



Evropská unie  
Evropský sociální fond  
Operační program Zaměstnanost

# Plán udržitelné městské mobility Statutárního města Karlovy Vary

---

*Rozptylová studie*



UDIMO spol. s r. o.

Zpracovatel: Ing. Pavel Balahura

*9/2019*





## Obsah

1.	Předmět a cíl studie.....	2
2.	Podklady pro zpracování hlukové studie.....	2
3.	Metodika výpočtu .....	3
3.1.	Výpočet emisí znečišťujících látek.....	3
3.2.	Výpočet znečištění ovzduší .....	4
4.	Vstupní údaje.....	4
4.1.	Popis zájmového území.....	4
4.2.	Meteorologická charakteristika oblasti výpočtu.....	5
4.3.	Imisní charakteristika zájmového území.....	7
4.4.	Zdroje znečišťování ovzduší a jejich charakteristika .....	12
4.4.1.	Intenzity silniční dopravy na komunikační síti města Karlovy Vary.....	12
4.4.2.	Zhodnocení emisí pro stávající stav v roce 2018.....	13
4.5.	Popis referenčních výpočtových bodů .....	15
4.6.	Imisní limity.....	17
5.	Výstupní údaje.....	17
5.1.	Typ vypočtených charakteristik .....	17
5.2.	Prezentace a kartografická interpretace výsledků.....	18
5.3.	Diskuse výsledků modelových výpočtů.....	18
5.4.	Zhodnocení vlivu silniční dopravy na imisní situaci v zájmovém území.....	19
6.	Závěr.....	20
7.	PŘÍLOHY.....	20

## 1. Předmět a cíl studie

Předmětem předkládané rozptylové studie je posouzení a vyhodnocení vlivu provozu dopravy na úroveň znečištění ovzduší na území statutárního města Karlovy Vary. Zjištěná imisní situace v hodnoceném území je posouzena ve vztahu k platným imisním limitům pro ochranu zdraví obyvatel podle přílohy č. 1 zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, který stanovuje imisní limity pro vybrané znečišťující látky a povolený počet jejich překročení za kalendářní rok.

Předkládaná studie byla zpracována podle Metodického pokynu pro zpracování rozptylových studií vydaného Ministerstvem životního prostředí České republiky. Studie hodnotí výsledky modelových výpočtů průměrných ročních koncentrací oxidu dusičitého (NO<sub>2</sub>), suspendovaných částic velikostní frakce PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>, benzenu a benzo(a)pyrenu.

## 2. Podklady pro zpracování hlukové studie

Jako podklady pro zpracování předkládané rozptylové studie byly použity následující materiály:

1. UDIMO, spol. s r.o.: Multimodální model dopravy statutárního města Karlovy Vary, leden 2019;
2. Magistrát města Karlovy Vary: Územní plán města Karlovy Vary;
3. Magistrát města Karlovy Vary: Pasport čištění komunikací města Karlovy Vary, listopad 2018;
4. ČHMÚ: Souhrnný roční tabelární přehled „Znečištění ovzduší a atmosférická depozice v datech, Česká republika“, 2013 – 2018;
5. RNDr. Bubník J. a kol.: SYMOS'97. Systém modelování stacionárních zdrojů (metodická příručka), ČHMÚ, Praha 2013;
6. CENEST, s. r. o.: Metodika pro výpočet emisí částic pocházejících z resuspenze ze silniční dopravy, prosinec 2016;
7. Atem – Atelier ekologických modelů, spol. s r.o.: Metodika pro výpočet environmentálních přínosů projektů zaměřených na snížení resuspenze tuhých znečišťujících látek do ovzduší vlivem dopravy;
8. MŽP ČR: Metodický pokyn pro zpracování rozptylových studií podle §32 odst. 1 písm. E) zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší;
9. Quitt, E.: Klimatické oblasti Československa. GÚ ČSAV, Brno 1971;
10. Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší v platném znění;
11. Základní báze geografických dat České republiky ZABAGED – polohopisná a výškopisná část;
12. Mapové podklady.



## 3. Metodika výpočtu

### 3.1. Výpočet emisí znečišťujících látek

Výpočet emisí ze silniční dopravy v zájmovém území byl proveden pro následující znečišťující látky:

- oxidy dusíku (NO<sub>x</sub>);
- suspendované částice velikostní frakce PM<sub>10</sub>;
- suspendované částice velikostní frakce PM<sub>2,5</sub>;
- benzen;
- benzo(a)pyren.

Výpočet primárních emisí pro sledované znečišťující látky byl proveden pomocí výpočtového programu MEFA (verze 2013). Výpočet emisí benzo(a)pyrenu a částic PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> pocházejících z resuspenze, tj. emise částic deponovaných na povrchu vozovky komunikací a znovu zvržených do ovzduší vlivem turbulentního proudění vyvolaného projíždějícím vozidlem, byl proveden podle aktuální metodiky pro výpočet emisí z resuspenze ze silniční dopravy (CENEST, s. r. o., prosinec 2016).

Použitý výpočtový program MEFA pokrývá velké spektrum zdrojů emisí spojených s provozem automobilové dopravy a umožňuje zohlednit vývoj dynamické skladby vozového parku. Program vychází z databáze HBEFA „Handbook emission factors for road transport“, přičemž zohledňuje také další zahraniční metodiky výpočtu emisí z dopravy (CORINAIR, COPERT), stejně tak i výsledky emisních testů charakterizujících vozový park České republiky. Program dále umožňuje provést výpočet víceemisí ze studených startů, otěrů brzd a pneumatik a také zohlednit vytíženost těžkých nákladních vozidel.

Ve výpočtu emisí znečišťujících látek byly zohledněny následující vstupní parametry:

- a) kvalitativní charakteristiky paliv;
- b) dynamická skladba vozového parku;
- c) druh používaného paliva;
- d) délka modelovaných úseků;
- e) podélný sklon vozovky komunikace;
- f) rychlost pohybu dopravy;
- g) plynulost provozu dopravy;
- h) intenzita dopravy podle jednotlivých kategorií vozidel (OA, LNA, TNA, BUS). Hodnoty průměrných intenzit silniční dopravy na komunikační síti města a jeho blízkého okolí byly převzaty z výsledků dopravního modelování;
- i) parametry pro výpočet víceemisí ze studených startů, otěrů brzd a pneumatik;
- j) vytížení nákladních vozidel;
- k) klimatické charakteristiky zájmového území.

## 3.2. Výpočet znečištění ovzduší

Modelové výpočty znečištění ovzduší byly provedeny pomocí výpočtového programu SYMOS'97 (verze 2013), který umožňuje výpočet znečištění ovzduší plynnými látkami a prachem z bodových, plošných a liniových zdrojů znečišťování.

Metodika SYMOS'97 je založena na předpokladu gaussovského profilu koncentrací na průřezu kouřové vlečky. Umožňuje počítat krátkodobé i roční průměrné koncentrace znečišťujících látek v síti referenčních bodů, dále doby překročení zvolených hraničních koncentrací (např. imisních limitů a jejich násobků) za rok, podíly jednotlivých zdrojů nebo skupin zdrojů na roční průměrné koncentraci v daném místě a maximální dosažitelné krátkodobé koncentrace a podmínky (třída stability ovzduší, směr a rychlost větru), za kterých se mohou vyskytovat.

Metodika SYMOS'97 zahrnuje korekce na vertikální členitost terénu, počítá se stáčením směru a zvyšováním rychlosti větru s výškou a při výpočtu průměrných koncentrací a doby překročení hraničních koncentrací bere v úvahu rozložení četností směru a rychlosti větru. Výpočty se provádějí pro pět tříd stability atmosféry (tj. pět tříd schopnosti atmosféry rozptýlovat znečišťující příměsi) a tři třídy rychlosti větru.

## 4. Vstupní údaje

### 4.1. Popis zájmového území

Zájmové území hodnocené v předkládané studii se nachází v centrální části Karlovarského kraje a je omezeno hranicemi správního území statutárního města Karlovy Vary. Území města leží na soutoku řek Ohře, Rolavy a Teplé a je geomorfologicky rozděleno do dvou oblastí v rámci Krušnohorské subprovincie České vysočiny. Jižní část města náleží do Karlovarské vrchoviny (geomorfologický celek Slavkovský les), která je charakteristická svým členitým reliéfem a prudkými svahy, zvláště v údolí řeky Teplé. Severní část města patří do Podkrušnohorské geomorfologické oblasti (geomorfologický celek Sokolovská pánev) a vyznačuje se podstatně menší členitostí terénu. Touto částí území protékají mělké údolní přítoky řeky Ohře.

Nadmořská výška terénu hodnoceného území se pohybuje v rozmezí 360 až 642 m n. m. (výškové rozpětí cca 280 m). Průměrná nadmořská výška terénu činí 447 m n. m. Nejvýše položené místo se nachází v jihovýchodní části města (Vítkův vrch 642 m n. m.) a nejnižší položené místo se nalézá na východním okraji města, kde řeka Ohře opouští území města (360 m n. m.).

Díky svému umístění spadá město Karlovy Vary do mírně teplé klimatické oblasti s krátkým, mírným až mírně chladným, suchým až mírně suchým létem, normálním až dlouhým přechodným obdobím s mírným jarem a mírným podzimem. Zima je normálně dlouhá, mírná až mírně chladná, suchá až mírně suchá s normálním až krátkým trváním sněhové pokrývky. Průměrná roční teplota vzduchu se v hodnoceném území pohybuje kolem 7,3°C. Průměrná teplota v nejchladnějším měsíci (leden) se pohybuje na úrovni -2,1°C a v nejteplejším měsíci (červenec) na úrovni +16,9°C. Průměrný roční úhrn srážek dosahuje 659 mm.

Statutární město Karlovy Vary je členěno na 15 územně technických jednotek – Bohatice, Cihelny, Čankov, Doubí u Karlových Varů, Drahovice, Dvory, Karlovy Vary, Olšová Vrata, Počerny, Rosnice u Staré Role, Rybáře, Sedlec u Karlových Varů, Stará Role, Tašovice, Tuhnice. Celková rozloha města je 59,08 km<sup>2</sup> a na jeho území žije 48 776 obyvatel (hustota obyvatel činí 826 osob/km<sup>2</sup>).

Karlovy Vary leží na hlavním komunikačním uzlu Karlovarského kraje – křižovatce silnic I/6, I/13 a I/20, které umožňují dopravní spojení města s Prahou, Plzní, Chebem, Chomutovem a se Spolkovou republikou Německo. Územím města procházejí tři železniční tratě č. 140 Chomutov – Karlovy Vary – Cheb, č. 142 Karlovy Vary dolní nádraží – Potůčky státní hranice a č. 149 Mariánské Lázně – Karlovy Vary dolní nádraží.



Stručná charakteristika zájmového území a sledované komunikační sítě je uvedena v následující tabulce:

**Tabulka č. 1: Charakteristika zájmového území města Karlovy Vary (stávající stav, rok 2018)**

Ukazatel	Hodnota
Rozloha modelovaného území	62,36 km <sup>2</sup>
Rozloha zájmového území	59,08 km <sup>2</sup>
Počet úseků sledovaných komunikací	424
Celková délka komunikační sítě	92,2 km
Celkový dopravní výkon na sledovaných komunikacích města	710,2 tis. vkm/den
Dopravní výkon nákladní dopravy na sledovaných komunikacích	96,1 tis. vkm/den (13,5 %)

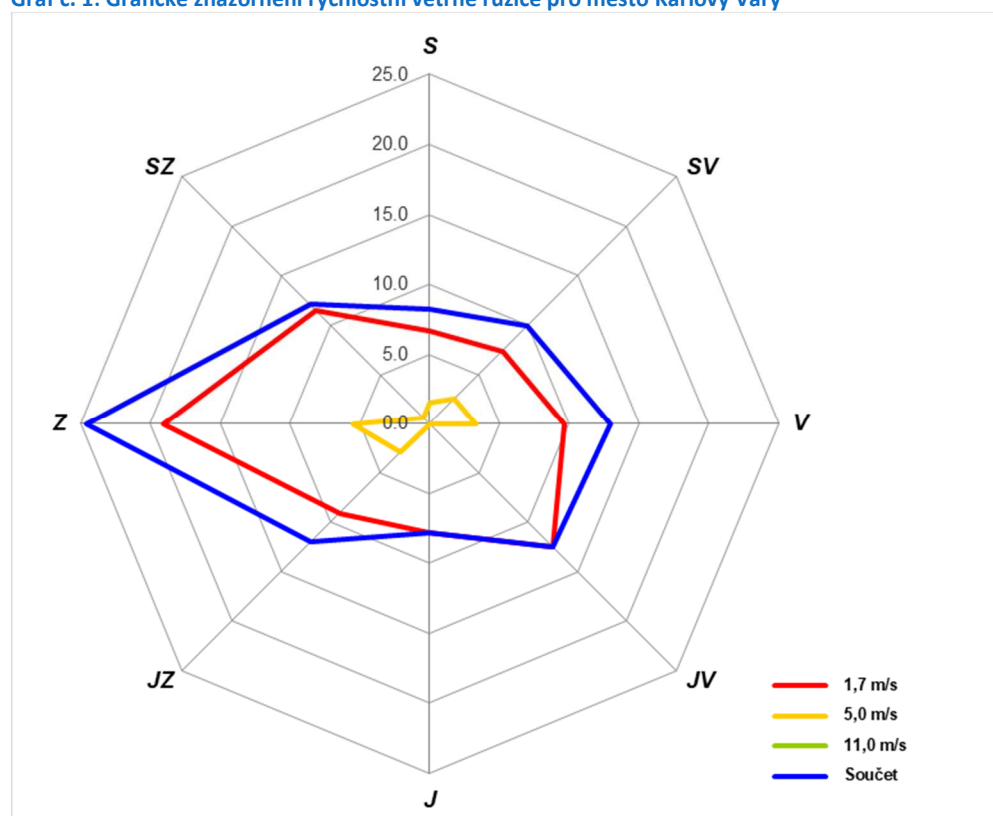
## 4.2. Meteorologická charakteristika oblasti výpočtu

Základním meteorologickým podkladem pro modelový výpočet znečištění ovzduší je rychlostní a stabilitní větrná růžice charakteristická pro zájmovou oblast. Pro výpočet rozptylu koncentrací znečišťujících látek byla uvažována větrná růžice pro město Karlovy Vary, jejíž popis uvádí tabulka č. 2 a znázorňuje paprskový graf č. 1.

**Tabulka č. 2: Celková podoba rychlostní větrné růžice pro město Karlovy Vary**

Rychlost	S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ	Calm	Součet
1,7 m.s <sup>-1</sup>	4.50	5.22	7.44	10.30	5.70	6.90	16.91	9.28	17.40	83.65
5,0 m.s <sup>-1</sup>	1.50	2.48	3.36	0.00	0.00	2.90	5.49	0.62	0.00	16.35
11,0 m.s <sup>-1</sup>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Součet</b>	<b>6.00</b>	<b>7.70</b>	<b>10.80</b>	<b>10.30</b>	<b>5.70</b>	<b>9.80</b>	<b>22.40</b>	<b>9.90</b>	<b>17.40</b>	<b>100.00</b>

**Graf č. 1: Grafické znázornění rychlostní větrné růžice pro město Karlovy Vary**

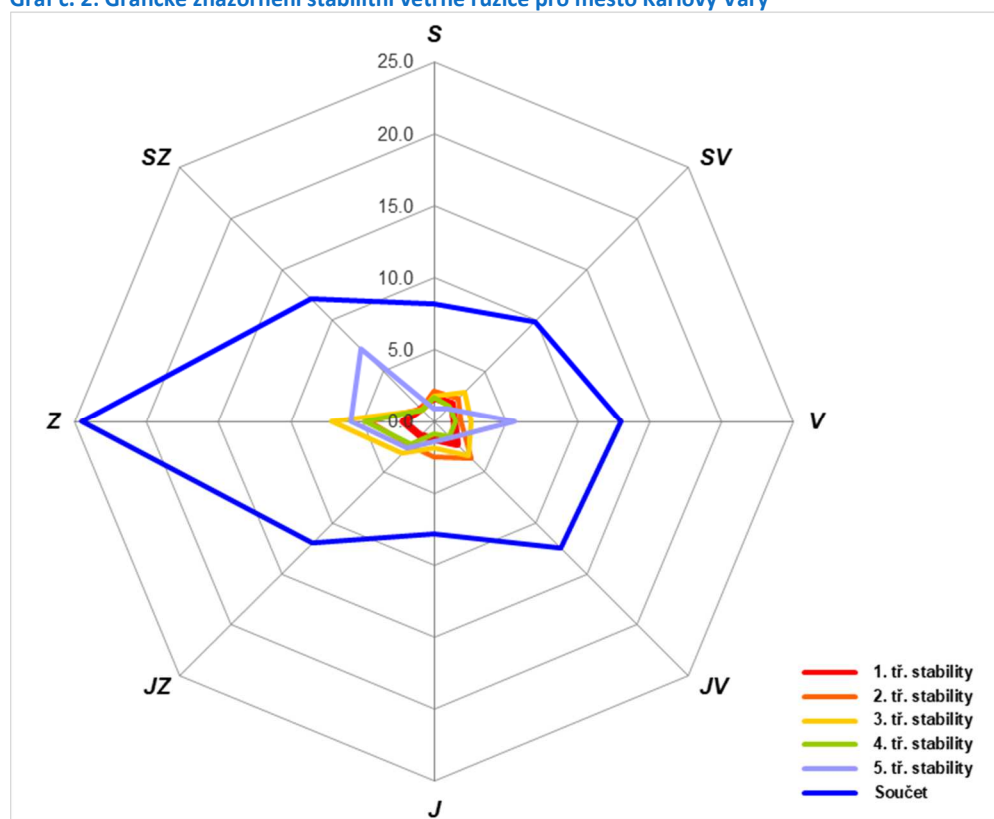


Stabilitní větrnou růžici charakterizující statistické rozložení směru větru vztaheného ke třídám stability atmosféry podle klasifikace Bubníka a Koldovského uvádí tabulka č. 3 a ilustruje paprskový graf č. 2.

**Tabulka č. 3: Celková podoba stabilitní větrné růžice pro město Karlovy Vary**

Třída stability	S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ	Calm	Součet
1. tř. stability	0.75	0.83	0.48	1.31	0.32	0.50	1.27	0.31	7.39	13.16
2. tř. stability	1.50	1.68	1.23	3.00	1.90	1.79	3.92	0.62	5.04	20.68
3. tř. stability	1.50	2.70	2.35	3.18	1.58	2.87	6.94	0.93	2.04	24.09
4. tř. stability	1.50	1.30	1.26	1.31	0.63	2.08	4.59	0.93	1.88	15.48
5. tř. stability	0.75	1.19	5.48	1.50	1.27	2.56	5.68	7.11	1.05	26.59
<b>Celkem</b>	<b>6.00</b>	<b>7.70</b>	<b>10.80</b>	<b>10.30</b>	<b>5.70</b>	<b>9.80</b>	<b>22.40</b>	<b>9.90</b>	<b>17.40</b>	<b>100.00</b>

**Graf č. 2: Grafické znázornění stabilitní větrné růžice pro město Karlovy Vary**



Průměrné teploty vzduchu a průměrné úhrny srážek pro město Karlovy Vary popisují tabulky č. 5 a č. 6:

**Tabulka č. 4: Průměrné měsíční teploty vzduchu v zájmové lokalitě [°C]**

Měsíc												Rok
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
-2.1	-1.1	2.4	6.9	12.2	15.4	16.9	15.9	12.3	7.3	2.4	-0.9	7.3

**Tabulka č. 5: Průměrné měsíční úhrny srážek v zájmové lokalitě [mm]**

Měsíc												Rok
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
50	43	42	47	48	74	88	76	48	47	45	51	659





### 4.3. Imisní charakteristika zájmového území

Na území města Karlovy Vary je umístěna 1 stanice imisního monitoringu – stanice Karlovy Vary. Jedná se o stanici pozadového typu s poloměrem reprezentativnosti 4 až 50 km. Vzhledem k tomu, že se na této stanici provádí měření koncentrací pouze jedné znečišťující látky, byly informace o znečištění ovzduší dalšími látkami doplněny z výsledků měření na stanici Sokolov, která je vzdálena od hranice města Karlových Varů přibližně 10 km na západ. Popis měřících stanic Karlovy Vary a Sokolov uvádí následující tabulka:

**Tabulka č. 6: Popis stanic imisního monitoringu v zájmovém území**

Číslo / Kód	Lokalita	Typ	Třída	Provozovatel	Látky
2073 / KKVAM	Karlovy Vary	Manuální měřící program	B/U/R	ČHMÚ	PM <sub>10</sub>
1032 / KSOMA 1607 / KSOMD	Sokolov	Automatizovaný měřící program	B/U/R	ČHMÚ	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> , O <sub>3</sub> BZN

Vysvětlivky:

typ stanice (B) – pozadová; typ zóny (U) – městská; charakteristika zóny (R) – obytná.

Výsledky měření znečištění ovzduší na stanicích imisního monitoringu Karlovy Vary a Sokolov v letech 2013 až 2018 uvádí následující tabulka:

**Tabulka č. 7: Výsledky imisního monitoringu na stanicích Karlovy Vary a Sokolov, 2013 – 2018**

Znečišťující látka	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Stanice ČHMÚ č. 2073 Karlovy Vary						
PM <sub>10</sub> roční průměr, µg/m <sup>3</sup>	–	–	–	16.3	17.8	19.0
PM <sub>10</sub> denní 36. MV, µg/m <sup>3</sup>	–	–	–	28.0	31.0	31.0
Stanice ČHMÚ č. 1032 a č. 1607 Sokolov						
NO <sub>2</sub> roční průměr, µg/m <sup>3</sup>	14.8	14.1	14.3	14.1	14.9	13.8
NO <sub>2</sub> hodinová 19. MV, µg/m <sup>3</sup>	48.8	47.2	45.0	48.2	67.0	45.7
SO <sub>2</sub> denní 4. MV, µg/m <sup>3</sup>	28.8	24.9	24.3	27.7	37.1	23.1
SO <sub>2</sub> hodinová 25. MV, µg/m <sup>3</sup>	83.4	87.3	80.2	111.6	106.3	84.4
PM <sub>10</sub> roční průměr, µg/m <sup>3</sup>	17.8	18.3	17.1	16.7	17.0	20.4
PM <sub>10</sub> denní 36. MV, µg/m <sup>3</sup>	32.7	31.6	31.0	28.1	27.3	33.8
PM <sub>2,5</sub> roční průměr, µg/m <sup>3</sup>	13.4	14.7	13.5	12.7	13.0	15.0
BZN roční průměr, µg/m <sup>3</sup>	1.2	1.2	1.0	0.8	1.2	0.9

Poznámka:

Překročení imisního limitu je zvýrazněno tučným písmem.

NO<sub>2</sub> hodinová 19. MV – 19. nejvyšší hodinová koncentrace v roce, SO<sub>2</sub> denní 4. MV – 4. nejvyšší denní koncentrace v roce, SO<sub>2</sub> hodinová 25. MV – 25. nejvyšší hodinová koncentrace v roce, PM<sub>10</sub> denní 36. MV – 36. nejvyšší denní koncentrace v roce.

Z údajů uvedených v tabulce č. 7 vyplývá, že na stanicích imisního monitoringu v Karlových Varech a Sokolově byly v letech 2013 až 2018 plněny imisní limity stanovené pro všechny sledované znečišťující látky.

Pro zhodnocení stávající imisní situace v zájmovém území byly použity výsledky sledování a vyhodnocování kvality ovzduší za předchozích 5 kalendářních let. Souhrnné hodnoty průměrných ročních koncentrací hlavních znečišťujících látek v ovzduší zájmového území za období let 2013 až 2017 uvádí tabulka č. 8 na následující straně. Pro informaci jsou v tabulce také uvedeny průměrné pětileté hodnoty naměřených koncentrací na stanicích imisního monitoringu Karlovy Vary a Sokolov. Rozložení průměrných koncentrací v zájmovém území znázorňují obrázky č. 1 až č. 6.

**Tabulka č. 8: Průměrné pětileté koncentrace znečišťujících látek za období let 2013 až 2017**

Ukazatel	Průměrná pětiletá koncentrace znečišťující látky					
	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	BZN	BaP	PM <sub>10</sub> 36.MV
Minimum	7.6	13.9	10.7	0.6	0.2	24.4
Maximum	20.3	19.3	14.4	1.3	0.8	33.5
Průměr	11.5	17.2	13.1	0.9	0.4	30.1
Průměr na stanicích zájmového území	14.4	17.3	13.5	1.1	–	30.0

Vysvětlivky:

NO<sub>2</sub> – průměrná pětiletá koncentrace NO<sub>2</sub> [μg/m<sup>3</sup>]

PM<sub>10</sub> – průměrná pětiletá koncentrace PM<sub>10</sub> [μg/m<sup>3</sup>]

PM<sub>2,5</sub> – průměrná pětiletá koncentrace PM<sub>2,5</sub> [μg/m<sup>3</sup>]

BZN – průměrná pětiletá koncentrace benzenu [μg/m<sup>3</sup>]

BaP – průměrná pětiletá koncentrace benzo(a)pyrenu [ng/m<sup>3</sup>]

PM<sub>10</sub> 36. MV – průměrná 36. nejvyšší denní koncentrace za 5 let [μg/m<sup>3</sup>]

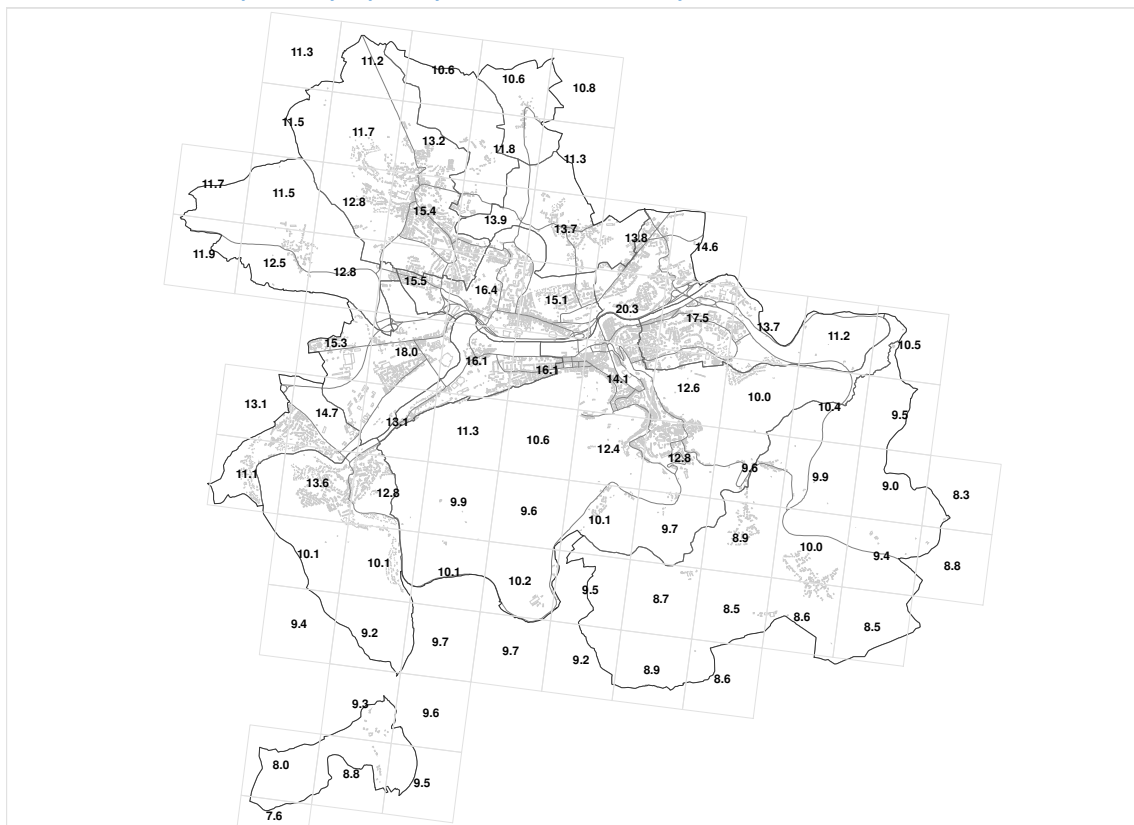
Na základě výsledků sledování a vyhodnocování kvality ovzduší v zájmovém území v letech 2013 až 2017 lze učinit následující závěry:

- imisní limit pro roční koncentraci **oxidu dusičitého** (40 μg/m<sup>3</sup>) byl splněn. Průměrné roční koncentrace NO<sub>2</sub> se pohybovaly v rozmezí od 7,6 do 20,3 μg/m<sup>3</sup>;
- imisní limit pro průměrnou roční koncentraci **suspendovaných částic PM<sub>10</sub>** (40 μg/m<sup>3</sup>) byl v zájmové lokalitě v letech 2013 až 2017 dodržen. Průměrné roční koncentrace PM<sub>10</sub> se pohybovaly v rozpětí hodnot 13,9 až 19,3 μg/m<sup>3</sup>;
- imisní limit pro průměrnou roční koncentraci **suspendovaných částic PM<sub>2,5</sub>** (25 μg/m<sup>3</sup>) byl v zájmovém území splněn. Hodnoty ročních koncentrací PM<sub>2,5</sub> se pohybovaly v rozmezí 10,7 až 14,4 μg/m<sup>3</sup>;
- imisní limit pro roční koncentraci **benzenu** (5 μg/m<sup>3</sup>) byl v zájmovém území splněn. Průměrné roční koncentrace benzenu se pohybovaly v úrovni od 0,6 do 1,3 μg/m<sup>3</sup>;
- imisní limit pro roční koncentraci **benzo(a)pyrenu** (1 ng/m<sup>3</sup>) byl v zájmovém území dodržen. Průměrné roční koncentrace B(a)P se pohybovaly v rozmezí hodnot 0,2 až 0,8 ng/m<sup>3</sup>;
- imisní limit pro denní koncentraci **suspendovaných částic PM<sub>10</sub>** (50 μg/m<sup>3</sup>) byl dodržen. Průměrné 36. nejvyšší denní koncentrace PM<sub>10</sub> se pohybovaly v rozmezí od 24,4 do 33,5 μg.m<sup>-3</sup>.

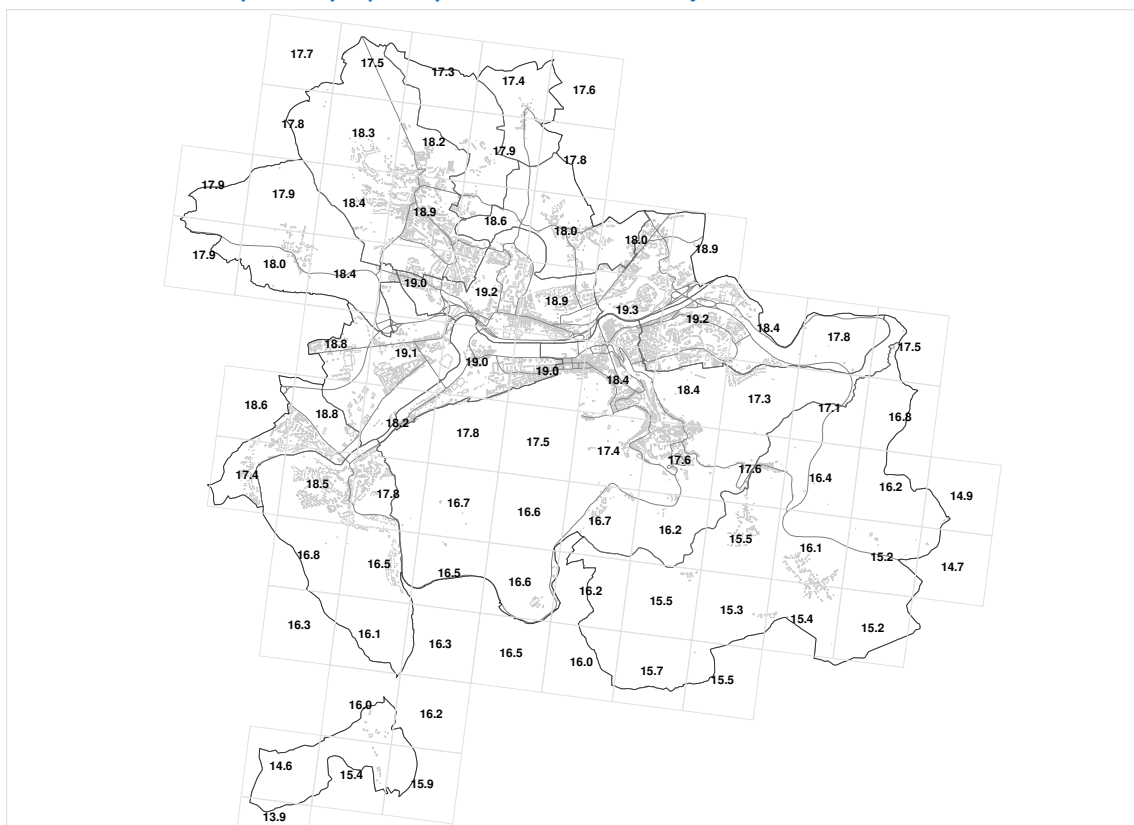
Rozložení průměrných koncentrací vybraných znečišťujících látek v ovzduší zájmového území ilustrují obrázky č. 1 až č. 6 na str. 9 až 11.



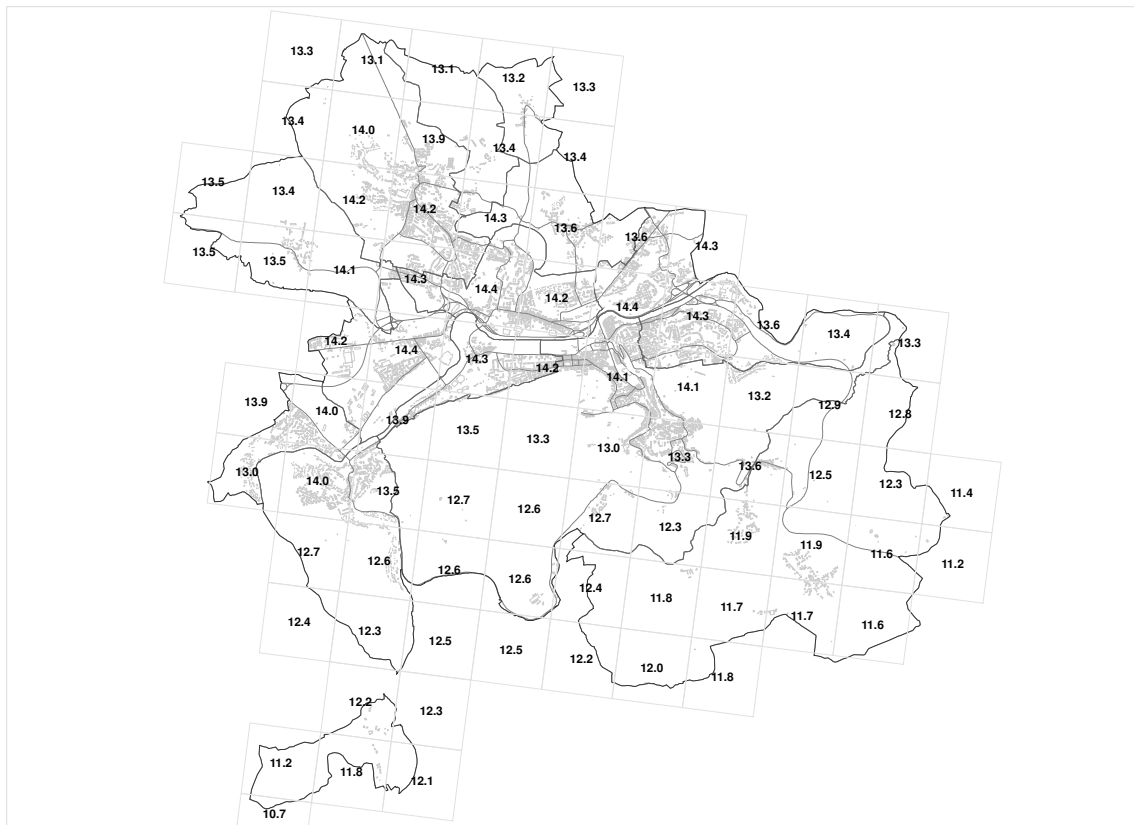
Obrázek č. 1: Rozložení průměrných pětiletých koncentrací NO<sub>2</sub> v zájmovém území



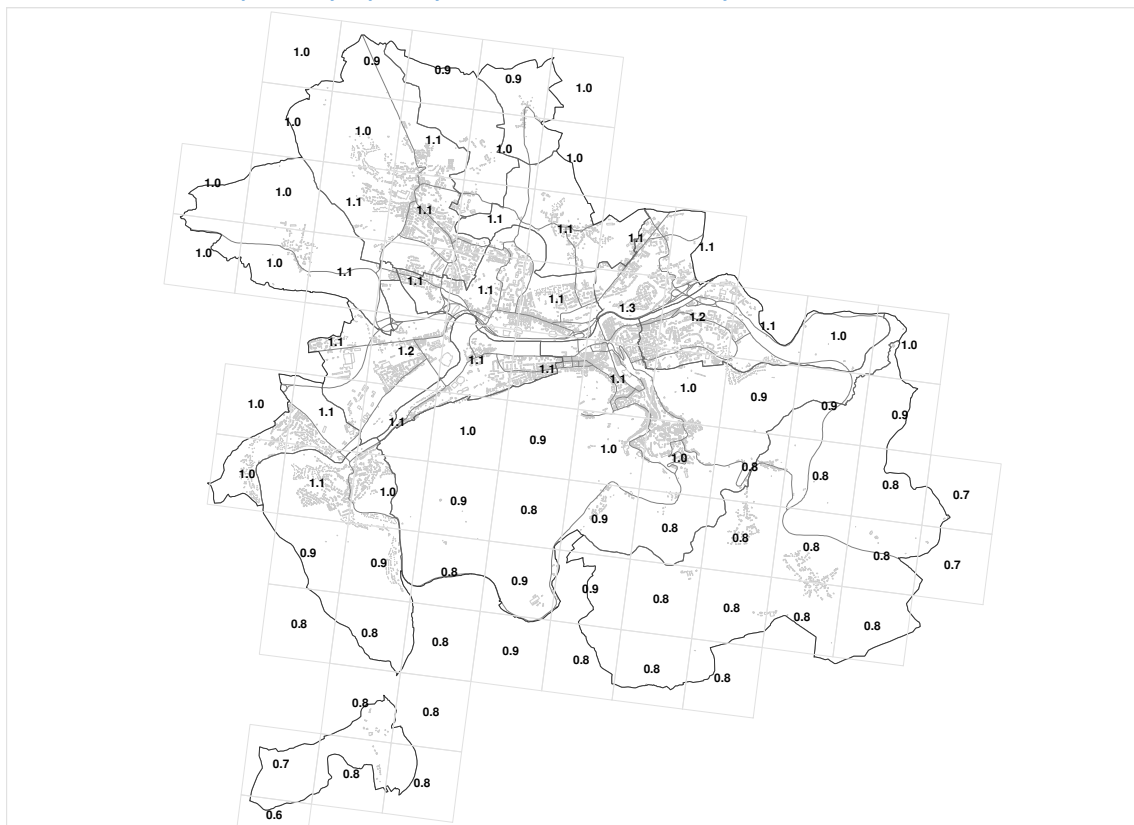
Obrázek č. 2: Rozložení průměrných pětiletých koncentrací PM<sub>10</sub> v zájmovém území



Obrázek č. 3: Rozložení průměrných pětiletých koncentrací  $PM_{2,5}$  v zájmovém území

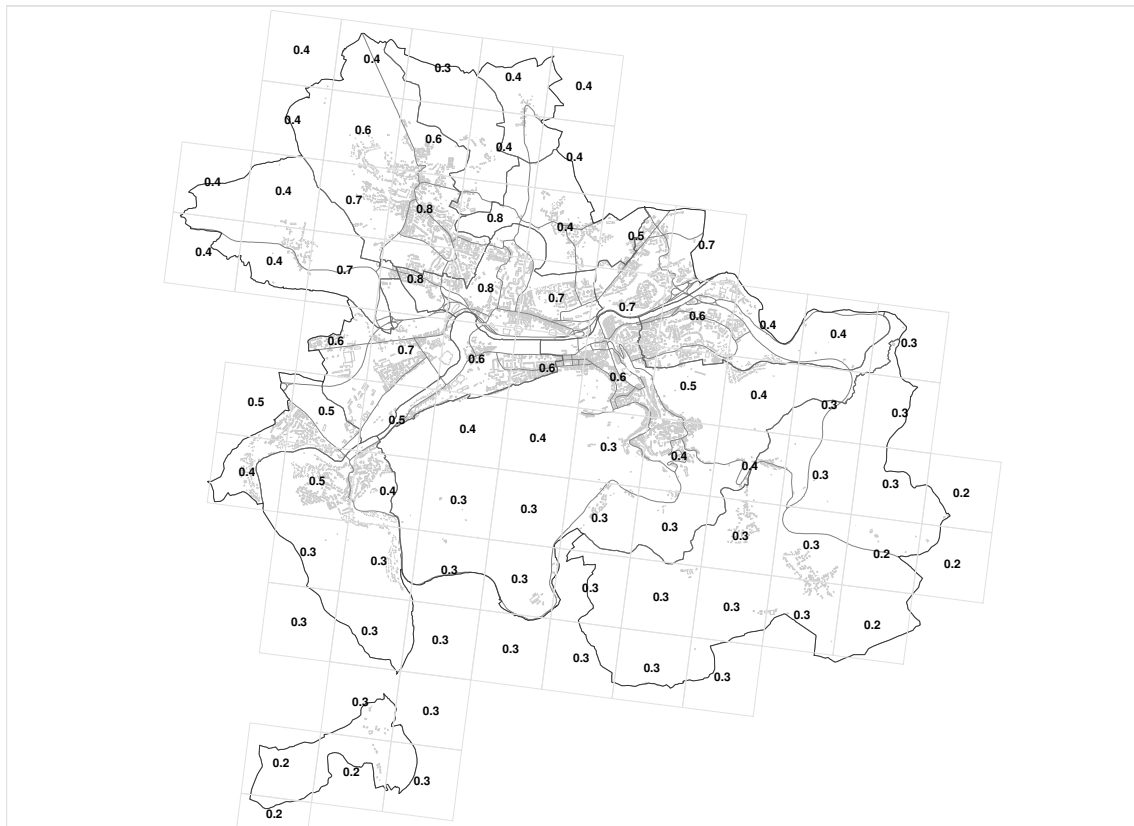


Obrázek č. 4: Rozložení průměrných pětiletých koncentrací benzenu v zájmovém území

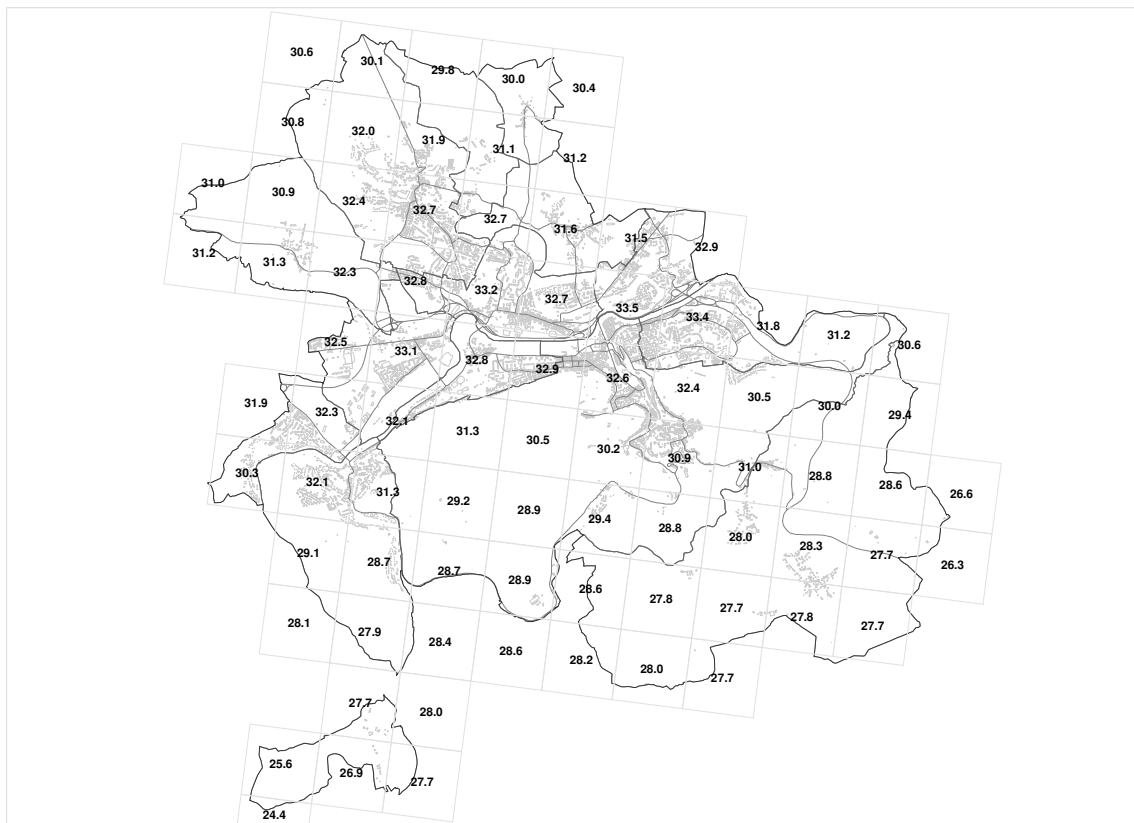




Obrázek č. 5: Rozložení průměrných pětiletých koncentrací benzo(a)pyrenu v zájmovém území



Obrázek č. 6: Rozložení průměrných 36. nejvyšších pětiletých koncentrací PM<sub>10</sub> v zájmovém území



## 4.4. Zdroje znečišťování ovzduší a jejich charakteristika

### Liniové zdroje znečišťování ovzduší:

Zdroje emisí znečišťujících látek do ovzduší, které jsou v předkládané studii modelovány, představují jediný typ zdrojů znečišťování ovzduší. Jedná se o liniové zdroje tvořené silničními komunikacemi umístěnými na území města Karlových Varů a v jeho blízkém okolí. Počet provozních dní uvažovaných zdrojů je 365 dní za rok.

### Ostatní zdroje znečišťování ovzduší:

V modelových výpočtech znečištění ovzduší nebyl uvažován provoz stacionárních ani plošných zdrojů znečišťování. Hlavními parametry vstupujícími do výpočtu emisí znečišťujících látek byly údaje o intenzitách silniční dopravy na sledované komunikační síti zájmového území. Výpočet primárních emisí pro sledované znečišťující látky byl proveden pomocí výpočtového programu MEFA (verze 2013). Výpočet emisí benzo(a)pyrenu a suspendovaných částic PM<sub>10</sub> a PM<sub>2.5</sub> pocházejících z resuspenze byl proveden podle aktuální metodiky pro výpočet emisí z resuspenze ze silniční dopravy (CENEST, s. r. o., prosinec 2016).

Výstupem emisního modelování je soubor hodnot měrných emisí pro hodnocené zdroje znečišťování (silničních komunikací) a dále také výsledné součtové emise pro každou z pěti sledovaných znečišťujících látek. Z hodnot měrných emisí všech sledovaných zdrojů na hodnoceném území byly vybrány následující statistické ukazatele:

- Maximum – nejvyšší hodnota ze všech vstupních parametrů;
- Minimum – nejnižší hodnota ze všech vstupních parametrů;
- Průměr (aritmetický) – součet všech hodnot vydělený jejich počtem;
- Medián – hodnota, jež dělí řadu vzestupně seřazených výsledků na dvě stejně početné poloviny.

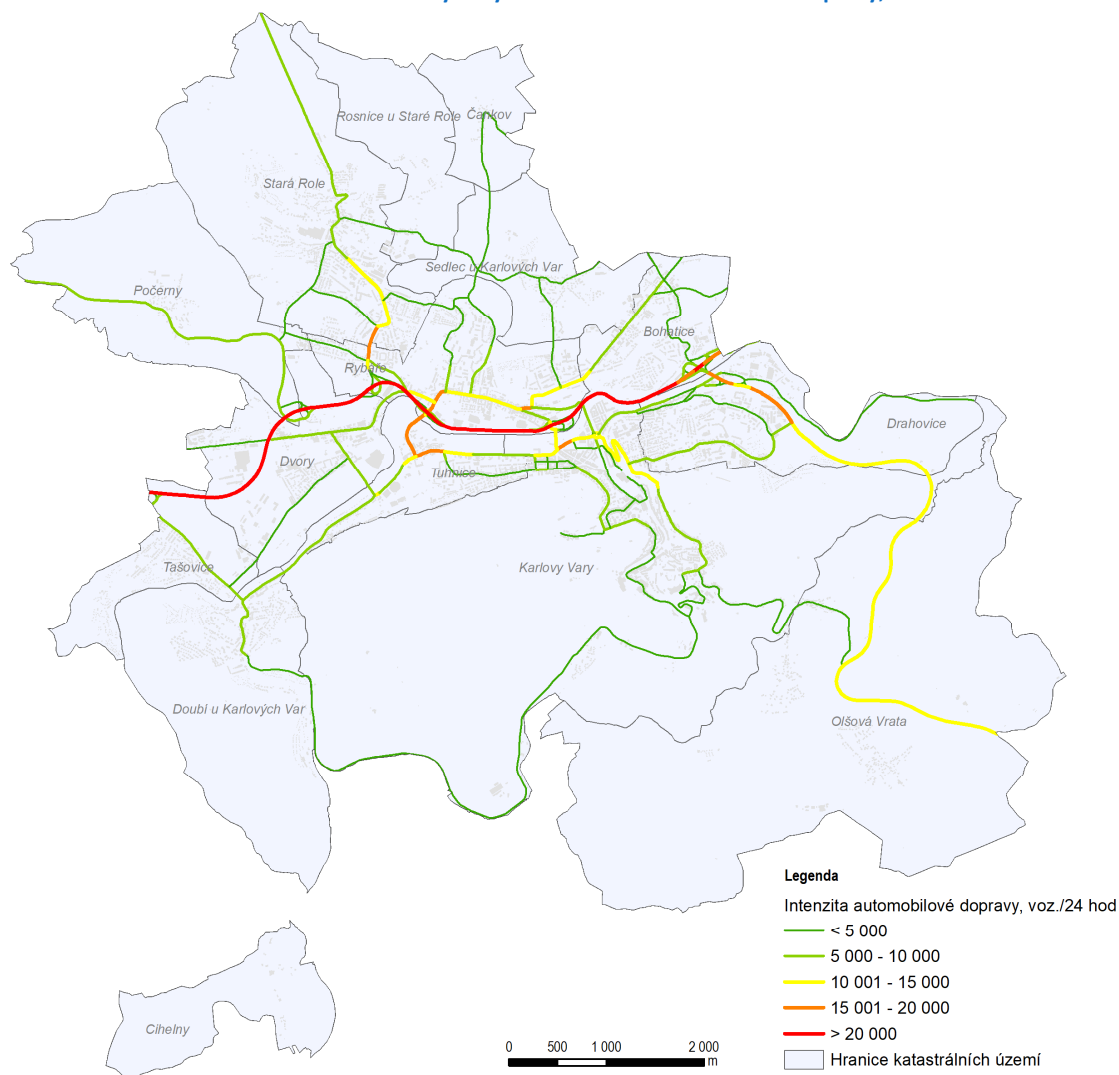
### 4.4.1. Intenzity silniční dopravy na komunikační síti města Karlovy Vary

Údaje o intenzitách silniční dopravy na komunikační síti zájmového území byly stanoveny v rámci zpracování multimodálního modelu dopravy města Karlovy Vary (viz dopravně inženýrské podklady zpracované společností UDIMO, spol. s r.o.). Hodnoty zatížení sledované komunikační sítě hodnoceného území představují počty čtyř základních druhů vozidel – osobních automobilů (OA), lehkých nákladních automobilů (LNA), těžkých nákladních automobilů (TNA) a autobusů (BUS) – za 24 hodin průměrného dne v roce.

Současnou úroveň dopravního zatížení komunikační sítě města Karlovy Vary znázorňuje následující obrázek č. 7 na následující straně:



Obrázek č. 7: Zatížení komunikační sítě města Karlovy Vary – celodenní intenzita silniční dopravy, rok 2018



#### 4.4.2. Zhodnocení emisí pro stávající stav v roce 2018

S ohledem na velikost souboru modelovaných zdrojů znečišťování ovzduší jsou v následující tabulce uvedeny základní statistické charakteristiky vypočtené pro soubor uvažovaných zdrojů, které jsou popsány měrnými hodnotami emisních toků.

Tabulka č. 9: Měrné emise uvažovaných zdrojů znečišťování ovzduší v zájmovém území – stávající stav

Ukazatel	NO <sub>x</sub> [kg/m/rok]	PM <sub>10</sub> [kg/m/rok]	PM <sub>2,5</sub> [kg/m/rok]	Benzen [kg/m/rok]	B(a)P [g/m/rok]
Maximum	13.943	11.191	3.322	0.377	0.233
Minimum	0.058	0.146	0.038	0.002	0.001
Průměr	2.157	1.766	0.531	0.078	0.029
Medián	1.553	1.326	0.409	0.062	0.018

Souhrnné výsledky emisního modelování pro provoz dopravy na území města Karlovy Vary v roce 2018 uvádí následující tabulka:

**Tabulka č. 10: Emise znečišťujících látek z dopravy na komunikační síti zájmového území – stávající stav**

Znečišťující látka	Emise
NO <sub>x</sub>	229.70 [t/rok]
PM <sub>10</sub>	217.07 [t/rok]
PM <sub>2,5</sub>	63.47 [t/rok]
Benzen	7.04 [t/rok]
B(a)P	3.25 [kg/rok]

Z analýzy modelových výpočtů emisí z dopravy na komunikacích města Karlovy Vary vyplývají následující závěry:

- emise oxidů dusíku (NO<sub>x</sub>) produkovaná silniční dopravou v modelovaném území činí přibližně 230 t/rok;
- celková vypočtená emise suspendovaných částic velikostní frakce PM<sub>10</sub> činí přibližně 217 t/rok;
- celková vypočtená emise suspendovaných částic velikostní frakce PM<sub>2,5</sub> činí 63 t/rok;
- celková emise benzenu v modelovaném území činí 7 t/rok;
- celková emise benzo(a)pyrenu produkovaná silniční dopravou činí 3,3 kg/rok.

V následující tabulce jsou uvedeny podíly primárních emisí a emisí pocházejících z resuspenze na celkových emisích suspendovaných částic PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> a benzo(a)pyrenu.

**Tabulka č. 11: Struktura emisí PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> a benzo(a)pyrenu dle jejich původu – stávající stav**

Znečišťující látka	Emise [t/rok]			Podíl [%]		
	Primární	Resuspenze	Celkem	Primární	Resuspenze	Celkem
PM <sub>10</sub>	23.75	193.32	217.07	11	89	100
PM <sub>2,5</sub>	16.70	46.77	63.47	26	74	100
B(a)P	2.66	0.59	3.25	82	18	100

*Poznámka:*

*Emise benzo(a)pyrenu jsou uvedeny v kg za rok.*

Z analýzy údajů uvedených v tabulce vyplývají následující závěry:

- podíl primárních emisí (tj. emisí z výfukových systémů automobilů a z otěrů brzd a pneumatik) na celkových emisích PM<sub>10</sub> činí zhruba 11 %. Emise PM<sub>10</sub> pocházející z resuspenze tvoří přibližně 89 % celkové emise této znečišťující látky;
- primární emise PM<sub>2,5</sub> tvoří přibližně 26 % celkové emise této znečišťující látky způsobené provozem silniční dopravy v Karlových Varech. Emise PM<sub>2,5</sub> z resuspenze dosahují 74 % celkové emise;
- primární emise benzo(a)pyrenu z dopravy tvoří zhruba 82 % celkové emise této znečišťující látky.





#### 4.5. Popis referenčních výpočtových bodů

Pro výpočet rozptylu znečišťujících látek byla vytvořena pravidelná trojúhelníková síť referenčních bodů, v jejímž středu se hodnocené území nachází, a která také pokrývá i jeho blízké okolí.

Plocha zahrnující hodnocené zdroje znečišťování ovzduší byla vyčleněna jako pravidelná síť referenčních bodů umístěných s krokem 100 m (6 840 bodů). Pro korektní vykreslení pole vypočtených koncentrací byla základní síť referenčních bodů doplněna o referenční výpočtové body lemující silniční komunikace ve vzdálenosti 15 m od osy komunikací (krok 100 m, 1 834 bodů).

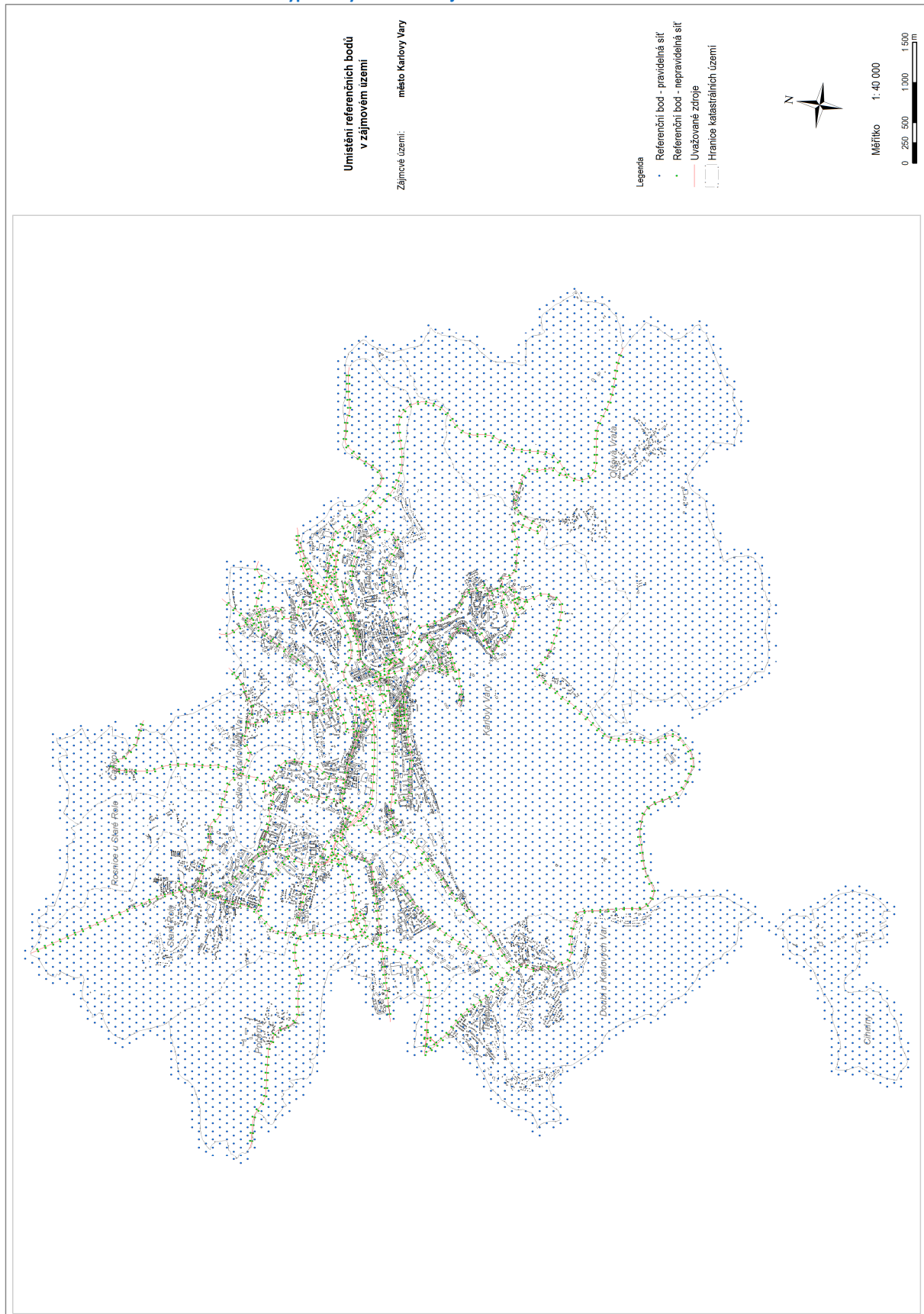
Modelové výpočty znečištění byly provedeny celkem pro 8 674 referenčních bodů. Výsledná síť výpočtových bodů zahrnuje potenciálně dotčené okolní hodnocené komunikační sítě a tvoří plochu o velikosti 62,4 km<sup>2</sup>.

V referenčních bodech byl proveden výpočet znečištění ve výšce 1,5 m nad terénem, která odpovídá přibližně výškové úrovni dýchací zóny člověka. Pro výpočet koncentrací znečišťujících látek v ovzduší byl použit souřadný systém S-JTSK (Křovákovo zobrazení).

Osa X je orientována od západu na východ, osa Y od jihu na sever. Nadmořské výšky referenčních bodů byly stanoveny na základě topografické databáze projektu X-SAR/SRTM (z angl. Shuttle Radar Topography Mission). Jedná se o data z radarového snímkování povrchu Země realizovaného NGA a NASA v roce 2000.

Umístění referenčních výpočtových bodů v zájmovém území je patrné z obrázku č. 8 na následující straně:

Obrázek č. 8: Umístění referenčních výpočtových bodů v zájmovém území





## 4.6. Imisní limity

Imisní limity a přípustné četnosti překročení limitů pro jednotlivé znečišťující látky jsou stanoveny zákonem 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší. Přípustné úrovně znečištění ovzduší pro plynné znečišťující látky se vztahují na standardní podmínky – objem přepočtený na teplotu 293,15 K a normální tlak 101,325 kPa. Přehled imisních limitů je uveden v následující tabulce:

Tabulka č. 12: Imisní limity pro ochranu zdraví podle zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší

Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit	Přípustná četnost překročení za kalendářní rok
<b>Imisní limity</b>			
Oxid dusičitý	1 hodina	200 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	18
	1 kalendářní rok	40 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	0
Oxid siřičitý	1 hodina	350 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	24
	24 hodin	125 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	3
Oxid uhelnatý	Maximální denní osmihodinový průměr	10 000 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	0
Částice PM <sub>10</sub>	24 hodin	50 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	35
	1 kalendářní rok	40 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	0
Částice PM <sub>2,5</sub>	1 kalendářní rok	25 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	0
Benzen	1 kalendářní rok	5 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	0
Olovo	1 kalendářní rok	0,5 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	0
<b>Imisní limity pro celkový obsah znečišťující látky v částicích PM<sub>10</sub></b>			
Arsen	1 kalendářní rok	6 $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$	0
Kadmium	1 kalendářní rok	5 $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$	0
Nikl	1 kalendářní rok	20 $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$	0
Benzo(a)pyren	1 kalendářní rok	1 $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$	0

## 5. Výstupní údaje

### 5.1. Typ vypočtených charakteristik

S cílem vyhodnotit vliv provozu dopravy na imisní situaci v zájmovém území byly vybrány následující znečišťující látky: oxid dusičitý (NO<sub>2</sub>), suspendované částice velikostní frakce PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>, benzen a benzo(a)pyren. Výpočty znečištění ovzduší byly provedeny podle metodiky MŽP ČR pro průměrné roční koncentrace zvolených znečišťujících látek.

Zjištěné hodnoty koncentrací znečišťujících látek v ovzduší byly získány výpočetním postupem na základě matematického výpočtu znečištění ovzduší v zájmovém území. Modelové výpočty jsou prioritně zaměřeny na nejbližší okolí hodnocených zdrojů znečišťování (silničních komunikací).

Zjištěná imisní situace v řešeném území se posuzuje ve vztahu k platným imisním limitům stanoveným pro účel ochrany zdraví obyvatel podle přílohy č. 1 zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší. Zákon o ochraně ovzduší stanovuje imisní limity pro vybrané znečišťující látky a povolený počet jejich překročení za kalendářní rok.

## 5.2. Prezentace a kartografická interpretace výsledků

Vypočtené imisní charakteristiky pro zájmové území jsou prezentovány v tabulce č. 13. Uvedené hodnoty představují kvantitativní vyjádření příspěvku uvažovaných zdrojů k celkové úrovni znečištění ovzduší v zájmovém území bez ohledu na směr větru a třídu stability atmosféry.

Výpočet příspěvku imisních koncentrací byl proveden pro stav provozu silniční dopravy na zvolené komunikační síti zájmového území. Modelové výpočty byly provedeny pro současný stav provozu dopravy v roce 2018. Výsledky modelových výpočtů jsou také prezentovány formou barevných map znečištění, které jsou uvedeny v příloze k rozptylové studii.

## 5.3. Diskuse výsledků modelových výpočtů

Vzhledem k tomu, že do modelových výpočtů vstupovaly pouze emise uvažovaných liniových zdrojů znečišťování, jak bylo popsáno výše, proto vypočtené hodnoty koncentrací představují pouze příspěvek zdrojů zahrnutých do výpočtů. Obecně platí, že hodnoty modelově vypočtených koncentrací se liší od koncentrací měřených na stanicích imisního monitoringu pro některé znečišťující látky až řádově. Odlišnosti výsledků modelových výpočtů a měřených hodnot znečištění ovzduší jsou způsobeny následujícími skutečnostmi:

- jedná se o modelový výpočet, který je závislý na úplnosti a přesnosti zahrnutých mechanismů rozptylu znečišťujících látek v atmosféře a jejich parametrizace v modelu. Modelový výpočet je přiblížením skutečnosti nikoliv skutečností samotnou;
- odhady v popisu emisních charakteristik zdrojů:
  - hodnoty intenzit dopravy, které vstupovaly do výpočtu, vyjadřují provoz dopravy za 24 hodin pro průměrný pracovní den, ve skutečnosti má intenzita dopravy jistou variaci nejen během dne, ale také během týdne a roku;
  - v modelu nejsou zahrnuty „přechodné a krátkodobé“ emisní zdroje související s výstavbou, terénními úpravami, další stavební činností, sezónními pracemi, např. v zemědělství a podobnými aktivitami, které mohou výrazně zvýšit emise v dané lokalitě;
- popis rozptylových podmínek (do výpočtu vstupuje parametrizace pomocí roční stabilní růžice);
- odhady v popisu emisních charakteristik zdrojů:
  - přenos emisí z oblastí ležících mimo zájmové území;
  - pozadová úroveň znečištění;
  - znečišťující látky v ovzduší vznikající sekundárně fyzikálně-chemickými procesy.

Vliv všech výše uvedených skutečností může být různě významný v různých částech zájmového území. Z výše uvedeného tedy plyne, že výsledky modelových výpočtů jsou:

- převážně nižší než hodnoty měřené na měřicích stanicích;
- ovlivněny celou řadou předpokladů, odhadů a nepřesností.

Přes výše uvedené nejistoty je modelový výpočet použitelný a užitečný zejména pro určení oblastí a lokalit, které jsou znečištěním ovzduší relativně zatíženy nejvíce, a určení relativního podílu jednotlivých kategorií či jednotlivých zdrojů na imisních koncentracích v zájmové oblasti.



## 5.4. Zhodnocení vlivu silniční dopravy na imisní situaci v zájmovém území

Modelové výpočty koncentrací znečišťujících látek v ovzduší byly provedeny podle metodiky SYMOS'97 (ČHMÚ Praha), která je referenční metodikou doporučenou Ministerstvem životního prostředí České republiky. Základním podkladem pro výpočet znečištění ovzduší byly výsledky emisního modelování.

Vypočtené hodnoty průměrných ročních koncentrací sledovaných znečišťujících látek v ovzduší města Karlovy Vary uvádí následující tabulka:

**Tabulka č. 13: Vypočtené průměrné roční koncentrace sledovaných znečišťujících látek – stávající stav, rok 2018**

Ukazatel	NO <sub>2</sub> [μg/m <sup>3</sup> ]	PM <sub>10</sub> [μg/m <sup>3</sup> ]	PM <sub>2,5</sub> [μg/m <sup>3</sup> ]	Benzen [μg/m <sup>3</sup> ]	B(a)P [ng/m <sup>3</sup> ]
Maximum	5.062	20.864	6.448	0.913	0.405
Minimum	0.037	0.065	0.019	0.002	0.001
Průměr	0.712	2.656	0.782	0.092	0.041
Medián	0.443	1.424	0.415	0.045	0.020
<b>Imisní limit</b>	<b>40.0</b>	<b>40.0</b>	<b>25.0</b>	<b>5.0</b>	<b>1.0</b>

Z analýzy výsledků modelových výpočtů znečištění ovzduší, které byly provedeny pro stávající stav provozu dopravy v zájmovém území, vyplývají následující závěry:

- nejvyšší hodnoty příspěvku průměrnými ročními koncentracemi **oxidu dusičitého (NO<sub>2</sub>)** byly vypočteny v nejbližším okolí silnice I/6 (úsek mezi ulicí Pobřežní a silnicí II/220 na západě města). Nejvyšší vypočtené průměrné roční koncentrace NO<sub>2</sub> zde dosahují úrovně 5 μg/m<sup>3</sup>, což představuje přibližně 13 % imisního limitu stanoveného pro tuto znečišťující látku;
- nejvyšší příspěvky ročními koncentracemi **suspendovaných částic PM<sub>10</sub>** byly zjištěny podél silnice I/6 (úsek mezi ulicí Pobřežní a silnicí II/222 na západě města a dále v okolí křižovatky silnic I/6 a I/13). Vypočtené roční koncentrace PM<sub>10</sub> zde dosahují hodnot 15 až 21 μg/m<sup>3</sup>, tj. v úrovni do 52 % imisního limitu;
- nejvyšší příspěvky průměrnými ročními koncentracemi **suspendovaných částic PM<sub>2,5</sub>** byly vypočteny podél silnice I/6 (úsek mezi ulicí Pobřežní a silnicí II/222 na západě města a dále v okolí křižovatky silnic I/6 a I/13). Nejvyšší průměrné roční koncentrace částic PM<sub>2,5</sub> zde dosahují hodnot 4,0 až 6,5 μg/m<sup>3</sup>, což představuje přibližně 16 až 26 % imisního limitu pro tuto znečišťující látku;
- nejvyšší příspěvky ročními koncentracemi **benzenu** byly zjištěny v nejbližším okolí silnice I/6 (úsek mezi ulicí Plynářskou a silnicí II/220) a dále v okolí okružní křižovatky ulic Horové, Bulharské, Bezručové, Vítězné a nábrž. Osvobození, kde dosahují hodnot do 1 μg/m<sup>3</sup> (tj. v úrovni do 20 % imisního limitu);
- nejvyšší příspěvky průměrnými ročními koncentracemi **benzo(a)pyrenu** byly zjištěny v nejbližším okolí silnice I/6 (úsek mezi ulicí Pobřežní a silnicí II/222 na západě města). Vypočtené průměrné roční koncentrace benzo(a)pyrenu zde dosahují hodnot 0,3 až 0,4 ng/m<sup>3</sup> (tj. v úrovni do 41 % imisního limitu).

Grafické znázornění rozložení polí koncentrací pro modelované znečišťující látky je prezentováno v příloze k rozptylové studii.

## 6. Závěr

Na základě výsledků zpracované rozptylové studie lze učinit následující závěry:

1. V současné době jsou na území města Karlových Varů dodrženy imisní limity stanovené pro oxid dusičitý (NO<sub>2</sub>), suspendované částice velikostní frakce PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>, benzen a benzo(a)pyren.
2. Nejvyšší koncentrace znečištění v ovzduší zájmového území byly vypočteny v nejbližším okolí silnice I/6. Jde především o přilehlé oblasti, které se nacházejí v úseku mezi ulicí Pobřežní a silnicí II/222 na západě města, a dále o oblast křižovatky silnic I/6 a I/13. Z hlediska výskytu zvýšených koncentrací benzenu lze rovněž označit blízké okolí okružní křižovatky ulic Vítězná, Bezručova, Horova a nábr. Osvobození.

V Praze dne 16. září 2019

Ing. Pavel Balahura  
Urešova 1266/4  
148 00 Praha 4  
Tel.: +420 608 144 800  
Email: pavel.balahura@seznam.cz

## 7. PŘÍLOHY

PŘÍLOHA 1: Imisní příspěvek dopravy v zájmovém území – stávající stav (rok 2018).