

UNIVERZITA PARDUBICE
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2014

Jan Hanuš

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Porovnání jednotlivých druhů dopravy vzhledem k vlivu na životní prostředí
Jan Hanuš

Bakalářská práce
2014

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jan Hanuš**
Osobní číslo: **D10560**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Dopravní prostředky: Silniční vozidla**
Název tématu: **Porovnání jednotlivých druhů dopravy vzhledem k vlivu na životní prostředí**
Zadávací katedra: **Katedra dopravních prostředků a diagnostiky**

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

Úvod
Charakteristika jednotlivých druhů dopravy
Negativní vlivy dopravy na životní prostředí
Porovnání jednotlivých druhů dopravy
Výhled do budoucnosti
Závěr

Rozsah grafických prací: **podle pokynů vedoucího práce**
Rozsah pracovní zprávy: **30 - 40 stran textu a přílohy**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**
Seznam odborné literatury:

Široký, Jaromír a kol. Základy technologie a řízení dopravy. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2005. ISBN 80-85630-29-9.

Škapa, P. Vliv dopravy na životní prostředí. 1.vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2000. 126 s. ISBN 80-7078-805-4


Miroslav Patrik. Doprava, životní prostředí a politika (sborník názorů na věc), Brno 1993, ISBN 80-901339-2-4

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Petr Jilek, DiS.**
Katedra dopravních prostředků a diagnostiky

Datum zadání bakalářské práce: **21. února 2014**
Termín odevzdání bakalářské práce: **31. května 2014**


prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.
děkan

L.S.


doc. Ing. Miroslav Tesař, CSc.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 21. února 2014

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

Ve Skuhrově nad Bělou dne 28. 8. 2014

Jan Hanuš

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce, panu Ing. Petru Jilkovi. Dále bych také rád poděkoval své rodině, přítelkyni a přátelům za podporu, kterou mi projevovali během celé doby studia.

ANOTACE

Tato práce je zaměřena na vliv dopravy na životní prostředí. V první části práce jsou stručně představeny jednotlivé druhy dopravy a možné vlivy na životní prostředí. Druhá část se zabývá vlastním porovnáním jednotlivých druhů dopravy vzhledem k jejich vlivu na životní prostředí v ČR.

KLÍČOVÁ SLOVA

doprava, životní prostředí, emise, hluk, zabor půdy, nehody

TITLE

Comparison of particular types of transport due to environmental impact

ANNOTATION

This work is focused on the impact of transport on the environment. The first part of the thesis briefly introduce the various types of transport and the potential impacts on the environment. The second part deal with own comparison of particular types of transport due to environmental impact in the Czech Republic.

KEYWORDS

transport, environmental, emissions, noise, land appropriation, accidents

OBSAH

ÚVOD.....	9
1 Charakteristika jednotlivých druhů dopravy.....	10
1.1 Definice pojmu doprava.....	10
1.2 Historie dopravy.....	10
1.3 Silniční doprava.....	11
1.3.1 Charakteristika silniční dopravy.....	11
1.3.2 Pozemní komunikace.....	12
1.3.3 Silniční vozidla.....	12
1.4 Železniční doprava.....	13
1.4.1 Charakteristika železniční dopravy.....	13
1.4.2 Železniční tratě a stanice.....	13
1.4.3 Železniční vozy.....	14
1.5 Letecká doprava.....	15
1.5.1 Charakteristika letecké dopravy.....	15
1.5.2 Letecká dopravní cesta.....	16
1.5.3 Letadla.....	16
1.6 Vodní doprava.....	17
1.6.1 Charakteristika vodní dopravy.....	17
1.6.2 Vodní cesty.....	18
1.6.3 Plavidla.....	18
1.7 MHD.....	19
2 Negativní vlivy dopravy na životní prostředí.....	20
2.1 Emise.....	20
2.1.1 Oxid uhličitý CO ₂	20
2.1.2 Oxid uhelnatý CO.....	20
2.1.3 Oxidy dusíku NO _x	21
2.1.4 Oxidy siřičitý SO ₂	21
2.1.5 Uhlovodíky HC.....	21
2.1.6 Pevné částice (PM).....	22
2.2 Hluk a vibrace.....	23
2.2.1 Hluk.....	23
2.2.2 Vibrace.....	24
2.3 Zábor půdy.....	24
2.4 Dopravní nehody.....	25
2.5 Odpady.....	25
3 Porovnání jednotlivých druhů dopravy.....	27
3.1 Porovnání emisí v dopravě.....	27
3.1.1 Emise ze silniční dopravy.....	27
3.1.2 Emise ze železniční dopravy.....	27
3.1.3 Emise z letecké dopravy.....	29
3.1.4 Emise ve vodní dopravě.....	29
3.1.5 Emise z MHD.....	29
3.1.6 Celkové porovnání emisí z jednotlivých druhů dopravy.....	29

3.2	Porovnání hluku a vibrací v dopravě	31
3.2.1	Hluk v silniční dopravě.....	31
3.2.2	Hluk v železniční dopravě	32
3.2.3	Hluk v letecké dopravě	33
3.2.4	Hluk z vodní dopravy	33
3.2.5	Hluk z MHD	33
3.2.6	Celkové porovnání hluku z jednotlivých druhů dopravy.....	34
3.3	Porovnání záborů půdy v dopravě.....	34
3.3.1	Zábor půdy silniční dopravou	34
3.3.2	Zábor půdy železniční dopravou.....	35
3.3.3	Zábor půdy leteckou dopravou	35
3.3.4	Zábor půdy vodní dopravou.....	36
3.3.5	Zábor půdy MHD.....	36
3.3.6	Celkové porovnání záboru půdy z jednotlivých druhů dopravy.....	36
3.4	Porovnání nehodovosti v dopravě.....	37
3.4.1	Nehodovost v silniční dopravě	37
3.4.2	Nehodovost v železniční dopravě.....	37
3.4.3	Nehodovost v letecké dopravě.....	38
3.4.4	Nehodovost ve vodní dopravě	38
3.4.5	Nehodovost v MHD.....	39
3.4.6	Celkové porovnání nehodovosti z jednotlivých druhů dopravy	39
3.5	Celkové porovnání vlivu jednotlivých druhů dopravy na životní prostředí	40
4	Výhled do budoucnosti	41
4.1	Budoucnost silniční dopravy	41
4.2	Budoucnost železniční dopravy	41
4.3	Budoucnost letecké dopravy	42
4.4	Budoucnost vodní dopravy	42
4.5	Budoucnost MHD	43
	ZÁVĚR	44
	SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	45
	SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK	46
	SEZNAM ZKRATEK	47
	PŘÍLOHY	48

ÚVOD

Doprava je již několik stovek let nedílnou součástí našich životů. Bez dopravy si již nedokážeme náš každodenní život představit. Bez dopravních prostředků bychom se nedostali do práce, na nákup, za rodinou nebo zábavou, ekonomika a trh by bez dopravy – distribuce nemohla vůbec fungovat. I přes svou nepostradatelnost je doprava vůbec největším znečišťovatelem životního prostředí. Protože není možné dopravu omezovat, je nutné využívat druhy dopravy, které jsou k životnímu prostředí nejšetrnější, aby lidstvo mohlo naši planetu obývat další milióny let.

Téma mé bakalářské práce jsem si zvolil proto, abych se pokusil určit, který z jednotlivých druhů dopravy má na životní prostředí největší vliv a naopak, který je k životnímu prostředí nejšetrnější, a tudíž by bylo nejvhodnější jeho maximální využívání. Abych mohl porovnání provést, bude nutné vymyslet systém hodnocení jednotlivých negativních vlivů dopravy na životní prostředí, který poslouží dopracovat se k cíli mé bakalářské práce tj. identifikovat druh dopravy, který nejvíc zatěžuje svým provozem životní prostředí a naopak druh dopravy, který je nešetrnější k životnímu prostředí.

Kromě vlastního porovnání vlivů jednotlivých druhů dopravy na životní prostředí, které je hlavním cílem této práce a bude mu věnována praktická část práce, bude v této bakalářské práci přestavena stručná historie dopravy. Dále budete seznámeni s charakteristikou hlavních druhů dopravy, jimiž jsou doprava silniční, železniční, letecká, vodní a městská hromadná doprava. V druhé kapitole se seznámíme s hlavními negativními vlivy dopravy a jejich účinky na člověka a životní prostředí.

V poslední čtvrté kapitole mé práce se pokusím navrhnout kroky, kterými by se v budoucnu mohli jednotlivé druhy dopravy ubírat, aby se jejich negativní vliv na životní prostředí snižoval.

1. CHARAKTERISTIKA JEDNOTLIVÝCH DRUHŮ DOPRAVY

1.1. Definice pojmu doprava

„Doprava je záměrná pohybová činnost uskutečňovaná pohybem dopravních prostředků, která spočívá v přemístování osob a věcí v prostoru po dopravních cestách.“ [1, str. 3]

Produktem dopravy je přeprava. Dopravní technologii tvoří dopravní prostředky, infrastruktura a organizace dopravy.

V dnešní době je doprava neoddělitelnou součástí ekonomického rozvoje společnosti.

1.2. Historie dopravy

V současné době je doprava pro každého nedílnou součástí každodenního života. V dřívějších dobách tomu však tak nebylo. Až do třetího tisíciletí před našim letopočtem byla pro dopravu využívána pouze lidská nebo zvířecí síla. Lidská sídla byla s ohledem na dopravu často budována poblíž řek, protože nejpoužívanějším druhem dopravy v této době byla doprava vodní. K tomuto účelu byla vybudována řada kanálů.

Prvním mezníkem ve vývoji dopravy byl vynález kola, který je odhadován do doby asi 4500 let př. n. l., jehož použití značně usnadnilo přemístování věcí i osob. Pro usnadnění dopravy bylo nutné budovat cesty. V této době byla doprava pomalá a neefektivní. Postupem času docházelo ke zdokonalování dopravních prostředků, kterými byly povozy, později kočáry. Po roce 1765 nastal zlom, James Watt vynalezl parní stroj. Od počátku 19. století se začaly využívat v uhelných dolech parní lokomotivy. V roce 1830 byla otevřena první železniční dráha mezi Manchesterem a Liverpoolem. Vlaky v této době jezdily „závratnou“ rychlostí až 15 km/hodinu. Cestování železniční dopravou se v této době stalo velmi populární a železniční síť začala houstnout. Postupem času se rychlost lokomotiv zvyšovala, pro dnešní vlaky není problém přesáhnout rychlost 200 km/h. Roku 1879 byla uvedena do provozu 1. železnice, na které byla použita lokomotiva poháněná elektromotorem. Časem byly parní lokomotivy nahrazeny elektrickými.

Největší zlom v dopravě nastal v roce 1876, kdy Nicolaus August Otto vyrobil první čtyřtákní spalovací motor, který roku 1886 použili nezávisle na sobě Karl Benz a Gottlieb Daimler pro pohon vozu a tím nastartovali éru automobilismu. Automobil se stává nepostradatelným dopravním prostředkem pro většinu lidí na celém světě.

V oblasti letecké dopravy vývoj odstartoval v roce 1783 vynález horkovzdušného balónu. Dalším milníkem byl vynález 1. letadla poháněného spalovacím motorem.

Největší vývoj v letecké dopravě nastal v období 2. světové války. V této době byl vynalezen také proudový motor, který je používán pro pohon letadel i v současné době. Letecká doprava se díky své rychlosti stala nejvyužívanější dopravou pro přepravu osob na dlouhé vzdálenosti.

S vývojem dopravy jsou spjaty i významné české osobnosti například Jan Kašpar (první český pilot), Ing. Jan Perner (budovatel železnic), Václav Klement a Václav Laurin (zakladatelé automobilového závodu v Mladé Boleslavi).

Hlavními druhy dopravy, kterými se budeme zabývat, jsou doprava silniční, železniční, letecká, vodní a městská hromadná doprava.

1.3.Silniční doprava

1.3.1. Charakteristika silniční dopravy

„Silniční doprava je souhrn činností, jimiž se zajišťuje přeprava osob, zvířat a věcí silničními vozidly (silničními dopravními prostředky), jakož i přemísťování silničních vozidel samých po pozemních komunikacích.“ [1, str. 95]

V osobní dopravě je silniční doprava díky své dostupnosti a relativně nízké finanční náročnosti jedinou dopravou využívanou pro individuální dopravu. Je schopna vyhovět kvalitativním požadavkům dopravního systému na nákladní dopravu (rychlost, spolehlivost, dostupnost, přizpůsobivost a pružnost). Systém silniční dopravy je schopen vytvořit podmínky pro přímou přepravu s relativně přesně danou dobou dodání zásilky. Organizace silniční dopravy nemají vlastní dopravní cestu, dopravci volí sami trasy jízd bez žádného centrálního řízení. Park silničních vozidel je rozmanitý a umožňuje přizpůsobit se požadavkům přepravců. [1, str. 95]

Hlavními charakteristikami silniční dopravy jsou:

- nejkratší doba přepravy,
- hustá síť silniční infrastruktury, díky níž je dopravce schopen dosáhnout téměř jakéhokoli místa dle požadavků zákazníka,
- flexibilita,
- termínově přesné a rychlé dodávky,
- rozmanitý vozový park dopravních prostředků,
- nízká administrativní náročnost v přepravě,

- bezpečnost zásilek v přepravě, zásilka je pod stálým dohledem řidiče,
- nízká kapacita přepravy,
- vysoká nehodovost,
- vliv vnějších podmínek na plynulost přepravy,
- velká zátěž na životní prostředí.

1.3.2. Pozemní komunikace

„Pozemní komunikace je dopravní cesta určená k užití silničními a jinými vozidly a chodci, včetně pevných zařízení nutných pro zajištění tohoto užití a jeho bezpečnosti.“
[1, str. 99]

„Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů, upravuje rozdělení pozemních komunikací do jednotlivých kategorií, jejich stavbu, podmínky užívání a jejich ochranu, práva a povinnosti vlastníků pozemních komunikací, jejich uživatelů a výkon státní správy ve věcech pozemních komunikací příslušnými správními úřady.“
[1, str. 99]

Kategorie pozemních komunikací:

- dálnice - je pozemní komunikace sloužící pro rychlou dálkovou dopravu silničními vozidly s konstrukční rychlostí vyšší než 80 km/h,
- silnice - je veřejně přístupná pozemní komunikace sloužící k přepravě silničními a jinými vozidly a chodci. Silnice se dělí do tří tříd podle jejich dopravního významu,
- místní komunikace – „je veřejně přístupná pozemní komunikace, která slouží místní dopravě. Může být postavena jako rychlostní místní komunikace, která je určena pro rychlou dopravu a přístupná pouze silničními motorovými vozidly. Místní komunikace jsou rozděleny do čtyř tříd podle významu,“ [1, str. 100]
- účelová komunikace – „je pozemní komunikace, která slouží ke spojení jednotlivých nemovitostí pro potřeby jejich vlastníků, nebo k jejich spojení s ostatními pozemními komunikacemi nebo k obhospodařování zemědělských a lesních pozemků. Účelové komunikace se rozdělují na: veřejně přístupné, veřejně nepřístupné.“ [1, str. 100]

1.3.3. Silniční vozidla

„Silniční vozidlo je motorové nebo nemotorové vozidlo, které je vyrobené za účelem provozu na pozemních komunikacích pro přepravu osob, zvířat nebo věcí. Silniční vozidla se

rozdělují na jednotlivé druhy a kategorie. Rozdělení silničních vozidel do kategorií, technický popis jednotlivých kategorií silničních vozidel a jejich další členění stanoví zákon č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích.“ [1, str. 102]

Hlavní kategorie silničních vozidel:

- L - motorové vozidlo zpravidla s méně než čtyřmi koly,
- M - motorová vozidla, která mají nejméně čtyři kola a používají se pro přepravu osob,
- N - motorová vozidla, která mají nejméně čtyři kola a používají se pro přepravu nákladu,
- O - přípojná vozidla,
- T - traktory zemědělské nebo lesnické,
- S - pracovní stroje,
- R - ostatní vozidla, která nelze zařadit do uvedených kategorií.

Většina výše uvedených kategorií se pak dále dělí na podkategorie, které blíže specifikují danou kategorii.

1.4. Železniční doprava

1.4.1. Charakteristika železniční dopravy

„Železniční doprava je doprava uskutečňována železničními dopravními prostředky po železničních tratích.“ [1, str. 43]

Hlavními charakteristikami železniční dopravy jsou:

- velká kapacita přepravy,
- vhodnost pro střední a delší přepravní vzdálenosti,
- relativně vysoká bezpečnost,
- šetrnost k životnímu prostředí oproti jiným druhům dopravy,
- rychlost přepravy srovnatelná se silniční dopravou,
- méně hustá síť v porovnání se silniční dopravou.

1.4.2. Železniční tratě a stanice

Železniční trať je obecně chápána jako dráha, která je určena k pohybu drážních vozidel, včetně pevných zařízení potřebných k zajištění bezpečnosti a plynulosti dopravy.

Železniční dráhy lze rozdělit podle významu, účelu a technických podmínek do čtyř kategorií:

- dráha celostátní - je dráha, která slouží mezinárodní a celostátní veřejné železniční dopravě a je jako taková označená,
- dráha regionální - je dráha regionálního nebo místního významu, která slouží veřejné železniční dopravě a je zaústěna do celostátní nebo jiné regionální dráhy,
- vlečka - je dráha, která slouží vlastní potřebě provozovatele nebo jiného podnikatele a je zaústěna do celostátní nebo jiné regionální dráhy,
- speciální dráha – „je dráha, která slouží zejména k zabezpečení dopravní obslužnosti obce.“ [1, str. 52]

„Železniční tratě jsou části železniční sítě ohraničené železničními stanicemi nebo uzly (dopravní). Dílčí části tratě jsou traťové úseky, které jsou ohraničeny stanicemi (úsekové). Traťový úsek je pak mezilehlými stanicemi členěn na menší části, tzv. mezistaniční úseky.“ [1, str. 73]

Železniční tratě bývají zpravidla jednokolejné, zde jezdí vlaky po jedné koleji oběma směry a k jejich křižování dochází pouze ve stanicích a výhybnách, proto je nutné velmi přesné řízení provozu na těchto tratích. Významnější tratě bývají dvoukolejné, tím je sníženo riziko potkání vlaků na trati.

„Železniční stanice jsou místa pro řízení sledu vlaků, které mají kolejové rozvětvení umožňující křižování a předjíždění vlaků a zařízení pro přepravu cestujících, prodej a výdej zboží a některé i pro rozřazování a sestavování vlaků.“ [1, str. 74]

Železniční stanice plní tyto úkoly:

- odbavování cestujících,
- příjem a výdej zavazadel,
- nakládání a vykládání zásilek,
- odvěšování a převěšování vozů.

1.4.3. Železniční vozy

Železniční vůz je kolejové vozidlo určené pro provoz na železnici.

Železniční vozy lze rozdělit na:

- tažené železniční vozidlo - jedná se o vozidlo, které není schopno samostatné jízdy. Tyto vozy se dále dle účelu dělí na vozy osobní a nákladní,
- hnací železniční vozidlo - jedná se o trakční vozidlo s vlastním pohonem určené pro přepravu osob nebo nákladů. V dnešní době se jedná převážně o elektrické lokomotivy a motorové vozy.
- „vlak – jedná se sestavenou a svěřenou skupinu vozidel, tvořenou alespoň jedním hnacím vozidlem a jedním tažným vozidlem, označenou stanovenými návěstmi, s doprovodem vlaku a jedoucí podle jízdního řádu nebo podle pokynů odborně způsobilé osoby řídící drážní dopravu. Znamená to, že chybí-li některá z náležitostí tvořící vlak, nelze hovořit o vlaku, ale o skupině vozidel nebo častěji o vlakové soupravě. Vlaky se obecně dělí na vlaky pravidelné a mimořádné. Pravidelné vlaky jezdí pravidelně alespoň jednou týdně ve stejný den. Mimořádné vlaky jsou pak vlaky v obecném zájmu, vlaky jedoucí podle potřeby a vlaky zvláštní. Podle druhu lze vlaky rozdělit na nákladní a osobní, které je možné rozdělit dále.“ [1, str. 64]

Každý železniční vůz má své označení, z kterého lze vyčíst řadu informací o daném voze. Označování vozů je řízeno jasně danými pravidly.

1.5. Letecká doprava

1.5.1. Charakteristika letecké dopravy

„Letecká doprava je využívána pro dopravu osob a nákladů vzdušnou dopravní cestou. Základními prvky dopravního systému jsou letadlo a letecká dopravní cesta.“ [1, str. 113]

Hlavními charakteristikami letecké dopravy jsou:

- vysoká rychlost přepravy,
- vhodnost zejména pro přepravu na dlouhé vzdálenosti,
- bezpečnost,
- pohodlné cestování,
- velké ztráty na životech v případě havárie,
- velká zátěž na životní prostředí,
- nutnost použití dalšího druhu dopravy pro tranzit na letiště a následně z letiště.

1.5.2. Letecká dopravní cesta

Letecká dopravní cesta je tvořena vzdušným prostorem, leteckou službou a letišti.

Vzdušný prostor je prostor nad územím státu do výšky, kterou lze využít pro letový provoz.

Letecká služba je velmi důležitá k zajištění plynulosti a bezpečnosti provozu ve vzdušném prostoru.

„**Letiště** je územně vymezená a upravená plocha, včetně staveb a zařízení, určená ke vzletům a přistáním letadel a pohybům letadel s tím souvisejícím. Letiště lze rozdělit podle provozních podmínek na letiště vnitrostátní a mezinárodní.“ [1, str. 116]

Hlavními funkcemi letiště jsou:

- možnost pohybu, přistávání a vzletu letadel,
- ochrana a ošetřování letadel,
- uskutečňování letecké činnosti,
- pořádek, bezpečnost, záchranná a protipožární služba,
- údržba a rozvoj letiště. [1, str. 116]

Letiště lze rozdělit také podle charakteru provozu na:

- civilní letiště,
- letiště pro práce v zemědělství a lesnictví,
- sportovní,
- vojenská.

1.5.3. Letadla

„Letadlo je zařízení způsobilé létat v atmosféře nezávisle na zemském povrchu, nést na palubě osoby nebo jiný náklad, je schopné bezpečného vzletu a přistání a je alespoň částečně říditelné.“ [1, str. 123]

Podle způsobu vzniku vztlaku se letadla dělí na:

- lehčí než vzduch (aerostaty),
 - bezmotorové - balón,
 - motorové - vzducholod',

- těžší než vzduch (aerodiny),
 - bezmotorové,
 - s nepohyblivými nosnými plochami - kluzák, padákový kluzák, rogalo, padák,
 - s rotujícími nosnými plochami - rotorový kluzák,
 - motorové,
 - bez nosných ploch - raketa,
 - s nepohyblivými nosnými plochami - letoun, motorové rogalo,
 - s rotujícími nosnými plochami - vrtulník, vírník,
 - s kombinovanými nosnými plochami - konvertoplán,
 - s mávajícími nosnými plochami - ornitoplán,
 - s prstencovými nosnými plochami - koleoptéra.

Každé provozované letadlo musí mít své viditelné označení, tomuto označení se říká imatrikulace, je složeno z imatrikulačního kódu, který má každý stát určen Mezinárodním úřadem pro civilní letectví a rejstříkové poznávací značky, podobně jako u silničních vozidel.

1.6. Vodní doprava

1.6.1. Charakteristika vodní dopravy

„Vodní doprava je doprava uskutečňovaná dopravními prostředky (plavidly) po vodních cestách.“ [1, str. 130]

Hlavními charakteristikami vodní dopravy jsou:

- největší kapacita ze všech druhů dopravy,
- nízká zátěž životního prostředí,
- relativní bezpečnost,
- malá rychlost přepravy,
- závislost na meteorologických vlivech a stavech vody,
- řídká síť vodních cest v ČR,
- nutné propojení sítě s dalšími druhy dopravy.

1.6.2. Vodní cesty

Vodní cesty lze rozdělit na vnitrozemské vodní cesty a na námořní vodní cesty. Vzhledem k naší geografické poloze jsou u nás zastoupeny pouze vnitrozemské vodní cesty. Mezi vnitrozemské vodní cesty zahrnujeme splavné vodní toky, velké vodní plochy, umělé kanály, průplavy a stavby postavené ke splavnění (jezy, plavební komory, lodní zdvihadla). Součástí vodních cest jsou také přístavy.

„**Přístavy** představují v plavební síti místa, kde dochází ke styku vodní dopravy s jejími klienty a s ostatními druhy dopravy. Některé mohou mít speciální určení. Ke speciálním přístavům patří např. ochranné přístavy, sloužící jako útulky pro plavidla při velkých vodách, ledochody apod.“ [1, str. 138]

Hlavní funkcí přístavu je nakládka a vykládka zboží nebo nástup a výstup cestujících. Další funkcí přístavu je funkce skladovací. Přístavy je možno rozdělit na přírodní a umělé.

Dále se dělí dle funkce na přístavy - obchodní, nákladové, překládkové, kontejnerové, osobní, trajektové, rybářské, vojenské, zásobovací, nouzové a speciální.

1.6.3. Plavidla

Plavidla neboli lodě, jsou dopravní prostředky určené pro provoz na vodních cestách, zpravidla plovoucí po vodní hladině, využívající Archimédova zákona.

Lodě se dělí do několika kategorií, a to:

- Podle plavební oblasti:
 - lodě pro neomezenou plavbu,
 - lodě pro omezenou plavbu (kabotáž),
 - lodě pro vnitrozemskou plavbu,
 - lodě pro kombinovanou plavbu (říčně - námořní).
- Podle způsobu plavby:
 - výtlačné,
 - klouzavé,
 - vznášedla,
 - podmořské.
- Podle účelu:
 - obchodní - osobní, nákladní, smíšené, průmyslové a technické,

- válečné,
- speciální.

1.7.MHD

MHD zajišťuje hromadnou a individuální veřejnou dopravu osob a předmětů provozovanou ve větších městech pro přepravní potřeby města.

Význam městské hromadné dopravy je dán počtem obyvatel, rozlohou města, rozložením průmyslových objektů, škol, administrativních budov, zdravotních zařízení, památek, atraktivit apod.

Hlavními charakteristikami MHD jsou:

- poskytování dopravních příležitostí všem osobám na území daného města,
- časová dostupnost území tvořená pěší dostupností zastávek,
- návaznost na vnější hromadnou dopravu,
- intervalový provoz,
- pravidelnost, spolehlivost, komfort,
- výhodnost použití. [1, str. 165]

MHD se skládá z několika subsystémů, kterými jsou:

- tramvajový subsystém,
- trolejbusový subsystém,
- autobusový subsystém,
- metro,
- ostatní subsystémy (lanovky, městské železnice, vodní). [1, str. 168-170]

Jako dopravní cesty MHD využívá již stávající silniční síť daného města, a dále dráhy vybudované k účelu MHD (troleje, koleje, podzemní dráhy, lanové dráhy).

Dopravní prostředky používané v MHD jsou vozidla podle subsystému, který je v místě využíván, jedná se tedy o autobusy, trolejbusy, tramvaje, soupravy metra, kabinky lanové dráhy a lodě.

2. NEGATIVNÍ VLIVY DOPRAVY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Doprava, podobně jako každá lidská činnost, působí na své okolí různými vlivy. Tyto vlivy mohou být jak pozitivní, tak negativní. Pozitivní vlivy jsou žádoucími vlivy dopravy na okolí, těmito vlivy jsou: přeprava osob a zboží, technický a technologický pokrok a urbanizace.

Pozitivní vlivy by v každém případě měly převážet vlivy negativní. Hlavními negativními vlivy dopravy jsou: tvorba emisí, hluk a vibrace, zábor půdy, nehody a produkce odpadů.

2.1. Emise

Emisemi jsou chápány látky vypouštěné ze zdroje do životního prostředí (měří se přímo u zdroje). Tyto látky vznikají, přímo nedokonalým spalováním uhlovodíkových paliv v motorech dopravních prostředků, nebo nepřímo při výrobě elektrické energie, která je dále použita pro pohon trakčních motorů dopravních prostředků. Hlavními emisemi, které mají největší vliv na životní prostředí, jsou: oxidy uhlíku, oxidy dusíku, oxid siřičitý, uhlovodíky, pevné částice.

2.1.1. Oxid uhličitý CO₂

Oxid uhličitý je bezbarvý plyn bez zápachu, který se podílí na vzniku skleníkového efektu. Nárůst oxidu uhličitého v ovzduší je obecně považován za hlavní příčinu globálního oteplování. CO₂ vzniká jak přirozenou produkcí, tak produkcí nepřirozenou. Jako přirozenou produkci můžeme chápat např. proces dýchání živočichů a vulkanickou činnost. Produkce tohoto plynu nepřirozenou cestou je zapříčiněna především spalováním fosilních paliv a paliv uhlovodíkových, největším producentem jsou tepelné elektrárny a doprava. Množství emisí CO₂ je v současné době regulováno Evropskou unií, pro osobní automobily činí limit pro rok 2015 130 g/km a do roku 2020 by se měly emise snížit CO₂ na 95 g/km.

2.1.2. Oxid uhelnatý CO

Oxid uhelnatý je bezbarvý plyn, bez chuti a bez zápachu, lehčí než vzduch, nedráždivý, toxický. V normálních koncentracích v ovzduší poměrně brzo oxiduje na oxid uhličitý CO₂. Vzhledem k jedovatosti je jednou z významných znečišťujících látek. Vzniká při nedokonalém spalování uhlíku a organických látek. CO vzniká v případě, že teplota spalování je příliš nízká, aby mohlo dojít k úplné oxidaci paliva na oxid uhličitý.

Maximální množství vyprodukovaného CO silničními vozidly je limitováno normou EURO, tato norma stanovuje limity emisí pro nově vyrobené vozy. Např. pro osobní automobily vyrobené v roce 2014 platí norma EURO 6, která stanovuje maximální emise CO na 1 g/km pro benzínové a 0,5 g/km pro naftové motory.

2.1.3. Oxidy dusíku NO_x

Mezi nejvýznamnější oxidy dusíku patří:

- oxid dusnatý (NO), jedná se o bezbarvý plyn bez zápachu, patří mezi skleníkové plyny,
- oxid dusičitý (NO₂), je červenohnědý plyn štiplavého zápachu, přispívá k tvorbě přízemního ozonu a kyselých dešťů,
- oxid dusný (N₂O, rajský plyn), je známý jako anestetikum. Jeho emise z dopravy jsou nevýznamné.

Hlavním zdrojem oxidů dusíku jsou motorová vozidla. Při spalování paliv v motorových vozidlech je dosahováno vysoké teploty hoření, a tím dochází k oxidaci vzdušného dusíku (N₂) na takzvané vysokoteplotní oxidy dusíku.

Stejně jako v případě CO jsou limity pro jejich produkci stanoveny normou EURO. Pro osobní automobily v roce 2014 platí norma EURO 6, která stanovuje maximální emise NO_x na 0,06 g/km pro benzínové a 0,08 g/km pro naftové motory.

EU stanovuje limity i pro ostatní zařízení, která vypouštějí do atmosféry škodliviny. Tyto limity jsou stanoveny v dokumentu vydaném EU v roce 2006 známém pod zkratkou BREF LCP.

2.1.4. Oxidy siřičitý SO₂

Jedná se o štiplavě páchnoucí, bezbarvý plyn, vznikající při spalování hnědého uhlí a méně kvalitních uhlovodíkových paliv obsahujících sírné sloučeniny. Ve vlhkém prostředí ovzduší reaguje s vodní párou za vzniku kyseliny siřičité nebo sírové. Na zem se pak vrací v podobě kyselých dešťů. Negativně působí na horní cesty dýchací, zejména u dětí a starších lidí.

2.1.5. Uhlovodíky HC

Uhlovodíky jsou nejjednodušší organické sloučeniny, které mají ve svých molekulách pouze atomy uhlíku a vodíku. Zdrojem uhlovodíků je ropa, zemní plyn a dehet. Důvodem produkce uhlovodíků při spalování je přebytek paliva ve směsi a její nedokonalé spálení.

Výfukové plyny obsahují různé druhy nespálených uhlovodíků:

- nasycené uhlovodíky (parafiny) jsou téměř bez zápachu, mají ale narkotický účinek a slabě dráždí pokožku,
- nenasyčené uhlovodíky (olefiny, acetylény) mají lehce nasládlou vůni a slabě dráždí pokožku. Podílí se na tvorbě smogu,
- aromatické uhlovodíky mají charakteristický zápach. Jsou to nervové jedy s narkotickým a rakovinotvorným účinkem.

Pro nově vyrobené osobní automobily v roce 2014 platí norma EURO 6, která stanovuje maximální emise HC na 0,1 g/km pro benzínové motory, pro naftové motory není limit stanoven.

2.1.6. Pevné částice (PM)

Pevné částice jsou drobné částice pevného skupenství rozptýlené ve vzduchu, jsou tak malé, že mohou být unášeny vzduchem. Pevné částice obsahují různorodou směs anorganických a organických sloučenin (tuhých, kapalných nebo směsných částic o velikosti 1 nm – 100 μm), z nichž mnoho vykazuje toxické, mutagenní nebo karcinogenní účinky.

Tyto částice mají neblahý vliv na organismy, kdy u živočichů vstupují do dýchacích cest, ve kterých poté dlouhodobě působí látky na tyto částice navázány. Zdrojem těchto látek je především spalování tuhých paliv, pevné částice jsou produkovány také spalovacími naftovými motory.

Produkce těchto částic je legislativně omezena normou EURO. Pro automobily vyrobené v roce 2014 platí norma EURO 6, která stanovuje maximální emise pevných částic na 0,005 g/km pro naftové motory.

2.2.Hluk a vibrace

2.2.1. Hluk

„Hluk je nežádoucí zvuk, který vyvolává nepříjemný nebo rušivý vjem nebo škodlivý účinek na člověka. Zvuk je mechanické kmitání částic, které je nebo není v pásmu slyšitelnosti člověka.“ [2, str. 86]

Hluk je možné rozdělit na hluk působící uvnitř vozidla a hluk vně vozidla. Pro naše potřeby je rozhodující hluk vně vozidla, který působí na okolí.

Hluk v dopravě vzniká hlavně těmito způsoby:

- stykem kola s dopravní cestou,
- pohonným systémem vozidla (motor naftový, benzínový, proudový, trakční),
- aerodynamickým prouděním kolem vozidla,
- z jiných zdrojů (brždění, volné součásti, atd.).

Hluk působí negativně na zdraví člověka, způsobuje civilizační choroby (stres, vysoký krevní tlak, srdeční choroby, deprese, vředová onemocnění a poruchy spánku), v krajním případě může způsobit poškození sluchu.

Pro stanovení velikosti hluku se používá pojem hladina akustického tlaku, jehož jednotkou je decibel (dB). Dovolené limity pro hladinu hluku stanovuje nařízení vlády č. 272/2011 účinné od 1. listopadu 2011 o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

Hlukové limity, které musí být splněny při provozování dopravy, udává následující tabulka.

Tabulka 1: Hygienické limity hluku z dopravy před fasádou obytných místností

Zdroj hluku	Hygienický limit hluku LAeq,T [dB]	
	6 – 22 h	22 – 6 h
Pozemní komunikace	55	45
Hlavní pozemní komunikace	60	50
Doprava na drahách	55	50
Letecká doprava	60	50

Zdroj: Nařízení vlády č. 272/2011

2.2.2. Vibrace

„Vibrace lze charakterizovat jako mechanické kmitání, šířící se v pružném tělese nebo prostředí. Zvláštní skupinu tvoří mechanické otřesy, které jsou charakteristické při průjezdu vozidel po dopravní cestě.“ [2, str. 88]

Vznik vibrací v dopravě: v důsledku jízdy vozidla po dopravní cestě vznikají dynamické síly, které se šíří zemí do okolí. Vibrace vznikající v dopravě se vyskytují v charakteristickém frekvenčním pásmu 50 – 100 Hz. Na velikost vibrací má vliv typ dopravního prostředku, rychlost jízdy, hmotnost a stav dopravní cesty.

Vibrace mají podobné negativní účinky na zdraví člověka jako hluk, v neposlední řadě vibrace ovlivňují vnitřní změny v materiálech staveb a tím snižování jejich pevnosti a životnosti.

V praxi se s vibracemi setkáváme zpravidla v kombinaci s hlukem, z tohoto důvodu se praktická část bude věnovat pouze hluku, který je možné jednodušeji porovnávat.

2.3. Záběr půdy

Záběr půdy je nevratným procesem, který omezuje nebo úplně odstraňuje plnění původní funkce půdy. Na záboru půdy se podílejí dopravní prostředky, dopravní síť a dopravní infrastruktura tj. silnice, železnice, letiště, přístavy, garáže, depa, autobusové a železniční stanice, čerpací stanice pohonných hmot, opravy atd.

Negativy záboru půdy dopravou jsou:

- zabraná půda již nemůže plnit svou dosavadní funkci,
- omezení migrace živočichů, která je pro některé druhy vrozená,
- změna estetického rázu krajiny,
- ztráta ekologického významu.

Záběr půdy není již tak významným vlivem v porovnání s emisemi a hlukem, protože v dnešní době se již téměř nebudují nové dopravní cesty. S dopravními cestami vybudovanými dříve se již příroda postupem času dokázala vyrovnat.

2.4. Dopravní nehody

Dopravní nehoda je událost v provozu na pozemních komunikacích, například havárie nebo srážka, která se stala na dopravní cestě a při níž došlo k usmrcení nebo zranění osoby nebo ke škodě na majetku v přímé souvislosti s provozem dopravního prostředku v pohybu.

Při dopravní nehodě může dojít k různým skutečnostem, které ovlivňují životní prostředí.

Patří mezi ně především:

- zranění nebo usmrcení osob, zvířete, ptactva atd.,
- vznik požáru dopravního prostředku a jeho rozšíření do okolí,
- únik pohonných hmot a provozních kapalin (kontaminace vod a půdy),
- ohrožení převáženým nákladem (chemikálie, výbušniny),
- poškození zeleně a přírodních útvarů nárazem.

2.5. Odpady

Doprava produkuje velké množství odpadů, které jsou škodlivé pro životní prostředí. Z tohoto důvodu jsou zákonem č. 185/2001 Sb., o odpadech stanovena pravidla pro nakládání s odpady.

Odpady z dopravy je možné rozdělit na odpady vzniklé běžným provozem dopravního prostředku a odpady vzniklé při skončení životnosti dopravního prostředku.

Mezi odpady vzniklé provozem patří:

- motorové a převodové oleje, olejové filtry,
- brzdové a chladicí kapaliny,
- akumulátory,
- pneumatiky,
- opotřebované součástky (brzdové destičky, tlumiče, čepy, ložiska atd.).

Odpady vzniklé při skončení životnosti dopravního prostředku jsou všechny materiály, ze kterých je dopravní prostředek vyroben, a které je nutné na konci jeho životnosti zlikvidovat.

Jedná se hlavně o tyto materiály:

- kovy – nejčastěji je to železo, litina, hliník, měď, olovo, zinek,
- plasty,
- guma,

- sklo.

Vzhledem k tomu, že množství odpadů z dopravy každým rokem stoupá, je v dnešní době kladen velký důraz na recyklaci co největšího množství těchto odpadů.

Odpady z dopravy nemají přímý vliv na životní prostředí, velikost a působení jejich vlivu je určeno tím, jak je s odpady dále zacházeno. Z tohoto důvodu se praktická část této práce vlivu odpadů věnovat nebude.

3. POROVNÁNÍ JEDNOTLIVÝCH DRUHŮ DOPRAVY

V této kapitole je uvedeno porovnání vlivu jednotlivých druhů dopravy na životní prostředí. Posuzovány jsou nejvýznamnější vyčíslitelné vlivy dopravy na okolí, kterými jsou emise škodlivin, hluk a vibrace, zábor půdy a nehodovost. K porovnání vlivu mezi jednotlivými druhy dopravy je využito bodového ohodnocení od 0 do 10, kde 0 znamená nejmenší vliv a 10 naopak znamená největší vliv.

3.1. Porovnání emisí v dopravě

Pro porovnávání emisí vznikajících v dopravě jsou použity výsledky zveřejněné v ročence 2012 systémem dopravní statistiky (SYDOS). Pro zjednodušení není použito množství jednotlivých vyprodukovaných látek, ale celkového množství emisí.

3.1.1. Emise ze silniční dopravy

Téměř všechny emise ze silniční dopravy vznikají při spalování benzínu a nafty v motorech silničních vozidel. Nejvíce se na emisích ze silniční dopravy podílí IAD a nákladní doprava, méně už veřejná hromadná doprava.

Celkové množství emisí ze silniční dopravy v ČR za rok 2012 bylo cca 16 731 441 tun. Což je oproti předchozím letům mírný pokles. Tento pokles je přičítán zpřísnování emisních norem pro nově vyrobená vozidla.

3.1.2. Emise ze železniční dopravy

Pro stanovení emisí ze železniční dopravy je nutné výsledky ze systému dopravní statistiky upravit, protože jsou v něm uvedeny pouze emise z motorové trakce, která činí cca 35 % z celkové železniční dopravy. Množství emisí z motorové trakce v ČR v roce 2012 bylo cca 278 334 tun. Pro zjištění celkového množství emisí musíme přičíst emise vzniklé při výrobě elektrické energie, která se používá pro pohon elektrické trakce.

Elektrická trakce železniční dopravy spotřebovala za rok 2012 celkem 4 388 TJ, což po převodu činí 1 218 GWh.[3] Tuto spotřebu je nutné navýšit o ztráty na přenosové síti. Účinnost přenosové sítě se pohybuje kolem 30 %, proto je nutné vyrobit podle vzorce (1) celkem 4 060 GWh.

$$E_{el}(skut.) = E_{el} \cdot \eta \quad [GWh] \quad (1)$$

kde: $E_{el}(skut.)$ – skutečná vyrobená elektrická energie [kWh],

E_{el} – trakční spotřeba elektrické energie [kWh],

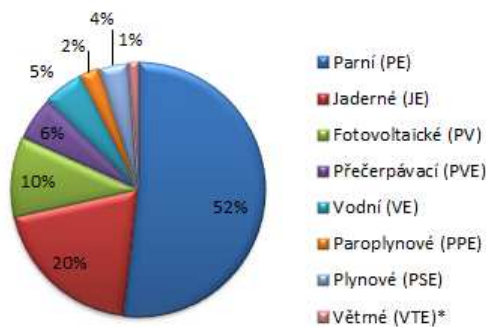
η – účinnost výroby elektrické energie a energetické přenosové soustavy [-].

Z energetického mixu zobrazeného na obrázku č. 1 je patrné, že tepelné elektrárny se na výrobě elektrické energie v roce 2012 podílely z 52 %. Z toho plyne, že pro elektrickou trakci bylo dle rovnice (2) vyrobeno 2 111 GWh emisemi zatížená energie.

$$E_{el}(emis.) = E_{el}(skut.) \cdot pe \quad [GWh] \quad (2)$$

kde: $E_{el}(emis.)$ – emisemi zatížená elektrická energie [GWh],

pe – podíl tepelných elektráren na výrobě elektrické energie [-].



Obrázek 1 - Energetický mix. [4]

Pro výpočet emisí vzniklých při výrobě elektrické energie byly použity hodnoty, které uvádí společnost ČEZ pro tepelnou elektrárnu Ledvice CO₂ 735 kg/MWh, NO_x 0,55kg/MWh, SO₂ 0,41 kg/MWh, PM 0,06 kg/MWh. [5]

Při výrobě elektrické energie v tepelné elektrárně, připadají na výrobu 2 111 GWh elektrické energie emise ve výši uvedené v tabulce č. 2.

Tabulka 2: Emise elektrické železniční trakce za rok 2012

Látka	Emise (t)
CO ₂	1 551 585
NO _x	1 161
SO ₂	865
PM	126
Celkem	1 553 737

Zdroj: Autor

Celkové množství emisí ze železniční dopravy v ČR v roce 2012 bylo cca 1 832 071 tun.

3.1.3. Emise z letecké dopravy

Emise z letecké dopravy vznikají při spalování leteckého paliva v motorech letadel. Nejčastěji používané letecké palivo je letecký petrolej (kerosin). Letecký petrolej je do určité míry podobný lehké motorové, jeho kvalitativní parametry však musí odpovídat odlišným provozním podmínkám. Letecký petrolej podléhá velmi přísným kontrolám kvality, protože nelze připustit poruchu letadla způsobenou nevyhovující kvalitou paliva.

Celkové množství emisí z letecké dopravy v ČR za rok 2012 bylo cca 931 242 tun.

3.1.4. Emise ve vodní dopravě

Všechny emise v ČR z vodní dopravy produkuje vnitrozemská vodní doprava. Pro pohon lodí ve vodní dopravě slouží výhradně naftové motory, palivo používané v těchto motorech, je v porovnání s ostatními palivy v dopravě, velice nekvalitní. Což se projevuje na emisích ve světové námořní dopravě, tato skutečnost je však vyrovnávána obrovskou nosností lodí.

Množství emisí ve vodní dopravě v ČR za rok 2012 bylo 16 308 tun. Takto nízké množství emisí je způsobeno velmi malým podílem vodní dopravy na celkové dopravě v ČR.

3.1.5. Emise z MHD

Vzhledem k tomu, že nejsou k dispozici data o emisích z MHD, musíme její bodové ohodnocení odhadnout. MHD je kombinací silniční dopravy a dopravy železniční poháněné elektrickou trakcí, proto odhad bodového hodnocení bude proveden pomocí výsledků z těchto dvou druhů dopravy s přihlédnutím k rozdělení vozového parku v MHD.

Pro porovnání jsou použita data z vozového parku DP hlavního města Prahy, který je největším DP v ČR. Zde je složení vozového parku 43 % silničních vozidel a 67 % vozidel hnaných elektrickou trakcí. [6]

3.1.6. Celkové porovnání emisí z jednotlivých druhů dopravy

Celkové emise z jednotlivých druhů dopravy za rok 2012 jsou zobrazeny v tabulce č. 3. Dále zde jsou dle rovnice (3) dopočítány emise, jaké by byly v případě, že by se daná doprava podílela ve 100 % na celkovém objemu dopravy. K tomu abychom mohli tento přepočet provést, nám poslouží obrázek č. 2, na kterém je zobrazen podíl jednotlivých druhů dopravy na celkové dopravě v ČR za rok 2012. Tento přepočet poslouží pro lepší porovnání jednotlivých druhů dopravy a k jejich bodovému ohodnocení.

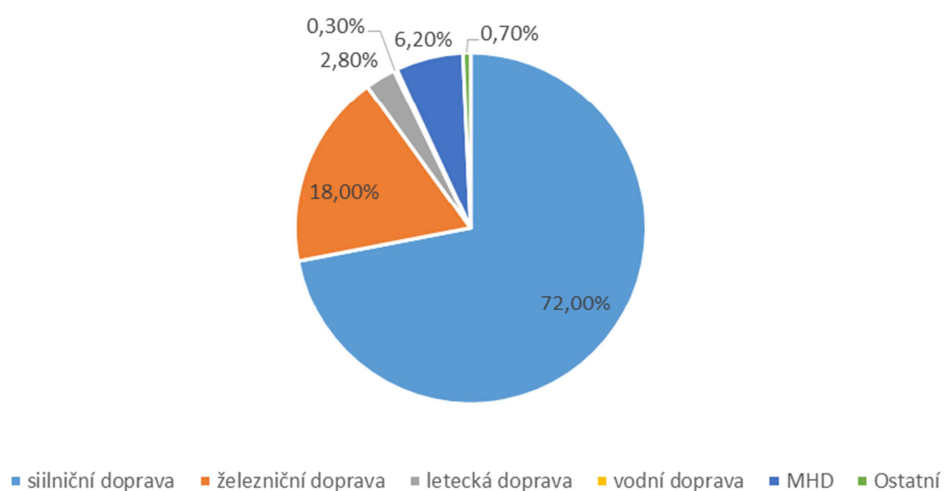
$$E_{100\%} = E/p \cdot 100 [t] \quad (3)$$

kde: $E_{100\%}$ – vyprodukované emise v případě, že se bude daná doprava podílet ze 100% na celkovém objemu dopravy [t],

E – skutečně vyprodukované emise daným druhem dopravy [t],

p – podíl daného druhu dopravy na celkovém objemu dopravy [-].

Podíl jednotlivých druhů dopravy na celkové dopravě v ČR za rok 2012



Obrázek 2 - Podíl jednotlivých druhů dopravy na dopravě v ČR za rok 2012 [7]

Tabulka 3: Celkové emise jednotlivých druhů dopravy za rok 2012 a bodové hodnocení

Druh dopravy	Celkové emise - e (t)	Emise na 100% dopravy – $e_{100\%}$ (tis. t)	Body
Silniční doprava	16 731 441	23 238	7
Železniční doprava	1 832 071	10 178	3
Letecká doprava	931 242	33 258	10
Vodní doprava	16 308	5 436	2
MHD	–	–	4

Zdroj: Autor

Z výsledků zobrazených v tabulce č. 3 je patrné, že největší množství emisí, s přihlédnutím k objemu přepravy, produkuje letecká doprava. Vzhledem k tomu že vodní doprava se v ČR na celkové dopravě podílí jen nepatrně, celkový výsledek může být lehce ovlivněn drobnými nepřesnostmi ve statistikách a při výpočtech. Tato skutečnost však nemění nic na tom, že vodní doprava se jeví jako nejšetrnějším druhem dopravy v oblasti vzniku emisí.

3.2. Porovnání hluku a vibrací v dopravě

Vzhledem k tomu, že vibrace vznikají nejčastěji společně s hlukem a zjišťování množství vibrací v dopravě je dosti složité, budeme v další části této kapitoly porovnávat pouze hluk plynoucí z jednotlivých druhů dopravy.

3.2.1. Hluk v silniční dopravě

„Hluk je jedním z nejmarkantnějších i nejčastěji se vyskytujících externích účinků silniční dopravy. Bohužel je často obtížné odlišit hluk z dopravy od jiných zdrojů.“ [8, str. 39]

Hluk ze silniční dopravy působí především v okolí komunikací. Z důvodu velmi rozšířené silniční sítě působí hluk ze silniční dopravy na stále větší počet obyvatel. Odhaduje se, že celkem 2 miliardy obyvatel celého světa jsou vystaveny hladině hluku ze silniční dopravy větší než 55 dB, který je považován za škodlivý pro lidské zdraví.

Na celkové hladině dopravního hluku se podílí tyto faktory:

- počet vozidel,
- zatížení vozidel,
- hlukové emise jednotlivých vozidel.

V následující tabulce č. 4 jsou uvedeny homologační limity vnějšího hluku pro nejpoužívanější kategorie silničních vozidel homologovaných po 1. 10. 1996, které stanovuje ministerstvo dopravy vyhláškou č. 299/1996 Sb., o schvalování technické způsobilosti a technických podmínkách provozu silničních vozidel na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů.

Tato hladina hluku je však v provozu zvýšena o další zdroje, které jsou ovlivněni rychlostí vozidla, kvalitou povrchu komunikace a hustotou provozu. Z těchto důvodů hladina hluku v těsné blízkosti komunikace může dosahovat až 90 dB.

Tabulka 4: Homologační limity vnějšího hluku silničních vozidel

Kategorie vozidla	Vnější hlukový limit (dB)
Motocykl (objem motoru vyšší než 175 cm ³)	80
Osobní automobil do 8 míst k sezení mimo řidiče	74
Autobus (výkon 150 kW a vyšší)	80
Nákladní vozidlo do 3,5 tuny	77
Nákladní vozidlo nad 3,5 tuny nepřevyšující 12 tun (výkon do 150 kW)	78
Nákladní vozidlo nad 12 tun (výkon 150 kW a vyšší)	80

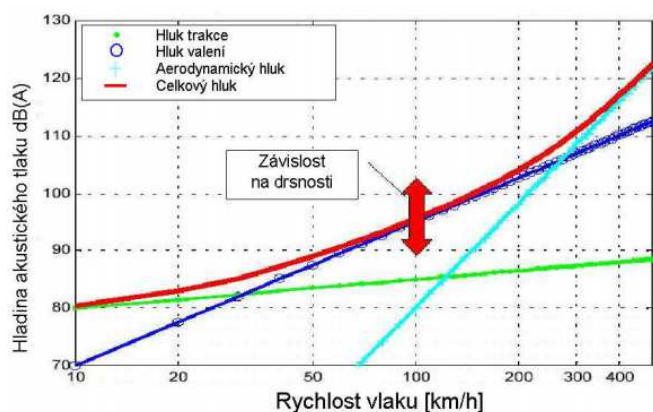
Zdroj: Ministerstvo dopravy

3.2.2. Hluk v železniční dopravě

Železniční doprava je významným producentem hlukových emisí. Mezi zdroje hluku z železniční dopravy řadíme hluk sběrače, aerodynamický hluk, hluk hnacího stroje a hluk valivý. Význam uvedených složek se mění s rychlostí jízdy železničních vozidel. Lze konstatovat, 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. [9]

Výhodou železniční dopravy je, že železniční tratě jsou většinou budovány mimo obydlené oblasti nebo na jejich okraji. Tím je snižován vliv na člověka, ale na zvěř v okolí tratí působí stále. Nejvíce hluku proto na člověka produkují nádraží, které musí být umístěna co nejbližší civilizace.

Celková vnější hladina hluku železničních vozidel je zobrazena na obrázku č. 3. Z něhož je patrné, že hluk železničních vozidel v jejich těsné blízkosti se pohybuje v rozmezí 80 ÷ 120 dB. Pro dráhy v ČR je horní hranice hluku cca 105 dB, protože nejvyšší rychlost vlaků je cca 230 Km/h.



Obrázek 3 - Příspěvek hlavních zdrojů hluku na celkovém hluku železničního vozidla. [10]

3.2.3. Hluk v letecké dopravě

Hluk je v letecké dopravě druhým nejvýznamnějším vlivem na životní prostředí hned po produkci emisí. Producentem hluku v letecké dopravě je hlavně hluk letadel samotných. Hlavními částmi letadla, které se podílejí na vzniku hluku, jsou rotující části (turbína, vrtule), sací ústrojí a hnací trysky.

I přes snahy výrobců letadel o snižování vnějšího hluku, jsou letadla nejhlučnějšími dopravními prostředky, hladina vnějšího hluku v blízkosti startujícího letadla dosahuje až 140 dB.

Hluk z letecké dopravy působí převážně v okolí letišť a v okolí odletových a příletových koridorů, protože při samotném letu se letadla pohybují v letové výšce 6 - 15 km, tudíž hluk dopadající na zem je minimální. Vzhledem k tomu, že v ČR je celkem 6 mezinárodních veřejných letišť a 59 vnitrostátních veřejných letišť, je množství obyvatel, na které hluk z letecké dopravy působí, relativně malé.

3.2.4. Hluk z vodní dopravy

Hluk ve vodní dopravě způsobují převážně naftové lodní motory, jež mohou mít podle tonáže plavidel až tisíce kilowatt. Velká část vodní dopravy se však uskutečňuje mimo lidská obydlí, proto je její vliv nízký, to však neplatí pro vodní faunu, pro kterou je hluk lodí poměrně stresujícím. Dlouhodobé působení stresu škodí organismu, ten je méně odolný vůči nemocem a snižuje se jeho schopnost reprodukce. [11]

Na člověka má vliv hlavně hluk produkovaný v přístavech. Jelikož v ČR je v současné době 15 přístavů, působí hluk pouze na velmi malou část obyvatel ČR.

3.2.5. Hluk z MHD

Jelikož MHD je kombinací více druhů dopravy, v případě ČR hlavně silniční a železniční, budeme působení hluku posuzovat podle výsledku těchto dvou druhů dopravy. Dále je nutné zohlednit, že MHD je provozována v zastavěných částech měst, z tohoto důvodu působí hluk z MHD na velké množství obyvatelstva.

3.2.6. Celkové porovnání hluku z jednotlivých druhů dopravy

V tabulce č. 5 jsou uvedeny výsledky bodového hodnocení hluku z jednotlivých druhů dopravy. Body byly udělovány dle informací zveřejněných v předchozí části tohoto oddílu. Hlavními kritérii byla hlučnost jednotlivých dopravních prostředků a množství lidí ovlivňovaných hlukem z daného druhu dopravy.

Tabulka 5: Bodové hodnocení jednotlivých druhů dopravy z hlediska produkce hluku

Druh dopravy	Body
Silniční doprava	9
Železniční doprava	7
Letecká doprava	5
Vodní doprava	4
MHD	8

Zdroj: Autor

3.3. Porovnání záboru půdy v dopravě

Zábor půdy jednotlivými druhy dopravy bude porovnáván podle délky dopravních cest, protože informace o plochách dopravních cest jednotlivých druhů dopravy nebylo možné dohledat a přepočítat na rozlohu by byl velice zdlouhavý. Poslední mnou nalezené informace o plochách dopravních cest jsou z roku 1990, kdy byla ČR součástí ČSFR. Pro potřeby této práce je porovnání pomocí délky dopravní cesty dostačujícím parametrem.

3.3.1. Zábor půdy silniční dopravou

Zábor půdy v silniční dopravě je velmi ovlivněn dostupností silniční dopravy, která je na rozdíl od ostatních druhů dopravy, dostupná téměř na celém území ČR. Zábor půdy ze silniční dopravy tvoří silnice, parkoviště, čerpací stanice atd. Zábor půdy ostatními stavbami je oproti silnicím nepatrný, proto se budeme zabývat pouze silnicemi.

Podle údajů z ročenky dopravy 2012, byla v roce 2012 celková délka silniční sítě v ČR 55 716 km. Z této celkové délky je zastoupení jednotlivých tříd zobrazeno v tabulce č. 6.

Tabulka 6: Délky silnic v ČR v roce 2012

Kategorie silnice	Délka (km)
Dálnice	751
Silnice I. třídy	6 250
Silnice II. třídy	14 543
Silnice III. třídy	34 172

Zdroj: SYDOS

Při porovnání dat z roku 2012 s daty z roku 2002, je patrné, že silniční síť se za posledních 10 let prodloužila o cca 300 km, ve většině se jedná o nové dálniční úseky.

3.3.2. Zábor půdy železniční dopravou

Zábor půdy v železniční dopravě je podobně jako v silniční tvořen hlavně železniční tratí, dále nádražími, depy a dalšími manipulačními plochami. Pro naše potřeby budeme pracovat pouze s délkou železničních tratí.

Podle údajů z ročenky dopravy 2012, byla v roce 2012 celková délka železničních tratí v ČR 9 570 km. Z celkové délky tratí je 7 643 km tratí jednokolejových a 1 927 km dvou a více kolejových. Oproti roku 2002 je pokles délky tratí v roce 2012 cca 30 km, z tohoto plyne, že zábor půdy v železniční dopravě v současné době se téměř nemění.

3.3.3. Zábor půdy leteckou dopravou

Vzhledem ke skutečnosti že dopravní cestou v letecké dopravě je vzdušný prostor, tak zábor půdy je prakticky nulový. V letecké dopravě se na záboru půdy podílejí pouze letiště, odbavovací plochy, úložiště letadel, dílny a další prostory. V ČR je celkem 6 mezinárodních veřejných letišť a 59 vnitrostátních veřejných letišť.

V porovnání s rokem 2002 přibyla pouze 3 vnitrostátní veřejná letiště. Z těchto dat je zřejmé, že zábor půdy leteckou dopravou za posledních 10 let je prakticky nulový. Rozloha největšího letiště v ČR, kterým je Letiště Václava Havla, činí 10 km². Pro porovnání je to přibližně stejná rozloha jakou tvoří cca 1 500 km silnic III. třídy.

3.3.4. Zábory půdy vodní dopravou

Zábory půdy provozem vodní dopravy je vskutku minimální, neboť se provoz uskutečňuje prakticky na vodních cestách, které se do záboru nezapočítávají. [8, str. 48]

Do záboru půdy vodní dopravou se tedy zahrnují přístavy, plavební komory, a kanály. Podle údajů z ročenky dopravy 2012, byla v roce 2012 celková délka vodních cest v ČR 676 km. Z celkové délky vodních cest je 39 km tvořeno umělými kanály. Celková rozloha přístavů v ČR je cca 1,6 km².

Pro porovnání je to přibližně stejná rozloha jakou tvoří cca 250 km silnic III. třídy.

3.3.5. Zábory půdy MHD

Městská hromadná doprava je z velké části provozována na cestách pro silniční dopravu.

Jen malá část dopravních prostředků MHD se pohybuje mimo již vybudovanou síť. Proto je zábor půdy MHD velmi malý. Do celkového záboru je možno započítat zastávky MHD, vozová depa, tramvajové tratě vybudované mimo stávající komunikace.

Do záboru půdy nelze počítat metro, jehož velká část je vystavěna pod povrchem země.

3.3.6. Celkové porovnání záboru půdy z jednotlivých druhů dopravy

V tabulce č. 7 jsou uvedeny výsledky bodového ohodnocení záboru půdy z jednotlivých druhů dopravy. Body byly udělovány dle informací zveřejněných v předchozí části tohoto oddílu. Hlavním kritériem byla délka jednotlivých dopravních cest, dalším poté rozloha staveb souvisejících s daným druhem dopravy.

Tabulka 7: Bodové hodnocení jednotlivých druhů dopravy z hlediska záboru půdy

Druh dopravy	Body
Silniční doprava	10
Železniční doprava	6
Letecká doprava	2
Vodní doprava	2
MHD	3

Zdroj: Autor

3.4. Porovnání nehodovosti v dopravě

Porovnání nehodovosti bude provedeno pomocí údajů o počtech nehod a usmrcených osob z jednotlivých druhů dopravy. Dále bude podobně jako u emisí proveden přepočet, jaké by bylo množství nehod respektive usmrcených osob, kdyby se daný druh dopravy podílel na 100 % objemu dopravy.

3.4.1. Nehodovost v silniční dopravě

Silniční doprava je užívána ve velké části k individuálnímu motorismu, právě v tomto odvětví silniční dopravy se stane nejvíce nehod, což je dáno amatérismem většiny řidičů. V ostatních druzích dopravy je profesionalita řidičů dopravních prostředků podmínkou výkonu povolání. Nejčastějšími příčinami silničních nehod jsou nesprávný způsob jízdy, nepřizpůsobení rychlost, nedání přednosti v jízdě, nevhodné předjíždění, vliv konzumace alkoholu a další.

V tabulce č. 8 je zobrazeno množství nehod a usmrcených osob v silniční dopravě v ČR za rok 2012.

Tabulka 8: Počet nehod a obětí (do 30 dnů od nehody) v silniční dopravě za rok 2012

Celkový počet nehod	20 504
Počet usmrcených osob	742

Zdroj: SYDOS

Nehodovost a úmrtnost v silniční dopravě v posledních letech lehce klesá, tato skutečnost je způsobena zavedením bodového systému pro neukázněné řidiče, zvýšením počtu dopravních kontrol Policií ČR a kvalitou bezpečnostních systémů nových vozidel. Například v roce 2005 bylo zaevidováno celkem 25 239 nehod, při nichž přišlo o život 1 286 osob.

3.4.2. Nehodovost v železniční dopravě

Nehody v železniční dopravě mohou být způsobeny technickým stavem tratě nebo vozidla, závadou na signalizačních zařízeních nebo chybou při řízení provozu.

Nehody, které se stávají na železničních přejezdech, jsou téměř vždy zaviněny řidiči silničního vozidla, proto jsou zahrnuty do statistik silniční dopravy. Dále jsou od roku 2006 z údajů vyloučeny sebevraždy a pokusy o sebevraždu.

V tabulce č. 9 jsou údaje nehodovosti v železniční dopravě v ČR za rok 2012.

Tabulka 9: Počet nehod a obětí v železniční dopravě za rok 2012

Celkový počet nehod	97
Počet usmrcených osob	26

Zdroj: SYDOS

3.4.3. Nehodovost v letecké dopravě

Nehody v letecké dopravě mají téměř vždy fatální následky, proto je při vývoji a při provozu letadel kladen obrovský důraz na kvalitu součástí. Zároveň musí být vysoce kvalifikovaní všichni zaměstnanci v letectví pracující.

Když už k nějaké nehodě v letecké dopravě dojde, většinou je na vině pilot, nedostatečný servis nebo chyba v řízení letového provozu.

V tabulce č. 10 jsou údaje nehodovosti v civilní letecké dopravě v ČR za rok 2012. Všechny tyto nehody jsou ze všeobecného letectví, jejich viníky jsou většinou rekreační letci. Za posledních 10 let nebyla ani jedna nehoda v ČR z oblasti obchodního letectví. Což je nutné zohlednit v bodovém hodnocení.

Tabulka 10: Počet nehod a obětí v civilní letecké dopravě za rok 2012

Celkový počet nehod	72
Počet usmrcených osob	12

Zdroj: SYDOS

3.4.4. Nehodovost ve vodní dopravě

Příčinou nehod ve vodní dopravě může mít například srážka lodí, náraz na dno nebo na pevninu, technická závada nebo špatná konstrukce plavidla. Nejtragičtější následky při vodní dopravě mívá potopení lodí, to však ve vnitrozemské dopravě ČR nehrozí, díky malým hloubkám toků. Vzhledem k tomu, že rychlost přepravy ve vodní dopravě je nízká, jsou následky nehod většinou pouze poškození plavidel.

V tabulce č. 11 jsou údaje nehodovosti ve vodní dopravě v ČR za rok 2012.

Tabulka 11: Počet nehod a usmrcených osob ve vodní dopravě za rok 2012

Celkový počet nehod	3
Počet usmrcených osob	1

Zdroj: SYDOS

3.4.5. Nehodovost v MHD

MHD je specifickým druhem dopravy, jak již bylo uvedeno v předchozích částech. MHD je kombinací železniční a silniční dopravy a je provozována převážně na dopravních cestách určených pro silniční dopravu.

V tabulce č. 12 jsou údaje nehodovosti v MHD v ČR za rok 2012. Počet usmrcených osob je vzhledem k počtu nehod nízký, hlavním důvodem je nízká rychlost dopravních prostředků MHD.

Tabulka 12: Počet nehod a usmrcených osob v MHD za rok 2012

Celkový počet nehod	512
Počet usmrcených osob	2

Zdroj: Policie ČR

3.4.6. Celkové porovnání nehodovosti z jednotlivých druhů dopravy

Celkové počty nehod a usmrcených osob z jednotlivých doprav za rok 2012 jsou zobrazeny v tabulce č. 13. Dále zde jsou dle rovnic (4),(5) dopočítány počty nehod a usmrcených osob, jaké by byly v případě, že by se daná doprava podílela ve 100 % na celkovém objemu dopravy. K tomu abychom mohli tento přepočítání provést, nám poslouží obrázek č. 2, na kterém je zobrazen podíl jednotlivých druhů dopravy na celkovém objemu dopravy v ČR za rok 2012. Tento přepočítání poslouží pro lepší porovnání jednotlivých druhů dopravy a k jejich bodovému ohodnocení. Hlavním kritériem pro bodové hodnocení je počet nehod, počet usmrcených osob je až doplňkovým kritériem.

$$N_{100\%} = N/p \cdot 100 \text{ [-]} \quad (4)$$

$$Nu_{100\%} = Nu/p \cdot 100 \text{ [-]} \quad (5)$$

kde: $N_{100\%}$ – počet nehod v případě, že se bude daná doprava

podílet ze 100% na celkovém objemu dopravy [-],

N – skutečný počet nehod daného druhu dopravy [-],

p – podíl daného druhu dopravy na celkovém objemu dopravy [-],
 $Nu_{100\%}$ – počet usmrcených osob v případě, že se bude daná doprava
 podílet ze 100% na celkovém objemu dopravy [-],
 Nu – skutečný počet usmrcených osob daného druhu dopravy [-],
 p – podíl daného druhu dopravy na celkovém objemu dopravy [-].

Tabulka 13: Celkové počty nehod a obětí za rok 2012 a jejich bodové hodnocení

Druh dopravy	Počet nehod - N	Počet úmrtí - Nu	Počet nehod na 100% dopravy – $N_{100\%}$	Počet úmrtí na 100% dopravy – $Nu_{100\%}$	Body
Silniční doprava	20 504	742	28 478	1 030	10
Železniční doprava	97	26	538	144	2
Letecká doprava	72	12	257	428	1
Vodní doprava	3	1	1 000	333	3
MHD	512	2	8 258	32	5

Zdroj: Autor

3.5. Celkové porovnání vlivu jednotlivých druhů dopravy na životní prostředí

Vyhodnocení a srovnání vlivu jednotlivých druhů dopravy na životní prostředí udává následující tabulka č. 14. Výsledky jsou sestaveny na základě bodových hodnocení v předešlé části této kapitoly. Celkové bodové hodnoty u jednotlivých vlivů jsou upraveny podle toho, jakou částí se daný vliv podílí na celkovém vlivu na životní prostředí.

Podíly jednotlivých vlivů jsou stanoveny takto: emise 35 %, hluk 25 %, zábor půdy 15 %, nehodovost 25 %.

Tabulka 14: Porovnání vlivu jednotlivých druhů dopravy na životní prostředí

Druh dopravy	Emise (35%)	Hluk (25%)	Zábor půdy (15%)	Nehodovost (25%)	Celková známka
Silniční doprava	2,45	2,25	1,50	2,50	8,70
Železniční doprava	1,05	1,75	0,90	0,50	3,75
Letecká doprava	3,50	1,25	0,30	0,25	5,30
Vodní doprava	0,70	1,00	0,30	0,75	2,75
MHD	1,40	2,00	0,45	1,25	5,10

Zdroj: Autor

4. VÝHLED DO BUDOUCNOSTI

Budoucnost v dopravě je možné pouze stěží odhadnout, přesto se v této kapitole pokusím nastínit, jaký by měl být budoucí vývoj jednotlivých druhů dopravy v oblasti vlivu na životní prostředí, aby se tento vliv co nejvíce snižoval.

4.1. Budoucnost silniční dopravy

I přes snahu vlád zemí v EU je silniční doprava stále dopravou s největším vlivem na životní prostředí. Tento vliv však díky krokům, které již byly podniknuty, mírně klesá.

Mezi hlavní kroky, které jsou podnikány pro snížení vlivu silniční dopravy na životní prostředí, patří:

- tvorba a postupné zpřísnování emisních norem pro nově vyrobená vozidla,
- rozšiřování dálniční sítě,
- stavba obchvatů měst,
- realizace protihlukových staveb.

V budoucnosti by se dle mého názoru měl klást důraz na podporu vozidel na alternativní paliva, která představují mnohem menší zátěž pro životní prostředí, než vozidla na běžná paliva. Podíl těchto vozů na vozovém parku v ČR je zatím velmi malý, hlavním důvodem je jejich pořizovací cena. Podpora nákupu těchto vozidel by mohla být formou odpuštění platby DPH z pořízeného vozu.

Dalším krokem ke snížení emisí ze silniční dopravy by mohlo být zavedení emisních zón v centrech měst, tím by byl zakázán vjezd vozidel, která nesplňují dané emisní normy. Tento krok by donutil lidi k většímu využívání MHD, která je pro životní prostředí méně škodlivá. O tomto kroku již Vláda ČR nějakou dobu jedná.

4.2. Budoucnost železniční dopravy

Železniční doprava je dle předchozího porovnání jednou z nejšetrnějších druhů dopravy k životnímu prostředí. V mnoha státech Evropy si uvědomují, že podporou železniční dopravy je možné snížit podíl silniční dopravy, a tím i zatížení životního prostředí.

Dle mého názoru by v budoucnu měla být železniční doprava v ČR více podporována, například modernizací a budováním nových tratí, které by sloužily pro lepší dostupnost a rychlost železniční dopravy. Dalším krokem pro zatraktivnění železniční dopravy je obnova vozového parku, která zpříjemní cestování a přiláká více zákazníků. Další možností podpory

by mohlo být zvýšení silniční daně nebo mýtného, aby se dopravci začali více orientovat na využívání železnic.

4.3. Budoucnost letecké dopravy

V dnešní době je letecká doprava na vzestupu, což je způsobeno hlavně její rychlostí a relativně nízkou cenou. Vzhledem k tomu, že vliv letecké dopravy na životní prostředí je dosti veliký, bylo by dobré, aby se její podíl na celkovém objemu dopravy moc nezvyšoval. To však bude velmi obtížné, protože její výhody pro cestující jsou tak velké, že lze očekávat její další růst.

V budoucnu je tedy potřeba klást důraz na snižování produkce emisí letadel, to by mohlo být realizováno podobně jako v silniční dopravě pomocí emisních norem a využíváním alternativních paliv.

4.4. Budoucnost vodní dopravy

Vodní doprava je dle předchozího porovnání vůbec nejšetrnější dopravou k životnímu prostředí. Proto by bylo logické podporovat její rozvoj, ten je však omezen délkou vodních cest v ČR. Dalším limitujícím faktorem je rychlost dopravy, protože v dnešní době je na rychlost kladen velký důraz.

Vláda a prezident si uvědomují fakt, že vodní doprava by mohla být pro ČR významnější, než je v současné době. Z tohoto důvodu je již vypsáno výběrové řízení pro vytvoření studie na výstavbu vodního kanálu Dunaj-Odra-Labe, jeho podoba je na obrázku č. 4. Realizací tohoto kanálu by vzniklo 380 km vodních cest a vzrostl by význam vodní dopravy v ČR.



Obrázek 4 - Vodní kanál Dunaj-Odra-Labe. [11]

4.5. Budoucnost MHD

Ve výsledcích vlivu na životní prostředí vyšla MHD jako třetí nejhorší druh dopravy vzhledem k vlivu na životní prostředí. Přesto je však pro dopravu ve městech mnohem šetrnější než doprava individuální.

Pro snížení vlivu MHD na životní prostředí v budoucnosti se jako nejvhodnější jeví, výměna vozidel na běžná paliva za vozidla na alternativní pohon. V případě MHD jde hlavně o autobusy s pohonem na CNG. Některé dopravní podniky již k této výměně pozvolna přistupují. Např. DP Pardubice mezi lety 2009 až 2014 doplnil svůj vozový park o celkem 22 autobusů na CNG, které částečně nahradily staré neekologické autobusy z 90. let. Předpokládám, že v budoucnu bude tato obměna vozových parků dopravních podniků pokračovat.

ZÁVĚR

V mé práci jsem se zaměřil na téma „Porovnání jednotlivých druhů dopravy vzhledem k vlivu na životní prostředí“. V teoretické části jsem se zabýval charakteristikou jednotlivých druhů dopravy, jejich historií a možnými negativními vlivy na životní prostředí.

Praktická část mé práce je zaměřena na vlastní porovnání jednotlivých druhů dopravy vzhledem k vlivu na životní prostředí. V této části bylo nezbytné zvolit systém hodnocení pro jednotlivé vlivy. Pro tuto potřebu mi přišlo jako nejvhodnější použít bodové stupnice od 0 do 10, kde 0 znamená minimální vliv a 10 naopak největší vliv. V celkovém výsledku porovnání jsem dále zohlednil podíl jednotlivých vlivů na celkovém vlivu na životní prostředí.

Jak je z výsledků ve třetí kapitole patrné, největší vliv na životní prostředí má dle očekávání silniční doprava, s dosti velkým odstupem je na druhé pozici doprava letecká s téměř stejným bodovým ziskem jako MHD. Na vcelku slušném bodovém hodnocení letecké dopravy se pozitivně projevila její velmi nízká nehodovost. Jako druhá nejšetrnější doprava z mého porovnání vychází doprava železniční. Nejšetrnějším druhem dopravy se jeví doprava vodní.

Výsledek může být lehce ovlivněn velmi malým podílem vodní dopravy na celkovém objemu dopravy v ČR, proto mohou být výsledky zkresleny nepřesnostmi ve statistikách a výpočtech. Tento fakt ovšem nemění nic na tom, že vodní doprava spolu s dopravou železniční nejméně zatěžují životní prostředí.

Závěrem bych rád dodal, že vzhledem k výsledkům mé práce, a s ohledem na dostupnost vodní dopravy, je potřeba co nejvíce využívat dopravu železniční na úkor dopravy silniční a letecké. Je důležité, aby si každý z nás uvědomil, že životní prostředí je nutné chránit, a pro svou cestu se snažil využít dopravu třeba méně pohodlnou, avšak mnohem šetrnější.

SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

- [1] ŠIROKÝ, Jaromír, *Základy technologie a řízení dopravy*, 1. vyd. Pardubice Institut Jana Pernera, 2007, 194 s. ISBN 978-80-7194-983-1.
- [2] ŠKAPA, Petr, *Doprava a životní prostředí I*, 1. vyd. Ostrava VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2003, 113 s. ISBN 80-248-0433-6.
- [3] Převody jednotek. [Online]. [cit. 29-7-2014]. Dostupné z WWW:
< <https://prevodyonline.eu/cz/prace.html> >.
- [4] Česká společnost pro větrnou energii. [Online]. [cit. 29-7-2014]. Dostupné z WWW:
< <http://www.csve.cz/cz/clanky/energeticky-mix-cr/506>>.
- [5] České energetické závody. [Online]. [cit. 29-7-2014]. Dostupné z WWW:
<http://www.cez.cz/ede/content/micrositesutf/odpovednost/content/pdf/cez_group_and_coal_power_plants.pdf>.
- [6] Dopravní podnik hlavního města Prahy [Online]. [cit. 31-7-2014]. Dostupné z WWW:
< <http://www.dpp.cz/dpp-v-datech/>>.
- [7] Ministerstvo dopravy ČR [Online]. [cit. 31-7-2014]. Dostupný z WWW:
<https://www.sydos.cz/cs/rocenka-2012/rocenka/htm_cz/index.html>.
- [8] NOVÁK, Jiří, a kolektiv, *Doprava, životní prostředí a politika*, 1. vyd. Brno Český a Slovenský dopravní klub, 1993, 81 s. ISBN 80-901339-2-4.
- [9] LIBERKO, Miloš, hluk ze železniční dopravy – porovnání účinku pasivních protihlukových opatření [Online]. [cit. 2-8-2014]. Dostupný z WWW:
<<http://www.silnice-zeleznice.cz/clanek/hluk-ze-zeleznici-dopravy-porovnani-ucinku-pasivnich-protihlukovych-opatreni/>>.
- [10] KAVÁN, Petr, databáze hlukových zdrojů na železnici [Online]. [cit. 2-8-2014]. Dostupný z WWW: < http://www.mdcz.cz/NR/rdonlyres/D88D905D-9816-40BE-962F-7B6A9BC020F4/0/Methodika026_2006.pdf>.
- [11] ŠNÍDL, Vladimír, Zemanův vodní kanál se vrací: Ministr Prachař otočil a objednává studii za miliony [Online]. [cit. 2-8-2014]. Dostupný z WWW:
<<http://zpravy.ihned.cz/c1-62500770-zemanuv-kanal-dunaj-odra-labe-se-vraci-prachar-poptava-studii-za-miliony>>.
- [12] Emission Standards European Union [Online]. [cit. 4-8-2014]. Dostupný z WWW:
< <https://www.dieselnet.com/standards/eu/>>.

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázek 1 – Energetický mix. [4].....	28
Obrázek 2 – Podíl jednotlivých druhů dopravy na dopravě v ČR za rok 2012. [7]	30
Obrázek 3 – Příspěvek hlavních zdrojů hluku na hluku železničního vozidla. [10]	32
Obrázek 4 – Vodní kanál Dunaj-Odra-Labe. [11]	42
Tabulka 1 – Hygienické limity hluku z dopravy před fasádou obytných místností	23
Tabulka 2 – Emise elektrické železniční trakce za rok 2012.....	28
Tabulka 3 – Celkové emise jednotlivých druhů dopravy za rok 2012 a bodové hodnocení ...	30
Tabulka 4 – Homologační limity vnějšího hluku silničních vozidel	32
Tabulka 5 – Bodové hodnocení jednotlivých druhů dopravy z hlediska produkce hluku.....	34
Tabulka 6 – Délky silnic v ČR v roce 2012.....	35
Tabulka 7 – Bodové hodnocení jednotlivých druhů dopravy z hlediska záboru půdy.....	36
Tabulka 8 – Počet nehod a obětí (do 30 dnů od nehody) v silniční dopravě za rok 2012	37
Tabulka 9 – Počet nehod a obětí v železniční dopravě za rok 2012.....	38
Tabulka 10 – Počet nehod a obětí v civilní letecké dopravě za rok 2012.....	38
Tabulka 11 – Počet nehod a usmrcených osob ve vodní dopravě za rok 2012	39
Tabulka 12 – Počet nehod a usmrcených osob v MHD za rok 2012.....	39
Tabulka 13 – Celkové počty nehod a obětí za rok 2012 a jejich bodové hodnocení.....	40
Tabulka 14 – Porovnání vlivu jednotlivých druhů dopravy na životní prostředí	40

SEZNAM ZKRATEK

ČR – Česká republika

MHD – městská hromadná doprava

CO₂ – oxid uhličitý

CO – oxid uhelnatý

NO_x – oxid dusíku

NO – oxid dusnatý

NO₂ – oxid dusičitý

N₂O – oxid dusný

SO₂ – oxid siřičitý

HC – uhlovodíky

PM – pevné částice

BREF LCP – referenční dokumenty pro velká spalovací zařízení

IAD – individuální automobilová doprava

ČEZ – České energetické závody

SYDOS – systém dopravní statistiky

EU – Evropská unie

CNG – stlačený zemní plyn

DP – dopravní podnik

PŘÍLOHY

Příloha 1: Emisní normy Euro pro osobní vozy [12].....	49
Příloha 2: Emisní normy pro železniční motorovou trakci [12]	49
Příloha 3: Emisní normy Euro pro lehké užitkové vozy [12].....	50
Příloha 4: Emisní normy Euro pro nákladní vozy a autobusy [12]	51
Příloha 5: Emisní normy pro lodě [12]	51

Příloha 1: Emisní normy Euro pro osobní vozy [12]

Table 1
EU Emission Standards for Passenger Cars (Category M₁*)

Stage	Date	CO	HC	HC+NO _x	NO _x	PM	PN
		g/km					#/km
Compression Ignition (Diesel)							
Euro 1†	1992.07	2.72 (3.16)	-	0.97 (1.13)	-	0.14 (0.18)	-
Euro 2, IDI	1996.01	1.0	-	0.7	-	0.08	-
Euro 2, DI	1996.01 ^a	1.0	-	0.9	-	0.10	-
Euro 3	2000.01	0.64	-	0.56	0.50	0.05	-
Euro 4	2005.01	0.50	-	0.30	0.25	0.025	-
Euro 5a	2009.09 ^b	0.50	-	0.23	0.18	0.005 ^f	-
Euro 5b	2011.09 ^c	0.50	-	0.23	0.18	0.005 ^f	6.0×10 ¹¹
Euro 6	2014.09	0.50	-	0.17	0.08	0.005 ^f	6.0×10 ¹¹
Positive Ignition (Gasoline)							
Euro 1†	1992.07	2.72 (3.16)	-	0.97 (1.13)	-	-	-
Euro 2	1996.01	2.2	-	0.5	-	-	-
Euro 3	2000.01	2.30	0.20	-	0.15	-	-
Euro 4	2005.01	1.0	0.10	-	0.08	-	-
Euro 5	2009.09 ^b	1.0	0.10 ^d	-	0.06	0.005 ^{e,f}	-
Euro 6	2014.09	1.0	0.10 ^d	-	0.06	0.005 ^{e,f}	6.0×10 ¹¹ ^{g,gg}

* At the Euro 1..4 stages, passenger vehicles > 2,500 kg were type approved as Category N₁ vehicles
† Values in brackets are conformity of production (COP) limits
a. until 1999.09.30 (after that date DI engines must meet the IDI limits)
b. 2011.01 for all models
c. 2013.01 for all models
d. and NMHC = 0.068 g/km
e. applicable only to vehicles using DI engines
f. 0.0045 g/km using the PMP measurement procedure
g. 6.0×10¹² 1/km within first three years from Euro 6 effective dates

Příloha 2: Emisní normy pro železniční motorou trakci [12]

Table 6
Stage III A Standards for Rail Traction Engines

Cat.	Net Power kW	Date	CO	HC	HC+NO _x	NO _x	PM
			g/kWh				
RC A	130 < P	2006.01	3.5	-	4.0	-	0.2
RL A	130 ≤ P ≤ 560	2007.01	3.5	-	4.0	-	0.2
RH A	P > 560	2009.01	3.5	0.5*	-	6.0*	0.2

* HC = 0.4 g/kWh and NO_x = 7.4 g/kWh for engines of P > 2000 kW and D > 5 liters/cylinder

Table 7
Stage III B Standards for Rail Traction Engines

Cat.	Net Power kW	Date	CO	HC	HC+NO _x	NO _x	PM
			g/kWh				
RC B	130 < P	2012.01	3.5	0.19	-	2.0	0.025
R B	130 < P	2012.01	3.5	-	4.0	-	0.025

Příloha 3: Emisní normy Euro pro lehké užitkové vozy [12]

Table 2
EU Emission Standards for Light Commercial Vehicles

Category†	Stage	Date	CO	HC	HC+NOx	NOx	PM	PN
			g/km					
Compression Ignition (Diesel)								
N ₁ , Class I ≤1305 kg	Euro 1	1994.10	2.72	-	0.97	-	0.14	-
	Euro 2 IDI	1998.01	1.0	-	0.70	-	0.08	-
	Euro 2 DI	1998.01 ^a	1.0	-	0.90	-	0.10	-
	Euro 3	2000.01	0.64	-	0.56	0.50	0.05	-
	Euro 4	2005.01	0.50	-	0.30	0.25	0.025	-
	Euro 5a	2009.09 ^b	0.50	-	0.23	0.18	0.005 ^f	-
	Euro 5b	2011.09 ^d	0.50	-	0.23	0.18	0.005 ^f	6.0×10 ¹¹
N ₁ , Class II 1305-1760 kg	Euro 1	1994.10	5.17	-	1.40	-	0.19	-
	Euro 2 IDI	1998.01	1.25	-	1.0	-	0.12	-
	Euro 2 DI	1998.01 ^a	1.25	-	1.30	-	0.14	-
	Euro 3	2001.01	0.80	-	0.72	0.65	0.07	-
	Euro 4	2006.01	0.63	-	0.39	0.33	0.04	-
	Euro 5a	2010.09 ^c	0.63	-	0.295	0.235	0.005 ^f	-
	Euro 5b	2011.09 ^d	0.63	-	0.295	0.235	0.005 ^f	6.0×10 ¹¹
N ₁ , Class III >1760 kg	Euro 1	1994.10	6.90	-	1.70	-	0.25	-
	Euro 2 IDI	1998.01	1.5	-	1.20	-	0.17	-
	Euro 2 DI	1998.01 ^a	1.5	-	1.60	-	0.20	-
	Euro 3	2001.01	0.95	-	0.86	0.78	0.10	-
	Euro 4	2006.01	0.74	-	0.46	0.39	0.06	-
	Euro 5a	2010.09 ^c	0.74	-	0.350	0.280	0.005 ^f	-
	Euro 5b	2011.09 ^d	0.74	-	0.350	0.280	0.005 ^f	6.0×10 ¹¹
N ₂	Euro 5a	2010.09 ^c	0.74	-	0.350	0.280	0.005 ^f	-
	Euro 5b	2011.09 ^d	0.74	-	0.350	0.280	0.005 ^f	6.0×10 ¹¹
	Euro 6	2015.09	0.74	-	0.215	0.125	0.005 ^f	6.0×10 ¹¹
Positive Ignition (Gasoline)								
N ₁ , Class I ≤1305 kg	Euro 1	1994.10	2.72	-	0.97	-	-	-
	Euro 2	1998.01	2.2	-	0.50	-	-	-
	Euro 3	2000.01	2.3	0.20	-	0.15	-	-
	Euro 4	2005.01	1.0	0.10	-	0.08	-	-
	Euro 5	2009.09 ^b	1.0	0.10 ^g	-	0.06	0.005 ^{e,f}	-
	Euro 6	2014.09	1.0	0.10 ^g	-	0.06	0.005 ^{e,f}	6.0×10 ¹¹ ^{h,j}
N ₁ , Class II 1305-1760 kg	Euro 1	1994.10	5.17	-	1.40	-	-	-
	Euro 2	1998.01	4.0	-	0.65	-	-	-
	Euro 3	2001.01	4.17	0.25	-	0.18	-	-
	Euro 4	2006.01	1.81	0.13	-	0.10	-	-
	Euro 5	2010.09 ^c	1.81	0.13 ^h	-	0.075	0.005 ^{e,f}	-
	Euro 6	2015.09	1.81	0.13 ^h	-	0.075	0.005 ^{e,f}	6.0×10 ¹¹ ^{h,j}
N ₁ , Class III >1760 kg	Euro 1	1994.10	6.90	-	1.70	-	-	-
	Euro 2	1998.01	5.0	-	0.80	-	-	-
	Euro 3	2001.01	5.22	0.29	-	0.21	-	-
	Euro 4	2006.01	2.27	0.16	-	0.11	-	-
	Euro 5	2010.09 ^c	2.27	0.16 ⁱ	-	0.082	0.005 ^{e,f}	-
	Euro 6	2015.09	2.27	0.16 ⁱ	-	0.082	0.005 ^{e,f}	6.0×10 ¹¹ ^{h,j}
N ₂	Euro 5	2010.09 ^c	2.27	0.16 ⁱ	-	0.082	0.005 ^{e,f}	-
	Euro 6	2015.09	2.27	0.16 ⁱ	-	0.082	0.005 ^{e,f}	6.0×10 ¹¹ ^{h,j}

† For Euro 1/2 the Category N₁ reference mass classes were Class I ≤ 1250 kg, Class II 1250-1700 kg, Class III > 1700 kg
a. until 1999.09.30 (after that date DI engines must meet the IDI limits)
b. 2011.01 for all models
c. 2012.01 for all models
d. 2013.01 for all models
e. applicable only to vehicles using DI engines
f. 0.0045 g/km using the PMP measurement procedure
g. and NMHC = 0.068 g/km
h. and NMHC = 0.090 g/km
i. and NMHC = 0.108 g/km
j. 6.0×10¹² 1/km within first three years from Euro 6 effective dates

Příloha 4: Emisní normy Euro pro nákladní vozy a autobusy [12]

Table 1
EU Emission Standards for Heavy-Duty Diesel Engines: Steady-State Testing

Stage	Date	Test	CO	HC	NOx	PM	PN	Smoke
			g/kWh					1/kWh
Euro I	1992, ≤ 85 kW	ECE R-49	4.5	1.1	8.0	0.612		
	1992, > 85 kW		4.5	1.1	8.0	0.36		
Euro II	1996.10		4.0	1.1	7.0	0.25		
	1998.10		4.0	1.1	7.0	0.15		
Euro III	1999.10 EEV only	ESC & ELR	1.5	0.25	2.0	0.02		0.15
	2000.10		2.1	0.66	5.0	0.10 ^a		0.8
Euro IV	2005.10		1.5	0.46	3.5	0.02		0.5
Euro V	2008.10		1.5	0.46	2.0	0.02		0.5
Euro VI	2013.01	WHSC	1.5	0.13	0.40	0.01	8.0×10 ¹¹	

a - PM = 0.13 g/kWh for engines < 0.75 dm³ swept volume per cylinder and a rated power speed > 3000 min⁻¹

Table 2
EU Emission Standards for Heavy-Duty Diesel and Gas Engines: Transient Testing

Stage	Date	Test	CO	NMHC	CH ₄ ^a	NOx	PM ^b	PN ^e
			g/kWh					1/kWh
Euro III	1999.10 EEV only	ETC	3.0	0.40	0.65	2.0	0.02	
	2000.10		5.45	0.78	1.6	5.0	0.16 ^c	
Euro IV	2005.10		4.0	0.55	1.1	3.5	0.03	
Euro V	2008.10		4.0	0.55	1.1	2.0	0.03	
Euro VI	2013.01	WHTC	4.0	0.16 ^d	0.5	0.46	0.01	6.0×10 ¹¹

a - for gas engines only (Euro III-V: NG only; Euro VI: NG + LPG)
b - not applicable for gas fueled engines at the Euro III-IV stages
c - PM = 0.21 g/kWh for engines < 0.75 dm³ swept volume per cylinder and a rated power speed > 3000 min⁻¹
d - THC for diesel engines
e - for diesel engines; PN limit for positive ignition engines TBD

Příloha 5: Emisní normy pro lodě [12]

Table 5
Stage III A Standards for Inland Waterway Vessels

Cat.	Displacement (D)	Date	CO	NO _x +HC	PM
	dm ³ per cylinder		g/kWh		
V1:1	D ≤ 0.9, P > 37 kW	2007.01	5.0	7.5	0.40
V1:2	0.9 < D ≤ 1.2		5.0	7.2	0.30
V1:3	1.2 < D ≤ 2.5		5.0	7.2	0.20
V1:4	2.5 < D ≤ 5		5.0	7.2	0.20
V2:1	5 < D ≤ 15	2009.01	5.0	7.8	0.27
V2:2	15 < D ≤ 20, P ≤ 3300 kW		5.0	8.7	0.50
V2:3	15 < D ≤ 20, P > 3300 kW		5.0	9.8	0.50
V2:4	20 < D ≤ 25		5.0	9.8	0.50
V2:5	25 < D ≤ 30		5.0	11.0	0.50