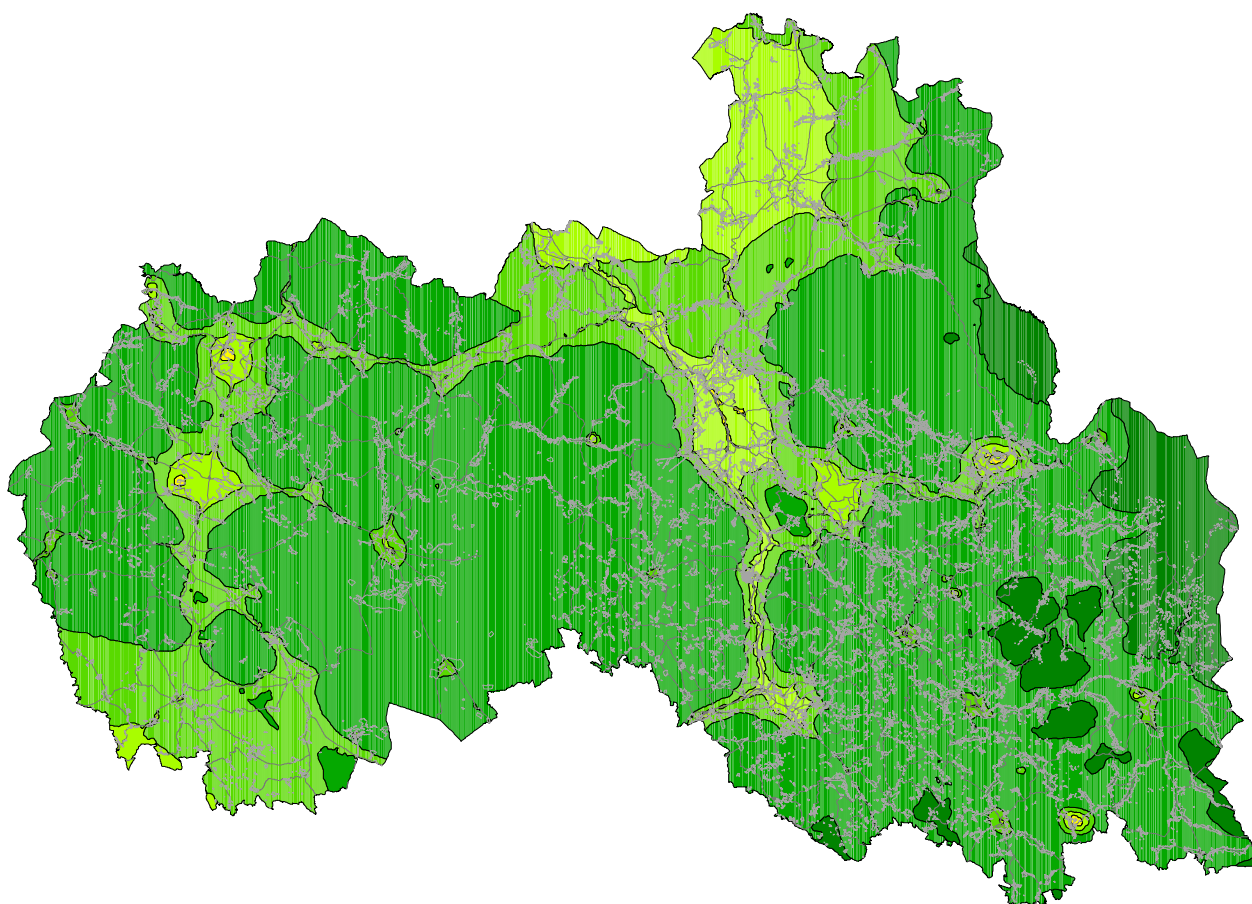


ROZPTYLOVÁ STUDIE LIBERECKÉHO KRAJE 2017



ROZPTYLOVÁ STUDIE LIBERECKÉHO KRAJE – 2017

ZADAL: **Liberecký kraj**
U Jezu 642/2a
461 80 Liberec 2

ZPRACOVAL: **ATEM - Ateliér ekologických modelů, s. r. o.**
Roztylská 1860/1
148 00 Praha 4
e-mail: atem@atem.cz
tel.: 241 494 425

VEDOUCÍ PROJEKTU: **Mgr. Jan Karel**

SPOLUPRÁCE: Mgr. Radek Jareš
Ing. Pavel Machálek
Ing. Josef Martinovský
Mgr. Robert Polák
Ing. Eva Smolová

Červen 2017

O B S A H

Ú V O D	3
1. VSTUPNÍ ÚDAJE PRO MODELOVÉ VÝPOČTY	4
1.1. Zdroje emisí znečišťujících látek	4
1.2. Automobilová doprava	18
1.3. Sekundární aerosoly.....	30
1.4. Regionální imisní pozadí	32
1.5. Referenční body.....	33
2. METODIKA VÝPOČTU ROZPTYLU ZNEČIŠTĚNÍ.....	35
3. VÝSLEDKY MODELOVÝCH VÝPOČTŮ	36
3.1. Oxid dusičitý – průměrné roční koncentrace.....	36
3.2. Oxid dusičitý – 19. nejvyšší hodinová koncentrace	36
3.3. Suspendované částice frakce PM ₁₀ – průměrné roční koncentrace	37
3.4. Suspendované částice frakce PM ₁₀ – 36. nejvyšší denní koncentrace.....	37
3.5. Suspendované částice frakce PM ₁₀ – četnost překročení 24hodinového imisního limitu	38
3.6. Suspendované částice frakce PM _{2,5} – průměrné roční koncentrace	39
3.7. Benzo[<i>a</i>]pyren – průměrné roční koncentrace	39
3.8. Porovnání výsledků rozptylové studie s údaji imisního monitoringu	41
4. IMISNÍ ZATÍŽENÍ OBYVATELSTVA LIBERECKÉHO KRAJE	42
Z Á V Ě R	55
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	57

Ú V O D

Předkládaná rozptylová studie Libereckého kraje navazuje na modelová hodnocení kvality ovzduší provedená v minulých letech v rámci Územně energetické koncepce Libereckého kraje a konceptu snižování emisí a imisí znečišťujících látek do ovzduší v Libereckém kraji. Aktualizace modelového hodnocení poskytuje uživateli obraz o současné emisní i imisní situaci, příčinách znečištění ovzduší, umožňuje sledovat potenciálně problematické zdroje emisí a navrhnout nejvhodnější opatření ke snížení imisní zátěže území. Současně vytváří podklad pro rozličná hodnocení změn v území, např. v rámci územního plánování, posuzování sektorových koncepcí či jako součást posuzování vlivů významných investičních záměrů na životní prostředí.

V rámci rozptylové studie byly souladu se zadáním posuzovány imisní charakteristiky čtyř znečišťujících látek: oxidu dusičitého, suspendovaných částic frakcí PM₁₀ a PM_{2,5} a benzo[a]pyrenu. Pro celé území kraje bylo provedeno kompletní vyhodnocení produkce emisí u všech skupin zdrojů znečišťování a byly zpracovány sestavy emisních dat pro výpočet rozptylu znečištění. Kromě zdrojů na území Libereckého kraje byly do výpočtu zahrnuty také významné stacionární zdroje z ostatních území ČR a polská elektrárna Turów. Pro výpočet imisních koncentrací znečišťujících látek byl použit model ATEM, který je uveden ve vyhlášce č. 330/2012 Sb. jako referenční metoda pro výpočet rozptylu v ovzduší.

Zpracování projektu plně využívá nové metodické postupy a projekty řešené v nedávném období. Obdobně jako v předchozích etapách probíhalo během posledních let další rozpracování a optimalizace metodik na základě aktuálních metodických podkladů a nových poznatků. Jedná se zejména o skladbu vozového parku, hodnocení resuspenze (zvířený prach) z automobilové dopravy, emisní faktory pro malé zdroje emisí, zohlednění vlivu terénu na rozptyl znečištění ad.

Obdobně jako v předchozí etapě jsou veškeré vstupní údaje a výsledky modelových výpočtů zpracovány v geografickém informačním systému (GIS). V rámci projektu vystupuje GIS jako hlavní nástroj umožňující zpracování, shromažďování, ověřování a archivaci dat s možností následného propojení do dalších informačních systémů kraje.

1. VSTUPNÍ ÚDAJE PRO MODELOVÉ VÝPOČTY

1.1. Zdroje emisí znečišťujících látek

1.1.1. Charakteristika zdrojů znečišťování ovzduší

Cílem úvodní části hodnocení kvality ovzduší je zpracování všech podkladů o zdrojích znečišťování ovzduší do odpovídající datové struktury pro účely modelových výpočtů kvality ovzduší.

Tato část zahrnuje jednak převod převzatých údajů evidence zdrojů znečišťování ovzduší (databáze REZZO apod.) do příslušné struktury, jednak samostatné výpočty emisí, aproximace z dostupných statistických dat, zapracování údajů získaných konzultacemi se specialisty, z literárních podkladů atd. Použité metodické postupy při stanovení emisí jsou obdobné jako v předcházejících úrovních projektu, jsou ovšem postupně inovovány a doplňovány o nové poznatky.

Zdroje znečišťování ovzduší jsou rozděleny do skupin podle velikosti a podle druhu (vyjmenované a nevyjmenované stacionární a mobilní). Rozdělení zdrojů do skupin umožňuje podstatně rychlejší orientaci ve výsledcích a vzájemné porovnání podílů jednotlivých skupin zdrojů na vypočtených imisních hodnotách.

Rozdělení zdrojů podle kategorizace uvádí tabulka 1.

Tab. 1. Rozdělení zdrojů znečišťování podle kategorizace

Druh zdroje	Vyjmenované stacionární zdroje	Nevyjmenované stacionární zdroje	Mobilní zdroje
Kategorie	REZZO 1, REZZO 2	REZZO 3	REZZO 4
Obsahuje	Stacionární zařízení ke spalování paliv o celkovém tepelném příkonu vyšším než 0,3 MW, spalovny odpadů, jiné zdroje (technologické spalovací procesy, průmyslové výroby, apod.)	Stacionární zařízení ke spalování paliv o celkovém tepelném příkonu do 0,3 MW vč. lokálního vytápění domácností, nevyjmenované technologické procesy	Silniční, železniční, lodní a letecká doprava osob a přeprava nákladu, provoz nesilničních strojů a mechanismů, údržba zeleně a lesů, apod.
Původ emisních dat	Ohlášené emisní údaje vyjma zjednodušených hlášení podle přílohy č. 11 vyhlášky č. 415/2012 Sb. (REZZO 1 – ohlášené emise, REZZO 2 – emise vypočítávané z ohlášených spotřeb paliv a emisních faktorů)	Vypočtené emise z aktivitních údajů získaných např. ze SLDB, výrobních a energetických statistik apod., a emisních faktorů	Silniční doprava na tzv. hlavní komunikační síti – vypočtené emise na základě výsledků sčítání dopravy a emisních faktorů Ostatní – vypočtené emise z aktivitních údajů a emisních faktorů
Charakter zdroje	bodový zdroj	plošný zdroj	liniový zdroj – zdroje jednotlivě sledované liniový zdroj – zdroje hromadně sledované
Způsob evidence	zdroje jednotlivě sledované	zdroje hromadně sledované	silniční doprava na tzv. hlavní komunikační síti – zdroje jednotlivě sledované ostatní – zdroje hromadně sledované

Počet zdrojů emisí, zahrnutých do jednotlivých skupin, je následující:

1. Bodové zdroje

- 2 126 komínů a výdechů vyjmenovaných stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší na území Libereckého kraje s nenulovou emisí hodnocených znečišťujících látek – všechny vyjmenované zdroje byly počítány individuálně jako bodové zdroje
- 1 327 významných stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší (komínů a výdechů) na ostatním území ČR
- elektrárna Turów na území Polska

2. Plošné zdroje

- 5 874 plošných zdrojů – čtverců 500 × 500 m, do nichž jsou agregovány emise z těchto zdrojů:
 - malé zdroje – lokální vytápění domácností v členění na základní sídelní jednotky (1 093 ZSJ)
 - ostatní malé stacionární zdroje v členění na obce, v případě města Liberce jsou samostatně odděleny Vratislavice nad Nisou (216 územních jednotek)

3. Doprava

- 9 369 liniových úseků na území Libereckého kraje (automobilová doprava – hlavní komunikační síť)

Celkově byly vyhodnoceny vstupní sestavy pro 18 697 bodových, plošných a liniových zdrojů.

1.1.2. Vyjmenované stacionární zdroje emisí

V rámci rozptylové studie Libereckého kraje byla využita data o vyjmenovaných stacionárních zdrojích za rok 2015 z databáze ČHMÚ [3], která kromě emisí dle poplatkové agendy obsahuje též emise látek, které nejsou sledovány a jsou dodatečně stanoveny výpočtem na základě emisních faktorů (PM₁₀, PM_{2,5}, B[a]P).

Do kategorie zvláště velkých a velkých zdrojů znečišťování ovzduší bylo v roce 2015 zařazeno 749 zdrojů s 2 126 komíny či výdechy. Jejich počet se meziročně mění, neboť dochází ke vzniku nových zdrojů, k jejich zániku, nebo k přerazování z kategorie velkých zdrojů do kategorie středních a naopak. V souvislosti s požadavky legislativy, byla u většiny zdrojů již realizována opatření vedoucí k výraznému snížení produkce emisí. Lze konstatovat, že nejdůležitější zdroje na území Libereckého kraje nemají zásadní problémy s plněním emisních limitů a dalších požadavků. Jednotlivé

provozovny jsou v tabulkách určeny kódem IDFPROV, podle kterého lze ve zdrojové databázi přesně určit identifikaci provozovny, její umístění a získat další podrobné údaje.

Přehled nejvýznamnějších zdrojů emisí uvádějí tabulky 2 a 3.

Tab. 2. Nejvýznamnější vyjmenované zdroje emisí oxidů dusíku – rok 2015

Název provozovny	Emise NO _x (t.rok ⁻¹)
TERMIZO a. s. – Spalovna komunálních odpadů	104,340
DS Agro Energie s. r. o. – Bioplynová stanice Bělá u Staré Paky	45,234
PRECIOSA ORNELA, a. s., závod Příchovice	43,744
PRECIOSA ORNELA, a. s., závod Desná a Polubný	40,526
Crystalex CZ, s. r. o. – závod Nový Bor	35,980
Severočeské vodovody a kanalizace, a. s. – ČOV Česká Lípa	26,550
Sklárna a minipivovar Novosad & syn Harrachov s. r. o. Czech republic	20,314
G-RONN s. r. o. – kogenerační jednotka	20,170
G-RONN s. r. o. – kogenerační jednotka	19,400
PRECIOSA, a. s. – závod 13	16,710
ENERGIE Holding a. s. – výtopna Hradčany	13,343
Jablonecká energetická a. s. – Výtopna Brandl	12,448
EGERMANN, s. r. o. – Nemocniční	11,358
Devro s. r. o.	11,299
Teplárna Liberec, a. s.	10,860
VITRUM, společnost s ručením omezeným	9,599
DIAMO, s. p., o. z. TÚU Stráž pod Ralskem – výtopna Stráž pod Ralskem	9,280
PRECIOSA-LUSTRY, a. s. Nový Svět – hlavní závod	7,580
Českolipská teplárenská a. s. – Kotelna LOOS	7,363
Magna Exteriors (Bohemia) s. r. o. – závod Liberec	7,011
Rýnovická energetická s. r. o. – kombinovaný tepelný zdroj	6,755
Severočeské vodovody a kanalizace, a. s. – ČOV Liberec	6,155
Teplárna Liberec, a. s. – Františkov	5,999
GOLEM Velké Hamry, a. s. – MEZIVODÍ	5,761
TECHNOINVEST a. s. – BPS Křížany	5,758
Bioplyn Jílové s. r. o.	5,755
G-LINDE kogenerační jednotka	5,380
CKV s. r. o.	5,268
KOMTERM Čechy, s. r. o. – Ralsko	5,249
AveClara s. r. o. – huť	4,540
ČEZ Energo – kogenerační jednotka Frýdlant	4,328
Celkem vybrané nejvýznamnější zdroje	534,057
Vyjmenované zdroje celkem	711,551
Podíl	75 %

Tab. 3. Nejvýznamnější vyjmenované zdroje emisí částic PM₁₀ – rok 2015

Název provozovny	Emise PM ₁₀ (t.rok ⁻¹)
EUROVIA Kamenolomy, a. s. – Košťálov – štěrkovna	32,847
EUROVIA Kamenolomy, a. s. – DP Chlum	12,561
L. Klíma automatické mlýny Křesín – Libochovice s. r. o., mlýn Raspenava	9,319
ONTEX CZ s. r. o. – Turnov – Vesecko	6,476
CEMEX Sand,k.s. lom Smrčí	5,008
Detoa Albrechtice s. r. o.	4,297
Drylock Technologies – linky	3,493
EUROVIA Kamenolomy a. s. – Frýdštejn – Bezděčín	3,436
AUTO MAKAR s. r. o. – DIAMO	3,434
ZETKA Strážník a. s. – Studenec	2,830
PRECIOSA ORNELA, a. s., závod Desná a Polubný	1,748
Johnson Controls Autobaterie spol. s r.o.	1,719
EUROVIA Kamenolomy, a. s. – Tachov	1,654
ZAPA beton a. s. Grabštejn	1,615
Jizerská Pila s. r. o. – Kořenov	1,388
Bombardier Transportation Czech Republic a. s.	1,382
Ing. Henry Kyncl – Komerční slévárna šedé a tvárné litiny Turnov a. s.	1,182
DOBET, spol. s r.o. – Krásný Les	1,122
GOLEM Velké Hamry, a. s. – MEZIVODÍ	1,026
EFTEC (Czech Republic) a. s. – provozovna Hrádek nad Nisou	0,907
PRECIOSA ORNELA a. s., závod Zásada	0,888
Benteler ČR s. r. o. – Chrastava	0,853
EGERMANN, s. r. o. – Nemocniční	0,845
FURNIERTECHNIK Raspenava s. r. o.	0,841
KOZÁKOV-DRUŽSTVO	0,794
EUROVIA Kamenolomy, a. s. – pískovna Dubnice	0,761
VITRUM, společnost s ručením omezeným	0,753
KSM Castings CZ a. s.	0,636
Sklárna a minipivovar Novosad & syn Harrachov s. r. o. Czech republic	0,614
ZAPA beton a. s. Václavice I	0,518
Celkem vybrané nejvýznamnější zdroje	104,947
Vyjmenované zdroje celkem	123,529
Podíl	85 %

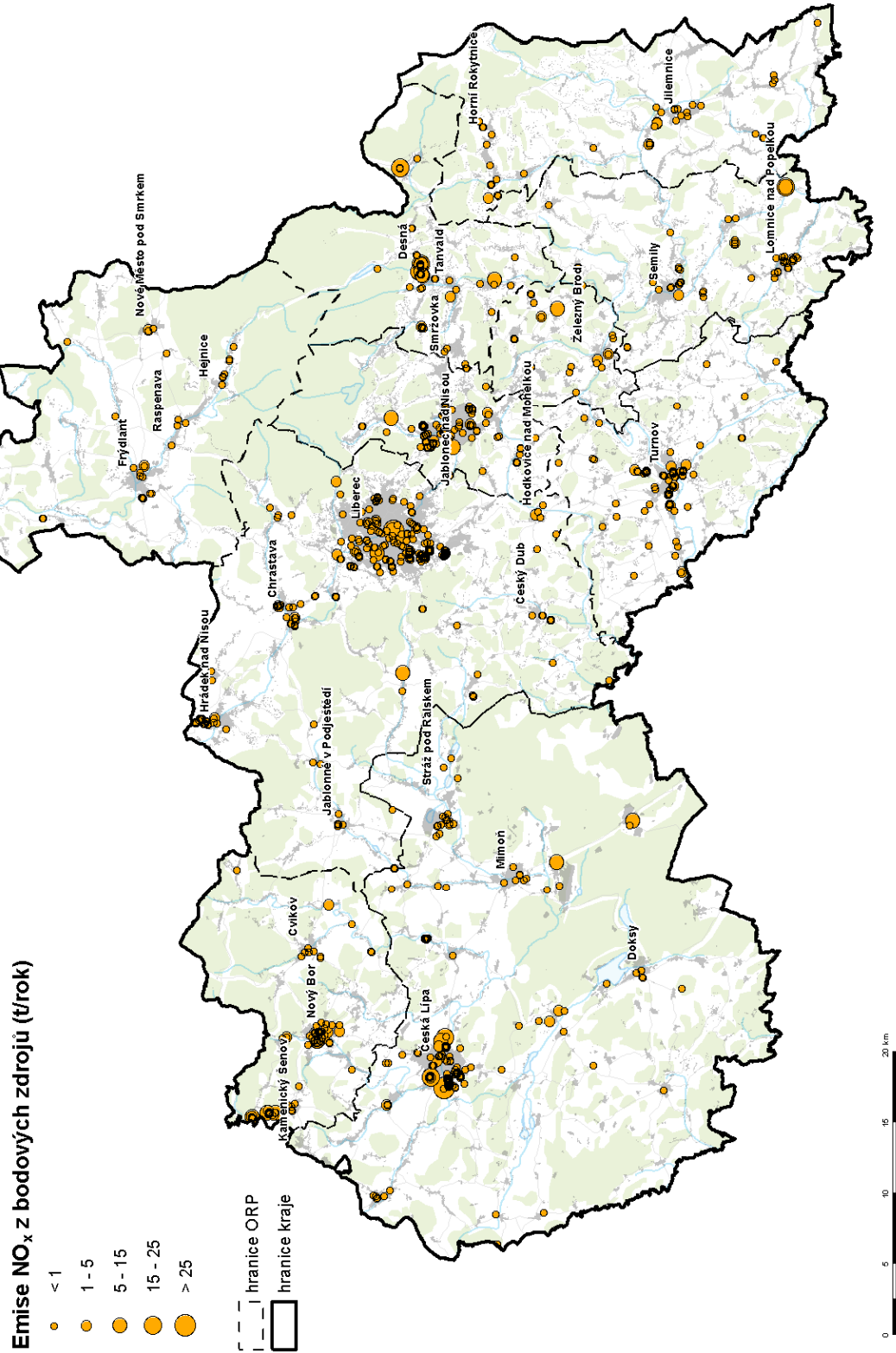
Z tabulek je patrné, že naprostá většina emisí z vyjmenovaných zdrojů je produkována jen omezeným počtem těchto zdrojů. Z celkového počtu 749 provozoven lze vybrat 31 zdrojů s emisí oxidů dusíku nad 4 t.rok⁻¹, tato skupina produkuje 75 % celkových emisí NO_x, obdobně 32 vybraných zdrojů s emisí částic PM₁₀ nad 0,5 t.rok⁻¹ produkuje 85 % celkových emisí vyjmenovaných zdrojů.

Pět nejvýznamnějších provozoven produkuje 38 % emisí NO_x a 54 % emisí PM₁₀, jedná se o následující zdroje:

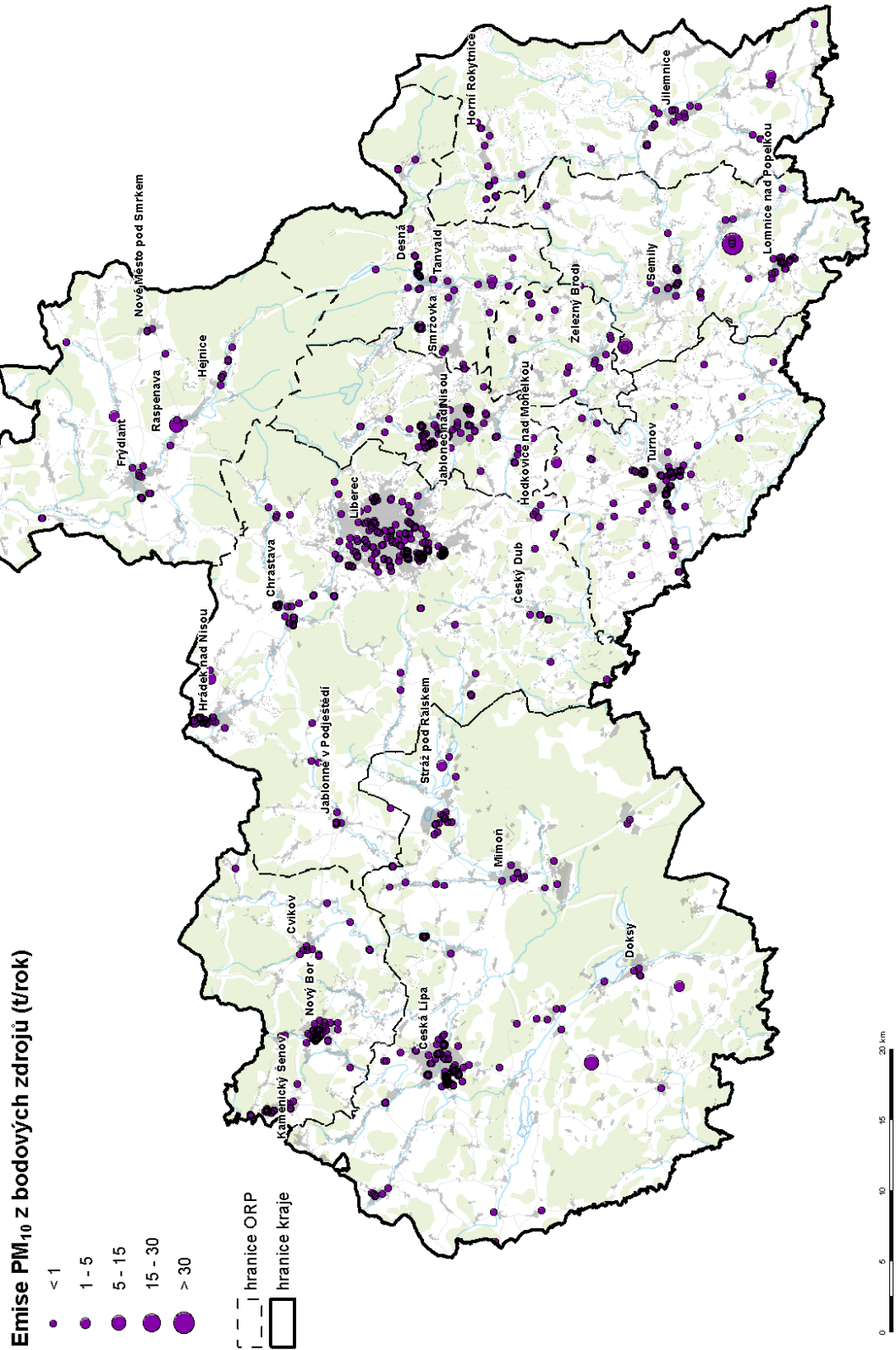
- v případě emisí NO_x TERMIZO a. s. – Spalovna komunálních odpadů (Liberec), DS Agro Energie s. r. o. – Bioplynová stanice Bělá u Staré Paky, PRECIOSA ORNELA, a. s., závod Příchovice, PRECIOSA ORNELA, a. s., závod Desná a Polubný a Crystalex CZ, s. r. o. – závod Nový Bor
- v případě emisí PM₁₀ EUROVIA Kamenolomy, a. s. – Košťálov – štěrkovna, EUROVIA Kamenolomy, a. s. – DP Chlum, L. Klíma automatické mlýny Křesín – Libochovice s. r. o., mlýn Raspenava, ONTEX CZ s. r. o. – Turnov – Vesecko a CEMEX Sand, k.s. lom Smrčí.

Rozložení vyjmenovaných zdrojů v rámci území Libereckého kraje je znázorněno na obr. 1 a 2. Celkový přehled emisí z vyjmenovaných zdrojů je pak uveden v kap. 1.1.5.

Obr. 1. Stacionární bodové zdroje znečišťování ovzduší – emise NO_x (t.rok⁻¹)



Obr. 2. Stacionární bodové zdroje znečišťování ovzduší – emise PM₁₀ (t.rok⁻¹)



1.1.3. Nevyjmenované stacionární zdroje emisí

Kategorie nevyjmenovaných (malých) zdrojů se týká především spalování paliv v domácnostech a v sektoru obchodu a služeb. I v této kategorii zdrojů došlo v období 90. let minulého století k výraznému poklesu celkového objemu emisí, které bylo způsobeno především dynamickým rozvojem plynofikace měst a obcí na území Libereckého kraje.

Data o emisích z vytápění domácností byla obdobně jako u emisí z vyjmenovaných zdrojů převzata z databáze ČHMÚ, a to v nejpodrobnějším možném členění – na úrovni základních sídelních jednotek (ZSJ). Celkem se jedná o 1 093 ZSJ, pokrývajících území kraje. Údaje v emisní databázi vycházejí z dat Sčítání lidu, domů a bytů 2011, které byly aktualizovány na rok 2015 na základě demografických dat.

K těmto údajům byly následně připočteny emise z dalších malých zdrojů provozovaných právnickými a fyzickými osobami, jedná se zejména o drobné provozovny v sektoru služeb. Emise z těchto zdrojů byly určeny výpočtem pomocí emisních faktorů na základě podkladů Územní energetické koncepce Libereckého kraje, údajů ČSÚ o spotřebě zemního plynu v sektorech maloobchodu a domácnosti, dat o plynofikaci obcí a jejich částí, evidence ubytovacích zařízení v jednotlivých obcích a velikostních kategoriích obcí a měst. Emise byly stanoveny na úrovni základních územních jednotek (celkem 216 ZÚJ).

Přehled nejvýznamnějších zdrojů (ZÚJ) v řazení podle celkových emisí uvádí tabulky 4 a 5, v řazení podle měrných emisí ($t.rok^{-1}$ na 1 ha) pak tabulky 6 a 7.

Tab. 4. Nejvýznamnější nevyjmenované zdroje emisí oxidů dusíku – rok 2015

Název ZÚJ	Emise NO _x (t.rok ⁻¹)
Liberec (nečleněné město)	54,174
Jablonec nad Nisou	26,483
Česká Lípa	14,439
Turnov	12,460
Nový Bor	10,444
Semily	7,337
Lomnice nad Popelkou	7,273
Frýdlant	6,929
Hrádek nad Nisou	6,722
Železný Brod	6,291

Název ZÚJ	Emise NO _x (t.rok ⁻¹)
Liberec-Vratislavice nad Nisou	6,084
Mimoň	6,036
Cvikov	5,447
Doksy	5,434
Kamenický Šenov	5,402
Chrastava	5,377
Jablonné v Podještědí	5,166
Jilemnice	4,995
Tanvald	4,832
Raspenava	4,510
Smržovka	4,372
Studeneč	3,917
Pěnčín	3,783
Český Dub	3,722
Nové Město pod Smrkem	3,721
Rokytnice nad Jizerou	3,458
Celkem vybrané nejvýznamnější zdroje	232,054
Nevyjmenované zdroje celkem	425,358
Podíl	55 %

Tab. 5. Nejvýznamnější nevyjmenované zdroje emisí částic PM₁₀ – rok 2015

Název ZÚJ	Emise PM ₁₀ (t.rok ⁻¹)
Liberec (nečleněné město)	51,847
Česká Lípa	20,800
Jablonec nad Nisou	18,299
Mimoň	17,485
Kamenický Šenov	14,396
Frýdlant	12,832
Studeneč	12,784
Turnov	12,148
Cvikov	11,863
Pěnčín	11,643
Raspenava	11,257
Jablonné v Podještědí	10,892
Železný Brod	10,242
Semily	9,942
Český Dub	9,759
Nový Bor	9,705
Velké Hamry	9,474
Lomnice nad Popelkou	8,991
Hrádek nad Nisou	8,600
Tanvald	8,516

Název ZÚJ	Emise PM ₁₀ (t.rok ⁻¹)
Višňová	8,235
Doksy	7,943
Brniště	7,838
Jilemnice	7,812
Nové Město pod Smrkem	7,618
Horní Branná	7,386
Liberec-Vratislavice nad Nisou	7,091
Celkem vybrané nejvýznamnější zdroje	335,398
Nevyjmenované zdroje celkem	788,909
Podíl	43 %

Z tabulek je patrné, že jako plošné zdroje s největší absolutní produkcí emisí se uplatňují města s největším počtem obyvatel – v případě NO_x Liberec, Jablonec nad Nisou, Česká Lípa, Turnov, Nový Bor atd., u PM₁₀ se projevuje též význam zastoupení pevných paliv, kde se mezi největšími zdroji prosazují též Mimoň, Kamenický Šenov, Frýdlant a další. Z hlediska vlivů na kvalitu ovzduší je však nutno kromě kritéria celkového množství emisí brát v úvahu rovněž měrnou produkci na jednotku plochy. Přehled nejvýznamnějších zdrojů z tohoto hlediska uvádějí tabulky 6 a 7.

Tab. 6. Nevyjmenované zdroje s nejvyšší měrnou produkcí emisí NO_x v kg/ha/rok

Název ZÚJ	Emise NO _x (kg.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)
Jablonec nad Nisou	8,33
Liberec	5,90
Ohrazenice	5,51
Stráž nad Nisou	5,50
Turnov	5,48
Nový Bor	5,20
Kamenický Šenov	5,14
Semily	4,54
Martinice v Krkonoších	4,45
Radimovice	4,36
Maršovice	4,33
Nový Oldřichov	3,97
Tanvald	3,90
Mimoň	3,88
Jilemnice	3,59
Přepeře	3,18
Plavy	3,14
Velké Hamry	3,13
Smržovka	2,93

Název ZÚJ	Emise NO _x (kg.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)
Horka u Staré Paky	2,90
Lomnice nad Popelkou	2,82
Železný Brod	2,80
Nová Ves nad Nisou	2,77
Pěnčín	2,74
Skuhrov	2,72
Líšný	2,68

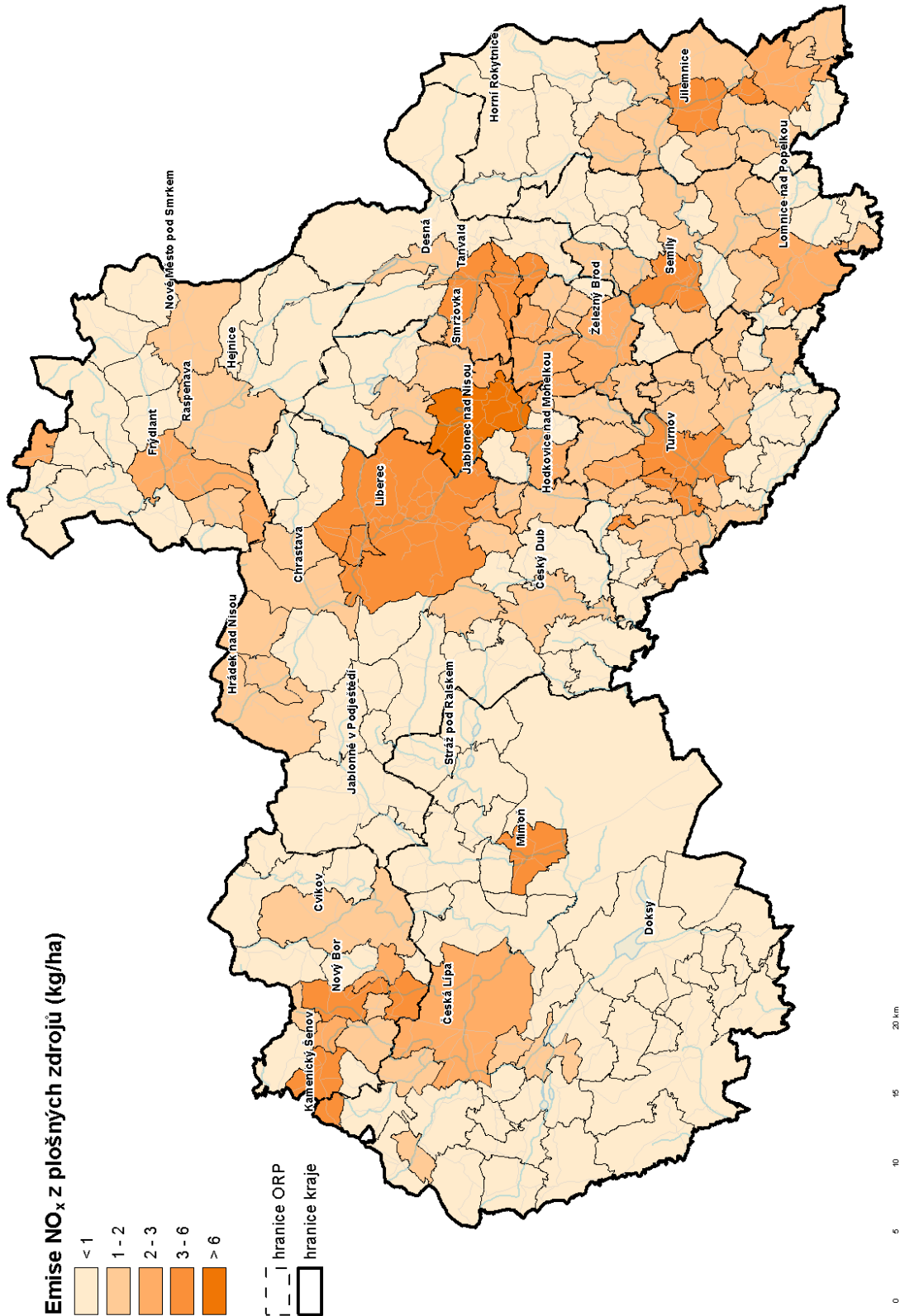
Tab. 7. Nevyjmenované zdroje s nejvyšší měrnou produkcí emisí PM₁₀ v kg/ha/rok

Název ZÚJ	Emise PM ₁₀ (kg.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)
Kamenický Šenov	13,71
Martinice v Krkonoších	13,62
Radimovice	12,45
Mimoň	11,23
Nový Oldřichov	10,80
Velké Hamry	9,98
Horka u Staré Paky	9,11
Nová Ves nad Nisou	8,85
Pěnčín	8,58
Skuhrov	8,56
Líšný	8,54
Plavy	8,54
Studeneč	7,45
Dlouhý Most	7,43
Tanvald	6,89
Stráž nad Nisou	6,87
Habartice	6,71
Loužnice	6,56
Zásada	6,40
Semily	6,17
Jablonec nad Nisou	5,94
Liberec	5,80
Maršovice	5,65
Jilemnice	5,62
Radčice	5,61

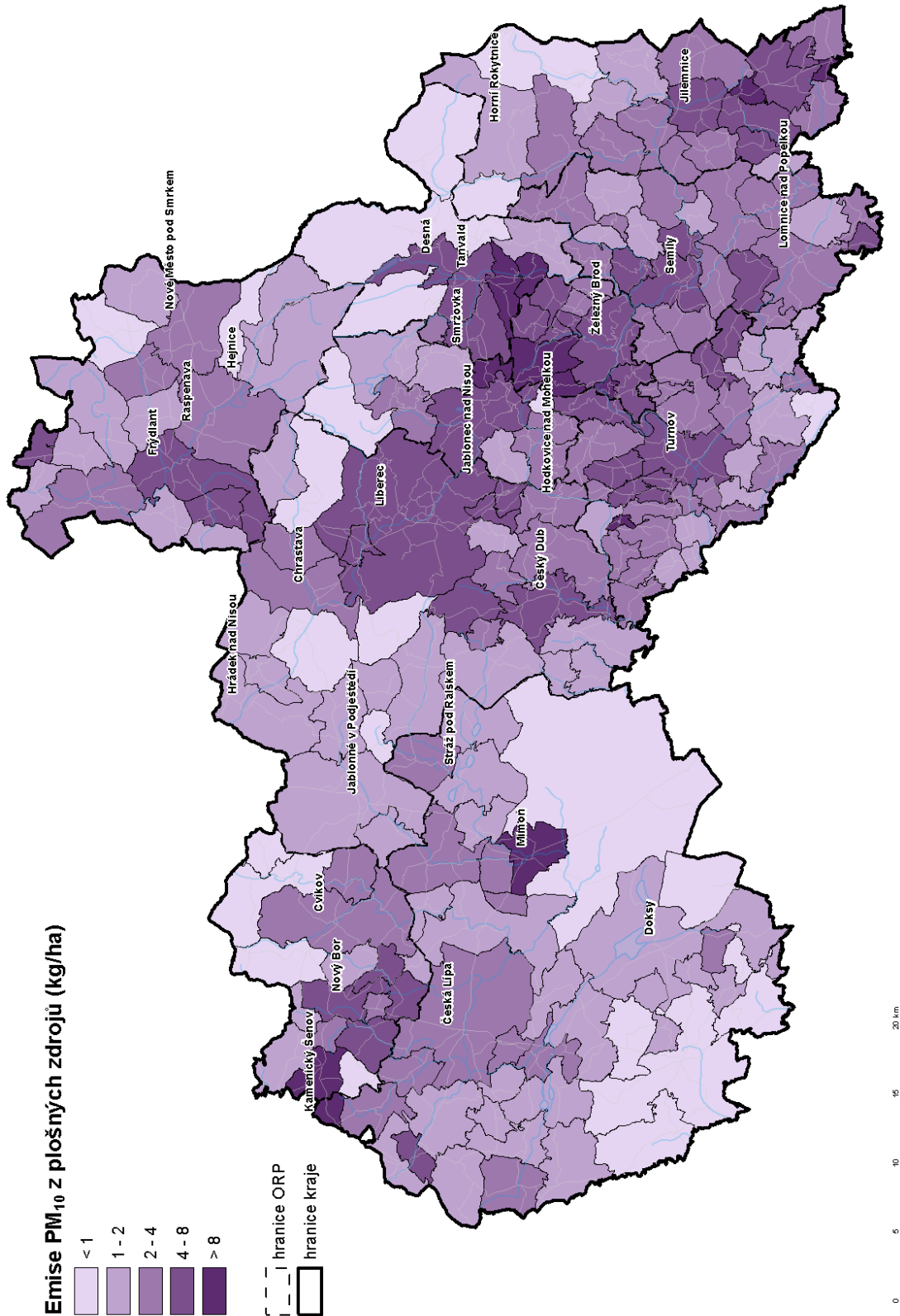
Údaje v tabulkách 6 a 7 ukazují, jak je množství emisí ovlivněno složením paliv, tj. způsobem vytápění. Zatímco v případě oxidů dusíku, které vznikají při spalovacích procesech obecně je nejvyšší měrná emise v Jablonci n. N. a Liberci, tj. ve větších městech s vyšší hustotou zástavby, emise PM₁₀ jsou nejvyšší ve městech jako je

Kamenický Šenov, Martinice v Krkonoších, Radimovice nebo Mimoň. Tato menší města jsou typická vyšším zastoupením pevných paliv (zejm. dřeva), která produkují emise pevných částic ve větším množství, naproti tomu vytápění zemním plynem je zdrojem suspendovaných částic naprosto minimálním, případně nulovým. Rozložení měrných emisí z nevyjmenovaných zdrojů v rámci území Libereckého kraje je znázorněno na obr. 3 a 4, celkový přehled emisí z vyjmenovaných zdrojů je pak opět uveden v kap. 1.1.5.

Obr. 3. Plošné zdroje znečišťování ovzduší – emise NO_x (kg.rok⁻¹.ha⁻¹)



Obr. 4. Plošné zdroje znečišťování ovzduší – emise PM₁₀ (kg.rok⁻¹.ha⁻¹)



1.2. Automobilová doprava

Doprava představuje v současné době jeden z nejvýznamnějších zdrojů znečištění ovzduší na území většiny městských aglomerací v ČR. Znečišťující látky z dopravy se též zásadně podílejí na tvorbě fotochemického smogu, jehož průvodním jevem jsou především vysoké koncentrace přízemního ozónu. V okolí dopravně zatížených komunikací dochází rovněž k výraznému nárůstu zátěže suspendovanými částicemi v důsledku resuspenze (znovuzvíření) prachu z vozovek.

Emise z automobilové dopravy jsou reprezentovány pomocí liniových zdrojů – úseků komunikací. Emise jsou stanovovány výpočtem, přičemž hlavním vstupním údajem pro určení emisí jsou intenzita dopravy v členění podle kategorií vozidel (osobní automobily, lehká a těžká nákladní vozidla, autobusy).

V rámci předkládané rozptylové studie byly využity dva komplementární datové soubory, obsahující údaje o intenzitách dopravy na komunikacích:

- výsledky Celostátního sčítání dopravy 2016 [4], publikované Ředitelstvím silnic a dálnic ČR
- datová sada Open Transport Map pro území Libereckého kraje, poskytnutá zadavatelem

Výsledky Celostátního sčítání dopravy na dálniční a silniční síti ČR 2016 poskytují informace o průměrných intenzitách automobilové dopravy na hlavních komunikacích v rámci kraje. Na dálnicích jsou intenzity dopravy stanoveny zejména pomocí údajů z automatických detektorů dopravy, na silnicích pak z výsledků ručních průzkumů. Uvedeny jsou roční průměry denních intenzit dopravy za rok 2016 v členění podle kategorií vozidel.

Data Open Transport Map obsahují vizualizaci modelových dopravních proudů v pilotních územích, kdy jednou ze sledovaných oblastí je právě území Libereckého kraje. Na základě těchto dat byla hodnocená komunikační síť doplněna o další silnice, které nejsou zahrnuty v celostátním sčítání dopravy. Hodnocení emisí a imisí z dopravy je tak podrobnější a zahrnuje všechny důležité komunikace na území Libereckého kraje, tj. i menší komunikace než silnice I. třídy a vybrané silnice II. třídy zahrnuté ve sčítání dopravy. Data z Open Transport Map byla poskytnuta zadavatelem ve formě celkového průměrného denního počtu vozidel. Pro doplnění skladby vozidel byly využity specifické koeficienty, odvozené na základě ekvivalentních úseků z celostátního sčítání. Oproti celostátním poměrovým koeficientům, obsaženým např. v Technických podmínkách MD tento postup zohledňuje reálnou situaci v řešeném území a poskytuje tak přesnější výsledky modelování výše emisí z dopravy.

Obrázek 5 uvádí prostorové rozložení celkových intenzit dopravy na sledované komunikační síti Libereckého kraje, obrázek 6 znázorňuje intenzitu nákladní dopravy na komunikacích pokrytých celostátním sčítáním. Přehled nejvýznamnějších

komunikací a jejich celodenní intenzity dle Celostátního sčítání dopravy jsou uvedeny v tab. 8.

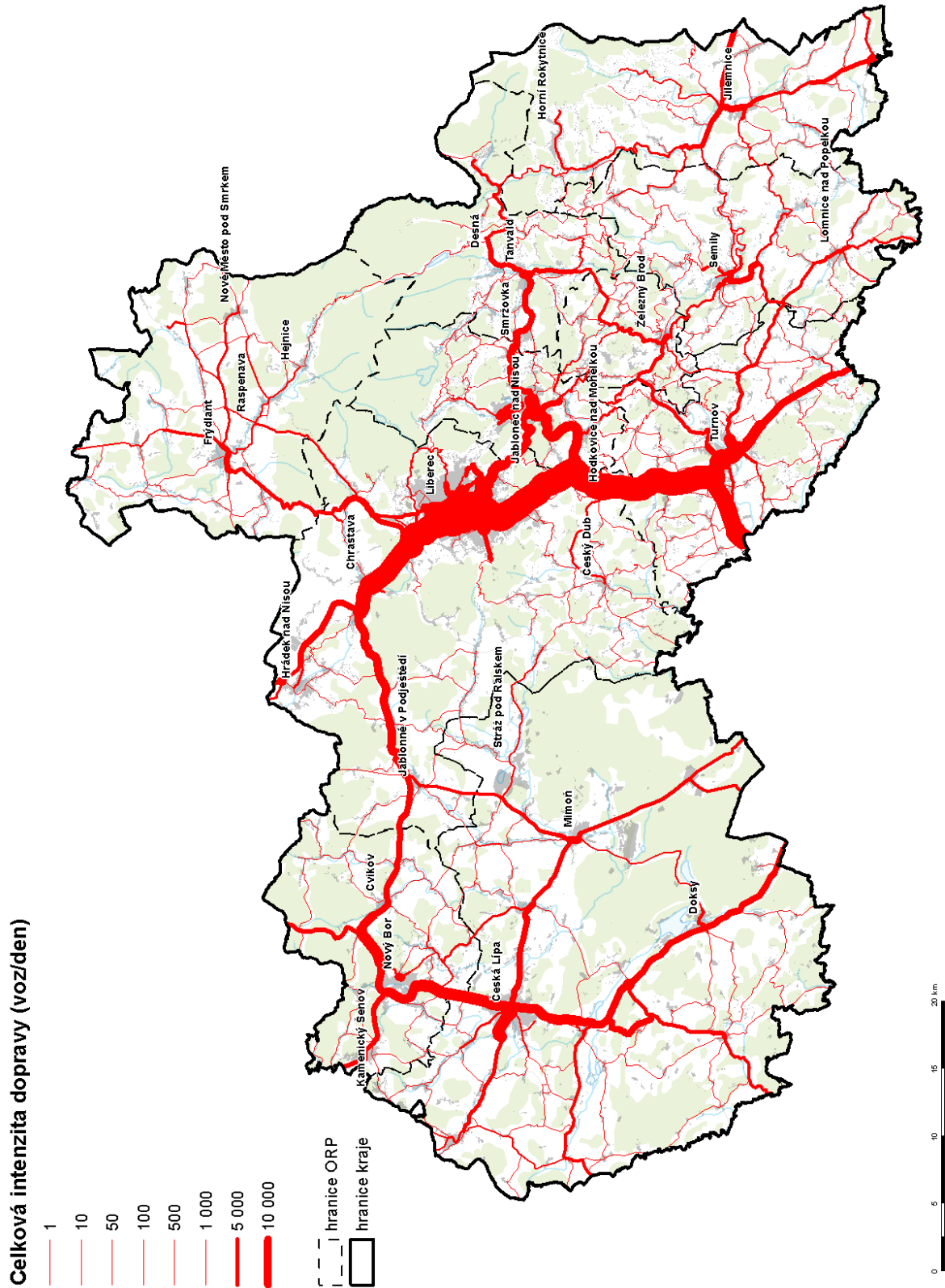
Tab. 8. Intenzity dopravy na nejzatíženějších komunikacích v Libereckém kraji v roce 2016 (počet vozidel za 24 hodin)

Č. silnice	Profil	OA	NL	NT	BUS
I/35	Liberec, úsek ul. Košická - ul. Čechova	40 386	332	310	39
I/14	Liberec, vyústění ul. Kunratická - křiž. s III/2784	32 334	313	265	37
I/35	Hodkovice nad Mohelkou, vyús. 65 - zaús. II/278	27 343	228	298	21
I/35	Liberec, křižovatka s III/2784 - ul. Hodkovická	25 176	238	301	16
I/35	Svárov, vyústění I/13 - Liberec, vyústění I/131	25 570	202	235	11
I/35	Paceřice, mimoúr. křiž. III/2791 - hr. ok. Lib. a Semily	23 366	232	261	19
I/35	křižovatka s III/27250 - Svárov, vyústění I/13	21 186	163	204	10
D10	křižovatka s II/610 - hr. krajů Liberecký a Středočeský	20 269	202	218	22
I/14	Liberec, vyústění I/35 - MÚK Zelené údolí	20 035	144	27	51
D10	hr. okr. Liberec a Semily - zaústění I/35	17 629	177	197	18
I/35	Turnov, zaústění II/610 - křižovatka s II/283	18 536	135	131	12
I/10	zaústění I/35 - Ohrazenice, přivaděč k III/28729	15 734	138	168	12
I/35	Chrastava, z.z. - křižovatka s II/592	14 967	148	121	67
I/35	Turnov, vyústění z D10 - zaústění II/610	15 024	123	82	62

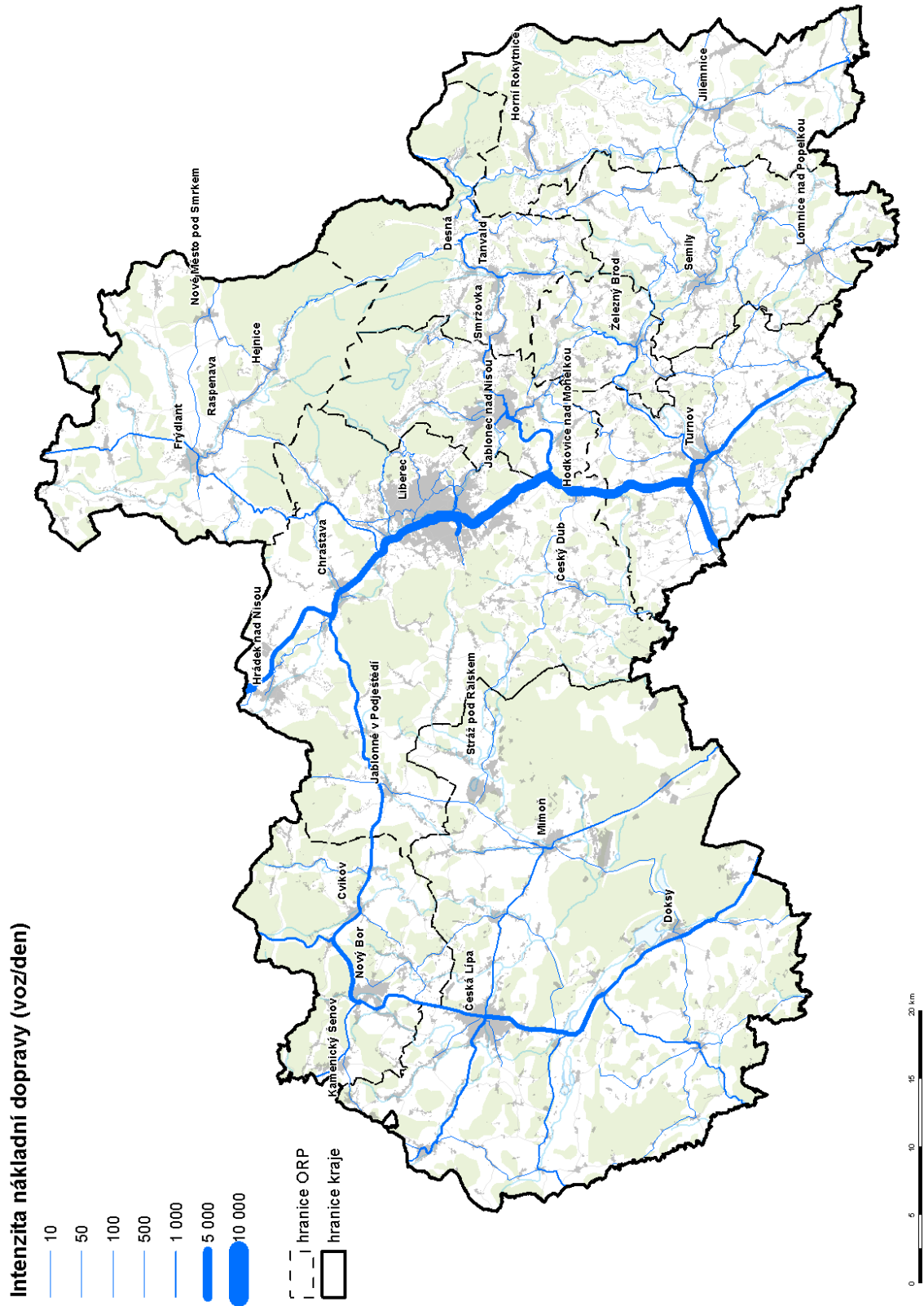
OA: osobní vozidla; NL: lehká nákladní vozidla; NT: těžká nákladní vozidla; BUS: autobusy

Zdroj: Výsledky sčítání dopravy na silniční a dálniční síti za rok 2016, Ředitelství silnic a dálnic ČR

Obr. 5. Celková intenzita automobilové dopravy na komunikacích Libereckého kraje



Obr. 6. Intenzita nákladní dopravy na hlavních komunikacích Libereckého kraje



Oba výše popsané datové zdroje byly získány ve formě datových souborů použitelných v Geografických informačních systémech (formát ESRI shapefile). Nad těmito vrstvami byla vytvořena síť liniových zdrojů, kde každý zdroj odpovídá jednomu přímému silničnímu úseku, který je homogenní z hlediska všech výpočetních parametrů (intenzita a skladba dopravy, podélný sklon komunikace, rychlost a plynulost dopravního proudu atd.). Do sestavy liniových zdrojů byly zahrnuty všechny úseky, pro které byly k dispozici údaje o intenzitách dopravy.

Základní charakteristiky použité sítě liniových zdrojů, vstupující do modelového výpočtu, jsou uvedeny v tab.9.

Tab. 9. Základní charakteristiky sítě liniových zdrojů

Počet homogenních liniových zdrojů	9 396
Celková délka liniových úseků (km)	2 295
Průměrná délka liniového úseku (m)	245

Pro výpočty emisí z automobilové dopravy byla použita metodika, kterou vyvinula Vysoká škola chemicko-technologická a Ateliér ekologických modelů v rámci projektu MŽP ČR v období 2000 – 2002 [5]. Použitá metodika byla pod názvem MEFA-02 publikována Ministerstvem životního prostředí v říjnu 2002.

Pro výpočet byl použit emisní model zpracovaný na základě uvedené metodiky, a to v nejnovější verzi MEFA-13 [6]. Model MEFA umožňuje zohlednit při výpočtech emisí působení jednotlivých faktorů (typ vozidla, skladba dopravního proudu, rychlost, sklon apod.) pomocí soustavy vzájemně provázaných rovnic. Model je navržen pro široké spektrum emisních výpočtů v rozsahu od detailního modelování jednotlivých objektů (garáže, parkoviště, autobusová nádraží) přes oblasti středního rozsahu (část města, větší dopravní stavby) až po rozsáhlá území měst nebo regionů a v současné době je zájemcům standardně distribuován.

Verze modelu MEFA-13 oproti předchozí verzi:

- umožňuje vyčíslit emise $PM_{2,5}$ z automobilové dopravy i resuspenze (sekundární prašnosti)
- umožňuje vyčíslit emise benzo[a]pyrenu z automobilové dopravy i resuspenze (sekundární prašnosti)
- zahrnuje studené starty
- má integrovaný nový odhad vývoje vozového parku do roku 2040
- obsahuje jemnější členění segmentu těžkých nákladních vozidel (na střední, těžká, návěšové soupravy, střední vozidla s přívěsem a těžká vozidla s přívěsem)
- zohledňuje vytížení nákladních vozidel

Pro výpočet emisí z dopravy byla použita aktualizovaná verze modelu MEFA, která se v současnosti připravuje k publikaci, a která zahrnuje dvě podstatné metodické úpravy. První úpravou je nová metodika pro výpočet emisí částic a na ně vázaných látek (vč. benzo[a]pyrenu), pocházejících z tzv. resuspenze, tj. prachu zviřeného z povrchu vozovek [7]. Do roku 2013 byla používána metodika, vzniklá v rámci výzkumného projektu MD ČR „Souhrnná metodika pro hodnocení emisí znečišťujících látek ze silniční dopravy“. Množství resuspendovaných částic, vypočtené podle této metodiky, představovalo více než 90 % celkových částic PM₁₀, emitovaných automobilovou dopravou. V roce 2013 začal platit nový výpočetní postup, odvozený z aktualizované metodiky US EPA, jehož použití v důsledku redukovalo vypočtené emise cca na desetinu původní hodnoty. Tato metodika se však stala prakticky ihned po jejím zavedení předmětem řady připomínek, neboť imisní koncentrace, modelované na základě takto vypočtených emisí, nekorespondovaly s výsledky monitoringu kvality ovzduší, nadto přinášela i celou řadu praktických problémů. Z tohoto důvodu byla v roce 2015 vypracována v gesci MŽP metodika nová, vycházející z aktuálních evropských studií k problematice resuspenze. Tato metodika byla v roce 2016 oponována a po zapracování připomínek se nyní připravuje její vydání. Emise, vypočtené podle nové metodiky MŽP, jsou sice rovněž nižší než podle původní metodiky z projektu MD ČR, avšak rozdíl není zdaleka tak výrazný, jako u metodiky z roku 2013.

Druhá úprava se týká zohlednění skutečnosti, že část vozidel neplní emisní limity, které jsou jim stanoveny a množství emisí z těchto vozidel je několikanásobně vyšší než by odpovídalo jejich kategorii EURO. Dále je zohledněna i existence vozidel, které v emisních testech stanovené emise plní, ale nízké emise jsou dosaženy softwarovou úpravou chodu motoru při zkouškách a v reálném provozu vykazují vozidla emise vyšší. Vypočtené emise se tak více blíží reálným emisím oproti dřívějším výpočtům založeným na předpokladu plnění emisních limitů všemi vozidly.

Množství emisí znečišťujících látek, které jsou produkovány automobilovou dopravou, je rovněž zásadně ovlivněno skladbou vozového parku, tj. procentuálním zastoupením vozidel podle jejich emisních charakteristik. Skladbu vozového parku je možno charakterizovat dvěma způsoby:

- statická skladba vyjadřuje zastoupení vozidel dle záznamů v centrálním registru
- dynamická skladba vyjadřuje skutečné zastoupení vozidel v dopravním proudu na komunikaci

Statická a dynamická skladba vozového parku se přitom zásadně odlišují. Z výsledků sledování vozidel na komunikacích vyplývá, že na silnicích se pohybují převážně novější auta, tj. auta stará několik málo let, zatímco zastoupení starších aut

v dopravním proudu je mnohem nižší, než odpovídající zastoupení v centrálním registru vozidel. Tato skutečnost je logickým důsledkem toho, že nové auto si pořizuje spíše řidič, který předpokládá, že auto bude využívat častěji a zároveň ten, kdo jezdí častěji si častěji kupuje nové vozidlo; zatímco ten, kdo využívá automobil sporadicky, si koupí auto zánovní, staršího data výroby a také si jiné auto kupuje s většími intervaly. Úplně nejstarší vozidla jsou pak používána pouze výjimečně nebo na velmi krátké trasy a pojížděky. Proto je nutné při hodnocení emisí z automobilové dopravy vždy vycházet z dynamické skladby – tj. ze situace přímo na komunikacích. Informace o skutečném zastoupení vozidel na komunikacích je však možné získat pouze na základě podrobných dopravních průzkumů, při kterých jsou nejprve zaznamenávány registrační značky jednotlivých automobilů a k nim jsou poté dohledávány jejich technické a emisní parametry. Pro tento účel byly využity aktuální matice dynamické skladby vozového parku, založené na dopravních průzkumech z roku 2015 [9].

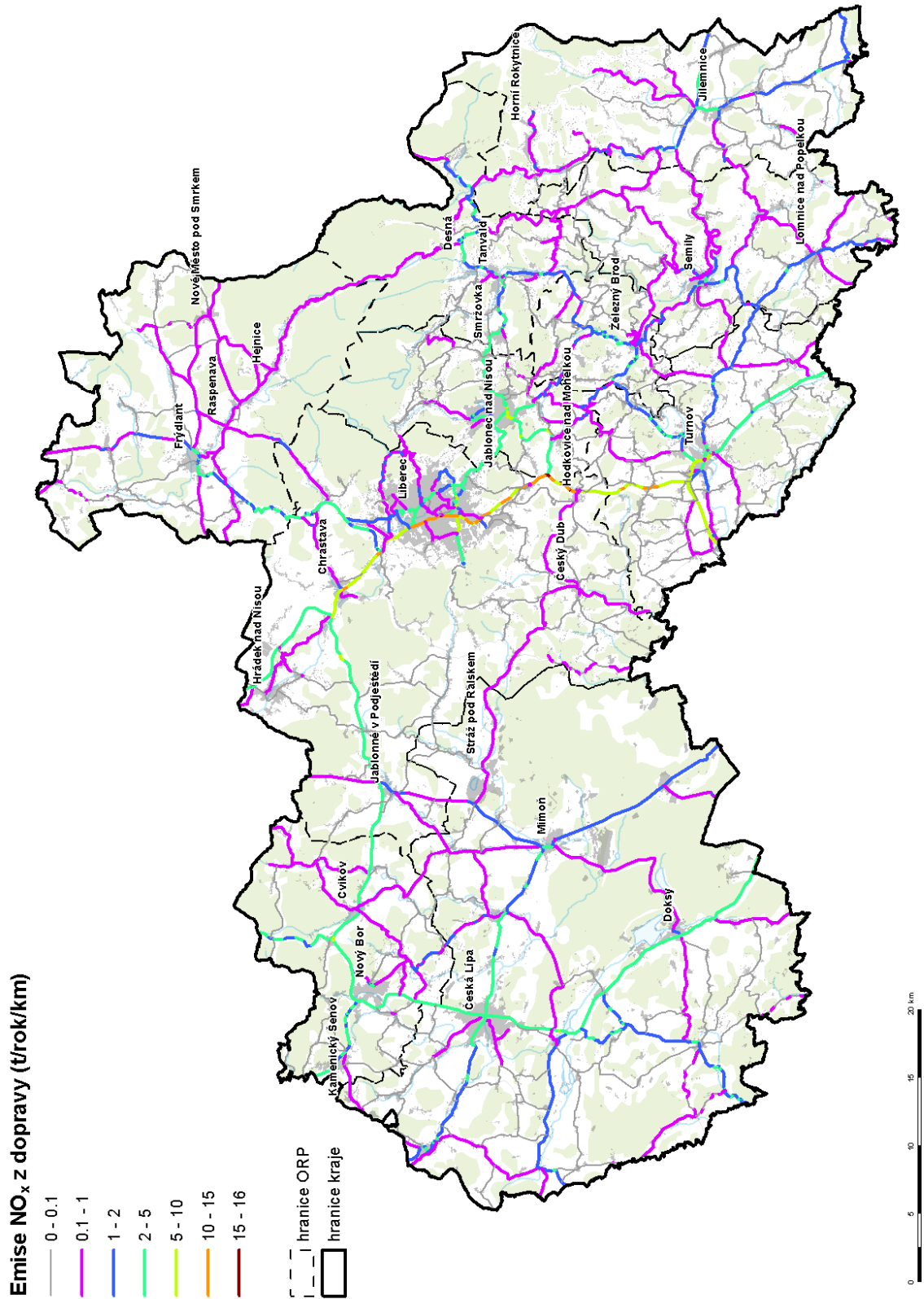
Na základě uvedených vstupních dat a výpočetních metodik byla stanovena produkce emisí znečišťujících látek z automobilové dopravy. Výpočet emisí byl proveden samostatně pro jednotlivé zdroje a jeho výsledky jsou zpracovány do formy vstupních databází pro modelové hodnocení imisní zátěže. Porovnání produkce emisí NO_x a PM_{10} na jednotlivých komunikacích umožňují obrázky 7 a 8. Ze srovnání vyplývá, že v případě NO_x patří mezi emisně nejvýznamnější úseky silnic:

- I/35 od Turnova, přes Liberec, úsek u Chrastavy až po Bílý Kostel nad Nisou
- úsek dálnice D10 u Turnova (u obce Svijany)

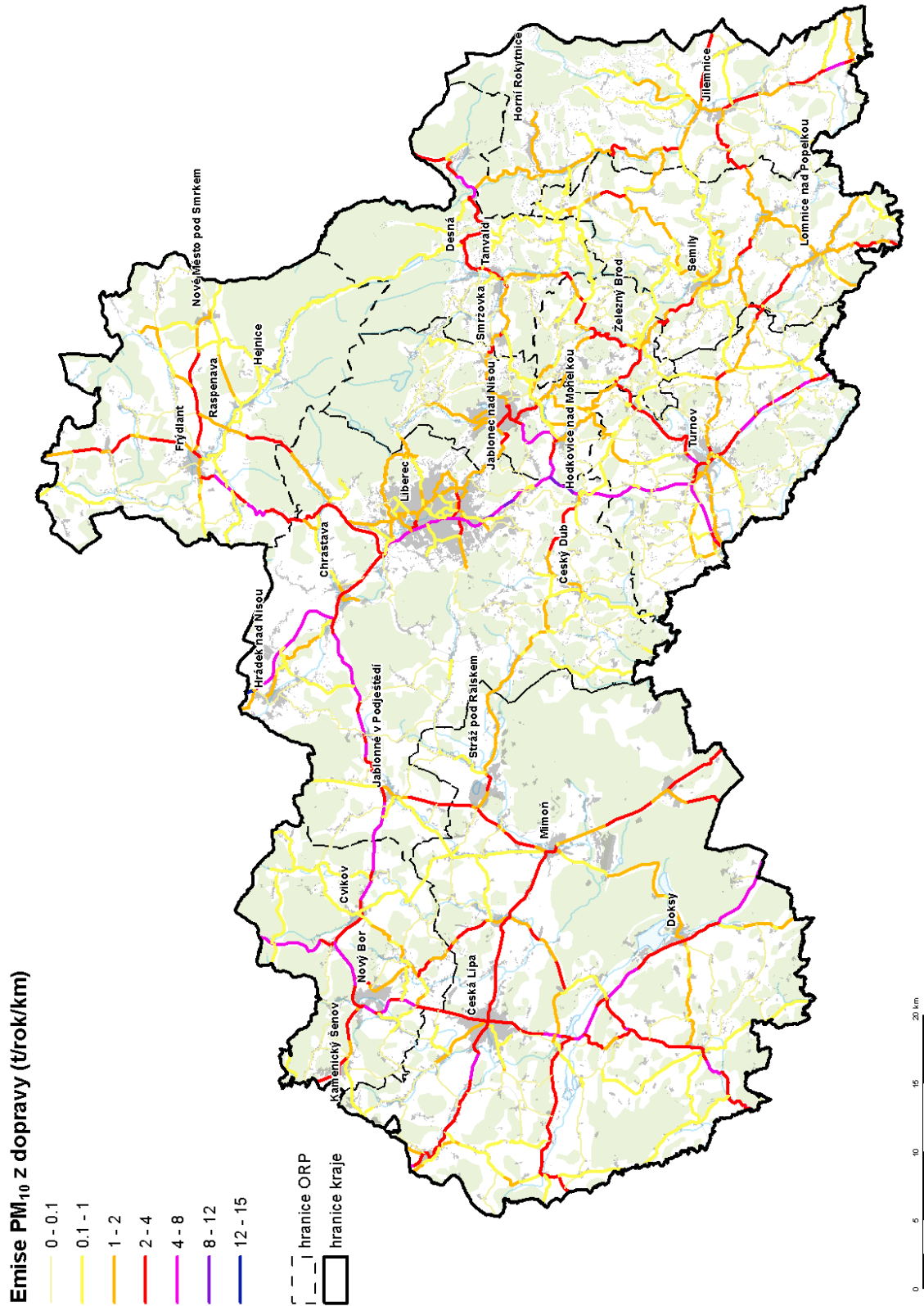
V případě PM_{10} jsou emisně nejvýznamnější úseky silnic:

- úseky D10 jižně od Turnova
- úseky I/35 mezi Turnovem a Libercem
- I/35 v průtahu Libercem
- úseky I/35 od Bílého Kostela nad Nisou, přes Hrádek nad Nisou a pak po hranici kraje
- úsek silnice I/9 mezi obcemi Jestřebí a Zahrádky
- úsek silnice II/262 západně od obce Žandov po hranici kraje

Obr. 7. Emise NO_x z automobilové dopravy na komunikacích Libereckého kraje



Obr. 8. Emise PM₁₀ z automobilové dopravy na komunikacích Libereckého kraje



1.2.1. Celková emisní bilance zdrojů na území Libereckého kraje

Přehled o celkové emisní bilanci zdrojů znečišťování na území Libereckého kraje uvádějí tabulky 10 a 11. V tabulce jsou uvedeny údaje o emisích sledovaných znečišťujících látek z jednotlivých typů zdrojů znečišťování ovzduší. V případě stacionárních zdrojů se jedná o data za rok 2015, v případě automobilové dopravy pak o data za rok 2016

Tab. 10. Emise jednotlivých skupin zdrojů – rok 2015/2016 (t.rok⁻¹, BaP v kg.rok⁻¹)

Skupina zdrojů	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO _x	BaP
Bodové zdroje – vyjmenované stacionární zdroje*	123,5	83,7	711,6	0,0
Plošné zdroje - nevyjmenované stacionární zdroje	781,6	768,0	421,4	463,7
Liniové zdroje – automobilová doprava	2 603,7	715,1	1 791,7	20,7
CELKEM	3 508,8	1 566,8	2 924,7	484,4

*) jen zdroje na území Libereckého kraje

Tab. 11. Podíl jednotlivých skupin zdrojů na produkci emisí v Libereckém kraji (%)

Skupina zdrojů	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO _x	BaP
Bodové zdroje – vyjmenované stacionární zdroje	3,5	5,3	24,3	0,0
Plošné zdroje - nevyjmenované stacionární zdroje	22,3	49,0	14,4	95,7
Liniové zdroje – automobilová doprava	74,2	45,6	61,3	4,3
CELKEM	100,0	100,0	100,0	100,0

Z porovnání produkce emisí vyplývá, že:

- na produkci emisí PM₁₀ se výraznou většinou (téměř 75 %) podílí automobilová doprava, přičemž hlavní podíl na emisích PM₁₀ z dopravy má resuspenze částic z povrchu komunikací. Plošné zdroje, tj. zejména lokální vytápění, tvoří přes 20 % emisí, podíl individuálně sledovaných vyjmenovaných zdrojů je minimální (3,5 %). Jak ale vyplývá z následně provedeného imisního vyhodnocení, bodové zdroje mohou být velmi významným zdrojem lokální imisní zátěže PM₁₀, např. jedná-li se o technologické zdroje s nízkou emisní výškou.
- v případě částic PM_{2,5} je podíl automobilové dopravy již podstatně nižší (cca 45 %), což je dáno skutečností, že ve zviřeném prachu výrazně převažují hrubší částice, podíl frakce PM_{2,5} je v této složce jen malý. Ve skladbě emisí tak mírně převládají plošné zdroje, u nichž je hlavním zdrojem emisí částic spalování pevných paliv. Podíl bodových zdrojů je opět velmi nízký (5 %). Opět platí, že v okolí emisně významných zdrojů může být podíl na imisní zátěži vyšší.

- oxidy dusíku jsou z hodnocených znečišťujících látek jediným polutantem s významnějším zastoupením emisí z bodových zdrojů, byť i v tomto případě se jedná o menšinový podíl (24 %). Doprava tvoří přes 60 % emisí NO_x, podíl plošných zdrojů pak činí cca 14 %.
- dominantním zdrojem benzo[a]pyrenu jsou plošné zdroje, tj. spalování pevných paliv v domácnostech, popř. i v malých nebytových zdrojích (přes 95 %). Určitý, byť velmi malý podíl má doprava (4 %), emise benzo[a]pyrenu z vyjmenovaných zdrojů jsou prakticky nulové.

1.2.2. Významné bodové zdroje mimo území Libereckého kraje

Kromě zdrojů emisí v Libereckém kraji byly do modelového výpočtu individuálně zahrnuty i další zdroje umístěné mimo jeho území, které by však mohly kvalitu ovzduší v řešeném území výrazněji ovlivnit.

Ze zdrojů na území České republiky lze za nejvýznamnější považovat přenos znečištění z Ústeckého kraje, a to jednak z důvodu soustředění významných energetických a průmyslových podniků v Ústeckém kraji, jednak vzhledem k převládajícímu západnímu proudění. V jižní části Libereckého kraje se projevuje také vliv emisí ze středočeských zdrojů, zvláště z elektrárny Mělník v oblasti Kokořínska a z výrobních závodů v oblasti Mladé Boleslavi. Naopak jen malý vliv (z pohledu celkové imisní zátěže) lze předpokládat v případě zdrojů v Královéhradeckém kraji. Lokálně se ovšem budou projevovat všechny zdroje v blízkosti krajských hranic.

Specifickým zdrojem imisní zátěže v Libereckém kraji je elektrárna Turów, která se nachází na území Polska velmi blízko za hranicemi kraje. Emisní data elektrárny byla získána z dat o významných zdrojích znečišťování ovzduší, která jsou shromažďována v rámci Centra emisních inventur a projekcí Programu EMEP (Program spolupráce při monitorování a vyhodnocování dálkového přenosu látek znečišťujících ovzduší v Evropě – The European Monitoring and Evaluation Programme). Uvedeny jsou emise NO_x ($7,152 \text{ kt.rok}^{-1}$) a PM_{10} ($0,989 \text{ kt.rok}^{-1}$), emise $\text{PM}_{2,5}$ a benzo[a]pyrenu byly následně dopočteny na základě emisních faktorů. Jak je zřejmé z dlouhodobého srovnání emisí NO_x , dochází na tomto zdroji nadále k snižování emisních hodnot: za období let 1994 – 2004 se emise NO_x snížily z 24,6 na 14,2 kt, za období 2005 – 2015 se jednalo o pokles z 14,8 na 7,1 kt.

1.3. Sekundární aerosoly

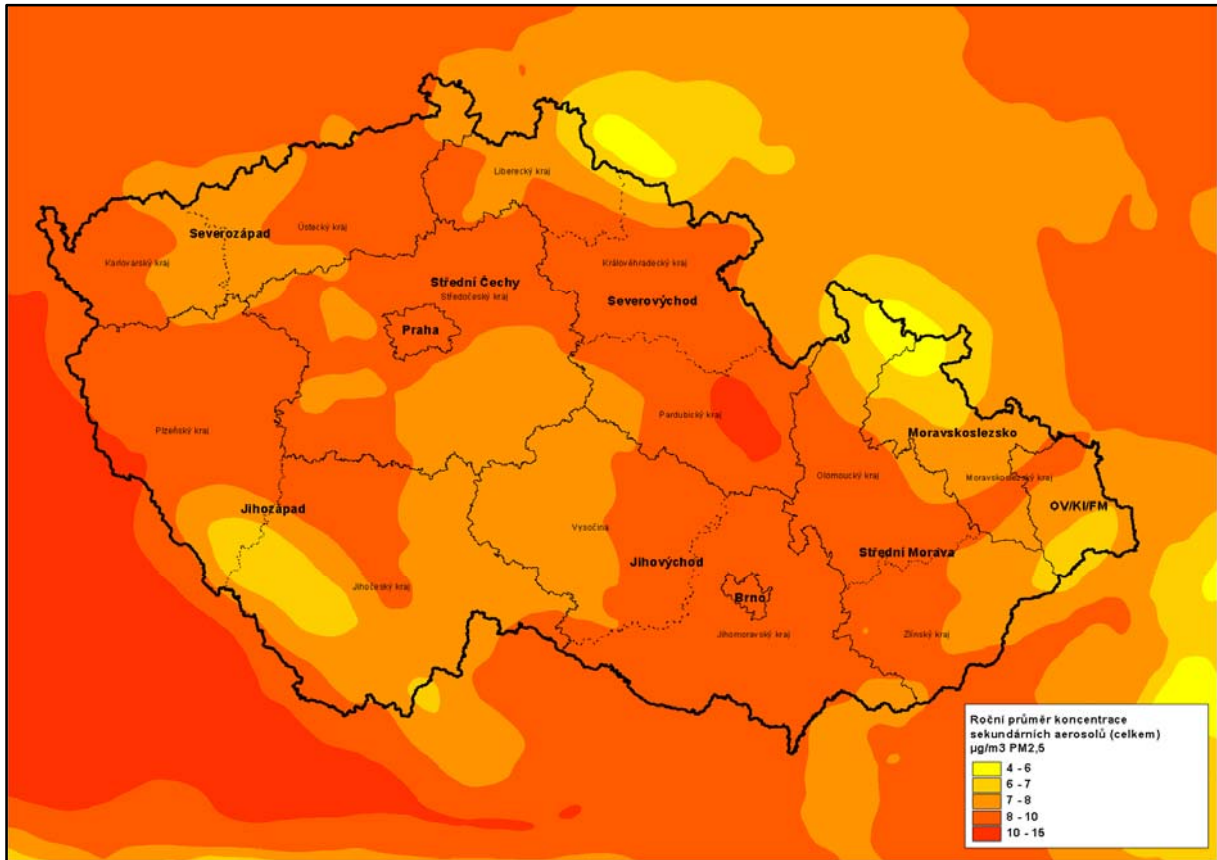
Sekundární aerosoly jsou složkou suspendovaných částic, představují částice vzniklé z plynných prekurzorů (zejména NO_x , SO_2 , NH_3 a organické látky) chemickými a fyzikálními pochody v atmosféře.

Z dosavadních poznatků vyplývá, že naprostá většina sekundárně vzniklých částic je menších než $2,5 \mu\text{m}$ a přispívá tak stejnou úrovní absolutního příspěvku ke koncentracím částic PM_{10} i $\text{PM}_{2,5}$. Vzhledem k tomu, že nejsou vázány na konkrétní zdroj emisí, je rozložení jejich koncentrací prostorově vcelku homogenní, jejich relativní podíl na celkové imisní zátěži suspendovaných částic pak víceméně závisí na úrovni příspěvků z ostatních (lokálně působících) zdrojů. Obvykle se však pohybuje na úrovni kolem 50 % v případě PM_{10} , u $\text{PM}_{2,5}$ pak většinou tvoří nadpoloviční část koncentrací.

Vzhledem ke způsobu vzniku sekundárních částic nelze pro popis jejich šíření použít standardní gaussovské rozptylové modely, jako je např. model ATEM. K tomuto účelu se používají složitější eulerovské chemické transportní modely, v ČR se jedná nejčastěji o model CAMx, provozovaný ČHMÚ. Na druhé straně je možné bez zásadních omezení vycházet z modelů hrubších měřítek či staršího data, neboť prostorová i časová dynamika je u ročních průměrů koncentrací sekundárních aerosolů poměrně nízká.

Pro určení příspěvku sekundárních částic v řešeném území Libereckého kraje byly převzaty údaje z rozptylové studie, zpracované v rámci Programu ke zlepšení kvality ovzduší Zóny CZ05 Severovýchod [10]. Jedná se o výstupy modelu CAMx, zpracované ČHMÚ v gridu $5 \times 5 \text{ km}$. Celkové rozložení imisních příspěvků sekundárních aerosolů k průměrným ročním koncentracím PM_{10} a $\text{PM}_{2,5}$ ukazuje obr. 9. Z obrázku je patrné, že na území Libereckého kraje se tento příspěvek pohybuje přibližně mezi 6 a $9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Obr. 9. Koncentrace sekundárních aerosolů na území ČR ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)



1.4. Regionální imisní pozadí

Na celkové imisní zátěži řešené oblasti se kromě zdrojů zahrnutých do výpočtu podílí i celá řada dalších zdrojů či faktorů, které nelze použitými postupy kvantifikovat. Vedle velkých okolních zdrojů, zahrnutých do výpočtu, se zde přirozeně projevují i imisní příspěvky z dalších zdrojů mimo řešené území. Obecně známý je rovněž dálkový transport (zejména částic) z velmi vzdálených přírodních zdrojů (tzv. prachové epizody). Na celkových koncentracích se však mohou podílet i místní zdroje, které se nepodařilo identifikovat či kvantifikovat jejich emise, typickým příkladem jsou biogenní emise, větrem zvířená prašnost z volných ploch, požáry, havarijní stavy zdrojů a podobně. Ve výsledku je tak měřená hodnota prakticky vždy vyšší než hodnota modelová. Pro zohlednění popsanych vlivů je používána aditivní konstanta, označená jako tzv. regionální imisní pozadí. Pro účely této rozptylové studie byly hodnoty regionálního pozadí odvozeny na základě dat ze stanic imisního monitoringu, výsledné použité hodnoty jsou následující: suspendované částice PM_{10} – $8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, suspendované částice $PM_{2,5}$ – $4,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, oxid dusičitý – $12 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, benzo(a)pyren – $0,5 \text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$.

1.5. Referenční body

Referenční bod (RB) představuje místo v území, ve kterém jsou vypočteny charakteristiky znečištění ovzduší pro jednotlivé druhy znečišťujících látek. Každý bod této sítě je charakterizován souřadnicemi X, Y a nadmořskou výškou Z. Každý referenční bod má dále přiřazenu ruzici, která platí v daném místě.

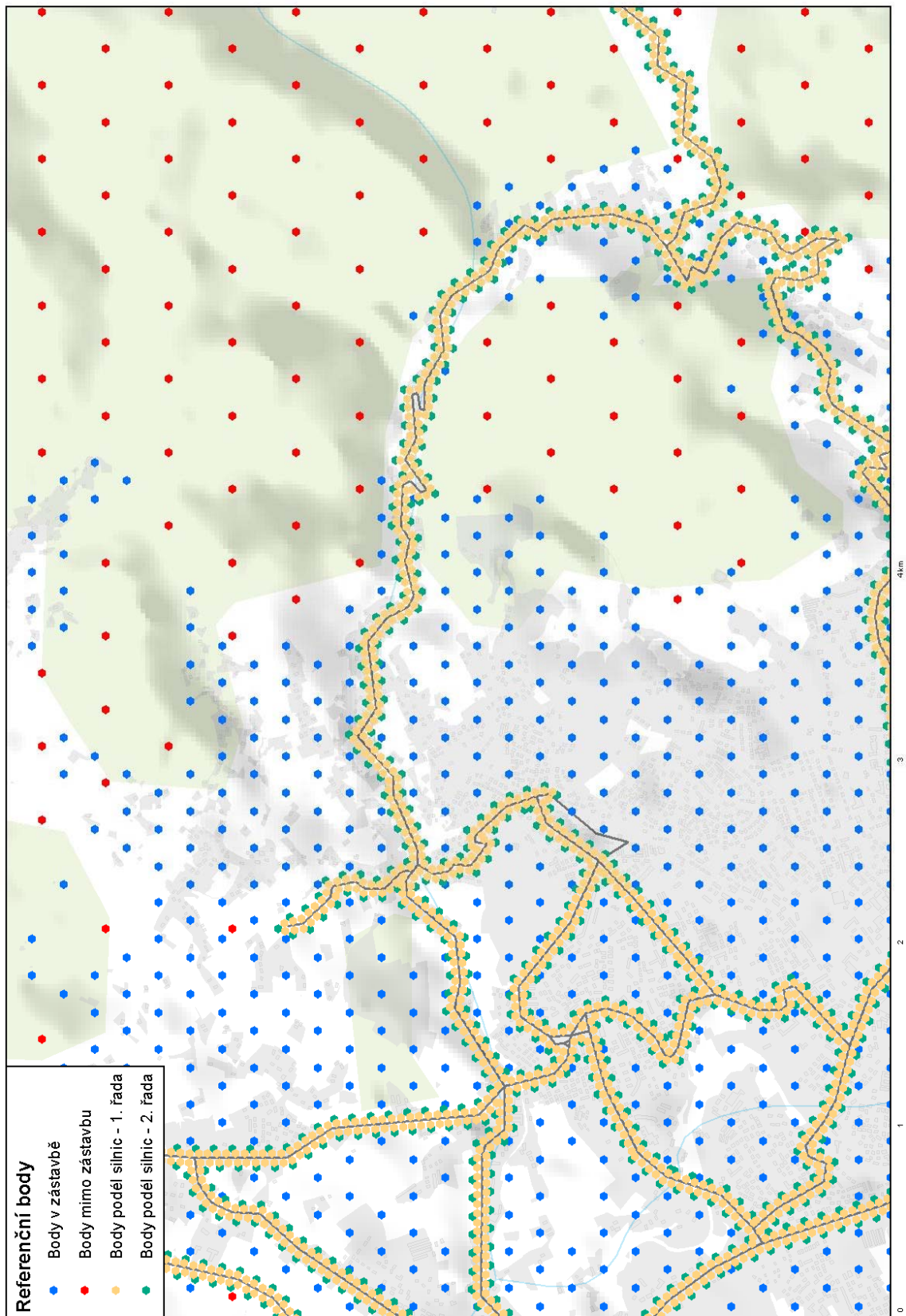
Pro modelový výpočet byla použita kombinovaná síť referenčních (výpočtových) bodů, která byla vytvořena složením tří dílčích sestav:

- základní síť referenčních bodů – mimo zástavbu a hlavní komunikační síť (extravilánová síť)
- zahuštěná síť v zastavěném území sídel (intravilánová síť)
- řady bodů podél sčítaných komunikací

V prvních dvou případech byla použita trojúhelníková síť (body jsou uspořádány do rovnostranných trojúhelníků, tzn. na rozdíl od čtvercové sítě jsou všechny body stejně vzdáleny), a to s rozstupem 400 m v případě extravilánové a 200 m v případě intravilánové sítě. Podél komunikací pak byly rozmístěny dvě řady referenčních bodů, a to ve vzdálenosti 25 a 50 m od komunikací.

Celkem tak byly imisní hodnoty stanoveny v síti **163 910 referenčních bodů**, pokrývajících území Libereckého kraje. Hustá síť bodů má pro uživatele mimořádný praktický význam, neboť k těmto bodům jsou vztaženy všechny výsledky modelových výpočtů a jsou tedy základní informační jednotkou o imisním zatížení v území.

Obr. 10. Kombinovaná síť referenčních bodů



2. METODIKA VÝPOČTU ROZPTYLU ZNEČIŠTĚNÍ

Pro výpočet byl použit model ATEM [11], který je ve vyhlášce č. 330/2012 Sb. uveden jako jedna z referenčních metod pro imisní modelování. Jedná se o gaussovský disperzní model rozptylu znečištění, který imisní situaci hodnotí na základě podrobných klimatologických a meteorologických údajů [12, 13]. Model je založen na stacionárním řešení rovnice difúze pasivní příměsi v atmosféře.

Model umožňuje:

- výpočet znečištění ovzduší plynnými látkami a prachovými částicemi od velkého počtu bodových, liniových a plošných zdrojů znečišťování ovzduší
- výpočet charakteristik znečištění v husté pravidelné i nepravidelné síti referenčních bodů tak, aby výsledky mohly být dále zpracovány např. pomocí geografického informačního systému (GIS) a podány v mapové formě
- výpočet znečištění v relativně komplikovaném terénu
- výpočet na základě většího počtu větrných růžic, přičemž každá z nich je charakteristická pro určitou část modelové oblasti a popisuje větrné poměry v této oblasti.

Model zohledňuje odstraňování látek z atmosféry a transformaci oxidu dusnatého na oxid dusičitý. Pro výpočet koncentrace NO_2 se vychází z výpočtu koncentrace NO_x , avšak ve vstupních datech musí být zadán emisní poměr NO_2/NO_x a tento poměr je nutno znát pro každý jednotlivý zdroj. Na základě vzdálenosti zdroje a referenčního bodu a rychlosti proudění v úrovni ústí zdroje je nejprve určen čas, který je nutný k překonání dané vzdálenosti. Následně je vypočten imisní poměr NO_2/NO_x , který závisí na této časové hodnotě, výchozím poměru NO_2/NO_x a limitním poměru NO_2/NO_x dle meteorologických podmínek.

V roce 2015 byla provedena úprava funkcionality modelu zejména v oblasti výpočtu transportu a rozptylu znečištění v komplexním terénu a z dopravních staveb. V metodice byly upraveny tyto postupy:

- výpočet koncentrací kdy mezi zdroje znečišťování a referenčním bodem je významnější terénní překážka, která vliv zdroje částečně odstíňuje;
- výpočet koncentrací v místě liniového zdroje;
- výpočet znečištění z liniových zdrojů vyvýšených nad terénem (mosty, nájezdové rampy apod.)
- zohlednění zdržení vzduchové částice v oblasti komunikace vlivem turbulence indukované za projíždějícími vozidly;
- výpočet znečištění ovzduší při vyústění portálů tunelů.

3. VÝSLEDKY MODELOVÝCH VÝPOČTŮ

3.1. Oxid dusičitý – průměrné roční koncentrace

Výkres 1 zachycuje imisní situaci průměrných ročních koncentrací oxidu dusičitého. Obecně lze říci, že výskyt zvýšených koncentrací lze očekávat v okolí nejvýznamnějších stacionárních zdrojů znečišťování a v okolí významných dopravních tras, zejména v centrech měst, kde se projevuje společné působení emisí z liniových a plošných zdrojů. Koncentrace přesahující $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ byly vypočteny v zástavbě měst a obcí Bělá, Česká Lípa, Desná, Liberec a Nový Bor. Další oblastí se zvýšenými koncentracemi je Frýdlantský výběžek, kde se projevuje vliv elektrárny Turów. V této oblasti se vypočtené koncentrace pohybují na úrovni $16 - 20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Dále se zvýšené koncentrace NO_2 vyskytují v centrech větších měst, zejména pak Jablonec nad Nisou a Turnov a v zástavbě podél dálnice D35 a silnice I/35, kde se celkové vypočtené hodnoty pohybují na úrovni $16 - 20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Hodnoty v rozmezí $15 - 16 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ je možné očekávat podél významných komunikací, například v okolí dálnice D35, silnice I/35, I/9 a I/13. Nejnižší koncentrace byly vypočteny především na východním okraji území Libereckého kraje, kde se pohybují pod hranicí $14 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Imisní limit pro roční průměrné koncentrace NO_2 je stanoven ve výši $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Jak ukazují výsledky modelových výpočtů, je možné předpokládat splnění imisního limitu $\text{IH}_T \text{NO}_2$ na celém území Libereckého kraje.

3.2. Oxid dusičitý – 19. nejvyšší hodinová koncentrace

Výkres 2 zachycuje 19. nejvyšší hodinové koncentrace oxidu dusičitého, přičemž rozložení je obdobné jako v případě průměrných ročních koncentrací. Mezi oblastí s nejvyššími hodnotami patří tedy opět zejména města Bělá, Česká Lípa, Desná, Liberec a Nový Bor, kde hodnoty koncentrací přesahují $75 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Další oblastí se zvýšenými koncentracemi je možné zaznamenat v blízkosti elektrárny Turów, kde se pohybují na úrovni $70 - 75 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, stejné hodnoty se vyskytují i v centrech měst Jablonec nad Nisou a Turnov a v zástavbě podél dálnice D35 a silnice I/35.

Imisní limit pro hodinové koncentrace oxidu dusičitého je stanoven ve výši $200 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Tento imisní limit může být překročen v 18 případech v průběhu roku. Jak ukazují výsledky modelových výpočtů, je možné předpokládat splnění imisního limitu na celém území Libereckého kraje, neboť 19. nejvyšší hodnota hodinových koncentrací NO_2 je v celém území kraje nižší než $200 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

3.3. Suspendované částice frakce PM₁₀ – průměrné roční koncentrace

Výkres 3 zachycuje imisní situaci průměrných ročních koncentrací suspendovaných částic frakce PM₁₀.

Pro celkové rozložení imisních pásem je typické, že zvýšené koncentrace je možné očekávat především v okolí významných dopravních tahů, kde se projevují emise z resuspenze (zvířený prach z vozovek) a zejména v okolí emisně významných zdrojů prašnosti.

Nejvyšší koncentrace v rámci celého území kraje však byly vypočteny v bezprostřední blízkosti některých vyjmenovaných zdrojů emisí, a to konkrétně v prostoru zdroje EUROVIA Kamenolomy, a. s. – Košťálov – šterkovna, kde dosahují až 38 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, a u zdroje AUTO MAKAR s. r. o. – DIAMO v obci Hamr na Jezeře, kde byla vypočtena hodnota 29 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. V obou případech se jedná o koncentrace dosažené pouze v jednom výpočtovém bodě přímo u zdroje s tím, že ve větší vzdálenosti hodnoty rychle klesají. Výsledek výpočtu je v tomto případě nutno považovat především za podklad k případnému prověření přesnosti hodnot v emisní evidenci, a teprve v případě prokázání správnosti záznamu i k přijetí případných opatření na daných zdrojích.

Mimo okolí těchto zdrojů jsou koncentrace PM₁₀ výrazně nižší. Koncentrace přesahující 20 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ byly vypočteny v zástavbě měst a obcí Český Dub, Hamr na Jezeře, Chlum, Kamenický Šenov, Mimoň, Raspenava a Záhoří a pak lokálně v zástavbě podél dálnice D35 a silnice I/35. Podél středně zatížených komunikací se hodnoty pohybují v rozsahu 17 – 18 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, nejnižší hodnoty pak byly vypočteny v oblastech mimo zástavbu a ve větší vzdálenosti od dopravních zdrojů. Obecně je možno říci, že zvýšené koncentrace suspendovaných částic frakce PM₁₀ se vyskytují v blízkém okolí dopravních zdrojů a s rostoucí vzdáleností se relativně rychle snižují.

Imisní limit pro průměrné roční koncentrace suspendovaných částic frakce PM₁₀ je stanovený ve výši 40 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, v žádné části kraje nedochází k jeho překračování.

3.4. Suspendované částice frakce PM₁₀ – 36. nejvyšší denní koncentrace

Výkres 4 zachycuje 36. nejvyšší denní koncentrace PM₁₀, přičemž rozložení je obdobné jako v případě průměrných ročních koncentrací, kdy zvýšené hodnoty lze opět zaznamenat v okolí hlavních dopravních tahů nebo v okolí některých stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší. Nejvyšší koncentrace byly vypočteny v kamenolomu Košťálov, a to do 73 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, a v areálu AUTO MAKAR s. r. o. – DIAMO v obci Hamr na Jezeře, a to do 53 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Jak je uvedeno výše, výsledek výpočtu je v tomto případě

nutno považovat v první řadě za důvod k prověření emisní evidence, a teprve následně za podklad k případné realizaci opatření ke snížení emisí na daných zdrojích. V ostatních částech území byly vypočteny hodnoty 36. nejvyšší denní koncentrace PM_{10} pod $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Koncentrace přesahující $35 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ byly dále vypočteny v zástavbě měst a obcí Český Dub, Frýdlant, Chlum, Kamenický Šenov, Mimoň, Raspenava, Turnov a Záhoří a pak lokálně v zástavbě podél dálnice D35 a silnice I/35. Podél zatížených komunikací jako I/9 a I/13 se hodnoty pohybují v rozsahu 32 – $35 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Nejnižší hodnoty pak byly vypočteny na severovýchodním okraji území Libereckého kraje, a to pod hranicí $26 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Imisní limit pro denní koncentrace suspendovaných částic frakce PM_{10} je stanoven ve výši $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Tento imisní limit může být překročen ve 35 případech v průběhu roku. Jak ukazují výsledky modelových výpočtů, limit je překročen pouze lokálně v kamenolomu Košťálov a v areálu společnosti DIAMO v obci Hamr na Jezeře.

3.5. Suspendované částice frakce PM_{10} – četnost překročení 24hodinového imisního limitu

Rozložení **četnosti překročení imisního limitu** $IH_d PM_{10}$, vyjádřené v počtech případů (dnů) s překročením hodnoty $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ zobrazeno na výkresu 5. Jak je z výkresu patrné, nejvyšší počet překročení imisního limitu dosahuje 82 případů za rok, a to v kamenolomu Košťálov a dále pak 41 případů za rok v areálu společnosti AUTO MAKAR s. r. o. – DIAMO v obci Hamr na Jezeře (k oběma zdrojům viz výše). V ostatních částech Libereckého kraje nebyl vypočten počet překročení limitu nad 35 případů za rok.

Počet překročení limitu dosahující 34 případů za rok se vyskytuje v zástavbě měst a obcí Český Dub, Frýdlant, Chlum, Kamenický Šenov, Mimoň, Raspenava, Turnov a Záhoří a pak lokálně v zástavbě podél dálnice D35 a silnice I/35.

Imisní limit pro 24hodinové koncentrace PM_{10} může být překročen ve 35 případech v průběhu roku. Jak ukazují výsledky modelových výpočtů, limit je překročen pouze lokálně v kamenolomu Košťálov a v areálu společnosti DIAMO v obci Hamr na Jezeře.

3.6. Suspendované částice frakce PM_{2,5} – průměrné roční koncentrace

Výkres 6 zachycuje imisní situaci průměrných ročních koncentrací suspendovaných částic frakce PM_{2,5}. Oproti částicím frakce PM₁₀ je pro PM_{2,5} charakteristická podstatně nižší prostorová proměnlivost imisního pole, která je dána dvěma skutečnostmi. Prach zviřený z vozovek (resuspenze) obsahuje jen malý podíl částic PM_{2,5}, protože je i nárůst koncentrací PM_{2,5} v okolí komunikací méně výrazný. Druhým důvodem je prostorově homogenní příspěvek sekundárních aerosolů, který je v absolutních hodnotách shodný pro PM₁₀ i PM_{2,5}, na koncentracích PM_{2,5} má tedy podstatně větší procentuální podíl a přispívá tak k celkovému „zploštění“ pole koncentrací.

Nejvyšší koncentrace PM₁₀ byly opět vypočteny v kamenolomu Košťálov, a to na úrovni do 28 µg.m⁻³. Koncentrace přesahující 15 µg.m⁻³ byly dále vypočteny v zástavbě měst a obcí Český Dub, Kamenický Šenov, Kravaře, Martinice v Krkonoších, Mimoň a Studenec. Podél nejzatíženějších komunikací se hodnoty pohybují v rozsahu 13 – 14 µg.m⁻³. Nejnižší hodnoty pak byly vypočteny v oblastech mimo zástavbu a ve větší vzdálenosti od dopravních zdrojů. Obecně je možno říci, že zvýšené koncentrace suspendovaných částic frakce PM_{2,5} se vyskytují v blízkém okolí dopravních zdrojů a s rostoucí vzdáleností se relativně rychle snižují.

Imisní limit pro průměrné roční koncentrace suspendovaných částic frakce PM_{2,5} stanovený ve výši 25 µg.m⁻³ je překročen pouze lokálně v kamenolomu Košťálov. Imisní limit platný od roku 2020, tj. 20 µg.m⁻³ je také splněn na celém území kraje s výjimkou okolí lomu Košťálov.

3.7. Benzo[a]pyren – průměrné roční koncentrace

Výkres 7 zachycuje imisní situaci průměrných ročních koncentrací benzo[a]pyrenu. V rozložení koncentrací se promítá zejména zvýšené množství emisí z vytápění. Na mapě imisních koncentrací je patrný nárůst koncentrací v místech obytné zástavby. Ukazuje se tak výhoda modelového přístupu, kdy emise z vytápění nejsou modelově přiřazeny celému území příslušné jednotky (např. ZSJ), ale jsou pomocí GIS analýz přiřazeny pouze obytné zástavbě. Zdroje znečišťování jsou tak v modelu zohledněny v místě, kde skutečně působí a emise nejsou „rozmyty“ do plochy. Modelový výpočet tak poskytuje výsledky, které se blíží skutečnému stavu.

Jak je patrné z výkresu 7, koncentrace přesahující 2 ng.m⁻³ byly vypočteny v zástavbě měst a obcí Český Dub, Frýdlant, Kamenický Šenov, Mimoň a Nové Město pod Smrkem. Koncentrace přesahující 1 ng.m⁻³ byly dále vypočteny v zástavbě měst a obcí zejména v severní, severozápadní, střední a jihovýchodní části území Libereckého

kraje, vždy v rámci zástavby. Imisní hodnoty podél silnic mimo zástavbu se pohybují na úrovni $0,6 - 0,8 \text{ ng.m}^{-3}$.

Imisní limit pro roční průměrné koncentrace benzo[*a*]pyrenu je stanoven ve výši **1 ng.m⁻³**. Jak ukazují výsledky modelových výpočtů, imisní limit je překročen na 6,5 % plochy Libereckého kraje, a to zejména v zástavbě obcí.

3.8. Porovnání výsledků rozptylové studie s údaji imisního monitoringu

V rámci rozptylové studie bylo provedeno porovnání výstupů modelových výpočtů s výsledky měření na stanicích imisního monitoringu v Libereckém kraji. Lze konstatovat, že rozložení modelových polí víceméně odpovídá trendům na jednotlivých stanicích s přihlédnutím k charakteristikám uvedeným níže.

Vzhledem k tomu, že vstupní emisní data pocházejí částečně z roku 2015 a částečně z roku 2016, bylo vyhodnocení provedeno pro měření z obou let. V tabulce 12 je uvedeno porovnání měřených a modelovaných hodnot průměrných ročních koncentrací všech čtyř sledovaných znečišťujících látek. Jak je patrné, srovnání je značně ovlivněno skutečností, že s výjimkou suspendovaných částic PM₁₀ jsou k dispozici data je pro velmi malý počet stanic – v případě PM_{2,5} za dvě stanice, u NO₂ a benzo[a]pyrenu jen z jedné stanice, a to pouze za rok 2016.

Tab. 12. Porovnání měřených a modelovaných hodnot

Stanice	Rok 2015			Rok 2016		
	Měření	Model	Podíl model/měření (%)	Měření	Model	Podíl model/měření (%)
Suspendované částice PM₁₀ (µg.m⁻³)						
Česká Lípa	20,4	16,6	81,4	20,7	16,6	80,2
Jablonec-město	19,8	14,7	74,1	11,3	14,7	129,8
Jizerka	13,4	17,4	130,0	17,6	17,4	99,0
Souš	13,7	16,5	120,8	15,8	16,5	104,7
Tanvald-školka	21,3	15,4	72,2	12,1	15,4	127,0
Frýdlant	–	–	–	20,6	17,2	83,6
Liberec Rochlice	–	–	–	17,6	17,8	101,1
Radimovice	18,9	17,2	91,1	20,6	17,7	85,8
Suspendované částice PM_{2,5} (µg.m⁻³)						
Frýdlant	–	–	–	12	13,4	111,7
Liberec Rochlice	–	–	–	17,1	14,1	82,5
Oxid dusičitý (µg.m⁻³)						
Liberec Rochlice	–	–	–	16,5	17,5	106,1
Benzo[a]pyren (ng.m⁻³)						
Liberec Rochlice	–	–	–	1,1	1,0	93,8

Z tabulek je patrná celková shoda výsledků modelových výpočtů s měřením ve staniční síti. Modelované koncentrace PM₁₀ se ani v krajních případech neodchylují od měřených hodnot o více než 30 %, průměrná hodnot se prakticky shoduje. V případě ostatních látek je pro vyhodnocení nedostatek údajů, dostupné hodnoty se ovšem opět výrazně shodují.

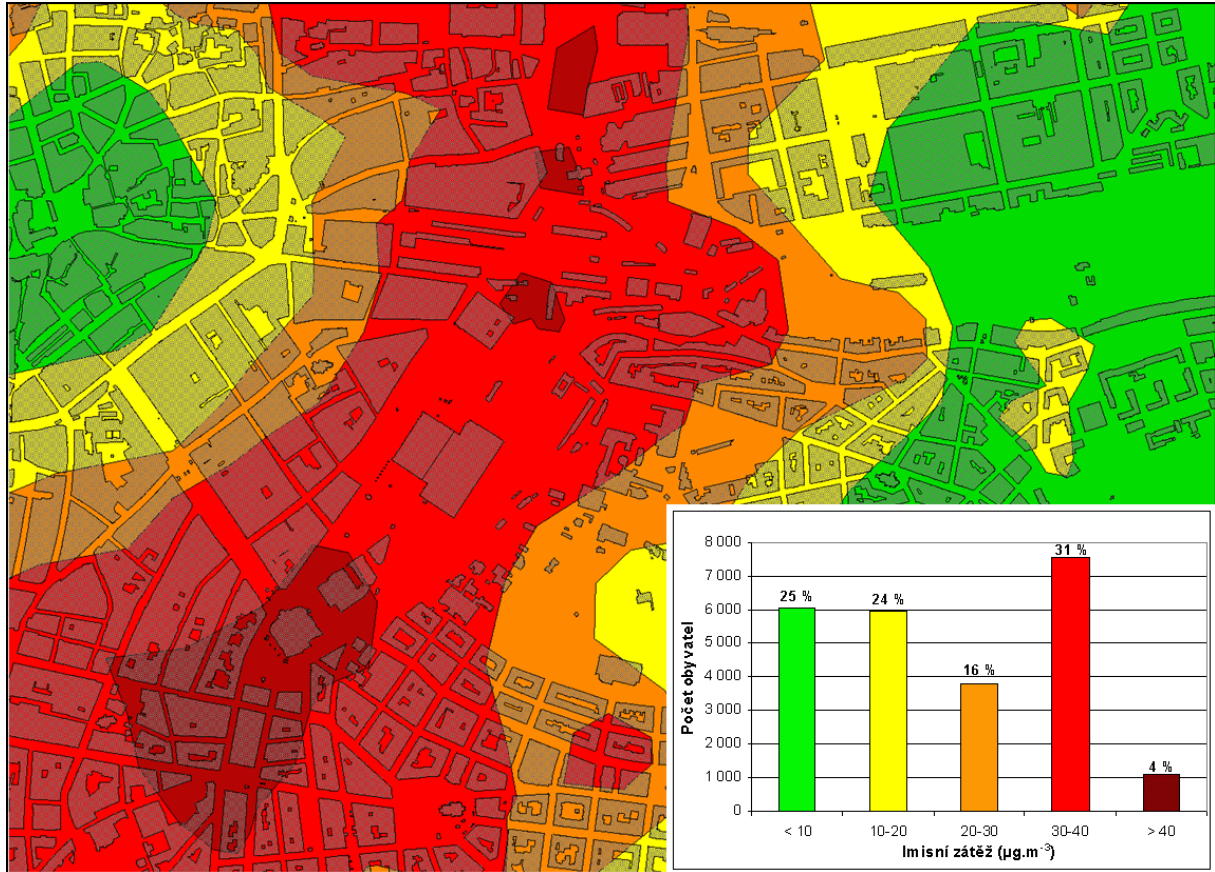
4. IMISNÍ ZATÍŽENÍ OBYVATELSTVA LIBERECKÉHO KRAJE

Na základě výsledků modelových výpočtů byl pomocí nástrojů GIS analýzy stanoven počet obyvatel dotčených jednotlivými pásmy koncentrací znečišťujících látek. Provedená analýza spočívá v překryvu vrstev s rozpětím vypočtených koncentrací s vrstvou obytné zástavby s přiřazeným počtem obyvatel v podrobnosti na úrovni základních sídelních jednotek. Postup stanovení je následující:

- nejprve byla manuálně vytvořena vrstva obytné zástavby na území kraje v rozlišení na budovy či bloky budov. Každému objektu byl přiřazen údaj o základní sídelní jednotce (ZSJ), na jejímž území se nachází.
- následně byly údaje o počtu obyvatel v jednotlivých ZSJ připojeny k výše uvedeným objektům a pro každou budovu či blok budov byl určen poměrný počet obyvatel. Rozdělení obyvatel v rámci ZSJ bylo provedeno na základě půdorysné plochy objektů. Jedná se sice o určité zkrácení, nicméně vzhledem k tomu, že byla uvažována jen obytná zástavba, jejíž charakter bývá obvykle v rámci dané konkrétní ZSJ homogenní, jde o zkrácení přijatelné.
- každý objekt (budov či blok budov) byl pomocí GIS propojen na příslušné pásmo imisní zátěže, tj. rozpětí koncentrací znečišťující látky.
- počet obyvatel dotčených příslušným rozpětím koncentrací byl určen jako součet obyvatel v objektech, přiřazených do daného pásma imisní zátěže.

Tato vytvořený výstup pak lze přímo využít například pro vyhodnocení zdravotních rizik obyvatel v důsledku znečištěného ovzduší.

Obr. 11. Použití GIS analýzy ke kvantifikaci počtu obyvatel dotčených jednotlivými úrovněmi imisní zátěže



Výstupy byly zpracovány ve formě celkových počtů obyvatel dotčených konkrétním pásmem imisní zátěže dané látky, a dále jednotlivě za prioritní města a obce, která vymezuje dokument „Program zlepšování kvality ovzduší, Zóna CZ05 Severovýchod [10], jejichž seznam je uveden v tabulce 13. Výsledky analýzy uvádí tabulky 14 a 15.

Tab. 13. Prioritní města a obce, Liberecký kraj, zóna CZ05 Severovýchod

ORP	Název obce
Česká Lípa	Česká Lípa, Doksy, Mimoň
Liberec	Liberec, Stráž nad Nisou
Nový Bor	Cvikov, Chotovice, Kamenický Šenov, Okrouhlá, Nový Bor, Skalice u České Lípy
Turnov	Ohrazenice, Turnov

Tab. 14. Počet obyvatel v pásmech imisní zátěže v Libereckém kraji

Liberecký kraj	PM _{2,5}	Imisní limit 25 µg.m ⁻³
Koncentrace [µg/m ³]		Počet obyvatel
0,0	12,0	4 547
12,0	13,0	48 199
13,0	14,0	294 925
14,0	15,0	80 892
15,0	31,0	12 067
Celkem		440 630

Liberecký kraj	PM ₁₀	Imisní limit 40 µg.m ⁻³
Koncentrace [µg/m ³]		Počet obyvatel
0,0	15,0	330
15,0	16,0	9 559
16,0	17,0	80 992
17,0	18,0	237 524
18,0	20,0	107 614
20,0	42,0	4 610
Celkem		440 630

Liberecký kraj	NO ₂	Imisní limit 40 µg.m ⁻³
Koncentrace [µg/m ³]		Počet obyvatel
0,0	14,0	2 527
14,0	15,0	97 728
15,0	16,0	118 257
16,0	20,0	218 250
20,0	35,0	3 868
Celkem		440 630

Liberecký kraj	Benzo[a]pyren	Imisní limit 1 ng.m ⁻³
Koncentrace [ng/m ³]		Počet obyvatel
0,0	0,6	6 242
0,6	0,8	63 510
0,8	1,0	146 690
1,0	2,0	214 340
2,0	5,0	9 850
Celkem		440 630

Tab. 15. Počet obyvatel v pásmech imisní zátěže v prioritních obcích dle PZKO

Cvikov	PM _{2,5}	Imisní limit 25 µg.m ⁻³
Koncentrace [µg/m ³]		Počet obyvatel
12,0	13,0	308
13,0	14,0	1 174
14,0	15,0	2 000
15,0	31,0	949
Celkem		4 431

Cvikov	PM ₁₀	Imisní limit 40 µg.m ⁻³
Koncentrace [µg/m ³]		Počet obyvatel
15,0	16,0	0
16,0	17,0	656
17,0	18,0	981
18,0	20,0	2 779
20,0	42,0	15
Celkem		4 431

Cvikov	NO ₂	Imisní limit 40 µg.m ⁻³
Koncentrace [µg/m ³]		Počet obyvatel
14,0	15,0	626
15,0	16,0	2 929
16,0	20,0	877
Celkem		4 431

Cvikov	Benzo[a]pyren	Imisní limit 1 ng.m ⁻³
Koncentrace [µg/m ³]		Počet obyvatel
0,0	0,6	105
0,6	0,8	569
0,8	1,0	365
1,0	2,0	3 268
2,0	5,0	124
Celkem		4 431

Česká Lípa	PM _{2,5}	Imisní limit 25 µg.m ⁻³
Koncentrace [µg/m ³]		Počet obyvatel
12,0	13,0	47
13,0	14,0	24 995
14,0	15,0	12 065
15,0	31,0	97
Celkem		37 204

Česká Lípa	PM ₁₀	Imisní limit 40 µg.m ⁻³
Koncentrace [µg/m ³]		Počet obyvatel
16,0	17,0	544
17,0	18,0	23 517
18,0	20,0	13 137
20,0	42,0	5
Celkem		37 204

Česká Lípa	NO ₂	Imisní limit 40 µg.m ⁻³
Koncentrace [µg/m ³]		Počet obyvatel
14,0	15,0	442
15,0	16,0	5 371
16,0	20,0	31 339
20,0	35,0	52
Celkem		37 204

Česká Lípa	Benzo[a]pyren	Imisní limit 1 ng.m ⁻³
Koncentrace [ng/m ³]		Počet obyvatel
0,0	0,6	16
0,6	0,8	14 993
0,8	1,0	10 209
1,0	2,0	11 986
Celkem		37 204

Doksy	PM _{2,5}	Imisní limit 25 µg.m ⁻³
Koncentrace [µg/m ³]		Počet obyvatel
12,0	13,0	468
13,0	14,0	4 700
Celkem		5 168

Doksy	PM ₁₀	Imisní limit 40 µg.m ⁻³
Koncentrace [µg/m ³]		Počet obyvatel
15,0	16,0	0
16,0	17,0	870
17,0	18,0	4 262
18,0	20,0	36
Celkem		5 168

Doksy	NO ₂	Imisní limit 40 µg.m ⁻³
Koncentrace [µg/m ³]		Počet obyvatel
14,0	15,0	269
15,0	16,0	4 891
16,0	20,0	8
Celkem		5 168

Doksy	Benzo[a]pyren	Imisní limit 1 ng.m ⁻³
Koncentrace [ng/m ³]		Počet obyvatel
0,0	0,6	135
0,6	0,8	820
0,8	1,0	1 528
1,0	2,0	2 685
Celkem		5 168

Chotovice	PM ₁₀	Imisní limit 40 µg.m ⁻³
Koncentrace [µg/m ³]		Počet obyvatel
17,0	18,0	167
18,0	20,0	7
Celkem		174

Chotovice	PM _{2,5}	Imisní limit 25 µg.m ⁻³
Koncentrace [µg/m ³]		Počet obyvatel
13,0	14,0	174
14,0	15,0	0
Celkem		174

Chotovice	NO ₂	Imisní limit 40 µg.m ⁻³
Koncentrace [µg/m ³]		Počet obyvatel
15,0	16,0	117
16,0	20,0	57
Celkem		174

Chotovice	Benzo[a]pyren	Imisní limit 1 ng.m ⁻³
Koncentrace [ng/m ³]		Počet obyvatel
0,6	0,8	0
0,8	1,0	109
1,0	2,0	65
Celkem		174

Kamenický Šenov	PM _{2,5}	Imisní limit 25 µg.m ⁻³
Koncentrace [µg/m ³]		Počet obyvatel
12,0	13,0	0
13,0	14,0	625
14,0	15,0	919
15,0	31,0	2 395
Celkem		3 939

Kamenický Šenov	PM ₁₀	Imisní limit 40 µg.m ⁻³
Koncentrace [µg/m ³]		Počet obyvatel
16,0	17,0	0
17,0	18,0	858
18,0	20,0	2 180
20,0	42,0	901
Celkem		3 939

Kamenický Šenov	NO ₂	Imisní limit 40 µg.m ⁻³
Koncentrace [µg/m ³]		Počet obyvatel
14,0	15,0	79
15,0	16,0	3 424
16,0	20,0	436
Celkem		3 939

Kamenický Šenov	Benzo[a]pyren	Imisní limit 1 ng.m ⁻³
Koncentrace [ng/m ³]		Počet obyvatel
0,6	0,8	0
0,8	1,0	257
1,0	2,0	1 745
2,0	5,0	1 937
Celkem		3 939

Liberec	PM _{2,5}	Imisní limit 25 µg.m ⁻³
Koncentrace [µg/m ³]		Počet obyvatel
12,0	13,0	3 465
13,0	14,0	89 339
14,0	15,0	10 960
Celkem		103 765

Liberec	PM ₁₀	Imisní limit 40 µg.m ⁻³
Koncentrace [µg/m ³]		Počet obyvatel
15,0	16,0	6
16,0	17,0	13 408
17,0	18,0	66 742
18,0	20,0	23 414
20,0	42,0	194
Celkem		103 765

Liberec	NO ₂	Imisní limit 40 µg.m ⁻³
Koncentrace [µg/m ³]		Počet obyvatel
14,0	15,0	324
15,0	16,0	9 600
16,0	20,0	90 768
20,0	35,0	3 072
Celkem		103 765

Liberec	Benzo[a]pyren	Imisní limit 1 ng.m ⁻³
Koncentrace [ng/m ³]		Počet obyvatel
0,0	0,6	21
0,6	0,8	821
0,8	1,0	35 117
1,0	2,0	67 805
Celkem		103 765

Mimoň	PM _{2,5}	Imisní limit 25 µg.m ⁻³
Koncentrace [µg/m ³]		Počet obyvatel
12,0	13,0	76
13,0	14,0	176
14,0	15,0	959
15,0	31,0	5 262
Celkem		6 473

Mimoň	PM ₁₀	Imisní limit 40 µg.m ⁻³
Koncentrace [µg/m ³]		Počet obyvatel
16,0	17,0	193
17,0	18,0	68
18,0	20,0	3 316
20,0	42,0	2 896
Celkem		6 473

Mimoň	NO ₂	Imisní limit 40 µg.m ⁻³
Koncentrace [µg/m ³]		Počet obyvatel
14,0	15,0	206
15,0	16,0	5 065
16,0	20,0	1 203
Celkem		6 473

Mimoň	Benzo[a]pyren	Imisní limit 1 ng.m ⁻³
Koncentrace [ng/m ³]		Počet obyvatel
0,0	0,6	0
0,6	0,8	86
0,8	1,0	123
1,0	2,0	1 681
2,0	5,0	4 584
Celkem		6 473

Nový Bor	PM _{2,5}	Imisní limit 25 µg.m ⁻³
Koncentrace [µg/m ³]		Počet obyvatel
12,0	13,0	0
13,0	14,0	11 805
14,0	15,0	20
Celkem		11 825

Nový Bor	PM ₁₀	Imisní limit 40 µg.m ⁻³
Koncentrace [µg/m ³]		Počet obyvatel
16,0	17,0	113
17,0	18,0	11 133
18,0	20,0	578
Celkem		11 825

Nový Bor	NO ₂	Imisní limit 40 µg.m ⁻³
Koncentrace [µg/m ³]		Počet obyvatel
14,0	15,0	157
15,0	16,0	822
16,0	20,0	10 381
20,0	35,0	464
Celkem		11 825

Nový Bor	Benzo[a]pyren	Imisní limit 1 ng.m ⁻³
Koncentrace [ng/m ³]		Počet obyvatel
0,0	0,6	0
0,6	0,8	254
0,8	1,0	11 116
1,0	2,0	455
Celkem		11 825

Ohrazenice	PM _{2,5}	Imisní limit 25 µg.m ⁻³
Koncentrace [µg/m ³]		Počet obyvatel
13,0	14,0	242
14,0	15,0	878
Celkem		1 119

Ohrazenice	PM ₁₀	Imisní limit 40 µg.m ⁻³
Koncentrace [µg/m ³]		Počet obyvatel
17,0	18,0	72
18,0	20,0	1 045
20,0	42,0	2
Celkem		1 119

Ohrazenice	NO ₂	Imisní limit 40 µg.m ⁻³
Koncentrace [µg/m ³]		Počet obyvatel
14,0	15,0	0
15,0	16,0	71
16,0	20,0	1 048
Celkem		1 119

Ohrazenice	Benzo[a]pyren	Imisní limit 1 ng.m ⁻³
Koncentrace [ng/m ³]		Počet obyvatel
0,6	0,8	11
0,8	1,0	264
1,0	2,0	844
Celkem		1 119

Okrouhlá	PM ₁₀	Imisní limit 40 µg.m ⁻³
Koncentrace [µg/m ³]		Počet obyvatel
16,0	17,0	47
17,0	18,0	496
18,0	20,0	9
Celkem		551

Okrouhlá	PM _{2,5}	Imisní limit 25 µg.m ⁻³
Koncentrace [µg/m ³]		Počet obyvatel
12,0	13,0	0
13,0	14,0	551
14,0	15,0	0
Celkem		551

Okrouhlá	NO ₂	Imisní limit 40 µg.m ⁻³
Koncentrace [µg/m ³]		Počet obyvatel
14,0	15,0	0
15,0	16,0	195
16,0	20,0	356
20,0	35,0	0
Celkem		551

Okrouhlá	Benzo[a]pyren	Imisní limit 1 ng.m ⁻³
Koncentrace [ng/m ³]		Počet obyvatel
0,0	0,6	0
0,6	0,8	42
0,8	1,0	274
1,0	2,0	235
Celkem		551

Skalice u České Lípy	PM _{2,5}	Imisní limit 25 µg.m ⁻³
Koncentrace		Počet obyvatel
16,0	17,0	73
17,0	18,0	1 052
18,0	20,0	382
Celkem		1 507

Skalice u České Lípy	PM ₁₀	Imisní limit 40 µg.m ⁻³
Koncentrace		Počet obyvatel
16,0	17,0	73
17,0	18,0	1 052
18,0	20,0	382
Celkem		1 507

Skalice u České Lípy	NO ₂	Imisní limit 40 µg.m ⁻³
Koncentrace		Počet obyvatel
14,0	15,0	238
15,0	16,0	1 064
16,0	20,0	205
Celkem		1 507

Skalice u České Lípy	Benzo[a]pyren	Imisní limit 1 ng.m ⁻³
Koncentrace		Počet obyvatel
0,0	0,6	0
0,6	0,8	71
0,8	1,0	166
1,0	2,0	1 270
Celkem		1 507

Stráž nad Nisou	PM _{2,5}	Imisní limit 25 µg.m ⁻³
Koncentrace		Počet obyvatel
12,0	13,0	20
13,0	14,0	2 356
14,0	15,0	15
Celkem		2 391

Stráž nad Nisou	PM ₁₀	Imisní limit 40 µg.m ⁻³
Koncentrace [µg/m ³]		Počet obyvatel
16,0	17,0	26
17,0	18,0	1 709
18,0	20,0	655
Celkem		2 391

Stráž nad Nisou	NO ₂	Imisní limit 40 µg.m ⁻³
Koncentrace [µg/m ³]		Počet obyvatel
15,0	16,0	0
16,0	20,0	2 391
Celkem		2 391

Stráž nad Nisou	Benzo[a]pyren	Imisní limit 1 ng.m ⁻³
Koncentrace [ng/m ³]		Počet obyvatel
0,6	0,8	17
0,8	1,0	190
1,0	2,0	2 183
Celkem		2 391

Turnov	PM _{2,5}	Imisní limit 25 µg.m ⁻³
Koncentrace		Počet obyvatel
13,0	14,0	3 787
14,0	15,0	10 527
15,0	31,0	18
Celkem		14 331

Turnov	PM ₁₀	Imisní limit 40 µg.m ⁻³
Koncentrace [µg/m ³]		Počet obyvatel
16,0	17,0	24
17,0	18,0	3 460
18,0	20,0	10 822
20,0	42,0	24
Celkem		14 331

Turnov	NO ₂	Imisní limit 40 µg.m ⁻³
Koncentrace [µg/m ³]		Počet obyvatel
14,0	15,0	711
15,0	16,0	3 427
16,0	20,0	10 193
Celkem		14 331

Turnov	Benzo[a]pyren	Imisní limit 1 ng.m ⁻³
Koncentrace [ng/m ³]		Počet obyvatel
0,0	0,6	0
0,6	0,8	543
0,8	1,0	4 237
1,0	2,0	9 551
Celkem		14 331

Z Á V Ě R

Rozptylová studie Libereckého kraje přináší informace o současném imisním zatížení území kraje z pohledu čtyř hlavních znečišťujících látek: suspendovaných částic frakcí PM₁₀ PM_{2,5}, oxidu dusičitého a benzo[*a*]pyrenu. Studie pro rok 2017 navazuje na modelová hodnocení provedená v minulosti, aktualizace projektu umožňuje nejen průběžně sledovat a vyhodnocovat kvalitu ovzduší v zájmovém území, ale především poskytují aktuální podklady pro variantní hodnocení investičních záměrů i nápravných opatření.

V rámci Rozptylové studie 2017 došlo k zásadní inovaci použité metodiky modelování rozptylu znečištění. Poprvé byl použit postup, který zahrnuje vlivy terénu na rozptyl znečišťujících látek, což se projevuje ve snížení odhadovaného vlivu zejména velkých zdrojů emisí, jako je elektrárna Turów a další velké zdroje emisí. Dále byly použity aktualizované metodiky pro výpočet emisí z dopravy, aktualizované složení vozového parku a další drobná vylepšení a metodik a modelových nástrojů.

V rámci rozptylové studie bylo provedeno kompletní vyhodnocení emisí u všech skupin zdrojů znečišťování ovzduší. Následně byly pro celé území Libereckého kraje provedeny výpočty imisní situace. Imisní hodnoty jsou vypočteny v podrobné síti referenčních bodů, kromě ročních průměrných koncentrací jsou ve všech bodech stanoveny též příslušné *n*-té hodnoty krátkodobých koncentrací a počet překročení imisního limitu.

Výsledky hodnocení jsou přehledně znázorněny ve výkresové části projektu. Pro jednotlivé znečišťující látky byly vypracovány rozdílové mapy, které umožňují přehledně porovnat vývoj kvality ovzduší v uplynulém dvouletém období.

Konkrétní výsledky modelových výpočtů pro jednotlivé imisní charakteristiky jsou pak shrnuty v následujícím přehledu:

- nejvyšší hodnoty průměrných ročních koncentrací oxidu dusičitého lze očekávat v okolí nejvýznamnějších stacionárních zdrojů znečišťování a v okolí významných dopravních tras, zejména v centrech měst, kde se projevuje společné působení emisí z liniových a plošných zdrojů. Koncentrace přesahující 20 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ byly vypočteny v zástavbě měst a obcí Bělá, Česká Lípa, Desná, Liberec a Nový Bor.
- nejvyšší hodnoty maximálních hodinových koncentrací oxidu dusičitého jsou zejména města Bělá, Česká Lípa, Desná, Liberec a Nový Bor, kde hodnoty koncentrací přesahují 75 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Další oblasti se zvýšenými koncentracemi je možné zaznamenat v blízkosti elektrárny Turów, kde se pohybují na úrovni 70 – 75 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, stejné hodnoty se vyskytují i v centrech měst Jablonec nad Nisou a Turnov a v zástavbě podél dálnice D35 a silnice I/35.

- nejvyšší vypočtené hodnoty průměrných ročních koncentrací **suspendovaných částic frakce PM₁₀** byly vypočteny v bezprostřední blízkosti některých vyjmenovaných zdrojů emisí, a to konkrétně v prostoru zdroje EUROVIA Kamenolomy, a. s. – Košťálov – štěrkovna, kde dosahují až 38 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, a u zdroje AUTO MAKAR s. r. o. – DIAMO v obci Hamr na Jezeře, kde byla vypočtena hodnota 29 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Imisní limit pro průměrné roční koncentrace suspendovaných částic frakce PM₁₀ je stanovený ve výši **40 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$** , v žádné části kraje nedochází k jeho překračování.
- nejvyšší hodnoty 36. nejvyšších 24hodinových koncentrací PM₁₀ dosahují 73 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ v kamenolomu Košťálov a 53 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ areálu Auto Makar s. r. o. – Diamo v obci Hamr na Jezeře. Výsledek výpočtu je v tomto případě nutno považovat v první řadě za důvod k prověření emisní evidence, a teprve následně za podklad k případné realizaci opatření ke na daných zdrojích. Imisní limit je překročen pouze lokálně v okolí těchto dvou zdrojů, na ostatním území kraje limit překročen není.
- nejvyšší vypočtené hodnoty průměrných ročních koncentrací **suspendovaných částic frakce PM_{2,5}** byly opět vypočteny v kamenolomu Košťálov, a to na úrovni do 28 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Koncentrace přesahující 15 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ byly dále vypočteny v zástavbě měst a obcí Český Dub, Kamenický Šenov, Kravaře, Martinice v Krkonoších, Mimoň a Studenec. Imisní limit je překročen pouze lokálně v kamenolomu Košťálov. Imisní limit platný od roku 2020, tj. 20 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ je také splněn na celém území kraje s výjimkou okolí lomu Košťálov.
- nejvyšší průměrné roční koncentrace **benzo[a]pyrenu** (nad 2 $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$) byly zaznamenány v zástavbě některých měst a obcí – Český Dub, Frýdlant, Kamenický Šenov, Mimoň a Nové Město pod Smrkem. V dalších obcích je nutné očekávat koncentrace nad 1 $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$. V těchto místech je překročen imisní limit pro benzo[a]pyren, který je stanoven ve výši 1 $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$.

Součástí vyhodnocení je i analýza počtu obyvatel v pásmech imisní zátěže pro průměrné roční koncentrace posuzovaných látek.

V rámci rozptylové studie je podrobně vymapováno imisní zatížení a rozložení počtu obyvatel v pásmech imisní zátěže pro prioritní obce dle Programu pro zlepšování kvality ovzduší Libereckého kraje.

Veškeré vstupní údaje a výsledky výpočtů jsou zpracovány v geografickém informačním systému (GIS).

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší
- [2] Vyhláška č. 330/2012 Sb., o posuzování znečištění a informování při smogových situacích
- [3] ČHMÚ: Databáze zdrojů REZZO 1 – 3 – Liberecký kraj, rok 2015
- [4] ŘSD ČR: Celostátní sčítání dopravy 2016. <http://scitani2016.rsd.cz>
- [5] Šebor G. a kol.: Vliv rozhodujících mobilních zdrojů emisí znečišťujících látek na kvalitu ovzduší v sídelních aglomeracích a v jiných oblastech se zhoršenou kvalitou ovzduší v návaznosti na potřebu tvorby zón podle požadavků rámcové směrnice 96/62/EC, MŽP, 2002
- [6] ATEM: MEFA 13 - program pro výpočet emisních faktorů pro motorová vozidla. <http://www.atem.cz/mefa.php>
- [7] Karel J. a kol: Metodika pro výpočet emisí částic pocházejících z resuspenze ze silniční dopravy, MŽP, Praha, 2015
- [8] Máca V. a kol.: Metodika pro hodnocení emisí zdravotně rizikových látek ze silniční dopravy a externích nákladů v důsledku jejich působení na lidské zdraví. Výstup projektu TA ČR č. TB930MZP001 „Ekonomické vyhodnocení mobility s cílem minimalizace rizikových emisí“
- [9] Karel J. a kol: Zjištění aktuální dynamické skladby vozového parku v roce 2015. Prognóza skladby vozového parku do roku 2040, ŘSD ČR, 2016,
- [10] MŽP: Program ke zlepšení kvality ovzduší Zóny CZ05 Severovýchod.
- [11] ATEM: Imisní model ATEM – Metodická příručka. http://atem.cz/soubory/ke_stazeni/IMATEM_metodika.pdf
- [12] Böhm, S., Brechler, J., Píša, V., Pretel, J., (1995): Air Quality in the Capital of Prague (Czech Republic), Proceedings of the 21th CCMS/NATO Technical Meeting On Air Pollution Modelling and its Application, Nov.6-10,1995, AMS, Baltimore, MD, USA.
- [13] Bednář, J., Brechler, J., Bubník, J., Keder, J., Macoun, J., Píša V.: Kompendium ochrany kvality ovzduší. Část 6: Modelování přenosu a rozptylu znečišťujících příměsí v atmosféře. Gaussovské rozptylové modely. Ochrana ovzduší 1/2006.