

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Analýza vlivu vozidel s alternativními pohony na životní prostředí

Lukáš Hřebíček

Bakalářská práce

2010

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lukáš HŘEBÍČEK**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Technologie a řízení dopravy-Technologie a řízení dopravních systémů**
Název tématu: **Analýza vlivu vozidel s alternativními pohony na životní prostředí**
Zadávací katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

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

Úvod

- 1 Druhy, historie, charakteristika a výroba alternativních pohonů
- 2 Právní předpisy související s problematikou využívání alternativních pohonů
- 3 Požadavky na technické vybavení pro používání alternativních pohonů
- 4 Návrh na podporu alternativních pohonů
- 5 Ekonomické a ekologické vyhodnocení

Závěr

Rozsah grafických prací: 2-5
Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

- (1) MATĚJOVSKÝ, V., Automobilová paliva. Praha: Grada Publishing, 2005, ISBN 80-247-0350-5.
- (2) VLK, F., Alternativní pohony motorových vozidel. Brno: Prof. Ing. František Vlk, DrSc. nakladatelství a vydavatelství, 2004, ISBN 80-239-1602-5
- (3) Ministerstvo dopravy ČR [online]. Dostupné z: <http://www.mdcz.cz/NR/rdonlyres/EC931276-ACFB-4C02-B4B0-6CBBD103381D/0/Technickoeekonomicka_analyza_vhodnych_alternativnich_paliv_v

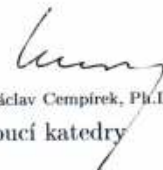
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Pavlína Brožová**
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání bakalářské práce: **1. února 2010**
Termín odevzdání bakalářské práce: **31. května 2010**



prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.
děkan

L.S.



prof. Ing. Václav Cempírek, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 1. února 2010

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 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 její skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 31. 5. 2010

SOUHRN

Bakalářská práce je zaměřena na problematiku používání alternativních pohonů v silniční dopravě. Nejdříve krátce pojednává o základních vlastnostech, možnostech výroby a historii alternativních pohonů. Poté následuje výčet základních právních dokumentů upravujících problematiku používání alternativních paliv v ČR i EU. Následující kapitola se zabývá požadavky na čerpací stanice alternativních pohonných hmot. Dále tato bakalářská práce obsahuje projekt obnovy vozového parku autobusového dopravce, kde jsou uvedeny možnosti obnovy původního vozového parku. V poslední kapitole jsou jednotlivé varianty vozového parku zhodnoceny z hlediska ekonomického i ekologického.

KLÍČOVÁ SLOVA

alternativní pohony, CNG pohon, elektrický pohon, hybridní pohon, vodíkový pohon

TITLE

Analysis of Influence on Environment of Vehicles with Alternative Propulsions

ABSTRACT

The bachelor thesis is intended on problems of applying of a alternative propulsions in the road transport. The first it discourses shortly about basic characters, possibilities of production and history of the alternative propulsions. Then the enumeration of basic law documents, which adjustment applying of alternative fuels in Czech Republic and EU, follows. The following chapter engages in the demands on the pumping stations of alternative fuels. Further this bachelor thesis contains project of renovation of fleet of bus transporter where possibilities of renovation original bus fleet are mentioned. In the last chapter individual variants of renovation bus fleet are evaluated from economic and environmental point of view.

KEY WORDS

alternative propulsions, CNG propulsion, electric drive, hybrid drive, hydrogen propulsion

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat všem, kteří přispěli k vytvoření této bakalářské práce, především vedoucí bakalářské práce Ing. Pavlíně Brožové, Ph.D. za odborné vedení, dále panu Brýdlovi, panu Václavu Suchému, Ing. Pavlu Novákovi, Ing. Pelikánovi a panu Ing. Pavlu Zdražilovi za poskytnutí požadovaných informací a materiálů.

Poděkování patří také mé rodině za psychickou podporu.

OBSAH

ÚVOD	9
1 DRUHY, HISTORIE, CHARAKTERISTIKA A VÝROBA ALTERNATIVNÍCH POHONŮ	11
1.1 Druhy alternativních pohonů.....	11
1.2 Historie a vývoj alternativních pohonů.....	11
1.3 Charakteristika jednotlivých druhů alternativních pohonů a jejich výroba.....	13
1.3.1 Zkapalněné ropné plyny (LPG).....	13
1.3.2 Stlačený (CNG) a zkapalněný (LNG) zemní plyn	14
1.3.3 Methanol	15
1.3.4 Ethanol	16
1.3.5 Methyl-terc.-butylether (MTBE).....	16
1.3.6 Ethyl-terc.-butylether (ETBE).....	17
1.3.7 Methylester řepkového oleje (MEŘO).....	17
1.3.8 Vodíkový pohon.....	17
1.3.9 Hybridní pohon	18
1.3.10 Elektrický pohon.....	20
1.3.11 Automobil využívající k pohonu stlačený vzduch	20
2 PRÁVNÍ PŘEDPISY SOUVISEJÍCÍ S PROBLEMATIKOU VYUŽÍVÁNÍ ALTERNATIVNÍCH POHONŮ	21
2.1 Základní právní předpisy Evropské unie	21
2.2 Právní předpisy ČR	23
3 POŽADAVKY NA TECHNICKÉ VYBAVENÍ ČERPACÍCH STANIC	26
4 NÁVRH NA PODPORU ALTERNATIVNÍCH POHONŮ	28
4.1 Návrh obnovy vozového parku	28
5 EKONOMICKÉ A EKOLOGICKÉ VYHODNOCENÍ	30
5.1 Ekologické vyhodnocení	30
5.2 Ekonomické vyhodnocení.....	35
ZÁVĚR	38
SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	40
SEZNAM TABULEK	43

SEZNAM OBRÁZKŮ	44
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	45
SEZNAM PŘÍLOH	46

ÚVOD

V současné době patří silniční doprava k významným zdrojům znečištění především ovzduší, ale také půdy či vodních zdrojů, u nichž hrozí nebezpečí kontaminace při dopravních nehodách. V souvislosti se znečištěním ovzduší je asi nejčastěji diskutovaným tématem omezení produkce CO₂, jež patří mezi tzv. skleníkové plyny, které podle vědců ovlivňují v globálním měřítku klimatické podmínky na Zemi. Při spalování motorových paliv však vznikají i další znečišťující látky, jež negativně působí především na lidský organismus a přírodní ekosystémy.

Cílem nahrazování klasických pohonných hmot v silniční dopravě není pouze snaha o ochranu životního prostředí, ale za další důvod vývoje alternativních pohonů lze určitě považovat i skutečnost, že celosvětové zásoby ropy se ztenčují. Předpokládá se, že by produkce ropy měla dosáhnout svého vrcholu kolem roku 2020 a poté by již mělo množství vytěžené ropy trvale klesat. Spotřeba energie v oblasti dopravy však každoročně stoupá vzhůru. Další důvody pro zavádění alternativních pohonů jsou uvedeny v úvodní kapitole.

V současnosti se problematikou alternativních pohonů v silniční dopravě zabývá mnoho publikací. Také v této bakalářské práci, jež nese název „Analýza vlivu vozidel s alternativními pohony na životní prostředí“, bude zpracována problematika alternativních pohonů.

Na začátku bakalářské práce jsou uvedeny jednotlivé druhy alternativních pohonů, jejich základní vlastnosti, výhody a nevýhody, možnosti výroby a historie používání alternativních pohonných hmot. Následující kapitola obsahuje stručný přehled platných právních předpisů upravujících problematiku využívání alternativních pohonů v silniční dopravě. Nechybí zde samozřejmě přehled českých právních předpisů, ale ani těch, které vydala EU, jejímž členem je i ČR. Dále se bakalářská práce zabývá problematikou čerpacích stanic alternativních pohonných hmot a požadavky na ně kladených. Cílem čtvrté kapitoly je návrh na obnovu vozového parku dopravce zabývajícího se přepravou osob, kde by měly být uvedeny jednotlivé možnosti výměny původních vozidel za nová. Hlavní cíl této bakalářské práce, tedy analýza jednotlivých možností obnovy vozového parku z hlediska ekologického a ekonomického, bude obsahem poslední kapitoly. Ekologické hodnocení jednotlivých variant vozového parku se zaměří na porovnání produkce emisí nejen sledovaných a emisními normami omezovaných škodlivin, ale také na emise CO₂, jež patří mezi skleníkové plyny, které podle vědeckých poznatků způsobují globální oteplování podnebí na Zemi. V ekonomickém hodnocení budou porovnávány náklady na pořízení

a provoz autobusů vybavených naftovým pohonem a autobusů s alternativními pohony. Dále by v ekonomickém srovnání měly být zahrnuty možnosti financování nákupu autobusů, výše dotací a jiných veřejných podpor.

1 DRUHY, HISTORIE, CHARAKTERISTIKA A VÝROBA ALTERNATIVNÍCH POHONŮ

V současné době se po celém světě používá mnoho různých alternativních pohonů motorových vozidel. V této bakalářské práci však bude věnována pozornost pouze alternativním pohonům, které jsou uvedeny v následující části.

1.1 Druhy alternativních pohonů

V současné době se používají vedle známých a běžně dostupných paliv a pohonů i další, jejichž cílem je nahradit klasická motorová paliva, tedy automobilový benzín a motorovou naftu. Do skupiny tzv. alternativních pohonů lze zahrnout následující pohonné hmoty:

- zkapalněné ropné plyny – LPG
- zemní plyn – stlačený (CNG) nebo zkapalněný (LNG)
- paliva na bázi alkoholů – methanol, ethanol
- étery – methyl-terc.-butylether (MTBE), ethyl-terc.-butylether (ETBE)
- methylestery mastných kyselin (například methylester řepkového oleje)
- elektřinu
- vodík
- hybridní pohon
- stlačený vzduch

Hlavní důvody pro hledání alternativních paliv souvisí s ropou. Její světové zásoby se ztenčují a v průmyslové výrobě slouží jako surovina k výrobě např. plastů, hnojiv atd. Ale také státy, na jejichž území se nenachází žádná naleziště „černého zlata“, vyvíjejí snahu snížit závislost na dodávkách ze zemí, kde je ho zatím dostatek. Právě v nedávné době došlo k dočasnému přerušení dodávek zemního plynu do střední a západní Evropy. Tato situace může kdykoliv znovu nastat a nemusí jít pouze o zemní plyn, ale i o ropu. V souvislosti s alternativními pohony se však nejčastěji hovoří o ekologii. Snahou je především snížit množství skleníkových plynů, které podle vědců přispívají ke globálnímu oteplování. I proto jsou vydávány stále nové normy, které postupně zpřísňují emisní limity. (1)

1.2 Historie a vývoj alternativních pohonů

První motory nepoužívaly jako palivo benzín nebo ropu, ale plyn. Používal se svítiplyn, methan, dřevoplyn, kalový plyn a další. Švýcarský vysloužilý voják Issac de Rival sestrojil v roce 1807 motor s elektrickým zapalováním směsi svítiplynu a vzduchu. (2)

Zdokonalení plynového motoru provedl německý vynálezce N. Ottovi. Ten v roce 1876 představil princip čtyřtakového plynového spalovacího motoru, který je v současné době nazýván po vynálezci. Plyn poháněl motory téměř do konce 19. století. **Benzín byl poprvé použit v roce 1873 a od té doby postupně získával převahu nad plynem.** (3)

Na přelomu 19. a 20. století se začaly objevovat první zdařilé elektromobily. Dokonce v USA byl tento druh pohonu rozšířenější než spalovací motory. Nejen elektromobily, ale i hybridní pohon započal psát svojí historii v této době. V roce 1899 Lohner–Porsche představil automobil využívající více pohonů. Zkombinoval spalovací motor s elektrickým, pro který vyráběl elektrickou energii generátor. Avšak ani tyto pohony nezvítězily nad spalovacími motory, které používaly jako palivo benzín. Pouze v období 1. a 2. světové války, kdy nebyl dostatek benzínu, byl používán také plyn. (4), (5)

LPG bylo poprvé využito k pohonu většího množství vozidel ve třicátých letech v Německu, které v této době trpělo nedostatkem benzínu. Po skončení druhé světové války se německý průmysl k výrobě vrátil a odtud se jeho používání pro pohon vozidel postupně šířilo do dalších států. (6)

O návrat k vývoji alternativních pohonů se zasloužila zejména ropná krize v polovině 70. let minulého století. Poprvé se začalo vážněji uvažovat o využití vodíku v dopravě. Ale také výrazněji vzrostl počet vyráběných elektromobilů. Více velkých automobilových podniků odstartovalo jejich vývoj a výrobu. Kromě automobilky Citroën, která již v roce 1939 představila prototyp později oblíbeného vozu TUB, to byly především výrobci Fiat a Renault. (7)

80. a především 90. léta 20. století byla obdobím velkých změn v oblasti vývoje hybridních vozidel. General Motors vyvinul první z moderních hybridních automobilů, byl jím prototyp plug – in hybridu koncipovaný jako malý 3 – dveřový hatchback vhodný pro přepravu na kratší vzdálenosti. V roce 1998 představila tato automobilka typ EV 1, který vyráběla jako diesel – elektrický paralelní hybrid nebo jako sériový hybrid s plynovou turbínou. O rok dříve se začal prodávat první opravdu masově vyráběný hybrid. Je jím automobil Prius od firmy Toyota. (5)

Biopaliva byla v České republice používána již po první světové válce. V této době se prodávaly lihobenzínové směsi s názvem Dynakol. Do roku 1932 byl tento výrobek oblíbeným palivem. V letech 1926 až 1936 upravoval zákon v Československu výrobu směsi, která obsahovala 20 % bezvodého ethanolu s benzínem. Počátkem padesátých let minulého století se lihobenzínové směsi přestaly používat a dosud k obnově jejich výroby nedošlo. Až po uplynutí několika desítek let, přesněji v roce 1992, podpořila vláda České republiky

projekt na výrobu biopaliv z řepky olejné. Pomocí státních podpor se rychle podařilo program zrealizovat. Vyráběný methylester řepkového oleje je důležitou složkou tzv. bionafty, jež našla uplatnění jako palivo pro vznětové motory až v roce 1997. Dalším biopalivem, které získalo podporu v ČR až na konci 20. století, je bioethanol. Podnětem k uvedení programu na výrobu ethanolu do reality bylo Usnesení vlády ČR č. 125 ze dne 14. 2. 1996. Cílem bylo omezení produkce emisí a imisí v dopravě a to sice používáním bezolovnatých benzínů s příměsí oxigenátů a antidektonantů. Usnesení vlády ČR ze dne 17. 6. 1998 se stalo dalším krokem k realizaci používání bioethanolu jako komponenty pohonných hmot a to buď přímo nebo prostřednictvím bio – ETBE. (8)

Honba za vynálezem pohonu, který by při provozu vozidla neprodukoval žádné znečišťující látky, byla korunována úspěchem v roce 1995, kdy francouzský vynálezce Guy Negre vyrobil a otestoval první prototyp motoru. Tento prototyp využívá spalovacího motoru pro jízdu na delší vzdálenost a motoru na stlačený vzduch pro městský provoz. V roce 2003 představila společnost MDI vylepšenou verzi s názvem MDI Mini C.A.T., která by měla být sériově vyráběna po dohodě s indickou automobilkou TATA již koncem roku 2009. (9)

1.3 Charakteristika jednotlivých druhů alternativních pohonů a jejich výroba

Tato část se zabývá základními vlastnostmi jednotlivých alternativních paliv a pohonů, výhodami a nevýhodami jejich používání a uvádí způsoby výroby paliv určených pro pohon motorových vozidel.

1.3.1 Zkapalněné ropné plyny (LPG)

Tento plyn je v současné době jedním z nejvíce rozšířených alternativních paliv. Zkapalněný plyn obsahuje směs především propanu a butanu, dále obsahuje velmi malé množství síry, žádné olovo a žádné benzenové uhlovodíky. U tohoto plynu lze snadno provést změnu skupenství, ochlazením nebo stlačením dochází ke zkapalnění. Zkapalněním se docílí velkého snížení objemu, což umožňuje skladovat velké množství v poměrně malém prostoru. LPG je palivo, které je šetrnější k životnímu prostředí s ohledem na nižší hodnoty oxidu dusíku a oxidu uhelnatého v emisích za předpokladu používání kvalitní směsi a správně seřízeného motoru. **Mezi hlavní výhody patří nejen zmiňované nízké hodnoty emisí, ale také vysoká výhřevnost, antidektonační odolnost a asi poloviční cena oproti benzínu. Za nevýhody lze určitě považovat spotřebu paliva, která je asi o 10 až 30 % vyšší než při jízdě na benzín,** a také skutečnost, že LPG vzniká při zpracování ropy,

jejíž celosvětové zásoby jsou omezené a tedy i vyčerpatelné. **Dojezdová vzdálenost se liší podle velikosti nádrže, při použití malé nádrže (tzv. toroidní) se dojezdová vzdálenost pohybuje okolo 400 až 500 km, s větší válcovou nádrží není problém dojezdu 700 až 900 km.** (1), (10)

LPG lze vyrobit dvěma způsoby, a to sice zpracováním zemního plynu nebo zpracováním ropy, např. hydrokrakovacím procesem. Výsledkem obou výrobních procesů je produkt s podobným složením a vlastnostmi. Velmi výhodné je vytvoření směsi obou produktů již před zpracováním. Je důležité, aby směs LPG byla tvořena především propanem a butany. Větší množství olefinů snižuje oktanové číslo. Ze směsi se musí vyloučit všechny sirmé sloučeniny a elementární síra. LPG nesmí obsahovat žádné výševroucí podíly, například zbytky olejů apod. Uhlovodíkové složení paliva LPG, který se prodává v zemích s různou zeměpisnou polohou, se přizpůsobuje klimatickým podmínkám. (6)

1.3.2 Stlačený (CNG) a zkapalněný (LNG) zemní plyn

Zemní plyn je fosilní palivo, avšak předpokládá se, že jeho zásoby jsou zatím dostatečně velké. Zemní plyn je tvořen převážně methanem. Složení zemního plynu se liší podle naleziště, ze kterého se těží. Methan vždy převažuje, dále obsahuje vyšší uhlovodíky a inerty¹.

Zemní plyn používaný pro pohon vozidel se v současné době více využívá ve formě stlačené než zkapalněné. V nádrži vozidla bývá stlačen tlakem maximálně 25 MPa. Oblíbenost si tento pohon získal především proto, že je složitost systému oproti LNG výrazně menší. Důležitou roli hraje také nízká cena CNG. Z hlediska ekologického lze konstatovat, že spalováním zemního plynu vzniká pouze minimální množství škodlivých emisí. Toto vyplývá ze složení zemního plynu, který obsahuje převážně methan. **Hlavní nevýhodou oproti systému LNG je výrazně menší dojezd, který se pohybuje okolo 180 – 250 km.** Za další velkou nevýhodu se považuje potřeba velkých nádrží, které jsou umístovány do zavazadlového prostoru.

Zkapalněný zemní plyn je z 90 – 100 % tvořen methanem. Zkapalněním se dosahuje asi 600 krát menšího objemu než má stlačený zemní plyn. Z hlediska energetických hodnot lze konstatovat, že asi 1,5 litru LNG odpovídá 1 litru benzínu. Systém LNG má oproti CNG několik velkých výhod, ale tyto výhody převažuje několik málo vážných nevýhod. Tou hlavní je montáž složitější a náročnější technologie oproti CNG, s čímž samozřejmě souvisí i vysoká

¹ Inerty jsou plyny, které nevstupují do procesu spalování. Jedná se hlavně o oxid uhličitý a dusík

cena a náročnost servisu. Toto vyplývá ze skutečnosti, že palivo musí být uchováváno při velmi nízkých teplotách. Dalším problémem pro využití zemního plynu, jak stlačeného tak i zkapalněného, lze považovat nedostatečně hustou síť čerpacích stanic a to nejen v ČR. Oproti CNG spočívají výhody především ve větším dojezdu vozidla a potřebě výrazně menších nádrží. Nezanedbatelnou výhodou je také větší bezpečnost provozu vozidla. I přes tyto výhody je ve světě evidováno pouze několik tisíc vozidel se systémem LNG, zatímco vozidel využívajících stlačeného zemního plynu se používá téměř 4 miliony. (11)

Podle požadavků ČSN 38 6110 musí zemní plyn dodávaný do sítě obsahovat alespoň 85 % methanu, maximálně však 5 % ethanu, 7 % propanu a vyšších uhlovodíků, 7 % inertů a 0,02 % kyslíku. Dále také stanovuje maximální množství sirných sloučenin, obsahovat smí zemní plyn maximálně 7 mg H₂S/m³ a maximálně 100 mg/m³ celkové síry. S minimálním obsahem methanu nebývá problém, ve skutečnosti je obvykle jeho obsah větší. Při zpracování zemního plynu se však odstraňují především vyšší uhlovodíky. Důvodem je možnost kondenzace těchto uhlovodíků v síti. Někdy je nutné odstranit i inertu a sloučeniny síry. Dále musí být zaručeno, že nebude obsahovat mechanické a kapalně nečistoty. Takto upravený zemní plyn je plněn do tlakových láhví automobilů tlakem 20 MPa do ocelových láhví, respektive tlakem 35 MPa do kompozitových láhví. Zemní plyn se v současné době dodává i ve zkapalněné formě. Zkapalnění a uskladnění CNG je poměrně složitým procesem. Surový zemní plyn, jež je zbaven všech nechtěných příměsí a nečistot, se zkapalňuje pomocí soustavy výměníků tvořících zkapalňovací kolonu. Postupné ochlazování plynu probíhá během několika chladících cyklů až do okamžiku úplného zkapalnění. Zařízení sloužící ke zkapalňování se vyznačují velkou spotřebou energie. **Během celého procesu skladování se musí udržovat teplota okolo – 162°C.** CNG je uskladňován ve speciálních izolovaných nádržích, ve kterých dochází k pomalému odpařování. Tyto výpary mohou být použity jako palivo nebo znovu zkapalňovány. (6)

1.3.3 Methanol

Methanol je nejjednodušším alkoholem. Alkoholová paliva mají podobné vlastnosti jako benzín nebo nafta, vyznačují se však vyšší výhřevností a rychlejším a dokonalejším procesem spalování. Při spalování těchto paliv dochází k produkci velmi malého množství emisí. Aby mohla být tato paliva používána pro pohon našich motorových vozidel, je nutné provést úpravy jejich motorů. K nevýhodám se řadí jejich schopnost vázat vodu, čímž způsobují rychlejší korozi kovových materiálů a také mají negativní vliv na plasty. I jejich poměrně vysoká cena přispívá k tomu, že tato paliva se zatím nijak výrazně

nepoužívají k pohonu dopravních prostředků. **Methanol může být použit k pohonu zážehových motorů a to v různých variantách koncentrace, např. M85 (85 % methanolu a 15 % benzínu), nebo i v čisté formě.** Při smíchání methanolu s přísadami ke zvýšení cetanového čísla, lze tuto směs použít jako palivo pro vznětové motory. Vozidla s pohonem na methanol dosahují z hlediska výkonu a dojezdu podobných hodnot jako vozidla spalující benzín.

Pro výrobu methanolu lze použít několik surovin. Jedná se především o fosilní paliva, zejména ropu, uhlí a zemní plyn. Částečně lze využít i biomasy. Pro výrobu methanolu z fosilních paliv je důležité získat syntézní plyn, jehož složky, vodík a oxid uhelnatý reagují s přiváděnou vodní párou. Další možností výroby methanolu je využití tzv. procesu parciální oxidace methanu, při němž dochází v podstatě k částečnému spalování methanu. Výroba methanolu je na rozdíl od výroby ethanolu méně nákladná, proto i cena methanolu je nižší. (1)

1.3.4 Ethanol

Ethanol má velmi podobné vlastnosti jako methanol. **Lze jej využít k pohonu upravených zážehových motorů buď v čisté formě, nebo jako přísadu do benzínu.** Toto palivo je ve velkém množství využíváno především v Brazílii a USA.

Na rozdíl od methanolu se ethanol vyrábí kvašením surovin, které obsahují cukr, celulózu nebo škrob. Využít lze tedy přebytků zemědělských plodin. Nejčastěji používanými vstupními surovinami jsou cukrová řepa, kukuřice, brambory nebo obiloviny. Proces výroby ethanolu je nazýván biologická fermentace. Po procesu fermentace se odstředováním a destilací získává vysokoprocentní ethanol. (1)

1.3.5 Methyl-terc.-butylether (MTBE)

MTBE může být přimícháván do automobilových benzínů. Směs benzínu a MTBE se vyznačuje dokonalejším spalováním, při kterém vzniká menší množství emisí uhlovodíků a CO₂ než při spalování samotného benzínu. Přimícháním MTBE se mírně zvýší oktanové číslo benzínu. **I přes dobré spalovací vlastnosti bylo MTBE v některých státech USA zakázáno z důvodu nebezpečí kontaminace zdrojů spodní vody, které hrozí při úniku pohonných hmot během dopravních nehod a to díky vysoké rozpustnosti MTBE ve vodě.**

MTBE se vyrábí reakcí izobutanu a methanolu, ke které dochází již při poměrně nízkých teplotách na kyselém katalyzátoru. (6)

1.3.6 Ethyl-terc.-butylether (ETBE)

ETBE má velmi podobné vlastnosti jako MTBE, důležitým ukazatelem je pouze obsah kyslíku. Toto je důležité z hlediska možnosti přimíchávání většího množství ETBE do benzínu. Místo 14,8 % MTBE lze přimíchat 17 % ETBE do benzínu, u něhož norma ČSN EN 228 stanovuje maximální podíl kyslíku 2,7 %.

Proces výroby ETBE je shodný s výrobou MTBE, jediný rozdíl při produkci ETBE představují jiné vstupní suroviny. K reakci dochází mezi izobutanem a ethanolem. (6)

1.3.7 Methylester řepkového oleje (MEŘO)

Methylester řepkového oleje se v současnosti používá jako komponenta k výrobě směsné motorové nafty. Nedávno bylo v ČR zavedeno povinné přidávání 5 % MEŘO do motorové nafty. Pro pohon lze využívat samotné methylestery mastných kyselin, ale jelikož je výroba MEŘO dražší než výroba paliv z ropy, jen těžko by se stalo vyhledávaným druhem paliva. MEŘO má přibližně stejné vlastnosti a výhřevnost jako nafta. MEŘO je však přírodě daleko snadněji rozložitelný než nafta a produkuje méně škodlivých emisí. Methylestery jsou tedy vhodnou náhražkou motorové nafty, využít je lze pouze ve vznětových motorech.

Pro výrobu se používá řepkový olej a methanol. Jejich chemická reakce probíhá snadno za přítomnosti katalyzátoru. Jako katalyzátor mohou být použity hydroxidy alkalických kovů. Výhodné je zajistit průběh reakce v bezvodém prostředí, čímž odpadá čištění konečného produktu. Vedlejším produktem, který vzniká při výrobě MEŘO, je glycerin. (6)

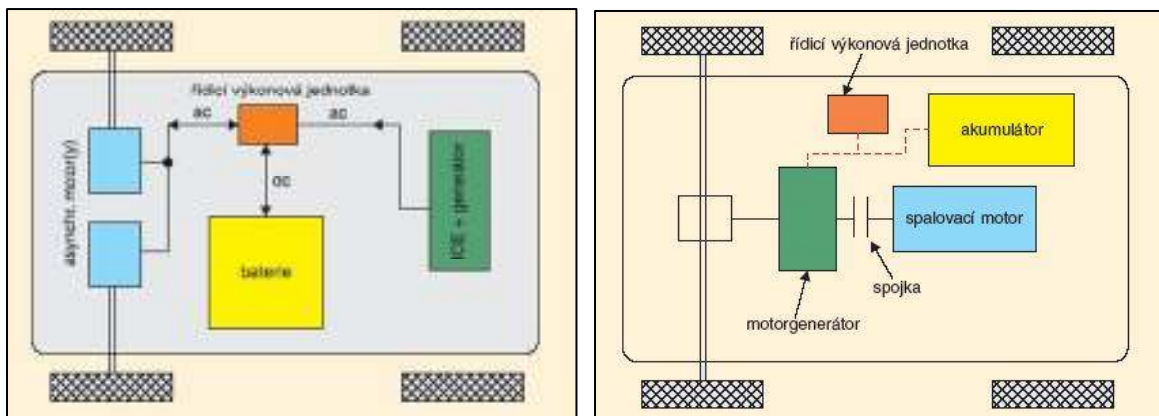
1.3.8 Vodíkový pohon

Vodík je podle některých odborníků palivem budoucnosti. Jeho využití k pohonu dopravních prostředků spočívá ve dvou možnostech, a to buď využití samotného vodíku jako paliva v zážehových motorech anebo ho lze použít v palivovém článku k přeměně na elektrický proud. Při spalování vodíku nejsou produkovány téměř žádné emise. Proto se nabízí otázka: „Proč tedy používat vodík v palivových člancích, když jeho spalování je ekologické?“. Argumentem pro jeho využití v palivových člancích je podstatně větší energetická účinnost motorů poháněných palivovými články. Mezi výhody vodíkového pohonu patří především skutečnost, že vodík je nejčastěji vyskytujícím se prvkem na Zemi. Nebezpečí při používání vodíku je přibližně stejné s ostatními dnes známými palivy. Vozy vybavené palivovými články se jízdními vlastnostmi přibližují možnostem vozidel na klasický pohon. (1)

Způsobů jak vyrobit vodík existuje několik. Záleží pouze na tom, jaké suroviny jsou k výrobě použity. Známy je proces reformingu benzínových frakcí, parní reforming zemního plynu, parciální oxidace ropných zbytků nebo zplyňování uhlí. Vodík lze vyrobit i elektrolýzou vody a počítá se také s jeho výrobou z biomasy. Pro fosilní paliva existují i jiná výhodnější využití, ale v současnosti jsou fosilní paliva k výrobě vodíků používána pro jejich nižší výrobní náklady. Parní reformování zemního plynu je v současné době považováno za nejvýhodnější způsob výroby vodíku. Úpravami fosilních paliv prostřednictvím známých procesů dochází nejdříve k výrobě syntézního plynu, jehož hlavními složkami jsou vodík a CO, z něhož je následným čištěním získáván vodík. Důležité je upozornit na skutečnost, že vodík není zdrojem energie, ale pouze jejím nosičem. V praxi to znamená, že k výrobě 1 kWh energie získané z vodíku musí být použito přibližně 1,5 kWh elektrické nebo chemické energie. (12)

1.3.9 Hybridní pohon

Pod pojmem hybridní pohon se skrývá systém se dvěma nebo i více zdroji pohybové energie. Použití jednotlivých zdrojů energie závisí na dané situaci. K přepnutí mezi jednotlivými systémy dochází v případě, že dosud používaný agregát již nedosahuje optimálních výkonů. Tedy vše je navrženo tak, aby se dosahovalo nejlepších vlastností při co nejmenší spotřebě energie. Vhodnou kombinací agregátů lze kinetickou energii rekuperovat. V současnosti se nejčastěji využívá kombinace spalovacího a elektrického motoru. Elektromotor pracuje obousměrně, jednak jako motor převádějící elektrickou energii z baterie na energii pohybovou, a pak také jako generátor, kdy je mechanická energie převáděna zpět na energii elektrickou, jež se akumuluje v baterii. V případě potřeby je možné, aby spalovacímu motoru vypomáhal elektromotor. V okamžiku, kdy vůz disponuje velkou kinetickou, setrvačnou nebo potenciální energií, která není v daném okamžiku k užitku, a které se běžně zbavujeme brzděním, začíná působit elektromotor jako brzdné zařízení, jež představuje generátor dobíjející baterii. Hybridní pohon může být rozdělen do tří základních koncepcí podle toku výkonu, a to sice na koncepci sériovou, paralelní a smíšenou. Uspořádání jednotlivých součástí sériové i paralelní koncepce je patrné z obrázku 1.



Obrázek 1: Uspořádání sériového (vlevo) a paralelního (vpravo) hybridního motoru

Zdroj: <klub.elektromobily.org/w/images/6/66/AltPohVDopr.ppt>

Při sériovém uspořádání jsou spalovací motor, generátor a elektromotor pracující jako motor nebo generátor zapojeny za sebou. Mechanické spojení spalovacího motoru pro pohon vozidla při sériovém uspořádání je možné při konstantních otáčkách jen v optimálním režimu. Spalovací motor lze být v provozu při velmi malém rozptylu otáček. Tím jsou vyloučeny nevhodné režimy pracovní charakteristiky motoru. Pokud nejsou akumulátory schopné zvládnout pokrýt potřebu energie, dojde k automatickému nastartování spalovacího motoru. Výhodou sériového uspořádání je jeho jednoduchost, naopak nevýhoda spočívá v mechanické účinnosti mezi spalovacím motorem a hnanou nápravou, která jen stěží dosahuje hodnoty 55 %. K nevýhodám patří také vysoké náklady přídatných součástí a jejich omezená životnost.

U paralelního zapojení jsou pohonné jednotky zapojeny vedle sebe. Nedílnou součástí paralelního zapojení je také převodovka, která je společná pro elektromotor i spalovací motor. V tomto případě musí být maximální otáčky elektromotoru i spalovacího motoru stejné. Pokud vznikne potřeba zvýšit tažnou sílu, například při předjíždění, pak lze toho docílit současným zapnutím obou zdrojů energie. Za výhodu paralelního uspořádání lze považovat skutečnost, že při provozu se spalovacím motorem nedochází k zhoršení jízdních vlastností oproti normálnímu provozu vozidla. Nevýhodou je naopak malá dojezdová vzdálenost při pohonu elektromotorem.

Smišené uspořádání bylo vyvinuto za účelem potlačení nevýhod paralelního i sériového uspořádání. (1)

1.3.10 Elektrický pohon

Myšlenka využití elektrické energie k pohonu vozidel je téměř stejně stará jako vozidla se spalovacími motory. Hnací ústrojí elektromobilu se v podstatě nijak výrazně neliší od hnacího ústrojí vozidla se spalovacím motorem. Jeho hlavními částmi jsou tedy motor, převodovka, hnací hřídele a diferenciál s převodovkou. Častěji se vyrábí vozidla, která využívají předního nebo zadního pohonu s centrálním elektromotorem, jež může být přizpůsoben na stejnosměrný nebo střídavý elektrický proud. Méně často jsou vyráběna vozidla s tandemovými hnacími systémy tvořenými dvěma elektromotory nebo vozidla s elektromotory umístěnými přímo v kolech. **Elektromobily mají jednu výraznou nevýhodu, která spočívá v malé dojezdové vzdálenosti pohybující se okolo 100 km.** Pouze několik modelů elektromobilů zvládne na jedno nabití ujet větší vzdálenost, což závisí na typu použitých akumulátorů. K dalším nevýhodám patří vysoká hmotnost vozidla díky umístění těžkých akumulátorů, jejichž nabití trvá několik hodin a vyšší cena vozidla ve srovnání s klasickými automobily. Za výhody lze považovat nižší produkci škodlivých emisí při výrobě elektrické energie (za předpokladu, že k výrobě elektřiny jsou využity jaderné, vodní, větrné či solární elektrárny) v porovnání s vozidly se spalovacím motorem, tichý chod a také vysokou účinnost elektromotoru, jež v současné době přesahuje hranici 90 %. (1)

1.3.11 Automobil využívající k pohonu stlačený vzduch

Výroba prvního sériově vyráběného vozu s pohonem na stlačený vzduch měla začít již koncem roku 2009. Vývojem se zabývá lucemburská společnost Motor Development International. Pro vozidla poháněná stlačeným vzduchem se vyrábí čtyřválcové motory. Odlehčené nádrže, v nichž je vzduch skladován pod tlakem 300 atmosfér, mají kapacitu skoro devadesát kubických metrů vzduchu. Princip pohonu vozidla vyplývá z vlastností vzduchu. Nejdříve je vzduch vstříknut do malé komory, kde dochází k jeho ochlazení a zvýšení objemu, což má za následek stlačení pístu dolů. Protože však okolní teplota začne ohřívat vzduch nacházející se v první komoře, vzduch je vtlačen do vedlejší komory, kde dojde k opětovnému zvýšení objemu, čímž se vytlačí píst nahoru. Vzduch v motoru je využíván téměř s devadesátiprocentní účinností. Výhodou je využití každého zdvihu motoru, zatímco u čtyřdobých spalovacích motorů jsou dva zdvihy využívány k vtahování směsi vzduchu do komory. **K dalším výhodám patří produkce nulového množství emisí při provozu vozidla a určitě i cena, která se pohybuje okolo 60 Kč při ujetí vzdálenosti 200 – 300 km.** Právě dojezdová vzdálenost je poměrně malá. Avšak větší problém představuje nízká maximální konstrukční rychlost vozidla, jejíž hodnota je o něco málo menší než 100 km/h. (9)

2 PRÁVNÍ PŘEDPISY SOUVISEJÍCÍ S PROBLEMATIKOU VYUŽÍVÁNÍ ALTERNATIVNÍCH POHONŮ

Tato kapitola pojednává krátce o obsahu dosud platných právních předpisů souvisejících s problematikou alternativních pohonů. Všechny právní dokumenty jsou seřazeny podle data jejich vydání, u evropské legislativy jsou nejdříve uvedeny Bílé a Zelené knihy a až poté následují ostatní právní dokumenty EU.

2.1 Základní právní předpisy Evropské unie

Prvním dokumentem EU, který se zabýval problematikou obnovitelných zdrojů energie, byla Bílá kniha s názvem „Energy for the future: renewable sources of energy“. V něm je uveden požadavek, aby členské státy EU do roku 2010 zvýšily podíl obnovitelných zdrojů ze 6 na 12 %.

V roce 2000 vydala Evropská komise Zelenou knihu nazvanou „Green paper towards a European strategy for the security of the energy supply“. Tato „Zelená kniha“ ukládá členským státům EU povinnost nahradit v silniční dopravě do roku 2020 minimálně 20 % fosilních pohonných hmot alternativními palivy. (12)

V Bílé knize s názvem „European transport policy for 2010: A time to decide“ se konstatuje, že konvenční spalovací motory vozidel jsou hlavním zdrojem znečištění ovzduší v městských aglomeracích a jejich používání vede k nadměrné energetické závislosti EU. Za nejperspektivnější alternativní paliva považuje v krátkém a střednědobém výhledu biopaliva, zemní plyn v střednědobém a dlouhém horizontu a rozšíření vodíku se předpokládá ve vzdálené budoucnosti. V souladu s touto strategií Bílá kniha přebírá cíl nahradit minimálně 20 % fosilních paliv palivy alternativními do roku 2020. Bílá kniha dále obsahuje dva návrhy na podporu biopaliv, první počítá se zavedením minimálního procenta biopaliv přimíchávaných do fosilních paliv a druhý návrh počítá se zavedením daňových slev pro biopaliva. (13)

Zelená kniha Komise o městské dopravě ze září 2007 nesoucí název „Na cestě k nové kultuře městské mobility“ poukazuje na podporu zúčastněných stran ve prospěch uvádění čistých a energeticky účinných vozidel na trh prostřednictvím veřejných zakázek. Navrhuje, že přístup by mohl být založen na internalizaci externích nákladů prostřednictvím použití nákladů za dobu životnosti na spotřebu energie, emise CO₂ a emise znečišťujících látek spojené s provozem vozidel, která mají být pořízena, jako kritérií pro zadání zakázky. (14)

Harmonizace zdanění energií je provedena směrnicí Evropské rady č. 2003/96/ES, kterou se mění struktura rámcových předpisů Společenství o zdanění energetických produktů a elektřiny. Směrnice stanovuje minimální úroveň zdanění pro pohonné hmoty, paliva a elektřinu. Členské státy nesmí uplatňovat sazby nižší než zde stanovené, mohou však rozlišovat pohonné hmoty pro stanovené průmyslové a obchodní účely. Dále umožňuje osvobození či snížení úrovně zdanění některých energetických produktů z důvodů podpory biopaliv, zohlednění problematiky sociální a problematiky životního prostředí. (15)

Směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2005/55/ES o sblížení právních předpisů členských států týkajících se opatření proti emisím plyných znečišťujících látek a znečišťujících částic ze vznětových motorů vozidel a emisím plyných znečišťujících látek ze zážehových motorů vozidel poháněných zemním plynem nebo zkapalněným ropným plynem, která je prováděna a pozměněna směrnicí č. 2005/78/ES, kterou se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2005/55/ES o sblížení právních předpisů členských států týkajících se opatření proti emisím plyných znečišťujících látek a znečišťujících částic ze vznětových motorů vozidel a emisím plyných znečišťujících látek ze zážehových motorů vozidel poháněných zemním plynem nebo zkapalněným ropným plynem a mění přílohy I, II, III, IV a VI uvedené směrnice, se zabývá problematikou schvalování vozidel se vznětovými a plynovými motory vozidel z hlediska produkce emisí plyných znečišťujících látek, znečišťujících částic a opacity kouře, životností systémů regulace emisí a palubních diagnostických systémů, jež mají signalizovat chybu při překročení prahových hodnot emisí vypouštěných z výfukové části vozidla. Dále stanovuje postupy, podmínky a způsoby vyhodnocení zkoušek motorů a mezní hodnoty pro emise oxidu uhelnatého, uhlovodíků, NO_x a částic. Tento právní předpis s přísnějšími ekologickými požadavky pro těžká nákladní vozidla s hmotností nad 3,5 t umožňuje členským státům stanovit daňové pobídky na nákup nových vozidel, která splňují stanovené mezní hodnoty emisí. Hmotnost vozidel, pro která platí podmínky stanovené ve směrnici č. 2005/55/ES, byla snížena směrnicí č. 2008/74/ES na 2 610 kg. (16), (17)

Směrnice č. 2008/50/ES o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu řeší problematiku posuzování kvality a ochrany ovzduší. Stanovují mezní hodnoty pro emise některých látek škodlivých pro životní prostředí a lidské zdraví v aglomeracích a v jiných oblastech s větším množstvím těchto látek. Členské státy mají povinnost v případě rizika překročení úrovně varovných prahových hodnot vypracovat krátkodobé akční plány, v nichž uvedou opatření, která mají být přijata v případě překročení mezních hodnot. Jedním z těchto opatření může být i pozastavení provozu motorových vozidel. (18)

Směrnice Evropského parlamentu a rady č. 2009/28/ES o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů a o změně a následném zrušení směrnic 2001/77/ES a 2003/30/ES se zabývá snižováním emisí skleníkových plynů, čehož má být dosaženo prostřednictvím většího využívání energie z obnovitelných zdrojů a zvýšením energetické účinnosti. Cílem Společenství je dosáhnout 10 % podílu energie z obnovitelných zdrojů v dopravě, který je doplněn 20 % zvýšením energetické účinnosti do roku 2020. Dále obsahuje podmínky pro výrobu a zavádění biopaliv, tzv. kritéria udržitelnosti biopaliv. Z hlediska snižování emisí skleníkových plynů jsou zohledňovány emise produkované nejen při spalování biopaliv v motorech vozidel, ale i při pěstování rostlin, výrobě, přepravě a distribuci biopaliv. (19)

Cílem směrnice č. 2009/33/ES o podpoře čistých a energeticky účinných silničních vozidel je podporovat trh s čistými a energeticky účinnými vozidly prostřednictvím zadávání veřejných zakázek. Zadavatelé veřejných zakázek musí od 4. prosince 2010 zohledňovat při nákupu silničních vozidel energetické a ekologické dopady za dobu životnosti vozidla, včetně spotřeby energie, emisí CO₂ a emisí dalších znečišťujících látek. (20)

2.2 Právní předpisy ČR

Zákonem č. 61/1997 Sb., o lihu a doplnění zákona č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon) ve znění pozdějších předpisů, a zákona České národní rady č. 587/1992 Sb., o spotřebních daních, ve znění pozdějších předpisů je definován ethanol, možnosti jeho výroby a využití pro dopravu. Dále vymezuje podmínky pro výrobu, měření množství vyrobeného lihu, skladování, úpravu, evidenci a oběh lihu. (21)

Zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší a změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů upravuje podmínky pro snižování množství vypouštěných znečišťujících látek ze stacionárních i mobilních (motorová vozidla) zdrojů. Po zrušení nařízení vlády č. 66/2005 Sb., o minimálním množství biopaliv nebo jiných obnovitelných paliv v sortimentu motorových benzínů a motorové nafty na trhu v ČR, byla do zákona doplněna povinnost přimíchávat minimální množství biopaliv do motorových benzínů a motorové nafty. Dále jsou v něm obsaženy základní povinnosti provozovatelů, výrobců a dovozců mobilních zdrojů znečišťování a pohonných hmot. Pro případ vzniku smogové situace uděluje orgánům ochrany ovzduší pravomoc zastavit nebo omezit provoz stacionárních i mobilních zdrojů znečišťování ve městských aglomeracích. (22)

Vyhláška č. 341/2002 Sb., o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů obsahuje z hlediska alternativních pohonů podmínky provozu vozidel poháněných LPG

a CNG, druhy závad na plynových zařízeních, při jejichž zjištění musí být tato zařízení vyřazena, podmínky pro přestavbu vozidel a technické požadavky na konstrukci vozidel poháněných spalovacím motorem nebo elektromotorem. (23)

Vyhláška č. 553/2002 Sb., kterou se stanoví hodnoty zvláštních imisních limitů znečišťujících látek, ústřední regulační řád a způsob jeho provozování včetně seznamu stacionárních zdrojů podléhajících regulaci, zásady pro vypracování a provozování krajských a místních regulačních ráďů a způsob a rozsah zpřístupňování informací o úrovni znečištění ovzduší veřejnosti, ve znění pozdějších předpisů stanovuje zvláštní imisní limity pro oxid siřičitý, oxid dusičitý a troposférický ozon. Pokud jsou překročeny hodnoty imisních limitů oxidu dusičitého, měla by být podle této vyhlášky zavedena opatření pro regulaci znečišťujících látek produkovaných nejen stacionárními zdroji, ale i mobilními zdroji v souladu s krajskými i místními regulačními řády. (24)

Zákon č. 353/2003 Sb., o spotřebních daních, ve znění pozdějších předpisů upravuje podmínky zdaňování minerálních olejů a lihu používaného k pohonu motorových vozidel spotřebními daněmi. Také se zabývá problematikou minerálních olejů a lihu, které jsou osvobozeny od daně a nebo u kterých je možné požadovat vrácení daně plátcům. (25)

Vyhláška č. 229/2004 Sb., kterou se stanoví požadavky na pohonné hmoty pro provoz vozidel na pozemních komunikacích a způsob sledování a monitorování jejich jakosti, definuje motor, paliva a biopaliva a jejich směsi pro pohon vozidel v podmínkách ČR a určuje jakostní ukazatele biopaliv a jejich směsi podle norem Evropského společenství. (26)

Zákon č. 311/2006 Sb., o pohonných hmotách a čerpacích stanicích pohonných hmot a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů definuje pohonné hmoty a jaké pohonné hmoty lze v ČR prodávat. Také se zabývá evidencí pohonných hmot a čerpacích stanic pohonných hmot, popisuje podmínky prodeje nebo výdeje pohonných hmot a zakazuje plnění mobilních tlakových nádob zkapalněnými ropnými plyny, s výjimkou čerpání LPG do palivových nádrží motorových vozidel. (27)

Nařízení vlády č. 80/2007 Sb., o stanovení některých podmínek poskytování platby pro pěstování energetických plodin, ve znění pozdějších předpisů stanovuje podmínky poskytování plateb pro pěstování energetických plodin, které slouží jako surovina k výrobě biopaliv pro dopravní účely či k výrobě elektrické energie. V příloze k tomuto dokumentu je uveden seznam energetických plodin, pro které platí stanovené podmínky poskytování plateb. (28)

V zákonu č. 261/2007 Sb., o stabilizaci veřejných rozpočtů, ve znění pozdějších předpisů jsou upraveny podmínky zdaňování zemního plynu a některých dalších plynů daní z plynu a podmínky zdaňování elektřiny daní z elektřiny. Předmětem daně je mimo jiné i plyn určený pro pohon motorových vozidel. Sazby daně pro plyny určené k pohonu motorů jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1: Sazby daně pro plyny určené k pohonu motorových vozidel

Druh plynu určený pro pohon motorových vozidel	Sazba daně (Kč/MWh spalného tepla)	Období platnosti
Svítiplyn, vodní plyn, generátorový plyn a jiné podobné plyny, kromě ropných plynů a ostatních plynných uhlovodíků	264,80	
Zemní plyn	0	1. 1. 2008 – 31. 12. 2011
Zemní plyn	34,20	1. 1. 2012 – 31. 12. 2014
Zemní plyn	68,40	1. 1. 2015 – 31. 12. 2017
Zemní plyn	136,80	1. 1. 2018 – 31. 12. 2019
Zemní plyn	264,80	Od 1. ledna 2020

Zdroj: (29)

Pokud nelze vyjádřit spalné teplo v MWh, stanoví se spalné teplo 15 MWh na tunu plynu. Bioplyn určený k použití pro dopravní účely je od daně z plynu osvobozen. (29)

3 POŽADAVKY NA TECHNICKÉ VYBAVENÍ ČERPACÍCH STANIC

V této kapitole jsou uvedeny některé požadavky na čerpací stanice LPG, zemního plynu a vodíkové čerpací stanice.

Problematiku čerpacích stanic LPG (ČS LPG) v České republice řeší Technické pravidlo TPG 304 01 „Čerpací stanice propan-butanu pro motorová vozidla“. V něm jsou uvedeny podmínky pro umístění, provedení a provoz ČS LPG. Tyto ČS LPG mohou být zřizovány pouze na volných prostranstvích v místech, kde je vyloučena možnost ohrožení jejich provozu a kde jejich provozem nemůže dojít k ohrožení jiných objektů, komunikací či technických zařízení. Technické pravidlo zakazuje je umísťovat v průjezdech budov, průchodech a v bezprostřední blízkosti budov. Protože zásobníky LPG mohou obsahovat velké množství zkapalněného plynu, jsou pro čerpací stanice stanovena ochranná pásma, v nichž je zakázáno používat zdroje iniciace a umísťovat nebo skladovat hořlavé látky apod. Zajištění bezpečnosti a spolehlivosti čerpacích stanic se kontroluje během jejich provozu pravidelnými revizemi. (30)

Čerpací stanice CNG využívají jedné z výhod zemního plynu, za kterou lze považovat jeho jednoduchou distribuci. Zemní plyn je dopravován již vybudovanými plynovody do CNG stanice, kde se pomocí kompresoru stlačí na tlak 20 – 30 MPa. Po stlačení se zemní plyn uskládá ve speciálních tlakových zásobnících, z nichž se prostřednictvím výdejního zařízení provádí plnění tlakových nádob umístěných ve vozidle. Tohoto principu využívají CNG stanice pro rychlé plnění. **Pro ně je charakteristická doba plnění 3 – 5 minut**, což je doba srovnatelná s čerpáním klasických pohonných hmot. Druhý typ stanice je určen zejména pro domácnosti. **Domácí plnicí CNG stanici trvá plnění 5 – 8 hodin.**

Cílem LCNG stanic je doplnit infrastrukturu CNG stanic tak, aby byly rovnoměrně rozmístěny a pohodlně dostupné. Zřizují se v místech, kde nejsou vybudovány plynovody. Doprava zemního plynu ve zkapalněné formě může být zajišťována silniční nebo železniční dopravou. Dovezený LNG se stlačuje vysokotlakým čerpadlem, poté je veden přes odpařovač, kde se LNG zahřívá prostřednictvím atmosférického vzduchu a tím dochází ke zplynění. Takto vytvořený CNG je skladován v tlakových zásobnících, z nichž je prostřednictvím výdejního zařízení plněn do tlakových nádob vozidel.

LNG stanice lze rozdělit na stabilní, mobilní a přemístitelné. Stabilní LNG stanice se skládají z těchto základních komponent: LNG zásobníku, odstředivého ponorného jednostupňového čerpadla, odpařovače, řídicího a bezpečnostního systému a výdejního

stojanu s průtokoměrem. Dodávky LNG na čerpací stanici se uskutečňují pomocí silničních cisteren, ze kterých je následně LNG přepouštěn do zásobníku. **Při skladování LNG v zásobníku je důležité udržovat konstantní tlak 0,1 MPa, což odpovídá teplotě - 162 °C.** Nutnost používání nízkoteplotních technologií při skladování, čerpání a plnění vozidel je považováno za nevýhody těchto stanic. Díky většímu dojezdu vozidel spalujících LNG a kratší době plnění tlakových nádob těchto vozidel je k vybudování dostatečně husté infrastruktury zapotřebí menší počet LNG stanic ve srovnání s CNG stanicemi.

V některých státech Evropy a USA již bylo zrealizováno několik projektů zaměřených na využití vodíku k pohonu motorových vozidel. Cílem těchto projektů je získání zkušeností s používáním vodíku v praxi. Plynný vodík (H_2) je možné vyrábět elektrolýzou vody či parním reformováním zemního plynu přímo na čerpací stanici či jej dopravovat potrubními přepravními systémy. Po výrobě vodíku následuje jeho čištění, sušení a uskladnění do metalhybridních zásobníků. Z nich je vodík vysokotlakým kompresorem stlačován na požadovaný tlak (30 – 35 MPa) a poté uskladňován v tlakových zásobnících. Stlačeným vodíkem mohou být poháněny autobusy a osobní automobily. Nákladní, ale i osobní automobily mohou využívat k pohonu také kapalný vodík (LH_2). Dovoz LH_2 ze zkapalňovacích stanic do vodíkových čerpacích stanic se zajišťuje pomocí silničních cisteren. **Jeho skladování probíhá v kryogenních nádržích při teplotě - 253 °C.** Z kryogenních nádrží je přečerpáván do plnicí stanice LH_2 nebo do odpařovače, ve kterém dochází k přeměně na CH_2 . Na obrázku 2 je vyobrazena vodíková ČS, která se nachází v Barceloně. (31)



Obrázek 2: Veřejná vodíková čerpací stanice v Barceloně

Zdroj: (31)

4 NÁVRH NA PODPORU ALTERNATIVNÍCH POHONŮ

Tato kapitola neobsahuje návrh, jehož cílem by bylo navrhnout opatření, která by mohla vést k výraznějšímu rozšíření některých alternativních pohonů, ale zaměří se na obnovu vozového parku autobusového dopravce s ohledem na současné nástroje podpory alternativních pohonů vozidel používaných pro veřejnou dopravu osob.

4.1 Návrh obnovy vozového parku

Obnovovaný vozový park autobusů pro městskou dopravu patří dopravní společnosti Zdar a. s., která mi poskytla potřebné informace. Společnost Zdar a. s. v současné době využívá k provozování městské hromadné dopravy 16 autobusů Mercedes Benz O405 a 3 autobusy Mercedes Benz Citaro. Bližší informace o stávajícím vozovém parku jsou uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2: Stávající vozový park dopravní společnosti Zdar a. s.

Typ vozidla	Prům. náklady na opravy a údržbu	Rok výroby	Prům. km/rok	PHM/100 km	Předpis pro emise
Mercedes Benz Citaro	335 500	2000 – 2003	54 043	40,3	EURO III
Mercedes Benz O405	125 000	1992 – 1995	36 825	34,3	EURO I

Zdroj: Autor + (32)

Určení okamžiku, kdy je vhodné vyměnit stávající vozový park za nová vozidla, není úplně jednoduché. Obecně se používají tato pravidla pro výměnu starého autobusu za nový:

- náklady na opravy a údržbu se blíží hranici, kdy je pořízení nového vozidla výhodnější
- morální zastarání vozidla
- finanční možnosti dopravce

Podle mého názoru by bylo vhodné vyměnit 16 městských autobusů typu Mercedes Benz O405 z důvodu morálního zastarání vozidel a také proto, že lze u nich očekávat s rostoucím věkem i vyšší náklady na údržbu a opravy. Tato vozidla patří k nejstarším, které dopravní společnost Zdar a. s. používá k provozování městské hromadné dopravy. Obnovou vozového parku by se změnilo průměrné stáří autobusů pro městskou dopravu

ze současných 16 let na necelé 2 roky. Dopravce by se také mohl dostat do podvědomí lidí díky používání moderních vozidel splňujících přísnější ekologické požadavky.

Při výběru nových typů autobusů byly brány v úvahu tato kritéria:

1. Dostupnost autorizovaného servisu
2. Technické specifikace
3. Cena
4. Provozní náklady
5. Náklady na servisní prohlídky (případně i další revize a prohlídky)
6. Doba plnění pohonných hmot

Podle uvedených kritérií byly vybrány některé typy městských autobusů od výrobců Iveco, SOR, Tedom, Mercedes Benz a Scania. Vybrané autobusy jsou vyráběny s pohonnými jednotkami uzpůsobenými pro různé druhy pohonných hmot. Některé z nich pohání naftové motory, jiné byly vybaveny alternativními pohony (hybridní, CNG, popř. i dalšími druhy pohonů). Bohužel pouze jeden z těchto výrobců nepovažuje informace o nabízených městských autobusech za obchodní tajemství. Tento výrobce však vyrábí pouze autobusy s naftovým a CNG pohonem. Proto následující kapitola obsahuje zhodnocení ekonomického a ekologického hlediska pouze 2 variant vozového parku. První varianta počítá s výměnou 16 zastaralých naftových autobusů za nové s podobnými technickými specifikacemi. Druhá varianta zahrnuje možnost výměny 16 původních naftových vozidel za nové s pohonem na CNG, s čímž by souvisela i výstavba čerpací stanice CNG, protože v blízkém okolí města Žďáru nad Sázavou se žádná taková čerpací stanice nenachází.

5 EKONOMICKÉ A EKOLOGICKÉ VYHODNOCENÍ

Tato kapitola obsahuje výpočet a zhodnocení emisí nejčastěji sledovaných škodlivých látek. Druhá část kapitoly se zabývá kalkulací a zhodnocením nákladů na provoz a údržbu autobusů s naftovým a CNG pohonem.

5.1 Ekologické vyhodnocení

Jedním z hlavních důvodů, jež vedly lidstvo k hledání nových zdrojů energie pro pohon dopravních prostředků, jsou důvody ekologické. Snaha se zaměřuje především k omezení produkce emisí CO₂, který je považován za jeden z plynů způsobujících tzv. skleníkový efekt, ale také k omezení produkovaného množství CO, NO_x, celkových uhlovodíků, pevných částic a organických sloučenin s vysokým rizikovým potenciálem (polyaromatické uhlovodíky, aldehydy, alkeny).

Nyní následuje část kapitoly, která se zabývá ekologickou výhodností či nevýhodností výměny části vozového parku dopravce. Dochází zde ke srovnávání produkce emisí CO₂, oxidu uhelnatého (CO), celkových uhlovodíků (HC), oxidů dusíku (NO_x) a pevných částic před a po nákupu nových městských autobusů. Obnovovaná vozidla patří k nejstarším, která dopravní společnost Zdar a. s. využívá pro městskou dopravu. Tato vozidla splňují emisní normu EURO I a je jich celkem šestnáct. V tabulce 3 jsou uvedeny hodnoty emisí CO, HC, NO_x a pevných částic stanovené pro jednotlivé emisní normy EURO a hodnoty emisí těchto škodlivých látek, jež skutečně vyprodukují autobusy s pohonem na CNG.

Tabulka 3: Porovnání množství emisí stanovených emisními normami EURO I až V a emisí autobusu s pohonem na CNG

Emisní kategorie	Produkce emisí [g/kWh]			
	CO	HC	NO _x	částice
EURO I	4,5	1,1	8,0	0,60
EURO II	4,0	1,1	7,0	0,25
EURO III	2,1	0,7	5,0	0,10
EURO IV	1,5	0,5	3,5	0,02
EURO V	1,5	0,5	3,5	0,02
CNG autobus	0,6	0,2	2,0	0,01

Zdroj: (33), (34)

K dalším důležitým podkladům pro výpočet vlivu nákupu nových autobusů na množství vyprodukovaných emisí patří roční výkon autobusů. Průměrný výkon jednoho autobusu byl v roce 2009 přibližně 40 tisíc km. Tabulka 4 obsahuje některé potřebné vlastnosti porovnávaných paliv, tedy motorové nafty a CNG.

Tabulka 4: Chemicko-fyzikální vlastnosti nafty a CNG potřebné k výpočtu množství emisí před a po výměně vozového parku

	Nafta	CNG
Pr. spotřeba nových vozidel	30 l/100 km	42 m ³ /100 km
Hustota	0,83 kg/dm ³	0,68 kg/m ³
Emisní faktor CO ₂	207 g/kWh	169 g/kWh
Průměrná měrná spotřeba	0,25 kg/kWh	0,23 kg/kWh

Zdroj: (35), (36)

Všechny potřebné podklady pro výpočet emisí některých škodlivých látek byly již uvedeny. A proto následuje výpočtová část, která obsahuje vlastní výpočtové postupy a vzorce použité při výpočtu emisí vybraných škodlivých látek. Prvním krokem celého postupu je výpočet roční spotřeby pohonných hmot 1 autobusu, který je definován vztahem 5 – 1. Výpočet byl proveden pro každý typ vozidla, protože jednotlivé typy vozidel se vyznačují poměrně velmi rozdílnými hodnotami spotřeby pohonných hmot.

$$S_{cl} = P_{roč} \cdot S_{100} \quad [l] \quad (5 - 1)$$

kde

S_{cl}roční spotřeba jednoho autobusu

$P_{roč}$roční výkon jednoho autobusu [km]

S_{100}spotřeba pohonných hmot/100 km [l/100 km (m³/100 km)]

Získaný výsledek roční spotřeby pohonných hmot jednoho autobusu je nyní uveden v litrech (u CNG autobusů v m³), ale pro další výpočtové kroky je nutné zjistit hmotnost paliva, které spotřebuje jeden autobus za období jednoho roku. Hmotnost paliva spotřebovaného jedním autobusem za rok definuje vztah:

$$m_{PHM} = \rho_{PHM} \cdot S_{cl} \quad [kg] \quad (5 - 2)$$

kde

m_{PHM}hmotnost paliva jednoho autobusu za rok [kg]

ρ_{PHM}hustota pohonné hmoty [kg/dm^3 , pro CNG kg/m^3]

S_{100}spotřeba pohonných hmot/100 km [$\text{l}/100 \text{ km}$ ($\text{m}^3/100 \text{ km}$)]

Další krok se zabývá výpočtem měrného výkonu jednoho autobusu za rok. Je důležité provést tyto výpočty pro všechny výše uvedené typy autobusů, protože modernější vozidla jsou energeticky účinnější, a proto se vyznačují nižší spotřebou pohonných hmot a tedy i nižším měrným výkonem. Roční měrný výkon jednoho autobusu je vyjádřen vztahem:

$$P_m = \frac{m_{PHM}}{S_{mpr}} \quad [\text{kWh}] \quad (5 - 3)$$

kde

P_mměrný výkon 1 autobusu za rok [kWh]

m_{PHM}hmotnost paliva jednoho autobusu za rok [kg]

S_{mpr}průměrná měrná spotřeba [kg/kWh]

Posledním krokem je výpočet emisí některých škodlivých látek pro jednotlivé varianty vozového parku. Rovnice byla upravena pro případ vozového parku, který se skládá ze 2 typů vozidel s různými druhy pohonů nebo vozidel jednoho druhu pohonu, ale s rozdílnými průměrnými spotřebami pohonných hmot. Tedy pro případ, který je řešen v této bakalářské práci. Emise CO_2 , CO, HC, NO_x a pevných částic lze vypočítat podle vztahu 5 – 4.

$$Ep_i = [(Ef_{pi} \cdot P_{mi} \cdot n_{vozi}) + (Ef_{pj} \cdot P_{mj} \cdot n_{vozi})] / 1\,000 \quad [\text{kg}/\text{rok}] \quad (5 - 4)$$

kde

Ep_i – celkové emise polutantu i vyprodukované vozovým parkem za rok [kg/rok]

Ef_{pi} – emisní faktor polutantu i [g/kWh]

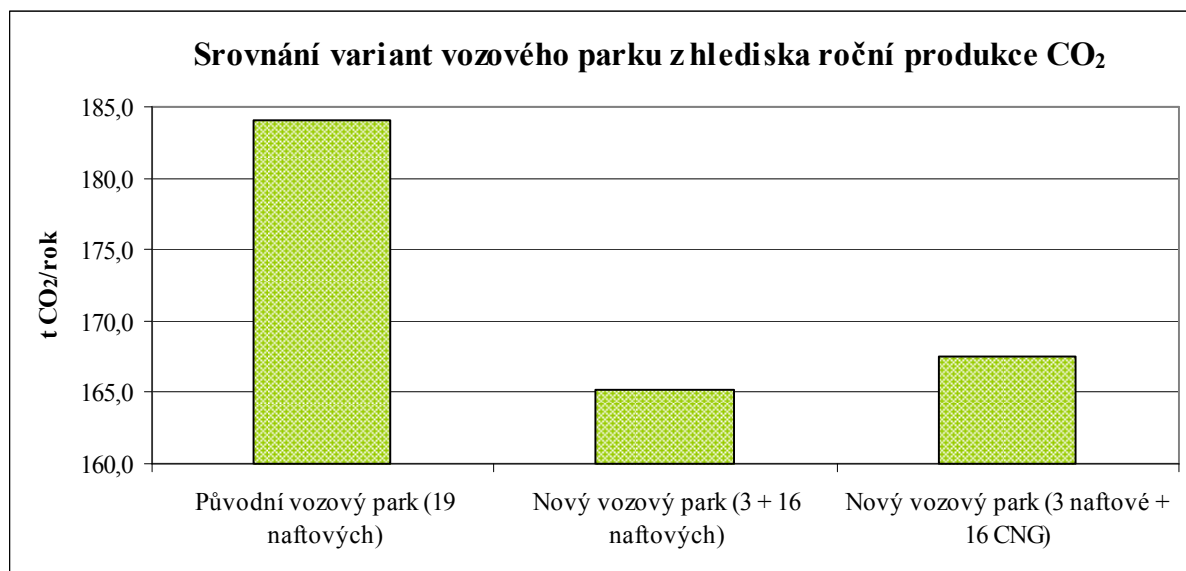
P_{mi} – měrný výkon 1 autobusu typu i za rok [kWh]

P_{mj} – měrný výkon 1 autobusu typu j za rok [kWh]

n_{vozi} – počet vozidel typu i

n_{vozi} – počet vozidel typu j

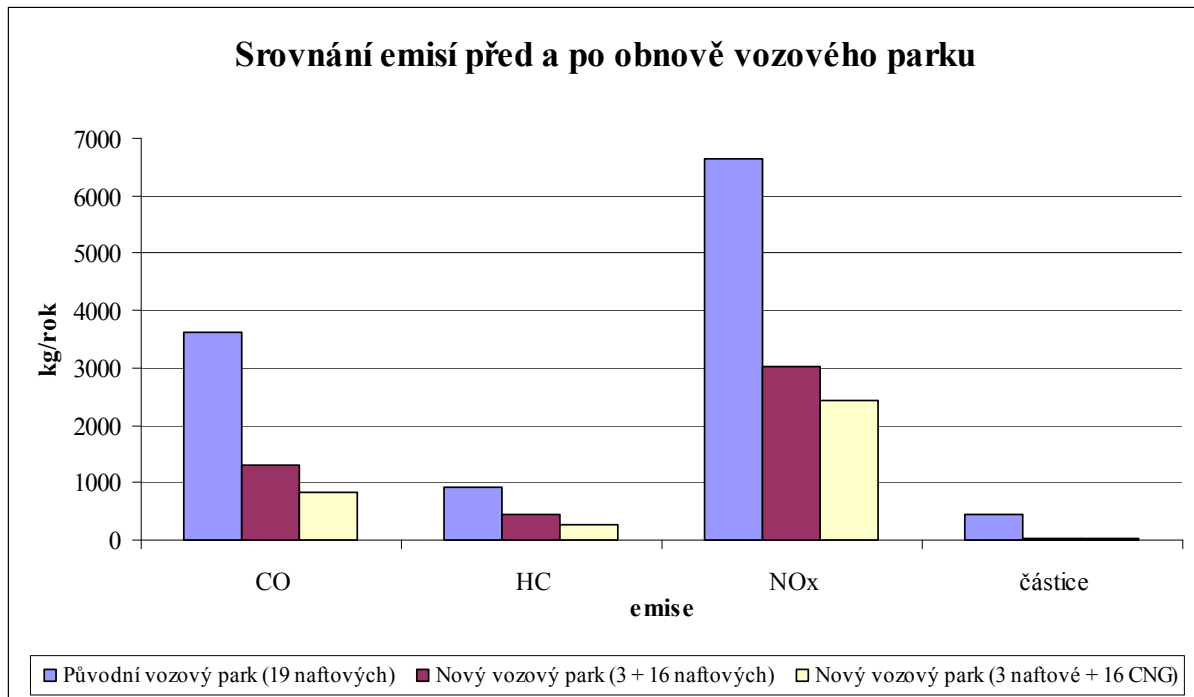
Dosažením vstupních hodnot do výše uvedených vzorců bylo dosaženo výsledků, jež jsou graficky znázorněny na obrázcích 3 a 4.



Obrázek 3: Srovnání celkových emisí CO₂ vyprodukovaných za rok jednotlivými variantami vozového parku

Zdroj: Autor

Na obrázku 3 je znázorněno porovnání množství emisí CO₂ vyprodukovaného původním a obnoveným vozovým parkem za období jednoho roku. Z ekologického hlediska nejhoršího výsledku dosáhl samozřejmě původní vozový park, což je způsobeno nižší energetickou účinností vozidel a s tím související vyšší spotřebou pohonných hmot ve srovnání s moderními naftovými autobusy. Výměnou 16 zastaralých naftových autobusů za moderní se stejným pohonem lze dosáhnout výrazně nižších hodnot emisí CO₂. Rozdíl emisí činí téměř 20 t CO₂ za rok, což lze podle mého názoru považovat za nezanedbatelné množství. Téměř srovnatelnými výsledky se vyznačuje vozový park složený ze třech naftových autobusů Mercedes Benz Citaro a 16 autobusů vybavených pohonem na CNG. Hodnoty jsou však oproti variantě obnovy moderními naftovými vozidly mírně vyšší a to i přesto, že CNG má nižší emisní faktor CO₂ téměř o 30 g na jednotku měrného výkonu autobusu (kWh). Důvodem produkce vyššího množství emisí CO₂ za rok vzniklých používáním CNG autobusů ve srovnání s moderními naftovými autobusy je podle mého názoru vyšší spotřeba CNG oproti naftě. Rozdíl hmotností roční spotřeby CNG a nafty činí asi 1 500 kg. Podrobnější srovnání produkce emisí CO₂ během celého životního cyklu klasických a některých druhů alternativních pohonných hmot je uvedeno v příloze 2.



Obrázek 4: Srovnání emisí CO, HC, NO_x a pevných částic vyprodukovaných původním a obnoveným vozovým parkem

Zdroj: Autor

Na obrázku 4 jsou srovnávány emise škodlivých látek, jež jsou regulovány stále přísnějšími emisními normami EURO, vyprodukovaných stávajícím a obnoveným vozovým parkem. Původní vozový park, který se skládá z vozidel splňujících emisní normy EURO I a EURO III, se vyznačuje nejvyššími hodnotami emisí všech sledovaných polutantů. Pokud by byly naftové autobusy s emisními normami EURO I vyměněny za nové naftové autobusy, které splňují emisní normu EURO V, pak lze dosáhnout snížení emisí CO, HC a NO_x přibližně o 53 – 64 %. Největší úspora se však nachází u emisí prachových částic, kde nové naftové autobusy vyprodukují asi o 93 % méně prachových částic. Vozový park složený ze tří původních naftových vozidel a šestnácti nových vozidel s pohonem na CNG však dosahuje ve srovnání s vozovým parkem obnoveným novými naftovými autobusy ještě nižších hodnot emisí všech sledovaných polutantů. U emisí CO a HC se úspora emisí nových CNG autobusů ve srovnání s naftovými, které splňují emisní normu V, pohybuje okolo 35 %. U emisí NO_x a pevných částic lze dosáhnout 15 – 20 % snížení.

Na závěr této podkapitoly lze konstatovat, že z ekologického hlediska je nejvýhodnější varianta výměny zastaralých naftových autobusů za nové s pohonem na CNG. Sice množství emisí CO₂ je mírně vyšší než u možnosti pořízení nových naftových autobusů, ale nejnižší

hodnoty emisí ostatních sledovaných polutantů se nachází právě u vozového parku složeného ze 3 původních naftových vozidel a 16 nových CNG vozidel.

5.2 Ekonomické vyhodnocení

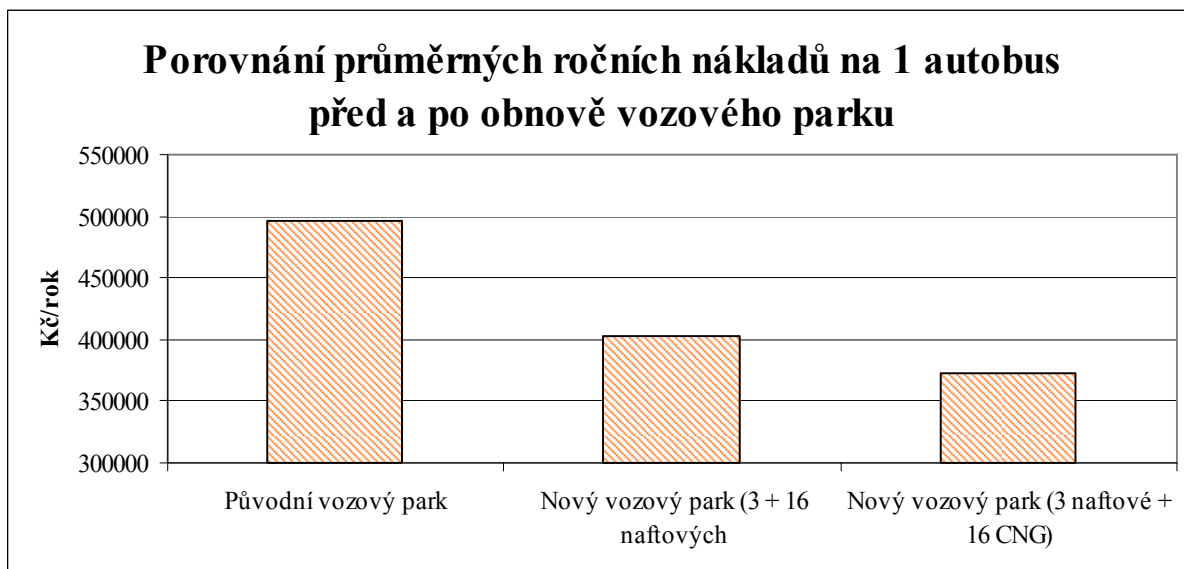
Dopravce se snaží ve většině případů hodnotit výměnu vozového parku hlavně z hlediska ekonomického. Výběr nových vozidel je totiž podmíněn ekonomickými podmínkami pořízení a provozu dopravních prostředků. V tabulce 5 jsou uvedeny údaje potřebné pro srovnání ekonomiky autobusů pouze s pohonem na naftu a CNG od jednoho výrobce. Tabulka obsahuje ekonomické údaje při provozu autobusů s ročním projezdem 40 000 km při použití cen motorových paliv z dubna 2010. Ekonomické vyhodnocení některých dalších druhů alternativních pohonů obsahuje příloha 1.

Tabulka 5: Srovnání nákladů na pořízení a provoz autobusů s naftovým pohonem a pohonem na CNG

	Typ vozidla	
	Nafta	CNG
Základní cena autobusu	4 200 000 Kč	5 200 000 Kč
Dotace na nákup autobusu	1 050 000 Kč	1 700 000 Kč
Příspěvek na nákup autobusu		200 000 Kč
Prům. spotřeba PHM/100 km	30 l	42 m ³
Cena za jednotku PHM (bez DPH)	24 Kč	13,6 Kč
Roční projezd autobusu (km/rok)	40 000 km/rok	40 000 km/rok
Interval servisních prohlídek	Po 10 000 km, poté po 30 000 km (do 100 t. km)	Po 10 000 km, poté po 30 t. km (do 100 t. km)
Cena za provedení servisní prohlídky	5 200 Kč	5 000 Kč
Interval výměny motor. oleje	40 000 km	12 000 km
Cena mot. olejů na 1 výměnu	Cca 3 000 Kč	Cca 3 000 Kč
Revize plyn. zařízení (každý rok)		Cca 1 500 Kč
Revize tlak. nádob (jednou za 3 roky)		Cca 3 500 Kč
Náklady na údržbu, režij. a ostatní nákl.	Cca 45 000 Kč/rok	Cca 60 000 Kč/rok
Celkové roční nákl. na provoz a údržbu	343 000 Kč	307 100 Kč
Čerpací stanice PHM		20 – 30 mil. Kč

Zdroj: (32), (37), (38), (39), (40)

Z tabulky 3 vyplývá, že autobusy s pohonem na CNG jsou přibližně o 1 000 000 Kč dražší než autobusy s naftovým pohonem. Získáním dotací a příspěvku 200 000 Kč na nákup autobusů s CNG pohonem od plynárenských společností se však rozdíly nákladů na pořízení autobusů téměř vyrovnají. Za předpokladu získání těchto finančních prostředků rozdíl nákladů na pořízení autobusů s naftovým a CNG pohonem činí pouze 150 000 Kč. Naftové autobusy se vyznačují také nižšími náklady na údržbu a režijními náklady. Výhodnost CNG pohonu však spočívá v nižších nákladech na provoz ve srovnání s naftovými autobusy, což je způsobeno především přibližně poloviční cenou CNG oproti ceně nafty. Cena CNG se v současnosti v ČR pohybuje v rozmezí 13 – 18 Kč/m³ nebo 22 – 27 Kč/kg včetně DPH. Cena CNG je závislá na množství prodaného plynu za dobu jednoho roku na konkrétní čerpací stanici CNG. Pro účely této bakalářské práce bylo počítáno spíše s cenou vyšší, protože lze očekávat, že by čerpací stanice CNG byla v nejbližší době využívána pouze dopravcem Zdar a. s., případně by ji využívalo pouze několik obyvatel s osobními CNG automobily a proto nelze očekávat nijak vysokou roční spotřebu CNG. Celkové náklady 16 CNG autobusů jsou tedy ve srovnání s celkovými náklady naftových autobusů nižší přibližně o 575 000 Kč za rok. Porovnání průměrných ročních nákladů, které zahrnují náklady na provoz, údržbu, režijní a ostatní náklady, na jeden autobus znázorňuje obrázek 5.



Obrázek 5: Srovnání průměr. ročních nákladů na 1 autobus před a po obnově voz. parku

Zdroj: Autor

Z obrázku 5 vyplývá, že výměnou 16 původních naftových autobusů za nové, také s pohonem na naftu, lze docílit úspory nákladů přibližně 94 tisíc Kč za jedno vozidlo. Celková úspora tedy činí asi 1 500 000 Kč za rok. Ještě nižšími průměrnými náklady

se vyznačuje vozový park složený ze 3 původních naftových a 16 nových CNG autobusů. Ve srovnání s původním vozovým parkem jsou průměrné náklady na 1 autobus nižší přibližně o 120 tisíc Kč za rok. Pořízením CNG autobusů by tedy bylo možné snížit roční náklady téměř o 2 mil. Kč.

Avšak nezanedbatelné množství finančních prostředků, jež by bylo nutné vynaložit v souvislosti s nákupem CNG autobusů, představuje také výstavba čerpací stanice CNG. Náklady na výstavbu této čerpací stanice mohou dosáhnout 20 až 30 milionů Kč. Výši nákladů ovlivňují především místní podmínky (rozsah úpravy pozemních komunikací, odstavných ploch, stávajících prostorů atd.) a požadovaný výkon ČS CNG. Na výstavbu ČS CNG je sice možné získat dotace z Regionálních operačních programů, ale podle slov pana Ing. Nováka z Českého plynárenského svazu pokryjí tyto dotace pouze malou část nákladů na výstavbu a získání těchto dotací je proces velmi složitý s nejasným výsledkem. Návratnost vynaložených finančních prostředků je tedy záležitost dlouhodobá. Zrychlení návratnosti by mohlo přispět pouze masivnější rozšíření vozidel s CNG pohonem ve Žďáru nad Sázavou a nebo výměna části vozového parku meziměstských vozidel, což by mělo za následek vyšší spotřebu CNG, s čímž souvisí i jeho nižší jednotková cena. Díky nižší jednotkové ceně CNG by klesaly i provozní náklady a možnost pořízení CNG autobusů ve srovnání s naftovými by se stávala výhodnější.

Přesto podle mého názoru by se za současných podmínek nevyplatil nákup autobusů s CNG pohonem a to především díky investiční náročnosti a vysokým nákladům na provoz CNG stanice i pro její předpokládané malé výkony. Pro společnost Zdar a. s. by tedy za současných podmínek bylo z ekonomického hlediska výhodnější pořízení nových naftových autobusů s nižší spotřebou pohonných hmot a přísnějšími emisními normami.

ZÁVĚR

V současné době se na celém světě používá mnoho druhů alternativních pohonů. V úvodní části jsou uvedeny pouze ty, kterými se zabývá tato bakalářská práce. Historie některých alternativních pohonů se začínala psát ve stejné době nebo i dříve než historie klasických motorových paliv, která jsou v současnosti zatím nejvíce používána. Na počátku vzestupu spalovacích motorů byly k jejich pohonu používány různé druhy plynů. I dnes plynná paliva patří k největším konkurentům klasických kapalných paliv. Hlavním cílem první kapitoly však bylo uvést výhody a nevýhody a také stručný popis způsobů výroby jednotlivých druhů alternativních PHM, které budou později vyhodnocovány z hlediska ekonomického a ekologického.

Problematika používání alternativních pohonů v dopravě je složitá, a proto musí být upravována celou řadou právních předpisů. Tyto právní předpisy jsou nejčastěji věnovány problematice ochrany ovzduší a životního prostředí, schvalování vozidel a jejich energetické účinnosti, spotřebním daním apod. V dnešní době, kdy je ČR členem Evropské unie, se vlastně vnitrostátní předpisy tvoří na mezinárodní úrovni tak, aby vnitrostátní předpisy netvořily bariéry. Povinností všech členských států EU, tedy i ČR, je implementovat právní předpisy vydané orgány EU do vnitrostátních předpisů. V druhé kapitole byl samozřejmě uveden výčet těch nejdůležitějších evropských právních dokumentů, ale i českých zákonů, vyhlášek a nařízení vlády.

Následující část se zabývá požadavky na čerpací stanice alternativních pohonných hmot a částečně i na dopravu těchto pohonných hmot k čerpací stanici. Téměř každá pohonná hmota má své specifické vlastnosti, jež kladou na čerpací stanici různé požadavky. Existují však i společné požadavky, ke kterým patří především bezpečnost a ekologie. Konečný spotřebitel ocení především snadnou dostupnost distribuční sítě a co nejkratší dobu plnění paliva.

Čtvrtá kapitola obsahuje návrh obnovy vozového parku. Cílem bylo uvést možnosti obnovy vozového parku, které by měly být zhodnoceny z hlediska ekonomického i ekologického v následující kapitole. Původně bylo počítáno s možnostmi výměny zastaralých naftových autobusů za nové s naftovým pohonem nebo s některým z alternativních pohonů (hybridní, CNG, případně i další). Bohužel pouze jeden výrobce autobusů nepovažuje potřebné informace za obchodní tajemství. Proto tato kapitola obsahuje pouze 2 možnosti výměny 16 původních vozidel za nová, a to buď s naftovým nebo s CNG pohonem.

Hlavní cíl této bakalářské práce je uveden v poslední kapitole, která se zabývá hodnocením možností obnovy vozového parku, které byly uvedeny v předchozí kapitole. V ekologickém hodnocení byly porovnávány jednotlivé varianty vozového parku z hlediska emisí CO₂, CO, HC, NO_x a pevných částic. Podle mého názoru nejlepších výsledků dosáhla možnost obnovy vozového parku autobusy s pohonem na CNG. Sice roční vyprodukované množství emisí CO₂, který patří mezi skleníkové plyny a který podle vědců způsobuje globální oteplování na Zemi, je mírně vyšší ve srovnání s možností obnovy naftovými autobusy splňujícími emisní normu EURO V, ale emise ostatních polutantů vyprodukovaných CNG autobusy jsou výrazně nižší než při používání nejmodernějších naftových autobusů. Dopravce však častěji bere větší ohled na ekonomické zhodnocení. Roční náklady na provoz a údržbu 16 CNG autobusů jsou pro dané podmínky společnosti Zdar a. s. nižší přibližně o 575 000 Kč. Investice do CNG autobusů je však ve srovnání s naftovými vyšší o 2 400 000 Kč. Tato vyšší investice by se tedy vrátila za necelé 4 roky. Hlavní důvod nevýhodnosti CNG autobusů spočívá ve vynaložení velkého množství finančních prostředků (20 – 30 mil. Kč) na výstavbu CNG stanice. Sice lze získat dotace na výstavbu CNG stanice, ale ty pokryjí pouze malou část nákladů a jejich získání není jednoduché. Návratnost vynaložených finančních prostředků je tedy záležitost dlouhodobá. Zrychlení návratnosti by mohlo přispět pouze masivnější rozšíření vozidel s CNG pohonem ve Žďáru nad Sázavou v blízké budoucnosti, což by mělo za následek vyšší tržby z provozu CNG stanice. Proto podle mého názoru je pro dopravce Zdar a. s. výhodnější nákup nových naftových autobusů s nižší spotřebou pohonných hmot a s lepšími ekologickými vlastnostmi.

Na úplný závěr lze říci, že v současnosti si v ČR alternativní pohony teprve získávají své postavení na dopravním trhu. Ale s tenčícími se zásobami ropy lze očekávat jejich masivnější využívání k pohonu dopravních prostředků. Druhů alternativních pohonů v současné době existuje mnoho, ale vědci stále nepřestávají hledat další nové způsoby pohonů silničních vozidel, jež by byly z ekonomického i ekologického hlediska co nejpříjemnějšími alternativami ke klasickým pohonným hmotám.

SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

- (1) VLK, F. *Alternativní pohony motorových vozidel*. Brno: Prof. Ing. František Vlk, DrSc., nakladatelství a vydavatelství, 2004. 234 s. ISBN 80-239-1602-5
- (2) *Internetové stránky společnosti RWE* [online]. [cit. 2009-02-03]. Dostupné z: <http://www.cng.cz/cs/zemni_plyn/historie/histoire_plynu_v_doprave.html>.
- (3) *Internetové stránky společnosti Česká rafinérská* [online]. [cit. 2009-02-06]. Dostupné z: <http://www.ceskarafinerska.cz/data/publications/motorova_paliva_historie_soucasnost.pdf>.
- (4) *Auta* [online]. c2005 – 2008. [cit. 2009-02-06]. Dostupné z: <<http://www.autamilda.estranky.cz/stranka/historie-automobilu>>.
- (5) *Auto.cz* [online]. c2008. Poslední revize 3. 8. 2008 [cit. 2009-02-07]. Dostupné z: <<http://baracadaj.blog.auto.cz/2008-08/hybridni-automobily-historie/>>.
- (6) MATĚJOVSKÝ, V. *Automobilová paliva*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2005. 224 s. ISBN 80-247-0350-5
- (7) *Magazín Pro-energy* [seriál online]. Praha: Stenella, s. r. o., 2008- . [cit. 2009-02-10]. Dostupné z: <<http://www.pro-energy.cz/clanky7/3.pdf>>. ISSN 1802-4599.
- (8) *URPPZ* [online]. Poslední revize 30. 12. 2006 [cit. 2009-02-10]. Dostupné z: <<http://www.cschi.cz/urppz/altpal.asp>>.
- (9) *TipCar.cz* [online]. c2005 – 2010. Poslední revize 21. 3. 2008 [cit. 2009-02-13]. Dostupné z: <<http://www.tipcar.cz/auto-na-vzduch-miri-na-trh-3278.html>>.
- (10) *PETROLmagazín* [online]. Třebíč: PETROLmedia, s. r. o., 2009- . [cit. 2009-08-15]. Dostupné z: <<http://www.petrol.cz/magazin/pm022009/PM%20092%20ALT.pdf>>.
- (11) *Autorevue.cz* [online]. Brno: CPress Media, a. s., 2006- . [cit. 2009-02-27]. Dostupné z: <<http://www.autorevue.cz/Technika/Alternativni-paliva-budoucnost-se-jmenuje-zemni-plyn-cast-1/sc-159-sr-1-a-8247-ch-26572/default.aspx>>. ISSN 1214-1895
- (12) *Internetové stránky ministerstva dopravy ČR* [online]. c2006 [cit. 2009-03-07]. Dostupné z: <http://www.mdcz.cz/NR/rdonlyres/F2EF24EF-5E59-42C7-B6C7-A5508CE8F820/0/Technickoekonomicka_analyza_vhodnych_alternativnich_paliv_v_dopravecast_1.pdf>.
- (13) Bílá kniha EU – European transport policy for 2010: A time to decide [online]. [cit. 2009-08-02]. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/transport/strategies/doc/2001_white_paper/lb_com_2001_0370_en.pdf>.

- (14) Zelená kniha EU – Na cestě k nové kultuře městské mobility [online]. [cit. 2009-08-03]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/cs/com/2007/com2007_0551cs01.pdf>.
- (15) Směrnice Rady č. 2003/96/ES [online].[cit. 2009-08-05]. Dostupné z: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=DD:09:01:32003L0096:CS:PDF>>.
- (16) Směrnice evropského parlamentu a Rady č. 2005/55/ES [online].[cit. 2009-08-09]. Dostupné z: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:275:0001:0163:CS:PDF>>.
- (17) Směrnice Komise č. 2005/78/ES [online].[cit. 2009-08-10]. Dostupné z: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:313:0001:0093:CS:PDF>>.
- (18) Směrnice evropského parlamentu a Rady č. 2008/50/ES [online].[cit. 2009-08-15]. Dostupné z: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:152:0001:0044:CS:PDF>>.
- (19) Směrnice evropského parlamentu a Rady č. 2009/28/ES [online].[cit. 2009-08-18]. Dostupné z: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:cs:PDF>>.
- (20) Směrnice evropského parlamentu a Rady č. 2009/33/ES [online].[cit. 2009-08-23]. Dostupné z: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:120:0005:0012:CS:PDF>>.
- (21) Zákon č. 61/1997 Sb., o lihu [online].[cit. 2009-08-29]. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701?number1=61%2F1997&number2=&name=&text=>>.
- (22) Zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší [online].[cit. 2009-09-04]. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701?number1=86%2F2002&number2=&name=&text=>>.
- (23) Vyhláška č. 341/2002 Sb., o schvalování technické způsobilosti vozidel [online].[cit. 2009-09-12]. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701?number1=341%2F2002&number2=&name=&text=>>.
- (24) Vyhláška č. 553/2002 Sb. [online].[cit. 2009-09-13]. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701?number1=553%2F2002&number2=&name=&text=>>.
- (25) Zákon č. 353/2003 Sb., o spotřebních daních [online].[cit. 2009-09-15]. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701?number1=353%2F2003&number2=&name=&text=>>.

- (26) Vyhláška č. 229/2004 Sb., kterou se stanoví požadavky na pohonné hmoty pro provoz vozidel na pozemních komunikacích a způsob sledování a monitorování jejich jakosti [online].[cit. 2009-09-19]. Dostupné z: <[http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701?number1=229%2F2004&number2=&name=&text=>](http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701?number1=229%2F2004&number2=&name=&text=).
- (27) Zákon č. 311/2006 Sb., o pohonných hmotách [online].[cit. 2009-09-21]. Dostupné z: <[http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701?number1=311%2F2006&number2=&name=&text=>](http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701?number1=311%2F2006&number2=&name=&text=).
- (28) Nařízení vlády č. 80/2007 Sb., o stanovení některých podmínek poskytování platby pro pěstování energetických plodin [online].[cit. 2009-09-25]. Dostupné z: <[http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701?number1=80%2F2007&number2=&name=&text=>](http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701?number1=80%2F2007&number2=&name=&text=).
- (29) Zákon č. 261/2007 Sb., o stabilizaci veřejných rozpočtů [online].[cit. 2009-09-27]. Dostupné z: <[http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701?number1=261%2F2007&number2=&name=&text=>](http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701?number1=261%2F2007&number2=&name=&text=).
- (30) *Internetové stránky České asociace LPG* [online]. c2006 [cit. 2009-10-01]. Dostupné z: <http://www.calpg.cz/vismo/dokumenty2.asp?id_org=600161&id=1003&p1=1003>.
- (31) *Internetové stránky Ministerstva dopravy ČR* [online]. c2006 [cit. 2009-10-07]. Dostupné z: <http://www.mdcz.cz/NR/rdonlyres/F2EF24EF-5E59-42C7-B6C7-A5508CE8F820/0/Technickoekonomicka_analyza_vhodnych_alternativnich_paliv_v_dopravecast_2.pdf>.
- (32) Interní materiály společnosti Zdar a. s. [cit. 2009-04-07].
- (33) *Internetové stránky programu Hledáme dopravní společnost třídy A* [online]. c2008 [cit. 2010-05-05]. Dostupné z: <<http://www.dopravcetridya.cz/kriteriia-hodnoceni/emisni-normy>>.
- (34) *Hybrid. cz* [seriál online]. Brandýs nad Labem – Stará Boleslav: Chamanne s. r. o. c2006 – 2010. [cit. 2010-05-05]. Dostupné z: <<http://hybrid.cz/novinky/cng-autobusy-cistejsi-nez-diesely>>.
- (35) DRDLA, P. *Technologie a řízení dopravy: městská hromadná doprava*. Pardubice: Tiskařské středisko Univerzity Pardubice, 2005. 136 s. ISBN 80-7194-804-7.
- (36) *Internetové stránky společnosti RWE* [online]. [cit. 2009-02-03]. Dostupné z: <<http://www.rwe.cz/cs/plynoprojekt/plynoprojekt-cng>>.
- (37) Emailová komunikace s Ing. Novákem z Českého plynáren. svazu. [cit. 2009-04-07].
- (38) Interní materiály společnosti ČSAD Liberec a. s. [cit. 2009-04-07].
- (39) Interní materiály DPMP a. s. [cit. 2009-04-07].
- (40) Interní materiály výrobce autobusů SOR. [cit. 2009-04-07].

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Sazby daně pro plyny určené k pohonu motorových vozidel.....	25
Tabulka 2: Stávající vozový park dopravní společnosti Zdar a. s.	28
Tabulka 3: Porovnání množství emisí stanovených emisními normami EURO I až V a emisí plynového autobusu	30
Tabulka 4: Chemicko fyzikální vlastnosti nafty a CNG potřebné k výpočtu množství emisí před a po výměně vozového parku	31
Tabulka 5: Srovnání nákladů na pořízení a provoz autobusů s naftovým pohonem a pohonem na CNG	35

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Uspořádání sériového (vlevo) a paralelního (vpravo) hybridního motoru.....	19
Obrázek 2: Veřejná vodíková čerpací stanice v Barceloně	27
Obrázek 3: Srovnání celkových emisí CO ₂ vyprodukovaných za rok jednotlivými variantami vozového parku.....	33
Obrázek 4: Srovnání emisí CO, HC, NO _x a pevných částic vyprodukovaných původním a obnoveným vozovým parkem.....	34
Obrázek 5: Srovnání průměr. ročních nákladů na 1 autobus před a po obnově voz. parku	36

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

bbf	barel
cH ₂	stlačený vodík
CNG	stlačený zemní plyn
CO	oxid uhelnatý
ČR	Česká republika
ČS	čerpací stanice
ČSN	Česká technická norma
ČSN EN	Evropská norma
DICI	vznětový motor
DISI	zážehový motor s řízeným vstřikováním
DPF	filtr naftových částic
ES	Evropské společenství
ETBE	Ethyl-terc.-butylether
EU	Evropská Unie
E85	automobilové palivo skládající se z 85 % ethanolu a 15 % benzínu
GJ _s	jednotka energie spotřebované při výrobě paliva
GJ _z	jednotka energie získané z konečného paliva
H ₂	vodík
lH ₂	zkapalněný vodík
LNG	zkapalněný zemní plyn
LPG	zkapalněné ropné plyny
MDI	Motor Development International
MEŘO	Methylester řepkového oleje
MTBE	Methyl-terc.-butylether
M85	automobilové palivo skládající se z 85 % methanolu a 15 % benzínu
NO _x	oxidy dusíku
PHM	pohonné hmoty
PISI	zážehový motor
Sb.	Sbírka zákonů
TPG	Technická pravidla GAS řešící plynárenskou problematiku
USA	Spojené státy americké

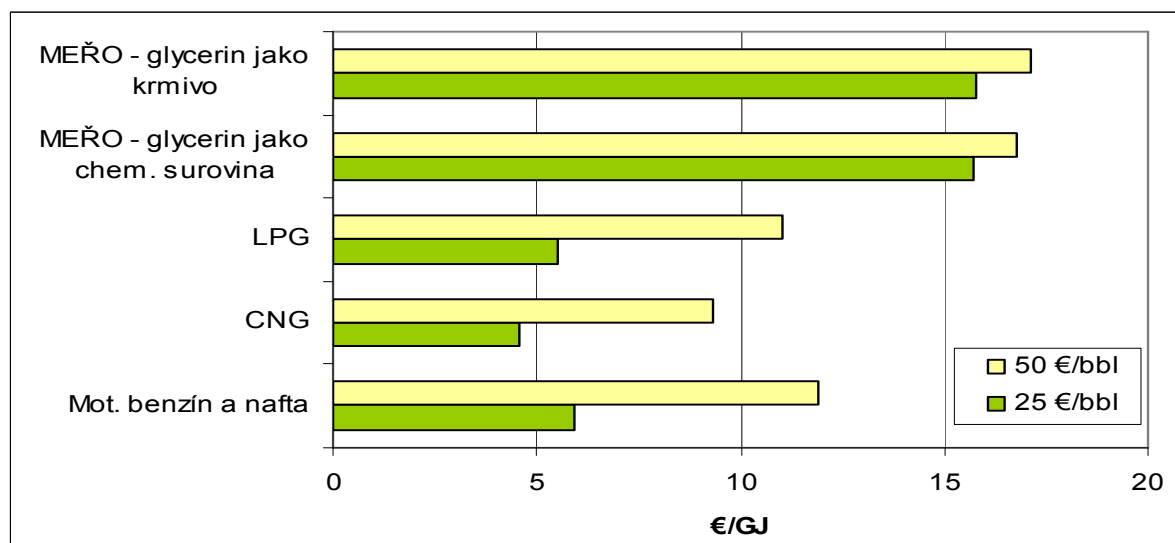
SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Ekonomické zhodnocení některých alternativních pohonných hmot

Příloha 2: Emise skleníkových plynů jednotlivých druhů alternativních pohonných hmot

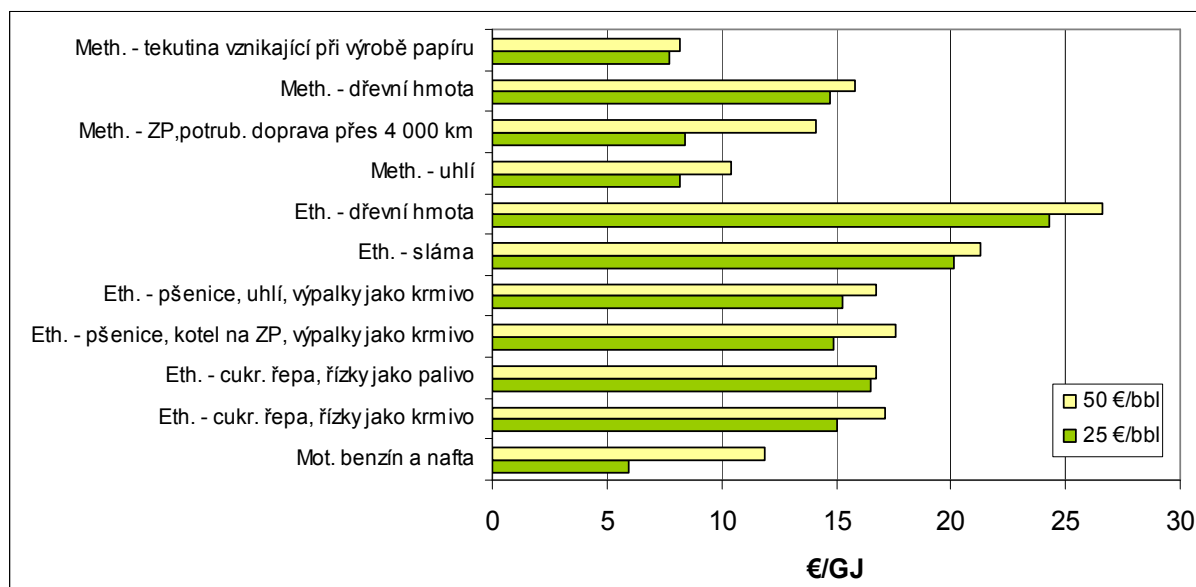
Přílohy

Příloha 1: Ekonomické zhodnocení některých alternativních pohonných hmot



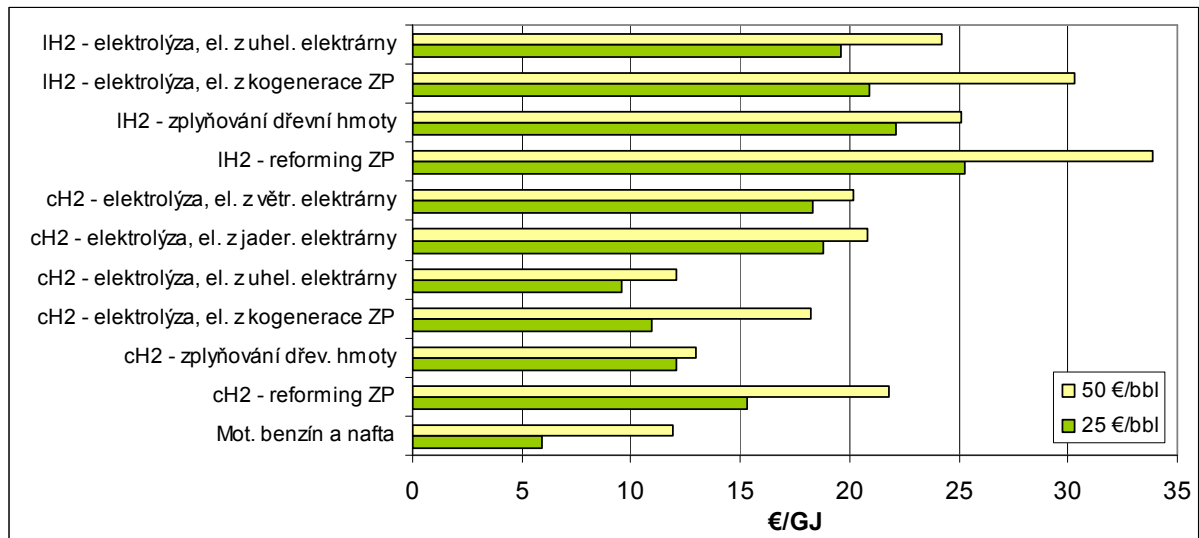
Obrázek: Porovnání nákladů na výrobu a distribuci vybraných motor. paliv

Zdroj: <http://www.globalbioenergy.org/uploads/media/0703_EUCAR_CONCAWE_JRC_-_Well_to_Wheels-WTW-WTW_App_2.pdf>



Obrázek: Porovnání nákladů pro různé způsoby výroby alkoholových paliv

Zdroj: <http://www.globalbioenergy.org/uploads/media/0703_EUCAR_CONCAWE_JRC_-_Well_to_Wheels-WTW-WTW_App_2.pdf>



Obrázek: Porovnání nákladů pro různé způsoby výroby cH₂ a lH₂

Zdroj: <http://www.globalbioenergy.org/uploads/media/0703_EUCAR_CONCAWE_JRC_-_Well_to_Wheels-WTW-WTW_App_2.pdf>

Tabulka: Porovnání předpokládaných cen automobilů s různými pohon. jednotkami

Typ pohonné jednotky	Druh paliva	Cena (v €)	Rozdíl ceny (v %)
PISI	Motor. benzín	19 560	
DISI	Motor. benzín	19 850	1,5
PISI	CNG	22 098	13
PISI	LPG	21 760	11,2
DICI	Motor. nafta	20 960	7,2
DICI + DPF	Motor. nafta	21 360	9,2
PISI	cH ₂ 70 MPa nebo lH ₂	24 310 – 25 022	24,3 – 27,9
DISI hybridní pohon	Motor. benzín	25 780 – 28 890	31,8 – 47,7
PISI hybridní pohon	CNG	26 933 – 30 619	37,7 – 56,5
DICI hybridní pohon	Motor. nafta	27 190 – 31 005	39 – 58,5
PISI hybridní pohon	cH ₂ 70 MPa nebo lH ₂	29 778 – 39 996	52,2 – 104,5
Palivové články	cH ₂ 70 MPa nebo lH ₂	31 193 – 42 826	59,5 – 118,9
Hybrid s paliv. články	cH ₂ 70 MPa nebo lH ₂	34 505 – 49 450	76,4 – 152,8

Zdroj: <http://www.globalbioenergy.org/uploads/media/0703_EUCAR_CONCAWE_JRC_-_Well_to_Wheels-WTW-WTW_Report.pdf>

Tabulka obsahuje porovnání průměrných předpokládaných maloobchodních cen vozidel vybavených jednotlivými typy pohonných jednotek s cenami vozidel využívajících k pohonu benzínový zážehový motor, u nichž se stále předpokládají nejnižší průměrné náklady na pořízení. Jejich předpokládaná cena je stanovena na 19 560 € (asi 500 000 Kč).

V krátkodobém horizontu lze očekávat nárůst počtu vozidel využívajících k pohonu alternativní paliva LPG a CNG. Sice vozidla vybavená pohonnými jednotkami určenými ke spalování těchto alternativních pohonných hmot jsou přibližně o 10 až 15 % dražší v porovnání s vozidly se zážehovým motorem, ale cena za jednotku LPG i CNG je při stejné nebo mírně vyšší spotřebě oproti motorovému benzínu přibližně poloviční. Ekonomickou výhodnost CNG snižují náklady na revize plynových zařízení a tlakových nádob. Dále náklady na údržbu jsou vyšší z důvodů nutnosti častějších výměn olejů, které bývají ve srovnání s oleji používanými pro vozidla s pohonem na klasická motorová paliva dražší.

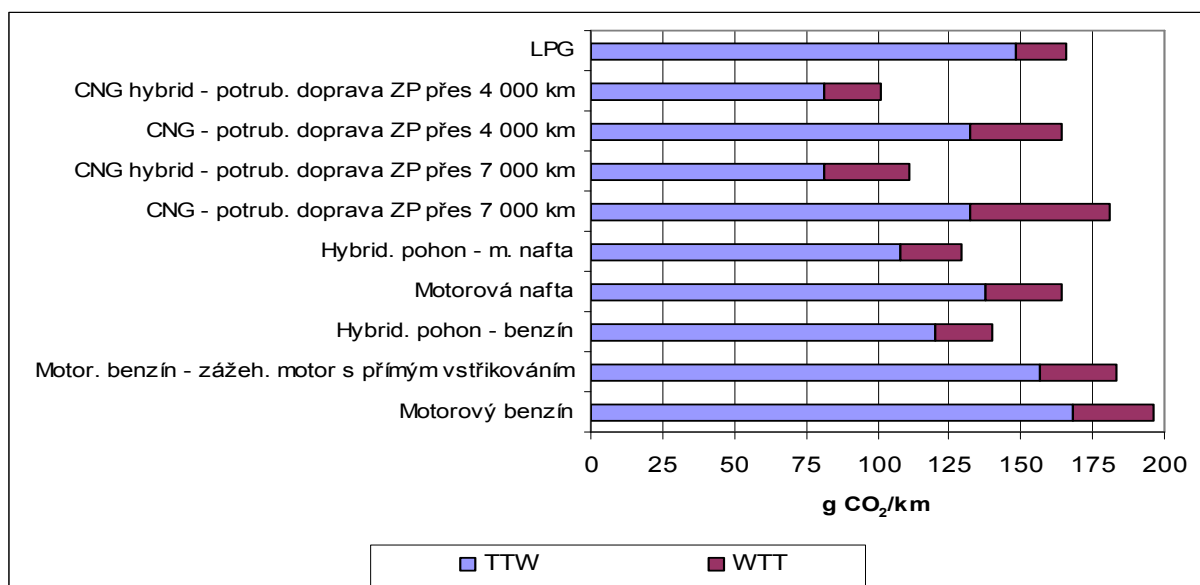
Spotřeba paliva u hybridních vozidel je sice asi o třetinu nižší, ale jejich masivnějšímu rozšíření brání především poměrně vysoká cena automobilů. Tato vozidla se však vyznačují také vyššími náklady na údržbu. Podle mého názoru nebudou hybridní vozy v ČR v blízké budoucnosti příliš populární. Masivnějšímu rozšíření by mohlo přispět výraznější snížení nákladů na pořízení. I přes ekonomickou nevýhodnost vozidel s hybridním pohonem se očekává jejich masivnější rozšiřování z důvodu, že by od roku 2016 měly výrobci automobilů dodávat na trh vozidla se spotřebou pohonných hmot nižší o 40 %.

S rozšířením vodíku k pohonu silničních vozidel se v krátkodobém časovém horizontu nepočítá. Vysoké ceny komponentů potřebných pro možnost využívání vodíku k pohonu vozidel jsou důvodem výrazně vyšších pořizovacích nákladů než u vozidel s benzínovým zážehovým motorem. K důležitým kritériím pro zavádění alternativních paliv patří ekologie. Vodík lze vyrobit mnoha způsoby z různých zdrojů, ale ty způsoby výroby vodíku, při nichž dochází k nižší produkci emisí skleníkových plynů než během životního cyklu benzínu či nafty, patří k těm nejnákladnějším. Také vyšší výrobní náklady vodíku, které se promítnou v jeho ceně, zatím brání výraznějšímu rozšíření tohoto druhu pohonu.

Dalším alternativním pohonem, který by se mohl v blízké budoucnosti prosadit na automobilovém trhu, je pohon na stlačený vzduch. Předpokládané ceny osobních automobilů byly stanoveny v rozmezí 3 500 – 5800 € (asi 90 000 – 150 000 Kč). Také provozní náklady jsou poměrně nízké, společnost MDI udává 60 Kč na ujetí vzdálenosti 200 – 300 km. Výraznými nevýhodami, které mohou být překážkami při prosazování tohoto pohonu na trhu, jsou malá dojezdová vzdálenost (200 km při jízdě rychlostí do 55 km/h, při jízdě větší rychlostí maximálně 80 km) a poměrně nízká konstrukční rychlost (asi 95 km/h).

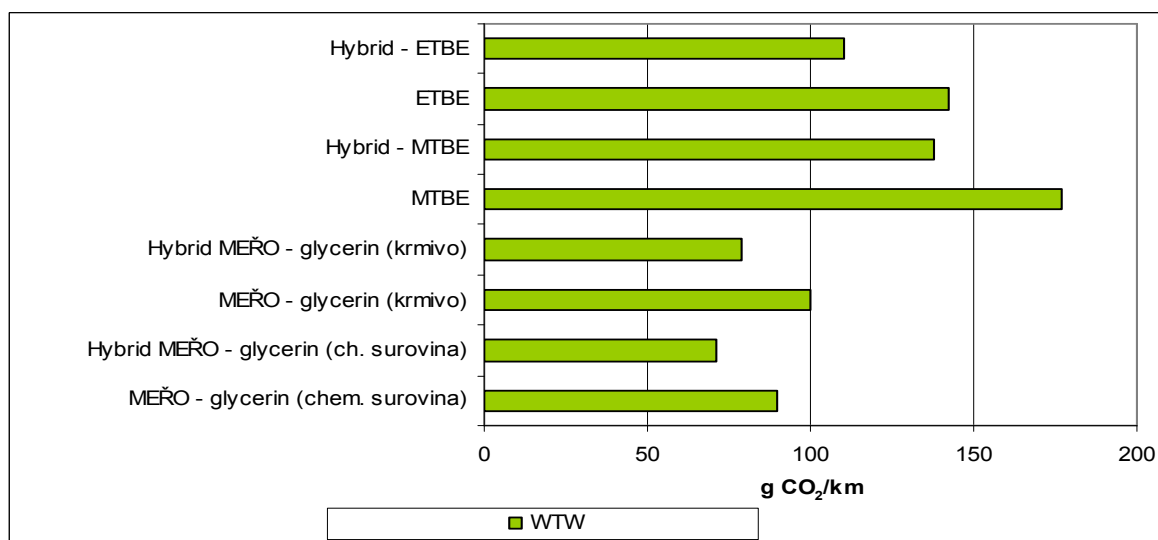
Tyto vlastnosti omezují využití vozidel s pohonem na stlačený vzduch spíše pro městský provoz či cestování na krátké vzdálenosti.

Příloha 2: Emise skleníkových plynů jednotlivých druhů alternativních pohonných hmot



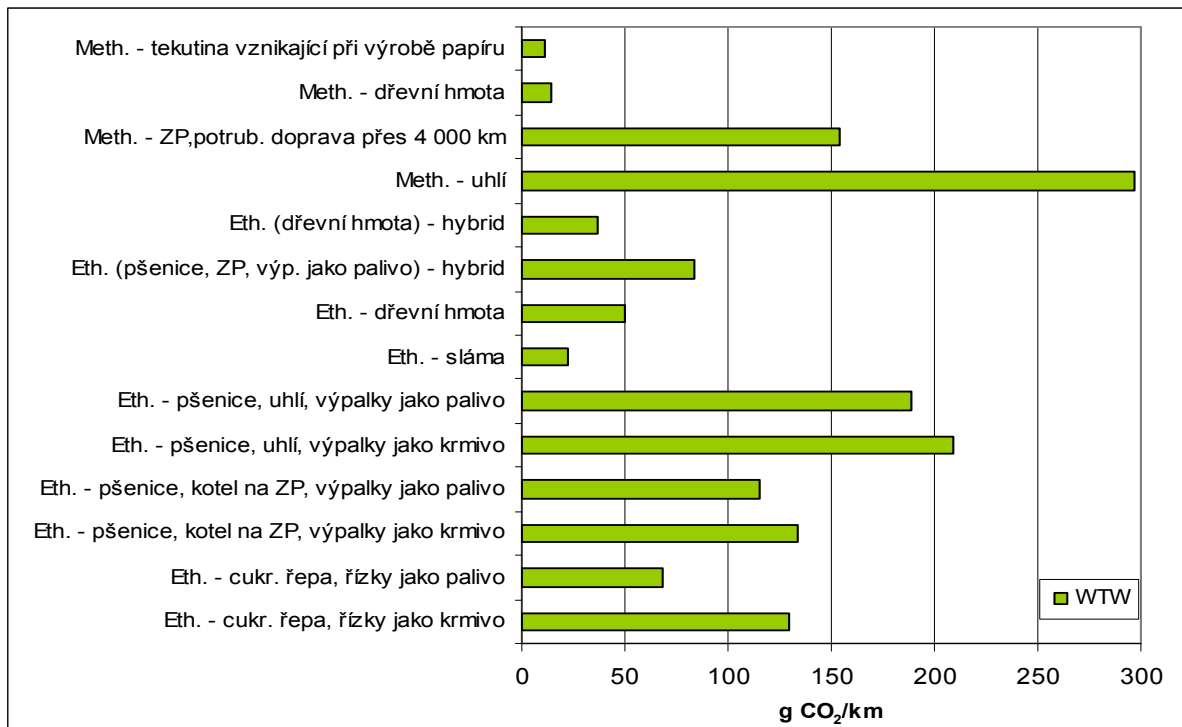
Obrázek: Emise CO₂ produkované během výroby a spotřeby vybraných druhů paliv

Zdroj: <http://www.globalbioenergy.org/uploads/media/0703_EUCAR_CONCAWE_JRC_-_Well_to_Wheels-WTW-WTW_App_1.pdf>



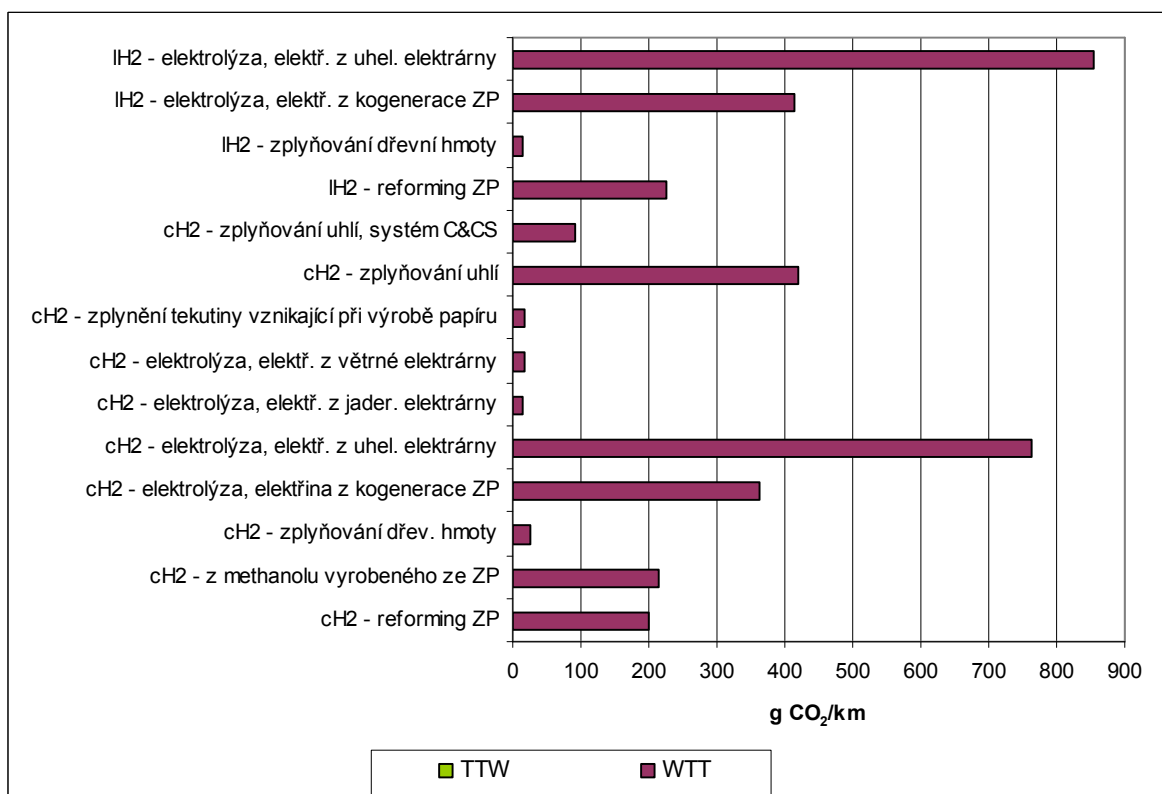
Obrázek: Emise CO₂ produkované během životního cyklu vybraných alternativních paliv vztažené na 1 km

Zdroj: <http://www.globalbioenergy.org/uploads/media/0703_EUCAR_CONCAWE_JRC_-_Well_to_Wheels-WTW-WTW_App_1.pdf>



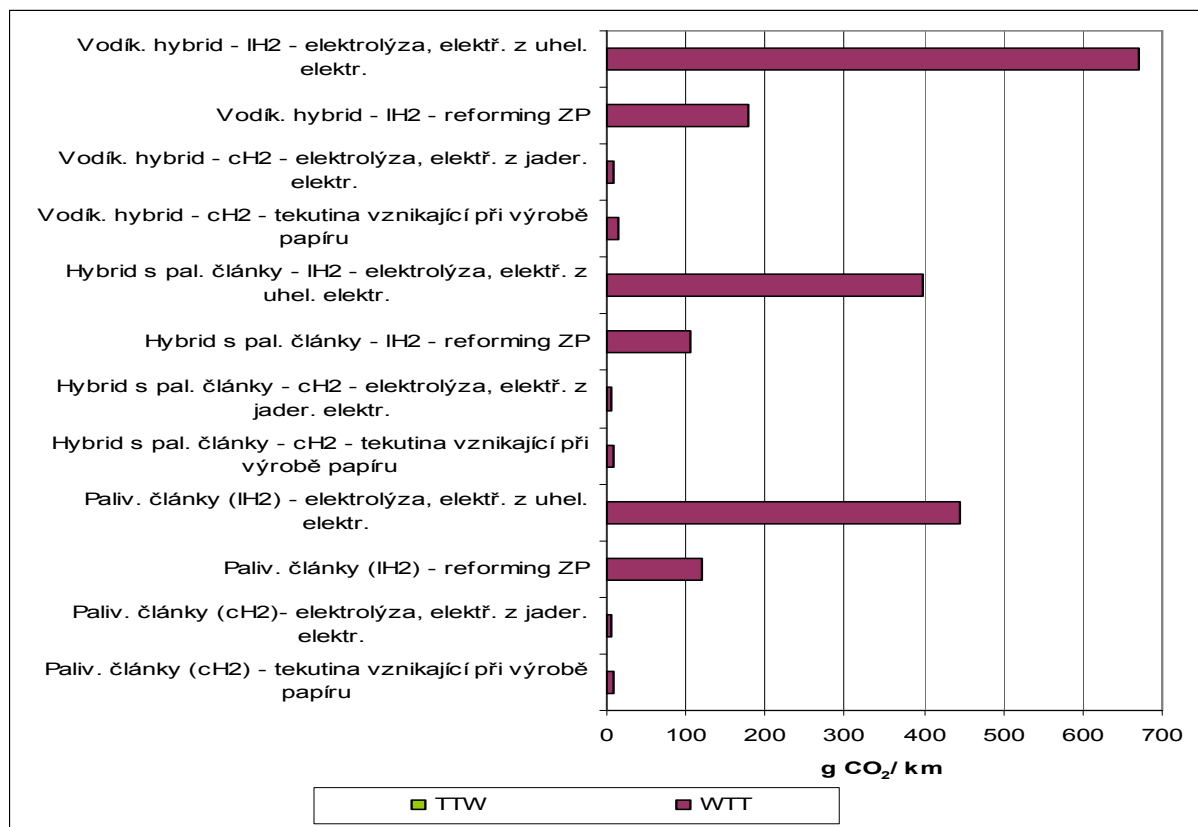
Obrázek: Množství emisí CO₂ produkovaných během životního cyklu alkoholových paliv vztažené na 1 km

Zdroj: <http://www.globalbioenergy.org/uploads/media/0703_EUCAR_CONCAWE_JRC_-_Well_to_Wheels-WTW-WTW_App_1.pdf>



Obrázek: Emise CO₂ produkované během životního cyklu stlačeného a kapalného vodíku vztažené na 1 km

Zdroj: <http://www.globalbioenergy.org/uploads/media/0703_EUCAR_CONCAWE_JRC_-_Well_to_Wheels-WTW-WTW_App_1.pdf>



Obrázek: Emise CO₂ produkované během životního cyklu H₂ používaného jako palivo v palivových člancích nebo pro hybridní pohon vztažené na 1 km

Zdroj: <http://www.globalbioenergy.org/uploads/media/0703_EUCAR_CONCAWE_JRC_-_Well_to_Wheels-WTW-WTW_App_1.pdf>

Z předchozích obrázků lze vyvodit tyto důležité závěry:

- množství emisí skleníkových plynů závisí nejen na druhu paliva a způsobu jeho výroby, ale také na druhu použitého palivového systému a jeho účinnosti,
- alternativní paliva mohou být prostředkem ke snížení emisí skleníkových plynů z dopravy, avšak většinou za cenu vyšších nákladů na pohonné hmoty,
- při výrobě alternativních paliv z uhlí či zemního plynu je efektivní využít systému systém zachycení a uskladnění CO₂ (C&CS), který dokáže zachytit a uskladnit nezanedbatelnou část emisí CO₂.