

# TZ 7.0 Zpráva o modelování produkce emisí a spotřeby energie z dopravy

---

**Datum zpracování: 10. 12. 2019**



Evropská unie  
Evropský sociální fond  
Operační program Zaměstnanost



MĚSTO  
PÍSEK



CENTRUM  
DOPRAVNÍHO  
VÝZKUMU

Atregia

## Obsah

1	Úvod .....	3
2	Vliv vybraných modelovaných látek na zdraví obyvatelstva .....	4
3	Metodika výpočtu emisní produkce z dopravy .....	7
4	Metodika výpočtu spotřeby energie z dopravy .....	9
5	Vyhodnocení emisní produkce z dopravy .....	10
6	Vyhodnocení spotřeby energie z dopravy .....	12
7	Vyhodnocení kritických míst v návaznosti na hustotu obyvatel (tzv. hot spots) .....	13

## 1 Úvod

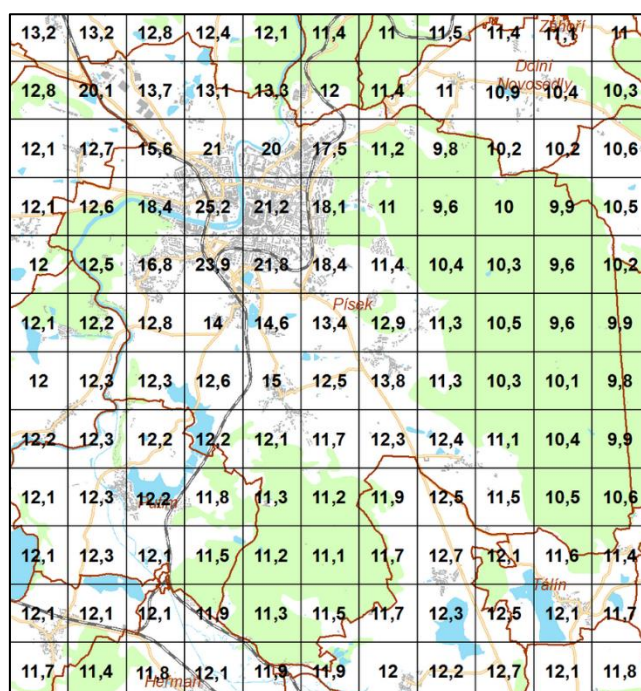
Studie emisní produkce a spotřeby energie z dopravy byla zpracována jako dílčí část **Plánu udržitelné mobility včetně generelu dopravy a parkování** (dále jen **PUM**), jejímž zadavatelem je **Svazek obcí regionu Písecko**. Součástí Plánu udržitelné městské mobility je analýza zatížení města škodlivými emisemi s jejich dopady na zdraví obyvatel a životního prostředí a spotřeba energie z dopravy, jelikož provoz motorových vozidel spotřebovává neobnovitelné zdroje energie [1]. Cílem této studie je vyhodnocení emisní produkce a spotřeby energie pro celé správní území města Písek- k.ú. Písek, Hradiště u Písku, Nový Dvůr u Písku, Semice u Písku a Smrkovice ze silniční dopravy pro rok 2019 včetně vyhodnocení kritických míst v návaznosti na hustotu obyvatel (tzv. hot spots). Z hlediska negativních dopadů na zdraví obyvatel z dopravy byly pro studii emisní produkce vybrány tyto škodlivé látky: NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> 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 2. jsou podrobněji popsány modelované škodlivé látky, jejich imisní limity a dopad na zdraví obyvatel.

## 2 Vliv vybraných modelovaných látek na zdraví obyvatelstva

### Oxidy dusíku (NO<sub>x</sub>)

Podle [2] emise oxidů dusíku jsou spojeny zejména se spalováním fosilních paliv, ale i biomasy. Primárním zdrojem produkujícím cca 35 % antropogenních emisí NO<sub>x</sub> 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<sub>x</sub>, protože je při spalování přebytek kyslíku a dochází tak k výraznější oxidaci dusíku ve srovnání s benzinovými 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 a je společně s oxidy síry součástí kyselých dešťů. NO<sub>x</sub> 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<sub>2</sub>). Oxidy dusíku mohou podléhat reakcím vedoucím ke vzniku řady dalších organických dusíkatých sloučenin. Oxidy dusíku mají stanoven imisní limit pro ochranu ekosystémů a vegetace, a to formou průměrné roční koncentrace 30 μg.m<sup>-3</sup>. Pro město Písek se pětiletý průměr ročních průměrných koncentrací NO<sub>x</sub> pohyboval mezi 7,5-16,2 μg.m<sup>-3</sup> (Obrázek 1), nebyl tedy překročen imisní limit.

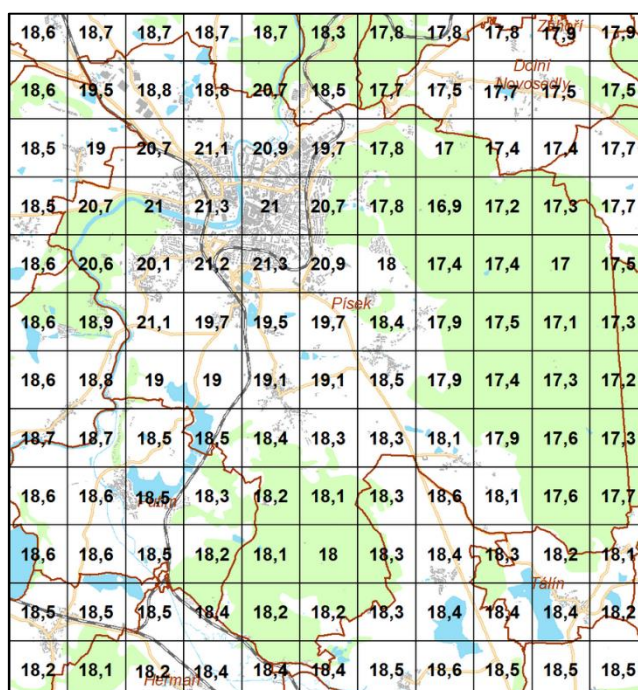


Obrázek 1 Pětiletý průměr ročních průměrných koncentrací NO<sub>x</sub> [μg.m<sup>-3</sup>], 2014-2018 [Zdroj: ČHMÚ, dostupné z: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/ozko/18petileti/png/NOx/18NOx\\_regC.png](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/ozko/18petileti/png/NOx/18NOx_regC.png)]

### Suspendované částice (PM<sub>10</sub>)

Podle [2] se krátkodobé zvýšení denních koncentrací suspendovaných částic frakce PM<sub>10</sub> 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<sub>10</sub> nižších než 30  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . 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.

Suspendované částice frakce PM<sub>10</sub> mají stanoven imisní limit pro ochranu zdraví, a to formou průměrné roční koncentrace 40  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  a maximální počet jejich překročení. Pro město Písek se pětiletý průměr ročních průměrných koncentrací PM<sub>10</sub> pohyboval mezi 17–21,3  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (Obrázek 2), nebyl tedy překročen imisní limit.

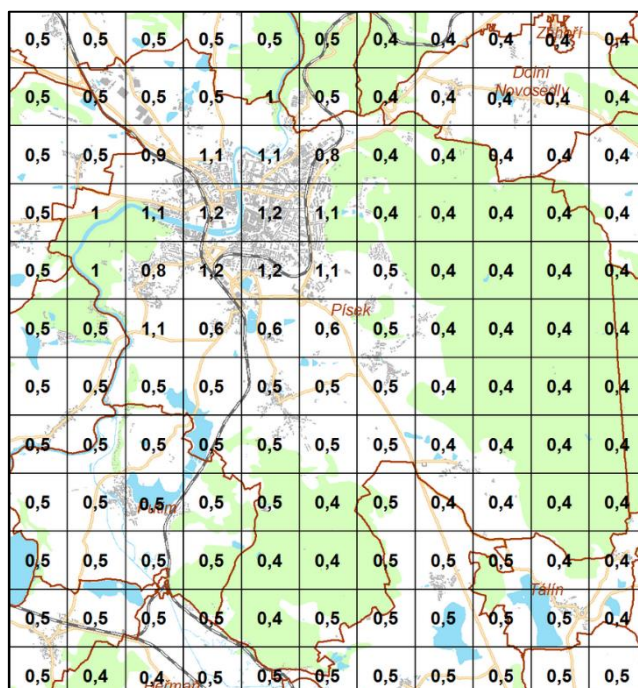


Obrázek 2 Pětiletý průměr ročních průměrných koncentrací PM<sub>10</sub> [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ], 2014–2018 [Zdroj: ČHMÚ, dostupné z: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/ozko/18petileti/png/PM10/18PM10\\_regC.png](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/ozko/18petileti/png/PM10/18PM10_regC.png)]

## 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 [4] 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.

Benzo[a]pyren má stanoven imisní limit pro ochranu zdraví, a to formou průměrné roční koncentrace  $1 \text{ ng.m}^{-3}$ . Pro město Písek se pětiletý průměr ročních průměrných koncentrací B[a]P pohyboval mezi  $0,4\text{--}1,2 \text{ ng.m}^{-3}$  (Obrázek 3), kdy docházelo k překračování imisního limitu v centru města Písek.



Obrázek 3 Pětiletý průměr ročních průměrných koncentrací benzo[a]pyrenu [ $\text{ng.m}^{-3}$ ], 2014–2018 [Zdroj: ČHMÚ, dostupné z: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isiko/ozko/18petileti/png/BaP/18BaP\\_regC.png](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isiko/ozko/18petileti/png/BaP/18BaP_regC.png)]



### 3 Metodika výpočtu emisní produkce z dopravy

Emisní modelování silniční dopravy bylo provedeno na základě multimodálního dopravního modelu vytvořeného Centrem dopravního výzkumu, v.v.i. (CDV) v říjnu roku 2019. Z dopravního modelu byly použity údaje o dopravním proudu, tj. průměrné denní intenzity, kapacitně závislé rychlosti, plynulosti provozu a sklonu komunikace, rozlišené pro osobní vozidla (OV), lehká nákladní vozidla (LNV), těžká nákladní vozidla (TNV) a autobusy (BUS). Data byla následně zhotovitelem upravena v programu ArcGIS 10.6 a převedena do 3D formátu pro potřeby emisního modelování. 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 střeoevropských průměrných hodnot emisních faktorů motorových vozidel (vydaných MŽP ČR), programové databáze modelu HBEFA a dalších zahraničních metodik (např. CORINAIR, COPERT).

Z prostředí GIS byly tedy exportovány údaje o provozu pro jednotlivé úseky:

*Podélný sklon komunikace* – je generován na základě digitálního modelu reliéfu 5G (DMR) od ČÚZK. Z DMR je analýzou v 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.

*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 [5].

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

#### Dynamická skladba vozového parku

Pro stanovení dynamické skladby vozového parku (VP) byly použity informace z analýz vozového parku na základě sčítání dopravy v roce 2015 dle ATEM [6]. Pro modelové účely byl vybrán profil Zvíkovské Podhradí (okres Písek) – silnice II/138. Pro stanovení skladby autobusů byly použity údaje z analýzy o vozovém parku dopravců v regionu a ČSAD AUTOBUSY České Budějovice a.s., které také zajišťují MHD v Písku.

Dynamická skladba byla upravena podle dlouhodobých poznatků z emisních měření, ze srovnatelných zahraničních metodik i z aktuálních poznatků z měření emisí přímo v dopravním provozu [7]:

- malá část automobilů zcela neplní emisní předpisy z důvodu nevyhovujícího technického stavu vozidla (např. nefunkční katalyzátor či filtr částic). Těmto automobilům byla přiřazena kategorie „před EURO“, jejich podíl byl shodně se studií ŘSD [6.] uvažován ve výši 2 %, a to pro všechny kategorie vozidel.

- část vozidel v zastoupení emisních předpisů EURO 4 - 6 produkuje v reálném provozu na komunikaci vyšší množství emisí. V souladu s metodikou MŽP [8.] byly těmto vozidlům přiřazeny emisní hodnoty odpovídající úrovni EURO 3. Jejich podíl je odhadnut na 30 % z celkového počtu automobilů dané emisní úrovně.

Dynamické skladby VP byla dále upravena s použitím modelových grafů firmy ATEM s.r.o. [6] s prognózou vývoje dynamické skladby pro rok 2019, které respektují prognózu Vize silniční dopravy v roce 2030, předpoklady Národního akčního plánu ČR a Národního plánu čisté mobility.

Dynamická skladba vozového parku (VP) pro město Písek byla rozdělena 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. Dynamická skladba pro vstup do MEFY byla dále upravena pro paliva LPG a CNG z důvodu nemožnosti zadat u těchto paliv Euro 5 a 6 u OV do programu MEFA a CNG u autobusů lze zadat pouze Euro 3. V Tabulka 1 je zobrazena dynamická skladba VP pro rok 2019.

Kategorie vozidel	Palivo	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6
Osobní vozidla (OV)	Benzín	1,5575	1,3335	3,0403	5,8450	11,5777	14,6580	15,1891
	Nafta	1,3329	1,1412	2,6020	5,0022	9,9083	12,5445	12,9990
	LPG	0,0072	0,0190	0,0433	0,0396	0,2355	0,2981	0,3090
	CNG	0,0000	0,0000	0,0232	0,0132	0,0785	0,0994	0,1030
Lehká nákladní vozidla (LNV)	Benzín	0,2729	0,2353	0,5365	1,0259	2,0518	2,5976	2,6918
	Nafta	2,6271	2,2647	5,1635	9,8741	19,7482	25,0024	25,9082
Těžká nákladní vozidla (TNV)	Nafta	3,1000	1,2000	3,2000	10,2000	18,1000	24,1000	40,1000
Autobusy (BUS MHD)	Nafta	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	100,0000	0,0000
Autobusy (BUS PHD)	Nafta	0,0000	0,0000	0,0000	14,8148	14,8148	7,4074	33,3333
	CNG	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	29,6296

Tabulka 1 Dynamická skladba vozového parku v roce 2019

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<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> a B[a]P, pro PM<sub>10</sub> a B[a]P také z ořezů brzd a pneumatik. Rovněž jsou zohledněny víceemise ze studených startů podle metodiky MEFA 13 [9]. Průměrné měsíční teploty byly odečteny z dat publikovaných na ČHMÚ pro Jihočeský kraj a průměrná délka jízdy pak odvozena z dopravního modelu. Pro výpočet resuspenze PM<sub>10</sub> a B[a]P byla použita „Metodika pro výpočet emisí částic pocházejících z resuspenze ze silniční dopravy“ [10] s použitím dat Pasportu místních komunikací, poskytnutých městem Písek. Výstupem jsou soubory vypočtených emisí pro jednotlivé úseky ze silniční dopravy pro scénář roku 2019.



## 4 Metodika výpočtu spotřeby energie z dopravy

Vstupem pro výpočet spotřeby energie ze silniční dopravy byly údaje z dopravního modelu o dopravním proudu, tj. průměrné denní intenzity, kapacitně závislé rychlosti, rozlišené pro osobní vozidla (OV), lehká nákladní vozidla (LNV), těžká nákladní vozidla (TNV), autobusy (BUS) a dynamická skladba vozidel na komunikacích na území města Písek. Ke stanovení spotřeby energie byly použity vztahy pro výpočet rychlostně závislých faktorů spotřeby jednotlivých emisních kategorií vozidel a paliva dle metodiky EMEP/EEA [11]. U výpočtu spotřeby energie byly sledovány samostatně fosilní část benzínu a nafty a přídavek příslušných biopaliv.

## 5 Vyhodnocení emisí produkce z dopravy

Produkce emisí ze všech úseků celého správního území města Písek- k.ú. Písek, Hradiště u Písku, Nový Dvůr u Písku, Semice u Písku a Smrkovice ze silniční dopravy pro rok 2019 dosahuje 248,76 t. Největší produkce emisí pochází z PM<sub>10</sub> a nejmenší z B[a]P. V Tabulka 2 je uveden přehled celkové emisní produkce hodnocených škodlivin ze silniční dopravy (včetně resuspenze).

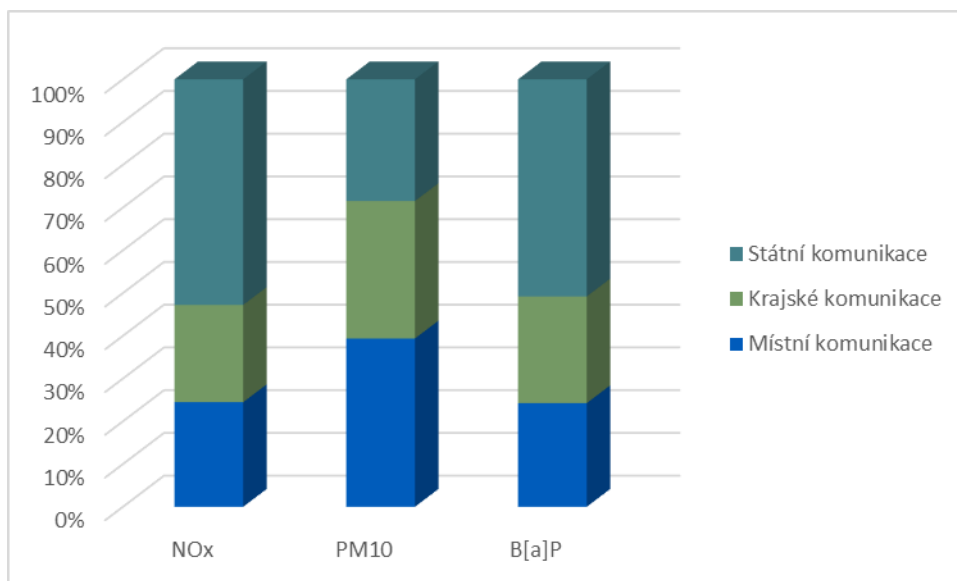
Škodlivina	Emisní produkce [t/rok]
NO <sub>x</sub>	75,78216
PM <sub>10</sub>	172,97793
B[a]P	0,00115

*Tabulka 2 Celkové množství emisí produkce ze silniční dopravy v roce 2019*

Emisní produkce v rozlišení na vlastníka komunikace je uvedena v Tabulka 3. Na státních komunikacích dochází k největšímu podílu emisí NO<sub>x</sub> a B[a]P, U suspendovaných částic PM<sub>10</sub> dochází k největšímu podílu emisí na komunikacích místních a na komunikacích státních k nejmenšímu. Na Obrázek 4 je znázorněn podíl celkové emisní produkce v závislosti na typu komunikace. Na páteřních komunikacích s vysokou hodnotou ADT (= průměrný denní počet vozidel na komunikaci) jsou zpravidla emise výrazně vyšší než na místních komunikacích, což koresponduje s vyšším emisním tokem na silnici I/20 a I/29, ul. Dvořákova a ul. Kollárova. Na místních komunikacích je nejvyšší emisní tok na ul. Chelčického, ul. Nádražní, ul. Komenského a ul. Zeyerova. K navýšení PM<sub>10</sub> v centru města dochází zejména vlivem resuspenze (znovuzvíření) prachu z vozovek, kde povrch komunikací tvoří dlažební kostky a tento parametr velmi výrazně zvyšuje resuspenzi a tedy i celkové emise PM<sub>10</sub>. Nejvyšší emisní tok je na ul. Komenského, ul. Budovcova, ul. Jungmannova a ul. Žižkova třída. Grafické znázornění emisních toků NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> a B[a]P na území města Písek je zobrazeno v Příloze 1-3.

Komunikace	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	B[a]P
Státní	39,99447	49,24342	0,00059
Krajské	17,24464	55,62920	0,00029
Místní	18,54306	68,10531	0,00028

*Tabulka 3 Emisní produkce dle vlastníka komunikace [t/rok]*



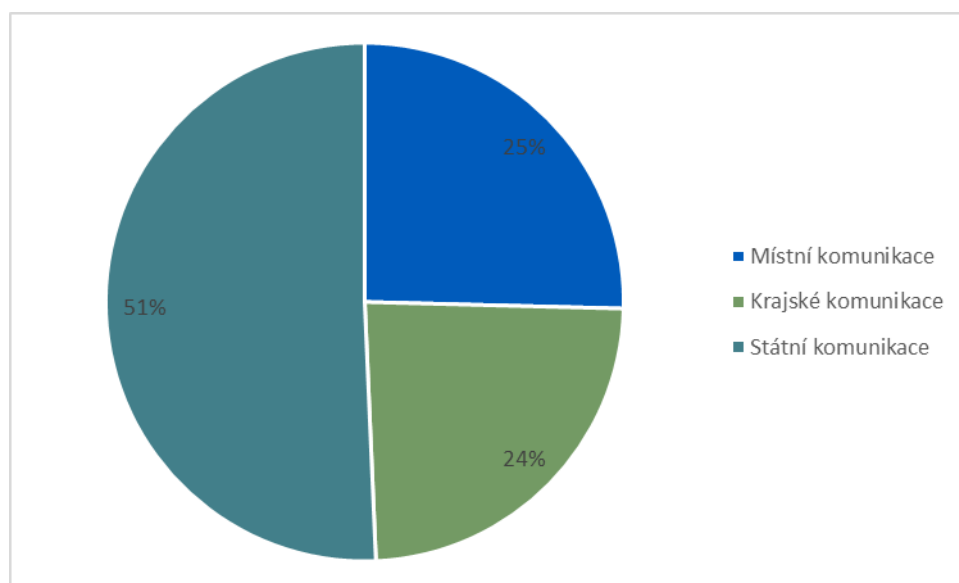
*Obrázek 4 Podíl emisní produkce dle vlastníka komunikace [%]*

## 6 Vyhodnocení spotřeby energie z dopravy

Spotřeba energie ze všech úseků celého správního území města Písek- k.ú. Písek, Hradiště u Písku, Nový Dvůr u Písku, Semice u Písku a Smrkovice ze silniční dopravy pro rok 2019 dosahuje 113021 MWh, Rozdělení spotřeby energie dle vlastníka komunikace je uvedeno v Tabulka 4. Polovina spotřeby energie pochází ze státních komunikací a druhá polovina z krajských a místních komunikací, což je patrné z Obrázek 5.

Komunikace	Energie [MWh]
Státní	57288,47055
Krajské	27018,09817
Místní	28714,41356

*Tabulka 4 Celková roční spotřeba energie [MWh] ze silniční dopravy pro rok 2019 dle vlastníka komunikace*



*Obrázek 5 Podíl celkové roční spotřeby energie ze silniční dopravy pro rok 2019 dle vlastníka komunikace [%]*

## 7 Vyhodnocení kritických míst v návaznosti na hustotu obyvatel (tzv. hot spots)

Hot spots jsou kritická místa v městských oblastech, kde je vysoký emisní tok ze silniční dopravy na komunikacích v kombinaci s vysokou hustotou obyvatel. Na území města Písek byla v prostředí GIS provedena analýza prostorových vztahů mezi hustotou obyvatelstva a emisními toky všech tří hodnocených škodlivin ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{PM}_{10}$  a B[a]P). Na základě výsledků této analýzy byla identifikována konkrétní kritická místa (hot spots) s vysokým emisním tokem a zároveň vysokou koncentrací obyvatel v oblastech s převažující funkcí bydlení (v centru města v kombinaci se službami). Konkrétně se jedná o lokality: sídliště Portyč, sídliště Jih a centrum města. Graficky znázorněné emisní hot spots jsou zobrazené v Příloze 4. Jako potenciální hot spots figurují také nákupní centra – ul. Obchodní (Obchodní centrum Písek, Albert Hypermarket), ul. U Nádraží (Kaufland, Obi, Okay), ul. Nádražní (Tesco, Lidl), v těchto místech se obyvatelé pohybují ve venkovním prostoru omezenou dobu, proto nebyla tato místa zařazena do mapového výstupu. Grafické znázornění emisních toků – hot spots na území města Písek je zobrazeno v Příloze 4.

## Literatura

- [1] 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] IARC. Some non-heterocyclic polycyclic aromatic hydrocarbons and some related exposures. Lyon:IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, vol. 92, 2010. ISBN 978-92-832-1292-8.
- [5] EDIP (2009): Dopravně inženýrská data pro kvantifikaci vlivů automobilové dopravy na životní prostředí. EDIP, Liberec, 48 s. ISBN 978-80-87394-00-7.
- [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] 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.
- [8] MÁCA 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.
- [9] ATEM (2013): MEFA 13 – Uživatelská příručka. ATEM, s.r.o. Praha. 51 s.
- [10] KAREL, J. et al. (2015): Metodika pro výpočet emisí částic pocházejících z resuspenze ze silniční dopravy. CENEST. Praha. 154 s.
- [11] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016 [online]. Dostupný na [www: http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016](http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016).