

Příloha PS6

Imisní posouzení vlivu silniční dopravy na ovzduší města Přerov



STÁTNÍ FOND
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
ČESKÉ REPUBLIKY

ekomob
čistá mobilita

Ministerstvo životního prostředí



ZADAVATEL:

Statutární město Přerov

Zastoupen: Ing. Petr Měřinský, náměstek primátora
Bratrská 709/34, 750 11 Přerov

ZPRACOVATEL:

ACCENDO – Centrum pro vědu a výzkum, z.ú.

Zastoupen: Doc. Ing. Lubor Hruška, Ph.D., ředitel vědecko-výzkumného ústavu
Švabinského 1749/19, 702 00 Ostrava

Odpovědný řešitel: Doc. Ing. Petr Jančík, Ph.D.

Autorizovaná osoba ke zpracování rozptylových studií dle § 15 zákona č. 86/2002 Sb.,
Č. j.: 173d/740/07/DK

Tel.: +420 596 112 649

Web: accendo.cz

E-mail: info@accendo.cz



PAAC
CONSORTIUM

ACCENDO je členem PAAC CONSORTIUM

Číslo smlouvy: MMPr/SML/2026/2016

Zpracováno ke dni: 31. 1. 2017

OBSAH

1. Úvod	4
2. Vstupní údaje	5
2.1 Obecná charakteristika lokality	5
2.2 Prostorová data	5
2.3 Terén	6
2.4 Klimatické charakteristiky lokality	6
2.5 Stabilitní větrná růžice	6
2.6 Imisní limity	8
2.7 Posouzení imisní zátěže lokality	9
3. Modelování imisní zátěže.....	19
3.1 Zájmové oblasti	20
3.2 Emisní charakteristika silniční dopravy	21
4. Metodika výpočtu imisí.....	22
4.1 SYMOS'97	22
4.2 Referenční body	22
4.3 Korekce výsledků modelování.....	22
5. Výstupní údaje.....	24
5.1 Vypočtené imisní charakteristiky	24
5.2 Kartografická interpretace výsledků	24
5.3 Textová Interpretace výsledků	30
5.3.1 Suspendované částice frakce PM ₁₀	30
5.3.2 Suspendované částice frakce PM _{2,5}	30
5.3.3 NO ₂	30
5.3.4 Benzo(a)pyren.....	31
5.3.5 Benzen.....	31
6. Závěr.....	32
7. Použitá literatura.....	33
8. Použité zkratky	35



1. ÚVOD

Cílem této studie je na základě podkladových dat o intenzitě dopravy na dopravních infrastrukturách města Přerova a podkladů ze stávajících map **vyhodnotit vliv silniční dopravy na ovzduší ve městě**, a to zejména v obytných částech města a podél páteřních komunikací.

Na území města Přerova byly na základě provedeného sčítání dopravy a analýzy v GIS **vypočítány emise ze silniční dopravy**, a následně **stanovena stávající imisní zátěž vlivem dopravy, platná k roku 2016**. Stanovení bylo provedeno pro znečišťující látky **NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, benzen a benzo(a)pyren**. Pro zhodnocení situace byla využita stávající rozptylová studie [1] a měření ze stanic imisního monitoringu statutárního města Přerova.

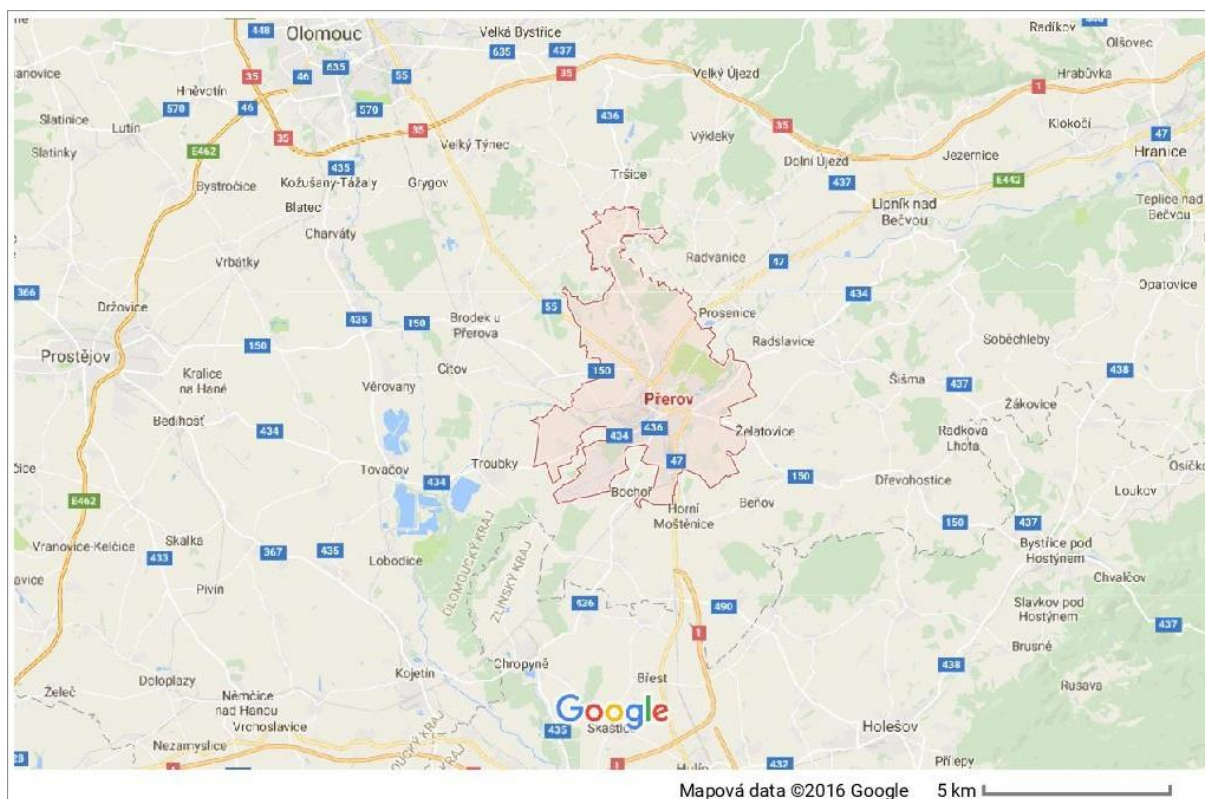
Stanovení imisní zátěže bylo provedeno modelováním rozptylu znečišťujících látek v ovzduší podle platné doporučené metodiky Ministerstva životního prostředí ČR „SYMOS'97“.

2. VSTUPNÍ ÚDAJE

2.1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA LOKALITY

Posuzované oblasti leží na území statutárního města Přerova, které přísluší k území Olomouckého kraje. Přerov se v Hornomoravském úvalu na řece Bečvě, přibližně 210 m nad mořem, má rozlohu 58,48 km² a přibližně 47 tis. obyvatel. Zeměpisné souřadnice středu města jsou 49°27'18" s. š., 17°27'57" v. d. Všeobecná geografická a topografická situace jsou patrné z následujícího obrázku 2.1.

Obrázek 2.1: Geografická a topografická situace



Statutární město Přerov se člení na 13 evidenčních částí: Přerov I - Město; Přerov II - Předmostí; Přerov III - Lověšice; Přerov IV - Kozlovice; Přerov V - Dluhonice; Přerov VI - Újezdec; Přerov VII - Čekyně; Přerov VIII - Henčlov; Přerov IX - Lýsky; Přerov X - Popovice; Přerov XI - Vinary; Přerov XII - Žeravice; Přerov XIII - Penčice.

2.2 PROSTOROVÁ DATA

Pro účely této studie byla využita a zpracována níže uvedená prostorová data.

ADRESNÍ BODY

Pro analýzu zatížení obyvatel imisemi je nezbytná vrstva adresních bodů. Byla použita bodová vrstva z digitální mapy ZABAGED (© ČÚZK 2012) ve formátu ESRI shapefile odpovídající přesnosti Základní mapy České republiky 1:10 000. Jednotlivé body reprezentují konkrétní adresu a její příslušnost k územnímu členění ČR. K jednotlivým adresním bodům byl přiřazen počet obyvatel trvale žijících na daném místě k roku 2015.

REGISTR SČÍTACÍCH OBVODŮ A BUDOV

Registr sčítacích obvodů a budov (RSO) je soustava územních a územně evidenčních prvků a budov nebo jejich částí (vchodů) s přidělenými popisnými nebo evidenčními čísly. Registr je uspořádán v dané hierarchii a vazbách v obsahu, prostoru a čase a je modelován pomocí nástrojů geografického informačního systému. Referenčním mapovým podkladem registru jsou katastrální mapy a topografická Základní mapa České republiky 1:10 000. Pro účely studie byly z registru využity data o územním členění a budovách s adresami.



2.3 TERÉN

Pro modelování metodikou SYMOS'97, které je využito k posouzení imisní zátěže v této studii, je nutno zadat tvar reliéfu modelované oblasti. Digitální model terénu zájmového území byl vytvořen z vrstevnice z digitální mapy ZABAGED (© ČÚZK 2012) ve formátu ESRI ACII GRID a je k dispozici v digitální podobě u zpracovatele studie.

2.4 KLIMATICKÉ CHARAKTERISTIKY LOKALITY

Území města Přerova spadá svou polohou do teplé klimatické oblasti. Podle **Quittovy klasifikace** se jedná o teplou oblast **W2**. Klimatické charakteristiky jsou shrnuty v tabulce 2.1.

Podle **Köppenovy klasifikace** se jedná o oblast **Cfb**, tedy podtyp podnebí listnatých lesů mírného pásma. Teplá klimatická oblast má dlouhé léto, teplé, suché až mírně suché. Přechodné období je krátké s mírným až mírně teplým jarem a mírně teplým podzimem. Zima je krátká, mírná, suchá, s krátkým trváním sněhové pokrývky.

Tabulka 2.1: Souhrn klimatických charakteristik oblasti W2

Počet letních dnů	50 – 60 dnů
Počet dnů s průměrnou teplotou 10°C a více	160 – 170 dnů
Počet mrazových dnů	100 – 110 dnů
Počet ledových dnů	30 – 40 dnů
Průměrná teplota v lednu	-2°C až -3°C
Průměrná teplota v červenci	18°C – 19°C
Průměrná teplota v dubnu	8°C – 9°C
Průměrná teplota v říjnu	7°C – 9°C
Průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více	90 – 100 dnů
Srážkový úhrn ve vegetačním období	350 mm – 400 mm
Srážkový úhrn v zimním období	200 mm – 300 mm
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	40 – 50 dnů
Počet dnů zamračených	120 – 140 dnů
Počet dnů jasných	40 – 50 dnů

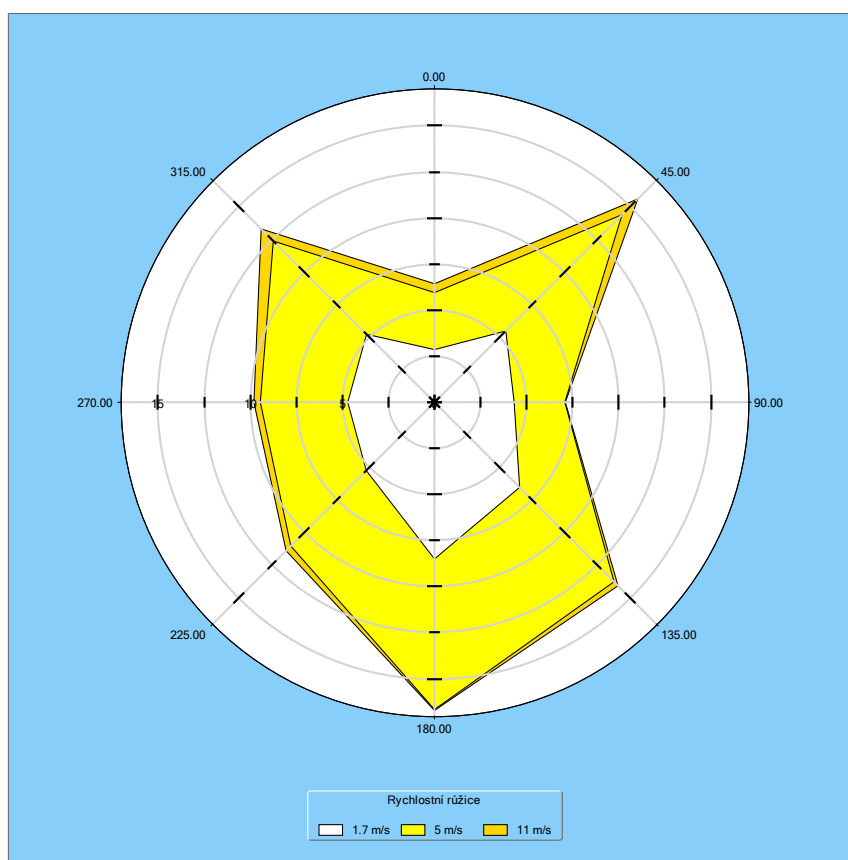
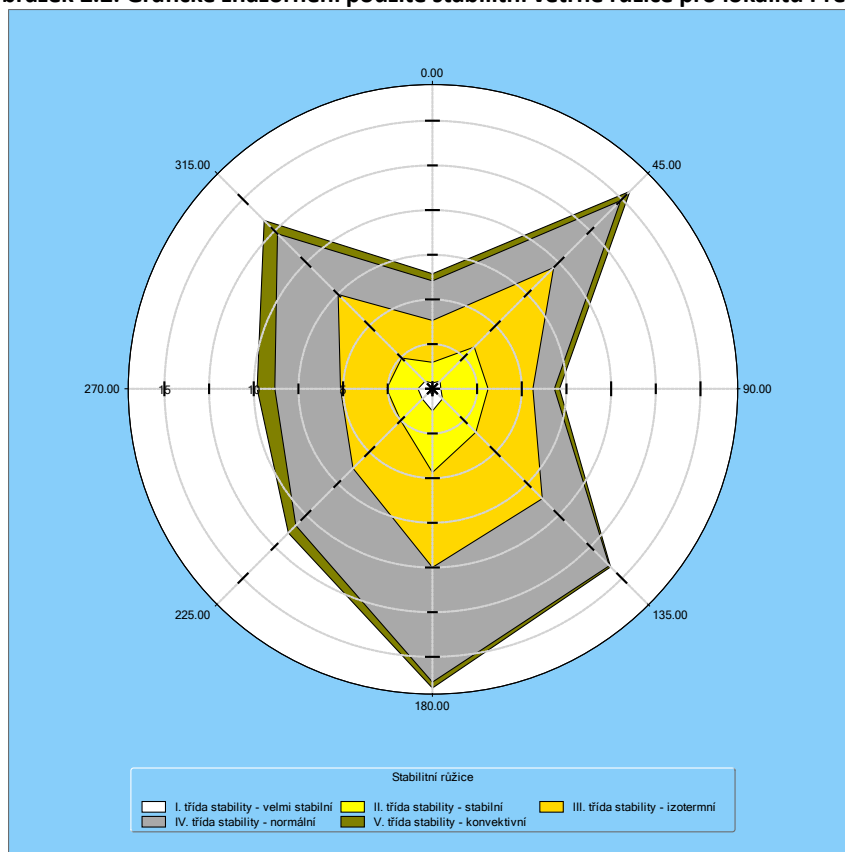
Zdroj: Atlas podnebí Česka [2]

2.5 STABILITNÍ VĚTRNÁ RŮŽICE

Při modelování dlouhodobým modelem, který byl použit v této studii, se pracuje s meteorologickými daty statisticky zpracovanými pro určité období. Tato data zpracovává ČHMÚ v podobě matice hodnot, které jsou procentuálním výskytem určitého generalizovaného typu počasí v daném období. Počasí je zařazeno do určité kategorie podle kombinace třídy teplotní stability ovzduší (reprezentované průměrným teplotním gradientem γ) a rychlosti větru. Používají se třídy podle Bubníka a Koldovského.

Celá sada takto upravených dat se nazývá **stabilitní větrná růžice**. Graficky lze četnost počasí v jednotlivých kategoriích znázornit jako paprskový graf, ve kterém je na jednotlivých osách (např. osmi směrů) vynesena četnost výskytu jednotlivých kategorií počasí [%]. Pro modelování zdrojů znečišťování ovzduší v posuzované lokalitě byla použita dlouhodobá stabilitní větrná růžice pro lokalitu Přerov uvedená dále na obrázku níže.

Obrázek 2.2: Grafické znázornění použité stabilitní větrné růžice pro lokalitu Přerov





Tabulka 2.2: Dlouhodobá stabilitní větrná růžice pro lokalitu Přerov

Směr:	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	CALM	Součet
I. třída stability - velmi stabilní										
1,70 m/s	0,33	0,60	0,47	0,79	1,24	0,80	0,81	0,59	1,69	7,32
5,00 m/s	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11,00 m/s	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
II. třída stability - stabilní										
1,70 m/s	1,05	1,93	1,39	2,03	2,48	1,35	1,19	1,75	1,98	15,15
5,00 m/s	0,10	0,77	1,25	0,61	0,95	0,36	0,56	0,09	0,00	4,69
11,00 m/s	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
III. třída stability - izotermní										
1,70 m/s	1,08	2,29	1,80	2,41	2,68	1,74	1,49	2,22	0,91	16,62
5,00 m/s	1,23	3,89	0,70	2,82	2,63	1,99	1,06	2,71	0,00	17,03
11,00 m/s	0,03	0,10	0,00	0,02	0,00	0,04	0,03	0,09	0,00	0,31
IV. třída stability - normální										
1,70 m/s	0,39	0,64	0,64	1,29	2,00	1,27	1,11	0,57	0,60	8,51
5,00 m/s	1,37	3,54	0,53	3,72	4,36	2,93	2,24	3,39	0,00	22,08
11,00 m/s	0,45	1,11	0,03	0,29	0,05	0,32	0,32	0,84	0,00	3,41
V. třída stability - konvektivní										
1,70 m/s	0,01	0,01	0,02	0,01	0,10	0,08	0,11	0,09	0,40	0,83
5,00 m/s	0,39	0,72	0,27	0,09	0,23	0,51	0,88	0,96	0,00	4,05
11,00 m/s	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Celková růžice										
1,70 m/s	2,86	5,47	4,32	6,53	8,50	5,24	4,71	5,22	5,58	48,43
5,00 m/s	3,09	8,92	2,75	7,24	8,17	5,79	4,74	7,15	0,00	47,85
11,00 m/s	0,48	1,21	0,03	0,31	0,05	0,36	0,35	0,93	0,00	3,72
Součet	6,43	15,60	7,10	14,08	16,72	11,39	9,80	13,30	5,58	100,00

2.6 IMISNÍ LIMITY

Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší [3] definuje **imisní limit** jako nejvýše přípustnou úroveň znečištění stanovenou tímto zákonem. Imisní limity a přípustné četnosti jejich překročení jsou stanoveny v příloze č. 1 tohoto zákona a pro zájmové znečišťující látky jsou uvedeny v tabulce 2.3. Hodnoty imisních limitů podle tohoto zákona jsou shodné s hodnotami, které byly v platnosti dle předchozího zákona o ovzduší, zákona č. 86/2002 Sb.

Tabulka 2.3: Imisní limity pro zájmové znečišťující látky

Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit* [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]
PM ₁₀	24 hodin	50(35x)
	1 kalendářní rok	40
PM _{2,5}	1 kalendářní rok	25
NO ₂	1 hodina	200(18x)
	1 kalendářní rok	40
Benzen	1 kalendářní rok	5
Benzo(a)pyren	1 kalendářní rok	1**

Pozn.: *V závorce je uveden maximální počet překročení uvedeného limitu za rok.

** U benzo(a)pyrenu je imisní limit stanoven v jednotkách [$\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$].

2.7 POSOUZENÍ IMISNÍ ZÁTĚŽE LOKALITY

Úroveň znečištění ovzduší lze dle legislativy [3] hodnotit s využitím měření, výpočtu či jejich kombinací. Pro účely posouzení kvality ovzduší v zájmovém území byla vyhodnocena oficiální data z měření kvality ovzduší, prováděné ČHMÚ. Při hodnocení úrovně znečištění ovzduší je především sledován vztah zjištěných imisních hodnot k příslušným imisním limitům (viz výše).

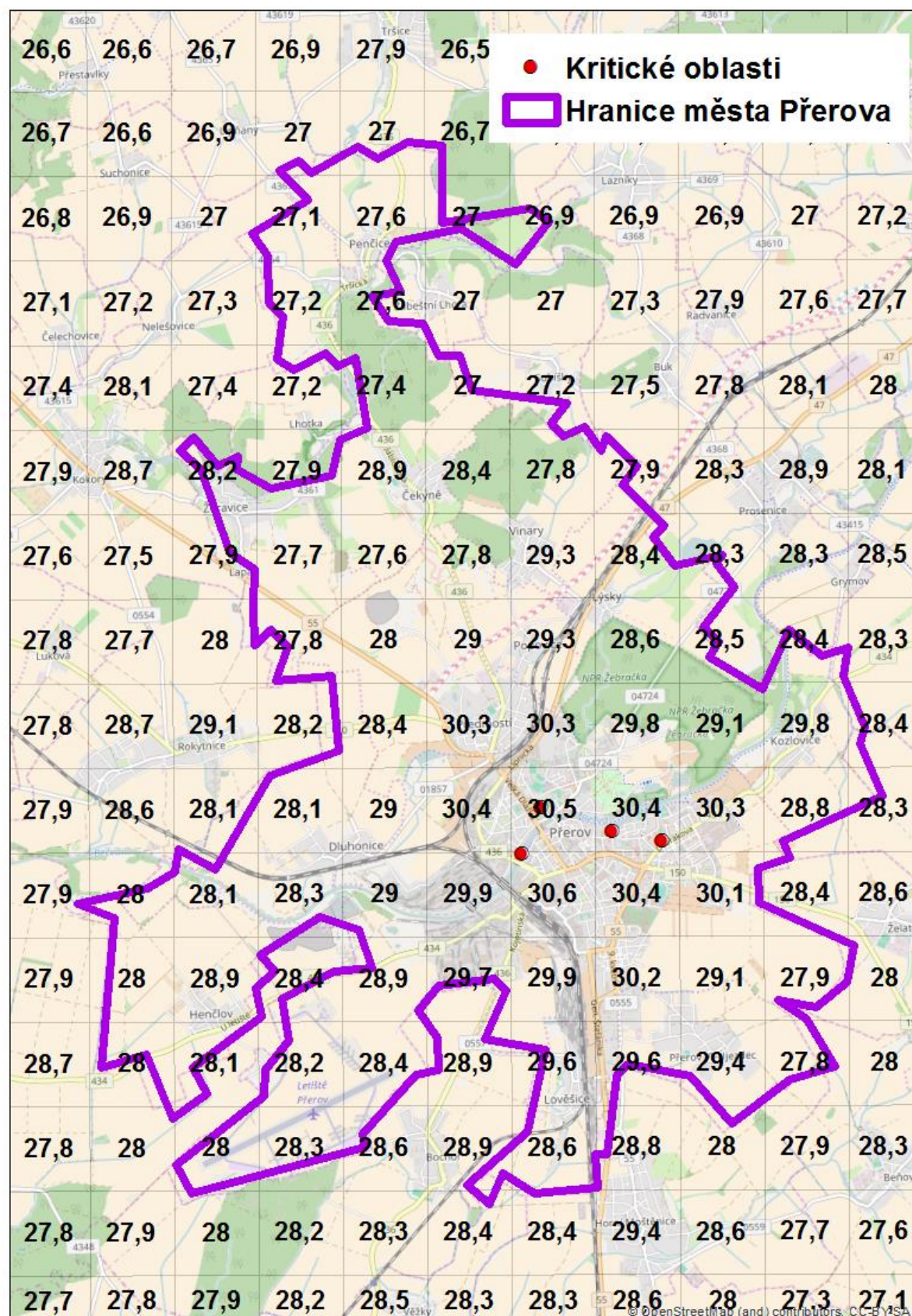
Podle §11, odst. 5 a 6. zákona o ochraně ovzduší 201/2012 Sb. [3] se pro účely hodnocení, zda dochází v předmětné lokalitě k překročení některého z imisních limitů (odstavec 5 zákona [3]), používá průměr hodnot koncentrací pro čtverec území o velikosti 1 km² vždy za předchozích 5 kalendářních let. Tyto čtverce jsou pro hodnocené roky na území města Přerova stanoveny pro pětiletí 2011 – 2015 a všechny sledované znečišťující látky. Z těchto průměrů vyplývá, že pro uvedené pětiletí jsou limity na celém území města Přerova překračovány pro 24hod. koncentrace PM₁₀ a roční koncentrace benzo(a)pyrenu. Viz obrázek 2.3 až 2.8.

Pětiletý průměr 36. nejvyšších 24hod. koncentrací PM₁₀ za období 2011 – 2015 se na území města Přerova pohybuje v rozmezí <50,8 – 54,9> µg.m⁻³, pětiletý průměr ročních koncentrací benzo(a)pyrenu pak v rozmezí <1,15 – 1,89> ng.m⁻³.

U ostatních dotčených znečišťujících látek jsou hodnoty v limitech. To potvrzuje i dlouhodobý vývoj koncentrací těchto látek na sledovaném území, neboť za poslední desetiletí došlo v případě ročních koncentrací PM₁₀ a NO₂ k znatelnému poklesu (podrobněji viz [4]).



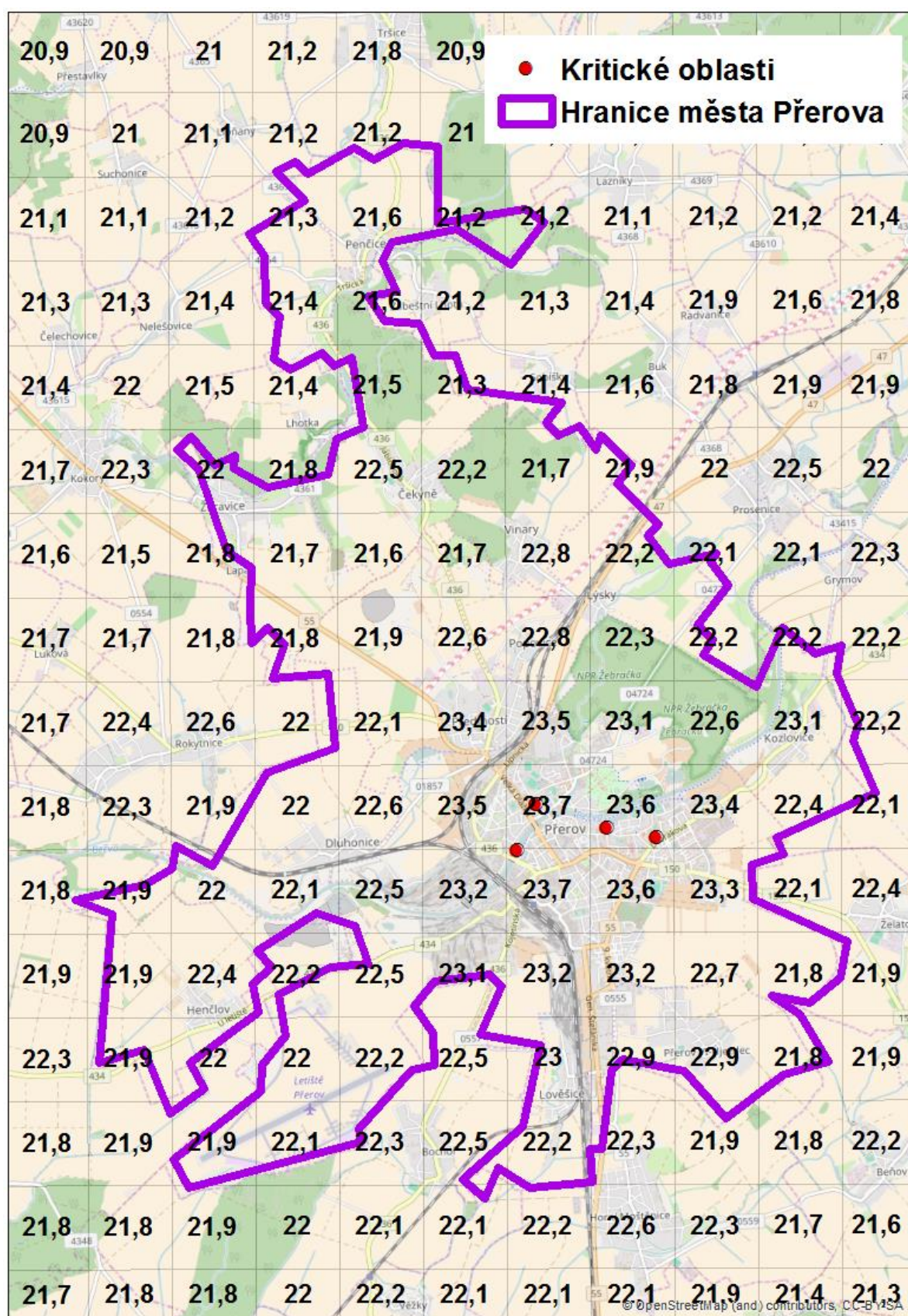
Obrázek 2.3: Pětiletý průměr ročních koncentrací PM₁₀ [µg.m⁻³] za období 2011 – 2015



Zdroj: ČHMÚ

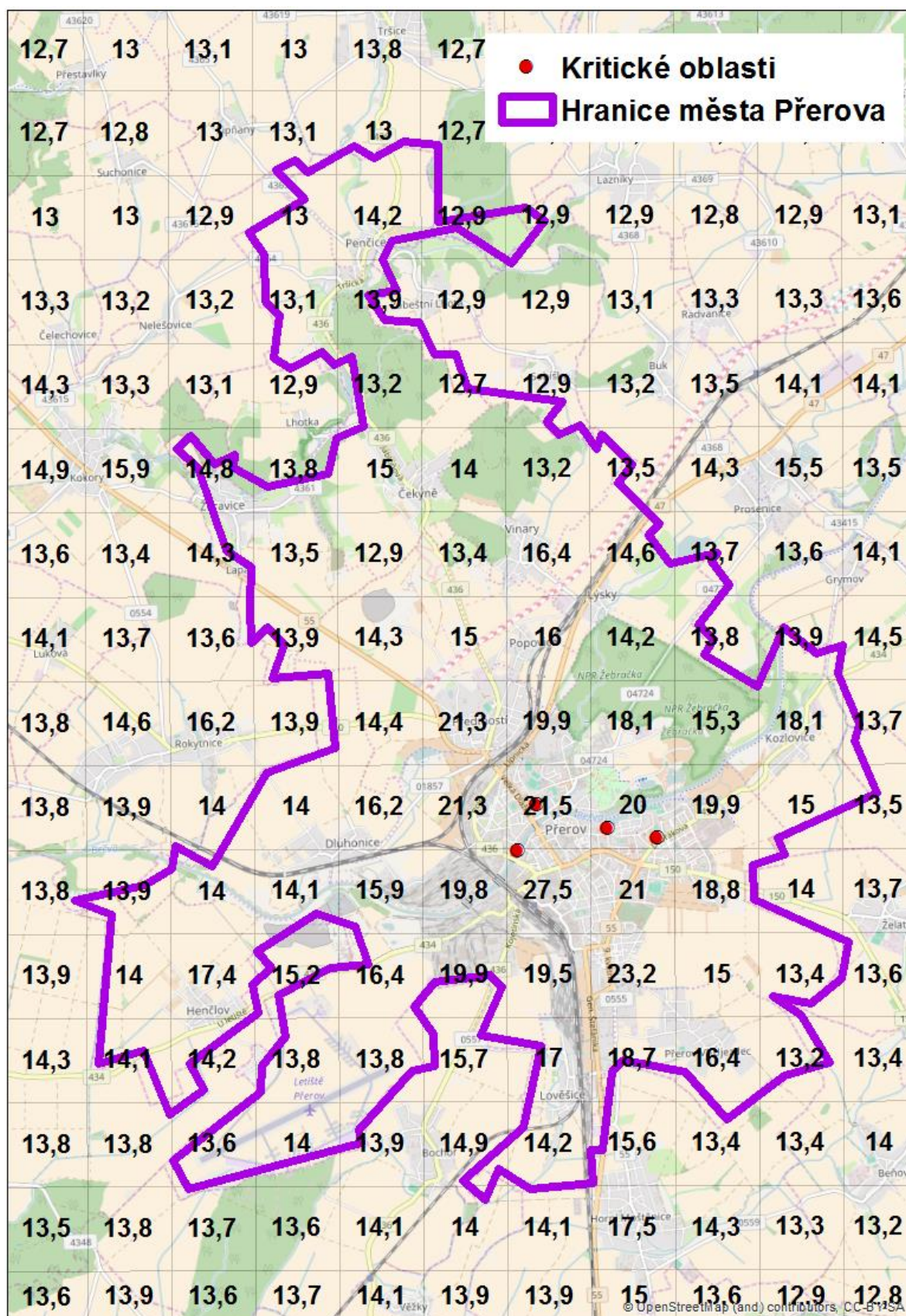


Obrázek 2.5: Pětiletý průměr ročních koncentrací PM_{2,5} [μg.m⁻³] za období 2011 – 2015



Zdroj: ČHMÚ

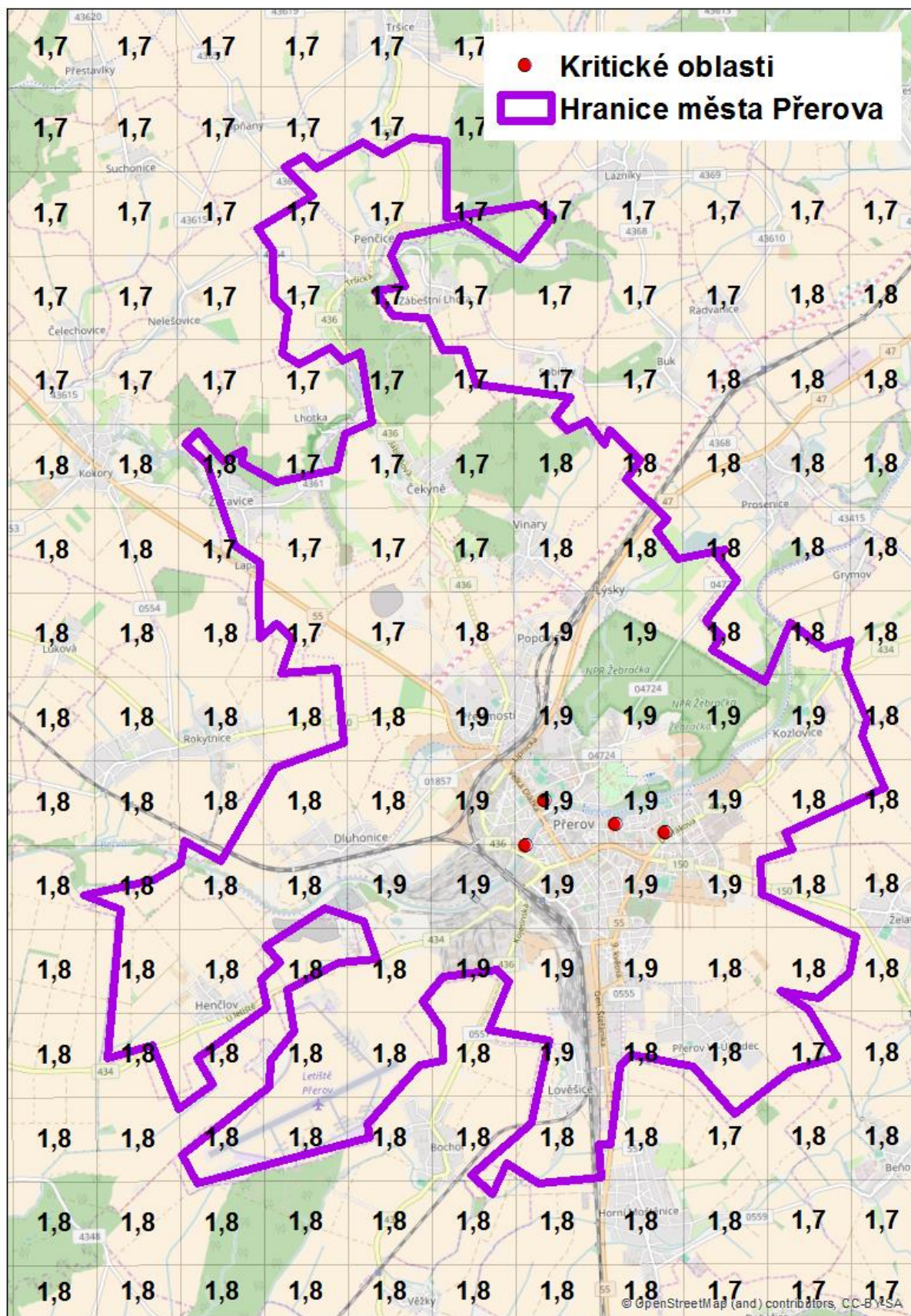
Obrázek 2.6: Pětiletý průměr ročních koncentrací NO₂ [μg.m⁻³] za období 2011 – 2015



Zdroj: ČHMÚ

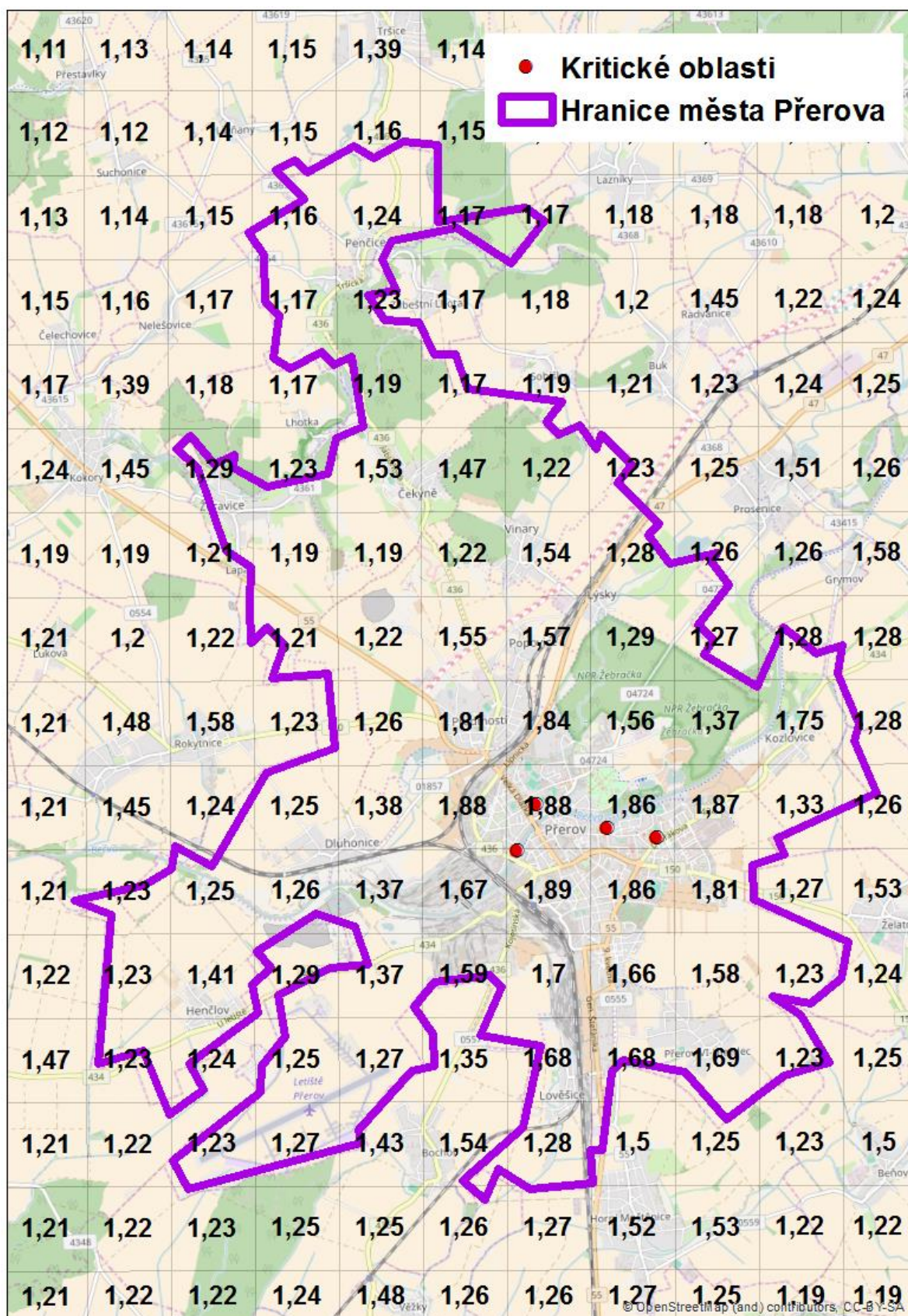


Obrázek 2.7: Pětiletý průměr ročních koncentrací benzenu [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] za období 2011 – 2015



Zdroj: ČHMÚ

Obrázek 2.8: Pětiletý průměr ročních koncentrací benzo(a)pyrenu [ng.m-3], 2011 – 2015



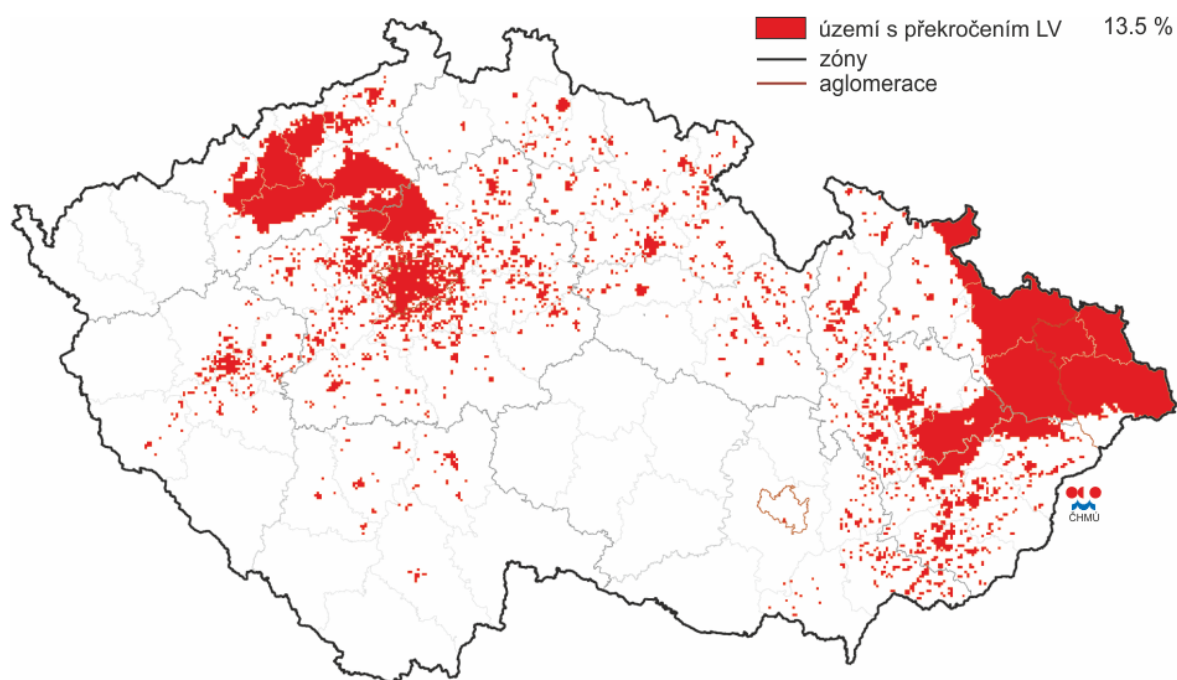
Zdroj: ČHMÚ



Pro rok 2014 ČHMÚ vymezil oblasti s překročením imisních limitů hromadně pro všechny znečišťující látky, které jsou sledovány z hlediska ochrany lidského zdraví. To znamená, že bylo souhrnně vyhodnoceno překračování imisních limitů pro roční průměrné koncentrace PM_{10} , $PM_{2,5}$, NO_2 , olova a benzen, překračování 8hodinového limitu CO, překračování denních limitů pro PM_{10} a SO_2 a překračování hodinových imisních limitů pro SO_2 a NO_2 (viz bod 1, Příloha č. 1 zákona č. 201/2012 Sb. [3]).

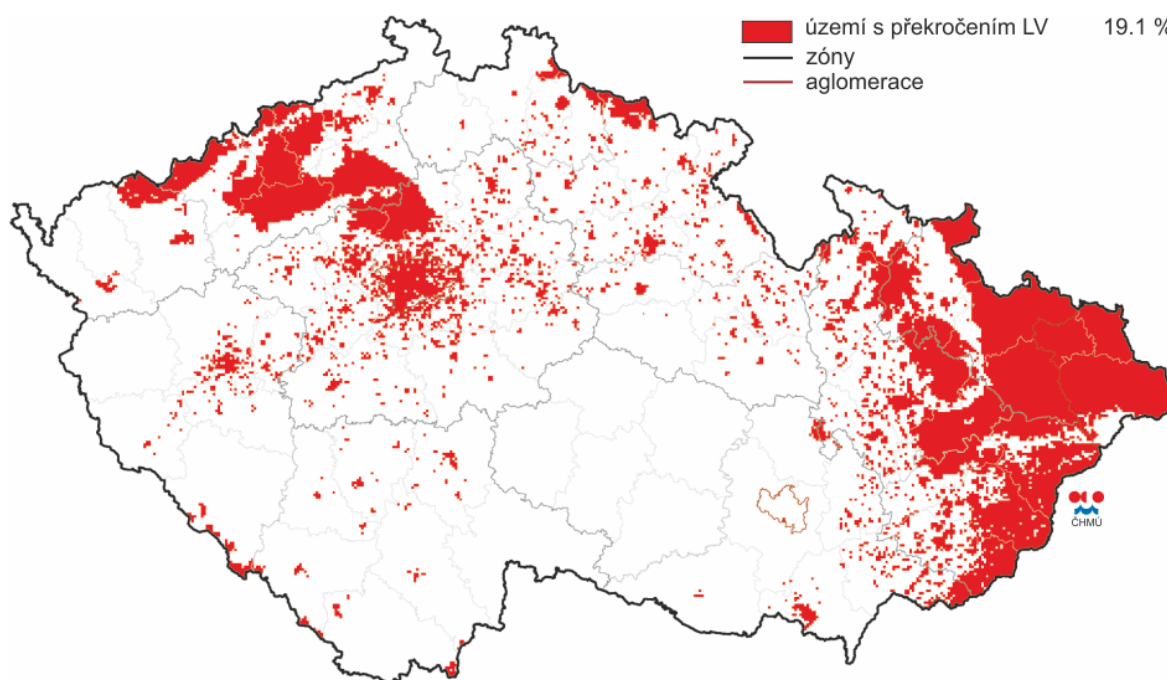
Dále bylo vyhodnoceno překračování imisních limitů pro roční průměrné koncentrace benzo(a)pyrenu, kadmia, arsenu a niklu a pro nejvyšší max. denní 8hodinovou koncentraci přízemního ozonu (viz body 3 a 4, Příloha č. 1 zákona č. 201/2012 Sb. [3]). Z důvodu návaznosti na hodnocení v předešlých letech ČHMÚ vymezil i území s překročením imisních limitů stanovených bodem 1 (dříve tzv. oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší) a území s překročením imisních limitů stanovených bodem 3 (dříve oblasti s překročením cílových imisních limitů bez zahrnutí ozonu). Viz obrázek 2.9 (uvedena jsou data z roku 2014, neboť v době zpracování studie nebyla novější data ČHMÚ ještě publikována).

Obrázek 2.9: Mapa oblastí s překročenými imisními limity pro ochranu zdraví (bez zahrnutí ozonu), 2014



Zdroj: ČHMÚ

Obrázek 2.10: Mapa oblastí s překročenými imisními limity pro ochranu zdraví (se zahrnutím ozonu), 2014



Zdroj: ČHMÚ

Podle vyhodnocení monitoringu za rok 2014 se území města Přerova nacházely v oblasti, kde došlo k překročení imisních limitů pro ochranu zdraví lidí.

Na území města Přerova je provozována pozadřová stanice imisního monitoringu ČHMÚ - Přerov (kód MPRR) [7]. Vybrané imisní charakteristiky PM_{10} z této stanice pro rok 2015 jsou uvedeny v tabulce 4.

Tabulka 2.4: Vybrané imisní charakteristiky PM_{10} , Přerov, 2015

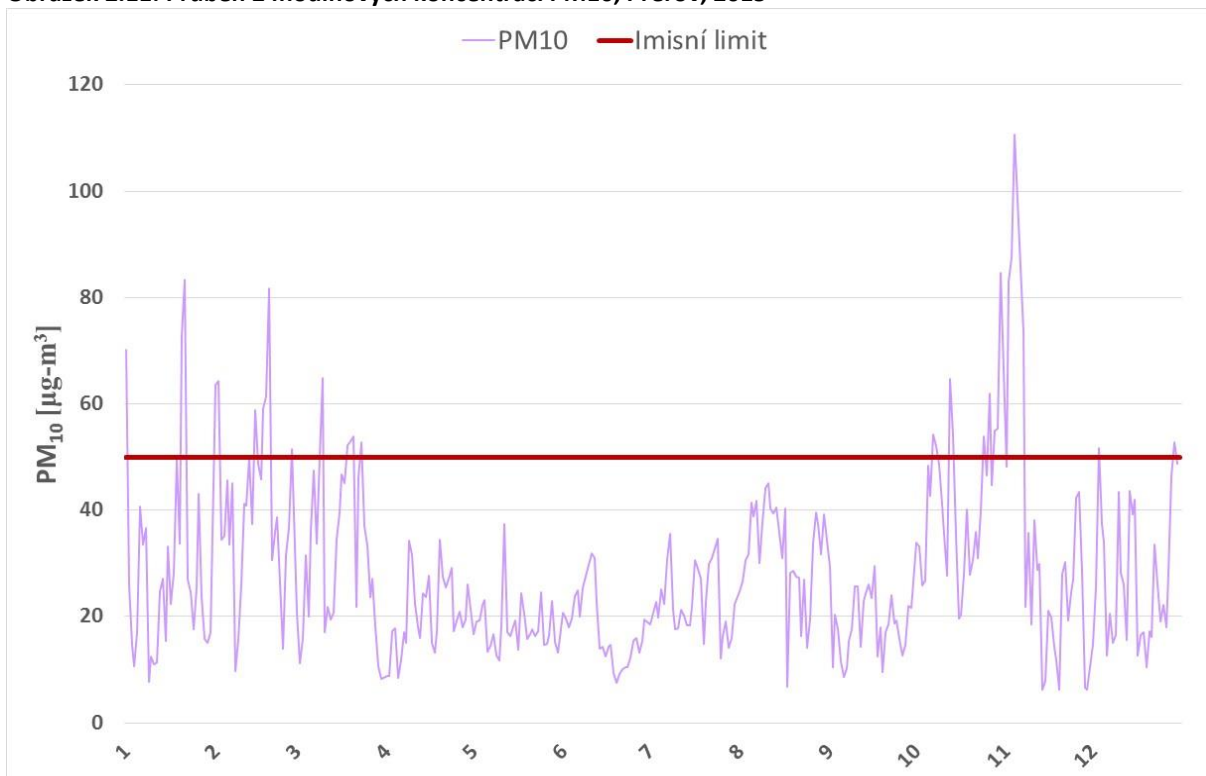
Znečišťující látka [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Denní hodnoty				Čtvrtletní průměr				Roční průměr
	Max.	Datum	36 MV	Datum	I.	II.	III.	IV.	
PM_{10}	171,4	06.11.	48,5	09.10.	34,2	18,5	24,6	34,1	28,0

Zdroj: ČHMÚ

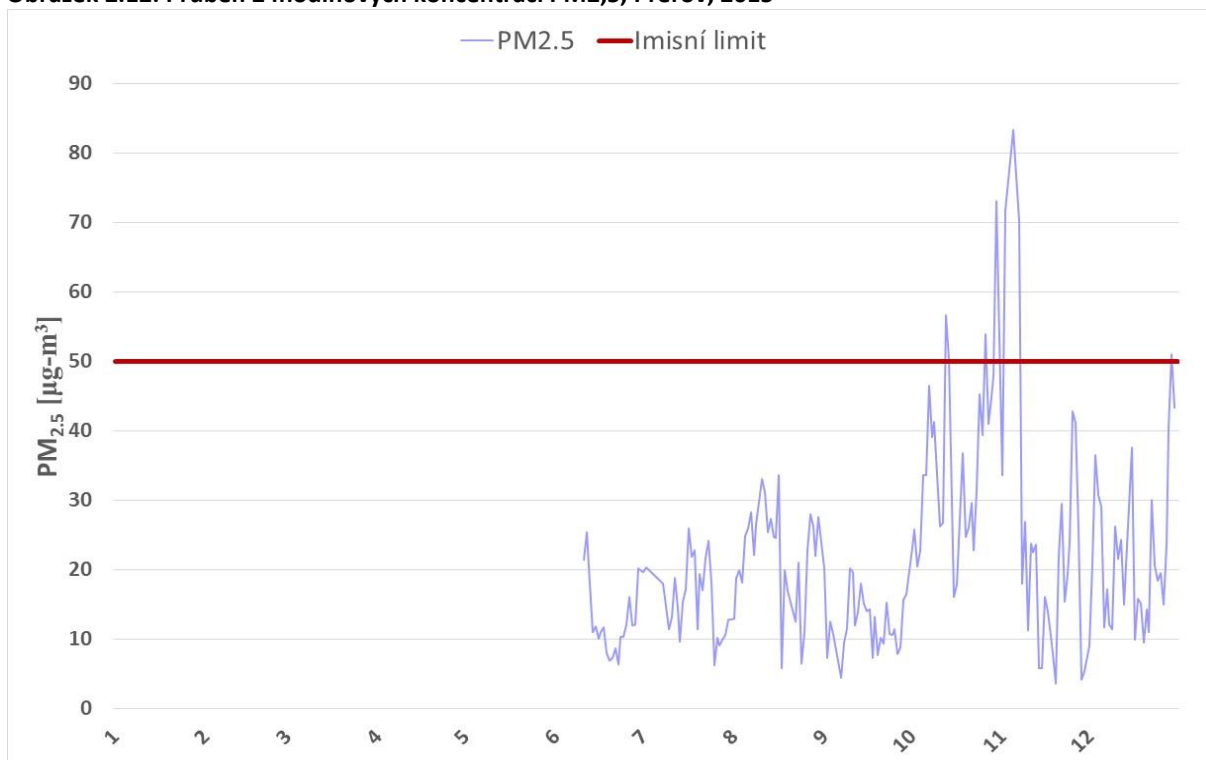
Podle výsledků monitoringu na území města Přerova nedošlo v roce 2015 u PM_{10} k překročení ročního imisního limitů. Roční průběh průměrných denních koncentrací v roce 2015 ukazují grafy na následujících obrázcích 2.11 a 2.12. V případě PM_{10} byl překročen 24 hodinový limit (31x). 36. nejvyšší 24hodinová koncentrace PM_{10} dosáhla 48,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Obrázek 2.11: Průběh 24hodinových koncentrací PM₁₀, Přerov, 2015



Obrázek 2.12: Průběh 24hodinových koncentrací PM_{2,5}, Přerov, 2015

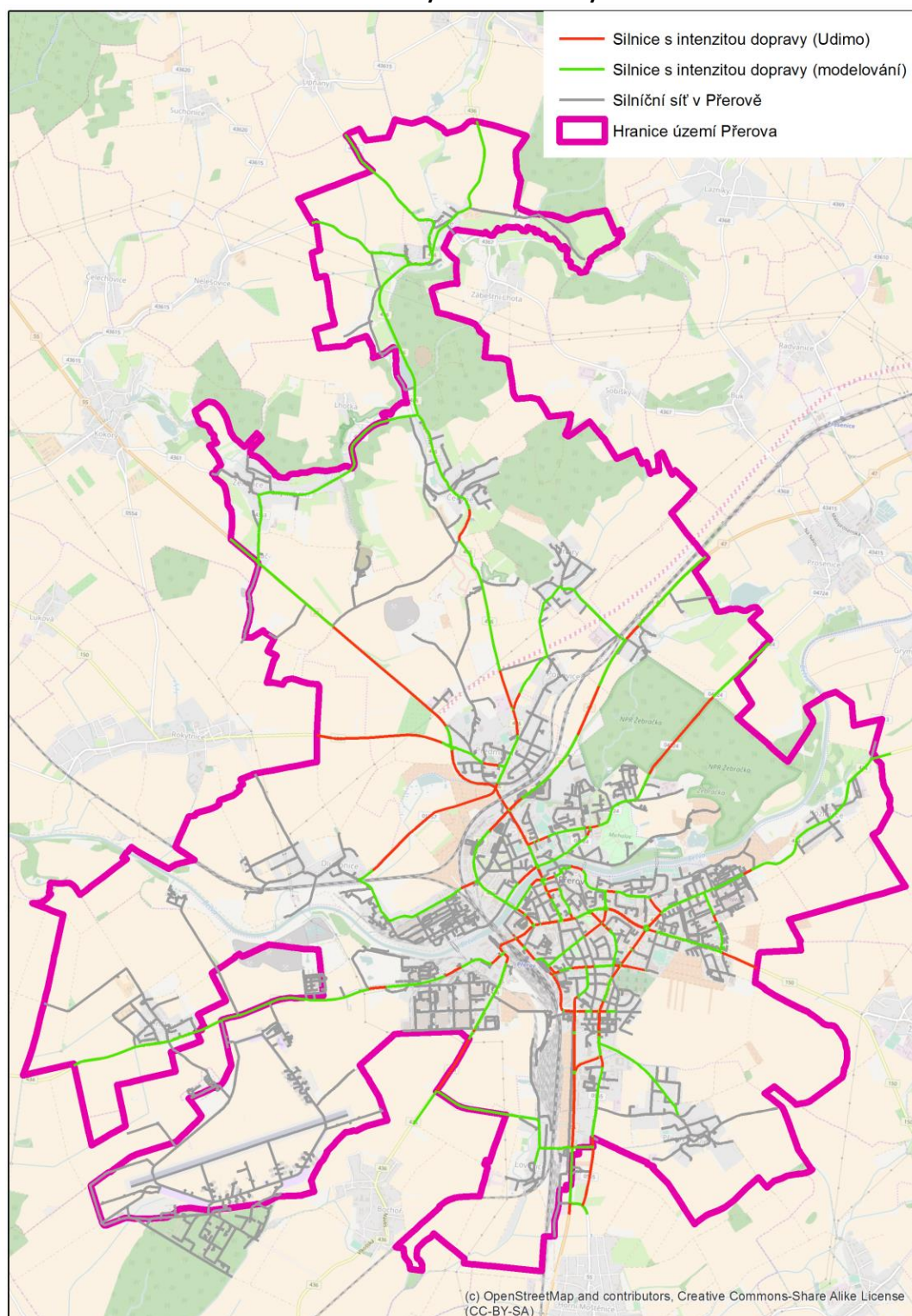


Z uvedených informací je patrné, že na území města Přerova jsou překračovány krátkodobé imisní limity pro PM₁₀, a to zejména v zimním období. Lze předpokládat, že obdobná bude situace u PM_{2,5}, nicméně aktuálně není k dispozici dostatek údajů pro posouzení. Na území města Přerova rovněž dochází k překračování ročního imisního limitu pro benzo(a)pyren. (Toto hodnocení vyplývá z interpolace ČHMÚ mezi stanicemi imisního monitoringu, kde se benzo(a)pyren měří, na území města tato znečišťující látka není monitorována.) Při posuzování vlivu dopravy na imisní zátěž ve městě bude proto brán zřetel zejména na tyto znečišťující látky.

3. MODELOVÁNÍ IMISNÍ ZÁTĚŽE

Podkladem pro výpočet imisní zátěže z dopravy byla data ze Sčítání dopravy Ředitelství silnic a dálnic za rok 2016 a sčítání dopravy pro rok 2016, zpracované společností UDIMO spol. s r. o. Pro provedení komplexního zhodnocení byla dodaná data doplněna analýzou v GIS, tak aby spojitě pokrývala hlavní komunikační síť ve městě Přerově. Data použitá pro modelování imisí znázorňuje obrázek 3.1.

Obrázek 3.1: Znázornění sčítaných a modelovaných úseků komunikací



Zdroj: Vlastní zpracování, 2016



3.1 ZÁJMOVÉ OBLASTI

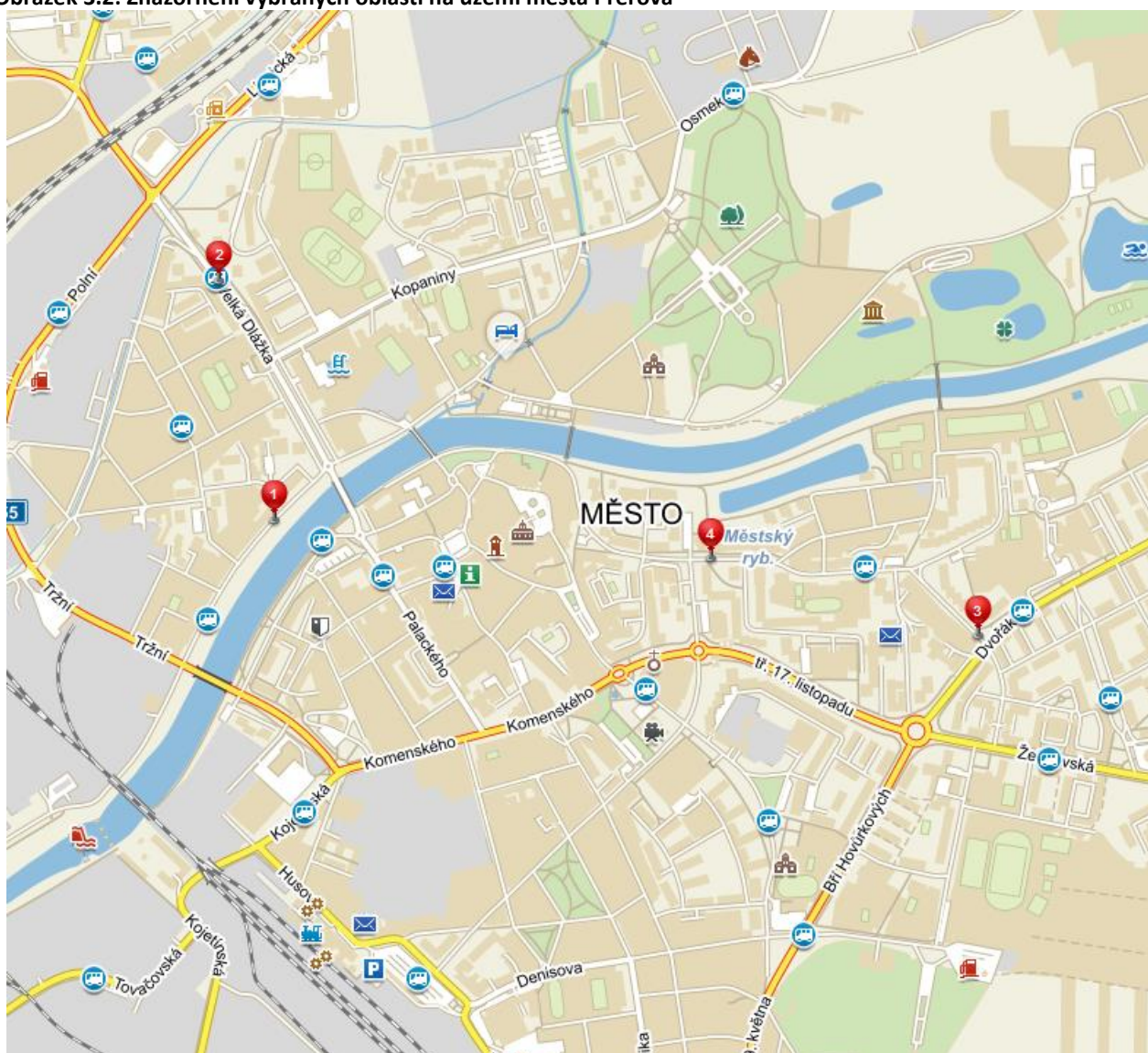
Modelování bylo provedeno plošné pro celé území města Přerova se zaměřením pozornosti na vybrané zájmové oblasti. Jedná se o oblasti s potenciálními významnými negativními vlivy na obyvatele, které byly stanoveny na základě zjištěných intenzit dopravy na dopravních komunikacích města Přerov a s ohledem na monitoring predikované zátěže na obyvatele zejména v obytných částech území města Přerova.

Byly identifikovány tyto čtyři potenciálně ohrožené lokality (tzv. zájmové/kritické oblasti):

1. Nábřeží dr. E. Beneše (ve vztahu k měření intenzity dopravy realizované ŘSD, 2016);
2. Ulice Velká Dílačka (ve vztahu ke sčítání intenzity dopravy na křižovatce Lipnická-Polní realizované UDIMO, spol. s r.o., 2016);
3. Křižovatka Vsadsko-Dvořákova (ve vztahu k měření intenzity dopravy realizované ŘSD, 2016);
4. Ulice Kozlovská (ve vztahu k měření intenzity dopravy realizované ŘSD, 2016).

Umístění identifikovaných kritických oblastí (1 až 4), znázorňuje obrázek 3.2.

Obrázek 3.2: Znázornění vybraných oblastí na území města Přerova



3.2 EMISNÍ CHARAKTERISTIKA SILNIČNÍ DOPRAVY

Vstupními daty pro výpočet emisí z automobilové dopravy byly údaje o intenzitě dopravy, strukturované na počet projíždějících osobních automobilů, nákladních automobilů, dále pak informace o rychlosti projíždějících automobilů a počtu jízdních pruhů. Data byla dodána v digitálním formátu SHP.

Emise z vozidel byly stanoveny výpočtem pomocí Programu MEFA v. 13 (ATEM, DINPROJEKT, VŠCHT Praha), resp. v. 02 pro benzo(a)pyren. Program MEFA je podle Metodického pokynu odboru ochrany ovzduší ke zpracování rozptylových studií určen pro výpočet emisí z dopravy a zahrnuje dynamické složení vozového parku (Město a ostatní silnice). Složení vozového parku je know-how dodavatele softwaru a vychází z vyhodnocení aktuálního stavu dynamické skladby vozového parku zjišťovaného Ředitelstvím silnic a dálnic [11]. Takto získané emise byly přiřazeny jednotlivým úsekům komunikací. Tyto emise zahrnují nespalovací emise z otěru vozovek, brzdných destiček a pneumatik, nezahrnují však resuspenzi.

Poznámka: Nejistotou při modelování vlivu dopravy na kvalitu ovzduší a ve stanovení celkových emisí z této skupiny zdrojů je průjezd vozidel po úsecích, které nejsou sčítány, a kde není možno frekvenci průjezdu vozidel dopočítat. Celkové emise z dopravy budou pravděpodobně touto skutečností ovlivněny řádově v procentech. Další, významnější nejistotou, je resuspenze.

Umístění zdrojů

Umístění zdrojů v případě silniční dopravy kopíruje průběh dopravních sítí. Modelované zdroje znečišťování ovzduší představují úseky komunikací. Středy těchto úseků odpovídají lokalizaci zdrojů, které byly použity jako vstup pro modelování imisí. Pro modelovanou oblast byla použita velikost úseku 50 m.



4. METODIKA VÝPOČTU IMISÍ

Rozptyl znečišťujících látek v přízemní vrstvě atmosféry byl modelován pomocí difúzního modelu založeného na aplikaci Suttonovy statistické teorie turbulentní difúze. Tato teorie je základem většiny používaných rozptylových modelů, které jsou často modifikací základní Suttonovy funkce. **Na Suttonově teorii difúze je rovněž založena česká referenční metodika SYMOS'97, která byla použita v této rozptylové studii.** [9]

4.1 SYMOS'97

SYMOS'97 byl vydán v roce 1998 jako doporučená metodika MŽP ČR ve Věstníku Ministerstva životního prostředí. Zároveň byla tato metodika zpracována jako software pro počítače třídy PC i pro počítače třídy pracovních stanic s operačním systémem UNIX. Program dodává firma Idea Envi, s.r.o. Metodika je určena především pro vypracování rozptylových studií, jakožto podkladů pro hodnocení kvality ovzduší.

SYMOS'97 je **tzv. dlouhodobý model**. To znamená, že vstupní meteorologická data, tj. rychlost větru a stabilita ovzduší, vstupují do modelu po statistickém zpracování skutečných meteorologických pozorování a rozřídění počasí do tříd, které jsou dány určitým rozsahem rychlostí větru a průměrného vertikálního teplotního gradientu ve směšovací vrstvě. Výsledek je možno znázornit grafy četnosti výskytu uvedených tříd počasí – tzv. stabilitními větrnými růžicemi.

Modelování tzv. **průměrných dlouhodobých koncentrací** se pak provádí tak, že výpočtová funkce se počítá pro „každý“ směr větru (obvykle ve všech směrech po jednom až třech stupních) a výsledku je přiřazena taková váha, jaká je četnost výskytu použité kombinace tříd počasí v daném směru. Výsledek je tedy závislý na průměrném výskytu určitého počasí za modelované období. Pokud jsou známy průměrné emise zdrojů za stejné období, je možno správně vyhodnotit průměrné koncentrace za období, pro které jsou statisticky zpracována meteorologická data. Ve studii byla použita průměrná roční data o zdrojích i roční průměry meteorologických dat. Výsledkem tedy byly vyhodnocené **průměrné roční koncentrace modelovaných znečišťujících látek**.

Metodika je určena především pro vypracování rozptylových studií, jakožto podkladů pro hodnocení kvality ovzduší. Metodika není použitelná pro výpočet znečištění ovzduší ve vzdálenosti nad 100 km od zdrojů a uvnitř městské zástavby, pod úrovní střech budov (např. na křižovatkách nebo v kařonech ulic). Toto omezení jsme zohlednili v grafických výstupech, kde je znázorněna zástavba tak, aby překrývala grafické informace o koncentracích znečišťujících látek. Základních rovnic modelu rovněž nelze použít pro výpočet znečištění pod inverzní vrstvou, ve složitém terénu a při bezvětří.

Při posuzování výsledků modelování je nutno vzít v úvahu všechna uvedená omezení použitého modelu. To znamená, že výsledné rozložení přízemních koncentrací všech znečišťujících látek je statistické, s významným zjednodušením působících faktorů (zejména meteorologických podmínek a prostorových okrajových podmínek). Výsledky modelování jsou proto orientační a jsou vhodné zejména pro srovnání působení jednotlivých druhů zdrojů v různých obdobích. Lokálně se mohou ve skutečnosti vyskytnout i výrazně vyšší koncentrace znečišťujících látek, zejména ve složitém terénu a v husté zástavbě. [9], [10]

4.2 REFERENČNÍ BODY

Pro výpočty v rámci této studie byla použita pravidelná receptorová síť spojitě pokrývající území města Přerova s krokem 50 m. Receptorová síť je k dispozici v elektronické podobě u řešitele studie.

4.3 KOREKCE VÝSLEDKŮ MODELOVÁNÍ

Model SYMOS'97, který byl použit pro modelování, vykazuje u průměrných ročních koncentrací obecně nižší výsledky. Srovnání výsledků modelování s výsledky imisního monitoringu ukazuje, že modelové hodnoty jsou nižší než hodnoty naměřené, přičemž největší rozdíly jsou zaznamenány u suspendovaných částic PM₁₀ a PM_{2,5}. Podhodnocení výsledků modelování je způsobeno zejména tím, že model SYMOS'97 nepostihuje ranní přízemní inverze a tzv. inverzní situace při bezvětří, při kterých dochází ke zvýšenému znečišťování ovzduší. V případě suspendovaných částic modelování dále nezahrnuje některé další zdroje tuhých znečišťujících látek,

zejména resuspenze (emise, způsobené opětovným zviřením již usazených částic vlivem větru a dopravy), stavební a zemědělskou činnost. Korekce výsledků byla provedena pro všechny zájmové znečišťující látky.

Korekce výsledků modelování se provádí pro modelování při zahrnutí všech relevantních zdrojů emisí následujícím postupem: Na základě imisního monitoringu jsou pro zájmové znečišťující látky určeny tzv. požadové koncentrace. Jedná se o konstantní složku ovzduší nezávislou na emisích z lokálních antropogenních zdrojů zahrnutých do modelování. Následně se stanoví korekční konstanty tak, že se hodnoty požadových koncentrací odečtou od průměrných ročních koncentrací znečišťujících látek z monitorovacích stanic a stanoví se poměr mezi těmito hodnotami a namodelovanými koncentracemi. Výsledky modelování celkové imisní situace jsou pak korigovány násobením korekčními konstantami a přičtením uvedených požadových koncentrací.

V případě modelování imisní zátěže pro město Přerov byla posuzována výhradně automobilová doprava, proto výše uvedený postup nelze beze změny uplatnit. Nicméně pro přiblížení absolutních hodnot modelovaných výsledků reálným průměrným ročním příspěvkům z automobilové dopravy byly výsledky provedeného modelování násobeny korekčními konstantami. Tyto konstanty představují odborný odhad zpracovatele provedený na základě korigovaných výsledků rozptylových studií zpracovaných pro blízké lokality měst Hranic [13] a Olomouce [14]. Použité korekční konstanty uvádí tabulka níže.

Tabulka 4.1: Použité korekční konstanty

Látka	Korekční konstanty
PM ₁₀	12,88
PM _{2,5}	12,88
NO ₂	2,12
Benzo(a)pyren	1,30
Benzen	12,48

Zdroj: Vlastní zpracování



5. VÝSTUPNÍ ÚDAJE

Při posuzování imisní zátěže vlivem emisí ze silniční dopravy byla **modelována** pouze zátěž z dopravy, bez zahrnutí ostatních zdrojů v oblasti. Pro silniční dopravu byl pro celé území města Přerova proveden **výpočet průměrných ročních koncentrací NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, benzen a benzo(a)pyrenu**.

5.1 VÝPOČTENÉ IMISNÍ CHARAKTERISTIKY

Modelovány byly tyto varianty:

- PRŮMĚRNÉ ROČNÍ KONCENTRACE PM₁₀ V PŘEROVĚ - *Automobilová doprava, model SYMOS'97, rok 2016*
- PRŮMĚRNÉ ROČNÍ KONCENTRACE PM_{2,5} V PŘEROVĚ - *Automobilová doprava, model SYMOS'97, rok 2016*
- PRŮMĚRNÉ ROČNÍ KONCENTRACE NO₂ V PŘEROVĚ - *Automobilová doprava, model SYMOS'97, rok 2016*
- PRŮMĚRNÉ ROČNÍ KONCENTRACE BENZENU V PŘEROVĚ - *Automobilová doprava, model SYMOS'97, rok 2016*
- PRŮMĚRNÉ ROČNÍ KONCENTRACE BENZO(A)PYRENU V PŘEROVĚ - *Automobilová doprava, model SYMOS'97, rok 2016*

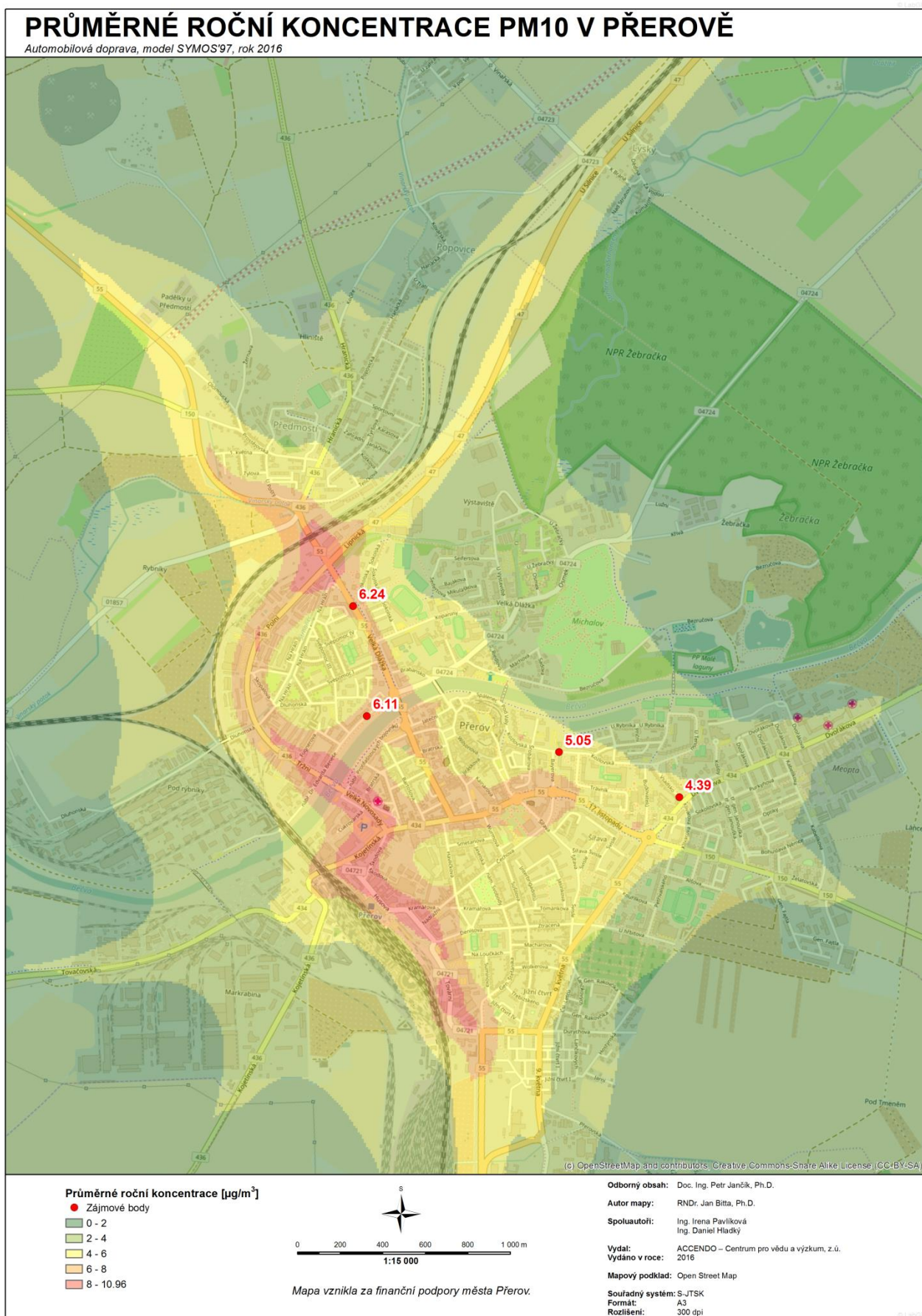
Výsledkem každé varianty výpočtu je databázový soubor ve formátu *.txt.

5.2 KARTOGRAFICKÁ INTERPRETACE VÝSLEDKŮ

S využitím GIS byly z uvedených výsledků vytvořeny bodové vrstvy ve formátu ESRI Shapefile. Z těchto bodových vrstev pak rastrové soubory ve formátu ESRI GRID s velikostí buňky 10 m, které pokrývají zájmové území. Hodnota každé buňky gridu odpovídá průměrné roční koncentraci v daném místě. Pro jejich vytvoření byla použita po částech lineární interpolace. Výsledky jsou prezentovány ve formě map a zobrazeny pomocí skokové legendy, kdy jedna barva odpovídá vždy jistému rozmezí koncentrací dané znečišťující látky.

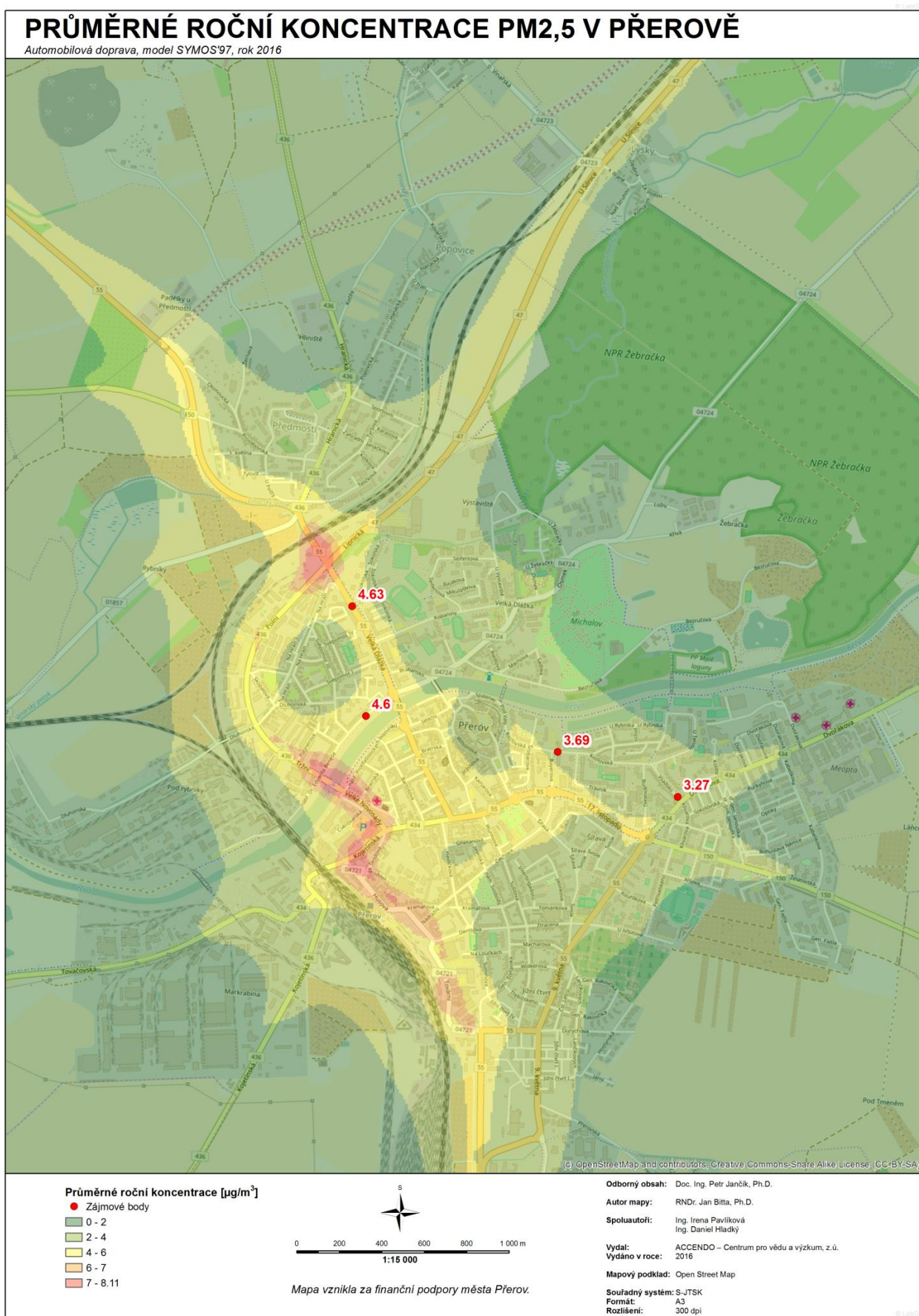
Mapové výstupy jsou vytvořeny pro město Přerov se zachycením maximálních koncentrací modelovaných znečišťujících látek s uvedením zájmových/kritických oblastí (viz kap. 3.1).

Obrázek 5.1: Průměrné roční koncentrace PM₁₀ v Přerově, 2016

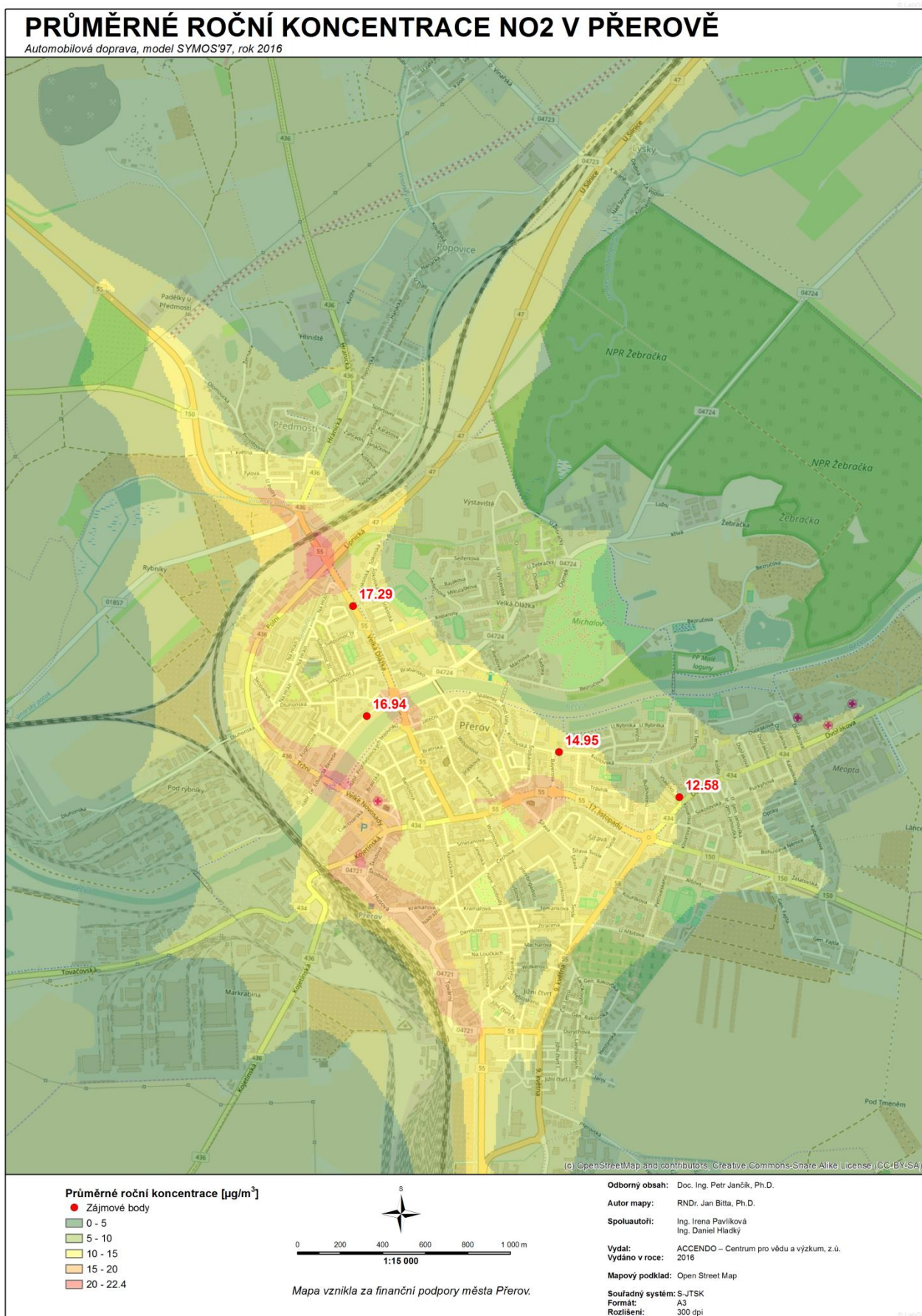




Obrázek 5.2: Průměrné roční koncentrace $PM_{2,5}$ v Přerově, 2016

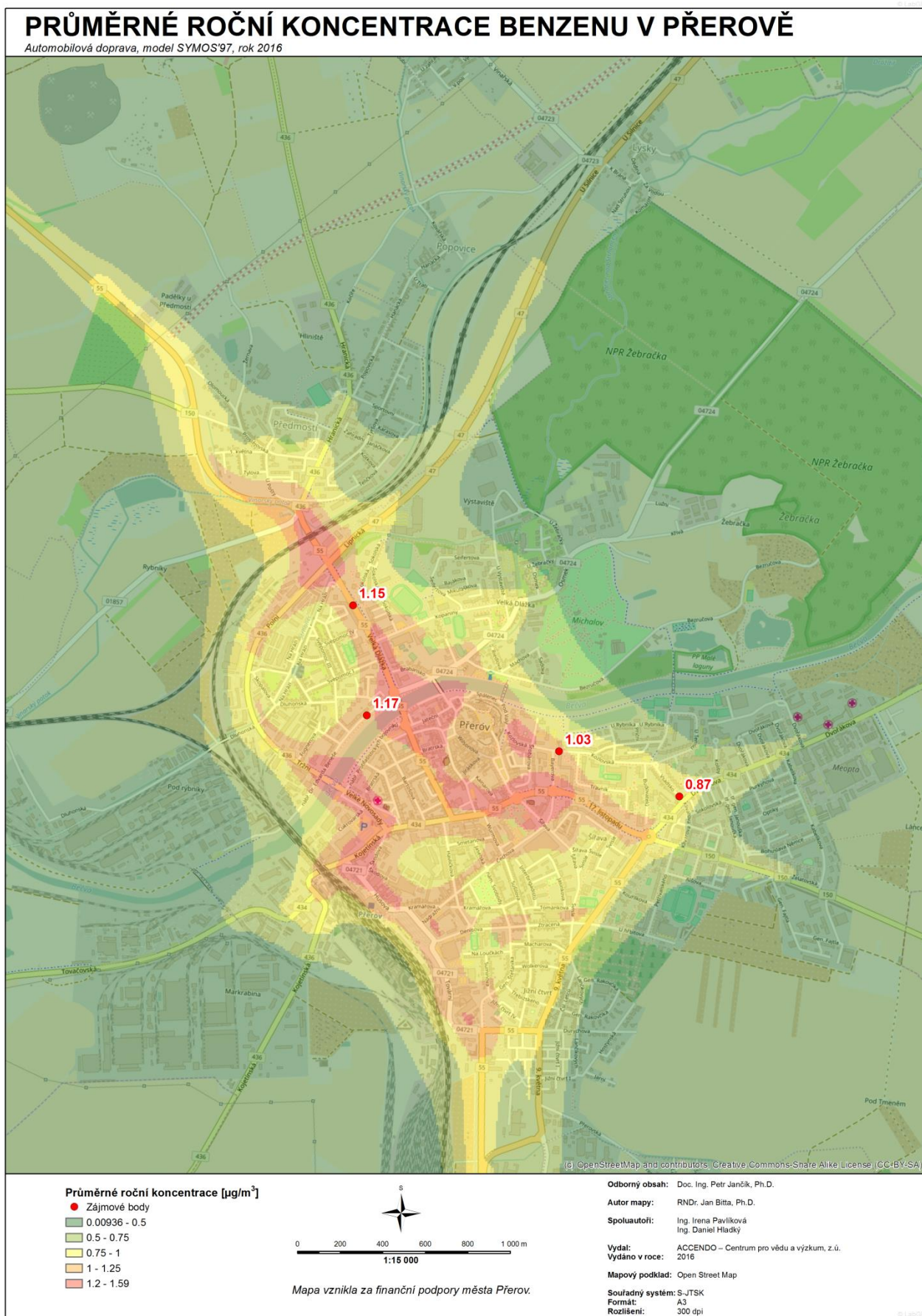


Obrázek 5.3: Průměrné roční koncentrace NO₂ v Přerově, 2016

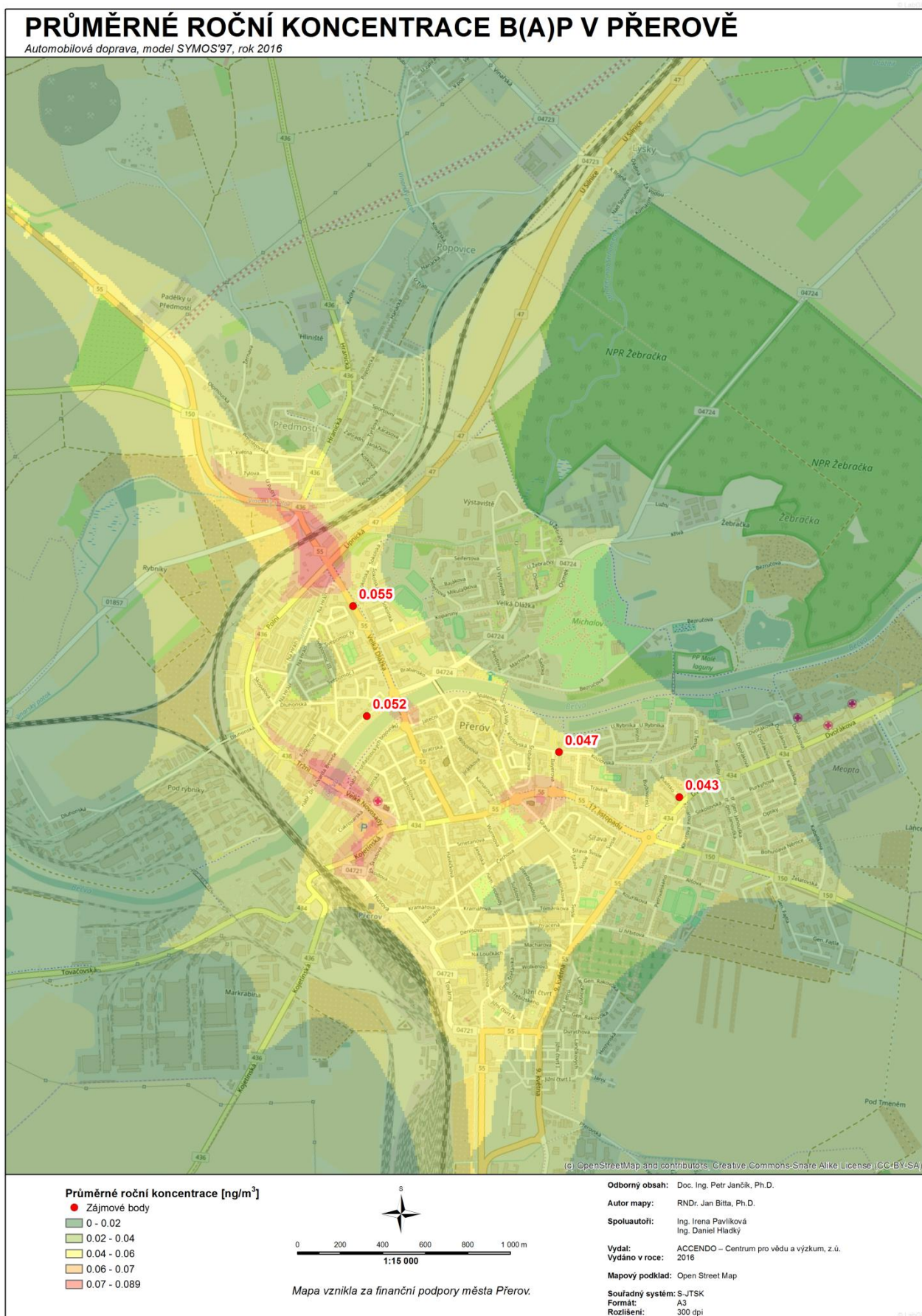




Obrázek 5.4: Průměrné roční koncentrace benzenu v Přerově, 2016



Obrázek 5.5: Průměrné roční koncentrace benzo(a)pyren v Přerově, 2016





5.3 TEXTOVÁ INTERPRETACE VÝSLEDKŮ

5.3.1 SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE FRAKCE PM_{10}

Korigované výsledky modelování koncentrací suspendovaných částic PM_{10} ukázaly, že v roce 2016 činil příspěvek automobilové dopravy na zastavěném území města Přerova $<3 - 10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Vyšší příspěvky této znečišťující látky (nad $7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) jsou patrné v oblastech okolo průtahů městem a v centru, zejména v okolí komunikací č. 47, 55, 150, 434 a 436. Nejvyšší koncentrace jsou v zástavbě u křižovatek Lipnická – Velká Dlážka a Husova – Kojetínská a v okolí mostu Legií. Zde doprava přispívá okolo $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, což představuje čtvrtinu ročního imisního limitu.

Roční zatížení imisemi způsobené dopravou se v identifikované zájmové oblasti 1 - Nábřeží dr. E. Beneše pohybovalo okolo $6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, v oblasti 2 - ulice Velká Dlážka rovněž okolo $6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, v oblasti 3 - křižovatka Vsadsko-Dvořákova okolo $4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a v oblasti 4 - ulice Kozlovská okolo $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Dle ČHMÚ [15] je na dopravních lokalitách nejnižší poměr $PM_{2,5}/PM_{10}$, což dokládá význam emisí větších částic z otěrů pneumatik, brzdového obložení a ze silnic. Zastoupení hrubé frakce na dopravních stanicích narůstá i v důsledku resuspenze částic ze zimního posypu. K navýšení koncentrace PM_{10} může dojít i v důsledku zvýšené abraze silničního povrchu posypem a následnou resuspenzí obroušeného materiálu. S ohledem na to, že na území města Přerova jsou překračovány limity pro krátkodobé koncentrace, lze doporučit posouzení příspěvku dopravy ke krátkodobým koncentracím rovněž se zohledněním resuspenze.

5.3.2 SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE FRAKCE $PM_{2,5}$

Podle korigovaných výsledků modelování koncentrací suspendovaných částic $PM_{2,5}$ rozložení této znečišťující látky kopíruje rozložení suspendovaných částic frakce PM_{10} . Příspěvek automobilové dopravy k průměrným ročním koncentracím této znečišťující látky činil v roce 2016 na zastavěném území města Přerova $<3 - 8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Vyšší příspěvky této znečišťující látky (nad $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) jsou patrné v oblastech okolo průtahů městem a v centru, zejména v okolí komunikací č. 47, 55, 150, 434 a 436. Nejvyšší koncentrace jsou v zástavbě u křižovatek Lipnická – Velká Dlážka a Husova – Kojetínská a v okolí mostu Legií. Zde doprava přispívá $7 - 8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, což představuje necelou třetinu ročního imisního limitu.

Roční zatížení imisemi způsobené dopravou se v identifikované zájmové oblasti 1 - Nábřeží dr. E. Beneše pohybovalo mezi $4 - 5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, stejně tak v oblasti 2 - ulice Velká Dlážka, v oblasti 3 - křižovatka Vsadsko-Dvořákova okolo $3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a v oblasti 4 - ulice Kozlovská okolo $4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

I když na území města Přerova nedochází k překročení ročního imisního limitu pro $PM_{2,5}$, s ohledem na to, že doporučená 24hodinová hodnota $PM_{2,5}$ pro ochranu lidského zdraví WHO byla v roce 2014 překročena téměř na celém území ČR (99,2 %) [15], může i zde docházet k překračování této hodnoty. Příspěvek dopravy v krátkodobých koncentracích nebyl stanoven a lze jej doporučit se zohledněním resuspenze částic z vozovek.

5.3.3 NO_2

Korigované výsledky modelování koncentrací NO_2 ukazují, že v roce 2016 na zastavěném území města Přerova činil příspěvek dopravy k průměrným ročním koncentracím této znečišťující látky $<8 - 20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Z rozložení koncentrací NO_2 na území města Přerova vyplývá, že nejzatíženější jsou zastavěné lokality v okolí průtahů městem a v centru, zejména v blízkosti komunikací č. 47, 55, 150, 434 a 436 (v průměru okolo $15 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). V místech zhoršené plynulosti dopravy dosahují koncentrace NO_2 k $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, což představuje polovinu ročního imisního limitu pro tuto znečišťující látku. Maxima jsou dosahována v zástavbě v okolí křižovatek Lipnická – Velká Dlážka a Husova – Kojetínská a v okolí mostu Legií.

Roční zatížení imisemi NO_2 z dopravy v identifikované zájmové oblasti 1 - Nábřeží dr. E. Beneše dosahovalo nejvýše k $14 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, podobně v oblasti 2 - ulice Velká Dlážka, v oblasti 3 - křižovatka Vsadsko-Dvořákova se pohybovalo okolo $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a v oblasti 4 - ulice Kozlovská okolo $12 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

I když je doprava nejvýznamnějším zdrojem znečištění oxidem dusičitým a na dopravních lokalitách jsou měřeny vyšší koncentrace NO_2 než na ostatních typech lokalit, je v současnosti na většině území ČR (99,9 %) roční průměrná koncentrace nižší než $26 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, tj. hodnota dolní meze pro posuzování [16]. Lze tedy předpokládat, že na území města Přerova bude dodržen dlouhodobý limit pro ochranu zdraví lidí $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Dále s ohledem na skutečnost že krátkodobé imisní limity pro NO_2 jsou v současnosti překračovány pouze na omezeném množství stanic (tři stanice v Praze s mnohem vyšší intenzitou dopravy než v Přerově a bez dosažení maximální počtu překročení v kalendářním roce [16], lze předpokládat, že rovněž krátkodobé maxima NO_2 nebudou překračovat doporučenou hodinovou hodnotu WHO pro ochranu lidského zdraví ($200 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$).

5.3.4 BENZO(A)PYREN

Roční koncentrace benzo(a)pyrenu z automobilové dopravy se podle korigovaných výsledků modelování v roce 2016 na zastavěném území města Přerova pohybovaly v rozmezí $<0,04 - 0,09 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$. Nejzatíženější lokality jsou v okolí komunikací č. 47, 55, 150, 434 a 436. Nejvyšší koncentrace jsou v zástavbě u křižovatky Lipnická – Velká Dlážka, kde dosahují koncentrace benzo(a)pyrenu maxim $0,09 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$, což představuje přibližně desetinu ročního imisního limitu.

Příspěvky automobilové dopravy k průměrným ročním koncentracím benzo(a)pyrenu se v zástavbě v identifikované zájmové oblasti 1 - Nábřeží dr. E. Beneše pohybovaly okolo $0,05 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$, v oblasti 2 - ulice Velká Dlážka v rozmezí $<0,05 - 0,06 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$, v oblasti 3 - křižovatka Vsadsko-Dvořákova okolo $0,04 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ a v oblasti 4 - ulice Kozlovská $<0,04 - 0,05 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$.

Dle ČHMÚ [16] koncentrace benzo(a)pyrenu vykazují výrazný roční chod s maximy v zimním období a minimem v letním období. To se rovněž projevuje na imisích této znečišťující látky z dopravy, u které v zimním období dochází navíc k navýšení emisí PAU v důsledku studených startů. Dále jsou zvýšené koncentrace v zimním období způsobeny zhoršenými rozptylovými podmínkami, jednodušší konverzí plyn-částice při nízkých teplotách a nižším fotochemickým rozkladem PAU. S ohledem na skutečnost, že podíl dopravy na emisích benzo(a)pyrenu je odhadován na 12,4 %, oproti emisím z lokálních topenišť, kde činí 84 % [16], lze konstatovat, že ani v zimním období nebude mít imisní příspěvek z dopravy rozhodující vliv pro dosažení limitu $1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$, který byl stanoven pro ochranu zdraví obyvatel.

5.3.5 BENZEN

Příspěvek automobilové dopravy k průměrným ročním koncentracím benzenu v roce 2016 na zastavěném území města Přerova činil podle korigovaných výsledků modelování $<0,5 - 1,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Nejzatíženější lokality jsou na průtazích městem a v centru, zejména v okolí komunikací č. 47, 55, 150, 434 a 436. Nejvyšší koncentrace nad $1,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ jsou v zástavbě u křižovatky Lipnická – Velká Dlážka, u mostů Legií a Míru a na tř. 17. listopadu (v blízkosti kostela sv. Michala archanděla). Lokální maxima ročních koncentrací z dopravy představují necelou třetinu ročního imisního limitu této znečišťující látky.

Příspěvky automobilové dopravy k průměrným ročním koncentracím benzenu se v zástavbě v identifikované zájmové oblasti 1 - Nábřeží dr. E. Beneše pohybovaly v rozmezí $<1,1 - 1,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, v oblasti 2 - ulice Velká Dlážka také v rozmezí $<1,1 - 1,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, v oblasti 3 - křižovatka Vsadsko-Dvořákova okolo $0,8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a v oblasti 4 - ulice Kozlovská okolo $1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.



6. ZÁVĚR

Cílem této studie bylo **vyhodnotit vliv silniční dopravy na ovzduší ve městě Přerov s přihlédnutím k vybraným zájmovým lokalitám umístěných poblíž obytné zástavby.**

Podkladem pro výpočet imisní zátěže z dopravy byla data ze Sčítání dopravy Ředitelství silnic a dálnic za rok 2016 a aktuální sčítání dopravy pro rok 2016, zpracované společností UDIMO spol. s r. o. Pro provedení komplexního zhodnocení zájmového území byla dodaná data doplněna analýzou v GIS, tak aby spojitě pokrývala hlavní komunikační síť ve městě Přerově. Výpočet byl následně proveden pro takto doplněná data na celém území města. Emise z vozidel byly stanoveny pomocí Programu MEFA v. 13 (ATEM, DINPROJEKT, VŠCHT Praha), resp. v. 02 pro benzo(a)pyren.

Posouzení imisní zátěže bylo provedeno modelováním rozptylu znečišťujících látek v ovzduší podle platné doporučené metodiky Ministerstva životního prostředí ČR „SYMOS'97“ [9]. **Byly modelovány průměrné roční koncentrace NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, benzenu a benzo(a)pyrenu za rok 2016.** S ohledem na omezení použité metodiky byly výsledky modelování korigovány s využitím dříve provedených studií [13], [14], aby se modelové hodnoty, co nejvíce přiblížily reálnému příspěvku dopravy k celkové imisní situaci.

Výsledky modelování ukázaly, že nejvyšší koncentrace znečišťujících látek se obecně vyskytují okolo průtahů městem a v centru, v místech s nižší plynulostí dopravy. Jedná se o **ulice Tovární – Husova – Kojetínská – Velké Novosady – Tržní** (nejvyšší koncentrace jsou na křižovatce Husova – Kojetínská, resp. u mostu Legií), a pak **třída 17. listopadu – Velká Dlážka** (zde se nacházejí nejvyšší koncentrace v celém modelovaném území, a to na křižovatce Lipnická – Velká Dlážka).

V případě monitorovaných zájmových oblastí se vyšší koncentrace vyskytovaly zejména v oblasti 2 - ulice **Velká Dlážka**, následně v oblasti 1 - **Nábřeží dr. E. Beneše**. V oblastech 3 - křižovatka Vsadsko-Dvořákova a 4 - ulice Kozlovská byly modelované koncentrace s ohledem na zbytek území města Přerova spíše průměrné.

Z hlediska posouzení vlivu jednotlivých znečišťujících látek lze dle výsledků modelování konstatovat, že ani v jednom případě samotný příspěvek dopravy **nevedl k překročení ročního imisního limitu**. V případě NO₂ je doprava jednoznačně nejvýznamnějším zdrojem na území města, avšak překročení limitů pro ochranu zdraví lidí se nepředpokládá [5], [16]. U benzenu se jedná z hlediska celkových koncentrací opět o nejvýznamnější zdroj, ale překročení limitů pro ochranu zdraví lidí se nepředpokládá [5]. U benzo(a)pyrenu je roční imisní limit dle ČHMÚ překračován [5], ovšem příspěvek dopravy je dle modelování u této znečišťující látky velmi malý (necelá desetina celkových ročních koncentrací) [17]. Významný je vliv dopravy na koncentrace suspendovaných látek frakcí PM₁₀ a PM_{2,5}. I když k překračování ročních imisních limitů v současnosti nedochází [5], negativní vliv dopravy se může lokálně projevit v krátkodobých koncentracích [5], [15]. S ohledem na tuto skutečnost lze doporučit vyhodnocení vlivu silniční dopravy na krátkodobé koncentrace suspendovaných částic v uvedených exponovaných lokalitách se zohledněním resuspenze.

7. POUŽITÁ LITERATURA

- [1] JANČÍK, Petr et al. *Rozptylové studii pro správní území města Přerova, Ostrava, prosinec 2004.*
- [2] TOLASZ, Radim et al. *Atlas podnebí Česka. 1. vyd. Praha - Olomouc : Český hydrometeorologický ústav, Univerzita Palackého v Olomouci, 2009. 255 s. ISBN 978-80-86690-26-1 (ČHMÚ), ISBN 978-80-244-1626-7 (ÚP).*
- [3] *Zákon č. 201/2012 Sb. ze dne 13. června 2012, o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů.*
- [4] *Životní prostředí a památková péče. Přerovské listy. 2016, roč. XV, č. 7, s. 8-9.*
- [5] *Pětileté průměrné koncentrace [online].* Praha: Český hydrometeorologický ústav, Úsek ochrany čistoty ovzduší, © 2015 [vid. 17. 11. 2016]. Dostupný z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/ozko/ozko_CZ.html
- [6] *Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2014: Oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší [online].* Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2016 [vid. 17. 11. 2016]. Dostupný z: <http://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/groc/gr14cz/obsah.html>
- [7] *Informace o kvalitě ovzduší v ČR: Seznam lokalit, kde se měří znečištění ovzduší: Kraj: Olomoucký [online].* Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2016 [vid. 17. 11. 2016]. Dostupný z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web_generator/locality/pollution_locality/loc_MPRR_CZ.html
- [8] *Úsek ochrany čistoty ovzduší: Tabulární ročenky: Tabulární přehled 2015 [online].* Praha: Český hydrometeorologický ústav, Úsek ochrany čistoty ovzduší, 2016 [vid. 17. 11. 2016]. Dostupný z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/tab_roc/2015_enh/index_CZ.html
- [9] BUBNÍK, Jiří aj. *SYMOS'97: Systém modelování stacionárních zdrojů: Metodická příručka [online].* Praha: Český hydrometeorologický ústav, 1998, aktualizace únor 2014 [vid. 17. 11. 2016]. Dostupný z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zpracovani_rozptylovych_studii_metodika/\\$FILE/000-Metodicka_priruckaSYMOS97unor2014-20140320.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zpracovani_rozptylovych_studii_metodika/$FILE/000-Metodicka_priruckaSYMOS97unor2014-20140320.pdf)
- [10] *Dodatek č. 1 k Metodickému pokynu odboru ochrany ovzduší MŽP výpočtu znečištění ovzduší z bodových, plošných a mobilních zdrojů „SYMOS'97“ publikovanému ve Věstníku MŽP, částce 3, ročník 1998, dne 15.4.1998. Věstník Ministerstva životního prostředí, 2003, roč. XIII, č. 4, s. 1-6. ISSN 0862-9013.*
- [11] *ATEM - Ateliér ekologických modelů, s. r. o. Zjištění aktuální dynamické skladby vozového parku na silniční síti v ČR a jeho emisních parametrů v roce 2010 [online].* ATEM - Ateliér ekologických modelů, s. r. o., listopad 2010 [vid. 17. 11. 2016]. Dostupný z: [http://www.rsd.cz/rsd/rsd.nsf/a3eda25d005dc6bec125737e0045602e/d3c30603511f1240c12578b500326e2f/\\$FILE/Vozov%C3%BD%20park%202010.pdf](http://www.rsd.cz/rsd/rsd.nsf/a3eda25d005dc6bec125737e0045602e/d3c30603511f1240c12578b500326e2f/$FILE/Vozov%C3%BD%20park%202010.pdf)
- [12] *Metodický pokyn odboru ochrany ovzduší ke zpracování rozptylových studií [online].* Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2013 [vid. 17. 11. 2016]. Dostupný z: http://www.mzp.cz/cz/zpracovani_rozptylovych_studii_metodika
- [13] JANČÍK, Petr aj. *Rozptylová studie pro město Hranice.* Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Institut environmentálních technologií, 2014.
- [14] JANČÍK, Petr aj. *Systém řízení kvality ovzduší města Olomouce: Rozptylová studie 2013.* Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství, Katedra ochrany životního prostředí v průmyslu, únor 2016. 41 s. Mapové přílohy.
- [15] *Grafická ročenka 2015: IV.1 SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE [online].* Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2015 [vid. 19. 1. 2017]. Dostupný z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/15groc/gr15cz/IV1_PM_CZ.html



- [16] *Grafická ročenka 2015: IV.3 OXIDY DUSÍKU [online]*. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2015 [vid. 19. 1. 2017]. Dostupný z:
http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/15groc/gr15cz/IV3_NOx_CZ.html
- [17] *Grafická ročenka 2015: IV.2 BENZO[A]PYREN [online]*. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2015 [vid. 19. 1. 2017]. Dostupný z:
http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/15groc/gr15cz/IV2_BaP_CZ.html

8. POUŽITÉ ZKRATKY

AIM	Automatizovaný imisní monitoring
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČR	Česká republika
ČSÚ	Český statistický úřad
GIS	Geografický informační systém
LV	Limitní hodnota (Limit Value)
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
NO ₂	Oxid dusičitý
PAU	Polycyklické aromatické uhlovodíky
PM ₁₀	Suspendované částice frakce PM ₁₀
PM _{2,5}	Suspendované částice frakce PM _{2,5}
RSO	Registr sčítacích obvodů a budov
VŠB – TU	Vysoká škola báňská – Technická univerzita
WHO	Světová zdravotnická organizace