naplňuje přibližně z 25 % a zároveň představuje jeden až jednaapůlnásobek hodnoty měřené na pozadových stanicích EMEP - na žádné ze stanic nebyl překročen stanovený roční imisní limit.

Teoretický odhad pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění při celoživotní expozici měřeným koncentracím arsenu se pro sledovaná sídla pohybuje v rozsahu 3,5 × 10⁻⁷ až 7,8 × 10⁻⁶, tj. přibližně 1 až 8 případů z 1 milionu celoživotně exponovaných obyvatel **příloha č. 4, graf č. 16 a.** Významu spalování pevných a fosilních paliv v malých sídlech a na předměstích odpovídá i odhad pro městské extenzivně dopravou a průmyslem nezatížené oblasti na úrovni 2,4 × 10⁻⁶, tj. na úrovni 2 případy na 1 milion celoživotně exponovaných obyvatel.

Z analýzy zastoupení As v souběžně odebíraných vzorcích frakcí PM₁₀ a PM_{2,5} vyplývá, že ve frakci PM_{2,5} je > 80% arsenu a tento podíl se mírně liší podle podílu zastoupení průmyslových a malých zdrojů (**příloha č. 4, graf č. 12 a**). 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.

4.2 Kadmium - Cd

Hodnoty ročních aritmetických průměrů kadmia se na pozadových stanicích EMEP pohybovaly okolo $0,1 \text{ ng/m}^3$; na 31 (81 %) městských stanicích nepřesáhly $0,5 \text{ ng/m}^3$ tj. 10 % IL (příloha č. 4, graf č. 9).

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

Indikuje to i vysoký (70 % a až více než 80% v zimním období) podíl kadmia ve frakci $\text{PM}_{2,5}$, zjištěný při analýze souběžně odebíraných vzorků frakcí PM_{10} a $\text{PM}_{2,5}$ (příloha č. 4, graf č. 12 c). Hodnota IL byla v

roce 2015 překročena na stanici Tanvald - školka (č. 1937 - $6,9 \text{ ng/m}^3$);

- odhad střední hodnoty pro městské oblasti $0,2 \text{ ng/m}^3$ je proti hodnotám měřeným na pozadových stanicích mírně zvýšený;
- hodnoty vyšší než $1,0 \text{ ng/m}^3/\text{rok}$ (desetinásobek ročních průměrů na pozadových stanicích) byly naměřeny na stanicích Souš (č. 1022 - $2,3 \text{ ng/m}^3$), Tanvald (č. 1688 - $3,8 \text{ ng/m}^3$) a na stanici v Ostravě (č. 1749 - $2,0 \text{ ng/m}^3$). Lze je shodně připsat vlivu průmyslových zdrojů.

4.3 Olovo - Pb

Pb - Stanovení

ČSN 14902: "Kvalita ovzduší - normovaná metoda pro stanovení Pb, Cd, As a Ni ve frakci PM_{10} aerosolových částic" (2006) s detekčním limitem (DL) na úrovni $0,3 \text{ ng/m}^3$.

Imisní limit

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

Odhad roční střední hodnoty hmotnostní koncentrace olova v aerosolu ve venkovním ovzduší sídel ($\approx 8,2 \text{ ng/m}^3$ /v roce 2015) řadí olovo mezi méně významné škodliviny. Potvrzuje to i shoda hodnot ročního aritmetického a geometrického průměru ve většině oblastí. Skutečnost, že hodnota ročního průměru nepřekročila $15 \text{ ng/m}^3/\text{rok}$ ($< 3 \%$ IL) na 39 z 45 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. 4, graf č. 11).

- Odhad střední hodnoty pro městské oblasti 8 ng/m^3 je přibližně dvojnásobkem hodnot naměřených na pozadových stanicích;
- roční střední hodnoty $> 20 \text{ ng/m}^3$ byly zjištěny pouze na 5 stanicích v Moravskoslezském kraji, mají lokální charakter a přímou souvislost s okolní průmyslovou zátěží, nejvyšší hodnoty byly naměřeny na stanicích (Ostrava č. 1749 - $62,4 \text{ ng/m}^3$, č. 1750 - 40 ng/m^3). Z analýzy zastoupení Pb v souběžně odebíraných vzorcích frakcí PM_{10} a $\text{PM}_{2,5}$ vyplývá, že ve frakci $\text{PM}_{2,5}$ je 75 až 95 % olova a tento podíl se mírně liší podle podílu zastoupení průmyslových a malých zdrojů (příloha č. 4, graf č. 12 d).

Cd - Stanovení

ČSN 14902: "Kvalita ovzduší - normovaná metoda pro stanovení Pb, Cd, As a Ni ve frakci PM_{10} aerosolových částic" (2006) s detekčním limitem (DL) na úrovni $0,3 \text{ ng/m}^3$.

Imisní limit

IL - imisní limit stanovený jako roční aritmetický průměr - $0,005 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ (5 ng/m^3).

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 0,4 ng/m³/rok; na 24 (63 %) městských stanicích nepřesáhly 1 ng/m³ tj. 5 % IL (**příloha č. 4, graf č. 10**).

- Odhad střední hodnoty pro obydlené oblasti je 0,64 ng/m³;
- roční průměrná hodnota na žádné ze stanic nepřesáhla 2,7 ng/m³, tj. 14% IL.

Teoretický odhad pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění při celoživotní expozici měřeným koncentracím niklu se pro sledovaná sídla pohybuje v rozsahu $6,9 \times 10^{-8}$ až $1,0 \times 10^{-6}$, tj. 1 případ z 10 milionů až 1 případ z 1 miliónu celoživotně exponovaných obyvatel, odhad pro městské extenzivně dopravou a průmyslem nezátížené stanice je na úrovni $2,8 \times 10^{-7}$, tj. cca 3 případy na 10 milionů celoživotně exponovaných obyvatel. (**příloha č. 4, graf č. 16 b**).

Z analýzy zastoupení Ni v souběžně odebíraných vzorcích frakcí PM₁₀ a PM_{2,5} vyplývá, že v průměru bylo přibližně 50 až 60 % niklu ve frakci PM_{2,5} a tento podíl náhodně kolísal v průběhu kalendářního roku a závisel na typu lokality (městská, městská pozadová, průmyslová **příloha č. 4, graf č. 12 b**).

4.5 Mangan – Mn

Mn - Stanovení

ČSN 14902: "Kvalita ovzduší - normovaná metoda pro stanovení Pb, Cd, As a Ni ve frakci PM₁₀ aerosolových částic" (2006) s detekčním limitem (DL) na úrovni 0,3 ng/m³.

Imisní limit

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

Roční průměry manganu na 38 stanicích nepřekročily 15 ng/m³ (10 % Rfk). Pouze na 2 stanicích, převážně průmyslového zaměření, byly naměřeny hodnoty vyšší než 40 ng/m³ ročního průměru (27 % Rfk). Hodnoty ročních aritmetických průměrů na pozadových stanicích EMEP nepřekročily 5 ng/m³.

Referenční koncentrace nebyla v roce 2015 překročena na žádné měřicí stanici. Zvýšené hodnoty byly naměřeny na stanicích zatížených významným průmyslovým zdrojem v Ostravě (č. 1749 - 77,95 ng/m³, č. 1750 - 52,18 ng/m³).

Příčinou vyšší zátěže na stanici v Brně č. 1748 v Masné ulici (30,8 ng/m³/rok) může být průmyslový zdroj lokálního významu nebo i přenos z blízké

komunikace či železniční tratě. Z analýzy zastoupení Mn v souběžně odebíraných vzorcích frakcí PM₁₀ a PM_{2,5} vyplývá, že více než 50 % obsahu Mn je v hrubé frakci PM₁₀ až PM_{2,5}, v Ostravě je zastoupení 40 %.

Ni - Stanovení

ČSN 14902: "Kvalita ovzduší - normovaná metoda pro stanovení Pb, Cd, As a Ni ve frakci PM₁₀ aerosolových částic" (2006) s detekčním limitem (DL) na úrovni 0,3 ng/m³.

Imisní limit

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

4.6 Chrom - Cr

Na 40 z 45 hodnocených stanic se roční aritmetické průměry pohybovaly v rozmezí 0,4 - 5 ng/m³, na 5 stanicích mezi 5 - 10 ng/m³. Konzervativní odhad střední hodnoty v zahrnutých sídlech se pohybuje na úrovni 1,6 ng/m³/rok. Za modelového odhadu, při středním zastoupení Cr^{VI+} ve směsi na úrovni 0,1 až 0,5 %, by se koncentrace Cr^{VI+} pohybovaly převážně v rozmezí 0,002 - 0,01 ng/m³, tedy pod úrovní 40 % referenční koncentrace.

Z analýzy zastoupení Cr v souběžně odebíraných vzorcích frakcí PM₁₀ a PM_{2,5} vyplývá, že více než 50 % obsahu Cr je v hrubé frakci PM₁₀ až PM_{2,5}.

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

Tyto kovy ve frakci PM₁₀ 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 vyhodnocení dat za rok 2015 byla zahrnuta data **benzenu** z 5 stanic ČHMÚ (2 v Pardubicích, 2 v Ostravě a 1 v Třinci), další 3 stanice Táboře a v Plzni byly pro malý počet hodnot ze zpracování vyloučeny. Hodnoty toluenu byly vyhodnocovány z 2 stanic v Pardubicích a 1 v Třinci. Úroveň znečištění ovzduší benzenem se v roce 2015 v měřených městských lokalitách pohybovala v rozmezí 0,82 - 4,98 µg/m³/rok. Nejvyšší hodnoty jsou dlouhodobě měřeny na ostravských stanicích - 2,3 až 4,98 µg/m³ v roce 2015, kdy na průmyslem významně exponované stanici v Ostravě - Přívoz byla průměrná roční koncentrace těsně pod stanoveným imisním limitem.

Další sledovanou látkou je **toluen**, v roce 2015 však bylo možné vyhodnotit data pouze z 3 stanic. Koncentrace se na městských stanicích pohybovaly v rozmezí 0,95 - 5,69 µg/m³, a to včetně stanic s průmyslovou nebo vysokou dopravní zátěží.

Cr - Stanovení

Pouze interní postupy pro sumu Cr - rozklad mikrovlnná pec - AAS, XRF, modifikace ICP - detekční limit - 0,2 ng/m³.

Imisní limit

Imisní limit - není stanoven, referenční koncentrace SZÚ (pouze pro Cr^{VI+}) - $2,5 \times 10^{-5}$ µg/m³/rok (0,025 ng/m³/rok). Uvedenou referenční koncentraci nelze pro hodnocení celkového chromu ve venkovním ovzduší (variabilní směs Cr^{III+} a Cr^{VI+} s odhadovaným zastoupením Cr^{VI+} v rozsahu od 0,01 % do 10 % - tj. čtyř řádů) přímo použít.

VOC - Stanovení

on-line - ČSN EN 14662: „Kvalita ovzduší - normovaná metoda stanovení benzenu“, (2006) detekční limit - 0,1 - 1,0 µg/m³.

Imisní limit

Limit pro benzen je 5 µg/m³/rok. Jednotka karcinogenního rizika (UCR) je $6 \times 10^{-6}(\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3})^{-1}$. Referenční koncentrace (Rfk) je stanovená SZÚ pro toluen - 260 µg/m³/rok.

5.2 PAU – polycyklické aromatické uhlovodíky

PAU - Stanovení

ISO 12884: „Stanovení sumy (pevná a plynná fáze) polycyklických aromatických uhlovodíků ve vnějším ovzduší – odběr na filtry a sorbent s analýzou metodou GS/MS“ (2000)
ČSN EN 15549 „Kvalita ovzduší – Normovaná metoda stanovení benzo[a]pyrenu ve venkovním ovzduší“ (2010)
S detekčním limitem (DL) na úrovni 0,02 ng/m³.

Imisní limit

Je stanoven pro benzo[a]pyren (BaP) jako roční – 0,001 µg/m³ (1 ng/m³).
Jednotka karcinogenního rizika (UCR) pro BaP – $8,7 \times 10^{-2} (\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3})^{-1}$.
Referenční koncentrace (Rfk) jsou stanoveny jako roční pro:
- fenantren - 1 µg/m³ (1 000 ng/m³)

Do zpracování za rok 2015 byly zahrnuty hodnoty polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU) měřené na 33 stanicích, z nichž 2 stanice (Košetice a Kuchařovice) lze klasifikovat jako pozad'ové. Od roku 2015 je na všech stanicích, kromě stanice EMEP v Košetících, používán k záchytu pouze na křemenný filtr - je zde tedy sledováno spektrum látek omezené na výšemolekulární sloučeniny vázané majoritně na částicích, významné pro své karcinogenní účinky.

V režimu odběrů - každý šestý den (ZÚ), každý třetí den (v síti ČHMÚ) - 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 21 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 paliv. Tyto lokality se vyznačují vyššími koncentracemi v topném období a hodnotami pod mezí detekce v období netopném.

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 0,4 až 0,6 ng/m³ a zároveň se zde hmotnostní koncentrace v zimním období pohybovaly v jednotkách ng/m³, to už je srovnatelné s úrovní zátěže v některých městských lokalitách;
- rozpětí ročních průměrů na městských stanicích nezatížených průmyslem a intenzivní dopravou se pohybuje mezi 0,4 až 3,5 ng/m³, odhad střední hodnoty 1,27 ng/m³/rok. V letním období zde byly měřené 24 hodinové koncentrace na úrovni detekčního limitu (pod 0,02 ng/m³), v zimním období pak nepřekračovaly 10 ng/m³;
- v dopravně silně zatížených lokalitách byla střední roční hodnota 1,42 ng/m³;

- v průmyslově zatížených lokalitách (chemický průmysl, metalurgie...), především v Ostravsko-karvinské pánvi, jsou až několikanásobně vyšší roční střední hodnoty (0,9 až 7,8 ng/m³/rok) se zimními 24 hodinovými maximy v řádu desítek ng/m³; v letním období se zde měřené hodnoty nejčastěji pohybovaly do 1 ng/m³; střední roční hodnota pro tyto lokality byla 3,8 ng/m³.

V roce 2015 byla hodnota imisního limitu pro benzo[*a*]pyren překročena na 19 z 33 do zpracování zahrnutých stanic (příloha č. 4, graf č. 5 a). Stanovená hodnota byla několikanásobně překročena především na všech stanicích v Ostravě (1,95 až 7,83 ng/m³) a více než trojnásobně na stanicích v Karvině, Českém Těšíně a v Kladně Švermově. Na ostatních městských stanicích byla hodnota IL překročena maximálně o 60 %. Nejnižší hodnoty (0,4 až 0,56 ng/m³/rok), naměřené na městských stanicích v Brně a v Sokolově jsou srovnatelné s koncentracemi zjištěnými na pozadových stanicích. Na druhou stranu roční aritmetický průměr naměřený na předměstské stanici č. 1455 v Kladně – Švermově (3,9 ng/m³), kde se v úzkém sevřeném údolí koncentrují emise z domácích topenišť spalujících převážně pevná fosilní paliva s významným podílem emisí z dopravy, dokazuje 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 $3,2 \times 10^{-5}$ až $6,8 \times 10^{-4}$, tj. 3 přídatné případy na 100 tisíc až 7 případů na 10 tisíc celoživotně exponovaných obyvatel; odhad pro městské dopravou a průmyslem významně nezatížené lokality je na úrovni 1 osoby z 10 tisíc (příloha č. 4, graf č. 16 c).

Význam emisí z velkých průmyslových zdrojů a lokálně působících emisí z malých energetických zdrojů je zřejmý i u dalších dvou látek, pro které jsou stanoveny referenční koncentrace, a to u benzo[*a*]antracenu (BaA). U benzo[*a*]antracenu, který byl sledován na 33 stanicích, byly zjištěny roční průměry v širokém rozpětí 0,4 – 10,3 ng/m³. Na městských stanicích mimo Ostravsko-karvinskou pánev se roční střední hodnoty pohybovaly v rozsahu od 0,6 do 2,4 ng/m³/rok, spodní hranice tohoto intervalu je pak plně srovnatelná s ročním průměrem naměřeným na pozadových stanicích. Stanovená referenční koncentrace (10 ng/m³) byla překročena na emisemi, včetně průmyslových, silně zatížené stanici v Ostravě v Bartovicích (10,3 ng/m³), na ostatních stanicích v Ostravě byly roční průměry v rozmezí 2,3 až 6,7 ng/m³/rok. Význam vlivu lokálních malých spalovacích zdrojů pak charakterizuje hodnota BaA naměřená na venkovské stanici v Kladně-Švermově – 6,4 ng/m³/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 součinnů toxických ekvivalentových faktorů (TEF) stanovených US EPA (tab. 5) a měřených koncentrací.

Tabulka č. 5. - Hodnoty TEF pro jednotlivé látky [Zdroj: US EPA]

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

Z vypočtených hodnot TEQ BaP (příloha č. 4, graf č. 5 c) je patrné, že nejvyšší hodnoty toxického ekvivalentu BaP byly v roce 2015 zjištěny na stanici v Ostravě – Bartovicích (11,0 ng/m³/rok), která monitoruje vliv velkého průmyslového zdroje. Rovněž na dalších, průmyslem zatížených stanicích v MSK, byly nalezeny hodnoty TEQ BaP (2,8 a 6,1 ng/m³), které jsou několikanásobně vyšší než na ostatních městských stanicích. Tam se roční hodnoty nezávisle na úrovni zátěže z dopravy pohybovaly od 0,7 do 3,0 ng/m³. Potenciální vliv malých lokálních zdrojů na pevná paliva v malých sídlech pak dobře ilustruje hodnota 6,8 ng/m³ na stanici v Kladně – Švermově.

Graf č. 6 v příloze č. 4 prezentuje na vybraných stanicích dlouhodobý vývoj zátěže (1997 až 2015) 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 vybraných lokalitách, kdy jednoznačně nejvyšší hodnoty jsou dlouhodobě měřeny v průmyslem a dálkovým transportem zatížené Karviné. Lze říct, že jsou dva až třikrát vyšší. A naopak, je možné v průběhu ročních hodnot všech tří stanic pozorovat určité shodné prvky, mezi které patří vyšší hodnoty na počátku sledovaného období, pozvolný nárůst mezi roky 1999 až 2003 či pokles v roce 2005.

Odhad vývoje (použito exponenciálního trendu) pro časové řady ročních průměrů v období 1997 až 2015 dává pro všechny tři stanice srovnatelné výsledky – tj. neklesající trend. Interpretovat to lze i jako víceméně dlouhodobě stabilní zátěž danou zastoupením spolupůsobících zdrojů, jejichž 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. 7, příloha č. 4. Zde jsou zobrazeny koncentrace BaP v letech 2005 - 2015 pro tři různá období - topná sezóna, přechodná a netopná sezóna na čtyřech vybraných stanicích, které představují různé typy lokalit. Na pozadové stanici v Košeticích se v letech 2005 - 2015 pohybovaly roční průměry v rozmezí 0,2 - 0,7 ng/m³, v netopné sezóně byly měřeny hodnoty poblíž meze stanovitelnosti (0,02 ng/m³) a v topné sezóně v rozmezí 0,6 - 1,6 ng/m³. Na městské středně dopravně zatížené stanici v Praze 10 byly hodnoty v netopné sezóně srovnatelné s Košeticemi, v přechodné a topné sezóně byly více než dvojnásobné. Na stanicích reprezentujících zátěž průmyslem v Karviné a Ostravě Radvanicích ani v netopné sezóně neklesaly koncentrace BaP pod 1 ng/m³,

v přechodné se pohybovaly v rozmezí 3 - 10 ng/m³, v topné sezóně dosahovaly koncentrace až desítek ng/m³.

Pozornost zasluhuje jak úzká souvislost mezi měřenými hodnotami BaP a BaA, tak postupný trend nárůstu hodnot v topné a přechodné sezóně (a tomu odpovídající nárůst ročních průměrů) na stanicích v Košeticích a v Karviné. Ten přerušily až teplotně mimořádně příznivé zimy 2013 až 2015.

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

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 ³
suma oxidů dusíku	(Saltzman - spektrofotometrie)	8 µg/m ³
suspendované částice	(gravimetrie)	10 µg/m ³
Benzen, toluen	sorbční trubičky, GC-MS	0,1 až 1 µg/m ³
kadmium	ICP - MS	0,001 ng/m ³
chrom		0,02 ng/m ³
olovo		0,002 ng/m ³
arsen		0,02 ng/m ³
nikl		0,01 ng/m ³
mangan		0,002 ng/m ³
beryllium		0,02 ng/m ³
měď		0,15 ng/m ³
zinek		0,3 ng/m ³
PAU		ISO EN 12884:2000

Poznámka: Hodnoty DL počítány pro odběr 200 m³ vzdušiny.

6.2 Zásahy do hodnot naměřených v roce 2015

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 2015 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 2015 určitá specifická látka nebo typ látek sledovány, daná kategorie městských lokalit byla hodnocena podle odhadu střední zátěže v městských lokalitách (kategorie 2 až 5). Z komplexního vyhodnocení byly vyloučeny hodnoty benzenu pro nedostatečný počet stanic. Vypočtené hodnoty ale nelze vzhledem ke změnám v zařazení některých stanic přímo srovnávat s výsledky z minulých let.

A. Index kvality ovzduší - IKO_R

Zpracování Indexu kvality ovzduší (IKO_R) vychází z limitních koncentrací (imisní limit – IL) škodlivin, uvedených v příloze č. 1 Zákona o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb. Do zpracování byly zahrnuty roční hodnoty aritmetického průměru oxidu dusičitého (NO₂), suspendovaných částic frakce PM₁₀ a PM_{2,5}, arzenu, kadmia, niklu, olova a benzo[*a*]pyrenu. (Postup výpočtu IKO_R je možno nalézt na http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/organizace_mzso/index_kvality_ovzdusi.pdf.) Vypočtené hodnoty IKO_R jsou znázorněny na **grafu č. 13 v příloze č. 4**, kde jsou pro srovnání (jako kategorie č. 11) uvedeny hodnoty vypočtené pro pozad'ové stanice (IKO_R = 0,50 až 0,68).

Nejčastěji byl v roce 2015 v sídlech a v okolí velkých průmyslových zdrojů překračován imisní limit pro benzo[*a*]pyren a pro suspendované částice frakce PM₁₀, v pražské a brněnské aglomeraci s vysokou hustotou dopravních komunikací i pro oxid dusičitý, na Ostravsku i pro frakci PM_{2,5}. Lokálně se objevují ojedinělá překročení stanoveného imisního limitu např. pro kadmium na stanici v Tanvaldu.

Z vypočtených hodnot IKO_R za rok 2015 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_R v městských obytných zónách pouze s lokálními zdroji vytápění se pohybovala v závislosti na lokálních podmínkách v druhé třídě kvality ovzduší (IKO_R ≈ 1,1 až 1,5);
- střední hodnoty vypočítané pro jednotlivé typy městských lokalit bez významné zátěže průmyslovou výrobou rostou v závislosti na intenzitě dopravy od 1,2 do 1,5 tj. v rozsahu druhé třídy kvality ovzduší;
- v lokalitách ovlivněných průmyslovými zdroji, zvláště v ostravsko-karvinské oblasti byly vypočtené maximální hodnoty IKO_R pro kategorie 8 až 10 (2,5 až 3,5) tj. až ve čtvrté třídě IKO_R (ZNEČIŠTĚNÉ OVZDUŠÍ);

- přes velmi řídké pokrytí předměstských či vesnických oblastí měření, lze odhadovat, že v ČR v roce 2015 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 ($IKO_R = 2,56$)).

Průměrná hodnota charakterizující městské stanice v ČR, odhadnutá pro kategorie 2 až 5 (viz příloha č. 1), spadá do druhé třídy ($IKO_R = 1,18$ – což představuje proti roku 2014 mírné zlepšení – hodnoty tedy oscilují na úrovni lepší druhé třídy kvality ovzduší. Střední hodnota IKO_R v roce 2015 za Českou republiku se podobně jako odhad pro městské pozad'ové lokality mírně snížila na 1,46 (1,61 v roce 2014).

B. Suma plnění ročních imisních limitů

Kvalitu ovzduší lze komplexně hodnotit i pomocí individuálních podílů jednotlivých sledovaných látek vyjádřených ve formě celkové sumy podílů imisních limitů a ročních aritmetických průměrů. Srovnání zátěže v jednotlivých typech městských lokalit prezentuje graf č. 14, příloha č. 4, kde jsou zobrazeny odhady úrovně expozice jednotlivým zdravotně významným škodlivinám ve venkovním ovzduší. Je zde uveden odhad podílu průměrných ročních koncentrací škodlivin v základních typech městských lokalit a příslušných limitních hodnot pro rok 2015, v procentech limitní hodnoty (graf č. 15, příloha č. 4).

V grafickém zpracování jsou pro srovnání zahrnuty i výsledky pozad'ových stanic provozovaných ČHMÚ. Ve všech hodnocených typech městských a vesnických lokalit překračuje suma individuálních podílů hodnotu 1 a pohybuje se v rozsahu od 3,44 (městské pozad'ové oblasti) do 6,50 v průmyslem exponovaných lokalitách na Ostravsku; pro republikové pozad'ové stanice byla v roce 2015 odpovídající hodnota 1,58 (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 0,65 do 1,04. Odpovídající hodnota pro pozad'ové stanice byla 0,39;
- vysoká variabilita zátěže měřených městských lokalit PAU (indikátor benzo[a]pyren), kde se hodnoty podílu pohybují v rozsahu od 0,68 v městských pozad'ových oblastech až po maximum 7,83 v průmyslem zatížených lokalitách v Ostravě. Odpovídající hodnota z pozad'ových stanic ČHMÚ byla 0,36;
- variabilní, lokálně vysoká zátěž ovzduší oxidem dusičitým (hodnoty podílu se pohybují od 0,35 do 1,18 s maximem v městských dopravně exponovaných lokalitách) a arsenem (od 0,1 do 0,71 v lokalitách s významným podílem spalování fosilních paliv a 0,37 v okolí velkých průmyslových zdrojů);
- nižší zátěž ovzduší Cd s podílem k limitu $< 0,25$ (výjimkou jsou průmyslové oblasti a okolí Tanvaldu – 1,38), Ni s podílem ročních středních hodnot k limitu $< 0,15$ a již téměř nevýznamná zátěž ovzduší Pb, kde se hodnota podílu přiblížila k úrovni 0,15 pouze na stanici v průmyslové vlečce (Ostrava Radvanice).

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 2015 se zde hodnoty sumy imisních limitů pohybovaly v rozsahu 1,48 až 5,9).

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 v první řadě aerosol (suspendované částice v ovzduší), polycyklické aromatické uhlovodíky a v lokalitách významně zatížených dopravními emisemi i oxid dusičitý. Místně se pak mohou prosazovat malé 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 (NO₂)** je spojováno se zvýšením celkové, kardiovaskulární a respirační úmrtnosti. Je majoritně emitován při spalování, nejvyšší měřené hodnoty nalzáme v oblastech zatížených intenzivní dopravou a vytápěním. Jeho koncentrace vysoce korelují s ostatními primárními i sekundárními zplodinami. Nelze proto jasně stanovit, zda pozorované zdravotní účinky jsou důsledkem nezávislého vlivu NO₂ nebo spíše působením celé směsi látek, zejména aerosolu, uhlovodíků, ozónu a dalších látek. Hlavním účinkem krátkodobého působení vysokých koncentrací NO₂ je nárůst reaktivity dýchacích cest. Na základě působení na změny reaktivity u nejcitlivějších astmatiků je také odvozena doporučená hodnota WHO pro 1hodinovou koncentraci NO₂ (200 µg/m³). Nejvíce jsou oxidu dusičitému vystaveni obyvatelé velkých městských aglomerací významně ovlivněných dopravou. Pro děti znamená expozice vyšším hodnotám NO₂ zvýšené riziko respiračních onemocnění v důsledku snížené obranyschopnosti vůči infekci a snížení plicních funkcí. Z hodnot zjištěných ročních průměrů vyplývá, že u obyvatel v dopravou zatížených oblastech, např. v pražské nebo brněnské aglomeraci, lze očekávat snížení plicních funkcí, zvýšení výskytu respiračních onemocnění, zvýšený výskyt astmatických obtíží a alergií, a to u dětí i dospělých. Přestože některé kvantitativní vztahy expozice a zdravotních účinků NO₂ (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 NO₂ 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.

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.

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

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

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

úmrtí pro jednotlivé příčiny úmrtí (kardiovaskulární nebo respirační onemocnění, rakoviny plic atd.), tak i úmrtí v důsledku krátkodobé expozice PM. Pro kvantitativní odhad zdravotních dopadů v důsledku dlouhodobé expozice suspendovaným částicím byla použita funkce koncentrace-účinek doporučená v závěrečné zprávě projektu Světové zdravotnické organizace HRAPIE. Doporučení pro hodnocení dlouhodobých účinků suspendovaných částic frakce PM_{2,5} vychází ze závěrů metaanalýzy třinácti různých kohortových studií provedených na dospělé populaci v Evropě a Severní Americe. Podle autorů nárůst průměrné roční koncentrace jemné frakce suspendovaných částic PM_{2,5} o 10 µg/m³ 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/m³.

Pro hodnocení vycházející ze vztahu mezi expozicí suspendovaným částicím frakce PM_{2,5} byly koncentrace plošněji měřené frakce PM₁₀ přepočítány na základě odhadu průměrného zastoupení frakce PM_{2,5} ve frakci PM₁₀. Průměrný roční podíl suspendovaných částic frakce PM_{2,5} ve frakci PM₁₀, vypočítaný z hodnot souběžně měřených na 31 stanicích, se pohyboval od 52,1 % do 87,1 % se střední hodnotou 75 % v roce 2015. Tato hodnota podílu frakce PM_{2,5} ve frakci PM₁₀ odpovídá dlouhodobému průměru v České republice.

Navýšení roční koncentrace PM₁₀ o každých 10 µg/m³ nad 13,3 µg/m³/rok v tomto případě zvyšuje odhad celkové předčasné úmrtnosti exponované populace o 4,515 %.

- Na základě odhadu průměrné koncentrace suspendovaných částic frakce PM₁₀, v roce 2015 v městském prostředí mimo Moravskoslezský kraj (22,3 µg/m³), lze zhruba odhadnout, že v důsledku znečištění ovzduší touto škodlivinou byla celková úmrtnost navýšena o 4,1 % při zohlednění průměrného 75 % zastoupení frakce PM_{2,5} ve frakci PM₁₀). Vzhledem k rozmezí průměrných ročních koncentrací této škodliviny v různých typech sídelních lokalit, které se pohybovaly od 17,2 µg/m³ do 41,7 µg/m³, se odhad podílu předčasně zemřelých v důsledku znečištění ovzduší PM₁₀ na celkovém počtu zemřelých pohybuje od 1,8 % v městských lokalitách bez dopravní zátěže až po 12,8 % v dopravně exponovaných a průmyslových oblastech, při zohlednění průměrného 75 % zastoupení frakce PM_{2,5} ve frakci PM₁₀).
- Celkový počet zemřelých v roce 2015 činil 111 173 (zdroj: ČSÚ 2016). Na základě údajů za roky 2012 až 2014 lze odhadnout, že zhruba 1,21 % činí podíl zemřelých mladších 30 let a cca 4,8 % je konzervativní odhad podílu zemřelých na vnější příčiny. Počet zemřelých nad 30 let po vyloučení zemřelých na vnější příčiny byl 104 503 osob v roce 2015.
- Z uvedených dat lze odhadnout počet předčasných úmrtí, na kterých se podílela expozice suspendovaným částicím frakce PM₁₀. Ten byl v roce 2015 na úrovni 4 800 osob při průměrném 75 % zastoupení frakce PM_{2,5} ve frakci PM₁₀. Trend má v posledních letech (od roku 2011) charakter mírného poklesu a je závislý na meteorologických podmínkách.

počet předčasných úmrtí/rok	2006	2007	2008	2009	2010
PM ₁₀ - (75 % podíl PM _{2,5})	6 528 (0 - 18 627)	3 678 (0 - 18 669)	3 192 (0 - 12 465)	3 498 (0 - 14 595)	4 515 (0 - 24 378)
počet předčasných úmrtí/rok	2011	2012	2013	2014	2015
PM ₁₀ - (75 % podíl PM _{2,5})	6 417 (0 - 16 119)	5 521 (0 - 17 167)	5 253 (0 - 15 206)	5 184 (712 - 13 418)	4 800 (1 847 - 11 858)

Tabulka č. 8 - Vývoj (2006 - 2015) hodnot navýšení celkové roční úmrtnosti o „předčasná úmrtí“ - střední hodnota a rozpětí hodnot v ČR

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 PM₁₀ byl použit, na základě doporučení WHO, odhad střední hodnoty zastoupení frakce PM_{2,5} ve frakci PM₁₀ pro Českou republiku na úrovni 75 %.
- Hodnoty ročního průměru PM₁₀ ≤ 13,3 µg/m³ 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 2014.

Pro odhad počtu ztracených let života v důsledku dlouhodobé expozice obyvatel aerosolovým částicím ve venkovním ovzduší byla použita funkce koncentrace-účinek doporučená v projektu Světové zdravotnické organizace HRAPIE RR= 1,062 (CI 95% 1,40 - 1,083). Nejistota odhadu je pak vyjádřena jednak z hlediska rozpětí funkce koncentrace-účinek v podobě vyjádření odhadu s 95 % intervalem spolehlivosti, a dále variantním uvažováním výše expozice. Protože nelze stanovit prahovou hodnotu expozice PM_{2,5}, která by mohla být považována za bezpečnou pro lidské zdraví, byla v odhadu jako hodnota teoretické nejnižší rizikové expozice použita WHO udávaná mezní koncentrace PM_{2,5} 5 µg/m³. V ČR je ale frakce PM_{2,5} měřena na příliš malém počtu stanic, proto byly pro odhad YLLs použity hodnoty frakce PM₁₀, přepočítané konverzním koeficientem PM_{2,5}/PM₁₀ = 0,75, který popisuje průměrný podíl jemných částic frakce PM_{2,5} na obsahu měřených částic frakce PM₁₀.

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 2014 (předpoklad podobných měř 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. 2014 a dále údaje o intenzitě úmrtnosti bez vnějších příčin smrti (MKN10, dg. S00-T98) v roce 2014. 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 PM₁₀ 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. Do výpočtu nebyly zahrnuty lokality velmi silně zatížené dopravou a lokality silně ovlivněné průmyslem.

Výpočet vycházel tedy z odhadu středních ročních koncentrací PM₁₀ v městských kategoriích 2 až 5 v ČR a v ČR bez stanic v Moravskoslezském kraji (MSK), které v roce 2014 činily 26,5 a 25,4 µg/m³. 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 8 až 15 µg/m³/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

Poznámka: Počítáno pro městské kategorie 2 - 5 (viz příloha č. 1), rok 2012 byl přepočten podle výše uvedených kritérií

Pro rok 2014 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 102 028 let (CI 95 % 36 615 - 177 019)
- Pro všechny městské stanice skupiny 2 - 5 v ČR 102 550 (CI 95 % 35 802 - 177 896)

Při akceptování značné míry zjednodušení lze výsledek interpretovat i tak, že každý obyvatel ČR starší 30 let v roce 2014 ztratil v průměru 5,6 (5,3 v roce 2012, 5,7 v roce 2013) 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 2015 bylo na stanicích v ČR naměřeno pouze 7 24hodinových koncentrací nad 40 µg/m³/24 hodin; 40 µg/m³ 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 ozonu 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 stanovených 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 lokálně zvýšenou zátěž v okolí Tanvaldu. Znečištění ovzduší chromem je kvantitativně obtížně hodnotitelné vzhledem k nemožnosti kvantifikovat zastoupení šesti a trojmocného chromu (význam jeho měření tak zatím zůstává v indikaci přítomnosti potenciálně významného zdroje).

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 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 (As), nikl (Ni), benzen a benzo[a]pyren (BaP). Hodnocení úrovně znečištění ovzduší benzenem, který ve směsi VOC představuje jedinou standardně sledovanou těkavou organickou látku s potenciálním karcinogenním účinkem, ale již znemožňuje velmi omezený rozsah měření, pro rok 2015 existují konzistentní data pouze z 5 stanic ve vybraných průmyslových oblastech (Pardubice, Most, Ostrava-Přívoz).

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, mutagenní či karcinogenní vlastnosti. Patří mezi endokrinní disruptory, ovlivňují porodní váhu a růst plodu. Působí imunosupresivně, snížením hladin IgG a IgA. Ve vysokých koncentracích (převyšujících koncentrace nejen ve venkovním ovzduší, ale i v pracovním prostředí) mohou mít dráždivé účinky. PAU patří mezi nepřímě působící genotoxické sloučeniny. Vlivem biotransformačního systému organismu vznikají postupně metabolity s karcinogenním a mutagenním účinkem. Elektrofilní metabolity kovalentně vázané na DNA představují poté základ karcinogenního potenciálu PAU. V praxi je 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 (C₆H₆)** - 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 µg/m³ 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 koncentrací 1 µg/m³ v rozmezí 4,4 - 7,5 × 10⁻⁶ (střední hodnota 6 × 10⁻⁶). V těchto studiích byly osoby exponovány koncentracím o několik řádů vyšším, než se mohou vyskytnout ve venkovním ovzduší. Je 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 × 10⁻⁸. Tento rozsah hodnot UCR znamená, že riziko leukémie 1 × 10⁻⁶ by se mělo pohybovat v rozmezí roční průměrné koncentrace benzenu v ovzduší cca 0,2 - 20 µg/m³. Při aplikaci výše uvedené UCR 6 × 10⁻⁶ vychází koncentrace benzenu ve vnějším ovzduší, odpovídající akceptovatelné úrovni karcinogenního rizika pro populaci 1 × 10⁻⁶ v úrovni roční průměrné koncentrace 0,17 µg/m³.

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

Pro každý typ městské lokality bylo na základě ročních aritmetických průměrů za rok 2015 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. 16 d, příloha č. 4**.

Tabulka č. 11. - 2015 - 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	1,41E-06	2,40E-06	7,80E-06	2,36E-06
Ni	1,12E-07	2,78E-07	1,00E-06	2,45E-07
BaP	3,17E-05	1,49E-04	6,81E-04	1,10E-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 1×10^{-7} až 1×10^{-3} , největší příspěvek představuje expozice benzo[*a*]pyrenu (> 90 %), jako reprezentanta polycyklických aromatických uhlovodíků. Vypočtené úrovně rizik expozice hodnoceným látkám v jednotlivých typech městských lokalit jsou v **grafech č. 16 a až d, v příloze č. 4**. Trend karcinogenního populačního rizika v posledních pěti letech mírně kolísá.

Tabulka č. 12. - Vývoj (2008 - 2015) rozpětí hodnot karcinogenního populačního rizika pro jednotlivé látky (ČR - počítáno pro 10 mil. obyvatel)

Populační riziko (přidatné případy na 1 rok)	2008	2009	2010	2011
Arsen	0,09 - 1,88	0,05 - 1,84	0,09 - 2,01	0,08 - 1,33
Nikl	0,01 - 0,45	0,01 - 0,45	0,02 - 0,76	0,02 - 1,49
Benzen	0,35 - 5,81	0,40 - 4,91	0,75 - 5,74	0,42 - 5,44
BaP	2,00 - 116,0	2,30 - 114,0	7,09 - 89,0	4,97 - 121,4
Hodnocené karcinogenní látky celkem	2,45 - 124,1	2,76 - 121,2	7,95 - 97,6	5,49 - 129,7
Populační riziko (přidatné případy na 1 rok)	2012	2013	2014	2015
Arsen	0,14 - 1,26	0,28 - 1,42	0,14 - 1,28	0,06 - 0,98
Nikl	0,02 - 0,34	0,02 - 0,54	0,02 - 0,38	0,02 - 0,14
Benzen	0,68 - 4,80	0,52 - 3,42	0,60 - 3,08	N
BaP	6,58 - 134,6	8,20 - 116,7	4,72 - 115,9	4,48 - 97,28
Hodnocené karcinogenní látky celkem	7,42 - 141,0	8,82 - 122,1	5,5 - 120,6	4,54 - 98,42

Poznámka: N - nehodnoceno pro nedostatek relevantních údajů

VIII. DISKUSE

Základní zpracování dat za rok 2015 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 PM₁₀, je nutno brát v úvahu ovlivnění klimatickými a rozptylovými podmínkami. V roce 2015:

- 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 8 stanic měřících SO₂, 12 stanic měřících NO₂ a 14 stanic měřících frakci PM₁₀. Většina výpadků byla způsobena renovací stanic provozovaných ZÚ se sídlem v Ústí n/Labem – projekt CS-MON.

Problém způsobují často i velmi nízké měřené koncentrace (kovy, BaP) – v některých případech může být i více než 50 % hodnot pod mezí stanovitelnosti, v těchto případech nebyly pro danou škodlivinu hodnoceny roční imisní charakteristiky.

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)

Pro rok 2015, v souvislosti s rekonstrukcí sítě provozované ZÚ i ČHMÚ, byl rozsah a harmonogram měření sjednocen. Bylo ukončeno měření volatilní frakce a rozsah měřených látek byl doplněn o měření B_{JF} i v síti provozované ZÚ;

- porovnání naměřených hmotnostních koncentrací chromu v odebraných vzorcích suspendovaných částic s referenční koncentrací ($2,5 \times 10^{-5}$ µg/m³/rok stanovenou pro Cr^{+VI}) je komplikováno nemožností určit zastoupení složek Cr^{+III} a Cr^{+VI} ve směsi. Odhadovaný podíl Cr^{+VI} se podle literárních podkladů pohybuje v relaci od 10 % do 0,01 %. S výjimkou lokalit blízkých zdrojům šestimocného chromu (staré zátěže, galvanovny) lze ale očekávat, že se zastoupení Cr^{+VI} ve směsi blíží spíše nižší hranici (0,1 až 0,5 %);
- ze srovnání imisních charakteristik v monitorovaných sídlech s hodnotami na pozad'ových 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 pozad'ových stanicích mohou být ovlivňovány transportními procesy či resuspenzí;

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 (PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂, BaP a ostatní PAU a As) určitou míru generalizace získaných hodnot. V případě specifických látek a unikátních, téměř výhradně průmyslových, zdrojů (Cr, Mn, Fe) 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, těžkých kovů, oxidů dusíku a suspendovaných částic frakcí PM_{2,5} a PM₁₀;

- v rámci toho zpracování byla zohledněna, v úrovni znečištění ovzduší aerosolovými částicemi frakce PM₁₀, specifická Moravsko-slezského kraje; odhad středních hodnot pro jednotlivé typové městské lokality byl hodnocen pro Moravsko-slezský kraj odděleně;
- hodnocení nezávisle na sídle vychází z jednotlivých typů městských lokalit.

Validitu tohoto přístupu snižuje nestejněměrné pokrytí typů městských lokalit měřeními kvality ovzduší. Přes zahrnutí městských stanic provozovaných ČHMÚ stále jsou, v extrémních případech (pozaďové stanice, dopravní „hot spot“ stanice, okolí průmyslových zdrojů), pro některé sledované škodliviny (PAU, VOC 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 2015 k dispozici.

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

- působení oxidu dusičitého je spojené se zvýšením celkové, kardiovaskulární i respirační úmrtnosti a nemocnosti, ale je obtížné až nemožné oddělit účinky dalších současně působících látek, zejména aerosolu;
- pro odhad rizika dlouhodobé expozice suspendovaným částicím byly použity závěry projektu WHO HRAPIE, který ve zprávě z roku 2013 formuluje doporučení pro funkce koncentrace a účinku pro aerosol, ozón a oxid dusičitý. Doporučení pro hodnocení dlouhodobých účinků suspendovaných částic frakce PM_{2,5} vychází ze závěrů metaanalýzy třinácti různých kohortových studií provedených na dospělé populaci v Evropě a Severní Americe. Podle autorů nárůst průměrné roční koncentrace jemné frakce suspendovaných částic PM_{2,5} o 10 µg/m³ nad 5 µg/m³ 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/m³. Tento vztah doporučuje WHO pro částice PM₁₀ modifikovat přepočtem 2:1, kdy navýšení roční koncentrace frakce PM₁₀ o 10 µg/m³ zvyšuje celkovou úmrtnost exponované populace o 3,1 %. Lze ale předpokládat, že vyšší zastoupení částic frakce PM_{2,5} ve frakci PM₁₀ by vedlo k podhodnocení odhadu zdravotních účinků. Proto bylo na základě odhadu průměrného zastoupení frakce PM_{2,5} ve frakci PM₁₀ (75 % v roce 2015 v ČR) v předkládané roční zprávě systému MZSO toto doporučení WHO pro ČR upraveno a jsou zde prezentovány výstupy pro 75 % zastoupení frakce PM_{2,5} ve frakci PM₁₀;
- 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 PM₁₀ se bude jednat o 10 µg/m³, u frakce PM_{2,5} o 5 µg/m³. V této zprávě byla v části odhadu ztracených roků života (YLLs) použita hodnota 5 µg/m³ pro frakci PM_{2,5};
- karcinogenní riziko hodnocené pomocí jednotek rizika odvozených lineární extrapolací z působení vysokých koncentrací nemusí odpovídat nízkým expozičním koncentracím, které se vyskytují ve venkovním ovzduší. Přesto je standardně používáno s vědomím, že představuje horní mez odhadu rizika a reálné riziko je pravděpodobně nižší;
- u látek s dokladovaným bezprahovým působením není hodnocen jejich systémový účinek, který se předpokládá u významně vyšších koncentrací, než jsou běžně ve venkovním ovzduší nalézány;

- v roce 2013 zařadila Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny (IARC), na základě nezávislé analýzy více než 1 000 studií, znečištěné venkovní ovzduší i suspendované částice jako jeho složku, mezi prokázané karcinogeny pro člověka do skupiny 1. Tento fakt se prozatím nijak neodrazil v doporučeních pro kvantitativní hodnocení;
- použitý screeningový expoziční scénář uvažuje nejnepříznivější variantu (horní mez), která předpokládá, že lidé jsou vystaveni hodnoceným koncentracím celých 24 hodin. Tento přístup může nadhodnocovat míru rizika z venkovního ovzduší. Pro hodnocení celoživotní reálné expozice z venkovního ovzduší (70 let) při odhadované skutečné střední době expozice 2 hodiny/24 hodin, je zapotřebí vynásobit uváděné hodnoty koeficientem 0,083;
- jako expoziční koncentrace je brána střední hodnota z koncentrací změřených na stacionárních stanicích charakterizujících určitý přesně definovaný typ městské lokality;
- 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_{2,5} měřena v příliš malém rozsahu (na 38 stanicích, když frakce PM₁₀ byla v roce 2015 hodnocena na 88 stanicích). Pro odhad YLLs byly proto použity hodnoty plošněji sledované frakce PM₁₀, přepočítané konverzním koeficientem PM_{2,5}/PM₁₀ = 0,75. Ten popisuje podíl jemných částic frakce PM_{2,5} na obsahu měřených částic frakce PM₁₀;
 - jako referenční hladina průměrné roční koncentrace bylo zvoleno 5 µg/m³ částic PM_{2,5}. To podle WHO představuje horní interval koncentrací, ve kterém byly prokázány negativní zdravotní účinky jemných částic;
 - problémem je „aktuálnost“ výpočtu daná časovou dostupností příslušných demografických údajů. V odborné zprávě za rok 2015 tak bylo možno zpracovat rok 2014;
 - 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 2015 jsou hlavní příčinou toho, že se základní charakteristiky znečištění ovzduší v ČR v roce 2015 v zásadě nelišily od posledních let. Mimo průmyslově a specificky zatížené lokality, které lze nalézt na území krajských měst 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 PM₁₀ a PM_{2,5} mírně klesá, celkově ale spíše stagnuje. 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, arzén a kadmium v okolí Tanvaldu. Zvýšené hodnoty arsenu, prachu a PAU jsou dále nalézány v lokalitách s majoritním zastoupením malých zdrojů na pevná nebo fosilní paliva.

Doprava je dlouhodobě ve městech dominantním zdrojem znečištění ovzduší a má hlavní podíl na zvýšené zátěži obyvatel suspendovanými částicemi frakce PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂ a PAU. Potvrzuje to i vyhodnocení ročních imisních charakteristik těchto látek v městských, dopravně významně zatížených lokalitách. Další spolupůsobící zdroje (teplárny - CZT, domácí vytápění, malé 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 extrémně 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 PM₁₀ bylo naměřeno na 28 % stanic, překročení hodnot doporučených WHO pro suspendované částice frakce PM₁₀ a PM_{2,5} bylo naměřeno na 81 % respektive na 100 % stanic u frakce PM_{2,5}. Hodnoty benzo[*a*]pyrenu BaP na většině hodnocených stanic (58 %) 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 PM₁₀, PM_{2,5} a polycyklické aromatické uhlovodíky.

- Ze střední roční hodnoty koncentrace suspendovaných částic frakce PM₁₀ v městském prostředí (25,7 µg/m³) lze zhruba odhadnout, že znečištění ovzduší touto škodlivinou se mohlo podílet na zvýšení předčasné úmrtnosti v průměru o 5,6 % při zohlednění 75 % zastoupení frakce PM_{2,5} ve frakci PM₁₀.

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 2014. V roce 2014 pro obyvatele ČR starší 30 let byl počet ztracených let života předčasným úmrtím následkem expozice znečištěnému ovzduší aerosolovými částicemi 102 028 let (tj. 1 414 let/100 000 obyvatel). Při akceptování značné míry zjednodušení lze výsledek interpretovat i tak, že na

každého obyvatele ČR staršího 30 let připadaly v roce 2014 v průměru 5,6 dny života ztracené v důsledku předčasné úmrtnosti.

- Navýšení karcinogenního rizika pro jednotlivé látky v sídlech (ILCR) se pohybuje v řádu 1×10^{-7} až 1×10^{-3} , největší příspěvek představuje expozice benzo[*a*]pyrenu (> 90 %), 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 zahrnujících dlouhodobější suchá období vysokých teplot střídaná krátkými obdobími intenzivních srážek. Úroveň znečištění ovzduší významně ovlivňují relativně teplé zimy 2013 - 2015 a skutečnost, že nenastala významnější inverzní 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 PM₁₀, PM_{2,5}), NO₂, 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). Významným výstupem je i odhad středních ročních hodnot v průmyslem a dopravou nezatížených městských oblastech.

Přetrvává nestejně pokrytí typů městských lokalit měřením kvality ovzduší. Přes zahrnutí městských stanic provozovaných ČHMÚ stále jsou, v extrémních případech (pozaďové stanice, dopravní „hot spot“ stanice, okolí průmyslových zdrojů), pro některé sledované škodliviny (PAU, VOC a těžké kovy) při zpracování často k dispozici data pouze z jedné stanice. Dopravně extrémně zatížené lokality (uliční kaňony) nebo významně zatížené vesnické/předměstské lokality nejsou většinou pokryty vůbec. V kombinaci s výpadky měření způsobenými rekonstrukcí měřicí sítě, včetně stále více omezovaném rozsahu měření benzenu je odhad reálných expozičních úrovní stále obtížnější.

X. SOUHRN

Ve velkých 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 ve městech majoritním zdrojem oxidů dusíku, aerosolových částic frakcí PM_{10} a $PM_{2,5}$, jemných částic ($PM_{1,0}$ a další frakce ultra-jemných částic), chrómu a niklu, olova (resuspenze), těkavých organických látek - VOC (zážehové motory), polycyklických aromatických uhlovodíků - PAU (vznětové motory). Malé/lokálně významné zdroje spalování pevných a fosilních paliv pak jsou/mohou být nezanedbatelným zdrojem oxidů dusíku, oxidu uhelnatého, PAU a částic a v nich obsažených prvků.

Samostatnou kapitolu představuje okolí velkých průmyslových a energetických zdrojů nebo oblasti významně zatížené dálkovým přenosem, kam patří například ostravsko-karvinská a severočeská aglomerace, a problematika sekundárních škodlivin včetně ozonu vznikajícího v ovzduší z emitovaných prekursorů (VOC).

Výsledky měření koncentrací znečišťujících látek ve venkovním ovzduší jsou získávány ze sítě měřicích stanic, které provozují zdravotní ústavy v monitorovaných městech (CSMON) a z měřicích stanic spravovaných Českým hydrometeorologickým ústavem (ČHMÚ), jejichž umístění a rozsah měřených látek vyhovuje požadavkům Systému monitorování. Ze sítě AIM provozované ČHMÚ byla v roce 2015 do zpracování zahrnuta data o základních škodlivinách, těžkých kovech, PAU a VOC.

Zpracovávané výsledky za 66 sídel (a 8 pražských částí) zahrnují celkem 100 městských stanic, z toho 26 stanic provozovala hygienická služba (zdravotní ústavy) a 74 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 pozadřové stanice regionálního významu (Jeseník, Svratouch, Kuchařovice 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 (71 hodnocených stanic), aerosolové částice frakce PM_{10} (88 stanic), na 50 stanicích jsou sledovány hmotnostní koncentrace vybraných těžkých kovů (arsen, chrom, kadmium, mangan, nikl a olovo) ve vzorcích aerosolových částic frakce PM_{10} . Podle osazení měřicích stanic jsou tato data variabilně doplněna měřením oxidu siřičitého, oxidu dusnatého, sumy oxidů dusíku, ozónu, oxidu uhelnatého, dalších kovů (Co, Zn, Cu, Se, Hg, V, Fe, Be) a měřením suspendovaných částic frakce $PM_{2,5}$ a prvků ve frakci $PM_{2,5}$. Součástí zpracování jsou výsledky z rutinního monitoringu těkavých organických látek (VOC - 5 stanic) a polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU - 33 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 (NO₂, PM₁₀, 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 PM₁₀ 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 (SO₂, NO, NO₂, NO_x, PM₁₀, PM_{2,5}, CO, O₃)

Ve srovnání s předchozím rokem se úroveň znečištění venkovního ovzduší v roce 2015 ve většině sledovaných parametrů mírně zlepšila, naměřené hodnoty ale nevybočují z dlouhodobého trendu. Kvalita ovzduší v monitorovaných sídlech je významně ovlivňována meteorologickými podmínkami, které lze charakterizovat vyšší četností excesů a rychlých změn počasí zahrnujících dlouhodobější suchá období vysokých teplot, krátká období intenzivních srážek; pokračuje trend snížení počtu zimních inverzních situací. Shodně s roky 2012 až 2014 byly zimní měsíce v roce 2015 teplotně nadprůměrné. Dominantním a v podstatě plošně působícím zdrojem 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 oblastí s vyšší koncentrací malých zdrojů na pevná paliva.

To potvrzují roční imisní charakteristiky oxidu dusičitého a suspendovaných částic frakce PM₁₀ a PM_{2,5}, které nejenom v městských dopravně exponovaných lokalitách, ale i 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 dnů s teplotami nad 30 °C postupně narůstá počet dnů a oblastí se zvýšenými koncentracemi přízemního ozónu.

Ke sledovaným parametrům kvality ovzduší:

- roční aritmetické průměry **oxidu dusnatého** (NO) se na většině stanic (80 %) pohybovaly v roce 2014 do 20 µg/m³ (odhad roční střední koncentrace ve městech je 7,8 µg/m³). Souvislost s dopravní zátěží dokládají hodnoty ročních průměrů (≈ 44 µg/m³) na dopravně exponovaných stanicích – Hot spots - v Praze a v Brně;

- odhad roční střední hodnoty **sumy oxidů dusíku** (NO_x) v dopravou a průmyslem nezatížených oblastech pro rok 2015 je $29,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, roční aritmetické průměry se na pozad'ových stanicích ČHMÚ pohybovaly v rozmezí 6 až $8,5 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$, na většině městských stanic (75 %) nepřekročila hodnota ročního aritmetického průměru $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Na šesti dopravně exponovaných stanicích bylo překročeno $80 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$, význam dopravní zátěže potvrzují také hodnoty maximálního ročního průměru měřené na dopravně extrémně zatížených stanicích v Legerově ulici v Praze 2 - $115 \mu\text{g}/\text{m}^3$; a v Brně na stanici Úvoz $113 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- roční aritmetické průměry **oxidu dusičitého** (NO_2) na pozad'ových stanicích v roce 2015 nepřekročily $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hodnota imisního limitu ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$) byla prokazatelně překročena na celkem třech stanicích (č. 1483 a 1459 v Praze a č. 1482 v Brně). Ve městech se v závislosti na intenzitě okolní dopravy pohybovaly v rozsahu od $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ v nezatížených lokalitách, přes 20 až $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ u dopravně středně zatížených stanic až k $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ročního průměru v dopravně silně zatížených lokalitách - dopravních „hot spot“ (v Praze, Ostravě, Brně a Ústí n/L). Odhad roční střední hodnoty v dopravou a průmyslem méně zatížených lokalitách pro rok 2015 je $23 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$. Roční průměry na dopravních „hot spot“ stanicích v Praze a v Brně dosahovaly až úrovně 120 % imisního limitu. Vyšší měřené hodnoty jsou, stejně jako u oxidu dusnatého, primárně spojeny s dopravní zátěží. V městských celcích se na výsledném znečištění oxidem dusičitým kromě dopravy podílí výroba energie, domácí topeniště a zejména v ostravsko-karvinské oblasti i velké průmyslové zdroje;
- u dlouhodobě zvýšené expozice **suspendovaným částicím frakce PM_{10}** se dá hovořit o jejím plošném charakteru. Hodnoty ročního aritmetického průměru na pozad'ových stanicích byly v rozmezí 13 až $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$, na stanici v Košetících bylo naměřeno 1 překročení 24hodinové koncentrace $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nejvyšší městská hodnota ročního aritmetického průměru byla v roce 2015 zaznamenaná na stanici ve Zlíně (č. 1621 - $41,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$), roční imisní limit ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$) byl překročen na 3 stanicích a více než 35 překročení krátkodobého 24hod. imisního limitu ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3/24$ hodin) bylo v roce 2015 naměřeno na dalších 23 stanicích (26 % měřících stanic z celkového počtu 88 hodnocených). Vyšší zátěž částicemi frakce PM_{10} v MSK dokládá i rozdíl cca $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ročního průměru mezi odhady roční střední hodnoty v sídlech (sídla v MSK - $30,6 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ a $22,3 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ pro ostatní sídla).

Vliv velkých průmyslových zdrojů potvrzuje analýza úrovně zátěže v jednotlivých typech městských lokalit, kdy se, v závislosti na intenzitě okolní dopravy, roční střední hodnoty PM_{10} pohybovaly:

- na úrovni od $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ v MSK) v městských dopravou nezatížených lokalitách;
- přes 21 až $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (až $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ v MSK) ročního průměru v městských dopravně exponovaných místech;
- až po 20 až $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (až $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ v MSK) ročního průměru v městských průmyslem silně exponovaných lokalitách.

Z tohoto srovnání je zřejmá závislost měřených hodnot PM_{10} jak na intenzitě dopravy, kdy se emise z liniového zdroje/zdrojů přičítají k městskému pozadí, tak na vlivu lokálních malých zdrojů - topenišť. V ostravsko-karvinské aglomeraci je obvyklá kombinace zdrojů (doprava a lokálně působící zdroje) doplněna o vliv významných průmyslových zdrojů a nezanedbatelný význam zde má i dálkový transport. Nasvědčuje tomu střední roční hodnota na úrovni 40 až $50 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$ dlouhodobě měřená 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 málo zatížených lokalitách. Počet městských měřicích stanic, na kterých byla v roce 2015 překročena hodnota $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ročního aritmetického průměru (doporučená jako mezní Světovou zdravotnickou organizací WHO), činil 70 z 85 (82 %) zahrnutých měřicích stanic (v roce 2014 to bylo 92 %, v roce 2013 91 %). Přestože úroveň zátěže aerosolovými částicemi frakce PM_{10} meziročně mírně poklesla má v kontextu dlouhodobějšího vývoje v sídlech charakter spíše setrvalého stavu.

- Do hodnocení zátěže prostředí **suspendovanými částicemi frakce $\text{PM}_{2,5}$** byla v roce 2015 zahrnuta data z 39 stanic - šest stanic v Praze, pět v Plzni a v Brně, tři stanice v Ostravě, dvě stanice v Jihlavě a v Olomouci a po jedné v dalších 16 sídlech. Měření tedy reflektuje převážně větší městské aglomerace, vyšší hodnoty jsou měřeny v dopravně silně exponovaných místech a v průmyslových lokalitách (25 až $34 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$). Průměrné roční hmotnostní koncentrace se v jednotlivých sídlech pohybovaly od 13,5 do $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Roční průměr na pozad'ové stanici v Košeticích byl $11,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Hodnota ročního imisního limitu $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ byla překročena na pěti stanicích (vše v MSK), $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ročního průměru, doporučených WHO už ale bylo překročeno na všech do hodnocení zahrnutých.
- Podíl suspendovaných částic frakce $\text{PM}_{2,5}$ ve frakci PM_{10} vypočítaný z hodnot souběžně měřených na 35 stanicích se pohybuje od 0,52 (stanice v Berouně), po 0,87 na stanici v Plzni. V období 2007 až 2015 má hodnota průměrného podílu frakce $\text{PM}_{2,5}$ ve frakci PM_{10} neklesající trend, pohybuje se okolo 75 % (75 % v roce 2015).

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.

Pole koncentrací As, Cd, Ni a Pb v sídlech je ve srovnání s hodnotami přirozeného republikového pozadí, měřeními na stanicích EMEP v Košeticích a na Bílém Kříži, dlouhodobě většinou mírně zvýšené (přibližně 2 až 3krát). Výjimku tvoří čtenější 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 - $4,85 \text{ ng}/\text{m}^3/\text{rok}$, Tanvald - $4,23 \text{ ng}/\text{m}^3/\text{rok}$ nebo $3,46 \text{ ng}/\text{m}^3/\text{rok}$ v Praze 5 Řeporyjích). 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, imisní limit pro Cd byl překročen na stanici v Tanvaldu - školka ($6,92 \text{ ng}/\text{m}^3$) a staré zátěže identifikují například vyšší hodnoty Pb a Ni v Příbrami.

- **arsen** je považován za citlivý indikátor spalování fosilních paliv, výsledky měření prokazují i jeho významnost v emisích z metalurgických procesů. Roční průměry $0,24$ až $1,8 \text{ ng}/\text{m}^3$ byly nalezeny na pozad'ových stanicích ČHMÚ. Hodnoty nad $3 \text{ ng}/\text{m}^3$ (polovina IL) ročního aritmetického průměru byly v roce 2015 naměřeny na 8 stanicích reprezentujících vliv lokálních topenišť a metalurgické provozů; na 24 stanicích nepřekročily roční střední hmotnostní koncentrace $2 \text{ ng}/\text{m}^3$. Odhad střední hodnoty

v městských lokalitách se, shodně s roky 2013 a 2014, pohybuje na úrovni 1,6 ng/m³/rok – tedy cca 25 % plnění IL.

Z analýzy zastoupení As v souběžně odebíraných vzorcích frakcí PM₁₀ a PM₂, vyplývá, že v roce 2015 bylo v průměru více než 80 % arsenu ve frakci PM_{2,5} a tento podíl se mírně liší podle podílu zastoupení průmyslových a malých zdrojů;

- roční imisní charakteristiky **kadmia** u více než poloviny zahrnutých stanic (31 z 45) nepřesáhly 0,5 ng/m³ (10 % IL), navýšení ve srovnání s hodnotami měřenými na pozadových stanicích ČHMÚ (0,1 ng/m³/rok) v sídlech je možno připsat lokálním zdrojům nebo průmyslové zátěži. Vliv mohou mít i spalovací procesy v domácích topeništích, pro které svědčí i jeho vysoký podíl (> 80 %) v zimním období ve frakci PM_{2,5}. Hodnoty ve většině sídel jsou dlouhodobě stabilní; odhad střední hodnoty v městských lokalitách - 0,2 ng/m³/rok – znamená méně než 10 % naplnění IL. Oblastí se zvýšenou zátěží způsobenou průmyslovou výrobou zůstává Tanvald a okolí (6,9 ng/m³/rok), kde byl překročen imisní limit.
- roční aritmetické průměry koncentrací **chromu** byly na většině (40 z 45) městských stanic v rozmezí 0,4 - 5 ng/m³, na zbylých pěti stanicích mezi 5 až 10 ng/m³. Odhad střední hodnoty v sídlech se pohybuje na úrovni 1,6 ng/m³/rok. Podle modelového odhadu při středním zastoupení Cr^{VI+} ve směsi na úrovni 0,1 až 0,5 % by se jeho hodnoty pohybovaly v rozmezí 0,002 - 0,01 ng/m³, tedy na úrovni 40 % stanovené referenční koncentrace;
- roční střední koncentrace niklu tvoří ve městech poměrně homogenní pole s koncentracemi < 3 ng/m³/rok (< 15 % IL). Při porovnání s hodnotami přirozeného pozadí (< 0,4 ng/m³) se jedná o mírně zvýšené hodnoty. Roční průměry vyšší než odhad střední hodnoty ve městech (≈ 0,64 ng/m³/rok) byly naměřeny celkem na 21 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), ale průměrně 50 až 60 % niklu bylo obsaženo ve frakci PM_{2,5} 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 (≈ 8 ng/m³/rok) řadí olovo již mezi méně významné škodliviny. Svědčí o tom skutečnost, že roční střední hodnoty na 39 stanicích z 45 hodnocených nepřekročily 15 ng/m³ (< 3 % IL) a byly srovnatelné s úrovní zátěže měřenou na pozadových stanicích (1,5 až 5,3 ng/m³). Roční imisní charakteristiky nad 20 ng/m³ (tj. nad 4 % IL) byly v roce 2015 naměřeny pouze na 5 stanicích v Moravsko-slezském kraji;
- roční střední hodnoty **manganu** na 38 stanicích z 45 nepřekročily 15 ng/m³ (10 % RfK); na 2 stanicích převážně průmyslového charakteru v Ostravě byly naměřeny hodnoty vyšší, které dosáhly až úrovně 50 % stanovené RfK. Pozornost zasluhuje i velmi úzké rozmezí hodnot (10,5 až 12,9 ng/m³/rok) naměřené na 3 ryze venkovských stanicích ve Středočeském kraji (stanice Vrapice, Buštěhrad a Stehelčevy).
- vanad, železo, kobalt, zinek, selen a měď - kovy měřené ve frakci PM₁₀ pouze na stanicích provozovaných ČHMÚ. Nejsou pro ně stanoveny imisní limity a zatím ani hodnoty použitelné pro hodnocení jejich expozice a vlivu na zdraví.

3 Organické látky (PAU a VOC)

Z porovnání imisních charakteristik PAU stanic 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.

Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU) - jejich výšemolekulární frakce je sice vázána na jemné aerosolové částice (frakce PM_{2,5} a menší; majoritní podíl mají pravděpodobně velikostní frakce 0,5 až 0,8 μm), ale mohou se vyskytovat i ve formě par. Řada z nich patří mezi mutageny a karcinogeny. Hodnocení měřených hodnot PAU v monitorovaných sídlech v roce 2015 vychází z měření na 33 stanicích provozovaných zdravotními ústavu (SZÚ/ZÚ) a ČHMÚ, 2 stanice - Košetice a Kuchařovice lze klasifikovat jako emisně přímo nezatížené - pozad'ové.

- Ve větších městských celcích lze nadále v roce 2015 zátěž z dopravy charakterizovat jako plošnou, kdy rozdíly mezi málo zatíženými a dopravně významně exponovanými lokalitami jsou minimální (1,1 až 1,4 ng/m³/rok);
- 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)**, obecně používaný jako indikátor zátěže ovzduší PAU, platí:

- rozpětí ročních středních průměrů se v městských lokalitách nezatížených průmyslovými zdroji pohybovalo mezi 0,4 až 3,5 ng/m³ se střední hodnotou okolo 1,27 ng/m³. Platí, i že v letním období zde byly měřeny 24hodinové koncentrace pod mezí stanovitelnosti (< 0,02 ng/m³), v zimním období 24hodinové hodnoty nepřekračovaly 10 ng/m³;
- v lokalitách s majoritním podílem emisí z domácích topenišť spalujících fosilní paliva nepřekračovaly v letním období měřené 24hodinové koncentrace BaP 0,1 ng/m³, v zimní sezóně však zde mohly překročit i 10 ng/m³; odhad střední hodnoty je zde 1,1 ng/m³;
- průmyslem zatížené lokality, v závislosti na druhu průmyslu (chemický, metalurgie), měly až několikanásobně vyšší roční střední hodnoty (0,94 v Ústí n/L až 7,83 ng/m³ v Ostravě Radvanicích) a v zimním období zde byla měřena 24hodinová maxima v řádu desítek ng/m³. V letním období se zde měřené 24hodinové hodnoty pohybovaly do 1 ng/m³;
- odhad dlouhodobého trendu ročních středních hodnot BaP byl zpracován pro tři typově specifické stanice (městská pozad'ová ve Žďáru n/Sázavou, městská středně dopravně zatížená stanice v Praze 10 a městská průmyslová stanice v Karviné) za období 1997 až 2015 (graf č. 8, příloha č. 4). Stanice přes rozdílnou koncentrační úroveň vykazují, jak prvky shodného chování (období poklesu či nárůstu a minim), tak neklesající trend (stanice ve Žďáru n/S a v Praze SZÚ) a nerostoucí trend (stanice v Karviné). Podrobnější zpracování průběhu koncentrací BaP v letech 2005 - 2015 pro tři různá období - topnou, přechodnou a netopnou sezónu - bylo zpracováno pro stanice Košetice, SZÚ Praha, Karviná ZÚ a Ostrava-Radvanice, které představují různé typy lokalit (**graf č. 9, příloha č. 4**). Význam lokálně působících zdrojů a vliv meteorologických podmínek je zde zřejmý:
 - Na pozad'ové stanici v Košeticích v letech 2005 - 2015 je patrný pozvolný nárůst hodnot měřených v topné a přechodné sezóně.
 - Na městské středně dopravně zatížené stanici v SZÚ v Praze 10 jsou hodnoty měřené v netopné sezóně srovnatelné s hodnotami v Košeticích (≈ 0,05 ng/m³), nicméně v přechodné a topné sezóně dosahují, přes průběžný pokles, stále vyšších hodnot.
 - Na stanicích reprezentujících různou úroveň průmyslové zátěže, tj. v Karviné (městská stanice) a v Ostravě-Radvanicích (stanice v emisní vlečce ArcelorMittal) jsou měřené hodnoty ve všech sezónách minimálně řádově vyšší a není zde pozorovatelný trend.
- střední hodnota 3,9 ng/m³ zjištěná na stanici ve Švermově u Kladna, kde se v úzkém sevřeném údolí kombinují emise z domácích topenišť na pevná paliva s lokálně

významným podílem emisí z dopravy, 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 2015 byla hodnota imisního limitu pro benzo[*a*]pyren (BaP) překročena na 19 z 33 hodnocených stanic. Imisní limit byl, mimo zcela specifickou venkovskou - příměstskou stanicí v Kladně Švermově, především na všech stanicích v Ostravě (1,95 až 7,83 ng/m³) a více než trojnásobně na stanicích v Karvině a v Českém Těšíně. Mimo MSK byla hodnota IL na městských stanicích překročena maximálně o 60 %. Nejnižší hodnoty, naměřené v sídlech (v Brně a v Sokolově ≈ 0,5 ng/m³/rok), jsou srovnatelné s koncentracemi zjištěnými na pozad'ových stanicích (0,5 ng/m³/rok).

Výšemolekulární PAU byly sledovány celkem na 32 místech a dlouhodobě je pro ně 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 33 stanicích měly široké rozpětí od 0,4 do 10,3 ng/m³. Na stanicích mimo Ostravsko-karvinskou pánev roční střední hodnoty nepřekročily 2,4 ng/m³/rok. Výjimkou z pravidla je zdrojově a umístěním zcela specifická stanice v Kladně - Švermově (6,4 ng/m³/rok). Roční referenční koncentrace (RfK - 10 ng/m³/rok) byla překročena na průmyslovými emisemi silně zatížené stanici v Ostravě v Radvanicích (10,3 ng/m³).

Karcinogenní potenciál směsi k-PAU vyjádřený jako **ekvivalent BaP** (TEQ BaP) vykazoval velké rozdíly v závislosti na měřené lokalitě. Nejvyšší hodnota 11,0 ng/m³/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 (≥ 5 ng/m³/rok TEQ BaP) než na ostatních městských stanicích, kde se roční hodnoty TEQ BaP, nezávisle na úrovni zátěže z dopravy, pohybovaly od 0,7 do 3,0 ng/m³. Výjimkou jsou hodnoty naměřené na městské průmyslem nezatížené, jinak zdrojově a umístěním zcela specifické stanici Kladno - Švermov (6,8 ng/m³/rok).

Postupné omezování měření benzenu a ostatních VOC v měřicí síti dospělo do situace, že k dispozici za rok 2015 jsou data pouze z 5 měřicích stanic umístěných navíc ve zdrojově specifických lokalitách (Pardubice, Ostrava-Přívoz, Most, Třinec). Úroveň znečištění ovzduší benzenem se v roce 2015 v měřených městských lokalitách pohybovala v rozmezí 0,82 - 4,98 μg/m³/rok. Nejvyšší hodnoty jsou dlouhodobě měřeny na ostravských stanicích - 2,3 až 4,98 μg/m³ v roce 2015, kdy na průmyslem významně exponované stanici v Ostravě - Přívoz byla průměrná roční koncentrace těsně pod stanoveným imisním limitem.

4 Komplexní hodnocení kvality ovzduší

Základem je hodnocení stavu ovzduší formou indexu kvality ovzduší, které 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 ně jsou zahrnuty As, Ni a směs karcinogenních PAU. Výpočty platí pro celoživotní expozici 24 hodin denně pro dospělého člověka o hmotnosti 70 kg, který vdechne 20 m³ vzduchu za den. Hodnocení bylo provedeno pro základní typy městských lokalit; kritérii rozdělení byla intenzita okolní dopravy, podíl jednotlivých typů zdrojů vytápění a zátěž významným průmyslovým zdrojem.

Součástí je odhad ztracených let života (YLLs), vzhledem k dostupnosti příslušných demografických dat zpracovaný pro rok 2014.

4.1 Index kvality ovzduší (IKO_R)

Do výpočtu byly zahrnuty roční aritmetické průměry všech měřených škodlivin, pro které jsou stanoveny roční imisní limity (oxid dusičitý - NO₂, suspendované částice frakce PM₁₀ a PM_{2,5}, arzen - As, kadmium - Cd, nikl - Ni, olovo - Pb 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 a imisní limit pro suspendované částice frakce PM₁₀. Na 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_{2,5}. Lokálně se objevila ojedinělá překročení stanoveného imisního limitu pro kadmium (Tanvald a okolí). 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 2014 druhé třídy kvality ovzduší. Nižší střední hodnoty IKO_R v městských lokalitách, rozdělených v závislosti na intenzitě dopravy (< 1,5), potvrzují významnost vlivu spalování tuhých paliv v domácích topeništích jako zdroje znečištění městského ovzduší. Mírnější zimy 2013 až 2015 se také v tomto ukazateli projeví. Vlivu emisí průmyslových zdrojů v ostravsko-karvinské oblasti odpovídá odhad zvýšené střední roční hodnoty IKO_R > 2 (klasifikace 3. třída IKO - znečištěné ovzduší) a maximální hodnota na stanici Ostrava-Radvanice spadající do 4. třídy IKO s hodnotou IKO_R 3,5.

4.2 Suma plnění ročních imisních limitů

Ve všech hodnocených typech městských lokalit a dokonce i na regionálních a republikových požadových stanicích, překročila suma individuálních podílů hodnotu 1,66 a pohybuje se v rozsahu od 3,44 (městské požadové stanice) po 6,5 na průmyslem exponovaných lokalitách v Ostravě. Z detailnějšího rozboru vyplývá:

- v podstatě plošnou zvýšenou zátěž hodnocených typů městských lokalit suspendovanými částicemi frakce PM₁₀, kde se hodnoty podílu ročních středních hodnot k limitu pohybují v rozsahu od 0,65 do 1,04;
- vysoká variabilita zátěže měřených lokalit PAU - indikátor benzo[*a*]pyren (BaP) - kde se hodnoty podílu pohybují v rozsahu od 0,68 v městských, dopravou a spalovacími procesy málo zatížených, oblastech až po maximum 7,83 v průmyslem zatížených lokalitách v Ostravě. Odpovídající hodnota na stanici Košetice byla 0,36;

- variabilní, ale dlouhodobě lokálně zvýšená zátěž ovzduší oxidem dusičitým - hodnoty podílu se pohybují od 0,35 do 1,18 v městských dopravně exponovaných lokalitách, arsenem - od 0,1 do 0,99 v lokalitách s významným podílem spalování pevných paliv nebo se zátěží významným průmyslovým zdrojem (až 0,5 v okolí velkých zdrojů - metalurgie) a benzenem - od 0,1 do 0,71 v okolí velkých průmyslových zdrojů v MSK;
- nižší zátěž Cd < 0,25 (mimo průmyslové oblasti a okolí Tanvaldu, s 1,38) a Ni s podílem ročních středních hodnot k limitu < 0,15) a již téměř nevýznamná zátěž ovzduší Pb, kde hodnota podílu překročila hladinu 0,15 pouze na stanici Ostrava Radvanice reprezentující vlečku významného průmyslového zdroje;
- výsledky vyhodnocení pro předměstské a venkovské oblasti naznačují existenci silně zatížených lokalit, kde suma plnění imisních limitů může až několikanásobně překročit hodnotu 1;
- mezi přetrvávající významné problémy zdrojově lokálního charakteru patří:
 - zvýšená zátěž pražské a brněnské aglomerace oxidem dusičitým z dopravy, kde se hodnota podílu pohybovala od 0,75 do 1,25;
 - okolí Tanvaldu až nadlimitně zatížené kadmii;

Za pozitivní ukazatel lze považovat dlouhodobě nízkou zátěž SO₂, As, Cd, Ni a Pb v prakticky všech ostatních městských lokalitách. Výjimku tvoří ostravské průmyslem extrémně zatížené lokality (Radvanice/Bartovice, Mariánské Hory...).

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 těmito látkám vystaveni. Skutečná expozice v průběhu dne, roku a v průběhu života jednotlivce značně kolísá a liší se v závislosti na povolání, životním stylu, resp. na koncentracích látek v různých lokalitách a prostředích.

Mezi zdravotně nejvýznamnější znečišťující látky v ovzduší sídel ČR patří v první řadě aerosol (suspendované částice 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 PM₁₀ v roce 2015 v městském prostředí mimo MSK (22,3 µg/m³) lze zhruba odhadnout, že v důsledku znečištění ovzduší touto škodlivinou byla bazální celková úmrtnost navýšena o 4,1 % při zohlednění 75 % podílu frakce PM_{2,5}. Vzhledem k rozmezí průměrných ročních koncentrací této škodliviny v různých typech lokalit se podíl předčasně zemřelých v důsledku znečištění ovzduší PM₁₀ na celkovém počtu zemřelých pohybuje od méně než 1,8% v městských lokalitách bez dopravní zátěže až po 12,8 % při zohlednění 75 % zastoupení frakce PM_{2,5}. Při celkovém počtu 111 173 zemřelých obyvatel ČR v roce 2015, se po vyloučení zemřelých pod 30 let a zemřelých na vnější příčiny jedná o 104 503 zemřelých. Z uvedených dat lze odhadnout, že při akceptování 75 % podílu frakce PM_{2,5} je odhad počtu předčasných úmrtí, na kterých se podílela expozice suspendovaným částicím frakce PM₁₀, na úrovni 4,8 tisíce osob.

Ztracené roky života (YLLs) - podle provedeného odhadu činil v roce 2014 pro obyvatele ČR starší 30 let počet ztracených let života předčasným úmrtím následkem expozice znečištěnému ovzduší aerosolovými částicemi 102 028 let (tj. 1 414 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 2014 v průměru 5,6 (5,7 v roce 2013) dnů života ztracených v důsledku předčasné úmrtnosti.

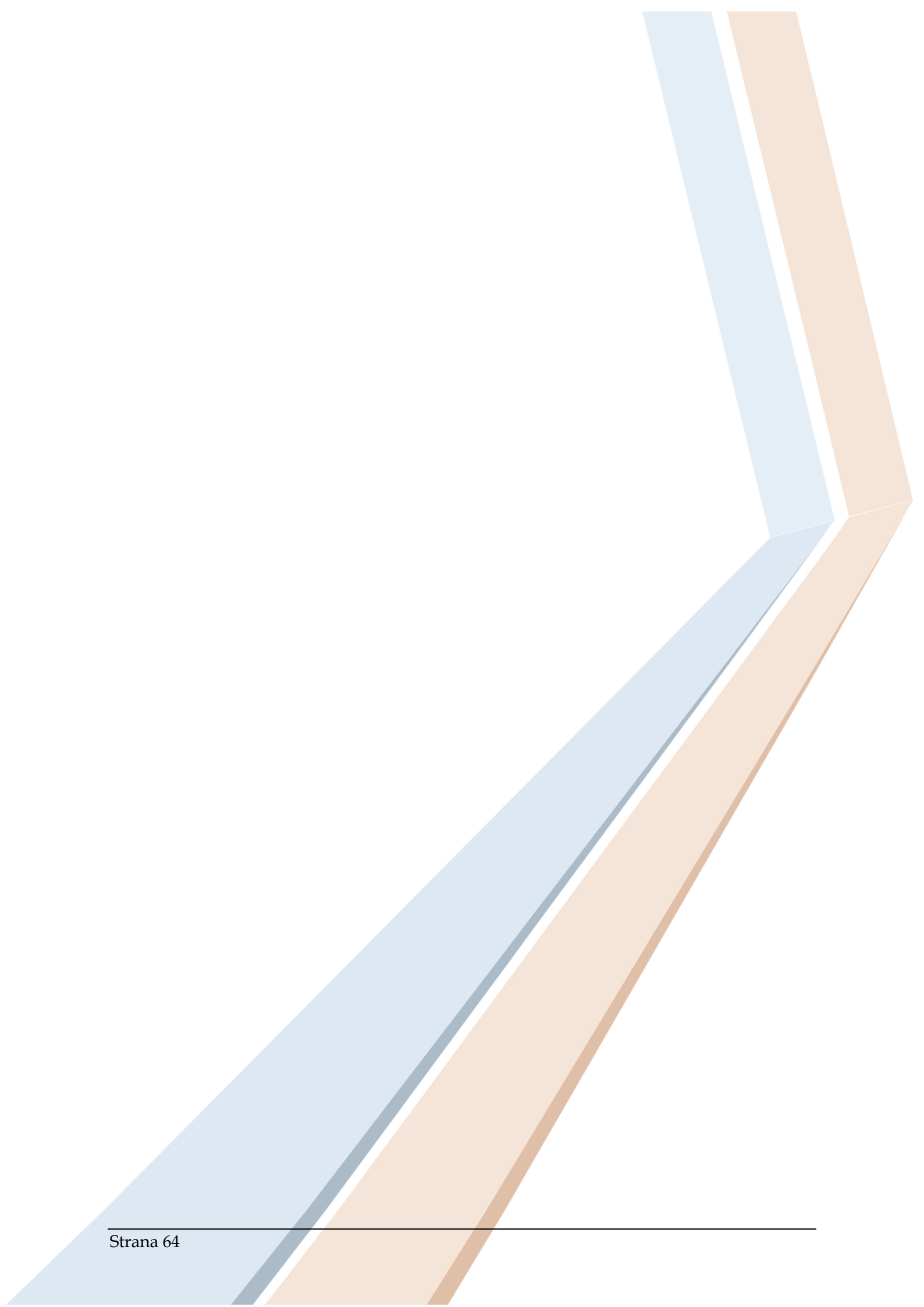
Celkové navýšení individuálního celoživotního rizika vypočtené pro látky s bezprahovým působením v městských lokalitách v ČR pro rok 2015 se pohybovalo na úrovni $1,1 \times 10^{-4}$, tj. přibližně jeden případ na 10 tisíc obyvatel. Pro jednotlivě hodnocené látky se navýšení individuálního celoživotního rizika pohybuje v řádu 10^{-7} až 10^{-4} , tedy v řádu jednotek případů onemocnění na 10 000 až 10 miliónů obyvatel za 70 let.

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

- Arsen $2,36 \times 10^{-6}$ (≈ 3 případy z 1 miliónu);
- Nikl $2,45 \times 10^{-7}$ (≈ 3 případy z 10 miliónů) - nejnižší z hodnocených látek;

Největší příspěvek stále představuje expozice směsi PAU. Z vypočtených hodnot BaP pro jednotlivé typy městských lokalit a z hodnoty ročního aritmetického průměru na pozad'ové stanici v Košetících ($0,36 \text{ ng/m}^3$) lze velmi přibližně odhadnout vliv:

- domácích topenišť - navýšení ročního průměru o $0,5 \text{ ng/m}^3/\text{rok}$ což odpovídá navýšení ILCR o $4,35 \times 10^{-5}$ (o 5 případů na 100 tisíc exponovaných);
- dopravy - navýšení o $0,15 \text{ ng/m}^3/\text{rok}$ což odpovídá navýšení ILCR o $1,31 \times 10^{-5}$ (≈ 2 případy na 100 tisíc exponovaných);
- kombinace velkých průmyslových zdrojů, dopravy a domácích topenišť - navýšení až o $6,56 \text{ ng/m}^3/\text{rok}$ což odpovídá navýšení ILCR o $5,71 \times 10^{-4}$ (≈ 6 případů na 10 tisíc exponovaných).



Příloha č. 1 - Třídy kategorií měřicích stanic

Městská - URBAN

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

Průmyslová - URBAN INDUSTRIAL

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

Venkovská (rural)

11. **Pozadová (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. 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
2. U kategorií definovaných účelem využití je kladen důraz vždy na **majoritní** zdroje znečištění ovzduší (tj. vždy jeden ze tří - doprava, průmysl, vytápění).
3. Venkovská zóna je vymezena definicí, že platí pro sídla do **2 tis. obyvatel** a extravilány.
4. Při řazení do kategorií se bere v úvahu **dlouhodobá** zátěž lokality.

Příloha č. 1 - Tabulka č. 13. - Zařazení zahrnutých stanic do příslušných kategorií

Název oblasti	ISKO	ISKO (b)	Název stanice	Kat.	Typ zóny	Poznámka
Praha 1	771		Praha 1 - N. Republiky	6	Městská obytná s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin	
Praha 2	1483		Praha 2 - Legerova	7	Městská obytná s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin - kaňony	
	772		Praha 2 - R. Sady	3	Městská obytná pouze se středními zdroji	
Praha 4	773		Praha 4 - Bráník	6	Městská obytná s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin	
	774	1626(TK) 1564(TK)	Praha 4 - Libuš	3	Městská obytná pouze se středními zdroji	
Praha 5	1459		Praha 5 - Smíchov - Strahovský tunel	6	Městská obytná s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin	
	437	1615 (TK)	Praha 5 - Svornosti I.	7	Městská obytná s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin - kaňony	
	629	1668 (TK)	Praha 5 - Řeporyje	4	Městská obytná s dopravní zátěží 2 až 5 tis. vozidel/24 hodin	
	1520		Praha 5 - Stodůlky	3	Městská obytná pouze se středními zdroji.	
Praha 6	1528		Praha 6 - Suchdol	3	Městská obytná pouze se středními zdroji.	
	1953		Praha 6 - Veleslavín	6	Městská obytná s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin	MD
Praha 8	779		Praha 8 - Kobylisy	5	Městská obytná s dopravní zátěží 5 až 10 tis. vozidel/24 hodin	
	1519		Praha 8 - Karlín	6	Městská obytná s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin	
Praha 9	1521		Praha 9 - Vysočany (2)	7	Městská obytná s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin - kaňony	
Praha 10	805		Praha 10 - Vršovice	6	Městská obytná s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin	
	457	1653(PAU) 1656(TK) 1651(TK)	Praha 10 - SZÚ	3	Městská obytná pouze se středními zdroji.	
	1539		Praha 10 - Průmyslová	10	Městská průmyslová s výrazným vlivem dopravní zátěže (nad 25 tis. vozidel/den)	
Beroun	1140		Beroun	6	Městská obytná s dopravní zátěží 5 až 10 tis. vozidel/24 hodin	
Kladno	1454		Kladno - střed města	6	Městská obytná s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin	MD
Kolín	1191	1703 (TK)	Kolín - SAZ	5	Městská obytná s dopravní zátěží 5 až 10 tis. vozidel/24 hodin	MD
Mladá Boleslav	1437		Mladá Boleslav	3	Městská obytná pouze se středními zdroji.	
Příbram	1508		Příbram	5	Městská obytná s dopravní zátěží 5 až 10 tis. vozidel/24 hodin	
Kladno-Švermov	1455		Kladno - Švermov	15	Venkovská obytná s nízkou úrovní dopravy	
Brandýs n/L	1492		Brandýs n/L	2	Městská obytná pouze s lokálními zdroji	
Okr. Kladno	595	1743(TK)	Buštěhrad	13	Venkovská průmyslová, 13 - převažující vliv průmyslu nad dopravou	
	663	1745(TK)	Stehelčevy	14	Venkovská průmyslová s dopravní zátěží - převažující vliv dopravy nad vlivem průmyslu.	
	662	1744(TK)	Vrapice	14	Venkovská průmyslová s dopravní zátěží - převažující vliv dopravy nad vlivem průmyslu.	
Č. Budějovice	1193	1674(TK)	Č. Budějovice - Třešňová	2	Městská obytná pouze s lokálními zdroji.	MD
	1104	1591(PAU)	České Budějovice	3	Městská obytná pouze se středními zdroji.	
Tábor	1490		Tábor	5	Městská obytná s dopravní zátěží 5 až 10 tis. vozidel/24 hodin	
Churáňov	1500		Churáňov	11	Venkovská pozad'ová	
Cheb	1506		Cheb	2	Městská obytná pouze s lokálními zdroji.	

Název oblasti	ISKO	ISKO (b)	Název stanice	Kat.	Typ zóny	Poznámka
Cheb	486		Cheb - Eska	6	Městská obytná s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin	
Karlovy Vary	1505		K. Vary	5	Městská obytná s dopravní zátěží 5 až 10 tis. vozidel/24 hodin	
Klatovy	808	1693 (TK)	Klatovy - Soud	4	Městská obytná s dopravní zátěží 2 až 5 tis. vozidel/24 hodin	MD
Plzeň	1105		Plzeň - Doubravka	12	Venkovská zemědělská	
	1194	1695(PAU) 1694(TK)	Roudná - MLU	2	Městská obytná pouze s lokálními zdroji.	MD
	1321		Plzeň střed	6	Městská obytná s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin	
	1322		Plzeň Slovany	6	Městská obytná s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin	
	1323		Plzeň Bory	5	Městská obytná s dopravní zátěží 5 až 10 tis. vozidel/24 hodin	
	1324		Plzeň Lochotín	3	Městská obytná pouze se středními zdroji.	MD
	1325		Plzeň Skvrňany	2	Městská obytná pouze s lokálními zdroji.	MD
Sokolov	1032		Sokolov	3	Městská obytná pouze se středními zdroji.	
Fr. Lázně	540		Chebská	3	Městská obytná pouze se středními zdroji.	
M. Lázně	597		Krásný domov	3	Městská obytná pouze se středními zdroji.	
Česká Lípa	1023		Česká Lípa	3	Městská obytná pouze se středními zdroji.	
Děčín	1014		Děčín	8	Městská průmyslová s vyšším významem vlivu technologií než dopravy	MD
Chomutov	1001		Chomutov	2	Městská obytná pouze s lokálními zdroji.	
Jablonec n/N	1017		Jablonec nad Nisou	3	Městská obytná pouze se středními zdroji.	MD
Jizerka	1556		Jizerka	11	Venkovská pozad'ová	
Souš	1415		Souš	11	Venkovská pozad'ová	
Liberec	1016	1613	Liberec	3	Městská obytná pouze se středními zdroji.	MD
Litoměřice	1475		Litoměřice	3	Městská obytná pouze se středními zdroji.	MD
Most	1005		Most	5	Městská obytná s dopravní zátěží 5 až 10 tis. vozidel/24 hodin	
Lom u Mostu	1583	1507	Lom	13	Venkovská průmyslová, 13 - převažující vliv průmyslu nad dopravou	
Teplice	1763		Teplice ČHMÚ	3	Městská obytná pouze se středními zdroji.	
Ústí nad Labem	1571		Ústí n/L - město	6	Městská obytná s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin	
	1011	1624(TK)	Ústí n/L - Kočkov	3	Městská obytná pouze se středními zdroji.	
	1457	1737(PAU) 1736(TK)	Ústí n/L - Pasteurova	8	Městská průmyslová s vyšším významem vlivu technologií než dopravy	MD
	1481		Ústí n/L - Všebořická	5	Městská obytná s dopravní zátěží 5 až 10 tis. vozidel/24 hodin	
Tanvald	411	1688 (TK)	Tanvald	3	Městská obytná pouze se středními zdroji.	
	1938	1937 (TK)	Tanvald - školka	3	Městská obytná pouze se středními zdroji.	
Rudolice v H	1317		Rudolice v Horách	11	Venkovská pozad'ová	
Havlíčkův Brod	1200	1680(TK) 2026(PAU)	H. Brod - Smetanovo n.	3	Městská obytná pouze se středními zdroji.	
Hradec Králové	1503		H. Králové - Brněnská	5	Městská obytná s dopravní zátěží 5 až 10 tis. vozidel/24 hodin	
	396	1678(PAU) 1677(TK)	H. Králové - Sukovy sady - MLU	5	Městská obytná s dopravní zátěží 5 až 10 tis. vozidel/24 hodin	MD
	1914		H. Králové - Tř. Osvoboditelů	3	Městská obytná pouze se středními zdroji.	
	643		H. Králové - observatoř	1	Městská - pozad'ová	Jen O ₃
Pardubice	1465		Pardubice ČHMÚ	3	Městská obytná pouze se středními zdroji.	
	1418		Pardubice - Rosice	2	Městská obytná pouze s lokálními zdroji.	
Trutnov	1504		Trutnov - Mládežnická	3	Městská obytná pouze se středními zdroji.	MD
Ústí nad Orlicí	1117	1676 (TK)	Ústí n/O - Podměstí	5	Městská obytná s dopravní zátěží 5 až 10 tis. vozidel/24 hodin	MD
Svratouch	1139	1555(TK)	Svratouch	11	Venkovská pozad'ová	
Brno - město	1130		Brno-Tuřany	15	Venkovská obytná s nízkou úrovní dopravy	
	1620	1660,1748	Brno - Masná ulice	6	Městská obytná s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin	
	1635		Brno - výstaviště	6	Městská obytná s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin	
	1636		Brno - Svatoplukova	9	Městská průmyslová s vyšším významem vlivu dopravní zátěže než vlivu technologií v příslušné zóně	MD

Název oblasti	ISKO	ISKO (b)	Název stanice	Kat.	Typ zóny	Poznámka
Brno - město	1637		Brno - Zvonarka	6	Městská obytná s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin	
	1638		Brno - Lány	2	Městská obytná pouze s lokálními zdroji.	
	1639		Brno - Arboretum	5	Městská obytná s dopravní zátěží 5 až 10 tis. vozidel/24 hodin	
	1960		Brno - dětská nemocnice	4	Městská obytná s dopravní zátěží 2 až 5 tis. vozidel/24 hodin	
	1482		Úvoz	6	Městská obytná s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin	
	1780		Líšeň	3	Městská obytná pouze se středními zdroji.	
Zlín	1510		Zlín - ČHMÚ	2	Městská obytná pouze s lokálními zdroji.	
	1621		Zlín - Svit	6	Městská obytná s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin	MD
Val. Meziříčí	1926		Val. Meziříčí	4	Městská obytná s dopravní zátěží 2 až 5 tis. vozidel/24 hodin	
Hodonín	1198	1672(TK) 2028(PAU)	Hodonín - MLU	2	Městská obytná pouze s lokálními zdroji.	
Jihlava	1477	1930(TK)	Jihlava	4	Městská obytná s dopravní zátěží 2 až 5 tis. vozidel/24 hodin	
	505	1682 (TK) 2025(PAU)	Jihlava - Znojemská	6	Městská obytná s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin	
Prostějov	1133		Prostějov	2	Městská obytná pouze s lokálními zdroji.	
Třebíč	1480		Třebíč	2	Městská obytná pouze s lokálními zdroji.	
Uh. Hradiště	1479		Uh. Hradiště	6	Městská obytná s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin	
Znojmo	1478		Znojmo	5	Městská obytná s dopravní zátěží 5 až 10 tis. vozidel/24 hodin	
Kuchařovice	1132		Kuchařovice	11	Venkovská požadová	Pouze PAU
Žďár n/Sázavou	1196	1683(TK) 1684(PAU)	Žďár n/S - parkoviště	3	Městská obytná pouze se středními zdroji.	
Košetice	1138	1557(TK) 1567(TK)	Košetice - EMEP	11	Venkovská požadová	
M. Třebová	1949		Moravská Třebová	3	Městská obytná pouze se středními zdroji.	MD
Frýdek-Místek	1067		Frýdek Místek	2	Městská obytná pouze s lokálními zdroji.	
Karviná	1069		Karviná	9	Městská průmyslová s vyšším významem vlivu dopravní zátěže než vlivu technologií v příslušné zóně	
	517	1710 (TK) 1709(PAU)	Karviná - ZÚ	8	Městská průmyslová s vyšším významem vlivu technologií než dopravy	MD
Jeseník	1080		Jeseník	11	Venkovská požadová	
Olomouc	1197	1692(TK) 2027(PAU)	Olomouc - Šmeralova	3	Městská obytná pouze se středními zdroji.	
	1075		ČHMÚ Olomouc	6	Městská obytná s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin	
Opava	1186		Opava Kateřinky	3	Městská obytná pouze se středními zdroji.	
Červená Hora	1559	1568 (TK)	Červená	11	Venkovská požadová	
Ostrava	1410	1566(TK)	Ostrava - Přívoz	9	Městská průmyslová s vyšším významem vlivu dopravní zátěže než vlivu technologií v příslušné zóně	
	1061		Ostrava - Fifejdy	8	Městská průmyslová s vyšším významem vlivu technologií než dopravy	
	1064		Ostrava - Zábřeh	8	Městská průmyslová s vyšším významem vlivu technologií než dopravy	
	1572		Českobratrská, HOT-SPOT	10	Městská průmyslová s výrazným vlivem dopravní zátěže (nad 25 tis. vozidel/den)	
	1649	1716(PAU) 1750(TK)	Mariánské hory - ZÚ	8	Městská průmyslová s vyšším významem vlivu technologií než dopravy	
	1650	1713(PAU) 1749(TK)	Radvanice - ZÚ	8	Městská průmyslová s vyšším významem vlivu technologií než dopravy	
	1939	1558(TK) 1565(TK)	Poruba	4	Městská obytná s dopravní zátěží 2 až 5 tis. vozidel/24 hodin	
	1940	1942(TK) 1941(PAU)	Radvanice OZO	8	Městská průmyslová s vyšším významem vlivu technologií než dopravy	
	2043		Poruba DD	4	Městská obytná s dopravní zátěží 2 až 5 tis. vozidel/24 hodin	
Prerov	1076		Prerov	5	Městská obytná s dopravní zátěží 5 až 10 tis. vozidel/24 hodin	
Šumperk	1619		Šumperk - MÚ	4	Městská obytná s dopravní zátěží 2 až 5 tis. vozidel/24 hodin	MD
Orlová	1070		Orlová	5	Městská obytná s dopravní zátěží 5 až 10 tis. vozidel/24 hodin	
Český Těšín	1066	1944(TK)	Český Těšín	3	Městská obytná pouze se středními zdroji.	

Název oblasti	ISKO	ISKO (b)	Název stanice	Kat.	Typ zóny	Poznámka
Havířov	1068		Havířov	9	Městská průmyslová s vyšším významem vlivu dopravní zátěže než vlivu technologií v příslušné zóně	
Bílý Kříž - EMEP	1214	1560 (TK)	Bílý Kříž - EMEP	11	Venkovská pozad'ová	
Věřňovice	1072		Věřňovice	13	Venkovská průmyslová	
Třinec	1187		Třinec Kanada	2	Městská obytná pouze s lokálními zdroji.	
	1188		Třinec Kosmos	3	Městská obytná pouze se středními zdroji.	

MD - u některé škodliviny nedostatečný počet dat pro zahrnutí do zpracování

(Způsobeno průběžnou rekonstrukcí stanic v síti CS MON i ČHMÚ)

Stanicím provozovaným ZÚ/SZÚ/ČHMÚ byla v databázi ISKO přidělována další identifikační čísla v závislosti na měřícím programu (PAU, TK ve frakci PM₁₀ nebo TK ve frakci PM_{2,5}). V tabulce jsou uvedena ve sloupci ISKO (b).

Příloha č. 2 - Souhrnné zpracování

Příloha č. 2 - Tabulka č. 14 - Úrovně zátěže a odhad potenciálních zdravotních účinků pro základní látky, těžké kovy, těžké organické látky a polycyklické aromatické uhlovodíky v roce 2015 pro jednotlivé typy městských lokalit (kategorizace viz příloha č. 1). Hodnoty jsou uvedeny v $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a v ng/m^3 - kovy a PAU.

látky	Městské dopravní a průmyslové nezátěžené lokality		Městské středně dopravní zátěžené lokality		Dopravní Hot-spots		Městské oblasti zátěžené průmyslem		Pozadové stanice CHMU		Venkovské stanice						Odhad střední hodnoty ve městech ČR		Do hodnocení zahrnuje celkem stanic
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	2-5		
Rok 2015 - MZSO - Monitoring zdravotního stavu obyvatelstva																			
kategorie																			
ČR (bez MSK)																			
M-S kraj																			
PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$)	22,5	21,3	22,0	23,8	25,6	26,3	18,8	30,2	24,4	15,4	21,3	32,6	32,7	22,5	31,0	-	22,3	99	
PM _{2,5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$)	18,8	16,6	16,4	18,3	17,4	19,9	34,9	36,4	-	-	-	41,7	-	-	-	-	30,6	42	
SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$)	6,1	4,8	6,4	5,7	6,2	-	6,6	8,1	-	2,2	6,7	8,0	-	2,6	4,8	-	5,4	41	
NO ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$)	6,4	5,0	4,5	12,5	21,2	34,2	9,1	16,8	28,0	0,6	4,2	3,2	-	4,3	7,4	-	7,8	69	
NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$)	17,8	19,3	21,2	21,5	29,8	40,8	22,7	24,9	35,6	6,3	14,4	17,1	-	17,1	15,7	-	19,5	71	
NO _x ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$)	27,0	23,5	23,6	40,2	63,0	93,9	35,5	53,9	78,6	7,0	20,7	22,1	-	23,4	27,1	-	29,5	71	
CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$)	202	367	325	366	426	604	-	376	565	256	-	-	-	-	-	-	342	19	
O ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$)	48,5	52,1	48,1	46,8	46,5	37,4	49,0	48,8	-	69,9	46,5	-	-	52,5	-	-	50,0	43	
Benzen ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{rok}$)	1,0	1,1	-	-	-	-	2,3	5,0	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	8	
BaP ($\text{ng}/\text{m}^3/\text{rok}$)	1,18	1,12	2,03	-	1,12	-	3,83	3,63	-	0,36	0,58	-	-	-	3,89	-	1,27	36	
As ($\text{ng}/\text{m}^3/\text{rok}$)	1,11	1,68	1,73	0,98	1,12	2,48	1,75	3,15	-	0,94	0,72	2,89	3,24	-	4,75	-	1,57	50	
Cd ($\text{ng}/\text{m}^3/\text{rok}$)	0,18	0,22	0,20	0,17	0,20	0,16	2,10	0,49	-	0,12	0,14	0,79	0,21	-	0,28	-	0,20	50	
Cr ($\text{ng}/\text{m}^3/\text{rok}$)	1,58	1,56	1,57	0,87	1,99	5,89	4,47	2,94	-	0,42	0,57	1,91	4,72	-	1,83	-	1,42	50	
Mn ($\text{ng}/\text{m}^3/\text{rok}$)	6,14	8,34	9,54	2,50	9,15	13,93	36,93	34,24	-	2,98	4,67	8,07	10,58	-	7,50	-	7,68	50	
Ni ($\text{ng}/\text{m}^3/\text{rok}$)	0,62	0,73	0,83	0,58	1,04	1,34	1,84	2,20	-	0,30	0,29	0,86	1,31	-	0,60	-	0,64	50	
Pb ($\text{ng}/\text{m}^3/\text{rok}$)	6,1	8,4	7,5	4,6	7,3	8,1	30,3	21,9	-	3,9	4,5	6,0	8,0	-	8,6	-	8,2	50	
ČR - PM₁₀ - Nárůst předčasné úmrtnosti v %	4,15	3,61	3,93	4,74	5,55	5,87	2,48	7,63	5,01	0,95	3,61	8,71	8,76	4,15	7,99	-	4,06		
MSK - PM₁₀ - Nárůst předčasné úmrtnosti v %	6,68	7,13	11,83	8,44	7,72	-	9,75	10,43	-	-	-	12,82	-	-	-	-	7,81		
celkové LCR (Benzen, BaP, As, Ni)	1,1E-04	1,0E-04	1,9E-04	1,1E-04	9,9E-05	1,1E-04	3,4E-04	3,2E-04	-	3,3E-05	5,2E-05	1,2E-04	1,2E-04	-	3,5E-04	-	1,1E-04		

Poznámka: předčasná úmrtnost je počítána pro 75 % zastoupení frakce PM_{2,5} ve frakci PM₁₀ a pro ČR a Moravskoslezský kraj zvlášť.

Poznámky:

- Hodnoty ročních aritmetických průměrů jsou pro každou zahrnutou látku vypočteny ze všech měřicích stanic splňujících kritéria daná vyhláškou č. 330/2012 Sb., a konkrétního typu lokality/kategorie (deskripce kategorií – viz příloha č. 1).
- Odděleně – pro Českou republiku bez Moravskoslezského kraje a zvlášť pro Moravskoslezský kraj jsou zpracovány hodnoty suspendovaných částic frakce PM₁₀.
- Součástí zpracování je odhad střední hodnoty vypočtený pro městské dopravou a průmyslem extenzivně nezatížené stanice (aritmetický průměr za kategorie 2 až 5).
- V tabulce jsou uvedeny odhady vlivu/impaktu nejzávažnějších sledovaných škodlivin – nárůst předčasné úmrtnosti v procentech (pro 75 % zastoupení frakce PM_{2,5} ve frakci PM₁₀) a odhad celkového individuálního karcinogenního rizika (ILCR - Individual Lifetime Cancer Risk) pro benzo[a]pyren (BaP), arsen (As) a nikl (Ni). Benzen byl z hodnocení za rok 2015 pro nedostatečný rozsah měření/měřicích stanic vyloučen.
- 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-2015>
nebo v tabelárních a grafických ročenkách na stránkách ČHMÚ - viz:
http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/tab_roc/2015_enh/index_CZ.html
http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/grafroc_CZ.html

Příloha č. 3 - 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 2015 jsou na základě dohody s příslušnými zdravotními ústavy a ČIPA (Česká iniciativa pro astma) zahrnuta data z celkem 9 stanic, a to v Praze (SZÚ), Liberci, Karviné, Karlových Varech, Jihlavě, Ústí nad Orlicí, Ústí nad Labem, Brně a v Plzni.

Popis odběrových lokalit:

Do zpracování výstupů za rok 2015 byla zahrnuta odběrová místa:

Liberec (500 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 (490 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 (500 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, 58633 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 (490 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 (500 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 (500 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.

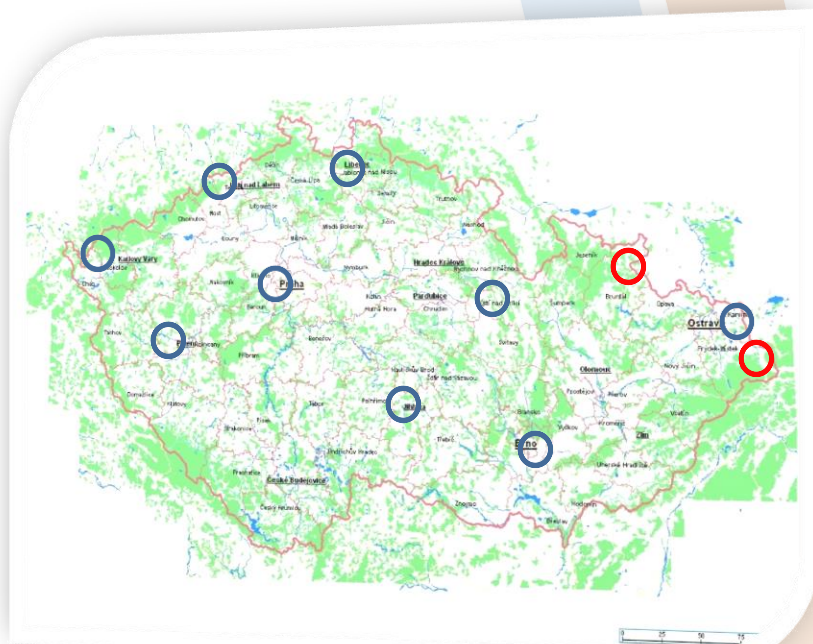
Brno (490 12' s.š., 160 37' v.d., 248 m.n.m) – bližší informace nejsou k dispozici.

Karviná (18°32' s.š., 49°51' v.d., 234 m.n.m) – ulice Těřeškovové, plocha mezi bytovými domy s parkovou úpravou listnatých stromů.

Do zpracování nejsou zahrnuty stanice:

Třinec (49° 41' s.š., 18° 39' v.d., 320 m.n.m.) - v areálu bývalé okresní nemocnice položené naproti zalesněnému svahu vrchu Sosna. Východně položeno od města, klidová poloha.

Zlaté hory - Jeseníky, sanatorium EDEL- bližší informace nejsou k dispozici. Odběrové lokality tak 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.

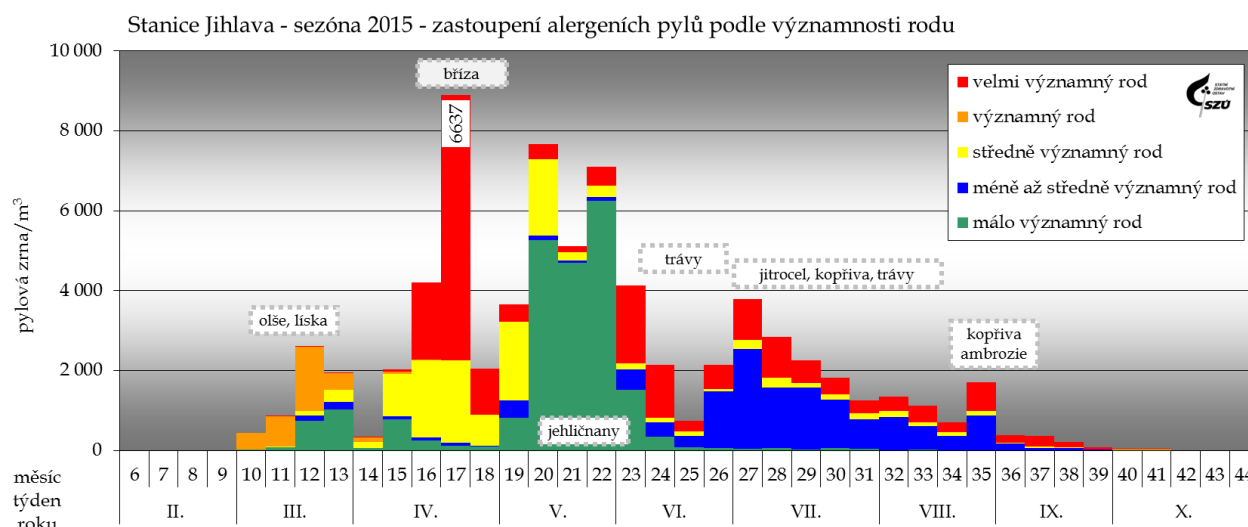
Výsledky

Souhrnné vyhodnocení dat ze všech měřicích stanic za rok 2015 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	
středně významný rod	vrba, jasan, habr, dub, platan, ořešák, jitrocel, šťovík, lípa, merlíkovité	
méně až středně významný rod	kopřiva, řepka olejka, topol	
málo významný rod	tis, borovice, buk, jirovec	

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	6 - 13 týden (únor - březen)	olše, líska, bříza
pozdně jarní	14 - 22 týden (duben - květen)	trávy, dřeviny, šťovík
letní	23 - 35 týden (červen - srpen)	jitrocel, pelyněk, kopřiva, ambrosia
raně podzimní	35 týden a dále (září - říjen)	ambrosia, spory plísni

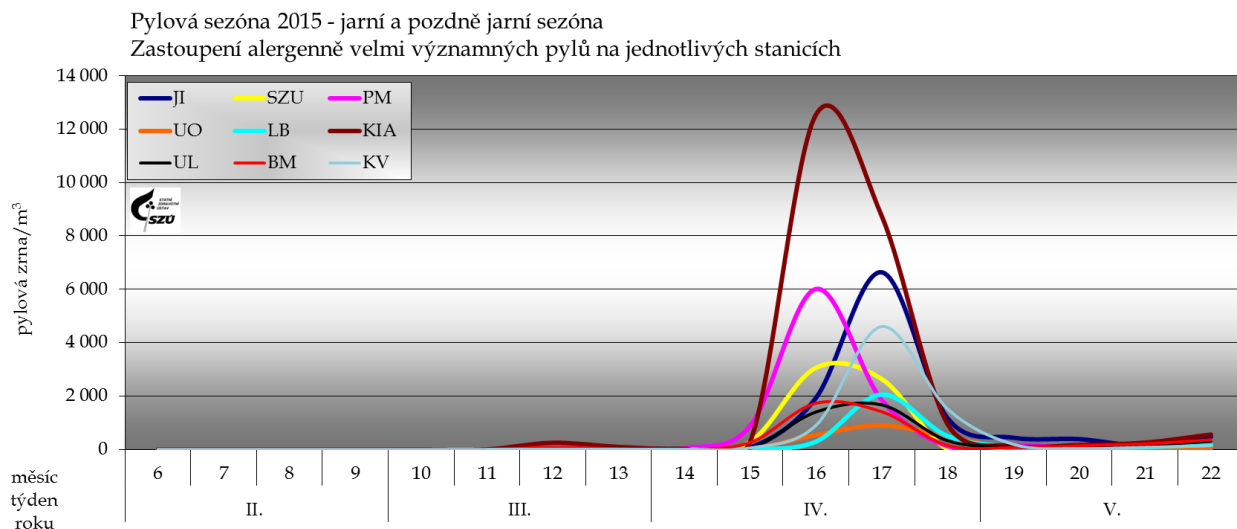


Obrázek č. 2 - Typický průběh pylové sezóny - rok 2015 - stanice v Jihlavě

Pylová sezóna začíná v jarním období výskytem pylových zrn kvetoucích dřevin. Nejdříve 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 2015 začala jejich sezóna v únoru a v 10. až 12. kalendářním týdnu (březen) kulminovala. Počet zrn v ovzduší ve 12. týdnu např. v Karviné dosahoval hodnot 1 447 zrn/m³, v Jihlavě to bylo 1 342 zrn/m³.

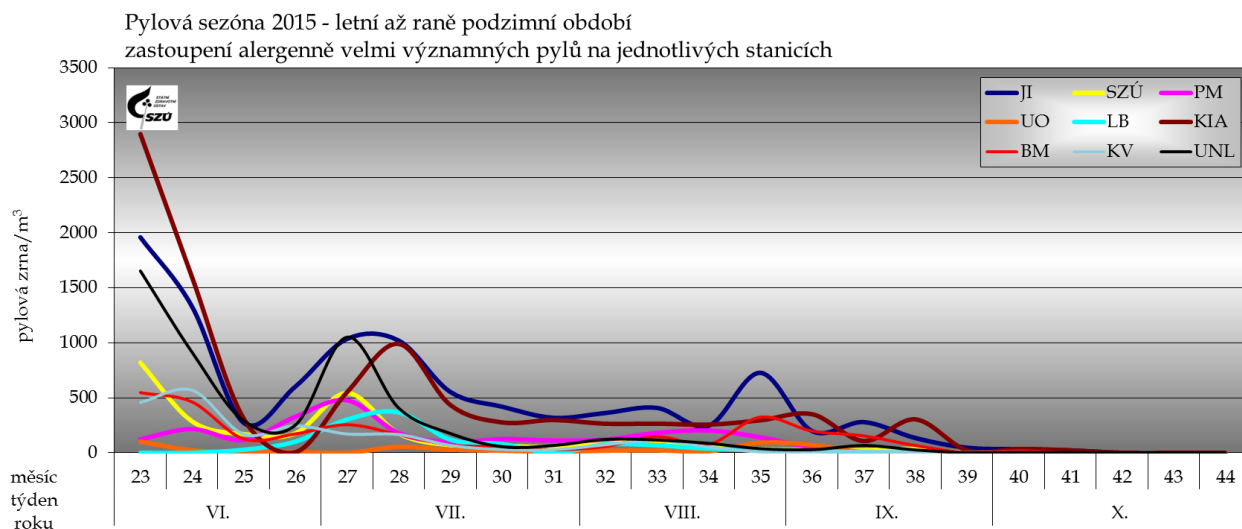
Dalším, téměř současně kvetoucím alergenem byl tis (*Taxus*), jeho kulminace (podle lokality) nastala v 11. až 13. týdnu. Počet v Karviné ve 12. týdnu byl 3 184 zrn/m³. O týden až dva později se v ovzduší objevil další alergen - jasan (*Fraxinus*). Dále začaly kvést topol (*Populus*), vrba (*salix*), jilm (*Ulmus*), atd.

Nejvýznamnější jarní alergen - pylová zrna břízy (*Betula*) - se ve vzduchu nacházel od půlky března, s kulminací v 16., ale převážně v 17. týdnu. Týdenní počty zrn v ovzduší byly velké, nálezy byly v tisících zrn/m³: Plzeň 6 011, Karlovy Vary 4 605, Jihlava 6 630, Praha 3 061. Největší počet zrn byl napočítán v Ostravě v 16. týdnu a to 12 536 zrn/m³.



Obrázek č. 3 - Významně alergenní pyly - pylová sezóna břízy v roce 2013

Pro pozdně jarní období je typický výskyt pylu kvetoucích dřevin a bylin. V polovině dubnu se objevují pylová zrna smrku (*Picea*), borovice (*Pinus*), dubu (*Quercus*), habru (*Carpinus*), javoru (*Acer*). Nejčastější původce alergických potíží v ČR - trávy z čeledi lipnicovitých (*Poaceae*) - začaly kvést v Čechách v květnu, na Moravě již v půlce dubna. V Plzni a Liberci dosáhly počty zrn trav vrcholu v týdnu 27. a 28. (475 a 367), v Jihlavě, Karviné, Ústí n/Labem a v Praze to bylo již ve 23. týdnu. A stejně tak se lišily i počty zrn/ m^3 /týden - Jihlava 1 952, Karviná 2 893, Ústí n/L. 1 653 a Praha 819.



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

V letním období se v ovzduší vyskytují převážně pylová zrna bylin a plevelnatých rostlin. Pylová sezóna alergologicky středně významných pylů jitrocele (*Plantago*) začala v květnu, rostlin z čeledi merlíkovitých (*Chenopodiaceae*) v červnu a končila v září. Koncentrace pylu jitrocele dosahovala nižších hodnot v řádu kolem 100 zrn/ m^3 /týden. U rostlin merlíkovitých byly počty zrn/týden ještě nižší, kromě Jihlavy a Karviné, kde dosáhly také stovky.

Svoji vysokou koncentrací v ovzduší mohl v tomto období působit potíže i jinak málo alergenní pyl kopřivy (*Urtica*), jehož kulminace měla dva vrcholy. První byl, podle lokality, koncem června až začátkem července. Druhý vrchol pak v srpnu.

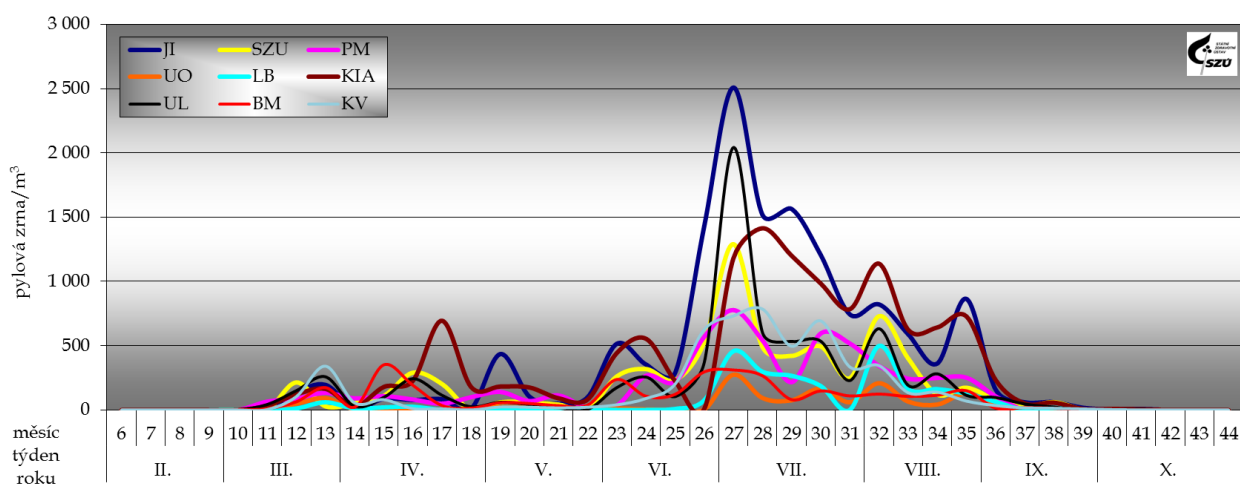
Maximální počty zrn byly oproti roku 2014 vyšší a to mezi 600 až 1000 zrn/m³/týden. I když např. v Jihlavě bylo napočteno až 2505 zrn, v Ústí n/Labem 2042 zrn. V Karviné a v Jihlavě byly vysoké počty pylových zrn v ovzduší přítomny kontinuálně několik týdnů.

Od července se v ovzduší nacházel silně alergenní pyl pelyňku černobýlu (*Artemisia vulgaris*). Nejvýznamnější alergen pozdního léta bylo možné najít až do konce září s maximem v polovině srpna. Týdenní počty zrn se pohybovaly kolem 100 - 150 zrn/m³/týden.

Velmi agresivní pyl ambrózie (*Ambrosia*) bylo možné najít v ovzduší od konce července do konce září, výjimečně i do poloviny října (Ústí n/Labem, Karviná, Jihlava). Kulminace zrn byla většinou na přelomu srpna a září - Ostrava, 36. týden 316 zrn; Jihlava 35. týden 623 zrn/m³. Počty zrn se výrazně lišily podle jednotlivých lokalit. Zatímco celkový počet nalezených zrn za celé období byl v Karlových Varech jen 38, v Karviné to bylo 1 065 zrn a v Jihlavě 1 440 zrn. Stejně tak se lokálně lišila i délka výskytu pylu ambrózie v ovzduší.

Spory venkovních plísň se vyskytují v ovzduší 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 nalézány pouze spory venkovních plísň.

Pylová sezóna 2015 - zastoupení alergenně málo až středně významných pylů na jednotlivých stanicích



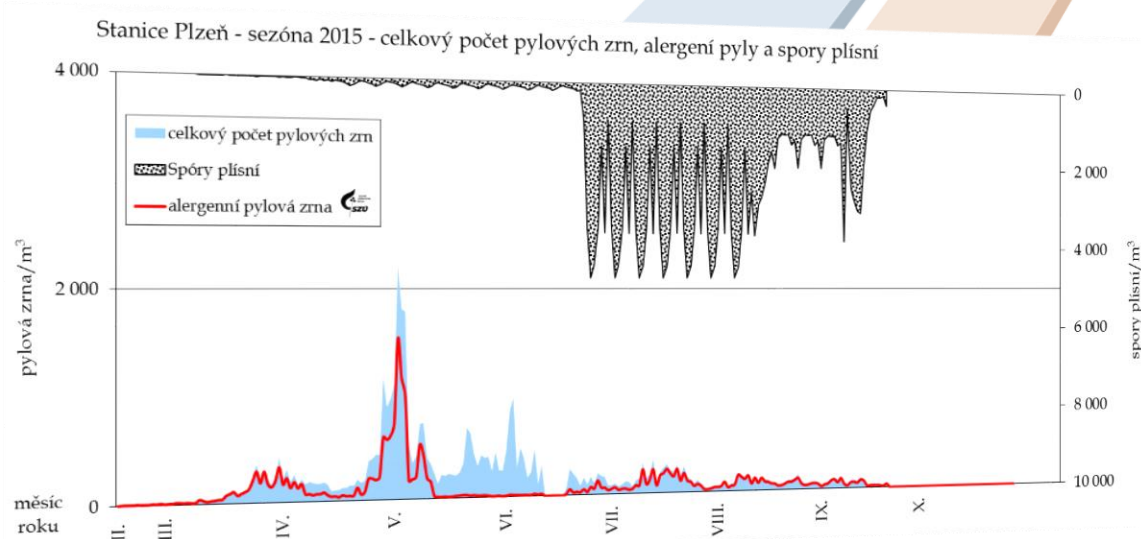
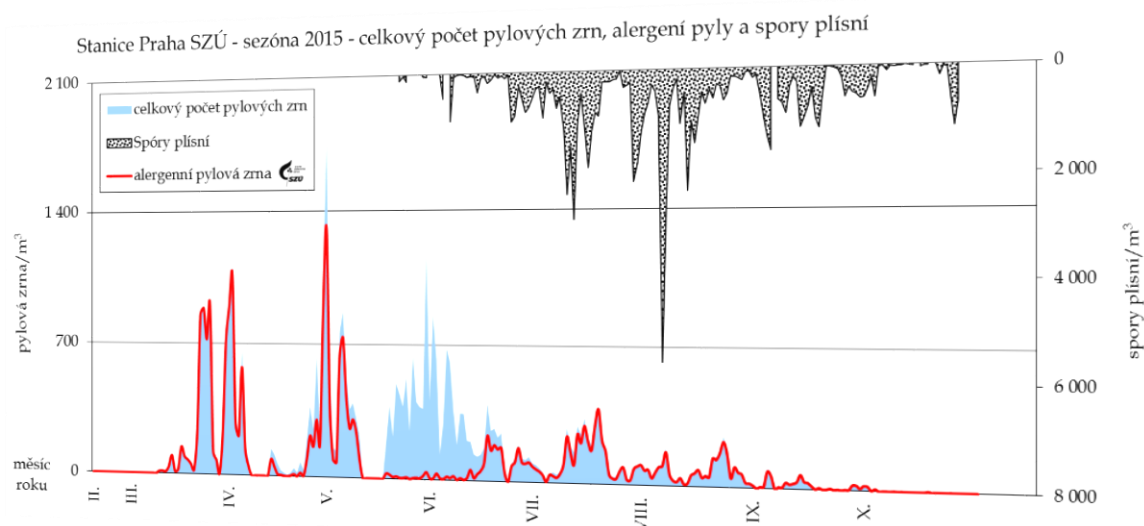
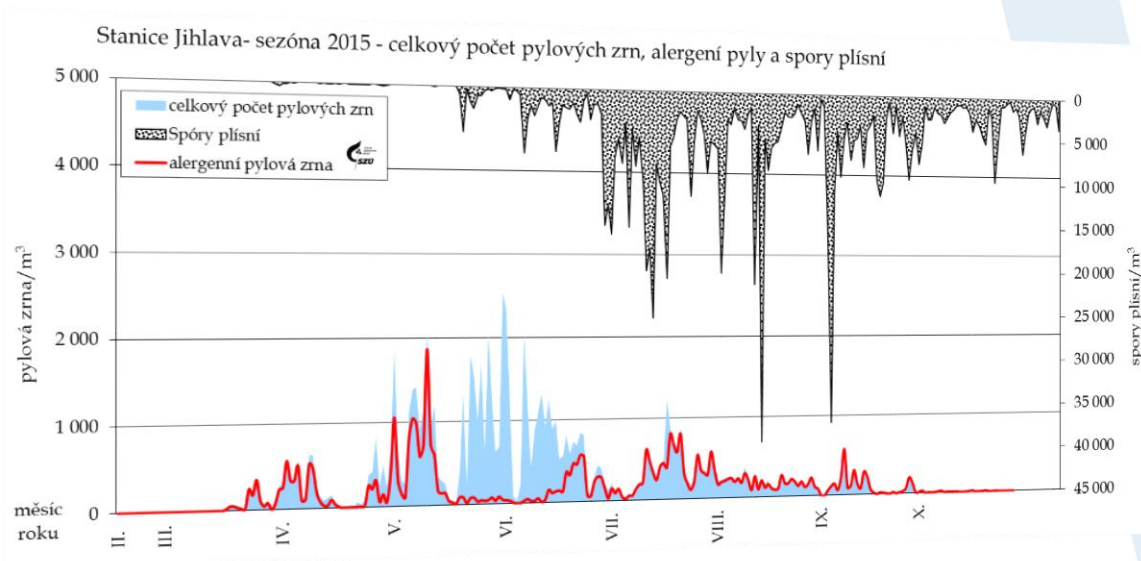
Obrázek č. 5 - Alergenně málo až středně významné pylly

Shrnutí

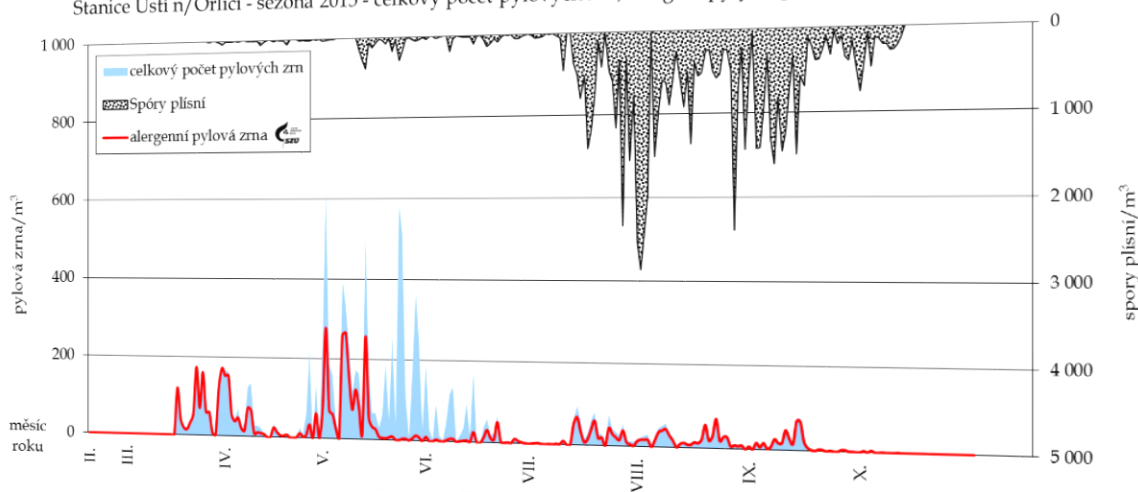
Pylová sezóna začala v roce 2015 v únoru a doznívala během měsíce října. Výskyt alergenně významných pylů měl typický průběh, z hlediska dosažených maxim koncentrací pylových zrn ve vzduchu jsou zřejmá tři údobí.

- První odpovídá květu olše a lísky, začalo v únoru a skončilo na přelomu března a dubna.
- Druhé období odpovídá době květu břízy, což je dle lokality polovina března až polovina června
- Třetí období zahrnuje postupně na sebe navazující vývin pylů trav, pelyňku, kopřivy a ambrosie a trvá obvykle od května do konce září.
- Samostatnou položkou je výskyt spor venkovních plísň, jejichž koncentrace v ovzduší, v závislosti na aktuálních meteorologických podmínkách, obvykle kulminuje v letních měsících a začátkem podzimu.

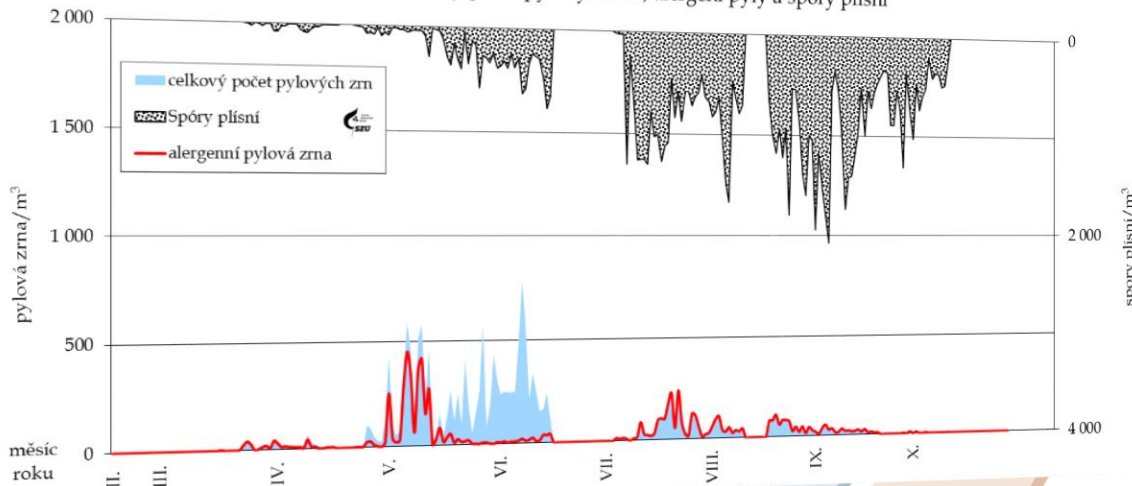
Doplnění 1 - Vývoj pylové sezóny 2015 v jednotlivých lokalitách



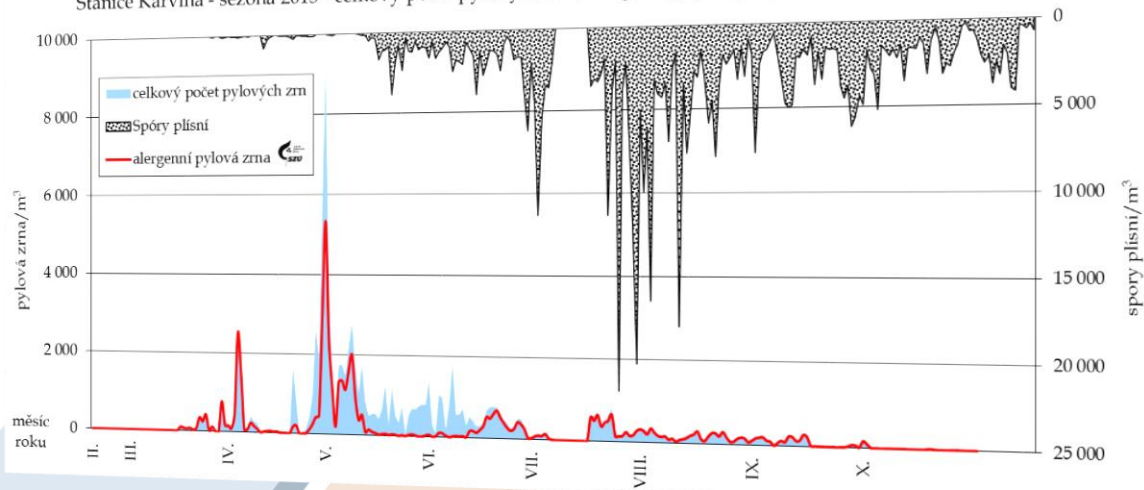
Stanice Ústí n/Orlicí - sezóna 2015 - celkový počet pylových zrn, alergení pyly a spory plísní

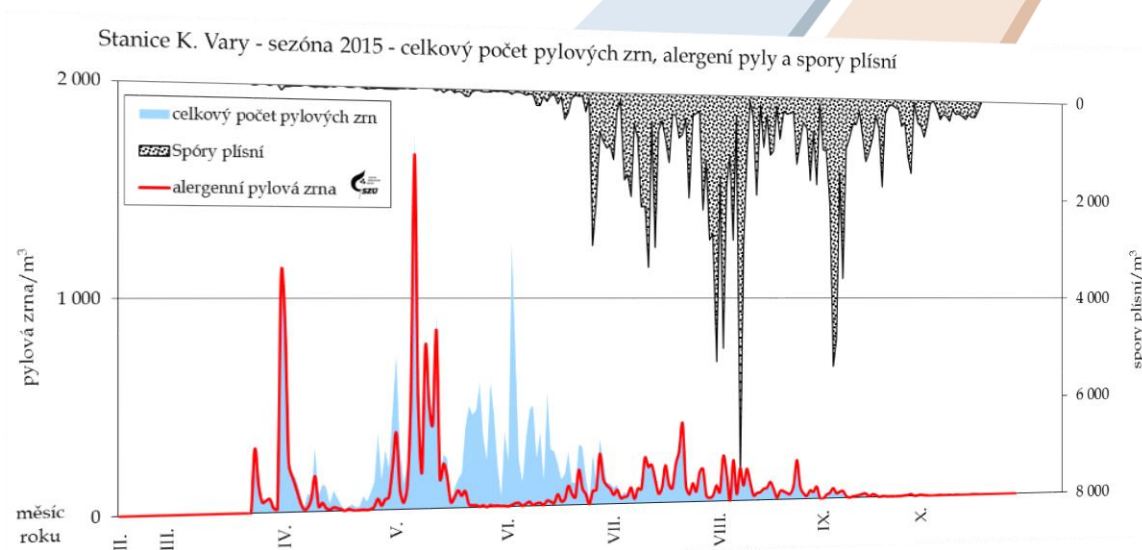
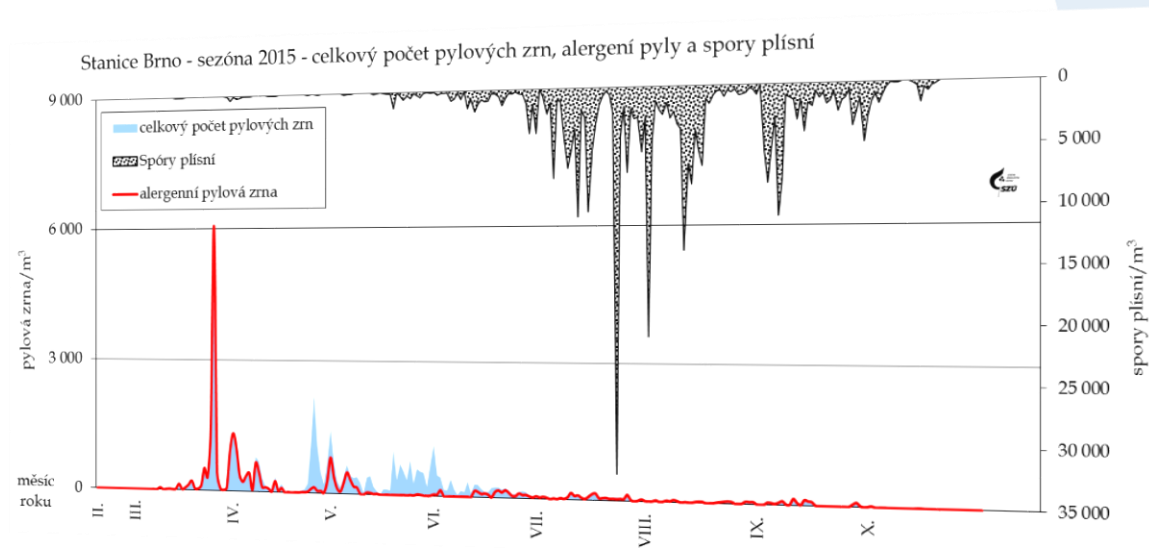
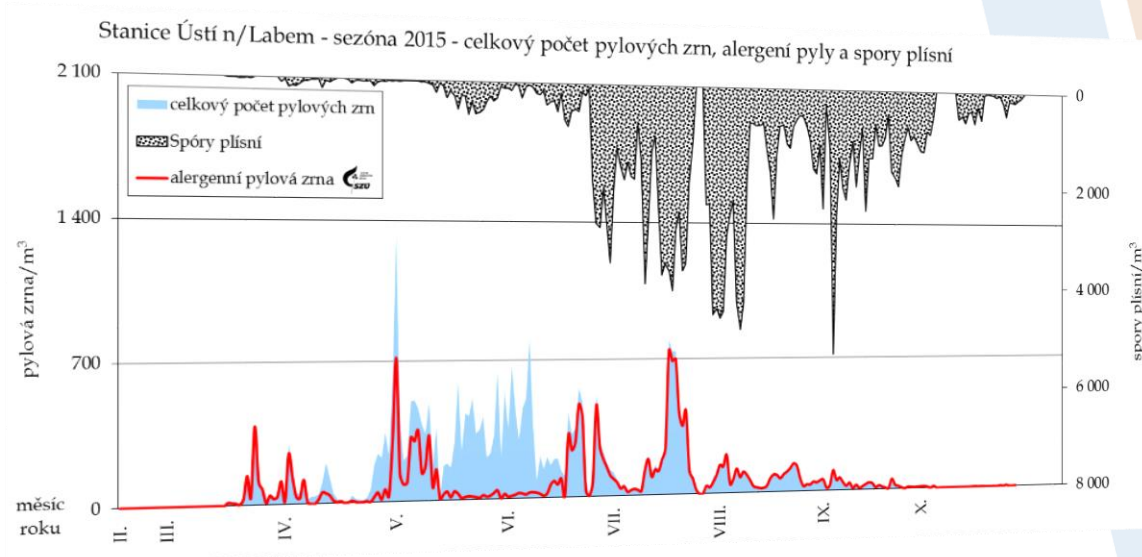


Stanice Liberec - sezóna 2015 - celkový počet pylových zrn, alergení pyly a spory plísní

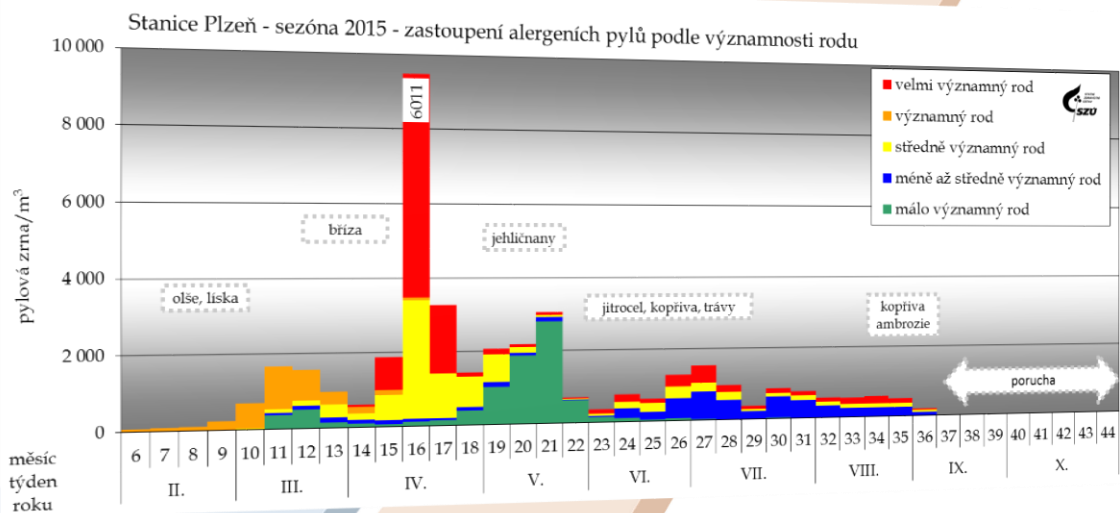
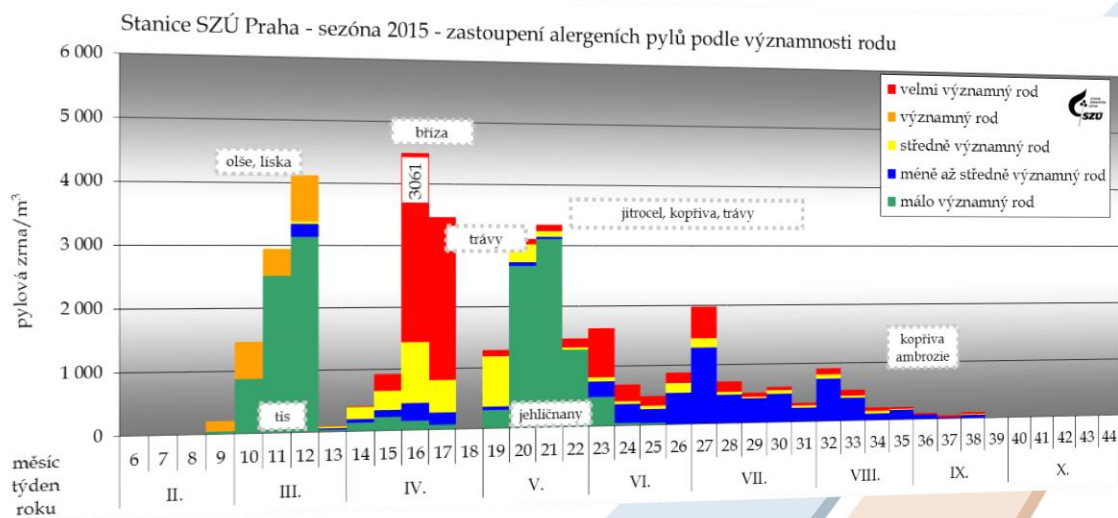
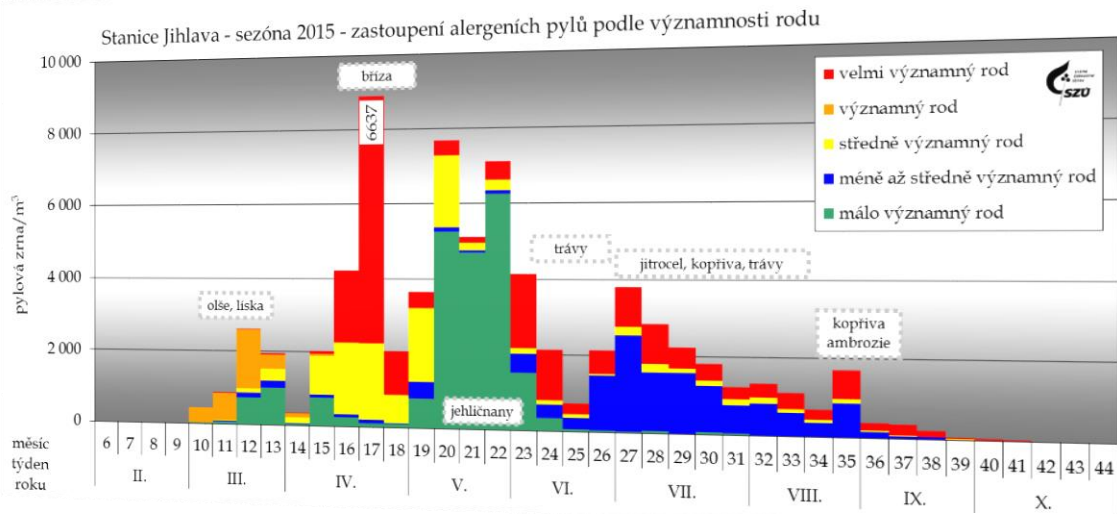


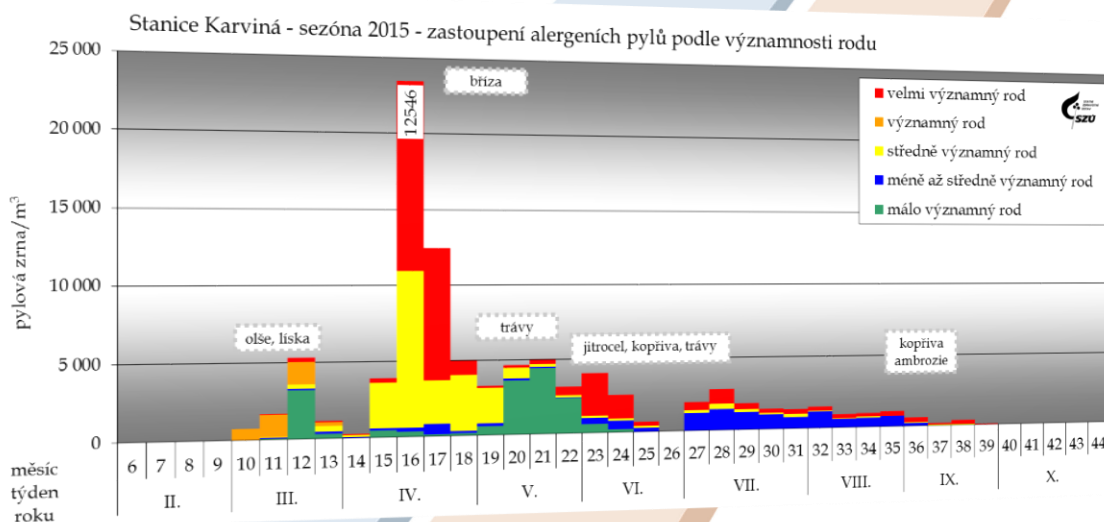
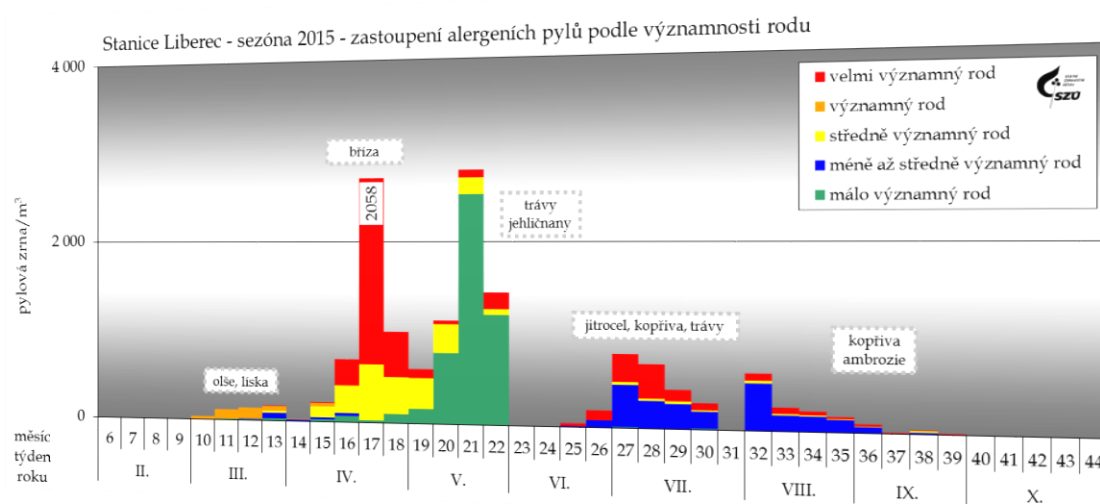
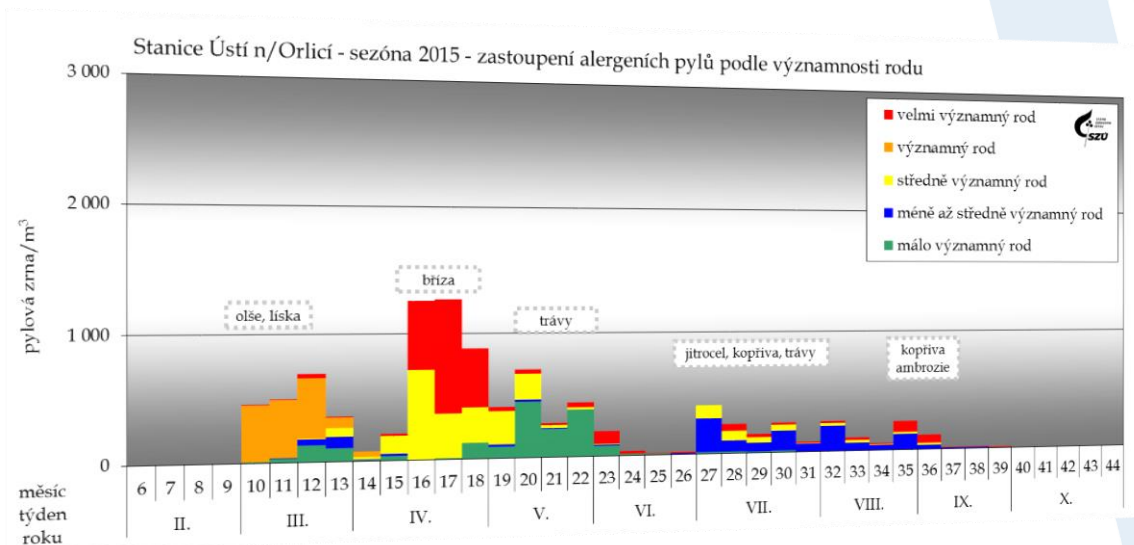
Stanice Karviná - sezóna 2015 - celkový počet pylových zrn, alergení pyly a spory plísní

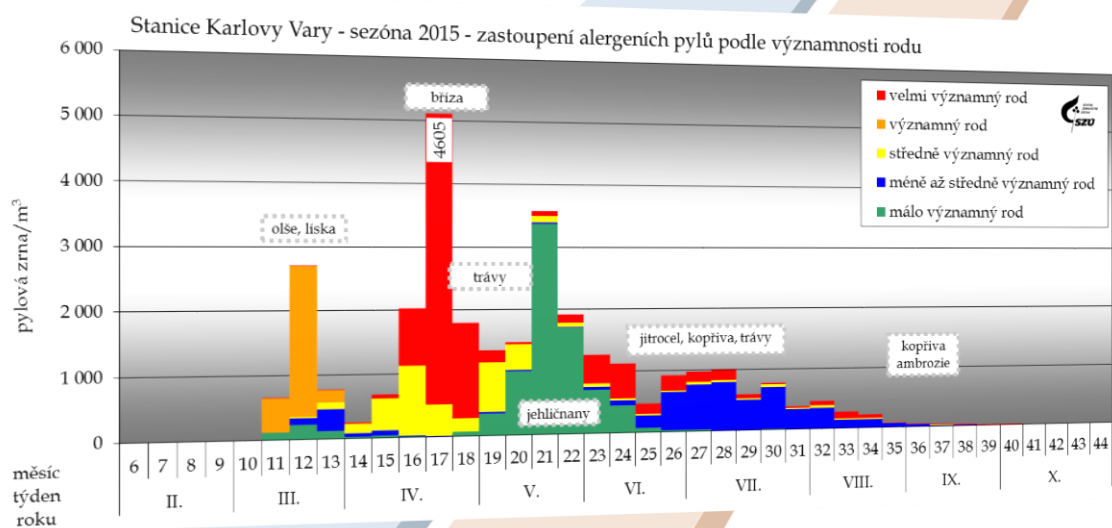
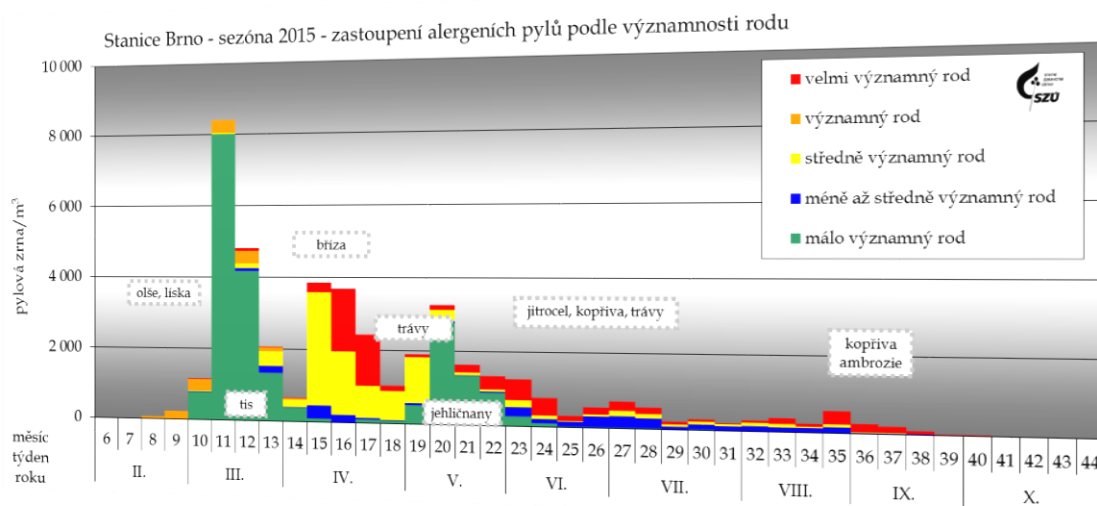
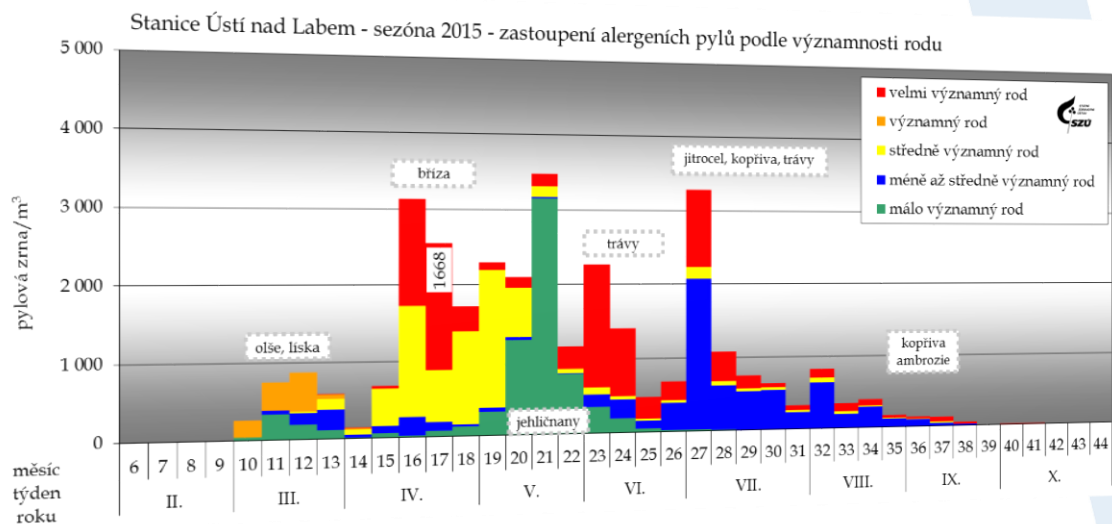




Doplnění 2 - Pylová sezóna 2015 v jednotlivých lokalitách







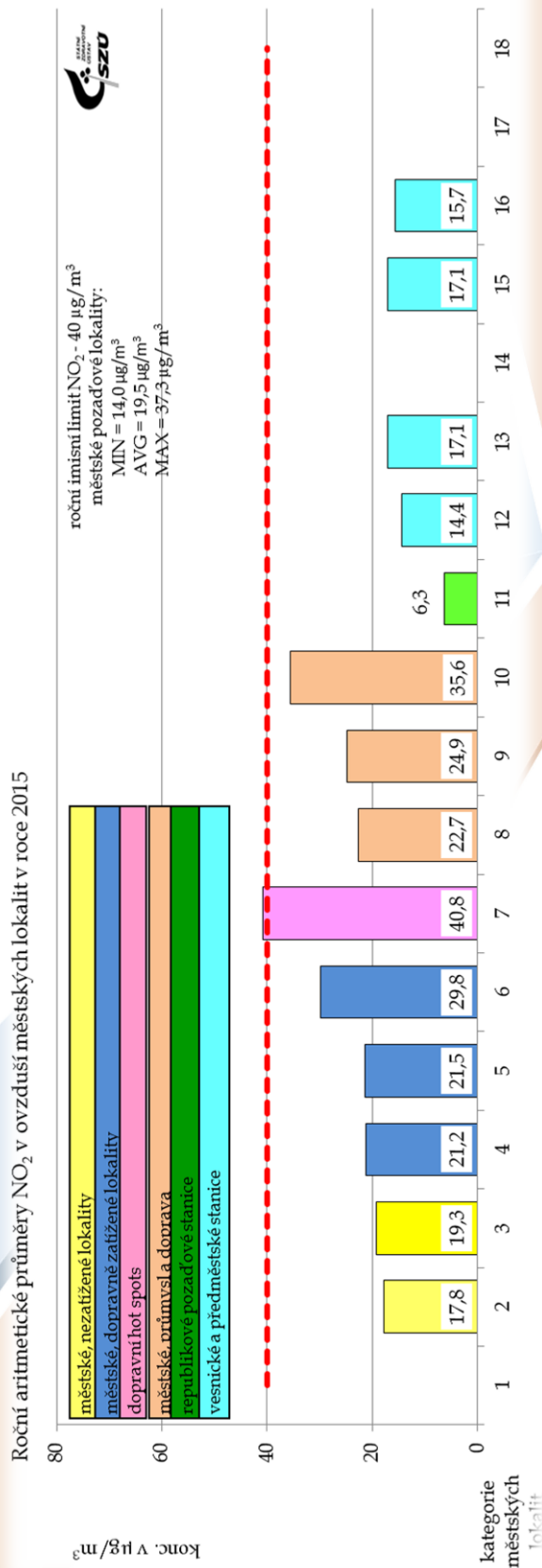
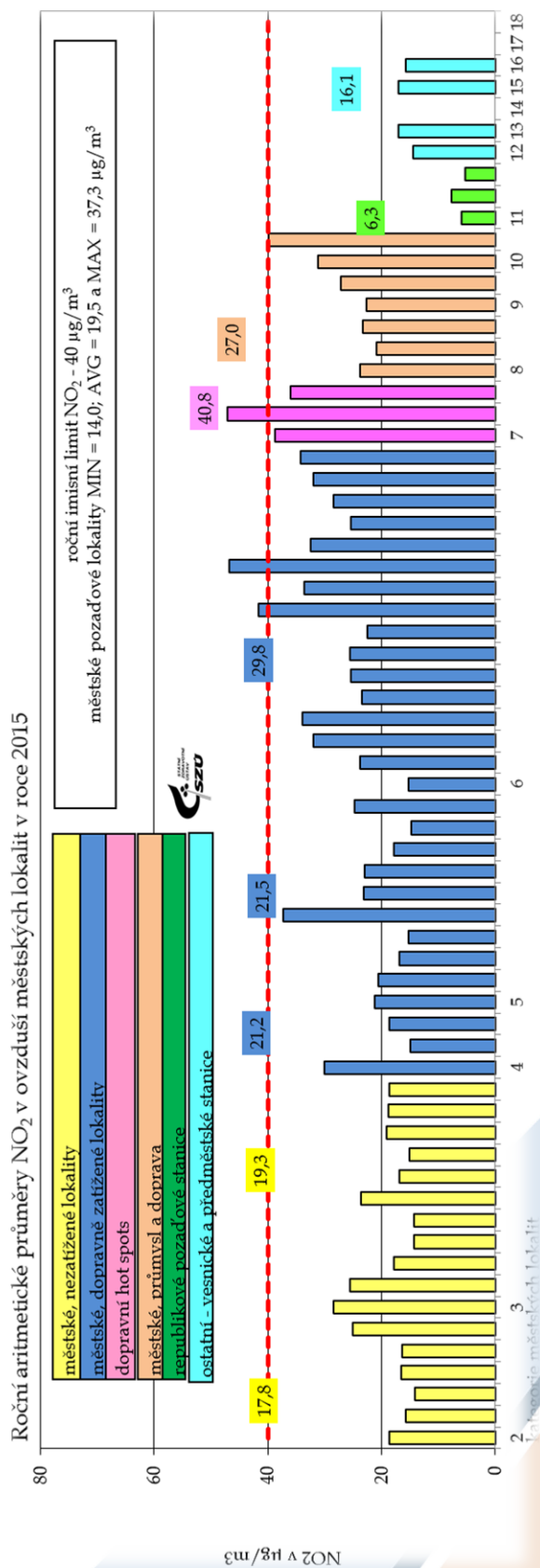
Příloha č. 4. - Grafická prezentace výsledků za rok 2015

Graf č.	název	strana
Graf č. 1.	- Roční aritmetické průměry NO ₂ v ovzduší městských lokalit	86
Graf č. 2.	- Roční aritmetické průměry PM ₁₀ v ovzduší městských lokalit	86
Graf č. 3.	- Roční aritmetické průměry PM _{2,5} na zahrnutých stanicích a městských kategoriích	88
Graf č. 4.	- Roční aritmetické průměry BaP v ovzduší městských lokalit a na jednotlivých hodnocených stanicích	89
Graf č. 5. a, b a c	- Aritmetické průměry BaP, BaA a TEQ BaP	90
Graf č. 6. a, b, c, d	- Vybrané stanice - hodnoty (1997 - 2015) a odhad trendu BaP	90
Graf č. 7. a až h	- Trendy průběhů sezónních průměrů BaA a BaP na stanicích v Košeticích, SZÚ Praha, Karviné a v Ostravě - Bartovicích	91
Graf č. 8.	- Roční aritmetické průměry As v ovzduší obydlených lokalit	93
Graf č. 9.	- Roční aritmetické průměry Cd v ovzduší obydlených lokalit	93
Graf č. 10.	- Roční aritmetické průměry Ni v ovzduší obydlených lokalit	94
Graf č. 11.	- Roční aritmetické průměry Pb v ovzduší obydlených lokalit	94
Graf č. 12. a, b, c, d	- roční a čtvrtletní koncentrace As, Cd, Ni a Pb ve frakci PM ₁₀ , PM _{2,5} a podíl ve frakci PM _{2,5}	95
Graf č. 13.	- Hodnoty rozpětí ročního IKO (zahrnuty hodnoty NO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2,5} , As, Cd, Pb, Ni a BaP) v jednotlivých typech lokalit	96
Graf č. 14.	- Rozpětí hodnot sumy plnění ročních imisních limitů v jednotlivých typech lokalit - poměr ročního aritmetického průměru k hodnotě imisního limitu (zahrnuty hodnoty NO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2,5} , As, Cd, Pb, Ni a BaP)	97
Graf č. 15.	- Podíl průměrných ročních koncentrací škodlivin v základních typech městských lokalit a příslušných limitních hodnot v procentech limitní hodnoty	98
Graf č. 16. a, b, c, d	- Rozpětí odhadu pravděpodobnosti zvýšení počtu nádorových onemocnění z příjmu As, Ni a BaP z venkovního ovzduší pro jednotlivé typy městských lokalit	99

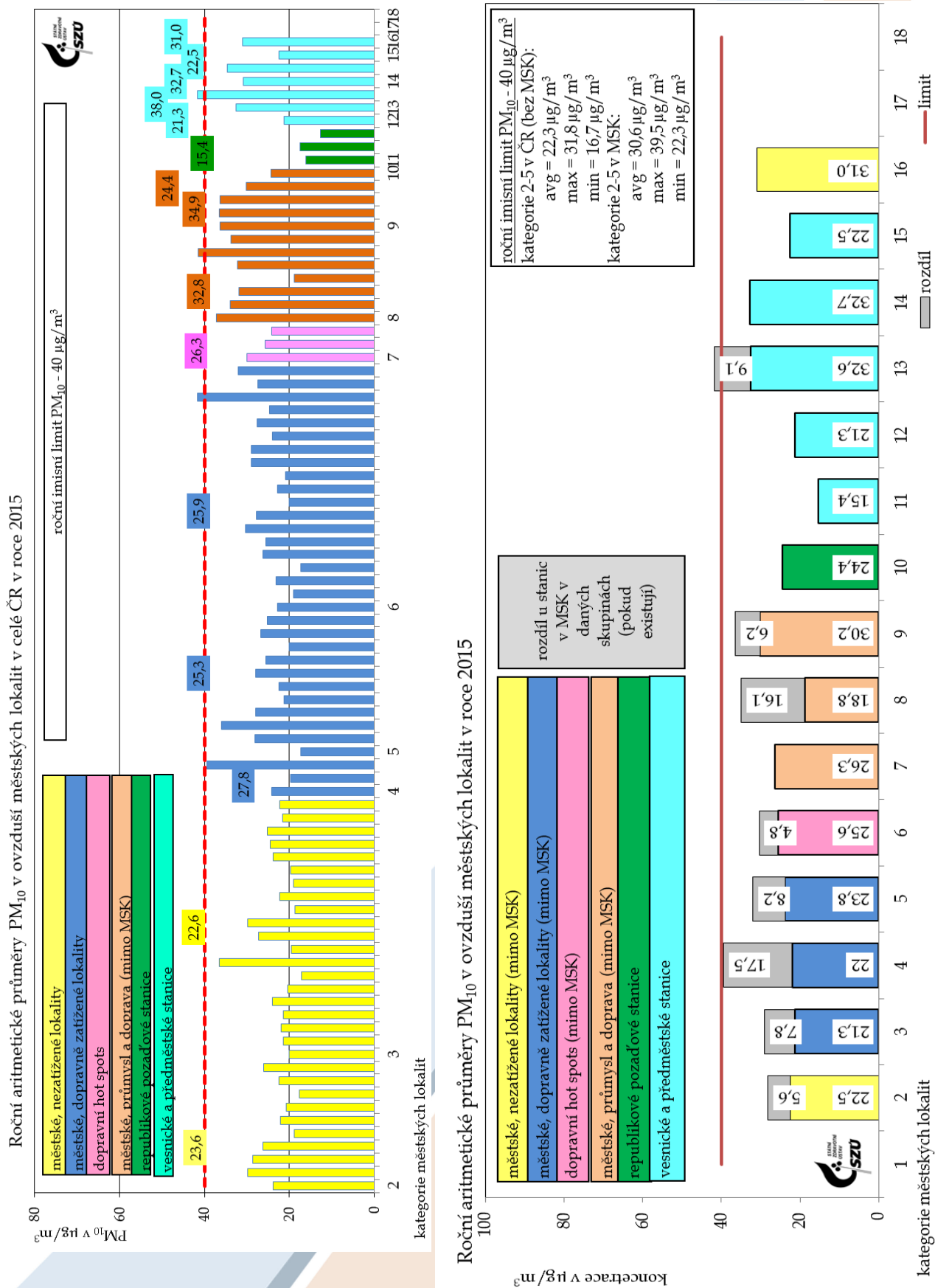
SEZNAM TABULEK

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 µg/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 (2006 - 2015) hodnot navýšení celkové roční úmrtnosti o „předčasná úmrtí“ - střední hodnota a rozpětí hodnot v ČR	43
Tabulka č. 9.	- počet roků ztráty života (zaokrouhlen na celé stovky)	44
Tabulka č. 10.	- Hodnoty jednotkového rizika	47
Tabulka č. 11.	- 2015 - Minimální, maximální a střední hodnota (AVG) zdravotního rizika (ILCR) pro ČR a odhad střední hodnoty v monitorovaných sídlech	47
Tabulka č. 12.	- Vývoj (2008 - 2015) rozpětí hodnot karcinogenního populačního rizika pro jednotlivé látky (ČR - počítáno pro 10 mil. obyvatel)	47
Příloha č. 1 - Tabulka č. 13.	- Zařazení zahrnutých stanic do příslušných kategorií	66
Příloha č. 2 - Tabulka č. 14.	- Úrovně zátěže a odhad potenciálních zdravotních účinků pro základní látky, těžké kovy, těžké organické látky a polycyklické aromatické uhlovodíky v roce 2015 pro jednotlivé typy městských lokalit (kategorizace viz příloha č. 1). Hodnoty jsou uvedeny v µg/m ³ a v ng/m ³ - kovy a PAU.	71

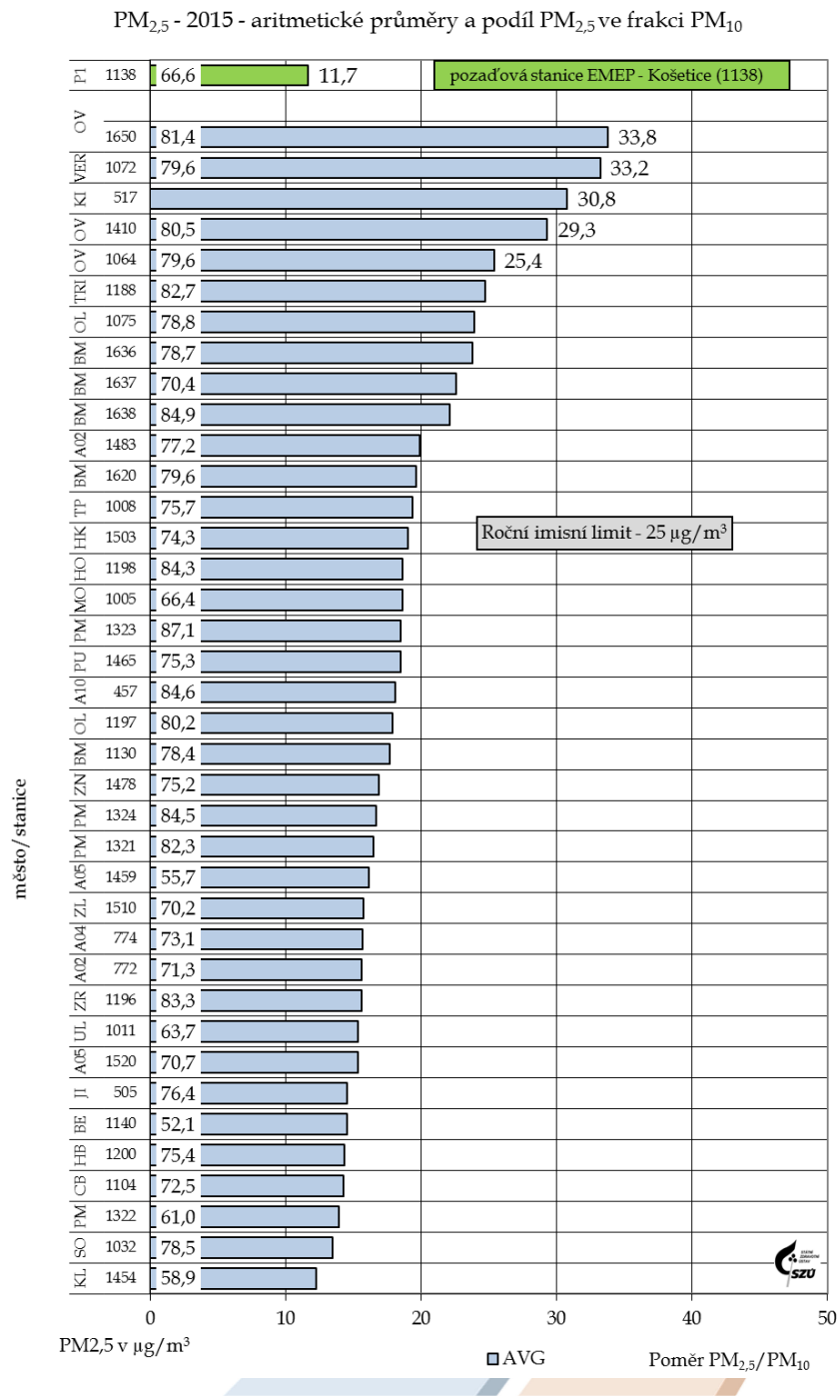
Graf č. 1. – Roční aritmetické průměry NO₂ v ovzduší městských lokalit



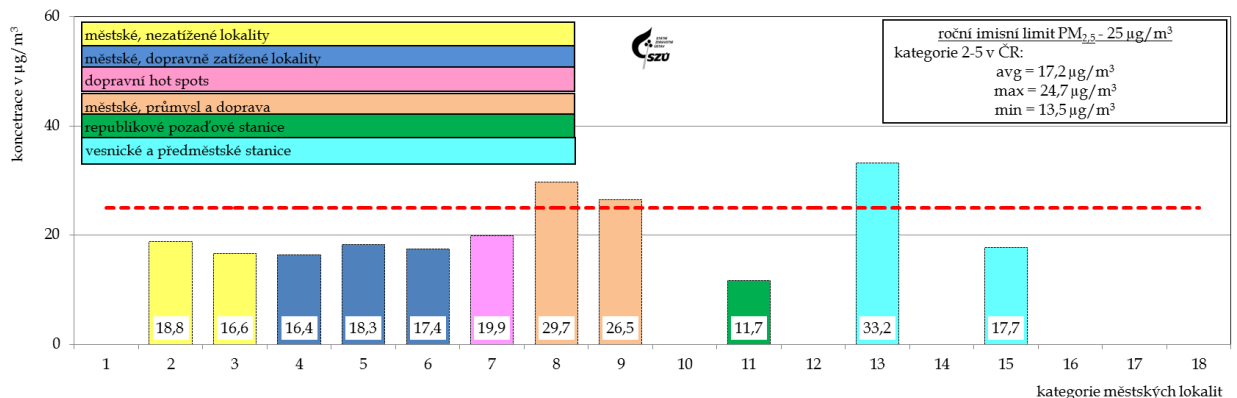
Graf č. 2. – Roční aritmetické průměry PM₁₀ v ovzduší městských lokalit



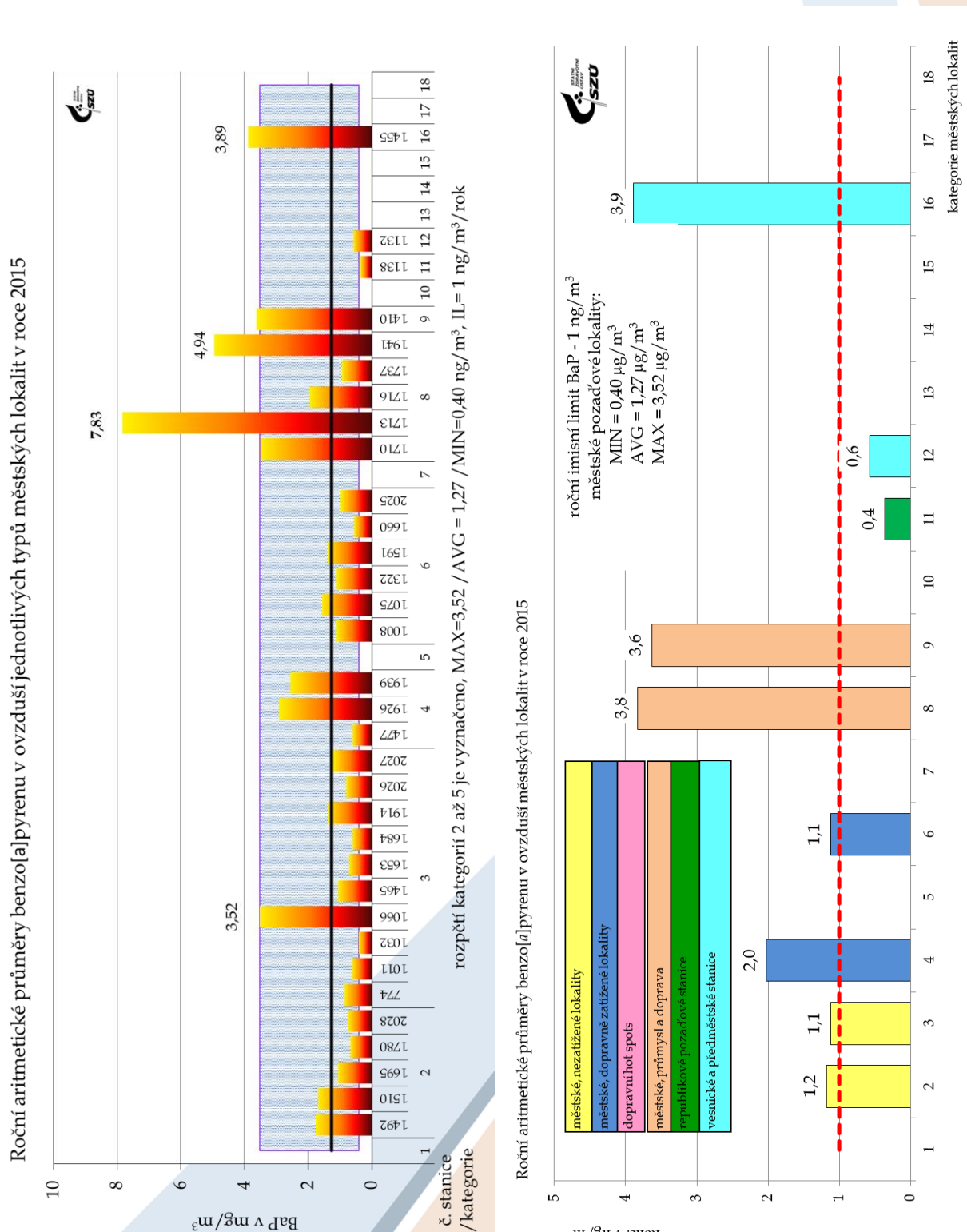
Graf č. 3. - Roční aritmetické průměry PM_{2,5} na zahrnutých stanicích a městských kategoriích



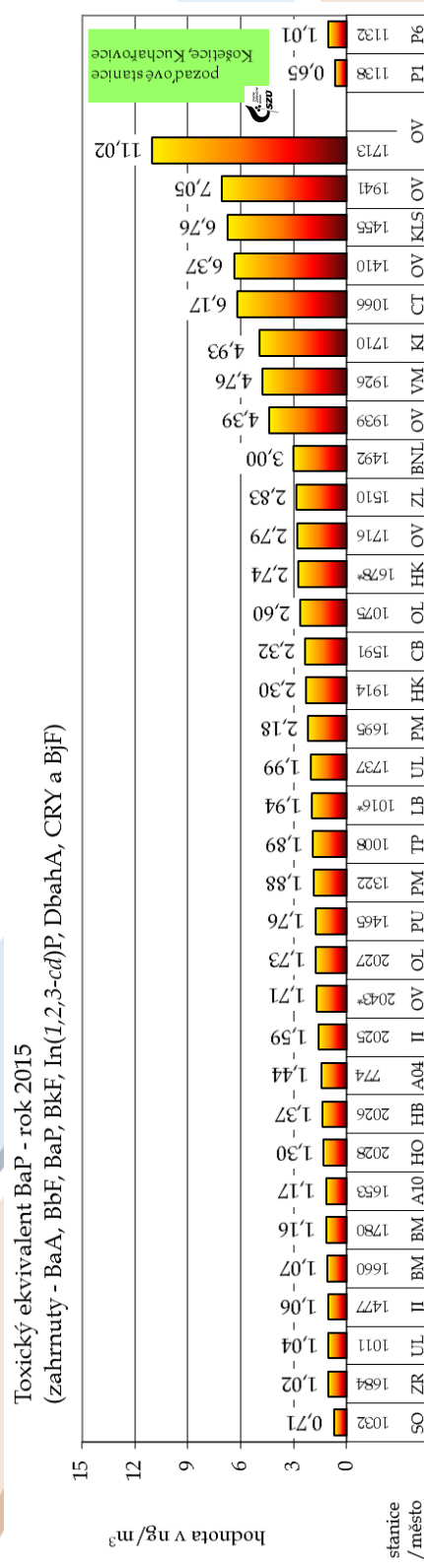
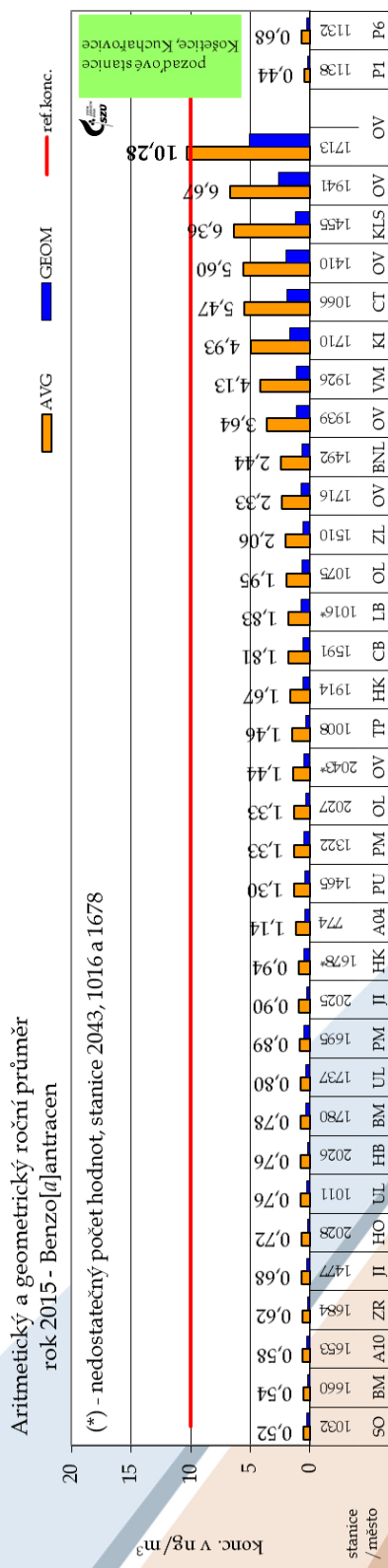
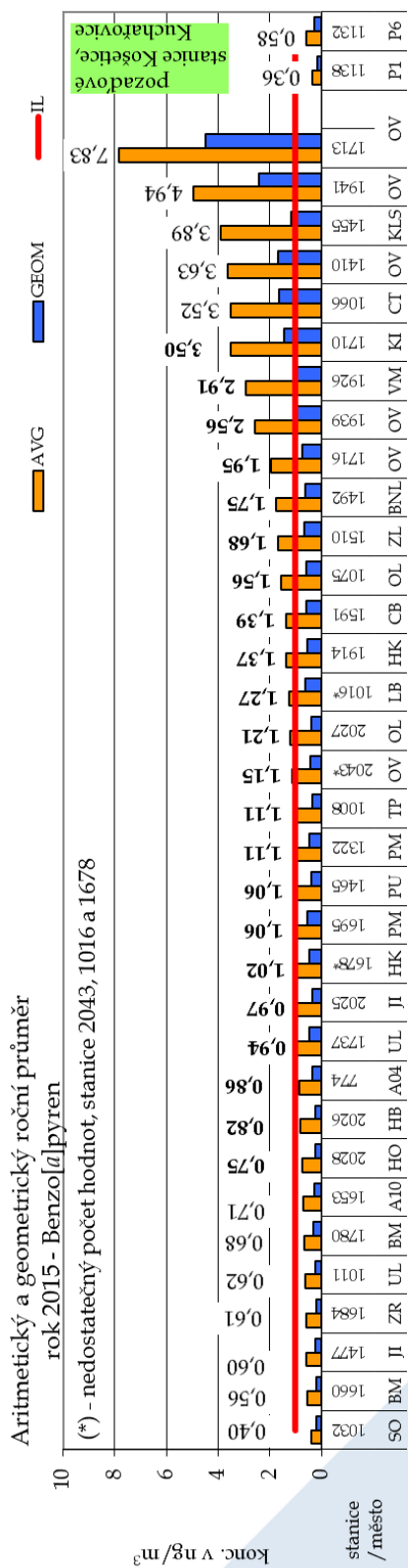
Roční aritmetické průměry PM_{2,5} v ovzduší městských lokalit v roce 2015



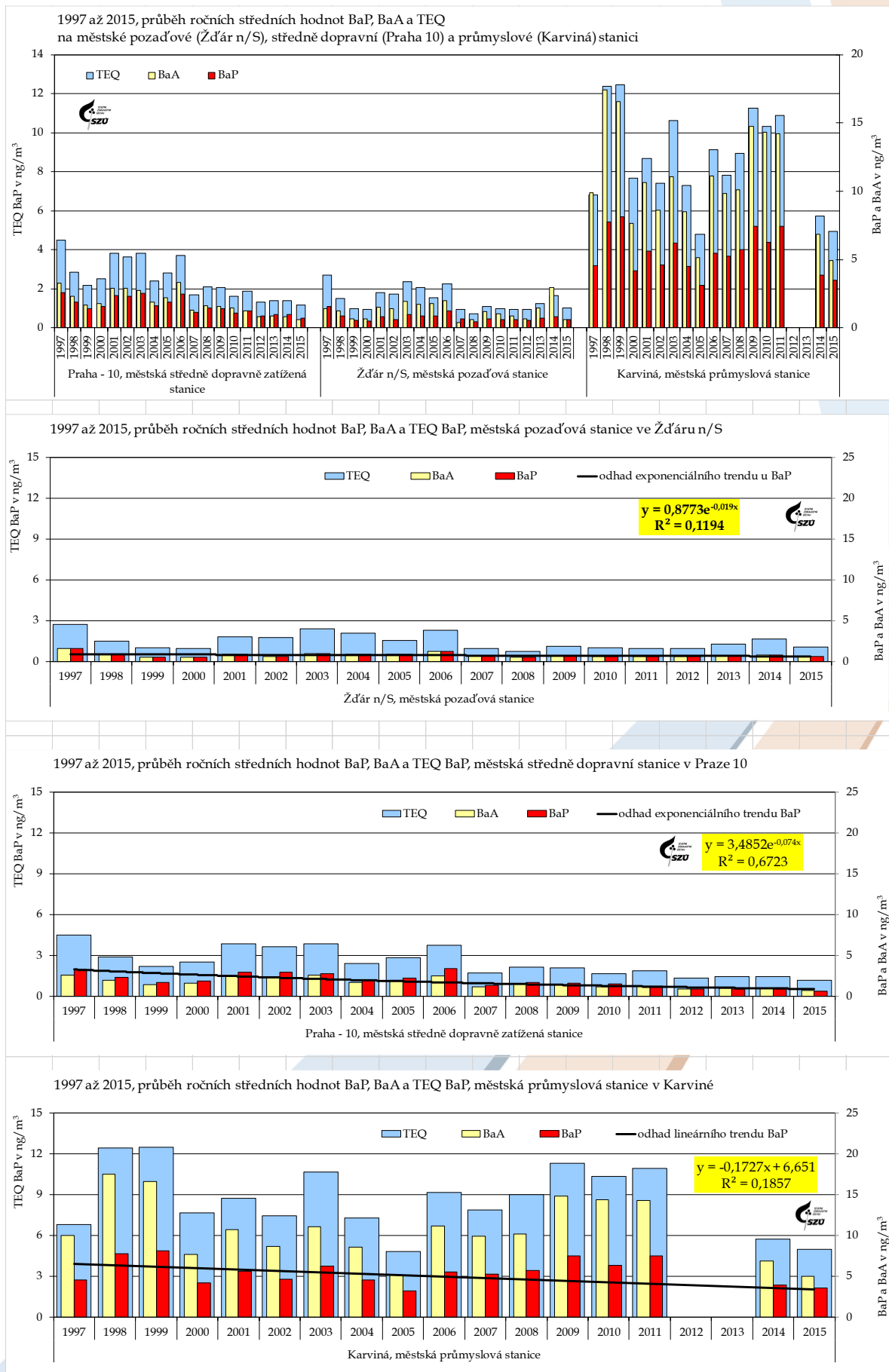
Graf č. 4. - Roční aritmetické průměry BaP v ovzduší městských lokalit a na jednotlivých hodnocených stanicích



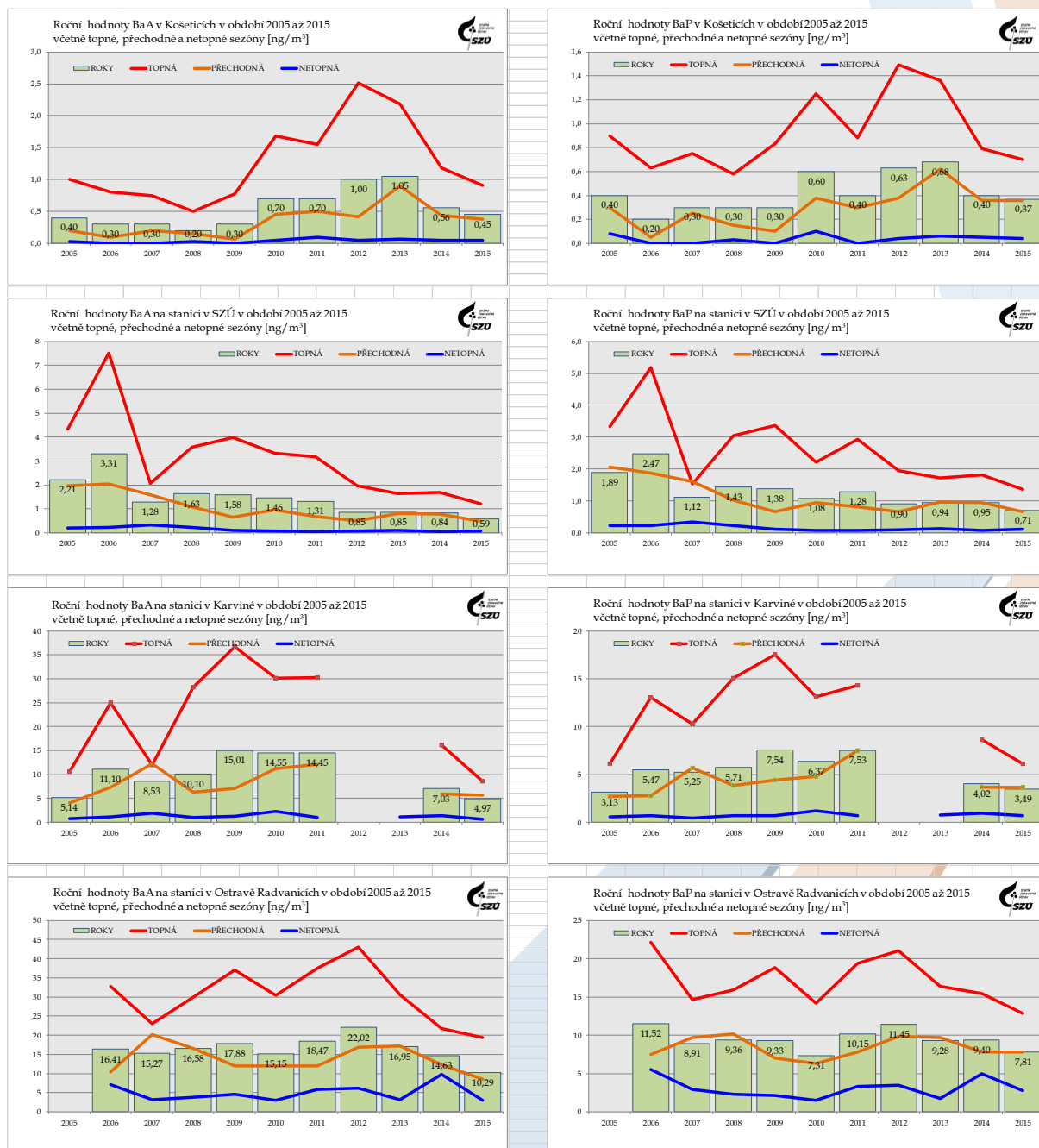
Graf č. 5. a, b a c - Aritmetické průměry BaP, BaA a TEQ BaP



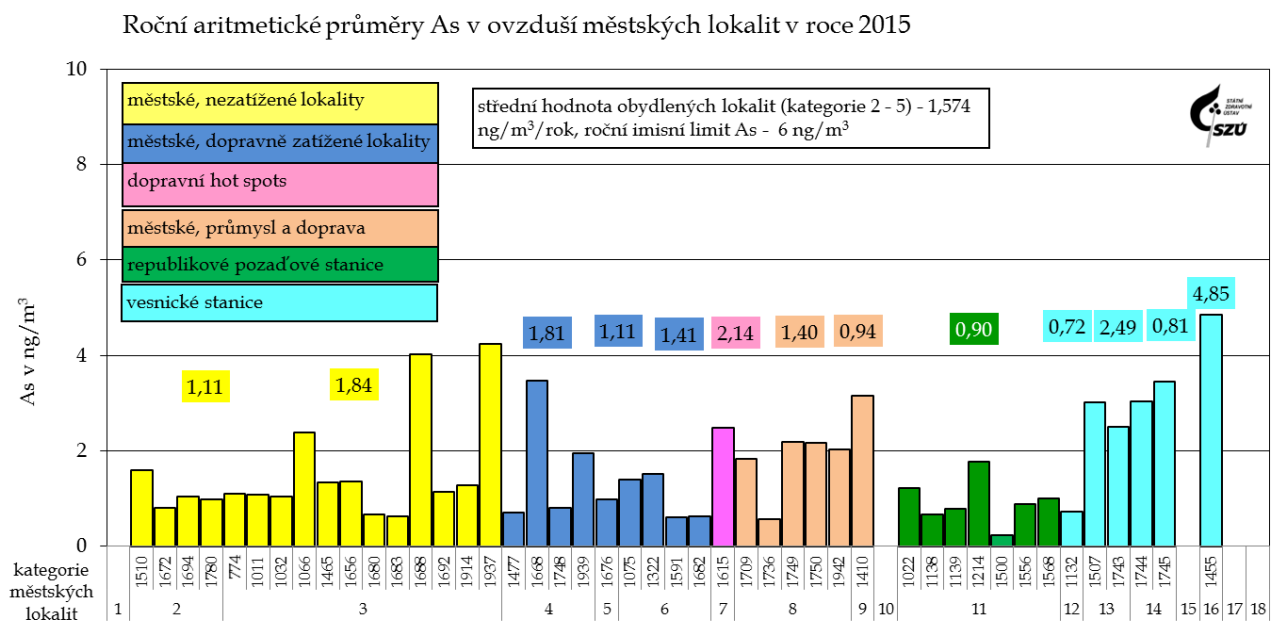
Graf č. 6. a, b, c, d - Vybrané stanice - hodnoty (1997 - 2015) a odhad trendu BaP



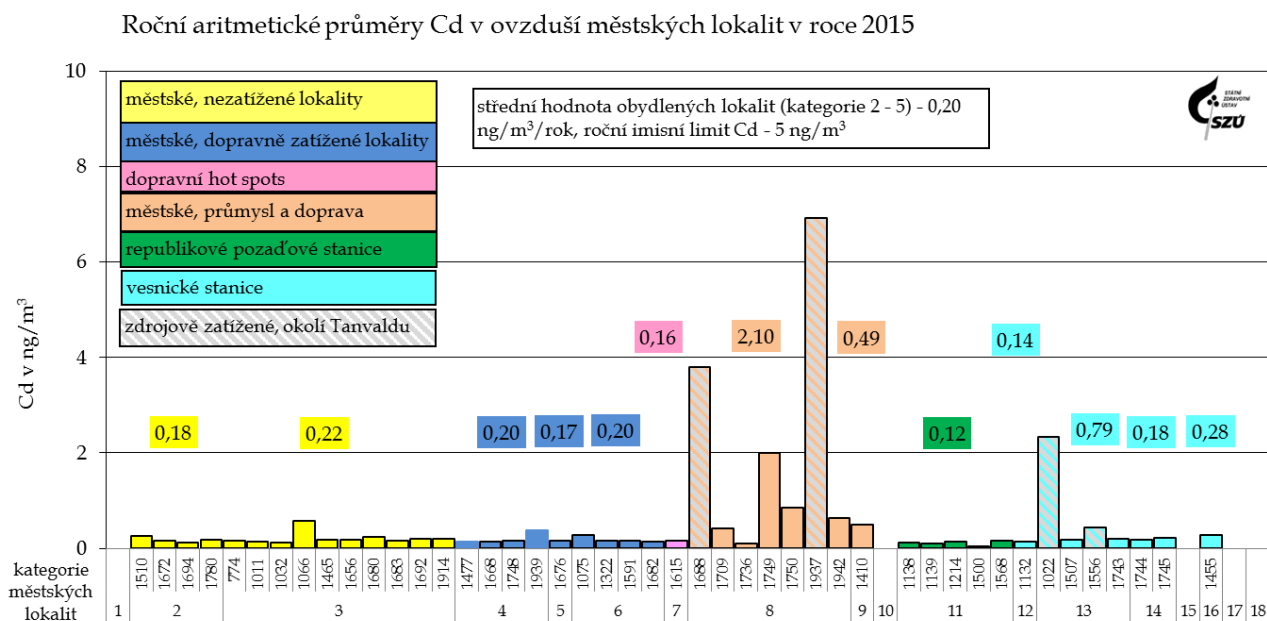
Graf č. 7. a až h – Trendy průběhů sezónních průměrů BaA a BaP na stanicích v Košeticích, SZÚ Praha, Karviné a v Ostravě - Bartovicích



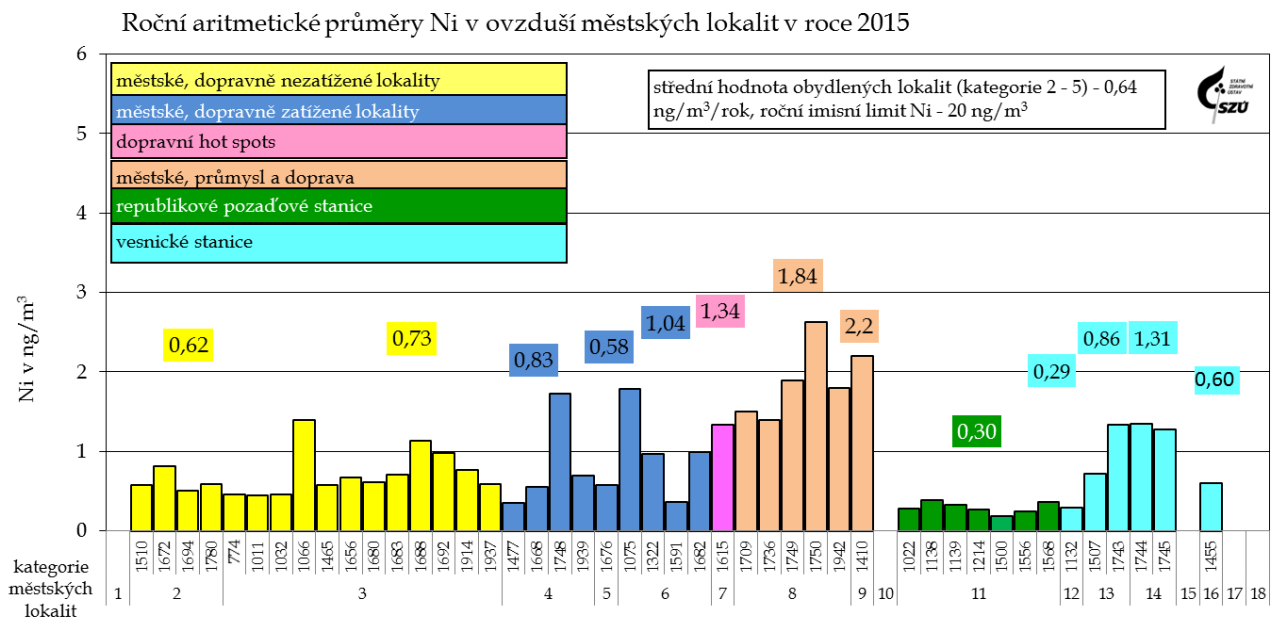
Graf č. 8. - Roční aritmetické průměry As v ovzduší obydlených lokalit



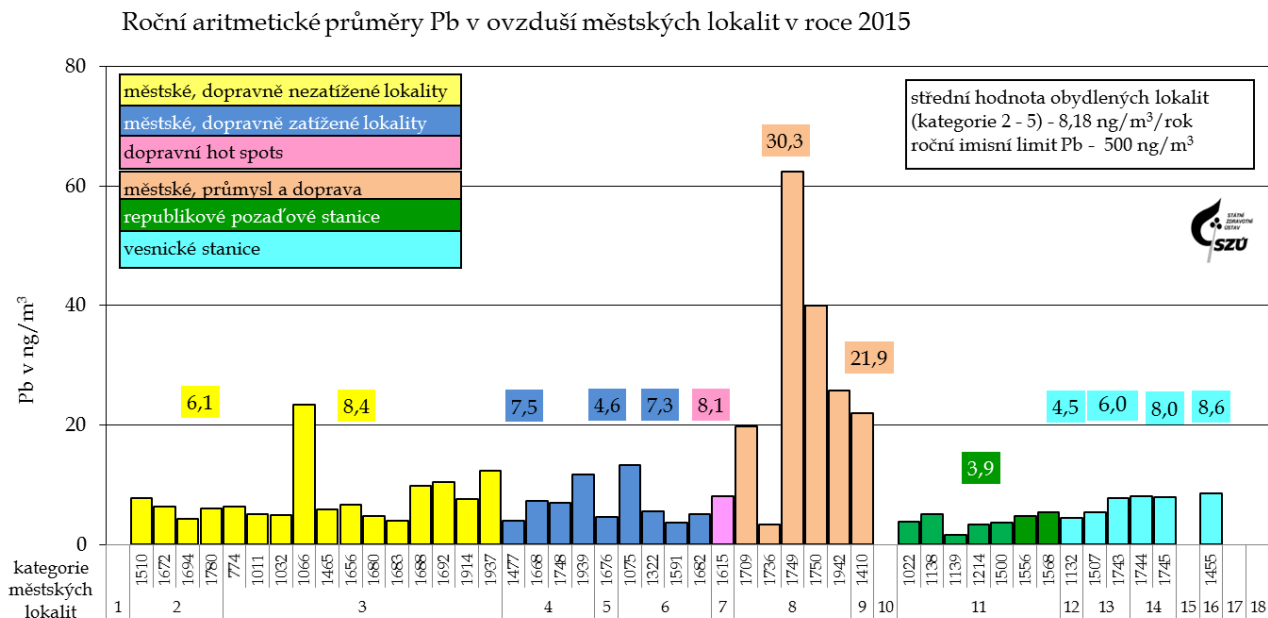
Graf č. 9. - Roční aritmetické průměry Cd v ovzduší obydlených lokalit



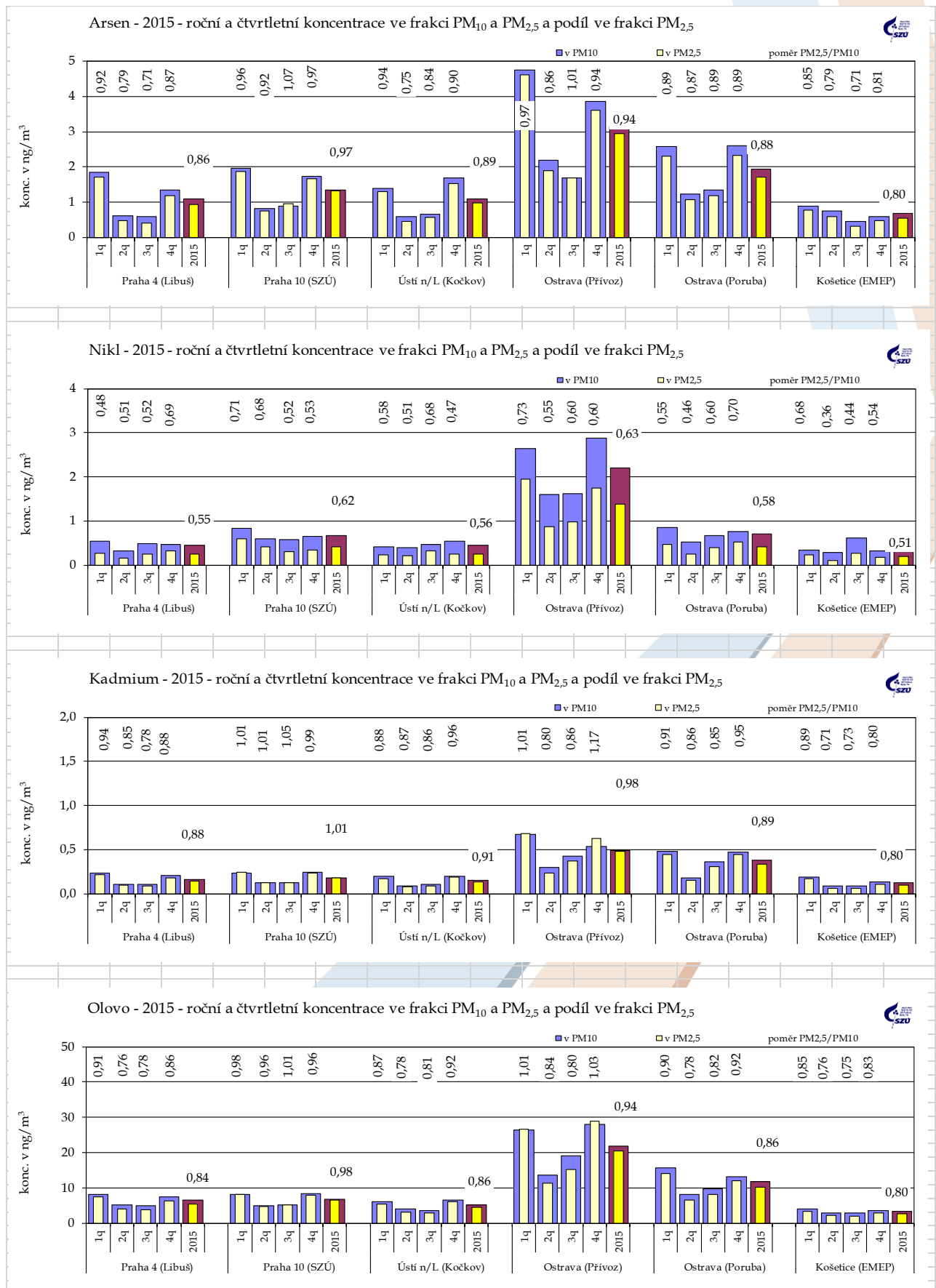
Graf č. 10. - Roční aritmetické průměry Ni v ovzduší obydlých lokalit



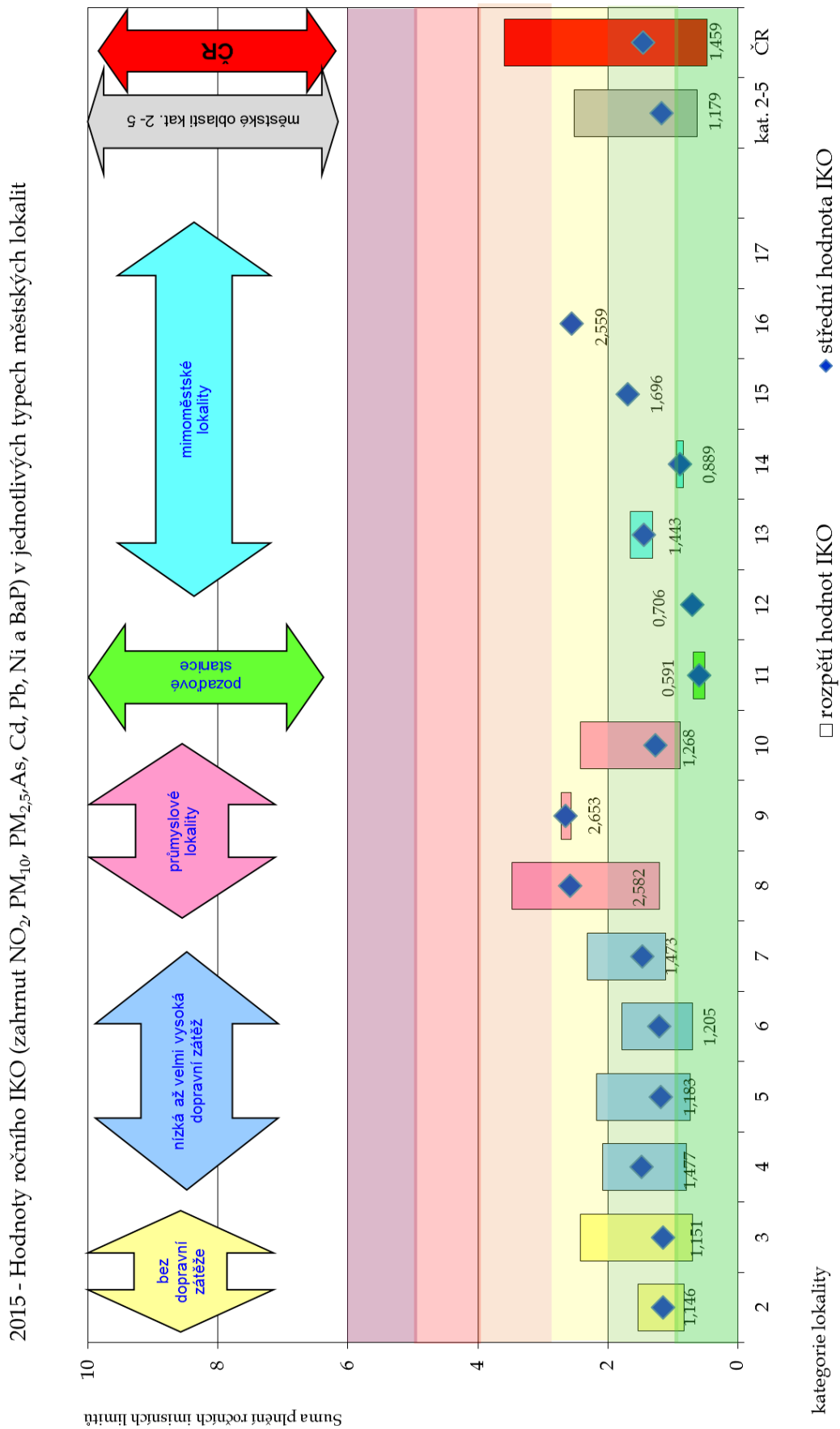
Graf č. 11. - Roční aritmetické průměry Pb v ovzduší obydlých lokalit



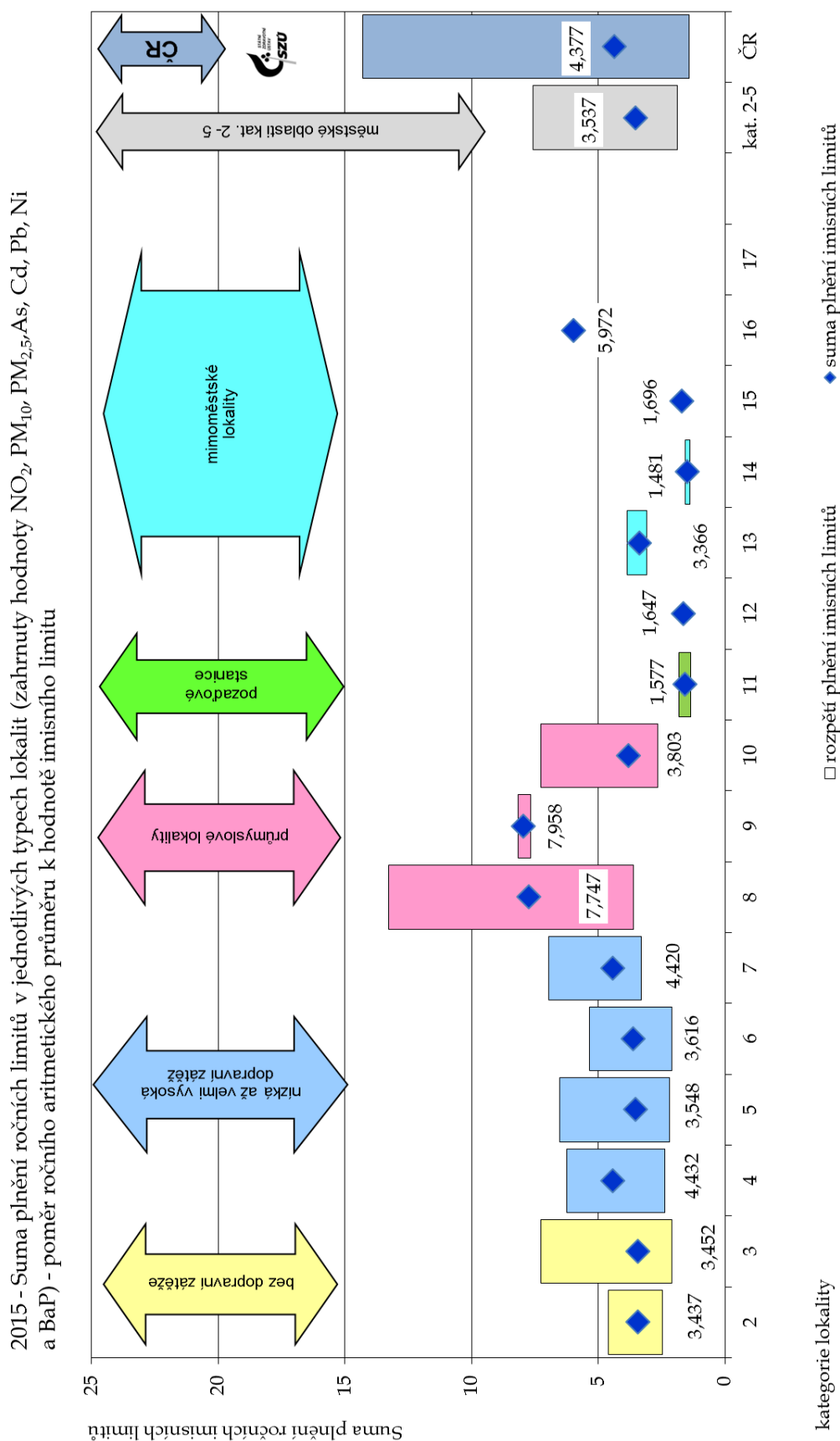
Graf č. 12. a, b, c, d - roční a čtvrtletní koncentrace As, Cd, Ni a Pb ve frakci PM₁₀, PM_{2,5} a podíl ve frakci PM_{2,5}



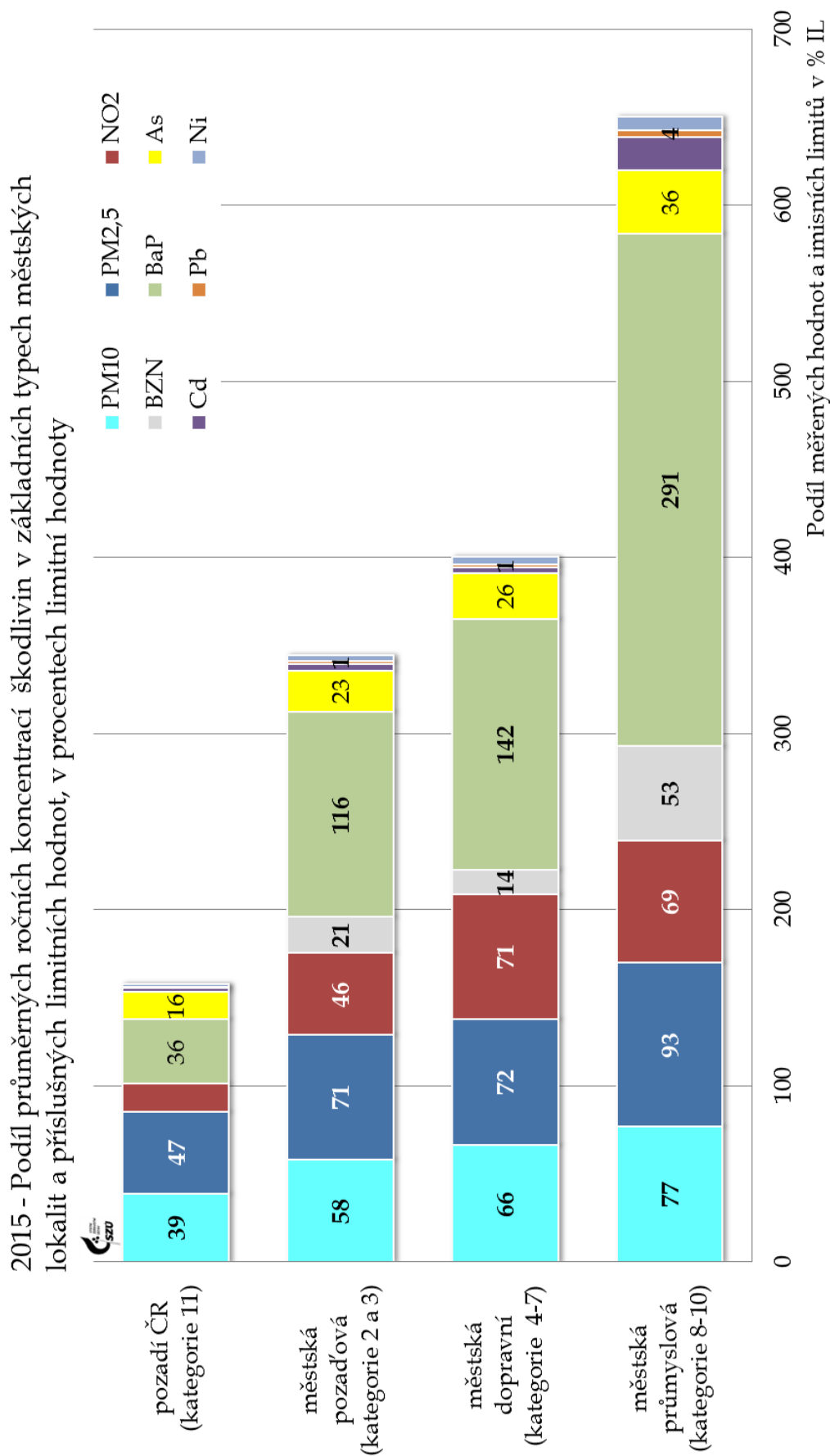
Graf č. 13. – Hodnoty rozpětí ročního IKO (zahrnuty hodnoty NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, As, Cd, Pb, Ni a BaP) v jednotlivých typech lokalit



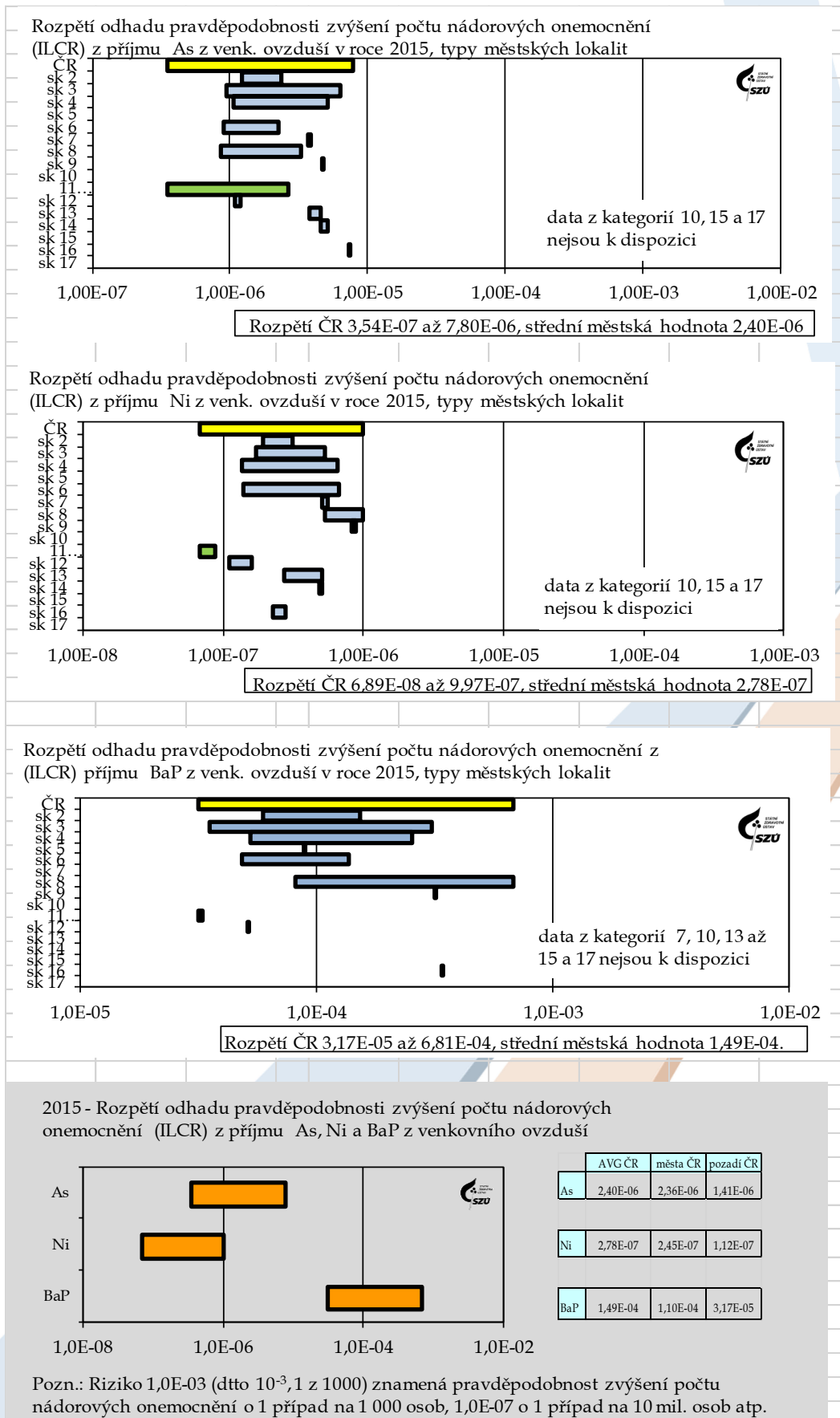
Graf č. 14. - Rozpětí hodnot sumy plnění ročních imisních limitů v jednotlivých typech lokalit - poměr ročního aritmetického průměru k hodnotě imisního limitu (zahrnuty hodnoty NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, As, Cd, Pb, Ni a BaP)



Graf č. 15 - Podíl průměrných ročních koncentrací škodlivin v základních typech městských lokalit a příslušných limitních hodnot v procentech limitní hodnoty



Graf č. 16. a, b, c, d - Rozpětí odhadu pravděpodobnosti zvýšení počtu nádorových onemocnění z příjmu As, Ni a BaP z venkovního ovzduší pro jednotlivé typy městských lokalit





**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 2015

1. vydání, 105 stran

Vydáno na informačním CD MZSO