

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Zemědělská technika: obchod, servis a služby

Katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

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

Bakalářská práce

Negativní externality v silniční dopravě

Vedoucí práce: Ing. Ivo Celjak, CSc.

Autor práce: Tomáš Zajíček, DiS.

České Budějovice, 2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tomáš ZAJÍČEK, DiS.**
Osobní číslo: **Z15121**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Zemědělská technika: obchod, servis a služby**
Název tématu: **Rozbor negativních externalit v silniční dopravě**
Zadávací 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 studia vybraných negativních vlivů pozemních dopravních zařízení v lidském prostředí. Na jejím základě vypracovat souhrn poznatků o úrovni negativních externalit pozemní dopravy.

Metodický postup:

1. Rešerše z oblasti externalit silniční dopravy.
2. Provést analýzu hlavních faktorů, které se významně podílejí na negativním ovlivnění lidského 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: 40 - 60 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

Adamec, V. a kol.: Doprava, zdraví a životní prostředí, GRADA, Praha 2008, 160 s.;

Celjak, I.: Ovlivnění řídičů emisemi prachových částic ze spalovacích a nespalovacích procesů, Komunální technika, 2/2015, roč. IX, s. 50-43, ISSN 1802-2391.;

Celjak, I.: Externality 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;

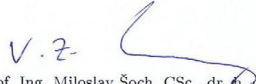
Šuta, M., Bencko, V.: Zdravotní rizika znečištění ovzduší nejvýznamnějšími automobilovými emisemi, Praktický lékař, 1998, roč. 78, č. 6 a 10, ISSN 0032-6739.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Ivo Celjak, CSc.

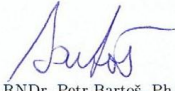
Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

Datum zadání bakalářské práce: 5. ledna 2017

Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2018


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. t. l. č.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentův náměstí 1500, 370 05 České Budějovice


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

V Českých Budějovicích dne 20. února 2017

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě 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.

Datum:

.....

Tomáš Zajíček, DiS.

Anotace

Bakalářská práce pojednává o negativních externalitách v silniční dopravě, které jsou spojeny s dopravní infrastrukturou, výstavbou dopravních tras kolem obcí nebo měst a produkcí škodlivých emisních složek.

Cílem práce je seznámit se s nejčastěji vyskytujícími se negativními externalitami v silniční dopravě s návrhem jejich opatření pro zmírnění nežádoucích rizik působících na lidi, životní prostředí a majetek.

Klíčová slova: dopravní trasa; lidé; obce; měření emisí; emisní složky.

Annotation

The bachelor thesis is about with negative externalities in road transport, which are connected with transport infrastructure, construction of transport routes around municipalities or towns and production of harmful emission components.

The aim of the thesis is to get acquainted with the most frequently occurring negative externalities in road transport with proposal of their measures for mitigation of undesirable risks affecting people, the environment and property.

Keywords: transport route; people; municipalities; measurement of emissions; emission components.

Poděkování

Chtěl bych poděkovat vedoucímu práce panu Ing. Ivu Celjakovi, CSc. za poskytnuté informace, materiály a strávený čas s úpravou této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat Vyšší odborné škole, Střední průmyslové škole automobilní a technické za prostor při měření emisí a poskytnuté materiály.

Obsah:

1 Úvod	9
2 Cíl	11
3 Literární přehled řešené problematiky.....	12
3.1 Pojem silniční doprava	12
3.1.1 Rozdělení silniční dopravy	12
3.2 Pojem externalita	13
3.2.1 Rozdělení externalit.....	13
3.3 Pozitivní externality.....	13
3.4 Negativní externality v silniční dopravě.....	14
3.5 Rozdělení negativních externalit	14
3.5.1 Hluk pocházející z dopravy	15
3.5.2 Vibrace projevující se na stavbách kolem dopravní trasy	18
3.5.3 Poškození životního prostředí ztrátami nebezpečných nákladů a jejich únikem při nehodách	20
3.5.4 Vliv dopravních tras na krajinu kolem	22
3.5.5 Smrt zvíře a domácích zvířat	26
3.5.6 Omezení pohybu lidí v okolí dopravních tras s velkou hustotou	33
3.5.7 Negativní světelné účinky kolem dopravních tras.....	34
3.5.8 Výstavba nových dopravních tras.....	34
3.5.9 Znečištění ovzduší prachovými částicemi a emisemi ze spalovacích procesů.....	35
4 Metodika.....	42
5 Praktická část.....	43
5.1 Měření emisí.....	43
5.1.1 Místo měření emisí	43
5.1.2 Zařízení pro měření emisí.....	43
5.1.3 Měřená vozidla	44
5.1.4 Postup při měření emisí	44
5.1.5 Měření kouřivosti u vozidla Subaru Forester	46
5.1.6 Měření kouřivosti u vozidla Škoda Octavia	48
5.2 Program MEFA 13	49

5.2.1 Výpočet emisí pro jednotlivá vozidla.....	49
6 Výsledky.....	51
6.1 Měření emisí kouřivosti.....	51
6.1.1 Kouřivost vozidla Subaru Forester.....	51
6.1.2 Kouřivost vozidla Škody Octavia.....	53
6.2 Výpočet emisních složek programem MEFA 13.....	55
6.2.1 Emisní složky Subaru Forester.....	55
6.2.2 Emisní složky Škody Octavia.....	56
6.3 Grafy výsledných emisních složek vozidel.....	57
6.3.1 Graf naměřené kouřivosti vozidel.....	57
6.3.2 Graf naměřených emisních složek vozidel.....	57
7 Diskuze.....	58
8 Závěr.....	60
9 Seznam použité literatury a zdrojů	
10 Seznam příloh	

1 Úvod

V dnešní době s rostoucím počtem vozidel, řidičů a rozvojem dopravní infrastruktury vzniká v silniční dopravě mnoho nežádoucích vlivů tvořících určitá rizika, která neprospívají jak lidem, životnímu prostředí, tak majetku. Tyto nežádoucí vlivy se odborně nazývají Negativní externality v silniční dopravě, které jsem si vybral jako téma pro zpracování bakalářské práce.

Důvodů proč jsem si vybral znění tohoto tématu je mnoho. Chtěl jsem se podrobněji seznámit s negativy v dopravě a v dopravní infrastruktuře celkově, poskytnout zpracované informace s některými závěry a opatřeními ke snížení účinků negativních externalit v silniční dopravě. Mám kladný vztah k motocyklům a automobilům tvořících každodenní provoz na dopravních trasách produkujících určitá negativa. Hlavní důvod proč jsem si vybral téma Negativní externality v silniční dopravě, je život na vesnici, vedle které byla vybudována v 70. letech minulého století frekventovaná mezinárodní silnice E55, po které v dnešní době projede několik tisíc aut denně. Jsem si plně vědom, co znamená hluk, vibrace, horší ovzduší a v nočních hodinách produkující negativní světlo silniční dopravou z této dopravní trasy. Pár metrů od této komunikace a vesnice se momentálně buduje ještě frekventovanější dopravní trasa „dálnice D3“, která má spojit Severní Evropu s Jižní Evropou a kde má být provoz několikanásobně vyšší, než tomu je v současné době na mezinárodní silnici E55.

První část práce obsahuje literární přehled s vysvětlením a rozdělením základních pojmů jako silniční doprava a externalita. Nejobsáhlejší kapitola obsahuje rozdělení negativních externalit s podrobným výkladem jednotlivých, základních a nejvýznamnějších negativních externalit jako hluk, vibrace, ztráta nebezpečných nákladů s poškozením životního prostředí, vliv dopravních tras na krajinu kolem, smrt zvířete a domácích zvířat, omezení pohybu lidí v okolí dopravních tras, negativní světelné účinky kolem dopravních tras, výstavba nových dopravních tras a v neposlední řadě znečištění ovzduší prachovými částicemi a emise ze spalovacích procesů, kterým se věnuji v praktické části. Tyto jednotlivé body jsou doplněny opatřením, které mohou tyto negativa produkující silničním provozem na dopravních trasách, alespoň zmírnit.

Druhá část práce obsahuje metodiku a praktickou část pojednávající o měření emisí dvou osobních vozidel s odlišnými roky výroby a emisními normami Euro.

Jedná se o vybraná vozidla značky Subaru Forester a Škoda Octavia se vznětovými motory, které se běžně pohybují na dopravních trasách, ve městech a obcích téměř každý den. Na stanici měření emisí byly u těchto dvou dopravních prostředků měřeny emise kouřivosti. Další část obsahuje program MEFA 13, který vygeneruje na základě požadovaných informací ostatní škodlivé emisní složky z výfukových spalin těchto vozidel. Naměřené hodnoty kouřivosti a jednotlivých emisních složek jsou hodnoceny v samostatné kapitole Diskuze.

V závěru této práce jsou shrnuty všechny negativní externality v silniční dopravě s možnostmi opatření pro snížení negativních a nebezpečných dopadů na člověka a prostředí kolem nás. Druhá část obsahuje souhrn měření emisí, respektive hodnot kouřivosti a emisních složek dvou odlišných osobních vozidel se vznětovými motory. Konec závěru pojednává o několika základních opatřeních, které mohou snížit rizika dopadající na život lidí a prostředí, ve kterém lidé žijí.

2 Cíl

Cílem bakalářské práce je seznámení se s několika podstatnými a často vyskytujícími se negativními externalitami v silniční dopravě. Každý z nás se už někdy setkal nebo primárně setkává s těmito negativy v silniční dopravě, jako například již zmíněným hlukem, vibracemi, negativním osvětlením produkovaným především provozem vozidel nebo špatným ovzduším. Dalším cílem je návrh opatření pro minimalizaci nebo odstranění těchto produkovaných rizik s následky na lidské zdraví, životní prostředí a majetek.

Hlavním cílem této práce je měření emisí vznětových motorů a generování ostatních škodlivých emisních složek výfukových plynů s vyhodnocením a opatřením pro snížení škodlivých emisních složek produkovaných do ovzduší s negativním dopadem na život kolem nás a zdraví lidí.

3 Literární přehled řešené problematiky

3.1 Pojem silniční doprava

Silniční doprava je individuální druh dopravy, který probíhá za použití dopravních prostředků zpravidla po silnicích či zpevněných cestách. Využívá se k přepravě osob, nákladů a břemen.

Nejen v České republice, ale i v ostatních evropských zemích je nejrozšířenějším druhem dopravy. Hlavní výhodou silniční dopravy je její flexibilita a dostupnost. Proto je také silniční doprava u nás nejrozšířenější a nejdynamičtější formou dopravy. Hustota sítě pozemních komunikací bývá až desetkrát větší než u sítě železniční.

Hlavní problém je však v tom, že naráží na vyčerpání kapacit pozemních komunikací.

Silniční doprava v České republice vyžaduje především urychlené budování sítě dálnic a jejich napojení na hlavní mezinárodní dopravní tahy. [12]

3.1.1 Rozdělení silniční dopravy

Silniční dopravu na území České republiky lze rozdělit dle hustoty silničního provozu a označení do několika kategorií:

- dálnice;
- silnice (první, druhé a třetí třídy);
- místní komunikace;
- účelová komunikace.

Dle využití:

- osobní;
- nákladní. [12]

3.2 Pojem externalita

Externalita je obecně stav, kdy činnost jednoho subjektu působí na jiné subjekty, u nichž jsou tímto působením vyvolány vyšší, nebo nižší 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.

Externalitou silniční dopravy lze označit případy, kdy osoba, která se neúčastní dopravy aktivně, musí snášet pozitivní i negativní dopady dopravy, i přesto, že to nemá v úmyslu.

Externality mají rozmanitý dosah působnosti. Jsou lokální, kdy je ovlivněn jeden člověk, nebo skupina obyvatel žijící a pohybující se u dopravní trasy, regionální, kdy jsou ovlivněni lidé žijící v oblasti (emise, prachové částice), národní (emise) a nadnárodní (skleníkové plyny). [6]

3.2.1 Rozdělení externalit

Externality v dopravě respektive v silniční dopravě lze rozdělit na dvě základní skupiny:

- pozitivní;
- negativní. [7]

3.3 Pozitivní externality

Pozitivní externality způsobují užitek, snížení nákladů, poskytují finanční příjem (výnos), přinášejí radost a uspokojení potřeb lidí, snížení nákladů a vytvářejí pozitivní vlivy na životní prostředí a zdraví lidí.

Jako příklad pozitivních externalit lze uvést hospodaření v lesích. Les byl vysázen majitelem s vynaložením určitých nákladů pro hospodářské účely, tj. na produkci dříví a tím dosažení výnosu (zisku) pro majitele lesa. Než les dosáhne produkční výšky stromů, je užitečný, resp. vytváří užitek, který se ve výnosu neprojeví.

Je to mimo produkční, samovolný užitek, například tvorba kyslíku, vodohospodářský význam, protierozní význam, význam pro turisty, produkční ve prospěch zvěře, apod. Užitek a výnos je v podobě pozitivních externalit a je ve prospěch někoho jiného, než vlastníka lesa.

Skutečné pozitivní externality dopravy vedou například k uspokojení osobní potřeby některých řidičů ovládat vozidlo (zviditelnění a sebe prezentace prostřednictvím automobilu, radost z vlastnictví určitého modelu značky), vznik a činnost zájmových skupin ve prospěch realizace svých zájmů prostřednictvím dopravních zařízení (kluby značek vozidel). [6]

3.4 Negativní externality v silniční dopravě

Negativní externality, které jsou před pozitivními v této práci podstatnější, způsobují vyšší náklady, vznik škod na objektech jiných subjektů, nižší finanční výnosy a nižší užitek jiných subjektů, způsobují útisk a omezení svobody v činnosti lidí, negativně ovlivňují životní prostředí a především zdraví lidí.

Negativní externality silniční dopravy z hlediska společenského představují vytváření nepohody lidem (rozmanité strádání vlivem účinků dopravy na okolí a dopravních tras), vznik nehrazených škod na majetku lidí, zásah do krajiny, ovlivnění života polní a lesní zvěře a ovlivnění životního prostředí – klimatu. [6]

3.5 Rozdělení negativních externalit

Negativní externality silniční dopravy s vlivem na životní prostředí, život a zdraví lidí jsou:

- hluk pocházející z dopravy;
- vibrace projevující se na stavbách kolem dopravní trasy;
- poškození životního prostředí ztrátami nebezpečných nákladů a jejich únikem při nehodách;
- vliv dopravních tras na krajinu kolem;

- smrt zvíře a domácích zvířat;
- omezení pohybu lidí v okolí dopravních tras s velkou hustotou;
- negativní světelné účinky kolem dopravních tras;
- výstavba nových dopravních tras;
- znečištění ovzduší prachovými částicemi a emisemi ze spalovacích procesů. [6]

3.5.1 Hluk pocházející z dopravy

Hluk je zvuk, který má rušivý charakter. Z biologického nebo také medicínského hlediska je škodlivý svou nadměrnou intenzitou. Účinek hluku je subjektivní (obtěžující, rušící soustředění na psychickou pohodu) a objektivní (měřitelné poškození sluchu). Pro měření intenzity hluku se používá nejčastěji jednotka decibel (dB). [13]

Jedním ze zdrojů hluku, který se projevuje jak při nízkých rychlostech, tak při vysokých rychlostech dopravních zařízení, jsou dynamické rázy podvozků při přejíždění nerovností na vozovce. S přejezdy nerovností na vozovce souvisí také hluk produkovaný některými přepravovanými břemeny (chvění, nárazy, posun po korbě) a hluk pocházející z konstrukce ložných ploch a speciálních koreb (například konstrukční části koreb, konstrukční části kontejnerů, klanice, části hydraulických jeřábů) a přepravovaných manipulačních prostředků (neupoutané prázdné bedny, nádoby). Další podíl na vzniku hluku má energetické zařízení (motor) a příslušenství vozidel. V případě motorové trakce prostřednictvím spalovacích motorů, je hluk složen z hluku hnacího motoru a managementu motoru (například chladicí ventilátor, turbodmychadlo), ze strany skupin vozidla, které zajišťují bezpečnost a komfort jízdy (například posilovač řízení, klimatizace, ventilátor topení) a podvozku (pneumatiky, převodové ústrojí a hřídele). Od určité rychlosti pohybu vozidel má podíl na vzniku hluku aerodynamický hluk, který vzniká v důsledku proudění vzduchu a turbulence vzduchu kolem karoserie vozů a jejich podvozků. Jeho hodnota se zvyšuje s rychlostí jízdy, velikostí a provedením čelní plochy vozidla, provedením karoserie vozidla a závisí také na charakteru přepravovaného nákladu nebo použitých přepravních prostředcích (kontejnery, palety, vaky, pytle, plachty). Obecně platí, že při nízkých rychlostech je dominantní hluk motoru, při středních rychlostech se více projevuje hluk valivý nebo aerodynamický. [6]

Negativní dopady hluku na lidské zdraví

Člověk, ale i živočichové vnímají převážně hluk sluchem, který slouží především jako varovný systém. Organismus kvůli tomu reaguje na hluk jako na poplašný signál a spouští celou řadu mechanismů. Dochází například k [8]:

- zvýšení krevního tlaku;
- zrychlení tepu;
- stažení periferních cév;
- zvýšení hladiny adrenalinu;
- ztrátám hořčíku;
- k trvalému poškození či dokonce ztrátě sluchu a rozvoji Alzheimerovy choroby.

Tabulka č. 1 – Reakce hluku na lidský organismus, Zdroj [8]

Fyzické reakce	Psychické reakce
Bolesti hlavy	Zlost a mrzutost
Zvýšený krevní tlak	Špatná nálada
Hormonální poruchy	Deprese
Zpomalení procesu trávení	Ztráta výkonnosti
Poruchy rytmu srdce	Snížená koncentrace
Poruchy spánku	Rušení odpočinku
Poruchy komunikace	

Hluk má poměrně významný vliv na psychiku jednotlivce a často způsobuje únavu, depresi, rozmrzelost, agresivitu, neochotu, zhoršení paměti, ztrátu pozornosti a celkové snížení výkonnosti. Dlouhodobé vystavování nadměrnému hluku pak způsobuje hypertenzi (vysoký krevní tlak), poškození srdce včetně zvýšení rizika infarktu, snížení imunity organismu, chronickou únavu, nespavost a riziko rozvoje Alzheimerovy choroby. Výzkumy prokázaly, že výskyt civilizačních chorob přímo vzrůstá s hlučností daného prostředí. Jelikož sluch funguje, i když člověk spí, hluk během spánku snižuje jeho kvalitu i hloubku. Dlouhodobě se to pak projevuje již trvalou únavou. Výzkumem se také zjistilo, že ptactvo žijící ve městech a v okolí dopravních tras, kde je mnoho hluku má vliv na jejich zpěv – zkracují zpěv, zvyšují intenzitu zpěvu, dochází ke změně zpěvné melodie a tónů. Tím je negativně ovlivněno páření ptáků a následné hnízdění.

Všeobecně známým účinkem hluku na zdraví je pak poškození sluchu. K němu může dojít buď při krátkodobém vystavení hluku přesahujícímu 130 dB (o něco větší hluk, než vydává startující letadlo), nebo častému a dlouhodobému vystavování hluku nad 85 dB (např. velmi hlasitá hudba). K poškození sluchu ale může vést i dlouhodobé vystavování se hluku kolem 70 dB, což je běžná úroveň hluku podél hlavních silnic. Za hlavní příčinu sluchové ztráty není již v současné době považováno stárnutí, ale hluková zátěž. Poškození sluchu je přitom většinou nevratné. [3]

Reálné hodnoty hluku ve světě:

- až 40 % evropské populace je vystaveno takové míře hluku, která může způsobit lidské dB;
- 100 milionů obyvatel EU je zasaženo nadlimitním hlukem přesahujícím 65 dB;
- škody způsobené hlukem v rámci Evropské unie se odhadují na 13 až 28 miliard euro;
- v Praze je nadlimitním hlukem zasaženo kolem 7,6 % obyvatel, tedy přes 90 000 lidí;
- asi 200 000 obyvatel Berlína žije v ulicích, kde jsou překročeny limity hluku;
- dle nedávných studií je kvůli hluku z dopravy v Dánsku ročně hospitalizováno 800-2200 osob a dochází ke 200-500 samovolným potratům;
- v Evropě je dlouhodobý vliv dopravního hluku příčinou tří procent všech úmrtí na srdeční selhání. [3]

Výpočet hluku ze silniční dopravy

Výpočet hluku ze silniční dopravy se v České republice provádí podle metodiky, kterou navrhnul RNDr. Miloš Liberko. Stanovuje se ze vzorce č. 1:

$$L_x = Y - U$$

kde:

- L_x ... základní ekvivalentní hladina
- Y ... pomocná výpočtová veličina
- U ... útlum.

[14]

Hlukové limity

Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

Tabulka č. 2 - Hodnoty hluku působeného dopravou na pozemních komunikacích a drahách pro použití další korekce + 5 dB podle § 12 odst. 6 věty třetí, Zdroj [13]

Pozemní komunikace a železniční dráhy	Doba dne	$L_{Aeq,T}$ [dB]
Dálnice, silnice I. a II. třídy, místní komunikace I. a II. třídy	Denní	65
	Noční	55
Silnice III. třídy, komunikace III. třídy a účelové komunikace	Denní	60
	Noční	50

Opatření proti hluku

Opatření proti hluku spočívá v konstrukci tichých motorů a pneumatik („tiché pneumatiky“ snižují hluk o 5 dB), v konstrukci obrusných vrstev vozovky („tiché asfalty“ snižují hluk o 3 až 12 dB), v budování protihlukových valů nebo stěn, výsadbou stromořadí, v ovlivnění režimu jízdy legislativou a také včasnými opravami poruch vozovky (výtluky, zlomy). [6]

3.5.2 Vibrace projevující se na stavbách kolem dopravní trasy

Vibrace lze charakterizovat jako mechanické kmitání, šířící se v pružném tělese nebo prostředí. Vibrace vznikají v čase jízdy silničních vozidel a působí na samotné vozidlo, dopravní trasu a na okolní zástavbu.

Pro vibrace generované pozemní dopravou je charakteristický jejich výskyt ve frekvenčním pásmu 3-100 Hz, nejčastěji v pásmu 50-100 Hz. Kmity mohou mít pravidelný, nepravidelný nebo náhodný charakter. 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 (opad omítky, praskliny, sesedání základů budov apod.). [6]

Limity vibrací

Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

Tabulka č. 3 - Korekce na využití prostoru ve stavbách a chráněném vnitřním prostoru staveb, denní dobu a povahu vibrací, Zdroj [16]

Druh chráněného vnitřního prostoru	Doba dne	Povaha vibrací			
		Přerušované a nepřerušované vibrace		Opakující se otřesy	
		Korekce			
		[dB]	[-]	[dB]	[-]
1. Operační sály	Denní doba	0	1	0	1
	Noční doba	0	1	0	1
2. Obytné místnosti	Denní doba	6	2	24	16
	Noční doba	3	1,41	3	1,41
3. Nemocniční pokoje	Denní doba	6	2	24	16
	Noční doba	3	1,41	3	1,41
4. Přednáškové síně, učebny a pobytové místnosti škol, jeslí a staveb pro předškolní a školní výchovu a vzdělávání	Denní doba	6	2	24	16
	Noční doba	3	1,41	3	1,41
5. Ostatní chráněné vnitřní prostory staveb	Nepřetržitě	12	4	42	128

Opatření proti vibracím na stavbách kolem dopravních tras

Opatření proti vibracím na stavbách spočívá ve výstavbě dopravních tras mimo zastavěné plochy obcí s dostatečnou vzdáleností, s vybudováním protihlukových valů, stěn popřípadě stromořadí, jako tomu je u opatření proti hluku.

3.5.3 Poškození životního prostředí ztrátami nebezpečných nákladů a jejich únikem při nehodách

Znečišťování půdy a vody silniční dopravou se děje přímým nebo nepřímým způsobem. V případě přímého způsobu dochází k znečištění vlivem nezabezpečených nákladů na korbách vozidel a ve formě havárií s únikem škodlivých látek, které přímo ovlivňují kvalitu povrchových a zejména podzemních vod. Přepravované náklady v kamionové dopravě jsou zabezpečeny zpravidla dobře, ale drobné náklady přepravované regionálně, bývají zdroji znečištění. Znečišťování vody dopravou je více nepřímého charakteru, kdy dochází k znečišťování v rámci provozu na dopravních trasách, z nichž spontánně odtékají srážkové vody gravitací do volné přírody. Ropné produkty uniklé při dopravních nehodách mají na znečištění půdy a vod největší podíl, na druhém místě jsou chemické látky. V kontaminovaných horninách dochází k fyzikálním a biologickým procesům, při nichž je postupně ropná látka odbourávána a kontaminovaná půda se samovolně regeneruje. Například doba regenerace půdy kontaminované benzínem je 1 rok, petrolejem 3 roky, naftou 3 až 5 let, motorovým olejem 3 až 8 let a hydraulickým olejem 5 až 8 let. [6]

Účinky nebezpečných látek

Unikající látka může ohrozit nejen osoby nacházející se v bezprostředním kontaktu s místem úniku, obyvatelstvo v okolí nehody, ale také životní prostředí. K ohrožení může dojít v důsledku některých fyzikálních, fyzikálněchemických a toxikologických vlastností unikající látky. Tyto vlastnosti předurčují nebezpečné účinky látek. Nebezpečná látka, která se při nehodě uvolní do prostředí, může být ve skupenství kapalném, pevném nebo plynném. Největší nebezpečí přitom představují úniky látek plyných a těkavých kapalných látek. Páry a plyny mohou být hořlavé a přitom tvořit

výbušné směsi se vzduchem, které mohou člověka ohrožovat svými toxickými účinky. Mezi nebezpečné účinky nebezpečných látek lze zařadit výbušnost, hořlavost a toxicitu.

Rizika a opatření při přepravě nebezpečných látek a věcí

Při přepravě nebezpečných látek a věcí mohou vzniknout rizika jejich úniku a to nejen vlivem špatného umístění nebo zajištění nákladu, ale hlavně rizika úniku při dopravních nehodách. V případě, že se jedná o rizika spojená s únikem nebezpečných látek do okolí vlivem špatného postupu při nakládce či vykládce látek, jde většinou o místa, která jsou pro tento případ přizpůsobena. Je zde vyškolený personál obsluhy, technické zázemí pro likvidaci nebezpečných látek. V případě, že se jedná o unikající nebezpečné látky v průběhu přepravy vlivem nedostatečného zabezpečení nákladu nebo vlivem špatných technických podmínek vozidla přepravující nebezpečné látky vzniká problém. Vzniklá situace se musí řešit v okamžiku zjištění. Ve většině případů na vzniklou situaci přijde přímo řidič s osádkou takového vozidla. V těchto případech by měla osádka vozidla učinit potřebná opatření z hlediska bezpečnosti osob a v okolí vozidla. Další povinností je zabránit dalšímu úniku nebezpečné látky, aby nedošlo k poškození životního prostředí. Pro tyto účely je vozidlo povinně vybaveno technickými prostředky pro zabránění další kontaminace. Mezi ně patří např. plastové záklopy kanalizačních propustí. O vzniklé události je povinností informovat Policii ČR a HZS ČR, který odborně provede likvidaci nebezpečné látky. [10]

Tabulka č. 4 – Počet dopravních nehod s nebezpečnými látkami v ČR, Zdroj [10]

Rok	Počet dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek				Při nehodě došlo k úniku nebezpečných látek			
	pevných	kapalných	plynných	celkem	pevných	kapalných	plynných	celkem
2002	91	139	25	255	1	82	6	89
2003	84	118	16	218	3	7	0	10
2004	13	146	17	176	1	10	0	11
2005	31	163	15	209	3	15	2	20
2006	12	149	25	186	0	5	0	5
2007	17	131	24	172	1	9	0	10
2008	25	124	17	166	0	5	1	6
2009	5	72	14	91	1	5	1	7

3.5.4 Vliv dopravních tras na krajinu kolem

Krajina je rozdělena na menší celky nebo pruhy, čímž může být v některých případech negativně ovlivněna dostupnost sousedících obcí po nejkratších trasách. Je tak narušen pohyb lidí v přírodě (turistika, myslivost, cyklistika a hipoturistika), vodní režim v krajině je ovlivněn svodnými příkopy, rozhledové podmínky do krajiny jsou omezeny, jsou rozděleny přírodní lokality s výskytem specifických druhů rostlin a živočichů na menší a více izolované jednotky. Izolace jako následek fragmentace ohrožuje přežití citlivějších druhů. [6]

Působení stavby na životní prostředí při jejím zhotovování

Způsob výstavby u staveb dopravní infrastruktury v tomto případě silnice, dálnice a vodní toky je při stavebně technologických přípravách samozřejmě posuzován a řešen i s ohledem na dočasnou ochranu životního prostředí při výstavbě. Při těchto dočasných opatřeních je nutné zejména řešit:

- ochranu okolí: před nadměrnými emisemi, před nadměrnou prašností, před nadměrným hlukem a vibracemi, před znečištěním dopravních tras blátem;
- ochranu vzrostlé zeleně a náhradní výsadbu;
- ochranu podzemních vod před povrchovým znečištěním;
- nezávadnou likvidaci škodlivého odpadu;
- ochranu při nakládání s nebezpečnými látkami;
- ochranu zemědělské půdy a přilehlých lesů;
- chránění fauny během výstavby;
- využití odpadových nezávadných surovin a recyklovaných materiálů. [5]

Opatření v ochraně životního prostředí při stavbě dopravní infrastruktury

Ochrana ovzduší je zajišťována pravidelnou kontrolou spalovacích motorů u stavebních strojů a dopravních prostředků. Používají se moderní stavební stroje, ekologicky nezávadné palivo a biologicky degradovatelné mazací hmoty. Výrobní polotovary (např. obalovny) jsou certifikovány pro ekologicky nezávadný provoz. Upustilo se od rozmrazování zemin otevřeným ohněm v zimním období. Zřizují se zpevněné staveništní komunikace.

Pokud je nutné použít i veřejnou komunikaci, její povrch se zpevňuje, průběžně udržuje a po skončení stavby obnovuje. V suchém období se kropí jak prostor zemních prací, tak staveništní komunikace. Svahy těles u směrových staveb se dlouho před dokončením stavby zatravnějí, aby se zabránilo erozi a snížila se prašnost otevřeného staveniště. Před výjezdem ze staveniště na veřejnou komunikaci se zřizují plošiny s očišťovacími zařízeními, veřejné komunikace se v případě znečištění neprodleně uklízejí.

Staveništní komunikace i staveništní provoz se co nejvíce vyhýbají zastavěným oblastem. Stabilní stroje (kompresory, agregáty) se umísťují do zvukově izolovaných buněk. V zastavěných oblastech se umísťují za protihlukové bariéry nebo se používají bezhlučné stroje (elektricky poháněné stroje). Pokud je to nutné, v zastavěných oblastech se omezuje práce v noci a ve dnech pracovního klidu.

Pokud je staveniště v obci, lze jej oplotit a oddělit od obydlené zóny neprůhlednými stěnami.

Pokud má být vzrostlá zeleň na staveništi zachována – chrání se oplocením a jednotlivými obaly. Náhradní výsadba mnohdy překračuje rozsah zeleně, kterou bylo nutno pro směrovou stavbu odstranit. Například na jednom z úseků dálnice bylo vysázeno 118 560 ks stromů a keřů náhradou za 57 905 ks odstraněného porostu. Místa dotčená staveništním provozem se před ukončením stavby rekultivují. Proti znečištění podzemních i povrchových vod je zavedena řada opatření: parkoviště stavebních strojů a dopravy jsou zabezpečena proti úniku znečišťujících látek ochrannými příkopy, svedenými do sedimentačních jímek a čistících stanic. Při kontaktu s vodním tokem se preventivně instalují normé stěny. Každé staveniště je vybaveno pomůckami pro

likvidaci případného úniku ropných látek, zřizují se dočasné usazovací nádrže k zadržení vody ze staveniště při nadměrných dešťových srážkách.

Zemědělská půda je při výstavbě chráněna tím, že se veškerá ornice získaná při skrývce, včetně podorničních vrstev, pečlivě během dočasné skládky ošetřuje a následně využívá jak pro zatravnění svahů (násypů), zářezů nebo ploch pro rekultivaci směrové stavby, tak i pro zlepšení půdního fondu. Vedle toho jsou v praxi uplatňována i opatření pro omezení dočasného záboru zemědělské a lesní půdy pro staveništní provoz a plochy pro zařízení staveniště. Pro ochranu a zachování fauny, dotčené při zhotovování díla, jsou již praktické zkušenosti s přemísťováním celých mravenišť či ochranou stezek zvěře i během výstavby. Omezuje se používání dálkových světel s častým výskytem polní a lesní zvěře, místa s výskytem vzácných biotopů se chrání způsobem, který se konzultuje s odborníky. [5]

Základní faktory při posuzování stavebního díla

Při výstavbě dopravní infrastruktury se posuzuje několik základních faktorů, které jsou ovlivněny touto stavbou. Tyto faktory jsou:

- vliv na obyvatelstvo;
- vliv na ekosystémy, jejich složky a funkce (ovzduší, klima, vliv na vodu, vliv na půdu, území a geologické podmínky, vliv na flóru a faunu, vliv na ekosystémy, vliv na chráněné části přírody);
- vliv na antropogenní systémy, jejich složky a funkce;
- vliv na strukturu a funkční využití území;
- velkoplošné vlivy v krajině;
- ostatní vlivy. [5]

Výstavba dálnice D3

Výstavba dálnice D3 na úseku Bošilec – Ševětín byla zahájena 22. 9. 2015 a naplno započala v roce 2016. Tato stavba dopravní trasy zabrala na tomto úseku 8 kilometrů zemědělské orné půdy a trvale zatravněných pozemků v oblasti obcí Bošilec, Dynín, Neplachov a Ševětín.

U obce Neplachov kvůli této výstavbě muselo být zrušeno místní fotbalové hřiště, na kterém se téměř každý víkend od jara do podzimu konala fotbalová utkání místního klubu. Zmíněné hřiště je na obrázku č. 1 z roku 2015. Po třech letech na stejném místě vede prozatím rozestavěná dálnice D3, která je na obrázku č. 2 z počátku roku 2018.



Obrázek č. 1 – Fotbalové hřiště před výstavbou dálnice D3 u obce Neplachov (rok 2015), Zdroj: [9] (24. 1. 2018)



Obrázek č. 2 – Fotbalové hřiště při výstavbě dálnice D3 u obce Neplachov (rok 2018), Zdroj: Autor (24. 1. 2018)

3.5.5 Smrt zvěře a domácích zvířat

Pohyb domácích zvířat v obcích řeší zpravidla Vyhláška obecního zastupitelstva v souladu s § 36 odst. (1) Zákona ČNR č. 367/1990 o obcích. Ve Vyhlášce je specifikováno blíže, v jakém režimu pohybu na obecních plochách mohou občané svá domácí zvířata chovat. Například kontrolovaný pohyb zvířete je pohyb zvířete pod dozorem fyzické osoby, schopné zajistit, aby zvíře neohrožovalo jiné osoby a zvířata, neomezovalo dopravu, nezpůsobovalo škody na zdraví, majetku, přírodě a životním prostředí a neznečišťovalo veřejná prostranství. Omezený pohyb zvířete je pohyb zvířete ovládaný fyzickou osobou kontrolující pohyb zvířete pomocí technických pomůcek např. vedení psa na vodítku, opatření psa náhubkem apod. Volné pobíhání zvířete je pohyb zvířete bez dozoru, tedy kontroly nebo přímého dohledu fyzickou osobou, a to i tehdy je-li zvíře od této osoby natolik vzdáleno, že tuto osobu není vidět.

Zákon o provozu na pozemních komunikacích v § 60, odst. (11) ukládá vlastníkům nebo držitelům domácích zvířat povinnost zabránit pobíhání těchto zvířat po pozemních komunikacích. Zároveň v odstavci (6) umožňuje průvodcům vedených zvířat zastavovat vozidla. Takže na pozemních komunikacích (dopravních trasách) nesmějí domácí zvířata pobíhat, nejen psi, slepice, ale také kočky by neměly být jejich majiteli ponechávány bez dozoru a pouštěny volně do přírody.

V případě úmrtí zvěře nebo zvířete řeší asanaci mrtvých zvířat Zákon č. 166/1999 Sb. o veterinární péči. Zvíře by měla zlikvidovat odborná firma do 24 hodin od nahlášení. [6]

Kdy se nejedná o negativní externalitu při dopravní nehodě

Dopravní nehodou, kdy se nejedná o negativní externalitu je, když vozidlo řídí řidič pod vlivem alkoholu a způsobí škodu na majetku a na zdraví. Ke škodám dojde vinou řidiče a nikoliv existencí dopravy. Přejetá domácí kočka na pozemní komunikaci není také negativní externalitou, protože tam neměla být. Tak je to legislativou v naší občanské společnosti nastaveno. Její smrt není zaviněna existencí dopravy, ale vinou jejího majitele, který kočce nevytvořil legislativní podmínky pro přežití.

Pokud bude kočka přejeta při vedení na vodítku jejím majitelem, může se jednat o negativní externalitu silniční dopravy. [6]

Statistika dopravních nehod se zvěří nebo domácím zvířetem

V období let 1993–2015 tvořil podíl nehod s lesní zvěří oproti domácímu zvířectvu 90 %, usmrcené osoby pak 79 %, těžce zraněné osoby 48 % a lehce zraněné osoby 56 %. Počet těžce zraněných osob, na rozdíl od ostatních sledovaných kategorií, je mírně vyšší u střetů s domácím zvířectvem. [4]

Tabulka č. 5 – Vývoj dopravních nehod, usmrcených, těžce zraněných a lehce zraněných osob při srážce se zvířetem, Zdroj [4]

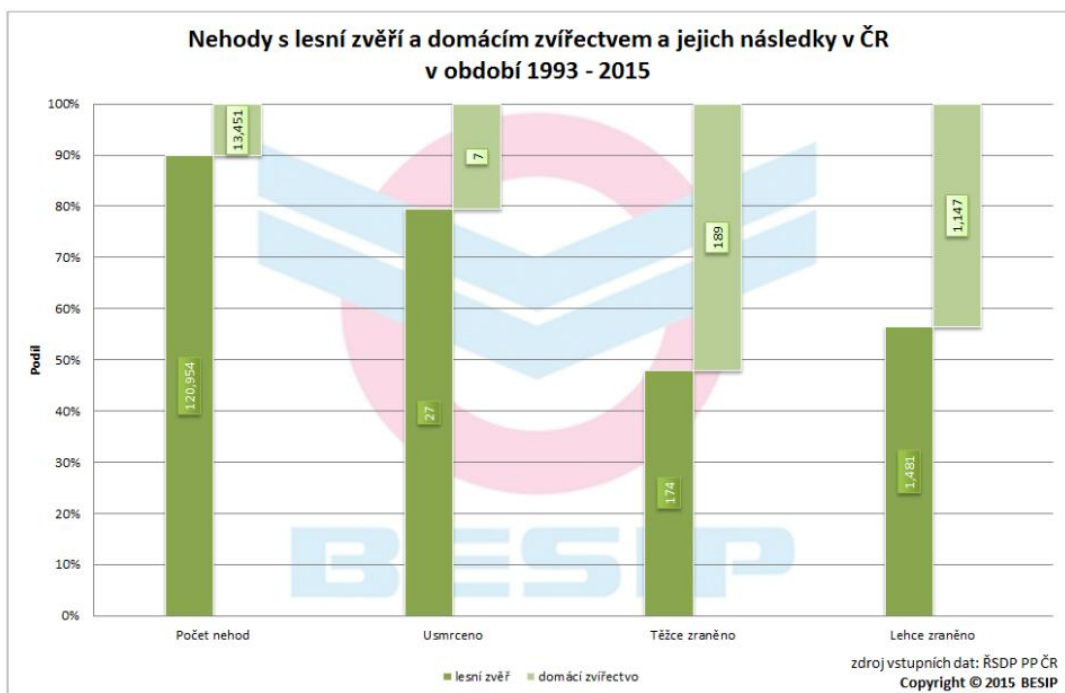
Dopravní nehody a jejich následky při srážkách se zvířetem				
Rok	Počet nehod [%]	Usmrceno	Těžce zraněno	Lehce zraněno
1993	2, 559	5	17	119
1994	2, 377	0	18	130
1995	2, 308	2	16	93
1996	2, 848	2	15	74
1997	3, 716	1	13	102
1998	5, 150	2	16	93
1999	6, 552	2	13	99
2000	7, 565	2	20	114
2001	6, 722	0	16	118
2002	7, 288	2	14	91
2003	7, 527	0	14	121
2004	8, 480	0	16	111
2005	7, 540	0	13	88
2006	6, 692	0	15	93
2007	8, 533	5	23	139
2008	7, 507	2	16	124
2009	3, 084	1	16	110
2010	3, 546	1	11	100
2011	4, 089	3	19	104
2012	5, 953	0	16	160
2013	6, 805	3	14	153
2014	7, 891	0	17	129
2015	9,673	1	15	163
Celkem	134, 405	34	363	2, 628 [%]

Tabulka č. 6 - Vývoj dopravních nehod, usmrcených, těžce zraněných a lehce zraněných osob při srážce s lesní zvěří, Zdroj [4]

Dopravní nehody a jejich následky při srážkách s lesní zvěří				
Rok	Počet nehod [%]	Usmrceno	Těžce zraněno	Lehce zraněno
1993	2, 083	4	7	59
1994	1, 817	0	6	62
1995	1, 736	0	4	40
1996	2, 167	2	6	35
1997	2, 982	0	4	53
1998	4, 327	2	8	37
1999	5, 674	2	7	53
2000	6, 601	2	10	54
2001	6, 008	0	9	74
2002	6, 630	2	7	51
2003	6, 861	0	8	76
2004	7, 820	0	8	67
2005	6,920	0	6	49
2006	6, 177	0	10	50
2007	7, 936	3	14	92
2008	7, 030	2	7	84
2009	2, 804	0	9	61
2010	3, 219	1	3	56
2011	3, 693	3	11	63
2012	5, 513	0	6	101
2013	6, 348	3	8	91
2014	7, 409	0	8	68
2015	9, 199	1	8	105
Celkem	120, 954	27	174	1, 481 [%]

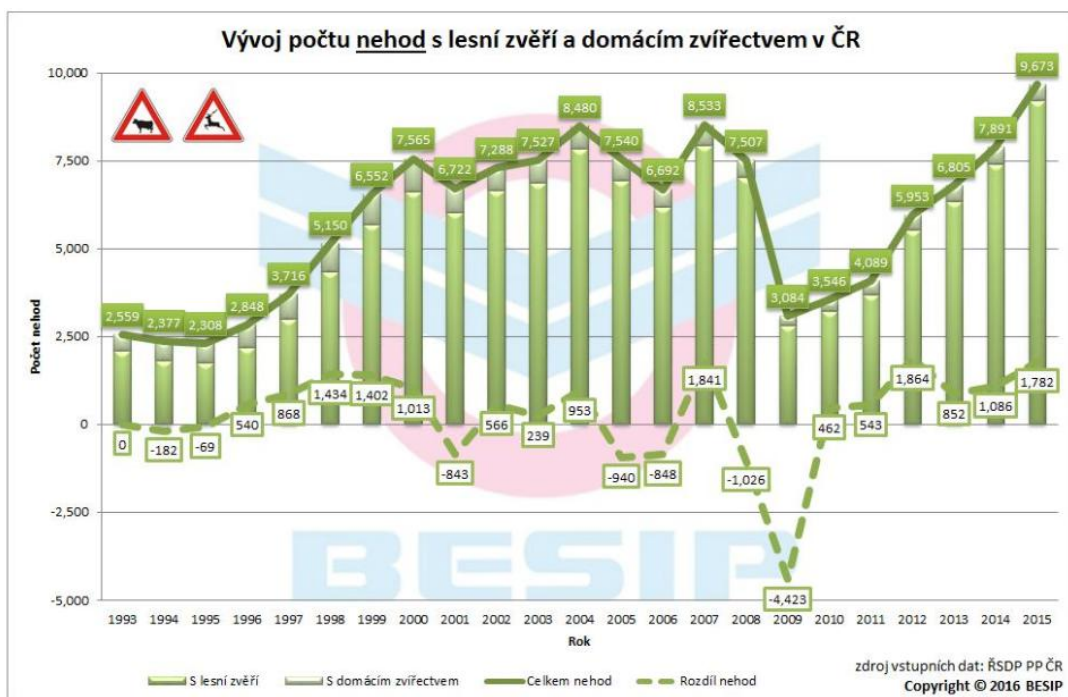
Tabulka č. 7 - Vývoj dopravních nehod, usmrcených, těžce zraněných a lehce zraněných osob při srážce s domácím zvířetem, Zdroj [4]

Dopravní nehody a jejich následky s domácím zvířetem				
Rok	Počet nehod	Usmrceno	Těžce zraněno	Lehce zraněno
1993	476	1	10	60
1994	560	0	12	68
1995	572	2	12	53
1996	681	0	9	39
1997	734	1	9	49
1998	823	0	8	56
1999	878	0	6	46
2000	964	0	10	60
2001	714	0	7	44
2002	658	0	7	40
2003	666	0	6	45
2004	660	0	8	44
2005	620	0	7	39
2006	515	0	5	43
2007	597	2	9	47
2008	477	0	9	40
2009	280	1	7	49
2010	327	0	8	44
2011	396	0	8	41
2012	440	0	10	59
2013	457	0	6	62
2014	482	0	9	61
2015	474	0	7	58
Celkem	13, 451 [%]	7	189	1, 147 [%]



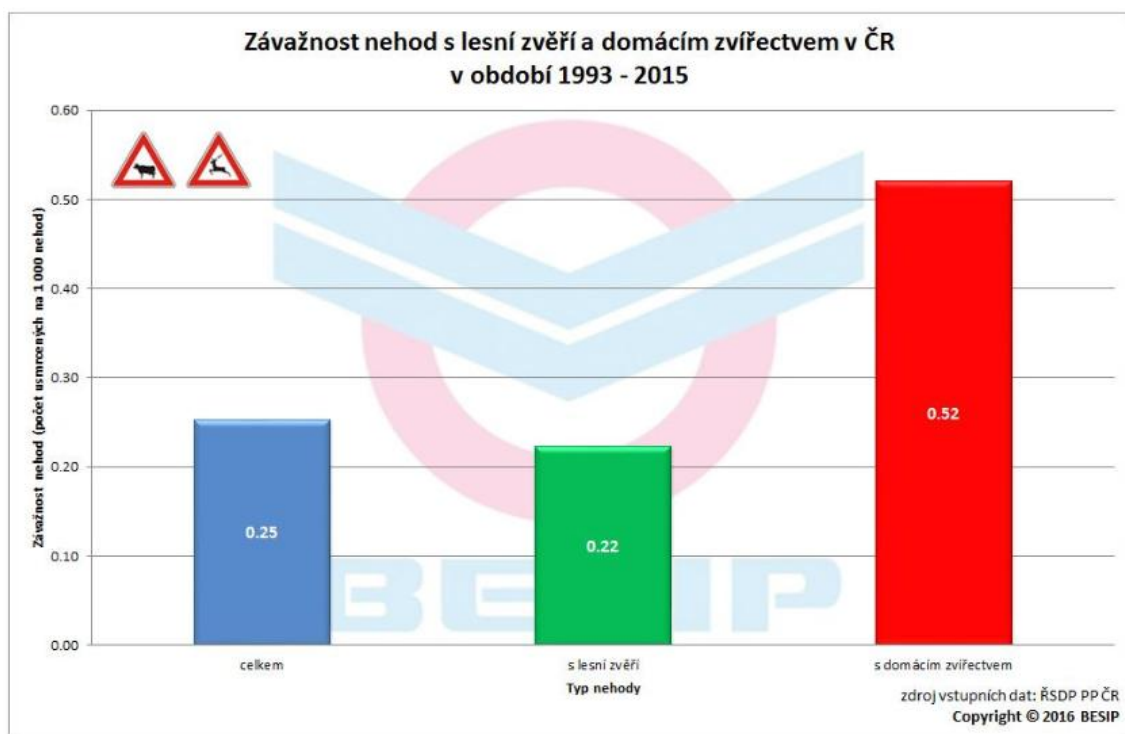
Graf č. 1 – Vývoj dopravních nehod s lesní zvěří a domácími zvířaty, Zdroj [4]

V roce 2015 bylo evidováno 9673 nehod s lesní zvěří a domácími zvířaty, to je nejvíce v historii ČR, naopak nejméně v roce 1995 – 2 308 střetů. [4]



Graf č. 2 - Vzestupný trend z posledních šesti let u dopravních nehod se zvířaty, Zdroj [4]

V období let 1993–2015 bylo při střetech s lesní zvěří a domácími zvířaty usmrceno celkem 34 osob, v roce 2015 došlo k usmrcení 1 osoby na celkovém počtu usmrcených osob v období 1993–2015 činil podíl usmrcených při střetech s lesní zvěří a domácími zvířaty 0,14 %. Celková závažnost dopravních nehod v období 1993–2015 při střetech s lesní zvěří a domácími zvířaty činila 0,25 usmrcených osob na 1000 dopravních nehod, dopravní nehody při střetech s domácími zvířaty vykazují 2,4x vyšší závažnost než dopravní nehody při střetech s lesní zvěří. [4]



Graf č. 3 – Celková závažnost dopravních nehod s lesní zvěří a domácím zvířectvem, Zdroj [4]

V roce 2015 bylo při nehodách s lesní zvěří a domácím zvířectvem těžce zraněno 15 osob, tj. o 2 méně než v předchozím roce.

V roce 2015 bylo při nehodách s lesní zvěří a domácími zvířaty lehce zraněno historicky nejvíce osob a to 163, tj. o 34 více v meziročním srovnání. Nejvíce nehod s lesní zvěří a domácími zvířaty bylo zaznamenáno ve Středočeském kraji - 2 087 střetů, naopak nejméně v Jihočeském kraji – 38 střetů, nejvyšší nárůst počtu nehod a to o 51,5 % oproti předchozímu roku je evidován v Karlovarském kraji.

V roce 2015 činil podíl nehod při střetech s lesní zvěří a domácími zvířaty ke všem nehodám 10,4 %, to znamená, že přibližně každá desátá nehoda byla právě tato.

Nejvyšší podíl nehod s lesní zvěří a domácími zvířaty byl zaznamenán na Vysočině - 24,5 % střetů, naopak nejnižší v Praze - 0,3 % střetů.

V roce 2016 k 31. 10. 2016 bylo zaznamenáno 8 952 nehod s lesní zvěří a domácími zvířaty, oproti stejnému období loňského roku se jedná o celkový nárůst o 1 180 nehod. Dosavadní vývoj tak navazuje na negativní (vzestupný) trend za posledních 6 let. [4]

Období nejčastějších dopravních nehod se zvěří

Střet se zvěří nejčastěji hrozí od večerních hodin do svítání. Nejvíce kritická je doba těsně po půlnoci. Nejen, že je v této době zvěř více aktivní, ale také je těžší zvěř zahlédnout včas a tím zabránit dopravní nehodě. V nočních hodinách dochází k oslnění zvěře, která na takové oslnění reaguje tím, že „ztuhne“. Pokud v noci na silnici řidič v dopravním prostředku zahlédne srnu či divočáka, je větší pravděpodobnost, že zůstane nehybně stát na silnici. V takovém případě by měl řidič ztlumit světla, díky čemuž zvěře ze silnice odběhne. Ztlumení světel není však vždy možné, pokud dojde k překvapení řidiče, tento manévr v rychlosti nestihne.

Na podzim a na jaře dochází ke skokovému nárůstu srážek se zvěří, dochází k migraci zvěře, protože jejich dosavadní úkryty v polích po žních zmizely a zvěř se přesouvá na jiná místa, případně migruje. Jedná se především o období od poloviny září do listopadu. V zimních měsících můžeme zase očekávat především vysokou zvěř, jak se krmí na posolené silnici. Posypovou sůl totiž zvěř s oblibou olizuje ze silnice. Na jaře se skokově zvyšuje množství srážek se zvěří z důvodu změny času. V tomto případě jde především o období od dubna do června. [11]

Opatření pro snížení dopravních nehod s lesní zvěří a domácími zvířaty

Opatření pro snížení dopravních nehod s lesní zvěří spočívá v instalaci pachových ohradníků, které se umisťují na kůly, patníky nebo lemované stromořadí. Tyto pachové ohradníky mají tu vlastnost, že u přicházející zvěře zaktivují její pozornost s blížícím se nebezpečím. Další možností pro snížení střetu se zvěří jsou speciální podchody pro zvěř, dopravní výstražné značení častého výskytu zvěře a

elektronické plašiče, které se umisťují stejně jako pachové ohradníky, ale jsou finančně náročnější a tolik se nevyužívají. Tyto plašiče pracují na principu vysokofrekvenčního a světelného signálu a nenarušují migrační cesty zvíře oproti pachovým ohradníkům.

Za opatření pro snížení dopravních nehod s domácím zvířetem odpovídá především majitel. U organizovaného přechodu zvířat např. skotu přes dopravní trasu označenou příslušnou dopravní značkou a pár dalších výjimek musí majitel zajistit své domácí zvíře proti vstupu a pohybu přes dopravní trasu.

3.5.6 Omezení pohybu lidí v okolí dopravních tras s velkou hustotou

Lidé se v obcích pohybují po chodnících, parcích nebo rozmanitých účelových plochách. Jejich cílem je dostat se tam, kam potřebují. Může to být do obchodu, na procházku, na autobus, do zaměstnání nebo na časově ohraničenou schůzku. Jako rozumné bytosti jsou schopni si spočítat dobu, za kterou délku trasy absolvují, pokud znají její délku a jsou si vědomi své kondice pro dosažení určité rychlosti chůze. Obvyklá rychlost chůze u zdravého člověka je 5 km/h, v případě zvýšení rychlosti chůze až 9 km/h. Je to za předpokladu, že je na trase nic nezdrží, resp. mohou zdržení předpokládat. Pokud si nejsou vědomi, že musejí překonat dopravní trasu s jedoucím proudem vozidel, mohou se zdržet tak, že do cíle nepříjdou včas, to může představovat újmu rozmanitého rozsahu. Jiným řešením je, že vyjdou dříve, aby přišli včas. V každém případě se jedná o jejich čas, který musejí „odevzdat“ dopravě. Patří sem také čas strávený před semaforem, kdy svítí červená. Čas by mohli využít pro sebe, resp. pro splnění svých potřeb. [6]

Opatření pro pohyb lidí v okolí dopravních tras s velkou hustotou

Jako opatření pro pohyb lidí v okolí dopravních tras s velkou hustotou jsou vybudovány již zmíněné chodníky, které lemují dopravní trasy, podchody nebo nadchody s navazujícím schodištěm, které ale tvoří pro většinu starších lidí nebo lidí s pohybovými problémy velkou překážku.

Dalším v dnešní době nejčastějším opatřením jsou přechody pro chodce, které jsou především ve městech řízeny též zmíněnými světelnými semaforem. Tyto semaforem prodlužují čas trasy chodce čekáním na zelenou a často přerušují dopravní provoz.

3.5.7 Negativní světelné účinky kolem dopravních tras

Jedná se zejména o noční svícení automobilů, které se pohybují na dopravní trase tak, že při odbočování, zatáčení nebo překonávání nadjezdů a při výjezdu z podjezdů namíří světlomety do zahrad a oken rodinných domů a do oken bytů, to může mít vliv na pohodu při provádění běžných domácích činností (čtení, sledování televize) a na klidný spánek. Lze se tomu bránit žaluziemi, závěsy nebo roletami. Ne vždy je ale účinnost těchto zastíracích prostředků vyhovující. [6]

Jako další negativní světelný účinek kolem dopravních tras určitě patří světelné reklamy a billboardy vyskytující se především ve městech. Tyto typy billboardů a reklam vytvářejí velké množství světla, které neprospívá jak obyvatelům v přilehlých domech tak řidičům, kde může dojít k oslnění, ztrátě pozornosti a koncentrace.

Opatření proti negativním světelným účinkům kolem dopravních tras

Jako opatření proti negativním světelným účinkům kolem dopravních tras lze zahrnout v okolí měst a obcí hlukové stěny popř. clony nebo vysázení husté vegetace.

Další opatření se nabízí v oknech domů v podobě již zmíněných žaluzií, závěsů či rolet. U světelných reklam a billboardů zvolit šetrnější umístění nebo nastavit denní provoz se stanovenou dobou propagace.

3.5.8 Výstavba nových dopravních tras

Výstavbou nových dopravních tras je způsobena ztráta nebo omezení pohybu po pěšinách, které lidé využívali pro procházky, kondiční běhy nebo relaxační chůzi. Někteří lidé se obtížně dostávají na své pozemky, které sezónně využívají (políčka, zahrádky). Jedná se především o obce, kolem nichž jsou lesy, louky, rybníky, ke kterým

„se odjakživa chodilo“. Lidem se do cesty postaví překážka v podobě silnice, na níž jezdí automobily. Přes tuto překážku již také nemohou spatřit vzdálené horizonty (hory, kopce, lesy, louky), na něž se celý život dívali. Tato překážka navíc ještě produkuje hluk a vibrace. Pokud se jedná o výstavbu obchvatů kolem obcí, jsou někteří lidé stavbou negativně ovlivněni, ale jiní občané výstavbou obchvatu získají pozitivní přínos. Obecně lze říci, že nově budované dopravní trasy odstraní strádání nebo obtíže někomu jinému, ale v některých případech způsobí strádání lidem jiným.

Pozitivní přínos pozemní dopravy převažuje nad negativními externalitami. Náš život je v souladu s dosažením stupněm vědeckotechnického pokroku nemyslitelný bez dopravy na pozemních komunikacích prostřednictvím automobilů, které se pohybují na kolových podvozcích s dotykem pneumatik na vozovkách dopravních tras a z výfuků odchází spaliny, které mají nepříznivý vliv na rostlinné a živočišné druhy. Výrobci vozidel, konstruktéři dopravních tras, tvůrci legislativy z oblasti provozu vozidel a mnoho resortních odborníků negativní externality dopravy zmírňují, ale zatím je výsledek pouze ve formě rozmanitých kompromisních řešení. [6]

Opatření při výstavbě nových dopravních tras

Opatření při výstavbě nových dopravních tras jsou velmi složitá a nelze s nimi nic moc dělat. Řešením v případě výstavby dopravní trasy na místech, kde jsme doposud chodili, trávili čas nebo vykonávali nějakou jinou činnost je zvolit pro tyto aktivity jiné místo. V případě, že nově vybudovaná dopravní trasa výrazně ovlivňuje život původních obyvatel, je řešením přestěhování se na jiné vyhovující místo.

3.5.9 Znečištění ovzduší prachovými částicemi a emisemi ze spalovacích procesů

Zdrojem znečištění ovzduší prachovými částicemi PM_{10} kolem dopravních tras jsou zvířené prachové částice, které jsou deponované na vozovce a v jejím blízkém okolí. Tyto částice jsou uváděny do vznosu projíždějícími vozidly vlivem pohybu kol, turbulencí kolem rotujících částí vozidel a pohybem vzduchu za vozidlem a podél vozidla. Takto resuspendované částice obsahují prachové částice rozmanitého původu z vozovky dopravní trasy a jejího nejbližšího okolí, který je zde nashromážděn

v důsledku silniční dopravy, z konstrukčních materiálů silnic, z vodní nebo větrné eroze a také atmosférickou depozicí. [6]

Tabulka č. 8 – Přehled hodnot koncentrace prachových částic vlivem jejich resuspenze pohybem vozidel (zdroj BAT centrum Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích), Zdroj [6]

Charakter znečištění vozovky	Možné hodnoty* koncentrace prachových částic Q_{max} ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)
Vozovka s povrchem asfaltovým mírně znečištěná	80 - 120
Vozovka s povrchem asfaltovým středně znečištěná	400 - 800
Vozovka s povrchem asfaltovým silně znečištěná	1200 - 1900
Povrch nezpevněný („prašná vozovka“)	4600 - 5800

* Záleží na mnoha faktorech, které ovlivní hodnoty koncentrace prachových částic, například charakter znečištění vozovky, hmotnost prachových částic na ploše, rychlost jízdy vozidla, stopa vozidla na vozovce, kategorie vozidla a další.

Každý průjezd vozidla dopravní trasou se středním a vysokým znečištěním (nad $1000 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$) emituje prachové částice PM_{10} ve vysokých hodnotách hmotnostních koncentrací (průměrná hodnota $253,44 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) do okolí dopravní trasy při působení několika proměnných. Například to může být rychlost jízdy vozidla, počet náprav na vozidle, šířka pneumatik na kolech (použití dvojí montáže kol), typ dezénu pneumatik a také způsob vedení vozidla v jízdním pruhu, resp. poloha stop kol na vozovce v místě, kde se nachází nečistoty. Vliv na prašnost v interiérech vozidel mají také prachové částice uložené na krajnici a mimo vozovku, které mohou být zvednuty energií vzduchu vlivem rychlosti proudění vzduchu podél vozidla a za vozidlem. [6]

Znečištění ovzduší způsobené dopravou má významný vliv na zdraví. Městské ovzduší ovlivněné výfukovými plyny má na lidské zdraví podobné účinky jako cigaretový kouř. Látky, které jsou součástí výfukových plynů, mohou způsobit celou řadu závažných zdravotních problémů. Výfukové plyny motorových vozidel jsou směsí chemických látek, jejichž složení závisí na druhu paliva, typu a stavu motoru a případném užití zařízení na snížení emisí (filtrů u aut na naftu nebo katalyzátorů u aut na benzín). Citlivějšími skupinami lidí vůči negativním účinkům výfukových plynů jsou zejména děti a staří lidé, stejně tak jako osoby s dýchacími nebo srdečními chorobami. [3]

Emise spalovacích motorů

Motory vznětových vozidel jsou nejvýznamnějšími zdroji prachových částic. V každém vznětovém motoru vznikají při spalování paliva prachové částice (tzv. saze). Jejich množství je závislé jednak na konstrukci motoru, potom na kvalitě a charakteru paliva a také na způsobu jízdy řidiče a úrovni zátěže motoru. Motor produkuje rozmanité koncentrace prachových částic v závislosti na jeho parametrech, například záleží na zdvihovém objemu, způsobu vstřikování paliva, na přívodu vzduchu, na charakteru spalovacího prostoru a také záleží na jeho technickém stavu. Jiné emise produkuje nezatížený motor a jiné motor v zátěži. [6]

Zážehové motory vozidel oproti motorům vznětovým ve většině případů neprodukují takové množství prachových částic (sazí). U zážehových motorů se provádí měření vybraných emisních složek CO, CO₂, HC, O₂. U vznětových motorů se měří pouze emisní složka kouřivosti.

Každé vozidlo se spalovacím motorem musí plnit řadu norem, mezi jinými i důležitou emisní normu. Emisní norma určuje množství spalin, které automobil může vypouštět do ovzduší. V České republice upravuje tyto hodnoty zákon č. 56/2001 Sb. ve znění pozdějších předpisů. Tyto předpisy vycházejí z norem Evropské hospodářské komise EHK a Evropského společenství (ES). Jako souhrnné označení norem emisních předpisů se používá označení EURO + číslo normy. [2]

**Tabulka č. 9 – Emisní Euro normy s limity škodlivin v gramech na ujetý kilometr,
Zdroj [15]**

Vznětové motory					
Rok	Euro norma	CO (g/km)	NO _x (g/km)	HC + NO _x (g/km)	PM ₁₀ (g/km)
1992	I	3,16	-	1,13	0,18
1992	II	1,00	-	0,70	0,08
2000	III	0,64	0,50	0,56	0,05
2005	IV	0,50	0,25	0,30	0,025
2009	V	0,50	0,18	0,23	0,005
2014	VI	0,50	0,08	0,17	0,005

**Tabulka č. 10 - Emisní Euro normy s limity škodlivin v gramech na ujetý kilometr,
Zdroj [15]**

Zážehové motory					
Rok	Euro norma	CO (g/km)	NO _x (g/km)	HC (g/km)	HC + NO _x (g/km)
1992	I	3,16	-	-	1,13
1996	II	2,20	-	-	0,5
2000	III	2,30	0,15	0,20	-
2005	IV	1,00	0,08	0,10	-
2009	V	1,00	0,06	0,10	-
2014	VI	1,00	0,06	0,10	-

Výfukové plyny spalovacích motorů obsahují několik emisních složek, které mají negativní dopad na lidské zdraví:

- **CO** – oxid uhelnatý je bezbarvý plyn, bez chuti a bez zápachu, lehčí než vzduch, nedráždivý, výbušný, váže se na hemoglobin (krevní barvivo) 200-300 krát rychleji než kyslík, který je tímto způsobem vytěšňován, tím je zabráněno přenosu vzduchu z plic do tkání a krve – je jedovatý. Vzniká při nedokonalém spalování uhlovodíků. V normálních koncentracích v ovzduší poměrně brzo oxiduje na oxid uhličitý CO₂;
- **CO₂** – bezbarvý plyn, oxid uhličitý je bez chuti a zápachu, není jedovatý, zvyšuje, účinky CO a podílí se na vzniku skleníkového efektu. Emisní norma EURO nelimituje množství CO₂;

- **HC** – nespálené uhlovodíky, obsahují karcinogenní aromáty, jedovaté aldehydy a nejedovaté alkany a alkeny, plus další složky. Vznikají v průběhu spalování, pokud není dostatečný přísun kyslíku nebo je příliš chudá směs a obsah válce dostatečně neprohoří. Na slunečním světle reagují s oxidy dusíku a vytvářejí látky dráždivé sliznici a oči. V létě se tyto látky podílejí na vzniku jedovatého přízemního ozónu tzv. fotochemického smogu;
- **NO₂** – oxid dusičitý je v plynném stavu červenohnědý agresivní, prudce jedovatý plyn, v kapalném stavu je to žlutohnědá látka, která tuhne na bezbarvé krystaly. Vzniká ve spalovacích motorech oxidací vzdušného dusíku za vysokých teplot. V ovzduší patří oxid dusičitý k plynům, které způsobují kyselou dešť. Oxid dusičitý je pohlcován hlenem dýchacích cest z 80 až 90 %. Způsobuje záněty dýchacích cest od lehkých forem až po edém plic;
- **NO_x** – oxidy dusíku mají podobné účinky jako NO, NO₂, napadají plíce a sliznice. Vznikají v motoru za vysokých teplot a tlaků během hoření při nadbytku kyslíku. Některé oxidy dusíku jsou zdraví škodlivé. Opatření vedoucí ke snížení spotřeby paliva mohou vést ke zvýšení podílu oxidů dusíku ve výfukových plynech, neboť účinnější spalování vede k vyšším teplotám spalování. Často se stává, že „ekologický“ turbo-diesel má sice nízké emise CO₂, ale díky nadměrné produkci NO_x dosahuje pouze emisní normy Euro IV. Řešení redukce oxidů dusíku je aditivem AdBlue;
- **SO₂** – oxid siřičitý je štiplavě páchnoucí, bezbarvý, nehořlavý plyn, napadá sliznici a plíce. Podporuje vznik onemocnění dýchacích cest. Používáním paliva s nižším obsahem síry se obsah oxidu siřičitého ve výfukových plynech sníží;
- **Pb** – olovo je jedovatý těžký kov, dnes je palivo u čerpacích stanic běžně k dostání pouze bez olova, mazací vlastnosti olova jsou nahrazeny aditivy. Způsobovalo poškození mozku především u dětí a vedlo k poklesu jejich inteligence;
- **PM₁₀** (poléťavý prach - saze) – PM₁₀ (Particulate Matter) částice sazí o velikosti 10 μm, způsobují mechanické dráždění, vnikají hluboko do dýchacích cest a fungují jako nosiče karcinogenů a mutagenů;
- **O₃** (přízemní ozón) – chemickými reakcemi výfukových plynů za účasti slunečního záření vzniká fotochemický smog, který kromě dalších škodlivých

látek obsahuje i ozón – ten je pro člověka jedovatý, snižuje schopnost plic vykonávat normální funkce;

- **PAU** (polycyklické aromatické uhlovodíky) – mnohé z nich jsou mutagenní a karcinogenní;
- **-CHO** (aldehydy) – jsou vstřebávány v dýchacím a trávicím ústrojí, dráždí oči a sliznice, způsobují poruchy dýchání, kašel, nevolnost, astma, kožní alergie a zvyšují riziko rakoviny a leukémie.

Výfukové plyny spalovacích motorů tvoří také tři emisní složky, které ve volném prostředí tvoří součást života lidí:

- **N₂** – dusík je nehořlavý, bezbarvý nejedovatý plyn bez zápachu. Dusík je hlavní součástí vzduchu, který dýcháme (78 % N₂, 21 % O₂, 1 % ostatní plyny). Převážná část dusíku se po skončení spalovacího procesu vrací ve výfukových plynech zpět do ovzduší. Malá část reaguje s kyslíkem a vznikají oxidy dusíku NO_x;
- **O₂** – kyslík je bezbarvý, nejedovatý plyn bez chuti a zápachu. Je nezbytný pro proces spalování;
- **H₂O** – voda ve formě vodní páry, je nasávána spolu se vzduchem. [2]

Jak ovlivňují emisní složky výfukových plynů spalovacích motorů život lidí u nás i ve světě:

- téměř 25 % obyvatel zemí Evropské unie žije v místech, které jsou vzdáleny méně než 500 metrů od silnic, po nichž se ročně přepraví více než tři miliony vozidel;
- v důsledku toho způsobují vysoké hladiny znečištění každoročně ztrátu téměř čtyř milionů let života;
- snížení emisí malých prachových částic o 30 % by zachránilo 300-400 životů na každý milion obyvatel žijících ve městech;
- průměrná délka života ve velkých městech je o rok kratší kvůli emisím malých prachových částic;
- znečištění ovzduší způsobuje každý rok předčasnou smrt asi 370 000 Evropanů a 9000 obyvatel ČR;

- dlouhodobá expozice vysokým koncentracím výfukových plynů dieselových motorů vede k nárůstu výskytu rakoviny o 40 %;
- znečištění ovzduší má na svědomí sedmkrát více životů než dopravní nehody na evropských silnicích, které si vyžádají kolem 45 000 lidských životů ročně;
- v letech 1990-2004 bylo 43 % Evropanů žijících ve městech vystaveno množství prachu, které přesáhlo platné limity, nejhoršími oblastmi jsou Benelux, Česká republika, Polsko, Maďarsko, jižní Španělsko a severní Itálie;
- 6 z 10 obyvatel evropských měst bylo ve stejné době vystaveno nadlimitním koncentracím ozónu;
- znečištění ovzduší jemným prachem zkracuje život Evropanům v průměru o více než 8 měsíců a Čechům o více než 10 měsíců. [3]

Opatření proti prašnosti a emisím ze spalovacích procesů vozidel

Opatření proti prašnosti pocházející z dopravy spočívají v pravidelném i operativním čištění vozovek, v chránění prašných a sypkých nákladů v korbách vozidel, v zamezení usazování sedimentů z erozní činnosti na polích, v zamezení vývozu nečistot ze staveb a těžebních míst. [6]

U vznětových motorů používání filtrů pevných částic (DPF), v nichž dochází ke spálení 80 % až 95 % velmi jemných karcinogenních částic a tankování kvalitní nafty s přídavkem aditiv. Obdobná opatření proti prašnosti a emisím platí také u zážehových motorů.

Tomuto tématu Emise ze spalovacích procesů se podrobněji věnuji i v další kapitole této práce a to v praktické části, kde měřím emise dvou vybraných vozidel s odlišnými vznětovými motory. Prostřednictvím programu MEFA 13 generuji ostatní škodlivé emisní složky vozidel, které porovnávám a hodnotím.

4 Metodika

Navazující praktická část této práce bude úvodem obsahovat princip měření emisí ze spalovacích procesů vznětových motorů s odlišnými emisními normami Euro s produkcí emisních složek výfukových plynů na stanici měření emisí. Měřená vozidla budou výhradně ze skupiny osobních vozidel s řízenými systémy, nejčastěji vyskytujících se dopravních prostředků na dopravních trasách, ve městech a obcích. Jedná se o dvě vozidla Škoda Octavia turbo-diesel první generace s emisní třídou Euro III a Subaru Forester s Euro V také s přeplňovaným vznětovým motorem a filtrem pevných částic. U těchto dvou dopravních prostředků bude měřena na stanici měření emisí pouze kouřivost motoru.

Další část bude zahrnovat program MEFA 13, který vygeneruje dle zadaných informací a parametrů dopravního provozu emisní složky jednotlivých vozidel se vznětovým motorem. Hodnoty emisních složek motoru budou porovnány mezi oběma vozidly společně s naměřenou hodnotou kouřivosti vozidel a zhodnoceny s dopadem na životní prostředí a zdraví lidí.

5 Praktická část

5.1 Měření emisí

Princip měření emisí bude spočívat v měření dvou vybraných vozidel s různými parametry vznětových motorů podléhajícím emisním normám s odlišným rokem výroby, rozdílnými nájezdy kilometrů a stavem motoru daném především délkou zdolávaných tras, stoupáním dopravních tras a údržbou. Měřena bude pouze hodnota kouřivosti v metrech (m^{-1}).

5.1.1 Místo měření emisí

Měření emisí bude provedeno na stanici měření emisí na VOŠ, SPŠ automobilní a technické v Českých Budějovicích v Rudolfovske ulici.

5.1.2 Zařízení pro měření emisí

Pro měření emisí vznětových motorů byla použita tato měřicí zařízení:

- Opacimetr: Bosch BEA / 070 / BEA070 V1.19 CFFE0424;
- OBD: Bosch / KTS560 / KTS560 V3.10.



Obrázek č. 3 – Zařízení Bosch BEA 950 pro měření emisí vznětových motorů s analyzátozem výfukových plynů, Zdroj: Autor (7. 2. 2018)



**Obrázek č. 4 – Zařízení OBD pro připojení řídicí jednotky motoru vozidla,
Zdroj: Autor (7. 2. 2018)**

5.1.3 Měřená vozidla

Měřená vozidla se vznětovým motorem:

- Subaru Forester 2.0D Boxer;
- Škoda Octavia 1.9 TDI.

5.1.4 Postup při měření emisí

Při měření emisí je nutné dodržet několik zásadních bodů, než budeme provádět samotné měření. Postupovat budeme následovně:

1. Identifikace vozidla

- Kontrola identifikačních údajů vozidla;
- Kontrola shody typu motoru;
- Přiřazení diagnostických parametrů k vozidlu.

2. Vizuální kontrola – provedení a stav

- Sání motoru;
- Výfukový systém;
- Těsnost palivové soustavy;
- Odvětrání palivové nádrže a klikové skříně;
- Elektroinstalace;
- Provozní náplně.

3. Kontrola paměti závad řídicí jednotky systémem OBD

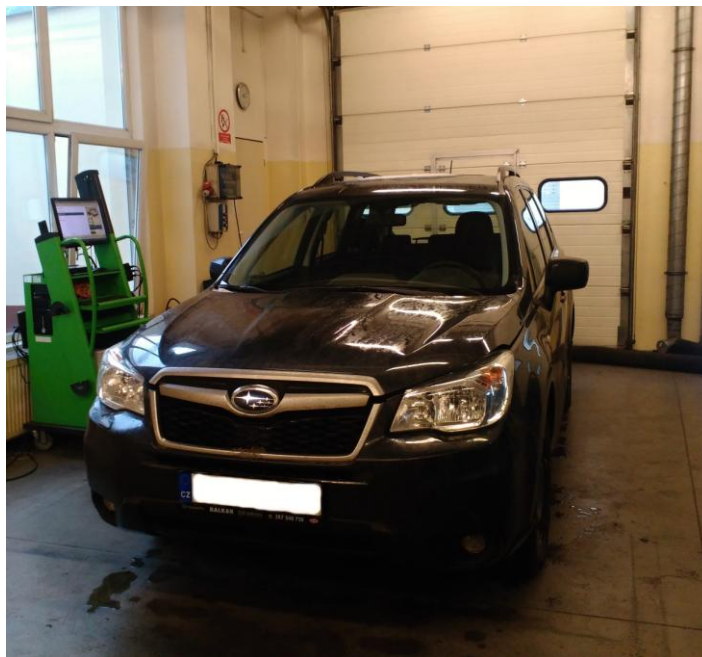
- Identifikace verze softwaru řídicí jednotky motoru;
- Kontrola funkčnosti MIL;
- Kontrola Readiness kódů;
- Kontrola paměti závad řídicí jednotky motoru.

4. Měření kouřivosti u vznětových motorů

- Použití schváleného měřicího zařízení;
- Volič převodových stupňů měřeného vozidla v poloze N nebo P;
- Provozní teplota motoru minimálně 60 °C;
- Snímání otáček motoru a kontrola regulace volnoběhu (po 10 sekundách budou zapnuty veškeré elektrické spotřebiče);
- Kontrola omezovače (referenčních otáček). Pedál akcelerace bude postupně sešlápnut, až se otáčky motoru přestanou zvyšovat;
- Proplach výfukového potrubí u vozidel vyrobených do konce roku 2011. Provedou se 3-4 akcelerace motoru z volnoběžných otáček motoru do plného sešlápnutí pedálu akcelerace;
- Měření kouřivosti s volnou akcelerací. Akcelerační pedál sešlápneme do maximální polohy a podržíme, dokud není dosaženo tolerančního pásma referenčních otáček (omezovače). V případě, že bude dosaženo tolerančního pásma referenčních otáček, uvolníme akcelerační pedál a zobrazí se nejvyšší výsledná hodnota kouřivosti.

5.1.5 Měření kouřivosti u vozidla Subaru Forester

První osobní vozidlo bude Subaru Forester s přeplňovaným vznětovým motorem Boxer o obsahu 2.0 litru s výkonem 108 kW, vstřikováním Common Rail a nájazdem 30 000 km. Rok výroby je 2013 a plní emisní třídu Euro V, výfukový systém obsahuje filtr pevných částic (DPF).



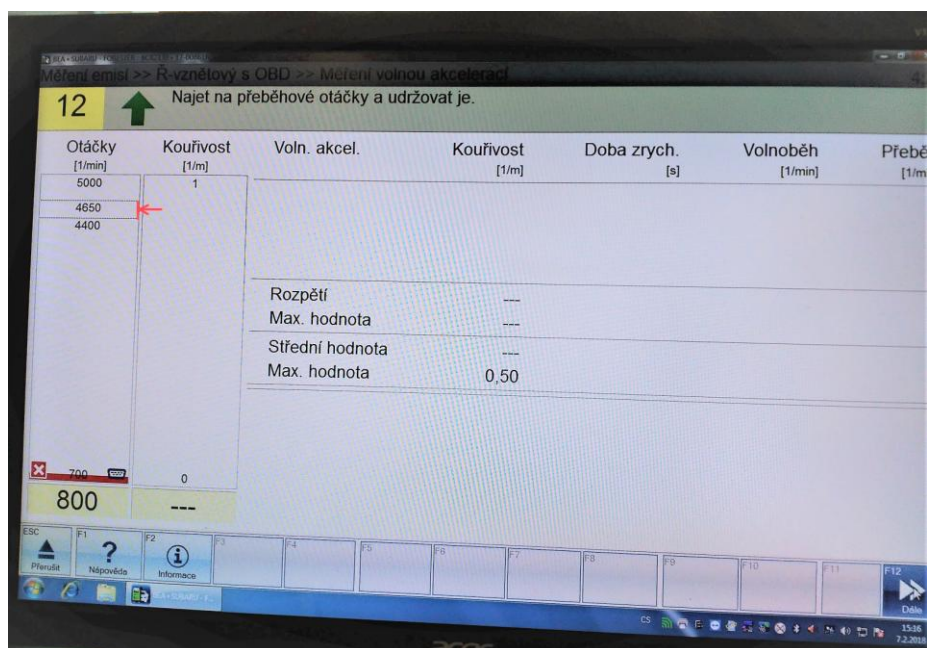
Obrázek č. 5 – Subaru Forester 2.0D Boxer, Zdroj: Autor (7. 2. 2018)

Vozidlo bude zajištěno proti pohybu, motor zahřátý na provozní teplotu a k vozidlu bude připojeno zařízení OBD pro načtení paměti závad řídicí jednotky motoru a opacimetr s analyzátozem výfukových plynů.



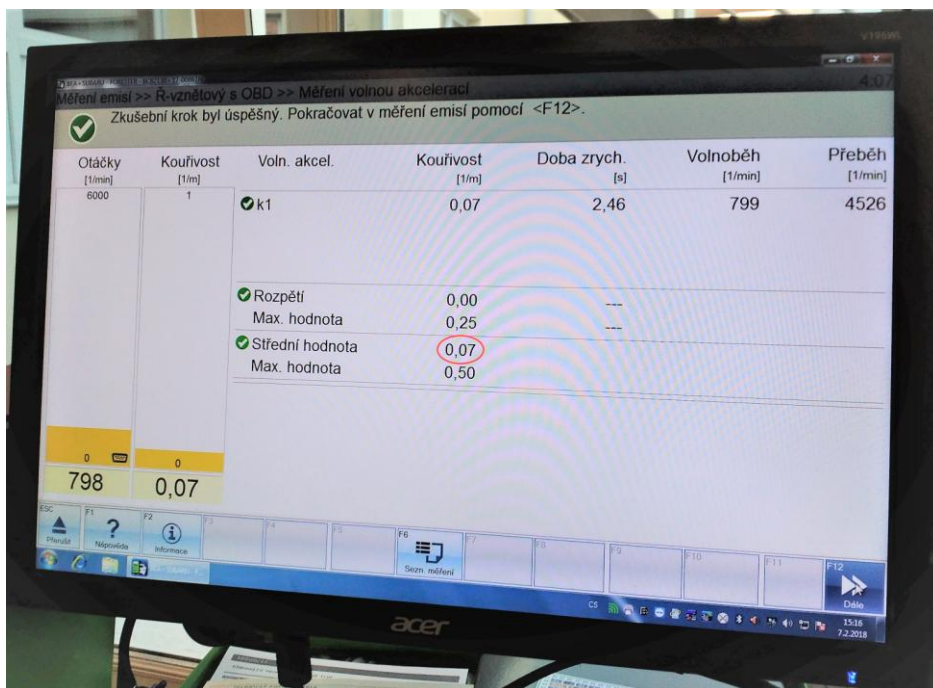
Obrázek č. 6 – Měření kouřivosti Subaru Forester, Zdroj: Autor (7. 2. 2018)

Při měření kouřivosti vznětového motoru obsluha zapne všechny elektrické spotřebiče vozidla a uvede motor do přeběhových otáček, které v tomto případě tvoří pásmo 4400–4650 ot/min⁻¹.



Obrázek č. 7 – Nástup přeběhových otáček a měření kouřivosti motoru, Zdroj: Autor (7. 2. 2018)

Po režimu přeběhových otáček zařízení vyzve obsluhu k uvolnění akcelérátoru a k udržování volnoběžných otáček s naměřenou kouřivostí motoru.



Obrázek č. 8 – Hodnota kouřivosti motoru, Zdroj: Autor (7. 2. 2018)

5.1.6 Měření kouřivosti u vozidla Škoda Octavia

Druhé měřené osobní vozidlo bude Škoda Octavia s přeplňovaným vznětovým motorem o obsahu 1.9 litru s výkonem 66 kW se 456 000 najetými kilometry, rokem výroby 2001 a emisní normou Euro III.



Obrázek č. 9 – Škoda Octavia 1.9 TDI, Zdroj: Autor (7. 2. 2018)

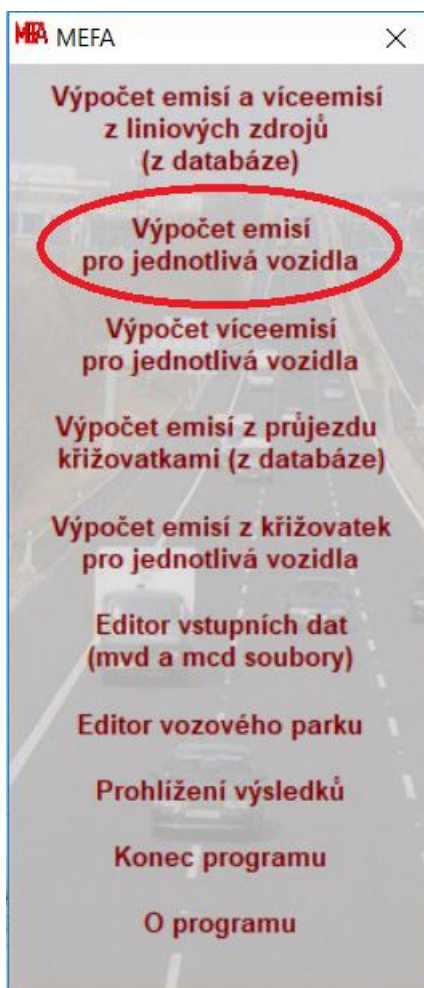
Postup při měření kouřivosti bude stejný jako u předchozího vozidla s použitím stejných měřicích zařízení, ale vzhledem ke stáří automobilu bude průběh měření dle výrobce obsahovat čtyřnásobnou akceleraci motoru z volnoběžných do maximálních otáček z důvodu proplachu výfukového potrubí a rozpětí naměřených hodnot kouřivosti.



Obrázek č. 10 – Měření kouřivosti Škody Octavie, Zdroj: Autor (7. 2. 2018)

5.2 Program MEFA 13

Prostřednictvím programu MEFA 13 budou zjištěny „vygenerovány“ ostatní hodnoty emisních složek výfukových plynů osobních vozidel Subaru Forester 2.0D Boxer a Škody Octavie 1.9 TDI. Tyto hodnoty budou v gramech na kilometr (g/km) vygenerovány na základě požadovaných informací programu ve skupině Výpočtu emisí pro jednotlivá vozidla. Výsledné hodnoty emisních složek NO_x, CO, SO₂, PM₁₀ a NO₂ obou vozidel budou porovnány a hodnoceny.



Obrázek č. 11 – Program MEFA 13, Zdroj: [1] (15. 3. 2018)

5.2.1 Výpočet emisí pro jednotlivá vozidla

Skupina výpočtů emisí pro jednotlivá vozidla bude charakterizovat průměrný dopravní provoz. Zadané informace budou obsahovat výpočtový rok (2018), kategorie vozidla (osobní), palivo (diesel), plynulost provozu (4), podélný sklon vozovky (5 %) a rychlost vozidla (90 km/h). Zadané informace budou stejné pro vozidlo Subaru Forester

i Škodu Octavii z důvodu porovnání výsledků emisních hodnot obou vozidel. Jediná informace, která bude u každého vozidla jiná, je emisní norma Euro.

MEFA - emisní faktory pro motorová vozidla

Program Editovat nápověda

Výpočtový rok: 2018
Kategorie vozidla: Osobní

Charakteristika vozidla
Palivo: Diesel
Emisní úroveň: Euro 5
Vytížení HDV (%): 50

Charakteristika podmínek provozu
Plynulost provozu: 4
Podélný sklon vozovky (%): 5
Rychlost jízdy (km/h): 90
Max. rychlost vozidla je 130 km/h.

Emitovaná škodlivina	Emisní faktor
NO _x (g/km)	
CO (g/km)	
SO ₂ (g/km)	
PM (g/km)	
PM ₁₀ (g/km)	
PM _{2,5} (g/km)	
NO ₂ (g/km)	
C _x H _y (g/km)	
PAH (g/km)	
methan (g/km)	
propan (g/km)	
1,3-butadien (g/km)	
benzen (g/km)	
toluen (g/km)	
styren (g/km)	
formaldehyd (g/km)	
acetaldehyd (g/km)	
benzoapyren (μg/km)	

<< Zpět Výpočet faktoru

Obrázek č. 12 – Zadané informace pro výpočet emisních složek Subaru Forester, Zdroj: Autor (15. 3. 2018)

MEFA - emisní faktory pro motorová vozidla

Program Editovat nápověda

Výpočtový rok: 2018
Kategorie vozidla: Osobní

Charakteristika vozidla
Palivo: Diesel
Emisní úroveň: Euro 3
Vytížení HDV (%): 50

Charakteristika podmínek provozu
Plynulost provozu: 4
Podélný sklon vozovky (%): 5
Rychlost jízdy (km/h): 90
Max. rychlost vozidla je 130 km/h.

Emitovaná škodlivina	Emisní faktor
NO _x (g/km)	
CO (g/km)	
SO ₂ (g/km)	
PM (g/km)	
PM ₁₀ (g/km)	
PM _{2,5} (g/km)	
NO ₂ (g/km)	
C _x H _y (g/km)	
PAH (g/km)	
methan (g/km)	
propan (g/km)	
1,3-butadien (g/km)	
benzen (g/km)	
toluen (g/km)	
styren (g/km)	
formaldehyd (g/km)	
acetaldehyd (g/km)	
benzoapyren (μg/km)	

<< Zpět Výpočet faktoru

Obrázek č. 13 – Zadané informace pro výpočet emisních složek Škody Octavia, Zdroj: Autor (15. 3. 2018)

6 Výsledky

6.1 Měření emisí kouřivosti

Měření emisí probíhalo na stanici měření emisí na VOŠ, SPŠ automobilní a technické v Českých Budějovicích, kde byla měřena dvě vozidla se vznětovými motory s odlišnými emisními normami. Zařízením Bosch pro měření emisí s opacimetrem byla měřena aktuální hodnota kouřivosti daného vozidla.

6.1.1 Kouřivost vozidla Subaru Forester

První měřené vozidlo na stanici měření emisí bylo Subaru Forester 2.0D Boxer z konce roku 2013 s emisní normou Euro V, turbodmychadlem a filtrem pevných částic (DPF) s 30 000 km.

Majitel tento automobil využívá jako občasné rodinné vozidlo na víkendové nákupy a výlety. Do vozidla čerpá především klasickou naftu. S vozidlem ročně najezdí kolem 5 000 km a to především v oblasti Lipenska a Českého Krumlova, kde začínají úseky s častými horizonty se stoupáním a klesáním dopravních tras.

Níže přiložený obrázek (č. 14, str. 52) protokolu z měření emisí obsahuje veškeré informace z měření jako místo s kontaktními údaji, typ vozidla s technickými údaji, použitá měřicí zařízení, hodnocení měřených emisí, termín dalšího měření, výsledek vizuální kontroly, výsledek OBD kontroly a přehled předepsaných a naměřených hodnot kouřivosti v určitém pásmu otáček.

Naměřená kouřivost tohoto vozidla je $0,07 \text{ m}^{-1}$. Byla měřena při 4526 ot/min v předepsaném rozsahu přeběhových otáček 4400-4650 ot/min. Dovolená kouřivost vozidla stanovená výrobcem je $0,25 \text{ m}^{-1}$.



Název provozovatele:
VOŠ, SPŠ automobilní a tech.
Skuherského 1274/3 České Budějovice 37004
Sídlo firmy:
Měření emisí Rudolfovská 17
370 01 České Budějovice



SME č.: 43.01.11/LPG/01
Tel.: 386356589
E-mail:

IČO: 00582158
DIČ: CZ 00582158

PROTOKOL č.
o měření emisí vozidla se vznětovým motorem

Tovární značka:	SUBARU	Druh vozidla:	osobní automobil
Obchodní označení (typ):	FORESTER	Kategorie vozidla:	M1
Typ motoru:	EE20	Registrační značka:	
Výrobní č. motoru:*)	-	VIN:	
Stav poč. ujeté vzdál. (km):	33819	Datum první registrace:	19.02.2014
Typ emisního systému:	Ř-vznětový s OBD	Druh paliva:	Nafta motorová

Provozovatel vozidla (jméno adresa):

Kontrola:

Výsledek vizuální kontroly:	OK
Výsledek kontroly readiness kódu:	Veškeré systémové testy provedeny Stav MIL (běžící motor): #Nesvítil
Výsledek kontroly závad řídicí jednotky motoru:	
Vyhodnocení stavu řídicí jednotky:	Celkový počet závad: 0 Bez závad
Výsledek kontroly těsnosti plynového zařízení **):	

Otáčky		Předepsané		Naměřené
Volnoběžné	[min-1]	700-900	799	
Preběžové	[min-1]	4400-4650	4526	
Korigovaný součinitel absorpce	[m-1]	0.50		
Hodnota kourivosti naměřená	[m-1]			0.07
Rozpětí hodnot kourivosti čtyř po sobě jdoucích měření	[m-1]	dovolené	0.25	
		naměřené	---	

Použitý kouřoměr: Bosch / BEA070 / BEA070 V1,19 CFFE0424
Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření kouřoměru.

Poznámky:

Typ motoru instalovaného ve vozidle souhlasí s typem uvedeným v dokladech.
Detailní výpis výsledků kontroly emisí je uveden v příloze tohoto protokolu.

Vozidlo z hlediska měření emisí	vyhovělo
Příští měření emisí v termínu do:	07.02.2020
Měření emisí provedl	

Datum provedení měření emisí: **07.02.2018**

Za správnost:



Podpis

*) Pouze, je-li uvedeno v TP vozidla

Obrázek č. 14 – Protokol z měření emisí s naměřenou aktuální hodnotou kourivosti vozidla Subaru Forester, Zdroj: Autor (7. 2. 2018)

6.1.2 Kouřivost vozidla Škody Octavia

Druhé měřené vozidlo na stanici měření emisí byla Škoda Octavia 1.9 TDI vyrobená v roce 2001 s emisní normou Euro III, katalyzátorem a 456 000 najetými kilometry.

Vozidlo ročně naježdí necelých 20 000 km. V provozu je téměř každý den převážně na trasách bez výrazného stoupání a klesání, mimo město i ve městě v oblasti Českých Budějovic. Do vozidla je čerpána klasická nafta s přidavkem aditiv zlepšujících kvalitu nafty. V pravidelných servisních intervalech stanovených výrobcem je prováděna údržba spočívající ve výměně provozních náplní a filtračních vložek.

Na další straně (str. 54) je přiložený obrázek (č. 15) protokolu z měření emisí kouřivosti vozidla. Obsahuje všechny již zmíněné informace o měření a měřících zařízeních.

Aktuální kouřivost, která byla u Škody Octavie naměřena je $0,23 \text{ m}^{-1}$ při 4 920 ot/min. Předepsaný rozsah otáček pro měření kouřivosti je 4 900–5 100 ot/min. Maximální dovolená hodnota kouřivosti stanovená výrobcem vozidla je $0,25 \text{ m}^{-1}$. Z důvodu stáří vozidla bylo mimo jiné měřeno také rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření. Rozpětí hodnot kouřivosti je $0,10 \text{ m}^{-1}$.



Název provozovatele:
VOŠ, SPŠ automobilní a tech.
Skuherského 1274/3 České Budějovice 37004
Sídlo firmy:
Měření emisí Rudolfová 17
370 01 České Budějovice



SME č.: 43.01.11/LPG/01
Tel.: 386356589
E-mail:

IČO: 00582158
DIČ: CZ 00582158

PROTOKOL č.
o měření emisí vozidla se vznětovým motorem

Tovární značka:	ŠKODA	Druh vozidla:	osobní automobil
Obchodní označení (typ):	OCTAVIA	Kategorie vozidla:	M1
Typ motoru:	ALH	Registrační značka:	
Výrobní č. motoru:*)	-	VIN:	
Stav poč. ujeté vzdál. (km):	440213	Datum první registrace:	28.05.2001
Typ emisního systému:	Ř-vznětový s OBD	Druh paliva:	Nafta motorová

Provozovatel vozidla (jméno adresa):

Kontrola:

Výsledek vizuální kontroly:	OK
Výsledek kontroly readiness kódu:	Veškeré systémové testy provedeny Stav MIL (běžící motor): #Nesvítil
Výsledek kontroly závad řídicí jednotky motoru:	
	Celkový počet závad: 0
Vyhodnocení stavu řídicí jednotky:	Bez závad
Výsledek kontroly těsnosti plynového zařízení **):	

Otáčky		Předepsané		Naměřené
Volnoběžné	[min-1]	875 - 950	900	
Přeběhové	[min-1]	4900 - 5100	4920	
Korigovaný součinitel absorpce	[m-1]		0.90	
Hodnota kouřivosti naměřená	[m-1]		0.23	
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření	[m-1]	dovolené	0.25	
		naměřené	0.10	

Použitý kouřoměr: Bosch / BEA070 / BEA070 V1,19 CFFE0424
Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření kouřoměru.

Poznámky:

Typ motoru instalovaného ve vozidle souhlasí s typem uvedeným v dokladech.
Detailní výpis výsledků kontroly emisí je uveden v příloze tohoto protokolu.

Vozidlo z hlediska měření emisí	vyhovělo
Příští měření emisí v termínu do:	07.02.2020
Měření emisí provedl	

Datum provedení měření emisí: **07.02.2018**

Za správnost:



Podpis

*) Pouze, je-li uvedeno v TP vozidla

Obrázek č. 15 - Protokol z měření emisí s naměřenou aktuální hodnotou kouřivosti vozidla Škody Octavia, Zdroj: Autor (7. 2. 2018)

6.2 Výpočet emisních složek programem MEFA 13

6.2.1 Emisní složky Subaru Forester

Na základě zadaných informací průměrného dopravního provozu byly vygenerovány emisní složky daného vozidla.

Z osmnácti bylo vybráno pět nejrozšířenějších škodlivých emisních složek s hodnotami. Tyto hlavní škodlivé složky výfukových plynů tvoří NO_x – oxidy dusíku (0,5873 g/km), CO – oxid uhelnatý (0,2088 g/km), SO₂ – oxid siřičitý (0,0059 g/km), PM₁₀ – polévatý prach sazí (0,0180 g/km) a NO₂ – oxid dusičitý (0,2056 g/km).

MEFA - emisní faktory pro motorová vozidla

Program Editovat Nápověda

Výpočtový rok: 2018
Kategorie vozidla: Osobní

Charakteristika vozidla
Palivo: Diesel
Emisní úroveň: Euro 5
Vytížení HDV (%): 50

Charakteristika podmínek provozu
Plynulost provozu: 4
Podélný sklon vozovky (%): 5
Rychlost jízdy (km/h): 90
Max. rychlost vozidla je 130 km/h.

Emitovaná škodlivina	Emisní faktor
NO _x (g/km)	0.5873
CO (g/km)	0.2088
SO ₂ (g/km)	0.0059
PM (g/km)	0.0221
PM ₁₀ (g/km)	0.0180
PM _{2,5} (g/km)	0.0132
NO ₂ (g/km)	0.2056
CxHy (g/km)	0.0271
PAH (g/km)	0.0113
methan (g/km)	0.0014
propan (g/km)	0.0000
1,3-butadien (g/km)	0.0000
benzen (g/km)	0.0006
toluen (g/km)	0.0001
styren (g/km)	0.0001
formaldehyd (g/km)	0.0028
acetaldehyd (g/km)	0.0014
benzoapyren (μg/km)	14.7566

<< Zpět

Výpočet faktoru

Obrázek č. 16 – Vygenerované emisní složky Subaru Forester,
Zdroj: Autor (20. 3. 2018)

6.2.2 Emisní složky Škody Octavia

Na základě zadaných informací průměrného dopravního provozu byly vygenerovány emisní složky daného vozidla.

Jako u předchozího vozidla bylo z osmnácti složek vybráno pět nejrozšířenějších škodlivých emisních složek s vygenerovanými hodnotami. Tyto hlavní škodlivé složky výfukových plynů tvoří NO_x – oxidy dusíku (0,9736 g/km), CO – oxid uhelnatý (0,2906 g/km), SO₂ – oxid siřičitý (0,0084 g/km), PM₁₀ – polétavý prach sazí (0,1151 g/km) a NO₂ – oxid dusičitý (0,3360 g/km).

MEFA - emisní faktory pro motorová vozidla

Program Editovat Nápvěda

Výpočtový rok: 2018
Kategorie vozidla: Osobní

Charakteristika vozidla
Palivo: Diesel
Emisní úroveň: Euro 3
Vytížení HDV (%): 50

Charakteristika podmínek provozu
Plynulost provozu: 4
Podélný sklon vozovky (%): 5
Rychlost jízdy (km/h): 90
Max. rychlost vozidla je 130 km/h.

Emitovaná škodlivina	Emisní faktor
NO _x (g/km)	0.9796
CO (g/km)	0.2906
SO ₂ (g/km)	0.0084
PM (g/km)	0.1212
PM ₁₀ (g/km)	0.1151
PM _{2,5} (g/km)	0.0945
NO ₂ (g/km)	0.3360
C _x H _y (g/km)	0.0330
PAH (g/km)	0.0113
methan (g/km)	0.0017
propan (g/km)	0.0000
1,3-butadien (g/km)	0.0000
benzen (g/km)	0.0008
toluen (g/km)	0.0002
styren (g/km)	0.0002
formaldehyd (g/km)	0.0034
acetaldehyd (g/km)	0.0017
benzoapyren (μg/km)	14.7566

<< Zpět

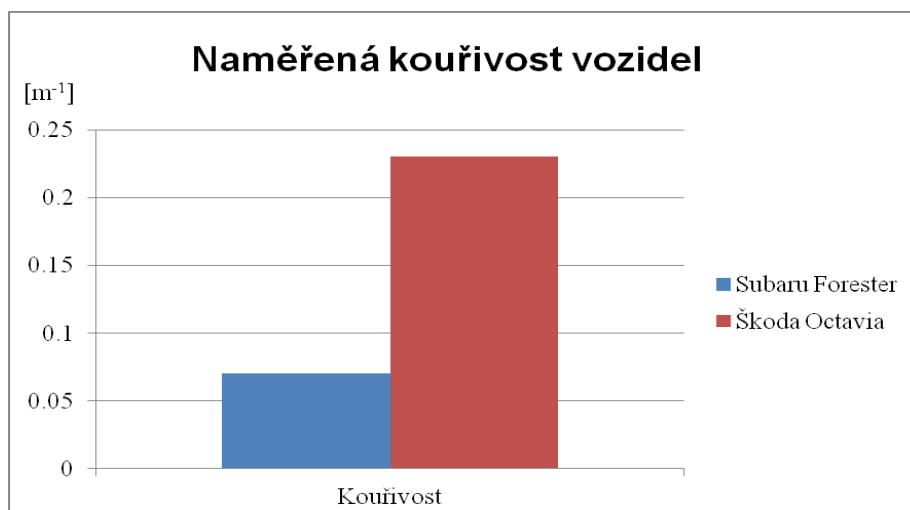
Výpočet faktoru

Obrázek č. 17 – Vygenerované emisní složky Škody Octavia,
Zdroj: Autor (20. 3. 2018)

6.3 Grafy výsledných emisních složek vozidel

6.3.1 Graf naměřené kouřivosti vozidel

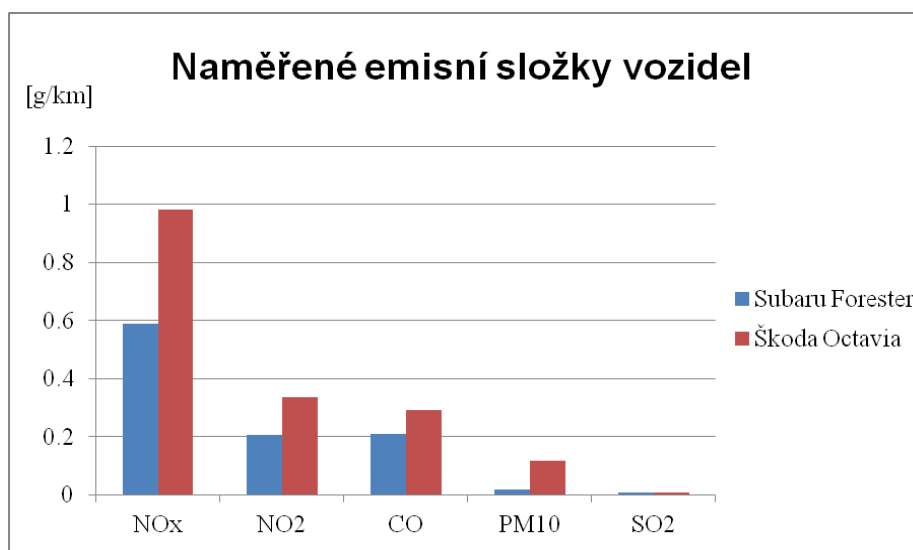
Pro porovnání jsou v grafu (č. 4) zobrazeny dva sloupce naměřené kouřivosti vozidla Subaru Forester a Škody Octavie.



Graf č. 4 – Grafické vyjádření hodnot kouřivosti jednotlivých vozidel,
Zdroj: Autor (20. 3. 2018)

6.3.2 Graf naměřených emisních složek vozidel

V grafu (č. 5) jsou zobrazeny sloupce jednotlivých vygenerovaných emisních složek vozidla Subaru Forester a Škody Octavie.



Graf č. 5 - Grafické vyjádření hodnot emisních složek jednotlivých vozidel,
Zdroj: Autor (20. 3. 2018)

7 Diskuze

Měření ukázalo, že výsledná hodnota kouřivosti (m^{-1}) a hodnoty emisních složek jako oxidy dusíku NO_x (g/km), oxid dusičitý NO_2 (g/km), oxid uhelnatý CO (g/km), polétavý prach sazí PM_{10} (g/km) a oxid siřičitý SO_2 (g/km) mají ve většině případů rozdílné hodnoty u měřených vozidel Subaru Forester a Škody Octavie. Mohou za to faktory, které tyto hodnoty mohly ovlivnit. Za tyto faktory lze považovat stav motoru a jeho opotřebení, obsah a výkon motoru, recirkulace spalin (EGR), systém vstřikování paliva, použití katalyzátoru a jeho technický stav, použití filtru pevných částic a jeho technický stav, kvalita čerpané nafty, aditiva, styl jízdy, dopravní podmínky a v neposlední řadě také vliv (přesnost) měřícího zařízení kouřivosti a emisních složek.

První hodnota, která byla měřena na stanici měření emisí, je kouřivost motoru. U vozidla Subaru Forester 2.0D Boxer byla výsledná kouřivost minimální $0,07 \text{ m}^{-1}$. Oproti tomu byla u vozidla Škoda Octavia 1.9 TDI kouřivost vyšší a to $0,23 \text{ m}^{-1}$. Maximální předepsaná hodnota $0,25 \text{ m}^{-1}$ byla stanovena pro obě vozidla. Naměřené hodnoty jsou vyhovující. Na minimální kouřivosti Subaru Forester se podílí několik vzájemných faktorů. Je to především dobrý stav motoru s nízkým počtem ujetých kilometrů, systém přímého vstřikování Common Rail, který vstřikuje za vysokého tlaku palivo do motoru a hlavní podíl tvoří také dobrý technický stav filtru pevných částic (DPF), který propustí výfukovými plyny jen malé množství pevných částic, zbylé pevné částice zůstanou zachyceny ve filtru a režimem regenerace se dále spalují. Hodnota kouřivosti Škody Octavie byla vyšší, ale přes vysoký počet najetých kilometrů byla hodnota vyhovující. Faktory ovlivňující kouřivost tohoto vozidla tvoří především stav motoru s počtem ujetých kilometrů, systém přímého vstřikování paliva TDI, kde je několikanásobně menší vstřikovací tlak paliva než u systému Common Rail, kvalita nafty s přidavkem aditiv a katalyzátor. Ten není tak sofistikovaný jako filtr pevných částic, ale přesto minimalizuje množství produkovaných škodlivých částic do ovzduší.

Největší hodnotu z vygenerovaných emisních složek programu MEFA 13 měly oxidy dusíku a to u obou vozidel. Subaru Forester mělo dle zadaných informací průměrného dopravního provozu a emisní normy produkci oxidu dusíku $0,5873 \text{ g/km}$. Škoda Octavia měla podle stejných zadaných informací dopravního provozu, ale s nižší emisní normou produkci oxidu dusíku $0,9736 \text{ g/km}$. To je téměř dvojnásobné množství produkce této emisní složky na kilometr. NO_x vzniká za vysokých teplot v režimu chudé

směsi. Obě dvě vozidla mají nízkou spotřebu paliva, především Škoda Octavia. Hlavním faktorem snížení oxidu dusíku je filtr pevných částic nejlépe se vstřikováním močoviny SCR (AdBlue). V katalyzátoru se redukcí přemění NO_x na dusík N_2 a kyslík O_2 zbytek odchází ven z výfukového potrubí. Navazující druhou nejvyšší emisní složkou je oxid dusičitý NO_2 . Oproti oxidu dusíku má více jak dvojnásobně menší podíl ve výfukových plynech v obou případech. Subaru Forester mělo produkci NO_2 0,2056 g/km a Škoda Octavia 0,3360 g/km. Faktory, které mohou ovlivnit oxid dusičitý je kvalita procesu spalování paliva a technický stav katalyzátoru nebo DPF. Katalyzátor má v tomto případě účinnost nižší.

Další vygenerovanou hodnotou byl oxid uhelnatý CO. U vozidla Subaru Forester vyšla hodnota 0,2088 g/km a u Škody Octavie 0,2906 g/km. Rozdíl hodnot je zde ještě menší, než tomu bylo v případě NO_2 . Faktor ovlivňující tvorbu oxidu uhelnatého je v procesu spalování nespálených uhlovodíků HC, které jsou karcinogenní. Nižší hodnota CO u Subaru Forester je ovlivněna kvalitnějším spalováním systému Common Rail. V katalyzátoru se oxidací za vysokých teplot rozloží oxid uhelnatý společně s uhlovodíky na oxid uhličitý CO_2 a vodu H_2O . U Škody Octavie je účinnost katalyzátoru nižší.

Předposlední generovanou hodnotou emisních složek byl poléťavý prach PM_{10} nebo také saze. Tato složka má nejvíce společného s již zmiňovanou hodnotou kouřivosti. Faktory, které mohou ovlivnit vznik sazí je proces spalování motoru, stav motoru, kvalita nafty (čistota), aditiva a hlavně filtr pevných částic nebo katalyzátor. Subaru Forester s hodnotou sazí 0,0180 g/km měl o necelou jednu desetinu gramu na kilometr menší produkci poléťavého prachu oproti Škodě Octavii, která měla produkci 0,1151 g/km. Zde tvoří minimální produkci sazí nebo také poléťavého prachu ve výfukových plynech filtr pevných částic, který má vysokou účinnost. Katalyzátor oproti DPF propustí do ovzduší vyšší podíl poléťavého prachu.

Poslední hodnotu emisí vozidel tvoří oxid siřičitý SO_2 . Obě vozidla mají nízkou produkci s minimálním rozdílem. Subaru Forester produkovalo oxidu siřičitého 0,0059 g/km a Škoda Octavia 0,0084 g/km. Jsou to nejnižší hodnoty z těchto pěti generovaných emisních složek. Podstatnými faktory ovlivňující množství SO_2 je z velké většiny ve kvalitě čerpané nafty s přidavkem aditiv proti snížení obsahu síry.

8 Závěr

Jedním z hlavních důvodů proč jsem si vybral zmiňované téma bakalářské práce, byl život u mezinárodní silnice s mnoha negativními externalitami, které jsem chtěl detailněji popsat, seznámit se s nimi, případně i veřejnost seznámit s tímto tématem a navrhnout jejich opatření pro zmírnění rizik, které produkují.

V závěru této bakalářské práce shrnu nejdříve první část práce s jednotlivými negativními externalitami v silniční dopravě s návrhem jejich opatření pro zmírnění rizik. Ve druhé části shrnu měření s výsledky, ke kterým jsem došel a navrhnu opatření pro zmírnění negativních faktorů s dopadem na životní prostředí a zdraví lidí.

V první polovině práce jsem úvodem definoval pojem silniční doprava a její rozdělení, pojem negativní externalita s rozdělením a v krátkosti co znamená pozitivní externalita. První negativní externalitou byl hluk se stanovením jeho hladiny, limity a opatřením spočívajícím v použití protihlukových stěn, pneumatik, vozovek a konstrukci tichých motorů. Navazující externalitou byly vibrace, které mají mnoho společného s definicí hluku a opatřením v podobě již zmíněných protihlukových stěn, valů a výstavbě dopravních tras mimo obydlené oblasti. Další negativní externalitou byla ztráta nebezpečných nákladů s únikem při dopravních nehodách a dopadem na životní prostředí, kde jsem se zmínil o účincích nebezpečných látek s riziky a opatřením tvořící upevnění a zajištění přepravovaného nákladu, za který zodpovídá obsluha. Vliv dopravní trasy na krajinu kolem byla další externalita, která obsahovala jednotlivé body, popisující vliv stavby na krajinu kolem. Opatření obsahovalo jednotlivé postupy k minimalizaci poškození životního prostředí. U této kapitoly jsem se zmínil a uvedl jsem reálný příklad výstavby dopravní trasy v podobě dálnice D3 u obce Neplachov s příloženými obrázky. U negativní externality smrti zvíře a domácích zvířat jsem se zmínil o zákoně a několika paragrafech s pohybem zvíře a domácích zvířat na dopravních trasách, uvedl jsem také několik statistik nehod se zvířaty a domácím zvířetem v uplynulých několika letech s obdobím nejčastějších dopravních nehod se zvířaty a opatřením pro snížení těchto nehod spočívajících především v podchodech nebo instalaci pachových stop podél dopravních tras. Dalším tématem bylo omezení pohybu lidí v okolí dopravních tras s velkou hustotou. Jako definice a opatření jsem zmínil chodníky, podchody nebo nadchody pro bezpečný pohyb chodců v oblasti těchto dopravních tras. V kapitole negativních světelných účinků jsem se vyjádřil

k nejčastějšímu výskytu s negativním účinkem světlometů v zastavěných nebo obydlených oblastí a světelných reklam ve městech. Jako opatření jsem uvedl stěny, valy nebo clony v oknech domů. Předposlední externalitu jsem zpracoval na téma výstavby dopravních tras, která úzce souvisí s již zmíněnou externalitou vlivu dopravních tras na krajinu kolem. Definuje omezení pohybu lidí na místa, kam chodívali skoro každý den (cesty, zahrady, pole). Omezení této externality je velmi složité a v mnohých případech žádné není. Poslední negativní externalitou bylo znečištění ovzduší prachovými částicemi a emisemi ze spalovacích procesů, kde se vyjadřují k prachovým částicím kolem dopravních tras s tabulkou obsahující koncentrace prachových částic se znečištěným asfaltovým povrchem. Dále popisují emise spalovacích procesů s emisními normami a jednotlivými emisními složkami s definicemi nebezpečí pro člověka. Opatření spočívá v pravidelném čištění vozovek a u emisí spalovacích procesů nízkými emisemi dopravních prostředků, kterým se podrobněji věnuji měřením a hodnocením výsledků v druhé praktické části této práce.

Ve druhé polovině této práce jsem se zabýval měřením emisí dvou vybraných vozidel: Subaru Forester a Škody Octavie se vznětovými motory s rozdílnými parametry a emisními normami. Jsou to dopravní prostředky, které lze potkat každý den v provozu, obzvláště Škodu Octavii. U těchto dvou vozidel jsem měřil emise na stanici měření emisí, kde byla měřena pouze kouřivost motoru. U obou vozidel nebyly limitní hodnoty překročeny. Dále jsem prostřednictvím programu MEFA 13 vygeneroval z průměrného dopravního provozu ostatní emisní složky těchto dopravních prostředků. Na základě emisních faktorů byly stanoveny hodnoty vybraných škodlivých emisních složek. Při porovnání vozidel, byly hodnoty příznivější u vozidla Subaru Forester. S velkou pravděpodobností za to mohou vzájemné faktory jako dobrý technický stav motoru s malým počtem ujetých kilometrů, systém přímého vstřikování Common Rail a v neposlední řadě filtr pevných částic, který do ovzduší propustí jen malé množství karcinogenních prachových částic PM₁₀. Opatření proti produkci škodlivých emisních složek spočívá v pravidelné údržbě motoru s čerpáním čisté nafty s přídavkem aditiv, dobrého technického stavu katalyzátoru a DPF, omezit agresivní jízdu v hustě obydlených oblastech nebo místech s větším výskytem osob kvůli zvýšené produkci škodlivých emisních složek. Věřím, že tato základní opatření mohou zmírnit negativní dopad na zdraví lidí a životní prostředí.

9 Seznam použité literatury a zdrojů

- [1] *Atem* [online]. [cit. 2018-03-15]. Dostupné z:
http://www.atem.cz/ke_stazeni.php
- [2] *Autolexicon* [online]. [cit. 2018-01-18]. Dostupné z:
<http://www.autolexicon.net/cs/articles/emise-vyfukovych-plynu/>
- [3] *Autopust* [online]. [cit. 2018-01-18]. Dostupné z: <http://autopust.cz/dopady-automobilismu/>
- [4] *Besip* [online]. [cit. 2018-01-20]. Dostupné z:
<http://www.ibesip.cz/data/web/soubory/statistika/nsbsp-2011-2020/tematicke-analyzy-2015/lesni-zver-a-domaci-zvirectvo-2.pdf>
- [5] *Casopis stavebnictvi* [online]. [cit. 2018-01-20]. Dostupné z:
https://www.casopisstavebnictvi.cz/posuzovani-vlivu-na-zivotni-prostredi-u-staveb-dopravni-infrastruktury_N276
- [6] *Celjak, I.*: Problematika externalit silniční dopravy v obcích, *Komunální technika*, 11/2015, Profi Press, s. 14 – 18
- [7] *Enwiki* [online]. [cit. 2018-01-21]. Dostupné z:
http://www.enwiki.cz/wiki/Negativn%C3%AD_extern%C3%AD_efekty_dopravy
- [8] *Hluk a emise* [online]. [cit. 2018-01-19]. Dostupné z:
<http://hluk.eps.cz/hluk/vliv-hluku-na-zdravi/>
- [9] *Neplachov* [online]. [cit. 2018-01-24]. Dostupné z:
<https://www.neplachov.cz/sokol/index.php?nid=4402&lid=cs&oid=1801229>

- [10] *Policie CR* [online]. [cit. 2018-01-25]. Dostupné z:
<http://www.policie.cz/clanek/silnicni-preprava-nebezpecnych-veci.aspx>
- [11] *Pojisteni prehledne* [online]. [cit. 2018-01-25]. Dostupné z:
<http://www.pojisteni-prehledne.cz/stret-se-zveri-je-4-nejcastejsi-pricinou-nehody.html>
- [12] *Wikipedie* [online]. [cit. 2018-01-18]. Dostupné z:
https://cs.wikipedia.org/wiki/Silni%C4%8Dn%C3%AD_doprava
- [13] *Wikipedie* [online]. [cit. 2018-01-20]. Dostupné z:
<https://cs.wikipedia.org/wiki/Hluk>
- [14] *Wikipedie* [online]. [cit. 2018-01-18]. Dostupné z:
https://cs.wikipedia.org/wiki/V%C3%BDpo%C4%8Det_hluku_ze_silni%C4%8Dn%C3%AD_dopravy
- [15] *Wikipedie* [online]. [cit. 2018-01-26]. Dostupné z:
https://cs.wikipedia.org/wiki/Emisn%C3%AD_norma_Euro
- [16] *Zakony pro lidi* [online]. [cit. 2018-01-20]. Dostupné z:
<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-272#cast2>

10 Seznam příloh

Grafy

- Graf č. 1 – Vývoj dopravních nehod s lesní zvěří a domácími zvířaty
- Graf č. 2 - Vzestupný trend z posledních šesti let u dopravních nehod se zvířaty
- Graf č. 3 – Celková závažnost dopravních nehod s lesní zvěří a domácím zvířectvem
- Graf č. 4 – Grafické vyjádření hodnot kouřivosti jednotlivých vozidel
- Graf č. 5 - Grafické vyjádření hodnot emisních složek jednotlivých vozidel

Obrázky

- Obrázek č. 1 – Fotbalové hřiště před výstavbou dálnice D3 u obce Neplachov (rok 2015)
- Obrázek č. 2 – Fotbalové hřiště při výstavbě dálnice D3 u obce Neplachov (rok 2018)
- Obrázek č. 3 – Zařízení Bosch BEA 950 pro měření emisí vznětových motorů s analyzátozem výfukových plynů
- Obrázek č. 4 – Zařízení OBD pro připojení řídicí jednotky motoru vozidla
- Obrázek č. 5 – Subaru Forester 2.0D Boxer
- Obrázek č. 6 – Měření kouřivosti Subaru Forester
- Obrázek č. 7 – Nástup přeběhových otáček a měření kouřivosti motoru
- Obrázek č. 8 – Hodnota kouřivosti motoru
- Obrázek č. 9 – Škoda Octavia 1.9 TDI
- Obrázek č. 10 – Měření kouřivosti Škody Octavie
- Obrázek č. 11 – Program MEFA 13
- Obrázek č. 12 – Zadané informace pro výpočet emisních složek Subaru Forester
- Obrázek č. 13 – Zadané informace pro výpočet emisních složek Škody Octavia
- Obrázek č. 14 – Protokol z měření emisí s naměřenou aktuální hodnotou kouřivosti vozidla Subaru Forester
- Obrázek č. 15 - Protokol z měření emisí s naměřenou aktuální hodnotou kouřivosti vozidla Škody Octavia
- Obrázek č. 16 – Vygenerované emisní složky Subaru Forester
- Obrázek č. 17 – Vygenerované emisní složky Škody Octavia

Tabulky

Tabulka č. 1 – Reakce hluku na lidský organismus

Tabulka č. 2 - Hodnoty hluku působeného dopravou na pozemních komunikacích a drahách pro použití další korekce + 5 dB podle § 12 odst. 6 věty třetí

Tabulka č. 3 - Korekce na využití prostoru ve stavbách a chráněném vnitřním prostoru staveb, denní dobu a povahu vibrací

Tabulka č. 4 – Počet dopravních nehod s nebezpečnými látkami v ČR

Tabulka č. 5 – Vývoj dopravních nehod, usmrcených, těžce zraněných a lehce zraněných osob při srážce se zvířetem

Tabulka č. 6 - Vývoj dopravních nehod, usmrcených, těžce zraněných a lehce zraněných osob při srážce s lesní zvěří

Tabulka č. 7 - Vývoj dopravních nehod, usmrcených, těžce zraněných a lehce zraněných osob při srážce s domácím zvířetem

Tabulka č. 8 – Přehled hodnot koncentrace prachových částic vlivem jejich resuspenze pohybem vozidel (zdroj BAT centrum Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích)

Tabulka č. 9 – Emisní Euro normy s limity škodlivin v gramech na ujetý kilometr

Tabulka č. 10 - Emisní Euro normy s limity škodlivin v gramech na ujetý kilometr

Datový nosič

CD – Negativní externalita v silniční dopravě