

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI
PEDAGOGICKÁ FAKULTA
Ústav pedagogiky a sociálních studií



Bakalářská práce
Josef Lakomý

**Změna kvality vnějšího ovzduší v Olomouckém kraji
v souvislosti s nárůstem automobilové dopravy**

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Změna kvality vnějšího ovzduší v Olomouckém kraji v souvislosti s nárůstem automobilové dopravy“ vypracoval samostatně a výhradně s použitím uvedené literatury.

V Olomouci dne 02. 04. 2019

.....

Josef Lakomý

Poděkování

Děkuji JUDr. Zdence Novákové, Ph.D. za odborné vedení, cenné připomínky a rady při zpracování mé bakalářské práce, za odbornou pomoc při statistickém zpracování výsledků výzkumného šetření Mgr. Kateřině Langové, Ph.D.

ANOTACE

Jméno a příjmení:	Josef Lakomý
Katedra:	Ústav pedagogiky a sociálních studií
Vedoucí práce:	JUDr. Zdenka Nováková, Ph.D.
Rok obhajoby:	2019

Název práce:	Změna kvality vnějšího ovzduší v Olomouckém kraji v souvislosti s nárůstem automobilové dopravy.
Název v angličtině:	The change of ambient air quality in the Olomouc region in connection with the increase of the car traffic.
Anotace práce:	<p>Bakalářská práce na téma změna kvality vnějšího ovzduší v souvislosti s nárůstem intenzity silniční dopravy je vysoce aktuální. Je rozdělena do dvou částí, na teoretickou a praktickou. V teoretické části jsou podány informace o početním stavu automobilů v ČR a Olomouckém kraji v období 2010-2017. Za stejné období jsou také sledovány změny (časové trendy) u vybraných znečišťujících látek obsažených ve výfukových plynech automobilů.</p> <p>V části praktické je statisticky vyhodnoceno 253 dotazníků. Dvanáct otázek je zaměřeno na problematiku využívání osobního automobilu a vlastní názor na zvyšování rizika znečištěného ovzduší v souvislosti s nárůstem automobilů na zdraví lidské populace.</p>
Klíčová slova:	Olomoucký kraj, automobilová doprava, vnějšího ovzduší, emise, imise.

Anotace v angličtině:	<p>The bachelor's thesis is based on the change of ambient air quality in connection with the increase of road traffic intensity which is highly actual. It is divided into two parts, theoretical and practical. The theoretical part provides information on the number of cars in the Czech Republic and the Olomouc Region in the period 2010-2017. Changes (time trends) of selected pollutants contained in car exhaust are also monitored over the same period.</p> <p>In the practical part There are 253 questionnaires statistically evaluated in the practical part. Twelve questions are focused on the use of a passenger car and its own opinion of increasing the risk of air pollution in connection with the increase of cars on the health of the human population.</p>
Klíčová slova v angličtině:	<p>Olomouc region, automobile transport, ambient air, emissions, immissions.</p>
Přílohy vázané v práci:	<p>Příloha č. 1: Dotazník na téma "Změna kvality vnějšího ovzduší v Olomouckém kraji".</p> <p>Příloha č. 2: Informační prospekt pro žáky, studenty, lektory a učitele.</p>
Rozsah práce:	<p>126 stran + přílohy</p>
Jazyk práce:	<p>Čeština</p>

Obsah

ÚVOD	7
I TEORETICKÁ ČÁST.....	13
1 ZÁKLADNÍ POJMY.....	13
2 LEGISLATIVA	16
2.1 LEGISLATIVA EU	16
2.2 LEGISLATIVA ČR	20
3 SILNIČNÍ DOPRAVA V ČR	25
4 ODHAD ZDRAVOTNÍCH RIZIK.....	44
5 SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE PM₁₀ A PM_{2,5} A JEJICH DOPAD NA LIDSKÉ ZDRAVÍ	46
6 PLYNNÉ SLOŽKY VNĚJŠÍHO OVZDUŠÍ A JEJICH DOPAD NA LIDSKÉ ZDRAVÍ.....	48
6.1 POLYCYKICKÉ AROMATICKÉ UHLOVODÍKY (PAU) - BENZO[4]PYREN (BAP).....	48
6.2 OXIDY DUSÍKU (NOX), OXID DUSIČITÝ (NO ₂)	48
6.3 PŘÍZEMNÍ OZON (O ₃)	49
6.4 BENZEN	49
6.5 OXID UHELNATÝ (CO).....	50
7 EMISNÍ ZÁTĚŽ Z DOPRAVY A KVALITA VNĚJŠÍHO OVZDUŠÍ V ČR.....	51
7.1 SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE PM ₁₀ A PM _{2,5}	56
7.2 BENZO[4]PYREN.....	61
7.3 OXIDY DUSÍKU	63
7.4 PŘÍZEMNÍ OZON.....	65
7.5 BENZEN	67
7.6 OXID UHELNATÝ	68
7.7 TĚŽKÉ KOVY	70
7.7.1 Olovo.....	70
7.7.2 Arsen.....	71
7.7.3 Kadmium.....	71
7.7.4 Nikl.....	72
7.8 LÁTKY BEZ EMISNÍHO LIMITU	72
8 EMISE SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ.....	73
9 KVALITA VNĚJŠÍHO OVZDUŠÍ V OLOMOUCKÉM KRAJI.....	75
9.1 SILNIČNÍ INFRASTRUKTURA A VOZOVÝ PARK.....	77
9.2 EMISE A IMISE VNĚJŠÍHO OVZDUŠÍ OLOMOUCKÉHO KRAJE	81
9.3 EMISNÍ ZÁTĚŽ ZE SILNIČNÍ DOPRAVY A KVALITA VNĚJŠÍHO OVZDUŠÍ V OLOMOUCKÉM KRAJI.....	84
10 DISKUZE	90
11 SOUHRN	92
12 ZÁVĚR	99
II PRAKTICKÁ ČÁST	100
13 VÝZKUMNÉ ŠETŘENÍ	100
14 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	115
15 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	123
16 SEZNAM GRAFŮ, OBRÁZKŮ, TABULEK A PŘÍLOH.....	125

ÚVOD

Ve druhé polovině minulého století si lidé začínají uvědomovat, že s mohutným rozvojem těžby nerostných surovin, všech složek ekonomiky a také potřeb jednotlivců, dochází k negativním změnám v životním prostředí ve všech jeho systémech. Především probíhá znečišťování vody, půdy a ovzduší. Člověk je nedílnou součástí všech výše zmíněných systémů. Negativní změny mají také vliv na člověka a mnohdy na celou lidskou populaci. Dopadem negativních změn v životním prostředí jsou různé formy poškození zdraví člověka.

V roce 1968 byl založen tzv. Římský klub, ve kterém působí odborníci z celého světa. Zabývají se problémy vývoje světa jako celku, aby bylo možno vést rozhodující kroky ke stanovení limitů růstu. Římský klub v roce 1972 zveřejnil zprávu, která uvedla výsledky počítačově simulovaného vývoje lidské populace a využívání přírodních zdrojů do roku 2100. Ze zprávy je zřejmé, že během 21. století dojde k brutálnímu populačnímu pádu v důsledku znečištění, vyčerpání úrodnosti obdělávatelných půd a nedostupnosti energetických zdrojů (fosilních paliv).¹ Ve stejném roce Organizace spojených národů (OSN) uspořádala konferenci na téma „prostředí člověka“. Výsledkem byla geniální myšlenka nutnosti ekologicky přijatelného rozvoje. Byly definovány hlavní problémy vzájemného působení ekonomického růstu na stav planety. Teprve v roce 1987 byla stanovena definice trvale udržitelného rozvoje. V textu definice se mohou objevit různé nuance podle jednotlivých autorů, ale základ tvoří tři pilíře – sociální, ekonomický a environmentální.

Udržitelný rozvoj je takový způsob rozvoje lidské společnosti, který uvádí v soulad hospodářský a společenský pokrok s plnohodnotným zachováním životního prostředí. Mezi hlavní cíle udržitelného rozvoje patří zachování životního prostředí budoucím generacím v co nejméně pozměněné podobě. Je postavený na sociálním, ekonomickém a environmentálním pilíři.² Evropský parlament definuje udržitelný rozvoj jako „zlepšování životní úrovně a blahobytu lidí v mezích kapacity ekosystémů při zachování přírodních hodnot a biologické rozmanitosti pro současné a příští generace“.³

¹ KOVÁŘ, Pavel. Římský klub 1972 a jeho zpola naplněná lahev zvěsti o budoucnosti: Souvisí ničené prostředí s migracemi?. *Živa*. Praha: © Nakladatelství Academia, SSČ AV ČR, 2016, 2016(1), I-III. ISSN ISSN 0044-4812. Dostupné také z: <http://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/rimsky-klub-1972-a-jeho-zpola-naplнена-lahev-zvest.pdf>

² MOLDAN, Bedřich. *(Ne)udržitelný rozvoj: ekologie – hrozba i naděje*. Praha: Karolinum, 2001. 142 s. ISBN 80-246-0286-5. EAN 9788024602868. ISBN 80-246-0286-5. EAN 9788024602868.

³ EU. SDĚLENÍ KOMISE RADĚ A EVROPSKÉMU PARLAMENTU ze dne 22. 10. 2007 Zpráva o pokroku v plnění Strategie pro udržitelný rozvoj. In: *Věstník Evropské komise*. Brusel: KOMISE EVROPSKÝCH SPOLEČENSTVÍ, ročník 2007, KOM (2007) 642 v konečném znění {SEK (2007) 1416} p. 15. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:52007DC0642&qid=1540645018221&from=CS>

Podle českého zákona o životním prostředí je jím „takový rozvoj, který současným i budoucím generacím zachovává možnost uspokojovat jejich základní životní potřeby, a přitom nesnižuje rozmanitost přírody a zachovává přirozené funkce ekosystémů“.⁴

Poslední konference o udržitelném rozvoji se konala v září 2015 na půdě OSN. Rozsáhlý plán na prosazení udržitelného rozvoje světa 2015-2030 byl schválen 193 členskými státy OSN na tomto summitu v New Yorku. Sedmnáct Cílů udržitelného rozvoje – Sustainable Development Goals (SDGs) představuje program rozvoje na následujících 15 let. Např. „Cíl č. 11 Vytvořit inkluzivní, bezpečná, odolná a udržitelná města a obce“ přímo zahrnuje problematiku životního prostředí, kde je řešena produkce emise skleníkových plynů. Obsahem velmi blízkým je dále „Cíl č. 13 Přijmout bezodkladná opatření na boj se změnou klimatu a zvládání jejich dopadů“.⁵ Negativní změny životního prostředí v nedávné době jen lokální, nebo nanejvýš regionální, dosahují v současnosti globálních rozměrů. K postupné degradaci životního prostředí naší planety dochází dlouhodobě s vrcholem v 90. letech minulého století.

Dlouhou dobu bylo uznáváno, že znečištění ovzduší představuje významné riziko pro lidské zdraví a pro životní prostředí. Proto v 70. letech 20. století Evropská unie (EU) zavedla opatření, která se týkala kvality ovzduší. Hlavními nástroji ochrany a zlepšení kvality ovzduší v rámci EU jsou Směrnice 2004/107/ES, o obsahu arsenu, kadmia, rtuti, niklu a polycyklických aromatických uhlovodíků ve vnějším ovzduší⁶ a Směrnice 2010/75/EU o průmyslových emisích.⁷ Nově se jedná také o Směrnici komise (EU) 2015/1480⁸ ze dne 28. srpna 2015, kterou se mění několik příloh směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/50/ES,⁹ kterými

⁴ ČESKO. Zákon č. 17 ze dne 5. prosince 1991 o životním prostředí. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 1992, částka 4, s. 81-89. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-17>

⁵ Summit OSN k udržitelnému rozvoji světa: New York, 25. – 27. září 2015. In: www.osn.cz [online]. Copyright (c) UNIC Praha | Informační centrum OSN, 22. 9. 2015 [cit. 2018-10-27]. Dostupné z: <http://www.osn.cz/summit-osn-k-udrzitelnemu-rozvoji-sveta-new-york-25-27-zari-2015/>

⁶ EU. SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2004/107/ES ze dne 15. prosince 2004 o obsahu arsenu, kadmia, rtuti, niklu a polycyklických aromatických uhlovodíků ve vnějším ovzduší. In: *Úřední věstník Evropské unie L 23, 26. 1. 2005, s. 3–16*. Štrasburk, ročník 2004, číslo 107. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004L0107&from=CS>

⁷ EU. SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2010/75/EU ze dne 24. listopadu 2010 o průmyslových emisích (integrováné prevenci a omezování znečištění). In: *Úřední věstník Evropské unie L 334, 17. 12. 2010, s. 17–119*. Štrasburk: Evropský parlament, Rada Evropské unie, ročník 2010, číslo 75. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010L0075&from=CS>

⁸ EU. SMĚRNICE KOMISE (EU) 2015/1480 ze dne 28. srpna 2015, kterou se mění několik příloh směrnice Evropského parlamentu a Rady 2004/107/ES a 2008/50/ES, kterými se stanoví pravidla pro referenční metody, ověřování údajů a umístění míst odběru vzorků při posuzování kvality vnějšího ovzduší. In: *Úřední věstník Evropské unie L 226, 29. 8. 2015, s. 4–11*. Brusel, ročník 2015, číslo 1480. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/HTML/?uri=CELEX:32015L1480&rid=1>

⁹ EU. SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2008/50/ES ze dne 21. května 2008 o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu. In: *Úřední věstník Evropské unie L 152, 11. 6. 2008, s. 1–44*. Brusel, ročník 2008, číslo 50. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/HTML/?uri=CELEX:32015L1480&rid=1>

se stanoví pravidla pro referenční metody, ověřování údajů a umístění míst odběru vzorků při posuzování kvality vnějšího ovzduší. Jako poslední je nutné uvést směrnici 2016/2284 EU¹⁰, která zpřísňuje hodnoty emisních stropů a přispívá ke snižování nákladů na zdravotní péči související se znečištěným vnějším ovzduším v EU.

V posouzení vlivů znečištěného vnějšího ovzduší na zdraví lidí byly odhadnuty náklady na škody způsobené expozicí obyvatel pevným částicím a přízemnímu ozonu. Odhadem bylo zjištěno, že v roce 2000 snížila expozice částicím průměrně statistickou délku života ve 25 členských státech EU o zhruba devět let. To odpovídá ztrátě zhruba 3,6 milionu let života nebo 348 000 případům předčasného úmrtí ročně. Dále se odhaduje, že přízemní ozon uspíšil úmrtí v přibližně 21 400 případech. Očekává se, že oproti současnému stavu dojde do roku 2020 k významnému pokroku ve snižování škodlivých emisí částic a jejich prekurzorů, takže by se měla průměrná ztráta v rámci statistického předpokladu délky života snížit na zhruba 5,5 měsíce. Rovněž se očekává, že se ve stejném časovém období sníží o zhruba 600 případů počet úmrtí, které uspíšil přízemní ozon. Náklady na škody způsobené uvedenými vlivy byly v roce 2020 odhadnuty na 189 až 609 miliard EUR ročně.¹¹

Jiným přístupem je možné stanovit jednotlivým zemím roční emisní limity pro konkrétní znečišťující látky. Zde jednotlivé země pak nesou odpovědnost za zavedení nezbytných opatření.

Evropské právní předpisy související s kvalitou vnějšího ovzduší jsou zaměřené na konkrétní odvětví, která představují zdroj znečištění. Mezi nimi významné místo zaujímá také silniční doprava.

Současné evropské právní předpisy, kterými se řeší kvalita vnějšího ovzduší, jsou založeny na zásadě, že členské státy EU rozdělí své území na několik zón řízení, v nichž musí pomoci měření nebo počítačového modelování hodnotit kvalitu vnějšího ovzduší. Státy pak musí vypracovat místní nebo regionální plány, kde uvedou svou vizi zlepšení kvality vnějšího ovzduší. Svůj význam má i výzkum, protože může aktuálně doložit skutečný stav znečišťujících látek v daném regionu, městě, ulici.

¹⁰ EU. SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) 2016/2284 ze dne 14. prosince 2016 o snížení národních emisí některých látek znečišťujících ovzduší, o změně směrnice 2003/35/ES a o zrušení směrnice 2001/81/ES. In: *Úřední věstník Evropské unie L 344, 17. 12. 2016, s. 1–31*. Štrasburk, ročník 2016, číslo 2284. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/HTML/?uri=CELEX:32016L2284&rid=1>

¹¹ EU. SDĚLENÍ KOMISE RADĚ A EVROPSKÉMU PARLAMENTU ze dne 21. 9. 2005 Tematická strategie o znečišťování ovzduší. In: *Věstník Evropské komise*. Brusel: KOMISE EVROPSKÝCH SPOLEČENSTVÍ, ročník 2005, KOM (2005) 446 v konečném znění {SEC (2005) 1132} {SEC (2005) 1133}. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:52005DC0446&qid=1540711221166&from=CS>

Úvodem byly zmíněny některé zásadní body, které jsou důkazem velmi vážného stavu znečištění vnějšího ovzduší. Vše bylo řečeno pohledem odborníků na současný stav a špatné vize do budoucnosti, pokud známé příčiny nebudou odstraňovány. Aktuální stav kvality vnějšího ovzduší byl řečen pohledem „dospěláka“ s určitými odbornými vědomostmi na problematiku věci. V nejrůznějších typech médií se objevují termíny jako smog, zhoršený stav kvality ovzduší atd. Aby člověk takové informace vnímal, mnohdy i jako upozornění na zdravotní riziko pro sebe samého, musí obsahu těchto sdělení rozumět. Současná mladá generace ví o tom, že některé látky obsažené ve vnějším ovzduší mohou negativně působit na zdraví člověka. Sami ze svého okolí znají případy nových, méně závažných chronických či alergických onemocnění. Některá onemocnění však mohou mít závažný charakter a vyústit až v nádorová onemocnění. Povědomí mladé generace na základních školách o příčinách vzniku poškození zdraví v souvislosti se zhoršeným stavem životního prostředí je malé a mnohdy podceňované. Tato mladá generace je někdy nazývána generací notebooků, tabletů a chytrých telefonů, které závažné problémy každodenní reality unikají. Jsou natolik zahleděni do nejrůznějších nainstalovaných aplikací, že pojmy jako překročený limit pro pevné částice ve vnějším ovzduší je neosloví. V současné době se hovoří o počítačové či ekonomické gramotnosti mladé populace. Bylo by vhodné si uvědomit, že tito mladí lidé by měli rozšířit svou gramotnost i o minimální vědomosti z ekologie. Situace znečištění vnějšího ovzduší je natolik závažná, že tyto informace by měly být zapracovány do vzdělávacích programů i u nejmladších dětí v předškolní výchově. Podle mentální zralosti a vědomostí i z ostatních vyučovacích předmětů by měla mladá generace získávat vědomosti o ovzduší a dalších složkách životního prostředí, které jsou vzájemně provázané a každý z nás je může pozitivně či negativně ovlivňovat. S přihlédnutím na rozlišovací schopnosti dětí potom volit vzdělávací cíle. Již děti předškolního věku by měli mít informace o škodlivinách v jejich okolním životním prostředí alespoň na bazální úrovni. Prohlubování a rozšiřování těchto základních informací by se mělo objevit v osnovách v každém následujícím vzdělávacím roce hned od prvního stupně základní školy. Podle věku by bylo vhodné zahrnout do školských vzdělávacích programů informace o ekologii. Je potřeba vycházet z vědomostí, které mají i z jiných předmětů a vzájemně je všechny propojit, neb ekologie je věda multioborová a všímá si vztahu mezi organizmy a okolím. Lze uplatnit a provázat vědomosti z přírodních věd s technickými poznatky, které se rozšiřují asi nejvíce v souvislosti se získáním a provozováním prvního dopravního prostředku. V této době už by si měli uvědomovat, že mají povinnost vůči sobě a také vůči ostatním a provoz svého dopravního prostředku realizovat tak, aby znečištění

životního prostředí (vnějšího ovzduší) bylo v souladu s aktuálně platnou legislativou, tedy minimální.

Na středních školách by bylo možné se studenty provádět samostatné práce jak výzkumného charakteru (sledování intenzity dopravy v místě bydliště, městě) nebo připravit rešerše při zadání klíčových slov z problematiky silniční dopravy, kvality vnějšího ovzduší či zdravotních rizik ze znečištěného vnějšího ovzduší pro člověka v podobě prezentací.

Obsah bakalářské práce je rozdělen do dvou částí. Na obecnou, kde jsou uvedené základní informace o silniční dopravě v České republice (ČR) a Olomouckém kraji (OLK), produkovaných pevných i plyných emisích silniční dopravou a zdravotních rizicích z nich plynoucích pro lidský organizmus. V části druhé jsou prezentovány výsledky anonymního dotazníkového šetření. Otázky položené v anonymním dotazníku jsou demografického a technického charakteru. Poslední otázka zjišťuje povědomí probanda o riziku zplodin ze silniční dopravy na zdraví člověka.

Cílem obecné části bakalářské práce je:

1. zjistit nárůst motorových vozidel na území České republiky v letech 2010-2017 a s tím související nárůst emisí uvolňovaných do vnějšího ovzduší,
2. zjistit nárůst motorových vozidel na území Olomouckého kraje ve stejném období a s tím související nárůst emisí uvolňovaných do vnějšího ovzduší a
3. uvést charakteristiky vybraných emisí produkovaných silniční dopravou do vnějšího ovzduší a jejich zdravotní riziko pro člověka.

Výsledkem výzkumného šetření jsou:

1. základní demografická data zúčastněných probandů působících na území Olomouckého kraje,
2. technické informace o silničních vozidlech účastníků šetření a
3. povědomí o riziku znečištění vnějšího ovzduší na zdraví člověka.

V úvodu byly řečeny mé důvody pro vypracování bakalářské práce na téma „Změna kvality vnějšího ovzduší v Olomouckém kraji v souvislosti s nárůstem automobilové dopravy“. Jako učitel technických předmětů na odborném učilišti a učitel autoškoly mám denní kontakt s novými žadateli o získání řidičského oprávnění. Současně mám možnost posoudit povědomí této populace o kvalitě vnějšího ovzduší a možných rizicích na lidské zdraví v souvislosti s nárůstem intenzity silniční dopravy. Pro objektivní zhodnocení získaných informací byl zvolen dotazník, jehož výsledky budou zahrnuty i do navrhovaného pedagogického záměru, který se týká výuky základních informací o životním prostředí na všech vzdělávacích stupních.

I TEORETICKÁ ČÁST

1 Základní pojmy

Doprava v České republice (ČR) představuje obdobně jako v jiných vyspělých zemích, jeden z hlavních faktorů, který při svém rozvoji nepříznivě ovlivňuje kvalitu životního prostředí. Největší podíl v tomto směru **přináleží silniční dopravě**, jejíž negativní vliv se projevuje především v produkci emisí látek znečišťujících vnější ovzduší, vyšší hladině hluku i v záboru půdy při výstavbě nebo rekonstrukcích silniční a dálniční sítě. Prvořadým cílem, o který doprava usiluje, je postupné snižování negativních účinků, souvisejících s dopravní infrastrukturou a dopravním provozem, na stav životního prostředí, zdraví obyvatel atd. Za nezbytný předpoklad pro integraci ČR do evropských struktur je považován postupný a úplný přechod na ustanovení předpisů Evropského společenství (ES) a soustavu norem a standardů vztahujících se k vlivům dopravy na životní prostředí. Významné pro dopravu jsou závazky vyplývající ze závěrů Regionální konference Evropské hospodářské komise OSN (EHK/OSN) o dopravě a životním prostředí konané ve Vídni v roce 1997 a rozpracované v Programu společných akcí. Mezi hlavní směry a aktivity Programu patří i podpora udržitelné městské dopravy. Současný a předpokládaný vývoj, především silniční dopravy v evropském regionu vyžaduje, aby používaná vozidla i celková organizace dopravy se řídily pravidly, zajišťujícími vysokou úroveň bezpečnosti a ochrany životního prostředí.¹²

Z výše uvedeného vyplývá, že na začátku této bakalářské práce je nutné se seznámit s vybranými základními pojmy, které se vztahují k řešené problematice a legislativou z oblasti životního prostředí a silniční dopravy v EU a její harmonizací do národní legislativy ČR.

Následně jsou uvedené vybrané základní pojmy s odkazem na zdrojovou literaturu:

Životním prostředím je vše, co vytváří přirozené podmínky existence organismů včetně člověka a je předpokladem jejich dalšího vývoje. Jeho složkami jsou zejména ovzduší, voda, horniny, půda, organizmy, ekosystémy a energie.¹³

¹² ZATLOUKAL, Josef. Doprava a životní prostředí. In: *Univerzita Karlova Centrum pro otázky životního prostředí* [online]. Praha: © 2018 Univerzita Karlova [cit. 2018-10-28]. Dostupné z: <https://www.czp.cuni.cz/czp/index.php/cz/zdroje-informaci/konference/226-doprava-a-zivotni-prostredi?highlight=WyJqb3NlZiIsInphdGxvdWthbCIIsImpvc2VmIHphdGxvdWthbCJd>

¹³ ČESKO. Zákon č. 17 ze dne 5. prosince 1991 o životním prostředí. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 1992, částka 4, s. 81-89. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-17>

Ekosystémem je funkční soustava živých a neživých složek životního prostředí, jež jsou navzájem spojeny výměnou látek, tokem energie a předáváním informací a které se vzájemně ovlivňují a vyvíjejí v určitém prostoru a čase.¹⁴

Únosné zatížení území je takové zatížení území lidskou činností, při kterém nedochází k poškozování životního prostředí, zejména jeho složek, funkcí ekosystémů nebo ekologické stability.¹⁵

Znečišťování a poškozování životního prostředí

- (1) Znečišťování životního prostředí je vnášení takových fyzikálních, chemických nebo biologických činitelů do životního prostředí v důsledku lidské činnosti, které jsou svou podstatou nebo množstvím cizorodé pro dané prostředí.
- (2) Poškození životního prostředí je zhoršování jeho stavu znečišťováním nebo jinou lidskou činností nad míru stanovenou zvláštními předpisy.¹⁶

Ochrana životního prostředí zahrnuje činnosti, jimiž se předchází znečišťování nebo poškozování životního prostředí, nebo se toto znečišťování nebo poškozování omezuje a odstraňuje. Zahrnuje ochranu jeho jednotlivých složek, druhů organismů nebo konkrétních ekosystémů a jejich vzájemných vazeb, ale i ochranu životního prostředí jako celku.¹⁷

Ovzduší je jedna ze složek životního prostředí a podmínky ochrany ovzduší jsou dány zákonem č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší ve znění pozdějších předpisů.¹⁸ Pro komplexnost této kapitoly je nutné ze zákona o ovzduší uvést následující základní pojmy:

Ovzduším se rozumí **vnější ovzduší** v troposféře.

¹⁴ ČESKO. Zákon č. 17 ze dne 5. prosince 1991 o životním prostředí. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 1992, částka 4, s. 81-89. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-17>

¹⁵ Tamtéž

¹⁶ Tamtéž

¹⁷ Tamtéž

¹⁸ ČESKO. Zákon č. 201 ze dne 2. května 2012 o ochraně ovzduší. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2012, částka 69, s. 2786-2841. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-201>

Znečišťující látka je každá látka, která svou přítomností v ovzduší má nebo může mít škodlivé účinky na lidské zdraví nebo životní prostředí anebo obtěžuje zápachem.

Znečišťováním (emisí) se rozumí vnášení jedné nebo více znečišťujících látek do ovzduší.

Úrovní znečištění se rozumí hmotnostní koncentrace znečišťující látky v ovzduší (**imise**) nebo její depozice na zemský povrch za jednotku času.

Imisním limitem se rozumí nejvýše přípustná úroveň znečištění stanovená tímto zákonem. Podrobnosti viz Příloha č. 1 k zákonu č. 201/2012 Sb.

Mobilním zdrojem, se rozumí samohybná a další pohyblivá, případně přenosná technická jednotka vybavená spalovacím motorem, pokud tento slouží k vlastnímu pohonu nebo je zabudován jako nedílná součást technologického vybavení.

Palivem se rozumí spalitelný materiál v pevném, kapalném nebo plynném skupenství, určený jeho výrobcem ke spalování za účelem uvolnění energetického obsahu tohoto materiálu.

Těkavou organickou látkou (VOC - volatile organic compound) se rozumí jakákoliv organická sloučenina nebo směs organických sloučenin, s výjimkou methanu, která při teplotě 20 °C má tlak par 0,01 kPa nebo více nebo má odpovídající těkavost za konkrétních podmínek jejího použití.

2 Legislativa

2.1 Legislativa EU

Tato část druhé kapitoly uvádí vývoj a aktuální přehled legislativy pro ochranu životního prostředí a chod silniční dopravy v zemích EU. Pozornost je soustředěna na silniční dopravu a její negativní vliv na jednu ze složek životního prostředí, a to na kvalitu vnějšího ovzduší.

Řešení problémů v dopravním sektoru bylo zahrnuto již do Smlouvy o založení Evropského hospodářského společenství (EHS) v roce 1958. Dopravní politika byla jednou z prvních společných politik dnešní EU – byla považována za zásadní pro realizaci svobod společného trhu podle Římské smlouvy v roce 1957: volného pohybu osob, služeb a zboží.

Součástí zakládajících smluv bylo ustanovení možnosti přijímat opatření na podporu standardizace v oblasti mezinárodní dopravy.¹⁹ Ke koordinaci na evropské úrovni přispěla tzv. Bílá kniha Dokončení vnitřního trhu, která v oblasti dopravy nastartovala prohloubení harmonizace právních předpisů.²⁰ Základem bylo vybudovat dokonalé propojení západní a východní části kontinentu, vybudování tzv. transevropských dopravních sítí (TEN-T). Politika TEN-T EU je již zakotvena v Maastrichtské smlouvě z roku 1992. Tato smlouva začleňuje do dopravní politiky také požadavky na ochranu životního prostředí. Všechny druhy dopravy mají méně znečišťovat vnější ovzduší. Je možné konstatovat, že v roce 1992 byly položeny základy společné dopravní politiky.²¹ Její současná právní podoba je z roku 2013.²²

Prioritou EU v oblasti dopravy bylo zajištění bezpečnosti v dopravě a ochrana životního prostředí. EU má pravomoc jednat ve všech oblastech politiky životního prostředí – znečištění ovzduší a vody, nakládání s odpady a změně klimatu. Právní základ je dán článkem 11 a články 191 až 193 Smlouvy o fungování Evropské unie.²³ Pozornost se soustředila především na objem

¹⁹ EU. Revidovaný překlad právního předpisu Evropských společenství. Závěrečný akt – tzv. Římská smlouva. In: *euroskop.cz* [online]. Copyright ©JZ [cit. 22. 02. 2018]. Dostupné z: http://www.euroskop.cz/gallery/2/754-smlouva_o_es.pdf

²⁰ EU. BÍLÁ KNIHA ze dne 14. června 1986 Dokončení vnitřního trhu (Completing the Internal Market: White Paper from the Commission to the European Council (Milan, 28-29 June 1985). In: *Úřední věstník Evropské unie*. Brusel, ročník 1986. Dostupné také z: http://aei.pitt.edu/1113/1/internal_market_wp_COM_85_310.pdf

²¹ EU. SMLOUVA O EVROPSKÉ UNII (92/C 191/01) ze dne 7. února 1992. In: *Úřední věstník Evropské unie C 191, 29. 7. 1992, s. 1–112*. Maastricht, ročník 1992, 92/C 191/01. Dostupné také z: http://www.euroskop.cz/gallery/2/758-smlouva_o_eu_puvodni_verze.pdf

²² EU. NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) č. 1316/2013 ze dne 11. prosince 2013, kterým se vytváří Nástroj pro propojení Evropy, mění zařízení (EU) č. 913/2010 a zrušují nařízení (ES) č. 680/2007 a (ES) č. 67/2010. In: *Úřední věstník Evropské unie L 348, 20. 12. 2013, s. 129–171*. Štrasburk, ročník 2013, číslo 1316. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R1316&from=CS>

²³ EU. KONSOLIDOVANÉ ZNĚNÍ SMLOUVY O FUNGOVÁNÍ EVROPSKÉ UNIE ze dne 9. května 2008. In: *Úřední věstník Evropské unie C 115, 9. 5. 2008, s. 47–388*. ročník 2008. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:12008E/TXT&qid=1540713922870&from=CS>

emisí produkovaných dopravními prostředky, a to nejen v rámci silniční dopravy. Znečištění vnějšího ovzduší představuje významné riziko pro životní prostředí a pro lidské zdraví. Proto v 70. letech 20. století EU zavedla opatření, která se týkala kvality ovzduší. Pro celou Evropu stanovila právně závazné i nezávazné limity některých znečišťujících látek uvolňovaných do vnějšího ovzduší. Výskyt látek ve vnějším ovzduší zde uvedených „oxid siřičitý, oxid uhelnatý, benzen a olovo“, byl od té doby významně omezen.

EU má pro řešení znečištění vnějšího ovzduší tři různé právní mechanismy:

- definování všeobecných norem kvality ovzduší pro koncentrace látek znečišťujících vnější ovzduší,
- stanovení vnitrostátních mezních hodnot celkových emisí znečišťujících látek a
- koncipování právních předpisů ve vztahu ke konkrétním zdrojům znečištění (předpisy omezující průmyslové emise nebo stanovující normy pro emise z vozidel, energetickou účinnost nebo jakost paliv).

Tyto právní předpisy jsou doplněné strategiemi a opatřeními na podporu ochrany životního prostředí.²⁴

Degradace životního prostředí planety probíhá dlouhodobě a postupně s vrcholem v poslední dekádě minulého století. Cíle „*Tematické strategie o znečišťování ovzduší*“ z roku 2005 byly následující: omezit výskyt jemných částic o 75 % a přízemního ozonu o 60 % vše do roku 2020, a to ve srovnání s úrovněmi z roku 2000.²⁵ V červnu 2008 byla přijata revidovaná směrnice o kvalitě vnějšího ovzduší, která slučuje většinu stávajících právních předpisů v této oblasti. Z dřívější směrnice o kvalitě ovzduší dosud platí jen čtvrtá část, která stanoví cílové hodnoty pro arsen, kadmium, nikl a polycyklické aromatické uhlovodíky.²⁶

Mezi hlavní právní předpisy patří směrnice evropského parlamentu a rady č. 2008/50/ES o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu. Jejím cílem je snížit znečištění ovzduší a minimalizovat škodlivé dopady na lidské zdraví. Určuje mezní hodnoty pro tyto látky – oxid siřičitý, oxid dusičitý, oxidy dusíku, jemné částice, olovo, benzen, oxid uhelnatý a přízemní

²⁴ OHLIGER, Tina. Znečištěné ovzduší a hluk. In: *Evropský parlament: Fakta a čísla o Evropské unii – 2017* [online]. Copyright ©, 2017 [cit. 2018-10-28]. Dostupné z:

[http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/fiches_techniques/2013/050405/04A_FT\(2013\)050405_CS.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/fiches_techniques/2013/050405/04A_FT(2013)050405_CS.pdf)

²⁵ *PLANETA odborný časopis pro životní prostředí: Politika životního prostředí EU. Sedm tematických strategií*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2006(10), 80 s.. ISSN 1801-6898. Dostupné také z:

[https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/BFEED7D49272A923C125712500403293/\\$file/planeta10_3kor.pdf](https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/BFEED7D49272A923C125712500403293/$file/planeta10_3kor.pdf)

²⁶ EU. SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2004/107/ES ze dne 15. prosince 2004 o obsahu arsenu, kadmia, rtuťi, niklu a polycyklických aromatických uhlovodíků ve vnějším ovzduší. In: *Úřední věstník Evropské unie L 23, 26. 1. 2005, s. 3–16*. Štrasburk, ročník 2004, číslo 107. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004L0107&from=CS>

ozon. Tyto mezní hodnoty nesmí být překročeny nikde v zemích EU. Členské státy mají povinnost vymezit zóny a aglomerace, kde posuzují kvalitu vnějšího ovzduší. Informace musí být přístupné veřejnosti.²⁷ Úkolem je odstranit závislost dopravního systému na ropě, v praxi je třeba, aby doprava obecně využívala méně energie a aby využívala čistou energii. Tím by snižovala svůj negativní dopad na životní prostředí a zásadní přírodní zdroje jako vodu, půdu a ekosystémy.

Koncem roku 2013 zahájila Komise EU program „Čisté ovzduší pro Evropu“, který má dva hlavní cíle:

- dodržování platných právních předpisů do roku 2020 a
- stanovení nových cílů v oblasti kvality vnějšího ovzduší na období do roku 2030.

Hlavní legislativou pro dosažení uvedených cílů je revidovaná směrnice o národních emisních stropích, která stanovila přísnější národní emisní stropy pro hlavní znečišťující látky – oxid siřičitý, oxidy dusíku, těkavé organické sloučeniny, amoniak a pevné částice. Cílem je omezit jejich negativní vliv na životní prostředí a na zdraví lidí o polovinu oproti úrovni v roce 2005. Směrnice vyžaduje, aby členské státy vypracovaly národní programy omezování znečištění vnějšího ovzduší.²⁸

Současně se směrnicemi, které řeší problematiku životního prostředí jsou přijata nařízení, jejichž obsah je technického charakteru. Jejich cílem je snížit znečišťování jednotlivých složek životního prostředí ze silniční dopravy stanovením výkonnostních emisních norem pro různé kategorie vozidel, např. pro osobní vozidla (kategorie M1), lehká užitková vozidla (kategorie N1) a vozidla nákladní (kategorie N2, N3), autobusy (kategorie M2, M3) a motocykly (kategorie L) a regulaci jakosti paliv. Od září 2014 platí emisní Euro 6 norma pro osobní vozidla a lehká užitková vozidla pro všechny nové modely osobních vozidel a od září 2015 platí také pro jejich registraci a prodej. Uvádí mezní hodnoty emisí pro řadu látek znečišťujících ovzduší, zejména pro oxidy dusíku a pevné částice.

²⁷ EU. SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2008/50/ES ze dne 21. května 2008 o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu. In: *Úřední věstník Evropské unie L 152, 11. 6. 2008, s. 1–44*. Brusel, ročník 2008, číslo 50. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/HTML/?uri=CELEX:32015L1480&rid=1>

²⁸ EU. SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) 2016/2284 ze dne 14. prosince 2016 o snížení národních emisí některých látek znečišťujících ovzduší, o změně směrnice 2003/35/ES a o zrušení směrnice 2001/81/ES. In: *Úřední věstník Evropské unie L 344, 17. 12. 2016, s. 1–31*. Štrasburk, ročník 2016, číslo 2284. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/HTML/?uri=CELEX:32016L2284&rid=1>

Součástí normy je nařízení o přezkumu týkající se jízdního cyklu a zkušební postupu, aby bylo zajištěno, že zkoušení bude probíhat v podmínkách skutečného provozu.²⁹ Totéž platí pro Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 595/2009, které stanoví mezní hodnoty emisí pro těžká nákladní vozidla (kategorie N2, N3) a autobusy (kategorie M2, M3).³⁰

Pro další snižování znečištění způsobeného emisemi z automobilů zavedla EU zákaz olovnatého benzínu a povinnost zpřístupnit v rámci EU paliva bez obsahu síry.^{31,32} Obě tyto směrnice Evropského parlamentu a Rady jsou zapracované v ČR v zákonu č. 152/2017 Sb., zákon o pohonných hmotách.³³ V tomto zákonu je také uvedena povinnost ČR vyplývající ze směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/94/EU, o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva.³⁴ Nově je zde uveden pojem elektřiny v silniční dopravě včetně dobíjecích stanic pro elektrická vozidla. Vyhláška č. 153/2017 Sb., k tomuto zákonu zohledňuje rozšíření druhů alternativních paliv, zejména o vodík, zkapalněný zemní plyn (LNG) a biometan. Pro tato paliva jsou stanoveny jejich kvalitativní parametry.³⁵

²⁹ EU. NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2017/1154 ze dne 7. června 2017, kterým se mění nařízení Komise (EU) 2017/1151, kterým se doplňuje nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 715/2007 o schvalování typu motorových vozidel z hlediska emisí z lehkých osobních vozidel a z užitkových vozidel (Euro 5 a Euro 6) a z hlediska přístupu k informacím o opravách a údržbě vozidla, kterým se mění směrnice Evropského parlamentu a Rady 2007/46/ES, nařízení Komise (ES) č. 692/2008 a nařízení Komise (EU) č. 1230/2012 a zrušuje nařízení (ES) č. 692/2008 a směrnice Evropského parlamentu a Rady 2007/46/ES, pokud jde o emise z lehkých osobních vozidel a z užitkových vozidel v reálném provozu (Euro 6). In: *Úředním věstníku Evropské unie L 175*, 7. 7. 2017, s. 708–732. Brusel, ročník 2017, číslo 1154. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?qid=1540717870537&uri=CELEX:32017R1154>

³⁰ EU. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 595/2009 ze dne 18. června 2009 o schvalování typu motorových vozidel a motorů z hlediska emisí z těžkých nákladních vozidel (Euro VI) a o přístupu k informacím o opravách a údržbě vozidel, o změně nařízení (ES) č. 715/2007 a směrnice 2007/46/ES a o zrušení směrnic 80/1269/EHS, 2005/55/ES a 2005/78/ES. In: *Úřední věstník Evropské unie L 188*, 18. 7. 2009, s. 1–13. Brusel, ročník 2009, číslo 595. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R0595&qid=1540991111016&from=CS>

³¹ EU. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 98/70/ES ze dne 13. října 1998 o jakosti benzínu a motorové nafty a o změně směrnice Rady 93/12/EHS. In: *Úřední věstník Evropské unie L 350*, 28. 12. 1998, s. 58–68. Lucemburk, ročník 1998, číslo 70. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:31998L0070&from=CS>

³² EU. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2003/17/ES ze dne 3. března 2003, kterou se mění směrnice 98/70/ES o jakosti benzínu a motorové nafty Text s významem pro EHP. In: *Úřední věstník Evropské unie L 76*, 22. 3. 2003, s. 10–19. Brusel, ročník 2003, číslo 17. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003L0017&qid=1540990543565&from=CS>

³³ ČESKO. Zákon č. 152 ze dne 19. dubna 2017, kterým se mění zákon č. 311/2006 Sb., o pohonných hmotách a čerpacích stanicích pohonných hmot a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o pohonných hmotách), ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2017, částka 52, s. 1456-1462. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2017-152>

³⁴ EU. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/94/EU ze dne 22. října 2014 o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva Text s významem pro EHP. In: *Úřední věstník Evropské unie L 307*, 28. 10. 2014, s. 1–20. Štrasburk, ročník 2014, číslo 94. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0094&qid=1540990839545&from=CS>

³⁵ ČESKO. Vyhláška č. 153 ze dne 5. května 2017, kterou se mění vyhláška č. 133/2010 Sb., o požadavcích na pohonné hmoty, o způsobu sledování a monitorování složení a jakosti pohonných hmot a o jejich evidenci (vyhláška o jakosti a evidenci pohonných hmot), ve znění vyhlášky č. 278/2011 Sb. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2017, částka 52, s. 1463-1468. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2017-153>

2.2 Legislativa ČR

Legislativa EU je základem pro zapracování klíčových bodů z uvedených nařízení a směrnic do národní legislativy ČR, která představuje soubor platných právních předpisů v daných rezortech. Problematika ochrany životního prostředí a její složky vnějšího ovzduší spadají do kompetence ministerstva životního prostředí. Platné právní předpisy (zákony, vyhlášky a nařízení vlády), které se zabývají ochranou životního prostředí jsou rozdělené do jednotlivých oblastí. Legislativa se vztahem ke zpracovávanému problému náleží do oblastí označených „01 Životní prostředí – všeobecně“ a „11 Ochrana ovzduší“. Z oblasti „01 Životní prostředí – všeobecně“ jsou uvedeny právní předpisy, které se týkají řešené problematiky.

Právo člověka na příznivé životní prostředí je uvedené v zákoně o životním prostředí.³⁶ V rámci zpracovávané problematiky je pozornost soustředěna jen na legislativu ochrany vnějšího ovzduší v souvislosti se silniční dopravou. Klíčovým právním nástrojem v oblasti ochrany vnějšího ovzduší je zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, v platném znění.³⁷

Tento zákon transponuje všechny relevantní právní předpisy EU. Zejména: Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/50/ES ke kvalitě vnějšího ovzduší a čistšímu ovzduší pro Evropu,³⁸ Směrnice 2004/107/ES Evropského parlamentu a Rady k arsenu, kadmiu, rtuti, niklu a polycyklickým aromatickým uhlovodíkům ve vnějším ovzduší,³⁹ Prováděcí rozhodnutí Komise č. 2011/850/EU, kterým se stanovují pravidla pro směrnice Evropského parlamentu a Rady 2004/107/ES, pokud jde o vzájemnou výměnu informací a podávání zpráv o kvalitě vnějšího ovzduší.⁴⁰

³⁶ ČESKO. Zákon č. 17 ze dne 5. prosince 1991 o životním prostředí. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 1992, částka 4, s. 81-89. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-17>

³⁷ ČESKO. Zákon č. 201 ze dne 2. května 2012 o ochraně ovzduší. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2012, částka 69, s. 2786-2841. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-201>

³⁸ EU. SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2008/50/ES ze dne 21. května 2008 o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu. In: *Úřední věstník Evropské unie L 152, 11. 6. 2008, s. 1–44*. Brusel, ročník 2008, číslo 50. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/HTML/?uri=CELEX:32015L1480&rid=1>

³⁹ EU. SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2004/107/ES ze dne 15. prosince 2004 o obsahu arsenu, kadmia, rtuti, niklu a polycyklických aromatických uhlovodíků ve vnějším ovzduší. In: *Úřední věstník Evropské unie L 23, 26. 1. 2005, s. 3–16*. Štrasburk, ročník 2004, číslo 107. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004L0107&from=CS>

⁴⁰ EU. Prováděcí rozhodnutí Komise 22011/850/EU ze dne 12. prosince 2011, kterým se stanovují pravidla pro směrnice Evropského parlamentu a Rady 2004/107/ES a 2008/50/ES, pokud jde o vzájemnou výměnnou informaci a podávání zpráv o kvalitě vnějšího ovzduší (oznámeno pod číslem K (2011) 9068). In: *Úřední věstník Evropské unie L 335, 17. 12. 2011, s. 86–106*. Brusel, ročník 2011, číslo 850. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011D0850&qid=1540991646942&from=CS>

Zákon č. 369/2016 Sb.,⁴¹ kterým se mění zákon č. 201/2012 Sb.,⁴² o ochraně ovzduší, ve znění zákona č. 64/2014 Sb.,⁴³ zákona č. 87/2014 Sb.,⁴⁴ a zákona č. 382/2015 Sb.,⁴⁵ se mění takto: § 14 odstavce 1 až 6 uvádí možnosti rady obce za účelem omezení znečištění ovzduší z dopravy stanovit tzv. „nízkoemisní zónu“ a vjezd povolit silničním motorovým vozidlům, která jsou označená emisní plaketou s uvedením příslušné emisní kategorie podle prováděcího právního předpisu č. 56/2013 Sb.⁴⁶

Dalším právním předpisem v oblasti životního prostředí, který se přímo dotýká kvality vnějšího ovzduší, je právní úprava integrované prevence a omezování znečištění (*Integrated Pollution Prevention and Control*, zkratka IPPC). Jedná se o způsob přístupu k ochraně životního prostředí, který je v EU uzákoněn Směrnicí 2008/1/ES o IPPC.⁴⁷ Do české legislativy se dostala zákonem č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a o omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Umožňuje uložit specifická opatření k omezování emisí.⁴⁸

Na základě požadavku Evropské komise připravit koncepci řízení kvality ovzduší pro ČR byla zpracována „Střednědobá strategie (do roku 2020) zlepšení kvality ovzduší v ČR“.⁴⁹

⁴¹ ČESKO. Zákon č. 369 ze dne 19. října 2016, kterým se mění zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2016, částka 147, s. 5766-5789. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-369>

⁴² ČESKO. Zákon č. 201 ze dne 2. května 2012 o ochraně ovzduší. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2012, částka 69, s. 2786-2841. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-201>

⁴³ ČESKO. Zákon č. 64 ze dne 20. března 2014, kterým se mění některé zákony v souvislosti s přijetím kontrolního řádu. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2014, částka 24, s. 730-762. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2014-64>

⁴⁴ ČESKO. Zákon č. 87 ze dne 23. dubna 2014, kterým se mění zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2014, částka 37, s. 956-957. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2014-87>

⁴⁵ ČESKO. Zákon č. 382 ze dne 10. prosince 2015, kterým se mění zákon č. 353/2003 Sb., o spotřebních daních, ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2015, částka 161, s. 5298-5303. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-382>

⁴⁶ ČESKO. Nařízení vlády č. 56 ze dne 6. února 2013 o stanovení pravidel pro zařazení silničních motorových vozidel do emisních kategorií a o emisních plaketách. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2013, částka 25, s. 442-447. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2013-56>

⁴⁷ EU. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/1/ES ze dne 15. ledna 2008 o integrované prevenci a omezování znečištění (kodifikované znění). In: *Úřední věstník Evropské unie L 24, 29. 1. 2008, s. 8–29*. Štrasburk, ročník 2008, číslo 10. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0001&qid=1540992081507&from=CS>

⁴⁸ ČESKO. Zákon č. 76 ze dne 5. února 2002 o integrované prevenci a omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci). In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2002, částka 34, s. 1658-1680. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2002-76>

⁴⁹ Střednědobá strategie (do roku 2020) zlepšení kvality ovzduší v ČR. In: © 2008–2018 Ministerstvo životního prostředí [online]. Praha, 2015, s. 120 [cit. 2019-10-02]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/strategie_zlepseni_kvality_ovzdusi/\\$FILE/OOO-Strategie_ochrany_ovzdusi-20170505.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/strategie_zlepseni_kvality_ovzdusi/$FILE/OOO-Strategie_ochrany_ovzdusi-20170505.pdf)

Dokument byl schválen na konci roku 2015 a shrnuje výstupy „Národního programu snižování emisí ČR“.⁵⁰

Doprava patří mezi nejvýznamnější zdroje znečištění vnějšího ovzduší. Možnosti ovlivnit a regulovat toto znečištění jsou omezené. Právní nástroje využitelné k regulaci znečištění vnějšího ovzduší z dopravy lze rozdělit na tři tematické oblasti:

- regulace u zdroje (účinnost a emisní třídy motorů vozidel),
- regulace dopravních toků a existující dopravní infrastruktury a
- omezení výstavby nové dopravní infrastruktury.⁵¹

Do první oblasti je možné zařadit homologování automobilu, tj. schválení pro provoz na pozemních komunikacích. Musí být splněna řada norem, mezi něž patří i důležité evropské emisní normy, tzv. emisní Euro normy, které rozdělují vozidla podle druhu (kategorie vozidla), maximálně technicky přípustné hmotnosti a typu motoru (zážehový a vznětový). V rámci těchto kategorií jsou stanoveny různé hodnoty maximálního obsahu škodlivin (viz tabulka 1). Cílem emisních Euro norem je omezení a snížení množství škodlivých složek vypouštěných do vnějšího ovzduší motorovými vozidly se zážehovým nebo vznětovým motorem. Emisní Euro normy se zabývají množstvím oxidu uhelnatého (CO), oxidů dusíku (NO_x), uhlovodíků (HC) a množstvím pevných částic (PM) a určují množství spalin (stanovují maximální limit), které vůz smí vypouštět do vnějšího ovzduší. Hodnoty se uvádějí v gramech na ujetý kilometr (viz tabulka 1).

V roce 1993 vstoupila v platnost první emisní Euro 1 norma a od té doby se limity pro emise postupně zpřísnují. V současné době je v platnosti emisní Euro 6 norma, která pro registrace a prodej nových vozidel začala platit začátkem září 2015. Postupné zpřísnování norem postihuje více vznětové motory, které se od emisní Euro 5 normy dostávají téměř na úroveň zážehových motorů, pokud jde o emise oxidů dusíku (NO_x) a pevných částic (PM).

⁵⁰ Národní program snižování emisí České republiky. In: © 2008–2018 Ministerstvo životního prostředí [online]. Praha, 2015, s. 124 [cit. 2018-10-31]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/narodni_program_s nizovani_emisi/\\$FILE/OOO-NPSE_final-20151217.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/narodni_program_s nizovani_emisi/$FILE/OOO-NPSE_final-20151217.pdf)

⁵¹ BERNARD, Michal. Ovzduší vs. silniční doprava – právní nástroje ochrany. In: *Frank Bold* [online]. Brno: © 2005—2019 by Frank Bold, 2008, s. 12 [cit. 2018-10-31]. Dostupné z: http://frankbold.org/sites/default/files/publikace/ovzdusi_vs_doprava.pdf

Tabulka 1: Přehled emisních Euro norem pro osobní automobily (g/km)

Norma	Platnost	CO		HC		NO _x		HC+NO _x		PM	
		D	B	D	B	D	B	D	B	D	B
Euro 1	od 1993	2,72	2,72	-	-	-	-	0,97	0,97	0,14	-
Euro 2	1996	1,0	2,2	-	-	-	-	0,9	0,5	0,10	-
Euro 3	2000	0,64	1,3	-	0,20	0,50	0,15	0,56	-	0,05	-
Euro 4	2005	0,50	1,0	-	0,10	0,25	0,08	0,30	-	0,025	-
Euro 5	2009	0,50	1,0	-	0,10	0,18	0,06	0,23	-	0,005	0,005
Euro 6	2014	0,50	1,0	-	0,10	0,08	0,06	0,17	-	0,005	0,005

Poznámka: CO = oxid uhelnatý, HC = uhlovodíky, NO_x = oxidy dusíku, PM = Particulate Matter (pevné částice), D = diesel, B = benzín

Zdroj: 70/220/EHS, 74/290/EHS, 77/102/EHS, 78/665/EHS, 83/351/EHS, 88/436/EHS, 88/76/EHS, 89/458/EHS, 89/491/EHS, 91/441/EHS, 93/59/EHS, 94/12/ES, 96/44/ES, 96/69/ES, 98/77/ES, 1999/96/ES, 2001/1/ES, 2001/27/ES, 2001/100/ES, 2002/80/ES, 2003/76/ES, 2005/55/ES, 2005/78/ES, 2006/51/ES, 2006/81/ES, 2006/96/ES, 715/2007/ES, 692/2008/ES, 595/2009/ES, 217/771/ES, 2008/74/ES, 64/2012/ES, 582/2011/ES, 459/2012/ES, 630/2012/ES, 143/2013/ES, 171/2013/ES, 195/2013/ES, 136/2014/ES, 133/2014/ES, 45/2015/ES

Kromě emisních Euro norem, které uvádějí limity emisí podle kategorií vozidel a používaných pohonných hmot, je také důležitá jakost těchto paliv. V ČR jakost paliv je monitorována od 1. července 2001 vyhláškou č. 227/2001 Sb.,⁵² a od 1. května 2004 vyhláškou č. 229/2004 Sb., kterou se stanoví požadavky na pohonné hmoty pro provoz vozidel.⁵³ Touto vyhláškou je dán způsob „ročního hlášení“ jakosti používaných paliv. Výše uvedená vyhláška je v souladu s požadavky legislativy EU.⁵⁴

Silniční doprava způsobuje podle údajů největší objem znečištění – okolo 71 % emisí oxidu uhličitého (CO₂) pochází z dopravy (dvě třetiny z toho mají na svědomí osobní automobily). Jedna čtvrtina emisí z dopravy v zemích EU vzniká v městských oblastech. Mnoho měst má problémy s dopravními zácpami a špatnou kvalitou vnějšího ovzduší. Po silnici se nadále přepravuje rozhodující objem cestujících i zboží v Evropě. Nejnovější politický dokument Evropské komise pro oblast dopravy byl zveřejněn v roce 2011 pod názvem „Plán jednotného evropského dopravního prostoru“. Představuje vizi evropské dopravy do roku 2050.

⁵² ČESKO. Vyhláška č. 227 Ministerstva průmyslu a obchodu ze dne 22. června 2001, kterou se stanoví požadavky na pohonné hmoty pro provoz vozidel na pozemních komunikacích a způsob sledování a monitorování jejich jakosti. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2001, částka 84, s. 5002-5011. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-227>

⁵³ ČESKO. Vyhláška č. 229 ze dne 20. dubna 2004, kterou se stanoví požadavky na pohonné hmoty pro provoz vozidel na pozemních komunikacích a způsob sledování a monitorování jejich jakosti. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2004, částka 75, s. 4178-4197. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-229>

⁵⁴ EU. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 98/70/ES ze dne 13. října 1998 o jakosti benzínu a motorové nafty a o změně směrnice Rady 93/12/EHS. In: *Úřední věstník Evropské unie L 350*, 28. 12. 1998, s. 58–68. Lucemburk, ročník 1998, číslo 70. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:31998L0070&from=CS>

Hlavní body tohoto dokumentu jsou následující (upraveno):

- Poptávka po dopravě se zvýší (jen nákladní doprava do roku 2050 vzroste podle odhadů o 80 %).
- Doprava EU, zejména silniční, je téměř zcela závislá na ropě, je nutné najít spolehlivé alternativy.
- EU se zavázala snížit emise skleníkových plynů do roku 2050 nejméně o 60 %.
- Jedním z nejvýznamnějších problémů dopravy je přetížení, zejména na silnicích.
- Zvýšit se musí především účinnost dopravy.⁵⁵

Znečištěné vnější ovzduší z dopravy je jedním z hlavních problémů zhoršené kvality ovzduší v ČR. Snižováním emisí i imisí z dopravy se zabývá mnoho dopravních opatření uvedených v „Národním programu snižování emisí ČR“. Program je připraven na základě § 8 zákona o ochraně vnějšího ovzduší s přihlédnutím k mezinárodním závazkům ČR a s ohledem na neplnění imisních limitů pro některé znečišťující látky (částice PM₁₀ a PM_{2,5}, přízemní ozon a benzo[*a*]pyren), které mají výrazné negativní dopady na lidské zdraví a vegetaci.⁵⁶ Měření emisí vozidel je již zakotveno v legislativě ČR.⁵⁷ Legislativa, která se týká silniční dopravy v ČR a jejího dopadu na kvalitu vnějšího ovzduší, je uvedena na webových stránkách ministerstva dopravy.

Aktuální informací o snižování emisí CO₂ v souvislosti s automobilovou dopravou v zemích EU je výsledek jednání ministrů životního prostředí zemí EU z úterý 9. října 2018. Na zasedání v Lucembursku bylo dosaženo dohody ohledně snižování emisí CO₂ z osobních automobilů a dodávek po roce 2021. Redukční cíl pro osobní vozidla je na úrovni 35 %. Závěry z jednání jsou podkladem pro novou legislativu EU. Diskuse se týkala také emisí CO₂ z nových nákladních vozidel. Poprvé se projednával návrh nařízení, který stanoví konkrétní emisní limity CO₂ pro nákladní automobily. Základem návrhu Evropské komise je dosáhnout snížení emisí CO₂ u nových těžkých vozidel od roku 2025 o 15 % a od roku 2030 o 30 % oproti roku 2019.

⁵⁵ EU. BÍLÁ KNIHA ze dne 28. března 2011 Plán jednotného evropského dopravního prostoru – vytvoření konkurenceschopného dopravního systému účinně využívajícího zdroje. In: *Úřední věstník Evropské unie*. Brusel, ročník 2011, KOM (2011) 144 v konečném znění. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?qid=1488202961906&uri=CELEX:52011DC0144>

⁵⁶ Národní program snižování emisí České republiky. In: © 2008–2018 *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha, 2015, s. 124 [cit. 2018-10-31]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/narodni_program_sni_zovani_emisi/\\$FILE/000-NPSE_final-20151217.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/narodni_program_sni_zovani_emisi/$FILE/000-NPSE_final-20151217.pdf)

⁵⁷ ČESKO. Vyhláška č. 228 ze dne 19. července 2017, kterou se mění vyhláška č. 302/2001 Sb., o technických prohlídkách a měření emisí vozidel, ve znění pozdějších předpisů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2017, částka 83, s. 2586-2596. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2017-228>

3 Silniční doprava v ČR

Dopravní sektor patří k vybranému okruhu veřejných politik, které byly zahrnuty již do Smlouvy o založení EHS v roce 1958.⁵⁸ Byl to výsledek myšlenky o vybudování společného trhu a principu volného pohybu zboží, osob a služeb.

ČR patří v EU z hlediska sítě pozemních komunikací k zemím s nejhustší dopravní infrastrukturou. Problémem silniční infrastruktury byla její technická zanedbanost. V současné době se kvalita komunikací postupně zlepšuje. V oblasti silniční dopravy jsou na úrovni EU regulovány bezpečnostní a environmentální parametry osobních automobilů (kategorie M1), lehkých užitkových vozidel (kategorie N1), autobusů (kategorie M2, M3) i nákladních automobilů (kategorie N3) v podobě různých technických norem regulujících rozměry, aerodynamiku, míru hluku a spotřebu dopravních prostředků (viz 2.1. Legislativa EU). Na evropské úrovni jsou např. financována vozidla poháněná na alternativní paliva stejně jako budování příslušné infrastruktury. V rámci tzv. „Zimního balíčku“ z listopadu 2016, například Komise představila požadavek, že v nově postavených budovách se mají nacházet stojany pro nabíjení elektromobilů.⁵⁹

Silniční doprava je individuální druh dopravy, který probíhá za použití dopravních prostředků zpravidla na pozemních komunikacích či zpevněných cestách. Pozemní komunikace je dopravní cesta, která se využívá k přepravě osob i nákladů.⁶⁰ K silniční dopravě se dnes zpravidla využívají kolová vozidla, zde pak zejména osobní vozidla, autobusy, motocykly, trolejbusy a nákladní vozidla. Z hlediska energetické a finanční náročnosti se jedná o relativně nákladný způsob dopravy. Oproti jiným druhům jsou silniční motorová vozidla velmi flexibilní, spojují místa bez železnice. Silniční doprava má negativní dopad na životní prostředí – produkce emisí a je hlučná.

Následující část kapitoly informuje o vývoji silničního parku v letech 2010-2017 v ČR. V roce 2012 byl Centrální registr vozidel převeden z gesce Ministerstva vnitra pod Ministerstvo dopravy (MD). Proto následující upozornění: v grafech 1-7 je kalendářní rok 2012 označen hvězdičkou vzhledem k této informaci: Údaje k 1. 7. 2013 - z důvodu přechodu na nový systém

⁵⁸ EU. Revidovaný překlad právního předpisu Evropských společenství. Závěrečný akt – tzv. Římská smlouva. In: *euroskop.cz* [online]. Copyright ©JZ [cit. 22. 02. 2018]. Dostupné z: http://www.euroskop.cz/gallery/2/754-smlouva_o_es.pdf

⁵⁹ Čistá energie pro všechny Evropany – rozvinutí růstového potenciálu Evropy: Evropská komise – Tisková zpráva. In: *European Commission* [online]. Brusel, 30. listopadu 2016 [cit. 2018-10-31]. Dostupné z: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-16-4009_cs.htm

⁶⁰ ČESKO. Zákon č. 13 ze dne 23. ledna 1997 o pozemních komunikacích. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 1997, částka 3, s. 47-61. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-13>

evidence vozidel v centrálním registru vozidel (CRV) v souladu s legislativou EU nejsou údaje k 31. 12. 2012 k dispozici. Pro sestavení grafů 1-13 byly použity číselné údaje ze zdrojové literatury uvedené jako poznámka pod čarou.^{61,62} Podle informací z CRV se v roce 2017 počet motorových vozidel registrovaných v ČR o 3,9 % zvýšil. O stejné procento pak vzrostl i celkový počet registrovaných vozidel včetně přípojných vozidel všech druhů a kategorií a činil téměř 7,9 miliónů.

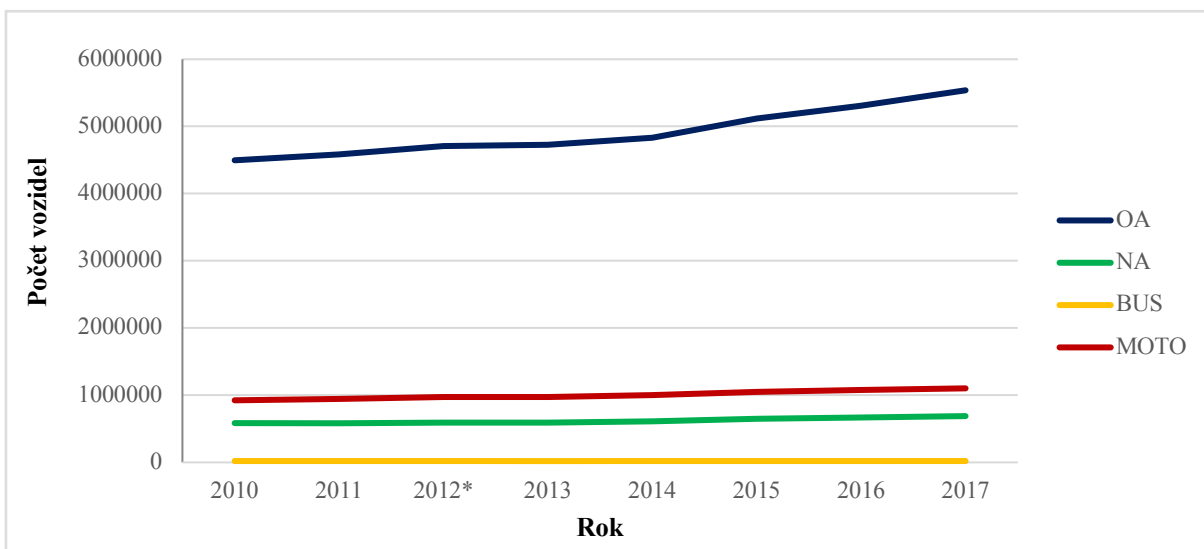
Počet registrovaných osobních automobilů v roce 2017 opět meziročně vzrostl. V absolutních číslech byl nárůst asi 230 tisíc vozidel (tj. 4,3 %). K 1. 1. 2018 tvořil tento počet 5 538 222, což je téměř 75 % z celkového počtu motorových vozidel registrovaných v CRV. Počet registrovaných vozidel (osobní a nákladní automobily, motocykly, mikrobusy a autobusy) v ČR v letech 2010-2017 je uveden v grafu 1. Skladba osobních automobilů podle typu spotřebované energie je v grafu 2, kde je patrný nárůst osobních automobilů se vznětovým motorem od roku 2013. K nárůstu osobních automobilů využívajících elektrickou energii dochází od roku 2013 (graf 3). Pro podporu jejich většího rozšíření v zemích EU existuje Směrnice 2014/94/EU.⁶³ Co se týká stáří osobních automobilů, 60 % je starší než 10 let a zhruba 80 % je starší než 5 let. V grafu 4 je uveden počet registrovaných osobních automobilů a jejich zastoupení v jednotlivých věkových kategoriích.

Počet registrovaných nákladních automobilů rovněž meziročně vzrostl (o více než 3 %). Vzrostl počet vozidel mladších než 2 roky o 10 %, současně byl zaznamenán nárůst o téměř 15 % u nákladních automobilů starších než 10 let. Od roku 2010 byl nárůst v této kategorii 75 % (graf 5). V roce 2017 došlo k mírnému nárůstu počtu mikrobusů a autobusů, asi o 3 % a k nárůstu počtu přívěsů o necelá 3 %. Dlouhodobý trvalý pokles je zaznamenán u silničních tahačů. Podle informací z CRV poklesl jejich počet za posledních 10 let na méně než pětinu. Počet motocyklů vzrostl o necelých 5 %.

⁶¹ KASTLOVÁ, Olga a Radek HOUŠŤ. *Ročenka dopravy České republiky 2016*. Praha: Ministerstvo dopravy [cit. 2018-10-28]. ISBN 1801-3090. Dostupné z: https://www.sydos.cz/cs/rocenka_pdf/Rocenka_dopravy_2016.pdf

⁶² KASTLOVÁ, Olga a Radek HOUŠŤ. *Ročenka dopravy České republiky 2017*. Praha: Ministerstvo dopravy [cit. 2018-10-28]. ISBN 1801-3090. Dostupné z: https://www.sydos.cz/cs/rocenka_pdf/Rocenka_dopravy_2017.pdf

⁶³ EU. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/94/EU ze dne 22. října 2014 o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva Text s významem pro EHP. In: *Úřední věstník Evropské unie L 307, 28. 10. 2014, s. 1–20*. Štrasburk, ročník 2014, číslo 94. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0094&qid=1540990839545&from=CS>

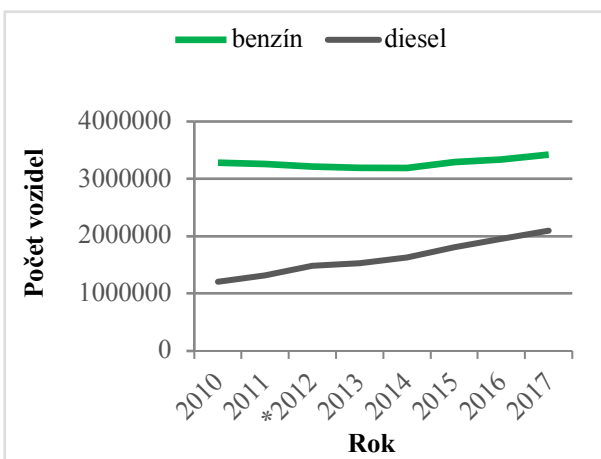


Graf 1: Souhrnný přehled o vybraných silničních vozidlech registrovaných v ČR

Poznámka:

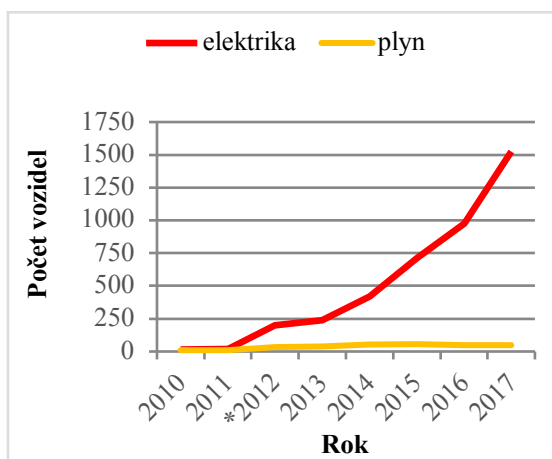
OA = osobní automobily, NA = nákladní automobily, BUS = mikrobuses a autobusy a MOTO = motocykly

Zdroj: CRV



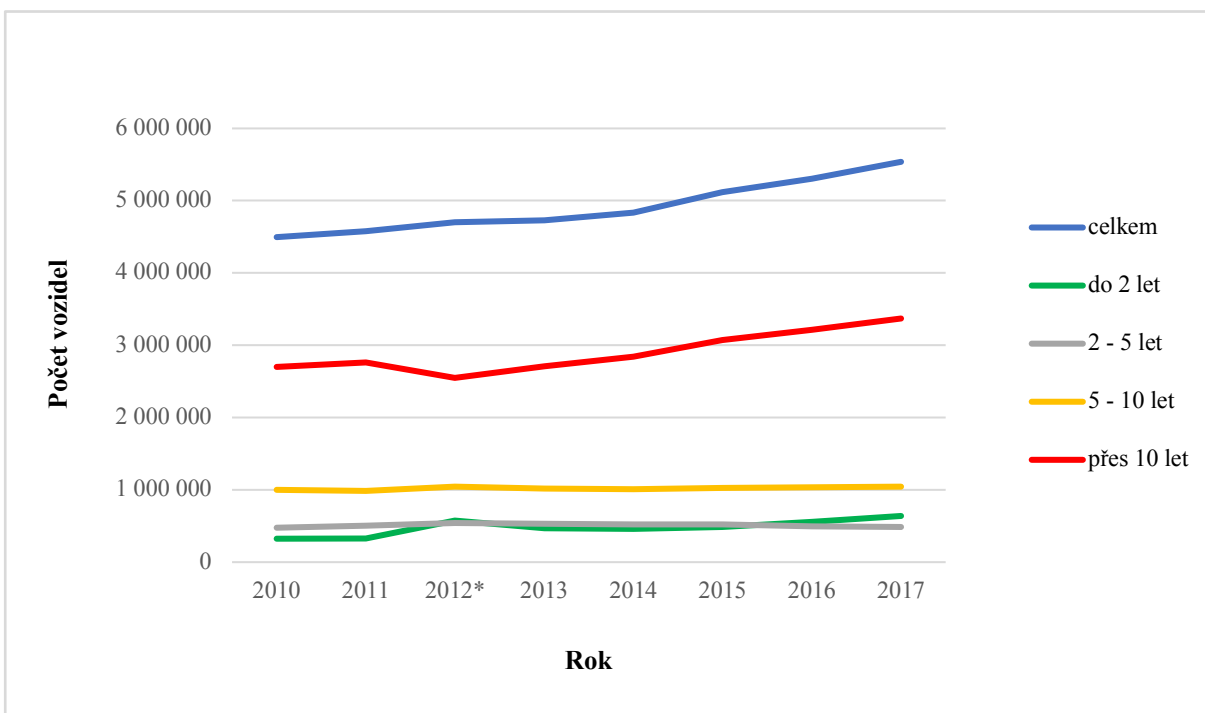
Graf 2: Souhrnný přehled o silničních osobních automobilech registrovaných v ČR podle typu spotřebované energie: „benzínová, diesellová“

Zdroj: CRV



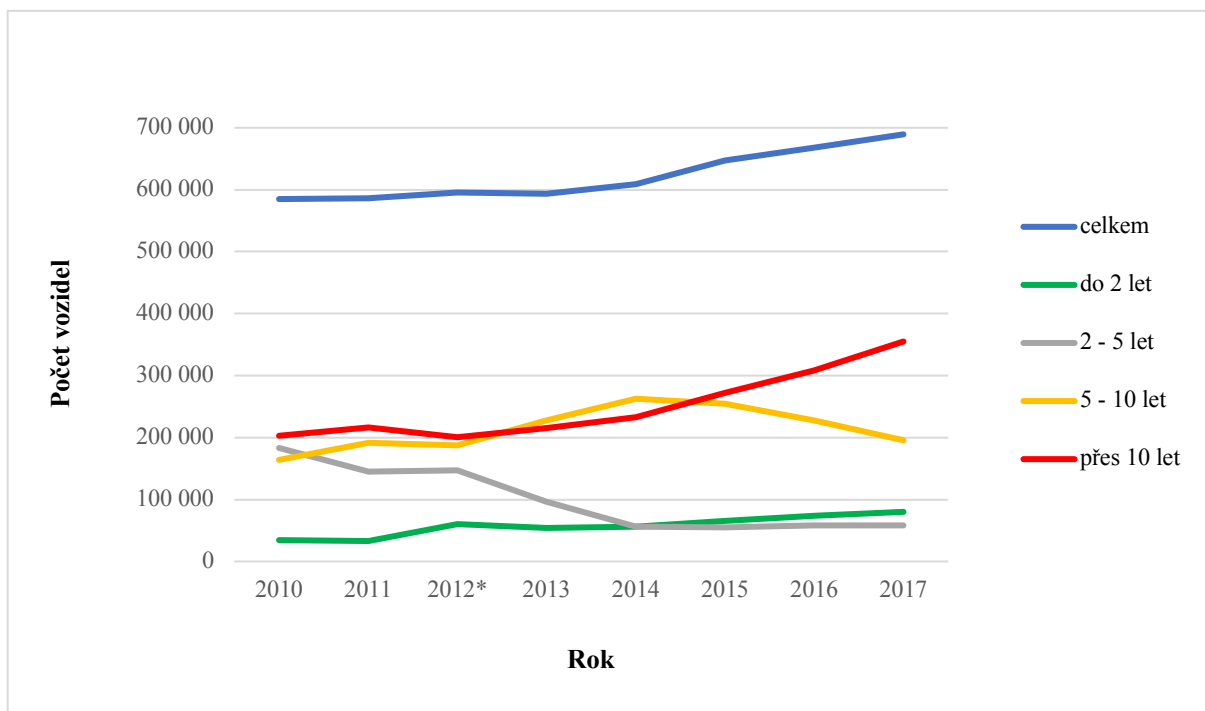
Graf 3: Souhrnný přehled o silničních osobních automobilech registrovaných v ČR podle typu spotřebované energie: „elektrická, zkapalněný ropný plyn“

Zdroj: CRV



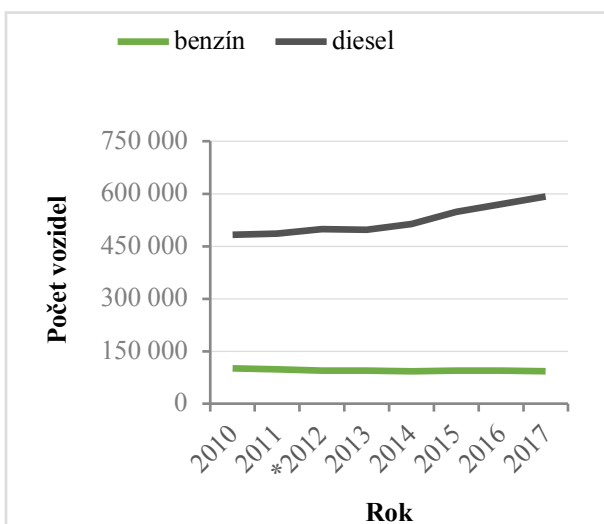
Graf 4: Osobní automobily registrované v ČR podle věkových kategorií

Zdroj: CRV



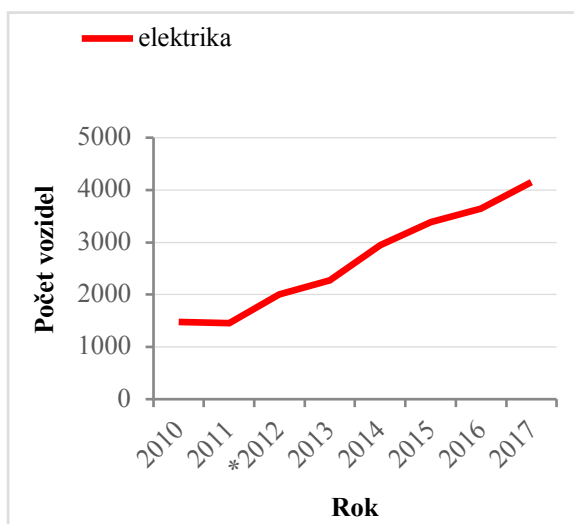
Graf 5: Nákladní automobily registrované v ČR podle věkových kategorií

Zdroj: CRV



Graf 6: Souhrnný přehled o silničních nákladních automobilech registrovaných v ČR podle typu spotřebované energie: „benzínová, diesellová”

Zdroj: CRV



Graf 7: Souhrnný přehled o silničních nákladních automobilech registrovaných v ČR podle typu spotřebované energie: „elektrická”

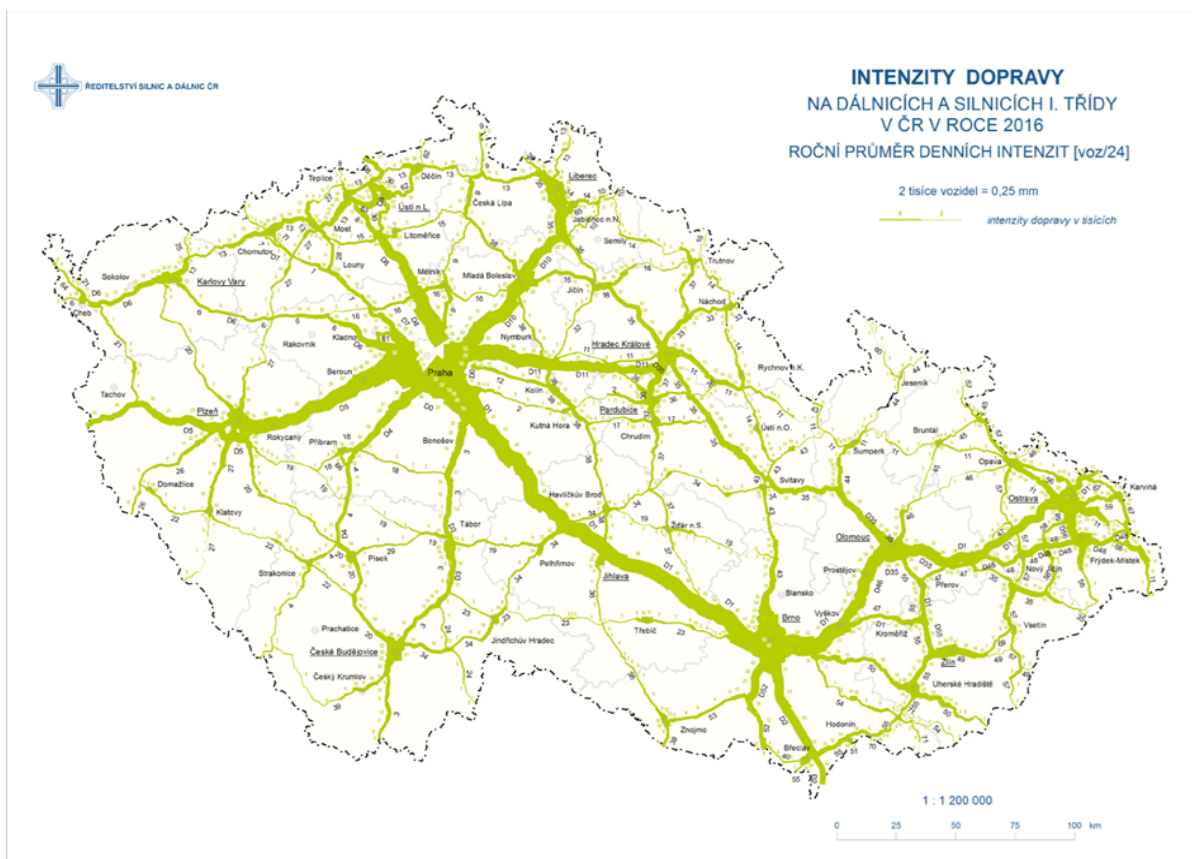
Zdroj: CRV

Počet osobních i nákladních automobilů průběžně roste a mírně se zlepšuje i kvalita vozového parku. Průměrné stáří vozového parku však stále nedosahuje hodnot srovnatelných s vyspělými státy EU, zejména v případě osobních automobilů. U nákladních automobilů je stáří vozového parku výrazně lepší a vozidla nesplňující žádnou z emisních Euro norem se již na komunikacích vyskytují jen zřídka. Údaje o struktuře vozového parku z hlediska standardů emisních Euro norem jsou k dispozici až od roku 2007, do té doby byl sledován pouze počet vozidel vybavených katalyzátorem.⁶⁴ Počet silničních nákladních automobilů podle typu spotřebované energie je uveden v grafu 6 a 7.

Z výše uvedeného početního nárůstu jednotlivých typů silničních vozidel vyplývá zvýšení intenzity silničního provozu. Hustota čili intenzita dopravy, informuje o zatěžování silnic dopravním provozem. Nejčastěji se měří denní intenzita dopravy, tj. počet automobilů, který daným místem projede za 24 hodin. Celkový nárůst intenzity dopravy od roku 1990 do roku 2007 byl na celé silniční síti ČR v průměru 65 % (na silnicích 1. tříd 75 %, na rychlostních silnicích 108 % a na dálnicích 132 %). Nejzatíženějšími úseky silniční dopravy v ČR jsou dálnice. Intenzita dopravy s rostoucí vzdáleností od měst zřetelně klesá. Ukazuje to na

⁶⁴ Národní program snižování emisí České republiky. In: © 2008–2018 Ministerstvo životního prostředí [online]. Praha, 2015, s. 124 [cit. 2018-10-31]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/narodni_program_sнизovani_emisi/\\$FILE/000-NPSE_final-20151217.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/narodni_program_sнизovani_emisi/$FILE/000-NPSE_final-20151217.pdf)

skutečnost, že značný podíl lidí dojíždí z širšího okolí velkých měst, zejména v souvislosti s cestováním za prací a využívají pouze příměstské úseky dálnic. Intenzita dopravy však stoupá i v samotných městech, kde způsobuje dopravní komplikace a negativně působí na životní prostředí, především na kvalitu vnějšího ovzduší. Intenzity dopravy na dálnicích a silnicích I. třídy v ČR v roce 2016 jsou uvedeny na obrázku 1.



Obr. 1: Intenzity dopravy na dálnicích a silnicích I. třídy v ČR v roce 2016

Zdroj: ŘSD

Mapa „intenzity dopravy“ je výsledkem celostátního sčítání dopravy na dálniční a silniční síti ČR 2016 (CSD2016).⁶⁵ Od roku 1959 se celostátní sčítání provádí pravidelně, s menšími odchylkami v pětiletých intervalech, od roku 1980 v letech končících na 0 a 5.⁶⁶

Kontaminace vnějšího ovzduší emisemi, které produkuje silniční doprava představují dlouhodobý problém v ČR. S nárůstem vozového parku silniční dopravy dochází ke zvyšování množství látek znečišťujících vnější ovzduší. Pro znečišťující látky jsou platnými či připravovanými předpisy a/nebo mezinárodními závazky stanoveny imisní limity a národní

⁶⁵ Intenzity dopravy na dálnicích a silnicích I. třídy ČR v roce 2016. In: © 2015 Ředitelství silnic a dálnic ČR [online]. 2016 [cit. 2018-10-28]. Dostupné z: <https://www.rsd.cz/wps/wcm/connect/23b634b7-c224-4e0f-8e83-b9b532470ab7/pentlogram-2016.png?MOD=AJPERES>

⁶⁶ Celostátní sčítání dopravy na dálniční a silniční síti ČR 2016. In: © 2015 Ředitelství silnic a dálnic ČR [online]. [cit. 2018-10-28]. Dostupné z: <https://www.rsd.cz/wps/portal/web/Silnice-a-dalnice/Scitani-dopravy>

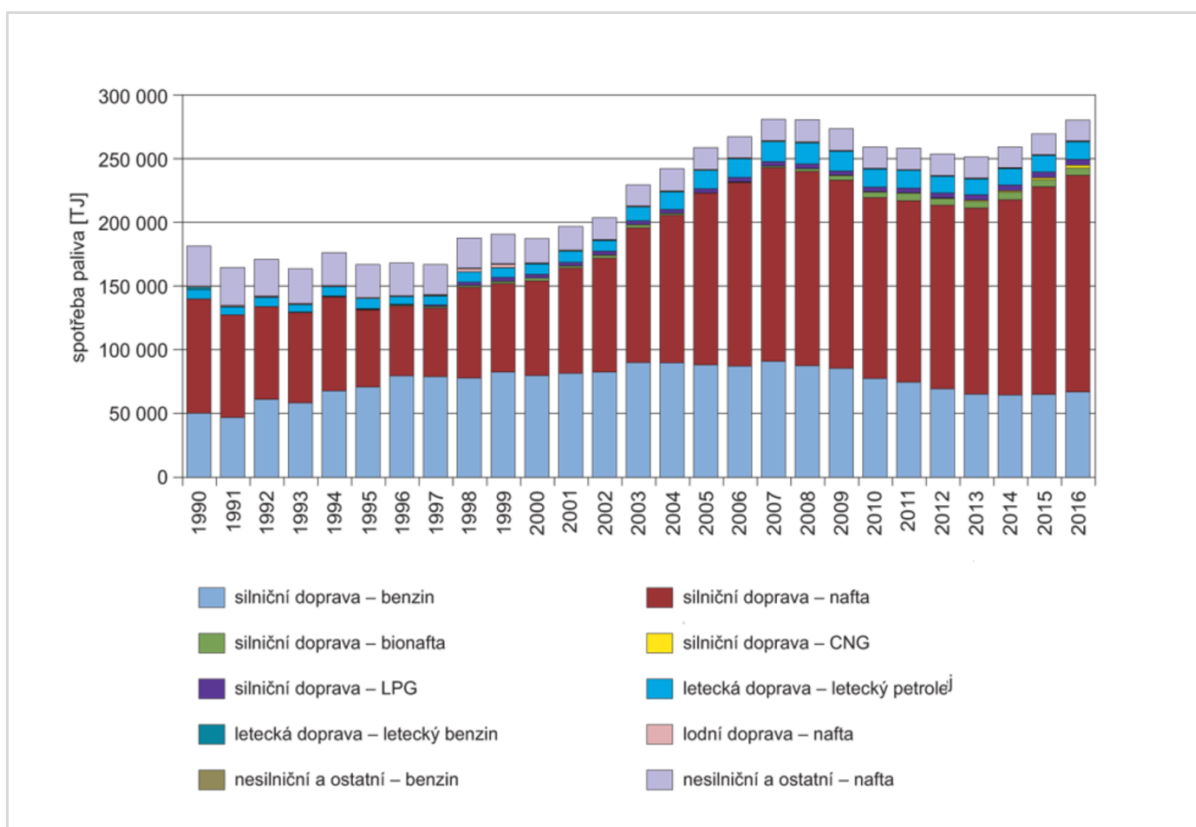
emisní stropy. Z těchto důvodů byla na konci roku 2016 publikována „Metodika pro určení dynamické skladby vozového parku na komunikacích v České republice“. Tato metodika je výsledkem řešení výzkumného projektu TA ČR č. TA04021566 „Doplnění chybějících dat o dynamické skladbě vozového parku pro účely výpočtu emisí z automobilové dopravy“. Stanovení emisí vychází z určení emisní skladby vozidel registrovaných v ČR a emisní skladby zahraničních vozidel. Vozidla jsou rozdělena do čtyř skupin (vozidla osobní, lehká nákladní, těžká nákladní a autobusy), dále podle typu používaného paliva a hodnocení emisí vychází z emisních Euro norem.⁶⁷

Emisní databáze (Registr emisí a stacionárních zdrojů – REZZO) slouží k archivaci a prezentaci údajů o stacionárních a mobilních zdrojích znečišťování ovzduší. Zdroje znečišťování ovzduší jsou z hlediska způsobu sledování emisí rozděleny na zdroje sledované jednotlivě a zdroje sledované hromadně. Od roku 2013 platí v souvislosti se změnami kategorizace zdrojů podle přílohy č. 2 zákona o ochraně ovzduší nové členění REZZO.⁶⁸ Silniční, železniční, lodní a letecká doprava osob a přeprava nákladu, otěry brzd a pneumatik, abraze vozovky a odpary z palivových systémů benzínových vozidel, provoz nesilničních strojů a mechanismů, údržba zeleně, lesů apod. – zde uvedené zdroje jsou řazeny mezi „mobilní zdroje“ kategorie „REZZO 4“. Vypočtené emise jsou získány ze sčítání dopravy, registru vozidel, emisních faktorů apod. Podle způsobu evidence patří mezi zdroje hromadně sledované. Spotřeba paliv (energie) zdrojů REZZO 4 je uvedena v grafu 8. Z údajů CRV jsou zřejmé kvalitativní i kvantitativní změny ve skladbě motorových vozidel v ČR za období 2010-2017 (graf 1-7). Tomu následně pak odpovídají kvalitativní a kvantitativní změny v období 2010-2016 ve spotřebě paliv (energie).⁶⁹

⁶⁷ ČESKO. *Metodika pro určení dynamické skladby vozového parku na komunikacích v České republice: Projekt TA04021566 doplnění chybějících dat o dynamické skladbě vozového parku účely výpočtu emisí z automobilové dopravy*. In: Praha: ATEM– ATELIÉR EKOLOGICKÝCH MODELŮ, ročník 2016, s. 160. Dostupné také z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/urceni_dynamicke_skladby_metodika/\\$FILE/000-metodika_vozovy_park-20171011.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/urceni_dynamicke_skladby_metodika/$FILE/000-metodika_vozovy_park-20171011.pdf)

⁶⁸ ČESKO. Zákon č. 201 ze dne 2. května 2012 o ochraně ovzduší. In: *Sbírka zákonů České republiky*, ročník 2012, částka 69, s. 2786-2841. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-201>

⁶⁹ BALÁKOVÁ, L., ed. Grafická ročenka 2017. In: *Portál ČHMÚ : Home* [online]. Praha: © 2018 COPYRIGHT ČHMÚ, ALL RIGHTS RESERVED [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/17groc/gr17cz/II_ovzd_CZ.html



Graf 8: Spotřeba paliv zdrojů REZZO 4, 1990–2016

Poznámka: LPG = zkapalněný ropný plyn (Liquefied Petroleum Gas), CNG = stlačený zemní plyn (compressed natural gas)

Zdroj: CDV v.v.i.

Pro sestavení grafů 9-14, které uvádějí trendy (časové řady ročních emisí) vybraných znečišťujících látek ve vnějším ovzduší produkovaných silniční dopravou (celkové hodnoty a podíly vybraných druhů silniční dopravy) byly použity číselné údaje vypočítané na základě metodiky vypracované v rámci výzkumného projektu pro ministerstvo dopravy (MD).^{70,71} Více o znečišťujících látkách je uvedeno v kapitole 7 Emisní zátěž z dopravy a kvalita vnějšího ovzduší v ČR. Mezi látky přispívající k dlouhodobému oteplování atmosféry náleží oxid uhličitý (CO₂), methan (CH₄) a oxid dusný (N₂O). Mezi látky znečišťující vnější ovzduší, na které se vztahují emisní limity, náleží suspendované částice PM, benzo[*a*]pyren (BaP), oxidy dusíku (NO_x), přízemní ozon (O₃), benzen, těžké kovy (arsen, kadmium, nikl), oxid uhelnatý (CO), těkavé organické látky (VOC) a látky nelimitované s toxickými účinky na lidské zdraví – olovo (Pb) a oxid siřičitý (SO₂). V roce 2014 a následných letech dochází ke zvýšenému

⁷⁰ KASTLOVÁ, Olga a Radek HOUŠŤ. Ročenka dopravy České republiky 2015 [online]. Ministerstvo dopravy, 2015 [cit. 2019-02-04]. ISBN 1801-3090. Dostupné z:

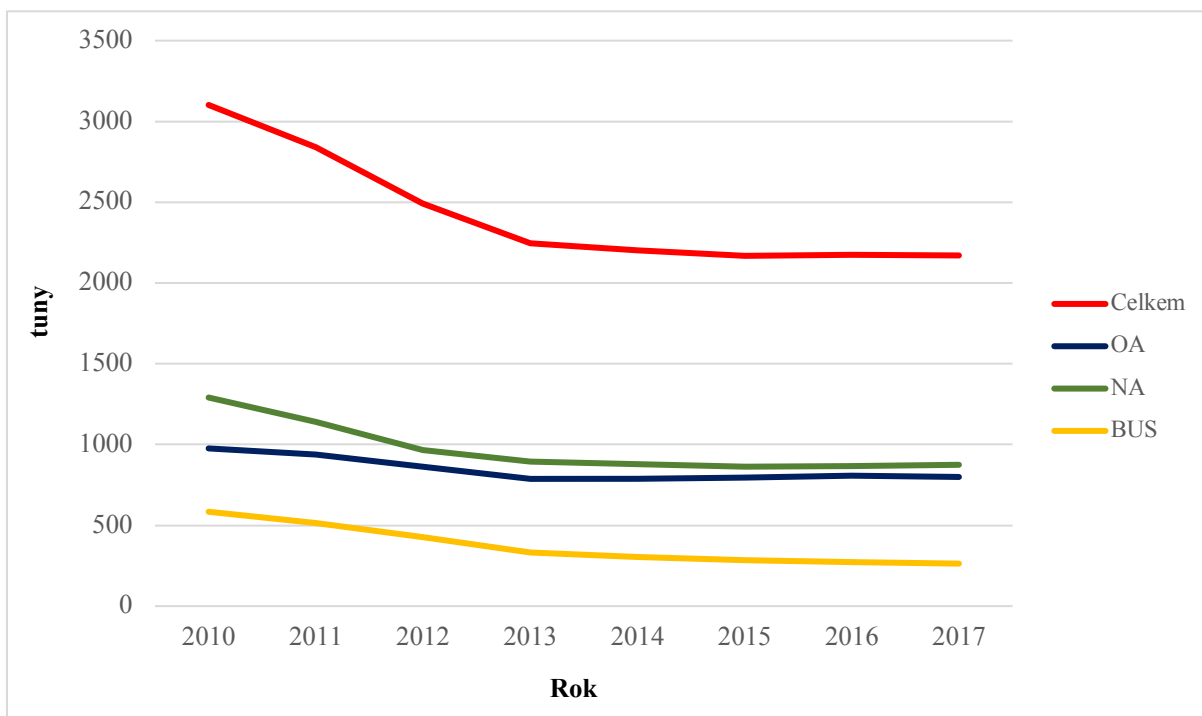
https://www.sydos.cz/cs/rocenka_pdf/Rocenka_dopravy_2015.pdf

⁷¹ KASTLOVÁ, Olga a Radek HOUŠŤ. Ročenka dopravy České republiky 2017 [online]. Ministerstvo dopravy, 2017 [cit. 2018-10-28]. ISBN 1801-3090. Dostupné z:

https://www.sydos.cz/cs/rocenka_pdf/Rocenka_dopravy_2017.pdf

prodeji motorové nafty, to se odráží i ve zvýšené produkci některých sledovaných škodlivin.

Hodnoty emisí **suspendovaných částic** jsou uváděné jako součet frakcí PM₁₀ a PM_{2,5}, není uvedena specifikace jejich velikosti.⁷²



Graf 9: Produkce emisí suspendovaných částic PM jednotlivými druhy dopravy, 2010-2017

Zdroj: MD

V letech 2010-2017 došlo v ČR k nárůstu osobních automobilů se vznětovým motorem na více než dva miliony. Nárůst nákladních automobilů se vznětovým motorem ve stejném období vzrostl také. V současné době se odhaduje, že v ČR jezdí až 1 milion automobilů s chybějícím či nefunkčním filtrem pevných částic. Kvůli absenci Diesel Particulate Filter (DPF) jsou často i několikanásobně překračovány povolené limity na jejich množství ve vnějším ovzduší.⁷³

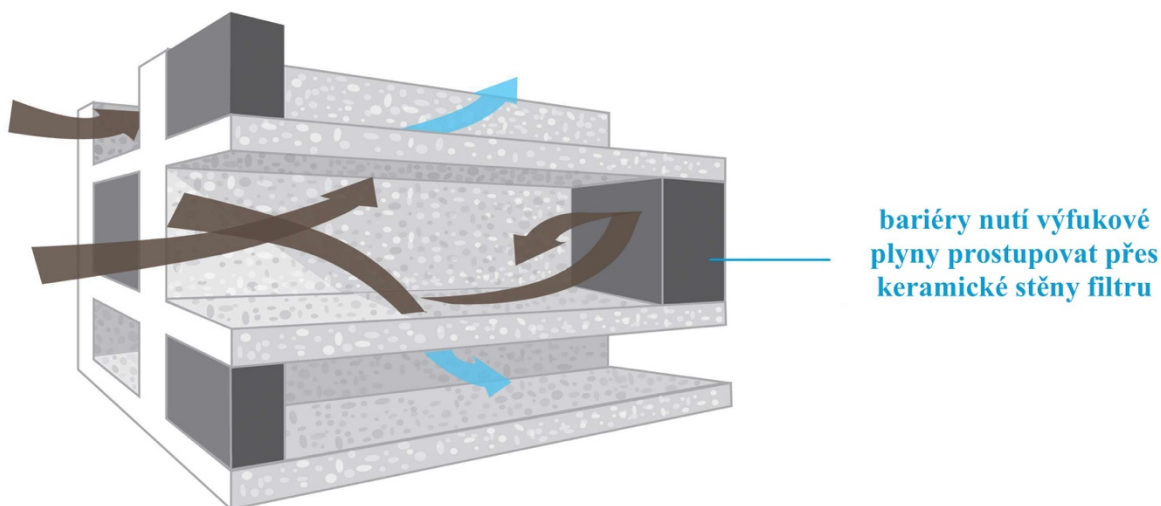
Filtry pevných částic (DPF Diesel Particulate Filter nebo francouzsky FAP – filtre a particules) do automobilů se vznětovými motory jako první začala montovat Groupe PSA

⁷² KASTLOVÁ, Olga a Radek HOUŠŤ. Ročenka dopravy České republiky 2017 [online]. Ministerstvo dopravy, 2017 [cit. 2018-10-28]. ISBN 1801-3090. Dostupné z:

https://www.sydos.cz/cs/rocenka_pdf/Rocenka_dopravy_2017.pdf

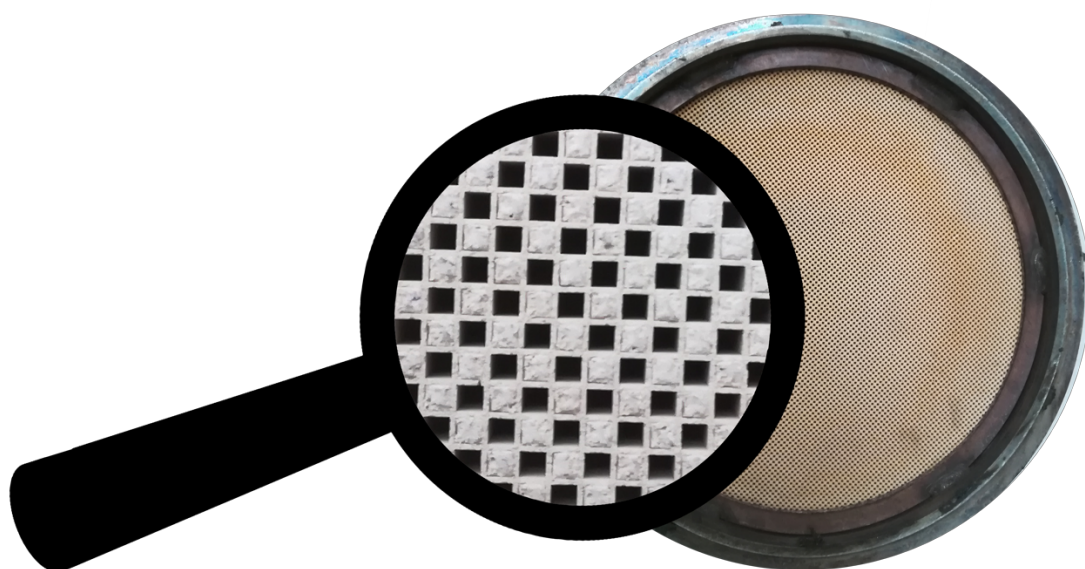
⁷³ DUSIL, Tomáš. Filtry pevných částic: Jak vlastně fungují a regenerují. In: *Auto.cz* [online]. Praha: © 2019 Copyright CZECH NEWS CENTER a.s. a dodavatelé obsahu., 2016 [cit. 2019-10-02]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/technika-filtry-pevných-částic-jak-vlastně-fungují-a-regenerují-1-díl-93106>

(Peugeot Société Anonyme), což je francouzsk  automobilka Peugeot spolupracující s automobilkou Citroen. První automobil vybaven  filtrem pevných  stic je z roku 2000. Tato zařizení mají zachycovat pevn   stice ve v fukov m potrubí automobilů se vznětovým motorem. Dnes se filtry pevných  stic montují standardn  do všech automobilů s motorem High-pressure Direct injection (HDi). Ozna en  HDi pouiv  koncern PSA pro sv  vzn tov  motory s přim m vstřikem.



Obr. 2: Keramick  vložka filtru pevných  stic (DPF – Diesel Particulate Filter)

Zdroj: <http://www.doosanequipment.eu/doosanequipment/products/stageiv/stageiiib-stageiv-technologies/diesel-particulate-filter.page?>



Obr. 3:  eln  pohled na keramickou vložku filtru pevných  stic (DPF – Diesel Particulate Filter)

Zdroj: Vlastn  foto

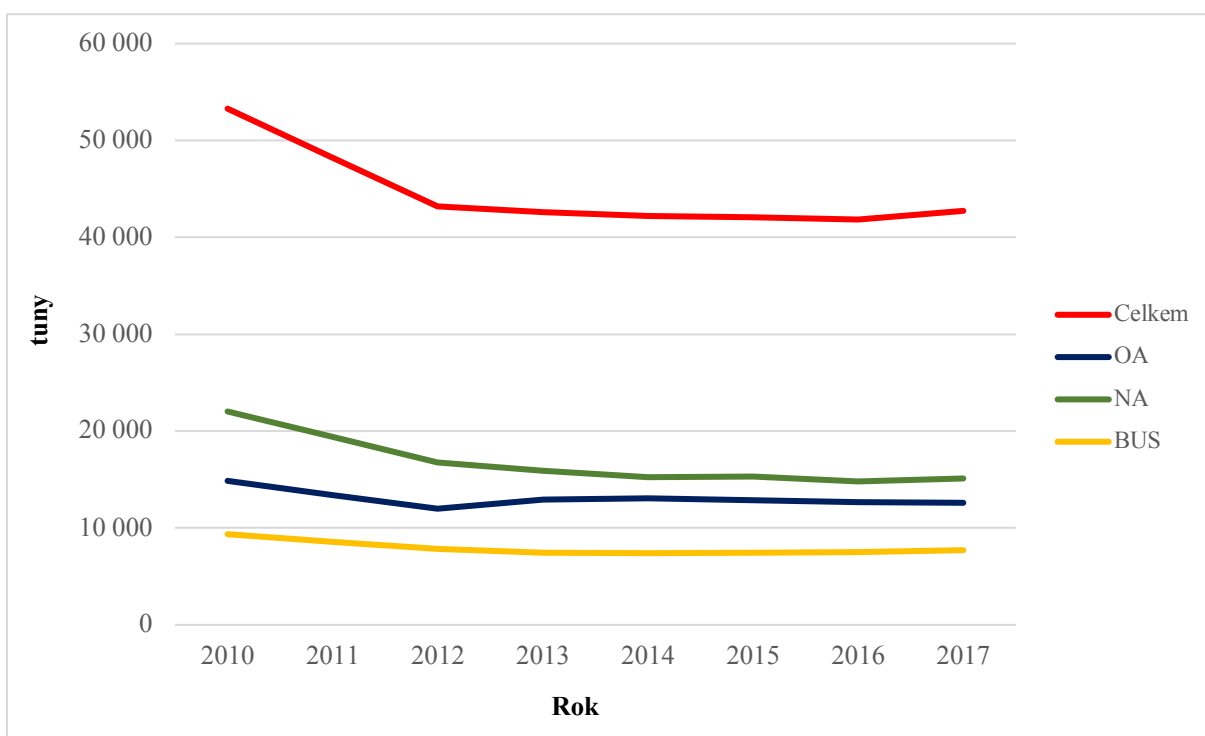
Filtr pevných částic tvoří keramické těleso s voštinovou strukturou vytvořenou z karbidu křemíku, které je umístěno v kovovém plášti.⁷⁴ Tělesem filtru procházejí výfukové plyny skrze pórovitou keramickou stěnu, ve které jsou pevné částice zachycovány.

Aby nedocházelo k zanesení a ucpání filtru, jsou zachycené částičky spalovány a přeměňovány na oxid uhličitý (CO₂) – tzv. regenerace filtru = tzv. vyhoření. Jedná se o automatický proces trvající několik minut a nijak neovlivňující vnější projev motoru. Vlastní proces spalování pevných částic se děje při teplotách 600-700 °C.⁷⁵

⁷⁴ STAREČEK, Jakub. *Filtry pevných částic a způsob jejich regenerace*. Brno, 2013. Bakalářská práce. VUT Brno. Vedoucí práce Ing. Radim Dundálek, Ph.D.

⁷⁵ DUSIL, Tomáš. Filtry pevných částic: Jak vlastně fungují a regenerují. In: *Auto.cz* [online]. Praha: © 2019 Copyright CZECH NEWS CENTER a.s. a dodavatelé obsahu., 2016 [cit. 2019-10-02]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/technika-filtry-pevnych-castic-jak-vlastne-funguji-a-regeneruji-1-dil-93106>

Více než 90 % antropogenních emisí oxidů dusíku (NOx) představují emise **oxidu dusnatého** (NO). Hlavním antropogenním zdrojem NOx v ČR je silniční doprava (až 55 %), především silniční doprava nákladními a osobními automobily.⁷⁶ Pokles produkce emisí oxidů dusíku od roku 1996 osobními automobily souvisí hlavně s vlivem zvyšujícího se podílu vozidel vybavených katalyzátory. Pokles oxidů dusíku mezi roky 2010 a 2012 pravděpodobně souvisí s obměnou vozového parku, dále se zvyšuje podíl vozidel s katalyzátory. Je využívána selektivní katalytická redukce (SCR), při níž dochází k redukci škodlivých oxidů dusíku na kombinaci vody a molekulárního dusíku. Tento postup dnes zavádí většina výrobců vznětových motorů. Ve výfukovém traktu je za filtrem pevných částic umístěna tryska vstříkující směs pod obchodním názvem AdBlue, jež označuje směs močoviny a vody. Tato směs se v horkém plynu přemění na amoniak a oxid uhličitý. Amoniak na povrchu katalyzátoru reaguje s oxidy dusíku (NOx), které vznikají při spalování nafty. Z výfuku odchází vodní pára a molekulární dusík, který se stává součástí atmosféry.

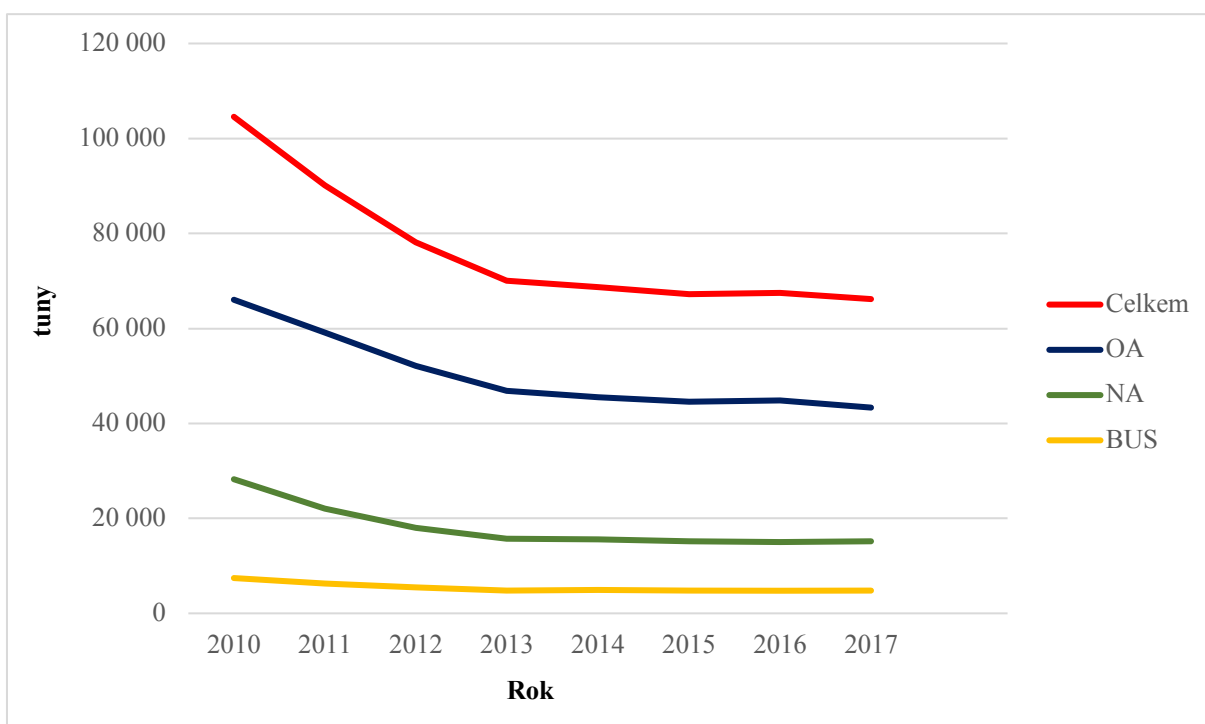


Graf 10: Produkce emisí oxidů dusíku (NOx) jednotlivými druhy dopravy, 2010-2017

Zdroj: MD

⁷⁶ VÍDEN, Ivan. *Chemie ovzduší*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2005, 98 s. ISBN 80-7080-571-4.

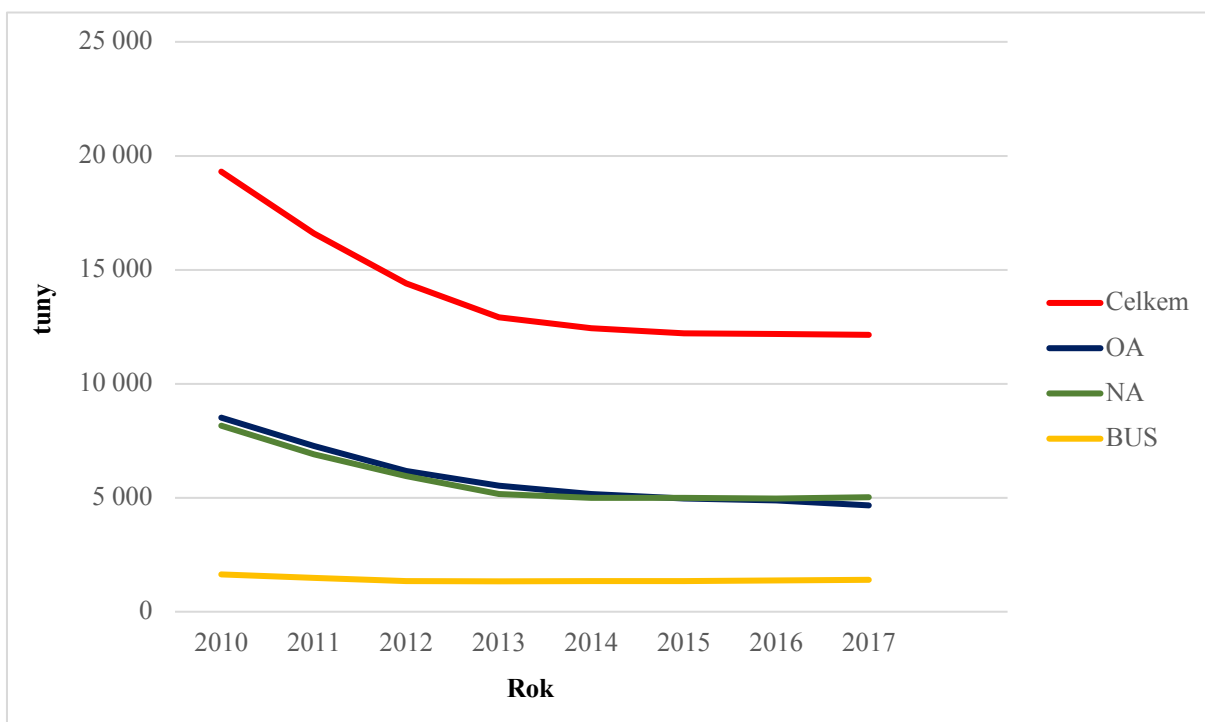
Na emisích **oxidu uhelnatého** se podílí především doprava osobními automobily a menší měrou doprava nákladními automobily. Emise oxidu uhelnatého u OA v průběhu časové řady do r. 1997 kolísají, neboť proti sobě působí zvyšující se motorizace a růst podílu vozidel vybavených účinnými katalyzátory. Zvyšující se převaha vozidel vybavených katalyzátory je od r. 1998, kdy dochází k postupnému snižování emisí oxidu uhelnatého u OA. Další pokles emisí oxidu uhelnatého od roku 2010 rovněž souvisí s používáním účinných katalyzátorů. Pokles produkce CO u dopravy osobními automobily mezi roky 2000 až 2017 je téměř čtyřnásobný.



Graf 11: Produkce emisí oxidu uhelnatého (CO) jednotlivými druhy dopravy, 2010-2017

Zdroj: MD

Na produkci emisí **těkavých organických látek (VOC)** se nejvíce podílí osobní a nákladní automobily. Produkce emisí VOC jednotlivými druhy silniční dopravy se od roku 2013 příliš nemění. Je to dáno přibližnou rovnováhou mezi růstem spotřeby benzínu a nafty a zvyšujícím se podílem vozidel s katalyzátory, které snižují emise VOC.



Graf 12: Produkce emisí těkavých organických látek (VOC) jednotlivými druhy dopravy, 2010-2017

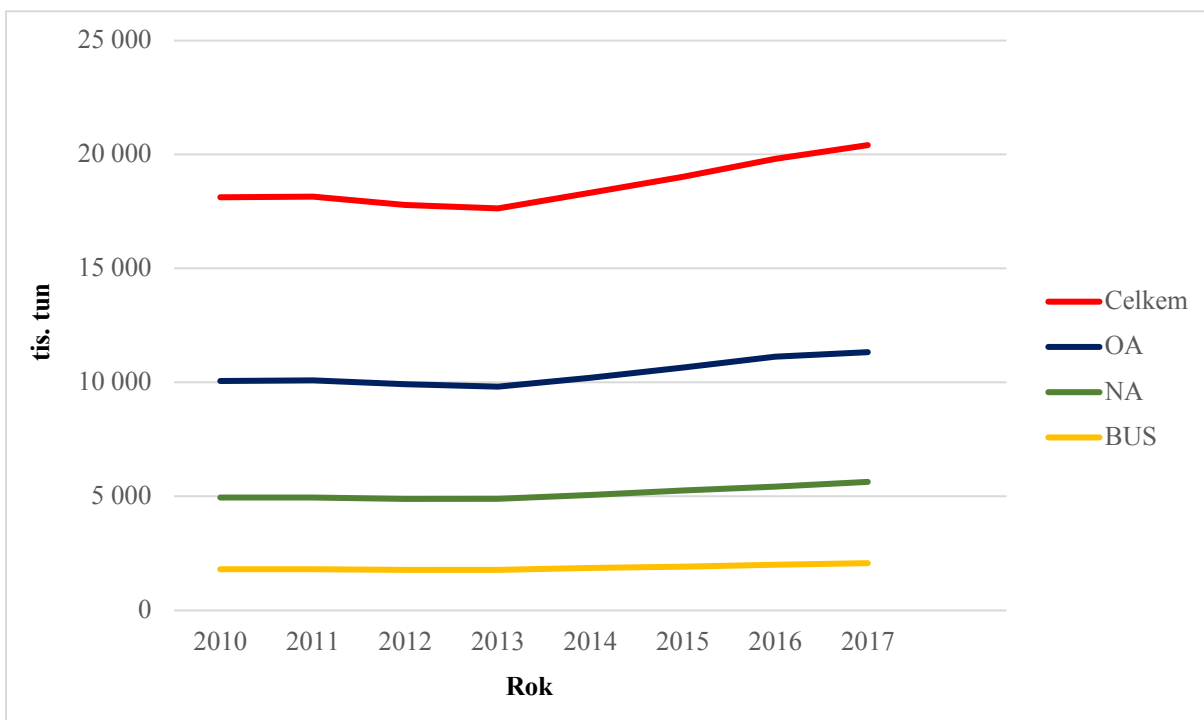
Zdroj: MD

Oxid uhličitý (CO₂), **methan** (CH₄) a **oxid dusný** (N₂O) se řadí mezi plyny způsobující tzv. skleníkový efekt, tj. pozvolné, dlouhodobé oteplování atmosféry. Vzhledem k produkovanému množství je nejzávažnější z těchto plynů oxid uhličitý (graf 13). V sektoru dopravy, od roku 1990 je patrný jeho více než dvojnásobný nárůst (2,3krát). Je zde souvislost s rozvojem dopravy, zejména silniční osobní a silniční nákladní dopravy. Emise methanu vykazují sestupný trend. Je to důsledek zlepšování spalovacího cyklu u nových vozidel tak, aby tato splňovala stále zpřísněvané emisní limity předpisů EHK/OSN. Produkce methanu a oxidu dusného jsou řádově podstatně nižší. Tyto plyny však přispívají ke skleníkovému efektu mnohem více: methan 21 krát více a oxid dusný dokonce 310 krát více než oxid uhličitý. Oxid dusný je také uváděn jako jeden z hlavních prvků, přispívajících k redukci ozonové vrstvy.

Emise N₂O výrazně vzrůstají při používání zařízení ke snižování emisí – katalyzátorů u automobilů. Oxid dusný vzniká jako meziprodukt během katalytické redukce oxidu dusnatého (NO) na molekulární dusík. Při vysoké teplotě je oxid dusnatý (NO) přímo redukován na molekulární dusík na katalyzátoru. Při nižších teplotách je N₂O meziproduktem. Katalyzátory jsou stále více užívány, u zážehových ale i vznětových motorů. Tím je možné vysvětlit nárůst emisí oxidu dusného z dopravy. Jedním z faktorů ovlivňujících množství oxidů dusíku ve spalínách je množství palivového dusíku, který má vliv na koncentraci oxidu dusného ve spalínách z automobilů. S jeho rostoucím obsahem vzrůstají také emise N₂O. Nové automobily vykazují prakticky neměřitelné koncentrace oxidu dusného ve spalínách, naproti tomu automobily, které mají najeto několik desítek tisíc kilometrů se jeví jako zdroj emisí N₂O.⁷⁷ Působením třicestných katalyzátorů vzniká ve větší míře N₂O. Během reakce směsi výfukových plynů se vzduchem za přítomnosti rhodia (Rh), platiny (Pt) a palladia (Pd) vzniká **největší množství N₂O** při katalýze rhodia (Rh). Platina (Pt) způsobuje produkci **nejmenšího množství N₂O**, ale se stárnutím katalyzátoru se toto množství jeho termickým slinováním (spékáním) zvyšuje. N₂O produkovaný za přítomnosti palladia (Pd) přetrvává i za vysokých teplot nad 500 °C. Emise oxidu dusného však vykazují růst, který je předpokládán i pro další roky, neboť novější typy vozidel vykazují vyšší naměřené hodnoty než starší typy. Hodnoty emisí oxidu dusného a methanu jsou stanovovány a prognózovány teprve od r. 1998.⁷⁸

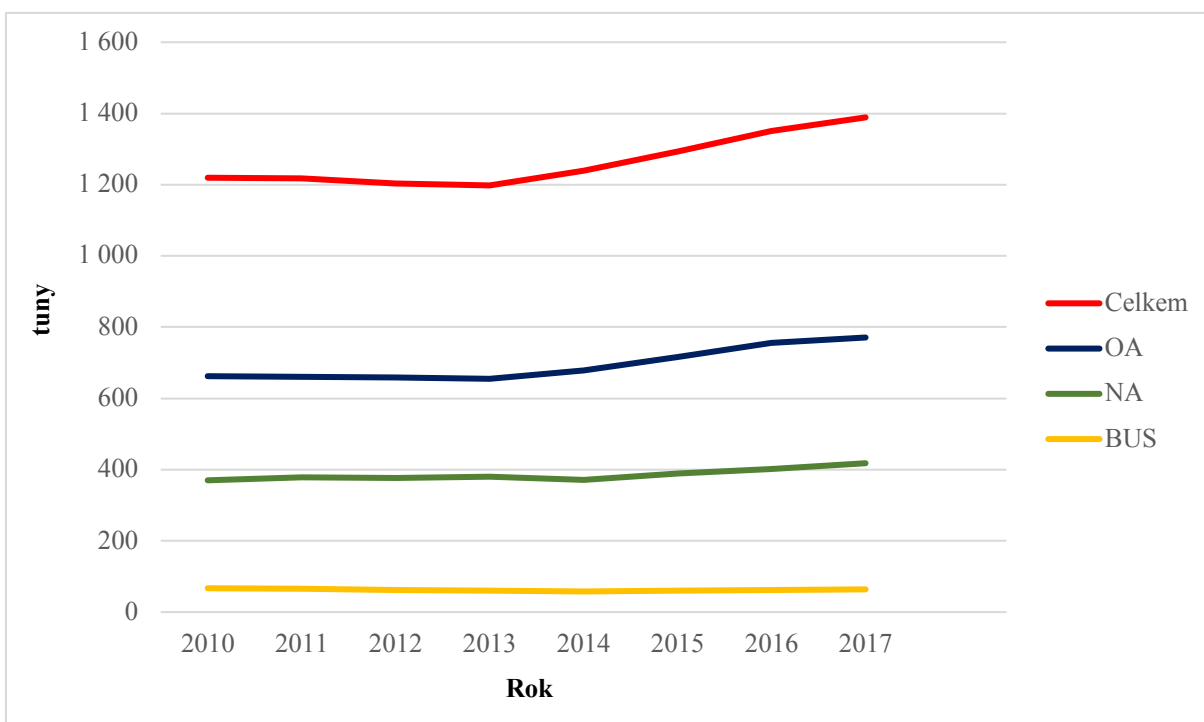
⁷⁷ BOROVEC, Karel, Michal RICHTÁŘ a Vladislav KŘIVDA. *Emise N₂O spalovacích motorů a automobilů* [online]. Ostrava: VŠB-TUO, institut dopravy, 2006, , 2-8 [cit. 2019-02-07]. ISSN 1802-2812. Dostupné z: <https://docplayer.cz/27390165-Emise-n-2-o-spalovacich-motoru-automobilu.html>

⁷⁸ ADAMEC, Vladimír a Jiří DUFEK. Produkce emisí CO₂, CH₄ a N₂O dopravou v ČR – stav a vývoj. In: *Copyright © 2018 Centrum dopravního výzkumu* [online]. Praha, 2016 [cit. 2018-10-28]. Dostupné z: <https://www.cdv.cz/file/clanek-produkce-emisi-co2-ch4-a-n2o-dopravou-v-cr/>



Graf 13: Produkce emisí oxidu uhličitého (CO₂) jednotlivými druhy dopravy, 2010-2017

Zdroj: MD



Graf 14: Produkce emisí oxidu dusného (N₂O) jednotlivými druhy dopravy, 2010-2017

Zdroj: MD

Na základě zpracovaných informací z odborné literatury (graf 1) je možné konstatovat, že počet osobních i nákladních automobilů a motocyklů vykazuje rostoucí trend, současně se však zlepšuje kvalita vozového parku. Průměrné stáří všech kategorií je 17,8 roku. V případě nákladních vozidel je stáří vozového parku lepší a vozidla nesplňující žádnou z emisních Euro norem se již na komunikacích fyzicky nevyskytují.⁷⁹

Pokles emisí NO_x, VOC a oxidu uhelnatého má sestupnou tendenci, částečně vlivem přirozené obměny vozového parku, většina aut má zabudované účinné katalyzátory (vyšší podíl vozidel vyhovujících nejnovějším emisním Euro normám).⁸⁰ V souvislosti s používáním katalyzátorů však dochází k vyšší produkci emisí N₂O především osobními automobily.

Sektor „silniční doprava“ představuje v současné době cca 9 % celkových emisí primárních částic frakce PM₁₀, cca 10 % celkových emisí primárních částic frakce PM_{2,5}, cca 55 % celkových emisí oxidů dusíku, cca 14 % celkových emisí VOC a cca 7 % celkových emisí benzo[*a*]pyrenu.⁸¹

Chemické složení emisí výfukových plynů produkovaných zážehovým (benzínovým) a vznětovým (naftovým) motorem je uvedeno na obr. 4.⁸²

⁷⁹ KASTLOVÁ, Olga a Radek HOUŠŤ. *Ročenka dopravy České republiky 2016* [online]. Ministerstvo dopravy, 2016 [cit. 2018-10-28]. ISBN 1801-3090. Dostupné z:

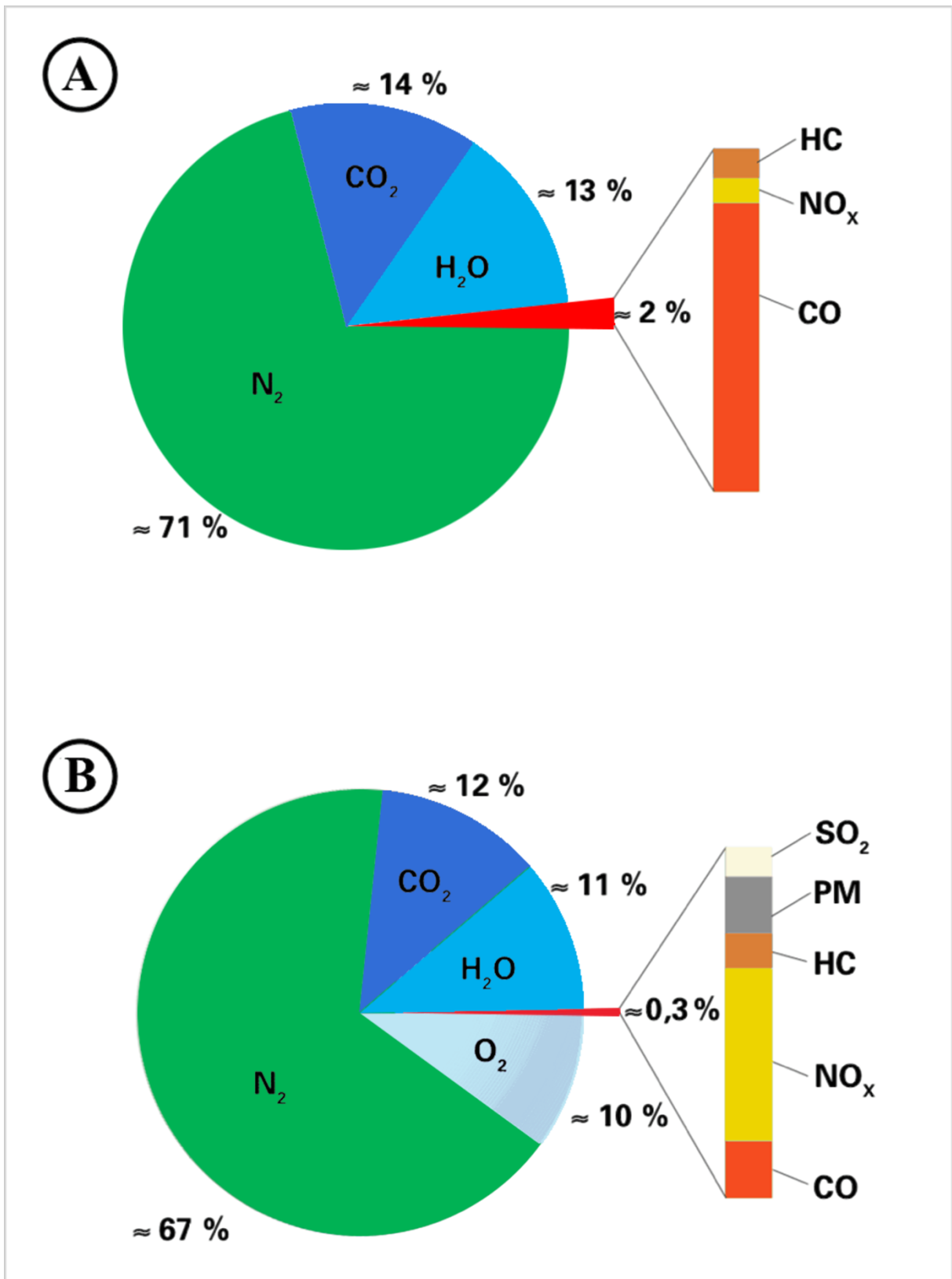
https://www.sydos.cz/cs/rocenka_pdf/Rocenka_dopravy_2016.pdf

⁸⁰ ČESKO. *Metodika pro určení dynamické skladby vozového parku na komunikacích v České republice: Projekt TA04021566 doplnění chybějících dat o dynamické skladbě vozového parku účely výpočtu emisí z automobilové dopravy*. In: . Praha: ATEM–ATELIÉR EKOLOGICKÝCH MODELŮ, ročník 2016, s. 160. Dostupné také z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/urceni_dynamicke_skladby_metodika/\\$FILE/000-metodika_vozovy_park-20171011.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/urceni_dynamicke_skladby_metodika/$FILE/000-metodika_vozovy_park-20171011.pdf)

⁸¹ Národní program snižování emisí České republiky. In: © 2008–2018 Ministerstvo životního prostředí [online]. Praha, 2015, s. 124 [cit. 2018-10-31]. Dostupné z:

[https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/narodni_program_snizovani_emisi/\\$FILE/000-NPSE_final-20151217.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/narodni_program_snizovani_emisi/$FILE/000-NPSE_final-20151217.pdf)

⁸² HOREJŠ, Karel a Vladimír MOTEJL. *Příručka pro řidiče a opraváře automobilů: Technické novinky*. Vyd. 4. Brno: Littera, 2008, 345 s. příloha CD - ŠKODA AUTO, technika stavby automobilu, Emise. ISBN 978-80-85763-42-3. Dostupné také z: https://nanoed.tul.cz/pluginfile.php/485/mod_resource/content/1/43%20Emise.pdf



Obr. 4: Chemické složení emisí výfukových plynů: A-zážehové motory, B-vznětové motory

Poznámka: N_2 - dusík, O_2 - kyslík, H_2O – voda/vodní pára, CO_2 - oxid uhličitý, CO - oxid uhelnatý, NO_x - oxidy dusíku, SO_2 - oxid siřičitý, HC – uhlovodíky, PM - částice sazí (Particulate Matter)

Zdroj: HOREJŠ, Karel a Vladimír MOTEJL. Příručka pro řidiče a opraváře automobilů.

4 Odhad zdravotních rizik

Základní metodické postupy odhadu zdravotních rizik jsou zpracovány zejména Americkou agenturou pro ochranu životního prostředí (US EPA) a Světovou zdravotnickou organizací (SZO). Podkladem jsou rozsáhlé epidemiologické studie a odborné práce z experimentální toxikologie. V ČR jsou základní metodické podklady pro hodnocení zdravotních rizik vydány Ministerstvem zdravotnictví.⁸³

Zdravotní riziko vyjadřuje pravděpodobnost změny zdravotního stavu exponovaných osob. Při hodnocení zdravotních rizik se standardně postupuje ve čtyřech následných krocích: je identifikována **zdravotní nebezpečnost** – zda je sledovaná látka, faktor nebo komplexní směs schopná vyvolat nežádoucí zdravotní účinek. Provede se odhad **dávkové závislosti** tohoto efektu – jak se intenzita, frekvence nebo pravděpodobnost nežádoucích účinků mění s dávkou. Nejsložitějším krokem je **odhad expozice** – zda a do jaké míry je populace vystavena působení sledované látky či faktoru v daném prostředí; na základě znalosti situace se při něm sestavuje expoziční scénář – představa, jakými cestami a v jaké intenzitě a množství je konkrétní populace exponována dané látce a jaká je její dávka. Konečným krokem v odhadu rizika je **charakterizace rizika**, tj. integrace poznatků vyplývajících ze všech výše zmíněných kroků (upraveno). Cílem je dospět ke kvantitativnímu vyjádření míry konkrétního zdravotního rizika za dané situace.⁸⁴

V zásadě se při hodnocení rizik rozlišují dva typy účinků chemických látek. U látek, které nejsou podezřelé z účasti na karcinogenním působení se předpokládá tzv. prahový účinek. Toxické účinky těchto látek se projeví až po překročení kapacity fyziologických detoxikačních a reparačních obranných mechanismů organismu. Lze tedy identifikovat dávku škodlivé látky, která je pro organismus člověka ještě bezpečná a za normálních okolností nevyvolá nepříznivý efekt. Při hodnocení karcinogenů se vychází z teorie bezprahového působení. Ta předpokládá, že neexistuje žádná koncentrace, pod kterou by působení dané látky bylo nulové, jakákoliv expozice znamená určité riziko a velikost tohoto rizika se zvyšuje se zvyšující se expozicí.⁸⁵ Příkladem takové kontaminující látky mohou být polycyklické aromatické uhlovodíky.

⁸³ Autorizační návod AN 17/15 k hodnocení zdravotního rizika expozice chemickým látkám ve venkovním ovzduší. Praha: In: (c) *Státní zdravotní ústav* 2015. [cit. 2018-10-28]. Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/documents/ska/autorizace/AN_17_15.pdf

⁸⁴ PROVAZNÍK, Kamil, Miroslav CIKRT a Lumír KOMÁREK, ed. *Manuál prevence v lékařské praxi VIII: Základy hodnocení zdravotních rizik*. Praha: Fortuna, 2000. 158 s. ISBN 80-7071-161-2.

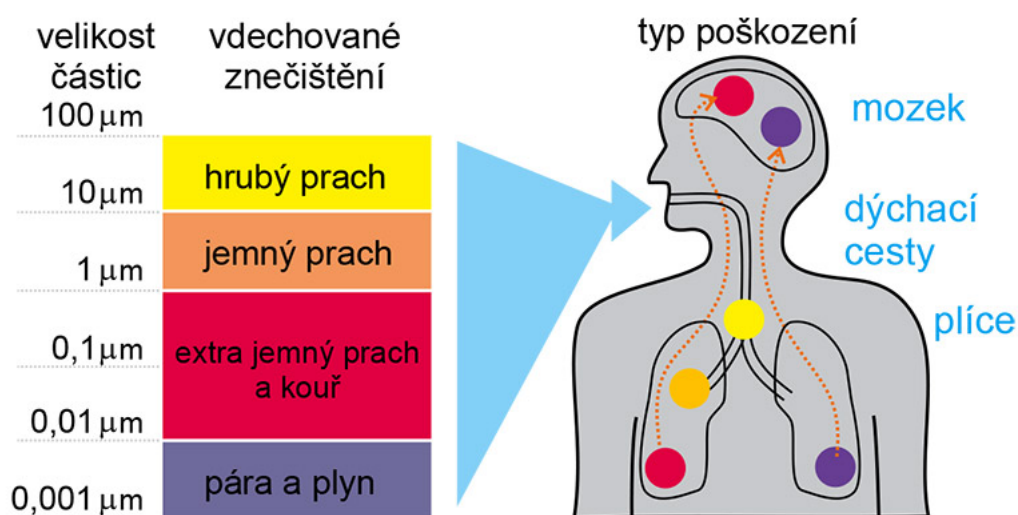
⁸⁵ Tamtéž

Míra znečištění ovzduší je objektivně zjišťována monitorováním koncentrací znečišťujících látek vnějšího ovzduší (imisi) v přízemní vrstvě atmosféry sítí měřicích stanic. Hodnocení kvality vnějšího ovzduší vychází z výsledků měření imisí, které je s ohledem na požadavky legislativy směřováno především do velkých měst. Tento postup je použit pro hodnocení vnějšího ovzduší v rámci dostupných podkladů pro ČR. Ze sledovaných ukazatelů znečištění vnějšího ovzduší jsou do hodnocení vybrány následující znečišťující látky: suspendované částice frakce PM₁₀ a PM_{2,5}, oxidy dusíku a oxid dusičitý, přízemní ozon, benzen, těžké kovy, oxid uhelnatý a škodliviny s karcinogenním účinkem jsou zastoupené polycyklickými aromatickými uhlovodíky. V případě těchto látek je benzo[*a*]pyren (BaP) považován za indikátor karcinogenního potenciálu hodnocené směsi.

5 Suspendované částice PM₁₀ a PM_{2,5} a jejich dopad na lidské zdraví

V ČR je největším antropogenním zdrojem suspendovaných částic lokální vytápění domácností, silniční doprava, polní práce a veřejná energetika.

Intenzitu znečištění vnějšího ovzduší měst a městských aglomerací ovlivňuje zejména doprava, která je zde dominantním a v podstatě plošně působícím zdrojem znečištění vnějšího ovzduší. Další spolupůsobící zdroje (teplárny, domácí vytápění, průmysl) mají více lokální význam.



Obr. 5: Vliv částic znečištěného vnějšího ovzduší na lidský organizmus

Zdroj: <http://www.lt.cz/lt-media/lt-v-mediich/znaceni-laserem-bez-kontaminace-prostredi>

Účinek částic závisí na jejich velikosti, tvaru a chemickém složení. Velikost částic je rozhodující pro průnik a ukládání v dýchacím traktu. Velké částice s rozměrem 10-100 μm jsou zachycovány v horních cestách dýchacích, především se usazují na sliznici nosu a nezpůsobují větší zdravotní problémy. Částice menší než 10 μm se dostávají za hrtan do dolních cest dýchacích, průdušek a průdušinek a částice menší než 2,5 μm pronikají až do plicních sklípků nebo ve formě nanočástic mohou pronikat až do krve. Účinky suspendovaných částic jsou ovlivněny také adsorpcí dalších znečišťujících látek na jejich povrchu. Hodnocení částic frakce PM₁₀ zahrnuje i účinky oxidu dusičitého (NO₂), protože tyto dvě znečišťující látky působí společně a nelze kvantifikovat pouze vliv NO₂. Tyto částice obsažené ve vdechovaném vzduchu mají široké spektrum účinků na srdečně-cévní a respirační ústrojí. Ve znečištěných lokalitách zvyšují suspendované částice prevalenci respiračních a kardiovaskulárních onemocnění.

Recidivující akutní zánětlivá onemocnění mohou vést ke vzniku chronického zánětu průdušek a chronické obstrukční nemoci plic. Ovlivňují stav imunitního systému organismu a alergické dispozice. Vzhledem k širokému spektru mechanismů systémového působení jsou tyto částice považovány za nejvýznamnější environmentální faktor ovlivňující úmrtnost.

Aerosolové částice PM samostatně jsou zařazeny od roku 2010 Mezinárodní Agenturou pro výzkum rakoviny (International Agency for Research on Cancer – IARC), která je součástí Světové zdravotnické organizace (SZO), mezi prokázané lidské karcinogeny skupiny 1- prokázaný lidský karcinogen, přispívající ke vzniku rakoviny plic.⁸⁶

Krátkodobá expozice zvýšeným koncentracím částic frakce PM₁₀ se podílí na nárůstu celkové nemocnosti i úmrtnosti, zejména na onemocněních srdečně-cévních a dýchacích a na zvýšení počtu osob hospitalizovaných pro tato onemocnění a na zvýšení kojenecké úmrtnosti.

Dlouhodobá expozice zvýšeným koncentracím má za následek vyšší úmrtnost na choroby srdečně-cévní a respirační, včetně rakoviny plic a s tím související zkrácení délky života, zvýšení nemocnosti na onemocnění dýchacího ústrojí a výskytu symptomů chronického zánětu průdušek a snížení plicních funkcí u dětí i dospělých. Přibývá důkazů o vlivu expozice částicím na neurologický vývoj u dětí a neurologické poruchy u dospělých.^{87, 88} Zásadním ukazatelem zdravotních dopadů dlouhodobé expozice je odhad počtu předčasně zemřelých pro dospělou populaci nad 30 let věku s vyloučením vnějších příčin úmrtí (úrazy apod.).

Aktuálně nejvíce pozornosti je věnováno PM částicím, které se uvolňují z výfuků vznětových motorů. Z epidemiologických a toxikologických studií vyplynulo, že tyto PM částice jsou dvojího typu. Dominantní část sazí tvoří částice s průměrnou velikostí 50-90 nm a menší část sazí jsou typu „nukleus“. Pokud má nafta nízký obsah síry, čerstvě uvolňované výfukové zplodiny jsou skoro hydrofobní. Pokud je přidávána biomasa, pak tyto částice jsou hydrofobické, mají různé vlastnosti a různý dopad pro zdraví lidí. Důležitá je skutečnost, že tyto částice jsou porézní a snadno aglomerují a agregují.⁸⁹

⁸⁶ MÜLLER, Karen. ed. for Vol. 109. *IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risk to humans. Outdoor air pollution: Vol. 109.* © ChinaFotoPress. Lyon, 2016. ISBN 978-92-832-0175-5. ISSN 1017-1606. Dostupné také z: <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono109-F06.pdf>

⁸⁷ Odhad zdravotních rizik ze znečištění ovzduší Česká republika - rok 2015. In: (c) *Státní zdravotní ústav* [online]. Praha, 2015, 2016 [cit. 2018-10-28]. Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/dokumenty_zdravi/rizika_CRI_2015.pdf

⁸⁸ KOMÁREK, Lumír a Kamil PROVAZNÍK. *Ochrana a podpora zdraví*. Praha: Nadace CINDI ve spolupráci s 3. lékařskou fakultou UK Praha, 2011. ISBN 978-80-260-1159-0.

⁸⁹ RISSLER, Jenny, Erik SWIETLICKI a Agneta BENGTTSSON. *Experimental determination of deposition of diesel exhaust particles in the human respiratory tract* [online]. 0021-8502 & 2012 Elsevier, **2012**(48) [cit. 2019-02-04]. DOI: 10.1016/j.jaerosci.2012.01.005. ISSN 0021-8502. Dostupné z: <https://core.ac.uk/download/pdf/82483761.pdf>

6 Plynné složky vnějšího ovzduší a jejich dopad na lidské zdraví

6.1 Polycyklické aromatické uhlovodíky

(PAU) - benzo[*a*]pyren (BaP)

PAU také PAH (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons) mají schopnost přetrvávat v prostředí, kumulují se v jeho složkách a v živých organizmech, jsou lipofilní a řada z nich má toxické, mutagenní či karcinogenní vlastnosti. Ovlivňují porodní hmotnost a růst lidského plodu. Působí imunosupresivně snížením hladin imunoglobulinů třídy IgG a IgA. Poškozují funkci žláz s vnitřní sekrecí.

Benzo[*a*]pyren (BaP) je markerem znečištění ovzduší PAU. Důvodem je jeho stabilita při posuzování karcinogenity směsi PAU navázaných na částice. Z hlediska klasifikace karcinogenity je samotný BaP od roku 2010 řazen agenturou IARC mezi prokázané lidské karcinogeny skupiny 1 – prokázaný lidský karcinogen.⁹⁰

Studie mezi pracovníky exponovanými automobilovým emisím naznačují, že muži jako řidiči kamionů mají statisticky významné 50% zvýšení rizika rakoviny močového měchýře.⁹¹ Studie prováděné v ČR naznačují, že PAU pravděpodobně představují hlavní skupinu látek zodpovědnou za škodlivé účinky jemných prachových částic frakce PM_{2,5}.⁹²

6.2 Oxidy dusíku (NO_x), oxid dusičitý (NO₂)

NO_x je skupina několika oxidů (směs oxidu dusného - N₂O, dusnatého - NO a dusičitého - NO₂) s převažujícím dráždivým účinkem. V současnosti se jako indikátor znečištěného vnějšího ovzduší uvádí hladina oxidu dusičitého.

Oxid dusičitý (NO₂) je dráždivý plyn, který vzniká při spalování fosilních paliv. Nejvyšší měřené hodnoty nalézáme v oblastech zatížených vytápěním a intenzivní dopravou.

⁹⁰ MÜLLER, Karen. ed. for Vol. 109. *IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risk to humans. Outdoor air pollution: Vol. 109.* © ChinaFotoPress. Lyon, 2016. ISBN 978-92-832-0175-5. ISSN 1017-1606. Dostupné také z: <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono109-F06.pdf>

⁹¹ CUMBERBATCH, M.G.K., I. JUBBER, P. C. BLACK et al. Epidemiology of Bladder Cancer: A Systematic Review and Contemporary Update of Risk Factors in 2018. *European urology* [online]. 2018 [cit. 2018-11-04]. DOI: 10.1016/j.eururo.2018.09.001. pii: S0302-2838(18)30651-1. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30268659>

⁹² Informace o zdravotních rizicích spojených s kvalitou ovzduší v roce 2015. In: © 2008–2018 Ministerstvo životního prostředí [online]. Praha: Cenia, 2016 [cit. 2018-10-28]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zdravotni_dusledky_znecisteni_ovzduasi/\\$FILE/000-Zdravotni_rizika_2015-20170105.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zdravotni_dusledky_znecisteni_ovzduasi/$FILE/000-Zdravotni_rizika_2015-20170105.pdf)

Vysoké koncentrace NO_x v ovzduší korelují s intenzitou silniční dopravy. V případě antropogenního původu NO_x, 55 % z nich je produkováno motorovými vozidly.⁹³

Při vdechnutí může být pohlcován z 80-90 %. Není příliš rozpustný ve vodě, horní cesty dýchací zadrží jen jeho malou část. Zbytek proniká hlouběji do dýchacího systému, zde je převážně absorbován. Osoby vystavené NO₂, mohou mít následně zvýšené hodnoty dusitanů a dusičnanů v krvi a moči – dopravní policie, řidiči atd. Oxid dusičitý celkově zvyšuje úmrtnost na kardiovaskulární a respirační onemocnění. Hlavním účinkem krátkodobého působení vysokých koncentrací NO₂ je nárůst reaktivity dýchacích cest. Nejvíce jsou oxidu dusičitému vystaveni obyvatelé velkých městských aglomerací významně ovlivněných dopravou. V pražské nebo brněnské aglomeraci, lze očekávat snížení plicních funkcí, zvýšení výskytu respiračních onemocnění, zvýšený výskyt astmatických obtíží a alergií, a to u dětí i dospělých.

6.3 Přízemní ozon (O₃)

Přízemní ozon je přírodní složka vnějšího ovzduší ve stratosféře, v atmosféře je produktem reakcí mezi složkami výfukových plynů (NO_x), VOC a kyslíkem ozářených UV zářením ve slunečných dnech. Je jednou ze složek fotochemického (letního) smogu. Přízemní ozon (O₃) je silné oxidans s výrazným dráždivým účinkem na sliznice dýchacích cest a spojivek, zhoršuje dýchací funkce. V lidském organismu jsou primárním cílovým orgánem působení přízemního ozonu plíce. Jeho působením nastávají buněčné a strukturální změny, dochází ke snížení fyziologických funkcí plic.

6.4 Benzen

Ve vnějším ovzduší pochází z antropogenní činnosti. Největším zdrojem emisí je nedokonalé spalování paliv vozidly. Mezi další zdroje emisí se řadí vytápění domácností, distribuce a skladování benzínu.

Benzen je z hlediska klasifikace karcinogenity zařazen do skupiny 1 – prokázaný karcinogen. Byly popsány nádory jater, prsu, nosní dutiny a leukémie. Přibývá studií, které uvádějí důkazy o vztahu mezi expozicí benzenu ze znečištěného ovzduší a vznikem akutní leukemie u dětí.⁹⁴

⁹³ VÍDEN, Ivan. *Chemie ovzduší*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2005. ISBN 80-7080-571-4. Dostupné z: <https://katalog.vsb.cz/documents/11983?locale=cs>

⁹⁴ MÜLLER, Karen. ed. for Vol. 109. *IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risk to humans. Outdoor air pollution: Vol. 109*. © ChinaFotoPress. Lyon, 2016. ISBN 978-92-832-0175-5. ISSN 1017-1606. Dostupné také z: <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono109-F06.pdf>

6.5 Oxid uhelnatý (CO)

Oxid uhelnatý je jedovatý plyn, který vzniká v důsledku nedokonalého spalování fosilních paliv. V ČR je největším jeho zdrojem vytápění domácností, silniční doprava a spalovací procesy v průmyslu. Množství emisí oxidu uhelnatého zážehových i vznětových motorů plynulou a rychlejší jízdou klesá, naopak prudce stoupá v prostoru rušných křižovatek. Praktické důsledky emisí oxidu uhelnatého jsou poměrně nízké, jelikož při běžně dosahovaných koncentracích přímé riziko nehrozí. Nebezpečí může hrozit pouze při delším pobytu v uzavřených prostorech, např. v podzemních garážích.

Při vdechování se váže v lidském organismu na krevní barvivo hemoglobin za vzniku karboxyhemoglobinu a blokuje přenos kyslíku v organismu. Afinita oxidu uhelnatého k hemoglobinu je 200–300 krát vyšší než hemoglobinu ke kyslíku. Hlavními faktory podmiňující vstřebávání oxidu uhelnatého jsou množství vdechovaného vzduchu, jeho endogenní produkce, intenzita fyzické námahy, velikost těla a stav plic. Oxid uhelnatý zhoršuje stav nemocných s ischemickou chorobou srdeční a jinými chorobami srdce.

Životní prostředí, ve kterém se vyskytují zvýšené koncentrace znečišťujících látek, může představovat riziko pro zdraví lidí. Kvalita vnějšího ovzduší v ČR je dlouhodobě špatná, podrobnější informace v kapitole 7 Emisní zátěž z dopravy a kvalita vnějšího ovzduší v ČR. Působení znečišťujících látek je zásadně determinováno jejich koncentrací, délkou expozice, mechanismem účinku znečišťujících látek a dalšími faktory, například věkem a zdravotním stavem exponovaných jedinců.

Kapitola 5 a 6 byla zpracována na základě informací z literatury uvedené jako poznámka pod čarou.⁹⁵

⁹⁵ Odhad zdravotních rizik pro ČR z venkovního ovzduší: Česká republika - ROK 2017. In: (c) *Státní zdravotní ústav* [online]. 2017 [cit. 2018-11-04]. Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/dokumenty_zdravi/rizika_CRI_2017.pdf

7 Emisní zátěž z dopravy a kvalita vnějšího ovzduší v ČR

Kvalita vnějšího ovzduší je sledována pravidelně na území celé ČR prostřednictvím sítě měřicích stanic (tzv. imisní monitoring) v souladu se zákonem č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší ve znění pozdějších předpisů, který vymezuje zóny a aglomerace, na jejichž úrovni se hodnotí kvalita vnějšího ovzduší. Zónou je území vymezené Ministerstvem životního prostředí (MŽP), na kterém se sleduje kvalita vnějšího ovzduší; aglomerací je sídelní seskupení, v němž žije nejméně 250 000 obyvatel. Celkem je vymezeno sedm zón a tři aglomerace (obr. 6).⁹⁶



Obr. 6: Zóny a aglomerace pro posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění ovzduší

Poznámka: Členění území na zóny a aglomerace vychází z klasifikace územních statistických jednotek uvedené ve sdělení Českého statistického úřadu zveřejněného ve Sbírce zákonů dne 29. dubna 2004 pod číslem 228

Zdroj: Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší

Základní státní síť imisního monitoringu na území ČR je uvedena do pravidelného provozu od 1. 1. 2006. Základem pro hodnocení kvality ovzduší jsou koncentrace naměřené na monitorovacích stanicích, které jsou následně klasifikovány: typ lokality – dopravní, průmyslová a pozad'ová; typ oblasti – městská, předměstská a venkovská (zkráceno).⁹⁶

Zákon o ochraně ovzduší stanovuje imisní limity pro vybrané znečišťující látky. Při posuzování kvality vnějšího ovzduší se v obecné rovině postupuje dvěma způsoby. Základem je srovnání s legislativně stanovenými imisními limity. Výstupem je informace o překročení

⁹⁶ BALÁKOVÁ, L., ed. Grafická ročenka 2017. In: *Portál ČHMÚ : Home* [online]. Praha: © 2018 COPYRIGHT ČHMÚ, ALL RIGHTS RESERVED [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/17groc/gr17cz/II_ovzd_CZ.html

(formát ANO/NE) nebo frekvence překračování imisních limitů na konkrétních měřicích stanicích. Znečišťující látky, které jsou sledovány a hodnoceny vzhledem k prokazatelně škodlivým účinkům pro lidské zdraví nebo vegetaci a ekosystémy, mají stanoveny imisní limity. Při hodnocení kvality vnějšího ovzduší jsou porovnávány zjištěné úrovně koncentrací s příslušnými imisními limity (tabulka 2, 3 a 4). V této bakalářské práci jsou využívány pouze informace s ohledem pro ochranu lidského zdraví. Hodnoty imisních limitů vycházejí z doporučených (směrných) hodnot SZO, kterou byly určeny na základě řady epidemiologických studií.⁹⁷

Tabulka 2: Imisní limity vyhlášené pro ochranu zdraví lidí a povolený počet jejich překročení za kalendářní rok

Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit	Maximální počet překročení
Oxid siřičitý	1 hodina	350 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	24
Oxid siřičitý	24 hodin	125 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	3
Oxid dusičitý	1 hodina	200 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	18
Oxid dusičitý	1 kalendářní rok	40 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	0
Oxid uhelnatý	maximální denní osmihodinový průměr ¹	10 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$	0
Benzen	1 kalendářní rok	5 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	0
Částice PM ₁₀	24 hodin	50 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	35
Částice PM ₁₀	1 kalendářní rok	40 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	0
Částice PM _{2,5}	1 kalendářní rok	25 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	0
Olovo	1 kalendářní rok	0,5 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	0

Poznámka: 1) Maximální denní osmihodinová průměrná koncentrace se stanoví posouzením osmihodinových klouzavých průměrů počítaných z hodinových údajů a aktualizovaných každou hodinu.

Tabulka 3: Imisní limity vyhlášené pro celkový obsah znečišťující látky v částicích PM₁₀ vyhlášené pro ochranu zdraví lidí

Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit
Arsen	1 kalendářní rok	6 $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$
Kadmium	1 kalendářní rok	5 $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$
Nikl	1 kalendářní rok	20 $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$
Benzo[<i>a</i>]pyren	1 kalendářní rok	1 $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$

⁹⁷ ČESKO. Zákon č. 201 ze dne 2. května 2012 o ochraně ovzduší. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2012, částka 69, s. 2786-2841. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-201>

Tabulka 4: Imisní limity pro troposférický ozon

Účel vyhlášení	Doba průměrování	Imisní limit	Maximální počet překročení
Ochrana zdraví lidí ¹	maximální denní osmihodinový průměr ²	120 µg.m ⁻³	25

Poznámka: 1) Plnění imisního limitu se vyhodnocuje na základě průměru za 3 kalendářní roky.

2) Maximální denní osmihodinová průměrná koncentrace se stanoví posouzením osmihodinových klouzavých průměrů počítaných z hodinových údajů a aktualizovaných každou hodinu

Zdroj tabulek 1, 2, 3: Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší

Znečišťování ovzduší (emise) patří v současné době mezi nejzávažnější problémy ochrany životního prostředí. Jedná se o procesy, při nichž dochází k vnášení znečišťujících látek do vnějšího ovzduší. Zdroje znečišťování ovzduší mohou být přírodního (sopečná činnost, požáry atd.) nebo antropogenního původu (činnosti způsobované člověkem). Hranice mezi těmito typy zdrojů není vždy úplně jednoznačná.

Emise ze silniční dopravy jsou odhadovány mezinárodní metodikou.⁹⁸ Emise hlavních znečišťujících látek a emise částic ze zdrojů REZZO 4 klesaly z důvodu přirozené obnovy vozového parku a zavádění přísnějších emisních Euro norem pro nové vozy uváděné na trh. Vliv nárůstu intenzity dopravy a spotřeby motorové nafty zapříčinil zvýšení emisí těžkých kovů a perzistentních organických polutantů (POP). Mezi ně patří také dioxiny a furany, vznikající při výrobě průmyslových chemikálií, např. polychlorovaných bifenylů. Dioxiny a furany byly také detekovány v emisích z automobilové dopravy.⁹⁹ Ukončení prodeje olovnatého benzínu v roce 2001 způsobilo výrazné snížení emisí olova (Pb) do vnějšího ovzduší.¹⁰⁰

Obecně jsou známé negativní dopady znečištěného vnějšího ovzduší pro lidské zdraví. Znečišťující látky mohou způsobit širokou škálu zdravotních problémů od méně závažných až po vážná onemocnění a předčasnou úmrtnost (viz kap. 5 a 6). Ze sledovaných indikátorů znečištění vnějšího ovzduší ČR byly do hodnocení za období 1990 až 2017, ev. 2000 až 2017

⁹⁸ ČESKO. Metodika pro určení dynamické skladby vozového parku na komunikacích v České republice: Projekt TA04021566 doplnění chybějících dat o dynamické skladbě vozového parku účely výpočtu emisí z automobilové dopravy. In: Praha: ATEM–ATELIÉR EKOLOGICKÝCH MODELŮ, ročník 2016, s. 160. Dostupné také z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/urceni_dynamicke_skladby_metodika/\\$FILE/000-metodika_vozovy_park-20171011.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/urceni_dynamicke_skladby_metodika/$FILE/000-metodika_vozovy_park-20171011.pdf)

⁹⁹ HOLOUBEK, Ivan, Irena HOLOUBKOVÁ a Anton KOČAN. *Persistentní organické polutanty: Národní implementační plán Stockholmské úmluvy v České republice* [online]. Brno: TOCOEN REPORT, červen 2001, 2001(199) [cit. 2019-02-07]. Dostupné z: http://www.recetox.muni.cz/res/file/narodni_centrum/reg-centrum/unipo/Anex_11.pdf

¹⁰⁰ ČESKO. Zákon č. 311 ze dne 23. května 2006 o pohonných hmotách a čerpacích stanicích pohonných hmot. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2006, částka 96, s. 3810-3815. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-311>

(dle dostupnosti dat) zahrnuty suspendované částice frakce PM₁₀ a PM_{2,5}, benzo[*a*]pyren (BaP), oxidy dusíku (NO_x), přízemní ozon (O₃), benzen, těžké kovy, oxid uhelnatý (CO) a těkavé organické látky (VOC). V případě polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU) je benzo[*a*]pyren (BaP) považován za indikátor karcinogenního potenciálu hodnocené směsi.^{101,102}

Pro rok 2017 jsou vymezeny oblasti s překročením imisních limitů hromadně pro všechny znečišťující látky, které jsou sledovány z hlediska ochrany lidského zdraví. Jako oblast s překročením imisních limitů je vymezeno 26,2 % území ČR, kde žije přibližně 62 % obyvatel (obr. 7).¹⁰³ Zařazení zón a aglomerací do těchto oblastí je v naprosté většině zapříčiněno překročením ročního imisního limitu benzo[*a*]pyrenu, v menší míře se podílelo v roce 2017 překročení denního imisního limitu suspendovaných částic PM₁₀ a ročního imisního limitu PM_{2,5}. Hlavní znečišťující látkou, stejně jako v předchozím roce zůstává benzo[*a*]pyren. V oblastech zatížených dopravou se mohou vyskytovat zvýšené koncentrace suspendovaných částic, oxidu dusičitého a PAU. Znečištění vnějšího ovzduší benzo[*a*]pyrenem, suspendovanými částicemi frakce PM₁₀ a PM_{2,5} a přízemním ozonem představuje hlavní problémy kvality ovzduší ČR. Hodnocení kvality vnějšího ovzduší je prováděno v souladu s platnou národní legislativou o ochraně ovzduší, rozsahu informování veřejnosti o úrovni znečištění a smogových situacích.¹⁰⁴ ČHMÚ provozuje Smogový varovný a regulační systém (SVRS). Informace upozorňují na mimořádně znečištěné ovzduší (smogovou situaci) a na regulaci (omezení) vypouštění znečišťujících látek z vybraných zdrojů. Mezi sledované látky patří suspendované částice frakce PM₁₀, oxid siřičitý, oxid dusičitý a přízemní ozon. V roce 2017 (leden, únor) bylo vyhlášeno 39 smogových situací (vysoké koncentrace suspendovaných částic PM₁₀). V červnu 2017 byly vyhlášeny 2 smogové situace pro přízemní ozon.¹⁰⁵

¹⁰¹ Odhad zdravotních rizik pro ČR z venkovního ovzduší: Česká republika - ROK 2017. In: (c) *Státní zdravotní ústav* [online]. 2017 [cit. 2018-11-04]. Dostupné z:

http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/dokumenty_zdravi/rizika_CRi_2017.pdf

¹⁰² Ovzduší a zdraví: Air pollution and health risks. In: (c) *Státní zdravotní ústav* [online]. Praha, 2017 [cit. 2018-10-31]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/ovzdusi-a-zdravi>

¹⁰³ BALÁKOVÁ, L., ed. Grafická ročenka 2017. In: *Portál ČHMÚ : Home* [online]. Praha: © 2018 COPYRIGHT ČHMÚ, ALL RIGHTS RESERVED [cit. 2019-03-19]. Dostupné z:

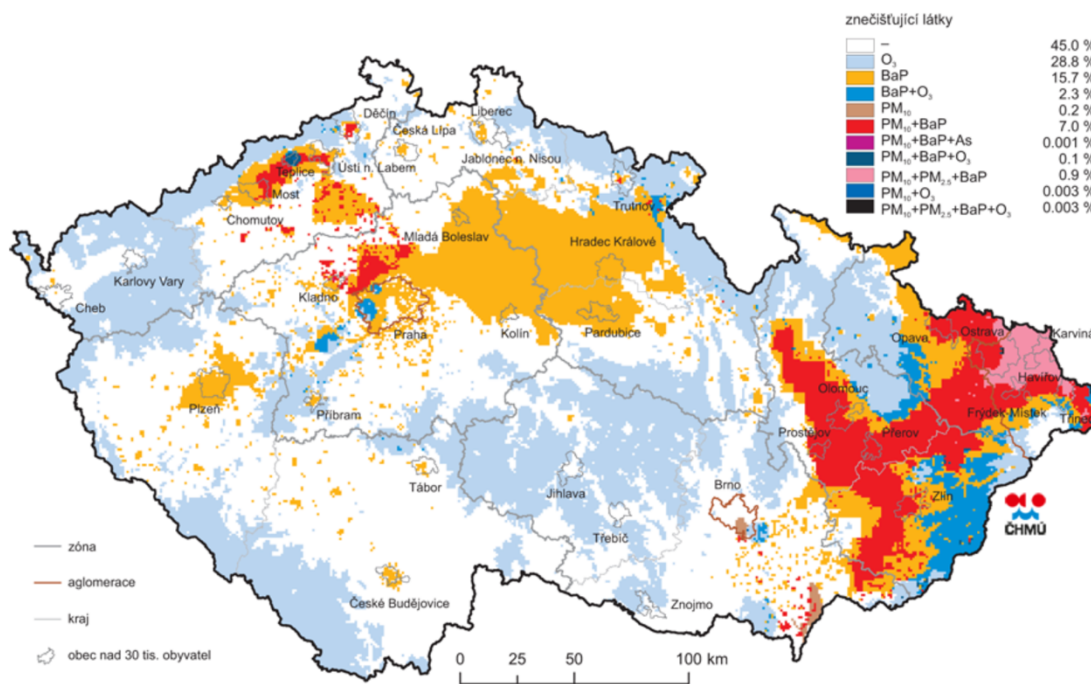
http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/17groc/gr17cz/II_ovzd_CZ.html

¹⁰⁴ ČESKO. Vyhláška č. 330 ze dne 8. října 2012 o způsobu posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění, rozsahu informování veřejnosti o úrovni znečištění a při smogových situacích. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2012, částka 121, s. 4178-4191. ISSN 1211-1244. Dostupné také z:

<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-330>

¹⁰⁵ BALÁKOVÁ, L., ed. Grafická ročenka 2017. In: *Portál ČHMÚ : Home* [online]. Praha: © 2018 COPYRIGHT ČHMÚ, ALL RIGHTS RESERVED [cit. 2019-03-19]. Dostupné z:

http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/17groc/gr17cz/II_ovzd_CZ.html



Obr. 7: Vyznačení oblastí s překročenými imisními limity pro ochranu zdraví vybraných skupin látek, 2017

Zdroj: ČHMÚ, Grafická ročenka 2017

Z lokálního až regionálního hlediska zůstává nejzávažnější situace v aglomeraci Ostrava/Karviná/Frydek-Místek (O/K/F-M), k překračování imisních limitů však dochází ve všech zónách a aglomeracích. V Praze a Brně se vyskytují nadlimitní koncentrace škodlivin, které pocházejí převážně z dopravy. Hlavní město Praha patří z hlediska znečištění vnějšího ovzduší mezi nejvíce zatížené oblasti ČR. Je to výsledek spolupůsobení přírodních faktorů a vlivů způsobených vysokou koncentrací obyvatel a s tím spojenou hustou dopravní sítí. Vysoké koncentrace suspendovaných částic frakce PM₁₀ a PM_{2,5} a překračování hodnoty 24 hodinového imisního limitu PM₁₀ je dosahováno v chladném období roku – vyšší intenzita vytápění včetně lokálních topenišť a vyšší emise z dopravy. Dochází ke zvýšenému obrušování silnic v důsledku posypu a následné resuspenzi materiálu, tj. emisi prachových částic, deponovaných na povrchu vozovky a znovu zvržených do ovzduší vlivem turbulentního proudění vyvolaného projíždějícími vozidly. Rovněž se uplatňují méně příznivé meteorologické podmínky pro rozptyl znečišťujících látek.

7.1 Suspendované částice PM₁₀ a PM_{2,5}

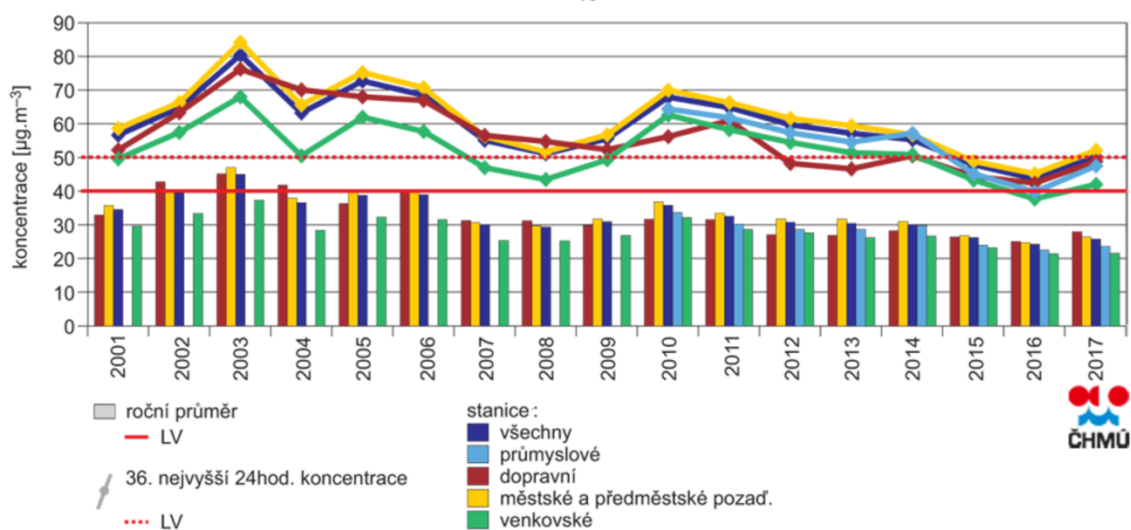
V ČR je největším antropogenním zdrojem suspendovaných částic vytápění domácností, silniční doprava, polní práce (orba), veřejná energetika a výroba tepla. Při spalování paliv a při dalších průmyslových činnostech vznikají emise aerosolů. Primární částice jsou emitovány přímo jako kapalné nebo pevné částice. Sekundární částice vznikají v atmosféře z plynných prekurzorů oxidu siřičitého, oxidů dusíku, těkavých organických látek a amoniaku. V české legislativě se tyto emise označují jako tuhé znečišťující látky (TZL), v zahraniční literatuře Total Suspended Particulate Matter (TSP). Z hlediska rizika pro lidské zdraví byly definovány velikostní skupiny označované jako PM_x (Particulate Matter), které obsahují částice o velikosti menší než x μm (aerodynamický průměr). Nejčastěji se rozlišuje velikostní frakce PM₁₀ a PM_{2,5}.¹⁰⁶ (1 μm = 0,001 mm)

Z hlediska dlouhodobých trendů je možné konstatovat, že koncentrace suspendovaných částic frakce PM₁₀ a dalších látek znečišťující ovzduší, významně poklesly v 90. letech minulého století. Důvodem bylo výrazné snížení emisí TZL a prekurzorů suspendovaných částic (SO₂, NO_x, VOC a NH₃) mezi lety 1990–2001 v souvislosti s legislativními změnami. Po roce 2001 pokles emisí pokračuje již pomaleji (nepříznivé meteorologické podmínky). Téměř na všech lokalitách ČR nastal od roku 2001 do roku 2003 vzestupný trend ve znečištění vnějšího ovzduší částicemi frakce PM₁₀. V roce 2003 byly naměřeny zatím nejvyšší hodnoty koncentrací frakce PM₁₀ po roce 2000 (nepříznivé rozptylové podmínky v únoru a prosinci a podnormálního množství srážek) (graf 15). Od roku 2004, se začala rutinně sledovat i frakce PM_{2,5}. V roce 2008 byly nižší koncentrace částic pravděpodobně zjištěné v důsledku ekonomické krize. Následný vzestup koncentrací suspendovaných částic v roce 2010 souvisel s výskytem nepříznivých meteorologických podmínek v zimním období. Od roku 2011 koncentrace suspendovaných částic frakce PM₁₀ klesají. Rok 2017 zastavil trend zmenšování plochy území ČR, na které došlo k překročení denního imisního limitu frakce PM₁₀, jenž byl s menšími výkyvy patrný od roku 2010. V roce 2017 došlo k nárůstu z 1,4 % území, kde žilo cca 7,3 % obyvatel ČR v roce 2016, na 8,3 % plochy s cca 23,1 % obyvatel.¹⁰⁷

Trendy ročních charakteristik PM₁₀ (2001-2017) a PM_{2,5} (2005-2017) v ČR jsou uvedené v grafech 15 a 16.

¹⁰⁶ PALIČKOVÁ, Lea, ed. Grafická ročenka 2016. In: *Portál ČHMÚ : Home* [online]. Praha: © 2018 COPYRIGHT ČHMÚ, ALL RIGHTS RESERVED [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/16groc/gr16cz/Obsah_CZ.html

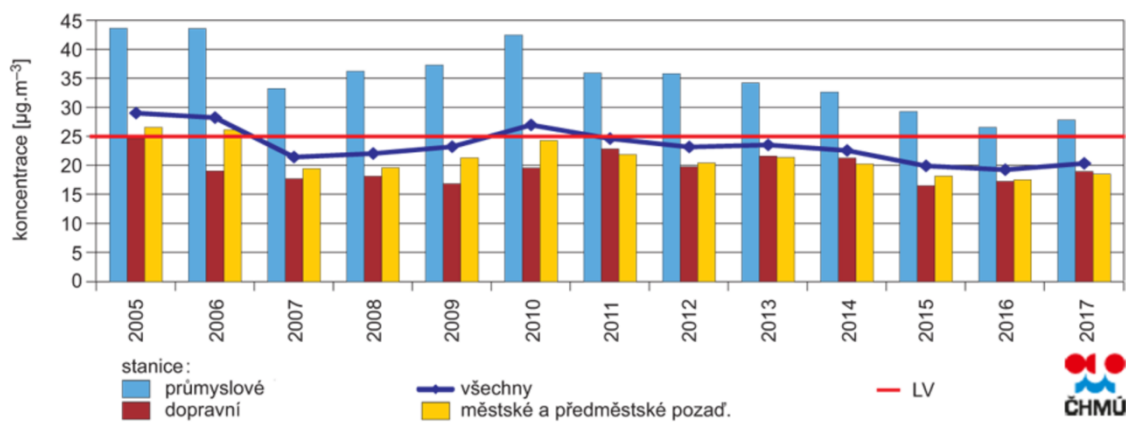
¹⁰⁷ BALÁKOVÁ, L., ed. Grafická ročenka 2017. In: *Portál ČHMÚ : Home* [online]. Praha: © 2018 COPYRIGHT ČHMÚ, ALL RIGHTS RESERVED [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/17groc/gr17cz/II_ovzd_CZ.html



Graf 15: Trendy ročních charakteristik PM_{10} v ČR, 2001–2017

Poznámka: LV – imisní limit (limit value)

Zdroj: ČHMÚ, Grafická ročenka 2017



Graf 16: Trendy ročních charakteristik $PM_{2,5}$ v ČR, 2005–2017

Poznámka: LV – imisní limit (limit value)

Zdroj: ČHMÚ, Grafická ročenka 2017

Intenzitu znečištění vnějšího ovzduší měst a městských aglomerací ovlivňuje zejména doprava, která je zde dominantním a v podstatě plošně působícím zdrojem znečištění. Z hlediska rizika pro lidské zdraví jsou nebezpečné emise částic pocházející z dopravy, především ze spalování paliv ve vznětových motorech, které produkují částice o velikosti jednotek až stovek nm.¹⁰⁸ Kromě zdrojů, ze kterých jsou tyto látky vypouštěny řízeně komínem nebo výduchy (průmyslové zdroje, lokální topeniště, doprava), pochází významné množství emisí PM ze zdrojů fugitivních (kamenolomy, atd.). Zahrnutý jsou rovněž emise z otěrů pneumatik, brzdového obložení a abraze vozovek vypočítávané z dopravních výkonů. Kvalitu vnějšího ovzduší ovlivňuje rovněž resuspenze částic (znovuzvíření). V roce 2016 se silniční doprava (nákladní doprava nad 3,5 tuny a osobní automobily) na emisích PM₁₀ podílely 10,6 % a na emisích PM_{2,5} 10,9 %.¹⁰⁹ Negativní vliv suspendovaných částic (PM₁₀ a PM_{2,5}) pro lidské zdraví byl prokázán v mnoha studiích SZO.¹¹⁰ Účinek suspendovaných částic závisí na velikosti, tvaru a chemickém složení. Velikost je pak důležitá pro průnik i možné trvalé setrvání v dýchacím traktu. Suspendované částice frakce PM_{2,5} jsou schopné pronikat až do plicních sklípků, kde mohou navodit chronické zdravotní problémy. Pokud jsou na nich navázány těžké kovy nebo chemické látky, pak jsou pro člověka větším zdravotním rizikem než částice frakce PM₁₀, mohou vyvolat i rakovinu plic. Mezinárodní agentura IARC zařadila z hlediska klasifikace karcinogenity suspendované částice mezi prokázané lidské karcinogeny.¹¹¹

Nejvýznamnějším zdravotním dopadem dlouhodobé expozice jemným aerosolovým částicím ve vnějším ovzduší je předčasná úmrtnost. Trend za posledních pět let lze interpretovat jako neklesající. Městské prostředí tak jednoznačně, již od mírné zátěže dopravou spolu s lokalitami ovlivněnými průmyslem, představuje pro obyvatele zdravotní riziko. Navýšení celkové předčasné úmrtnosti, ke kterému přispěla expozice suspendovaným částicím frakce PM_{2,5} se podle míry zátěže konkrétní lokality pohybuje od přibližně 1 % v čistých městských lokalitách až po 17 % v oblastech zvláště intenzivně zatížených dopravou a průmyslem.

¹⁰⁸ VOJTÍŠEK, Michal. *O provozu vznětových motorů a aerosolech jimi produkováných v městských aglomeracích: [The operation of diesel engines and the produced aerosols in urban agglomerations.]*. 18. - 19. listopadu 2010. Praha: Copyright © 2010–2018 by Czech Aerosol Society, 2010, 35-38. sborník. ISBN 978-80-86186-25-2. Dostupné také z: http://cas.icpf.cas.cz/download/Sbornik_VKCAS_2010.pdf

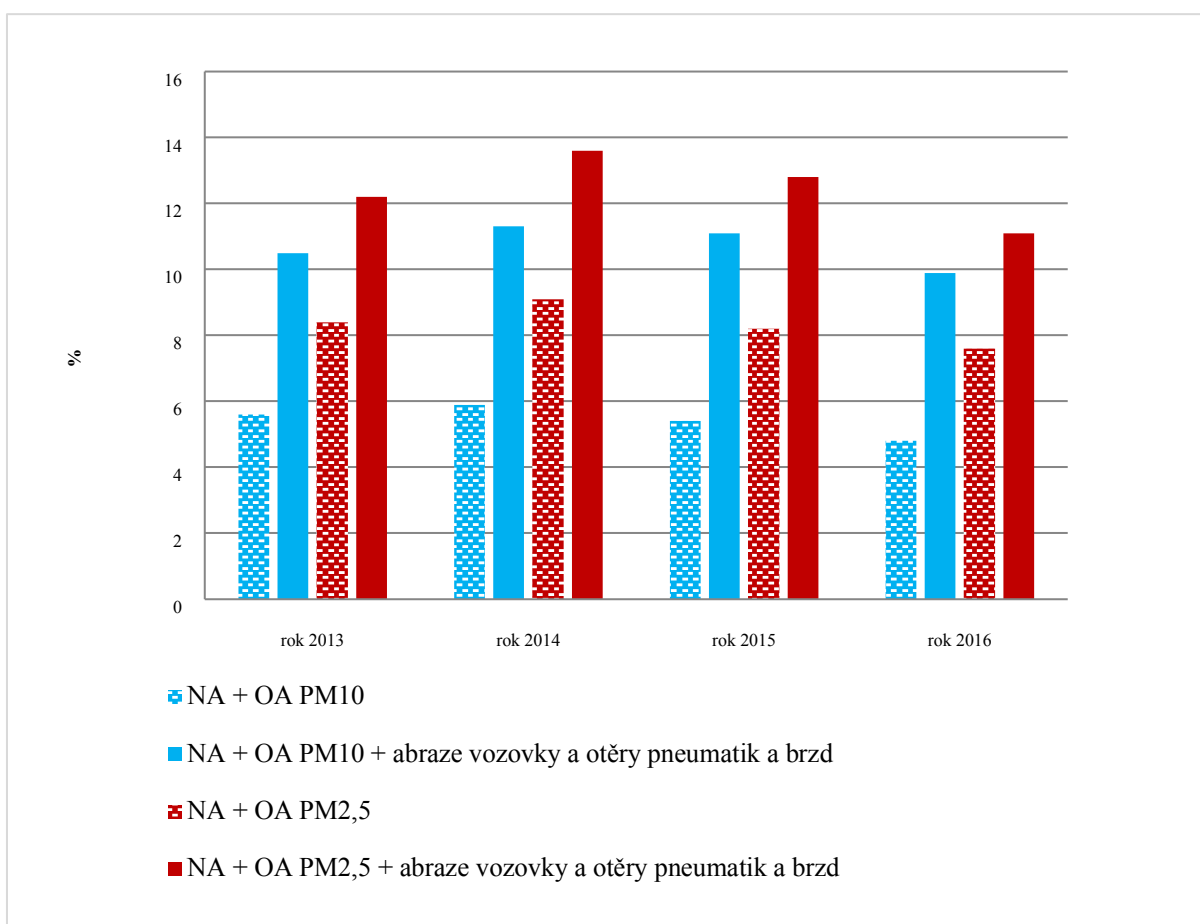
¹⁰⁹ PALIČKOVÁ, Lea, ed. Grafická ročenka 2016. In: *Portál ČHMÚ: Home* [online]. Praha: © 2018 COPYRIGHT ČHMÚ, ALL RIGHTS RESERVED [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/16groc/gr16cz/Obsah_CZ.html

¹¹⁰ Review of evidence on health aspects of air pollution: REVIHAAP. In: © 2018 WHO: www.euro.who.int [online]. Copenhagen, 2013 [cit. 2018-11-01]. Dostupné z: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0020/182432/e96762-final.pdf

¹¹¹ MÜLLER, Karen, ed. for Vol. 109. *IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risk to humans. Outdoor air pollution: Vol. 109*. © ChinaFotoPress. Lyon, 2016. ISBN 978-92-832-0175-5. ISSN 1017-1606. Dostupné také z: <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono109-F06.pdf>

Podíl emisí z dopravy je vyšší především ve velkých městech.¹¹² V roce 2014 opět dochází k nárůstu podílu sektoru „silniční doprava“ na emisích suspendovaných částic frakce PM₁₀ a PM_{2,5} (graf 17).

Kromě imisního limitu pro frakce PM₁₀ a PM_{2,5} se zjišťuje také poměr frakce PM_{2,5} a PM₁₀, který není konstantní. Vykazuje sezónní průběh. Na dopravních lokalitách je poměr PM_{2,5}/PM₁₀ nejnižší. Při spalování paliva, z dopravy se emitované částice nalézají především ve frakci PM_{2,5} a poměr by měl být u dopravních lokalit vysoký. To zdůrazňuje význam emisí větších částic z otěrů pneumatik, brzdového obložení a ze silnic. Zastoupení hrubé frakce na dopravních stanicích narůstá i v důsledku zimního posypu.¹¹³



Graf 17: Rozdíl emisí PM₁₀ a PM_{2,5} v sektoru „silniční doprava“ (NA a OA) a celkového množství emisí PM₁₀ a PM_{2,5} v sektoru „silniční doprava“ (NA + OA + abraze vozovky a otěry pneumatik a brzd) v ČR, 2013-2016

Zdroj: ČHMÚ, Grafická ročenka 2014-2017

¹¹² BALÁKOVÁ, L., ed. Grafická ročenka 2017. In: *Portál ČHMÚ : Home* [online]. Praha: © 2018 COPYRIGHT ČHMÚ, ALL RIGHTS RESERVED [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/17groc/gr17cz/II_ovzd_CZ.html

¹¹³ EU. *COMMISSION STAFF WORKING PAPER: establishing guidelines for determination of contributions from the re-suspension of particulates following winter sanding or salting of roads under the Directive 2008/50/EC on ambient air quality and cleaner air for Europe*. In: Brusel, 2011, SEC(2011) 207 final. Dostupné také z: http://ec.europa.eu/environment/air/quality/legislation/pdf/sec_2011_0207.pdf

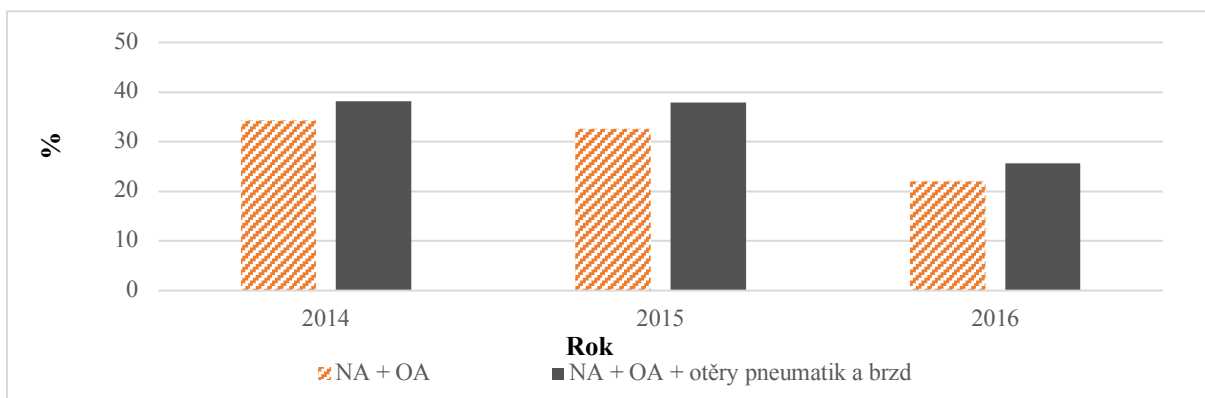
Vedle suspendovaných částic frakce PM₁₀ a PM_{2,5}, jsou v atmosféře přítomny uhlíkaté aerosolové částice, které jsou tvořeny elementárním uhlíkem a organickými sloučeninami. Elementární uhlík (EC) a organický uhlík (OC) jsou produkty nedokonalého spalování organických materiálů (uhlí, oleje, benzín, dřevo atd.). Mezi zdroje OC náleží i resuspenze prachu spojená s dopravou a biogenní částice (mikroorganismy, pyl atd.). EC je emitován do vnějšího ovzduší pouze přímo (primární částice), OC může vznikat reakcemi plynných organických prekurzorů. Studie v dokumentu SZO z roku 2012 upozorňují na negativní účinky těchto částic pro lidské zdraví. Černý uhlík (black carbon – stejný prvek jako EC) může sloužit jako nosič různých chemických látek toxických pro lidský organismus.¹¹⁴ EC oproti OC lépe prostupuje do lidského těla a zhoršuje onemocnění srdce a plic.¹¹⁵ Uhlíkaté částice jsou součástí jemné frakce aerosolových částic (PM_{2,5}). Zdravotní nebezpečí pro člověka představují toxikologicky aktivní složky PM_{2,5}.¹¹⁶ Mimo topnou sezonu lze v denních chodech identifikovat maxima pocházející zejména z dopravy. V ČR pocházelo v roce 2016 až 47,3 % (v roce 2015 69,4 %) emisí BC ze sektoru dopravy, především ze spalování paliv ve vznětových motorech. Silniční doprava v roce 2016 se podílela: nákladní doprava nad 3,5 tuny - 13,1 % (rok 2015 19,6 %) a z osobních automobilů pocházelo 8,9 % (rok 2015 13,0 %), graf 18. Vývoj celkových emisí BC v období 2008–2016 má klesající trend, který souvisí zejména s opatřeními v sektoru dopravy – částicové filtry v automobilech se vznětovým motorem (obr. 2).¹¹⁷

¹¹³JANSSEN, Nicole A. H., Miriam E. GERLOFS-NIJLAND, Timo LANKI, et al., BOHR, Rosemary, ed. *Health effects of black carbon*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, c2012. ISBN 978-92-890-0265-3. Dostupné také z: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/162535/e96541.pdf

¹¹⁵KWANGSAM, NA a David R. COCKER. *Organic and elemental carbon concentrations in fine particulate matter in residences, schoolrooms, and outdoor air in Mira Loma, California*[online]. © 2005 Elsevier Ltd. All rights reserved, 2005, **39**(18), 3325–3333 [cit. 2019-02-17]. Dostupné z: <https://www.engr.ucr.edu/~dcocker/JA23.pdf>

¹¹⁶LUBEN, Thomas J., Jennifer L. NICHOLS a Steven J. DUTTON. A systematic review of cardiovascular emergency department visits, hospital admissions and mortality associated with ambient black carbon. *Environment International* [online]. Copyright © 2019 Elsevier B.V., 2017, **107**, 154-162 [cit. 2019-02-17]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412017300843#!>

¹¹⁷PALIČKOVÁ, Lea, ed. Grafická ročenka 2016. In: *Portál ČHMÚ : Home* [online]. Praha: © 2018 COPYRIGHT ČHMÚ, ALL RIGHTS RESERVED [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/16groc/gr16cz/Obsah_CZ.html



Graf 18: Rozdíl emisí BC (black carbon) v sektoru „silniční doprava“ (NA a OA) a celkového množství emisí BC v sektoru „silniční doprava“ (NA + OA + abraze vozovky a otěry pneumatik a brzd) v ČR, 2014-2016

Zdroj: ČHMÚ, Grafická ročenka 2015-2017.^{118, 119, 120}

7.2 Benzo[a]pyren

Znečištění ovzduší benzo[a]pyrenem (BaP) patří k hlavním problémům zajištění kvality vnějšího ovzduší v ČR. Koncentrace BaP vykazují výrazný roční chod s maximy v zimním období a minimy v letním období. V zimním období zvýšené koncentrace v atmosféře souvisí se zvýšenými emisemi polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU) ze sezonních antropogenních zdrojů – z lokálních topenišť (nejvýznamnějšího zdroje emisí BaP). Významným zdrojem emisí PAU je i silniční doprava, u které v zimním období dochází navíc k navýšení emisí PAU v důsledku studených startů.¹²¹ Emise PAU vykazují trend výrazného zvýšení od roku 2000, který pokračuje až do roku 2017. Výrazné zvýšení těchto emisí je patrné v souvislosti s nárůstem osobních automobilů. BaP je navázán především na částice menší než 2,5 μm a je vhodným markerem znečištění ovzduší PAU. BaP je z hlediska klasifikace karcinogenity od roku 2010 zařazen Mezinárodní agenturou IARC do skupiny 1 – prokázaný lidský karcinogen.¹²² V letním období dochází k poklesu koncentrací – lepší rozptylové podmínky, zvýšený chemický a fotochemický rozklad PAU za vyšší intenzity UV záření a

¹¹⁸ KOLÁŘOVÁ, L., ed. Grafická ročenka 2015. In: *Portál ČHMÚ : Home* [online]. Praha: ©2018 COPYRIGHT ČHMÚ, ALL RIGHTS RESERVED [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/15groc/gr15cz/Obsah_CZ.html

¹¹⁹ PALÍČKOVÁ, Lea, ed. Grafická ročenka 2016. In: *Portál ČHMÚ : Home* [online]. Praha: © 2018 COPYRIGHT ČHMÚ, ALL RIGHTS RESERVED [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/16groc/gr16cz/Obsah_CZ.html

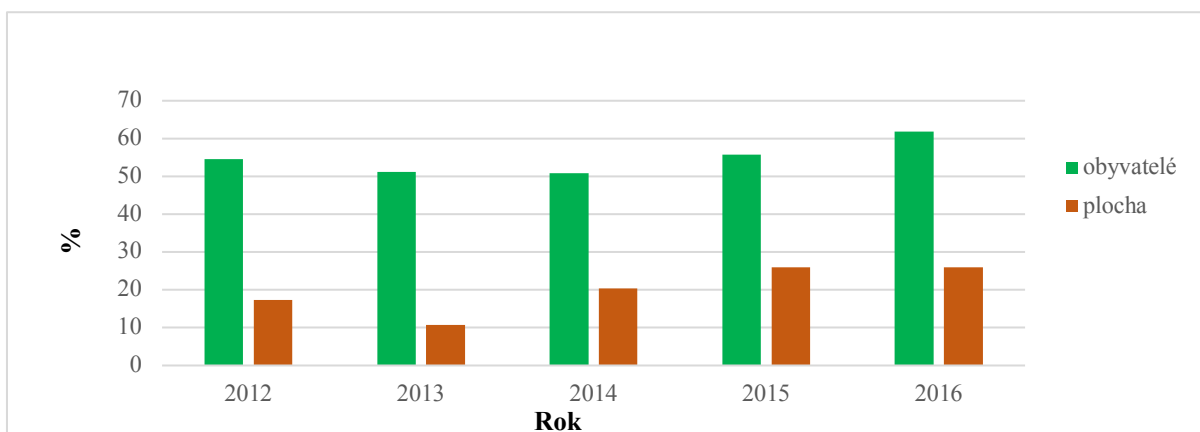
¹²⁰ BALÁKOVÁ, L., ed. Grafická ročenka 2017. In: *Portál ČHMÚ : Home* [online]. Praha: © 2018 COPYRIGHT ČHMÚ, ALL RIGHTS RESERVED [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/17groc/gr17cz/II_ovzd_CZ.html

¹²¹ SAJDL, Jan. Studený start. *Autolexicon.net* [online]. Copyright © 2019 autolexicon.net. [cit. 2019-02-17]. ISSN 1804-2554. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/studený-start/>

¹²² MÜLLER, Karen. ed. for Vol. 109. *IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risk to humans. Outdoor air pollution: Vol. 109.* © ChinaFotoPress. Lyon, 2016. ISBN 978-92-832-0175-5. ISSN 1017-1606. Dostupné také z: <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono109-F06.pdf>

vysokých teplot.¹²³ Aby mohly PAU v atmosféře chemicky či fotochemicky reagovat, je zapotřebí jejich aktivace UV zářením, ale i dalšími kontaminanty přítomnými v ovzduší. Jsou schopny reagovat s přízemním ozonem, hydroxylovými radikály, NO₂ nebo HNO₃. Obecně vedou tyto reakce k tvorbě polárnějších a ve vodě rozpustnějších derivátů a jejich poločas se pohybuje v rozmezí několika hodin až dnů.¹²⁴

Imisní limit BaP (1 ng/m³) byl v roce 2017, stejně jako v předešlých letech, překročen v řadě měst a obcí (26 % plochy ČR s cca 61,8 % obyvatel ČR).¹²⁵ Nárůst plochy i obyvatel zasažených překročenými hodnotami imisního limitu BaP je patrný z uvedených údajů (graf 19).¹²⁶ Trendy průměrných ročních koncentrací BaP je možné hodnotit od roku 2006. V celorepublikovém průměru jsou úrovně této znečišťující látky dlouhodobě nadlimitní (více než dvojnásobně). Totéž platí pro lokalitu Olomouc-Hejčín, kde koncentrace BaP v zimních měsících (2013-2017) byla nadlimitní. Od roku 2007 koncentrace BaP kolísají a nevykazují výrazný trend. Nejvyšších koncentrací je dosahováno na lokalitách průmyslových, nadlimitní koncentrace se však vyskytují i na stanicích dopravních, městských a předměstských (graf 20).¹²⁷



Graf 19: Procento plochy území ČR s překročeným imisním limitem BaP a procento obyvatel ČR tomu vystavených, 2012-2016

Zdroj: ČHMÚ, Grafická ročenka 2013–2017

¹²³ BALÁKOVÁ, L., ed. Grafická ročenka 2017. In: *Portál ČHMÚ : Home* [online]. Praha: © 2018 COPYRIGHT ČHMÚ, ALL RIGHTS RESERVED [cit. 2019-03-19]. Dostupné z:

http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/17groc/gr17cz/II_ovzd_CZ.html

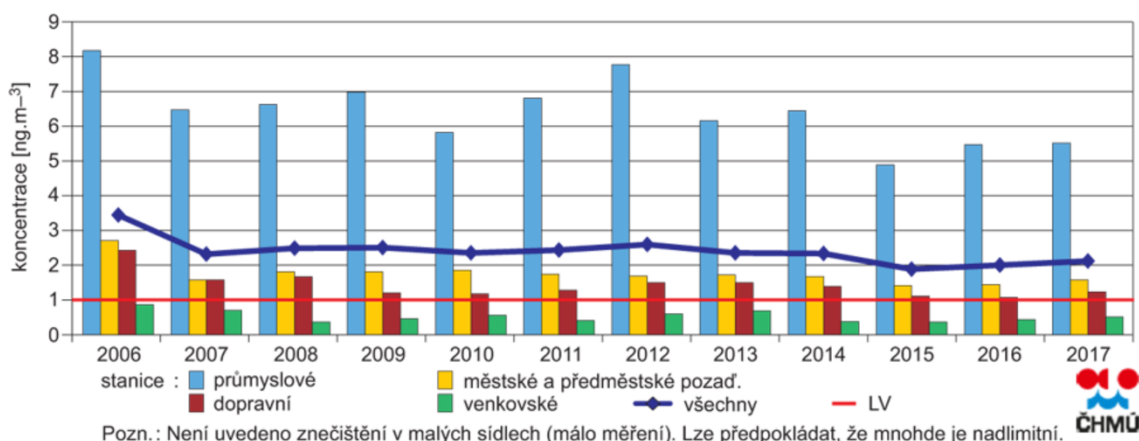
¹²⁴ RUBEŠOVÁ, Jitka. *Problematika znečištění ovzduší z hlediska zdravotních rizik, monitorování chemických látek v ovzduší ČR, možnosti prevence*. Praha, 2008. Bakalářská práce. 3. lékařská fakulta. Vedoucí práce Prof. MUDr. Milena Černá, DrSc.

¹²⁵ BALÁKOVÁ, L., ed. Grafická ročenka 2017. In: *Portál ČHMÚ : Home* [online]. Praha: © 2018 COPYRIGHT ČHMÚ, ALL RIGHTS RESERVED [cit. 2019-03-19]. Dostupné z:

http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/17groc/gr17cz/II_ovzd_CZ.html

¹²⁶ ÚSEK OCHRANY ČISTOTY OVZDUŠÍ. *Znečištění ovzduší na území České republiky: Grafické ročenky*. In: *Portál ČHMÚ : Home* [online]. Praha: © 2018 COPYRIGHT ČHMÚ, ALL RIGHTS RESERVED, 2018 [cit. 2019-03-10]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/grafroc_CZ.html.

¹²⁷ Tamtéž



Graf 20: Trendy ročních charakteristik benzo[a]pyrenu v ČR, 2006–2017

Poznámka: LV – imisní limit (limit value)

Zdroj: ČHMÚ, Grafická ročenka 2017

7.3 Oxidy dusíku

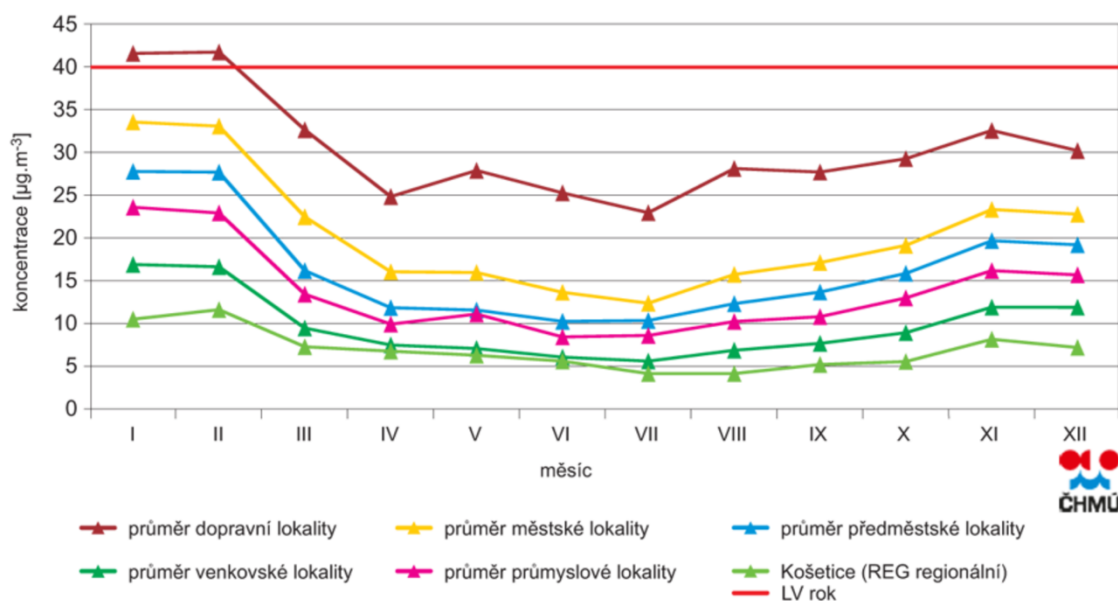
Při hodnocení kvality vnějšího ovzduší, termínem oxidy dusíku (NO_x) se rozumí směs oxidu dusnatého (NO) a oxidu dusičitého (NO₂). Více než 90 % antropogenních emisí NO_x představují emise NO. Hlavním antropogenním zdrojem NO_x v ČR je silniční doprava a mobilní zdroje v zemědělství a lesnictví, veřejná energetika a výroba tepla, spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví. Imisní limit pro ochranu lidského zdraví je stanoven pro NO₂. K překročení ročního imisního limitu NO₂ (40 µg/m³) dochází na dopravně exponovaných lokalitách aglomerací a velkých měst. Emise NO_x s vyšším podílem NO₂ (10–55 %) produkují vznětové motory.¹²⁸ Roční imisní limit oxidu dusičitého byl překročen v roce 2016 a 2017 pouze na čtyřech lokalitách s vysokou intenzitou dopravy (2 lokality v Praze a 2 lokality v Brně). Nejvyšších hodnot koncentrací NO₂ je dosahováno v Praze, Brně a Ostravě. Vyšší koncentrace NO₂ mohou být i v blízkosti místních komunikací v obcích s intenzivní dopravou a hustou místní dopravní sítí. Větší znečištění měst oxidy dusíku v porovnání s mimoměstskými lokalitami je způsobeno převážně dopravou.

V období duben-září je obecně patrný pokles koncentrací NO₂ na všech lokalitách (graf 21). Důvodem poklesu je vyšší intenzita UV záření (především o vlnových délkách <400 nm) v tomto ročním období, která má za následek fotodisociaci NO₂ na NO a O.¹²⁹ Z produktů

¹²⁸ CARSLAW, David a Sean BEEVERS. *Trends in NO_x and NO₂ emissions and ambient measurements in the UK* [online]. In: . © Crown copyright 2011, 2011, Version: July 2011, s. 97 [cit. 2019-02-27]. Dostupné z: https://uk-air.defra.gov.uk/assets/documents/reports/cat05/1108251149_110718_AQ0724_Final_report.pdf

¹²⁹ WARNECK, Peter. *Chemistry of the natural atmosphere*. 2nd ed. San Diego: Academic Press, c2000. International geophysics series, v. 71. ISBN 0-12-735632-0.000.

fotodisociace se za vhodných podmínek vytváří přízemní ozon, a proto jsou v období duben-září koncentrace přízemního ozonu vyšší.



Graf 21: Roční chod průměrných měsíčních koncentrací NO₂ (průměry pro daný typ stanice) v ČR, 2017

Poznámka: LV – imisní limit (limit value)

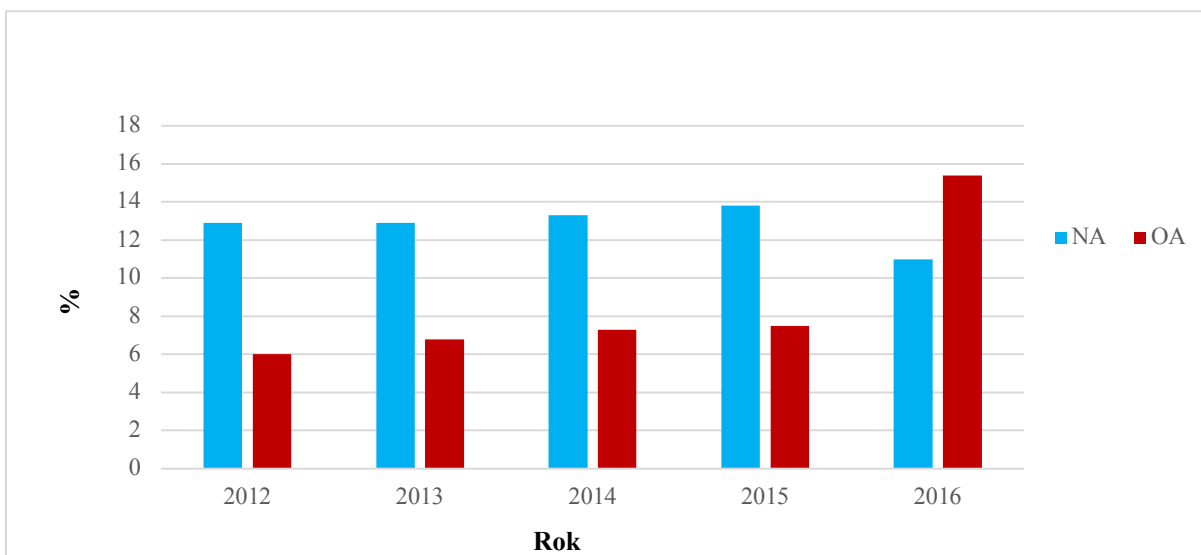
Zdroj: ČHMÚ, Grafická ročenka 2017

Nejvyšších hodnot je dosahováno v celém sledovaném období (2001-2017) v aglomeracích Praha a Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek (O/K/F-M). Důvodem je velmi vysoké zatížení těchto oblastí dopravou a v aglomeraci O/K/F-M se uplatňují emise z průmyslu. Například v Praze je doprava v současnosti nejvýznamnějším zdrojem emisí oxidů dusíku.¹³⁰ Nejnižších úrovní ze sledovaných aglomerací je naopak dosahováno v aglomeraci Brno.

Emise oxidů dusíku (NO_x) se tvoří při spalování paliv v závislosti na teplotě spalování, obsahu dusíku v palivu a přebytku spalovacího vzduchu. Při spalování paliv se podíl NO₂ v emisích NO_x pohybuje do 5 %.¹³¹ Největší množství emisí NO_x pochází ze silniční dopravy – nákladní doprava nad 3,5 t a osobní automobily. Nevýrazné změny mezi jednotlivými roky v podílu sektoru „silniční doprava“ (nákladní doprava nad 3,5 tuny a osobní automobily) na celkových emisích NO_x v letech 2012-2016 jsou zřejmé z grafu 22.

¹³⁰ DOLÍNEK, Petr, ed. *Ročenka dopravy Praha 2017* [online]. In: . Praha: © TSK hl. m. Prahy, a.s., 2018, 2018 [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: <http://www.tsk-praha.cz/static/udi-rocenka-2017-cz.pdf>

¹³¹ NEUŽIL, V. Podíl NO a NO₂ ve spalinách: Výzkumná zpráva. In: © 2016 COPYRIGHT ČHMÚ, ALL RIGHTS RESERVED [online]. Praha: KONEKO, 2012 [cit. 2017-11-08]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/grafroc_CZ.html.



Graf 22: Podíl sektoru „silniční doprava“ (NA a OA) na celkových emisích NO_x v ČR, 2012-2016

Zdroj: ČHMÚ, Grafická ročenka 2013-2017

Produkce emisí NO_x je soustředěna především podél dálnic a komunikací s intenzivní dopravou, ve velkých městech a v krajích (Ústecký, Středočeský, Moravskoslezský), ve kterých jsou umístěny významnější energetické výrobní celky. Klesající trend emisí NO_x v období let 2008-2015 souvisí především s přirozenou obnovou vozového parku, novou legislativou a se zavedením emisních stropů pro emise NO_x ze zdrojů veřejná energetika a výroba tepla.¹³²

7.4 Přízemní ozon

Přízemní ozon (O₃) nemá v atmosféře vlastní významný zdroj. Jedná se o tzv. sekundární látku vznikající v průběhu fotochemických reakcí, během tzv. letního smogu.¹³³ Prekurzory O₃ jsou oxidy dusíku (NO_x) a těkavé organické látky (VOC). Důležitou reakcí je fotolýza NO₂ UV zářením o vlnové délce 280–430 nm, při které vzniká NO a atomární kyslík. Reakcí atomárního a molekulárního kyslíku pak za přítomnosti katalyzátoru dochází ke vzniku molekuly O₃. NO_x vznikají při veškerých spalovacích procesech. Těkavé organické látky (VOC) jsou emitovány z celé řady zdrojů antropogenních (doprava, manipulace s ropou a jejími deriváty atd.), ale i přirozených (např. biogenní emise z vegetace). Imisní limit přízemního

¹³² BALÁKOVÁ, L., ed. Grafická ročenka 2017. In: *Portál ČHMÚ: Home* [online]. Praha: © 2018 COPYRIGHT ČHMÚ, ALL RIGHTS RESERVED [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/17groc/gr17cz/II_ovzd_CZ.html

¹³³ SEINFELD, John H. a Spyros N. PANDIS. *Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change*. 2nd ed. Hoboken, N.J.: J. Wiley, c2006. ISBN 978-0-471-72017-1.

ozonu se hodnotí za tříleté období. Přízemní ozon může být transportován na velké vzdálenosti, kumulovat se a dosáhnout vysokých koncentrací daleko od místa svého vzniku.¹³⁴

K překročení imisního limitu O₃ došlo ve tříletém období 2015-2017 na 31,2 % území ČR s cca 8,6 % obyvatel. Výsledný podíl obyvatelstva vystaveného nadlimitním koncentracím O₃ je v porovnání s podílem obyvatelstva dotčeného nadlimitními koncentracemi částic frakce PM₁₀ a PM_{2,5} a BaP je nižší. Ze sledovaných lokalit jsou nejnižší koncentrace O₃ měřeny na dopravních stanicích, kde je O₃ odbouráván chemickou reakcí s NO.¹³⁵

Imisní koncentrace O₃ rostou s rostoucím UV zářením a teplotou, naopak klesají s rostoucí relativní vlhkostí vzduchu.¹³⁶ Prokázalo se, že pro žádoucí snížení imisních úrovní O₃ je kritický poměr NO/NO₂, a pouhé současné významné snížení emisí NO_x není pro snížení O₃ postačující.¹³⁷

Oblasti se zhoršenou kvalitou vnějšího ovzduší bez zahrnutí přízemního ozonu pokrývaly v roce 2017 cca 26,2 % území ČR s přibližně 62 % obyvatel. V naprosté většině byly oblasti vymezeny z důvodu překročení imisních limitů benzo[*a*]pyrenu a suspendovaných částic frakce PM₁₀ a PM_{2,5}. Oblasti se zhoršenou kvalitou vnějšího ovzduší se zahrnutím přízemního ozonu pokrývaly cca 55 % území ČR s cca 68 % obyvatel (obr. 8).¹³⁸

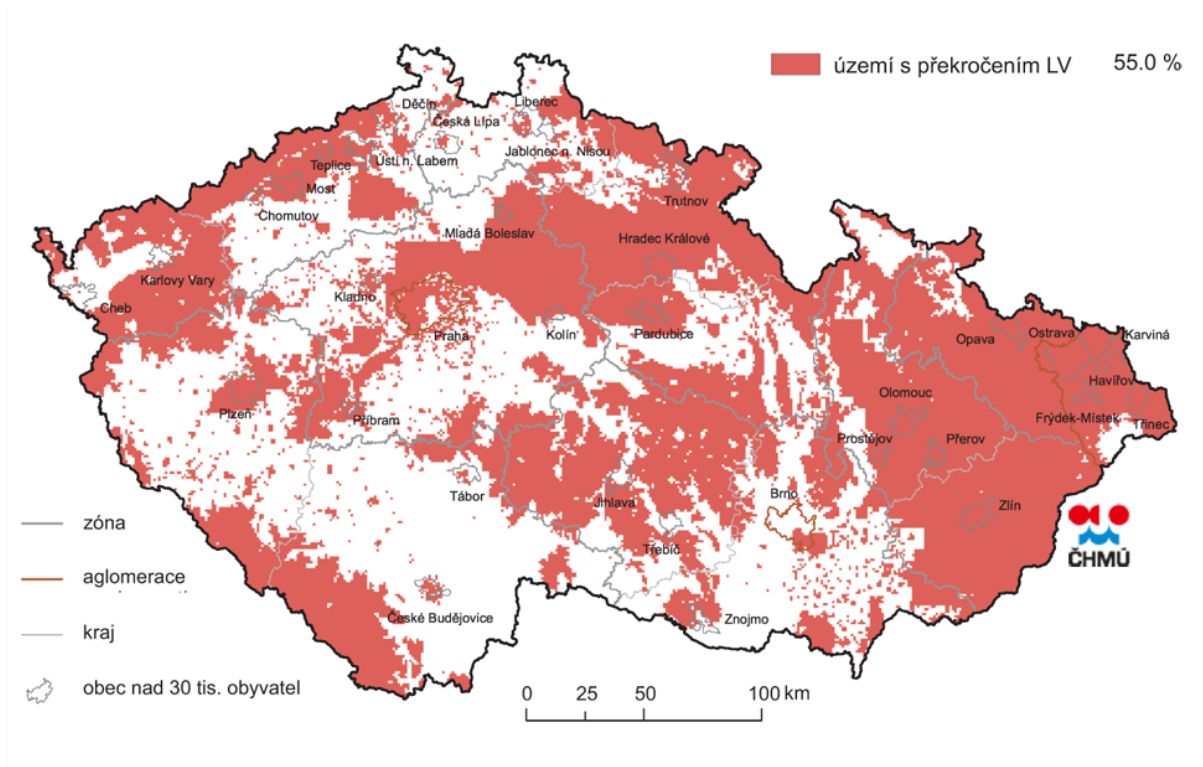
¹³⁴ *Air quality in Europe - 2013 report*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013. EEA Report. ISBN 978-92-9213-406-8. Dostupné také z: https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2013/at_download/file

¹³⁵ BALÁKOVÁ, L., ed. Grafická ročenka 2017. In: *Portál ČHMÚ : Home* [online]. Praha: © 2018 COPYRIGHT ČHMÚ, ALL RIGHTS RESERVED [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/17groc/gr17cz/II_ovzd_CZ.html

¹³⁶ RYOZO, Oookaa, Khiemb MAI a Hayamic HIROSHI. Influence of meteorological conditions on summer ozone levels in the central Kanto area of Japan. In: *1878-0296 © 2011 Published by Elsevier Open access under* [online]. Elsevier, 2011 [cit. 2018-11-08]. Dostupné z: https://ac.els-cdn.com/S1878029611000430/1-s2.0-S1878029611000430-main.pdf?_tid=db720e62-d718-4e71-9bf7-674d092328bf&acdnat=1541693806_9143fa08e80a44e0224e1da421fc4c04

¹³⁷ HŮNOVÁ, Iva a Vit BÄUMELT. *Atmospheric Environment: Observation-based trends in ambient ozone in the Czech Republic over the past two decades* [online]. Copyright © 2019 Elsevier Ltd. All rights reserved, January 2018, (Volume 172), 157-167 [cit. 2019-02-27]. ISSN 1352-2310. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231017307045?via%3Dihub>

¹³⁸ BALÁKOVÁ, L., ed. Grafická ročenka 2017. In: *Portál ČHMÚ : Home* [online]. Praha: © 2018 COPYRIGHT ČHMÚ, ALL RIGHTS RESERVED [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/17groc/gr17cz/II_ovzd_CZ.html



Obr. 8: Vyznačení oblastí s překročenými imisními limity pro ochranu zdraví se zahrnutím přízemního ozonu v ČR, 2017

Zdroj: ČHMÚ, Grafická ročenka 2017

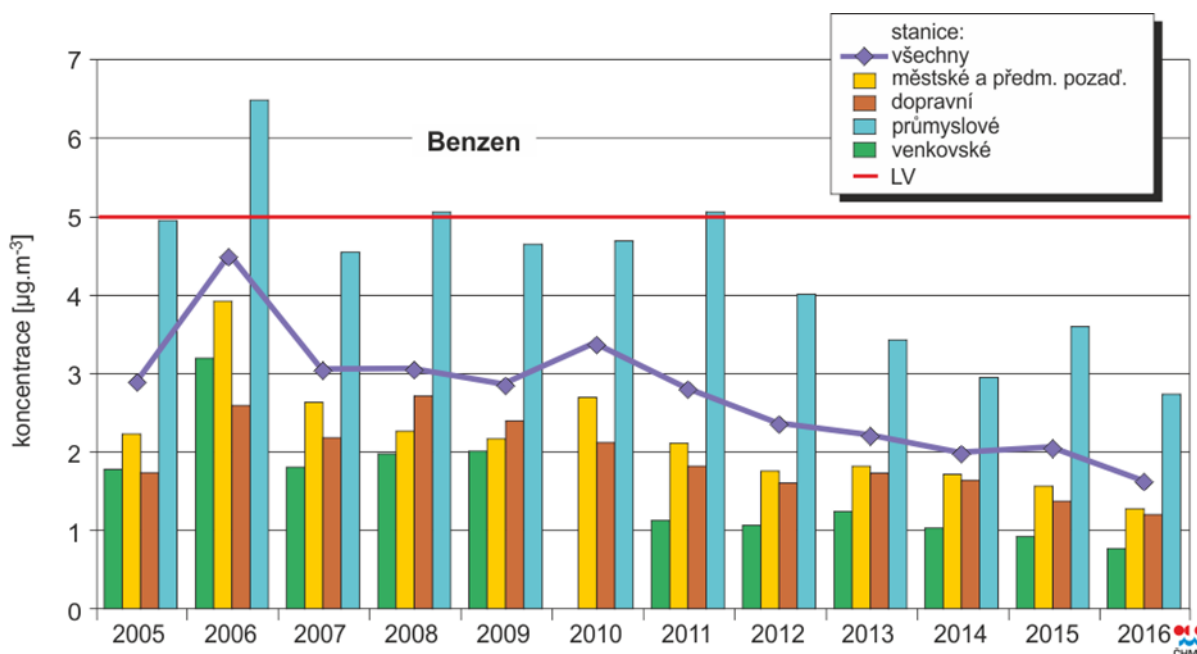
7.5 Benzen

Benzen patří do skupiny organických sloučenin, je součástí ropy, ze které se vyrábí. Přidává se do automobilového benzínu pro zlepšení oktanového čísla. Benzen je v ovzduší přítomen zejména v důsledku antropogenní činnosti. Největším zdrojem emisí benzenu a dalších VOC je nedokonalé spalování paliv vozidly. Mezi další zdroje emisí benzenu patří vytápění domácností, ropné rafinerie, distribuce a skladování benzínu.¹³⁹

Hodnota imisního limitu benzenu ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nebyla v roce 2017 překročena na žádné lokalitě. Nejvyšších koncentrací bylo, stejně jako v předešlých letech, dosaženo na stanicích v aglomeraci Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek. Roční průměrná koncentrace benzenu v ČR dosáhla v období let 2005-2016 svého maxima roku 2006. Od tohoto roku pozvolna klesá s mírným výkyvem v roce 2010. Roky 2006 a 2010 se v ČR vyznačovaly zhoršenými rozptylovými podmínkami, následkem mohla být jeho zvýšená kumulace. Nejvyšších koncentrací benzenu bývá dosahováno na stanicích klasifikovaných jako městské průmyslové a městské dopravní (graf 23). Důvodem je kumulace průmyslové výroby a automobilové

¹³⁹ *Air quality in Europe - 2013 report*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013. EEA Report. ISBN 978-92-9213-406-8. Dostupné také z: https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2013/at_download/file

dopravy ve městech. Venkovské lokality dosahují naopak nejnižších hodnot. Nejvíce se na emisích benzenu v roce 2016 podílely zdroje kategorie REZZO 4 (71,9 %), ze kterých je benzen do ovzduší vnášen výfukovými plyny i odpařováním z palivových systémů vozidel. V roce 2014 Mezinárodní agentura IARC zařadila benzen mezi lidské karcinogeny.¹⁴⁰



Graf 23: Trendy ročních charakteristik benzenu v ČR, 2005–2016

Poznámka: LV – imisní limit (limit value)

Zdroj: ČHMÚ, Grafická ročenka 2016

7.6 Oxid uhelnatý

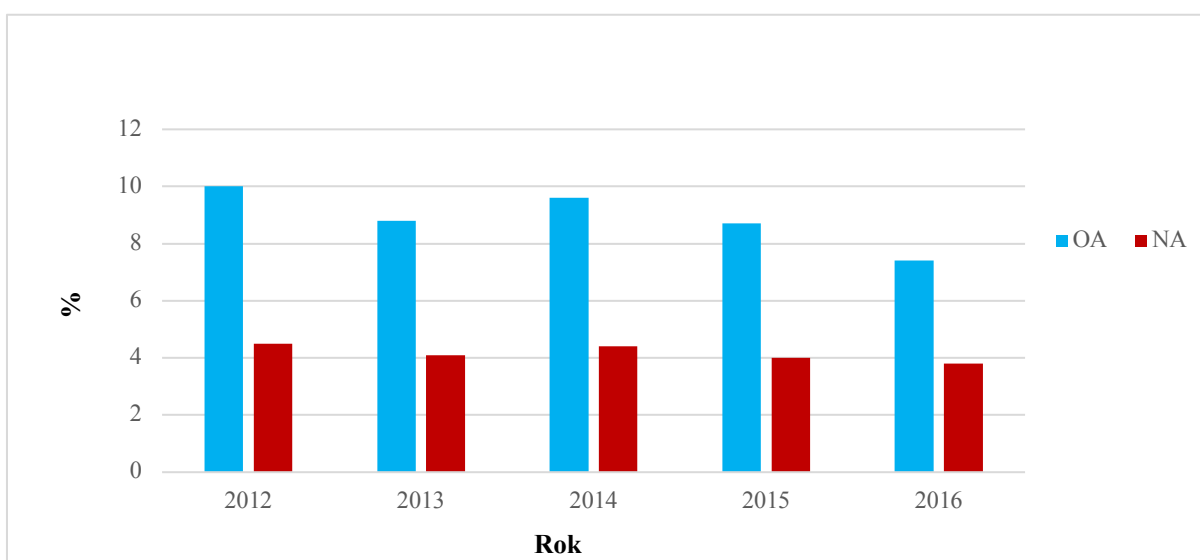
V roce 2017 nebyl, stejně i v předchozích letech, v ČR překročen osmihodinový imisní limit ($10\,000\ \mu\text{g}/\text{m}^3$) oxidu uhelnatého (CO) na žádné z lokalit. Zvýšené koncentrace CO se vyskytují především na městských lokalitách ovlivněných dopravou. Vliv dopravy také převládá podél dálnic. Na městských a venkovských pozad'ových lokalitách se pohybují koncentrace CO hluboko pod imisním limitem. Pozad'ová lokalita je místo, kde se vyskytuje úroveň znečištění, která je pro daný typ prostředí obvyklá a není bezprostředně ovlivněná lokálními zdroji.¹⁴¹

¹⁴⁰ MÜLLER, Karen ed. for Vol. 109. *IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risk to humans. Outdoor air pollution: Vol. 109.* © ChinaFotoPress. Lyon, 2016. ISBN 978-92-832-0175-5. ISSN 1017-1606. Dostupné také z: <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono109-F06.pdf>

¹⁴¹ KOLÁŘOVÁ, L., OSTATNICKÁ, J., ed. Grafická ročenka 2014. In: *Portál ČHMÚ : Home* [online]. Praha: ©2018 COPYRIGHT ČHMÚ, ALL RIGHTS RESERVED [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/14groc/gr14cz/Obsah_CZ.html

Emise oxidu uhelnatého jsou produktem spalování paliv obsahujících uhlík za nízké teploty a nedostatku spalovacího vzduchu. Největší množství emisí CO, vzniká při lokálním vytápění domácností, v roce 2016 představovalo 66,5 % z celorepublikových emisí CO. Mezi další významné zdroje patří také silniční doprava (osobní automobily 7,4 %). Klesající trend emisí CO, v letech 2007-2016, byl způsoben především přirozenou obnovou vozového parku a zavedením katalyzátorů výfukových plynů (katalytický konvertor), které mění jedovatý CO na „pouze“ nedýchatelný CO₂. Na nosiči (jemná struktura s velkým povrchem) z keramiky nebo oceli je tenká katalytická vrstva (rhodium – redukční, platina – oxidační), která při provozní teplotě (400-800 °C) umožní oxidaci CO a nespálených uhlovodíků na CO₂ a H₂O a redukcí NO_x na N₂ a O₂.

Podíl sektoru „silniční doprava“ (NA a OA) na celkových emisích CO v letech 2012-2015 je uveden v grafu 24.



Graf 24: Podíl sektoru „silniční doprava“ (NA a OA) na celkových emisích CO v ČR, 2012-2016

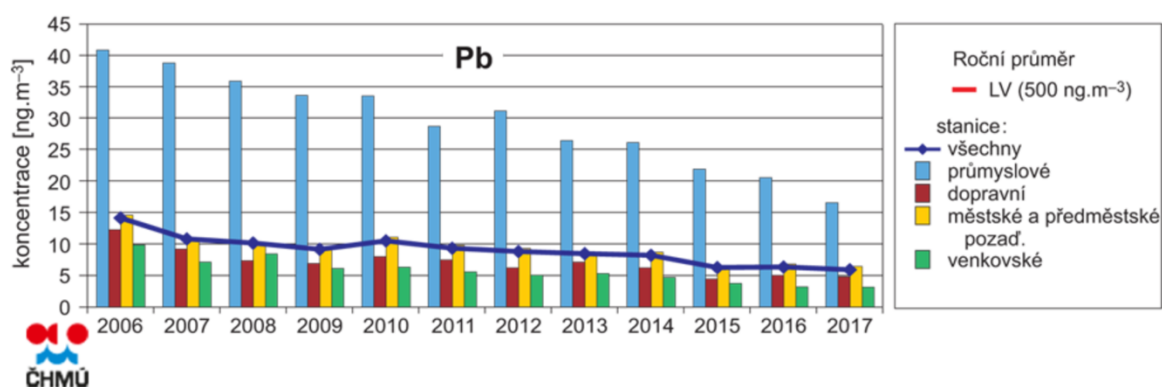
Zdroj: ČHMÚ, Grafická ročenka 2013-2017

7.7 Těžké kovy

Do skupiny těžkých kovů jsou řazeny kovy se specifickou měrnou hmotností větší než $4,5 \text{ g/cm}^3$ a jejich sloučeniny. Těžké kovy jsou přirozenou součástí fosilních paliv. Jejich množství při spalování závisí na druhu paliva, typu spalovacího zařízení a na teplotě spalování, která ovlivňuje těkavost těžkých kovů. Kromě spalovacích procesů existuje i řada zdrojů fugitivních emisí s těžkými kovy (např. částice z otěrů brzd a pneumatik). Emise těžkých kovů ze sektoru silniční doprava – otěry pneumatik a brzd jsou významné zejména u olova. Průměrné roční koncentrace všech sledovaných kovů v uplynulých letech mírně klesaly s výjimkou roku 2010 a 2013. Jejich příčina není zatím objasněna. V oblastech neovlivněných průmyslovou výrobou bývají průměrné roční koncentrace všech těžkých kovů vyšší ve městech. Je zde souvislost s akumulací průmyslové výroby a vyšší intenzitou dopravy. Zdrojem grafů 25-28 je Grafická ročenka 2017.¹⁴²

7.7.1 Olovo

Od 1. ledna 2001 se v ČR nesmí používat olovnaté pohonné hmoty v silniční dopravě.¹⁴³ Roční imisní limit olova (500 ng/m^3) nebyl v roce 2017 překročen na žádné z lokalit. Většina olova obsaženého v atmosféře pochází z antropogenních emisí (výroba železa a oceli, silniční doprava atd.). Otěry pneumatik a brzd jsou významné zejména u olova s podílem 41,4 % na celkových emisích této znečišťující látky.



Graf 25: Trendy ročních charakteristik olova v ČR, 2006–2017

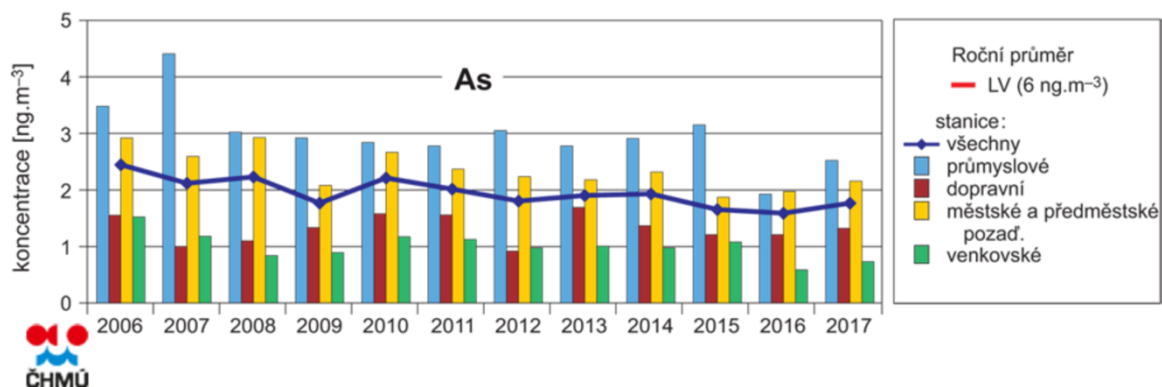
Zdroj: ČHMÚ, Grafická ročenka 2017

¹⁴² BALÁKOVÁ, L., ed. Grafická ročenka 2017. In: *Portál ČHMÚ : Home* [online]. Praha: © 2018 COPYRIGHT ČHMÚ, ALL RIGHTS RESERVED [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/17groc/gr17cz/II_ovzd_CZ.html

¹⁴³ ČESKO. Zákon č. 152 ze dne 19. dubna 2017, kterým se mění zákon č. 311/2006 Sb., o pohonných hmotách a čerpacích stanicích pohonných hmot a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o pohonných hmotách), ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2017, částka 52, s. 1456-1462. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2017-152>

7.7.2 Arsen

Roční imisní limit arsenu (6 ng/m^3) byl v roce 2017 překročen pouze na jedné lokalitě z celkem 47 lokalit s platným ročním průměrem. Podíl sektoru silniční doprava (otěry pneumatik a brzd) se na celkových emisích arsenu v roce 2016 podílely 3,9 %.

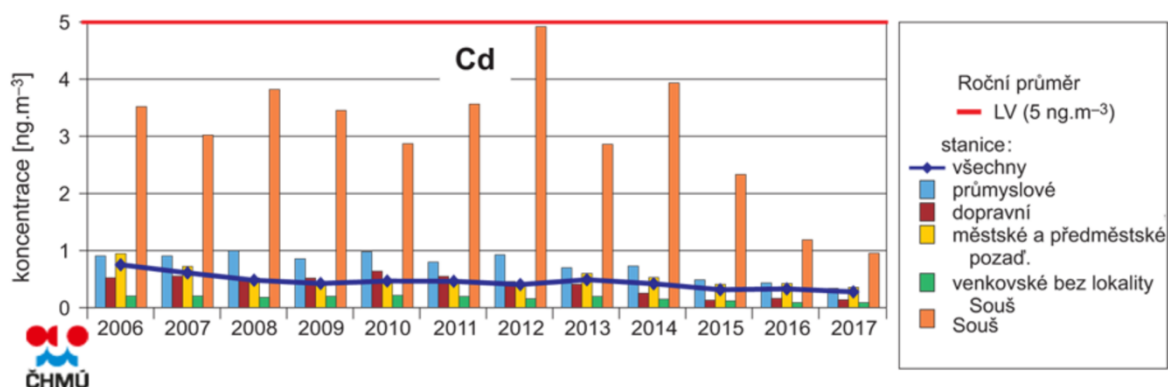


Graf 26: Trendy ročních charakteristik arsenu v ČR, 2006–2017

Zdroj: ČHMÚ, Grafická ročenka 2017

7.7.3 Kadmium

Tato látka je navázána převážně na částice s aerodynamickým průměrem do $2,5 \mu\text{m}$. Mezi hlavní zdroje v ČR patří veřejná energetika a výroba tepla, výroba železa a oceli a také silniční doprava. Existuje i řada zdrojů fugitivních emisí obsahujících těžké kovy. Jedná se o emise volně unikající do ovzduší, např. sopečné plyny nebo částice z otěrů brzd a pneumatik. Koncentrace kadmia jsou na většině území ČR dlouhodobě podlimitní.

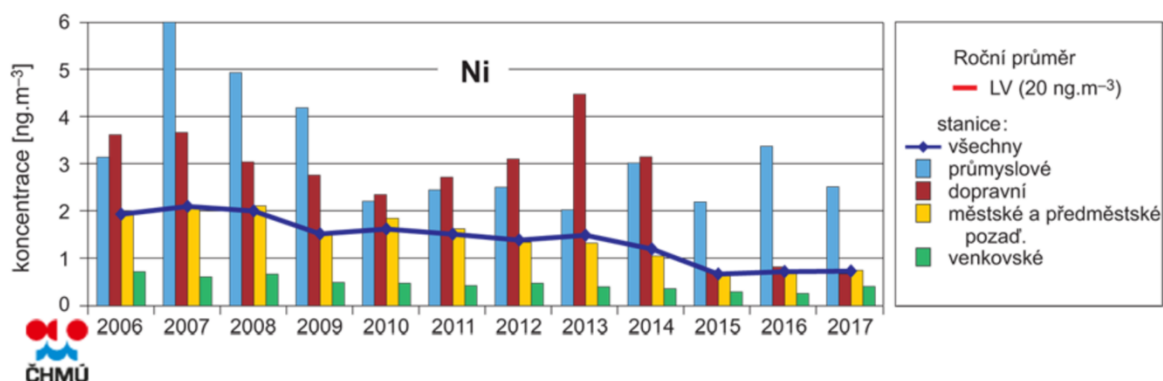


Graf 27: Trendy ročních charakteristik kadmia v ČR, 2006–2017

Zdroj: ČHMÚ, Grafická ročenka 2017

7.7.4 Nikl

Roční imisní limit niklu (20 ng/m^3) nebyl v roce 2016 překročen na žádné z 45 lokalit. Koncentrace niklu jsou dlouhodobě velmi nízké na celém území ČR. Podíl sektoru silniční doprava (otěry pneumatik a brzd) se na celkových emisích niklu v roce 2016 podílely 8,1 %.



Graf 28: Trendy ročních charakteristik niklu v ČR, 2006–2017

Zdroj: ČHMÚ, Grafická ročenka 2017

7.8 Látky bez imisního limitu

Těkavé organické látky (VOC) ovlivňují stav a kvalitu ovzduší. Spolu s oxidy dusíku se VOC významně podílí na procesu tvorby přízemního ozonu a dalších znečišťujících látek. Podle zákona o ochraně ovzduší je těkavou organickou látkou jakákoli organická sloučenina nebo směs organických sloučenin, s výjimkou methanu, která při $20 \text{ }^\circ\text{C}$ má tlak par $0,01 \text{ kPa}$ nebo více, nebo má odpovídající těkavost za konkrétních podmínek jejího použití. Vzhledem k rozsahu různě dlouhé reaktivity jednotlivých VOC a k jejich množství nebyl u těchto látek stanoven imisní limit. Mohou být součástí barev, laků, lepidel a farmaceutických přípravků. Uvolňují se při skladování a použití ropných produktů. VOC vznikají také při nedokonalém spalování.

Největší množství emisí VOC vzniklo v roce 2016 v sektoru lokální vytápění domácností (46,8 %). Podíl dopravy včetně odparů z palivového systému vozidel činil 7,5 %. Celkové emise VOC měly v období let 2008–2016 klesající trend. Vlivem neustálé obnovy vozového parku dochází i k průběžnému snižování emisí VOC z dopravy.¹⁴⁴

¹⁴⁴ BALÁKOVÁ, L., ed. Grafická ročenka 2017. In: *Portál ČHMÚ : Home* [online]. Praha: © 2018 COPYRIGHT ČHMÚ, ALL RIGHTS RESERVED [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/17groc/gr17cz/II_ovzd_CZ.html

8 Emise skleníkových plynů

Skleníkové plyny se vyskytují v atmosféře Země. Nejvíce přispívají k tzv. skleníkovému jevu (efektu). Nejvýznamnější skleníkové plyny přirozeného původu jsou vodní pára, oxid uhličitý, metan a oxid dusný. Mohou také vznikat lidskou činností, způsobují zesilování tzv. skleníkového efektu, přispívají ke globální změně klimatu.

Koncentrace CO₂ vzrostla od poloviny 18. století (preindustriální období) z hodnot kolem 280 ppm na hodnotu 379 ppm v roce 2005 a v současnosti (2018) dosahuje již hodnot vyšších než 400 ppm. Jde tak pravděpodobně o nejvyšší hodnotu, které bylo za uplynulých 650 tisíc let dosaženo (hodnoty se v této minulosti pohybovaly přibližně v rozpětí 180 až 300 ppm). Roku 1960 bylo emisí CO₂ na jednoho obyvatele zeměkoule přibližně 3 tuny, roku 1990 4 tuny a roku 2010 necelých 5 tun.¹⁴⁵

Nejvýznamnějším antropogenním zdrojem skleníkových plynů v ČR je energetika, zde produkce CO₂ poklesla. Opakem je doprava, jejíž emise CO₂ rostou, od roku 1990 je patrný více než dvojnásobný nárůst (2,3krát), což je dáno obecně rozvojem dopravy, zejména individuální automobilové dopravy a silniční nákladní dopravy.¹⁴⁶

Poprvé v historii se budou standardizovaným způsobem měřit a sledovat emise z nových těžkých vozidel registrovaných v EU. Podle Evropské agentury pro životní prostředí překračovaly v roce 2015 emise skleníkových plynů ze silniční dopravy úroveň z roku 1990 o 19 %. V roce 2015 se odvětví silniční dopravy na celkových emisích skleníkových plynů z dopravy, které zahrnují rovněž leteckou a mezinárodní lodní dopravu, podílelo 73 %. Z tohoto objemu emisí bylo 44,5 % vyprodukováno osobními automobily a 18,8 % těžkými vozidly. V zájmu splnění cílů politiky v oblasti klimatu do roku 2030 však EU usiluje o snížení emisí skleníkových plynů z dopravy do roku 2030 o přibližně 20 % oproti úrovni z roku 2008.¹⁴⁷

¹⁴⁵ *The World Bank Group: CO₂ emissions (metric tons per capita)* [online]. In: © 2019 The World Bank Group, All Rights Reserved. [cit. 2019-02-28]. Dostupné z: <https://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.PC>

¹⁴⁶ BALÁKOVÁ, L., ed. Grafická ročenka 2017. In: *Portál ČHMÚ : Home* [online]. Praha: © 2018 COPYRIGHT ČHMÚ, ALL RIGHTS RESERVED [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/17groc/gr17cz/II_ovzd_CZ.html

¹⁴⁷ RADA EU. *Tisková zpráva: Emise CO₂ z nákladních automobilů, autobusů a autokarů: předběžná dohoda s Evropským parlamentem ohledně nových pravidel pro sledování a vykazování emisí* [online]. Brusel: © Evropská unie, 2019, 2018, 27. 3. 2018 [cit. 2019-02-28]. Dostupné z: <https://www.consilium.europa.eu/cs/press/press-releases/2018/03/27/co2-emissions-of-lorries-buses-and-coaches-provisional-agreement-with-parliament-on-new-rules-for-monitoring-and-reporting/>

Podíl emisí CO₂ na celkových emisích skleníkových plynů v roce 2016 byl 82,2 %. Problematiku snížení emisí skleníkových plynů řešil Kjótský protokol, Pařížská dohoda či zasedání v Lucembursku v říjnu 2018.^{148,149}

Údaj o množství emisí oxidu uhličitého na jeden ujetý kilometr byl v roce 2017 součástí i těch nejzákladnějších informací o autě. Limitní množství CO₂ nestanovuje žádný z evropských emisních standardů. Dle evropské agentury pro životní prostředí (EEA) činila v roce 2015 průměrná hodnota vypuštěných emisí CO₂ u nových aut v EU 119,6 g/km.¹⁵⁰

Emise CO₂ jsou v podstatě přímo úměrné spotřebě paliva, lze je přibližně spočítat. Průměrná spotřeba v litrech na 100 km, se vynásobí koeficientem 23,69 (pro naftu 26,58), výsledkem je produkce CO₂. Např. sedmi litrům benzínu odpovídá 166 g CO₂/km. Doprava se na celkové produkci CO₂ podílí asi jen 13 %. Emisními normami se mají v rámci EU omezit i emise oxidu uhličitého ve výfukových plynech osobních automobilů. V současné době se průměrné emisní hodnoty pohybují okolo 130 g CO₂/km. Dle nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 443/2009 se mají emise CO₂ do roku 2020 snížit na 95 g CO₂/km za celý vozový park nových automobilů (tzv. flotilový průměr). Emisní limity jsou stanoveny zvlášť pro každého výrobce dle velikostních parametrů vyráběných automobilů. Podle rozhodnutí evropské komise jsou automobilkám od roku 2012 udělovány pokuty za každý gram CO₂ nad stanovený limit flotilových emisí. Pokuta rok od roku stoupá. V roce 2012 platily automobilky 5 € za každý nadlimitní gram, v roce 2019 bude pokuta činit 95 €. Od roku 2021 bude limit pouhých 95 g/km.¹⁵¹

¹⁴⁸ MIHULKA, Stanislav. *Tam kde selhal Kjótský protokol, může uspět Pařížská dohoda* [online]. © 2019 Copyright CZECH NEWS CENTER, 2018 [cit. 2019-02-28]. Dostupné z: <https://vtm.zive.cz/clanky/tam-kde-selhal-kjotsky-protokol-muze-uspět-parizska-dohoda/sc-870-a-191862/default.aspx>

¹⁴⁹ Evropská osmadvacítka se dohodla na společné pozici k návrhu snižování emisí CO₂ z osobních aut a lehkých užitkových vozidel. In: © 2008–2018 *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha, 10. 10. 2018 [cit. 2018-10-31]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/news_181010_emise_auta

¹⁵⁰ DUSIL, Tomáš. Emise oxidu uhličitého: Je horší auto, letadlo, nebo sopka? Dostupné z: <http://www.auto.cz/emise-oxidu-uhliciteho-107382>

¹⁵¹ SAJDL, Jan. Oxid uhličitý CO₂. *Autolexicon.net* [online]. Copyright © 2019 autolexicon.net. [cit. 2019-02-28]. ISSN 1804-2554. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/oxid-uhlicity-co2/>

9 Kvalita vnějšího ovzduší v Olomouckém kraji

Výše uvedená problematika o nárůstu silniční dopravy, jí produkovaných emisích a kvalitativních a kvantitativních změnách vnějšího ovzduší na území ČR za období 2010-2017 je koncipovaná jako chronologicky seřazené informace dostupné na veřejně přístupných sítích internetu. Tato obsáhlá informace o stavu vnějšího ovzduší v ČR je bází pro vyhodnocení stejného problému v Olomouckém kraji (OLK).

Na základě ústavního zákona č. 347/1997 Sb., ze dne 3. prosince 1997, o vytvoření vyšších územních samosprávných celků, byla Česká republika 1. ledna 2000 rozdělena na 14 krajů.¹⁵² Olomoucký kraj představuje 6,7 % z celkové rozlohy ČR, k 31. 12. 2017 dosáhla celková výměra kraje 5 271,55 km². Rozkládá se ve střední části Moravy a zasahuje i do její severní části. Z hlediska územněsprávního tvoří spolu se Zlínským krajem region soudržnosti Střední Morava (NUTS 2). Člení se na pět okresů (Jeseník, Olomouc, Prostějov, Přerov a Šumperk - obr. 9).¹⁵³ K 31. 6. 2018 měl Olomoucký kraj celkem 632 492 obyvatel, tj. 6,1 % z celkového počtu obyvatel ČR. Je šestý nejlidnatější mezi 14 kraji ČR, průměrná hustota zalidnění je 121,1 obyvatel/km². Průměrný věk obyvatel v Olomouckém kraji celkově činí 41,5 let (muži 39,9 let a ženy 43,0 let). Obyvatelé Olomouckého kraje žijí ve 402 obcích, z nichž má 30 přiznaný statut města a 12 statut městyse. V městech bydlí 56,4 % obyvatel z celkového počtu osob Olomouckého kraje. Statutárními městy jsou krajské město Olomouc a města Přerov a Prostějov.¹⁵⁴

Zprávy o životním prostředí v krajích ČR jsou počínaje rokem 2015 (tj. počínaje zprávami o životním prostředí v krajích ČR za rok 2014) každoročně zpracovávány na základě zákona č. 123/1998 Sb., o právu na informace o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů.¹⁵⁵ Tyto informace veřejně přístupné na sítích internetu a příslušná zdrojová literatura uváděná jako „poznámka pod čarou“ jsou základem pro vyhodnocení uvedené problematiky.

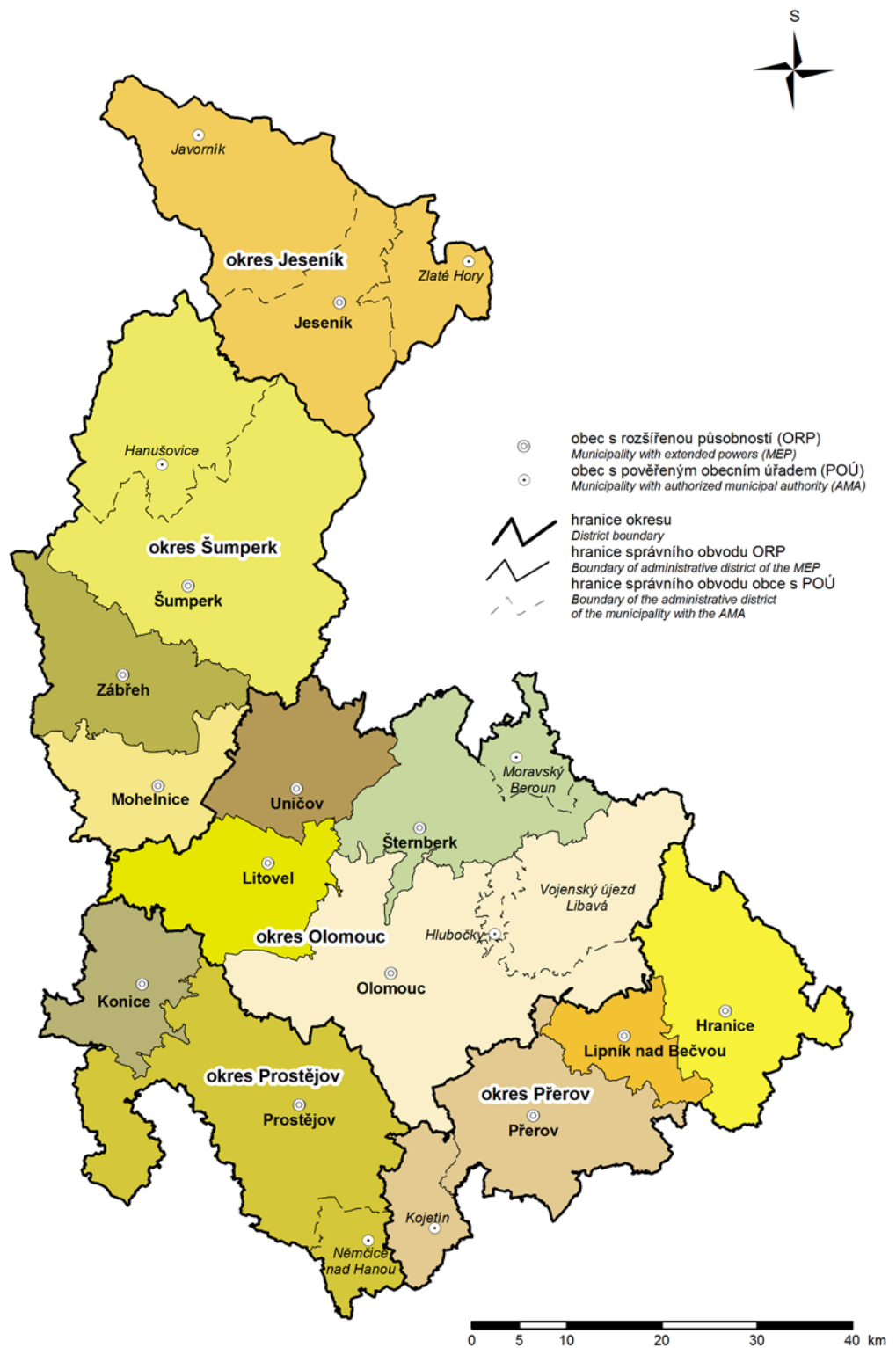
¹⁵² ČESKO. Ústavní zákon č. 347 ze dne 3. prosince 1997. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 1997, částka 114, s. 7018. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-347>

¹⁵³ ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. *Statistická ročenka Olomouckého kraje 2018* [online]. Olomouc, 28. prosinec 2018: © Český statistický úřad / Czech Statistical Office, Olomouc, 2018, 250 s. [cit. 2019-02-28]. ISBN 978-80-250-2893-3. Dostupné z:

<https://www.czso.cz/documents/10180/59807269/33009618.pdf/17fda9d7-3d7f-4b81-84b5-2c3e2ebf3777>

¹⁵⁴ OLOMOUCKÝ KRAJ. *O Olomouckém kraji* [online]. Olomouc: © Krajský úřad Olomouckého kraje, 2018 [cit. 2019-02-28]. Dostupné z: <https://www.kr-olomoucky.cz/o-olomouckem-kraji-cl-1362.html>

¹⁵⁵ ČESKO. Zákon č. 123 ze dne 13. května 1998 o právu na informace o životním prostředí. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 1998, částka 42. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1998-123>



Obr. 9: Administrativní členění Olomouckého kraje k 1. 1. 2018

Zdroj: ČSÚ

9.1 Silniční infrastruktura a vozový park

Informace o infrastruktuře silniční dopravy a vývoji silničního parku v letech 2010-2017 v OLK jsou podkladem pro hodnocení vývojových změn kvality vnějšího ovzduší v tomto kraji. V rámci rozvoje dopravní infrastruktury byla v roce 2017 realizována výstavba dálnice D1 v úseku Přerov – Lipník nad Bečvou v délce 14,3 km, po dokončení se sníží dopravní zátěž obcí ležících na silnici I/47. Dopravní dostupnost kraje zajišťuje 3 590,3 km silnic, z nichž je 126,7 km dálnic. Bližší údaje podle okresů k 1. 7. 2017 jsou uvedené v tabulce 5.¹⁵⁶

Tabulka 5: Délka silniční sítě podle okresů Olomouckého kraje k 1. 7. 2017 (km)

	Délka silnic a dálnic (km)	v tom						
		dálnice			silnice			
		celkem	v tom		celkem	v tom		
			I. třídy	II. třídy		I. třídy	II. třídy	III. třídy
Olomoucký kraj	3 590,3	126,7	36	90,7	3 463,6	349,6	939,3	2 174,7
Jeseník	295	-	-	-	295	70	124	101
Olomouc	1 089	50	-	50	1 038	71	298	669
Prostějov	674	33	8	25	641	8	167	466
Přerov	709	38	29	10	670	85	167	419
Šumperk	823	5	-	5	818	115	183	520

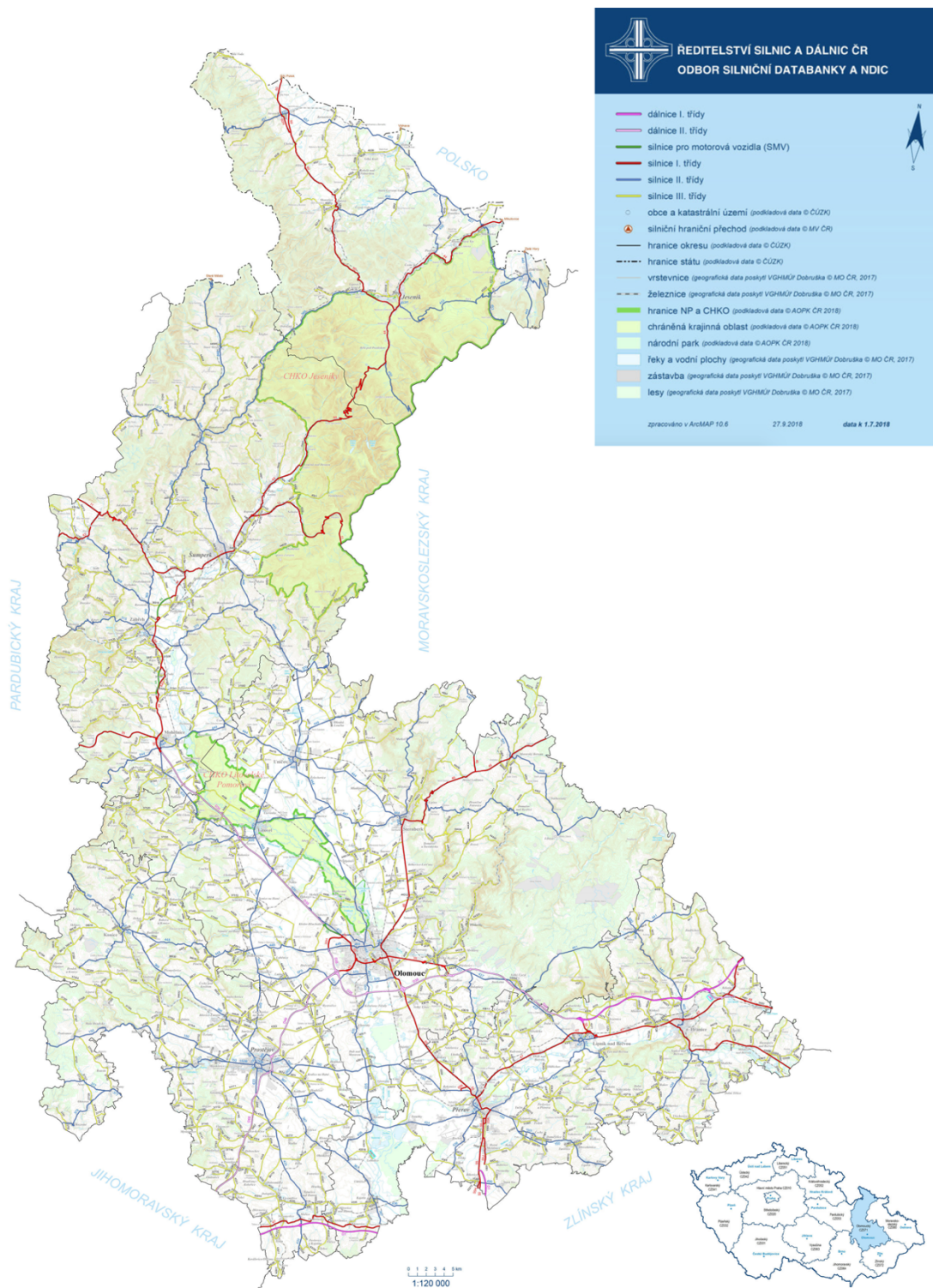
Zdroj: ŘSD

Základní komunikační síť kraje tvoří tahy dálnic, rychlostních komunikací, silnic I. třídy a hlavní tahy krajského významu (obr. 10).¹⁵⁷ Technický stav vozovek silniční sítě se podílí na znečištění vnějšího ovzduší suspendovanými částicemi. Pro hodnocení technického stavu vozovek silniční sítě byly použity výsledky analýz provedených firmou Pavex Consulting, s.r.o. v letech 2011–2012. Stavebně-technický stav vozovek byl hodnocen pěti body: 1–výborný, 2–dobrý, 3–vyhovující, 4–nevyhovující a 5–havarijní. Závěry hodnocení stavebně-technického stavu silniční sítě II. tříd byly následující: z hlediska jednotlivých oblastí Olomouckého kraje byl nejlépe průměrnou známkou hodnocen stav povrchu vozovek v okrese Jeseník, nejhůře byl hodnocen okres Olomouc, kde bylo i nejvíce havarijních úseků.¹⁵⁸

¹⁵⁶ *Silnice a dálnice v České republice | 2017* [online]. Praha: © 2015 Ředitelství silnic a dálnic ČR, 2018, 24 s. [cit. 2019-03-01]. Dostupné z: https://www.rsd.cz/wps/wcm/connect/dbc399d7-56eb-4c7a-b7ef-aef2283647a0/ŘSD+ročenka+2017_CZE_web.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=dbc399d7-56eb-4c7a-b7ef-aef2283647a0

¹⁵⁷ Náhledy map silniční a dálniční sítě ČR po krajích: Olomoucký kraj [online]. In: Praha: © 2015 Ředitelství silnic a dálnic ČR, 1. 7. 2018 [cit. 2019-02-24]. Dostupné z: https://www.rsd.cz/wps/wcm/connect/9e2e6f60-930c-4b33-acc8-9795584cb516/ol_kraj_187.jpg?MOD=AJPERES

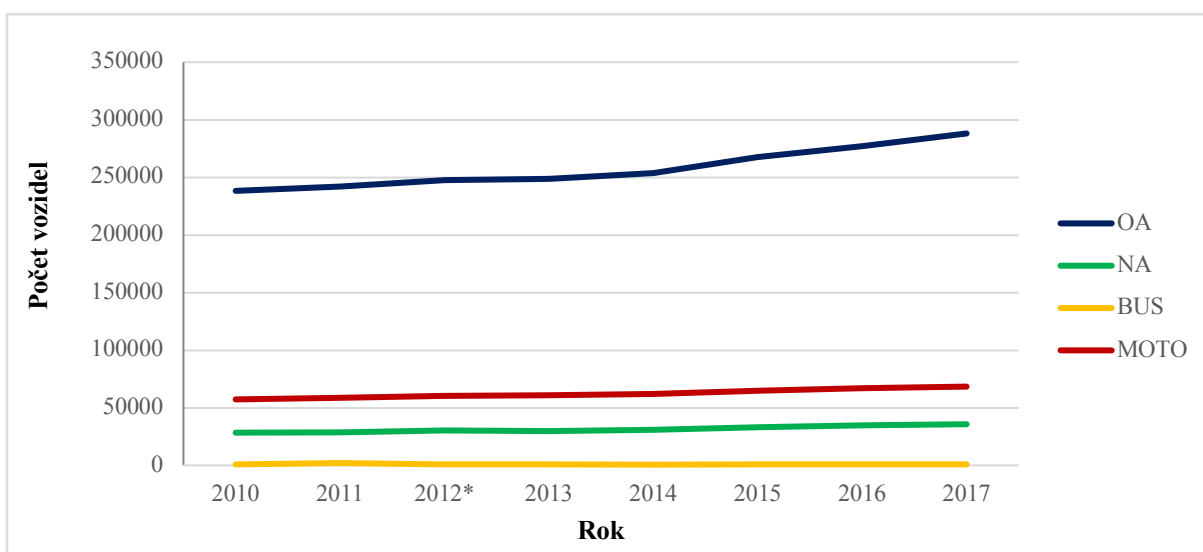
¹⁵⁸ Koncepce optimalizace a rozvoje silniční sítě II. a III. třídy Olomouckého kraje do roku 2020. In: *Olomoucký kraj* [online]. Olomouc: © Krajský úřad Olomouckého kraje [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: <https://www.kr-olomoucky.cz/koncepce-rozvoje-silnic-ii-a-iii-tridy-cl-255.html>



Obr. 10: Silniční a dálniční síť Olomouckého kraje

Zdroj: ŘSD

V grafu 29 je uveden přehled o počtu vybraných silničních vozidel v letech 2010 až 2017 registrovaných v Olomouckém kraji. V roce 2012 byl CRV převeden z gesce Ministerstva vnitra pod Ministerstvo dopravy. Proto následující upozornění: v grafu 29 je kalendářní rok 2012 označen hvězdičkou vzhledem k této informaci: Údaje k 1. 7. 2013 - z důvodu přechodu na nový systém evidence vozidel v CRV v souladu s legislativou EU nejsou údaje k 31. 12. 2012 k dispozici. Pro sestrojení grafu 29 byly použity číselné údaje ze zdrojové literatury uvedené jako poznámka pod čarou. Podle informací z CRV se v roce 2017 počet registrovaných osobních automobilů v Olomouckém kraji navýšil o 49 847 na celkový počet 288 152. U nákladních automobilů se počet navýšil o 7 329 na celkový počet 35 730 vozidel. Počet autobusů stoupl o pouhých 6 kusů na celkový počet 672 vozidel a celkový počet motocyklů registrovaných k 1. 1. 2018 činil 68 389, nárůst byl o 11 115 kusů. Celkový nárůst motocyklů, osobních a nákladních automobilů a autobusů byl za uvedené období 68 297 motorových vozidel (graf 29).¹⁵⁹



Graf 29: Souhrnný přehled o vybraných vozidlech registrovaných v OLK

Poznámka:

OA = osobní automobily, NA = nákladní automobily, BUS = mikrobuses a autobusy a MOTO = motocykly

Zdroj: CRV

¹⁵⁹ KASTLOVÁ, Olga a Radek HOUŠŤ. *Ročenka dopravy České republiky 2017* [online]. Ministerstvo dopravy, 2017 [cit. 2018-10-28]. ISBN 1801-3090. Dostupné z: https://www.sydos.cz/cs/rocenka_pdf/Rocenka_dopravy_2017.pdf

Stupeň automobilizace v ČR v roce 2017 charakterizovaný počtem osobních automobilů na 1000 obyvatel je 525 osobních automobilů.¹⁶⁰ Z literárních údajů vyplývá, že odhadovaný současný stupeň automobilizace v Olomouckém kraji je cca 1:2,5 (tj. 1 osobní automobil na 2,5 obyvatele). Olomoucký kraj se vyznačuje nízkou mírou automobilizace (422 osobních automobilů na 1 000 obyvatel) a pomalou obměnou vozového parku (2,7 % nových vozidel na celkové velikosti vozového parku). Stupeň motorizace a stupeň automobilizace vyjádřený počtem obyvatel na jedno motorové vozidlo, či na jeden osobní automobil, vyjadřuje míru vybavení prostředky automobilové dopravy. Tento údaj je základním parametrem, který ovlivňuje potřeby statické dopravy a spolu s vývojem ročního proběhu vozidel a celkovou hybností určuje celkový nárůst intenzit dopravy na komunikační síti. Není známo, kde leží tzv. bod nasycení (saturace) vozového parku, tj. taková míra automobilizace, která již bude víceméně stabilní a dále neporooste. Hlavními faktory rychlosti, kterou se společnost přibližuje bodu nasycení, je bohatství společnosti, náklady na provoz motorového vozidla a specifika dané země. Růst intenzity automobilové dopravy ovlivňuje řada faktorů - dělba přepravní práce mezi automobilovou dopravou a ostatními druhy doprav, stupeň automobilizace a proběh vozidel. Z rozboru dosavadního vývoje automobilizace je zřejmé, že v posledních letech růst zpomaluje. Lze předpokládat, že hodnoty stupně automobilizace (tj. počet obyvatel na 1 automobil) budou směřovat k úrovni 1:1,8. Současný stupeň automobilizace v Olomouckém kraji dosahuje cca 1:2,5. To představuje zvýšení počtu osobních automobilů o 50 %.¹⁶¹

Z výše uvedeného početního nárůstu vybraných kategorií silničních vozidel vyplývá zvýšení intenzity silničního provozu. Hustota čili intenzita dopravy, informuje o zatěžování silnic dopravním provozem. Nejčastěji se měří denní intenzita dopravy, tj. počet automobilů, který daným místem projede za 24 hodin.¹⁶²

Intenzita dopravy stoupá i v samotných městech, kde způsobuje dopravní komplikace a negativně působí na životní prostředí, především na kvalitu vnějšího ovzduší. Situaci v Olomouci by měl zlepšit odklon tranzitní dopravy mimo město na dálnici D35. Znečištění vnějšího ovzduší emisemi ze silniční dopravy představuje dlouhodobý problém v ČR.

¹⁶⁰ DOLÍNEK, Petr, ed. *Ročenka dopravy Praha 2017* [online]. In: . Praha: © TSK hl. m. Prahy, a.s., 2018, 2018 [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: <http://www.tsk-praha.cz/static/udi-rocenka-2017-cz.pdf>

¹⁶¹ Koncepce optimalizace a rozvoje silniční sítě II. a III. třídy Olomouckého kraje do roku 2020. In: *Olomoucký kraj* [online]. Olomouc: © Krajský úřad Olomouckého kraje [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: <https://www.kr-olomoucky.cz/koncepce-rozvoje-silnic-ii-a-iii-tridy-cl-255.html>

¹⁶² Intenzity dopravy na dálnicích a silnicích I. třídy ČR v roce 2016. In: © 2015 *Ředitelství silnic a dálnic ČR* [online]. 2016 [cit. 2018-10-28]. Dostupné z: <https://www.rsd.cz/wps/wcm/connect/23b634b7-c224-4e0f-8e83-b9b532470ab7/pentlogram-2016.png?MOD=AJPERES>

9.2 Emise a imise vnějšího ovzduší Olomouckého kraje

Olomoucký kraj patří mezi kraje se zhoršenou kvalitou vnějšího ovzduší, která je ovlivněna především silniční dopravou, vytápěním domácností a také aktuálními meteorologickými a rozptylovými podmínkami. Podíl silniční dopravy na znečišťování vnějšího ovzduší je dán její intenzitou, která je větší především v jižní rovinaté části Olomouckého kraje, kterou procházejí hlavní silniční tahy. Stejně jako při hodnocení znečištění vnějšího ovzduší na území ČR, tak i v Olomouckém kraji je vnější ovzduší znečišťováno především suspendovanými částicemi frakce PM₁₀ a PM_{2,5}, benzo[*a*]pyrenem a přízemním ozonem. Zákon o ochraně ovzduší stanovuje imisní limity pro vybrané znečišťující látky.¹⁶³ Pro rok 2017 jsou vymezeny oblasti s překročením imisních limitů hromadně pro všechny znečišťující látky, které jsou sledovány z hlediska ochrany lidského zdraví. Ucelenou informaci o kvalitě vnějšího ovzduší na území Olomouckého kraje podává mapa oblastí s překročením imisních limitů bez zahrnutí přízemního ozonu pro alespoň jednu uvedenou znečišťující látku (SO₂, CO, PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂, benzen, Pb, As, Cd, Ni a benzo[*a*]pyren). Dle tohoto vymezení došlo v roce 2017 na 51,4 % území kraje k překročení imisního limitu pro alespoň jednu znečišťující látku. (obr. 11 a).¹⁶⁴ Je to poprvé od roku 2014 co se zastavil nárůst plochy s překročenými imisními limity pro ochranu zdraví bez zahrnutí přízemního ozonu. V roce 2014 se jednalo o 21,9 % území, v roce 2015 již to bylo 34,3 % území kraje a v roce 2016 to bylo 54,1 % území kraje. Během tří roků (2014-2016) došlo ke zvětšení území s překročením imisního limitu pro alespoň jednu znečišťující látku bez zahrnutí přízemního ozonu téměř 2,5 krát. Při hodnocení kvality vnějšího ovzduší se zahrnutím přízemního ozonu se v roce 2017 jednalo o 79,9 % území kraje (obr. 11 b).¹⁶⁵

Emise znečišťujících látek (amoniak-NH₃, oxid siřičitý-SO₂, oxid uhelnatý-CO, tuhé znečišťující látky-TZL, těkavé organické látky-VOC a oxidy dusíku-NO_x) v Olomouckém kraji v období 2008-2017 klesaly (graf 30). Klesající trend vykazují tyto látky již od roku 2000 s výjimkou oxidu siřičitého, jehož hodnoty klesaly až od roku 2006. Největší pokles v průběhu hodnoceného období byl zaznamenán u emisí NO_x, a to o 24,9 %. Emise NO_x (celkově 7,6 tisíc tun) byly emitovány především z mobilních zdrojů, resp. z dopravy (56,7 %).¹⁶⁶

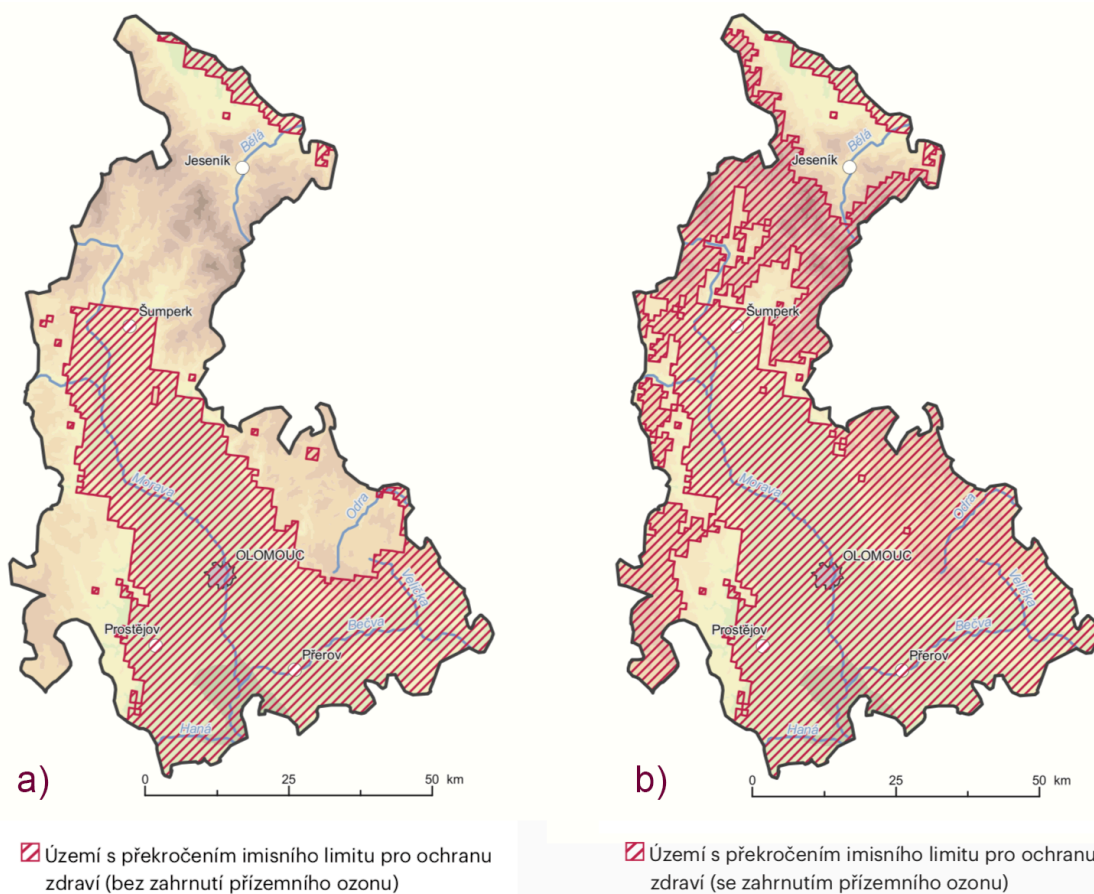
¹⁶³ ČESKO. Zákon č. 201 ze dne 2. května 2012 o ochraně ovzduší. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2012, částka 69, s. 2786-2841. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-201>

¹⁶⁴ KOCHOVÁ, T, HEJNÁ, L., ed. Zpráva o životním prostředí v Olomouckém kraji 2017. In: *Ministerstvo životního prostředí* [online]. © 2008–2019 Ministerstvo životního prostředí, 2018 [cit. 2019-03-10]. ISBN 978-80-87770-58-0. Dostupné z:

[https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zpravy_zivotni_prostredi_kraje_2017/\\$FILE/OPZPUR-Olomoucky_kraj-20190116.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zpravy_zivotni_prostredi_kraje_2017/$FILE/OPZPUR-Olomoucky_kraj-20190116.pdf)

¹⁶⁵ Tamtéž

¹⁶⁶ Tamtéž

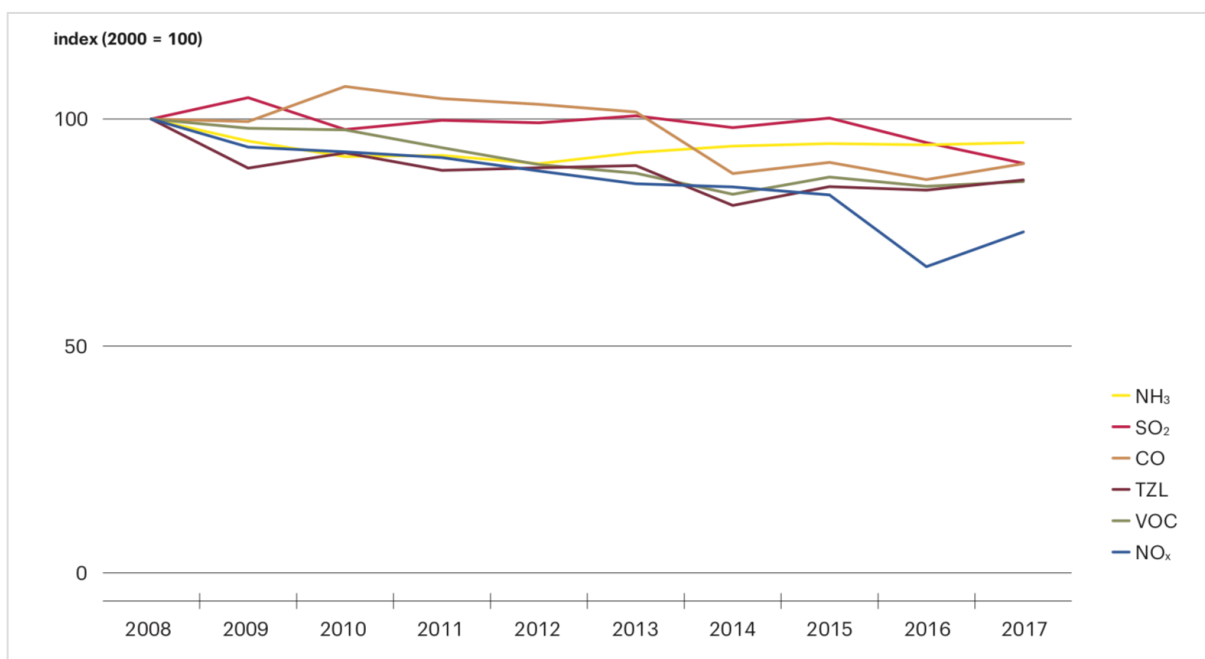


Obr. 11: a) Oblasti kraje s překročenými imisními limity pro ochranu zdraví bez zahrnutí přízemního ozonu, 2017
 b) Oblasti kraje s překročenými imisními limity pro ochranu zdraví se zahrnutím přízemního ozonu, 2017

Zdroj: ČHMÚ

ČHMÚ provozuje Smogový varovný a regulační systém (SVRS). Informace slouží k upozornění na mimořádně znečištěné ovzduší (smogovou situaci) a také k regulaci (omezení) vypouštění znečišťujících látek. Mezi sledované látky patří suspendované částice PM_{10} , oxid siřičitý (SO_2), oxid dusičitý (NO_2) a troposférický ozon (O_3). V letech 2010-2016 nebyla v Olomouckém kraji vyhlášena žádná smogová situace, v roce 2017 (leden, únor) byly vyhlášeny dvě smogové situace z důvodu vysokých koncentrací suspendovaných částic PM_{10} . V letech 2010-2017 nebyly vyhlášeny žádné smogové situace pro přízemní ozon. V zóně Střední Morava byla v roce 2014, 2015, 2016 a 2017 vyhlášena vždy 1 smogová situace z důvodu vysokých koncentrací suspendovaných částic PM_{10} v zimních měsících.¹⁶⁷

¹⁶⁷ ÚSEK OCHRANY ČISTOTY OVZDUŠÍ. Znečištění ovzduší na území České republiky: Grafické ročenky. In: *Portál ČHMÚ: Home* [online]. Praha: © 2018 COPYRIGHT ČHMÚ, ALL RIGHTS RESERVED, 2018 [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/grafroc_CZ.html.



Graf 30: Vývoj emisí znečišťujících látek, 2008–2017

Zdroj: ČHMÚ

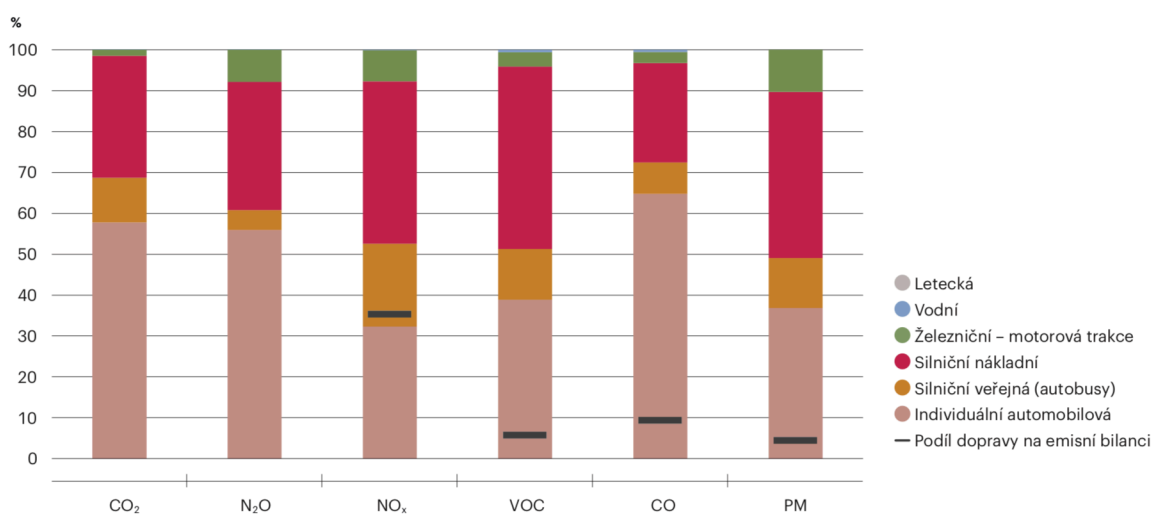
Imisní limit pro průměrnou 24hodinovou koncentraci frakce PM₁₀ (50 µg/m³), byl v roce 2014 a 2015 překročen na 5 lokalitách Olomouckého kraje (stanice Šumperk MÚ, Prostějov, Olomouc – Hejčín, Přerov, Běloutín). V roce 2016 byl překročen na jedné lokalitě (Olomouc – Hejčín) a v roce 2017 byl tento imisní limit opět překročen na čtyřech lokalitách (stanice Prostějov, Olomouc – Hejčín, Přerov, Běloutín).

Imisní limit pro roční průměrnou koncentraci benzo[*a*]pyrenu (1 ng/m³) byl v kraji v roce 2014 překročen na stanici (Olomouc - Hejčín), v roce 2015 byl překročen v kraji na 2 stanicích (Šumperk MÚ, Olomouc – Šmeralova). V roce 2016 došlo k překročení imisního limitu pro benzo[*a*]pyren také na 2 lokalitách, obě byly v Olomouci (Olomouc – Hejčín, Olomouc – Šmeralova). V roce 2017 došlo k překročení na stejných lokalitách jako v roce předchozím. Stanice Běloutín je klasifikována jako venkovská pozadřová lokalita. Ostatní výše uvedené stanice jsou klasifikovány jako městské pozadřové (pozadřová stanice je vzdálená od zdrojů a tedy široce reprezentativní pro podmínky zahrnující celý okruh města/vesnice). Ostatní imisní limity nebyly na stanicích sítě imisního monitoringu v kraji překročeny.¹⁶⁸

¹⁶⁸ KOCHOVÁ, T, HEJNÁ, L., ed. Zpráva o životním prostředí v Olomouckém kraji 2017. In: *Ministerstvo životního prostředí* [online]. © 2008–2019 Ministerstvo životního prostředí, 2018 [cit. 2019-03-10]. ISBN 978-80-87770-58-0. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zpravy_zivotni_prostredi_kraje_2017/\\$FILE/OPZPUR-Olomoucky_kraj-20190116.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zpravy_zivotni_prostredi_kraje_2017/$FILE/OPZPUR-Olomoucky_kraj-20190116.pdf)

9.3 Emisní zátěž ze silniční dopravy a kvalita vnějšího ovzduší v Olomouckém kraji

Doprava v Olomouckém kraji je významným zdrojem emisního zatížení suspendovanými částicemi frakce PM₁₀ a PM_{2,5}, oxidů dusíku a rovněž i benzo[*a*]pyrenem. Na celkových emisích jednotlivých látek z dopravy v ČR se kraj podílí cca 6 %. Největším zdrojem emisí oxidů dusíku (NO_x), těkavých organických látek (VOC) a suspendovaných částic (PM) z dopravy v Olomouckém kraji je dlouhodobě a také v roce 2017 nákladní silniční doprava, v případě emisí oxidu uhličitého (CO₂), oxidu dusného (N₂O) a oxidu uhelnatého (CO) pochází nadpoloviční podíl dopravních emisí z individuální automobilové dopravy (graf 31).¹⁶⁹



Graf 31: Emise znečišťujících látek a skleníkových plynů z jednotlivých druhů dopravy v roce 2017

Poznámka: Data celkových emisí skleníkových plynů se nesledují na krajské úrovni, z tohoto důvodu nejsou stanoveny podíly dopravy na celkových emisích skleníkových plynů v krajích.

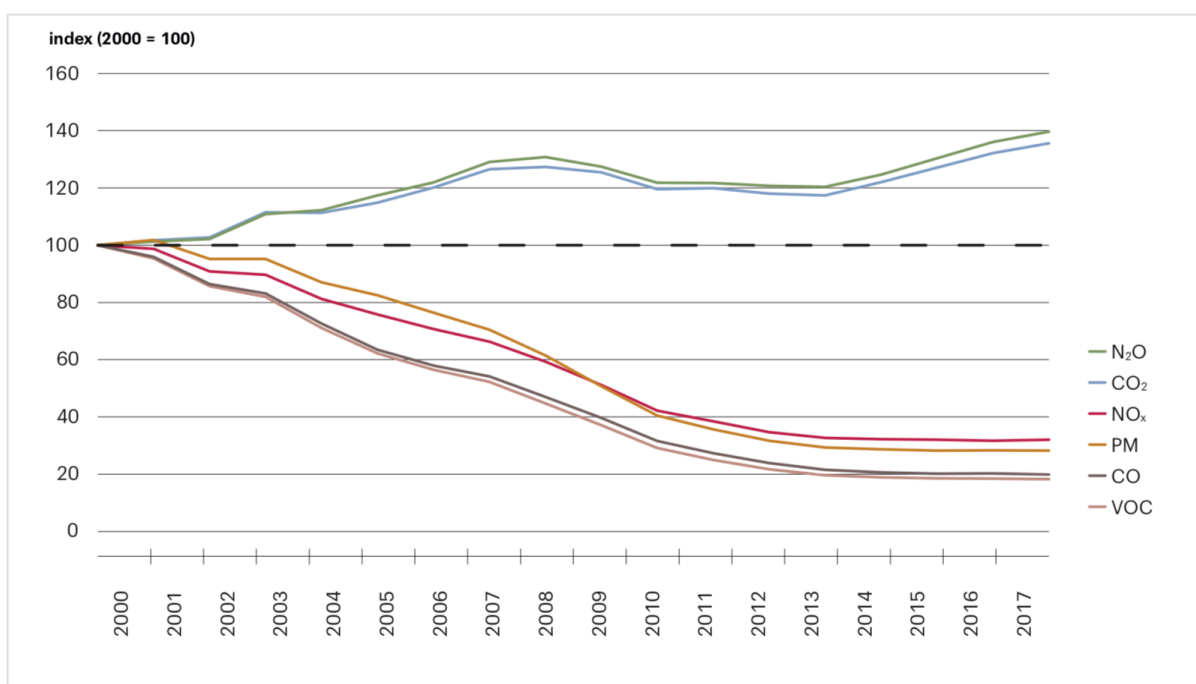
Zdroj: CDV v.v.i.

Emise oxidů dusíku (NO_x), těkavých organických látek (VOC), oxidu uhelnatého (CO) a suspendovaných částic (PM) z dopravy v Olomouckém kraji poklesly v období 2000-2017 na méně než polovinu úhrnu emisí v roce 2000 (graf 32).¹⁷⁰ Tento vývoj souvisel s obnovou vozového parku (v literatuře je hodnocena jako pomalá) a se snižováním jeho emisní

¹⁶⁹ KOCHOVÁ, T, HEJNÁ, L., ed. Zpráva o životním prostředí v Olomouckém kraji 2017. In: *Ministerstvo životního prostředí* [online]. © 2008–2019 Ministerstvo životního prostředí, 2018 [cit. 2019-03-10]. ISBN 978-80-87770-58-0. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zpravy_zivotni_prostredi_kraje_2017/\\$FILE/OPZPUR-Olomoucky_kraj-20190116.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zpravy_zivotni_prostredi_kraje_2017/$FILE/OPZPUR-Olomoucky_kraj-20190116.pdf)

¹⁷⁰ Tamtéž

náročnosti.¹⁷¹ Emise oxidů dusíku (NO_x) v roce 2017 meziročně stouply o 1,1 %, emise ostatních sledovaných látek pak mírně poklesly nebo stagnovaly. Emise skleníkových plynů (N₂O, CO₂) z dopravy provázané s vývojem spotřeby paliv v silniční dopravě v hodnoceném období mírně narůstaly. V meziročním srovnání stouply emise CO₂ z dopravy v roce 2017 o 2,6 % a emise N₂O o 2,7 %. Dynamika růstu emisí patřila v kontextu celé ČR mezi nižší. V průběhu roku 2013 se rostoucí trend emisí skleníkových plynů zvýraznil. Emise CO₂ z dopravy v roce 2016 v meziročním srovnání stouply o 4,0 % a emise N₂O o 4,3 % (graf 32). Na území kraje dosud nebyla realizována žádná nízkoemisní zóna.¹⁷²



Graf 32: Vývoj emisí znečišťujících látek a skleníkových plynů z dopravy v OLK, 2000–2017

Zdroj: CDV v.v.i.

V další části této kapitoly jsou uvedeny časové řady ročních emisí za jednotlivé druhy silniční dopravy v Olomouckém kraji v letech 2010-2017. Pro sestavení grafů 33-38 byly použity číselné údaje z literatury uvedené jako poznámka pod čarou.¹⁷³ Emise uvedené v

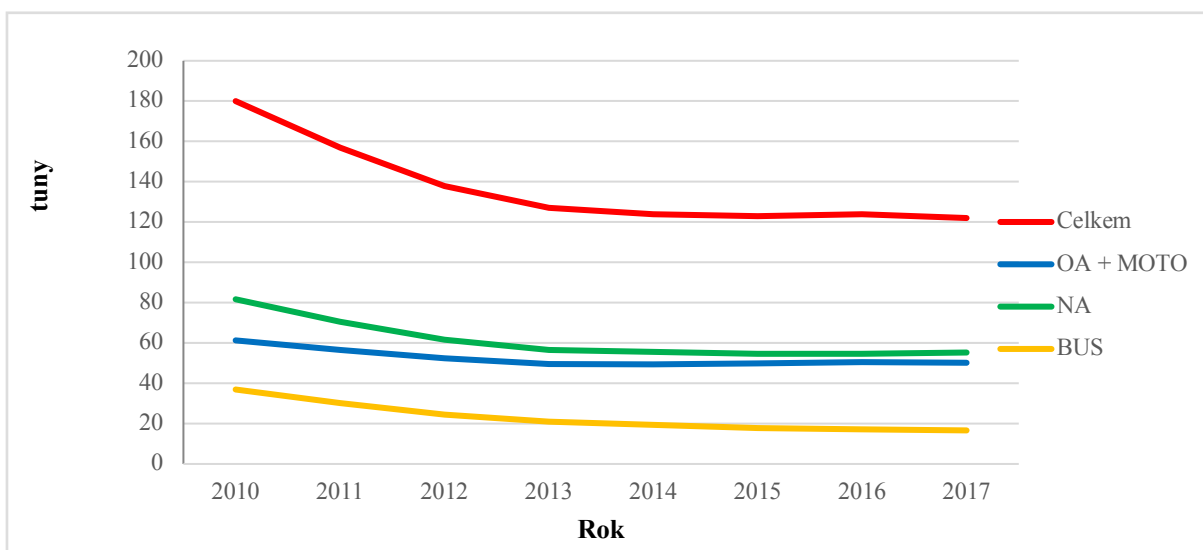
¹⁷¹ Koncepce optimalizace a rozvoje silniční sítě II. a III. třídy Olomouckého kraje do roku 2020. In: *Olomoucký kraj* [online]. Olomouc: © Krajský úřad Olomouckého kraje [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: <https://www.kr-olomoucky.cz/koncepce-rozvoje-silnic-ii-a-iii-tridy-cl-255.html>

¹⁷² KOCHOVÁ, T, HEJNÁ, L., ed. Zpráva o životním prostředí v Olomouckém kraji 2017. In: *Ministerstvo životního prostředí* [online]. © 2008–2019 Ministerstvo životního prostředí, 2018 [cit. 2019-03-10]. ISBN 978-80-87770-58-0. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zpravy_zivotni_prostredi_kraje_2017/\\$FILE/OPZPUR-Olomoucky_kraj-20190116.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zpravy_zivotni_prostredi_kraje_2017/$FILE/OPZPUR-Olomoucky_kraj-20190116.pdf)

¹⁷³ JANDOVIČ, Vilma, ed. Studie o vývoji dopravy z hlediska životního prostředí v ČR. In: *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Brno: © 2008–2019 Ministerstvo životního prostředí [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/studie_vyvoj_dopravy

grafech jsou řazené ve stejném sledu jako v kapitole 3. Jedná se o látky znečišťující vnější ovzduší, na které se vztahují emisní limity. Data do roku 2016 prezentují konečný stav, data za rok 2017 stav předběžný. Od roku 2011 do roku 2013 došlo k poklesu většiny sledovaných emisí, pravděpodobně díky postupné obnově vozového parku a v souvislosti s platností nové legislativy. Výjimkou byly emise CO₂ a PAU, jejichž hodnoty narostly. Může zde být souvislost se zvyšující se spotřebou pohonných hmot. V období 2014-2016 opět došlo k výraznému nárůstu prodeje motorové nafty.

Produkce suspendovaných částic (PM) silniční dopravou v Olomouckém kraji jako celku i jednotlivými druhy (OA+MOTO, NA, BUS) kulminuje mezi roky 2000-2005, následně pak dochází k poklesu. Od roku 2009 začíná setrvalý pokles produkce suspendovaných částic (PM) až do roku 2017. Tyto zjištěné hodnoty souvisí s dodržování limitů emisních Euro norem pro osobní automobily se vznětovým motorem.



Graf 33: Produkce emisí suspendovaných částic PM jednotlivými druhy dopravy v OLK, 2010-2017

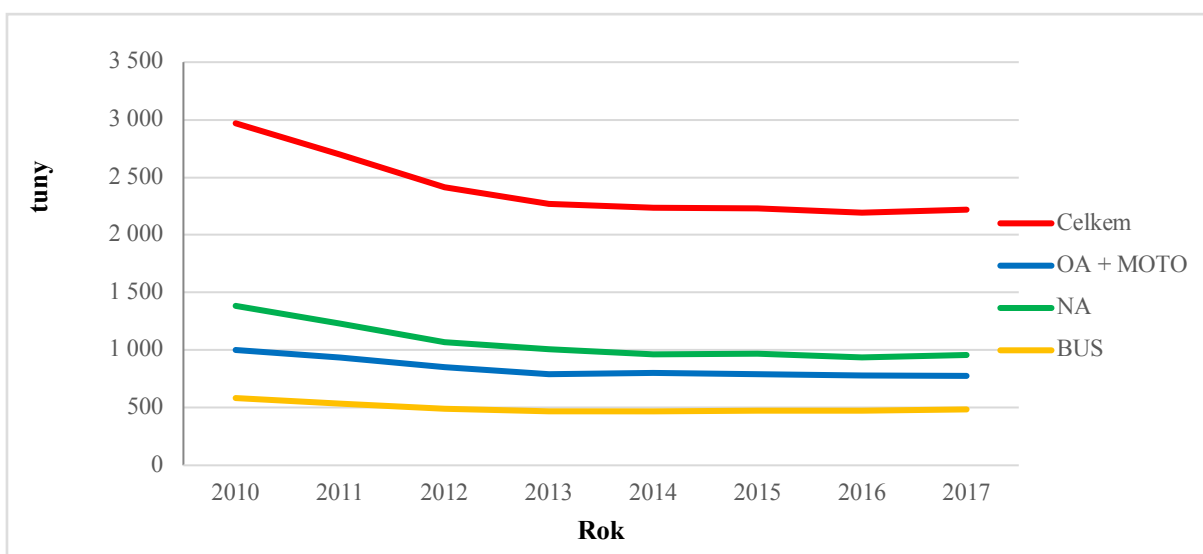
Zdroj: CDV v.v.i.

V ČR i přes stoupající počet těchto osobních automobilů a stoupající najeté km, je prokázán pokles produkce suspendovaných částic (PM). Trvalý pokles produkce suspendovaných částic frakce PM₁₀ dle plnění emisních Euro 3 a emisních Euro 4 norem osobními automobily se vznětovým motorem od roku 2010 pro ČR je uveden v literatuře. Význam filtrů pevných částic pro zlepšení kvality vnějšího ovzduší je tímto doložen.¹⁷⁴

¹⁷⁴ JANDOVÁ, Vilma, ed. Studie o vývoji dopravy z hlediska životního prostředí v ČR. In: *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Brno: © 2008–2019 Ministerstvo životního prostředí [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/studie_vyvoj_dopravy

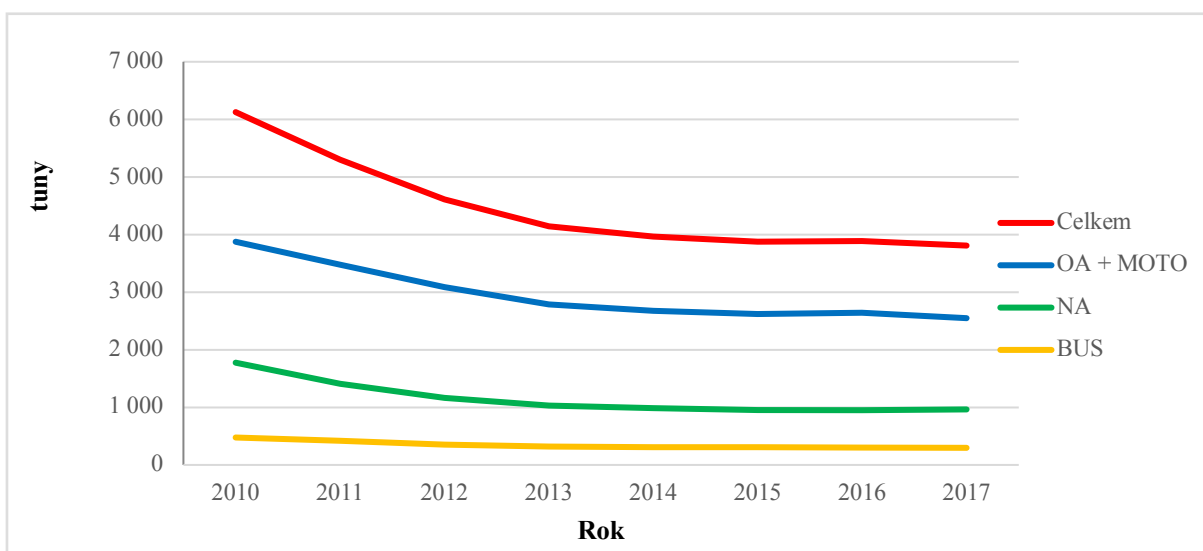
Největším zdrojem emisí **oxidů dusíku** (NO_x) z dopravy v OLK je dlouhodobě a rovněž v roce 2017 nákladní silniční doprava. Mezi roky 2012-2013 došlo ke snížení emisí NO_x a ke konci sledovaného období hodnoty stagnovaly nebo mírně stouply. V roce 2017 meziročně stouply o 1,1 %. Imisní limit pro ochranu lidského zdraví je stanoven pro NO₂. K překročení ročního imisního limitu NO₂ (40 µg/m³) dochází na dopravně exponovaných lokalitách aglomerací a velkých měst, v roce 2017 tento limit nebyl překročen na žádné lokalitě OLK.

Mezi zdroje emisí CO patří také silniční doprava, v roce 2017 nadpoloviční podíl dopravních emisí CO pocházel z osobní dopravy. Vliv dopravy převládá podél dálnic. Klesající trend emisí CO, v letech 2007-2017 byl způsoben obnovou vozového parku.



Graf 34: Produkce emisí oxidů dusíku (NO_x) jednotlivými druhy dopravy v OLK, 2010-2017

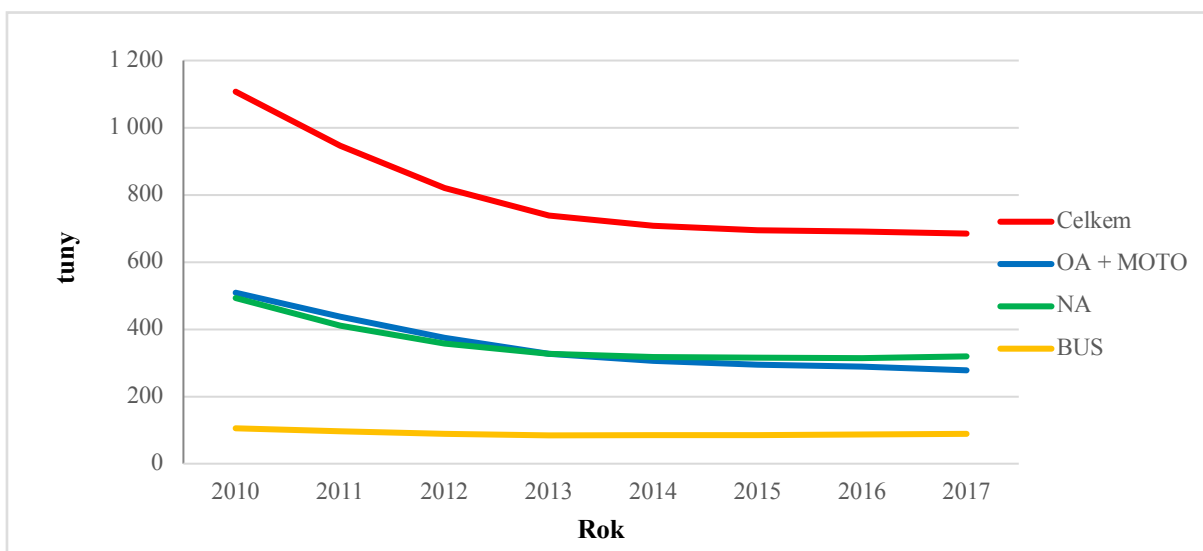
Zdroj: CDV v.v.i.



Graf 35: Produkce emisí oxidu uhelnatého (CO) jednotlivými druhy dopravy v OLK, 2010-2017

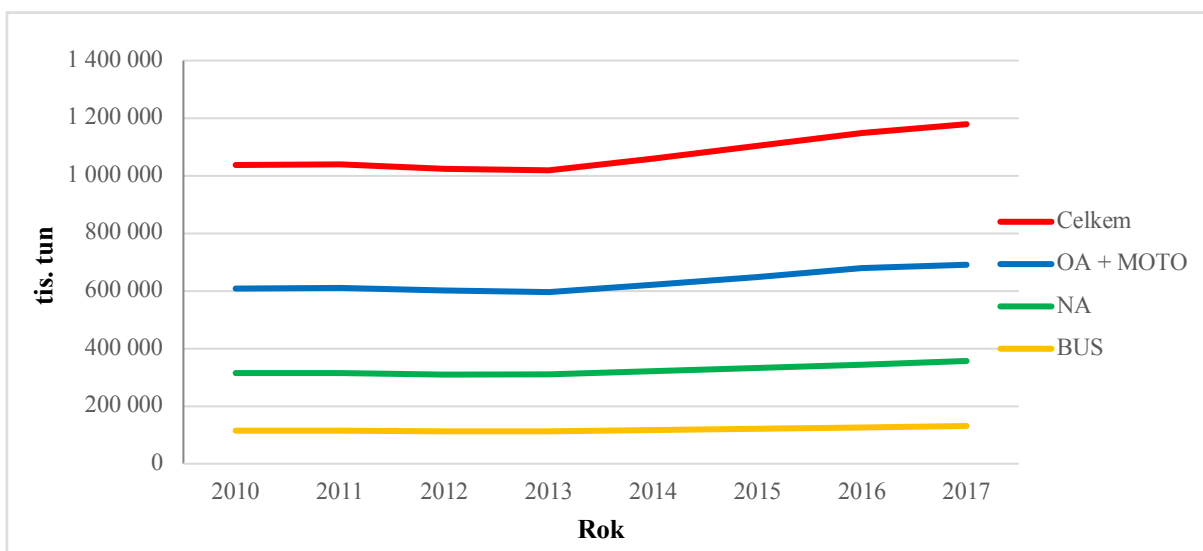
Zdroj: CDV v.v.i.

Emise těkavých organických látek (VOC) z dopravy v Olomouckém kraji poklesly v období 2000-2017 na méně než polovinu úhrnu emisí v roce 2000 (graf 32). Tento vývoj souvisel s obnovou vozového parku. Pokles emisí VOC byl patrný především u osobních automobilů, méně pak u autobusů a nákladních automobilů. Vznik emisí VOC (8,5 tis. t) v Olomouckém kraji byl vázán na používání a výrobu organických rozpouštědel (70,4 %) a také na silniční dopravu.¹⁷⁵



Graf 36: Produkce emisí těkavých organických látek (VOC) jednotlivými druhy dopravy v OLK, 2010-2017

Zdroj: CDV v.v.i.

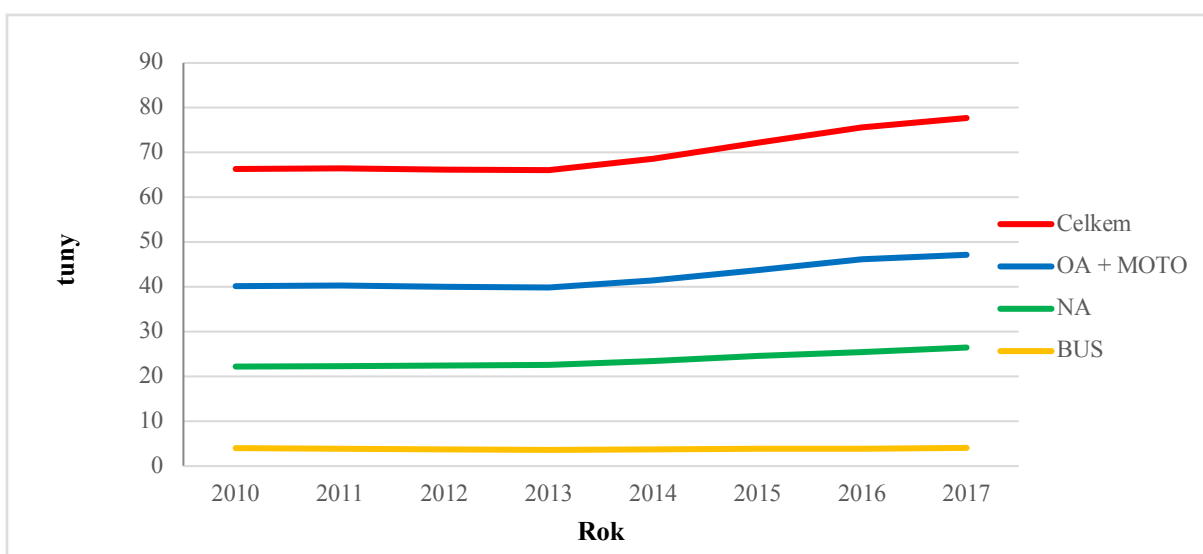


Graf 37: Produkce emisí oxidu uhličitého (CO₂) jednotlivými druhy dopravy v OLK, 2010-2017

Zdroj: CDV v.v.i.

¹⁷⁵ PONOČNÁ, T, HEJNÁ, L., ed. Zpráva o životním prostředí v Olomouckém kraji 2016 [online]. 1. Praha: © 2008–2019 Ministerstvo životního prostředí, 2018 55 s. [cit. 2019-02-24]. ISBN 978-80-87770-43-6. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zpravy_zivotni_prostredi_kraje_2016/\\$FILE/SOPSPZP-Olomoucky_kraj-20180115.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zpravy_zivotni_prostredi_kraje_2016/$FILE/SOPSPZP-Olomoucky_kraj-20180115.pdf)

Emisní bilance ze silniční dopravy jsou také počítány pro látky přispívající k dlouhodobému oteplování atmosféry, tzv. skleníkové plyny - oxid uhličitý (CO₂) a oxid dusný (N₂O). Od roku 2013 se rostoucí trend produkce emisí skleníkových plynů zvýraznil, když emise CO₂ z dopravy v roce 2016 v meziročním srovnání stouply o 4,0 % a emise N₂O o 4,3 %.¹⁷⁶ Emise skleníkových plynů z dopravy jsou provázané s vývojem spotřeby paliv v silniční dopravě. V meziročním srovnání stouply emise CO₂ z dopravy v roce 2017 o 2,6 % a emise N₂O o 2,7 %.¹⁷⁷



Graf 38: Produkce oxidu dusného (N₂O) jednotlivými druhy dopravy v OLK, 2010-2017

Zdroj: CDV v.v.i.

Produkce emisí PAU se potýká s neustálým nárůstem, zejména díky zvyšující se celkové spotřebě pohonných hmot v individuální automobilové dopravě. Hodnoty emisí PAU vykazují neustálý nárůst. Zde je souvislost s celkově se zvyšující spotřebou pohonných hmot v individuální automobilové dopravě.

¹⁷⁶ PONOCNÁ, T, HEJNÁ, L., ed. *Zpráva o životním prostředí v Olomouckém kraji 2016* [online]. 1. Praha: © 2008–2019 Ministerstvo životního prostředí, 2016 55 s. [cit. 2019-02-24]. ISBN 978-80-87770-43-6. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zpravy_zivotni_prostredi_kraje_2016/\\$FILE/SOPSZP-Olomoucky_kraj-20180115.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zpravy_zivotni_prostredi_kraje_2016/$FILE/SOPSZP-Olomoucky_kraj-20180115.pdf)

¹⁷⁷ KOCHOVÁ, T, HEJNÁ, L., ed. *Zpráva o životním prostředí v Olomouckém kraji 2017*. In: *Ministerstvo životního prostředí* [online]. © 2008–2019 Ministerstvo životního prostředí, 2017 [cit. 2019-03-10]. ISBN 978-80-87770-58-0. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zpravy_zivotni_prostredi_kraje_2017/\\$FILE/OPZPUR-Olomoucky_kraj-20190116.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zpravy_zivotni_prostredi_kraje_2017/$FILE/OPZPUR-Olomoucky_kraj-20190116.pdf)

10 Diskuze

V roce 1956 byl natočen film „Dědeček automobil“. S tímto filmem jsou spojena jména těch nejkvalitnějších lidí té doby, odborníků ve svém oboru, počínaje režii, která byla zastoupena Alfrédem Radokem, scénářem Adolfa Branalda či plejádou výborných českých herců, ze kterých snad je nutné uvést alespoň Lud'ka Munzara, milovníka automobilů a prostředí s vůní benzínu.

To jen úvodem nostalgická vzpomínka, kdy nebyly řešeny škodlivé emise ve výfukových plynech automobilů, či globální oteplování planety vyvolané produkovaným oxidem uhličitým. Silniční doprava údajně produkuje až 71 % oxidu uhličitého z celkových jeho emisí a 2/3 z tohoto množství připadají na osobní automobily. V současnosti se asi nikdo nevzdá osobního automobilu, kterým dojíždí do zaměstnání, rozváží děti do škol a různých zájmových činností, „aby se vše stihlo“. Dokladem toho jsou čísla z provedeného a v této práci uváděného dotazníku. Z celkového počtu 253 respondentů uvádí 168 (tj. 66,4 %) dotazovaných, že dojíždí do zaměstnání automobilem. Zde je hovořeno o zplodině, kterou přímo nikdo z nás nevnímá jako škodlivinu pro své zdraví či hrozbu oteplování planety, tání ledovců a zvýšení mořské hladiny. Už několik týdnů se objevuje v médiích jméno mladé švédské aktivistky studentky Greta Thunbergové, která protestuje proti liknavosti politiků v otázce změny klimatu. Ta se stala vzorem pro české studenty, kteří dne 14. 3. 2019 místo do školy zamířili na brněnské náměstí Svobody. Ona a její vrstevníci tam demonstrovali za lepší klimatické podmínky na Zemi. Připojili se k mladým lidem z dalších 97 zemí, kteří jsou součástí hnutí FridaysForFuture. Revolta vůči aktuálním problémům je vždy spojena s mládím, protože tito mladí lidé ještě neznají existenční starosti, nehlídají si svůj kariérní růst a mnoho dalších faktorů, které jsou vlastní jejich rodičům.

„Česká republika má v rámci Evropské unie nadprůměrné emise skleníkových plynů na obyvatele“, vyplývá ze Zprávy o životním prostředí za rok 2017, kterou koncem minulého roku projednala vláda. Mezi lety 2015 a 2016 vzrostly v ČR celkové emise CO₂ ekvivalentu o 1,5 procenta. Nejvíce stouply v energetickém průmyslu (o 0,8 milionu tun) a dopravě (o 0,7 milionu tun). Tyto sektory jsou podle České informační agentury životního prostředí (CENIA) zdrojem více než poloviny celkových emisí v Česku. Emise skleníkových plynů z dopravy vzrostly v období 2000 až 2016 o 54,6 %.

Podle rozhodnutí evropské komise jsou automobilkám od roku 2012 udělovány pokuty za každý gram CO₂ nad stanovený limit flotilových emisí. Pokuta rok od roku stoupá. V roce 2012 platily automobilky 5 € za každý nadlimitní gram, v roce 2019 bude pokuta činit 95 €.

Od roku 2021 bude limit pouhých 95 g/km. Pokud tento problém bude vyřešen technologiemi, které se stanou součástí automobilů, pak spotřebitel si musí spočítat, zda zaplatí víc za ekologičtější automobil nebo pokutou za vyšší emise CO₂.

Média každý den přinášejí zprávy o nejrůznějších studiích, která složka hospodářství produkuje při tvorbě HDP více škodlivých látek do ovzduší a jakou mírou se na tom podílí přímo člověk, podle toho, co si dá na oběd. Pokud člověk delší dobu sleduje tyto informace, zjistí, že zdroj čísel je do určité míry omezen na několik institucí. Autor sdělení pak jen čísla a odborné informace pootočí tím směrem, kterému fandí nebo má z něho více vědomostí.

V dnešní době telekonferencí, mailových zpráv a dalších možností komunikací na velké vzdálenosti jsou veškeré konference o klimatických změnách pouze přehlídkou vypuštěných emisí do ovzduší. Konference Organizace spojených národů o změně klimatu 2018 byla 24. konference smluvních stran Rámcové úmluvy Organizace spojených národů o změně klimatu: (COP24). Konala se v polských Katovicích ve dnech 2. až 15. prosince 2018. Hlavním cílem konference bylo dohodnout další pravidla o změně klimatu. Konference se zúčastnilo 196 zemí. Mnoho problémů ale bylo odsunuto na konferenci COP 25, která se bude konat za rok v Chile. Nejsou to všechno akce, které produkují kvanta emisí, o jejichž snížení tito lidé jednají?

11 Souhrn

V názvu bakalářské práce “Změna kvality vnějšího ovzduší v Olomouckém kraji v souvislosti s nárůstem automobilové dopravy“ je uveden Olomoucký kraj, jako lokalita pro analýzu uvedeného problému. V průběhu přípravy literární rešerše této problematiky se ukázalo, že Olomoucký kraj je všemi sledovanými parametry (dopravní infrastruktura a vozový park, spotřeba paliv silniční dopravou, produkce emisí, imisní monitoring vybraných znečišťujících látek a ochrana lidského zdraví) ve vysoké míře (intenzívně) propojen se zbývajícím územím ČR. Proto sledované parametry byly primárně vyhodnoceny pro území ČR a získané informace se následně staly podkladem pro hodnocení uvedené problematiky v Olomouckém kraji.

Znečištění vnějšího ovzduší benzo[*a*]pyrenem, suspendovanými částicemi frakce PM₁₀ a PM_{2,5} a přízemním ozonem představuje hlavní problémy kvality vnějšího ovzduší ČR. Úroveň znečištění je dána v daném roce množstvím emisí a převažujícími meteorologickými a rozptylovými podmínkami. Totéž je možné říci pro Olomoucký kraj.

Při interpretaci emisních dat se musí vycházet ze způsobu, jakým jsou data generována (měření, výpočet, kombinace měření a výpočtu). Nejvyšší stupeň nejistoty je v případě stanovení emisí ze silniční dopravy a lokálních topenišť, který je založen na výpočtu. V případě výpočtu emisí ze silniční dopravy se využívají údaje o stavu tachometru a další údaje zaznamenané při pravidelné kontrole vozidel STK. Odvozený roční proběh jednotlivých skupin vozidel umožňuje zpřesnění tohoto výpočtu.

Infrastruktura a vozový park

ČR: k 1. 1. 2018 celkový počet registrovaných motorových vozidel (osobní a nákladní automobily, mikrobusy a autobusy a motocykly) v ČR činil 7 350 701, nárůst za období 2010-2017 byl 1 325 604 výše uvedených motorových vozidel. Osobní automobily za stejné období vykázaly nárůst o 1 041 990, jejich celkový počet k 1. 1. 2018 byl 5 538 222 vozidel (graf 1). V roce 2017 vzrostl počet registrací nových vozidel proti roku 2016 ve všech kategoriích. Dovoz vozidel dosahoval v roce 2017 přibližně 38,8 % celkových registrací. Průměrné stáří osobních automobilů v roce 2017 bylo 14,6 roku.

OLK: k 1. 1. 2018 celkový počet registrovaných motorových vozidel (osobní a nákladní automobily, mikrobusy a autobusy a motocykly) v Olomouckém kraji činil 392 943, nárůst za období 2010-2017 byl 68 297 výše uvedených motorových vozidel. Osobní automobily za

stejně období vykázaly nárůst o 49 847, jejich celkový počet k 1. 1. 2018 byl 288 152 vozidel (graf 29).

Energie dopravy

ČR: v grafu 8 „Spotřeba paliv zdrojů REZZO 4“ je patrný klesající trend spotřeby benzínu a motorové nafty v silniční dopravě v letech 2009-2013. Od roku 2014 opět dochází k nárůstu spotřeby obou uvedených komodit. Závislost dopravy na fosilních zdrojích energie (95,3 %) souvisí s růstem spotřeby motorové nafty. V období 2000-2017 spotřeba nafty v dopravě narostla o 134,3 %, v roce 2017 byla více než 2,5krát vyšší než spotřeba benzínu. Naproti tomu spotřeba benzínu v období 2000-2017 poklesla o 13,9 % a benzín v roce 2017 pokrýval 23,5 % celkové spotřeby energie v dopravě. Nárůst spotřeby motorové nafty souvisí s neustálým nárůstem počtu vozidel se vznětovými motory. Za období 2010-2017 se jejich počet zvýšil o 993 000 kusů. U spotřeby pohonných hmot se předpokládá pokračující trend, kolísání spotřeby benzínu a mírné navyšování spotřeby motorové nafty včetně biosložek. Prodej alternativních paliv (stlačený zemní plyn – CNG; zkapalněný ropný plyn – LPG) je v porovnání s klasickými palivy zanedbatelný. U osobních automobilů s elektrickým pohonem je registrováno k 1. 1. 2018 1525 vozidel.

OLK: data spotřeby paliv (energie) silniční dopravou nejsou dostupná.

Emisní analýza

Emisní bilance z dopravy jsou počítány pro látky znečišťující vnější ovzduší, na které se vztahují emisní a imisní limity - oxid uhelnatý (CO), oxidy dusíku (NO_x), těkavé organické látky (VOC) a suspendované částice (PM) pro dieselová vozidla, druhou skupinou jsou látky přispívající k dlouhodobému oteplování atmosféry (skleníkovému jevu – efektu), tzv. skleníkové plyny – oxid uhličitý (CO₂), methan (CH₄) a oxid dusný (N₂O) a třetí skupinou jsou látky nelimitované s toxickými účinky na lidské zdraví - olovo (Pb), oxid siřičitý (SO₂) a polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU). V různé míře jsou součástí emisí výfukových plynů motorových vozidel (obr. 4).

ČR: Znečištění venkovního ovzduší benzo[*a*]pyrenem, suspendovanými částicemi frakce PM₁₀ a PM_{2,5} a přízemním ozonem představuje hlavní problémy kvality ovzduší České republiky. Úroveň znečištění závisí v daném roce na množství emisí a převažujících meteorologických a rozptylových podmínkách. Díky technologickému rozvoji a zařazování environmentálních opatření, zátěž životního prostředí ČR v roce 2017 klesla. Produkce emisí ze silniční dopravy vykazuje klesající trend od roku 2000 průběžně do roku 2017. Emise NO_x klesly v tomto období

o 56,7 %, VOC o 77,1 %, CO o 75,5 % a emise suspendovaných částic (PM) o 62,5 %. Pokles emisí zajistily technologické inovace, např. filtr pevných částic nebo selektivní katalytická redukce (SCR) a dohled nad dodržováním aktuálně platné legislativy. V závěru tohoto období se pokles emisí zastavil. Emise NO_x z dopravy v roce 2017 naopak meziročně stouply o 2,1 %. Sektory silniční nákladní dopravy, osobní automobilové dopravy, nesilničních vozidel a ostatních strojů (v zemědělství a lesnictví) se podílejí nejvýznamněji na emisích oxidů dusíku (41,4 %). Z otěrů pneumatik a brzd při silniční dopravě pochází 41,4 % emisí olova.

Kvalita vnějšího ovzduší je i v roce 2017 hodnocena jako neuspokojivá. V sídlech ji ovlivňuje zejména silniční doprava a také lokální vytápění domácností. Graf 9 (suspendované částice PM), graf 10 (emise NO_x), graf 11 (emise CO) a graf 12 (emise VOC) uvedené v bakalářské práci dokumentují klesající produkci vybraných emisí ze silniční dopravy v ČR za období 2010-2017.

Emise skleníkových plynů z dopravy trvale rostou. V období 2000–2017 emise CO₂ z dopravy vzrostly o 65,2 % a emise N₂O o 69,7 %. Podíl individuální automobilové dopravy na produkci emisí skleníkových plynů je více než 50 %. Nárůst produkce emisí skleníkových plynů (oxid uhličitý, oxid dusný) je patrný z grafů 13 a 14 bakalářské práce. Výrazně rovněž rostou emise polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU), jejich nárůst byl v období 2000-2017 o 188,7 %. Podíl individuální automobilové dopravy na jejich nárůstu byl více než 90 %.

Vývoj emisí z dopravy ovlivňuje skladba a obměna vozového parku. V roce 2017 bylo registrováno 271,6 tisíc nových osobních automobilů. Průměrný věk osobních automobilů v roce 2017 byl 14,6 roku a stále zvolna stoupá.

Kvalita vnějšího ovzduší v ČR, i přes dlouhodobě se snižující množství emisí znečišťujících látek, se příliš nezlepšuje. Nicméně pokles emisí znečišťujících látek je důkazem pozitivního vlivu zavádění efektivnějších technologií, snižování materiálové a energetické náročnosti v silniční dopravě a také povinnosti dodržovat aktuální legislativní požadavky.

OLK: Kvalita ovzduší v Olomouckém kraji je ovlivněna především silniční dopravou, vytápěním domácností, a také aktuálními meteorologickými podmínkami. Emise znečišťujících látek (amoniak-NH₃, oxid siřičitý-SO₂, oxid uhelnatý-CO, tuhé znečišťující látky-TZL (neboli suspendované částice), těkavé organické látky-VOC a oxidy dusíku-NO_x) v Olomouckém kraji v období 2008-2017 klesaly (graf 30). Klesající trend vykazují tyto látky již od roku 2000 s výjimkou oxidu siřičitého, jehož hodnoty klesaly až od roku 2006. Největší pokles v průběhu hodnoceného období byl zaznamenán u emisí NO_x, o 24,9 %. Tyto emise (celkově 7,6 tisíc tun) byly emitovány především z mobilních zdrojů, resp. z dopravy (56,7 %). Na znečišťování

ovzduší dopravou, pokud jde o emise NO_x, VOC a suspendovaných částic (PM), se v roce 2017 nejvíce podílela nákladní silniční doprava. Emise NO_x, VOC, CO a suspendovaných částic (PM) z dopravy v Olomouckém kraji v období 2000-2017 poklesly (graf 32). Klesající trend produkce uvedených emisí souvisel s obnovou vozového parku a snižováním jeho emisní náročnosti. V závěru hodnoceného období klesající trend emisí dále nepokračoval, emise NO_x v roce 2017 meziročně stouply o 1,1 %. Situace je obdobná jako s produkcí emisí ze silniční dopravy v ČR. Emise skleníkových plynů ze silniční dopravy provázané s vývojem spotřeby paliv v dopravě v hodnoceném období narůstaly.

Imisní analýza

ČR: Většina imisních charakteristik látek, které znečišťují ovzduší má od roku 2000 klesající trend. Nicméně mezi sledovanými znečišťujícími látkami jsou i takové, které překračují imisní limity a negativně ovlivňují lidské zdraví.

Z lokálního až regionálního hlediska zůstává nejzávažnější situace v aglomeraci Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek. K překračování imisních limitů však dochází ve všech zónách a aglomeracích. V aglomeraci Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek způsobují vysoké koncentrace škodlivin české zdroje a přenos emisí z Polska. Je zde vysoká koncentrace průmyslové výroby, hustá zástavba s lokálním vytápěním pevnými palivy a rozvinutá dopravní infrastruktura. V Praze a Brně nadlimitní koncentrace škodlivin pocházejí převážně z dopravy. Je jimi zatížena značná část populace.

Oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší bez zahrnutí ozonu pokrývaly v roce 2017 cca 26,2 % území ČR s přibližně 62 % obyvatel. V naprosté většině byly oblasti vymezeny z důvodu překročení imisních limitů benzo[*a*]pyrenu a suspendovaných částic PM₁₀ a PM_{2,5}. V menší míře se na zařazení území do těchto oblastí podílelo v roce 2017 i překročení imisního limitu arsenu. Oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší se zahrnutím přízemního ozonu pokrývaly cca 55 % území ČR s cca 68 % obyvatel.

OLK: Doprava je v Olomouckém kraji významným zdrojem imisního zatížení suspendovanými částicemi frakce PM₁₀ a PM_{2,5} a rovněž i benzo[*a*]pyrenem. Vyšší zátěž kvality ovzduší a celkově životního prostředí dopravou má jižní část Olomouckého kraje. Ucelenou informaci o kvalitě vnějšího ovzduší na území Olomouckého kraje podává mapa oblastí s překročením imisních limitů bez zahrnutí přízemního ozonu pro alespoň jednu uvedenou znečišťující látku (SO₂, CO, PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂, benzen, Pb, As, Cd, Ni a benzo[*a*]pyren). Dle tohoto vymezení došlo v roce 2017 na 51,4 % území kraje k překročení imisního limitu pro alespoň jednu znečišťující látku. (obr. 11 a). Je to poprvé od roku 2014 co

se zastavil nárůst plochy s překročenými imisními limity pro ochranu zdraví bez zahrnutí přízemního ozonu. Při hodnocení kvality vnějšího ovzduší se zahrnutím přízemního ozonu se v roce 2017 jednalo o 79,9 % území kraje (obr. 11 b).

Zdravotní riziko ze znečištěného vnějšího ovzduší

Odhad zdravotních rizik, na kterých se podílí expozice znečišťujícími látkami z vnějšího ovzduší za rok 2017, byl zpracován pro látky, u kterých ve městech dochází k překročení stanovených imisních limitů, tj. pro oxid dusičitý a suspendované částice PM₁₀ a PM_{2,5}. Hodnocení PM₁₀ zahrnuje i účinky NO₂, protože tyto dvě znečišťující látky působí společně a nelze kvantifikovat pouze vliv NO₂. Vliv znečišťujících látek přítomných ve vnějším ovzduší závisí na velikosti expozice, tj. po jakou dobu a jak vysoké koncentraci látek jsou lidé vystaveni. Ze sledovaných ukazatelů znečištění vnějšího ovzduší byly do hodnocení zahrnuty oxid dusičitý, suspendované částice frakce PM₁₀ a PM_{2,5} a látky s karcinogenním účinkem – arsen (As), nikl (Ni), kadmium (Cd), benzen a benzo[*a*]pyren (BaP). V případě polycyklických aromatických uhlovodíků je benzo[*a*]pyren (BaP) považován za indikátor karcinogenního potenciálu hodnocené směsi.

Působení **oxidu dusičitého (NO₂)** je spojováno se zvýšením celkové, kardiovaskulární a respirační úmrtnosti. Je hlavně produkován při spalování fosilních paliv. Nejvyšší měřené hodnoty nalzáme v oblastech zatížených intenzivní dopravou a vytápěním. Hlavním účinkem krátkodobého působení vysokých koncentrací NO₂ je nárůst reaktivity dýchacích cest. Nejvíce jsou oxidu dusičitému vystaveni obyvatelé velkých městských aglomerací významně ovlivněných dopravou, méně v průmyslových lokalitách. V místech bezprostředního ovlivnění intenzivní dopravou (nad 10 000 vozidel) lze v důsledku expozice zvýšeným okamžitým koncentracím oxidu dusičitého očekávat snížení plicních funkcí, zvýšený výskyt astmatických obtíží a alergií u dětské i dospělé populace, např. pražská a brněnská aglomerace. Znečištění ovzduší měst a městských aglomerací stále ovlivňuje zejména doprava, která je zde dominantním a v podstatě plošně působícím zdrojem znečištění ovzduší. Hodnocení vlivu oxidu dusičitého je zahrnuto v komplexním hodnocení suspendovaných částic.

Účinek **suspendovaných částic (PM)** závisí na jejich velikosti, tvaru a chemickém složení. Velikost částic je rozhodující pro průnik a ukládání v dýchacím traktu. Účinky suspendovaných částic (PM) jsou ovlivněny také adsorpcí dalších znečišťujících látek na jejich povrchu. Suspendované částice obsažené ve vdechovaném vzduchu mají široké spektrum

účinků na srdečně-cévní a respirační ústrojí. Dráždí sliznice dýchacích cest, mohou způsobit změnu struktury i funkce řasinkové tkáně, zvýšit produkci hlenu a snížit samočisticí schopnosti dýchacího ústrojí. Tyto změny omezují přirozené obranné mechanismy a usnadňují vznik infekce. Recidivující akutní zánětlivá onemocnění mohou vést ke vzniku chronického zánětu. Dlouhodobě zvýšené koncentrace suspendovaných částic (PM) se podílí na zhoršení stavu dýchacích cest, zvýšení nemocnosti i úmrtnosti. Právě úmrtnost bývá nejčastěji používána pro ilustrování negativních vlivů částic. Přes mírné meziroční kolísání v letech 2012 až 2017 lze trend za posledních pět let interpretovat jako neklesající. Městské prostředí tak jednoznačně, již od mírné zátěže dopravou spolu s lokalitami ovlivněnými průmyslem, představuje pro obyvatele zdravotní riziko. Odhad vlivu znečištění vnějšího ovzduší suspendovanými částicemi PM₁₀ na předčasnou úmrtnost populace (tj. na navýšení celkové úmrtnosti v ČR) se pohyboval od méně než 1 % v čistých oblastech až do 14 % v oblastech zvláště intenzivně zatížených dopravou a průmyslem (nejvíce v průmyslově zatížené oblasti Ostravsko-Karvinska).

Z hlediska účinku na lidské zdraví jsou velkým rizikem emise částic pocházející z dopravy, především ze spalování paliv ve vznětových motorech, které produkují částice o velikosti jednotek až stovek nm. Silniční doprava – nákladní doprava nad 3,5 tuny a silniční doprava – osobní automobily se na emisích PM₁₀ podílely 10,6 % a na emisích PM_{2,5} 10,9 %.

Suspendované částice (PM) působící znečištění venkovního ovzduší, jsou zařazeny od roku 2013 Mezinárodní Agenturou pro výzkum rakoviny (IARC) Světové zdravotnické organizace (WHO), mezi prokázané lidské karcinogeny skupiny 1, přispívající ke vzniku rakoviny plic.

Přízemní ozón vzniká fotochemickými reakcemi oxidů dusíku a těkavých organických látek. Znečištění vnějšího ovzduší přízemním ozónem, který je typickou součástí tzv. letního smogu, může v teplém období roku dosahovat míry ovlivňující zdraví. Přízemní ozón má silně dráždivé účinky na oční spojivky a dýchací cesty a ve vyšších koncentracích způsobuje ztížené dýchání a zánětlivou reakci sliznic v dýchacích cestách. Zvýšeně citlivé vůči expozici přízemnímu ozonu jsou osoby s chronickými obstrukčními onemocněními plic a astmatem.

Bezprahově působící látky – arsen, nikl, kadmium a PAU (BaP)

U látek s karcinogenními účinky se při hodnocení rizika vzniku nádorového onemocnění vychází z předpokladu bezprahového působení. To znamená, že nulové riziko je jen při nulové expozici. Toto hodnocení se zpracovává pro vybrané látky s možným karcinogenním účinkem (arsen, nikl, kadmium, benzen a suma karcinogenních polycyklických aromatických

uhlovodíků – PAU, reprezentovaná benzo[*a*]pyrenem). Zdravotní riziko se interpretuje jako pravděpodobnost změny zdravotního stavu exponovaných osob.

Hlavní cestou expozice **arsenu** je vdechování a příjem potravou a vodou. Arsen vstřebaný do organismu se ukládá zejména v kůži a jejích derivátech, jako jsou nehty a vlasy. Proniká placentární bariérou. Vylučován je převážně močí. Podíl sektoru silniční doprava (otěry pneumatik a brzd) se na celkových emisích arsenu v roce 2016 v ČR podílely 3,9 %.

Vdechování všech typů sloučenin **niklu** vyvolává podráždění a poškození dýchacích cest, různé imunologické odezvy a imunosupresi. Nikl proniká placentární bariérou, takže je schopen ovlivnit prenatální vývoj přímým působením na embryo. Podíl sektoru silniční doprava (otěry pneumatik a brzd) se na celkových emisích niklu v roce 2016 v ČR podílely 8,1 %.

Kadmium – je toxický kov, jehož hlavním metabolickým rysem je mimořádně dlouhý biologický poločas, který má za následek prakticky nevratnou akumulaci kadmia v organismu, zejména v ledvinách a játrech.

Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU) - benzo[*a*]pyren (BaP) mají schopnost přetrvávat v prostředí, kumulují se v jeho složkách a v živých organizmech, jsou lipofilní a řada z nich má toxické, mutagenní či karcinogenní vlastnosti. Individuální karcinogenní riziko odhadované na základě potenciální expozice koncentracím PAU zastoupených BaP se v městských lokalitách pohybuje v rozmezí od cca 5 případů na 100 tisíc obyvatel do 4 případů na deset tisíc obyvatel za 70 let. V praxi je nejvíce používaným zástupcem PAU při posuzování karcinogenity benzo[*a*]pyren (BaP), který je od roku 2010 zařazen agenturou IARC do skupiny 1 – prokázaný karcinogen.

Na emisích benzo[*a*]pyrenu v roce 2016 v celorepublikovém měřítku je vliv sektoru dopravy odhadován na 1,3 %.

12 ZÁVĚR

Mobilita, slovo vyjadřující schopnost pohybu, přemístitelnosti, pohyby vykonávané kosterním a hladkým svalstvem. V současnosti toto slovo nabývá zcela jiného významu. Je spojováno s možností spojení různě vzdálených míst a zpravidla už ne pomocí vlastního kosterního či hladkého svalstva, ale pomocí nejrůznějších zařízení.

Silniční doprava je označována za způsob dopravy, která je energeticky nejnáročnější, ale současně zajistí spojení míst, která není možné jinak propojit. Každé pozitivum s sebou nese v různé míře i negativa. Se silniční dopravou, kterou asi nejvíce všichni vnímáme jako nárůst automobilů a jiných vozidel, je spojena řada negativních faktorů. Jen malá část organismů je schopna existence bez optimálního složení ovzduší ve svém místu bytí. Problematika negativního vlivu silniční dopravy na životní prostředí je velmi rozsáhlá. Ovzduší přesněji vnější ovzduší je jednou ze složek životního prostředí, kterému je věnována tato bakalářská práce.

V současné odborné literatuře technické i přírodovědné a lékařské je věnována velká pozornost zdravotním dopadům znečištěného vnějšího ovzduší výfukovými plyny z automobilů na lidskou populaci. Kromě těchto poznatků jsou známé a kalkulované i finanční ztráty spojené s léčbou akutních i chronických onemocnění vyplývajících z působení toxických látek přítomných ve vnějším ovzduší. Jsou známy počty automobilů, optimální spotřeba paliva (energie), aby byly uvedeny do pohybu, inovační technologie (filtry pevných částic, katalyzátory) aby zplodiny byly co nejméně toxické, aby produkce „skleníkových plynů“ byla co nejmenší a člověk se stále nestačí divit. Např. při vyjádření Ministerstva dopravy ČR začátkem března tohoto roku; „není nutné, aby různé STK pro měření emisí z motorových vozidel vykazovaly stejné výsledky při kontrole emisí stejného vozidla“. V Německu až 20 % automobilů neprojde při měření emisí, v ČR je to přibližně 10 %. Předpokládal jsem, že hodnoty emisí pro vybrané zplodiny garantované emisními Euro normami jsou platné ve všech zemích EU.

II PRAKTICKÁ ČÁST

13 Výzkumné šetření

Cílem dotazníkového šetření bylo zjistit, jak populace vnímá znečištění ovzduší automobilovou dopravou a stupeň rizika, jako faktor působící na zdraví lidí. Výzkumné šetření probíhalo ve druhé polovině roku 2018 a to dvěma způsoby sběru dat.

V prvním případě byla využita bezplatná služba „Formuláře Google“ a vytvořen vlastní online dotazník. Vzhledem k platnosti obecného nařízení na ochranu osobních údajů neboli GDPR (General Data Protection Regulation)¹⁷⁸, nebyl online dotazník rozeslán z žádné databáze emailových adres. Byla zvolena forma cílená, nikoho neobtěžující a dobrovolná. Online dotazník vyplnilo 172 respondentů.

V druhém případě byla využita tištěná forma výše uvedeného online dotazníku. Data z písemně vyplněných dotazníků byla ručně vkládána do elektronické databáze, aby bylo možné následné provedení statistického vyhodnocení. Tištěný dotazník vyplnilo 81 respondentů.

Statistika

Kvalitativní znaky byly popsány pomocí absolutních a relativních četností, kvantitativní veličiny byly vyjádřeny jako průměr a směrodatná odchylka (SD). Srovnání podskupin respondentů v ordinálních a kvantitativních znacích bylo provedeno pomocí Mannova-Whitneyova *U*-testu. Tento test byl použit vzhledem k nenormální distribuci kvantitativních dat. V kvalitativních veličinách byly podskupiny respondentů porovnány chí-kvadrát testem. Korelace ordinálních a kvantitativních veličin byla ověřena Spearmanovým korelačním koeficientem. Pokud byly nalezeny statisticky významné rozdíly a závislosti, byly graficky znázorněny skládanými sloupcovými grafy.

Všechny testy byly provedeny na hladině statistické významnosti 0,05. Ke statistickému zpracování byl použit statistický software IBM SPSS Statistics for Windows, Version 23.0. Armonk, NY: IBM Corp.

¹⁷⁸ EU. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) 2016/679 ze dne 27. dubna 2016 o ochraně fyzických osob v souvislosti se zpracováním osobních údajů a o volném pohybu těchto údajů a o zrušení směrnice 95/46/ES (obecné nařízení o ochraně osobních údajů). In: *Úřední věstník Evropské unie L 119*, 4. 5. 2016, s. 1–88. Brusel, ročník 2016, číslo 679. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=celex%3A32016R0679>

1. Dotazníkového šetření se zúčastnilo 253 respondentů, 144 (56,9 %) mužů a 109 (43,1 %) žen.
2. Nejvíce respondentů bylo ve věku 36 až 50 let (130; 51,4 %), 75 (29,6 %) respondentů bylo ve věkovém rozmezí 51 až 65 let, 42 (16,6 %) ve věku 21 až 35 let, 5 respondentů (2 %) bylo starších 65 let a jen jeden (0,4 %) respondent byl ve věku do 20 let.
3. Nejvíce respondentů mělo 2 děti (127; 50,2 %), 54 (21,3 %) respondentů nemělo děti; 43 (17,0 %) respondentů mělo 1 dítě; 3 děti mělo 23 (9,1 %) respondentů; 3 respondenti měli 4 (1,2 %) děti a 3 respondenti měli 5 (1,2 %) dětí. Respondenti měli průměrně 1,55 dětí, směrodatná odchylka počtu dětí byla 1,03.
4. Z celkového počtu respondentů bydlelo 236 (93,3 %) respondentů v OLK a 17 (6,7 %) bydlelo mimo OLK.
5. Nejvíce respondentů 105 (41,5 %) bydlelo na vesnici (obec do 3 000), ve velkém městě (obec nad 15 000) bydlelo 89 (35,2 %) respondentů a 59 (23,3 %) bydlelo malém městě (obec do 15 000).
6. Nejvíce respondentů 92 (36,4 %) bylo vyučeno, 68 (26,9 %) respondentů mělo vysokoškolské vzdělání, středoškolské s maturitou - všeobecné mělo 49 (19,4 %), středoškolské s maturitou - technického charakteru mělo 37 (14,6 %) respondentů a základní vzdělání mělo 7 (2,8 %) respondentů.
7. Nejvíce respondentů mělo zaměstnání netechnického charakteru 143 (56,5 %), zaměstnání technického charakteru mělo 107 (42,3 %) respondentů, 2 (0,8 %) respondentů byli studenti a 1 (0,4 %) respondent byl nezaměstnaný. Četnostní rozdělení sociodemografických veličin je uvedeno v tabulce 6. Tabulka 7 pak ukazuje četnostní rozdělení odpovědí na otázky, které se týkají automobilizmu.

Tabulka 6: Četnostní popis sociodemografických veličin:

Otázka		Počet	%
1. Pohlaví	Muž	144	56,9%
	Žena	109	43,1%
2. Věk	0 - 20 roků	1	0,4%
	21 - 35 let	42	16,6%
	36 - 50 let	130	51,4%
	51 - 65 let	75	29,6%
	nad 65 let	5	2,0%
3. Kolik máte dětí?	0	54	21,3%
	1	43	17,0%
	2	127	50,2%
	3	23	9,1%
	4	3	1,2%
	5	3	1,2%
4. Bydlíte v Olomouckém kraji?	Ano	236	93,3%
	Ne	17	6,7%
5. Jak velká je obec, ve které bydlíte?	Vesnice (obec do 3 000)	105	41,5%
	Malé město (obec do 15 000)	59	23,3%
	Velké město (obec nad 15 000)	89	35,2%
6. Jaké je Vaše nejvyšší dosažené vzdělání?	Základní	7	2,8%
	Vyučen	92	36,4%
	Středoškolské s maturitou - technického charakteru	37	14,6%
	Středoškolské s maturitou - všeobecné	49	19,4%
	Vysokoškolské	68	26,9%
7. Jakého zaměření je vaše zaměstnání?	Jsem student	2	0,8%
	Technického charakteru	107	42,3%
	Netechnického charakteru	143	56,5%
	Nezaměstnaný	1	0,4%

Tabulka 7: Četnostní popis odpovědí na otázky 8 až 12:

Otázka		Počet	%
8. Kolik vlastníte motorových vozidel?	0	28	11,1%
	1	152	60,1%
	2	58	22,9%
	3	8	3,2%
	4	1	0,4%
	5	1	0,4%
	6	1	0,4%
	8	4	1,6%
9. Většina Vašich motorových vozidel má jaký motor?	Benzínový motor	119	47,0%
	Naftový motor	110	43,5%
	Nemám motorové vozidlo	24	9,5%
10. Dojíždíte osobním automobilem do zaměstnání?	Ano	168	66,4%
	Ne	85	33,6%
11. Kolik najedete kilometrů za rok?	0 km	16	6,3%
	Do 10 000 km	107	42,3%
	10 000 - 30 000 km	71	28,1%
	30 000 - 50 000 km	12	4,7%
	50 000 km a více	47	18,6%
12. Jak veliký je podle Vás stupeň znečištění ovzduší silniční dopravou a jak veliký je podle Vás rizikový faktor působící na zdraví lidí?	1	11	4,3%
	2	34	13,4%
	3	103	40,7%
	4	62	24,5%
	5	43	17,0%

8. Nejvíce 152 (60,1 %) respondentů vlastnilo 1 motorové vozidlo, 58 (22,9 %) respondentů vlastnilo 2 motorová vozidla, 28 (11,1 %) respondentů nevlastnilo motorové vozidlo, 8 (3,2 %) respondentů vlastnilo 3 motorová vozidla, 4 (1,6 %) respondenti vlastnili 8 motorových vozidel, 1 (0,4 %) respondent vlastnil 4 motorová vozidla, 1 (0,4 %) vlastnil 5 motorových vozidel a 1 (0,4 %) vlastnil 6 motorových vozidel. Respondenti vlastnili průměrně 1,34 motorových vozidel, směrodatná odchylka počtu motorových vozidel byla 1,15.
9. Nejvíce respondentů vlastní motorové vozidlo se zážehovým (benzínovým) motorem 119 (47,0 %), 110 (43,5 %) respondentů vlastní motorové vozidlo se vznětovým (naftovým) motorem a zbývající respondenti nevlastní motorové vozidlo.
10. Nejvíce respondentů 168 (66,4 %) dojíždí osobním automobilem do zaměstnání a 85 (33,6 %) respondentů nedojíždí.

11. Nejvíce respondentů najede do 10 000 km/rok - 107(42,3 %), 10 000 - 30 000 km/rok najede 71 (28,1 %) respondentů, 30 000 - 50 000 km/rok najede 47 (18,6 %) respondentů, 12 (4,7 %) respondentů najede 50 000 a více km/rok a 16 (6,3 %) respondentů nejede žádný km/rok.
12. Nejvíce respondentů - 103 (40,7 %) označilo stupeň znečištění ovzduší silniční dopravou a velikost rizikového faktoru působícího na zdraví lidí stupněm 3 na pěti škálové stupnici. 62 (24,5 %) respondentů zvolilo stupeň 4; 43 (17,0 %) respondentů zvolilo stupeň 5; 34 (13,4 %) respondentů použilo stupeň 2 a 11 (4,3 %) respondentů hodnotilo stupněm 1. Respondenti udávali průměrnou hodnotu znečištění ovzduší silniční dopravou 3,36, směrodatná odchylka byla 1,05.

Statistickými testy je ověřeno, zda některé sociodemografické veličiny ovlivňují odpovědi respondentů na otázky dotazníku č. 8 až 12, které se týkaly automobilizmu.

Hypotézy:

Nulová hypotéza H_01 :

Pohlaví respondentů nemá vliv na odpovědi respondentů na otázky dotazníku č. 8 až 12, které se týkají automobilizmu.

Alternativní hypotéza H_{A1} :

Pohlaví respondentů má vliv na odpovědi respondentů na otázky dotazníku č. 8 až 12, které se týkají automobilizmu.

Data byla uspořádána do kontingenční tabulky 8. U otázky č. 8 „Kolik vlastníte motorových vozidel?“ byla kvůli nízkým četnostem vytvořena kategorie 3 a více. U otázky 9 „Jaký motor má většina Vašich motorových vozidel?“ nebyly uvažovány odpovědi „Nemám motorové vozidlo.“

Tabulka 8: Kontingenční tabulka udávající vztah mezi pohlavím a odpověďmi respondentů na otázky č. 8 až 12

Z a χ^2 jsou testové statistiky; p označuje statistickou významnost testu

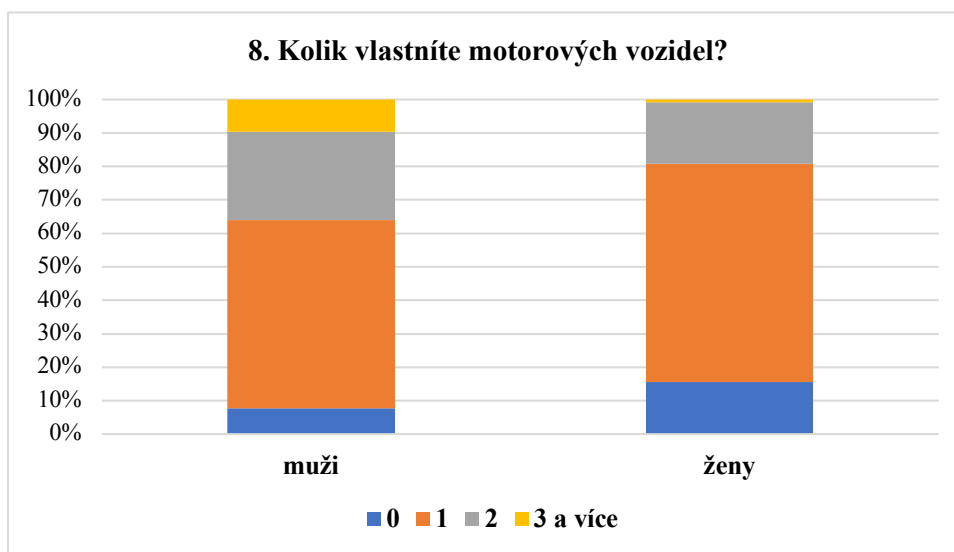
		1. Pohlaví				Z/ χ^2	p
		muži		ženy			
		Počet	%	Počet	%		
8. Kolik vlastníte motorových vozidel?	0	11	7,6%	17	15,6%	-3,450 ^a	0,001**
	1	81	56,3%	71	65,1%		
	2	38	26,4%	20	18,3%		
	3 a více	14	9,7%	1	,9%		
9. Většina Vašich motorových vozidel má jaký motor?	Benzínový motor	64	47,4%	55	58,5%	2,737 ^b	0,098
	Naftový motor	71	52,6%	39	41,5%		
10. Dojíždíte osobním automobilem do zaměstnání?	Ano	108	75,0%	60	55,0%	11,073 ^b	0,001**
	Ne	36	25,0%	49	45,0%		
11. Kolik najedete kilometrů za rok?	0 km	3	2,1%	13	11,9%	-4,993 ^a	<0,0001***
	Do 10 000 km	54	37,5%	53	48,6%		
	10 000 - 30 000 km	37	25,7%	34	31,2%		
	30 000 - 50 000 km	6	4,2%	6	5,5%		
	50 000 km a více	44	30,6%	3	2,8%		
12. Jak veliký je podle Vás stupeň znečištění ovzduší silniční dopravou a jak veliký je podle Vás rizikový faktor působící na zdraví lidí?	1	9	6,3%	2	1,8%	-2,908 ^a	0,004**
	2	23	16,0%	11	10,1%		
	3	64	44,4%	39	35,8%		
	4	26	18,1%	36	33,0%		
	5	22	15,3%	21	19,3%		

^atestová statistika Z pro Mannův-Whitneyův U-test; ^btestová statistika χ pro chí-kvadrát test

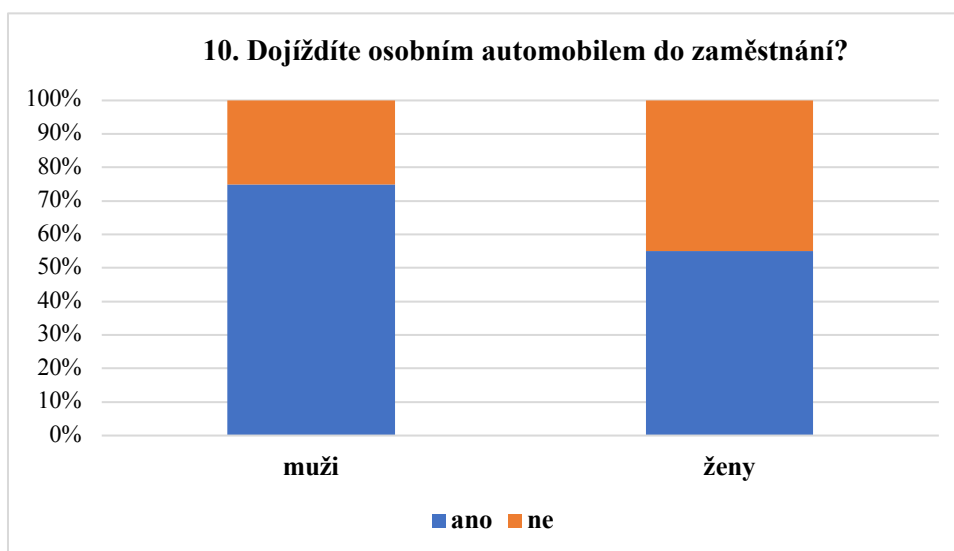
p < 0,01; *p < 0,001

Statistickými testy bylo prokázáno, že muži vlastní významně více aut (průměr se směrodatnou odchylkou 1,61 ± 1,04) než ženy (1,48 ± 1,03), p = 0,001. 16 % žen automobily nevlastní, 65 % žen vlastní 1 automobil a jen necelé procento žen vlastní 3 a více automobilů. Mezi muži jen 8 % nevlastnilo auto, 26 % vlastnilo dvě auta a 10 % mužů mělo 3 a více aut. Muži také statisticky významně častěji dojíždějí do práce autem (75 % vs 55 %), p = 0,001. Muži najedou signifikantně více kilometrů za rok, 31 % mužů najede 50 000 km a více, u žen toto množství udala jen necelá 3 % žen, p < 0,0001. Ženy se domnívají, že silniční doprava více znečišťuje životní prostředí (průměr se směrodatnou odchylkou 3,58 ± 0,97 u žen, 3,20 ± 1,08 u mužů, p = 0,004). V odpovědi na otázku č. 9 se muži a ženy významně neliší. Nulovou hypotézu H₀ zamítáme ve prospěch alternativní hypotézy H_A1. Pohlaví ovlivňuje odpovědi respondentů na otázky 8, 10, 11 a 12.

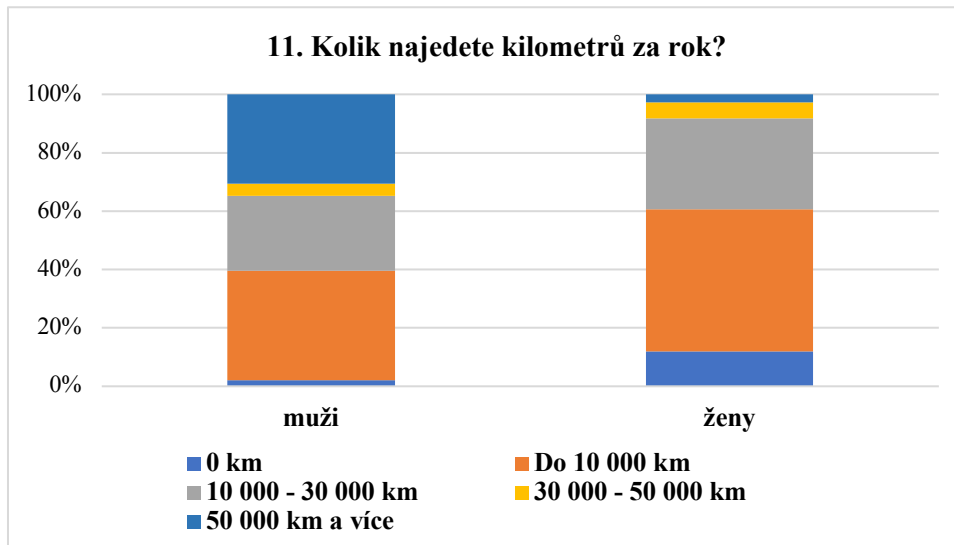
Signifikantní rozdíly jsou graficky znázorněny skládanými sloupcovými grafy:



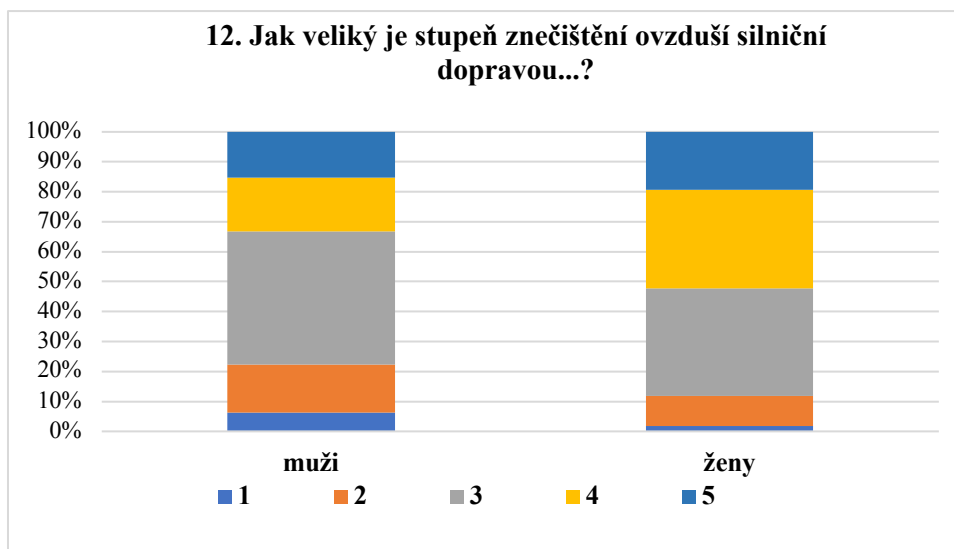
Graf 39: Vliv pohlaví na množství vlastněných vozidel



Graf 40: Vliv pohlaví na způsob dojíždění do zaměstnání



Graf 41: Vliv pohlaví na množství ujetých kilometrů za rok



Graf 42: Vliv pohlaví na názor na stupeň znečištění ovzduší silniční dopravou a míru rizika

Nulová hypotéza H_02 :

Věk respondentů nemá vliv na odpovědi respondentů na otázky dotazníku č. 8 až 12, které se týkají automobilizmu.

Alternativní hypotéza H_A2 :

Věk respondentů má vliv na odpovědi respondentů na otázky dotazníku č. 8 až 12, které se týkají automobilizmu.

Data byla uspořádána do kontingenční tabulky 9, věková kategorie do 20 let byla z důvodu nízkých četností sloučena s následující věkovou kategorií.

Tabulka 9: Kontingenční tabulka udávající vztah mezi věkem a odpověďmi respondentů na otázky č. 8 až 12

		2. Věk								Z/r	p
		do 35 let		36 - 50 let		51 až 65 let		nad 65 let			
		n	%	n	%	n	%	n	%		
8. Kolik vlastníte motorových vozidel?	0	8	18,6%	10	7,7%	10	13,3%	0	0,0%	-0,004 ^c	0,952
	1	24	55,8%	80	61,5%	43	57,3%	5	00,0%		
	2	7	16,3%	31	23,8%	20	26,7%	0	0,0%		
	3 a více	4	9,3%	9	6,9%	2	2,7%	0	0,0%		
9. Většina Vašich motorových vozidel má jaký motor?	Benzinový motor	20	54,1%	52	43,3%	43	64,2%	4	80,0%	-1,926 ^a	0,054
	Naftový motor	17	45,9%	68	56,7%	24	35,8%	1	20,0%		
10. Dojždíte osobním automobilem do zaměstnání?	Ano	23	53,5%	99	76,2%	43	57,3%	3	60,0%	-0,500 ^a	0,617
	Ne	20	46,5%	31	23,8%	32	42,7%	2	40,0%		
11. Kolik najedete kilometrů za rok?	0 km	3	7,0%	5	3,8%	8	10,7%	0	0,0%	-0,053 ^c	0,397
	Do 10 000 km	22	51,2%	47	36,2%	34	45,3%	4	80,0%		
	10 000 - 30 000 km	9	20,9%	44	33,8%	17	22,7%	1	20,0%		
	30 000 - 50 000 km	3	7,0%	7	5,4%	2	2,7%	0	0,0%		
	50 000 km a více	6	14,0%	27	20,8%	14	18,7%	0	0,0%		
12. Jak veliký je stupeň znečištění ovzduší silniční dopravou a jak veliký je rizikový faktor ...?	1	1	2,3%	4	3,1%	5	6,7%	1	20,0%	-0,020 ^c	0,751
	2	7	16,3%	17	13,1%	10	13,3%	0	0,0%		
	3	15	34,9%	56	43,1%	30	40,0%	2	40,0%		
	4	13	30,2%	34	26,2%	15	20,0%	0	0,0%		
	5	7	16,3%	19	14,6%	15	20,0%	2	40,0%		

^atestová statistika Z pro Mannův-Whitneyův U-test;

^cr - Spearmanův korelační koeficient

Výpočtem Spearmanova korelačního koeficientu a pomocí Mannova-Whitneyova U-testu nebyl prokázán statisticky významný vliv věku respondentů na jejich odpovědi na otázky 8 až 12 dotazníku. Nulovou hypotézu H_0 nemůžeme zamítnout.

Nulová hypotéza H₀3:

Dosažené vzdělání respondentů nemá vliv na odpovědi respondentů na otázky dotazníku č. 8 až 12, které se týkají automobilizmu.

Alternativní hypotéza H_A3:

Dosažené vzdělání respondentů má vliv na odpovědi respondentů na otázky dotazníku č. 8 až 12, které se týkají automobilizmu.

Data byla uspořádána do kontingenční tabulky 10, byly sloučeny kategorie středoškolské vzdělání technického a netechnického směru do jedné kategorie. Vliv technického zaměření respondentů zkoumá další hypotéza.

Tabulka 10: Kontingenční tabulka udávající vztah mezi vzděláním a odpověďmi respondentů na otázky č. 8 až 12
Z a χ jsou testové statistiky; p označuje statistickou významnost testu, n označuje absolutní počet

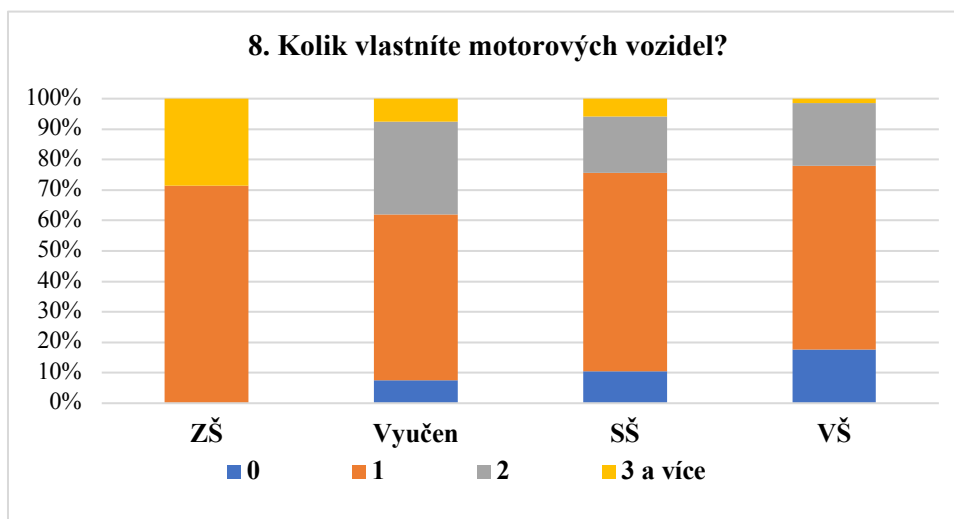
		6. Nejvyšší dosažené vzdělání								Z/r	p
		Základní		Vyučen		SŠ s maturitou		VŠ			
		n	%	n	%	n	%	n	%		
8. Kolik vlastníte motorových vozidel?	0	0	0,0%	7	7,6%	9	10,5%	12	17,6%	-0,182 ^c	0,004**
	1	5	71,4%	50	54,3%	56	65,1%	41	60,3%		
	2	0	0,0%	28	30,4%	16	18,6%	14	20,6%		
	3 a více	2	28,6%	7	7,6%	5	5,8%	1	1,5%		
9. Většina Vašich motorových vozidel má jaký motor?	Benzínový motor	3	42,9%	40	46,0%	38	49,4%	38	65,5%	-2,200 ^a	0,028*
	Naftový motor	4	57,1%	47	54,0%	39	50,6%	20	34,5%		
10. Dojíždíte osobním automobilem do zaměstnání?	Ano	6	85,7%	67	72,8%	54	62,8%	41	60,3%	-1,988 ^a	0,047*
	Ne	1	14,3%	25	27,2%	32	37,2%	27	39,7%		
11. Kolik najedete kilometrů za rok?	0 km	0	0,0%	1	1,1%	10	11,6%	5	7,4%	-0,266 ^c	<0,0001***
	Do 10 000 km	2	28,6%	36	39,1%	34	39,5%	35	51,5%		
	10 000 - 30 000 km	0	0,0%	22	23,9%	26	30,2%	23	33,8%		
	30 000 - 50 000 km	0	0,0%	6	6,5%	3	3,5%	3	4,4%		
	50 000 km a více	5	71,4%	27	29,3%	13	15,1%	2	2,9%		
12. Jak veliký je stupeň znečištění ovzduší ...?	1	0	0,0%	5	5,4%	5	5,8%	1	1,5%	0,040 ^c	0,523
	2	1	14,3%	14	15,2%	11	12,8%	8	11,8%		
	3	2	28,6%	40	43,5%	31	36,0%	30	44,1%		
	4	3	42,9%	15	16,3%	25	29,1%	19	27,9%		
	5	1	14,3%	18	19,6%	14	16,3%	10	14,7%		

^atestová statistika Z pro Mannův-Whitneyův U-test;

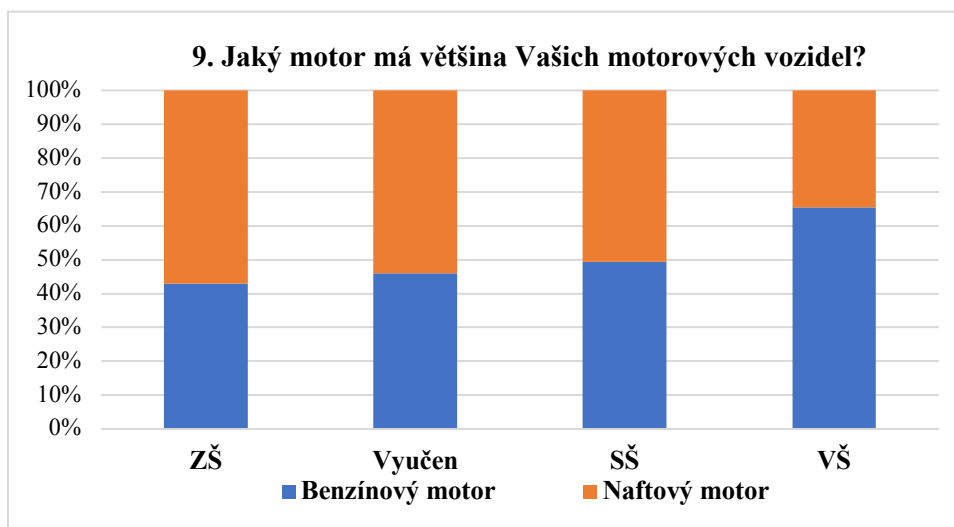
^cr - Spearmanův korelační koeficient

*p < 0,05; **p < 0,01; ***p < 0,001

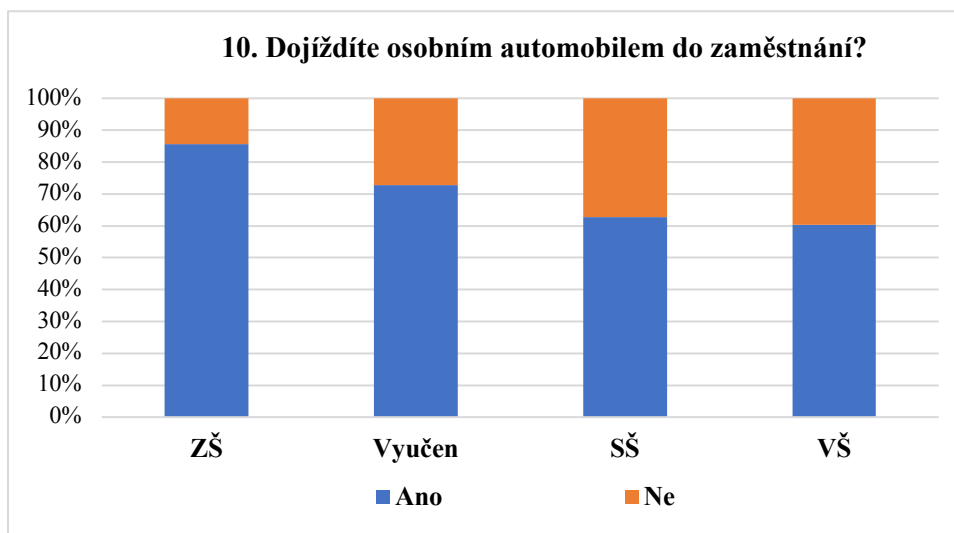
Korelační analýzou bylo prokázáno, že nejvyšší dosažené vzdělání má významný vliv na počet vlastněných vozidel a počet najetých kilometrů. V obou případech je korelace slabá a negativní, tzn. respondenti s vyšším vzděláním vlastní méně automobilů ($r = -0,182$, $p = 0,004$) a najedou za rok méně kilometrů ($r = -0,266$, $p < 0,0001$). Naopak úroveň dosaženého vzdělání nekoreluje s hodnocením vlivu automobilové dopravy na znečištění ovzduší. Mannův-Whitneyův U -test prokázal, že respondenti s vyšším vzděláním preferují benzínové motory, $p = 0,028$ a také že lidé s nižším vzděláním častěji dojíždějí do zaměstnání autem, $p = 0,047$. Nulovou hypotézu H_03 zamítáme ve prospěch alternativní hypotézy H_{A3} . Vzdělání ovlivňuje odpovědi respondentů na otázky 8, 9, 10 a 11. Názory na stupeň znečištění ovzduší na vzdělání respondentů nezávisí.



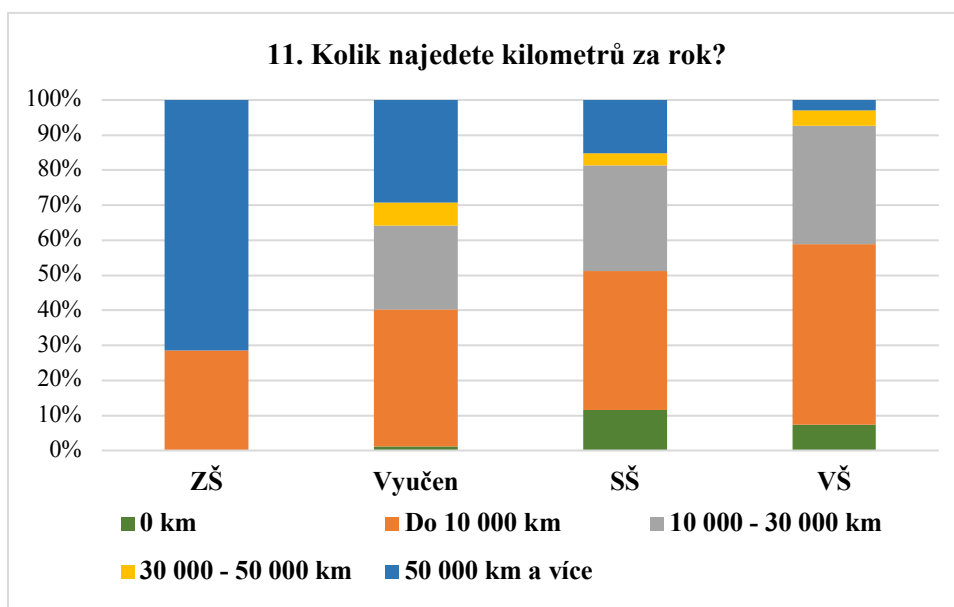
Graf 43: Vliv vzdělání na množství vlastněných motorových vozidel



Graf 44: Vliv vzdělání na typ používaného motoru



Graf 45: Vliv vzdělání na způsob dopravy do zaměstnání



Graf 46: Vliv vzdělání na množství ujetých kilometrů za rok

Nulová hypotéza H_04 :

Charakter zaměření zaměstnání (technické-netechnické) respondentů nemá vliv na odpovědi respondentů na otázky dotazníku č. 8 až 12, které se týkají automobilizmu.

Alternativní hypotéza H_A4 :

Charakter zaměření zaměstnání (technické - netechnické) respondentů má vliv na odpovědi respondentů na otázky dotazníku č. 8 až 12, které se týkají automobilizmu.

Data byla uspořádána do kontingenční tabulky 11, pro ověření hypotézy nebyly uvažovány málo početné kategorie student a nezaměstnaný.

Tabulka 11: Kontingenční tabulka udávající vztah mezi charakterem zaměření zaměstnání a odpověďmi respondentů na otázky č. 8 až 12

Z a χ^2 jsou testové statistiky; p označuje statistickou významnost testu

		7. Jakého zaměření je vaše zaměstnání?				Z/χ^2	p
		Technického charakteru		Netechnického charakteru			
		Počet	%	Počet	%		
8. Kolik vlastníte motorových vozidel?	0	10	9,3%	17	11,9%	-2,867 ^a	0,004**
	1	55	51,4%	95	66,4%		
	2	31	29,0%	27	18,9%		
	3 a více	11	10,3%	4	2,8%		
9. Většina Vašich motorových vozidel má jaký motor?	Benzínový motor	45	45,5%	73	57,0%	2,997 ^b	0,083
	Naftový motor	54	54,5%	55	43,0%		
10. Dojíždíte osobním automobilem do zaměstnání?	Ano	80	74,8%	87	60,8%	5,353 ^b	0,021*
	Ne	27	25,2%	56	39,2%		
11. Kolik najedete kilometrů za rok?	0 km	3	2,8%	13	9,1%	-4,585 ^a	<0,0001***
	Do 10 000 km	37	34,6%	68	47,6%		
	10 000 - 30 000 km	25	23,4%	46	32,2%		
	30 000 - 50 000 km	6	5,6%	6	4,2%		
	50 000 km a více	36	33,6%	10	7,0%		
12. Jak veliký je podle Vás stupeň znečištění ovzduší silniční dopravou a jak veliký je podle Vás rizikový faktor působící na zdraví lidí?	1	9	8,4%	2	1,4%	-2,094 ^a	0,036*
	2	17	15,9%	16	11,2%		
	3	43	40,2%	59	41,3%		
	4	20	18,7%	41	28,7%		
	5	18	16,8%	25	17,5%		

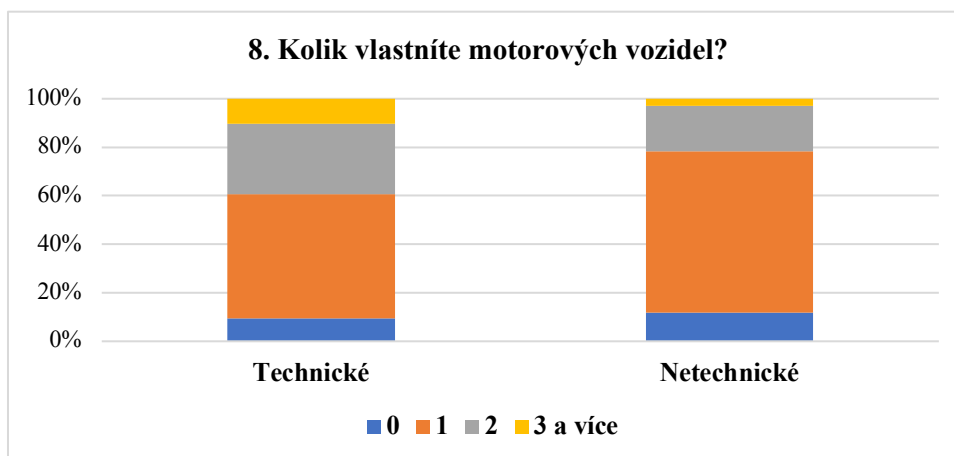
^atestová statistika Z pro Mannův-Whitneyův U-test;

^btestová statistika χ^2 pro chí-kvadrát test

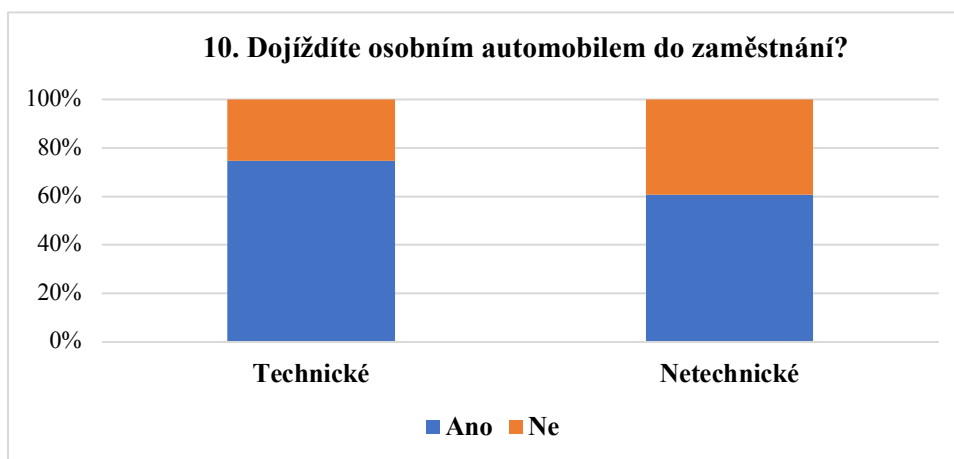
*p < 0,05; **p < 0,01; ***p < 0,001

Statistickými testy bylo prokázáno, že respondenti, kteří mají technicky zaměřené zaměstnání, vlastní významně více aut (průměr se směrodatnou odchylkou $1,63 \pm 1,53$) než respondenti s netechnicky zaměřeným zaměstnáním ($1,14 \pm 0,70$), $p = 0,004$. 78 % respondentů s netechnicky zaměřeným zaměstnáním vlastní maximálně 1 automobil, u respondentů s technicky zaměřeným povoláním je takových pouze 61 %. 10 % technicky zaměřených respondentů pak vlastní 3 a více automobilů, ve druhé skupině vlastní tolik aut jen 3 %. Technicky zaměřeni respondenti také statisticky významně častěji dojíždějí do práce autem (75 % vs 61 %), $p = 0,021$. Technicky zaměřeni respondenti najedou signifikantně více kilometrů za rok, 34 % z nich najede 50 000 km a více, mezi netechnicky zaměřenými respondenty toto množství udalo jen 7 % respondentů, $p < 0,0001$. Netechnicky zaměřeni lidé se domnívají, že silniční doprava více znečišťuje životní prostředí (průměr se směrodatnou odchylkou $3,50 \pm 0,96$ u netechnických povolání a $3,20 \pm 1,15$ u techniků, $p = 0,036$). V odpovědi na otázku č. 9 se

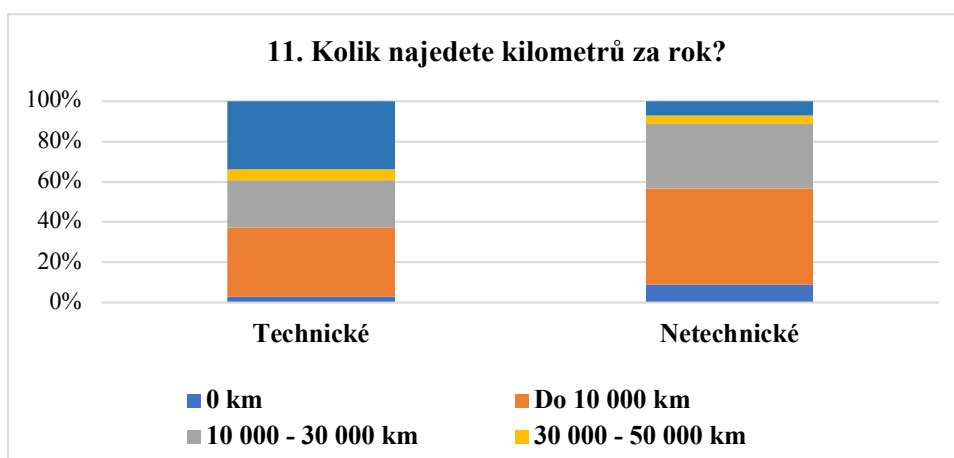
významně neliší. Nulovou hypotézu H_04 zamítáme ve prospěch alternativní hypotézy H_{A4} . Charakter zaměření zaměstnání ovlivňuje odpovědi respondentů na otázky 8, 10, 11 a 12.



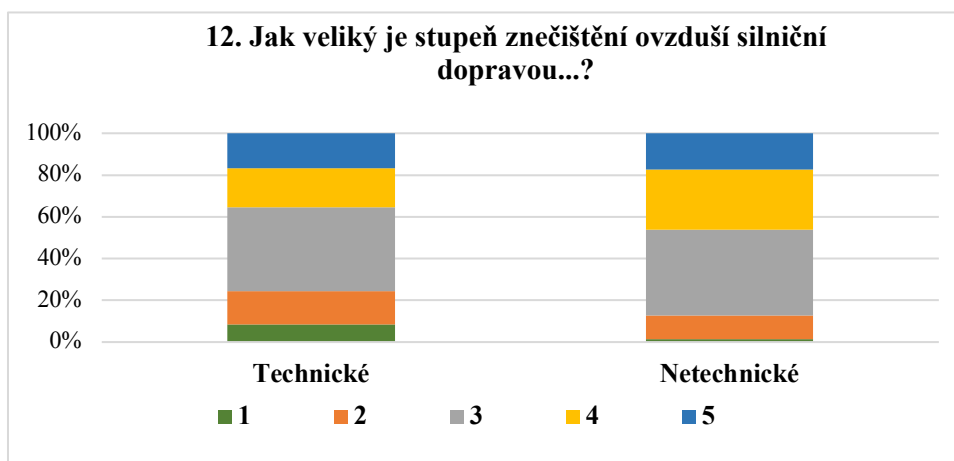
Graf 47: Vliv charakteru zaměření zaměstnání na množství vlastněných vozidel



Graf 48: Vliv charakteru zaměření zaměstnání na způsob dopravy do zaměstnání



Graf 49: Vliv charakteru zaměření zaměstnání na množství ujetých kilometrů za rok



Graf 50: Vliv charakteru zaměření zaměstnání na stupeň znečištění ovzduší silniční dopravou a míru rizika

14 Seznam použité literatury

ADAMEC, Vladimír a Jiří DUFEK. Produkce emisí CO₂, CH₄ a N₂O dopravou v ČR – stav a vývoj. In: *Copyright © 2018 Centrum dopravního výzkumu* [online]. Praha, 2016 [cit. 2018-10-28]. Dostupné z: <https://www.cdv.cz/file/clanek-produkce-emisi-co2-ch4-a-n2o-dopravou-v-cr/>

ADAMEC, Vladimír, Jiří DUFEK a Jiří HUZLÍK. VLIV KATALYZÁTORŮ NA PRODUKCI EMISÍ CO₂, N₂O a CH₄. In: *Copyright © 2018 Centrum dopravního výzkumu* [online]. Praha, 2016 [cit. 2018-10-28]. Dostupné z: <https://www.cdv.cz/file/clanek-vliv-katalyzatoru-na-produkci-emisi-co2-n2o-a-ch4/>

Air quality in Europe - 2013 report. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013, 107 s. EEA Report. ISBN 978-92-9213-406-8. DOI:10.2800/92843. Dostupné také z: <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2013>

BALÁKOVÁ, L., ed. Grafická ročenka 2017. In: *Portál ČHMÚ : Home* [online]. Praha: © 2018 COPYRIGHT ČHMÚ, ALL RIGHTS RESERVED [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/17groc/gr17cz/II_ovzd_CZ.html

BERNARD, Michal. Ovzduší vs. silniční doprava – právní nástroje ochrany. In: *Frank Bold* [online]. Brno: © 2005—2019 by Frank Bold, 2008, s. 12 [cit. 2018-10-31]. Dostupné z: http://frankbold.org/sites/default/files/publikace/ovzdusi_vs_doprava.pdf

BOROVEC, Karel, Michal RICHTÁŘ a Vladislav KŘIVDA. *Emise N₂O spalovacích motorů a automobilů* [online]. Ostrava: VŠB-TUO, institut dopravy, 2006 2-8 [cit. 2019-02-07]. ISSN 1802-2812. Dostupné z: <https://docplayer.cz/27390165-Emise-n-2-o-spalovacich-motoru-automobilu.html>

BULEJKO, Pavel, Vladimír ADAMEC, Robert SKERŠIL, Barbora SCHÜLLEROVÁ a Vladimír BENCKO. Levels and Health Risk Assessment of PM₁₀ Aerosol in Brno, Czech Republic. *Central european journal of public health*. Praha: National Institute of Public Health, 2017, 25(2), 129-134. ISSN 1210-7778.

CARSLAW, David a Sean BEEVERS. *Trends in NO_x and NO₂ emissions and ambient measurements in the UK* [online]. In: . © Crown copyright 2011, 2011, Version: July 2011, s. 97 [cit. 2019-02-27]. Dostupné z: https://uk-air.defra.gov.uk/assets/documents/reports/cat05/1108251149_110718_AQ0724_Final_report.pdf

Celostátní sčítání dopravy na dálniční a silniční síti ČR. In: © 2015 *Ředitelství silnic a dálnic ČR* [online]. 2016 [cit. 2018-10-28]. Dostupné z: <https://www.rsd.cz/wps/portal/web/Silnice-a-dalnice/Scitani-dopravy>

CUMBERBATCH, M.G.K., I. JUBBER, P.C. BLACK a et al. Epidemiology of Bladder Cancer: A Systematic Review and Contemporary Update of Risk Factors in 2018. *European urology* [online]. 2018 [cit. 2018-11-04]. DOI: 10.1016/j.eururo.2018.09.001. pii: S0302-2838(18)30651-1. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30268659>

ČESKO. *Metodika pro určení dynamické skladby vozového parku na komunikacích v České republice: Projekt TA04021566 doplnění chybějících dat o dynamické skladbě vozového parku účely výpočtu emisí z automobilové dopravy*. In: Praha: ATEM–ATELIÉR EKOLOGICKÝCH MODELŮ, ročník 2016, s. 160. Dostupné také z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/urceni_dynamicke_skladby_metodika/\\$FILE/000-metodika_vozovy_park-20171011.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/urceni_dynamicke_skladby_metodika/$FILE/000-metodika_vozovy_park-20171011.pdf)

ČESKO. Vyhláška č. 330 ze dne 8. října 2012 o způsobu posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění, rozsahu informování veřejnosti o úrovni znečištění a při smogových situacích. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2012, částka 121, s. 4178-4191. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-330>

ČESKO. Zákon č. 123 ze dne 13. května 1998 o právu na informace o životním prostředí. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 1998, částka 42. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1998-123>

ČESKO. Zákon č. 13 ze dne 23. ledna 1997 o pozemních komunikacích. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 1997, částka 3, s. 47-61. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-13>

- ČESKO. Zákon č. 152 ze dne 19. dubna 2017, kterým se mění zákon č. 311/2006 Sb., o pohonných hmotách a čerpacích stanicích pohonných hmot a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o pohonných hmotách), ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2017, částka 52, s. 1456-1462. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2017-152>
- ČESKO. Zákon č. 17 ze dne 5. prosince 1991 o životním prostředí. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 1992, částka 4, s. 81-89. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-17>
- ČESKO. Zákon č. 201 ze dne 2. května 2012 o ochraně ovzduší. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2012, částka 69, s. 2786-2841. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-201>
- ČESKO. Zákon č. 311 ze dne 23. května 2006 o pohonných hmotách a čerpacích stanicích pohonných hmot. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2006, částka 96, s. 3810-3815. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-311>
- ČESKO. Zákon č. 369 ze dne 19. října 2016, kterým se mění zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2016, částka 147, s. 5766-5789. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-369>
- ČESKO. Zákon č. 382 ze dne 10. prosince 2015, kterým se mění zákon č. 353/2003 Sb., o spotřebních daních, ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2015, částka 161, s. 5298-5303. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-382>
- ČESKO. Zákon č. 64 ze dne 20. března 2014, kterým se mění některé zákony v souvislosti s přijetím kontrolního řádu. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2014, částka 24, s. 730-762. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2014-64>
- ČESKO. Zákon č. 76 ze dne 5. února 2002 o integrované prevenci a omezení znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci). In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2002, částka 34, s. 1658-1680. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2002-76>
- ČESKO. Zákon č. 87 ze dne 23. dubna 2014, kterým se mění zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2014, částka 37, s. 956-957. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2014-87>
- ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. *Statistická ročenka Olomouckého kraje 2018* [online]. Olomouc, 28. prosinec 2018: © Český statistický úřad / Czech Statistical Office, Olomouc, 2018, 250 s. [cit. 2019-02-28]. ISBN 978 80-250-2893-3. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/59807269/33009618.pdf/17fda9d7-3d7f-4b81-84b5-2c3e2ebf3777>
- Čistá energie pro všechny Evropany – rozvinutí růstového potenciálu Evropy: Evropská komise – Tisková zpráva. In: *European Commission* [online]. Brusel, 30. listopadu 2016 [cit. 2018-10-31]. Dostupné z: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-16-4009_cs.htm
- DOLÍNEK, Petr, ed. *Ročenka dopravy Praha 2017* [online]. In: Praha: © TSK hl. m. Prahy, a.s., 2018, 2018 [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: <http://www.tsk-praha.cz/static/udi-rocenka-2017-cz.pdf>
- DUSIL, Tomáš. Filtry pevných částic: Jak vlastně fungují a regenerují. In: *Auto.cz* [online]. Praha: © 2019 Copyright CZECH NEWS CENTER a.s. a dodavatelé obsahu., 2016 [cit. 2019-10-02]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/technika-filtry-pevnnych-castic-jak-vlastne-funguji-a-regeneruji-1-dil-93106>
- Emise výfukových plynů motorových vozidel. In: *Nano[studijní] materiály* [online]. Škoda auto, 2000 [cit. 2018-11-08]. Dostupné z: https://nanoed.tul.cz/pluginfile.php/485/mod_resource/content/1/43%20Emise.pdf

EU. BÍLÁ KNIHA ze dne 14. června 1986 Dokončení vnitřního trhu (Completing the Internal Market: White Paper from the Commission to the European Council (Milan, 28-29 June 1985). In: *Úřední věstník Evropské unie*. Brusel, ročník 1986. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=celex:51985DC0310>

EU. BÍLÁ KNIHA ze dne 28. března 2011 Plán jednotného evropského dopravního prostoru – vytvoření konkurenceschopného dopravního systému účinně využívajícího zdroje. In: *Úřední věstník Evropské unie*. Brusel, ročník 2011, KOM (2011) 144 v konečném znění. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?qid=1488202961906&uri=CELEX:52011DC0144>

EU. COMMISSION STAFF WORKING PAPER: *establishing guidelines for determination of contributions from the re-suspension of particulates following winter sanding or salting of roads under the Directive 2008/50/EC on ambient air quality and cleaner air for Europe*. In: Brusel, 2011, SEC (2011) 207 final. Dostupné také z: http://ec.europa.eu/environment/air/quality/legislation/pdf/sec_2011_0207.pdf

EU. KONSOLIDOVANÉ ZNĚNÍ SMLOUVY O FUNGOVÁNÍ EVROPSKÉ UNIE ze dne 9. května 2008. In: *Úřední věstník Evropské unie C 115, 9. 5. 2008, s. 47–388*. ročník 2008. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:12008E/TXT&qid=1540713922870&from=CS>

EU. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) 2016/679 ze dne 27. dubna 2016 o ochraně fyzických osob v souvislosti se zpracováním osobních údajů a o volném pohybu těchto údajů a o zrušení směrnice 95/46/ES (obecné nařízení o ochraně osobních údajů). In: *Úřední věstník Evropské unie L 119, 4. 5. 2016, s. 1–88*. Brusel, ročník 2016, číslo 679. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=celex%3A32016R0679>

EU. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 595/2009 ze dne 18. června 2009 o schvalování typu motorových vozidel a motorů z hlediska emisí z těžkých nákladních vozidel (Euro VI) a o přístupu k informacím o opravách a údržbě vozidel, o změně nařízení (ES) č. 715/2007 a směrnice 2007/46/ES a o zrušení směrnic 80/1269/EHS, 2005/55/ES a 2005/78/ES. In: *Úřední věstník Evropské unie L 188, 18. 7. 2009, s. 1–13*. Brusel, ročník 2009, číslo 595. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R0595&qid=1540991111016&from=CS>

EU. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1316/2013 ze dne 11. prosince 2013, kterým se vytváří Nástroj pro propojení Evropy, mění zařízení (EU) č. 913/2010 a zrušují nařízení (ES) č. 680/2007 a (ES) č. 67/2010. In: *Úřední věstník Evropské unie L 348, 20. 12. 2013, s. 129–171*. Štrasburk, ročník 2013, číslo 1316. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R1316&from=CS>

EU. NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2017/1154 ze dne 7. června 2017, kterým se mění nařízení Komise (EU) 2017/1151, kterým se doplňuje nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 715/2007 o schvalování typu motorových vozidel z hlediska emisí z lehkých osobních vozidel a z užitkových vozidel (Euro 5 a Euro 6): a z hlediska přístupu k informacím o opravách a údržbě vozidla, kterým se mění směrnice Evropského parlamentu a Rady 2007/46/ES, nařízení Komise (ES) č. 692/2008 a nařízení Komise (EU) č. 1230/2012 a zrušuje nařízení (ES) č. 692/2008 a směrnice Evropského parlamentu a Rady 2007/46/ES, pokud jde o emise z lehkých osobních vozidel a z užitkových vozidel v reálném provozu (Euro 6). In: *Úředním věstníku Evropské unie L 175, 7. 7. 2017, s. 708–732*. Brusel, ročník 2017, číslo 1154. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?qid=1540717870537&uri=CELEX:32017R1154>

EU. Prováděcí rozhodnutí Komise 22011/850/EU ze dne 12. prosince 2011, kterým se stanovují pravidla pro směrnice Evropského parlamentu a Rady 2004/107/ES a 2008/50/ES, pokud jde o vzájemnou výměnnou informaci a podávání zpráv o kvalitě vnějšího ovzduší (oznámeno pod číslem K(2011) 9068). In: *Úřední věstník Evropské unie L 335, 17. 12. 2011, s. 86–106*. Brusel, ročník 2011, číslo 850. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011D0850&qid=1540991646942&from=CS>

EU. SDĚLENÍ KOMISE RADĚ A EVROPSKÉMU PARLAMENTU ze dne 21. 9. 2005 Tematická strategie o znečištění ovzduší. In: *Věstník Evropské komise*. Brusel: KOMISE EVROPSKÝCH SPOLEČENSTVÍ, ročník 2005, KOM (2005) 446 v konečném znění {SEC (2005) 1132} {SEC (2005) 1133}. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:52005DC0446&qid=1540711221166&from=CS>

EU. SDĚLENÍ KOMISE RADĚ A EVROPSKÉMU PARLAMENTU ze dne 22. 10. 2007 Zpráva o pokroku v plnění Strategie pro udržitelný rozvoj. In: *Věstník Evropské komise*. Brusel: KOMISE EVROPSKÝCH SPOLEČENSTVÍ, ročník 2007, KOM (2007) 642 v konečném znění {SEK (2007) 1416} p. 15. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:52007DC0642&qid=1540645018221&from=CS>

EU. Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2016/2284 ze dne 14. prosince 2016 o snížení národních emisí některých látek znečišťujících ovzduší, o změně směrnice 2003/35/ES a o zrušení směrnice 2001/81/ES. In: *Úřední věstník Evropské unie L 344, 17. 12. 2016, s. 1—31*. Štrasburk, ročník 2016, číslo 2284. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/HTML/?uri=CELEX:32016L2284&rid=1>

EU. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2003/17/ES ze dne 3. března 2003, kterou se mění směrnice 98/70/ES o jakosti benzínu a motorové nafty. Text s významem pro EHP. In: *Úřední věstník Evropské unie L 76, 22. 3. 2003, s. 10—19*. Brusel, ročník 2003, číslo 17. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003L0017&qid=1540990543565&from=CS>

EU. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2004/107/ES ze dne 15. prosince 2004 o obsahu arsenu, kadmia, rtuti, niklu a polycyklických aromatických uhlovodíků ve vnějším ovzduší. In: *Úřední věstník Evropské unie L 23, 26. 1. 2005, s. 3—16*. Štrasburk, ročník 2004, číslo 107. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004L0107&from=CS>

EU. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/1/ES ze dne 15. ledna 2008 o integrované prevenci a omezování znečištění (kodifikované znění). In: *Úřední věstník Evropské unie L 24, 29. 1. 2008, s. 8—29*. Štrasburk, ročník 2008, číslo 10. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0001&qid=1540992081507&from=CS>

EU. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/50/ES ze dne 21. května 2008 o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu. In: *Úřední věstník Evropské unie L 152, 11. 6. 2008, s. 1—44*. Brusel, ročník 2008, číslo 50. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/HTML/?uri=CELEX:32015L1480&rid=1>

EU. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/75/EU ze dne 24. listopadu 2010 o průmyslových emisích (integrované prevenci a omezování znečištění). In: *Úřední věstník Evropské unie L 334, 17. 12. 2010, s. 17—119*. Štrasburk: Evropský parlament, Rada Evropské unie, ročník 2010, číslo 75. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010L0075&from=CS>

EU. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/94/EU ze dne 22. října 2014 o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva Text s významem pro EHP. In: *Úřední věstník Evropské unie L 307, 28. 10. 2014, s. 1—20*. Štrasburk, ročník 2014, číslo 94. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0094&qid=1540990839545&from=CS>

EU. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 98/70/ES ze dne 13. října 1998 o jakosti benzínu a motorové nafty a o změně směrnice Rady 93/12/EHS. In: *Úřední věstník Evropské unie L 350, 28. 12. 1998, s. 58—68*. Lucemburk, ročník 1998, číslo 70. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:31998L0070&from=CS>

EU. Směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2001/81/ES ze dne 23. října 2001 o národních emisních stropcích pro některé látky znečišťující ovzduší. In: *Úřední věstník Evropské unie L 309, 27. 11. 2001, s. 22—30, zvláštní vydání v českém jazyce: Kapitola 15 Svazek 006 S. 320—329*. Lucemburk, ročník 2001, číslo 81. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32001L0081&qid=1540639714047&from=CS>

EU. SMĚRNICE KOMISE (EU) 2015/1480 ze dne 28. srpna 2015, kterou se mění několik příloh směrnice Evropského parlamentu a Rady 2004/107/ES a 2008/50/ES, kterými se stanoví pravidla pro referenční metody, ověřování údajů a umístění míst odběru vzorků při posuzování kvality vnějšího ovzduší. In: *Úřední věstník Evropské unie L 226, 29. 8. 2015, s. 4—11*. Brusel, ročník 2015, číslo 1480. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/HTML/?uri=CELEX:32015L1480&rid=1>

EU. SMLOUVA O EVROPSKÉ UNII (92/C 191/01) ze dne 7. února 1992. In: *Úřední věstník Evropské unie C 191, 29. 7. 1992, s. 1–112*. Maastricht, ročník 1992, 92/C 191/01. Dostupné také z: http://www.euroskop.cz/gallery/2/758-smlouva_o_eu_puvodni_verze.pdf

Evropská osmadvacítka se dohodla na společné pozici k návrhu snížení emisí CO₂ z osobních aut a lehkých užitkových vozidel. In: © 2008–2018 *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha, 10. 10. 2018 [cit. 2018-10-31]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/news_181010_emise_auta

HOLOUBEK, Ivan, Irena HOLOUBKOVÁ a Anton KOČAN. *Persistentní organické polutanty: Národní implementační plán Stockholmské úmluvy v České republice* [online]. Brno: TOCOEN REPORT, červen 2001, 2001(199) [cit. 2019-02-07]. Dostupné z: http://www.recetox.muni.cz/res/file/narodni_centrum/reg-centrum/unipo/Anex_11.pdf

HOREJŠ, Karel a Vladimír MOTEJL. *Příručka pro řidiče a opraváře automobilů: Technické novinky*. Vyd. 4. Brno: Littera, 2008, 345 s. příloha CD – ŠKODA AUTO, technika stavby automobilu, Emise. ISBN 978-80-85763-42-3. Dostupné také z: https://nanoed.tul.cz/pluginfile.php/485/mod_resource/content/1/43%20Emise.pdf

HŮNOVÁ, Iva a Vít BÄUMELT. *Atmospheric Environment: Observation-based trends in ambient ozone in the Czech Republic over the past two decades* [online]. Copyright © 2019 Elsevier Ltd. All rights reserved, January 2018, (Volume 172), 157-167 [cit. 2019-02-27]. ISSN 1352-2310. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231017307045?via%3Dihub>

IARC MONOGRAPHS ON THE EVALUATION OF CARCINOGENIC RISKS TO HUMANS. 109. 2016. Paříž, 454 s. ISBN 978-92-832-0175-5. ISSN 1017-1606. Dostupné také z: <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono109-F06.pdf>

Informace o zdravotních rizicích spojených s kvalitou ovzduší v roce 2015. In: © 2008–2018 *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha: Cenia, 2016 [cit. 2018-10-28]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zdravotni_dusledky_znecisteni_ovzdusi/\\$FILE/000-Zdravotni_rizika_2015-20170105.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zdravotni_dusledky_znecisteni_ovzdusi/$FILE/000-Zdravotni_rizika_2015-20170105.pdf)

Intenzity dopravy na dálnicích a silnicích I. třídy ČR v roce 2016. In: © 2015 *Ředitelství silnic a dálnic ČR* [online]. 2016 [cit. 2018-10-28]. Dostupné z: <https://www.rsd.cz/wps/wcm/connect/23b634b7-c224-4e0f-8e83-b9b532470ab7/pentlogram-2016.png?MOD=AJPERES>

JANDOVÁ, Vilma, ed. Studie o vývoji dopravy z hlediska životního prostředí v ČR. In: *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Brno: © 2008–2019 Ministerstvo životního prostředí [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/studie_vyvoj_dopravy

JANSSEN, Nicole A. H., Miriam E. GERLOFS-NIJLAND, Timo LANKI, et al., BOHR, Rosemary, ed. *Health effects of black carbon*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, c2012. ISBN 978-92-890-0265-3. Dostupné také z: http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0004/162535/e96541.pdf

KASTLOVÁ, Olga a Radek HOUŠŤ. *Ročenka dopravy České republiky 2015* [online]. Ministerstvo dopravy, 2015 [cit. 2019-02-04]. ISBN 1801-3090. Dostupné z: https://www.sydos.cz/cs/rocenka_pdf/Rocenka_dopravy_2015.pdf

KASTLOVÁ, Olga a Radek HOUŠŤ. *Ročenka dopravy České republiky 2016* [online]. Ministerstvo dopravy, 2016 [cit. 2018-10-28]. ISBN 1801-3090. Dostupné z: https://www.sydos.cz/cs/rocenka_pdf/Rocenka_dopravy_2016.pdf

KASTLOVÁ, Olga a Radek HOUŠŤ. *Ročenka dopravy České republiky 2017* [online]. Ministerstvo dopravy, 2017 [cit. 2018-10-28]. ISBN 1801-3090. Dostupné z: https://www.sydos.cz/cs/rocenka_pdf/Rocenka_dopravy_2017.pdf

- KOCHOVÁ, T, HEJNÁ, L., ed. Zpráva o životním prostředí v Olomouckém kraji 2017. In: *Ministerstvo životního prostředí* [online]. © 2008–2019 Ministerstvo životního prostředí, 2018 [cit. 2019-03-10]. ISBN 978-80-87770-58-0. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zpravy_zivotni_prostredi_kraje_2017/\\$FILE/OPZPUR-Olomoucky_kraj-20190116.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zpravy_zivotni_prostredi_kraje_2017/$FILE/OPZPUR-Olomoucky_kraj-20190116.pdf)
- KOLÁŘOVÁ, L., ed. Grafická ročenka 2015. In: *Portál ČHMÚ : Home* [online]. Praha: © 2018 COPYRIGHT ČHMÚ, ALL RIGHTS RESERVED [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/15groc/gr15cz/Obsah_CZ.html
- KOLÁŘOVÁ, L., OSTATNICKÁ, J., ed. Grafická ročenka 2014. In: *Portál ČHMÚ : Home* [online]. Praha: © 2018 COPYRIGHT ČHMÚ, ALL RIGHTS RESERVED [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/14groc/gr14cz/Obsah_CZ.html
- KOMÁREK, Lumír a Kamil PROVAZNÍK. *Ochrana a podpora zdraví*. Praha: Nadace CINDI ve spolupráci s 3. lékařskou fakultou UK Praha, 2011, 100 s. ISBN isbn978-80-260-1159-0.
- Koncepce optimalizace a rozvoje silniční sítě II. a III. třídy Olomouckého kraje do roku 2020. In: *Olomoucký kraj* [online]. Olomouc: © Krajský úřad Olomouckého kraje [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: <https://www.kr-olomoucky.cz/koncepce-rozvoje-silnic-ii-a-iii-tridy-cl-255.html>
- KOVÁŘ, Pavel. Římský klub 1972 a jeho zpola naplněná lahev zvěsti o budoucnosti: Souvisí ničené prostředí s migracemi?. *Živa*. Praha: © Nakladatelství Academia, SSČ AV ČR, 2016, 2016(1), I-III. ISSN ISSN 0044-4812. Dostupné také z: <http://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/rimsky-klub-1972-a-jeho-zpola-naplнена-lahev-zvest.pdf>
- KWANGSAM, NA a David R. COCKER. *Organic and elemental carbon concentrations in fine particulate matter in residences, schoolrooms, and outdoor air in Mira Loma, California* [online]. © 2005 Elsevier Ltd. All rights reserved, 2005, 39(18), 3325–3333 [cit. 2019-02-17]. Dostupné z: <https://www.engr.ucr.edu/~dcocker/JA23.pdf>
- KYTNEROVÁ, Markéta. Jak citovat monografii a e-monografii. In: *Blog citace.com* [online]. 2018 [cit. 2019-02-04]. Dostupné z: <https://www.citace.com/blog/>
- LUBEN, Thomas J., Jennifer L. NICHOLS a Steven J. DUTTON. A systematic review of cardiovascular emergency department visits, hospital admissions and mortality associated with ambient black carbon. *Environment International* [online]. Copyright © 2019 Elsevier B.V., 2017, 107, 154-162 [cit. 2019-02-17]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412017300843#!>
- MIHULKA, Stanislav. *Tam kde selhal Kjótský protokol, může uspět Pařížská dohoda* [online]. © 2019 Copyright CZECH NEWS CENTER, 2018 [cit. 2019-02-28]. Dostupné z: <https://vtm.zive.cz/clanky/tam-kde-selhal-kjotsky-protokol-muze-uspět-parizska-dohoda/sc-870-a-191862/default.aspx>
- MOLDAN, Bedřich. *(Ne)udržitelný rozvoj: ekologie - hrozba i naděje*. Praha: Karolinum, 2001, 142 s. ISBN 80-246-0286-5. EAN 9788024602868.
- MÜLLER, Karen ed. for Vol. 109. *IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risk to humans. Outdoor air pollution: Vol. 109*. © ChinaFotoPress. Lyon, 2016. ISBN 978-92-832-0175-5. ISSN 1017-1606. Dostupné také z: <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono109-F06.pdf>
- Náhledy map silniční a dálniční sítě ČR po krajích: Olomoucký kraj* [online]. In: . Praha: © 2015 Ředitelství silnic a dálnic ČR, 1. 7. 2018 [cit. 2019-02-24]. Dostupné z: https://www.rsd.cz/wps/wcm/connect/9e2e6f60-930c-4b33-acc8-9795584cb516/ol_kraj_187.jpg?MOD=AJPERES
- Národní program snižování emisí České republiky. In: © 2008–2018 Ministerstvo životního prostředí [online]. Praha, 2015, s. 124 [cit. 2018-10-31]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/narodni_program_snizovani_emisi/\\$FILE/OOO-NPSE_final-20151217.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/narodni_program_snizovani_emisi/$FILE/OOO-NPSE_final-20151217.pdf)

- NEUŽIL, V. Podíl NO a NO₂ ve spalínách: Výzkumná zpráva. In: © 2016 COPYRIGHT ČHMÚ, ALL RIGHTS RESERVED [online]. Praha: KONEKO, 2012 [cit. 2017-11-08]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/grafroc_CZ.html.
- ODHAD ZDRAVOTNÍCH RIZIK ZE ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ ČESKÁ REPUBLIKA – ROK 2017. In: (c) *Státní zdravotní ústav* [online]. Praha, 2017 [cit. 2018-10-31]. Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/dokumenty_zdravi/rizika_CRI_2017.pdf
- OHLIGER, Tina. Znečištěné ovzduší a hluk. In: *Evropský parlament: Fakta a čísla o Evropské unii - 2017* [online]. Copyright ©, 2017 [cit. 2018-10-28]. Dostupné z: [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/fiches_techniques/2013/050405/04A_FT\(2013\)050405_CS.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/fiches_techniques/2013/050405/04A_FT(2013)050405_CS.pdf)
- OSTATNICKÁ, J., VLASÁKOVÁ, L., ed. Grafická ročenka 2013. In: *Portál ČHMÚ : Home* [online]. Praha: © 2018 COPYRIGHT ČHMÚ, ALL RIGHTS RESERVED [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/13groc/gr13cz/Obsah_CZ.html
- Ovzduší a zdraví: Air pollution and health risks. In: (c) *Státní zdravotní ústav* [online]. Praha, 2017 [cit. 2018-10-31]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/ovzdusi-a-zdravi>
- Ovzduší vs. silniční doprava – právní nástroje ochrany* [online]. 2008. Brno: Frank Bold, 12 s. [cit. 2019-02-04]. Dostupné z: http://frankbold.org/sites/default/files/publikace/ovzdusi_vs_doprava.pdf
- PALIČKOVÁ, Lea, ed. Grafická ročenka 2016. In: *Portál ČHMÚ : Home* [online]. Praha: © 2018 COPYRIGHT ČHMÚ, ALL RIGHTS RESERVED [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/16groc/gr16cz/Obsah_CZ.html
- PLANETA odborný časopis pro životní prostředí: Politika životního prostředí EU. Sedm tematických strategií.* Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2006(10), 80 s.. ISSN 1801-6898. Dostupné také z: [https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/BFEED7D49272A923C125712500403293/\\$file/planeta10_3kor.pdf](https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/BFEED7D49272A923C125712500403293/$file/planeta10_3kor.pdf)
- PONOCNÁ, T, HEJNÁ, L., ed. *Zpráva o životním prostředí v Olomouckém kraji 2016* [online]. 1. Praha: © 2008–2019 Ministerstvo životního prostředí, 2018, s. 51 [cit. 2019-02-24]. ISBN 978-80-87770-43-6. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zpravy_zivotni_prostredi_kraje_2016/\\$FILE/SOPSPZ-Olomoucky_kraj-20180115.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zpravy_zivotni_prostredi_kraje_2016/$FILE/SOPSPZ-Olomoucky_kraj-20180115.pdf)
- PROVAZNÍK, Kamil, Miroslav CIKRT a Lumír KOMÁREK, ed. *Manuál prevence v lékařské praxi VIII: Základy hodnocení zdravotních rizik.* Praha: Fortuna, 2000, 158 s. ISBN 80-7071-161-2.
- Review of evidence on health aspects of air pollution: REVIHAAP. In: © 2018 WHO: www.euro.who.int [online]. Copenhagen, 2013 [cit. 2018-11-01]. Dostupné z: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0020/182432/e96762-final.pdf
- RISSLER, Jenny, Erik SWIETLICKI a Agneta BENGTTSSON. *Experimental determination of deposition of diesel exhaust particles in the human respiratory tract* [online]. 0021-8502 & 2012 Elsevier, 2012(48) [cit. 2019-02-04]. DOI: 10.1016/j.jaerosci.2012.01.005. ISSN 0021-8502. Dostupné z: <https://core.ac.uk/download/pdf/82483761.pdf>
- RUBEŠOVÁ, Jitka. *Problematika znečištění ovzduší z hlediska zdravotních rizik, monitorování chemických látek v ovzduší ČR, možnosti prevence.* Praha, 2008. Bakalářská práce. 3. lékařská fakulta. Vedoucí práce Prof. MUDr. Milena Černá, DrSc.
- RYOZO, Oookaa, Khiemb MAI a Hayamic HIROSHI. Influence of meteorological conditions on summer ozone levels in the central Kanto area of Japan. In: 1878-0296 © 2011 Published by Elsevier Open access under [online]. Elsevier, 2011 [cit. 2018-11-08]. Dostupné z: https://ac.els-cdn.com/S1878029611000430/1-s2.0-S1878029611000430-main.pdf?_tid=db720e62-d718-4e71-9bf7-674d092328bf&acdnat=1541693806_9143fa08e80a44e0224e1da421fc4c04

- SAJDL, Jan. Oxid uhličitý CO₂. *Autolexicon.net* [online]. Copyright © 2019 autolexicon.net. [cit. 2019-02-28]. ISSN 1804-2554. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/oxid-uhlicity-co2/>
- SAJDL, Jan. Studený start. *Autolexicon.net* [online]. Copyright © 2019 autolexicon.net. [cit. 2019-02-17]. ISSN 1804-2554. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/studený-start/>
- SEINFELD, John H. a Spyros N. PANDIS. *Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change*. 2nd ed. Hoboken, N. J.: J. Wiley, c2006. ISBN 978-0-471-72017-1.
- STAREČEK, Jakub. *Filtry pevných částic a způsob jejich regenerace*. Brno, 2013. Bakalářská práce. VUT Brno. Vedoucí práce Ing. Radim Dundálek, Ph.D.
- Střednědobá strategie (do roku 2020) zlepšení kvality ovzduší v ČR. In: © 2008–2018 Ministerstvo životního prostředí [online]. Praha, 2015, s. 120 [cit. 2019-10-02]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/strategie_zlepseni_kvality_ovzdusi/\\$FILE/000-Strategie_ochrany_ovzdusi-20170505.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/strategie_zlepseni_kvality_ovzdusi/$FILE/000-Strategie_ochrany_ovzdusi-20170505.pdf)
- Summit OSN k udržitelnému rozvoji světa: New York, 25. – 27. září 2015. *Www.osn.cz* [online]. Copyright (c) UNIC Praha | Informační centrum OSN, 22. 9. 2015 [cit. 2018-10-27]. Dostupné z: <http://www.osn.cz/summit-osn-k-udrzitelnemu-rozvoji-sveta-new-york-25-27-zari-2015/>
- ÚSEK OCHRANY ČISTOTY OVZDUŠÍ. Znečištění ovzduší na území České republiky: Grafické ročenky. In: *Portál ČHMÚ : Home* [online]. Praha: © 2018 COPYRIGHT ČHMÚ, ALL RIGHTS RESERVED, 2018 [cit. 2019-03-10]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/grafroc_CZ.html.
- VÍDEN, Ivan. *Chemie ovzduší*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2005, 98 s. ISBN 80-7080-571-4.
- VOJTÍŠEK, Michal. *O provozu vznětových motorů a aerosolech jimi produkovaných v městských aglomeracích: [The operation of diesel engines and the produced aerosols in urban agglomerations.]*[online]. 18. - 19. listopadu 2010. Praha: Copyright © 2010–2018 by Czech Aerosol Society, 2010, 35-38 [cit. 2019-03-19]. sborník. ISBN 978-80-86186-25-2. Dostupné z: http://cas.icpf.cas.cz/download/Sbornik_VKCAS_2010.pdf
- WARNECK, Peter. *Chemistry of the natural atmosphere*. 2nd ed. San Diego: Academic Press, c2000. International geophysics series, v. 71. ISBN 0-12-735632-0.000.
- ZATLOUKAL, Josef. Doprava a životní prostředí. In: *Univerzita Karlova Centrum pro otázky životního prostředí* [online]. Praha: © 2018 Univerzita Karlova [cit. 2018-10-28]. Dostupné z: <https://www.czp.cuni.cz/czp/index.php/cz/zdroje-informaci/konference/226-doprava-a-zivotni-prostredi?highlight=WyJqb3NlZiIsInphdGxvdWthbCIsImpvc2VmIHphdGxvdWthbCJd>

15 Seznam použitých zkratek

BaP	benzo[<i>a</i>]pyren
BUS	autobus
CDV, v.v.i.	Centrum dopravního výzkumu, veřejná výzkumná instituce
CENIA	Česká informační agentura životního prostředí
CNG	stlačený zemní plyn
CRV	Centrální registr vozidel
ČR	Česká republika
ČSÚ	Český statistický úřad
EHK/OSN	Evropská hospodářská komise OSN
EHS	Evropské hospodářské společenství
EU	Evropská unie
EUR	Euro (€)
ES	Evropské společenství
IARC	Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny
IPPC	integrovaná prevence a omezování znečištění (Integrated Pollution Prevention and Control)
LV	imisiční limit (limit value)
IRZ	Integrovaný registr znečišťování
KÚ	Krajský úřad
LNG	zkapalněný zemní plyn
LPG	zkapalněný ropný plyn
M1	vozidla pro přepravu max. devíti osob s max. přípustnou hmotností do 3 500 kg
M2	vozidla pro přepravu více jak devíti osob s max. přípustnou hmotností do 5 000 kg
M3	vozidla pro přepravu více jak devíti osob s max. přípustnou hmotností nad 5 000 kg
MD	Ministerstvo dopravy
MH	mezí hodnota
MOTO	motocykl
MZe	Ministerstvo zemědělství
MŽP	Ministerstvo životního prostředí

N1	vozidla pro přepravu nákladu s max. přípustnou hmotností do 3 500 kg
N2	vozidla pro přepravu nákladu s max. přípustnou hmotností do 12 000 kg
N3	vozidla pro přepravu nákladu s max. přípustnou hmotností nad 12 000 kg
NO	oxid dusnatý
N ₂ O	oxid dusný
NO ₂	oxid dusičitý
NO _x	oxidy dusíku
NH ₃	amoniak
NA	nákladní automobil
OA	osobní automobil
OLK	Olomoucký kraj
OSN	Organizace spojených národů
PAU	polycyklické aromatické uhlovodíky
PM	pevné částice = suspendované částice (particulate matter)
POP	perzistentní organické polutanty
ppm	koncentrace částic plynu v milionu objemových částic vzduchu (parts per million)
REZZO	Registr emisí a zdrojů znečištění ovzduší
ŘSD	Ředitelství silnic a dálnic
Sb.	Sbírka
SCR	selektivní katalytická redukce
SO ₂	oxid siřičitý
SVRS	smogový varovný a regulační systém
SZO	Světová zdravotnická organizace (World Health Organization, WHO)
SZÚ	Státní zdravotní ústav
TA ČR	Technologická agentura České Republiky
TEN-T	transevropská dopravní síť
TSP	Total Suspended Particulate Matter
TZL	tuhé znečišťující látky
US EPA	Agentura pro ochranu životního prostředí
VOC	volatilní (těkavé) organické látky

16 Seznam grafů, obrázků, tabulek a příloh

Seznam grafů

Graf 1: Souhrnný přehled o vybraných silničních vozidlech registrovaných v ČR.....	27
Graf 2: Souhrnný přehled o silničních osobních automobilech registrovaných v ČR podle typu spotřebované energie: „benzínová, dieselová“	27
Graf 3: Souhrnný přehled o silničních osobních automobilech registrovaných v ČR podle typu spotřebované energie: „elektrická, zkapalněný ropný plyn“	27
Graf 4: Osobní automobily registrované v ČR podle věkových kategorií	28
Graf 5: Nákladní automobily registrované v ČR podle věkových kategorií	28
Graf 6: Souhrnný přehled o silničních nákladních automobilech registrovaných v ČR podle typu spotřebované energie: „benzínová, dieselová“	29
Graf 7: Souhrnný přehled o silničních nákladních automobilech registrovaných v ČR podle typu spotřebované energie: „elektrická“	29
Graf 8: Spotřeba paliv zdrojů REZZO 4, 1990–2016	33
Graf 9: Produkce emisí suspendovaných částic PM jednotlivými druhy dopravy 2010–2017.....	34
Graf 10: Produkce emisí oxidů dusíku (NOx) jednotlivými druhy dopravy, 2010–2017	37
Graf 11: Produkce emisí oxidu uhelnatého (CO) jednotlivými druhy dopravy, 2010–2017.....	38
Graf 12: Produkce emisí těkavých organických látek (VOC) jednotlivými druhy dopravy, 2010–2017.....	39
Graf 13: Produkce emisí oxidu uhličitého (CO ₂) jednotlivými druhy dopravy, 2010–2017.....	41
Graf 14: Produkce emisí oxidu dusného (N ₂ O) jednotlivými druhy dopravy, 2010–2017	41
Graf 15: Trendy ročních charakteristik PM ₁₀ v ČR, 2001–2017	57
Graf 16: Trendy ročních charakteristik PM _{2,5} v ČR, 2005–2017	57
Graf 17: Rozdíl emisí PM ₁₀ a PM _{2,5} v sektoru „silniční doprava“ (NA a OA) a celkového množství emisí PM ₁₀ a PM _{2,5} v sektoru „silniční doprava“ (NA + OA + abraze vozovky a otěry pneumatik a brzd) v ČR, 2013–2016.....	59
Graf 18: Rozdíl emisí BC (black carbon) v sektoru „silniční doprava“ (NA a OA) a celkového množství emisí BC v sektoru „silniční doprava“ (NA + OA + abraze vozovky a otěry pneumatik a brzd) v ČR, 2014–2016.....	61
Graf 19: Procento plochy území ČR s překročeným imisním limitem BaP a procento obyvatel ČR tomu vystavených, 2012–2016.....	62
Graf 20: Trendy ročních charakteristik benzo[a]pyrenu v ČR, 2006–2017.....	63
Graf 21: Roční chod průměrných měsíčních koncentrací NO ₂ (průměry pro daný typ stanice) v ČR, 2017	64
Graf 22: Podíl sektoru „silniční doprava“ (NA a OA) na celkových emisích NOx v ČR, 2012–2016	65
Graf 23: Trendy ročních charakteristik benzenu v ČR, 2005–2016.....	68
Graf 24: Podíl sektoru „silniční doprava“ (NA a OA) na celkových emisích CO v ČR, 2012–2016	69
Graf 25: Trendy ročních charakteristik olova v ČR, 2006–2017.....	70
Graf 26: Trendy ročních charakteristik arsenu v ČR, 2006–2017.....	71
Graf 27: Trendy ročních charakteristik kadmia v ČR, 2006–2017	71
Graf 28: Trendy ročních charakteristik niklu v ČR, 2006–2017	72
Graf 29: Souhrnný přehled o vybraných vozidlech registrovaných v OLK.....	79
Graf 30: Vývoj emisí znečišťujících látek, 2008–2017.....	83
Graf 31: Emise znečišťujících látek a skleníkových plynů z jednotlivých druhů dopravy v roce 2017.....	84
Graf 32: Vývoj emisí znečišťujících látek a skleníkových plynů z dopravy, 2000–2017.....	85
Graf 33: Produkce emisí suspendovaných částic PM jednotlivými druhy dopravy v OLK, 2010–2017	86
Graf 34: Produkce emisí oxidů dusíku (NOx) jednotlivými druhy dopravy v OLK, 2010–2017	87
Graf 35: Produkce emisí oxidu uhelnatého (CO) jednotlivými druhy dopravy v OLK, 2010–2017	87
Graf 36: Produkce emisí těkavých organických látek (VOC) jednotlivými druhy dopravy v OLK, 2010–2017	88
Graf 37: Produkce emisí oxidu uhličitého (CO ₂) jednotlivými druhy dopravy v OLK, 2010–2017.....	88
Graf 38: Produkce oxidu dusného (N ₂ O) jednotlivými druhy dopravy v OLK, 2010–2017.....	89
Graf 39: Vliv pohlaví na množství vlastněných vozidel.....	106
Graf 40: Vliv pohlaví na způsob dojíždění do práce.....	106
Graf 41: Vliv pohlaví na množství ujetých kilometrů za rok.....	107
Graf 42: Vliv pohlaví na názor na stupeň znečištění ovzduší silniční dopravou a míru rizika.....	107
Graf 43: Vliv vzdělání na množství vlastněných vozidel	110

Graf 44: Vliv vzdělání na typ používaného motoru.....	110
Graf 45: Vliv vzdělání na způsob dopravy do zaměstnání.....	111
Graf 46: Vliv vzdělání na množství ujetých kilometrů za rok	111
Graf 47: Vliv charakteru zaměření zaměstnání na množství vlastněných vozidel.....	113
Graf 48: Vliv charakteru zaměření zaměstnání na způsob dopravy do zaměstnání.....	113
Graf 49: Vliv charakteru zaměření zaměstnání na množství ujetých kilometrů za rok	113
Graf 50: Vliv charakteru zaměření zaměstnání na stupeň znečištění ovzduší silniční dopravou a míru rizika	114

Seznam obrázků

Obr. 1: Intenzity dopravy na dálnicích a silnicích I. třídy v ČR v roce 2016	31
Obr. 2: Keramická vložka filtru pevných částic (DPF – Diesel Particulate Filter).....	35
Obr. 3: Čelní pohled na keramickou vložku filtru pevných částic (DPF – Diesel Particulate Filter).....	35
Obr. 4: Chemické složení emisí výfukových plynů: A-zážehové motory, B-vznětové motory.....	43
Obr. 5: Vliv částic znečištěného vnějšího ovzduší na lidský organizmus	46
Obr. 6: Zóny a aglomerace pro posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění ovzduší	51
Obr. 7: Vyznačení oblastí s překročenými imisními limity pro ochranu zdraví vybraných skupin látek, 2017	55
Obr. 8: Vyznačení oblastí s překročenými imisními limity pro ochranu zdraví se zahrnutím přízemního ozonu v ČR, 2017.....	67
Obr. 9: Administrativní členění Olomouckého kraje k 1. 1. 2018.....	76
Obr. 10: Silniční a dálniční síť Olomouckého kraje	78
Obr. 11: a) Oblasti kraje s překročenými imisními limity pro ochranu zdraví bez zahrnutí přízemního ozonu, 2017 b) Oblasti kraje s překročenými imisními limity pro ochranu zdraví se zahrnutím přízemního ozonu, 2017.....	82

Seznam tabulek

Tabulka 1: Přehled emisních Euro norem pro osobní automobily (g/km).....	23
Tabulka 2: Imisní limity vyhlášené pro ochranu zdraví lidí a povolený počet jejich překročení za kalendářní rok	52
Tabulka 3: Imisní limity vyhlášené pro celkový obsah znečišťující látky v částicích PM ₁₀ vyhlášené pro ochranu zdraví lidí.....	52
Tabulka 4: Imisní limity pro troposférický ozon.....	53
Tabulka 5: Délka silniční sítě podle okresů Olomouckého kraje k 1. 7. 2017 (km).....	77
Tabulka 6: Četnostní popis sociodemografických veličin:	102
Tabulka 7: Četnostní popis odpovědí na otázky 8 až 12:	103
Tabulka 8: Kontingenční tabulka udávající vztah mezi pohlavím a odpověďmi respondentů na otázky č. 8 až 12	105
Tabulka 9: Kontingenční tabulka udávající vztah mezi věkem a odpověďmi respondentů na otázky č. 8 až 12.....	108
Tabulka 10: Kontingenční tabulka udávající vztah mezi vzděláním a odpověďmi respondentů na otázky č. 8 až 12.....	109
Tabulka 11: Kontingenční tabulka udávající vztah mezi charakterem zaměření zaměstnání a odpověďmi respondentů na otázky č. 8 až 12	112

Seznam příloh

Příloha 1: Dotazník k bakalářské práci	127
Příloha 2: Informační prospekt pro žáky, studenty, lektory a učitele.....	130

Jak populace vnímá znečištění vnějšího ovzduší automobilovou dopravou a stupeň rizika jako faktor působící na zdraví lidí?

***Povinné pole**

1. Pohlaví *

Označte jen jednu elipsu.

- Muž
 Žena

2. Věk *

Označte jen jednu elipsu.

- 0--20 roků
 21--35 let
 36--50 let
 51--65 let
 nad 65 let

3. Kolik máte dětí? *

Označte jen jednu elipsu.

0 1 2 3 4 5

4. Bydlíte v Olomouckém kraji? *

Označte jen jednu elipsu.

- Ano
 Ne

9. Většina Vašich motorových vozidel má jaký motor? *

Označte jen jednu elipsu.

- Naftový motor
- Benzínový motor
- Nemám motorové vozidlo

10. Dojždíte osobním automobilem do zaměstnání? *

Označte jen jednu elipsu.

- Ano
- Ne

11. Kolik najedete kilometrů za rok? *

Označte jen jednu elipsu.

- 0 km
- do 10 000 km
- 10 001 - 30 000 km
- 30 001 - 50 000 km
- 50 001 km a více

12. Jak veliký je podle Vás stupeň znečištění ovzduší silniční dopravou a jak veliký je podle Vás rizikový faktor působící na zdraví lidí? *

Označte jen jednu elipsu.

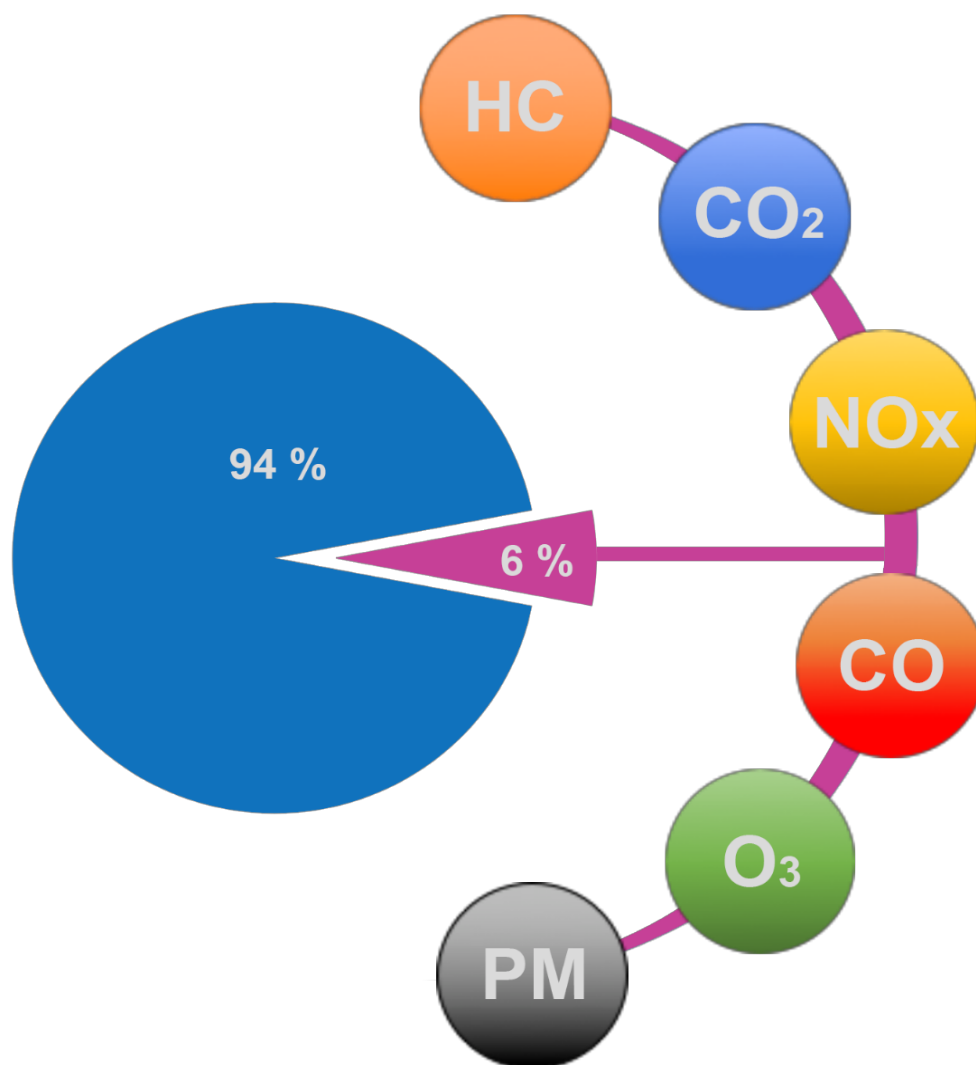
0 1 2 3 4 5

min. _____ max.

Poděkování

Děkuji Vám za odpovědi, které budou použity v praktické části mé bakalářské práce "Změna kvality vnějšího ovzduší v Olomouckém kraji".

EMISE ZE SILNIČNÍ DOPRAVY



■ EMISE Z DOPRAVY

■ EMISE Z OSTATNÍCH ZDROJŮ

HC

Uhlovodíky – HC jsou části paliva, které se po jeho nedokonalém spálení objeví ve výfukových plynech.



Některé uhlovodíky dráždí smyslové orgány, jiné jsou karcinogenní (rakovinotvorné)

NO_x

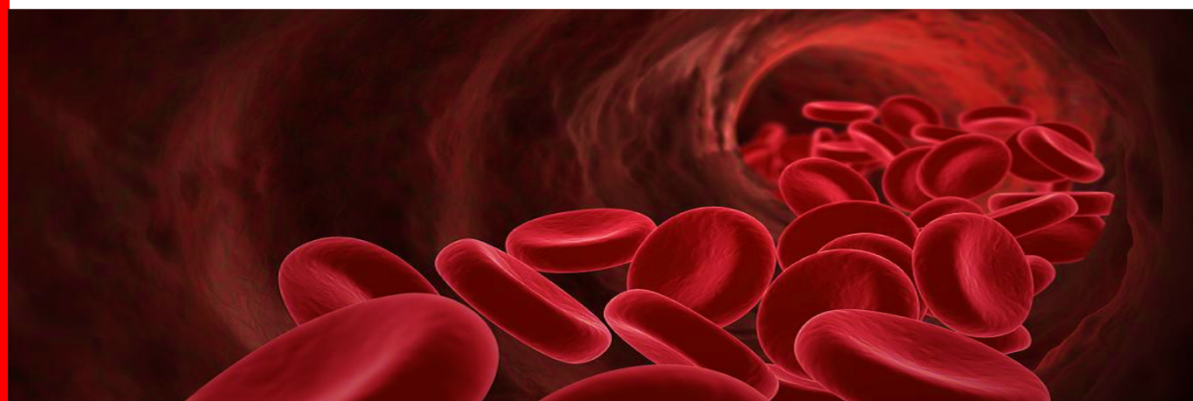
Oxidy dusíku – NO_x jsou sloučeniny dusíku s kyslíkem. Vznikají v motoru za vysokých teplot a tlaků během hoření za nadbytku kyslíku.



Oxidy dusíku jsou zdraví škodlivé!
Vyvolávají pocity dušení, nucení ke kašli, dráždí sliznice a způsobují produkci nosního hlenu.

CO

Již malá koncentrace oxidu uhelnatého je smrtelná. CO se váže místo kyslíku na krevní barvivo (hemoglobin) v červených krvinkách, čímž zcela zablokuje transport kyslíku krví.



CO₂

Oxid uhličitý – CO₂ vzniká spalováním látek, které obsahují uhlík C (např. benzín, nafta). CO₂ snižuje ochranné účinky ozonové vrstvy proti ultrafialovému záření (UV) slunce.

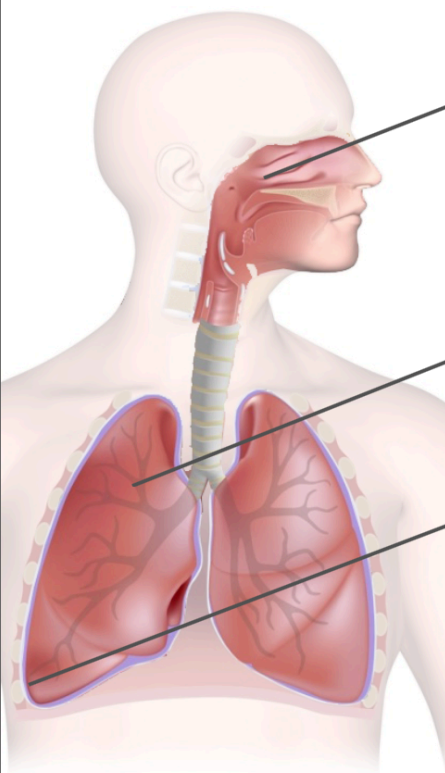


O₃

Ozon je vysoce reaktivní plyn modré barvy a charakteristického zápachu se silnými oxidačními účinky. Dráždí sliznice očí a dýchacích cest.



PM



PM ₁₀	Pevné částice velikosti 0,010 mm se zachytí na sliznici nosu. Regenerace je z větší části možná.
PM _{2,5}	Pevné částice velikosti 0,0025 mm se zachytí v průdušnicích a plicích sklípcích a snižují jejich funkci. Regenerace není možná.
PM ₁	Pevné částice velikosti 0,0010 mm se zachytí ve značně prokrveném vlásečnicovém zakončení plic. Krevním a lymfatickým oběhem jsou transportovány do všech orgánů. Regenerace není možná.