

Mendelova univerzita v Brně
Institut celoživotního vzdělávání

Vliv dopravy na životní prostředí

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:
Ing. Jiří Pospíšil, CSc.

Vypracoval:
Bronislav Loubek

Brno 2017

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci: **Vliv dopravy na životní prostředí** vypracoval/a samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací. Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona. Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne 24.5.2017

.....

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Jiřímu Pospíšilovi, CSc. za metodické vedení a důležité připomínky při zpracování této bakalářské práce.

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zaměřuje na vlivy dopravy, které poškozují nebo ovlivňují životní prostředí, ale i zdraví obyvatel. V hlavní části jsou popsány vlivy dopravy na životní prostředí a zároveň také škodlivé látky, které znečišťují prostředí. V závěrečné části bakalářské práce jsem se zaměřil na možná opatření, které mohou pomoci ke snížení emisí a k větší ochraně životního prostředí.

Klíčová slova:

Doprava, životní prostředí, emise, znečištění ovzduší, zdraví obyvatel

ABSTRACT

The Bachelor thesis aims on impacts of transportation, which are damaging or have an influence on environment and population health. Main part describes influence of transportation on environment together with harmful fabric which contaminate environment. In the last part of bachelor thesis I have focused on possible actions, which can help decrease emissions and increase protection of the environment.

Key words:

Transportation, environment, emissions, air pollution, population health

Obsah

1 ÚVOD	7
2 CÍL PRÁCE	8
3 DOPRAVA	9
3.1 Dopravní soustava a její rozdělení	10
3.2 Historie dopravy	10
3.3 Jednotlivé druhy dopravy	11
3.3.1 Silniční doprava.....	11
3.3.2 Železniční doprava	11
3.3.3 Vodní doprava	12
3.3.4 Letecká doprava.....	12
4 VLIVY DOPRAVY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	13
4.1 Hluk z dopravy	13
4.1.1 Hluk ze silniční dopravy	14
4.1.1.1 Hluk vznikající na povrchu komunikace	14
4.1.1.2 Vznik hluku na styku pneumatika a vozovka	14
4.1.2 Hluk z železniční dopravy	15
4.1.3 Hluk z letecké dopravy	16
4.1.4 Vliv hluku na zdraví.....	16
4.1.5 Opatření na snížení hluku v dopravě	17
4.1.5.1 Protihluková opatření	17
4.1.5.2 Nízkohlučné povrchy komunikací	18
4.2 Znečištění ovzduší z dopravy	19
4.2.1 Evropské emisní normy	20
4.2.2 Emise ze spalovacích procesů.....	21
4.2.2.1 Oxid uhelnatý	21
4.2.2.2 Oxidy dusíku	22
4.2.2.3 Těkavé organické látky (VOC)	24
4.2.2.4 Vznik VOC v automobilové dopravě.....	24

4.2.2.5 Prašné částice.....	26
4.2.3 Emise z otěrů pneumatik a brzd.....	27
4.2.3.1 Emise z otěrů pneumatik	27
4.2.3.2 Emise z otěrů brzd	28
5 MOŽNOSTI SNÍŽENÍ EMISÍ V DOPRAVĚ	30
5.1 Zařízení pro úpravu spalin	30
5.2 Podpora druhů dopravy šetrných k životnímu prostředí	31
5.3 Alternativní paliva	31
5.3.1 LPG (zkapalněný propan butan).....	32
5.3.2 CNG (stlačený zemní plyn).....	33
5.3.3 LNG (zkapalněný zemní plyn)	34
5.3.4 Bionafta	34
5.3.4.1 Výroba bionafty.....	35
5.3.5 Vodíkové palivové články	36
6 ZÁVĚR.....	37
7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	38

1 ÚVOD

Tématem bakalářské práce je zhodnotit vliv dopravy na životní prostředí. Doprava ať už automobilová, letecká, vodní či jiná doprava slouží především k přemístění či přepravě člověka, ale i věcí nebo zvířat z určitého místa na jiné místo. Je velmi důležité si uvědomit jaký má doprava dopad na lidské zdraví, ale hlavně jak ovlivňuje životní prostředí okolo nás.

Je jisté, že doprava je důležitý faktor, který ovlivňuje náš život a má samozřejmě také pro nás obrovský přínos. Doprava má samozřejmě i spoustu výhod jako jsou zejména rychlost přepravy, pohodlí, ale i dobrá dostupnost, ale vezmeme-li to z druhé strany, tak má velmi negativní vliv na životní prostředí. Ovlivňuje nejen zdraví obyvatelstva, ale má také negativní dopad na přírodu. Nejvíce ovlivňují životní prostředí pohonné hmoty obsahující spaliny, dusík, síru a další prvky. Dalším z faktorů ovlivňující naše životní prostředí je hluk z dopravy a v neposlední řadě také opotřebení brzd a pneumatik má také velmi výrazný vliv na produkci pevných znečišťujících látek.

I když se velmi pečlivě sleduje a monitoruje složení a jakost pohonných hmot, tak s každodenním nárůstem dopravních prostředků se bude stále zvyšovat negativní vliv na životní prostředí. Jsou zaváděna také přísnější technologická opatření, která by měla pomáhat ke zlepšení znečišťování životního prostředí i přes nárůst dopravy.

2 CÍL PRÁCE

Hlavním cílem bakalářské práce je zjištění, jak ovlivňuje doprava životní prostředí a samozřejmě i naše zdraví. Hlavní pozornost se soustředí samozřejmě na dopravu automobilovou, jelikož právě tato doprava má největší podíl na znečišťování životního prostředí. Prvotním cílem práce je vymezení konkrétních environmentálních problémů, které se týkají dopravy a tím jsou hluk a znečištění ovzduší z dopravy, které v této problematice zaujímají momentálně největší hrozbu k likvidaci životního prostředí pro současnou, ale hlavně pro příští generace.

V závěru této práce se zaměřím na možnosti, které nám můžou pomoci ke snížení emisí v dopravě a tím pádem zlepšení životního prostředí kolem nás a také našeho zdraví. Ovšem jak s touto problematikou bojovat, jak jí předcházet? Jde vůbec s tímto problémem něco dělat?

3 DOPRAVA

Dopravu můžeme definovat jako činnost, která je vyvolaná každodenní aktivitou člověka. Doprava je již dnes nedílnou součástí pro existenci člověka. Má pozitivně sloužit a to hlavně pro přepravu lidí, zvířat a věcí. Ale z druhé strany má velmi negativní vliv na lidské zdraví a zejména životní prostředí.

Aby doprava správně fungovala, je zapotřebí s výjimkou chůze, zejména dopravní prostředky a dopravní vybavenost, jako jsou silnice, železnice, přístavy a letiště. Nejběžnějším a samozřejmě i nejvyužívanějším druhem dopravy je v dnešní době automobilová doprava, která má opravdu velký vliv na životní prostředí okolo nás. Jelikož doprava je opravdu velice obsáhlé téma, zaměříme se zejména na dopravu silniční a její vliv na životní prostředí.

Mezi hlavní negativní vlivy dopravy na životní prostředí patří hlavně:

- Znečištění ovzduší (emise), ke kterému dochází hlavně vlivem špatného spalování směsi paliva a to zejména únikem nespálených zbytků uhlovodíků a oxidem uhelnatým, ovšem nesmí se zapomenout ani na emise oxidů dusíku.
- Hluk a vibrace, které vznikají stykem vozidel s vozovkou nebo aerodynamickými účinky karoserií. Tyto účinky mohou mít vliv na psychiku člověka. Následky častého hluku mohou být také změny krevního tlaku a frekvence srdce. Při dlouhodobém hluku poté může docházet k nedoslýchavosti či úplné hluchotě.
- Zábor zemědělské půdy pro stavbu silnic, tento vliv má velký dopad na pěstování zeleně, které má za následek snížení zachycování a zpracování velmi důležitého oxidu uhličitého rostlinami.

3.1 Dopravní soustava a její rozdělení

Doprava lze dělit dle celé řady znaků, dělení je ovšem vždy podmíněné. Dělení je zpravidla prováděno podle určitého zaměření nebo klíče. Nejčastější rozdělení dopravy je uváděno podle prostoru, kde se nachází dopravní cesta. Jedná se o dopravu nadzemní (vzdušná), pozemní, vodní a podzemní (potrubní):

- ✚ Nadzemní doprava, do této kategorie řadíme dopravu leteckou, která je nejmladším druhem dopravy (přepravy) osob a zboží. Při svém rozvoji zaznamenala velmi dramatický rozmach, a proto si už dnes nelze představit turistiku, obchod a mezinárodní spolupráci bez této dopravy. Letecká doprava se dnes stala nej pohodlnějším, nejrychlejším, ale také nejbezpečnějším způsobem přepravy osob, ale je také velmi důležitá pro přepravu nejrůznějších druhů zboží.
- ✚ Do pozemní dopravy patří veškeré druhy dopravy, kdy dochází ke styku dopravního prostředku s pevnou půdou, tedy zemí. Jedná se hlavně o dopravu železniční a silniční.
- ✚ Vodní doprava patří mezi nejstarší druh dopravy. Tato doprava je ve světě a samozřejmě i u nás vnímána jako jeden z neekologičtějších způsobů dopravy. Přednosti vodní dopravy jsou nejvíce využívány v segmentu přepravy zahraniční a zejména na velmi dlouhých trasách.
- ✚ Podzemní (potrubní) doprava slouží k přepravě plynů, kapalin a občas také pevných materiálů potrubím. Je důležitá při přepravě zemního plynu či ropy, ale také se s potrubní dopravou setkáváme denně doma a to například při zapnutí radiátoru nebo při otočení kohoutku umyvadla.

3.2 Historie dopravy

Doprava byla už od dávné historie až po dnešní dobu součástí lidského života. Při rozvoji lidstva docházelo také na objevy v dopravě, jako byl vynález parního stroje či spalovacího motoru anebo ještě v dřívější době například vynález kola nebo postroje pro zvířata. Lidé dříve bydleli kvůli lepší dopravě zejména v blízkosti řek, jezer nebo moří a také v blízkosti křižovatek obchodních cest. Příčinou bylo, že až do průmyslové revoluce byla doprava dosti pomalá a také neefektivní. Největší rozvoj dopravy vzniká

na počátku 20. století a hlavně po 2. světové válce. Státy se zaměřili hlavně na výrobu toho, čeho měli ve své zemi nejvíce a na co měli také vhodné přírodní a ekonomické podmínky. Tím se začal rozvíjet mezinárodní obchod.

3.3 Jednotlivé druhy dopravy

Jednotlivé druhy dopravy se vyznačují souborem výhod a nevýhod, které ovlivňují jejich uplatnění na dopravním trhu. Pro vyspělé země je v oblasti osobní dopravy charakteristický velký podíl individuální automobilové dopravy oproti ostatním druhům dopravy. V Evropě zaujímá hromadná doprava přibližně 23% podíl oproti 77%, ale ve Spojených státech je tento rozdíl ještě větší, neboť individuální automobilismus dosahuje podílu téměř 87%. Typickým znakem pro USA je oproti Evropě minimální využívání železnice a městské dopravy a naopak vyšší využívání letecké dopravy. Až do 60. let minulého století v nákladní dopravě dominovala jednoznačně železnice. Její podíl od té doby začal výrazně klesat, hlavně ve prospěch kamionové silniční dopravy. V současnosti dosahuje podíl železniční dopravy pouze úrovně okolo 10%. (Adamec, 2008)

3.3.1 Silniční doprava

V současnosti zaujímá silniční doprava velice důležitou úlohu v přepravě osob i nákladů, především na krátké a střední vzdálenosti. Oproti železnici má velkou výhodu z důvodu větší operativnosti a dostupnosti, nevýhodou je však nižší stupeň organizace jejího provozu, vyšší negativní vliv na životní prostředí a také nízká bezpečnost dopravy. Přesto silniční doprava patří na vrchol přepravního trhu ve většině vyspělých zemí, hlavně pokud se jedná o nákladní dopravu. (Adamec, 2008)

3.3.2 Železniční doprava

Často se v případě železnic setkáváme s méně používaným pojmem drážní doprava, která zahrnuje mimo železniční dopravy také tramvajovou a trolejbusovou dopravu. Železniční doprava vyžaduje vybudování dopravní cesty, založené na kolejnicích, po které se pohybují lokomotivy a železniční vozy. Ve srovnání se silniční sítí je u želez-

ničních drah patrná vyšší nepřímocarost, daná nižší přilnavostí kolejových vozidel. Z hlediska dopravního jsou největšími přednostmi železnic jejich rychlost a vysoká kapacita, takže se využívá v osobní dopravě především v obsluze oblastí s vysokou hustotou zalidnění a v nákladní dopravě je neefektivnější v přepravě hromadných substrátů, tedy například zemědělských produktů nebo surovin jako jsou dřevo, uhlí, železná ruda a stavební hmoty. (Adamec, 2008)

3.3.3 Vodní doprava

Plavba byla využívána člověkem už v dobách dávno minulých, a proto z tohoto pohledu patří k nejstarším druhům dopravy. Z hlediska osobní dopravy zastává v současnosti již pouze vedlejší úlohu, kromě některých zemí třetího světa, slouží převážně jen k rekreačním účelům. Uzlovými body sítě vodní dopravy jsou přístavy. Jde o rozsáhlá zařízení určená k nakládce, vykládce a ošetřování lodí, která bývají také napojena na pozemní dopravní cesty, po kterých je zboží dopravováno dál do vnitrozemí. (Adamec, 2008)

3.3.4 Letecká doprava

Historie nejmladšího druhu dopravy, z běžně užívaných, není delší než sto let. Letectví bývá uplatňováno zejména v oblasti rychlé přepravy osob na velké vzdálenosti. Letecká doprava využívá jako svou dopravní cestu vzdušný prostor, hlavně v oblasti stratosféry, a není tak vůbec závislá na výstavbě liniových dopravních cest a topografických překážkách v krajině. (Adamec, 2008)

4 VLIVY DOPRAVY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

V této části práce bych se chtěl zaměřit na hlavní vlivy, které mohou vést k destrukci našeho životního prostředí. Vyrůstající počet dopravních prostředků jsou velkým fenoménem několika posledních let. Tím dochází k velkému nárůstu spotřeby ropy a následně množství výfukových plynů, které jsou zdrojem negativního působení na zdraví člověka a na životní prostředí. Působením dopravy také dochází ke změně krajiny, jedná se hlavně o zábor půdy při stavění či rekonstrukci dopravní infrastruktury. Doprava bohužel také představuje bariéry pro migrující živočichy žijící ve volné přírodě. Negativní důsledky na životní prostředí má také působení hluku a vibrací. My se o všem zaměříme na ty největší vlivy ohrožující zdraví obyvatel a životního prostředí a tím jsou hluk a znečištění ovzduší.

4.1 Hluk z dopravy

Nadměrný hluk ohrožuje stále ve větším měřítku naše životní prostředí. Přestože každý moc dobře ví, že hluk je nebezpečný a člověku škodí, je většina lidí přesvědčena, že hluk, který sami vytváříme a šíříme, není tak nebezpečný, aby bylo nutné se ho opravdu účinně snažit potlačit. Z určitého pohledu je to pochopitelné, neboť většina hluků, se kterými se setkáváme, se neprojevuje bezprostředně bolestí nebo viditelnou poruchou funkce naší tělesné soustavy. Asi nejzávažnější vlastností hluku je, že se šíří na velké vzdálenosti. Hluk se nešíří dobře jen vzduchem, ale i vodou nebo pevnou hmotou. Vezmeme-li to z hlediska dopravního prostředku, tak svým hlukem může zamořit území o ploše několika čtverečních kilometrů.

U dopravních prostředků jsou dvě příčiny vzniku hluku:

- Mechanický hluk, který vzniká mechanickými kmity povrchy strojů a jejich částí. Kmitající povrch tělesa způsobí akustický rozruch plynného či kapalného prostředí a svoji mechanickou energii odevzdá akustickému prostředí. Akustická energie se pak prostřednictvím akustických vln šíří do celého akustického prostředí.

- Aerodynamický hluk vzniká v důsledku působení proudu vzduchu na okolní obklopující prostředí, nebo může také vznikat při náhlé změně tlaku vzduchu při proudění.

4.1.1 Hluk ze silniční dopravy

Hluk z automobilové dopravy může mít negativní dopad na obyvatelstvo a jejich zdraví. Jedná se zejména o silně obydlené oblasti, kterými přímo vede jakákoliv pozemní komunikace. Hluk ze silniční dopravy můžeme rozdělit na:

- Aerodynamický hluk, které vzniká při jízdě vozidla, jak rozráží vzduch právě svým pohybem
- Hluk motoru, který ovšem převažuje spíše při nižších rychlostech dopravních vozidel, jelikož při vyšších rychlostech už dominuje hluk z pneumatik
- Hluk vznikající při styku pneumatik s vozovkou

4.1.1.1 Hluk vznikající na povrchu komunikace

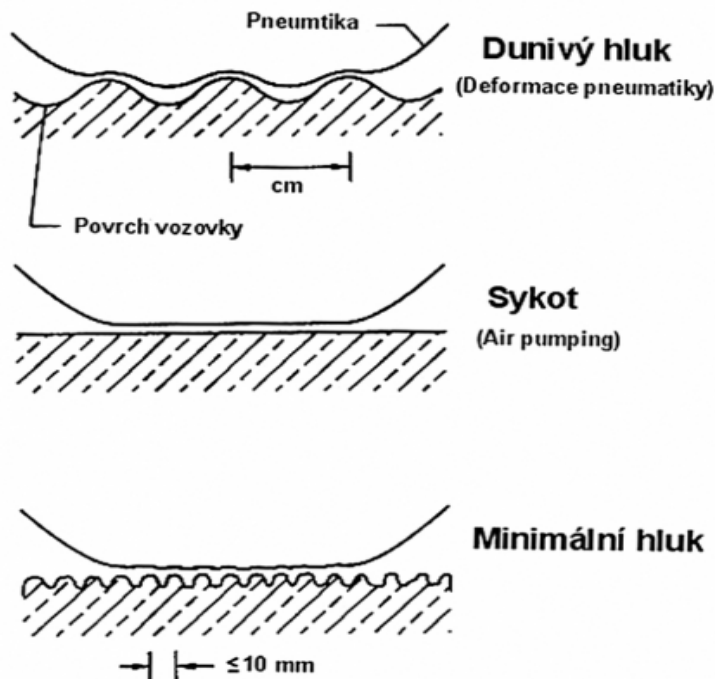
Míru hluku vznikajícího na povrchu komunikace nám určuje struktura vozovky a vzorek pneumatik. „Protihlukový“ povrch vozovky může teoreticky snížit hluk vznikající na vozovce o polovinu až tři čtvrtiny oproti běžnému asfaltovému povrchu. Optimálního snížení hluku je poté dosaženo použitím tichých pneumatik na protihlukové vozovce. Efekt snížení hluku na tichém povrchu se projeví zejména u komunikací, po nichž jezdí vozidla rychlostí nad 50 km/h. Při nižších rychlostech je více slyšet hluk motoru. (Eps, 2007)

4.1.1.2 Vznik hluku na styku pneumatika a vozovka

Vznik hluku na styku pneumatika – vozovka je způsoben kombinací fyzikálních procesů, které můžeme rozdělit do několika hlavních skupin:

- nárazy a otřesy mezi běhounem pneumatiky a povrchem vozovky
- aerodynamické procesy mezi běhounem pneumatiky a vozovkou a v běhounu pneumatiky
- adheze a drobné pohyby pryžového běhounu na povrchu vozovky

- vibrace pneumatiky



Obr. 1 Vliv makrotextury na hlučnost vznikající mezi pneumatikou a povrchem vozovky (silnice-zeleznice, 2010)

Povrch pneumatiky je tvořen dezénem skládající se z drobnějších prvků (bloků), které při odvalování vozovky narážejí do povrchu vozovky, což poté způsobuje jejich vibraci a následně pak vibraci celé pneumatiky. Vibraci pneumatiky také způsobuje pohyb dezénových bloků po povrchu vozovky. V kontaktní zóně pneumatika – vozovka se napětí v prvním běhounu snižuje a zvyšuje v závislosti na třecích mezi pneumatikou a povrchem vozovky. Při proklouznutí nastává „slip-stick“. Po opuštění kontaktní zóny se prvky běhounu prudce vrátí do původní velikosti. Rychlý pohyb bloků běhounu způsobuje radiální a tangenciální vibrace pneumatiky. (Silnice-zeleznice, 2012)

4.1.2 Hluk z železniční dopravy

Železniční doprava je řazena mezi druhy dopravy environmentálně velmi šetrné, nicméně je vysokým producentem hlukových emisí. Mezi zdroje hluku z železniční dopravy patří hluk sběrače, aerodynamický hluk, hluk hnacího stroje a hluk valivý. Význam uvedených složek se mění s rychlostí jízdy železničních vozidel, s mírným zjed-

nodušením lze říci, že u rychlostí do 60 km/h převažuje hluk trakce (tzn. hluk vycházející z pohonných jednotek), v pásmu 60 až 160 km/h má dominantní vliv hluk valení a při rychlostech nad 160 km/h je nejvýznamnějším aerodynamický hluk. Mezi další dílčí složky hlukové zátěže patří například hluk brzd, akustická sdělení rozhlasem, zvukové návěští související s provozováním drážní dopravy apod. Význam uvedených složek tvořících celkovou hlukovou emisí je závislý na celé řadě faktorů, mimo jiné na způsobu vedení trasy a intenzitě provozu. Nezanedbatelný, byť častokrát přeceňovaný, je podíl hlukových emisí, které plynou z použité konstrukce a technického stavu železničního svršku. Vzhledem k traťovým rychlostem na železniční síti v ČR má nejvyšší význam hluk valení, na nějž je třeba se zaměřit i při snaze o snížení hlukové zátěže obyvatelstva v okolí železničních tratí. Valivý hluk je vyvolán především stykem dotykové plochy kola s kolejnicí, dále pak vzniká ve všech místech v podvozku, kde se vlivem otáčení dvojkolí vyskytuje tření.

4.1.3 Hluk z letecké dopravy

Letecká doprava je zdrojem největšího dopravního hluku. Na druhou stranu můžeme říci, že letecká doprava neovlivňuje obyvatelstvo v takovém měřítku jako u silniční dopravy, při kterém je člověk ve styku denně. Trysková dopravní letadla, která se pohybují v letové hladině okolo 10 000m se na zemi hlukem vcelku rušivě neprojevuje. Ve větším měřítku jsou postiženi hlukem z letecké dopravy lidé, kteří bydlí ve velkých městech, jelikož letiště jsou stavěna v blízkosti velkých měst. Startující tryskové dopravní letadlo je zdrojem hluku cca 140 dB a právě do doby než nabere potřebnou výšku, zasáhne hlukem obyvatelstvo na velké ploše.

4.1.4 Vliv hluku na zdraví

Lékařské a statistické studie ukazují, že hluk má nepříznivý vliv na lidské zdraví. Sluch v první řadě slouží člověku především jako varovný systém. Organismus kvůli tomu reaguje na hluk jako na poplašný signál a spouští celou řadu mechanismů. Dochází například ke:

- zvýšení krevního tlaku
- zrychlení tepu

- stažení periferních cév
- zvýšení hladiny adrenalinu
- ztrátám hořčíku

Hluk má také poměrně velký vliv na psychiku člověka a často může způsobovat únavu, depresi, rozmrzelost, agresivitu, neochotu, zhoršení paměti, ztrátu pozornosti a celkové snížení výkonnosti. Dlouhodobé vystavování nadměrného hluku pak může způsobit hypertenzi (vysoký krevní tlak), poškození srdce včetně zvýšení rizika infarktu, snížení imunity organismu, chronickou únavu a nespavost. Všeobecně známým účinkem hluku na zdraví je poté pochopitelně poničení sluchu. K němu dochází buď při krátkodobém vystavení přesahujícím 130 dB (o něco větší hluk, než vydává startující letadlo), nebo častému a dlouhodobému vystavování hluku nad 85 dB (například 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. (Eps, 2007)

4.1.5 Opatření na snížení hluku v dopravě

Opatření na komunikacích jsou velmi různorodá, neboť postihují rozdílné vlivy dopravní infrastruktury na zdraví obyvatel a na životní prostředí. Komunikace představuje zdroj hluku při provozu dopravních prostředků.

4.1.5.1 Protihluková opatření

Protihlukové clony se zřizují za účelem ochrany zdraví obyvatel před účinky hluku. Cílem je snížení hluku z dopravy na pozemních komunikacích na hodnoty předepsané příslušnými hygienickými předpisy.

Jsou rozlišovány následující typy clon:

- protihlukové stěny – jedná se o typ clony, při níž nedochází o omezení, které vznik hluku snižuje, ale na druhou stranu snižuje šíření hluku do okolního prostředí. Tyto stěny můžeme použít mimo město a to ke snížení

šíření hluku do krajiny, ale také se používají kolem měst a snižují tak nežádoucí účinky na obyvatelstvo.

- stavby (domy, garáže) – snižují šíření hluku zejména ve městech a obcích
- zemní valy (přírodní nebo umělé) a pásy zeleně – tyto protihlukové clony můžeme rozlišit dle toho zda se nachází v extravilánu a nebo v intravilánu. V extravilánu může clona růst z okolní krajiny nebo je druhá možnost, že se naopak okolní vegetace může stávat její součástí. A v intravilánu tyto protihlukové stěny ovlivňují hlavně obyvatele, kteří žijí v jejím okolí. Například clony, které lemují zástavby rodinných domů, mohou působit na obyvatele velmi rušivě. Je pravda, že díky těmto clonám dochází ke snížení hluku, ovšem na druhé straně mohou bránit ve výhledu.

Správně dimenzovaná stěna může přinášet v průměru snížení hluku o cca 4 a více dB(A), v závislosti na podmínkách (geometrii) šíření dopravního hluku. K zajištění maximální akustické účinnosti se měly protihlukové stěny umísťovat co nejbližší ke zdroji hluku. Dále je žádoucí, aby charakter stěny vyloučil nežádoucí odrazy zvuku a aby stěna pokud možno splynula s prostředím. Zemní valy jsou oproti stěnám náročnější na půdorysnou plochu a vzhledem k větší vzdálenosti vrcholu svahu od komunikace mají i menší tlumící účinky. Osazení svahu zelení však může tyto účinky příznivě ovlivnit. Nevýhodou zemních valů je plošná náročnost. Pásy zeleně plní funkci bioklimatickou, hygienickou, architektonickou a estetickou. Při šíření hluku zelení dochází k jeho útlumu pohltivostí listů stromů i zemského povrchu a mnohonásobným rozptylem na kmelech a větvích. Zeleň podél komunikací pozitivně působí i na kvalitu ovzduší a zdraví obyvatel, neboť zachytává prachové částice a přeměňuje oxid uhličitý na kyslík fotosyntetickými procesy. (Adamec, 2008)

4.1.5.2 Nízkohlučné povrchy komunikací

Nízkohlučné povrchy mají významnou roli uvnitř obcí a měst, ve kterých často nelze vybudovat protihlukové stěny z důvodu nedostatečného prostoru, nutnosti zabezpečit příjezd nebo z estetických důvodů. Snižování hluku prostřednictvím povrchové vrstvy vozovky představuje reálné opatření na straně zdroje. Současně se každý silniční

povrch v průběhu svého využívání zhoršuje z důvodu poruch způsobených provozem vozidel, což může vést ke zvýšení hlučnosti až o 3 dB.

Na základě experimentálního měření hlučnosti povrchů metodou CPX (Close Proximity Method) byla v rámci tohoto projektu navrženo akustické hodnocení stavu vozovky třemi třídami stupně poškození:

- dobrý stav (+ 0 dB)
- přijatelný stav (+ 1 dB)
- nepřijatelný stav (+ 2 dB a více)

Z důvodu nedostatečně vyjasněného hodnocení hlučnosti jednotlivých povrchů, bylo rovněž definováno 5 tříd hlučnosti povrchu vozovky:

- o velmi hlučný (referenční povrch + 3dB a více)
- o hlučný (referenční povrch +1 až 2 dB)
- o normální (referenční povrch)
- o tichý (referenční -1 až 2 dB)
- o hluk snižující (referenční povrch -3 dB a více)

Referenčním povrchem je uvažován asfaltový beton s maximální zrnitostí kamenniva 11mm až 12mm nebo silniční povrch s podobně jemnou povrchovou strukturou. (Adamec, 2008)

4.2 Znečištění ovzduší z dopravy

Znečištění ovzduší z dopravy můžeme rozdělit podle toho, o jaký druh dopravy se jedná. Asi nejvíce škodlivin vzniká z dopravy silniční, zde se jedná o emise, ke kterému dochází zejména vlivem nedokonalého spalování směsi paliva motoru. Ale nejedná se pouze o výfukové plyny, také při otěru pneumatik s vozovkou či otěru brzd dochází k uvolňování škodlivých látek do ovzduší. Škodlivé látky uvolňující se z letecké či železniční dopravy do ovzduší, nemají tak velký vliv na znečišťování ovzduší jako u dopravy silniční. Například železniční doprava se na znečišťování ovzduší podílí především tzv. malými zdroji, tím se rozumí technologické objekty, které obsahují stacionární zařízení ke spalování paliv.

Zdroje emitující do ovzduší znečišťující látky jsou celostátně sledovány v rámci tzv. Registru emisí a zdrojů znečišťování ovzduší. Správou databáze registru emisí a zdrojů znečišťování ovzduší za celou Českou republiku je pověřen Český hydrometeorologický ústav. Bilance mobilních zdrojů znečišťování ovzduší zahrnuje emise ze silniční, železniční, letecké a vodní dopravy a dále emise z nesilničních zdrojů. (mzp, 2015)

Znečištění z dopravy vzniká zejména spalováním v motorech. Tímto způsobem vznikají oxidy dusíku (NO_x), oxid uhelnatý (CO) a z hlediska lidského zdraví zvláště nebezpečné prašné částice (PM). Ty jsou produktem nedokonalého hoření uhlovodíkových paliv, zejména nafty. Při nakládání s pohonnými hmotami se z nádrží automobilů a z nedokonale spáleného paliva uvolňují také prchavé organické látky (VOC). Z dopravy pochází i prašné znečištění vznikající z obrušování pneumatik a brzdového obložení (azbest) i vířením prachu z povrchu komunikací (tzv. sekundární znečištění). (vitejtenazemi, 2013)

4.2.1 Evropské emisní normy

V závislosti se zvyšováním ekologických požadavků a nároků na vývoj spalovacích motorů, Evropská unie zavedla pro spalovací motory emisní normy, které jsou závazné. Cílem zavedení emisních norem je průběžné snižování emisí dopravních prostředků společně se zaváděním norem přísnějších. Tyto normy upravují emise pevných částic, oxidů dusíku, oxidu uhelnatého a uhlovodíků. Evropské emisní normy musí dodržovat:

- Osobní a lehká nákladní vozidla
- Motocykly a mopedy
- Těžká nákladní vozidla a autobusy
- Mimosilniční stroje vyráběné v členských zemích EU

Název	Platnost	CO	HC	NO _x	HC+NO _x	PM
Dízeň						
Euro 1	od 1993	2,72	-	-	0,97	0,14
Euro 2	1996	1,0	-	-	0,9	0,10
Euro 3	2000	0,64	-	0,50	0,56	0,05
Euro 4	2005	0,50	-	0,25	0,30	0,025
Euro 5	2009	0,50	-	0,18	0,23	0,005
Euro 6 (návrh)	od září 2014	0,50	-	0,08	0,17	0,005
Benzin						
Euro 1	od 1993	2,72	-	-	0,97	-
Euro 2	1996	2,2	-	-	0,5	-
Euro 3	2000	1,3	0,20	0,15	-	-
Euro 4	2005	1,0	0,10	0,08	-	-
Euro 5	2009	1,0	0,075	0,06	-	0,005

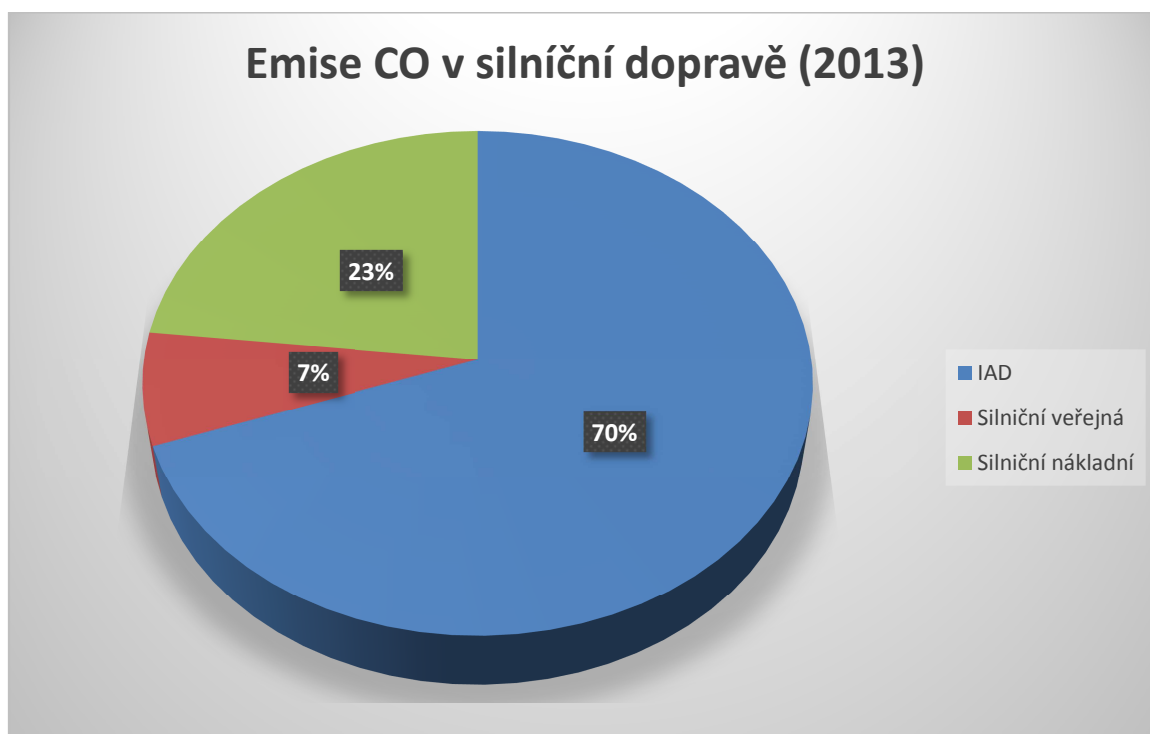
Tab. 1 Přehled emisních EURO norem pro osobní automobily [g/km] (Nazele-no,2015)

4.2.2 Emise ze spalovacích procesů

Mezi nejzávažnější škodliviny vznikající ze spalovacích procesů a negativně působící na naše zdraví, ovzduší a zejména na životní prostředí patří oxid uhelnatý (CO), oxidy dusíku (NO_x), těkavé organické látky (VOC) a v dnešní době velice sledované prašné částice (PM).

4.2.2.1 Oxid uhelnatý

Jedná se vesměs o procesy založené na spalování uhlíkatých paliv za nízké teploty a nedostatku spalovacího vzduchu (kyslíku), kdy nedochází k úplné oxidaci uhlovodíků na oxid uhličitý a vodní páru. Dalším důvodem emisí mohou být konstrukční chyby či závady na spalovacím zařízení. Důležitou roli hrají emise z motorů s vnitřním spalováním, přestože u moderních automobilů jsou díky katalyzátorům podstatně sníženy. V místech s intenzivním automobilovým provozem může koncentrace oxidu uhelnatého v ovzduší dosáhnout až k 100 mg.m⁻³. Emise oxidu uhelnatého z motorů jsou nejvyšší při volnoběhu a zejména v zimním období. (irz, 2015)

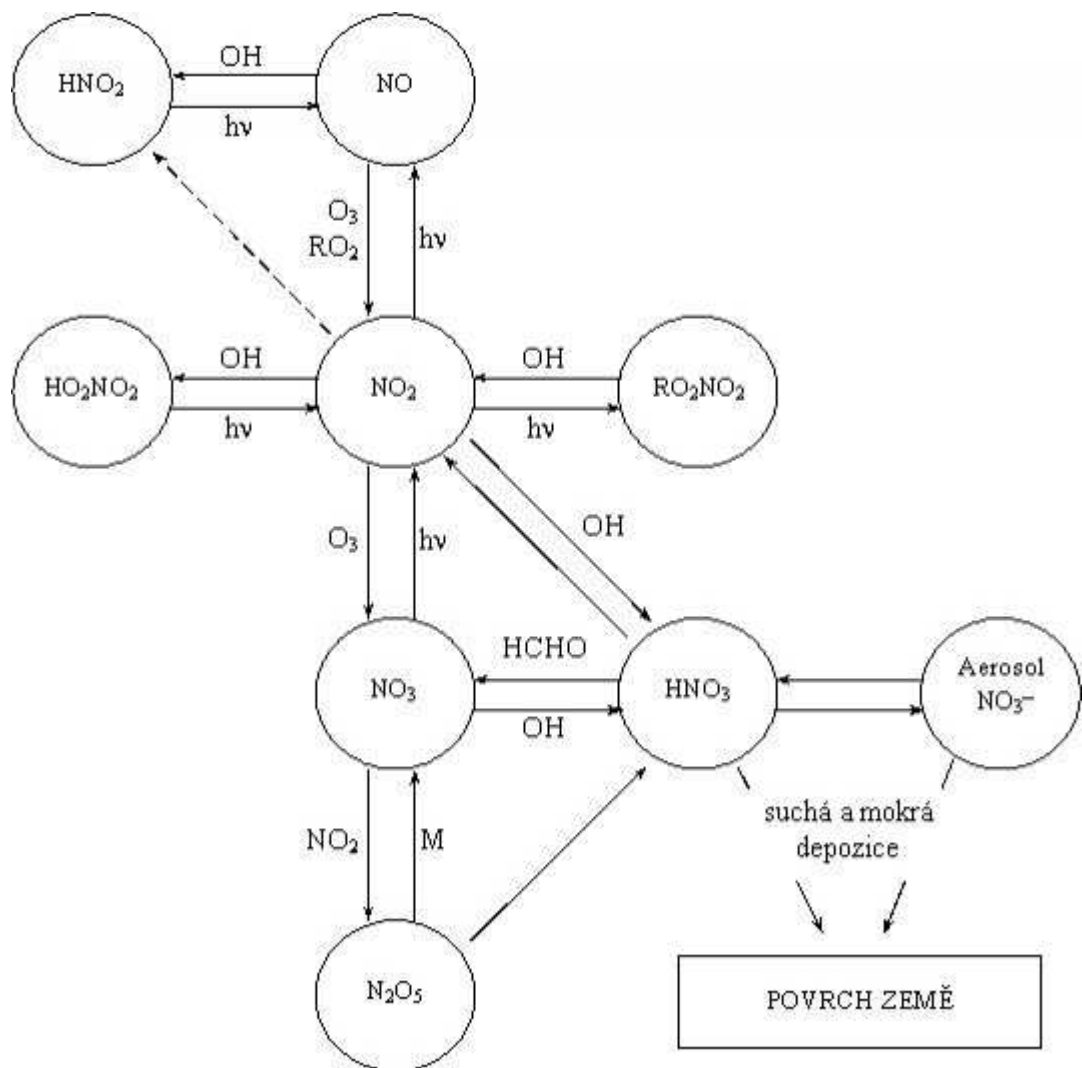


Obr. 2 Graf emisí CO v silniční dopravě v roce 2013 [%] (cdv, 2013)

Oxid uhelnatý v atmosféře reaguje fotochemickými reakcemi s jinými látkami, zejména s hydroxylovým radikálem, čímž se rozkládá, avšak na druhou stranu tyto reakce zvyšují koncentrace methanu a především škodlivého přízemního ozonu v ovzduší. Konečným produktem reakcí oxidu uhelnatého je oxid uhličitý. Doba setrvání oxidu uhelnatého v ovzduší se odhaduje na 36 – 110 dní. V konečném důsledku je možné oxid uhelnatý díky jeho přeměně na oxid uhličitý označit rovněž jako skleníkový plyn (tedy plyn přispívající k intenzifikaci skleníkového efektu a následně k oteplování planety). (irz, 2015)

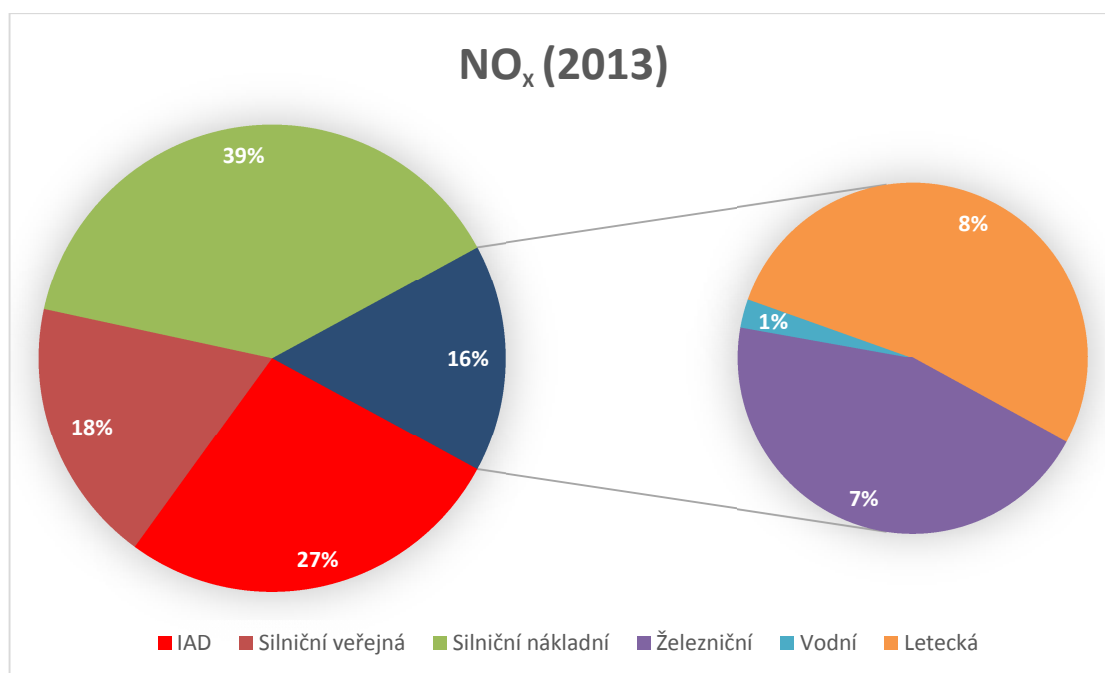
4.2.2.2 Oxidy dusíku

Oxidy dusíku označujeme NO_x a řadíme mezi ně oxid dusnatý (NO) a oxid dusičitý (NO_2). Oxidy dusíku patří v současné době k hlavním problémům znečišťování ovzduší. Důvodem je i to, že jsou součástí chemických reakcí vedoucích ke vzniku přízemního ozonu. Oxidy dusíku vznikají při spalovacích procesech z dusíku obsaženého ve vzduchu. Ve většině případů je emitován do ovzduší oxid dusnatý, který je transformován oxidací na oxid dusičitý. (vitejtenazemi, 2013)



Obr. 3 Schéma chemické přeměny oxidů dusíku v atmosféře (Warneck, 1988)

Největší vliv na životní prostředí a zdraví lidí mají z oxidů dusíku zejména oxid dusnatý (NO) a oxid dusičitý (NO₂). Mimo uvedený podíl na eutrofizaci krajiny mají oxidy dusíku také vliv na okyselování srážek, protože dokáží reagovat s vodními párami v atmosféře za vzniku kyseliny dusičné. Oxidy dusíku se podílí i na vzniku fotochemického smogu. (ucebnice3.enviregion, 2015)



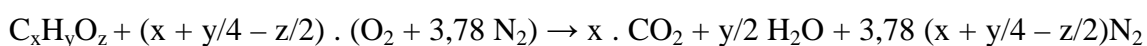
Obr.4 Graf emisí NO_x v dopravě v roce 2013 [%] (cdv, 2013)

4.2.2.3 Těkavé organické látky (VOC)

Těkavé organické látky (VOC) hrají důležitou úlohu v chemii ovzduší a tedy i v oxidační síle atmosféry, což ovlivňuje stav a kvalitu ovzduší. Spolu s oxidy dusíku se VOC významně podílí na procesu tvorby přízemního ozonu a dalších fotooxidačních znečišťujících látek. Přeměny a odbourávání VOC zpravidla začínají reakcí s hydroxylovým radikálem. Podle zákona o ochraně ovzduší je těkavou organickou látkou jakákoli organická sloučenina nebo směs organických sloučenin, s výjimkou metanu, která při 20 °C má tlak par 0,01 kPa nebo více, nebo má odpovídající těkavost za konkrétních podmínek jejího použití. (portal.chmi, 2013)

4.2.2.4 Vznik VOC v automobilové dopravě

Uhlovodíky v automobilových palivech se spalují na oxid uhličitý a vodu, při dokonalém spálení. Spalování probíhá podle stechiometrické rovnice:

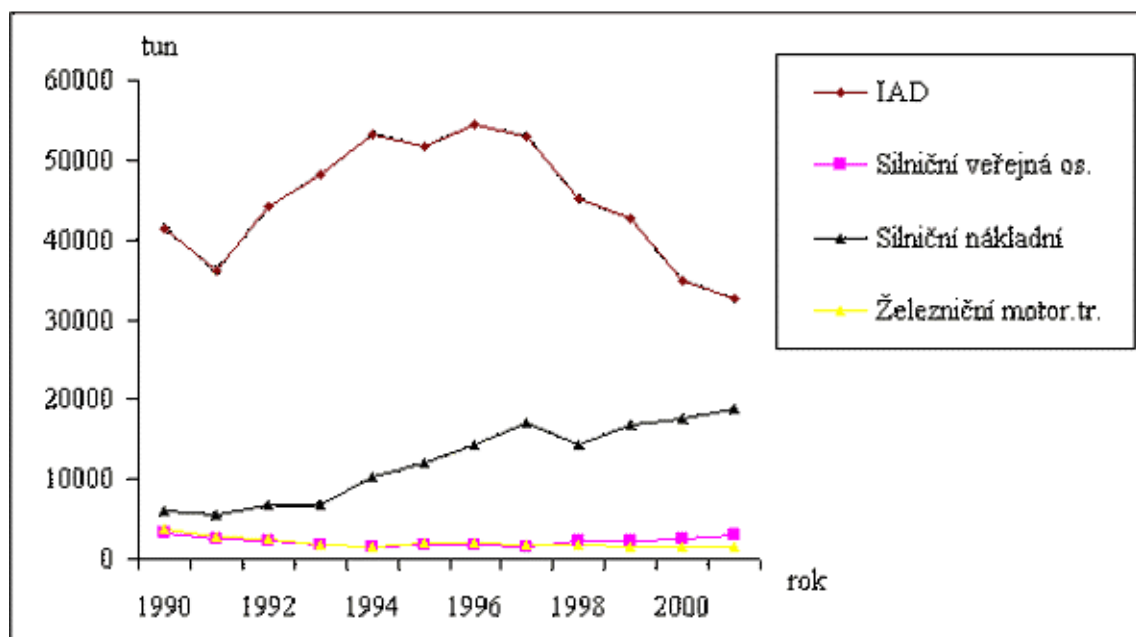


(tresen.vscht, 2007)

V praxi mají spalované směsi více či méně odlišné složení od stechiometrického složení. Množství vzduchu pro spalování lze vyjádřit poměrem různých veličin jako jsou hmotnostní nebo objemový směšovací poměr. Množství škodlivin a jejich zastoupení ve výfukových plynech závisí na typu motoru, druhu použitého paliva, na režimu a seřízení motoru a na dalších podmínkách. Světové odhadované emise VOC při provozu pístových spalovacích motorů se pohybují v desítkách milionů tun ročně. Dle různých výzkumů se diesellové motory podílejí na emisích VOC přibližně v rozsahu 17-18 %, benzínové motory 67-72 % a odpařením pohonných hmot se dostává do ovzduší 12-14 % volatilních uhlovodíků. (tresen.vscht, 2007)

Tab. 2 *Produkce VOC jednotlivými druhy dopravy (t) (CDV, 2001)*

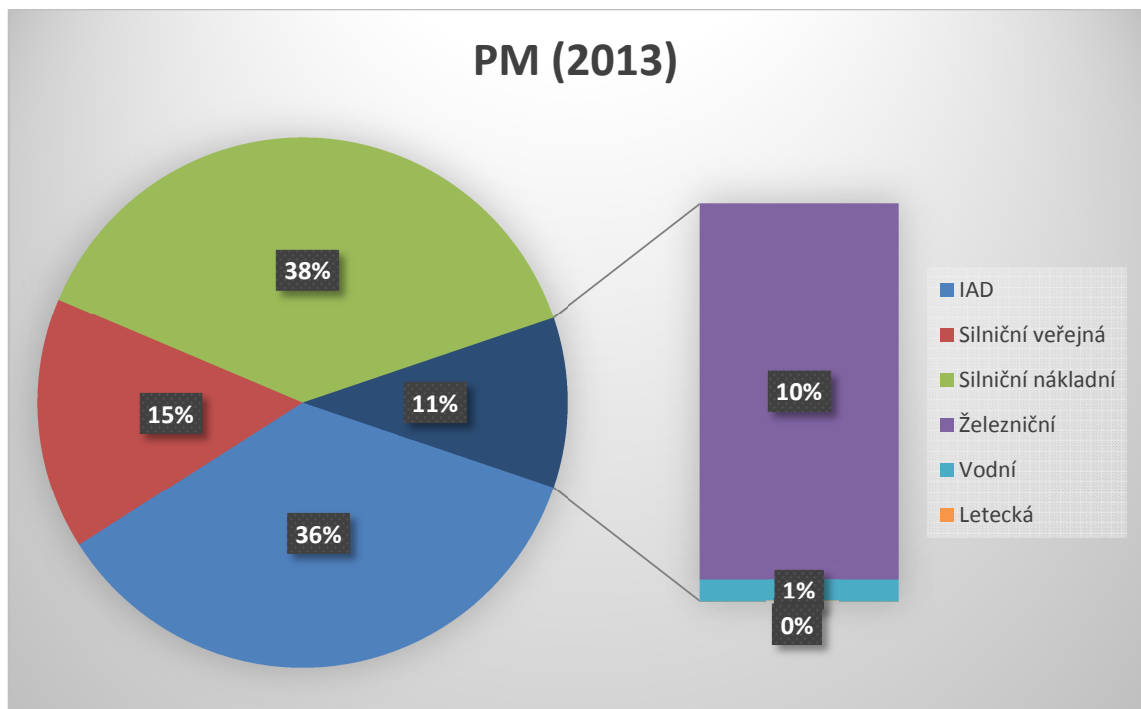
Druh dopravy	Rok											
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
IAD	41400	36200	44300	48100	53100	51800	54600	52900	45200	42600	34800	32700
Silniční veřejná os.	3300	2400	2200	1800	1500	1700	1700	1500	2300	2300	2600	3800
Silniční nákladní	6000	5500	6800	6700	10200	12100	14400	17100	14300	16800	17600	18800
MHD autobusy	1400	1100	1200	1100	900	1200	1400	1400	1500	1700	1900	2000
Železniční motor.trakce	3800	2700	2300	1700	1400	2000	2100	1700	1800	1600	1400	1600
Vodní	400	300	360	200	200	300	300	200	200	200	200	200
Letecká	700	700	800	600	500	600	400	500	500	500	500	500
Doprava celkem	57000	48900	58100	60200	67800	69700	74900	75300	65800	65700	59000	58800



Obr. 5 *Produkce VOC jednotlivými druhy dopravy (t) (CDV, 2001)*

4.2.2.5 Prašné částice

Mezi jedny z nejnebezpečnějších škodlivin v ovzduší ze zdravotního hlediska patří prašné částice – PM (zkratka PM pochází z angl. Particulate matter). Jejich hlavním zdrojem jsou spalovací procesy. Prašné částice jsou tak malé, že jsou běžně unášeny vzduchem. Dle velikosti v mikrometrech (1 μm je tisíckrát menší než milimetr) je rozlišujeme na $\text{PM}_{1,0}$, $\text{PM}_{2,5}$, PM_{10} a nazýváme je frakce. Ty největší dosahují průměru asi jedné desetiny tloušťky lidského vlasu. Jejich vdechování způsobuje poškození oběhového a dýchacího systému. Nejrizikovější jsou jemné částice frakce $\text{PM}_{1,0}$ a $\text{PM}_{2,5}$, které pronikají až do plicních sklípků, kde se usazují. Negativní účinky prašných částic jsou zesíleny existencí dalších znečišťujících látek na jejich povrchu. Vážou se na ně především těžké kovy, které jsou pro lidský organismus karcinogenní, tj. přispívají ke vzniku rakoviny. (vitejtenazemi, 2013)



Obr. 6 Graf emisí PM v dopravě v roce 2013 [%] (cdv, 2013)

Dvě třetiny částic z aut vyprodukuje diesellové motory. Diesellový motor sice ušetří oproti benzínovému 25-30% paliva, což má kladný vliv na emise CO_2 a vznik skleníkového efektu, jenomže dokáže vyprodukovat sto násobně větší množství prachových čás-

tic oproti benzínovému motoru s katalyzátorem. V tomto hledisku je diesel vážnou hrozbou pro zdraví lidí. (Eps, 2007)

4.2.3 Emise z otěrů pneumatik a brzd

V dnešní době když se řekne emise z dopravy, tak většina obyvatelstva si dokáže představit emise z výfuků automobilů. I když plyny a jemný prach nelze okem moc vidět, tak téměř každý si pod slovem emise z dopravy představí dým linoucí se za výfukem automobilu. Ovšem v našem ovzduší poletuje kromě emisí z výfuků i velké množství jemného prachu, které vzniká otěrem z povrchu vozovek odvalováním pneumatik, otěrem pneumatik, ale také otěrem brzdových obložení, brzdových bubnů a kotoučů a brzdových destiček.

4.2.3.1 Emise z otěrů pneumatik

Při samotném provozování pneumatik dochází vlivem opotřebování ke zmenšení hmotnosti pneumatiky až o 1,5 kg během její životnosti. Nevhodným rozjížděním a příliš prudkým brzděním dochází ke zvýšenému otěru pneumatiky o vozovku a vzniku charakteristických rozjezdových, smykových nebo brzdných stop. To ovšem není všechno, převážná většina hmotnosti pneumatiky se otíráním přeměňuje do formy prachových částic o různé velikosti. S rostoucí rychlostí vozidla vzniká z pneumatik více částic a rychlost vozidla ovlivňuje též velikostní rozložení těchto částic. Bylo zjištěno, že při ujetí 1 km dochází k otěru asi 100 mg pneumatiky u osobních automobilů, 50 mg u motocyklů, 200 až 700 mg u tahačů, autobusů a těžkých nákladních automobilů a více než 1400 mg u kamionů. (enviweb, 2013)

Složení pneumatiky napovídá, jaké mikroskopické částice látek jsou pak v ovzduší obsaženy. Pneumatika je složena:

- ✚ ze 40 % z přírodní pryže
- ✚ 30 % butadien-styrenového kaučuku
- ✚ 20 % butadienového kaučuku
- ✚ 10 % butylkaučuku a halogenového butylkaučuku

✚ 1 % zinku

Obsahuje samozřejmě i další kovy: arzén 0,8 mg/kg, hliník 81–420 mg/kg, kadmium 0,28–5 mg/kg, kobalt 0,9–25 mg/kg, chrom 0,4–10 mg/kg, nikl 1–50 mg/kg, olovo 1–160 mg/kg. Velký obsah zinku (až 10 000 mg/kg) v pneumatice slouží k využití zinku jako snadného stopovače otěrů pneumatik. V pneumatikách se nachází i aromatický uhlovodík (benzo(a)pyren), který je karcinogenní a jehož koncentrace je v mikročásticích z pneumatik až 4 mg/kg. (enviweb, 2013)

4.2.3.2 Emise z otěrů brzd

Provozem automobilů se také obroušují a otírají brzdové destičky, brzdové kotouče a brzdové bubny. Specifický otěr brzdového obložení na 1 km je pro osobní automobily 10 až 20 mg/km, pro lehké nákladní automobily asi 50 až 80 mg/km. Asi 80 až 90 % je emitováno jako mikročástice menší než 10 mikrometrů a z toho je přes polovinu částic menších než 2,5 mikrometru. Vlivem vysokých teplot tvoří značnou část velikostního spektra i nejmenší částice pod 100 nanometrů. (ekolist, 2011)



Obr. 7 Obroušená kotoučová brzda (ekolist 2011)

Co vlastně člověk může dýchat z otěrů brzdového obložení? Původní materiál brzdových obložení obsahuje fenol-formaldehydové pryskyřice jako pojivo, vlákna, která jsou kovová, minerální, keramická nebo na bázi polyamidů, dále plniva, jako jsou sírany baria a antimonu, kaolín, oxidy hořčíku, oxidy chromu a kovové prášky. Nejčastějším modifikátorem je grafit, kov nebo organická sloučenina. V brzdovém obložení bývá 5 až 15 % mědi a tomu také odpovídají i její značné emise. Vysoká teplota vznika-

jící při brzdění třením přepracovává původní složení organických materiálů a je odpovědná za zvýšené koncentrace mutagenních a karcinogenních polycyklických aromatických uhlovodíků v prachových částicích. Benzo(a)pyren v otěrech brzd tvoří asi 0,7 mg/kg, benzo(b)fluoranten 0,4 mg/kg a benzo(k)fluoranten asi 0,6 mg/kg. (ekolist, 2011)

5 MOŽNOSTI SNÍŽENÍ EMISÍ V DOPRAVĚ

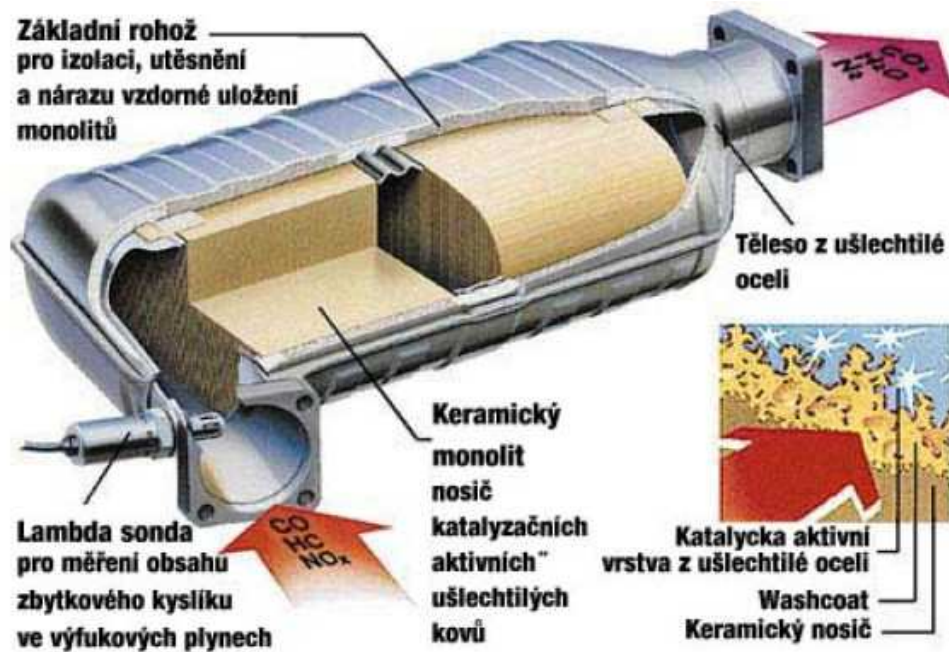
V oblasti vlivů dopravy na zdraví a životní prostředí je prvořadým úkolem přijmout taková opatření, která by tyto vlivy eliminovala nebo alespoň zmírnila. Je nutné si uvědomit, že negativní dopady dopravy jsou výsledkem chování lidí a jejich každodenního rozhodování o tom, zda podniknou příslušnou cestu, s jakým cílem, jakým druhem dopravy a jakou trasou. (Adamec, 2008)

V dnešní době máme už mnoho možností jak snížit emise v dopravě. Jelikož silniční doprava patří do kategorie, které produkují velké množství emisí, tak i dopravní politika se zaměřuje hlavně do této oblasti. Asi největšími možnostmi ke snížení emisí jsou zařízení pro úpravu spalin, jinak řečeno katalyzátory, které se snaží snížit chemickou reakcí produkci nežádoucích látek ve výfukových látkách na minimum. Další dnes rozvíjející se možností je využívání alternativních paliv, jako jsou LPG, CNG, vodík a biopaliva. A v neposlední řadě také podpora druhů dopravy, které jsou šetrné k životnímu prostředí.

5.1 Zařízení pro úpravu spalin

Snížování emisí škodlivin vozidel je dosahováno zlepšováním spalovacího procesu a zejména zařízeními pro úpravu spalin a tím jsou katalyzátory. První vozidla s katalyzátorem se na silnicích začala objevovat v roce 1975. V současnosti jsou benzínová vozidla vybavena třicestným katalyzátorem obsahujícím oxidační a redukční část. Naftová osobní vozidla jsou vybavena pouze oxidačním katalyzátorem. (Adamec, 2008)

Katalyzátor je zařízení, které je umístěné co nejbližší za motor s cílem snížit chemickou reakcí produkci škodlivých látek ve výfukových plynech na minimum. Vrstva platiny umožňuje oxidaci oxidu uhelnatého a uhlovodíků na oxid uhličitý a vodu, vrstva rhodia slouží k redukci oxidů dusíku na dusík. Nevýhoda katalyzátoru je ta, že začíná optimálně fungovat až po zahřátí motoru, při jízdách na vzdálenost několika málo kilometrů je tedy neúčinný. Dříve se používali katalyzátory neřízené, ovšem současná řešení s řízeným katalyzátorem jsou mnohem účinnější díky elektronické řídicí jednotce, která zajišťuje chemicky optimální poměr paliva a kyslíku. (eps, 2007)



Obr. 8 Třícestný katalyzátor s lambda sondou (old.vscht, 2015)

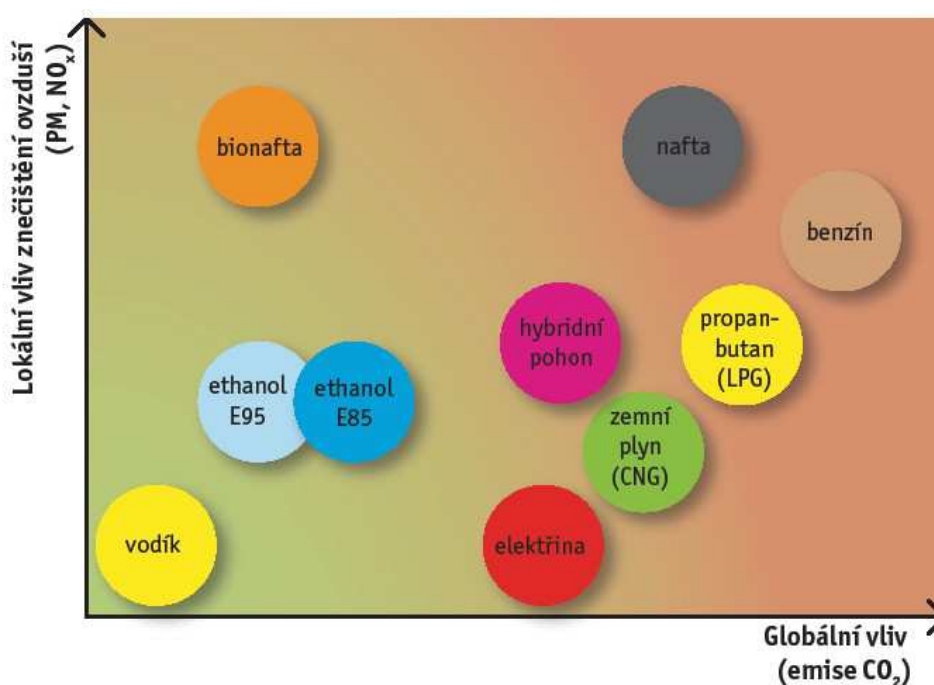
5.2 Podpora druhů dopravy šetrných k životnímu prostředí

Záměrem dopravní politiky je podpora dopravních systémů šetrnějších k životnímu prostředí. Účelem je přesunutí části nákladní dopravy ze silnice na železnici a vodu, tj. podněcení rozvoje kombinované dopravy, která je více ohleduplnější k životnímu prostředí než silniční nákladní doprava. Úspora energie u kombinované dopravy je vyčíslována především úsporou ve spotřebě nafty, což představuje u podsystemu silnice – železnice úsporu o 30 – 80 % oproti dopravě silniční. Množství emisí produkovaných silniční dopravou je podstatně vyšší než produkce emisí železniční dopravou – motorovou trakcí.

5.3 Alternativní paliva

Valná většina automobilů dnes využívá ke svému pohonu motory spalující benzín nebo naftu. Tato paliva se vyrábějí z ropy a jejich spalováním vzniká velké množství různých druhů škodlivin. Existují dnes i jiné možnosti, jak pohánět dopravní prostředky. Jedním ze způsobů, jak dosáhnout ekologičtějšího provozu a menší zátěže životního prostředí, je používání alternativních paliv. Alternativní paliva můžeme rozdělit na plynná (LPG, CNG, vodík) a kapalná (biopaliva a jejich směsi). Způsob jejich získávání

a zejména jejich vlastností, mající příznivý vliv na proces spalování a škodlivost jeho produktů – emisí, je předurčují k tomu být palivy budoucnosti. Jejich největší výhoda je založena na tom, že nepředstavují, až na výjimky, změnu technologie pohonu. Pomocí malých úprav klasického spalovacího motoru, nebo dodatečnou instalací některých prvků, lze docela jednoduše dosáhnout omezení limitovaných emisí, jako jsou oxid uhelnatý (CO), uhlovodíky, oxidy dusíky (NO_x), pevné částice (PM), dalších znečišťujících látek (např. polyaromatické uhlovodíky – PAU) a skleníkových plynů. Proto je podpora alternativních paliv jedním z pilířů udržitelné dopravy směřující k ekologicky i ekonomicky výhodnějším řešením. (vitejtenazemi, 2013)

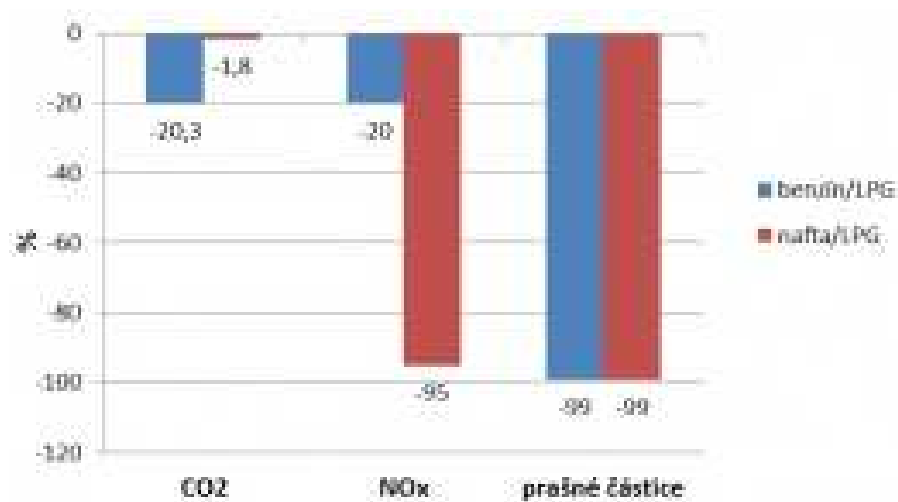


Obr. 9 Srovnání alternativních paliv (vitejtenazemi, 2013)

5.3.1 LPG (zkapalněný propan butan)

Zkapalněný ropný plyn je tvořen směsí lehkých kovářů převážně se třemi až čtyřmi atomy uhlíku v molekule (propan a butan). Pokud je LPG v kapalném stavu, je to bezbarvá, snadno těkající kapalina. Zkapalněné ropné plyny jsou doprovodným produktem, který vzniká při těžbě ropy, kromě toho vznikají v jednotlivých technologických procesech při jejím zpracování. I tak je LPG řazen mezi alternativní paliva. LPG je v dnešní době nejrozšířenějším představitelem plyných motorových paliv. Používá se při spalo-

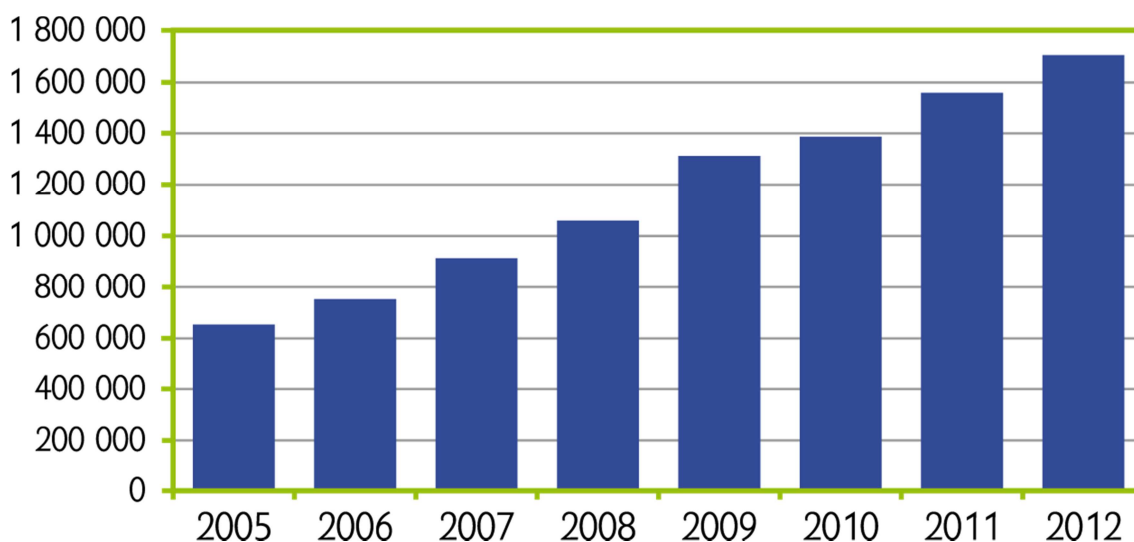
vání v zážehových motorech, které je důležité pro provoz na plyn speciálně upravit. Jeho výhodou je oproti benzínu výrazně nižší cena a hlavně čistší provoz. Emise oxidů dusíku (NO_x) a oxidu uhličitého (CO_2) jsou oproti benzínu cca o 20 % nižší. Podíl nespálených uhlovodíků ve výfukových plynech je zhruba poloviční a emise oxidu uhelnatého (CO) a prašných částic jsou u LPG prakticky nulové. (vitejtenazemi, 2013)



Obr. 10 Porovnání emisí výfukových plynů ze spalování benzínu, nafty a LPG (%) (lpg, 2007)

5.3.2 CNG (stlačený zemní plyn)

Z více než 90 % je tvořen metanem a produkce škodlivých látek při spalování zemního plynu je nejnižší ze všech paliv – prakticky se tvoří pouze oxid uhličitý a voda. Vznik oxidu uhličitého je navíc oproti benzínovému pohonu pětina, což znamená mnohem menší příspěvek ke skleníkovému efektu a klimatickým změnám. Provoz na zemní plyn se také vyznačuje nižším hlukem. (eps, 2007)



Obr. 11 *Nárůst vozidel CNG v Evropě* (aspell, 2013)

5.3.3 LNG (zkapalněný zemní plyn)

Jedná se o zkapalněný zemní plyn o obsahu 90 – 100 % (se zbytky etanu, propanu, vyšších uhlovodíků, dusíku), který je zchlazen na $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$ při atmosférickém tlaku. Zkapalněný zemní plyn je studená, namodralá, průzračná kapalina bez zápachu, nekorozivní, netoxická a s malou viskozitou. Zkapalněný zemní plyn má zhruba 600 x menší objem než plynný zemní plyn. Zápalná teplota LNG je $540\text{ }^{\circ}\text{C}$. Je to vysoce čisté palivo s minimem škodlivých emisí. (kfch.upce, 2015)

5.3.4 Bionafta

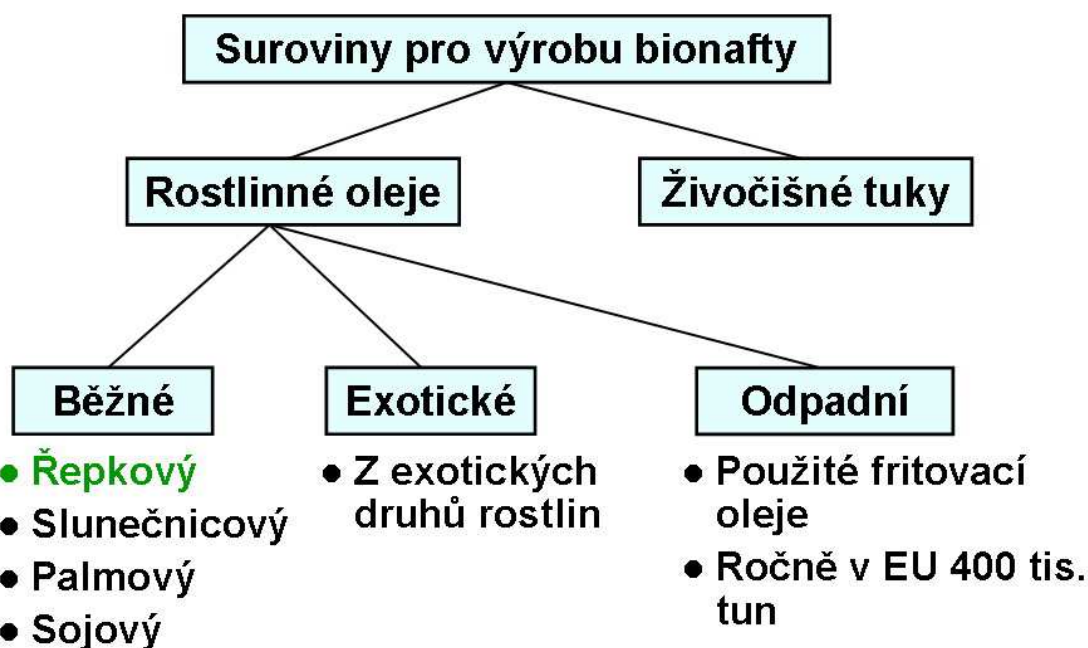
Bionafta se používá jako náhrada za ropná paliva pro vznětové motory (diesely). Slovem bionafta označujeme nízkomolekulární estery vyšších mastných kyselin s nízkomolekulárním alkoholem. Hlavními výhodami bionafty je hlavně její obnovitelnost, vynikající biologická odbouratelnost (za 28 dnů je degradováno 95 % bionafty oproti 40 % ropné nafty), nízký obsah emisí a vysoká mazací schopnost. Čistá bionafta je netoxické palivo, které neobsahuje síru, polyaromatické látky ani halogeny. Poskytuje nulový efekt oxidu uhličitého, protože všechnu uhlík obsažený v biomase byl do ní vázán fotosynteticky při růstu rostlin.

5.3.4.1 Výroba bionafty

Výroba bionafty se dá považovat za bezodpadovou technologii, protože všechny vedlejší produkty se dají dále využít. Surovinou používanou pro výrobu bionafty jsou olejnaté plodiny. Ve světě převládá olej ze sóji, mezi dalšími pak palmový olej, olej ze slunečnice a řepky. Nejčastějším způsobem výroby bionafty je transesterifikace olejů nízkomolekulárním alkoholem za homogenní katalýzy. Jako alkohol se nejvíce používá methanol, popřípadě ethanol. Transesterifikace se provádí za homogenní bazické katalýzy (KOH, NaOH), ale je možné použít jako katalyzátor i kyselinu (nejčastěji H_2SO_4). Nejdůležitějšími parametry pro reakci jsou:

- ❖ molární poměr methanol/olej
- ❖ typ a množství katalyzátoru
- ❖ teplota a čas reakce
- ❖ intenzita míchání
- ❖ složení vstupního rostlinného oleje

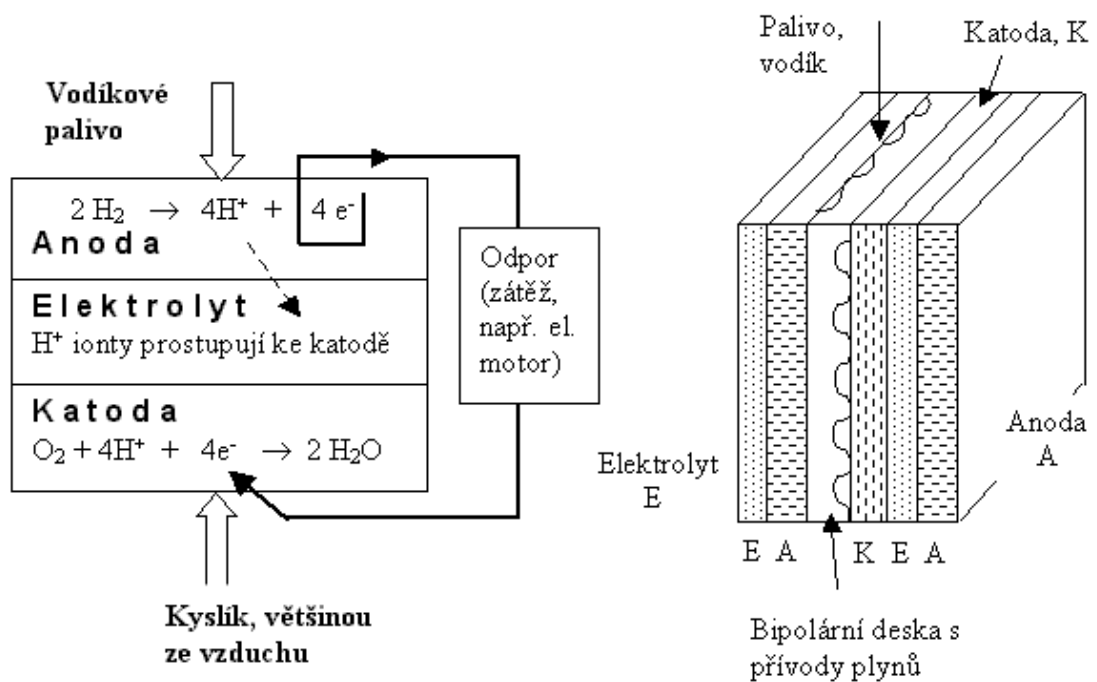
(kfch.upce, 2015)



Obr. 12 Suroviny pro výrobu bionafty (kfch.upce, 2015)

5.3.5 Vodíkové palivové články

Další alternativou v dopravě je použití palivových článků. Jejich největší výhodou jsou velmi nízké emise. Problémem u vodíku je jeho dostupnost. Vodík se totiž v přírodě běžně nevyskytuje. Je vyráběn buď z fosilních paliv nebo pomocí elektrolýzy. Elektrolýza má účinnost jen 80 % a palivové články cca 50 % - celkem je tedy účinnost 40 %. (elektromobil.vseznamu, 2010)



Obr. 13 Schéma vodíkového palivového článku a možné schéma uspořádání soustavy palivových článků spojovaných tzv. bipolárními deskami s oddělenými přívody paliva a kyslíku. (tzb-info, 2004)

6 ZÁVĚR

Je jisté, že doprava a to zejména doprava automobilová má obrovský vliv na životní prostředí. Vypracováním této práce bylo zjištěno, co nejvíce škodí životnímu prostředí a také našemu zdraví. Položili jsme si zásadní otázku, jak s touto problematikou bojovat a zda jsou nějaké možnosti pro snížení škodlivých látek, které ničí naše životní prostředí. Ano, určitě dnes již existuje mnoho různých východisek, se kterými jsme se mohli setkat v závěru naší práce. Mě osobně nejvíce zaujalo, automobily poháněné alternativními palivy. Této problematice je v dnešní době věnovaná obrovská pozornost. Je také velice pozitivní, že každé nově vyrobené vozidlo, které se potom dostává na trh, musí splňovat normu, která se týká množství škodlivin ve výfukových plynech. Normy Evropské unie ohledně emisí se označují u osobních vozidel jako Euro 1, Euro 2, Euro 3, atd. a u nákladních aut se označují jako Euro I, Euro II, Euro III, atd. Tyto limity stanovují maximální hodnoty pro emise oxidu uhelnatého, oxidů dusíku a prachových částic.

Ovšem asi to nejdůležitější je, že každý člověk může z pohledu dopravy pomoci ke zlepšení životního prostředí. Je mnoho možností, mezi ty nejzákladnější patří, využití městské hromadné dopravy a integrovaného dopravního systému nebo jen prostě začít jezdit na kole či jít pěšky.

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ADAMEC, Vladimír a kol. *Doprava, zdraví a životní prostředí*. Praha: Grada, 2008, 160 s. ISBN 978-80-247-2156-9.

WARNECK PETER *Chemistry of Natural Atmosphere*. Mishawaka: Academic Press, 1988, 757 s. ISBN 978-01-273-5630-3.

Znečištění ovzduší dopravy [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí. [cit. 16.4.2017]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/znecesteni_ovzdusi_dopravy

Znečištění ovzduší z dopravy [online]. ČR: Cenia. [cit. 20.4.2017]. Dostupné z: http://vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=znecesteni_ovzdusi_z_dopravy&site=doprava

Oxid uhelnatý [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí. [cit. 10.2.2017]. Dostupné z: http://www.irz.cz/repository/latky/oxid_uhelnaty.pdf

Centrum dopravního výzkumu [online]. Brno: v.v.i. [cit. 20.4.2017]. Dostupné z: <http://www.cdv.cz>

Znečišťující látky [online]. ČR: Ovzduší. [cit. 15.5.2017]. Dostupné z: <http://ucebnice3.enviregion.cz/ovzdusi/znecestujici-latky/oxidy-dusiku>

Látky bez imisního limitu [online]. ČR: Český hydrometeorologický ústav. [cit. 20.4.2017]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/13groc/gr13cz/IV9_bezLV_CZ.html

BENDL Jiří *To byste nevěřili, kolik emisí z otěrů pneumatik, asfaltu a brzd dýcháme*. ČR: Ekolist, 2011, ISSN 1802-9019.

Ovzduší [online]. ČR: Doprava. [cit. 28.3.2017]. Dostupné z: <http://old.vscht.cz/uchop/velebudice/ovzdusi/doprava.htm>

LPG [online]. ČR: Výhody LPG. [cit. 20.4.2017]. Dostupné z: <http://www.lpg.cz/vyhodylpg/index.php>

CNG [online]. ČR: Compressed Natural Gas. [cit. 20.4.2017]. Dostupné z: <http://www.aspell.cz/cs/cng/uvod/>

Věda a výzkum [online]. ČR: Bionafta. [cit. 5.3.2017]. Dostupné z: http://kfch.upce.cz/htmls/vedecka_cinnost_bionafta.htm

Alternativy ekologické silniční dopravy [online]. ČR: Palivové články – vodík. [cit. 18.4.2017]. Dostupné z: <http://elektromobil.vseznamu.cz/alternativy-ekologicke-silnini-dopravy/vozidla-na-vodik>

LUXEMBURK František *Snižování hluku možnými úpravami ohrusné vrstvy vozovky.*
ČR: Media, 2010, ISSN 1803 - 8441