



Technická zpráva 1.4.2

Modelování produkce emisí z dopravy

Plán udržitelné mobility města Zlín pro rok 2035

Technická zpráva 1.4.2

Modelování produkce emisí z dopravy

Zpracovatel

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Líšeňská 33a, 636 00 Brno



Autoři: Eva Havlíčková
Zdeněk Hejkal
Nikola Žižlavská
Ivo Dostál
Milan Brich

Schválil:

Dne:

Datum zpracování: 31. srpna 2021

1 Obsah

1	Obsah.....	3
2	Úvod	4
3	Modelování emisí znečišťujících látek.....	4
3.1	Vliv vybraných modelovaných látek na zdraví obyvatelstva	4
3.1.1	Oxidy dusíku (NO _x)	4
3.1.2	Suspendované částice (PM ₁₀ a PM _{2,5}).....	4
3.1.3	Benzo[a]pyren (B[a]P).....	5
3.2	Metodika výpočtu emisního modelování	6
3.2.1	Silniční doprava	6
3.2.1.1	Charakteristiky modelované dopravní sítě	6
3.2.1.2	Dynamická skladba vozového parku	7
3.2.1.3	Metodika výpočtu emisí daných látek	9
3.2.2	Železniční doprava.....	9
4	Vyhodnocení emisní produkce	9
5	Seznamy	11
5.1	Seznam tabulek	11
5.2	Seznam grafů.....	11
5.3	Seznam příloh.....	11
6	Literatura.....	13

2 Úvod

Studie emisí produkce z dopravy byla zpracována jako dílčí část Plánu udržitelné mobility města Zlína (dále jen PUM). Součástí Plánu udržitelné městské mobility je analýza zatížení města škodlivými emisemi s jejich dopady na zdraví obyvatel a životního prostředí, jelikož provoz motorových vozidel spotřebovává neobnovitelné zdroje energie [1]. Cílem této studie je vyhodnocení emisí produkce na území města Zlína ze silniční a železniční dopravy pro rok 2021. Z hlediska negativních dopadů na zdraví obyvatel z dopravy byly pro studii emisí produkce vybrány tyto škodlivé látky: NO_2 , PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$ a benzo[a]pyren (B[a]P). Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, stanovuje imisní limity znečišťujících látek, které mají negativní dopad na lidské zdraví a ekosystémy. Proto je potřeba tyto škodlivé látky sledovat a minimalizovat jejich množství v ovzduší. V kapitole 3 jsou podrobněji popsány modelované škodlivé látky a dopad na zdraví obyvatel.

3 Modelování emisí znečišťujících látek

3.1 Vliv vybraných modelovaných látek na zdraví obyvatelstva

3.1.1 Oxidy dusíku (NO_x)

Podle [2] emise oxidů dusíku jsou spojeny zejména se spalováním fosilních paliv, ale i biomasy. Primárním zdrojem produkujícím cca 35 % antropogenních emisí NO_x jsou i přes využívání katalyzátorů motorová vozidla, v kterých vznikají za vysokých teplot spalováním směsi paliva a vzduchu oxidací vzdušného dusíku kyslíkem. Dieselové motory produkují více NO_x , protože při spalování vzniká přebytek kyslíku a dochází tak k výraznější oxidaci dusíku ve srovnání s benzínovými motory. Mezi další možné antropogenní zdroje úniků oxidů dusíku je nutné zařadit veškeré chemické procesy, kde jsou tyto oxidy přítomny, a kde může k jejich úniku dojít, například výroba kyseliny dusičné. Oxid dusičitý společně s kyslíkem a těkavými organickými látkami (VOC) přispívá k tvorbě přízemního ozonu a vzniku tzv. fotochemického smogu, je společně s oxidy síry součástí kyselých dešťů. NO_x má také zásadní negativní vliv na vegetaci a ekosystémy.

Oxidy dusíku jsou ve většině případů emitovány převážně ve formě oxidu dusnatého (NO), který je ve vnějším ovzduší rychle oxidován přítomnými oxidanty na oxid dusičitý (NO_2). Oxidy dusíku mohou podléhat reakcím vedoucím ke vzniku řady dalších organických dusíkatých sloučenin.

3.1.2 Suspendované částice (PM_{10} a $\text{PM}_{2.5}$)

Podle [2] se krátkodobé zvýšení denních koncentrací suspendovaných částic frakce PM_{10} podílí na nárůstu celkové nemocnosti i úmrtnosti, zejména na onemocnění srdce a cév, na zvýšení počtu osob hospitalizovaných

pro onemocnění dýchacího ústrojí, zvýšení kojenecké úmrtnosti, zvýšení výskytu kašle a ztíženého dýchání – zejména u astmatiků, a na změnách plicních funkcí při spirometrickém vyšetření. Dlouhodobě zvýšené koncentrace mohou mít za následek snížení plicních funkcí u dětí i dospělých, zvýšení nemocnosti na onemocnění dýchacího ústrojí, výskyt symptomů chronického zánětu průdušek a zkrácení délky života, zejména z důvodu vyšší úmrtnosti na choroby srdce a cév zvláště u starých a nemocných osob, a pravděpodobně i na rakovinu plic. Tyto účinky bývají uváděny i u průměrných ročních koncentrací PM_{10} nižších než $30 \mu g \cdot m^{-3}$. Při chronické expozici jemným suspendovaným částicím frakce $PM_{2,5}$ se redukce očekávané délky života začíná projevovat již od průměrných ročních koncentrací $10 \mu g \cdot m^{-3}$. Výstupy z emisního modelu pak vstupují do modelu rozptylu škodlivin, jehož výsledky jsou popsány v samostatné zprávě. V současné době jsou větším problémem částice $2,5 \mu m$ a menší, protože pronikají hlouběji do plic a mají závažnější zdravotní dopady. Navíc díky přímému vstřikování prakticky větší částice než $2,5 \mu m$ nevznikají, a pokud ano, jsou zachyceny katalyzátory. U menších částic je funkce katalyzátorů problematická. Dalším negativním efektem částic $PM_{2,5}$ a menších částic je, že se na ně váže B(a)P. Dnes, díky technologiím použitým v automobilech, jsou největším problémem částice $1 \mu m$ a menší. V produkci PM byly dominantní dieselové motory, ale v současné době se díky pokročilejším technologiím a filtrům pevných částic produkce PM z dieselových motorů snižuje. Naopak u benzinových motorů produkce díky stále rozšířenějšímu přímému vstřikování mírně narůstá.

3.1.3 Benzo[a]pyren (B[a]P)

Podle [2] je benzo[a]pyren součástí produktů nedokonalého spalování fosilních paliv. Díky tomu je jeho primární produkce vyšší při spalování benzínu ve srovnání s naftovými motory, protože je zde méně kyslíku. B[a]P se váže na částice $PM_{2,5}$ a menší, proto jeho koncentrace závisí na koncentracích $PM_{2,5}$ v ovzduší a jsou větším problémem u dieselových motorů. Primárně jsou uvolňovány do atmosféry, odkud se dostávají fotochemickou oxidací a suchou depozicí do dalších složek životního prostředí (srážky, povrchové a podzemní vody a další). Má schopnost přetrvávat v prostředí, kumuluje se ve složkách prostředí a v živých organismech, je lipofilní a má toxické, mutagenní či karcinogenní vlastnosti. Ovlivňuje porodní váhu a růst plodu. Působí imunosupresivně. Ve vysokých koncentracích (převyšujících koncentrace nejen ve venkovním ovzduší, ale i v pracovním prostředí) může mít dráždivé účinky. Patří mezi nepřímo působící genotoxické sloučeniny. Má karcinogenní a mutagenní účinky. Z hlediska klasifikace karcinogenity je zařazen US EPA [3] do skupiny B1 jako pravděpodobný karcinogen, zatímco IARC jej považuje za prokázaný lidský karcinogen (skup. 1). Snadno vstupuje do organismů inhalační, orální i dermální cestou a je rychle transportován do tkání. Jednoznačně nejdůležitější zdroje B[a]P jsou nevyjmenované zdroje lokálního vytápění, které mohou spalovat kromě klasických paliv jako je zemní plyn také dřevo, uhlí a různý domovní odpad. Tyto typy zdrojů jsou prokazatelně (i na základě výsledků reálných měření) dominantním zdrojem této znečišťující látky. Automobilová doprava taktéž přispívá k této situaci, avšak nikoliv tak významně, jako malé spalovací zdroje.

3.2 Metodika výpočtu emisního modelování

Modelové výpočty emisní produkce pro město Zlín pro současný stav roku 2021 byly provedeny ze silniční dopravy a motorové trakce železniční dopravy. Modelované škodliviny jsou: NO₂, PM₁₀, PM_{2,5} a B(a)P. Emisní tok ze silniční dopravy byl vypočten na základě dopravního modelu od CDV, v.v.i. vytvořeného pro rok 2021, který byl upraven pro potřeby emisního modelování. Emisní tok z železniční dopravy byl vypočten na základě dat získaných od Správy železniční dopravní cesty (SŽDC).

3.2.1 Silniční doprava

Emisní modelování silniční dopravy bylo provedeno na základě multimodálního dopravního modelu vytvořeného Centrem dopravního výzkumu, v.v.i. (CDV) pro rok 2021. Z dopravního modelu byly použity údaje o dopravním proudu, tj. průměrné denní intenzity (rozlišené pro osobní vozidla (OV), lehká nákladní vozidla (LNV), těžká nákladní vozidla (TNV) a autobusy (BUS)), kapacity komunikací a kapacitně závislé rychlosti. Pro výpočet emisních toků u motorových vozidel byl použit program MEFA 13 (dle metodického pokynu MŽP pro vypracování rozptylových studií podle § 32 odst. 1 písm. e) zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší. Program MEFA vychází ze středoevropských průměrných hodnot emisních faktorů motorových vozidel (vydaných MŽP ČR), programové databáze modelu HBEFA a dalších zahraničních metodik (např. CORINAIR, COPERT).

3.2.1.1 Charakteristiky modelované dopravní sítě

Charakteristiky provozu (plynulost a rychlost dopravního proudu) jsou použity z dopravního modelu. Níže jsou popsány způsoby určení charakteristik provozu:

Plynulost – představuje veličinu, která zohledňuje vliv jízdního režimu. Vyjadřuje se obvykle pomocí stupně úrovně kvality dopravy. Pro určení plynulosti byl využit poměr kapacity komunikace a dopravní intenzity a následně byl stupeň úrovně kvality dopravy převeden na stupnici používanou programem MEFA podle [4].

Kapacitně závislá rychlost – je generována dopravním modelem v závislosti na kapacitě komunikace a reálných dopravních intenzitách.

Podélný sklon komunikace – je generován na základě digitálního modelu reliéfu 5G (DMR) od Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (ČÚZK). Z DMR je analýzou v geografickém informačním systému (GIS) získána informace o nadmořské výšce počátku a konce úseku a poté vypočten jeho procentuální podélný sklon. Díky modelovým nepřesnostem se stává, že některé hodnoty sklonu jsou nereálně vysoké nebo nízké. Extrémní hodnoty proto byly shlazeny za účelem zvýšení přesnosti.

Data byla následně zhotovitelem upravena v programu ArcGIS 10.6 a převedena do 3D formátu pro potřeby emisního modelování.

3.2.1.2 Dynamická skladba vozového parku

Pro stanovení dynamické skladby vozového parku (VP) byly použity údaje ze směrových průzkumů silniční dopravy provedené CDV, v.v.i. ve městě Zlíně v roce 2021 a údajů z registru silničních vozidel, který má v kompetenci Ministerstvo dopravy ČR. Ze směrových průzkumů byly vygenerovány údaje o registračních značkách vozidel, které byly spárovány s databází registru silničních vozidel a výstupem byly údaje o druhu a kategorii vozidel, palivu, emisní normě a datu evidence. V průměru bylo na vybraných profilech spárováno 97 % vozidel. Pro vybrané profily směrových průzkumů byly vytvořeny 3 dynamické skladby (pro silnice I. třídy, pro silnice II. a III. třídy a pro místní komunikace). Dynamické skladby vozového parku (VP) pro město Zlín byly rozděleny na kategorie osobních vozidel – kategorie M1 (OV), lehkých nákladních automobilů – kategorie N1 (LNV), těžkých nákladních automobilů – kategorie N2, N3 (TNV) a autobusů – kategorie M2, M3 (BUS), dále byla rozdělena podle typu paliva a Euro norem.

Dynamické skladby byly dále upraveny podle dlouhodobých poznatků z emisních měření, ze srovnatelných zahraničních metodik i z aktuálních poznatků z měření emisí přímo v dopravním provozu [5] dle odborného odhadu:

- malá část automobilů zcela neplní emisní předpisy z důvodu nevyhovujícího technického stavu vozidla (např. nefunkční katalyzátor či filtr částic) i dle studií ŘSD [6]. Těmto automobilům byla přiřazena kategorie „před EURO“, jejich podíl byl uvažován ve výši 2 %, a to pro kategorie vozidel EURO 1 až EURO 5.
- část vozidel v zastoupení emisních předpisů EURO 5-6 produkuje v reálném provozu na komunikaci vyšší množství emisí (Dieselgate). V souladu s metodikou MŽP [7] byly těmto vozidlům s naftovým pohonem přiřazeny emisní hodnoty odpovídající úrovni EURO 3. Jejich podíl je odhadnut na 30 % z celkového počtu automobilů emisní úrovně EURO 5 a 10 % emisní úrovně EURO 6.

Dynamické skladby vozového parku města Zlína pro rok 2021 jsou uvedené v tabulkách 1, 2, 3.

Kategorie vozidel	Palivo	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6
Osobní vozidla (OV)	Benzín	0,80	0,28	2,41	7,32	8,19	8,25	17,72
	Nata	0,66	0,11	1,29	12,61	9,60	8,33	19,34
	LPG	0,00	0,01	0,11	0,30	0,60	0,40	0,17
	CNG	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,35	0,66
	Elektro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,22
Lehká nákladní vozidla (LNV)	Benzín	0,12	0,07	0,07	0,92	4,32	0,35	1,18
	Nafta	1,31	0,20	1,74	15,05	24,73	10,55	39,40

Těžká nákladní vozidla (TNV)	Nafta	1,95	1,15	1,82	23,57	20,34	12,18	38,97
Autobusy (BUS)	Nafta	0,50	0,00	0,00	15,74	1,33	14,87	67,56

Tabulka 1 Dynamická skladba vozového parku pro silnice I. třídy pro rok 2021 (%) (2021, analýza CDV)

Kategorie vozidel	Palivo	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6
Osobní vozidla (OV)	Benzín	0,80	0,32	2,23	7,62	8,95	8,22	16,98
	Nata	0,70	0,11	1,43	13,18	9,67	8,56	18,30
	LPG	0,00	0,02	0,14	0,32	0,56	0,36	0,22
	CNG	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,28	0,67
	Elektro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15
Lehká nákladní vozidla (LNV)	Benzín	0,14	0,00	0,09	1,07	5,16	0,47	1,26
	Nafta	1,45	0,00	2,00	16,63	29,36	11,54	30,72
	Elektro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13
Těžká nákladní vozidla (TNV)	Nafta	2,22	3,12	1,75	26,86	20,46	11,59	34,00
Autobusy (BUS)	Nafta	0,57	0,00	0,00	15,82	0,00	19,37	64,24

Tabulka 2 Dynamická skladba vozového parku pro silnice II. a III. třídy pro rok 2021 (%) (2021, analýza CDV)

Kategorie vozidel	Palivo	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6
Osobní vozidla (OV)	Benzín	0,97	0,33	2,58	8,69	10,28	9,29	17,58
	Nata	0,76	0,11	1,00	12,99	9,35	8,26	14,91
	LPG	0,00	0,04	0,10	0,29	0,53	0,24	0,18
	CNG	0,00	0,00	0,00	0,02	0,42	0,19	0,69
	Elektro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19
Lehká nákladní vozidla (LNV)	Benzín	0,26	0,17	0,00	2,27	8,46	1,83	2,05
	Nafta	1,55	0,09	2,88	13,89	31,13	9,15	26,10
	Elektro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18
Těžká nákladní vozidla (TNV)	Nafta	2,79	0,78	3,11	33,44	16,33	9,26	34,29
Autobusy (BUS)	Nafta	1,92	0,00	0,00	29,55	0,00	64,74	3,80

Tabulka 3 Dynamická skladba vozového parku pro místní komunikace pro rok 2021 (%) (2021, analýza CDV)

3.2.1.3 Metodika výpočtu emisí daných látek

Z prostředí GIS byly tedy exportovány údaje o provozu pro jednotlivé úseky a společně s dynamickou skladbou vozového parku byly importovány do programu na výpočet emisí MEFA 13. Výpočet zahrnuje spalovací emise NO_2 , PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$ a B(a)P včetně otěrů brzd a pneumatik. Rovněž byly zohledněny víceemise ze studených startů podle metodiky MEFA 13 [8]. Průměrné měsíční teploty byly odečteny z dat publikovaných dat publikovaných na ČHMÚ pro Zlínský kraj a průměrná délka jízdy pak odvozena z dopravního modelu. Pro výpočet resuspenze PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$ a B(a)P byla použita aplikace „Emise resuspenze z dopravy“ [9], která byla vytvořena koncem roku 2019 dle „Metodiky pro výpočet emisí částic pocházejících z resuspenze ze silniční dopravy“ [10], která vychází z metodiky US EPA AP-42 a zohledňuje novější evropské studie. Do této aplikace vstupují údaje o typu a stavu povrchu komunikací, které byly získány z Pasportu komunikací města Zlína. Přepočet na roční spotřebu emisí byl proveden na základě přepočtu denních dopravních výkonů na roční dle týdenních variací dopravy, kdy byl zohledněn pokles intenzit dopravy o víkendech a státních svátcích [11].

3.2.2 Železniční doprava

Emisní modelování z motorové trakce železniční dopravy vychází z údajů od SŽDC. Na základě dostupných dat byly rozčleněny intenzity vlakové dopravy podle druhu vlaku (nákladní/osobní), podílu jednotlivých typů vlaků na celkové intenzitě motorové trakce. Na základě těchto dat s využitím údajů o hmotnosti každého vlaku a spotřebě paliva na 1000 hrtkm, byla pro každý traťový úsek vypočtena průměrná spotřeba paliva železniční dopravy v l/den/km. Dle průměrné hustoty paliv motorové nafty (0,836 kg/l) [12] byla vypočtena spotřeba v kg/den/km a ta násobena emisním faktorem uváděným v EIG [13] pro danou škodlivinu. U suspendovaných částic nebyly do výsledků započítány otěry z brzd, kol a kolejnic ani resuspenze, protože pro tuto problematiku v rámci železnice nejsou známy emisní faktory. V tabulce 4 jsou uvedené průměrné spotřeby nafty dieselové trakce železniční dopravy ve městě Zlíně.

Trať	l/den/km
Otrokovice - Zlín Střed	63,19
Zlín střed - Lípa nad Dřevnicí	40,54

Tabulka 4 Průměrná spotřeba nafty na železničních tratích ve městě Zlíně (2021, analýza CDV).

4 Vyhodnocení emisní produkce

Produkce emisí ze všech škodlivin pro město Zlín za rok 2021 ze silniční dopravy (včetně resuspenze) dosahuje 409,25 t (99,68 % celkových emisí), z železniční dopravy dosahuje 1,32 t (0,32 % celkových emisí), hodnoty emisní produkce ze všech škodlivin ze silniční dopravy několikanásobně převyšují hodnoty z dopravy železniční. U silniční dopravy má nejvyšší podíl na celkové produkci emisí PM_{10} . Dalšími škodlivými látkami s vyšší emisní produkcí má $\text{PM}_{2,5}$ a nejnižší podíl pak má B(a)P , a to v tisícinách procent. U železniční dopravy má nejvyšší podíl

na celkové produkci emisí NO₂ a nejvyšší B(a)P. Celkové množství emisní produkce ze silniční a železniční dopravy ze všech modelovaných úseků ve městě Zlíně je uvedeno v tabulce 5.

Emisní produkce (t/rok)		
Modelované látky	Silniční doprava	Železniční doprava
NO ₂	25,13	0,75
PM ₁₀	302,37	0,29
PM _{2,5}	81,74	0,28
B(a)P	0,0025	0,0000061

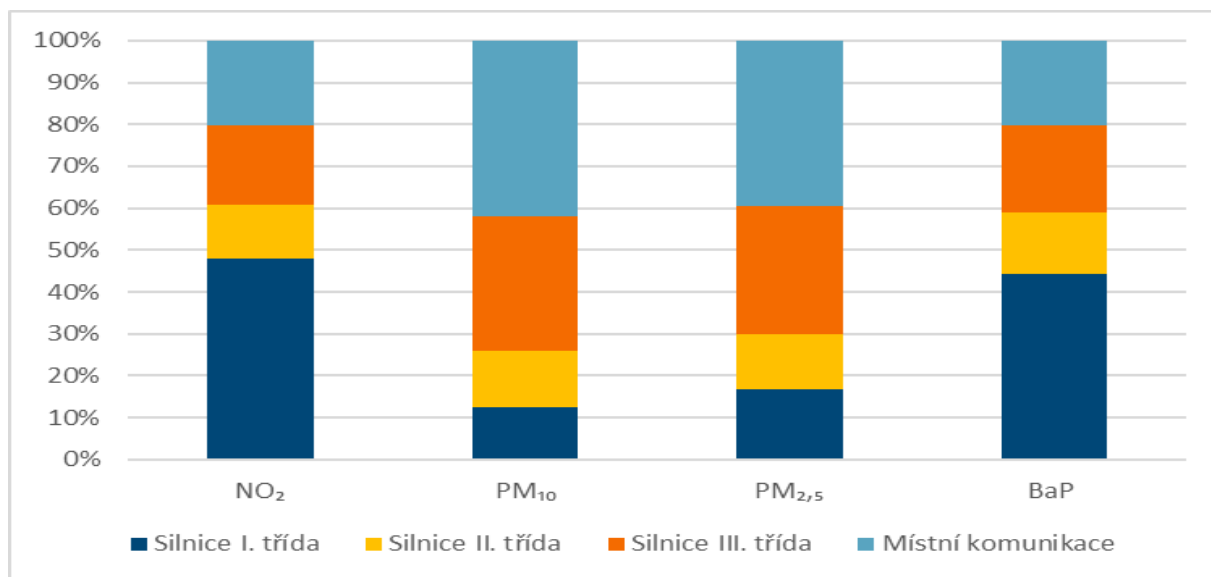
Tabulka 5 Celkové množství emisní produkce ze silniční a železniční dopravy v roce 2021 (2021, analýza CDV)

Emisní produkce ze silniční dopravy v rozlišení dle kategorie pozemních komunikací je uvedena v tabulce 6. Na silnici I. třídy s vysokou ADT (průměrný denní počet vozidel na komunikaci) dochází k největšímu podílu emisí NO₂, což koresponduje s vyšším emisním tokem na silnici I/49 (ulice třída 3. května, ulice třída Tomáše Bati a Vizovická). Na místních komunikacích je nejvyšší emisní tok PM₁₀, k tomuto navýšení PM₁₀ dochází zejména vlivem resuspenze (znovuvzvišení) prachu z vozovek, kde povrch komunikací tvoří dlažební kostky a tento parametr velmi výrazně zvyšuje resuspenzi a tedy i celkové emise PM₁₀ (ulice nám. T.G. Masaryka, Hluboká, Prlovská, Široká, ad.). Na grafu 1 je znázorněn podíl celkové emisní produkce ze silniční dopravy v závislosti na kategorii pozemních komunikací. Grafické znázornění emisních toků NO₂, PM₁₀, PM_{2,5} a B(a)P na modelovaném území města Zlína pro rok 2021 je zobrazeno v přílohách 1-4.

Komunikace	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}	B(a)P
Silnice I. třídy	12,04	37,56	13,57	0,00113
Silnice II. třídy	3,21	41,12	10,98	0,00037
Silnice III. třídy	4,80	97,26	25,01	0,00053
Místní komunikace	5,09	126,43	32,18	0,00052

Tabulka 6 Emisní produkce ze silniční dopravy dle kategorie pozemních komunikací v roce 2021 (2021, analýza CDV)

Analýza a prognóza demografie a rozvoje území
 Směrový a profilový průzkum
 Průzkum MHD a Průzkum dopravního chování
 Průzkum statické dopravy
 Dopravní model
 Dopady dopravy: model emisí, hluku a rozptylová studie



Graf 1 Podíl emisní produkce dle kategorie pozemních komunikací v roce 2021 (2021, analýza CDV)

5 Seznamy

5.1 Seznam tabulek

Tabulka 1 Dynamická skladba vozového parku pro silnice I. třídy pro rok 2021 (%) (2021, analýza CDV).....	8
Tabulka 2 Dynamická skladba vozového parku pro silnice II. a III. třídy pro rok 2021 (%) (2021, analýza CDV) ..	8
Tabulka 3 Dynamická skladba vozového parku pro místní komunikace pro rok 2021 (%) (2021, analýza CDV) ...	8
Tabulka 4 Průměrná spotřeba nafty na železničních tratích ve městě Zlíně (2021, analýza CDV).	9
Tabulka 5 Celkové množství emisní produkce ze silniční a železniční dopravy v roce 2021 (2021, analýza CDV)	
.....	10
Tabulka 6 Emisní produkce ze silniční dopravy dle kategorie pozemních komunikací v roce 2021 (2021, analýza CDV)	10

5.2 Seznam grafů

Graf 1 Podíl emisní produkce dle kategorie pozemních komunikací v roce 2021 (2021, analýza CDV)	11
-------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

5.3 Seznam příloh

Příloha 1: Emisní tok oxidu dusičitého (silniční a železniční doprava, současný stav 2021)	
--------------------------------------------------------------------------------------------	--



Příloha 2: Emisní tok PM_{10} (silniční a železniční doprava, současný stav 2021).

Příloha 1: Emisní tok $PM_{2,5}$ (silniční a železniční doprava, současný stav 2021).

Příloha 1: Emisní tok benzo(a)pyrenu (silniční a železniční doprava, současný stav 2021).

6 Literatura

- [1] JORDOVÁ, R., SPERAT, Z., FOLTÝNOVÁ, H., MARTINEK, J. Metodika pro přípravu plánů udržitelné mobility měst České republiky. Brno : Centrum dopravního výzkumu, v.v.i., 2015.
- [2] ŠPIČKA, L., I. DOSTÁL, J. JEDLIČKA, R. LIČBINSKÝ. Environmentální a ekonomické posouzení opatření podpory čistých vozidel ve městech: Závěrečná zpráva. Brno: Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., 2011.
- [3] U.S. EPA, IRIS. Toxicological Review of Benzo[A]Pyrene: Final Report. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency, 2017. EPA/635/R-17/003F.
- [4] EDIP (2009): Dopravně inženýrská data pro kvantifikaci vlivů automobilové dopravy na životní prostředí. EDIP, Liberec, 48 s. ISBN 978-80-87394-00-7.
- [5] KAREL, J. et al. (2017): Předběžné stanovisko k předpokládaným dopadům k zavedení nízkoemisní zóny na emisní a imisní situaci na území hl. m. Prahy. ATEM. Praha. 18 s.
- [6] KAREL, J. et al. (2016): Zjištění aktuální dynamické skladby vozového parku v roce 2015. Prognóza skladby vozového parku do roku 2040. ATEM. Praha. 211 s.
- [7] MÁČA V. a kol. (2014): Metodika pro hodnocení emisí zdravotně rizikových látek ze silniční dopravy a externích nákladů v důsledku jejich působení na lidské zdraví. TA ČR, COŽP UK.
- [8] ATEM (2013): MEFA 13 – Uživatelská příručka. ATEM, s.r.o. Praha. 51 s.
- [9] ATEM (2019): Emise resuspenze z dopravy – Uživatelská příručka. ATEM, s.r.o. Praha. 10 s.
- [10] KAREL, J. et al. (2015): Metodika pro výpočet emisí částic pocházejících z resuspenze ze silniční dopravy. CENEST. Praha. 154 s.
- [11] EDIP (2018): Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích. EDIP. Plzeň. 73 s.
- [12] MATĚJOVSKÝ, Vladimír. Automobilová paliva. Praha: Grada, 2005. ISBN 80-247-0350-5.
- [13] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 [online]. Dostupný na [www: http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019](http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019).