



**AKTUALIZACE EMISNÍ A IMISNÍ ANALÝZY
A SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ
NA ÚZEMÍ HLAVNÍHO MĚSTA PRAHY**

Září 2021

Aktualizace emisní a imisní analýzy a skleníkových plynů na území hlavního města Prahy

ZADAL: **Hlavní město Praha**
Mariánské nám. 2
110 01 Praha 1

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. Ing. Tereza Englmaierová
Mgr. Robert Polák

Září 2021

OBSAH

EMISE – ZDROJE ZNEČIŠŤOVÁNÍ OVZDUŠÍ	4
MOBILNÍ ZDROJE – EMISE Z DOPRAVY	4
CELKOVÝ VÝVOJ PRODUKCE EMISÍ	8
IMISE – ÚROVEŇ ZNEČIŠŤENÍ OVZDUŠÍ	10
VÝSLEDKY MONITOROVÁNÍ KVALITY OVZDUŠÍ	11
VÝSLEDKY MODELOVÁNÍ KVALITY OVZDUŠÍ.....	16
ÚZEMNÍ ROZSAH PŘEKROČENÍ IMISNÍCH LIMITŮ	21
EMISE SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ	22
EMISE CO₂ EKVIVALENTU	23
EMISE CO₂	24
EMISE CH₄ a N₂O	26

EMISE – ZDROJE ZNEČIŠŤOVÁNÍ OVZDUŠÍ

Zdroje emisí znečišťujících látek jsou standardně děleny na zdroje stacionární a mobilní. Zatímco stacionární zdroje jsou charakterizovány konkrétní polohou a do emisních bilancí tak vstupují přímo (případně v agregaci za určité území), mobilní zdroje (zejm. automobily) je prakticky nemožné sledovat jednotlivě; namísto toho jsou jako bilanční zdroje emisí sledovány liniové či plošné objekty, po nichž se tyto mobilní zdroje pohybují.

Hlavní město Praha pravidelně sleduje emise znečišťujících látek do ovzduší, přičemž emise ze stacionárních zdrojů jsou aktualizovány každoročně v rámci projektu tzv. jednotného datového úložiště REZZO, emise z dopravy jsou počítány jednou za dva roky v rámci aktualizací modelového hodnocení kvality ovzduší. V následujících kapitolách je nejprve uveden přehled emisí z mobilních zdrojů a následně souhrn celkové emisní bilance vč. zdrojů stacionárních. Prezentovány jsou emise pro ty bilancované znečišťující látky, které lze považovat za nejvíce reprezentativní pro automobilovou dopravu – oxidy dusíku a částice frakcí PM₁₀ a PM_{2,5}.

MOBILNÍ ZDROJE – EMISE Z DOPRAVY

Emise z automobilové dopravy jsou stanovovány výpočtem v rámci pravidelných dvouletých aktualizací projektu Modelové hodnocení kvality ovzduší na území hl. m. Prahy, v této kapitole jsou shrnuty údaje z Aktualizace 2020, obsahující výpočet emisí na základě dopravních dat za rok 2019.

Pro výpočet byl použit emisní model MEFA-13, který 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.

Při výpočtu emisí bylo zohledněno složení vozového parku charakteristické pro hl. m. Prahu – podíl aut bez katalyzátorů a aut splňujících jednotlivé emisní limity EURO dle výsledků dopravních průzkumů a prognózy vypracované na základě dat o prodeji a vyřazování vozidel z centrálního registru, která je obsažena v aktuální verzi modelu MEFA.

Do výpočtu emisí byly také zahrnuty zvýšené emise vznikající v důsledku studených startů automobilů. Prvních cca 5 km po startu vozidla se studeným motorem dochází v porovnání s normálním provozem ke zvýšené produkci emisí. Zohlednění příspěvku studených startů je proto významné při hodnocení emisní a imisní zátěže z dopravy ve městech, kde jsou automobily často využívány k poměrně krátkým jízdám. Význam studených startů vozidel v rámci celkové imisní zátěže se v různých částech města liší, a to především podle charakteru území a rozložení komunikační sítě. Např. na kapacitních komunikacích s velkou vzdáleností křižovatek je možné očekávat relativně nízký vliv studených startů, naopak v husté obytné zástavbě jejich podíl pravděpodobně významně poroste.

V případě hodnocení suspendovaných prachových částic PM₁₀ a PM_{2,5} byly vedle sazí, emitovaných přímo spalovacími motory do ovzduší (tzv. primární prašnost), vypočteny také

emise částic zvířených projíždějícími automobily (resuspenze). Stanovení emisí z resuspenze bylo provedeno metodikou MŽP, vytvořenou v roce 2015 a aktualizovanou v r. 2019.

Přehled o celkové emisní bilanci uvádějí následující tabulky.

Rok	Zdroj emisí	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO _x	VOC
2009	Komunikace – výfukové emise	879,9	641,4	11 220,9	8 125,0
	Komunikace – resuspenze	3 420,3	827,5	0,0	0,0
	Tunely	18,8	6,9	79,0	59,5
	Křižovatky	72,8	15,2	176,7	66,9
	Ostatní zdroje	58,2	14,0	124,6	158,6
	Celkem	4 450,0	1 505,0	11 601,2	8 410,0
2011	Komunikace – výfukové emise	741,0	540,0	9 865,0	7 152,0
	Komunikace – resuspenze	3 721,8	900,4	0,0	0,0
	Tunely	22,9	12,1	338,2	70,2
	Křižovatky	71,9	22,7	178,9	70,6
	Ostatní zdroje	60,4	17,5	89,7	144,8
	Celkem	4 618,0	1 492,7	10 471,8	7 437,6
2013	Komunikace – výfukové emise	573,0	405,0	7 418,0	4 538,0
	Komunikace – resuspenze	3 756,5	908,8	0,0	0,0
	Tunely	21,2	15,5	235,9	52,0
	Křižovatky	46,1	18,5	275,6	112,4
	Ostatní zdroje	47,4	14,8	80,3	88,0
	Celkem	4 444,2	1 362,6	8 009,8	4 790,4
2015	Komunikace – výfukové emise	537,6	426,8	4 986,7	1 510,5
	Komunikace – resuspenze	3 076,0	744,0	0,0	0,0
	Tunely	55,0	26,8	231,7	32,2
	Křižovatky	83,4	26,7	162,1	17,1
	Ostatní zdroje	19,1	7,4	59,8	31,0
	Celkem	3 771,1	1 231,7	5 440,3	1 590,8
2017	Komunikace – výfukové emise	608,3	482,5	5 131,7	1 285,7
	Komunikace – resuspenze	3 398,6	822,3	0,0	0,0
	Tunely	61,7	30,8	249,4	30,9
	Křižovatky	24,6	8,6	119,7	14,6
	Ostatní zdroje	19,8	7,1	48,1	24,3
	Celkem	4 113,0	1 351,2	5 548,9	1 355,4
2019	Komunikace – výfukové emise	556,56	438,26	4 191,84	1 067,25
	Komunikace – resuspenze	3 165,32	765,80	0,00	0,00
	Tunely	56,70	28,74	204,94	28,13
	Křižovatky	22,95	7,85	98,39	12,08
	Ostatní zdroje	19,26	6,98	39,86	15,88
	Celkem	3 820,79	1 247,63	4 535,03	1 123,34

Tabulka 1 – Emise znečišťujících látek z dopravy (t.rok⁻¹) – automobilová doprava

Rok	Kategorie vozidel	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO _x	VOC
2009	Osobní automobily	445,4	315,4	6 301,9	7 866,8
	Lehké nákladní automobily	64,7	51,1	542,9	24,6
	Těžké nákladní automobily + autobusy	369,8	274,9	4 376,2	233,6
	Celkem	879,9	641,4	11 220,9	8 125,0
2011	Osobní automobily	381,0	269,0	5 471,0	6 984,0
	Lehké nákladní automobily	69,0	54,0	619,0	33,0
	Těžké nákladní automobily + autobusy	291,0	217,0	3 775,0	135,0
	Celkem	741,0	540,0	9 865,0	7 152,0
2013	Osobní automobily	316,0	215,0	4 543,0	4 427,0
	Lehké nákladní automobily	41,0	32,0	319,0	36,0
	Těžké nákladní automobily + autobusy	216,0	158,0	2 556,0	75,0
	Celkem	573,0	405,0	7 418,0	4 538,0
2015	Osobní automobily	353,7	276,3	3 138,1	1 428,9
	Lehké nákladní automobily	30,5	27,0	183,2	17,5
	Těžké nákladní automobily + autobusy	153,3	123,5	1 665,3	64,1
	Celkem	537,5	426,8	4 986,6	1 510,5
2017	Osobní automobily	304,1	235,1	2 571,3	1 135,6
	Lehké nákladní automobily	81,8	71,4	492,3	55,9
	Těžké nákladní automobily + autobusy	222,4	176,1	2 068,2	94,2
	Celkem	608,3	482,5	5 131,7	1 285,7
2019	Osobní automobily	298,0	228,6	2 235,9	943,7
	Lehké nákladní automobily	74,0	65,0	436,7	53,3
	Těžké nákladní automobily + autobusy	184,6	144,7	1 519,3	70,3
	Celkem	556,6	438,3	4 191,8	1 067,3

 Tabulka 2 – Výfukové emise znečišťujících látek z provozu na komunikacích (t.rok⁻¹) – rozdělení dle jednotlivých typů vozidel

Kromě automobilové dopravy jsou do výpočtu zahrnuty též emise z dopravy letecké, resp. z Letiště Václava Havla Praha.

Rok	Zdroj emisí	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO _x	VOC
2009	Letecká doprava	–	–	554,4	99,97
2011	Letecká doprava	–	–	535,3	101,7
2013	Letecká doprava	19,1	10,4	480,2	88,9
2015	Letecká doprava	17,2	9,7	455,2	84,3
2017	Letecká doprava	19,3	11,1	531,2	98,4
2019	Letecká doprava	15,6	8,6	609,2	112,8

 Tabulka 3 – Emise znečišťujících látek z dopravy (t.rok⁻¹) – letecká doprava

Na celkovou úroveň produkce emisí z automobilové dopravy působí dva protichůdné vlivy. Na jedné straně probíhá obměna vozového parku, na druhé straně dochází k nárůstu intenzit, respektive dopravního výkonu. Kromě celkových intenzit dopravy ovlivňuje emisní bilanci též vývoj procentuálního zastoupení osobních a nákladních vozidel. V hodnoceném období let 2009–2019 se pak uvedené vlivy projevovaly následujícím způsobem:

- V případě emisí suspendovaných částic PM_{10} z automobilové dopravy se projevuje velmi pozvolný trend snižování emisí s meziročními výkyvy. To je dáno skutečností, že v případě PM_{10} se obměna vozového parku projevuje oproti ostatním látkám v podstatně menší míře, neboť většina emisí je tvořena resuspenzí, která není obměnou vozidel ovlivňována. Obdobná situace je i v případě částic $PM_{2,5}$, u této frakce je však již podíl resuspenze nižší, čímž se výrazněji projeví obměna vozového parku. Za celé období se emise PM_{10} z automobilové dopravy snížily cca o 14 %, emise $PM_{2,5}$ cca o 17 %.
- Pro další dva polutanty, tj. oxidy dusíku a těkavé organické látky, je naopak charakteristický silný vliv obměny vozidel na celkovou produkci emisí. Za celé období let 2009–2019 došlo ke snížení emisí NO_x z dopravy o 61 %, u VOC činil pokles 87 %.

Vývoj emisí z letecké dopravy (Letiště Václava Havla Praha) je pro celé sledované období uveden u plyných polutantů (NO_x a VOC), v případě částic PM_{10} a $PM_{2,5}$ jsou z důvodu úpravy metodiky uvedeny za období od r. 2013. Vývoj emisí je v zásadě dán počty příletů a odletů letadel a zastoupením jednotlivých typů letadel ve sledovaných letech. Celkově je patrné, že po mírném poklesu do r. 2015 lze v posledních letech sledovat naopak trend mírného nárůstu emisí. Z hlediska celkové bilance jsou však tyto změny nevýznamné, neboť dominantním zdrojem zůstává doprava automobilová.

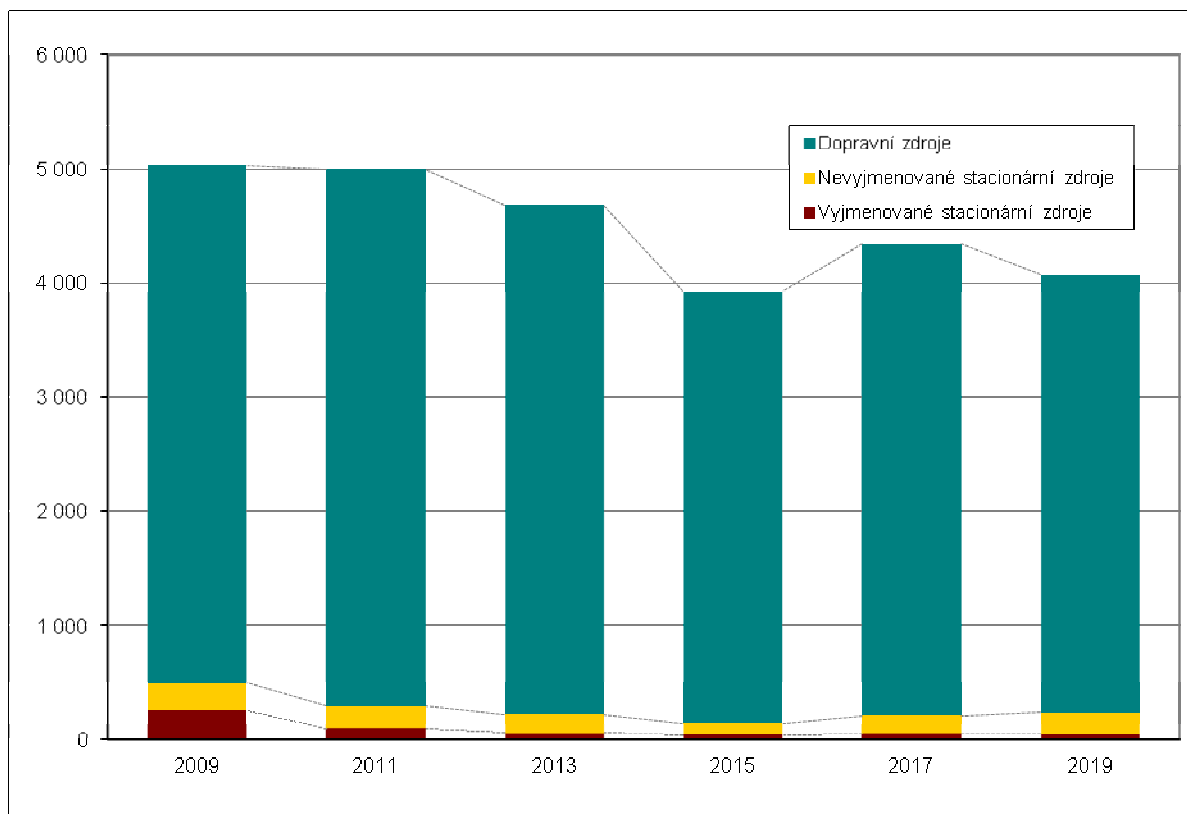
Prostorové rozložení produkce emisí z automobilové dopravy odpovídá rozložení dopravní zátěže v území, největší produkcí emisí se tedy vyznačují úseky s nejvyšší dopravní zátěží.

CELKOVÝ VÝVOJ PRODUKCE EMISÍ

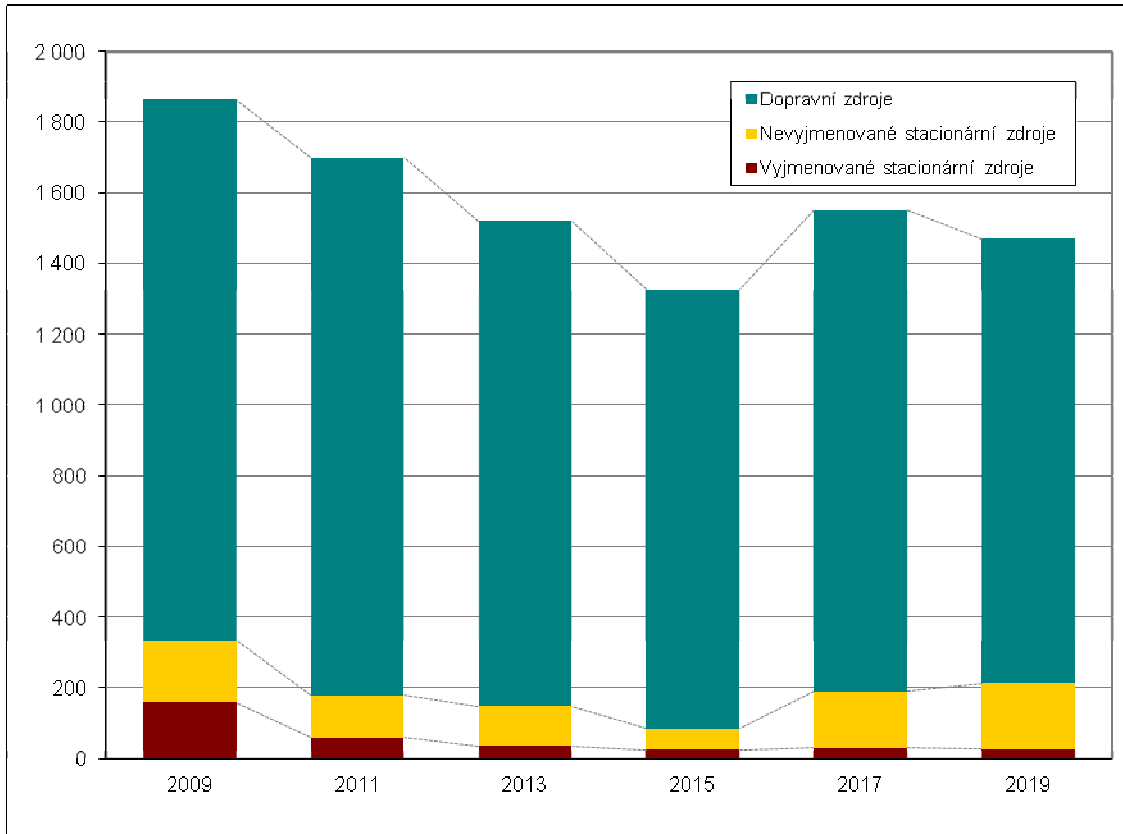
Následující grafy zachycují vývoj celkové produkce emisí ve dvouletých intervalech. Z grafů je patrné, že tento vývoj je určován vývojem emisí z dopravy (což je ovšem do značné míry dáno skutečností, že pro hodnocení byly zvoleny znečišťující látky typické pro automobilovou dopravu).

Nejvyšší podíl na celkových emisích (přes 90 %) má doprava u částic PM₁₀, kde rozhodující složku tvoří resuspenze prachu z povrchu vozovek. U oxidů dusíku je tento podíl nižší a v celém hodnoceném období se dále snižuje, aktuálně činí 70 %.

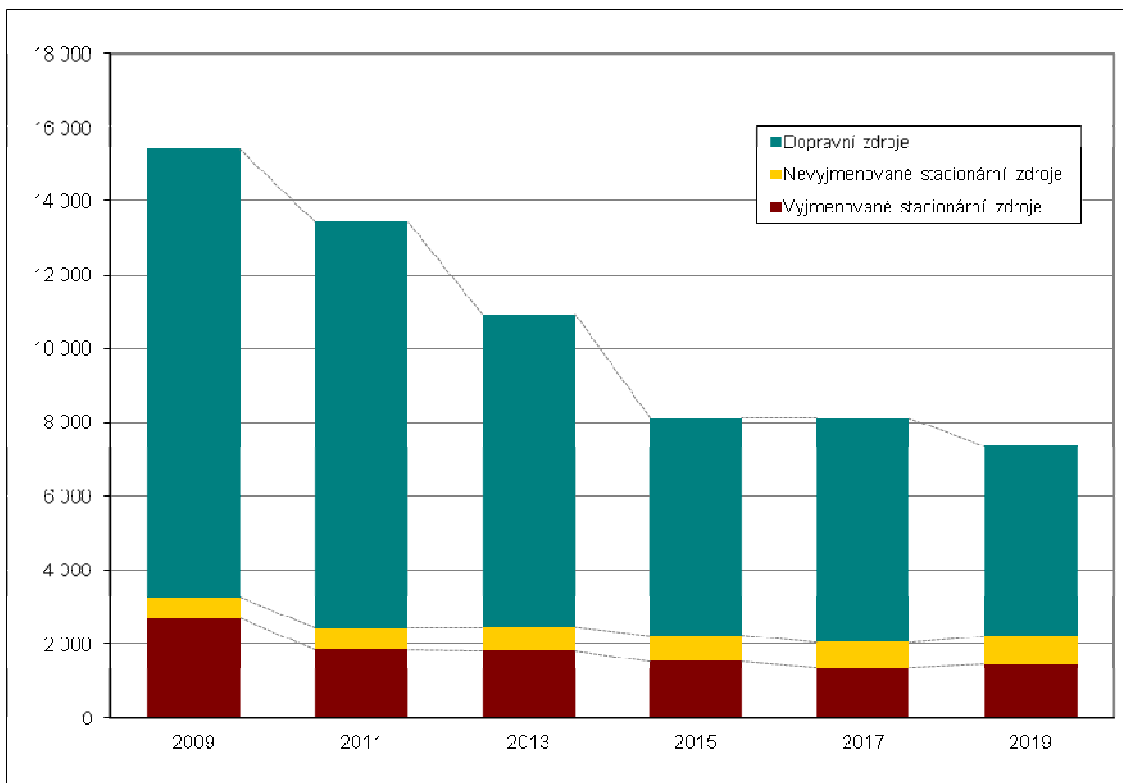
Celková produkce emisí ze zdrojů na území Prahy se pak za období mezi roky 2009–2019 snížila o 19,1 % u částic PM₁₀, o 21,2 % v případě jemných částic PM_{2,5} a o 52,2 % v případě oxidů dusíku.



Obrázek 1 – Trendy vývoje produkce emisí částic frakce PM₁₀



Obrázek 2 – Trendy vývoje produkce emisí částic frakce PM_{2.5}



Obrázek 3 – Trendy vývoje produkce emisí NO_x

IMISE – ÚROVEŇ ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ

Zhodnocení úrovně znečištění ovzduší na území hl. m. Prahy je provedeno na základě dvou zdrojů informací, kterými jsou:

- výsledky imisního monitoringu, jehož údaje jsou shromažďovány v imisní databázi Informačního systému kvality ovzduší (ISKO) České republiky (provozovatel ČHMÚ),
- výsledky modelování kvality ovzduší, které jsou prováděny v rámci pravidelných aktualizací projektu Modelové hodnocení kvality ovzduší na území hl. m. Prahy.

Údaje imisního monitoringu poskytují přehledné a přesné informace o úrovni koncentrací znečišťujících látek v místech měření a jejich časovém vývoji. Výsledky modelování pak umožňují získat přehled o prostorovém rozložení imisní zátěže ve vazbě na konkrétní zdroje emisí.

Hodnocení je provedeno ve vztahu k imisním limitům, které udávají maximální přípustné koncentrace znečišťujících látek v ovzduší a jejichž hodnoty jsou uvedeny v příloze č. 1 zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší. U limitů, které mají dobu průměrování kratší než jeden rok, je v některých případech uveden přípustný počet překročení limitu během roku. Následující tabulka uvádí přehled limitů pro vybrané znečišťující látky, jejichž analýza je provedena dále. Obdobně jako v emisní části byly voleny látky s výraznou vazbou na automobilovou dopravu – suspendované částice frakcí PM₁₀ a PM_{2,5}, oxid dusičitý¹, benzen jako nejvýznamnější zástupce těkavých organických látek a dále benzo(a)pyren, který sice není bilancován emisně, z pohledu kvality ovzduší v Praze se však jedná o velmi významný polutant.

Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit	Maximální počet překročení
Suspendované částice PM ₁₀	1 rok	40 µg.m ⁻³	-
Suspendované částice PM ₁₀	24 hodin	50 µg.m ⁻³	35
Suspendované částice PM _{2,5}	1 rok	25 µg.m ⁻³	-
Oxid dusičitý	1 rok	40 µg.m ⁻³	-
Oxid dusičitý	1 hodina	200 µg.m ⁻³	18
Benzen	1 rok	5 µg.m ⁻³	-
Benzo(a)pyren (obsah v PM ₁₀)	1 rok	1 ng.m ⁻³	-

Tabulka 4 – Imisní limity vyhlášené pro ochranu zdraví lidí

Hlavní město Praha se dlouhodobě vyznačovalo zvýšenou úrovní znečištění ovzduší, a přestože se imisní situace postupně zlepšuje, některé problémy nadále přetrvávají či se vyskytovaly ve velmi nedávné době. V roce 2020 byly všechny naměřené imisní koncentrace sledovaných znečišťujících látek pod úrovní limitů, v roce 2019 však došlo k překročení limitu pro průměrné roční koncentrace NO₂ a o rok dříve byl překročen též limit pro 24hodinové

¹ Oxid dusičitý vzniká v atmosféře zejména transformací z oxidu dusnatého (NO), který je hlavní složkou antropogenních emisí NO_x. V emisních bilancích jsou proto sledovány celkové NO_x (NO + NO₂) a nikoli pouze samotný NO₂. Imisně sledovaným polutantem je však již pouze NO₂, který představuje látku se stanovenou zdravotní rizikovostí a imisním limitem.

koncentrace PM_{10} a roční koncentrace $PM_{2,5}$. Jelikož dopravně nejzatíženější komunikace v Praze často procházejí oblastmi s vysokou hustotou osídlení, je nadlimitními koncentracemi znečišťujících látek, generovaných dopravou (PM_{10} , NO_2 , benzo(a)pyren), zatížena značná část obyvatel hlavního města. Porovnání vývojových řad koncentrací znečišťujících látek nicméně ukazuje, že v nejvíce problematických parametrech dochází přes určité meziroční výkyvy k dlouhodobému zlepšování kvality ovzduší.

VÝSLEDKY MONITOROVÁNÍ KVALITY OVZDUŠÍ

Na území hlavního města Prahy je provozováno 18 stanic imisního monitoringu (stav roku 2020). Většinu z nich spravuje ČHMÚ, dalšími provozovateli jsou Státní zdravotní ústav a Zdravotní ústav se sídlem v Ústí nad Labem. Typologicky se jedná buď o stanice dopravní (6 stanic) nebo pozadřové (v městských či předměstských zónách). V následujícím textu jsou shrnuty informace o vývoji kvality ovzduší dle výsledků měření ve staniční síti za posledních 10 let, tj. za období let 2011 – 2020. Ve vyhodnocení jsou rozlišeny stanice podle typu lokality (T – dopravní, B – pozadřová, I – průmyslová). V případě 1hodinových a 24hodinových koncentrací je v souladu se standardními postupy sledována vždy ta hodnota, která již má limit splňovat, tj. 36. nejvyšší 24hodinová koncentrace PM_{10} a 19. nejvyšší hodinová koncentrace NO_2 .

Suspendované částice PM_{10} a $PM_{2,5}$

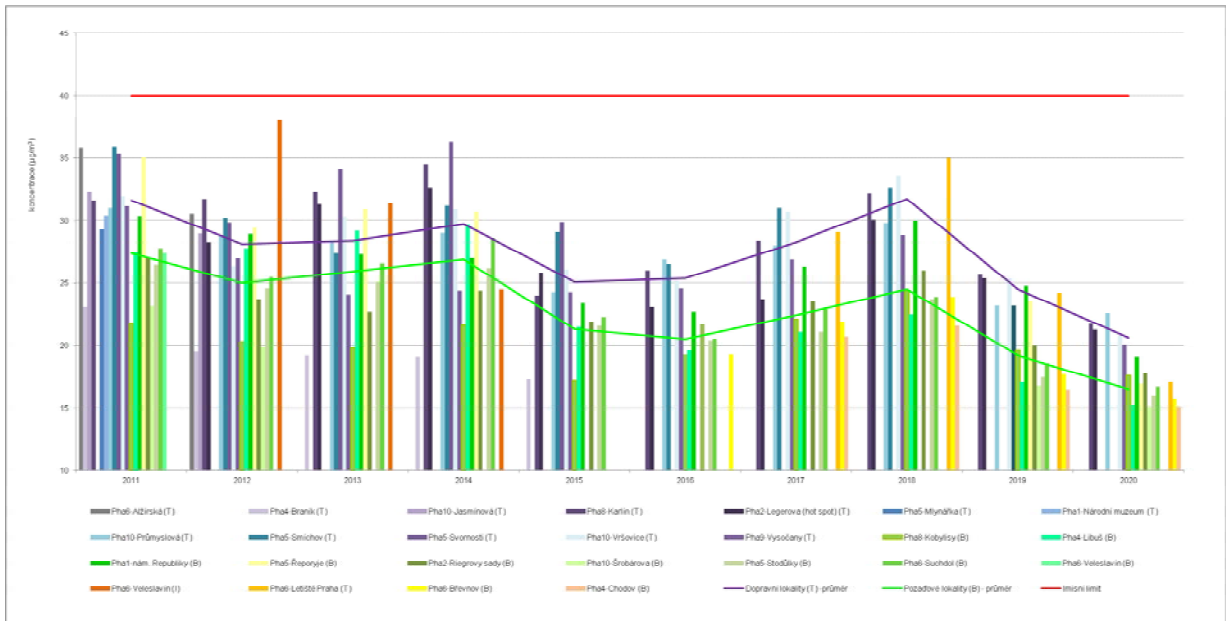
Znečištění ovzduší suspendovanými částicemi zůstává jedním z hlavních problémů kvality ovzduší na území hl. města Prahy, úzce souvisejícím s automobilovou dopravou. Vysokých koncentrací suspendovaných částic PM_{10} a $PM_{2,5}$ je obecně dosahováno v chladném období roku, kdy dochází k vyšším emisím tuhých látek ze stacionárních zdrojů (vliv vytápění) i z dopravy (zvýšená resuspenze v důsledku posypu komunikací) při současných méně příznivých meteorologických podmínkách pro rozptyl znečišťujících látek.

Roční imisní limit pro PM_{10} ($40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) nebyl v roce 2020, podobně jako v předešlých letech, překročen na žádné lokalitě, které byly relevantní pro vyhodnocení ročních průměrných koncentrací. Trend vývoje průměrných ročních koncentrací PM_{10} je možné označit jako klesající s meziročními výkyvy. V letech 2014 a 2015 byl zaznamenán pokles, způsobený příznivějšími meteorologickými a rozptylovými podmínkami, následně došlo v období let 2016 až 2018 k nárůstu (avšak nikoli nad úroveň dlouhodobého průměru posledních 10 let), od roku 2018 lze pak zaznamenat výraznější snižování koncentrací.

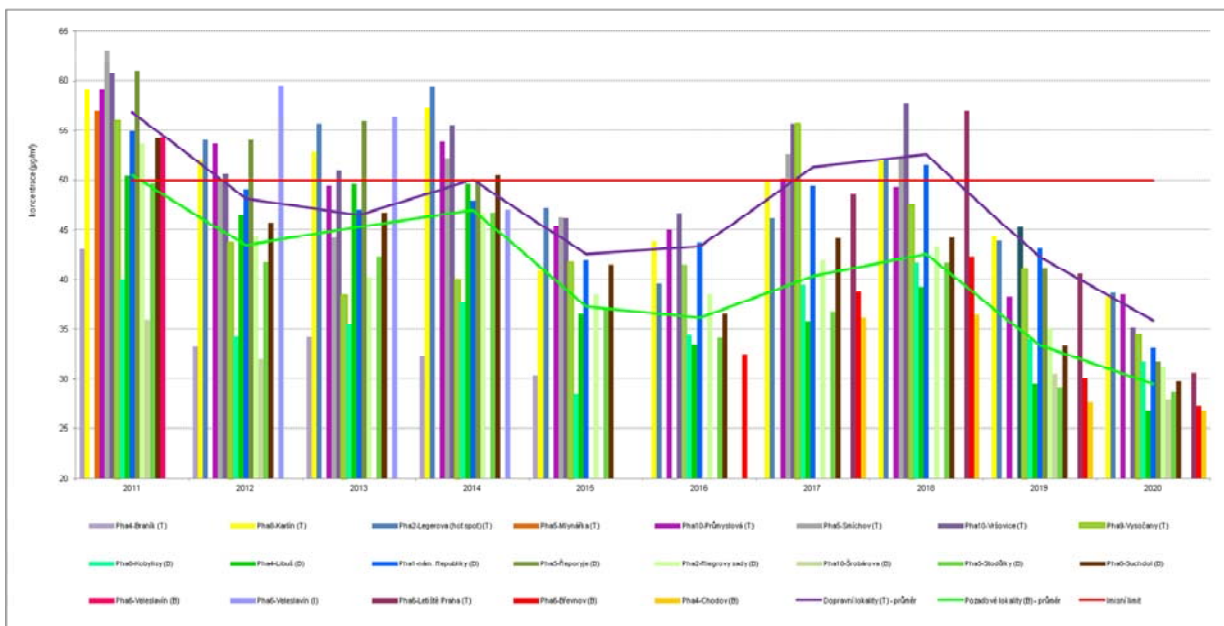
V případě 24hodinového limitu je tolerováno 35 případů překročení limitní koncentrace $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ v průběhu roku, sledována je proto 36. nejvyšší hodnota v roce. Oproti ročním průměrům jsou 24hodinové koncentrace z principu více ovlivňovány aktuální meteorologickou situací a rozptylovými podmínkami v území. Z těchto důvodů je možné pozorovat v letech 2015 a 2016 výrazný pokles koncentrací, a naopak v letech 2017 – 2018 se projevil vzestup hodnot související s velmi nepříznivou meteorologickou situací v zimním období. Imisní limit pro 24hodinovou koncentraci PM_{10} byl překročen v roce 2017 na čtyřech a v roce 2018 na šesti lokalitách. Od roku 2018 došlo naopak k výraznému poklesu, v letech 2019 a 2020 nedošlo k překročení k imisního limitu na žádné ze sledovaných stanic.

Imisní limit pro průměrnou roční koncentraci suspendovaných částic $PM_{2,5}$ nebyl v roce 2020 překročen ani na jedné stanici ze sedmi s dostatečným počtem dat pro hodnocení. Nejvyšší

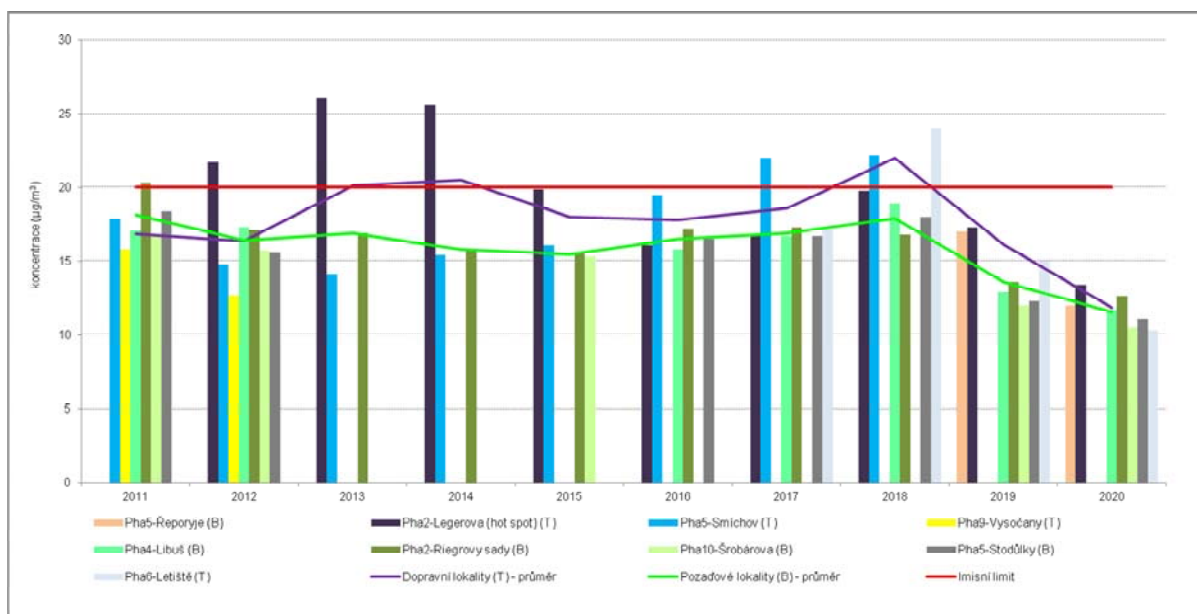
koncentrace ($13,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) byla naměřena na dopravní stanici Praha 2 – Legerova (hot spot). Na této lokalitě byly v letech 2012–2014 naměřeny nadlimitní koncentrace, poté došlo v letech 2015 – 2016 k výraznému poklesu, v roce 2017 pak hodnoty mírně narostly a od roku 2018 dochází opět k poklesu koncentrací. Překročení limitu $\text{PM}_{2,5}$ bylo zaznamenáno též v letech 2017 – 2018 na stanici Praha 5 – Smíchov a na stanici Praha 6 – Letiště v r. 2018. Co se týče ostatních stanic, lze sledovat v období let 2011 – 2018 převážně stagnaci na mírně podlimitní úrovni, následované výrazným poklesem v posledních dvou letech.



Obrázek 4 – Průměrné roční koncentrace suspendovaných částic PM_{10} na stanicích imisního monitoringu v Praze



Obrázek 5 – 36. nejvyšší hodnota 24hod. koncentrace suspendovaných částic PM_{10} na stanicích imisního monitoringu v Praze

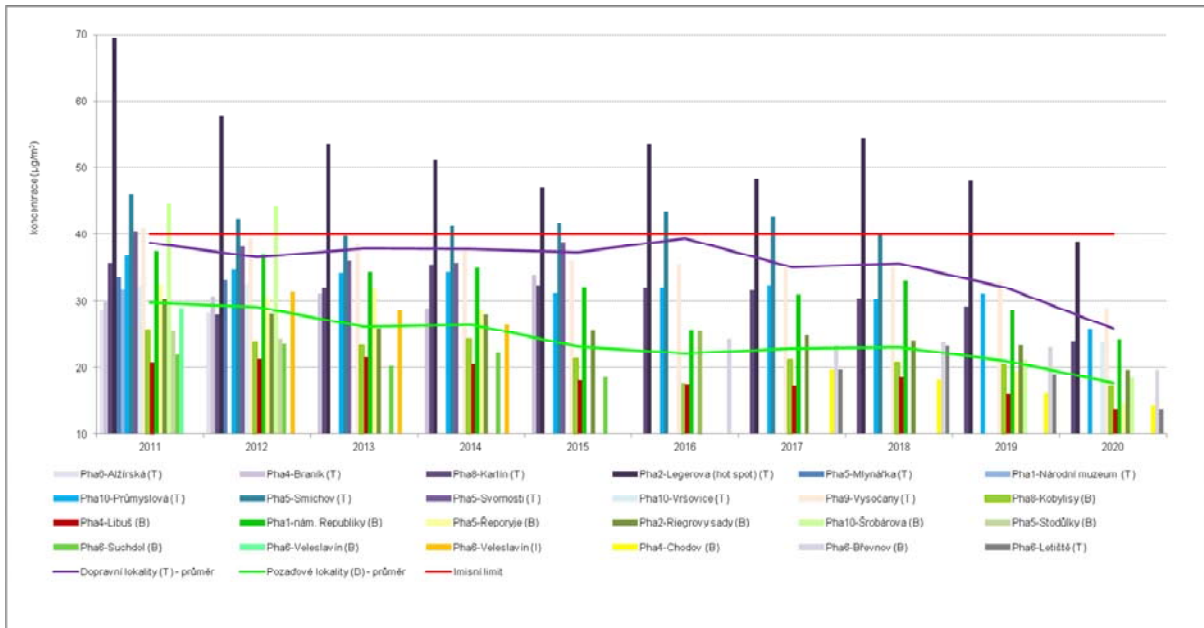


Obrázek 6 – Průměrné roční koncentrace suspendovaných částic PM_{2,5} na stanicích imisního monitoringu v Praze

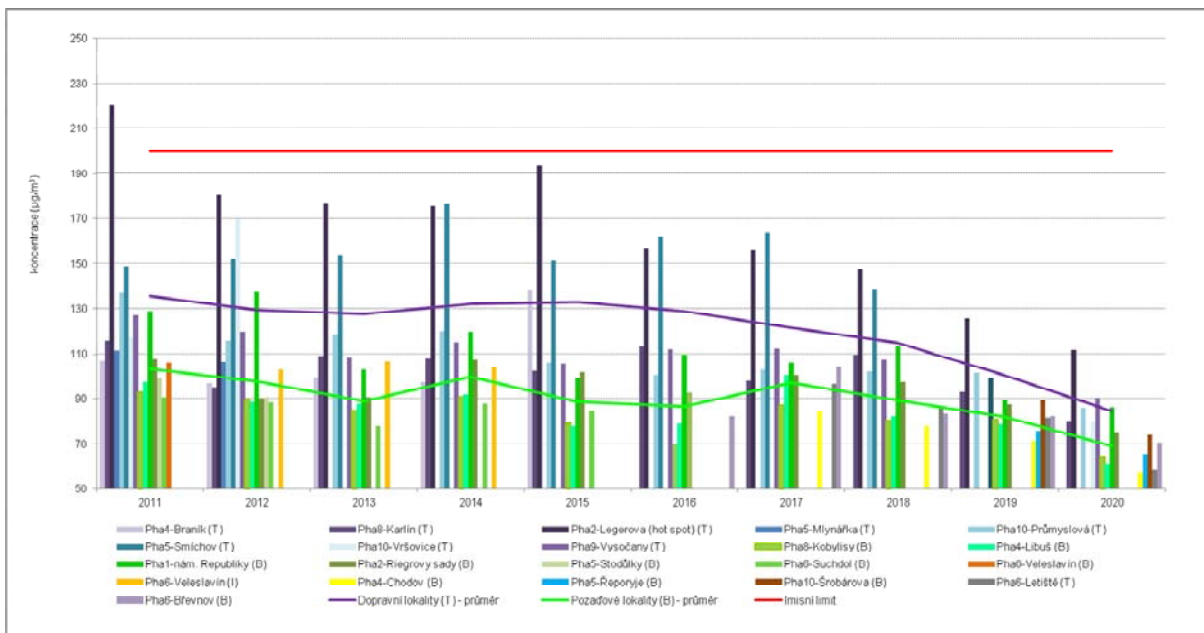
Oxid dusičitý

Roční imisní limit pro oxid dusičitý ($40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) nebyl na území aglomerace Praha v roce 2020 překročen. Na dopravních lokalitách Praha 2 - Legerova (hot spot) a Praha 5 - Smíchov a Praha 10 - Šrobárova (pozaďová) docházelo k překročení limitu v minulých letech. Obdobně jako v případě suspendovaných částic je i u NO₂ patrný výrazný pokles koncentrací v roce 2020 oproti předešlému období.

U hodinových koncentrací oxidu dusičitého je tolerováno 18 překročení limitní hodnoty $200 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ za rok, sledována je proto 19. nejvyšší hodnota v roce. Hodinový imisní limit $200 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ nebyl v roce 2020 překročen na žádné lokalitě z 14 relevantních pro vyhodnocení. Překročení limitu bylo ve sledovaném období zaznamenáno pouze v roce 2011, a to na dopravní stanici Praha 2 – Legerova (hot spot), od roku 2012 však limit nebyl překročen.



Obrázek 7 – Průměrné roční koncentrace NO₂ na stanicích imisního monitoringu v Praze



Obrázek 8 – 19. nejvyšší hodnota 1hodinových koncentrací NO₂ na stanicích imisního monitoringu v Praze

Benzen

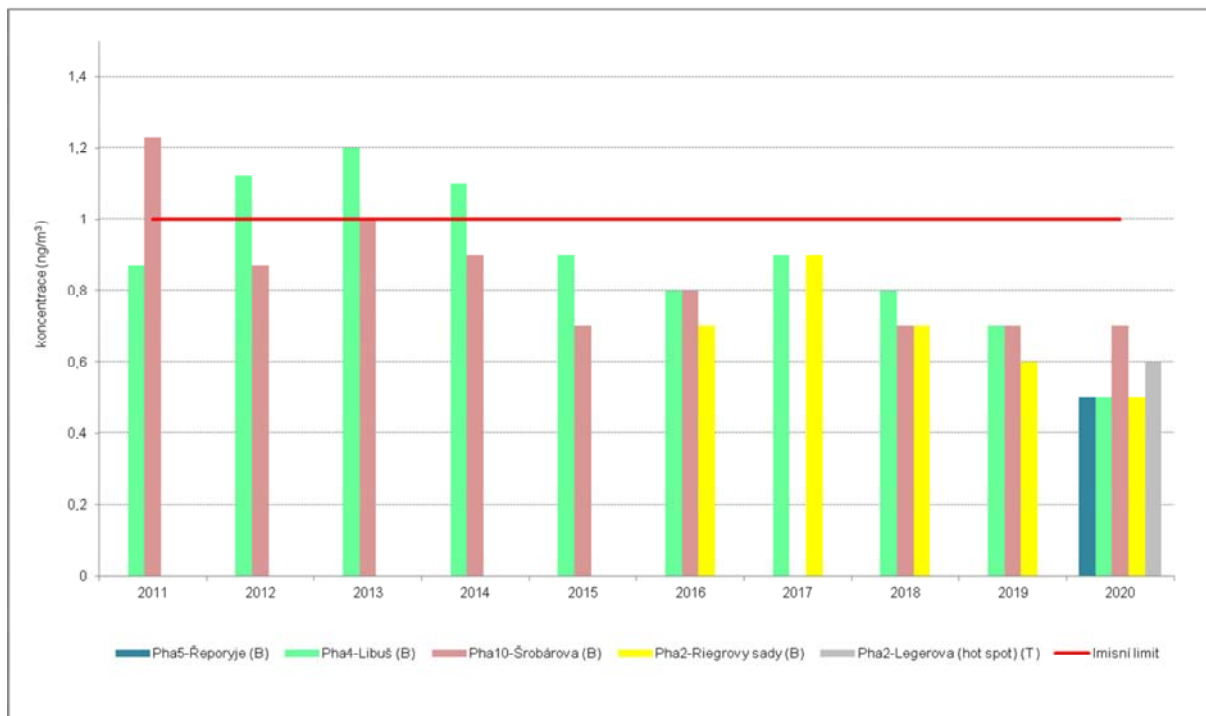
Hodnoty průměrných ročních koncentrací benzenu dlouhodobě stagnují, a to na výrazně podlimitní hladině. V posledním roce 2020 dosahovaly naměřené hodnoty 22–32 % imisního limitu.



Obrázek 9 – Průměrné roční koncentrace benzenu na stanicích imisního monitoringu v Praze

Benzo(a)pyren

V roce 2020 nebyl imisní limit pro roční průměrnou koncentraci benzo[a]pyrenu překročen ani na jedné z pěti stanic na území aglomerace Praha, které měří koncentrace této látky a splňují požadavky na kvantitu a kvalitu naměřených dat. Nejvyšší hodnoty zaznamenala stanice Praha 10 - Šrobárova ($0,7 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$). Koncentrace benzo[a]pyrenu v hodnoceném období od roku 2011 mají klesající trend, s výjimkou roku 2017, kdy došlo k mírnému nárůstu hodnot, avšak pod hranicí imisního limitu ($0,9 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$). Hodnoty nad hranicí imisního limitu nejsou od roku 2015 zaznamenány na žádné ze sledovaných stanic.



Obrázek 10 – Průměrné roční koncentrace benzo(a)pyrenu na stanicích imisního monitoringu v Praze

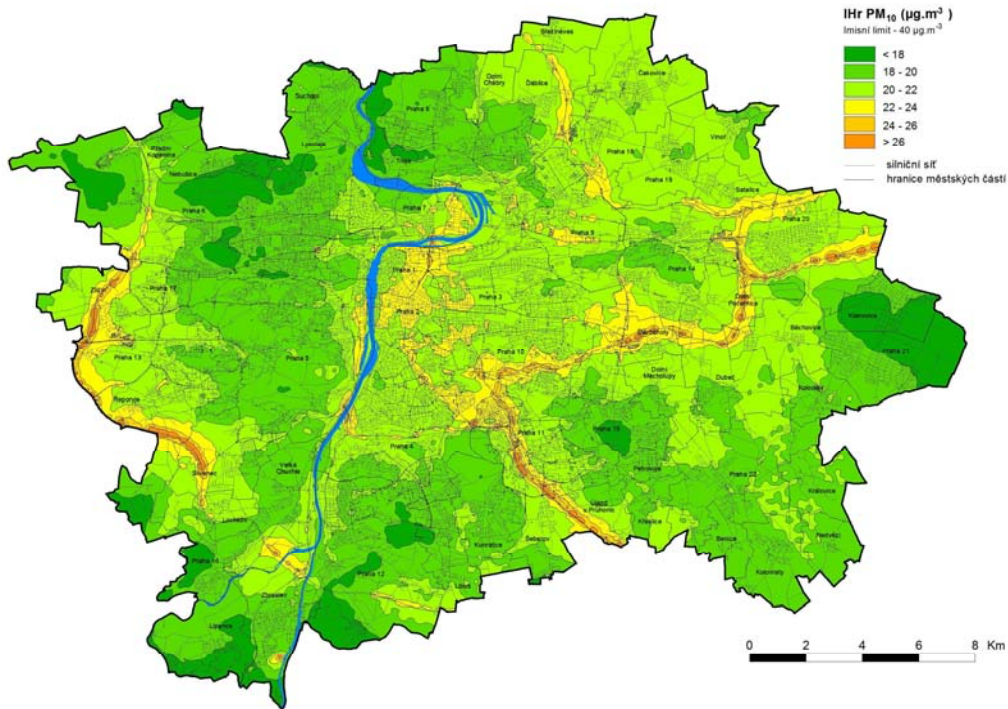
VÝSLEDKY MODELOVÁNÍ KVALITY OVZDUŠÍ

Projekt modelování kvality ovzduší probíhá na území hl. m. Prahy od roku 1992 v pravidelných dvouletých aktualizacích. Poslední aktualizace byla zpracována v roce 2020 na základě dat za rok 2019. V následujícím přehledu jsou shrnuty výsledky modelových výpočtů průměrných ročních koncentrací tří nejvýznamnějších znečišťujících látek charakteristických pro automobilovou dopravu: oxid dusičitý, suspendované částice frakce PM_{10} a suspendované částice frakce $PM_{2,5}$.

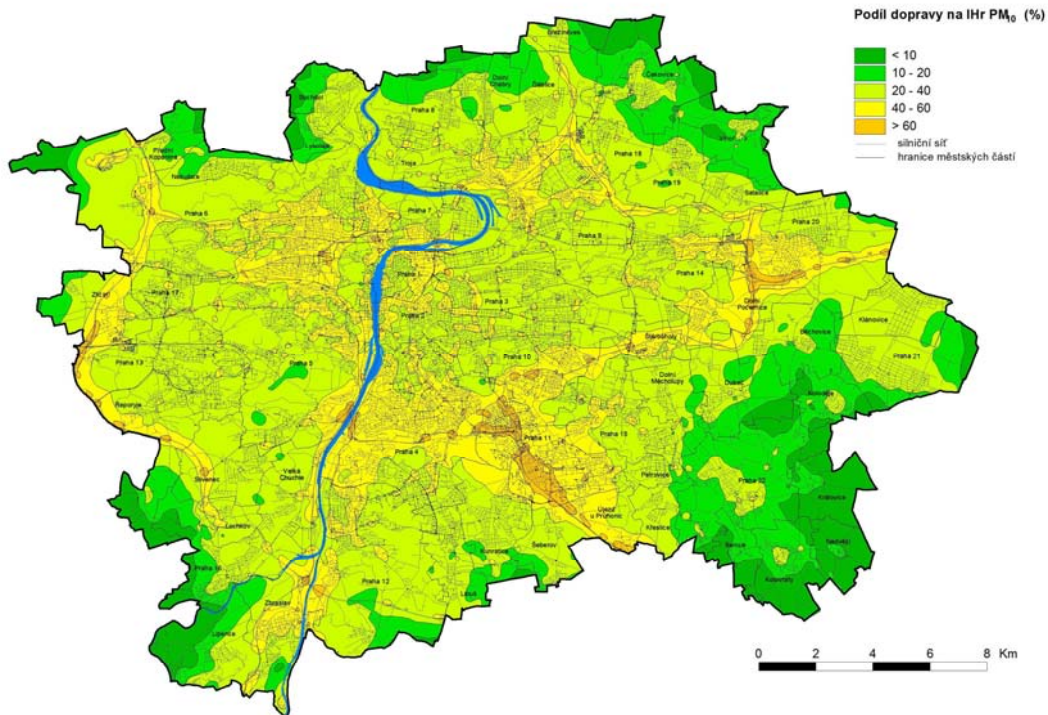
Suspendované částice frakce PM_{10}

Nejvyšší vypočtené hodnoty průměrných ročních koncentrací suspendovaných částic frakce PM_{10} přesahují $30 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a byly vypočteny jen lokálně podél komunikací D0 (úsek 515) a D11. Hodnoty $26 - 30 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ byly vypočteny v blízkém okolí nejvýznamnějších komunikací, zejména podél Brněnské a Jižní spojky, lokálně pak v centru města, v oblasti lomu Zbraslav a podél úseků D0. Ve větší vzdálenosti od komunikací koncentrace klesají, na okraji města lze zaznamenat hodnoty pod $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Imisní limit je u průměrných ročních koncentrací suspendovaných částic PM_{10} stanoven ve výši $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a nebyl na území dle modelového výpočtu překročen.

Další obrázek pak zobrazuje prostorové rozložení procentuálního podílu dopravních zdrojů na celkové imisní zátěži částicemi PM_{10} . Nejvyšší hodnoty (přes 60 %) byly vypočteny v okolí kapacitních komunikací, zejména podél Brněnské, v místě křížení Jižní Spojky, ulice 5. května a Spořilovské a na Barrandovském mostě, lokálně pak podél D0 515, D11 v centru města a dalších úseků Jižní Spojky. Na většině území hl. m. Prahy včetně centra města činí podíl dopravy nejčastěji 20 – 60 %, v okrajových částech pak do 20 %.



Obrázek 11 – Průměrné roční koncentrace částic PM₁₀

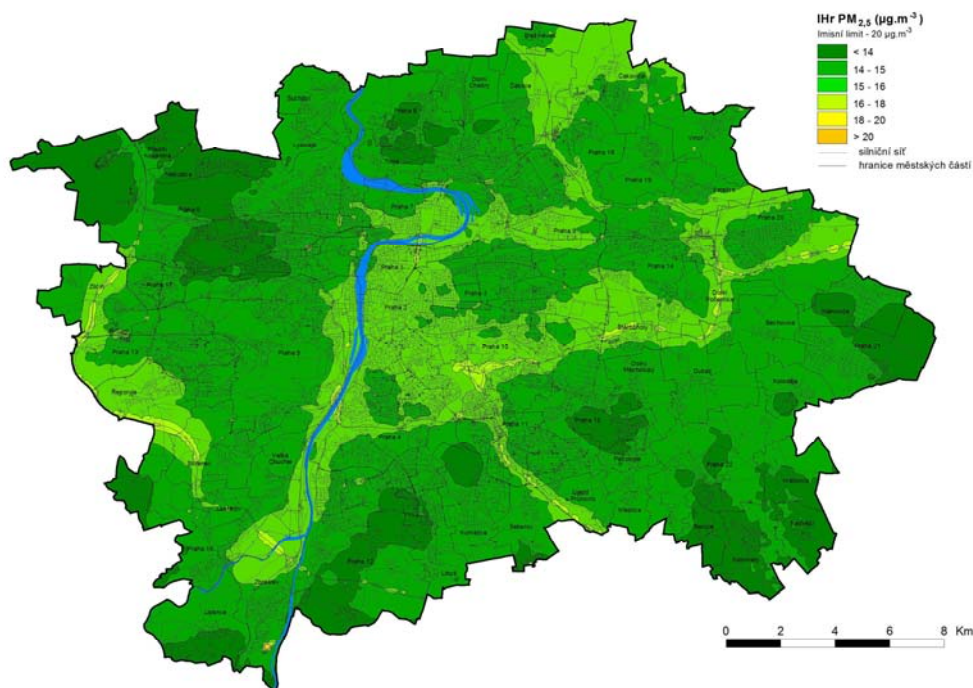


Obrázek 12 – Podíl dopravy na imisní zátěži částicemi PM₁₀

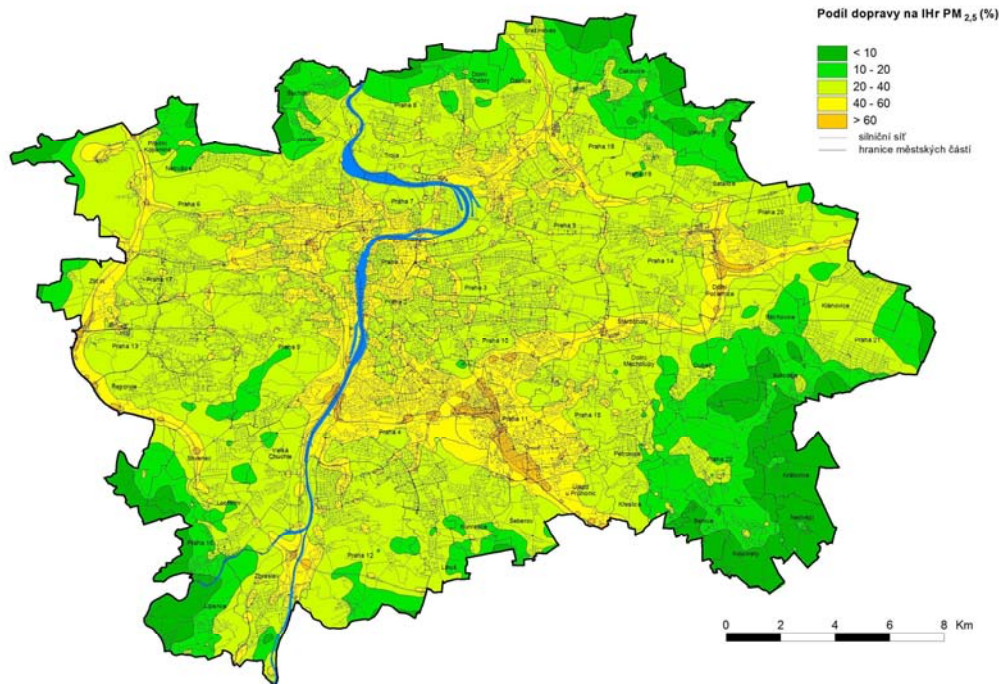
Suspendované částice frakce PM_{2,5}

Prostorové rozložení imisních pásem PM_{2,5} je obdobné jako v případě částic PM₁₀. Nejvyšší vypočtené hodnoty průměrných ročních koncentrací suspendovaných částic frakce PM_{2,5} zcela lokálně přesahují 20 µg.m⁻³ (imisní limit) a byly vypočteny v oblasti lomu Zbraslav. Koncentrace PM_{2,5} do 19 µg.m⁻³ lze zaznamenat zejména podél D0 515. Hodnoty mezi 16 - 19 µg.m⁻³ byly vypočteny podél nejvíce zatížených komunikací - Brněnská, Jižní Spojka a D0, lokálně také v centru města. Na zbylém území se hodnoty pohybovaly nejčastěji mezi 14 - 16 µg.m⁻³.

Podíl dopravních zdrojů na celkové imisní zátěži částicemi PM_{2,5} dosahuje nad 60 % v místech nejvíce zatížených komunikací, a to zejména podél D0 515, D11, Barrandovského mostu, Jižní Spojky, Brněnské, ulic Spořilovská a 5. května, lokálně pak i v centru města. V centrální části města, stejně jako na většině území hl. m. Prahy, byl vypočten podíl nejčastěji 20–60 %, v okrajových částech pak do 20 %.



Obrázek 13 – Průměrné roční koncentrace částic PM_{2,5}

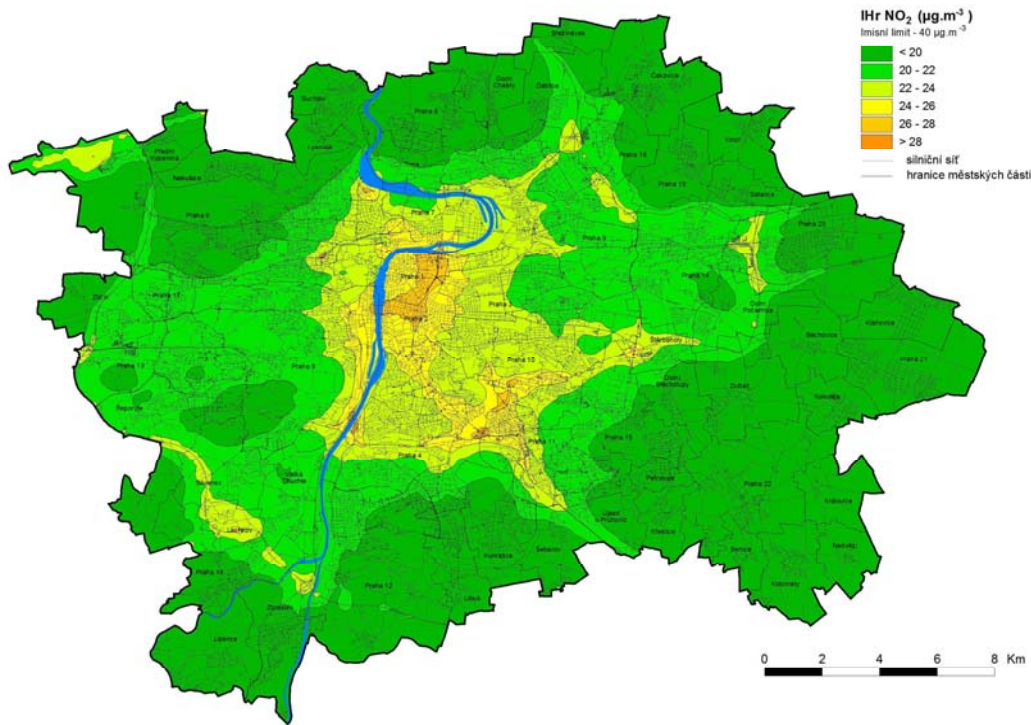


Obrázek 14 – Podíl dopravy na imisní zátěži částicemi PM_{2,5}

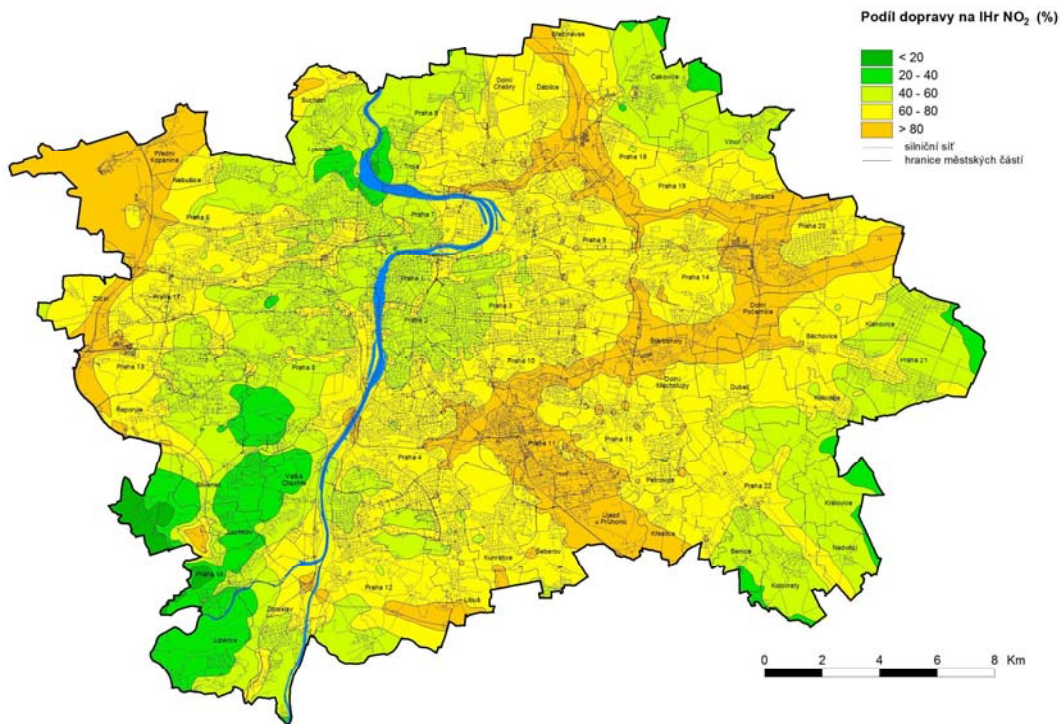
Oxid dusičitý

Nejvyšší hodnoty průměrných ročních koncentrací oxidu dusičitého byly vypočteny zcela lokálně v místě křížení Jižní Spojky a ulice 5. května, a to na úrovni 28 - 29 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Imisní limit je u průměrných ročních koncentrací oxidu dusičitého stanoven ve výši 40 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a není na sledovaném území překročen. V centru města, na Barrandovském mostě a lokálně podél Jižní Spojky lze zaznamenat hodnoty překračující 26 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Na okrajích hl. m. Prahy se hodnoty pohybují do 20 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, pouze podél významnějších komunikací vypočtená hodnota mírně narůstá.

Obrázek 16 pak zobrazuje prostorové rozložení procentuálního podílu dopravních zdrojů na celkové imisní zátěži oxidem dusičitým. Nejvyšší hodnoty byly vypočteny v prostoru letiště a dále podél významných komunikací (zejména Jižní Spojka, Brněnská, D0 515, D11), v okrajových částech města pak nejčastěji do 40 %. Na zbylém území se hodnoty pohybovaly nejčastěji mezi 40 - 80 %.



Obrázek 15 – Průměrné roční koncentrace oxidu dusičitého



Obrázek 16 – Podíl dopravy na imisní zátěži oxidem dusičitým

ÚZEMNÍ ROZSAH PŘEKROČENÍ IMISNÍCH LIMITŮ

Český hydrometeorologický ústav v souladu se zákonem č. 201/212 Sb., o ochraně ovzduší, vydává každoročně informace o průměrných hodnotách koncentrací znečišťujících látek za předchozích 5 let ve čtvercové síti 1x1 km. Z těchto údajů jsou pak odvozeny informace o rozsahu překročení limitů v rámci dané čtvercové sítě.

Údaje o rozsahu překročení limitů v jednotlivých letech dle podkladů ČHMÚ² za uplynulých 8 let (2013 – 2020) shrnuje tabulka 5. V osmiletém období 2013 – 2020 docházelo na území Prahy k opakovanému a nejvýraznějšímu překračování limitu v případě benzo[a]pyrenu (v rozsahu 41,7 % – 75,8 % území). Z ostatních látek (mimo přízemní ozón) bylo třikrát zaznamenáno překročení limitu průměrné roční koncentrace NO₂ (2013, 2014 a 2016) a čtyřikrát byl překročen limit 24hodinových koncentrací PM₁₀ (2013, 2014, 2017, 2018), a to v rozsahu desetin až jednotek procent území. K zásadnímu zlepšení došlo v posledních dvou letech, kdy v roce 2019 byl překročen limit pouze pro benzo[a]pyren na 0,2 % území, v roce 2020 nebyl překročen žádný limit mimo O₃. Limit pro osmihodinové koncentrace přízemního ozónu byl v letech 2013, 2015 a 2016 překročen na malé části území (do 5 %), v roce 2017 došlo k zvýšení rozsahu na 15,5 % území, v posledních třech letech se hodnoty pohybují nad 90 %.

Ve Středočeském kraji se opět nejvýraznější rozsah překračování (mimo O₃) týkal benzo[a]pyrenu, kde v období let 2013 – 2016 došlo k nárůstu z 5 na 41 % území, od roku 2018 pak naopak k výraznému snížení až na 0,9 % území v r. 2020. V celém období mimo r. 2020 bylo zaznamenáno též překračování limitu 24hodinových koncentrací PM₁₀ (0,01 – 7 %). Ojedinelé a zcela lokální překročení limitů se týkalo též oxidu dusičitého, částic PM_{2,5} a arsenu. Osmihodinový limit pro přízemní ozón byl překročen na 0,01 – 14 % území kraje do roku 2017, v posledních třech letech se hodnoty pohybují nad 90 %.

Rok	NO ₂ - rok	PM ₁₀ – 24 hod	PM _{2,5}	As	BaP	Celkem bez O ₃	O ₃ – 8hod	Celkem s O ₃
Praha								
2013	0,56	0,42	-	-	59,61	59,61	0,2	59,61
2014	0,20	6,00	-	-	75,80	75,80	-	75,80
2015	-	-	-	-	41,70	12,20	4,8	17,00
2016	0,60	-	-	-	54,26	54,86	2,01	56,07
2017	-	0,67	-	-	67,7	67,7	15,52	71,57
2018	-	1,98	-	-	19,03	19,23	97,38	97,38
2019	-	-	-	-	0,22	0,22	99,8	99,8
2020	-	-	-	-	-	-	93,02	93,02

² Český hydrometeorologický ústav: Znečištění ovzduší na území České republiky – Grafické ročenky [online]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/grafroc_CZ.html.

Středočeský kraj								
2013	0,002	0,86	-	0,03	5,21	5,45	0,26	5,71
2014	-	7,15	-	-	11,41	14,79	0,01	14,8
2015	-	0,40	-	-	26,27	26,27	4,09	30,36
2016	-	0,22	-	-	40,84	40,84	12,10	52,4
2017	-	2,94	0,05	0,01	31,68	31,70	14,00	44,96
2018	-	0,38	-	-	4,96	4,96	97,97	98,20
2019	-	0,01	-	-	1,59	1,59	98,79	98,79
2020	-	-	-	-	0,86	0,86	92,46	92,49

Tabulka 5 – Územní rozsah překračování imisních limitů znečišťujících látek v Praze a Středočeském kraji (2013 - 2020)

EMISE SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ

Nárůst skleníkových plynů v atmosféře je spojován s globálním oteplováním a souvisejícími klimatickými změnami. V ČR je na základě požadavku v čl. 5 Kjótského protokolu od roku 2007 provozován Národní inventarizační systém (NIS) emisí skleníkových plynů, jehož správu zajišťuje Český hydrometeorologický ústav. Při národní inventarizaci se sledují skleníkové plyny: oxid uhličitý (CO₂), metan (CH₄), oxid dusný (N₂O), fluorid sírový (SF₆) a dvě velké skupiny plynů označované jako částečně fluorované uhlovodíky (HFC) a zcela fluorované uhlovodíky (PFC).

Výpočet emisí se provádí v souladu s metodikou IPCC pro sektory energetika (ve kterém je zastoupena i doprava), průmyslové procesy, zemědělství, využití krajiny, změny ve využití krajiny a lesnictví, odpadové hospodářství a ostatní. V průmyslově vyspělých státech je zcela dominantním sektorem energetika, která je původcem 70–90 % národních emisí.

V hl. m. Praze je kromě energetických zdrojů významným zdrojem znečišťování ovzduší skleníkovými plyny doprava, přičemž měrné emise z dopravy na jednotku plochy jsou v Praze kvůli vysokým intenzitám silniční dopravy cca dvacetinásobné ve srovnání s průměrem ČR.³ Převažujícím zdrojem emisí skleníkových plynů pocházejících z dopravy je individuální automobilová doprava.

Dále uváděná data použitá při tvorbě tabulek a grafů byla převzata ze Studií o vývoji dopravy z hlediska životního prostředí, zpracovávaných každoročně pro MŽP Centrem dopravního výzkumu, v.v.i. Tyto údaje se rekalkulují po každé změně emisních faktorů dle požadavku Evropské agentury pro životní prostředí (EEA) a tyto rekalkulace se promítají do každoroční publikace Studie o vývoji dopravy z hlediska životního prostředí v ČR. Vzhledem k tomu, že v posledním období došlo v rámci těchto studií k změně výpočetní metodiky, která zapříčinila poměrně výrazné (skokové) změny emisí skleníkových plynů, jsou prezentována data pouze za časový úsek let 2017 – 2019, v němž byly emise rekalkulovány shodnou metodikou.

³ Studie o vývoji dopravy z hlediska životního prostředí. Ministerstvo životního prostředí ČR [online]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/studie_vyvoj_dopravy.

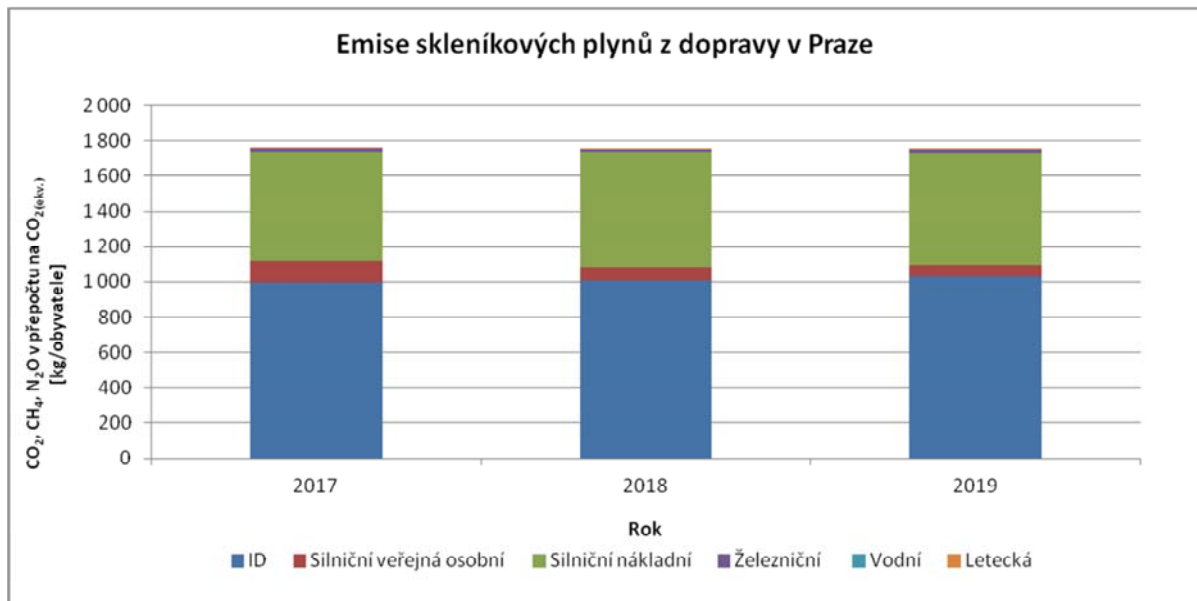
EMISE CO₂ EKVIVALENTU

Součtové emise jsou pak stanoveny pro tzv. CO₂ ekvivalent, jehož hodnota zahrnuje kromě oxidu uhličitého i další látky přispívající ke skleníkovému efektu – oxid dusnatý (N₂O) a metan (CH₄). Tyto látky jsou produkovány v řádově menší míře, avšak jednotkově (při porovnání „působení jedné molekuly“) přispívají ke změně klimatu mnohonásobně více než CO₂. Hodnota CO₂ ekvivalentu je stanovena tak, že se emise N₂O a CH₄ vynásobí potenciálovým koeficientem, který určuje, kolikrát více přispívá jedna molekula N₂O nebo CH₄ ke změně klimatu než jedna molekula CO₂. Následně jsou všechny tři hodnoty (tj. emise CO₂, přepočtené emise N₂O a přepočtené emise CH₄) sečteny. Hodnoty potenciálových koeficientů tj. N₂O – 296, a CH₄ – 23 jsou převzaty z nařízení vlády č. 351/2012 Sb., o kritériích udržitelnosti biopaliv.

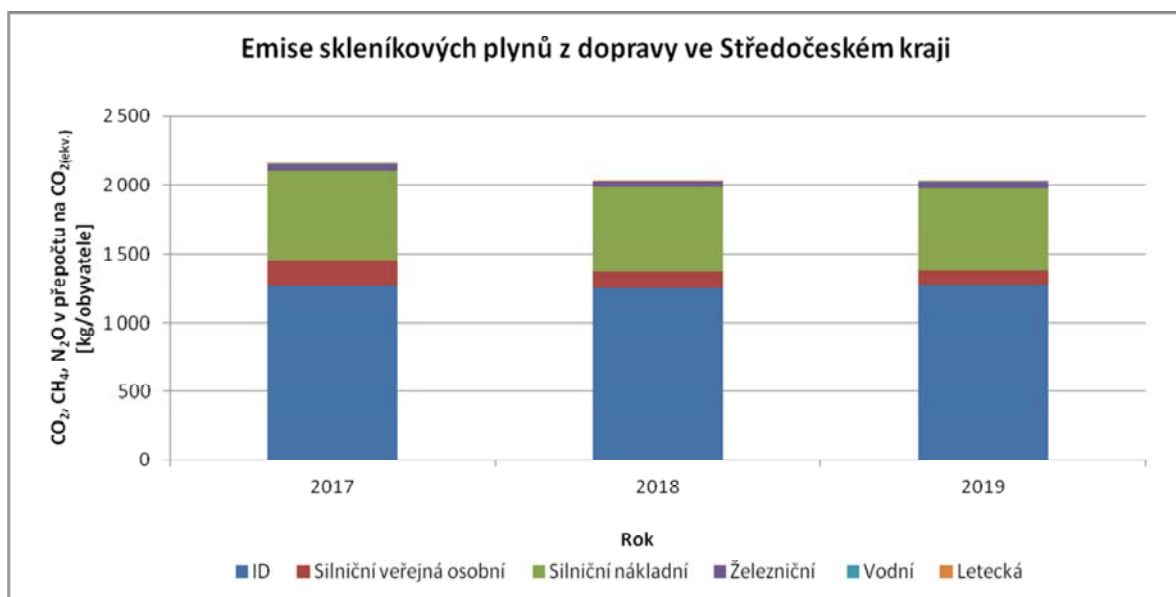
Hodnoty emisí CO₂ ekvivalentu v Praze v období 2017 – 2019 stagnují (pokles o 4 kg na obyvatele), ve Středočeském kraji mírně poklesly (o 125 kg/obyv). Celkové emise na obyvatele zůstávají vyšší ve Středočeském kraji (2 034 kg/obyv) než v Praze (1 756 kg/obyv).

Rok	Individuální automobilová doprava	Silniční veřejná osobní	Silniční nákladní	Železniční	Vodní	Letecká	Celkem
Praha							
2017	999,01	117,81	615,51	22,27	0,70	1,43	1756,74
2018	1007,94	76,57	648,08	21,22	0,51	1,48	1755,81
2019	1029,83	66,51	634,06	21,16	0,50	1,48	1753,54
Středočeský kraj							
2017	1271,95	185,32	645,83	44,61	4,95	1,22	2153,89
2018	1253,52	116,90	611,79	43,49	3,67	1,21	2030,57
2019	1280,38	101,84	598,47	42,34	3,63	1,19	2027,85

Tabulka 6 – Emise skleníkových plynů podle jednotlivých druhů dopravy v Praze a Středočeském kraji v přepočtu na CO₂ (ekv.) v letech 2017 - 2019 (kg/obyv.)



Obrázek 17 – Emise skleníkových plynů podle podílu jednotlivých druhů dopravy v Praze v přepočtu na CO₂ (ekv.)



Obrázek 18 – Emise skleníkových plynů podle podílu jednotlivých druhů dopravy ve Středočeském kraji v přepočtu na CO₂ (ekv.)

EMISE CO₂

Emise oxidu uhličitého jsou přímo závislé na spotřebě uhlikatých paliv, tj. nejen benzínu a nafty, ale také zkapalněného ropného plynu (LPG), stlačeného zemního plynu (CNG) a směsné nafty tvořené klasickou naftou a metylesterem řepkového oleje (MEŘO). Emise oxidu uhličitého vzniklé spálením 1 kg benzínu nebo nafty se pohybují přibližně na úrovni

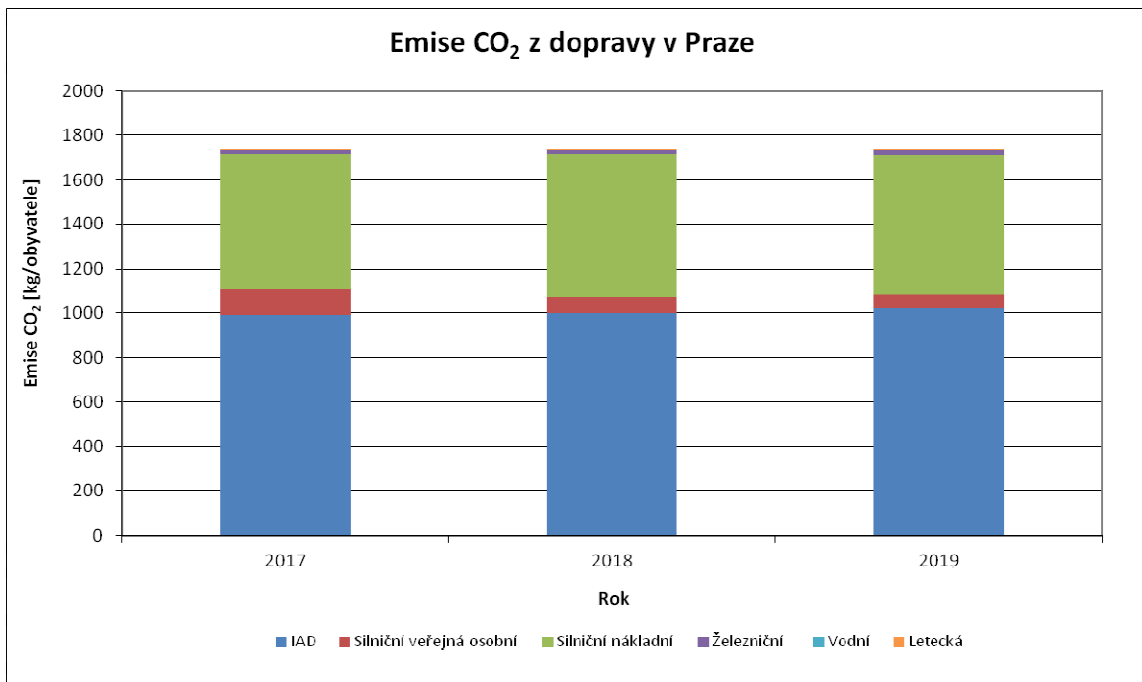
3,10–3,15 kg, emise LPG a CNG jsou jen nepatrně nižší – okolo 3,0–3,1 kg. Významná jsou technologická opatření zejména nových silničních vozidel zaměřená na snížení spotřeby benzínu a nafty, která přímo ovlivňují produkci CO₂⁴.

V tabulce 7 a na obrázcích 19 a 20 je uveden vývoj emisí CO₂ v období let 2017–2019 pro jednotlivé druhy dopravy v kg na 1 obyvatele. Celkové emise CO₂ v hodnoceném období spíše stagnují resp. velmi mírně klesají. Největší podíl na emisích CO₂ z dopravy má v obou hodnocených krajích IAD s cca 60% podílem (57 – 63 %), následovaná silniční nákladní dopravou s 27 – 32 %.

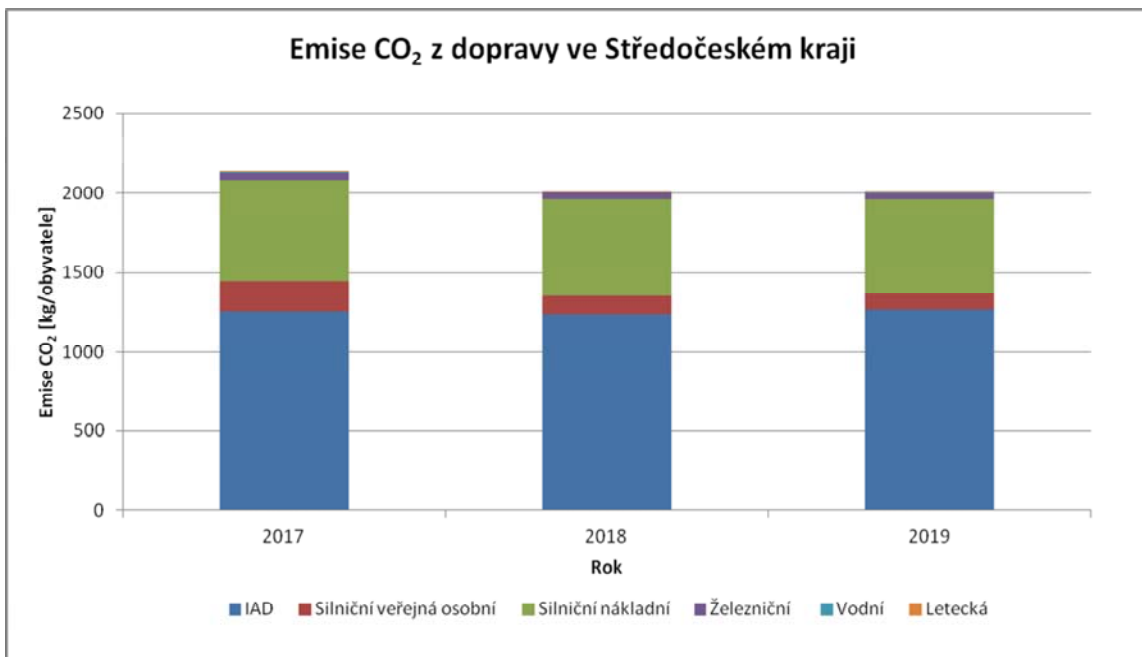
Rok	Individuální automobilová doprava	Silniční veřejná osobní	Silniční nákladní	Železniční	Vodní	Letecká	Celkem
Praha							
2017	989,00	117,00	610,00	20,00	0,69	1,42	1738,11
2018	998,00	76,00	642,00	19,00	0,51	1,47	1736,98
2019	1020,00	66,00	628,00	19,00	0,50	1,47	1734,97
Středočeský kraj							
2017	1259,00	184,00	640,00	40,00	4,91	1,21	2129,12
2018	1241,00	116,00	606,00	39,00	3,63	1,20	2006,83
2019	1268,00	101,00	593,00	38,00	3,59	1,18	2004,78

Tabulka 7 – Emise CO₂ podle jednotlivých druhů dopravy v Praze a Středočeském kraji v letech 2017 - 2019 (kg/obyv.)

⁴ Citováno dle: JEDLIČKA, Jiří, DUFEK, Jiří a ADAMEC. Vladimír Emisní bilance skleníkových plynů [online]. [cit. 2019-03-1]. Dostupné z: <http://www.cd.v.cz/file/clanek-emisni-balance-sklenikovych-plynu/>.



Obrázek 19 – Emise CO₂ podle podílu jednotlivých druhů dopravy v Praze



Obrázek 20 – Emise CO₂ podle podílu jednotlivých druhů dopravy ve Středočeském kraji

EMISE CH₄ a N₂O

V tabulkách 8 a 9 a v grafech na obrázcích 21 – 24 je uvedeno zastoupení jednotlivých druhů dopravy v rámci emisní bilance CH₄ a N₂O v gramech na 1 obyvatele v časové řadě 2017–2019. Jak je z grafů patrné, dopravní emise CH₄ se v uplynulých třech letech mírně snižovaly

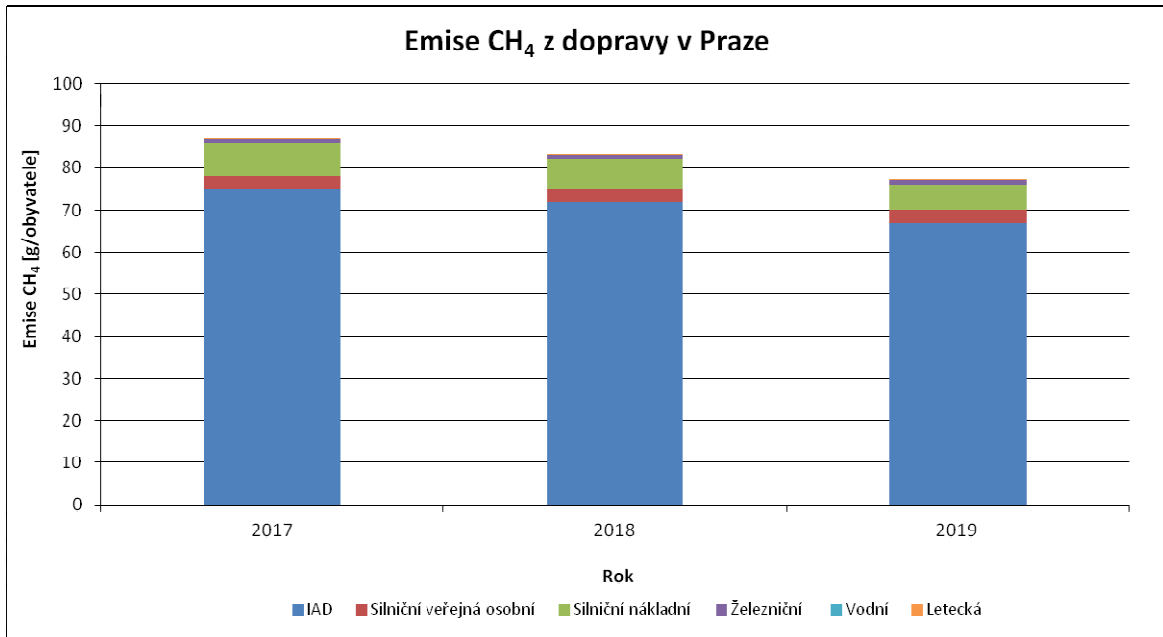
a jejich dominantním zdrojem je individuální automobilová doprava s podílem cca 85 %. Emise N₂O spíše stagnovaly. Co se týče zastoupení jednotlivých druhů dopravy, je v případě N₂O situace odlišná, podíl IAD činí cca 50 %, silniční nákladní doprava tvoří cca 25 – 35 %, nezanedbatelný podíl má i doprava železniční (13 % v Praze a 20 % ve Středočeském kraji).

Rok	Individuální automobilová doprava	Silniční veřejná osobní	Silniční nákladní	Železniční	Vodní	Letecká	Celkem
Praha							
2017	75,0	3,0	8,0	1,10	0,06	0,010	87,170
2018	72,0	3,0	7,0	1,08	0,05	0,010	83,140
2019	67,0	3,0	6,0	1,04	0,05	0,010	77,100
Středočeský kraj							
2017	87,0	7,0	9,0	2,23	0,46	0,009	105,699
2018	81,0	7,0	7,0	2,18	0,34	0,009	97,529
2019	75,0	7,0	6,0	2,11	0,34	0,008	90,458

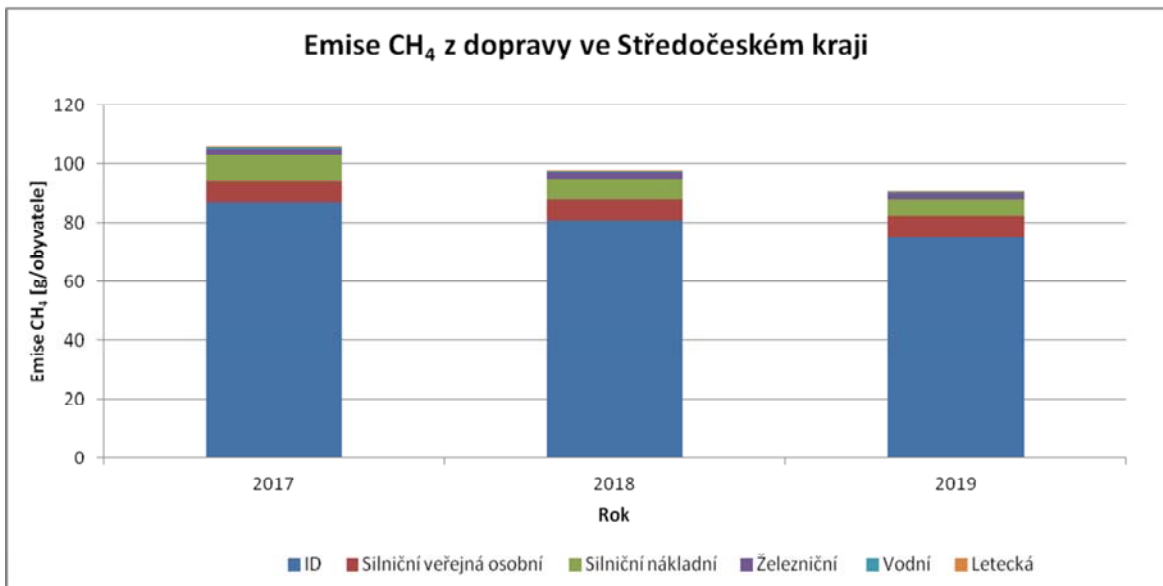
Tabulka 8 – Emise CH₄ podle jednotlivých druhů dopravy v Praze a Středočeském kraji v letech 2017 - 2019 (g/obyv.)

Rok	Individuální automobilová doprava	Silniční veřejná osobní	Silniční nákladní	Železniční	Vodní	Letecká	Celkem
Praha							
2017	28,0	2,5	18,0	7,6	0,02	0,04	56,2
2018	28,0	1,7	20,0	7,4	0,01	0,04	57,2
2019	28,0	1,5	20,0	7,2	0,01	0,04	56,8
Středočeský kraj							
2017	37,0	3,9	19,0	15,4	0,13	0,04	75,5
2018	36,0	2,5	19,0	15,0	0,10	0,03	72,6
2019	36,0	2,3	18,0	14,5	0,10	0,03	70,9

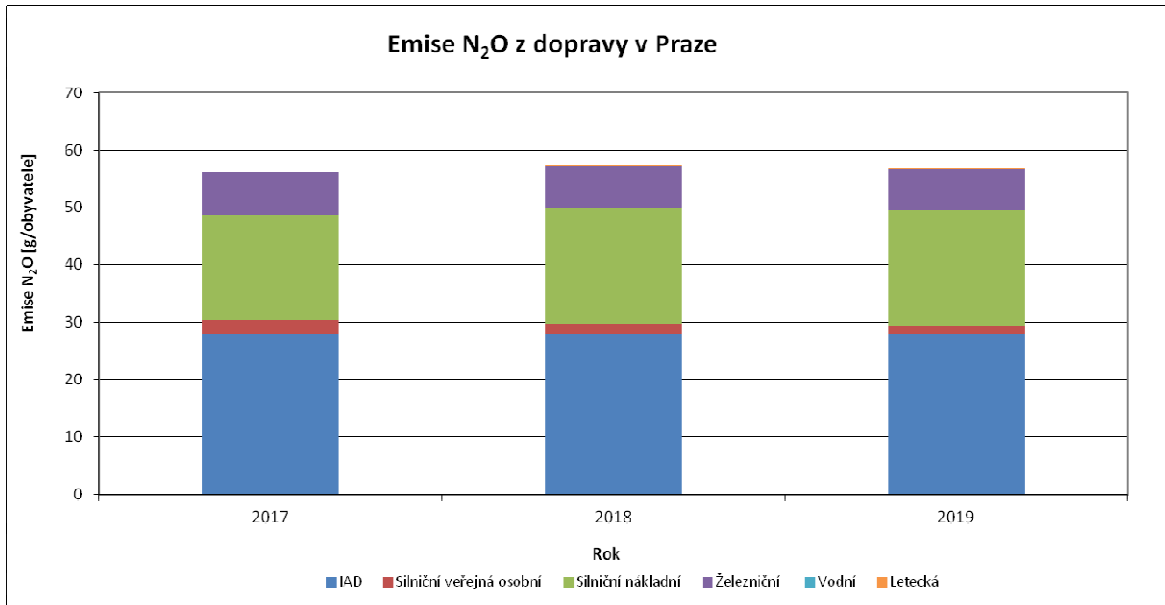
Tabulka 9 – Emise N₂O podle jednotlivých druhů dopravy v Praze a Středočeském kraji v letech 2017 - 2019 (g/obyv.)



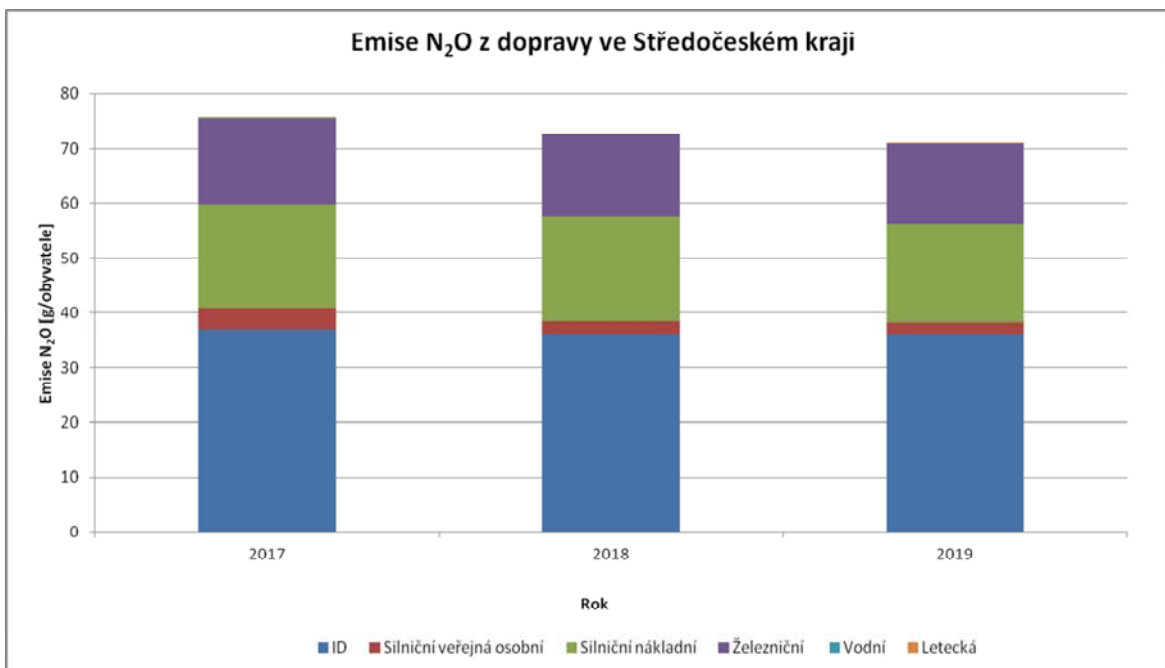
Obrázek 21 – Emise CH₄ podle podílu jednotlivých druhů dopravy v Praze [4]



Obrázek 22 – Emise CH₄ podle podílu jednotlivých druhů dopravy ve Středočeském kraji



Obrázek 23 – Emise N₂O podle podílu jednotlivých druhů dopravy v Praze



Obrázek 24 – Emise N₂O podle podílu jednotlivých druhů dopravy ve Středočeském kraji