

# Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

## Zemědělská fakulta

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Zemědělská a dopravní technika

Katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Vedoucí katedry: doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.

### Diplomová práce

## Zmírnění negativních externalit silniční dopravy

Vedoucí diplomové práce: Ing. Ivo Celjak, CSc.

Autor diplomové práce: Mgr. Jaroslav Matys

České Budějovice, 2018

**ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Mgr. Jaroslav MATYS**  
Osobní číslo: **Z16287**  
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**  
Studijní obor: **Zemědělská a dopravní technika**  
Název tématu: **Zmírnění negativních externalit silniční dopravy**  
Zadávající katedra: **Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky**

*Z á s a d y   p r o   v y p r a c o v á n í :*

*Cíl práce:*

Cílem práce je provedení analýzy vybraných negativních vlivů pozemních dopravních zařízení na životní prostředí v závislosti na charakteru dopravní trasy, prostředí a druhu dopravních zařízení. Na jejím základě vypracovat souhrn poznatků o úrovni negativních vlivů pozemní dopravy.

*Metodický postup:*

1. Provést analýzu dopravního prostředí a dopravních tras s důrazem na negativní externalitu.
2. Provést analýzu hlavních faktorů, které se významně podílejí na negativním ovlivnění životního prostředí.
3. Na základě provedených analýz a zjištěných dat vypracovat souhrn poznatků o úrovni negativních vlivů pozemní dopravy na životní prostředí a možnosti jejich odstranění.

Rozsah grafických prací: obrázky, fotografie, grafy - dle potřeby

Rozsah pracovní zprávy: 60 - 80 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

- Adamec, V. a kol.: Doprava, zdraví a životní prostředí, GRADA, Praha 2008, 160 s.;
- Celjak, I.: Ovlivnění řidičů emisemi prachových částic ze spalovacích a nespalovacích procesů, Komunální technika, 2/2015, roč. IX, s. 50-43, ISSN 1802-2391.;
- Celjak, I.: Externalita silniční dopravy v obcích, Komunální technika, 11/2015, roč. IX, s. 14-18, ISSN 1802-2391;
- Dufek, J., Huzlík, J.: Metodika pro stanovení emisní zátěže látek znečišťujících ovzduší v České republice, Brno, Centrum dopravního výzkumu, 2001, 21 s.;
- Havránek, J. a kol.: Hluk a zdraví. Avicenum, Praha, 1990, 280 s. ISBN 80-201-0020-2;
- Fiala, J., Horálek, J.: Znečištění ovzduší částicemi aerosolu na dopravou ovlivněných stanicích, Ochrana ovzduší, 2003, roč. XV., č. 2, s. 3-4, ISSN 1211-0337;
- Krzyzanowsky, M., Kuna-Dibbert, B.: Health effects of transport-related air pollution. Copenhagen, WHO Europe, 2005, ISBN 92-890-1373-7, 205 p. Nový, R.: Hluk a chvění. Vydavatelství ČVUT, Praha, 1995, s. 16-17. ISBN 80-01-01306-5;
- Martuzzi, M., Galasi, C., Ostro, B.: Health Impact Assessment of Air Pollution in the Eight Major Italian Cities, Roma, WHO, 2002, 61 p. Smetana, C. a kol.: Hluk a vibrace, měření a hodnocení, Praha, Sdělovací technika 1998, s. 54-57. ISBN 80-901936-2-5;
- Šuta, M., Bencko, V.: Zdravotní rizika znečištění ovzduší nejvýznamnějšími automobilovými emisemi, Praktický lékař, 1998, roč. 78, č. 6 a 10, ISSN 0032-6739.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Ivo Celjak, CSc.

Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

Datum zadání diplomové práce: 31. ledna 2017

Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2018

  
prof. Ing. Milošlav Šoch, CSc., dr. h. c.  
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Budčevská 1088, 370 05 České Budějovice

  
doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 22. února 2017

## Prohlášení

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě, v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 20. dubna 2018

.....  
Matys Jaroslav

## Abstrakt

Tato diplomová práce na téma zmírnění negativních externalit silniční dopravy má za cíl provedení analýzy vybraných negativních vlivů pozemních dopravních zařízení na životní prostředí a na jejím základě vypracovat souhrn poznatků o úrovni negativních vlivů pozemní dopravy. Práce se v první části zabývá teorií o silniční dopravě, dopravních komunikacích, dopravním prostředí a negativních externalitách v dopravě.

V druhé části se zaměřuje na praktické měření hmotnostní koncentrace polévatého prachu v ovzduší a hluku.

## Klíčová slova:

Externality, silniční doprava, dopravní trasy, životní prostředí

## Abstract

This thesis on the mitigation of negative externalities of road transport focused on analyze the selected negative effects of ground transport equipment on the environment and on its basis to draw up a summary of lessons about the level of negative effects of land transport. The first part deals with the theory of road transport, transport roads, transport environment and negative externalities in transport.

Second part deals with practical measurement of the mass concentration of airborne dust in air and noise.

## Key words:

Externalities, road transport, transport routes, environment

## Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu mé diplomové práce Ing. Ivu Celjakovi, CSc. za obětavou pomoc, cenné rady a připomínky, které mě vedly ke konečné formě této diplomové práce.

## Obsah

1.	Úvod.....	9
2.	Literární přehled.....	10
2.1	Silniční doprava.....	10
2.1.1	Silniční motorová vozidla .....	10
2.1.1.1	Rozdělení silničních vozidel.....	11
2.1.1.2	Silniční motorová vozidla v ČR.....	11
2.1.2	Dopravní prostředí a dopravní trasy.....	12
2.1.2.1	Rozdělení pozemních komunikací.....	13
2.1.2.2	Silniční a dálniční síť v ČR.....	18
2.2	Externalita v silniční dopravě.....	21
2.2.1	Akustické emise .....	24
2.2.1.1	Hluk .....	24
2.2.1.2	Vibrace.....	29
2.2.2	Znečištění ovzduší, vod a půd.....	30
2.2.2.1	Výfukové plyny .....	30
2.2.2.2	Znečištění vod a půd .....	36
2.2.3	Fragmentace krajiny a infrastruktura .....	37
2.2.3.1	Fragmentace krajiny .....	37
2.2.3.2	Infrastruktura .....	39
2.2.4	Kongesce a dopravní nehody .....	40
2.2.4.1	Kongesce.....	40
2.2.4.2	Dopravní nehody.....	41
2.3	Opatření ke zlepšení životní kvality lidí v životním prostředí .....	43
2.3.1	Systém opatření ke snižování negativních dopadů dopravy .....	43
2.3.1.1	Faktory snižování emisí.....	44
2.3.1.2	Integrované plánování, integrovaná územní a dopravní politika..	45
2.3.1.3	Podpora pěší a cyklistické dopravy, carsharing.....	45

2.3.1.4	Ochrana ovzduší .....	47
2.3.1.5	Ochrana před hlukem.....	47
2.3.1.6	Nízkoemisní zóny .....	47
3.	Cíl práce .....	48
4.	Metodika .....	49
5.	Vlastní práce.....	54
6.	Výsledky a diskuze .....	69
7.	Závěr .....	75
8.	Seznam literatury .....	76
9.	Seznam obrázků .....	80
10.	Seznam tabulek .....	82
11.	Seznam grafů.....	83
12.	Seznam příloh.....	84



## 1. Úvod

Doprava je v současné době neodmyslitelná součást života. Její význam se každým dnem zvyšuje. S tím souvisí i nárůst dopravních prostředků a dopravních cest. Bohužel zvyšování těchto prostředků zapříčiňuje vážné ekologické problémy vlivem negativních externalit dopravy.

Silniční doprava je druh dopravy, který je uskutečněn pohybem dopravních prostředků po pozemních komunikacích. Lze ji rozdělit na osobní a nákladní. Probíhá za použití silničních motorových vozidel jako jsou např. motocykly, osobní automobily, autobusy, trolejbusy, nákladní automobily. Ve srovnání s jinými druhy dopravy jsou tato vozidla velice adaptabilní a mohou dopravit náklad na místa, kam jiné dopravní prostředky nemohou (vlak, letadlo, loď). Je také snadno dostupná a na krátké vzdálenosti poměrně rychlá. Z tohoto důvodu je silniční doprava velice žádaná. Na druhou stranu je finančně a energeticky poměrně náročná, značně znečišťuje životní prostředí, způsobuje hluk, dopravní nehody a zácpy, vibrace a patří k nejnebezpečnějšímu druhu dopravy, což vede ke snaze tuto dopravu omezit. Údržba a opravy veřejných pozemních komunikací jsou velice nákladné a v zimním období má solení dopravních cest neblahý vliv na půdu a podzemní vody.

Každým rokem dochází k mohutnému nárůstu silniční dopravy, což usnadňuje spojení měst nejen u nás v České Republice, ale i v celé Evropě. Je to jedno z nejrychleji se rozvíjejících odvětví, což může mít vážné následky pro životní prostředí.

## **2. Literární přehled**

### **2.1 Silniční doprava**

Doprava plní významnou společenskou a ekonomickou funkci. Podle předmětu dopravy lze silniční dopravu rozdělit na osobní a nákladní. Osobní dopravou se realizuje pohyb lidí ve prospěch jejich společenského života. Osobní doprava umožňuje efektivní pohyb lidí za prací, zrychluje možnost poznání vzdáleného životního prostředí a kulturních odlišností národů žijících na Zemi a umožňuje operativní i plánovité setkávání lidí k naplnění jejich potřeb. Nákladní doprava je v současné době důležitým faktorem, který umožňuje přemísťování zemědělské produkce, rozmanitých surovin, výrobků a potravin do místa jejich zpracování, využití a spotřeby. Doprava umožňuje rozvoj, resp. stabilitu ekonomiky tím, že umožňuje přesně plánovat a realizovat materiálový tok. Globalizace hospodářského systému a zvyšující se specializace výroby nemohou bez dopravy naplňovat své cíle. [8]

Doprava se také v posledních desetiletích stala významným faktorem ovlivňující životní prostředí člověka, a to jak v pozitivním, tak i negativním směru. Nejzávažnějším problémem je kontaminace ovzduší emisemi, především díky jejich významnému vlivu na lidské zdraví, zejména ve velkých městech s vysokou hustotou automobilové dopravy. Odhaduje se, že hmotnostní jednotka exhalátů z motorové dopravy je ve městě a ve velkých obytných aglomeracích 10 – ti násobná oproti exhalátům vzniklých z jiných zdrojů (průmysl, topení) a dokonce 100násobná oproti jiným exhalátům v oblastech mimo město. Příčinou emisních škodlivin z motorů vozidel do volného ovzduší je spalování pohonných hmot. Výfukové plyny motorových vozidel obsahují stovky chemických látek v různých koncentracích s různými účinky na zdraví člověka. [16]

#### **2.1.1 Silniční motorová vozidla**

Silniční vozidlo je motorové nebo nemotorové vozidlo, které je vyrobené za účelem provozu na pozemních komunikacích pro přepravu osob, zvířat nebo věcí. [Dle Zákona 63/2017 Sb.,]

Dopravní zařízení pro silniční dopravu je obecně kolové strojní zařízení účelové konstrukce, určené pro dopravu rozmanitých břemen. Lze říci, že tato definice už platí od roku 1908, kdy bylo ve 27. dílu Ottova naučného slovníku, v oddílu V. poprvé

napsáno, že: „vůz je zařízení pro dopravu osob a zboží na kolech“, který se pohyboval po spojovacím prostředku, tvořeném silnicí nebo železnicí, tažený „samochodem, čili automobilem“. Současná legislativa (Nařízení vlády č. 176/2008, §2, odst. a)) uvádí definici, že strojní zařízení je soubor, který je vybaven nebo má být vybaven poháněcím systémem, který nepoužívá přímo vynaloženou lidskou nebo zvířecí sílu, sestavený z částí nebo součástí, z nichž alespoň jedna je pohyblivá, vzájemně spojených za účelem stanoveného použití. [8]

### **2.1.1.1 Rozdělení silničních vozidel**

Silniční vozidla se rozdělují na tyto základní druhy:

- a) motocykly,
- b) osobní automobily,
- c) autobusy,
- d) nákladní automobily,
- e) vozidla zvláštního určení a speciální vozidla,
- f) přípojná vozidla,
- g) ostatní silniční vozidla.

(Dle Zákona 63/2017 Sb.,)

### **2.1.1.2 Silniční motorová vozidla v ČR**

V České republice dnes patří k největším a nejvýznamnějším výrobcům osobních automobilů mladoboleslavská automobilka Škoda, dále kolínská společnost TPCA (Toyota Peugeot Citroën Automobile) a nošovický Hyundai. Mezi autobusy je největším výrobcem značka IVECO a SOR. Co se týče nákladních automobilů, tak nejpočetnějším výrobcem u nás je kopřivnická TATRA. Motocykly zastává značka JAWA a přívěsy vyrábí společnost AGADOS, PANAV a SCHWARZMÜLLER. [2]

Podle statistik SDA (Svaz dozorců automobilů) bylo v roce 2016 registrováno celkem 7 381 826 ks vozidel, k polovině roku 2017 to bylo celkem 7 539 671 ks vozidel. Nárůst registrovaných vozů činil 157 845 ks.

Průměrné stáří celého vozového parku v České republice byl k polovině roku 2017 17,94 let. [29]

### **2.1.2 Dopravní prostředí a dopravní trasy**

Zákon o pozemních komunikacích č.13/1997 uvádí v §2 definici: „Pozemní komunikace je dopravní cesta určená k užití silničními a jinými vozidly a chodci, včetně pevných zařízení nutných pro zajištění tohoto užití a jeho bezpečnosti.“ (Dle zákona 13/1997)

Využití pozemních komunikací je nerovnoměrné. Zatímco intenzita dopravy na dálnicích a rychlostních silnicích v některých časových intervalech dosahuje kapacitních možností nebo je překračuje (důsledkem je vznik kongescí), silnice nižších tříd mají obvykle dostatečnou rezervu a využití kapacity je spíše náhodným jevem (k využití kapacity dochází výjimečně). Požadavky na dopravu splňuje především osobní automobil a člověk ho používá i za cenu vyšších provozních nákladů ve srovnání s jízdným v dopravě veřejné a faktorů, které negativně ovlivňují prostředí. [13]

V období prudkého rozvoje silniční dopravy se neustále zvyšují požadavky na kvalitní stav silnic, dálnic a jejich mostů pro zajištění bezpečné, plynulé i dostatečně rychlé jízdy silničních vozidel. Zvýšená pozornost je věnována systematickému ověřování stavu vozovek silnic a dálnic a operativnímu odstraňování zjištěných závad v rámci možností daných státním rozpočtem. Pro objektivní ověření stavu povrchu vozovek se ročně provádí měření na cca 6 500 km dopravně nejvýznamnějších komunikací. [24]

### 2.1.2.1 Rozdělení pozemních komunikací

Zákon o pozemních komunikacích č.13/1997 uvádí v §2 následující rozdělení pozemních komunikací (PK):

1. Dálnice
2. Silnice
3. Místní komunikace
4. Účelová komunikace

#### **Dálnice**

Dálnice (viz obr. 1) je pozemní komunikace určená pro rychlou dálkovou a mezistátní dopravu motorovými vozidly, která je budována bez úrovnových křížení, s oddělenými místy napojení pro vjezd a výjezd a která má směrově oddělené jízdní pásy. Rychlost je legislativou omezena v obci na  $80 \text{ km.h}^{-1}$ , mimo obec  $130 \text{ km.h}^{-1}$ . Je přístupná pouze silničním motorovým vozidlům, jejich nejvyšší povolená rychlost není nižší než  $80 \text{ km.h}^{-1}$  (konstrukční rychlost vyšší jak  $50 \text{ km.h}^{-1}$ ). Rychlostní silnice či silnice pro motorová vozidla je PK dálničního typu. Z hlediska nákladů na výstavbu tvoří levnější variantu dálnic. Stejně jako dálnice mají rychlostní silnice návrhovou rychlost alespoň  $80 \text{ km.h}^{-1}$ , u rychlostních silnic nejčastěji  $100 \text{ km.h}^{-1}$ . Jsou konstruovány tak, že pro každý směr jízdy musejí být alespoň dva jízdní pruhy a zpravidla všechna křížení jsou mimoúrovňová. Oproti dálnicím však rychlostní silnice mají některé parametry rozdílné: nemusejí mít levou krajnici, mají o půl metru užší zpevněnou krajnici (odstavný pruh), střední dělicí pás je také o půl metru užší, mohou mít větší klesání a stoupání (podélný sklon) než dálnice, mají nižší nároky na poloměry křižovatkových větví. Rychlost je legislativou omezena v obci na  $80 \text{ km.h}^{-1}$ , mimo obec  $130 \text{ km.h}^{-1}$ . [8]



Obr. 1 – Dálnice, zdroj: <https://pixabay.com/> („staženo dne: 1. 10. 2017“)

### **Silnice**

Silnice (viz obr. 2) je veřejně přístupná pozemní komunikace určená k užití silničními a jinými vozidly a chodci. Rychlost je legislativou omezena v obci na 50 km.h<sup>-1</sup>, mimo obec 90 km.h<sup>-1</sup>, pokud není dopravními značkami stanoveno jinak. Silnice tvoří silniční síť. Silnice se podle svého určení a dopravního významu rozdělují do těchto tříd:

1. Silnice I. třídy – určena zejména pro dálkovou a mezistátní dopravu
2. Silnice II. třídy – určena pro dopravu mezi okresy
3. Silnice III. třídy – určena k vzájemnému spojení obcí nebo jejich napojení na ostatní pozemní komunikace [8]



Obr. 2 – Silnice I. třídy, zdroj: <https://pixabay.com/> („staženo dne: 1. 10. 2017“)

## **Účelová komunikace**

Účelová komunikace je podle § 7 Zákona o pozemních komunikacích (13/1997 Sb.) označení pro kategorii pozemních komunikací, které slouží ke spojení jednotlivých nemovitostí pro potřeby vlastníků těchto nemovitostí nebo ke spojení těchto nemovitostí s ostatními pozemními komunikacemi nebo k obhospodařování zemědělských a lesních pozemků. Přímé připojení sousední nemovitosti na pozemní komunikaci však není účelovou komunikací (§ 10 odst. 1 zák.). ČSN 73 6100 Názvosloví silničních komunikací definuje účelovou komunikaci podobně: „Účelová komunikace je pozemní komunikace umožňující dopravní spojení výrobního závodu, uzavřených prostorů, osamělých objektů apod. se sítí silnic a místních komunikací nebo vytvářející dopravních spojení uvnitř uzavřených prostorů a objektů; může být zcela nebo částečně nepřístupná veřejnému provozu.“ [8]

## **Polní cesty**

Polní cesta (viz obr. 3) je druh účelové komunikace. ČSN 73 6109 ji definuje jako účelovou komunikací, která slouží zejména zemědělské dopravě a může plnit i jinou dopravní funkci, jako cyklistická stezka nebo stezka pro pěší, a charakterizuje ji jako směrově nerozdělenou komunikaci. Nazývají se tak nejen cesty mezi poli, ale i jinde ve volné krajině. Polní cesty slouží ke zpřístupnění staveb a pozemků vzdálených od silnic či místních komunikací vlastníkům pro účely dopravy a zemědělské výroby a jejich napojení na síť silnic, místních komunikací, lesních cest nebo jiných účelových komunikací a ke zpřístupnění krajiny a propojení důležitých bodů ve volné krajině s ohledem na vedení turistických tras (pěších, cyklistických, jezdeckých, lyžařských). Účelem polní cesty může být i vyloučení účelové zemědělské dopravy ze silnice. Polní cesty a vegetace kolem nich dotváří ráz krajiny a zvyšují její biodiverzitu, trvalým a výrazným způsobem ohraničují pozemky a katastrální území. Polní cesty mohou mít význam v protierozní ochraně půdy a vodohospodářství.

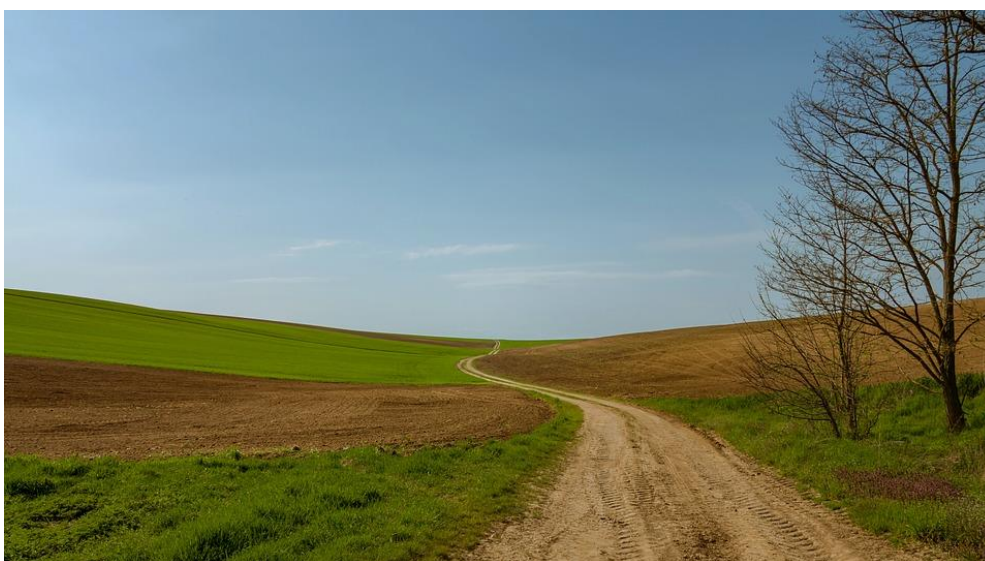
ČSN 73 6109 dělí polní cesty do třech hlavních kategorií. Návrhové parametry se uvádějí písmenem P a údajem o návrhové šířce a za lomítkem návrhové rychlosti (například P7,0/50 nebo P3,0/30).

a) Hlavní polní cesty: návrhová šířka 7 až 4 metry, návrhová rychlost 50 až 30 km.h<sup>-1</sup>, jedno i dvoupruhové, slouží pro svoz zemědělské produkce z oblasti 50 až 500 ha;

b) Vedlejší polní cesty: návrhová šířka 4,5 až 3,5 metrů, návrhová rychlost 30 km.h<sup>-1</sup>, jednopruhé, slouží pro svoz zemědělské produkce z oblasti 50 až 200 ha;

c) Doplňkové polní cesty: návrhová šířka 3,5 až 3 metry, návrhová rychlost 30 km.h<sup>-1</sup>, jednopruhé, nezpevněné.

Oficiálně neplatí pro polní cesty žádné omezení rychlosti. Pro motorová vozidla tedy platí obecné omezení rychlosti na 90 km.h<sup>-1</sup> a pro nemotorová vozidla není rychlost konkrétní hodnotou omezena. Zastavěná část obce se na polních cestách dopravní značkou nevyznačuje, takže v ní neplatí omezení rychlosti na 50 km.h<sup>-1</sup>, typicky však polní cesty zastavěným územím nevedou. Na rychlost jízdy se vztahuje především obecná povinnost přizpůsobit rychlost jízdy schopností řidiče, vlastnostem vozidla a nákladu, stavu pozemní komunikace a dalším okolnostem. [8]



Obr. 3 – Polní cesta, zdroj: <https://pixabay.com/> („staženo dne: 1. 10. 2017“)

### **Lesní cesty**

Lesní cesta (viz obr. 4) je termín vyhrazený pro komunikace sloužící primárně lesnímu hospodářství; turistickým a jiným veřejným účelům slouží kromě nich ještě lesní stezky a lesní pěšiny. Lesní cesty jsou v České republice definovány a kategorizovány v ČSN 73 6108 Lesní dopravní síť (3/1996). Norma rozděluje lesní cesty do 4 skupin:



a) Lesní cesta 1. třídy je odvozní cesta umožňující celoroční provoz, vybavená vozovkou umožňující zimní údržbu. Minimální šířka jízdního pruhu je 3 metry a minimální průjezdní šířka 4 metry. Maximální podélný sklon je 10 %, v krátkých úsecích v horách až 12 %.

b) Lesní cesta 2. třídy je odvozní cesta umožňující alespoň sezonní provoz. Povrch cesty se doporučuje vybavit zpevněním nebo jednoduchou vozovkou s prašným povrchem, není-li podloží samo o sobě dost pevné. Minimální šířka jízdního pruhu je 2,5 metry a minimální průjezdní šířka 3,5 metrů. Podélný sklon nemá překročit 12 %.

c) Lesní cesta 3. třídy je přibližovací cesta sjízdná pro traktory a speciální přibližovací prostředky, v příznivých případech i pro terénní motorová vozidla. Minimální volná šířka cesty je 3 metry. Povrch může být provozně zpevněn, částečně zpevněn nebo nezpevněn.

d) Lesní cesta 4. třídy může být přibližovací cesta nebo přibližovací linka pro stahování dřeva po spádnici s nezpevněným povrchem a neodstraněnou organickou vrstvou půdy, o šířce minimálně 1,5 metru, bez dalšího vybavení. [8]



Obr. 4 – Lesní cesta, zdroj: <https://pixabay.com/> („staženo dne: 1. 10. 2017“)

Legislativně neplatí pro lesní cesty žádné omezení rychlosti. Pro motorová vozidla tedy platí obecné omezení rychlosti na 90 km.h<sup>-1</sup> a pro nemotorová vozidla není rychlost konkrétní hodnotou omezena. Podle ČSN 73 6108 je pro návrhové vozidlo (Tatra 815 + návěs) na nejkvalitnějších lesních cestách (šířka koruny vozovky cca 5 m) maximální návrhová rychlost 30 km.h<sup>-1</sup>. Na rychlost se vztahuje především obecná

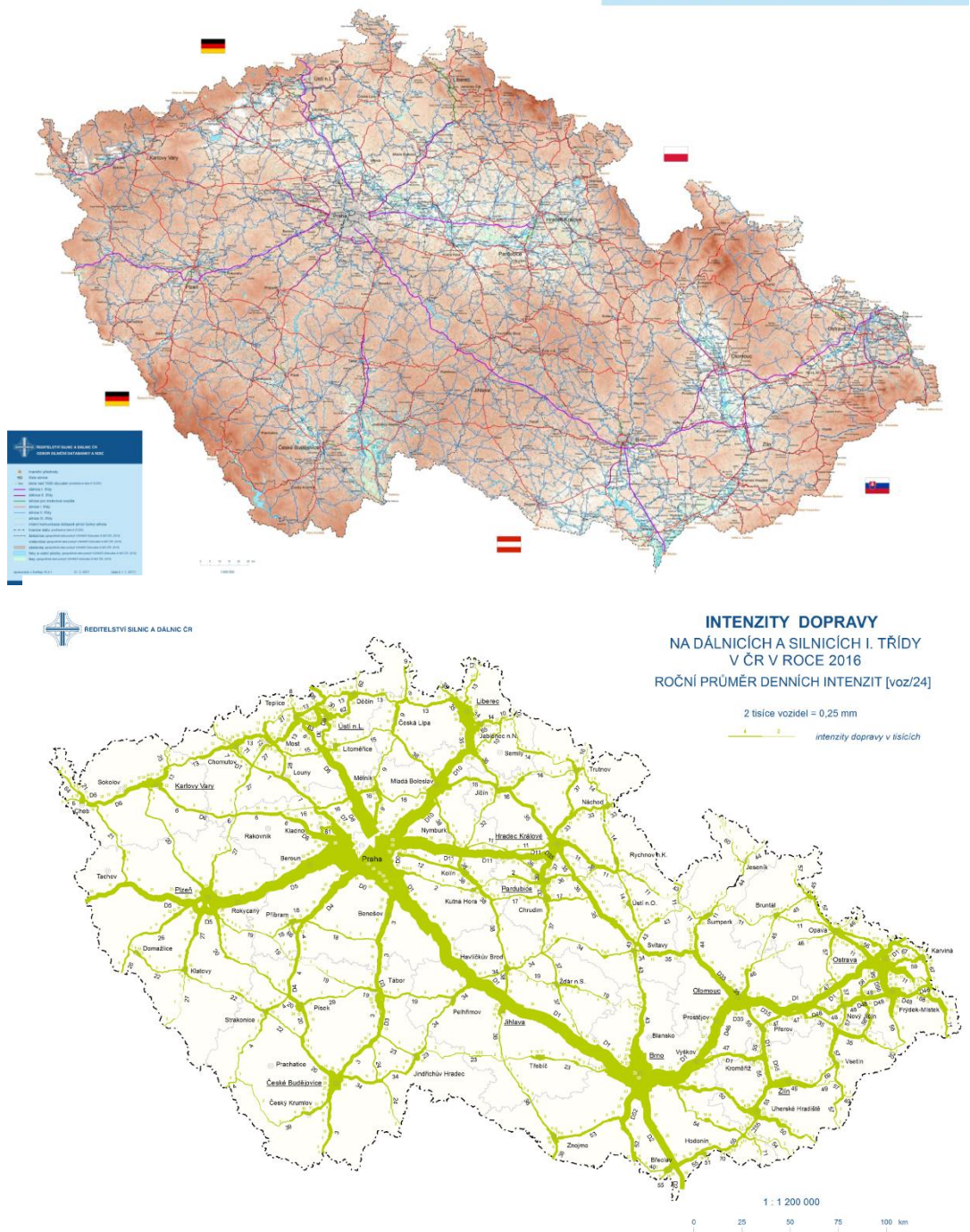
povinnost přizpůsobit rychlost jízdy schopnostem řidiče, vlastnostem vozidla a nákladu, rozhledovým podmínkám, povrchu cesty, svažitosti cesty a dalším okolnostem. [8]

### 2.1.2.2 Silniční a dálniční síť v ČR

Tabulka 1. Přehled délek silnic a dálnic v ČR, zdroj: [www.rsd.cz](http://www.rsd.cz) („staženo dne: 5. 10. 2017“)

Název	Dálnice		Silnice			D+S celkem km
	I. třídy km	II. třídy km	I. třídy km	II. třídy km	III. třídy km	
HLAVNÍ MĚSTO PRAHA	10,842	33,557	10,078	29,848		84,345
STŘEDOČESKÝ	194,225	152,395	657,318	2 384,915	6 240,268	9 629,121
JIHOČESKÝ	40,025	7,410	650,417	1 633,240	3 810,319	6 141,411
PLZEŇSKÝ	109,238		418,629	1 493,619	3 110,536	5 132,022
KARLOVARSKÝ		37,463	183,474	472,435	1 367,408	2 060,780
ÚSTECKÝ	68,696	21,727	488,880	897,199	2 746,835	4 223,337
LIBERECKÝ		4,587	337,429	486,898	1 589,494	2 418,408
KRÁLOVÉHRADECKÝ	16,753		439,036	894,387	2 406,129	3 756,305
PARDUBICKÝ	8,838	4,180	4 458,635	912,598	2 208,933	3 593,184
VYSOČINA	92,478		420,004	1 629,224	2 932,819	5 074,525
JIHOMORAVSKÝ	134,476	25,839	422,082	1 467,990	2 399,396	4 449,783
OLOMOUCKÝ	36,168	90,516	349,618	939,236	2 173,925	3 589,463
ZLÍNSKÝ	16,635	16,442	343,986	511,399	1 253,711	2 142,173
MORAVSKOSLEZSKÝ	59,887	40,264	627,734	839,696	1 894,815	3 462,396
ČR	788,261	424,400	5 807,320	14 592,684	34 134,588	55 757,253

Délka dálniční a silniční sítě (viz obr. 5 a tab. 1) činí 55 757 km. Z toho je: 1 212 km dálnic, 5 807 km silnic I. třídy, 14 592 km silnic II. třídy a 34 134 km silnic III. třídy.



Obr. 5 – Intenzita dopravy na dálnicích a silnicích I. třídy, zdroj: [www.rsd.cz](http://www.rsd.cz) („staženo dne: 5. 10. 2017“)

Údržba dálnic a některých rychlostních silnic je přímo zajišťována ŘSD ČR prostřednictvím osmnácti Středisků správy a údržby dálnic (SSÚD), resp. rychlostních silnic (SSÚRS), která vykonávají správu a údržbu svěřeného úseku komunikace a jeho součástí, udržují je ve stavu odpovídajícím určenému účelu, zajišťují výkon letní

a zimní údržby svěřeného úseku komunikace. Dále zabezpečují informační službu o sjízdnosti svěřeného úseku, dbají na bezpečnost provozu a dopravy, předkládají návrhy na jejich zlepšení a účastní se jejich projednávání s policií ČR. Práci střediska na trase lze zhruba rozdělit na činnosti „letní“ (od dubna do října) a „zimní“ (listopad – březen). Letními pracemi jsou především opravy vozovek, mostů, dopravních značek, nátěry ocelových konstrukcí, odvodnění, sekání trávy, čištění a úklid odpočívek, drobné zemní práce, impregnace betonových vozovek, zřizování vodorovného značení, čištění kanalizace atd. Zimní období je charakteristické zvláštním pracovním nepřetržitým provozem, který zajišťuje pohotovostní odklizení sněhu, náledí a námraz z vozovek, které jsou pro dopravu velmi nebezpečné. Pro tyto práce jsou používány speciální mechanismy a chemické materiály. Pro zvolení správného postupu údržby jsou využívány meteorologické předpovědi. [35]

## 2.2 Externality v silniční dopravě

Doprava se stala významným faktorem v rozvoji společnosti, a to jak v pozitivním (přeprava osob, surovin, výrobků, informací), tak negativním směru (dopravní nehody, emise). Prudký nárůst přepravních výkonů a množství osobních i nákladních vozidel se odráží ve zvyšující se zátěži životního prostředí. V současné době se v této souvislosti hovoří nejčastěji ve spojitosti se znečištěním ovzduší, avšak nezanedbatelný je také podíl na znečištění dalších složek životního prostředí jako jsou např. podzemní a povrchové vody, půda, biota. Nelze opomenout ani zábor půdy dopravní infrastrukturou a fragmentaci krajiny, které ovlivňují migraci živočichů a biodiverzitu. Zátěž životního prostředí představuje již samotná výroba vozidel a současně produkce značného množství odpadů po ukončení jejich životnosti, obsahující celou řadu nebezpečných látek. Zatímco výše uvedené důsledky jsou spojovány spíše s dlouhodobějšími negativními vlivy, se vzrůstající mobilitou stoupá i počet akutních náhodných znečištění v podobě havárií. Tyto havárie, zejména při přepravě nebezpečných věcí, mohou mít pro životní prostředí dalekosáhlé následky. Z tohoto pohledu nabývá v posledních letech problematika dopravy ve vztahu k životnímu prostředí a zdraví člověka na aktuálnosti. [1]

Externalita je obecně stav, kdy činnost jednoho subjektu působí na jiné subjekty, u nichž jsou tímto působením vyvolány vyšší náklady na jejich činnost, nižší užitek z jejich činnosti, způsobují těmto subjektům nepohodu nebo strádání, nebo jsou způsobovány škody na majetku a životním prostředí. Náklady, nižší užitek, strádání a úhrady za škody nejsou nijak kompenzovány. Externality mají rozmanitý dosah působnosti. Jsou lokální (jeden člověk, skupina obyvatel žijící a pohybující se u dopravní trasy), regionální (emise, prachové částice), národní (emise) a nadnárodní (skleníkové plyny). [8]

Internalizace externalit znamená přenesení externích nákladů zpět na jejich původce. Ten tedy platí veškeré náklady spojené se svou činností, což vede k odstranění neefektivity, kterou externality přinášejí. [30]

Internalizace externalit dopravy by měla mít pozitivní dopad na lidské zdraví a životní podmínky obyvatel. [8]

Externality mohou být pozitivní či negativní, podle toho, zda z činnosti dvou subjektů má třetí subjekt prospěch nebo „ztrátu“, tedy je jí poškozen. [10]

Pozitivní externalita znamená způsobení užitku, snížení nákladů, poskytnutí finančního příjmu (výnosu), uspokojení potřeb lidí, snížení nákladů a vytváření pozitivních vlivů na životní prostředí a zdraví lidí.

Negativní externalita naopak způsobuje vyšší náklady, vznik škod na objektech jiných subjektů, nižší finanční výnosy a nižší užitek jiných subjektů, způsobení útisku a omezení svobody v činnosti lidí, negativní ovlivnění životního prostředí a zdraví lidí.

Hlavní pozitivní externality dopravy:

- Uspokojení osobní potřeby některých řidičů ovládat vozidlo (zviditelnění a sebezprezentace prostřednictvím automobilu, radost z vlastnictví určitého modelu značky);
- Vznik a činnost zájmových skupin ve prospěch realizace svých zájmů prostřednictvím dopravních zařízení (kluby značek vozidel);
- Dosažitelnost speciální potravinové produkce (nikoliv nutné k obživě) ze vzdálených míst (rozmanité druhy ovoce, zeleniny, masa, koření);
- Dostupnost čerstvých potravin v průběhu celého dne („křupavý rohlík ale není nutný pro základní obživu“);
- Zaměstnanost. Příjmy firem za služby a výrobky s vazbou na dopravu (autoservisy, prodejny ND, prodej knih s tematikou dopravy, výroba dopravních značek, prvky aktivní a pasivní ochrany prostředí před vznikem DN, platby za parkování);
- Využití zařízení, určených k dopravě, pro uspokojení zájmových potřeb (automobilové sporty). [8]



### Hlavní negativní externality dopravy:

- znečištění ovzduší;
- hluk;
- příspěvek ke klimatické změně (emise skleníkových plynů);
- nehody;
- fragmentace ekosystémů a urbánních oblastí;
- dopravní zácpy (kongesce);
- znečištění vod;
- dopady na přírodu včetně snižování biodiverzity.

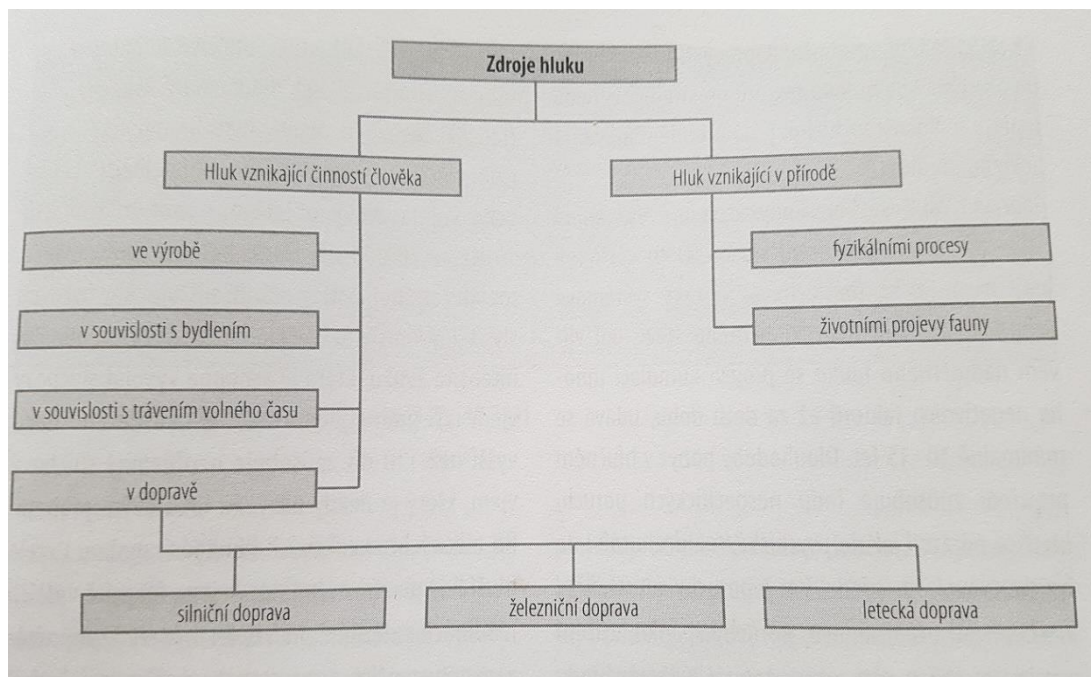
Některé z nich můžeme přiřadit dopravní infrastruktuře (fragmentace krajiny a ekosystémů), některé pak samotné dopravě (emise a kongesce).

Výše dopadů dopravy na životní prostředí a zdraví závisí na dopravním prostředku, jeho energetické efektivitě a použitém palivu. Znečištění z dopravy má dopady na lidské zdraví, viditelnost, zemědělství, budovy, pozemní a vodní ekosystémy a globální klima. Znečištění ovzduší vede k nemocem a zhoršenému zdravotnímu stavu obyvatel, snižuje zemědělské výnosy, přispívá ke korozi budov. Největší problémy přináší zvláště v městských oblastech, kde je koncentrovaná silniční doprava (emise ještě narůstají s tím, jak vozidla popojíždí pomalu v dopravních zácpách) a velká hustota osídlení (tj. více „receptorů“ – lidí – „přijímajících“ znečištění a hluk). Emise z dopravy však působí negativně také na regionální a globální úrovni – přispívají k takovým problémům, jako je například globální změna klimatu (emise CO<sub>2</sub> a dalších tzv. „skleníkových plynů“ z výroby a spalování motorových paliv a z výroby a likvidace vozidel). Hlukové znečištění obtěžuje obyvatele blízko rušných dopravních komunikací. Prosakování a rozlití pohonných hmot kontaminuje podzemní vodu. Dopravní infrastruktura vede k fragmentaci přírodních systémů. [6]

## 2.2.1 Akustické emise

### 2.2.1.1 Hluk

Nedílnou součástí životního prostředí člověka je zvukové prostředí. Hlukem obecně rozumíme každý zvuk nebo zvuky, které jsou nežádoucí, rušivé nebo škodlivé pro člověka. Zdroje v životním prostředí člověka a jejich rozdělení uvádí obr. č. 6.



Obr. 6 – Zdroje hluku v životním prostředí, zdroj: *Doprava, zdraví a životní prostředí* – Vladimír Adamec a kolektiv („staženo dne: 10. 11. 2017“)

Dominantním zdrojem hluku ve vnějším prostředí je již řadu let silniční doprava. Železniční a letecká doprava zasahují svými negativními účinky výrazně menší počet obyvatel než silniční, jsou však závažné větší intenzitou, zejména v noční době. K hlavním zdrojům hluku ze silniční dopravy patří především pohonné jednotky (motor), a to zejména při nízkých rychlostech, při vyšších rychlostech pak převládá hluk z valení pneumatik po vozovce.

Vnímání hluku je subjektivní pocit lišící se u každého jedince. Pro působení hluku v subjektivní sféře byly zavedeny diferencované pojmy pro charakterizaci účinků na člověka, kterými jsou:



- rušení, při němž zvuk interferuje s nějakou činností (spánkem, komunikace apod.);
- rozmrzelost a pocit nepohody, vznikající působením hluku a prožívaný negativně hlukem postiženým člověkem nebo skupinou;
- hlučnost, což je subjektivní hodnocení pocitu s nepatřičností hluku v konkrétním prostředí;
- obtěžování, což představuje nepřipustné ovlivňování životního prostředí, případně skupinových či osobních práv. [14]

Lidé a hluk v číslech:

- téměř 40 % populace v Evropě je vystaveno míře hluku, která je zdravý škodlivá;
- 100 000 000 obyvatel Evropské unie (EU) je vystaveno hlukem, který přesahuje 65 decibelů;
- škody, které hluk způsobuje v rámci Evropské unie se odhadují na 13 až 28 miliard euro;
- v Praze je nadlimitním hlukem zasaženo 7,6 % obyvatel, tedy přes 90 000 lidí;
- téměř 200 000 obyvatel Berlína žije v místech, kde je překročen limit pro hluk;
- dlouhodobý vliv dopravního hluku je v Evropě příčinou 3 % úmrtí na srdeční selhání. [15]

### **Hluk jako faktor životního prostředí**

Nadměrný hluk zaujímá v řadě faktorů ohrožujících naše životní prostředí stále důležitější místo. V programech ochrany prostředí, které organizují vyspělé státy světa, se řadí hluk zpravidla hned za znečištěné prostředí a ochranu povrchových vod. Přestože nikdo nepochybuje o tom, že hluk je zlo, které člověku škodí, je většina lidí zároveň přesvědčena, že konkrétní hluk, který sám produkuje, nebo o jehož vzniku či šíření rozhoduje, ještě není tak závažný, aby bylo třeba se opravdu účinně snažit ho potlačit. Hluk působí na velké skupiny obyvatel, ale ve srovnání např. se znečištěním

ovzduší nevyvolává hromadný výskyt onemocnění ani jiné katastrofální situace. Účinek hluku je navíc individuálně různý podle osoby, na kterou působí.

Vývoj techniky směřuje k neustálému zvyšování výkonů techniky a technologických zařízení. Mezi mechanickým a akustickým výkonem existuje přímá úměrnost, což je jeden z důvodů růstu hlučnosti. Prudký nárůst výkonů dopravních zařízení sebou nese tedy také značné nárůsty hluku. V současné době je na škodlivé účinky hluku soustředěna pozornost mnoha odborníků v oblasti zdravotnictví. Stejně tak se měřením a snižováním hluku zabývají stále větší skupiny odborníků různých profesí. [21]

### **Hluk a jeho účinky na lidský organismus**

Zvuk může na člověka, podobně jako jiné podněty, působit jak pozitivně, tak negativně. To, jak na nás určitý zvuk působí, nezávisí pouze na jeho charakteru, ale i na prostředí, na našem psychickém a tělesném stavu. Člověk se ve své podstatě spíše orientuje na zrakové vjemy. Vědomě vnímáme spíše to, co vidíme, než to, co slyšíme. Máme sklon ignorovat hluk, přestože nám škodí. Máme tendenci přijímat mnoho hluku a šramotu našeho okolí jako samozřejmost. S rozvojem civilizace se v posledních desetiletích právě akustické zatížení lidského organismu zvýšilo mnohonásobně. Akustický smog se stal vážným problémem naší planety. Tím, že většinu hluku vnímáme podvědomě, je nebezpečí samozřejmě vážnější. Mozek vědomě škodlivý hluk nevnímá, ale na organismus působí. Tato zátěž vede často k napětím, depresím, stresům. Ve výzkumu negativních účinků hluku na organismus člověka se došlo k závěrům, že hluk neohrožuje pouze nervovou soustavu, ale postihuje celý organismus (cévní systém, hormonální systém, látkovou výměnu, činnost a funkce orgánů apod.). [23]

Hlukové hladiny v decibelech:

1. práh slyšitelnosti – 0 dB;
2. sotva slyšitelné – 10 dB;
3. šepot – 30 dB;
4. tichý rozhovor – 50 dB;
5. mírný hluk – 80 dB (odvoz odpadků, pouliční ruch, pračka ...);
6. velký hluk – 100 dB (výroba kotlů, motocykl ...);
7. bolestivý hluk – 120 dB (diskotéková hudba, proudové letadlo). [33]

## **Snížení hlukové zátěže z dopravy**

Ve velkých městech je zcela jednoznačně nejvýznamnějším zdrojem nadměrného hluku působícího na velký počet obyvatel doprava, a to v převážné většině automobilová. V postižených oblastech působí bez přestání, ve dne v noci, 365 dnů v roce (automobilová doprava utichá každoročně jen na krátkou chvíli při příchodu nového roku). Kdo bydlí u frekventované silnice, hluku z dopravy se prostě vyhnout nemůže.

Existuje celá řada opatření, které mohou pomoci snížit míru hluku z dopravy:

- **zeleň** – Pokud je k dispozici dostatek prostoru, jedná se o skvělé protihlukové opatření – zeleň zároveň zvyšuje estetickou úroveň prostředí, tři metry široký pás zeleně dokáže snížit hluk o čtvrtinu;
- **protihlukové stěny** – Lze je použít jen tam, kde je dostatek prostoru. Musí být vyprojektovány tak, aby hluk jen neodrážely, ale pohlcovaly, důležitý je i jejich vzhled. Vždy se však jedná o prostorovou bariéru a protihlukové stěny je tedy třeba umisťovat s citem;
- **snížení rychlosti** – Vhodnost tohoto protihlukového opatření je třeba odborně posoudit. V případě, kdy by řidič vozidla byl nucen přeradit na nižší převodový stupeň, by totiž paradoxně snížení nejvyšší povolené rychlosti mohlo vést k nárůstu hluku. Je nezbytné, aby maximální rychlost nebyla snížena jen “na papíře”, ale i v praxi. Toho lze optimálně dosáhnout umístěním radaru, který automaticky zaznamená SPZ vozidla překračujícího nejvyšší rychlost;
- **organizační změny v dopravě** – Snížení počtu jízdnic pruhů, zúžení vozovky, zpomalovače (retardéry) – jakákoliv opatření ve prospěch zklidnění dopravy mají pozitivní vliv i na míru hlukové zátěže;
- **výměna povrchu vozovky** – Některé povrchy vozovky mohou snížit hluk až o 12 dB. [15]

## Limity

Ochrana lidského zdraví před hlukem je zakotvena v zákoně č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, konkrétně v § 30 - 34 tohoto zákona.

Limity pro hluk (viz tab. 2 a 3) jsou pak podrobně stanoveny nařízením vlády č. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

Tabulka 2. Limity hluku pro venkovní hluk, zdroj: <http://hluk.eps.cz/hluk/limity/> („staženo dne: 8. 1. 2018“)

<b>venkovní hluk</b>	<b>den (6:00-22:00)</b>	<b>noc (22:00-6:00)</b>
Základní limit – pro hluk jiný, než z dopravy	50 dB	40 dB
Hluk ze silniční dopravy	55 dB	45 dB
Hluk z železniční dopravy	55 dB	50 dB
Hluk z hlavních silnic	60 dB	50 dB
Hluk v ochranných pásmech drah	60 dB	55 dB
Stará hluková zátěž (do roku 2000)	70 dB	60 dB

U venkovního hluku stanoví nařízení vlády zvlášť limity pro hluk ze stavební činnosti a z leteckého provozu, pro zdravotnická zařízení, pro impulsní hluk, pro hudbu a řeč.

Tabulka 3. Limity hluku pro vnitřní hluk, zdroj: <http://hluk.eps.cz/hluk/limity/> („staženo dne: 8. 1. 2018“)

<b>vnitřní hluk</b>	<b>den (6:00-22:00)</b>	<b>noc (22:00-6:00)</b>
Základní limit	40 dB	30 dB
Hluk ze silniční dopravy	45 dB	35 dB
Hluk z hudby, zpěvu a řeči	35 dB	25 dB

U vnitřního hluku stanoví nařízení vlády zvlášť limity pro zdravotnická zařízení a různé veřejné budovy (obchody, školy apod.). Ani hlukové limity však za určitých okolností nemusí být dodržovány. Např. § 31 zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, podle kterého může hygienická stanice udělit časově omezené povolení překročení hygienických limitů, a to v případě, že:

limity nelze dodržet z vážných důvodů původce hluku prokáže, že hluk bude omezen na rozumně dosažitelnou míru.

Rozumně dosažitelnou mírou se rozumí poměr mezi náklady na protihluková opatření a jejich přínosem ke snížení hlukové nebo vibrační zátěže fyzických osob stanovený i s ohledem na počet fyzických osob exponovaných nadlimitnímu hluku (zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví). [15]

### **2.2.1.2 Vibrace**

Vibrace můžeme charakterizovat jako mechanické kmitání, které se šíří v pružném prostředí nebo v pružném tělese. Vznik vibrací je tvořen při jízdě vozidel a působí na dopravní trasu, na samotné vozidlo i okolní zástavbu.

Vibrace, které generuje pozemní doprava se vyskytují ve frekvenčním pásu 3-100 Hz, nejčastěji v pásmu 50-100 Hz. Kmity mohou mít charakter pravidelný, nepravidelný nebo náhodný. Naše sluchové ústrojí zaznamenává v rozmezí od 16-20 000 Hz.

Negativní vliv vibrací, vytvořených dopravou, na životní prostředí se projevuje:

- v nepříjemném působení na člověka, v některých případech mohou mít vibrace i vliv na zdraví člověka;
- ve změně chování fauny v okolí dopravních cest;
- vnitřní změnou v materiálu objektů, kdy může docházet i k postupnému snižování jejich pevnosti a stability i snižování životnosti stavebních objektů. [8]

## 2.2.2 Znečištění ovzduší, vod a půd

Znečišťování ovzduší je jak místní a celoevropskou záležitostí, tak i problémem týkajícím se celé polokoule. Znečišťující látky vypuštěné do ovzduší v jedné zemi se mohou dále šířit atmosférou a přispívat tak ke špatné kvalitě ovzduší v dalších oblastech.

V současnosti se za nejvýznamnější z hlediska dopadu na lidské zdraví všeobecně považují tři znečišťující látky, a to jemné částice v ovzduší, oxid dusičitý a přízemní ozon. Dlouhodobá nebo maximální expozice těmto znečišťujícím látkám může mít na lidské zdraví různě závažný vliv, od poškození dýchací soustavy až po předčasné úmrtí. Přibližně 90 % obyvatel evropských měst je vystaveno znečišťujícím látkám v koncentracích vyšších než úroveň kvality ovzduší, jež jsou považovány za zdraví škodlivé. [5]

Mobilní zdroje představují celosvětově významný zdroj znečišťování ovzduší, zvláště v městském prostředí mohou být zdrojem dominantním. Nejvýznamnější negativní vlivy jsou připisovány silniční dopravě, to je dáno jednak absolutním objemem (množstvím spotřebovaného paliva) a rovněž skutečností, že silniční doprava je koncentrována do oblastí s největší hustotou osídlení. [17]

### 2.2.2.1 Výfukové plyny

Výfukové plyny jsou komplexní směsí chemických látek, které unikají ze spalovacích zařízení jako jsou např. spalovací motory automobilů, lodí či letadel, turbíny vozidel či elektráren. Jejich složení závisí na typu paliva, typu a stavu spalovacího zařízení a na užití zařízení ke snížení emisí (filtry, katalyzátory, pračky plynů aj.). [31]

Složení plynů je závislé na typu a seřízení motoru, přídatných zařízeních (katalyzátor) a na použitém palivu. Jako palivo do silničních vozidel se nejčastěji používají různé typy benzinů a naft, méně často LPG a zemní plyn. Použití vodíku jako paliva s nulovou produkcí škodlivin je zatím v začátcích. Výfukové plyny obsahují vedle vody a CO<sub>2</sub> také NO<sub>x</sub>, CO, polycyklické aromatické uhlovodíky (PAH), aldehydy, ketony, fenoly a jiné organické látky (označované souborně jako těžké organické sloučeniny - VOC), dále saze, dehet (uváděné nejčastěji jako PM<sub>10</sub> či TZL) a platinové kovy (Pt, Rh, Pd), které pocházejí z katalyzátorů. Význam emisí SO<sub>2</sub> a Pb

vzhledem k modernizaci vozového parku a používání nízkosirných a bezolovnatých paliv postupně klesá. Prachové částice nejsou pouze součástí výfukových plynů, jsou produkovány při obrušování pneumatik a brzdových destiček a opotřebováváním dalších součástí vozidel. Nezanedbatelné množství prachových částí a na ně vázaných škodlivin se uvolňuje při obrušování vozovky a při korozi zařízení komunikací. [17]

#### OXID UHELNATÝ (CO)

Oxid uhelnatý je hořlavý a prudce jedovatý bezbarvý plyn, bez chuti a bez zápachu. V normálních koncentracích v ovzduší poměrně brzy oxiduje na oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>). Vzniká při spalování uhlíkatých paliv (což jsou dnes všechna paliva vyjma čistého vodíku) za nízké teploty a nedostatku spalovacího vzduchu (kyslíku), kdy nedochází k úplné oxidaci uhlovodíků (případně uhlíku) na oxid uhličitý a vodní páru (vzniká například i při lesních požárech a vulkanickou činností). Dalším důvodem emisí mohou být konstrukční chyby či závady na spalovacím zařízení. [8]

#### POLÉTAVÝ PRACH (PM<sub>10</sub>)

Jedná se směs pevných částic a na ně adsorbovaných látek. Hluběji do dýchacích cest proniká frakce PM<sub>10</sub> (torakální frakce), částice PM<sub>2,5</sub> (respirabilní frakce) pronikají až do plicních sklípků, největší schopnost depozice v plicích mají částice o velikosti 1-2 μm, při zmenšování velikosti částic schopnost usazování klesá, částice pod 0,001 μm jsou už beze zbytku vydechovány. Škodlivost je závislá především na velikosti, tvaru a chemickém složení částic, nebezpečnost prachových částic spočívá mj. ve schopnosti vázat další škodlivé látky na svém povrchu, a tak je transportovat do organismu. Platný limit v ČR činí pro průměrné roční koncentrace PM<sub>10</sub> 40 μg.m<sup>-3</sup> a pro 24hodinový imisní průměr 50 μg.m<sup>-3</sup> s tím, že nesmí být překročen více než 35 x za kalendářní rok.

#### POLYCIKLIKÉ AROMATICKÉ UHLOVODÍKY (PAU)

Vznikají při nedokonalém spalování organických materiálů, nejznámějším členem je benzo(a)pyren. Byla prokázána řada nepříznivých účinků PAU na živé organismy (z pokusů na zvířatech): imunotoxicita, genotoxicita, karcinogenita, reprodukční toxicita. PAU se do organismu dostávají dýchacím ústrojím vázané na povrch prachových částic. PAU jsou registrovány jako pravděpodobný lidský karcinogen.

### BENZEN (VOC)

Benzen je běžnou součástí automobilových benzínů, do ovzduší se dostává jednak při manipulaci s pohonnými hmotami a jednak výfukovými plyny vozidel při nedokonalém spalování. Koncentrace benzenu v ovzduší se využívá jako indikátor znečištění ovzduší výfukovými plyny, jelikož jeho koncentrace dobře koreluje s dalšími škodlivinami z dopravy (CO, VOC, NO<sub>x</sub>). Byly spolehlivě prokázány karcinogenní účinky benzenu. Dále je zodpovědný za poruchy krvetvorby, imunitního a nervového systému. [17]

### OXID SIŘIČITÝ (SO<sub>2</sub>)

Oxid siřičitý vzniká spalováním paliva s obsahem síry a je to bezbarvý štiplavě páchnoucí jedovatý plyn. Množství oxidu siřičitého ve výfukových plynech není legislativně přímo omezeno, ale normami Evropské unie je stanoveno maximální množství síry v motorové naftě, kde mezní hodnoty jsou vyšší u motorové nafty než u benzínu.

### UHLOVODÍKY (HC)

Souhrnné označení uhlovodíky zahrnuje nespálené uhlovodíky z paliva, produkty jejich oxidace a uhlovodíky, které vznikly termochemickými reakcemi během spalování. Řadí se sem alkany, alkoholy, aldehydy, ketony a aromatické uhlovodíky. Stejně jako oxid uhelnatý vznikají uhlovodíky při nedokonalém spalování.

### DUSÍK (N<sub>2</sub>)

Dusík je plyn bez barvy, chuti a zápachu. Není toxický ani jinak nebezpečný. Dusík je inertní plyn, to znamená, že reaguje s jinými chemickými sloučeninami pouze za vysokých teplot a tlak. Při zvyšování obsahu plynného dusíku v atmosféře může dojít k dušení, ztrátě vědomí až relativně netraumatické smrti vlivem nedostatku kyslíku.



## OXID DUSIČITÝ (NO<sub>2</sub>)

Ve vyšších koncentracích je to červenohnědý plyn štiplavého zápachu. Primárním zdrojem (vytvářejícím až 55 % antropogenních NO<sub>x</sub>) jsou i přes využívání katalyzátorů motorová vozidla – produkují tzv. palivový NO<sub>x</sub>. Při spalování ušlechtilých paliv v motorových vozidlech je dosahováno vysoké teploty hoření, a proto zde dochází k oxidaci vzdušného dusíku (N<sub>2</sub>) na takzvaný palivový vysokoteplotní NO<sub>x</sub>.

## OXID SIŘIČITÝ (SO<sub>2</sub>)

Je to bezbarvý, štiplavě páchnoucí, jedovatý plyn. Má 2,26× větší hustotu než vzduch. Působí dráždivě zejména na horní cesty dýchací, dostavuje se kašel, v těžších případech může vzniknout až edém plic. Menší koncentrace vyvolávají záněty průdušek a astma. Chronická expozice oxidu siřičitému negativně ovlivňuje krevetvorbu, způsobuje rozedmu plic, poškozují srdce. [8]

## **Emisní EURO normy**

Emise jsou látky, které se vypouštějí ze zdroje, kterým může být například (výfuk osobního automobilu) do atmosféry. Jejich množství se udává v mg/hod., mg/měsíc, mg/rok. Je udán emisní limit, který nám vyjadřuje nejvyšší přípustné množství znečišťujících látek vypouštěných ze zdroje do atmosféry. [22]

EURO je závazná emisní norma stanovující limitní hodnoty výfukových exhalací. Emisní norma (viz tab. 4) EURO omezuje množství oxidu uhelnatého (CO), uhlovodíků (HC), oxidů dusíku (NO<sub>x</sub>) a množství pevných částic (PM). Hodnoty se uvádějí v miligramech na ujetý kilometr. Tyto čtyři látky však nejsou jediné, které automobil do ovzduší vypouští. Je zde např. oxid uhličitý, který je často zmiňován v souvislosti s globálním oteplováním, norma EURO však množství CO<sub>2</sub> vůbec neřeší. Ve výfukových plynech jsou dále obsaženy rovněž sirné sloučeniny atd. [27]

Tabulka 4. Emisní normy pro osobní automobily, zdroj:

<http://www.auto.cz/technika-evropske-emisni-normy-jsou-s-nami-uz-od-roku-1970-94232> („staženo dne: 18. 1. 2018“)

Emisní norma	Datum prvního zavedení normy	Oxid uhelnatý [g/km]	Uhlovodíky [g/km]	Nemetanické uhlovodíky [g/km]	Oxidy dusíku [g/km]	Uhlovodíky plus oxidy dusíku [g/km]	Pevné částice [g/km]	Počet pevných částic na km
<b>Vznětové motory</b>								
<b>Euro 1</b>	červenec 1992	2.72 (3.16)	-	-	-	0.97 (1.13)	0.14 (0.18)	-
<b>Euro 2</b>	leden 1996	1.0	-	-	-	0.7	0.08	-
<b>Euro 3</b>	leden 2000	0.64	-	-	0.50	0.56	0.05	-
<b>Euro 4</b>	leden 2005	0.50	-	-	0.25	0.30	0.025	-
<b>Euro 5a</b>	září 2009	0.50	-	-	0.180	0.230	0.005	-
<b>Euro 5b</b>	září 2011	0.50	-	-	0.180	0.230	0.005	6×10 na 11
<b>Euro 6</b>	září 2014	0.50	-	0	0.080	0.170	0.005	6×10 na 11
<b>Zážehové motory</b>								
<b>Euro 1</b>	červenec 1992	2.72 (3.16)	-	-	-	0.97 (1.13)	-	-
<b>Euro 2</b>	leden 1996	2.2	-	-	-	0.5	-	-
<b>Euro 3</b>	leden 2000	2.3	0.20	-	0.15	-	-	-
<b>Euro 4</b>	leden 2005	1.0	0.10	-	0.08	-	-	-
<b>Euro 5</b>	září 2009	1.0	0.10	0.068	0.060	-	0.005	-
<b>Euro 6</b>	září 2014	1.0	0.10	0.068	0.060	-	0.005	6×10 na 11

### Imisní limity

Imise jsou látky, které přicházejí k příjemci (populace organismů). Udávají se v mg/m<sup>3</sup>. Existuje imisní limit, který nám udává nejvyšší přípustnou koncentraci znečišťujících látek v ovzduší. [22]

Imisní limity (viz tab. 5) jsou dány podle zákona o ochraně ovzduší 201/2012 Sb. a vyhlášky o způsobu posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění, rozsahu informování veřejnosti o úrovni znečištění a při smogových situacích 330/2012 Sb. [11]

Tabulka 5. Imisní limity pro ochranu zdraví a maximální počet jejich překročení, zdroj: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/info/limity\\_CZ.html](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/info/limity_CZ.html) („staženo dne: 18. 1. 2018“)

Znečišťující látka	Doba průměrování	Mez pro posuzování [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ]		Imisní limit [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] LV
		Dolní LAT	Horní UAT	
SO <sub>2</sub>	1 hodina	—	—	350 max. 24x za rok
	24 hodin	50 max. 3x za rok	75 max. 3x za rok	125 max. 3x za rok
NO <sub>2</sub>	1 hodina	100 max. 18x za rok	140 max. 18x za rok	200 max. 18x za rok
	kalendářní rok	26	32	40
PM <sub>10</sub>	24 hodin	25 max. 35x za rok	35 max. 35x za rok	50 max. 35x za rok
	kalendářní rok	20	28	40
PM <sub>2,5</sub>	kalendářní rok	12	17	25
Pb	kalendářní rok	0,25	0,35	0,5
CO	maximální denní 8hod. klouzavý průměr	5 000	7 000	10 000
Benzen	kalendářní rok	2	3,5	5

### Ekologická daň

Novela zákona 185/2001 Sb. o odpadech, přijatá Parlamentem 23. září 2008 stanovuje následující poplatky při první registraci či přeregistraci vozu v ČR, a to podle plnění mezních hodnot emisí ve výfukových plynech v souladu s právními předpisy Evropských společenství:

- a) 3 000 Kč v případě splnění mezních hodnot emisí EURO 2;
- b) 5 000 Kč v případě splnění mezních hodnot emisí EURO 1;
- c) 10 000 Kč v případě nesplnění mezních hodnot emisí.

Poplatek se neplatí u vozidel, která splňují minimálně mezní hodnoty emisí EURO 3. Stupeň plnění příslušné emisní úrovně se pro účely stanovení poplatku prokazuje zápisem v osvědčení o registraci vozidla. Poplatek se neplatí rovněž u veteránů a motocyklů. Naopak se platí např. u nákladních automobilů. [28]

#### **2.2.2.2 Znečištění vod a půd**

Povrchové a podzemní vody tvoří důležitou složku životního prostředí a jsou jedním ze základních surovinových zdrojů nutných pro zabezpečení života na Zemi. Působením člověka však neustále dochází ke snižování jejich kvality, přičemž jedním z negativních faktorů ovlivňujících právě jejich kvalitu jsou různé druhy dopravy. Znečištění silniční dopravou může mít charakter náhodný v podobě havárií automobilů, kdy dochází k úniku pohonných hmot, motorových olejů, provozních kapalin a dalších škodlivin, ale také dlouhodobý vlivem výfukových plynů, obrusů pneumatik a svrchní konstrukce vozovky a úkapů pohonných hmot. Ukazatele maximálně přípustného stupně znečištění podzemních a povrchových vod jsou hodnoceny Nařízením vlády č. 61/2003, o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, o náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, ve znění pozdějších předpisů a Metodickým pokynem Ministerstva životního prostředí České republiky.

Obdobně jako znečištění vod, tak i ohrožení kvality půd v okolí komunikací nastává v podstatě třemi způsoby: dlouhodobým znečištěním způsobeným běžným silničním provozem, sezónním znečištěním zejména vlivem posypových materiálů užívaných k zimní údržbě komunikací a haváriemi vozidel, při nichž dochází k úniku látek škodlivých pro životní prostředí. Problematika kontaminace půd je rovněž úzce spojena s vyluhováním škodlivin ze samotných těles komunikací, kdy vlivem vody vsakující do tělesa vozovky dochází k jejich vyluhování a následnému transportu do okolního prostředí. Znečištění půd je problematické zejména v intravilánu (zastavěná část území) velkých měst s vysokou hustotou automobilové dopravy. [14]

## 2.2.3 Fragmentace krajiny a infrastruktura

### 2.2.3.1 Fragmentace krajiny

Fragmentace je pojem, který je chápán jako dělení přírody na jednotlivé lokality, ve kterých se vyskytují specifické druhy živočichů a rostlin. Tyto lokality jsou od sebe izolovány a to ohrožuje některé citlivější druhy. Hlavním důvodem fragmentace je mimo zemědělství a urbanizace především konstrukce a využití lineární dopravní infrastruktury: silnic, železnic a vodních cest. Provoz, kterým je způsobeno usmrcování a vyrušování živočichů, znečišťování okolí, efekt fragmentace dále zesiluje.

Největšími globálními ekologickými problémy jsou např. oteplování atmosféry, snižování biologické diverzity (počet druhů flóry a fauny). V současné době se věnuje pozornost důvodům, které vedou k tomuto snižování. Biodiverzita není ohrožena pouze snížením velikosti ploch ekosystému nebo vybíjením ohrožených druhů živočichů, ale také právě fragmentací lokalit.

V současné době Evropa uznává 5 hlavních ekologických efektů: bariérový efekt, ztráta lokalit a jejich propojení, kolize vozidel s živočichy, biokoridory a lokality podél komunikací a vlivy spojené s rušením a znečištěním. Tyto efekty jsou vzájemně propojeny a mohou působit synergicky.

#### Rozdělení fragmentace:

- primární ekologické efekty fragmentace

Bariérový efekt: Pozemní komunikace účinkuje jako fyzická překážka, která má vliv na populaci živočichů. Pro savce většího vzrůstu jsou komunikace bariérou pouze v případě, že je kolem postaven plot nebo je-li doprava intenzivní. Menší živočichové na komunikaci, např. obojživelníci, plazi, malí savci a bezobratlí, jsou mnohem častěji srazeni vozidly nebo usmrceni predátory.

Ztráta lokalit a jejich propojení: Okamžitý efekt konstrukce silnic je fyzický zábor půdy a její přeměna v intenzivně narušené oblasti. Přehrazení biokoridorů je ještě zesíleno rušením a izolací a vede k nevratným změnám v distribuci druhů fauny v krajině.

Střet fauny s vozidly: Úmrtnost živočichů na silnicích je nejznámější efekt fragmentace lokalit. Každý rok jsou milióny živočichů usmrceny důsledkem kolizí s vozidly. Velké množství úmrtí často ukazuje na to, že zmíněný druh je velmi hojný a široce rozšířený.

Biokoridory a lokality podél komunikací: Vegetace, která se nalézá podél komunikací a v jejich okolí je atraktivní lokalita pro živočichy, kteří žijí volně v přírodě. V bezprostřední blízkosti silnic je často zaznamenán výskyt obojživelníků, plazů, ptáků i savců. Mnoho druhů nachází útočiště především v zatravněných a zalesněných okrajích silnic a dálnic. Funkce okrajů komunikací jako lokality může mít vliv na styl údržby.

Rušení a znečištění: Vlivy, které doprovází fragmentace jsou: rušení a znečištění ovzduší, hluk a fyzikální změny okolí komunikací. Jejich dopad mění půdní hustotu, reliéf krajiny, hydrologické a mikroklimatické poměry, a tedy mění užívání půdy a složení lokalit v krajině. Může také v některých případech omezovat průtok podzemních vod, což má za následek ovlivnění vegetace především mokřiny a břehové lokality.

- sekundární ekologické efekty fragmentace

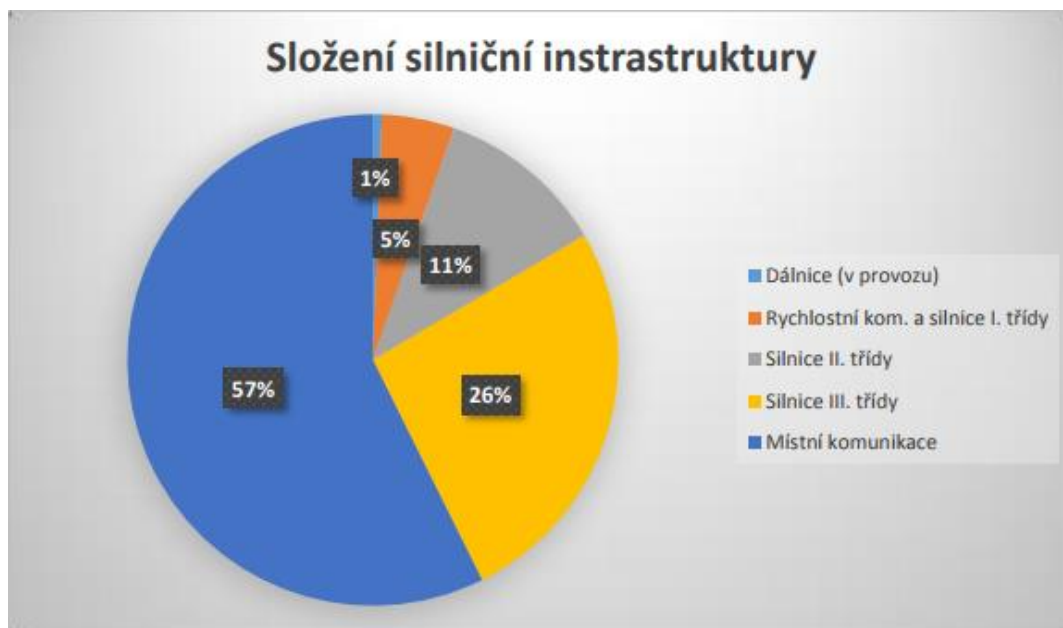
Těmito efekty máme na mysli změnu využívání půdy v lidském osídlení a průmyslový rozvoj způsobený v důsledku výstavby nových silnic nebo železnic. Sekundární efekty přesahují odpovědnost sektoru dopravy. Komunikační síť místního významu umožňuje turistický přístup, dále také přístup myslivců do jinak nedotčených přírodních lokalit. Nové osídlení, nové stavební pozemky jsou důsledky výstavby nových komunikací. Za tyto sekundární efekty nenese obvykle odpovědnost sektor dopravy, měly by však být zvažovány při hodnoceníh EIA a zejména při strategických hodnoceníh SEA. [12]

### 2.2.3.2 Infrastruktura

Infrastruktura je v nejobecnějším smyslu slova množina propojených procesních prvků, které pak udržují celý proces pohromadě. Obvykle se používá pouze pro soubory prvků, které jsou uměle vytvořené. Termín infrastruktura je užíván velmi často. Nejvíce se s ním však setkáváme zejména v odvětví ekonomie a stavebnictví, kde se jím popisují zejména nemovité statky, jako např. budovy, silnice, atd. [25]

Dopravní infrastruktura je jedním z významných faktorů regionálního rozvoje, neboť zajišťuje spojení mezi lidmi a hospodářskými subjekty v prostoru, čímž umožňuje územní dělbu práce, a tudíž přispívá k socioekonomickému rozvoji. Pod pojmem „dopravní infrastruktura“ jsou chápány dopravní cesty, zařízení a doprovodné technické zázemí, nikoliv dopravní prostředky. [18]

Silniční infrastruktura (viz obr. 7) zahrnuje dálnice, rychlostní komunikace, silnice I., II., a III. třídy a místní komunikace. Součástí silniční infrastruktury jsou rovněž sítě trolejbusů, tramvajů a metra, označované jako elektrické trakce městské hromadné dopravy. [26]



Obr. 7 – Složení silniční infrastruktury v ČR, zdroj: Souhrn způsobů hodnocení kvality a odolnosti infrastruktury David Řehák a kolektiv („staženo dne: 25. 1. 2018“)

## 2.2.4 Kongesce a dopravní nehody

### 2.2.4.1 Kongesce

Kongesce je stav, kdy vozidla nedosahují na pozemní komunikaci průměrné rychlosti, která je pro tyto komunikace obvyklá, res. plánovaná. [8]

Při celosvětově i v ČR stále intenzivněji rostoucí hustotě silniční dopravy se kongesce vyskytují zcela zákonitě a dochází k nim stále ve větším rozsahu a častěji. Tím rostou i škody, které kongesce působí. V některých lokalitách a za jistých podmínek se přitom stávají silniční kongesce jevem téměř pravidelným.

Vznik kongesce je vždy podmíněn souběhem několika příčin. Rozpor mezi aktuální intenzitou dopravního proudu a disponibilní kapacitou silniční komunikace je však příčinou určující. Pokud k němu dojde, hrozí nebezpečí kongesce vždy.

Mechanismus vzniku kongescí není zcela jednoznačný. Totéž platí o mechanismu jejich zániku. Nejjednodušší se zdá být u kongescí vznikajících působením administrativních generátorů, kde rychlost dopravního proudu je náhle jedním či řadou administrativních příkazů silně (a často bez pro řidiče zjevné logiky) omezena. Část řidičů (obvykle menší) pak tato omezení respektuje, ostatní (obvykle většina) na přikázaná omezení reagují opožděně a často vůbec ne. Výsledkem je poměrně zmatený vznik kongesce, kde ti otrlejší jedou rychleji, působí neklid, zmatek a často v dopravním proudu kličkují, dokonce i agresivně. Velká část takto vzniklých kongescí se sice po jisté době sama rozplyne, ovšem až na případy, kdy došlo k nehodě. Pak kongesce trvají déle, někdy až několik hodin a mnohdy v nich vznikají další sekundární nehody. Likvidace takových kongescí se většinou neobejde bez kvalifikovaného zásahu dopravní policie.

Primárními následky kongescí jsou ztráty dopravního výkonu a komfortu, sekundárními pak nehody a ztráty na majetku, zdraví a životech. [20]

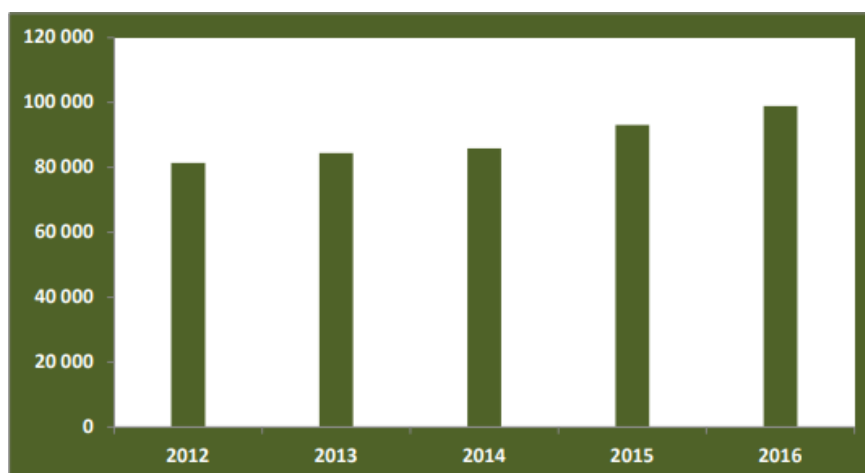


#### 2.2.4.2 Dopravní nehody

Dopravní nehoda je nepředvídaná kolize jednoho nebo více dopravních prostředků, při níž dojde ke hmotné škodě nebo ke zranění. Obvykle se termínem dopravní nehoda označuje nehoda v provozu na pozemních komunikacích, ale nehodami jsou též obdobné události v drážní, vodní nebo letecké dopravě. [4]

Fenomén současné doby zvaný nehodovost není spojen pouze s rozmachem dopravy, výrazný vliv na jeho růst má neukázněné a nezodpovědné chování řidičů, špatný stav komunikací a vozového parku. V minulosti nebyla problematika dopravy a nehodovosti věnována taková pozornost, jakou by si zasloužila, negativní následky nehod však situaci změnily. Nepříznivý stav si vynutil opatření na vládní úrovni, byl nastaven represivnější způsob dopravní politiky. O zlepšení dopravy se zasazují i nadnárodní organizace, např. EU. Zejména se jedná o Evropský akční program pro bezpečnost silničního provozu a Evropskou chartu bezpečnosti silničního provozu. Dopravní nehody jsou ve své podstatě jevy, které zanechávají přechodné, ale i trvalé změny na zdraví jejich účastníků, na technickém stavu dopravních prostředků a někdy i na dopravní cestě.

Nehodovost není skutečnost, se kterou bychom se měli smířit, nelze ji brát jako ukaz, který je nutně se silniční dopravou spojený. Je nutné analyzovat příčiny vzniku dopravních nehod a pokusit se o jejich předcházení zlepšením infrastruktury komunikací, technickým vybavením vozidel po stránce bezpečnosti, dokonalejší přípravou nových řidičů a zkvalitňováním přípravy řidičů současných. Statistika nehod v ČR za roky 2012-2016 je uvedena na obr. 8. [9]



Obr. 8 – Nehodovost v ČR, zdroj: <http://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti178464.aspx> („staženo dne: 5. 2. 2018“)

## **Vznik ekologických havárií, nehod a jejich následky:**

Pod pojmem havárie rozumíme nežádoucí a do jisté míry neovladatelnou mimořádnou událost antropogenního charakteru. Lze ji chápat jako řetězec událostí, který je propojen kauzálními vztahy mezi jejími příčinami a následky. Havárie je jevem náhodným. Pravděpodobnost jejího vzniku lze s určitou mírou nejistoty kvantifikovat stejně tak jako její následky. [3]

Havárie můžeme dělit podle druhu uniklé závadné látky a skupiny látek:

- ropa a ropné látky;
- toxické látky;
- organické hnilobné látky;
- kyseliny a louhy;
- látky měnící sensorické vlastnosti vody;
- nerozpustné látky;
- radioaktivní látky;
- nadměrně tepelné odpadní vody;
- ostatní látky.

Ropné produkty uniklé při dopravních nehodách mají na znečištění půdy a vod největší podíl, na druhém místě jsou chemické látky. Na většinu rostlinných druhů působí jako totální herbicid. Na zasažených plochách přetrvávají pouze vysoce rezistentní rostliny. Na druhé straně tyto rostliny, tj. rostliny s vysokou citlivostí k ropným produktům jsou ropnými látkami poškozovány. Je třeba poznamenat, že těchto rostlin je většina. Po zasažení ropnými látkami rostliny buď odumírají, nebo reagují sníženým růstem. Po proniknutí do zeminy mohou látky obalit kořinky vegetace, čímž zabraňují absorbování zemní vlhkosti rostlinami, čehož konečným důsledkem je usychání rostlin. V kontaminovaných horninách dochází k fyzikálním a biologickým procesům, při nichž je postupně ropná látka odbourávána a kontaminovaná půda se samovolně regeneruje. [32]

## **2.3 Opatření ke zlepšení životní kvality lidí v životním prostředí**

Kvalita životního prostředí je jednou z významných determinant zdraví. Podle odhadu Světové zdravotnické organizace (WHO) způsobuje znečištění životního prostředí v evropském regionu až 19 % onemocnění. Nejvýznamnějšími zdravotními důsledky expozice znečištěnému a poškozenému životnímu prostředí jsou respirační a gastrointestinální onemocnění, alergie, kardiovaskulární a metabolická onemocnění, vývojové a reprodukční poruchy, nádorová onemocnění, urychlené stárnutí a předčasná úmrtí.

Z dosud kvantifikovatelných v oblasti environmentálního zdraví jsou považovány dopady znečištění venkovního ovzduší na zdraví za nejvýznamnější. Nejzávažnějšími škodlivinami jsou jemné aerosolové (prašné) částice, včetně na ně navázané toxické látky. Dlouhodobá expozice částicím v ovzduší přispívá k řadě onemocnění (kardiovaskulárních, respiračních, nádorových), spojených se sníženou nadějí dožití. Riziko lineárně narůstá s expozicí a projevuje se podle posledních poznatků výzkumu i při koncentracích nižších, než mez nyní doporučovaná Světovou zdravotnickou organizací (WHO).

Také dlouhodobá zátěž hlukem z prostředí zvyšuje riziko kardiovaskulárních onemocnění. Nejprůkazněji byly dosud ověřeny souvislosti mezi chronickou expozicí hluku a ischemickou chorobou srdeční a hypertenzí. Dostatečně prokázanými negativními zdravotními účinky hluku jsou také poruchy spánku, nepříznivé ovlivnění kognitivních funkcí u dětí a vysoké obtěžování hlukem. Odhaduje se, že každým rokem Evropané ztrácejí vlivem dopravního hluku kolem jednoho milionu let života ve zdraví v důsledku zdravotních obtíží nebo nemocí. [19]

### **2.3.1 Systém opatření ke snižování negativních dopadů dopravy**

Možná opatření lze dělit několika způsoby:

- dle vlivu na dopravu – omezování dopravního výkonu (přechod na jiný druh dopravy a zvyšování efektivity dopravy);
- dle charakteru opatření – opatření vynucující, vzdělávací, fyzicko – technická a ekonomická;
- dle horizontu působení – krátkodobá či dlouhodobá;

- dle úrovně, na které se realizují – místní, komunální, regionální, národní, evropská.

Dále existuje několik klíčových opatření, která ovlivňují velký okruh oblastí tím, že odlišným přístupem mění celý systém a strukturu:

- integrované plánování (dopravní a územní);
- opatření snižující energetickou náročnost dopravy;
- opatření zvyšující obecné povědomí o dané problematice;
- společenská spravedlivost – významné je posuzovat opatření z hlediska spravedlivosti, tedy zda je jako spravedlivé vnímáno těmi, na které dopadá a nakolik dopadá přímo na původce znečištění.

Žádné opatření ale není všespásné, a pro rozhodování o tom, jaká opatření realizovat, je třeba znát také jejich limity, nežádoucí vedlejší efekty a slabiny.

### **2.3.1.1 Faktory snižování emisí**

Pro celkové emise z automobilové dopravy na nějakém území, či období platí zajímavá dopravní tautologie (ekologický axiom), vyjadřující faktory, jimiž je možné emise z dopravy snižovat.

Jednoduše řečeno je produkce emisí z výfukových plynů ovlivňována pěti významnými faktory. Absolutní objem emisí z dopravy závisí:

- na počtu osob způsobujících emise. Čím více lidí je na cestě, tím větší jsou za jinak nezměněných podmínek dopady na životní prostředí. Z globálního pohledu jde o velmi významný faktor díky rychlému nárůstu populace v rozvojových regionech. Ve střední Evropě zaznamenáváme spíše pokles obyvatel, tudíž tendence tohoto faktoru může dokonce přispívat ke snižování negativních vlivů na životní prostředí;
- na počtu jízd, které jednotlivé osoby vykonávají. Čím více motorizovaných cest lidé podnikají, tím větší negativní dopady můžeme očekávat;
- na délce jízd;

- na vytíženosti vozidel;
- další faktor je určován např. velikostí vozidla, hmotností, systémem úpravy výfukových plynů, řízením motorů, konstrukcí a technologií.

### **2.3.1.2 Integrované plánování, integrovaná územní a dopravní politika**

Skutečného a dlouhodobého omezení negativních vlivů dopravy na životní prostředí lze dosáhnout jedině pomocí integrované dopravní politiky. Minimální podobu integrované dopravní politiky si můžeme představit ve zřízení plánu udržitelné mobility, který propojí dopravní a územní plánování s definovaným cílem snížení negativních dopadů dopravy. Taková představa ale není dostatečně důsledná. Uplatňovat integrovanou dopravní politiku znamená naplňovat mnoho dalších principů, například:

- integraci dopravního plánování na jednotlivých úrovních územních celků;
- společné či hluboce provázané dopravní plánování územních celků se silnou vzájemnou dopravní vazbou;
- integrované řešení všech druhů dopravy v rámci jednotlivých záměrů v území;
- integraci opatření s různým časovým horizontem, včetně těch, jejichž realizace nemůže být závislá na volebních cyklech;
- integraci mezi relevantními sektorovými politikami – např. dopravní, místní, environmentální, hospodářskou, sociální, zdravotní.

### **2.3.1.3 Podpora pěší a cyklistické dopravy, carsharing**

Chůze je nejpřirozenějším způsobem lidského pohybu a pěší doprava má ze všech druhů dopravy nejmenší prostorový zábor a externality. I když se pěšky necestuje na dlouhé vzdálenosti, pěší doprava má ve městech stále významný podíl na vykonaných cestách. Zvláštní význam pro pěší má atraktivita a kvalita veřejného prostoru a jejich pečlivá údržba. Ke zlepšování podmínek pro pěší výrazně přispívá vytváření bezbariérových ulic a veřejných prostranství. Mezi další podobná opatření patří:

- zřizování pěších zón a stezek pro pěší oddělených od cyklostezek;
- zřizování pěších či bezmotorových zkratk a nových propojení (lávek apod.);
- informační systémy či mapy s doporučenými trasami pro pěší;
- součinnost dopravního a územního plánování, aby co nejvíce cest bylo možné vykonávat pěšky (samozřejmostí by měla být pěší dostupnost obchodů, škol a základních služeb);
- soustavná informačně-vzdělávací kampaň, která pěší formu dopravy upřednostňuje před ostatními druhy dopravy, protože minimalizuje zátěž na společnost a prostředí chodce nestaví do pozice nejslabšího účastníka dopravy, ale do pozice účastníka dopravy, jehož zranitelnost naopak vyžaduje nejvyšší ochranu a preferenci.

Jízdní kolo zajišťuje ekologický a na spotřebu zdrojů a místa nenáročný způsob dopravy. Ve srovnání s automobilovou a dokonce i veřejnou dopravou extrémně efektivní zejména na krátkých cestách do 5 km. Přibližně polovina cest automobilem je přitom vykonána právě na vzdálenosti do pěti kilometrů. Pro největší dosažitelný efekt je třeba podporovat cyklistickou dopravu systematicky a jako součást integrovaného plánování. Cyklodopravu můžeme s klidným svědomím zařadit po bok dopravy pěší, jelikož se také jedná o bezmotorovou dopravu s minimálními nároky a podobnou zranitelností. Navíc několikanásobně prodlužuje dosažitelnost cílů bez použití motoru.

Sdílené užívání automobilů má potenciálně velký význam pro příležitostné uživatele automobilu. Provozovatelem automobilů je carsharingová služba, která zajišťuje připravenost a údržbu vozidel. Předností pro uživatele tak je, že nemusí řešit řadu “provozních” problémů spojených s vlastnictvím vozidla (opravy, údržba, krádež, apod.). Základním pozitivem pro městské prostředí je nicméně výrazně snížený zábor veřejného prostranství parkujícími vozidly.

Kromě menších nároků na parkování provázejí carsharing následující pozitivní efekty:

- snížení počtu individuálně najetých kilometrů osobními auty;
- méně časté užívání automobilu, zejména na krátké vzdálenosti;
- vyšší obsazenost automobilů než u soukromých vozů;

- častější využívání MHD;
- využívání modernějších a ekologicky šetrnějších automobilů.

#### **2.3.1.4 Ochrana ovzduší**

Cílem plánů v oblasti ochrany ovzduší je dodržování zákonem stanovených limitů pro látky znečišťující ovzduší. Problematické je zejména dodržování limitů u prachových částic (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>) a oxidů dusíku (NO<sub>x</sub>). Limity dané legislativou EU jsou přitom pro řadu látek (zejména jemné frakce polévatého prachu) stále příliš vysoké a bylo by žádoucí je dále snížit. Zvláště v městských aglomeracích je podíl automobilové dopravy na emisích škodlivých látek převažující. Významný podíl na emisích polévatých látek mají v EU naftové motory, a dále následná resuspenze, tedy víření již usazeného prachu projíždějícími vozidly.

#### **2.3.1.5 Ochrana před hlukem**

Posuzování hluku v ČR vyplývá ze stávající legislativy, o jejíž znění se v posledních letech vedou spory. Pro ochranu před hlukem z dopravy se realizují v zásadě tato konkrétní opatření:

- snižování rychlosti (při rychlosti nad 50 km/h převyšuje šustění pneumatik hluk motorů);
- výsadba izolační zeleně;
- protihlukové stěny;
- nízkohlučný asfalt;
- individuální protihluková opatření (protihluková okna a fasády).

#### **2.3.1.6 Nízkoemisní zóny**

Hlavní pozitivní dopad nízkoemisních zón je v tom, že z oblasti zájmu (zpravidla znečištěného městského centra) odstraní nejvíce znečišťující vozidla, čímž dochází ke zlepšení kvality ovzduší v řádu jednotek až desítek procent. Míra dopadu nízkoemisní zóny závisí na jejím rozsahu a tomu, na jaká vozidla se vztahuje. Obecně platí, že větší rozsah a záběr zóny povede k lepším výsledkům. Ke zlepšení vede také omezení výjimek na nejnutnější minimum. [7]

### 3. Cíl práce

Cílem mé diplomové práce bylo provést analýzu vybraných negativních vlivů pozemních dopravních zařízení na životní prostředí a na jejím základě vypracovat souhrn poznatků o úrovni negativních vlivů pozemní dopravy.

Z velkého množství externalit, které jsou nám známy byla v mé diplomové práci věnována pozornost především prašnosti a hluku.

Je to z následujících důvodů. Prašnost a hluk jsou externality, které jsou snadno měřitelné a značně ovlivňují lidské životy podél dopravních tras a zasahují i do širokého okolí. Prachové částice představují významnou zátěž ovzduší, vznikají na dopravních komunikacích (prach z vozovek) a jsou vytvářeny vlivem turbulencí kolem otáčejících se kol vozidel. Prach na vozovkách se nejčastěji skládá z částic z okolní půdy, z částic vzniklými abrazí vozovky, ale také opotřebením jednotlivých částí vozidel (spojkové a brzdové obložení, pneumatiky, karoserie), ztrátami sypkých břemen nákladních vozidel nebo zbytky zimních posypů. Hluk a jeho vlivy nemají dopad na ovzduší, ale na pohodlí a život lidí, kteří mu jsou vystaveni. Většina externalit, které byly popsány v kapitole 3 souvisí s hlukem, prašností, nebo obojím. Také proto jsou cílem mého výzkumu.



## 4. Metodika

Podstatou měření v mé diplomové práci bylo stanovení hmotnostní koncentrace polévatého prachu (respirabilní nebo vdechované složky) v ovzduší a hluku. Respirabilní složkou je myšlena ta část, která vniká do plicních sklípků a do částí dýchacího ústrojí, která postrádá řasinkový epitel. Vdechovanou frakcí je složka polévatého prachu, která je vdechována ústy nebo nosem. Základním principem měření prachových částic je průchod vzduchu zařízením, které je obstaráno filtrem se zvolenou velikostní složkou polévatého prachu. Prach se po průchodu filtrem na tomto filtru zachytí a zachycené množství polévatého prachu se zobrazí na obrazovce jako hmotnostní koncentrace. Koncentrace je vyjádřena v  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ .

Měření bylo provedeno v pěti lokalitách, ve vzdálenosti 5–8 metrů od kraje pozemní komunikace, v několika dnech s typickým provozem vozidel. Přesná místa měření byla zaznamenána do mapy. Na měřicí přístroj byl nasazen příslušný impaktor (pro mé měření byl použit impaktor  $\text{PM}_{10}$ ) a byl umístěn ve výšce  $150\pm 10$  cm nad úrovní povrchu vozovky. Mezi pozemní komunikací a měřicím přístrojem nebyla žádná překážka (například vysoký travnatý porost, keře, stromy, domy), která by znehodnocovala výsledek měření. Měřeno bylo přístrojem DustTRAK 2 – model 8530, který je vyobrazen na obrázku 9.



Obr. 9 – DustTRAK 2, zdroj:

<http://www.kenelc.com.au/products/environmental/tsi-8530-dusttrak-ii-desktop-aerosol-monitor/> („staženo dne: 6. 3. 2018“)

Pro dosažení věrohodného sběru dat, bylo nutné měřit za podmínek, které umožňovaly změnu celkového objemu prachových částic v ovzduší a nebyly odnášeny proudem větru od místa měření. Níže uvedené měřicí podmínky byly sledovány a zaznamenávány v průběhu měření.

- a) Rychlost jízdy vozidel;
- b) stav povrchu vozovky;
- c) intenzita provozu;
- d) kategorie vozidel;
- e) znečištění vozovky;
- f) okolí vozovky (pole, travnatý povrch, stromy, voda).

Další sledované, níže uvedené podmínky byly podmínky meteorologické. Byly kontrolovány před a v průběhu měření (interval 30 min) a před začátkem měření byly zapsány.

- a) Roční období;
- b) rychlost větru;
- c) vlhkost vzduchu;
- d) okolní teplota.

Měření byla limitována faktory, které by mohly mít negativní vliv na výsledky výzkumu. Proto byly tyto níže uvedené faktory sledovány a pokud nastaly podmínky, které těmto faktorům odpovídaly, měření bylo přerušeno nebo nebylo započato.

- a) Rychlost větru ( $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  a vyšší);
- b) okolní teplota (ideálně  $+10$  až  $+25$  °C);
- c) měření nesmělo probíhat za mlhy;
- d) před a při měření se nesměly vyskytovat srážky a silnice musela být suchá.

Úroveň znečištění byla posuzována podle hmotnosti nečistot nacházejících na vozovce podle Metodiky EPA 42. Jako nízká úroveň znečištění byla stanovena hmotnost 0 až 300,0 g, střední znečištění nad 300,0 g do 1000 g, vysoké znečištění nad 1000 g. Hmotnost nečistot byla zjišťována laboratorními váhami Snowrex ADC-50.

Před zahájením a po ukončení měření byly kontrolovány hodnoty koncentrace  $\text{PM}_{10}$  přirozeného pozadí v místě neovlivněném zdroji prachových částic. Výběr měřících míst eliminoval vlivy neobvyklého znečištění vývozem na dopravní trasu

v průběhu měření. Vizualně byla sledována vozidla, která mohla být zdroji prachových částic PM<sub>10</sub> z otevřených ložných ploch, resp. nezabezpečených břemen. Při zaregistrování těchto vozidel bylo měření ukončeno. Při výběru míst měření byla provedena rekognoskace pro eliminaci vlivu okolních zdrojů v blízkosti měřících míst, které by mohly ovlivnit naměřené hodnoty.

K měření rychlosti jízdy vozidel byl využit systém SYDO Traffic Zeus, což je zařízení, které slouží pro preventivní statistické a vyhodnocovací účely, z jehož displeje bylo možné okamžitě odečítat rychlost jízdy konkrétního vozidla. Tato zařízení se nacházela v místě měření.

Projíždějící vozidla byla zaznamenávána videokamerou po celou dobu měření a z pořízeného záznamu byl pořízen zápis projíždějících vozidel v jednom směru. K zápisu sloužila tabulka v programu EXCEL a notebook ASUS. Projíždějící vozidla byla zařazena do kategorií v souladu se Zákonem č. 56/2001 Sb. o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, resp. Vyhláškou Ministerstva dopravy a spojů č. 341/2002 Sb. o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. Vyhodnocována byla vozidla kategorie M, N, T, O a L.

Sledované meteorologické podmínky byly zjišťovány před každým měřením digitální meteorologickou stanicí Davis Vantage s připojením na PCWeatherLink. Rychlost větru byla zaznamenána toutéž meteorologickou stanicí.

Podstatou měření hluku bylo identifikovat a zaznamenat mechanické kmitání pružného prostředí s určitou frekvencí. Pro stanovení hlukové zátěže byl použit přístroj Voltcraft DT 8820, úroveň hlukové zátěže byla vyjádřena v dB a zaznamenávána na časovou osu. Voltcraft DT 8820 je zobrazen na obrázku 10. Měření bylo provedeno v pěti lokalitách, ve vzdálenosti 5–8 metrů od kraje pozemní komunikace, ve výšce  $150\pm 10$  cm nad úrovní povrchu vozovky. Mezi pozemní komunikací a měřicím přístrojem nebyla žádná překážka (vysoký travnatý porost, keře, stromy, domy), která by znehodnocovala výsledek měření. Přesná místa měření byla zaznamenána do mapy.



Obr. 10 – Voltcraft DT 8820, zdroj:

<https://www.conrad.com/ce/en/product/101040/Voltcraft-DT-8820-Multifunctional-Environment-Measuring-Instrument-4-in-1> („staženo dne: 6. 3. 2018“)

Níže uvedené měřicí podmínky byly sledovány a zaznamenávány v průběhu měření.

- a) Rychlost jízdy vozidel;
- b) stav povrchu vozovky;
- c) intenzita provozu;
- d) kategorie vozidel;
- e) znečištění vozovky;
- f) okolí vozovky (pole, travnatý povrch, stromy, voda).

Další sledované, níže uvedené podmínky, byly podmínky meteorologické. Byly kontrolovány před a v průběhu měření (interval 30 min) a před začátkem měření byly zapsány.

- a) Roční období;
- b) rychlost větru;
- c) vlhkost vzduchu;
- d) okolní teplota.

Měření byla limitována faktory, které by mohly mít negativní vliv na výsledky výzkumu. Proto byly tyto níže uvedené faktory sledovány a pokud nastaly podmínky, které těmto faktorům odpovídaly, měření bylo přerušeno nebo nebylo započato.

- a) Rychlost větru ( $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  a vyšší);
- b) okolní teplota (ideálně  $+10$  až  $+20 \text{ }^\circ\text{C}$ );
- c) měření nesmělo probíhat za mlhy;
- d) před a při měření se nesměly vyskytovat srážky-silnice musela být suchá.

## 5. Vlastní práce

### 1 měření

Místo měření: Evžena Rošického, České Budějovice (48°59'18.350"N, 14°26'32.885"E)



Obr. 11 – Letecký pohled na ulici Evžena Rošického, České Budějovice,  
zdroj:

<https://mapy.cz/zakladni?x=14.4412826&y=48.9885045&z=17&base=ophoto&source=addr&id=9035499> („staženo dne: 17. 3. 2018“)

**Tabulka 6. Přehled dopravy v místě měření Evžena Rošického, České Budějovice**

Druh vozidla	Vozidel celkem
Osobní automobil	3 761
Autobus, Trolejbus	74
Nákladní automobil	92
Motocykl	66
Ostatní	27
Celkem	4 020

- a) Doba měření: 10.3.2018, provedeno 10 měření v době trvání 30 min se sběrem dat po 0,1 s;
- b) rychlost jízdy vozidel: 40 - 60 km/h (max. povolená rychlost 50 km/h);
- c) stav povrchu vozovky: dobrá;
- d) intenzita provozu: střední;
- e) kategorie vozidel: osobní, nákladní automobily, trolejbusy, autobusy, motocykly, kola, traktory;
- f) znečištění vozovky: střední;
- g) okolí vozovky: travnatý povrch, stromy;
- h) roční období: jaro;
- i) meteorologické podmínky:
- teplota: 12,4 °C
  - vlhkost: 58 %
  - tlak: 1 013,19 hPa
  - srážky: 0 mm
  - rychlost větru: 2,6 m.s<sup>-1</sup>
- j) vzdálenost místa měření od vozovky: 5 m.

**Tabulka 7. Přehled naměřených hodnot prachových částic ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) v ulici Evžena Rošického, České Budějovice**

Číslo měření	Minimální hodnota PM10 ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )	Maximální hodnota PM10 ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )	Průměrná hodnota PM10 ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )
1.	34	42	37
2.	32	41	36
3.	33	41	36
4.	32	43	35
5.	34	42	37
6.	34	43	38
7.	35	44	38
8.	35	43	37
9.	35	44	38
10.	36	44	38

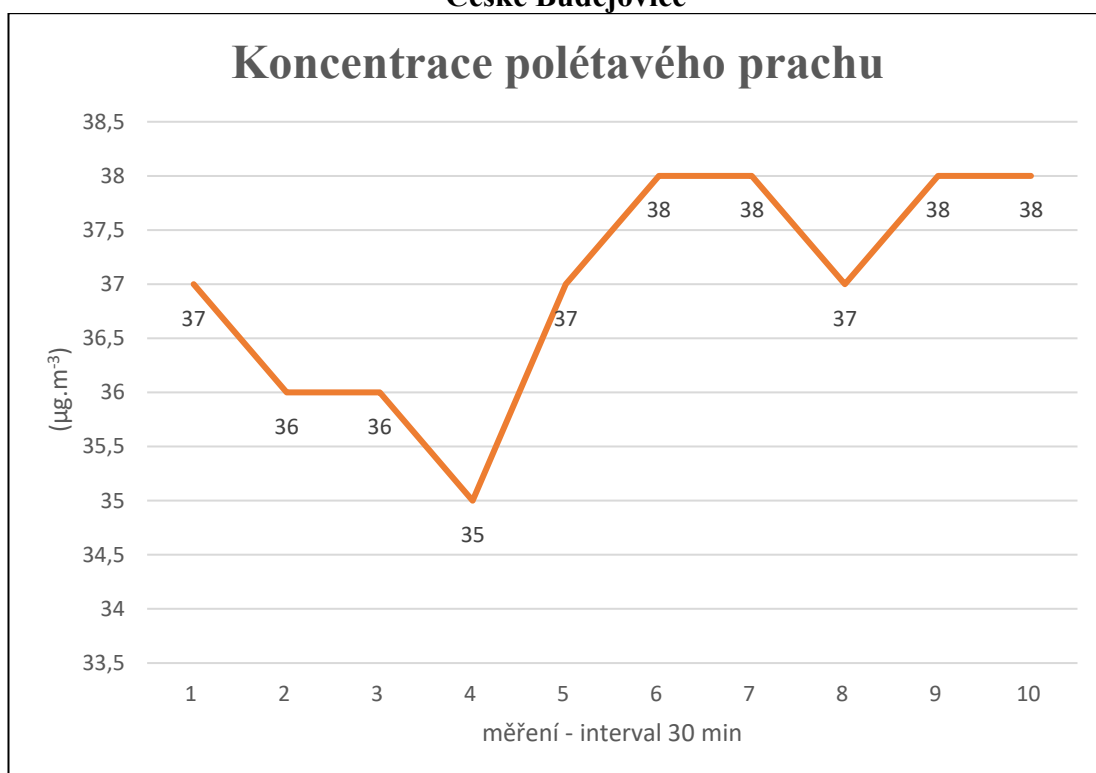
Hluková zátěž v ulici Evžena Rošického, České Budějovice:

- maximální hladina hluku  $L_{Amax} = 77,4$  dB
- minimální hladina hluku  $L_{Amin} = 43,6$  dB
- ekvivalentní hladina hluku  $L_{Aeq} = 49,5$  dB

Hodnoty mimo vliv provozu v ulici Evžena Rošického, České Budějovice:

- hodnoty  $PM_{10}$  mimo vliv provozu:  $31 \mu g \cdot m^{-3}$
- ekvivalentní hladina hluku  $L_{Aeq}$  mimo vliv provozu: 38,8 dB

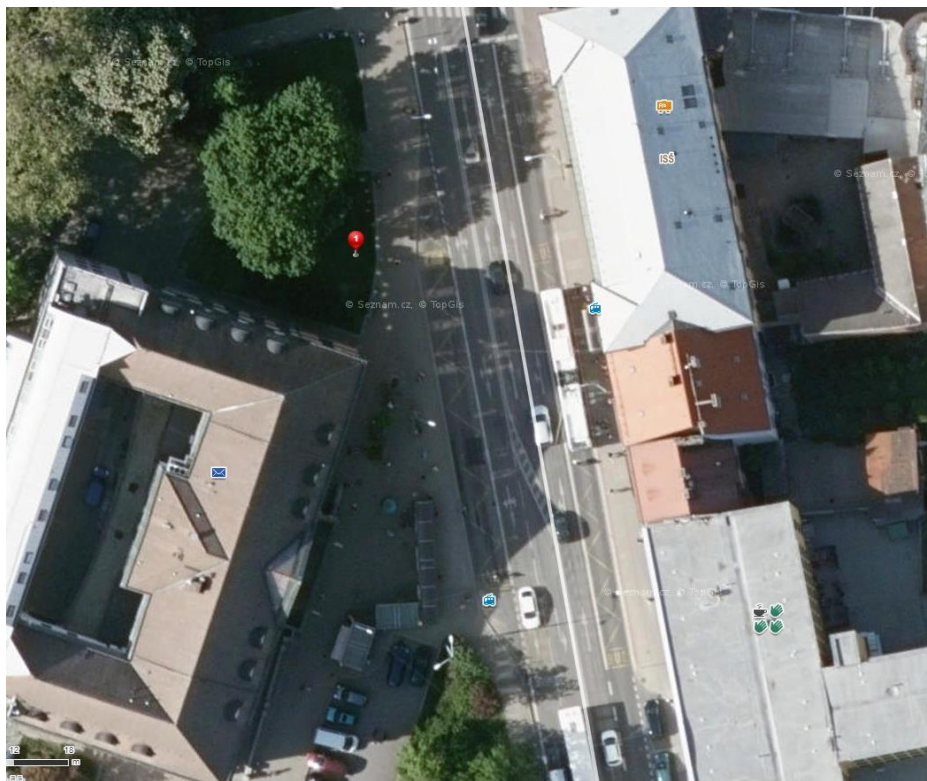
**Graf č. 1 - Průběh výskytu polétavého prachu  $PM_{10}$  v ulici Evžena Rošického, České Budějovice**





## 2 měření

Místo měření: Senovážné náměstí - pošta, České Budějovice (48°58'26.853"N, 14°28'43.139"E)



Obr. 12 – Letecký pohled na ulici Senovážné náměstí - pošta, České Budějovice, zdroj: <https://mapy.cz/zakladni?vlastni-body&x=14.4789769&y=48.9740170&z=20&base=ophoto&ut=M%C4%9B%C5%99ic%C3%AD%20bod&uc=9hIn1xSews&ud=48%C2%B058%2726.853%22N%2C%2014%C2%B028%2743.139%22E> („staženo dne: 17. 3. 2018“)

**Tabulka 8. Přehled dopravy v místě měření Senovážné náměstí - pošta, České Budějovice**

Druh vozidla	Vozidel celkem
Osobní automobil	7 561
Autobus, Trolejbus	464
Nákladní automobil	397
Motocykl	115
Ostatní	29
Celkem	8 566

- a) Doba měření: 11.3.2018, provedeno 10 měření v době trvání 30 min se sběrem dat po 0,1 s;
- b) rychlost jízdy vozidel: 40 - 60 km/h (max. povolená rychlost 50 km/h);
- c) stav povrchu vozovky: dobrá;
- d) intenzita provozu: vysoká;
- e) kategorie vozidel: osobní, nákladní automobily, trolejbusy, autobusy, motocykly, kola, traktory;
- f) znečištění vozovky: střední;
- g) okolí vozovky: travnatý povrch, stromy;
- h) roční období: jaro;
- i) meteorologické podmínky:
- teplota: 11,2
  - vlhkost: 54 %
  - tlak: 1 018,16 hPa
  - srážky: 0 mm
  - rychlost větru: 3,1 m.s<sup>-1</sup>
- j) vzdálenost místa měření od vozovky: 5 m;

**Tabulka 9. Přehled naměřených hodnot prachových částic ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) v ulici Senovážné náměstí - pošta, České Budějovice**

Číslo měření	Minimální hodnota PM10 ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )	Maximální hodnota PM10 ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )	Průměrná hodnota PM10 ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )
1.	37	46	39
2.	38	48	40
3.	37	46	40
4.	38	47	41
5.	38	48	40
6.	40	48	42
7.	40	47	41
8.	39	49	41
9.	41	50	42
10.	41	49	41

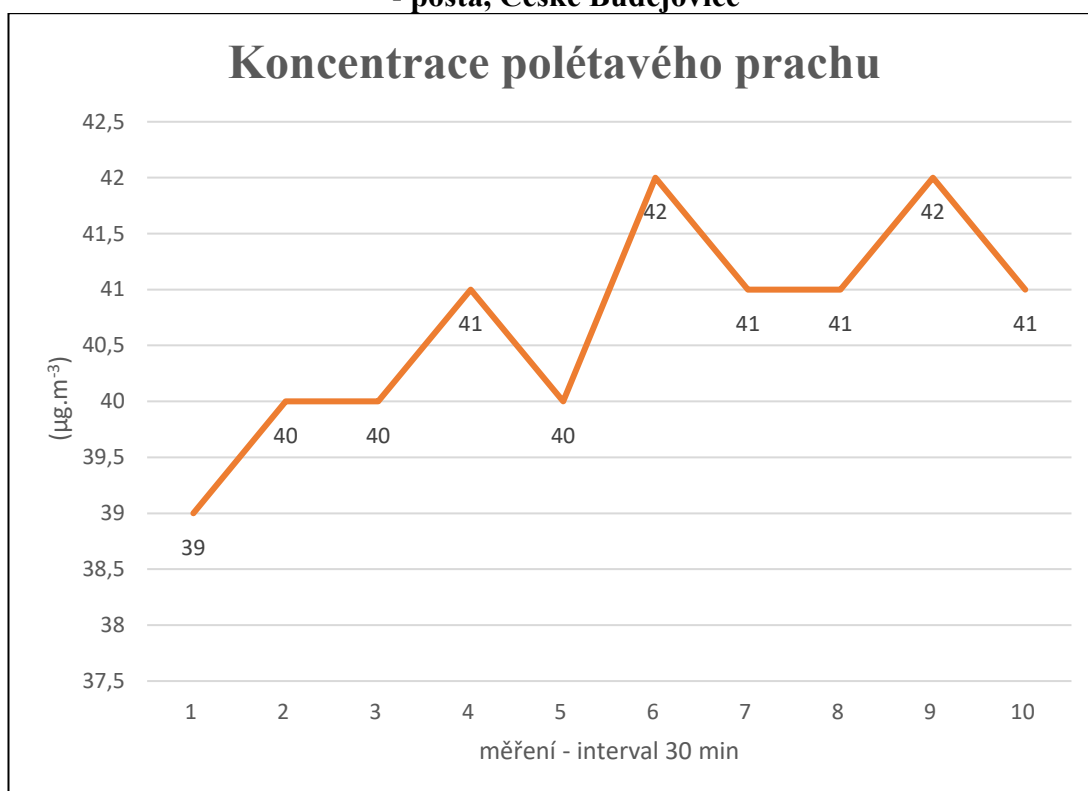
Hluková zátěž v ulici Senovážné náměstí - pošta, České Budějovice:

- maximální hladina hluku  $L_{Amax} = 79,8$  dB
- minimální hladina hluku  $L_{Amin} = 47,3$  dB
- ekvivalentní hladina hluku  $L_{Aeq} = 53,1$  dB

Hodnoty mimo vliv provozu v ulici Senovážné náměstí - pošta, České Budějovice:

- hodnoty  $PM_{10}$  mimo vliv provozu:  $34 \mu g \cdot m^{-3}$
- ekvivalentní hladina hluku  $L_{Aeq}$  mimo vliv provozu: 42,6 dB

**Graf č. 2 - Průběh výskytu polétavého prachu  $PM_{10}$  v ulici Senovážné náměstí - pošta, České Budějovice**



### 3 měření

Místo měření: Chlumeč, okres České Budějovice (49°7'4.636"N,  
14°24'38.468"E)



Obr. 13 – Letecký pohled na Chlumeč, okres České Budějovice, zdroj:

<https://mapy.cz/zakladni?vlastni-body&x=14.4034155&y=49.1171285&z=18&base=ophoto&ut=Nov%C3%BD%20bod&uc=9gzDKxTW0G&ud=49%C2%B07%271.675%22N%2C%2014%C2%B024%2712.373%22E> („staženo dne: 17. 3. 2018“)

**Tabulka 10. Přehled dopravy v místě měření Chlumeč, okres České Budějovice**

Druh vozidla	Vozidel celkem
Osobní automobil	197
Autobus	6
Nákladní automobil	19
Motocykl	26
Ostatní	20
Celkem	268

- a) Doba měření: 12.3.2018, provedeno 10 měření v době trvání 30 min se sběrem dat po 0,1 s;
- b) rychlost jízdy vozidel: 40 - 70 km/h (max. povolená rychlost 50 km/h);
- c) stav povrchu vozovky: dobrá;
- d) intenzita provozu: nízká;
- e) kategorie vozidel: osobní, nákladní automobily, autobusy, motocykly, kola, traktory;
- f) znečištění vozovky: nízké;
- g) okolí vozovky: travnatý povrch, stromy;
- h) roční období: jaro;
- i) meteorologické podmínky:
  - teplota: 10,5 °C
  - vlhkost: 51 %
  - tlak: 1 007,16 hPa
  - srážky: 0 mm
  - rychlost větru: 3,4 m.s<sup>-1</sup>
- j) vzdálenost místa měření od vozovky: 5 m.

**Tabulka 11. Přehled naměřených hodnot prachových částic ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) Chlumecko, okres České Budějovice**

Číslo měření	Minimální hodnota PM10 ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )	Maximální hodnota PM10 ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )	Průměrná hodnota PM10 ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )
1.	12	21	16
2.	13	20	15
3.	12	20	15
4.	11	22	16
5.	12	20	14
6.	13	21	15
7.	13	19	14
8.	14	22	15
9.	13	23	15
10.	14	23	16

Hluková zátěž v obci Chlumeč, okres České Budějovice:

maximální hladina hluku  $L_{Amax} = 67,4$  dB

- minimální hladina hluku  $L_{Amin} = 21,5$  dB

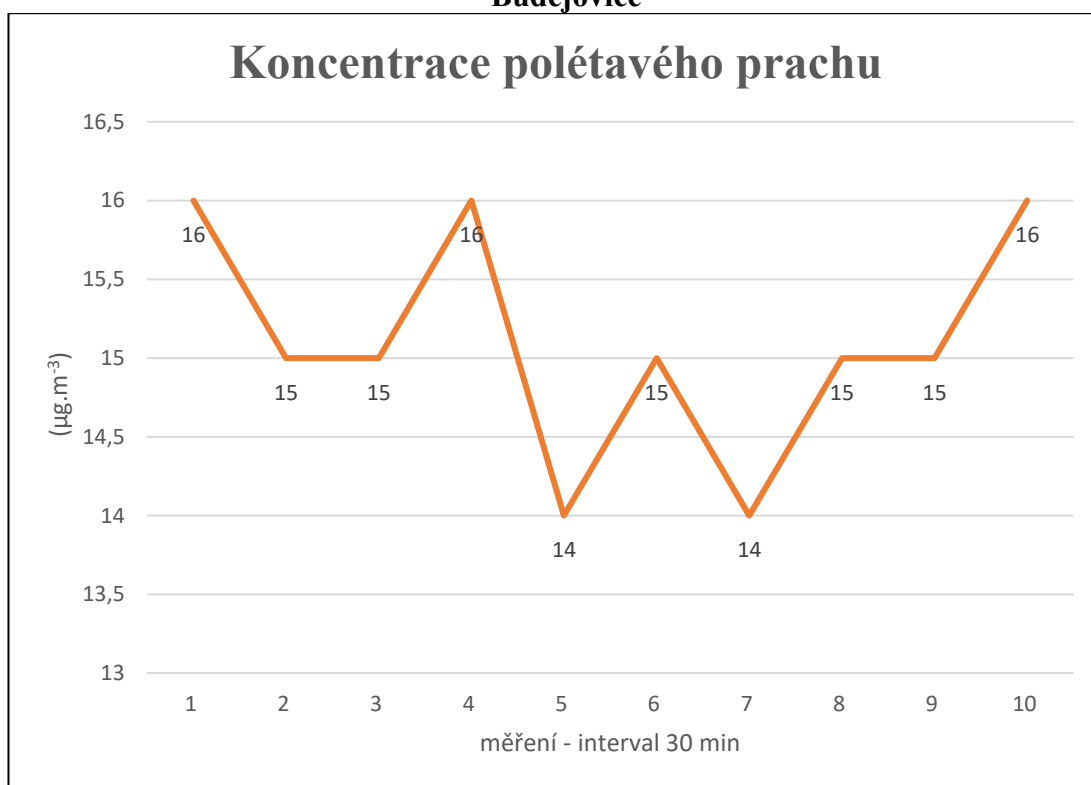
- ekvivalentní hladina hluku  $L_{Aeq} = 28,9$  dB

Hodnoty mimo vliv provozu v obci Chlumeč, okres České Budějovice:

- hodnoty  $PM_{10}$  mimo vliv provozu:  $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$

- ekvivalentní hladina hluku  $L_{Aeq}$  mimo vliv provozu: 20,7 dB

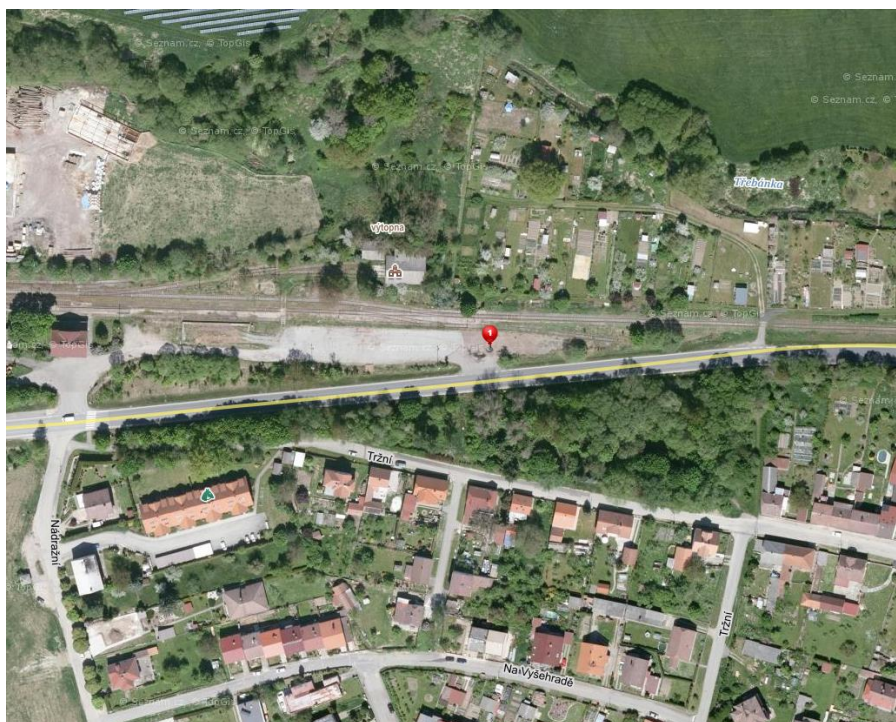
**Graf č. 3 - Průběh výskytu polétavého prachu  $PM_{10}$  Chlumeč, okres České Budějovice**





## 4 měření

Místo měření: Netolice, okres Prachatice (49°3'14.017"N, 14°11'33.125"E)



Obr. 14 – Letecký pohled na Netolice, okres Prachatice, zdroj:

<https://mapy.cz/zakladni?vlastni-body&x=14.1922505&y=49.0538074&z=18&base=ophoto&ut=M%C4%9B%C5%99en%C3%AD&uc=9gTiAxTCzd&ud=49%C2%B03%2714.017%22N%2C%2014%C2%B011%2733.125%22E> („staženo dne: 17. 3. 2018“)

**Tabulka 12. Přehled dopravy v místě měření Netolice, okres Prachatice**

Druh vozidla	Vozidel celkem
Osobní automobil	1 973
Autobus	42
Nákladní automobil	67
Motocykl	37
Ostatní	22
Celkem	2 141

- a) Doba měření: 13.3.2018, provedeno 10 měření v době trvání 30 min se sběrem dat po 0,1 s;
- b) rychlost jízdy vozidel: 40 - 70 km/h (max. povolená rychlost 50 km/h);
- c) stav povrchu vozovky: dobrá;
- d) intenzita provozu: střední;
- e) kategorie vozidel: osobní, nákladní automobily, autobusy, motocykly, kola, traktory;
- f) znečištění vozovky: střední;
- g) okolí vozovky: travnatý povrch, stromy;
- h) roční období: jaro;
- i) meteorologické podmínky:  
teplota: 13,4 °C  
vlhkost: 54 %  
tlak: 1 024,18 hPa  
srážky: 0 mm  
rychlost větru: 2,8 m.s<sup>-1</sup>
- j) vzdálenost místa měření od vozovky: 8 m.

**Tabulka 13. Přehled naměřených hodnot prachových částic ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) Netolice, okres Prachatice**

Číslo měření	Minimální hodnota PM10 ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )	Maximální hodnota PM10 ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )	Průměrná hodnota PM10 ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )
1.	13	26	18
2.	15	24	17
3.	15	25	17
4.	14	25	18
5.	15	24	18
6.	13	26	19
7.	16	27	20
8.	15	25	19
9.	14	27	21
10.	16	27	21



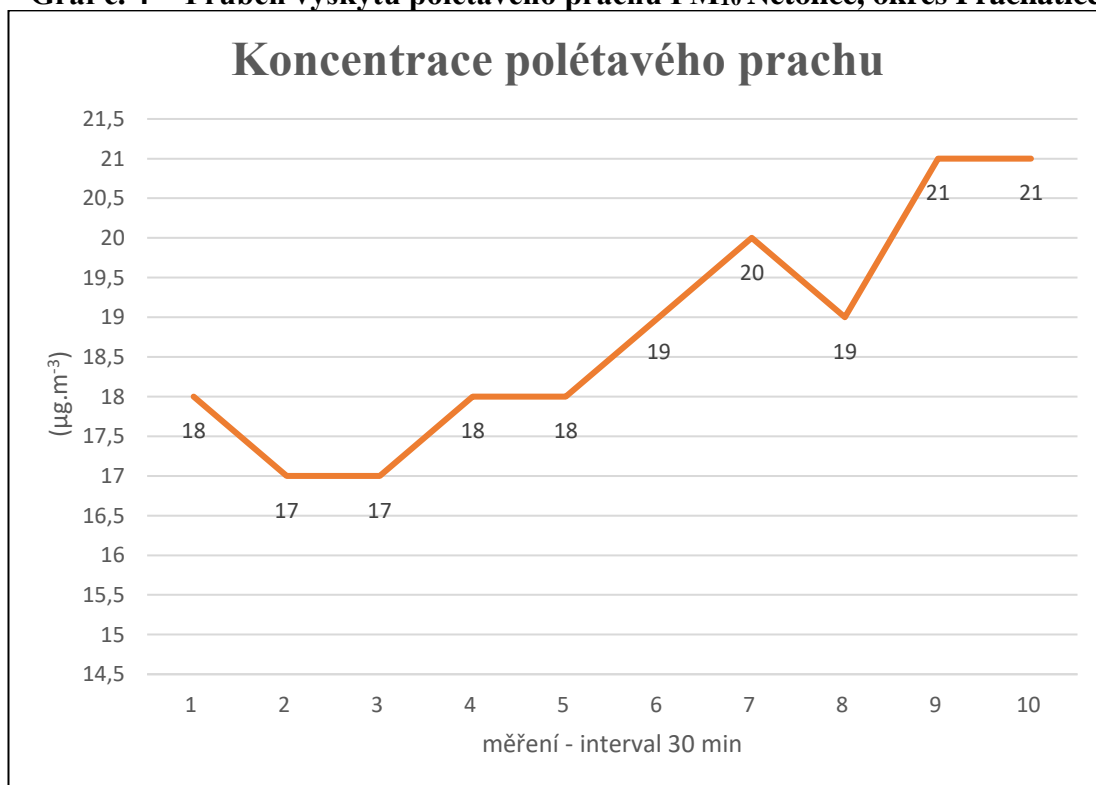
Hluková zátěž u obce Netolice, okres Prachatice:

- maximální hladina hluku  $L_{Amax} = 76,8$  dB
- minimální hladina hluku  $L_{Amin} = 25,4$  dB
- ekvivalentní hladina hluku  $L_{Aeq} = 38,2$  dB

Hodnoty mimo vliv provozu u obce Netolice, okres Prachatice:

- hodnoty  $PM_{10}$  mimo vliv provozu:  $12 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
- ekvivalentní hladina hluku  $L_{Aeq}$  mimo vliv provozu: 22,4 dB

**Graf č. 4 - Průběh výskytu polétavého prachu  $PM_{10}$  Netolice, okres Prachatice**



## 5 měření

Místo měření: Týn nad Vltavou (49°13'10.669"N, 14°25'12.283"E)



Obr. 15 – Letecký pohled na Týn nad Vltavou, zdroj:

<https://mapy.cz/zakladni?vlastni-body&x=14.4211355&y=49.2195619&z=18&base=ophoto&ut=M%C4%9B%C5%99en%C3%AD&uc=9hAEE80Qa&ud=49%C2%B013%2710.669%22N%2C%2014%C2%B025%2712.283%22E> („staženo dne: 17. 3. 2018“)

**Tabulka 14. Přehled dopravy v místě měření Týn nad Vltavou**

Druh vozidla	Vozidel celkem
Osobní automobil	3 164
Autobus	94
Nákladní automobil	83
Motocykl	67
Ostatní	34
Celkem	3 442

- a) Doba měření: 14.3.2018, provedeno 10 měření v době trvání 30 min se sběrem dat po 0,1 s;
- b) rychlost jízdy vozidel: 40 - 60 km/h (max. povolená rychlost 50 km/h);
- c) stav povrchu vozovky: dobrá;
- d) intenzita provozu: střední;
- e) kategorie vozidel: osobní, nákladní automobily, autobusy, motocykly, kola, traktory;
- f) znečištění vozovky: střední;
- g) okolí vozovky: travnatý povrch, stromy;
- h) roční období: jaro;
- i) meteorologické podmínky:
  - teplota: 12,6 °C
  - vlhkost: 53 %
  - tlak: 1 016 hPa
  - srážky: 0 mm
  - rychlost větru: 3,8 m.s<sup>-1</sup>
- j) vzdálenost místa měření od vozovky: 8 m

**Tabulka 15. Přehled naměřených hodnot prachových částic ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) Týn nad Vltavou**

Číslo měření	Minimální hodnota PM10 ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )	Maximální hodnota PM10 ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )	Průměrná hodnota PM10 ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )
1.	20	29	26
2.	21	31	27
3.	20	29	26
4.	23	30	28
5.	21	30	28
6.	22	32	29
7.	23	32	28
8.	23	31	29
9.	22	33	29
10.	23	33	28

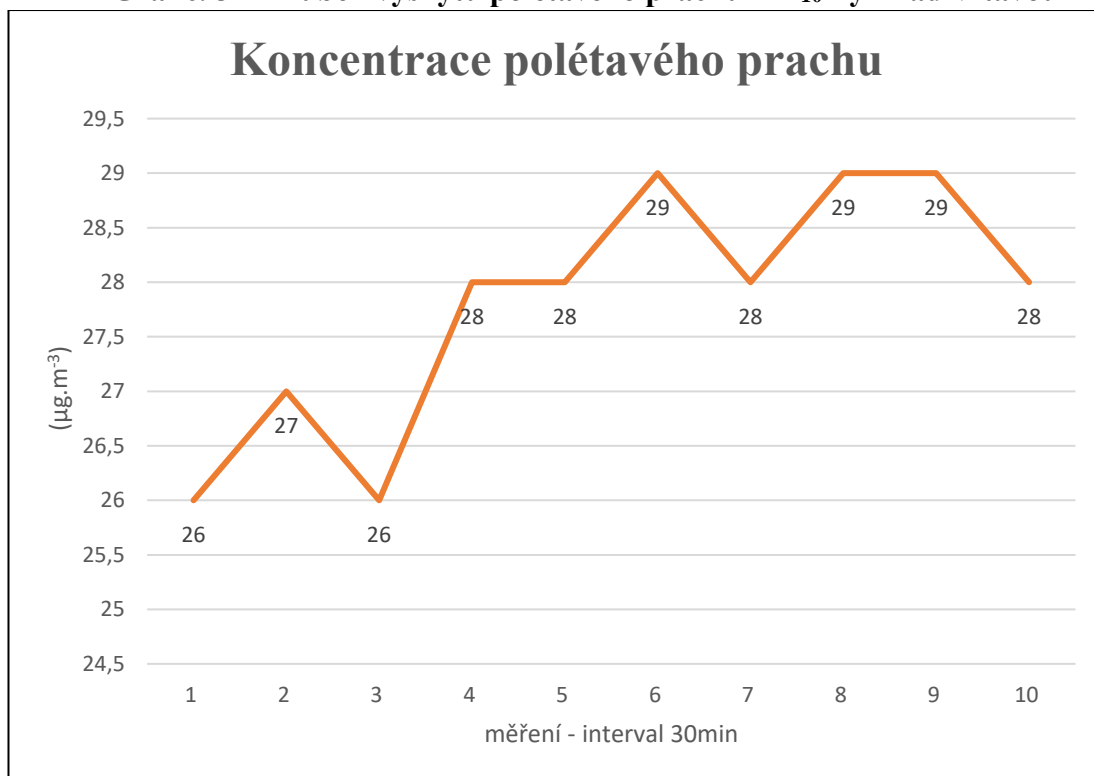
Hluková zátěž v Týně nad Vltavou:

- maximální hladina hluku  $L_{Amax} = 72,2$  dB
- minimální hladina hluku  $L_{Amin} = 31,4$  dB
- ekvivalentní hladina hluku  $L_{Aeq} = 43,2$  dB

Hodnoty mimo vliv provozu v Týně nad Vltavou:

- hodnoty  $PM_{10}$  mimo vliv provozu:  $19 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
- ekvivalentní hladina hluku  $L_{Aeq}$  mimo vliv provozu: 30,9 dB

**Graf č. 5 - Průběh výskytu polétavého prachu  $PM_{10}$  Týn nad Vltavou**



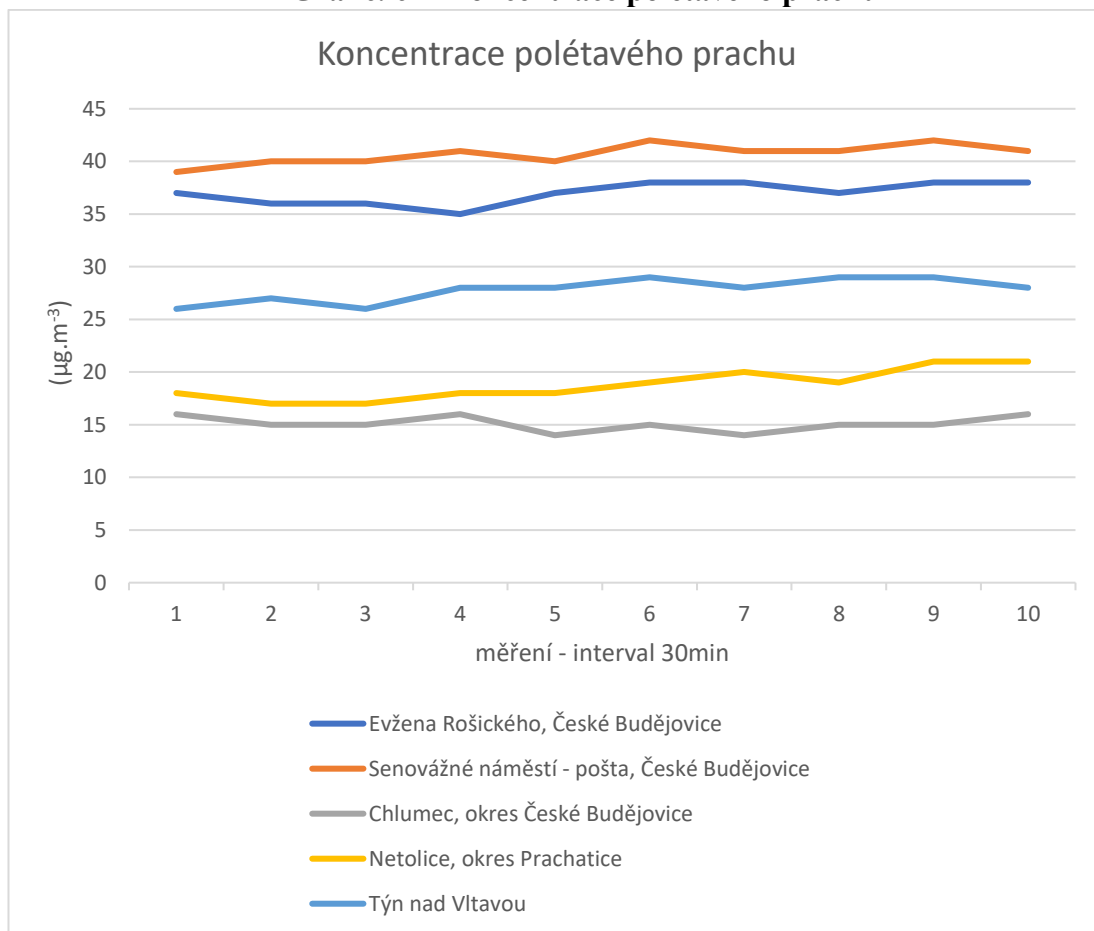
## 6. Výsledky a diskuze

Z výsledků měření je dobře zřejmé, že hodnoty, které byly naměřeny v Českých Budějovicích a v Týně nad Vltavou se pohybovaly pod stanovenými limitami v oblasti hluku i v oblasti prachových částic. Co se týče dalších měřených lokalit, byly výsledky nečekaně kladné, protože hodnoty získané měřením se pohybovaly znatelně pod úrovní stanovených limitních hodnot, které udávají normy. Tyto výsledky ukazují jistý obraz o vlivu, který má silniční doprava na kvalitu života lidí ve městech a obcích a poukazují na negativní účinky pro životní prostředí. Na druhou stranu také ukazují, že aktuální situace na silnicích se pohybuje ve stanovených normách. Na základě informací z dostupné literatury bylo očekáváno, že hodnoty z oblasti hluku a prachových částic budou vyšší, obzvláště v dopravou frekventovaných místech měření. Je nepochybné, že v oblasti konstrukce vozidel, péči o komunikace, úpravami v silničním provozu a charakterem krajiny v okolí vozovky (např. stromy), lze negativní účinky ze silniční dopravy odstranit nebo eliminovat. Dále je také možné, že nedodržování předepsané rychlosti řidičů (většinou řidiči jezdili rychleji, než byla předepsaná rychlost v daném úseku) poukazuje na fakt, že rychlejší jízda umožňuje do jisté míry plynulost silničního provozu a eliminuje tím velký počet rozjezdů a brzdění, a že nemusí být ze strany sledovaných parametrů negativní, ale dokonce pozitivní.

Rozdíly mezi měřeními mimo vliv provozu a měřícími místy jsou znatelné, a to jak u prachových částic, tak u hluku. Z těchto údajů můžeme jednoznačně odvodit, že dopravní prostředky ovlivňují okolní prostředí, a to jak v koncentraci polétavého prachu, tak i u hladiny hluku a s nimi spojenými další negativní externality.

Výsledky naměřených hodnot z oblasti prachových částic a hluku jsou znázorněné v grafech č. 6 a 7.

**Graf č. 6 - Koncentrace polétavého prachu**



Z naměřených hodnot vyplývá, že města jsou vystavena větším hodnotám polétavého prachu než místa s nižším počtem obyvatel. To je zapříčiněno především výrazně menším počtem dopravních prostředků, ale i absencí velkých průmyslových objektů, budov a dalších znečišťovatelů.

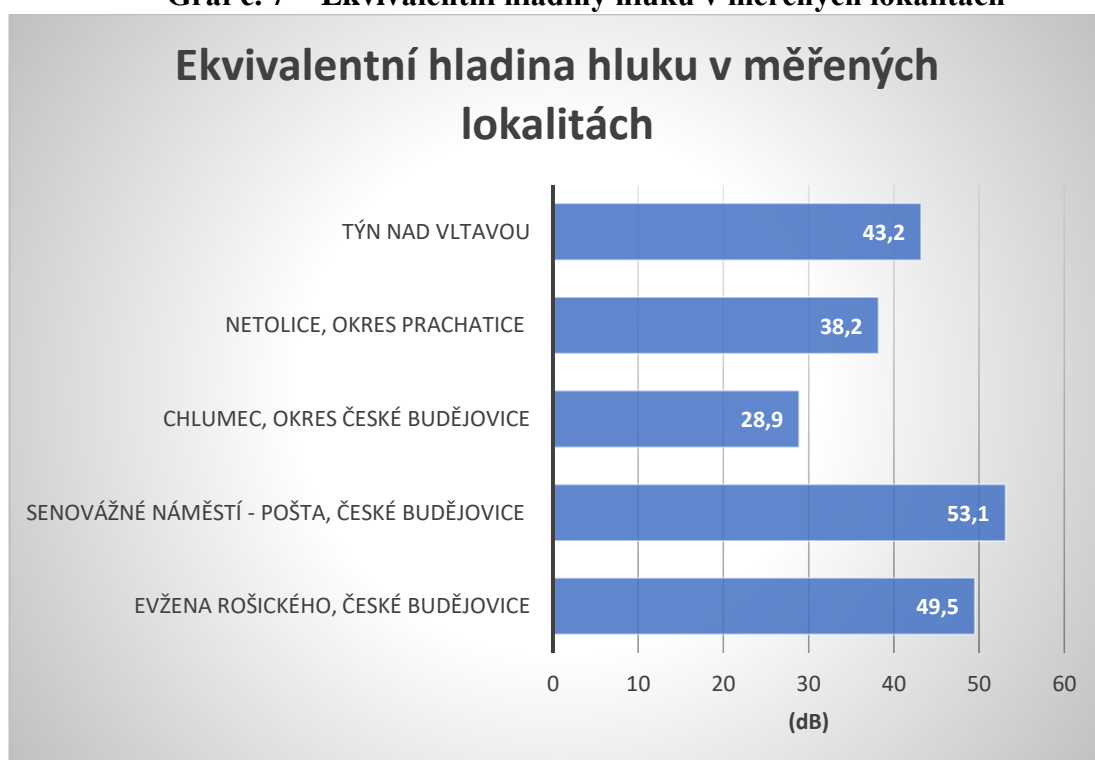
Okolí dopravních tras je znečištěno prachem, který vzniká provozem automobilů. Jde o jemný prach vznikající otěrem pneumatik o vozovku, prach z povrchu vozovek vzniklý vířením za vozidly, při brzdění se otírají brzdová obložení, brzdové bubny, kotouče a brzdové destičky. Starší vozidla produkují prachové částice ze spalovacích procesů. Do okolí se tak z automobilového provozu dostává velké množství velmi malých prachových částic a nebezpečných plynů. [15]

V době měření byly silnice suché a relativně čisté. Maximální povolená rychlost v měřených úsecích byla 50 km/h. Většina řidičů však tento dopravní předpis nedodržovala. Skutečná rychlost jízdy byla tedy mezi 50 a 70 km/h.

Hluk z automobilové dopravy se skládá ze tří složek: aerodynamický hluk – způsobuje jej samotné těleso vozidla, jak rozráží vzduch svým pohybem; hluk motoru; hluk vznikající kontaktem pneumatik s vozovkou.

Hluk z motoru převažuje při nižších rychlostech vozidel – do 30 km/h u osobních automobilů, do 50 km/h u nákladních. Při vyšších rychlostech dominuje hluk podvozkových částí, zejména pneumatik, přičemž aerodynamický hluk roste současně s rychlostí. Hluk z pneumatik je vyšší u hmotnějších vozidel, která jsou opatřena širšími pneumatikami, což bylo zjištěno pozorováním při měření.

**Graf č. 7 - Ekvivalentní hladiny hluku v měřených lokalitách**



Z grafu je dobře patrné, že místa s vyšší frekvencí automobilové dopravy, jako jsou například České Budějovice nebo Týn nad Vltavou, jsou více zatížena hlukem ze silniční dopravy než místa, s nižší frekvencí dopravy, jako jsou Netolice a Chlumecko.

Co se týče hluku ze silniční dopravy, lze říci, že při plynulé dopravě a konstantní rychlosti vozidel je hluk vyšší, ale na přijatelné úrovni. Bohužel se najdou také výjimky v podobě hlučných motorek, tuningových úprav, nákladních automobilů, vysoko obsahových vozidel, vozidel, jejichž technický stav je velice špatný nebo dalších motorových prostředků, které zdatně přesahují hlukové limity, což bylo zjištěno průběžným pozorováním při měření. Tyto aspekty legislativa sice upravuje,

nicméně v praxi jsou postihy minimální nebo žádné. Jedinou důslednou kontrolou je státní technická kontrola (STK), kterou musí každý automobil absolvovat každé dva roky. Nově s pořizováním videozáznamu o technické kontrole vozidla. Další možnou kontrolou je kontrola Policie ČR, bohužel v těchto případech jde o jev spíše náhodný. Dále jsou to také špatné stavy komunikací, což bylo patrné u měření v Týně nad Vltavou, kde byly poruchy stavu vozovky v místě měření.

Vlastní doprava, tedy provoz dopravních prostředků produkuje množství znečišťujících látek a zatěžuje obyvatele hlukem. Poškození životního prostředí způsobuje nejen doprava samotná, ale i výstavba a provoz dopravní infrastruktury. Doprava zásadně ovlivňuje i krajinu a její funkce, jako např. přirozená schopnost zadržovat vodu a zajištění příznivých podmínek pro rostlinné i živočišné druhy. Promítá se do stavu životního prostředí obvykle v místě, kde se uskutečňuje, tj. např. v blízkosti silniční komunikace nebo ve městech. [15]

Posuzování hluku v ČR vyplývá ze stávající legislativy, o jejíž znění se v posledních letech vedou spory. Pro ochranu před hlukem z dopravy se realizují v zásadě tato konkrétní opatření: výsadba izolační zeleně, protihlukové stěny, individuální protihluková opatření (protihluková okna a fasády), snižování rychlosti, nízkohlučný asfalt. [7]

V místech vybraných pro měření se nacházela protihluková opatření pouze ve spojitosti se snížením rychlosti jízdy a individuálním protihlukovým opatřením (protihluková okna). Ani v jednom případě nebylo použití dalších protihlukových opatření nutné. V Českých Budějovicích a v Týně nad Vltavou jsou okolní stavby příliš blízko dopravní komunikaci, tím pádem pro zavedení protihlukových stěn nebo výsadby izolační zeleně není dostatečný prostor. V Netolicích jsou obytné stavby v dostatečné vzdálenosti od hlavní pozemní komunikace a v Chlumci vzhledem k nízké frekvenci provozu jsou výstavby protihlukových opatření zbytečné. V období, kdy je zvýšená zemědělská aktivita je i zvýšený počet mechanizace a přejezdů vozidel, nicméně tyto jevy jsou krátkodobé.

Mezi zdroje automobilového hluku se řadí především pneumatiky, hnací jednotky automobilů, obtékání vzduchu kolem vozidla, brzdy a karoserie vozidel. [14]

Do měření byly zahrnuty všechny kategorie vozidel, které se běžněm v provozu vyskytují. Nejčastější kategorií byla osobní vozidla. Pozorováním a snímkováním bylo zjištěno, že většina vozidel byla data výroby 2005 až 2015.



Významným nástrojem zmírnění negativních vlivů dopravy je např. změna přepravy. Mezi tyto druhy dopravy se řadí především železniční, veřejná a nemotorová vozidla. Veřejná doprava musí být dostatečně atraktivní (dostupnost, cena, frekvence jízd), aby motivovala obyvatele k častějšímu používání tohoto druhu dopravy. Existuje několik možností zvýšení atraktivity, avšak ne vždy je každý z nich vhodný pro konkrétní situaci. V závislosti na místních podmínkách je nutné tyto způsoby citlivě kombinovat. Jedná se například o zvyšování atraktivity veřejné dopravy, podpora pěší, cyklistické dopravy a carsharingu. [7]

České Budějovice mají městskou hromadnou dopravu (MHD) na velmi dobré úrovni. V letních obdobích je sice značně využívána cyklistická a pěší doprava ale v zimních obdobích je městská hromadná doprava velice vyhledávaným způsobem dopravy.

Dalším řešením je omezení vjezdu automobilů se spalovacími motory, resp. podpora elektromobility. Z výsledků měření intenzity silničního provozu (například mapa sčítání vozidel <http://scitani2010.rsd.cz/content/doc/31-01.jpg?v=2010>) lze zjistit, že nejvíce automobilů denně dojíždí z okruhu do 25 kilometrů kolem větších měst (u některých měst až 75 %). Podle výsledků Celostátního sčítání dopravy z roku 2016, které provádělo Ředitelství silnic a dálnic (zdroj: <http://scitani2016.rsd.cz/pages/map/default.aspx>) na základě interaktivní mapy a součtu všech sčítacích úseků kolem Českých Budějovic (odečteny počty projíždějících osobních automobilů, protože město České Budějovice nemá tzv. „obchvat kolem města“) lze zjistit, že z okolí (přibližně 25 km) vjíždí a vyjíždí z Českých Budějovic v pracovních dnech 139 000 osobních automobilů (v mimo pracovní dny je to přibližně o polovinu méně). Z přehledů nelze zjistit počty automobilů vznětových a zážehových. Přibližně dvě třetiny z tohoto počtu (92 000 osobních automobilů) jsou automobily lidí, kteří přijíždějí každý den do města do zaměstnání, nebo za nákupy, což bylo zjištěno z jednotlivých sčítacích úseků, například sčítacím úsekem 2-1963 za Branišovem (od Dubného) projelo v roce 2016 denně 11 488 osobních automobilů. Při znalosti průměrné spotřeby pohonných hmot na 100 km těchto automobilů v příměstském a městském provozu, lze vypočítat hodnoty výfukových emisí.

V dalších místech měření jsou obyvatelé závislí pouze na osobních automobilech nebo na meziměstské autobusové linky. V těchto lokalitách byl provoz motorových vozidel výrazně nižší než v Českých Budějovicích, což je pro obyvatele, kteří žijí

v těchto místech velice pozitivní. Celkový počet vozidel v měřených lokalitách je uveden v tabulce č. 16.

**Tabulka 16. Celkový počet vozidel v měřených lokalitách**

Lokalita	Celkový počet vozidel
Evžena Rošického, České Budějovice	4 020
Senovážné náměstí - pošta, České Budějovice	8 566
Chlumeč, okres České Budějovice	268
Netolice, okres Prachatice	2 141
Týn nad Vltavou	3 442

Z tabulky je zřejmé, že v městech jako České Budějovice a Týn nad Vltavou je frekvence silniční motorové dopravy mnohem větší než v Netolicích a Chlumci.

Stále platí, že většina lidí používá k veškeré dopravě osobní automobil. Na opatření jako zpoplatnění vjezdů do center měst, zvyšování poplatků za parkování nebo zavádění parkovacích zón je nahlíženo negativně. Nicméně je velmi důležité tato opatření zavádět spolu s podporou pěší a cyklistické dopravy, zavádění nových linek MHD nebo podporou elektromobility.

## 7. Závěr

Vliv dopravy na život člověka je značný. Ať už se jedná o aspekty kladné, jako např. přesun lidí a majetku v podstatě kdykoliv když je potřeba, doprava materiálů a v první řadě lidské pohodlí nebo aspekty záporné, kterých je celá řada. Automobilový průmysl má více jak 100 letou tradici a po celou dobu jeho vývoje se stále rozšiřuje a má stále větší vliv na své okolí, ale také na ekonomickou bilanci a prosperitu. V tomto ohledu se do budoucna pravděpodobně nic nezmění.

Ze získaných měření je závěr jednoznačný, a to, že s růstem automobilového průmyslu přichází také spousta problémů, které nelze přehlížet.

Lidská společnost má neustále vyšší požadavky na technologie komunikací a dopravních prostředků, alternativní paliva, motory s co nejmenší spotřebou, ochranu před prachem a hlukem atd. Výrobci automobilů investují velké množství úsilí a prostředků do vývoje a výroby nových technologií (filtry pevných částic, elektromobily, AdBlue aj.), které pomáhají do jisté míry ke zlepšení životního prostředí.

Nicméně stále je to člověk, který jako jedinec může nejvíce přispět a pomoci ke zlepšení životního prostředí. Mohl by častěji využívat jiné druhy dopravy (železniční, autobusové, městské hromadné dopravy). Nepořizovat velká vozidla s vysokou spotřebou paliva, nebo nejezdit sám (carsharing). V tomto ohledu by mohl být nápomocen také stát, který by mohl dopravu udělat perspektivnější pro své občany (zlevněné jízdné).

Budoucnost silniční dopravy by mohla přinést změnu k lepšímu. Jelikož jsou zásoby ropy odhadované na 30-40 let, je nutné se vážněji zabývat otázkou alternativních řešení (vodík, elektromobil atd.), které bude možné celosvětově rozšířit a používat. Tato řešení by mohla lidem a životnímu prostředí přinést do jisté míry zlepšení.

Bohužel i přes tato, do budoucna slibně vypadající alternativní řešení, bude doprava stále veliký znečišťovatel. Úspěšně eliminovat všechny negativní vlivy z dopravy nelze. Je nutné se ale snažit o jejich maximální redukci.

## 8. Seznam literatury

- 1) ADAMEC, Vladimír. *Doprava, zdraví a životní prostředí*. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-2156-9.
- 2) AutoSAP: *Sdružení automobilového průmyslu* [online]. [cit. 2017-09-11]. Dostupné z: <http://www.autosap.cz/zakladni-prehledy-a-udaje/vyroba-a-odbyt-tuzemskych-vyrobce-vozidel/#akt2017>
- 3) BERNATÍK, Aleš, Petra NEVRLÁ. *Vliv havárií na životní prostředí*. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2005. ISBN 80-866-3446-9.
- 4) BREČKA, Tibor. *Vymáhání odškodného pro účastníky dopravních nehod*. Červen 2011, roč. 14, čís. 3, s. 42-43. ISSN 1212-0456.
- 5) BRUYNINCKX, Hans. *Air pollution* [online]. 2017 [cit. 2018-01-16]. Dostupné z: <https://www.eea.europa.eu/cs/themes/air/intro>
- 6) BRŮHOVÁ-FOLTÝNOVÁ, Hana. *Negativní externí efekty dopravy* [online]. In: . [cit. 2017-11-14]. Dostupné z: [http://www.enviwiki.cz/w/index.php?title=Negativn%C3%AD\\_extern%C3%AD\\_efekty\\_dopravy&oldid=11711#cite\\_ref-2](http://www.enviwiki.cz/w/index.php?title=Negativn%C3%AD_extern%C3%AD_efekty_dopravy&oldid=11711#cite_ref-2)
- 7) CACH, Tomáš. *Opatření ke snižování negativních dopadů dopravy: Systém opatření ke snižování negativních dopadů dopravy* [online]. 2008 [cit. 2018-02-01]. Dostupné z: <https://www.auto-mat.cz/2015/12/opatreni-ke-snizovani-negativnich-dopadu-dopravy-23/>
- 8) CELJAK, Ivo. *Dopravní zařízení I*. České Budějovice, 2017. Interní učební text. Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích.
- 9) ČEČOT, Vladimír. *Dopravné nehody (vyšetřovanie, dokazovanie a znalecké skúmanie)*. Bratislava: Vydavateľstvo a nakladateľstvo respo, spol. s r.o., 2003. ISBN 80-968953-5-4.
- 10) ČEŘOVSKÝ, Michal. *Externality* [online]. In: . [cit. 2017-11-14]. Dostupné z: [http://www.scss.sk/index.php?categoryid=14&p16\\_sectionid=100](http://www.scss.sk/index.php?categoryid=14&p16_sectionid=100)
- 11) Český hydrometeorologický ústav: *Imisní limity* [online]. 2012 [cit. 2018-01-18]. Dostupné z: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/info/limity\\_CZ.html](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/info/limity_CZ.html)
- 12) DUFEK, Jiří, Jiří JEDLIČKA a Vladimír ADAMEC. *Fragmentace lokalit dopravní infrastrukturou – ekologické efekty a možná řešení v projektu COST 341* [online]. 2011 [cit. 2018-01-25]. Dostupné z: [http://www.vitejtenazemi.cz/archiv/krajina\\_cs/frag\\_doprava.pdf](http://www.vitejtenazemi.cz/archiv/krajina_cs/frag_doprava.pdf)

- 13) EISLER, Jan. *Ekonomika dopravních služeb a podnikání v dopravě*. Praha: Oeconomica, 2004. ISBN 80-245-0772-2.
- 14) GOTTVALDOVÁ, Jana. *Automobilový hluk* [online]. 2011 [cit. 2018-03-20]. Dostupné z: <http://www.silnice-zeleznice.cz/clanek/automobilovy-hluk/>
- 15) Hluk a emise: *Vliv hluku a emisí na zdraví* [online]. [cit. 2017-12-05]. Dostupné z: <http://hluk.eps.cz/hluk/vliv-hluku-na-zdravi/>
- 16) JEDLIČKA, Jiří, Vladimír ADAMEC a Jiří DUFEK. *Vývoj emisní zátěže ovzduší z dopravy*. , 8.
- 17) MINISTERSTVO DOPRAVY. *Stručný souhrn vlivů emisí z dopravy na životní prostředí a lidské zdraví* [online]. In: . 2008 [cit. 2018-01-16]. Dostupné z: [www.blokovygrant.cz/download.php?id=830&typ=m](http://www.blokovygrant.cz/download.php?id=830&typ=m)
- 18) MINISTERSTVO PRO MÍSTNÍ ROZVOJ. *DOPRAVNÍ INFRASTRUKTURA* [online]. In: . 2011 [cit. 2018-01-30]. Dostupné z: [http://dotaceeu.cz/getmedia/1d6967c5-279b-4917-904e-1ae665d9e67c/MMZ\\_2011\\_02\\_doprava\\_v2\\_1d6967c5-279b-4917-904e-1ae665d9e67c.pdf?ext=.pdf](http://dotaceeu.cz/getmedia/1d6967c5-279b-4917-904e-1ae665d9e67c/MMZ_2011_02_doprava_v2_1d6967c5-279b-4917-904e-1ae665d9e67c.pdf?ext=.pdf)
- 19) MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ. *Zdraví 2020 Národní strategie ochrany a podpory zdraví a prevence nemocí: Akční plán č. 5: Snižování zdravotních rizik ze životního a pracovního prostředí na období 2015-2020* [online]. 2015, , 35 [cit. 2018-02-01]. Dostupné z: [https://www.dataplan.info/img\\_upload/7bdb1584e3b8a53d337518d988763f8d/ap-05-snizovani-zdravotnich-rizik-ze-zivotniho-a-pracovniho-prostredi.pdf](https://www.dataplan.info/img_upload/7bdb1584e3b8a53d337518d988763f8d/ap-05-snizovani-zdravotnich-rizik-ze-zivotniho-a-pracovniho-prostredi.pdf)
- 20) NOVÁK, Mirko. *Dopravní kongesce, vznik, příčiny a možnosti omezení: Výzkumná zpráva LSS 417/12* [online]. Praha, 2012 [cit. 2018-01-31].
- 21) ŠUTA, Miroslav. *Účinky výfukových plynů z automobilů na lidské zdraví*. Plzeň: Děti Země, 2008. ISBN 80-866-7810-5.
- 22) POPP, Tomáš. *Ekoporadenský portál Ministerstva životního prostředí: Co jsou to emise?* [online]. 2008 [cit. 2018-01-18]. Dostupné z: <http://www.ekoporadny.cz/faq/co-jsou-to-emise.htm>
- 23) PROCHÁZKA, Tomáš. *Vliv zvuku a hudby na lidský organismus* [online]. 1994 [cit. 2018-01-02]. Dostupné z: [http://www.tomprochazka.cz/images/pdfs/vliv\\_zvuku\\_a\\_hudby.pdf](http://www.tomprochazka.cz/images/pdfs/vliv_zvuku_a_hudby.pdf)

- 24) Ředitelství silnic a dálnic ČR: *Údržba komunikací* [online]. [cit. 2017-09-18]. Dostupné z: <https://www.rsd.cz/wps/portal/web/Silnice-a-dalnice/Udrzba-komunikaci>
- 25) PRACHAŘ, Lukáš. *Strategický rozvoj silniční infrastruktury v Pardubicích*. Pardubice, 2008. Bakalářská práce. Univerzita Pardubice Doprvní fakulta Jana Pernera. Vedoucí práce Ing. Alexander Chlaň, Ph.D.
- 26) ŘEHÁK, David, Martin HROMADA, Pavel ŠENOVSKÝ, Šárka KROČOVÁ, Tomáš APELTAUER a Lukáš PITHANIUK. *SOUHRN ZPŮSOBŮ HODNOCENÍ KVALITY A ODOLNOSTI INFRASTRUKTURY: Závěrečná zpráva k veřejné zakázce Úřadu vlády ČR*. Ostrava, 2016. ISBN 978-80-7440-185-5.
- 27) SAJDL, Jan. *Emisní norma EURO* [online]. 2018 [cit. 2018-01-18]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/emisni-norma-euro/>
- 28) Sdružení na ochranu vlastníků automobilů: *Ekologická daň - emisní poplatky* [online]. 2009 [cit. 2018-01-18]. Dostupné z: <http://www.sdruzeni-sova.cz/clanek/ekologicka-dan-emisni-poplatky-2016>
- 29) Svaz dozorců automobilů: *Přehled stavu vozového parku* [online]. [cit. 2017-09-18]. Dostupné z: <http://portal.sda-cia.cz./stat.php?v#str=vpp>
- 30) ŠAUER, Petr. *Základy ekonomiky životního prostředí I*. Praha: Nakladatelství a vydavatelství litomyšlského semináře, 2008. ISBN 978-80-86709-13-0.
- 31) ŠUTA, Miroslav. *Účinky výfukových plynů z automobilů na lidské zdraví*. Plzeň: Děti Země, 2008. ISBN 80-866-7810-5.
- 32) VIČAR, Dušan. Kontaminace životního prostředí v důsledku úniku ropných látek. *Zpravodaj CO*, 1997, roč. 29, č.1, s.11-12.
- 33) Vliv hluku na zdraví: *Hluk ovlivňuje tělo i duši* [online]. 2016 [cit. 2018-01-02]. Dostupné z: <http://www.rehabilitace.info/zdravotni/vliv-hluku-na-zdravi-hluk-ovlivnuje-telo-i-dusi/>
- 34) [www.pixabay.com/](http://www.pixabay.com/)
- 35) [www.rsd.cz](http://www.rsd.cz)

**Zákony a nařízení:**

Zákon č. 63/2017 Sb., kterým se mění zákon č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích a o změně zákona č. 168/1999 Sb., o pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o pojištění odpovědnosti z provozu vozidla), ve znění zákona č. 307/1999 Sb., ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony

Zákon o pozemních komunikacích č.13/1997

## 9. Seznam obrázků

- 1) Obr. 1 – Dálnice, zdroj: <https://pixabay.com/> („staženo dne: 1. 10. 2017“)
- 2) Obr. 2 – Silnice I. třídy, zdroj: <https://pixabay.com/> („staženo dne: 1. 10. 2017“)
- 3) Obr. 3 – Polní cesta, zdroj: <https://pixabay.com/> („staženo dne: 1. 10. 2017“)
- 4) Obr. 4 – Lesní cesta, zdroj: <https://pixabay.com/> („staženo dne: 1. 10. 2017“)
- 5) Obr. 5 – Intenzita dopravy na dálnicích a silnicích I. třídy, zdroj: [www.rsd.cz](http://www.rsd.cz) („staženo dne: 5. 10. 2017“)
- 6) Obr. 6 – Zdroje hluku v životním prostředí, zdroj: Doprava, zdraví a životní prostředí – Vladimír Adamec a kolektiv („staženo dne: 10. 11. 2017“)
- 7) Obr. 7 – Složení silniční infrastruktury v ČR, zdroj: Souhrn způsobů hodnocení kvality a odolnosti infrastruktury David Řehák a kolektiv („staženo dne: 25. 1. 2018“)
- 8) Obr. 8 – Nehodovost v ČR, zdroj: <http://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti178464.aspx> („staženo dne: 5. 2. 2018“)
- 9) Obr. 9 – DustTRAK 2, zdroj: <http://www.kenelec.com.au/products/environmental/tsi-8530-dustrak-ii-desktop-aerosol-monitor/> („staženo dne: 6. 3. 2018“)
- 10) Obr. 10 – Voltcraft DT 8820, zdroj: <https://www.conrad.com/ce/en/product/101040/Voltcraft-DT-8820-Multifunctional-Environment-Measuring-Instrument-4-in-1> („staženo dne: 6. 3. 2018“)
- 11) Obr. 11 – Letecký pohled na ulici Evžena Rošického, České Budějovice, zdroj: <https://mapy.cz/zakladni?x=14.4412826&y=48.9885045&z=17&base=ophoto&source=addr&id=9035499> („staženo dne: 17. 3. 2018“)
- 12) Obr. 12 – Letecký pohled na ulici Senovážné náměstí - pošta, České Budějovice, zdroj: <https://mapy.cz/zakladni?vlastni-body&x=14.4789769&y=48.9740170&z=20&base=ophoto&ut=M%C4%9B%C5%99ic%C3%AD%20bod&uc=9hIn1xSews&ud=48%C2%B058%2726.853%22N%2C%2014%C2%B028%2743.139%22E> („staženo dne: 17. 3. 2018“)
- 13) Obr. 13 – Letecký pohled na Chlumeč, okres České Budějovice, zdroj: <https://mapy.cz/zakladni?vlastni-body&x=14.4034155&y=49.1171285&z=18&base=ophoto&ut=Nov%C3%BD>



<https://mapy.cz/zakladni?vlastni-body&x=14.1922505&y=49.0538074&z=18&base=ophoto&ut=M%C4%9B%C5%99en%C3%AD&uc=9gTiAxTCzd&ud=49%C2%B03%2714.017%22N%2C%2014%C2%B011%2733.125%22E> („staženo dne: 17. 3. 2018“)

14) Obr. 14 – Letecký pohled na Netolice, okres Prachatice, zdroj:

<https://mapy.cz/zakladni?vlastni-body&x=14.1922505&y=49.0538074&z=18&base=ophoto&ut=M%C4%9B%C5%99en%C3%AD&uc=9gTiAxTCzd&ud=49%C2%B03%2714.017%22N%2C%2014%C2%B011%2733.125%22E> („staženo dne: 17. 3. 2018“)

15) Obr. 15 – Letecký pohled na Týn nad Vltavou, zdroj:

<https://mapy.cz/zakladni?vlastni-body&x=14.4211355&y=49.2195619&z=18&base=ophoto&ut=M%C4%9B%C5%99en%C3%AD&uc=9hAEEEx80Qa&ud=49%C2%B013%2710.669%22N%2C%2014%C2%B025%2712.283%22E> („staženo dne: 17. 3. 2018“)

## 10. Seznam tabulek

- 1) Tabulka 1. Přehled délek silnic a dálnic v ČR, zdroj: [www.rsd.cz](http://www.rsd.cz) („staženo dne: 5. 10. 2017“)
- 2) Tabulka 2. Limity hluku pro venkovní hluk, zdroj: <http://hluk.eps.cz/hluk/limity/> („staženo dne: 8. 1. 2018“)
- 3) Tabulka 3. Limity hluku pro vnitřní hluk, zdroj: <http://hluk.eps.cz/hluk/limity/> („staženo dne: 8. 1. 2018“)
- 4) Tabulka 4. Emisní normy pro osobní automobily, zdroj: <http://www.auto.cz/technika-evropske-emisni-normy-jsou-s-nami-uz-od-roku-1970-94232> („staženo dne: 18. 1. 2018“)
- 5) Tabulka 5. Imisní limity pro ochranu zdraví a maximální počet jejich překročení, zdroj: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/info/limity\\_CZ.html](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/info/limity_CZ.html) („staženo dne: 18. 1. 2018“)
- 6) Tabulka 6. Přehled dopravy v místě měření Evžena Rošického, České Budějovice
- 7) Tabulka 7. Přehled naměřených hodnot prachových částic ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) v ulici Evžena Rošického, České Budějovice
- 8) Tabulka 8. Přehled dopravy v místě měření Senovážné náměstí - pošta, České Budějovice
- 9) Tabulka 9. Přehled naměřených hodnot prachových částic ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) v ulici Senovážné náměstí - pošta, České Budějovice
- 10) Tabulka 10. Přehled dopravy v místě měření Chlumeč, okres České Budějovice
- 11) Tabulka 11. Přehled naměřených hodnot prachových částic ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) Chlumeč, okres České Budějovice
- 12) Tabulka 12. Přehled dopravy v místě měření Netolice, okres Prachatice
- 13) Tabulka 13. Přehled naměřených hodnot prachových částic ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) Netolice, okres Prachatice
- 14) Tabulka 14. Přehled dopravy v místě měření Týn nad Vltavou
- 15) Tabulka 15. Přehled naměřených hodnot prachových částic ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) Týn nad Vltavou
- 16) Tabulka 16. Celkový počet vozidel v měřených lokalitách

## 11. Seznam grafů

- 1) Graf č. 1 - Průběh výskytu polétavého prachu  $PM_{10}$  v ulici Evžena Rošického, České Budějovice
- 2) Graf č. 2 - Průběh výskytu polétavého prachu  $PM_{10}$  v ulici Senovážné náměstí - pošta, České Budějovice
- 3) Graf č. 3 - Průběh výskytu polétavého prachu  $PM_{10}$  Chlumecko, okres České Budějovice
- 4) Graf č. 4 - Průběh výskytu polétavého prachu  $PM_{10}$  Netolice, okres Prachatice
- 5) Graf č. 5 - Průběh výskytu polétavého prachu  $PM_{10}$  Týn nad Vltavou
- 6) Graf č. 6 - Koncentrace polétavého prachu
- 7) Graf č. 7 - Ekvivalentní hladiny hluku v měřených lokalitách

## **12. Seznam příloh**

- 1) Příloha A: Datový nosič CD