

UNIVERZITA PARDUBICE
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2008

Dominik HRDINA

**UNIVERZITA PARDUBICE
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA
KATEDRA DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ**

**POROVNÁNÍ ALTERNATIVNÍCH
POHONŮ PODLE PRODUKCE CO₂**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**AUTOR PRÁCE: Dominik Hrdina
VEDOUCÍ PRÁCE: Ing. Jaromír Folvarčný**

2007

**UNIVERSITY OF PARDUBICE
JAN PERNER TRANSPORT FACULTY
DEPARTMENT OF TRANSPORT MEANS**

**COMPARISON OF ALTERNATIVE
MOTOR FUELS FROM STANDPOINT
OF CARBON DIOXIDE PRODUCTION**

BACHELOR WORK

**AUTHOR: Dominik Hrdina
SUPERVISOR: Ing. Jaromír Folvarčný**

2007

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Dominik HRDINA
Studijní program: B3709 Dopravní technologie a spoje
Studijní obor: Dopravní prostředky-Silniční vozidla
Název tématu: Porovnání alternativních pohonů podle produkce CO2

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

- 1) Úvod - důvody pro snižování emisí CO2
- 2) Přehled alternativních pohonů používaných v současnosti u silničních vozidel
- 3) Přehled typů vozidel s alternativním pohonem u jednotlivých výrobců
- 4) Porovnání produkce CO2 typů vozidel s alternativním pohonem a s konvenčním pohonem u jednotlivých výrobců
- 5) Porovnání produkce CO2 mezi typy vozidel s různými alternativními pohony
- 6) Závěr - výsledky

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

- [1] VLK, F.: Paliva a maziva motorových vozidel. Nakladatelství Vlk, Brno 2006, ISBN 80-239-6461-5
- [2] VLK, F.: Alternativní pohony motorových vozidel. Nakladatelství Vlk, Brno 2004, ISBN 80-239-1602-5
- [3] MATĚJOVSKÝ, V.: Automobilová paliva. Grada Publishing a.s., Praha 2005, ISBN 80-247-0350-5
- [4] TAKÁTS, M.: Měření emisí spalovacích motorů. Skriptum ČVUT, Praha 1997, ISBN 80-01-01623-3
- [5] ŠELMÁT, M.: Alternativní paliva pro silniční motorová vozidla. Bakalářská práce, Pardubice 2006

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jaromír Folvarčný
Katedra dopravních prostředků

Datum zadání bakalářské práce:

18. února 2008

Termín odevzdání bakalářské práce:

26. května 2008



prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.

děkan

L.S.



doc. Ing. Miroslav Tesař, CSc.

vedoucí katedry

dne

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 Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 26. 5. 2008

Dominik Hrdina

Poděkování

Rád bych poděkoval zejména své rodině, a to za morální a finanční podporu během mých studií, nyníjších, jakož i předcházejících.

ABSTRAKT

Práce se zabývá alternativními pohony a jejich porovnáním podle produkce CO₂. V úvodu jsou uvedeny důvody pro snižování emisí CO₂ vozidel, současný a předpokládaný budoucí stav. V další části práce je uveden přehled v současnosti používaných alternativních pohonů, jejich stručná charakteristika, výhody a nevýhody. Následně jsou uvedena vozidla, poháněná alternativními palivy pro jednotlivé výrobce a jejich porovnání s vozidly s pohonem konvenčním. Dále jsou porovnány jednotlivé alternativní pohony mezi sebou, výsledky a zhodnocení.

KLÍČOVÁ SLOVA

alternativní pohony, emise CO₂, elektromobil, palivové články, LPG, hybridní pohon

ABSTRACT

This bachelor work copes with alternative motor fuels and their comparison from standpoint of carbon dioxide production. First, reasons for reduction of carbon dioxide production, actual and foreseeable condition are introduced. In the next part of the work, alternative motor fuels used up to date, their brief characteristics, pro's and con's are described. Furthermore, cars powered by alternative motor fuels by individual car producers and their confrontation with cars powered conventionally are presented. Next, alternatively powered and conventionally powered vehicles are confronted with each other and finally results with résumé are mentioned.

KEY WORDS

alternative motor fuels, carbon dioxide emissions, electric vehicle, fuel cells, LPG, hybrid power

OBSAH

ÚVOD - DŮVODY PRO SNIŽOVÁNÍ EMISÍ CO ₂	1
1 PŘEHLED ALTERNATIVNÍCH POHONŮ POUŽÍVANÝCH V SOUČASNOSTI U SILNIČNÍCH VOZIDEL	3
1.1 Pohon ropným plynem LPG	3
1.2 Pohon zemním plynem CNG a LNG.....	4
1.2.1 Stlačený zemní plyn (CNG)	4
1.2.2 Zkapalněný zemní plyn (LNG)	5
1.3 Biopaliva a alkoholy	6
1.3.1 Rostlinné oleje a směsné motorové nafty	6
1.3.2 Bioetanol.....	7
1.3.3 Metanol a dimetyleter (DME)	8
1.3.4 Bioplyn a dřevoplyn	9
1.4 Elektromobily	9
1.5 Hybridní pohon.....	10
1.6 Vodíkový pohon	10
1.6.1 Spalování vodíku	11
1.6.2 Palivové články	12
1.7 Pohon na stlačený vzduch.....	12
2 PŘEHLED TYPŮ VOZIDEL S ALTERNATIVNÍM POHONEM U JEDNOTLIVÝCH VÝROBCŮ.....	13
2.1 Aliance Renault-Nissan (Francie, Japonsko).....	13
2.2 Daimler AG (Německo)	14
2.3 Fiat (Itálie)	14
2.4 Ford Group (USA, Evropa, Japonsko)	16
2.5 General Motors (USA, Evropa).....	18
2.6 Honda (Japonsko).....	20
2.7 Hyundai-Kia (Jižní Korea)	21
2.8 Mitsubishi Motors Corporation (Japonsko).....	22
2.9 PSA Peugeot-Citroën (Francie).....	22
2.10 Toyota (Japonsko)	23
2.11 Volkswagen Group (Německo).....	25
2.12 Ostatní výrobci	26
3 POROVNÁNÍ PRODUKCE CO ₂ TYPŮ VOZIDEL S ALTERNATIVNÍM POHONEM A S KONVENČNÍM POHONEM U JEDNOTLIVÝCH VÝROBCŮ	29
3.1 Aliance Renault-Nissan	29
3.2 Daimler AG	29
3.3 Fiat	30
3.4 Ford Group	30
3.5 General Motors	31
3.6 Honda	31
3.7 Hyundai-Kia	32
3.8 Mitsubishi Motors Corporation	32
3.9 PSA Peugeot-Citroën.....	32
3.10 Toyota.....	32
3.11 Volkswagen Group.....	33
3.12 Ostatní výrobci	34
4 POROVNÁNÍ PRODUKCE CO ₂ MEZI TYPY VOZIDEL S RŮZNÝMI ALTERNATIVNÍMI POHONY	35

ZÁVĚR - VÝSLEDKY	35
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	39
SEZNAM TABULEK.....	40
SEZNAM GRAFŮ.....	40
SEZNAM PŘÍLOH.....	42

ÚVOD - DŮVODY PRO SNIŽOVÁNÍ EMISÍ CO₂

Vědecké průzkumy z posledních let tvrdí, že zvyšování množství CO₂ v atmosféře, za které je člověk zodpovědný, způsobuje zahřívání planety a povede ke globálním změnám klimatu.

Doprava je druhým největším zdrojem emisí CO₂ v EU a to hned po výrobě energie. Je zodpovědná za 24% všech emisí, konkrétně osobní automobily za 12%. Zatímco celkově se EU množství emisí daří snižovat - mezi lety 1990 a 2004 to bylo o 5% - emise z dopravy rychle rostou - za stejné období to bylo o 26%.

Podíl dopravy na celkových emisích se tak výrazně zvyšuje a při řešení problematiky změny klimatu je nezbytné se na toto odvětví zaměřit.

V souladu s těmito skutečnostmi v prosinci 2007 předložila Evropská komise návrh nařízení, které stanovuje limity pro emise CO₂ pro osobní vozy. K tomuto kroku přistoupila Komise poté, co se v létě 2006 ukázalo, že automobilky nebudou schopny dostát nezávazné dohodě o snížení emisí CO₂, kterou s ní uzavřely na konci 90. let. Evropský svaz výrobců automobilů (ACEA) přislíbil, že průměrné emise CO₂ nových osobních vozidel dodaných na trh jeho členy v roce 2008 nebudou vyšší než 140 g/km. Svazy japonských a korejských výrobců slíbili dosáhnout této hodnoty v roce 2009. V roce 2007 emitoval průměrný automobil stále ještě 160 g/km.

Evropská komise vypracovala legislativu, která od roku 2012 pro jednotlivé automobilky stanoví limit pro průměrné emise vozového parku, tedy pro průměr emisí v daném roce na evropském trhu prodaných aut. Automobilka, která limit překročí, bude platit poplatky odvíjející se od výše překročení limitu a od množství automobilů, které prodala. Pravidla budou platit i pro zahraniční výrobce. V roce 2012 by nová auta měla v průměru emitovat 130 g/km.

Jak si automobilky vedly ve snižování průměrných emisí CO₂ v letech 2005 a 2006, zobrazuje Příloha 1 (data pro rok následující ještě nejsou v době tvorby této práce k dispozici).

Limit ovšem není pro všechny automobilky stejný, ale odvíjí se od průměrné hmotnosti vozového parku. To je velmi důležité, neboť množství emisí CO₂ úzce souvisí s hmotností vozidla, těžší auta vzhledem k větší spotřebě emitují více. U tunového automobilu nárůst hmotnosti o 10% zvýší spotřebu - a tím i emise - asi o 7%. Neboť různé automobilky se soustřeďují na vozy různých tříd, je pro ně potřebné nastavit různé emisní limity: vyšší pro výrobce vozů vyšších tříd a nižší pro výrobce vozů nižších tříd. Mezi členskými státy se

ovšem rozvinula debata o tom, do jaké míry má emisní limit reflektovat průměrnou hmotnost vozového parku, typicky mají jiné státy jiné názory, odrážející především jejich zájmy.

Již dnes jsou však např. nové vozy ve Velké Británii v autosalonech povinně označovány jakousi známkou či štítkem, který uvádí průměrné emise CO₂ vozu v gramech na ujetý km, v anglickém znění jde o tzv. Fuel Economy Label. Jeho podoba je znázorněna v Příloze 2. Fuel Economy Label zároveň podle emisí CO₂ zařazuje vozidlo do jakési emisní skupiny (skupiny A až G, viz. Příloha 2), podle které se pro vozidlo vypočítává tzv. Congestion charge, tedy v českém jazyce jakási daň za znečištění, která se v Anglii platí při vjezdu vozidla do některých měst.

Evropská komise dále navrhla několik způsobů, kterými lze emise CO₂ snižovat, a to hlavně díky dalším technologickým vylepšením a většímu využívání biopaliv, konkrétně:

- stanovením požadavků na minimální účinnost klimatizačních systémů
- povinným vybavením systémy přesného monitorování tlaku v pneumatikách
- stanovením maximálních hodnot valivého odporu pneumatik v EU pro pneumatiky osobních automobilů a lehkých užitkových vozidel
- použitím ukazatelů rychlostních stupňů, přičemž se zohlední rozsah, v němž spotřebitelé používají taková zařízení v reálných podmínkách jízdy
- pokrokem v účinnosti paliv u lehkých užitkových vozidel, s cílem dosáhnout do roku 2012 hodnoty 175 g emisí CO₂ /km a 160 g emisí CO₂ /km do roku 2015
- větším využívání biopaliv, která jsou šetrnější k životnímu prostředí

Právě na krok poslední, tedy využívání biopaliv, jakožto i ostatních druhů alternativních pohonů vozidel, se ve své práci zaměřím. Uvedu přehled v současnosti používaných alternativních pohonů, dále uvedu jednotlivá vozidla různých výrobců, tyto pohony využívající, a nakonec tyto porovnam s vozidly s konvenčním pohonem a vzájemně mezi sebou, kde měřítkem budou právě emise CO₂. V závěru se pokusím shrnout, jak používání alternativních paliv přispívá k redukci emisí CO₂. V práci se zaměřím pouze na osobní vozidla.

1 PŘEHLED ALTERNATIVNÍCH POHONŮ POUŽÍVANÝCH V SOUČASNOSTI U SILNIČNÍCH VOZIDEL

V této části práce uvádím druhy v současnosti používaných alternativních pohonů vozidel, jejich stručný popis, příp. výhody a nevýhody. U jednotlivých pohonů nezacházím příliš do podrobností, protože to není náplní této práce.

1.1 Pohon ropným plynem LPG

První využití LPG (zkapalněných ropných plynů) k pohonu automobilů se datuje již od roku 1910. Zatímco v Evropě je LPG chápán jako směs C3 a C4 uhlovodíků, v USA je chápán jako propan.

Uhlovodíkové plyny, které jsou složkami LPG mají různé zdroje. Mohou to být snadno kondenzující podíly ze zemního plynu, dále nejtěkavější podíly z ropy a těkavé frakce z různých technologií rafinérského a petrochemického průmyslu. Podstatné je, aby ve složení LPG převažovaly propan a butany, dále aby byla směs téměř úplně zbavena sirnatých sloučenin a elementární síry a aby směs LPG neobsahovala výševroucí podíly (např. zbytky olejů a jiných látek z petrochemie), protože tyto podíly se v palivovém systému motoru neodpaří a neodpařené zbytky postupně zaplňují prostory v regulačním ventilu, což vede časem k zanesení a nutnosti motor odstavit a příslušenství vyčistit.

Běžně se propan-butan vyskytuje v plynném stavu, stlačením se změní na kapalinu zlomkového objemu, do plynné formy jej lze ale snadno vrátit. U čerpací stanice se tedy natankuje do tlakové nádrže v kapalném stavu, odkud je dopravován vysokotlakým potrubím do motorového prostoru. Zde jej regulátor tlaku, takzvaný výparník, mění opět do plynného skupenství. Plyn se vede ke směšovači, kde spolu se vzduchem vytvoří palivovou směs, jíž - u moderních automobilů - vstřikování dopraví k jednotlivým válcům do blízkosti benzínových vstřikovačů.

Výhody:

- klesají náklady na nákup pohonných hmot (téměř o polovinu)
- prodlužuje se výměnná lhůta motorového oleje
- motor má hladší, klidnější chod
- při spalování LPG jsou nižší emisní hodnoty (navíc se nevytvářejí karbonové usazeniny)
- zachován je i pohon na benzín - větší dojezd auta na dvě nádrže
- zvýšení stability vozidla - u vozidel s motorem vpředu

Nevýhody:

- počáteční investice při instalaci
- zákaz parkování ve většině podzemních garáží
- zmenšení zavazadlového prostoru (možno však použít toroidní nádrž místo rezervy)
- pravidelné odborné kontroly při dodatečné montáži
- zvýšení spotřeby paliva cca 10%
- snížení výkonu motoru cca 5%

1.2 Pohon zemním plynem CNG a LNG

Jako automobilové palivo se používá ve skupenství plynném - stlačený zemní plyn (CNG) a kapalném - zkapalněný zemní plyn (LNG).

1.2.1 Stlačený zemní plyn (CNG)

Pro mnohé je známější zkratka CNG, neboli stlačený zemní plyn (Compressed Natural Gas). Je přírodní a skládá se z uhlovodíků s proměnnou příměsí neuhlovodíkových plynů. Hlavní složkou je metan CH_4 , který tvoří 96 - 98 procent směsi.

Z plynovodní sítě se kompresorem stlačuje zemní plyn na tlak 20 - 30 MPa a stlačený je uchováván v tlakových zásobnících. U CNG plnicích stanic se plní přes plnicí ventil do plynové tlakové nádoby ve vozidle. Ta je ocelová nebo kompozitní a plnění je ve skutečnosti přepouštění plynu z tlakových zásobníků do tlakové nádoby ve vozidle. Existují dva typy plnicích stanic - pro rychlé a pro pomalé plnění. Rychlé plnění zabere přibližně tři až pět minut, pomalé se provádí přímo pomocí malého kompresoru do nádrží ve vozidle bez tlakových zásobníků a trvá pět až osm hodin.

Při jízdě se CNG dostává do vysokotlakého regulátoru, kde se tlak plynu upraví na potřebný provozní tlak. Podle pokynů řídicí jednotky průběžně upravuje krokový motorek množství plynu do směšovače majícího obdobnou funkci jako karburátor nebo vstřikování při použití benzínu. Ve směšovači se zemní plyn mísí se vzduchem a vytváří zápalnou směs. Aby systém mohl fungovat, řídicí jednotka a emulátor přerušuje vstřikování benzínu a řídí dávkování plynu.

Stejně jako níže zmíněný systém LNG přináší řadu výhod a nevýhod. Přes zřejmé nevýhody, viz. níže, je tento systém výrazně rozšířenější a to pro své základní výhody: nízká cena a jednoduchost. Kromě ekonomického přínosu užívání zemního plynu zde hraje podstatnou roli především ekologický přínos - nižší emise CO a CO_2 , nulové množství emisí oxidu siřičitého, výrazně nižší emise přízemního ozónu, při tankování nevznikají ztráty, atd.

Výhody:

- minimum škodlivých emisí
- výrazně menší složitost systému proti LNG
- zvýšení životnosti, snížení hlučnosti motoru
- je lehčí než vzduch a má dvakrát vyšší zápalnou hodnotu než benzín - vyšší bezpečnost

Nevýhody:

- počáteční investice při instalaci
- výrazně menší dojezd proti systému LNG
- je potřeba velkých nádrží v automobilu
- výrazně delší doba plnění
- zákaz parkování ve většině podzemních garáží
- pravidelné odborné kontroly při dodatečné montáži

1.2.2 Zkapalněný zemní plyn (LNG)

Zkapalněný zemní plyn (liquefied natural gas - LNG) je zemní plyn pod velkým tlakem a ochlazen na velmi nízké teplotě, takže postupně nabývá podobu kapalného skupenství. Když se zemní plyn ochladí až na $-161\text{ }^{\circ}\text{C}$ stává se jasnou tekutinou bez barvy, chuti a vůně. Je zkapalňován po vytěžení, aby mohl být dopravován na odbytiště. Zkapalněný zemní plyn zaujímá cca 600 x menší objem než plynný zemní plyn. Přeprava LNG je ale náročná na bezpečnost i údržbu. Riziko během zacházení s LNG pochází od jeho tří vlastností: rozptylování, zápalnost a velmi nízké teploty. Velmi chladný LNG může mít přímé následky a způsobit poranění nebo škody.

Po světě jezdí ze zhruba 3,8 mil. vozů na zemní plyn, pouze promile vozů však se systémem LNG. Systém LNG přináší velké výhody proti stlačenému zemnímu plynu, ovšem díky technickým požadavkům se nikdy výrazně neprosadil a jeho budoucnost je tak poměrně nejistá.

Plnicí stanice nevyžadují plynovou přípojku a jsou energeticky méně náročné než CNG stanice. Musejí však být pravidelně zásobovány zkapalněným zemním plynem pomocí silničních přepravních cisteren, což poněkud zvyšuje celkové riziko provozu. Základem stanice je kryogenní nádoba se zásobou LNG. Plyn je pomocí čerpadla dopravován pod vysokým tlakem do výparníku, odkud již v plynném stavu plní tlakový zásobník CNG, dále je stanice stejná jako CNG.

Výhody:

- větší dojezd vozidla oproti CNG
- minimum škodlivých emisí
- doba plnění srovnatelná s benzínem a naftou
- bezpečnější provoz (LNG má vyšší zápalnou teplotu než benzín)
- proti CNG je potřeba výrazně menších nádrží

Nevýhody :

- nedostatek plnicích stanic
- uchovávání paliva za velmi nízkých teplot
- odpařování paliva při delším odstávení vozu
- výrazně složitější a náročnější technologie proti CNG
- jiná technologie plnění vozidel a rizika při tankování

1.3 Biopaliva a alkoholy

1.3.1 Rostlinné oleje a směsné motorové nafty

Bionafta (FAME - fatty acid methyl ester) je ekologické palivo pro vznětové motory na bázi metylesterů nenasycených mastných kyselin rostlinného původu. Může být používána jako palivo bez jakékoliv úpravy ve motoru (dieselu). Biodiesel byl poprvé používán v Jižní Africe během 2. světové války, k pohonu těžkých vozidel.

Bionaftu lze vyrábět z jakéhokoliv rostlinného oleje (řepkový, slunečnicový, sojový, použité fritovací oleje atd.) rafinačním procesem zvaným transesterifikace.

V České republice se nejčastěji používá k výrobě olej získaný z řepky olejné (MEŘO - metylester kyselin řepkového oleje). Řepka je náročná rostlina, která pro svůj růst potřebuje hodně živin, a proto by se měla na polích pěstovat pouze každý čtvrtý rok.

Samotný MEŘO je bezpečný, biologicky odbouratelný. Má dobré mazací vlastnosti. Má ale nižší výhřevnost než ropné uhlovodíky, je agresivní vůči gumě, snáze oxidovatelný s následnou tvorbou sedimentů a kyselých produktů. Je snáze napadnutelný bakteriemi, než standardní nafta.

Od 1. září 2007 se do veškeré motorové nafty, dostupné na čerpacích stanicích, přimíchává 2% podíl MEŘO, v roce 2009 se čeká zvýšení tohoto podílu MEŘO v motorové naftě na 4,5%.

Výhody:

- výroba z obnovitelných surovin
- biologická odbouratelnost (rozložení v přírodě)
- rostliny během růstu spotřebovávají CO₂ a tím snižují jeho množství
- snižuje kouřivost naftového motoru, emise polévatého prachu, síry, oxidu uhličitého, aromatických látek a uhlovodíků vůbec; čistá bionafta není toxická, je biologicky odbouratelná a neobsahuje žádné aromatické látky ani síru
- je že je vyráběna z obnovitelných zdrojů
- má vysokou mazací schopnost (je mastnější než motorová nafta), a tím snižuje opotřebení motoru a prodlužuje životnost vstřikovacích jednotek
- nevyžaduje žádné zvláštní podmínky pro uskladnění, lze ji skladovat ve stejných zásobnících jako motorovou naftu

Nevýhody:

- energetická náročnost celého výrobního procesu, nejdražší surovina je olej
- potřeba velké plocha zemědělské půdy k pěstování rostlin na výrobu biopaliv
- rozrušuje usazeniny v palivovém potrubí, čímž se mohou ucpat vstřikovací ventily
- při vyšším poměru smíchání s motorovou naftou může bionafta poškodit přírodní kaučuk a materiály z polyuretanové pěny
- při kontaktu s větším množstvím vody vznikají z bionafty mastné kyseliny, které mohou způsobit korozi palivového systému.

1.3.2 Bioetanol

Jde o produkt alkoholové fermentace (kvašení) z biomasy. Kromě rostlin obsahujících škrob, jako jsou kukuřice, obilí a brambory, se nejčastěji používají cukrová třtina a cukrová řepa. Výsledný produkt může být užit jako součást benzínu, nebo přímo v čisté formě jako motorové palivo. Pomocí bioetanolu se zvyšuje oktanové číslo a snižuje se množství emisí CO₂, čistý se zatím v praxi nepoužívá a spíše se v množstvích 5 až 10 procent přimíchává do konvenčních minerálních paliv.

Největší zkušenost s aplikací bioetanolu v moderních motorech mají v Brazílii, kde je jeho využití intenzivně podporováno od 70 let, v souvislosti s ropnými krizemi. V 80. letech byly zhruba dvě třetiny automobilů v Brazílii vybaveny speciální úpravou motoru, která jim umožňovala jezdit na čistý alkohol. Dnes se nové automobily již takto neupravují, avšak veškerý automobilový benzín v Brazílii obsahuje 26% třtinového alkoholu. S touto směsí mohou pracovat běžné spalovací motory. Bioethanol vyrobený z kukuřice se rovněž používá

jako aditivum do většiny automobilových benzínů v USA. Podíl příměsi alkoholu v autobenzínu tvoří v USA zpravidla 10% objemu paliva.

Od ledna 2008 se do benzínu, dostupného na čerpacích stanicích, přimíchává 2% podíl biolihu, v roce 2009 se čeká zvýšení tohoto podílu biolihu v benzínu na 3,5%.

Ve Švédsku a ve Spojených státech se v současnosti používá tzv. Bioetanol E85, tedy směs složená z 85 procent bioetanolu a 15 procent benzínu. Vzhledem k tomuto faktu někteří výrobci automobilů (v Evropě Ford, Volvo, Saab) upravují své vozy tak, aby tyto byly schopny E85 spalovat přímo z výroby. Vozy jsou ovšem nadále schopny spalovat obyčejný benzín či jakoukoliv jeho jinou směs s bioalkoholem.

Výhody:

- výroba z obnovitelných surovin
- biologická odbouratelnost (rozložení v přírodě)
- rostliny během růstu spotřebovávají CO₂ a tím snižují jeho množství
- pro výrobu je používán i komunální odpad, dřevo a jeho odpad, plynné odpady z čistíren odpadních vod, exkrementy užitkových zvířat, sláma, různé zbytky zemědělské produkce

Nevýhody:

- potřeba velké plocha zemědělské půdy k pěstování rostlin na výrobu biopaliv
- etanol snižuje výkon motoru a zvyšuje spotřebu
- etanol na sebe váže vodu, čímž z neškodného obsahu nádrží činí tekutinu s korozivními účinky
- vysoká spotřební daň na bioetanol

1.3.3 Metanol a dimetyleter (DME)

Obojí jsou alternativní paliva, běžně získávaná ze zemního plynu, ale může být produkován i z uhlí, dřeva nebo komunálního odpadu. Metanol může být užíván v benzínových motorech, DME jako náhrada nafty.

Metanol nabízí několik výhod v porovnání se zemním plynem, zejména proto, že se jedná o kapalinu (menší objem nádrže). Důsledkem konverze metanu na metanol je celková nižší účinnost a vyšší emise CO₂ oproti tomu, kdy je zemní plyn užit jako palivo přímo. Navíc vysoká toxicita metanolu je příčinou menšího zájmu o toto alternativní palivo.

DME má fyzikální vlastnosti obdobné LPG. Při pokojové teplotě je v plynné fázi, tlakem několika atmosfér zkapalňuje. Jako palivo pro naftové motory nabízí vyšší efektivnost

než paliva pro benzínové motory, tato výhoda je kompenzována ztrátou energie při konverzi ze zemního plynu.

1.3.4 Bioplyn a dřevoplyn

Bioplyn vzniká anaerobním rozkladem organické hmoty ve velkovýkrmnách, čistírnách odpadních vod, skládkách. Vedle metanu obsahuje i větší množství CO_2 , vody, případně další příměsi jako sulfan, halogenvodíky atd. Jedná se o produkt lokálního významu. Používá se především k pohonu stacionárních motorů kogeneračních jednotek. V některých případech nahrazuje u stacionárních motorů motorovou naftu jako palivo.

Dřevoplyn byl využíván především v období 2.světové války. Velký problém pro motor představuje čistota plynu a z ekologického hlediska voda, přes kterou se plyn filtruje, obsahující velké množství dehtu.

1.4 Elektromobily

Elektromobil je druh automobilu či jiného dopravního prostředku na elektrický pohon. Jako palubní zdroj energie slouží elektrický akumulátor, který je před jízdou nabit a od jeho kapacity závisí dojezdová vzdálenost elektromobilu. Tu je možné prodloužit rekuperací neboli dobíjením při brždění el. motorem nebo také tzv. příležitostným dobíjením či rychlodobíjením například na pracovišti, ve městě během dne apod. Pro hlavní dobíjení se uvažuje především noční zlevněné pásmo. Denní dojezd v současnosti plně ověřené (tedy 20let staré) EV technologie je kolem 150-250 km.

Elektromobily na místě neprodukují výfukové plyny ze spalovacího procesu motorového paliva a i se započítáním centralizované výroby elektrické energie se složkou ze „špinavějších“ zdrojů jako hnědé uhlí je jejich bilance vlivu na životní prostředí znatelně příznivější. Přes den tak nedochází k tvorbě smogu v aglomeracích. Dále uvažujeme tzv. úspory z rozsahu, které jsou u jednotlivých komponentů ve spalovacích vozech neefektivní a s tendencí k pozvolnému opadání účinnosti během stárnutí, např. katalyzátorů a dalších systémů. Elektromobil může stárnutím naopak své celkové emise snižovat, pokud může být v dané síti přeměna výchozí primární energie rok od roku čistější.

Z hlediska emisí v reálném provozu, například podle studie kanadského ministerstva zdravotnictví, bateriové vozidlo Toyota RAV4 EV vykázalo v testech o 55-59% menší emise CO_2 na ujetý kilometr při srovnání se stejným vozem (RAV4) na spalovací pohon.

Výhody:

- neefektivněji z řady dalších alternativ převádějí primární energii na pohyb
- elektromobily na místě neprodukují výfukové plyny ze spalovacího procesu
- bezhlučný provoz (podle aerodynamiky vozu)

Nevýhody:

- omezený dojezd
- recyklace bateriových modulů
- stále ještě vyšší pořizovací náklady v porovnání s konvenčním typem vozidla

1.5 Hybridní pohon

Obecně lze označit hybridním pohonem kombinaci několika zdrojů energie pro pohon jednoho dopravního prostředku, nejčastěji elektrické trakce jako u elektromobilu a spalovacího motoru. Hybridní vozidla zachovávají výhody konvenčních spalovacích motorů a elektromobilů a zároveň potlačují jejich nevýhody. Mají dva motory - spalovací a elektromotor - a podle okolností volí nejvýhodnější režim.

Obvykle při jízdě na krátké vzdálenosti nebo při rovnoměrné jízdě pohání vůz elektromotor elektrickou energií z akumulátoru. Protože ale dochází k průběžnému dobíjení baterií v průběhu jízdy se spalovacím motorem, baterie mohou být menší a tudíž i levnější, než je tomu u klasických elektromobilů.

Výhody:

- nízká hlučnost, nulové exhalace a účinnost elektromotoru (až 90%)
- spalovací motor u hybridu zajišťuje velký dojezd a možnost cestování vysokou rychlostí
- nižší spotřeba paliva a emise

Nevýhody:

- vysoké pořizovací náklady
- zvýšení hmotnosti vozidla
- zmenšení úložných prostor

1.6 Vodíkový pohon

Vodík lze vyrábět z vody elektrolýzou, ze zemního plynu, metanolu nebo biomasy zplyňováním (spojeno s produkcí CO₂). Problém představují vysoké náklady na jeho výrobu, které tvoří hlavní překážku jeho rozšíření. Podobně jako zemní plyn ho lze použít stlačený

nebo zkapalněný, vázaný ve formě hydridu nebo adsorbovaný na porézním nosiči. Je výbušný. Vyžaduje velmi těsný palivový systém, protože malé molekuly snadno naleznou netěsnost.

Kvůli menším nákladům na spalovací motory v porovnání s palivovými články bude pravděpodobně zatím dominovat varianta spalování vodíku, dokud se nepodaří výrazně snížit náklady na palivové články. Přestože zatím není masově rozšířen, je vodík nejslibnějším palivem pro vozidla budoucnosti.

Budování infrastruktury je v počátcích. Do roku 2010 by mělo být v Evropě alespoň 45 vodíkových čerpacích stanic.

1.6.1 Spalování vodíku

Čistý nebo ve směsi se zemním plynem (Hythane, až 15% obj. vodíku) lze přímo použít jako palivo spalovacích motorů. Vedle vody je ve spalinách obsaženo i určité množství oxidů dusíku. Možnost práce spalovacího motoru na vodík byla zkoušena od 20. let minulého století (vzducholodní motory, Ricardo a Maybach).

Zkapalněný nebo stlačený vodík spaluje jako běžné pohonné hmoty a vzniká voda a malé množství kyslíčků dusíku. Dvanáctiválcové motory, jimiž budou osazeny luxusní limuzíny mnichovské automobilky BMW, budou umět spalovat jak benzín, tak zkapalněný vodík. Vozy vybavené kombinovaným motorem by měly ujet přibližně 200 kilometrů na vodík a dalších 500 na benzín.

Na jedné straně se takovou variantou částečně vyrovnává handicap prozatím nedostatečné sítě stanic, v nichž lze vodík doplnit, na druhé straně je však nutné vybavit vůz dvěma nádržemi.

Výhody:

- při spalování vodíku vzniká jenom neškodná voda a malé množství kyslíčků dusíku
- nutné dvě nádrže paliva z důvodu nedostatku čerpacích stanic na vodík

Nevýhody:

- výroba vodíku je v dnešní době drahá
- vodík ve směsi se vzduchem je silně výbušný
- malý počet čerpacích stanic s vodíkem
- malý počet sériově vyráběných vozů se spalováním vodíku
- vysoké pořizovací náklady

1.6.2 Palivové články

Další aplikace je pro výrobu elektrické energie palivovými články. Elektrická energie je generována přímo ve vozidle na základě elektrochemické reakce vodíku a kyslíku. Energie vzniká exotermní elektrochemickou reakcí a využívá se pro elektromotor, který vůz pohání. Kromě elektřiny vzniká také voda nebo vodní pára a nejde vlastně o spalování, ale chemickou reakci. Vodík může být čerpán jako palivo nebo je jeho produkce zajišťována přímo ve vozidle.

Výhody:

- vyšší jízdní dojezd
- ekologická čistota
- vyřazené palivové články nezatěžují životní prostředí těžkými kovy jako klasické olověné akumulátory

Nevýhody:

- drahá výroba vodíku
- malý počet čerpacích stanic s vodíkem
- malý počet sériově vyráběných vozů s palivovými články
- vysoké pořizovací náklady

1.7 Pohon na stlačený vzduch

Zdrojem energie pro pohon vozu jsou nádrže se vzduchem stlačeným na 300 atmosfér. Motor nasaje venkovní vzduch a píst jej stlačí. Se vzrůstajícím tlakem vzroste i jeho teplota zhruba na 400°C. Poté přihází na řadu vstříknutí stlačeného vzduchu z nádrže, který je relativně chladný, do systému. Při styku s horkým (pístem stlačeným) vzduchem se malé množství z nádrže rozpíná, tlak uvede píst do pohybu, píst klikovou hřídel a tak stále dokola.

Nádrž na stlačený vzduch je možné plnit buď připojením k obyčejné elektrické síti, kdy začne motor fungovat jako kompresor nebo plněním ve speciální čerpací stanici na vzduch. Dojezd na jednu plnou nádrž je 200 - 300 km.

Výhody:

- jednoduchá a levná konstrukce
- nulové emise (v podstatě je vzduch, odcházející z motoru, díky filtraci čistší, než vzduch do motoru vcházející)

Nevýhody:

- nedostupnost a malá nabídka vozidel

2 PŘEHLED TYPŮ VOZIDEL S ALTERNATIVNÍM POHONEM U JEDNOTLIVÝCH VÝROBCŮ

Jednotlivé vozy s alternativním pohonem uvádím v abecedním pořádku pro jednotlivé automobilové koncerny, případně v kategorii ostatních výrobců. U každého vozu uvádím druh alternativního pohonu, jeho třídu (pro potřeby pozdější srovnání), a několik základních údajů. Vzhledem k tomu, že na provoz na LPG a zemní plyn (CNG, LNG) lze upravit téměř každé vozidlo se spalovacím motorem, vozy s tímto pohonem v přehledu neuvádím, pouze pro srovnání v části práce 4 jsem vybral několik vozů, odpovídajících mým potřebám. Tyto jsou uvedeny v tabulce v Příloze 3 bez bližší specifikace, pouze s údaji o zdvihovém objemu motoru a emisích CO₂. Údaje o emisích CO₂ a spotřebě uvádím pro kombinovaný jízdní cyklus a u vozů, které je možno provozovat na více paliv, vždy pro provoz na alternativní palivo.

2.1 Aliance Renault-Nissan (Francie, Japonsko)

Renault Clio Electrique

- elektromobil
- hatchback nižší třídy
- stejnosměrný motor s oddělenými výstupy 27kW (Renault CEMEL)
- trvalý převod vpřed, zpětný chod pákou s el. kontaktem na změnu polarity
- baterie bezúdržbové Ni-Cd (SAFT), 19 kusů po 6V 100Ah
- max. rychlost 110km/h, max. dojezd 100km
- vyrobeno 1000 kusů, od roku 1991 do 1996, již se nevyrábí
- emise CO₂ 0 g/km

Nissan Altima Hybrid

- hybrid - zážehový motor, elektromotor
- sedan střední třídy
- zážehový motor 2,5 l, 130kW + elektromotor + Ni-MH baterie
- kombinovaná spotřeba 7,1 l/100km
- emise CO₂ 170 g/km

Nissan X-Trail FCV

- vodíkový pohon - palivové články
- SUV
- pohon palivovými články (UTC) + Li-Ion baterie + elektromotor, výkon 90kW
- celkový dojezd 350km
- emise CO₂ 0 g/km

2.2 Daimler AG (Německo)

Daimler AG F-Cell

- vodíkový pohon - palivové články
- kombi střední třídy
- na základě M-B třídy B
- pohon palivovými články (Ballard) + Li-Ion baterie + elektromotor, výkon 100kW
- celkový dojezd 400km
- emise CO₂ 0 g/km

Mercedes-Benz S400 Blue Hybrid

- hybrid - zážehový motor, elektromotor
- sedan vyšší třídy
- zážehový motor 3,5 l V6, 205kW + elektromotor 15kW + Li-Ion baterie
- kombinovaná spotřeba 7,9 l/100km
- emise CO₂ 190 g/km

Smart EV

- elektromobil
- mini
- stejnosměrný bezkomutátorový motor 55kW (Zytek Group)
- trvalý převod vpřed, mechanický zpětný chod řazený elektricky
- baterie bezúdržbové, 1.verze Sodium-NickelChloride(ZEBRA), 2.verze Li-Ion SuperPolymer (Zytek)
- max. rychlost 120km/h, max. dojezd 120km
- vyrobena pokusná serie 200 kusů, 100ks v roce 2006, 100ks ve 2007
- emise CO₂ 0 g/km

2.3 Fiat (Itálie)

Fiat Cinquecento Elettra

- elektromobil
- mini
- stejnosměrný sériový motor 14 kW (Fiat)
- manuální převod, 4 stupně vpřed, zpětný chod
- baterie s pravidelnou údržbou Pb, 14 kusů po 12V 160Ah (Varta) později Ni-Cd
- max. rychlost 85km/h, max. dojezd 100km (s Ni-Cd bateriemi až 150km)

- vyrobeno 150 kusů, od roku 1993 do 1996, již se nevyrábí
- emise CO₂ 0 g/km

Fiat Multipla Hybrid Power

- hybrid - zážehový motor, elektromotor
- MPV
- zážehový motor 1,6 l, 76kW + elektromotor 30kW + Ni-MH baterie
- kombinovaná spotřeba 6,8 l/100km
- emise CO₂ 160 g/km

Fiat Panda Elettra

- elektromobil
- hatchback nižší třídy
- stejnosměrný sériový motor, původně 9,5 kW, později 14 kW (Fiat)
- manuální převod, 4 stupně vpřed, zpětný chod
- baterie s pravidelnou údržbou Pb, 14 kusů po 12V 160Ah (Varta)
- max. rychlost 100km/h, max. dojezd 70km
- vyrobeno 150 kusů, od roku 1990 do 1992, již se nevyrábí
- emise CO₂ 0 g/km

Fiat Panda Hydrogen

- vodíkový pohon - palivové články
- hatchback nižší třídy
- pohon palivovými články (Andromeda™), výkon 60kW, bez baterie
- dojezd 200km
- emise CO₂ 0 g/km

Fiat Seicento Elettra

- elektromobil
- mini
- třífázový asynchronní motor s oddělenými výstupy 30kW (Fiat)
- trvalý převod vpřed, mechanický zpětný chod ovládaný tlačítkem
- baterie bezúdržbové Pb gelové, 18 kusů po 12V 60Ah (AGM)
- max. rychlost 100km/h, max. dojezd 90km
- vyrobeno 450 kusů, od roku 1996 do 1998 v Itálii, do roku 2005 v Polsku, již se nevyrábí
- emise CO₂ 0 g/km

2.4 Ford Group (USA, Evropa, Japonsko)

Ford Escape Hybrid

- hybrid - zážehový motor, elektromotor
- SUV
- zážehový motor 2,3 l, 98kW + elektromotor 70kW + Ni-MH baterie
- kombinovaná spotřeba 6,9 l/100km
- emise CO₂ 195 g/km

Ford Focus FCV

- vodíkový pohon - palivové články
- hatchback nižší třídy
- pohon palivovými články (Ballard 902), výkon 64kW + baterie Ni-MH (Sanyo)
- dojezd 200-300km
- emise CO₂ 0 g/km

Ford Focus Flexi-Fuel

- spalování směsi alkohol+benzín E85
- hatchback nižší třídy
- zážehový motor 1,8 l, 92kW
- paliva: benzín, E85
- kombinovaná spotřeba 9,0 l/100km
- emise CO₂ 160 g/km

Ford Focus C-Max Flexi-Fuel

- spalování směsi alkohol+benzín E85
- MPV
- zážehový motor 1,8 l, 92kW
- paliva: benzín, E85
- kombinovaná spotřeba 9,1 l/100km
- emise CO₂ 161 g/km

Ford Mondeo Flexi-Fuel

- spalování směsi alkohol+benzín E85
- sedan střední třídy
- zážehový motor 2,0 l, 107kW
- paliva: benzín, E85
- kombinovaná spotřeba 9,9 l/100km

- emise CO₂ 179 g/km

Ford S-Max Flexi-Fuel

- spalování směsi alkohol+benzín E85
- MPV
- zážehový motor 2,0 l, 107kW
- paliva: benzín, E85
- kombinovaná spotřeba 9,8 l/100km
- emise CO₂ 184 g/km

Ford Galaxy Flexi-Fuel

- spalování směsi alkohol+benzín E85
- MPV
- zážehový motor 2,0 l, 107kW
- paliva: benzín, E85
- kombinovaná spotřeba 9,9 l/100km
- emise CO₂ 187 g/km

Mazda B3000

- spalování směsi alkohol+benzín E85
- SUV
- zážehový motor 3,0l, 115kW
- paliva: benzín, E85
- kombinovaná spotřeba 10,9 l/100km
- emise CO₂ 219 g/km

Mazda Premacy Hydrogen RE Hybrid

- vodíkový pohon - spalování vodíku
- MPV
- rotační Wankelův motor (Renesis) přímo spalující benzín/vodík
- výkon při provozu na vodík 80kW
- dojezd na vodík 100km
- emise CO₂ při provozu na vodík 0 g/km

Mazda Tribute Hybrid

- hybrid - zážehový motor, elektromotor
- SUV
- zážehový motor 2,3 l, 98kW + elektromotor 70kW + Ni-MH baterie
- kombinovaná spotřeba 7,3 l/100km

- emise CO₂ 190 g/km

Volvo C30 FlexiFuel

- spalování směsi alkohol+benzín E85
- hatchback nižší třídy
- zážehový motor 1,8 l, 92kW
- paliva: benzín, E85
- kombinovaná spotřeba 8,7 l/100km
- emise CO₂ 165 g/km

Volvo S40 FlexiFuel

- spalování směsi alkohol+benzín E85
- hatchback střední třídy
- zážehový motor 2,0 l, 107kW
- paliva: benzín, E85
- kombinovaná spotřeba 8,9 l/100km
- emise CO₂ 170 g/km

Volvo S80 FlexiFuel

- spalování směsi alkohol+benzín E85
- sedan vyšší třídy
- zážehový motor 2,5 l, 147kW
- paliva: benzín, E85
- kombinovaná spotřeba 10,3 l/100km
- emise CO₂ 209 g/km

2.5 General Motors (USA, Evropa)

Cadillac BLS

- spalování směsi alkohol+benzín E85
- sedan střední třídy
- zážehový motor 2,0 l, 129kW
- paliva: benzín, E85
- kombinovaná spotřeba 10,4 l/100km
- emise CO₂ 187 g/km

GM Chevy Equinox FC

- vodíkový pohon - palivové články
- SUV

- pohon palivovými články, výkon 93kW + Ni-MH baterie, výkon 35kW + elektromotor, výkon 73kW
- dojezd 300km
- emise CO₂ 0 g/km

GM EV1

- elektromobil
- hatchback nižší třídy
- třífázový synchronní 4 pólový motor 102kW (pro GM vyrobila AC Propulsion)
- trvalý převod vpřed, zpětný chod elektronickou změnou otáčení motoru
- baterie bezúdržbové, 1.generace Pb gelové, 26 kusů po 12V, 2.generace Ni-MH, 26 kusů po 13,2V
- max. rychlost 130km/h, max. dojezd 1. generace (Pb baterie) 150km, max. dojezd 2. generace (Ni-MH) 250km
- vyrobeno 1100 kusů, od roku 1996 do 2002, již se nevyrábí
- emise CO₂ 0 g/km

GM HydroGen3 Minivan

- vodíkový pohon - palivové články
- MPV (na základě Opelu Zafira)
- pohon palivovými články, výkon 94kW + elektromotor, výkon 60kW
- celkový dojezd 350km
- emise CO₂ 0 g/km

GM H2H Hummer

- vodíkový pohon - spalování vodíku
- SUV
- zážehový motor 6,0 V8, přímo spalující benzín/vodík
- výkon při provozu na vodík 132kW
- dojezd 100km
- emise CO₂ 0 g/km

Saab 9-3

- spalování směsi alkohol+benzín E85
- sedan střední třídy
- zážehový motor 2,0 l, 96kW
- paliva: benzín, E85
- kombinovaná spotřeba 9,6 l/100km

- emise CO₂ 170 g/km

Saab 9-3 T

- spalování směsi alkohol+benzín E85
- sedan střední třídy
- zážehový motor 2,0 l, 151kW
- paliva: benzín, E85
- kombinovaná spotřeba 10,3 l/100km
- emise CO₂ 186 g/km

2.6 Honda (Japonsko)

Honda EV Plus

- elektromobil
- mini
- stejnosměrný motor s permanentním neodymovým magnetem 49kW (Honda)
- manuální převod, 4 stupně vpřed, zpětný chod
- baterie bezúdržbové Ni-MH, 24 kusů po 13,2V 95Ah (Panasonic)
- max. rychlost 130km/h, max. dojezd 200km
- vyrobeno 850 kusů, od roku 1998 do 2002, již se nevyrábí
- emise CO₂ 0 g/km

Honda FCX Clarity

- vodíkový pohon - palivové články
- sedan střední třídy
- pohon palivovými články (Honda FC Stack), výkon 100kW + Li-Ion baterie + elektromotor, výkon 95kW
- nádrž na 5kg vodíku
- celkový dojezd 570km
- emise CO₂ 0 g/km

Honda Accord Hybrid

- hybrid - zážehový motor, elektromotor
- sedan střední třídy
- zážehový motor 3,0 l V6, 190kW + elektromotor + Ni-MH baterie
- kombinovaná spotřeba 7,9 l/100km
- emise CO₂ 190 g/km

Honda Civic Hybrid

- hybrid - zážehový motor, elektromotor
- hatchback nižší třídy
- zážehový motor 1,3 l, 69kW + elektromotor 15kW + Ni-MH baterie
- kombinovaná spotřeba 4,6 l/100km
- emise CO₂ 109 g/km

Honda Insight

- hybrid - zážehový motor, elektromotor
- hatchback nižší třídy
- zážehový motor 1,0 l, 42kW + elektromotor 10kW + Ni-MH baterie
- kombinovaná spotřeba 3,6 l/100km
- emise CO₂ 80 g/km

2.7 Hyundai-Kia (Jižní Korea)

Hyundai Tucson FCEV

- vodíkový pohon - palivové články
- SUV
- pohon palivovými články (UTC Fuel Cells), výkon 80kW + Li-Ion baterie + elektromotor, výkon 80kW
- celkový dojezd 300km
- emise CO₂ 0 g/km

Kia Rio Hybrid

- hybrid - zážehový motor, elektromotor
- hatchback nižší třídy
- zážehový motor 1,4 l, 65kW + elektromotor 12kW + Ni-MH baterie
- kombinovaná spotřeba 5,6 l/100km
- emise CO₂ 90 g/km

Kia Sportage FCEV

- vodíkový pohon - palivové články
- SUV
- pohon palivovými články (UTC), výkon 80kW + Li-Ion baterie + elektromotor, výkon 80kW
- celkový dojezd 300km
- emise CO₂ 0 g/km

2.8 Mitsubishi Motors Corporation (Japonsko)

Mitsubishi Colt

- elektromobil
- hatchback nižší třídy
- stejnosměrný motor s permanentním neodymovým magnetem v obou zadních kolech, každý 20kW (MIEV)
- bez převodu, zpětný chod pákou s el. kontaktem na změnu polarity
- baterie bezúdržbové Li-Ion, 22 modulů po 14,8V 40Ah, každá ze 4 buněk po 3,7V (Panasonic)
- max. rychlost 150km/h, max. dojezd 150km
- vyrobeno 5 kusů, od roku 2004 do 2005, již se nevyrábí
- emise CO₂ 0 g/km

Mitsubishi Lancer

- elektromobil
- hatchback nižší střední třídy
- stejnosměrný motor s permanentním neodymovým magnetem v každém kole 50kW (MIEV Toyo Denki Seizo)
- bez převodu, zpětný chod tlačítkem pro změnu polarity
- baterie bezúdržbové Li-Ion, 22 modulů po 14,8V 55Ah, každá ze 4 buněk po 3,7V (Panasonic)
- max. rychlost 180km/h, max. dojezd 180km
- vyrobeno 7 kusů, od roku 2005, vývoj pokračuje
- emise CO₂ 0 g/km

2.9 PSA Peugeot-Citroën (Francie)

Peugeot 106/Citroën Saxo Electrique

- elektromobil
- mini
- stejnosměrný motor s oddělenými výstupy 20kW (Leroy-Somer)
- trvalý převod vpřed, zpětný chod tlačítkem pro změnu polarity
- baterie s pravidelnou kontrolou NiCd, 20 kusů po 6V 100Ah (Saft)
- max. rychlost 95km/h, max. dojezd 110km
- vyrobeno 2500 kusů, od roku 1994 do 2003, již se nevyrábí

- emise CO₂ 0 g/km

Peugeot 207 EPure

- vodíkový pohon - palivové články
- kabriolet nižší třídy
- pohon palivovými články (Genepac), výkon 20kW + Li-Ion baterie (50kW) + elektromotor 70kW
- celkový dojezd 350km
- emise CO₂ 0 g/km

Peugeot 307 Bioflex

- spalování směsi alkohol+benzín E85
- hatchback nižší třídy
- zážehový motor 1,6 l, 82kW
- paliva: benzín, E85
- kombinovaná spotřeba 9,9 l/100km
- emise CO₂ 169 g/km

Peugeot 308 Hybrid HDI

- hybrid - vznětový motor, elektromotor
- hatchback nižší třídy
- vznětový motor 1,6 l, 78kW + elektromotor 16kW + Ni-MH baterie
- kombinovaná spotřeba 3,6 l/100km
- emise CO₂ 90 g/km

Citroën C4 Bioflex

- spalování směsi alkohol+benzín E85
- hatchback nižší třídy
- zážehový motor 1,6 l, 82kW
- paliva: benzín, E85
- kombinovaná spotřeba 9,8 l/100km
- emise CO₂ 160 g/km

2.10 Toyota (Japonsko)

Lexus GS 450h

- hybrid - zážehový motor, elektromotor
- sedan střední třídy
- zážehový motor 3,5 l, + elektromotor (dohromady 253kW) + Ni-MH baterie

- kombinovaná spotřeba 7,9 l/100km
- emise CO₂ 185 g/km

Lexus LS 600h

- hybrid - zážehový motor, elektromotor
- sedan vyšší třídy
- zážehový motor 5,0 l V8, 327kW + elektromotor 121kW + Ni-MH baterie
- kombinovaná spotřeba 9,5 l/100km
- emise CO₂ 220 g/km

Lexus RX400h

- hybrid - zážehový motor, elektromotor
- SUV
- zážehový motor 3,3 l, 150kW + elektromotor 50kW + Ni-MH baterie
- kombinovaná spotřeba 8,1 l/100km
- emise CO₂ 192 g/km

Toyota Camry Hybrid

- hybrid - zážehový motor, elektromotor
- sedan střední třídy
- zážehový motor 2,4 l, 110kW + elektromotor 105kW + Ni-MH baterie
- kombinovaná spotřeba 6,9 l/100km
- emise CO₂ 166 g/km

Toyota Estima (Previa) Hybrid

- hybrid - zážehový motor, elektromotor
- MPV
- zážehový motor 2,4 l + elektromotor (dohromady 250kW) + Ni-MH baterie
- kombinovaná spotřeba 5,5 l/100km
- emise CO₂ 116 g/km

Toyota Highlander FCHV

- vodíkový pohon - palivové články
- SUV
- pohon palivovými články (Toyota FC Stack), výkon 90kW + Ni-MH baterie, výkon 21kW + elektromotor, výkon 80kW
- celkový dojezd přes 600km
- emise CO₂ 0 g/km

Toyota Highlander Hybrid

- hybrid - zážehový motor, elektromotor
- SUV
- zážehový motor 3,3 l, 123kW + elektromotor 50kW + Ni-MH baterie
- kombinovaná spotřeba 9,4 l/100km
- emise CO₂ 192 g/km

Toyota Prius

- hybrid - zážehový motor, elektromotor
- hatchback nižší třídy
- zážehový motor 1,5 l, 43kW + elektromotor 30kW + Ni-MH baterie
- kombinovaná spotřeba 4,3 l/100km
- emise CO₂ 103 g/km

Toyota RAV4 EV

- elektromobil
- SUV
- stejnosměrný motor s permanentním neodymovým magnetem 45kW (Toyota)
- trvalý převod vpřed, zpětný chod tlačítkem pro změnu polarity
- baterie bezúdržbové Ni-MH, 24 kusů po 13,2V 95Ah (Panasonic)
- max. rychlost 130km/h, max. dojezd 200km
- vyrobeno 980 kusů, od roku 1998 do 2002, již se nevyrábí
- emise CO₂ 0 g/km

2.11 Volkswagen Group (Německo)

Audi A2H2

- vodíkový pohon - palivové články
- hatchback nižší třídy
- pohon palivovými články (Ballard) + Ni-MH baterie, výkon 38kW + elektromotor, výkon 66kW
- celkový dojezd 200km
- emise CO₂ při provozu na vodík 0 g/km

Audi A3 TDIe

- hybrid - vznětový motor, elektromotor
- hatchback nižší třídy
- vznětový motor 1,9 l, 77kW + elektromotor kW + Ni-MH baterie

- kombinovaná spotřeba 3,6 l/100km
- emise CO₂ 119 g/km

Audi Q7 Hybrid

- hybrid - zážehový motor, elektromotor
- SUV
- zážehový motor 3,6 l, 206kW + elektromotor 34kW + Ni-MH baterie
- kombinovaná spotřeba 10 l/100km
- emise CO₂ 230 g/km

VW Golf City Stormer

- elektromobil
- hatchback nižší třídy
- třífázový synchronní motor s permanentním magnetem 22kW (Siemens)
- manuální převod, 5 stupňů vpřed, zpětný chod
- baterie bezúdržbové Pb gelové, 16 kusů po 6V 160Ah (VARTA)
- max. rychlost 110km/h, max. dojezd 90km
- vyrobeno 300 kusů, od roku 1994 do 1998, již se nevyrábí
- emise CO₂ 0 g/km

VW Touran HyMotion

- vodíkový pohon - palivové články
- MPV
- pohon palivovými články (Ballard), výkon 85kW + Ni-MH baterie + elektromotor, výkon 80kW
- celkový dojezd 160km
- emise CO₂ 0 g/km

2.12 Ostatní výrobci

BMW Hydrogen 7 (BMW, Německo)

- vodíkový pohon - spalování vodíku
- sedan vyšší třídy
- zážehový motor 6,0 V12, přímo spalující benzín/vodík
- výkon při provozu na vodík 191kW
- nádrž na 8kg vodíku
- dojezd na vodík 200 km
- emise CO₂ 0 g/km

G-Wiz AEV (Reva, USA/Indie)

- elektromobil
- mini
- stejnosměrný sériový motor 13kW (Reva)
- bez převodu, zpětný změnou polarity motoru
- baterie bezúdržbové Pb, 8 kusů po 6V 200Ah
- max. rychlost 72km/h, max. dojezd 60km
- vyrobeno přes 2000 kusů, od roku 2001, stále se vyrábí
- emise CO₂ 0 g/km

Lada 1111 electric (VAZ, Rusko)

- elektromobil
- hatchback nižší třídy
- stejnosměrný sériový motor 25 kW (ZMA)
- manuální převod, 4 stupně vpřed, zpětný chod
- baterie bezúdržbové Ni-Cd, 110 kusů po 1,2V 90Ah
- max. rychlost 90km/h, max. dojezd 100km
- vyrobeno 100 kusů, od roku 1990 do 1998, již se nevyrábí
- emise CO₂ 0 g/km

Lightning GT (Lightning Car Company, Anglie)

- elektromobil
- sportovní vůz
- stejnosměrný bezkontaktní motor s permanentním neodymovým magnetem v každém kole 120kW (Hi-Pa Drive™)
- bez převodu, zpětný chod pákou s el. kontaktem na změnu polarity
- baterie bezúdržbové Li-Ion NanoSafe™, 22 modulů po 14,8V 55Ah (Altaimano Inc.)
- max. rychlost 260km/h, max. dojezd 400km
- vyrobeno 5 kusů, od roku 2007, sériová výroba začne 2008
- emise CO₂ 0 g/km

Škoda Favorit ELTRA 151L a 151 Pick-UP (Škoda ELCAR Ejpvovice, ČR)

- elektromobil
- hatchback/pick-up nižší třídy
- stejnosměrný sériový motor 15,5 kW (ELIS Plzeň)
- manuální převod, 4 stupně vpřed, zpětný chod
- baterie s pravidelnou údržbou Pb, 14 kusů po 6V 180Ah (Baren)

- max. rychlost 80km/h, max. dojezd 80km
- vyrobeno 1100 kusů, od roku 1992 do 1994, již se nevyrábí
- emise CO₂ 0 g/km

Tatra (Škoda) BETA EL (Škoda ELCAR Ejpvovice - Tatra Příbor, ČR)

- elektromobil
- hatchback nižší třídy
- třífázový asynchronní motor s oddělenými výstupy 40kW max. (Škoda Plzeň)
- trvalý převod vpřed, zpětný chod pákou s kontaktem na elektronickou změnu otáčení motoru
- baterie s občasnou údržbou NiCd, 30 kusů po 6V 100Ah (Saft)
- max. rychlost 100km/h, max. dojezd 120km
- vyrobeno 100 kusů, od roku 1994 do 1997, již se nevyrábí
- emise CO₂ 0 g/km

Tesla Roadster (Tesla Motors, Anglie/USA)

- elektromobil
- sportovní vůz
- třífázový synchronní 4 pólový motor s permanentním magnetem 185kW (TESLA AC Propulsion)
- manuální převod, 2 stupně vpřed, zpětný chod elektronickou změnou otáčení motoru
- baterie bezúdržbové Li-Ion, 6831 kusů po 3,7V, řazeno serioparalelně (TESLA Motors)
- max. rychlost 200km/h, max. dojezd 350km
- vyrobeno 58 kusů, od roku 2006, stále se vyrábí
- emise CO₂ 0 g/km

Venturi Fetish (Venturi, Monaco/Francie)

- elektromobil
- sportovní vůz
- třífázový synchronní motor s permanentním magnetem 180kW (AC Propulsion)
- trvalý převod vpřed, zpětný chod elektronickou změnou otáčení motoru
- baterie bezúdržbové Li-Ion, 31 modulů baterií (LIV-7)
- max. rychlost 160km/h, max. dojezd 250km
- vyrobeno 26 kusů, od roku 2004, na objednávku, stále se vyrábí
- emise CO₂ 0 g/km

3 POROVNÁNÍ PRODUKCE CO₂ TYPŮ VOZIDEL S ALTERNATIVNÍM POHONEM A S KONVENČNÍM POHONEM U JEDNOTLIVÝCH VÝROBCŮ

Jednotlivé vozy s alternativním pohonem jsem porovnával s odpovídajícími typy vozidel se zážehovým a vznětovým motorem; pokud daný model s konvenční motorizací neexistuje nebo nebyl vyhledán, porovnal jsem tento s modelem jiným v rámci odpovídající třídy daného koncernu. Modely jsem uváděl shodně s předchozí částí, v abecedním pořádku. Některá vozidla v kategorii ostatních výrobců jsem neporovnával, protože nebyla možnost náhrady modelu jako v případech výše. Emise oxidu uhličitého jsou u všech vozů uváděny pro kombinovanou spotřebu paliva.

3.1 Aliance Renault-Nissan

Tabulka 1 - Porovnání vozů Aliance Renault-Nissan

alternativní pohon	emise CO ₂ [g/km]	zážehový motor	emise CO ₂ [g/km]	vznětový motor	emise CO ₂ [g/km]
Renault Clio Electrique	0	Renault Clio 1,2 16V	139	Renault Clio 1,5 dCi	120
Nissan Altima Hybrid	170	Nissan Altima 2,5 V6	222	Renault Laguna 2,0 dCi	188
Nissan X-Trail FCV	0	Nissan X-Trail 2,0	217	Nissan X-Trail 2,2 dCi	201

Zdroj - autor

3.2 Daimler AG

Tabulka 2 - Porovnání vozů Daimler AG

alternativní pohon	emise CO ₂ [g/km]	zážehový motor	emise CO ₂ [g/km]	vznětový motor	emise CO ₂ [g/km]
Daimler AG F-Cell	0	M-B B200 2,0	173	M-B B200 2,0 CDi	146
M-B S400 Blue Hybrid	190	M-B S350 3,5	242	M-B S320 3,2 CDi	242
Smart EV	0	Smart ForFour 1,0	128	Smart ForFour 0,8 CDi	116

Zdroj - autor

3.3 Fiat

Tabulka 3 - Porovnání vozů Fiat

alternativní pohon	emise CO ₂ [g/km]	zážehový motor	emise CO ₂ [g/km]	vznětový motor	emise CO ₂ [g/km]
Fiat CinqueCento Elettra	0	Fiat CCento 1,2 8V	119	Fiat CCento 1,3 Multijet	110
Fiat Multipla Hybrid Power	160	Fiat Multipla 1,6 16V	204	Fiat Multipla 1,9 Multijet	173
Fiat Panda Elettra	0	Fiat Panda 1,2 8V	129	Fiat Panda 1,3 JTD	114
Fiat Panda Hydrogen	0	Fiat Panda 1,2 8V	129	Fiat Panda 1,3 JTD	114
Fiat Seicento Elettra	0	Fiat Seicento 1,1 8V	143	Fiat Panda 1,3 Multijet	113

Zdroj - autor

3.4 Ford Group

Tabulka 4 - Porovnání vozů Ford Group

alternativní pohon	emise CO ₂ [g/km]	zážehový motor	emise CO ₂ [g/km]	vznětový motor	emise CO ₂ [g/km]
Ford Escape Hybrid	195	Land Rover Freelander 3,2 16	265	Land Rover Freelander 2,2 D	194
Ford Focus FCV	0	Ford Focus 1,6 Duratec	159	Ford Focus 1,6 TDCi	114
Ford Focus 1,8 FlexiFuel	160	Ford Focus 1,8 Duratec	167	Ford Focus 1,8 TDCi	137
Ford C-Max 1,8 FlexiFuel	161	Ford C-Max 1,8 Duratec	169	Ford C-Max 1,8 TDCi	143
Ford Mondeo 2,0 FlexiFuel	179	Ford Mondeo 2,0 Duratec	189	Ford Mondeo 2,0 TDCi	156
Ford S-Max 2,0 FlexiFuel	184	Ford S-Max 2,0 Duratec	194	Ford S-Max 2,0 TDCi	169
Ford Galaxy 2,0 FlexiFuel	187	Ford Galaxy 2,0 Duratec	197	Ford Galaxy 2,0 TDCi	172
Mazda B3000 FF 3,0	219	Mazda B3000 3,0 Vulcan	235	Land Rover Freelander 2,2 D	194
Mazda Premacy Hydrogen	0	Mazda Premacy 2,0 MZR	187	Mazda Premacy 2,0 CD	162
Mazda Tribute Hybrid	190	Land Rover Freelander 3,2	265	Land Rover Freelander 2,2 D	194
Volvo C30 1,8 FlexiFuel	165	Volvo C30 1,8	174	Volvo C30 2,0D	151
Volvo S40 2,0 FlexiFuel	170	Volvo S40 2,0	177	Volvo S40 2,0D	153
Volvo S80 2,5 FlexiFuel	209	Volvo S80 2,5 T	223	Volvo S80 2,4D	167

Zdroj - autor

3.5 General Motors

Tabulka 5 - Porovnání vozů General Motors

alternativní pohon	emise CO ₂ [g/km]	zážehový motor	emise CO ₂ [g/km]	vznětový motor	emise CO ₂ [g/km]
Cadillac BLS FlexiFuel	187	Cadillac BLS 2,0 T	197	Cadillac BLS 1,9 D	164
Chevrolet Equinox FC	0	Cadillax SRX 3,6	310	Chevy Captiva 2,0 VCDi	197
GM EV1	0	Opel Corsa 1,0 12V	134	Opel Corsa 1,3 CDTi	124
GM Minivan HydroGen3	0	Opel Zafira 1,8 16V VVT	187	Opel Zafira 1,9 CDTi	165
GM Hummer H2H	0	GM Hummer H3 3,7	327	-	-
Saab 9-3 FlexiFuel	170	Saab 9-3 2,0	183	Saab 9-3 1,9 TiD	147
Saab 9-3 T FlexiFuel	186	Saab 9-3 2,0 T	189	Saab 9-3 T 1,9 TiDS	157

Zdroj - autor

3.6 Honda

Tabulka 6 - Porovnání vozů Honda

alternativní pohon	emise CO ₂ [g/km]	zážehový motor	emise CO ₂ [g/km]	vznětový motor	emise CO ₂ [g/km]
Honda Plus EV	0	Honda Civic 1,4 i-DSI	139	Honda Civic 2,2 CTDi	140
Honda Clarity FCX	0	Honda Accord 2,0i	189	Honda Accord 2,2 CTDi	145
Honda Accord Hybrid	190	Honda Accord 2,4 i-VTEC	218	Honda Accord 2,2 CTDi	145
Honda Civic Hybrid	109	Honda Civic 1,4 i-DSI	139	Honda Civic 2,2 CTDi	140
Honda Insight	80	Honda Civic 1,4 i-DSI	139	Honda Civic 2,2 CTDi	140

Zdroj - autor

3.7 Hyundai-Kia

Tabulka 7 - Porovnání vozů Hyundai-Kia

alternativní pohon	emise CO ₂ [g/km]	zážehový motor	emise CO ₂ [g/km]	vznětový motor	emise CO ₂ [g/km]
Hyundai Tucson FCEV	0	Hyundai Tucson 2,0 2WD	190	Hyundai Tucson 2,0 CRTD	184
Kia Rio Hybrid	90	Kia Rio 1,4 16V	171	Kia Rio 1,5 CRDi	119
Kia Sportage FCEV	0	Kia Sportage 2,0 16V	194	Kia Sportage 2,0 CRDi	187

Zdroj - autor

3.8 Mitsubishi Motors Corporation

Tabulka 8 - Porovnání vozů Mitsubishi Motors Corporation

alternativní pohon	emise CO ₂ [g/km]	zážehový motor	emise CO ₂ [g/km]	vznětový motor	emise CO ₂ [g/km]
Mitsubishi Colt EV	0	Mitsubishi Colt 1,1 MPI	135	Mitsubishi Colt 1,5 DI-D	126
Mitsubishi Lancer EV	0	Mitsubishi Lancer 1,6 4G18	163	Mitsubishi Lancer 1,5 DI-D	129

Zdroj - autor

3.9 PSA Peugeot-Citroën

Tabulka 9 - Porovnání vozů PSA Peugeot-Citroën

alternativní pohon	emise CO ₂ [g/km]	zážehový motor	emise CO ₂ [g/km]	vznětový motor	emise CO ₂ [g/km]
Citroën Saxo Electrique	0	Citroën C2 1,1i	138	Citroën C2 1,4 HDi	113
Peugeot 207 EPure	0	Peugeot 207 1,4e	152	Peugeot 207 1,4 HDi	117
Peugeot 307 Bioflex	169	Peugeot 307 1,6e	178	Peugeot 307 1,6 HDi	134
Peugeot 308 Hybrid	90	Peugeot 308 1,6 VTi	159	Peugeot 308 1,6 HDi	130
Citroën C4 Bioflex	160	Citroën C4 1,6i	169	Citroën C4 1,6 HDi	125

Zdroj - autor

3.10 Toyota

Tabulka 10 - Porovnání vozů Toyota

alternativní pohon	emise CO ₂ [g/km]	zážehový motor	emise CO ₂ [g/km]	vznětový motor	emise CO ₂ [g/km]
Lexus GS450h	185	Lexus GS460 4,6 V8	258	-	-
Lexus LS600h	220	Lexus LS460 4,6 V8	261	-	-
Lexus RX400h	192	Lexus RX350 3,5 V6	264	Toyota Land Cruiser 3,0 D	240
Toyota Camry Hybrid	166	Toyota Avensis 2,0 VVT-i	193	Toyota Avensis 2,2 D	158
Toyota Estima Hybrid	116	Toyota Corolla Verso 1,8 VVT-i	189	Toyota Corolla Verso 2,2 D	178
Toyota Highlander FCHV	0	Land Cruiser 4,0 V8 VVT-i	291	Toyota Land Cruiser 3,0 D	240
Toyota Highlander Hybrid	192	Land Cruiser 4,0 V8 VVT-i	291	Toyota Land Cruiser 3,0 D	240
Toyota Prius	103	Toyota Auris 1,6 VVT-i	161	Toyota Auris 1,4D	132
Toyota RAV4 EV	0	Toyota RAV4 2,0 VVT-i	202	Toyota RAV4 2,2 D	185

Zdroj - autor

3.11 Volkswagen Group

Tabulka 11 - Porovnání vozů Volkswagen Group

alternativní pohon	emise CO ₂ [g/km]	zážehový motor	emise CO ₂ [g/km]	vznětový motor	emise CO ₂ [g/km]
Audi A2 H2	0	Audi A3 1,4 TFSI	147	Audi A3 1,9 TDI	135
Audi A3 TDIe	119	Audi A3 1,8 TFSI	171	Audi A3 1,9 TDI	135
Audi Q7 Hybrid	230	Audi Q7 3,6 V6 FSI	304	Audi Q7 4,2 TDI	294
VW Golf City Stormer	0	VW Golf 1,4 TSI	169	VW Golf 1,9 TDI	132
VW Touran HyMotion	0	VW Touran 1,6	193	VW Touran 1,9 TDI	156

Zdroj - autor

3.12 Ostatní výrobci

Tabulka 12 - Porovnání vozů ostatních výrobců

alternativní pohon	emise CO ₂ [g/km]	zážehový motor	emise CO ₂ [g/km]	vznětový motor	emise CO ₂ [g/km]
BMW 7 Hydrogen	0	BMW 7 6,0i	327	BMW 7 3,0d	212
Lada 1111 Electric	0	Lada 111 1,5	169	-	-
Škoda Favorit Eltra 151L	0	Škoda Fabia 1,2 HTP	140	Škoda Fabia 1,4 TDI	127

Zdroj - autor

4 POROVNÁNÍ PRODUKCE CO₂ MEZI TYPY VOZIDEL S RŮZNÝMI ALTERNATIVNÍMI POHONY

Pro porovnání alternativních vozidel podle produkce CO₂ jsem použil vlastní metodiku. Pro každý druh alternativního pohonu jsem sestavil vzorek dvanácti vozidel, kde tyto jsem rozdělil do tří skupin podle tříd vozidel, a to: vozy mini + nižší třídy, vozy střední + vyšší třídy a konečně vozy SUV (Sport Utility Vehicle, tedy vozy použitelné na silnici a v lehčím terénu) + MPV (Multi Purpose Vehicle - rodinné velkoprostorové vozy). Pro každý uvažovaný druh alternativního pohonu jsem určil průměrné emise CO₂ prostým aritmetickým průměrem z hodnot emisí jednotlivých vozů. Výše zmíněný postup je zřejmý z tabulky v Příloze 3.

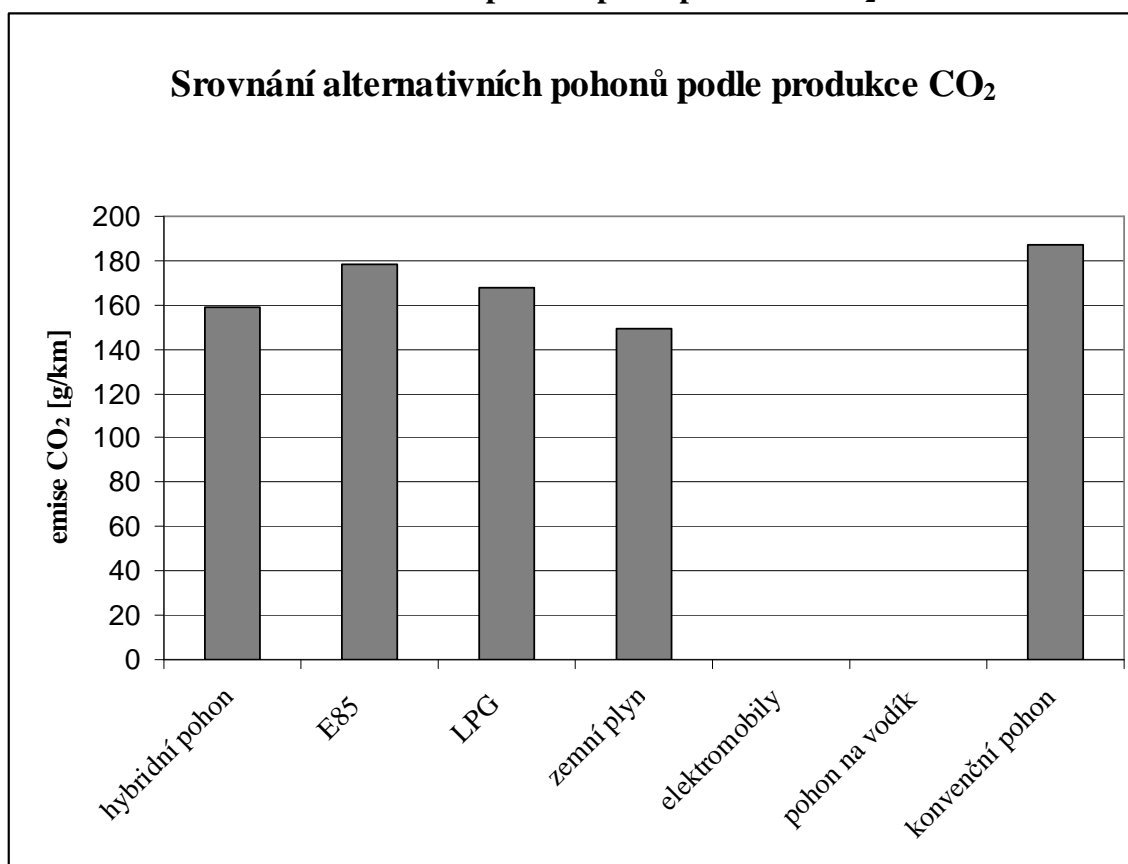
Pro srovnání jsem nebral v úvahu všechny druhy alternativních pohonů, vzhledem k malé rozšířenosti a nedostatku produkovaných vozů s některými pohony (typicky např. pohon na bioplyn či stlačený vzduch) totiž nebylo možno vytvořit vzorek vozů pro porovnání. Dále jsem nevytvořil a do Přílohy 3 nezahrnul vzorky vozů s pohonem na vodík (ať už spalováním vodíku či palivovými články) a elektromobilů, protože emise CO₂ všech vozů s těmito druhy pohonu jsou samozřejmě nulové.

Vzorky jsem tedy sestavil pro tyto druhy alternativních pohonů: hybridní pohon, spalování směsi bioetanolu a benzínu E85, pohon na LPG a pohon na zemní plyn (souhrnně CNG i LNG). Dále jsem vytvořil vzorek pro vozy s konvenčním pohonem (převážně zážehovými motory), a to zcela stejným způsobem jako pro vozy s alternativním pohonem, z důvodu stanovení jakéhosi etalonu emisí CO₂. Vzorky mnou vytvořené totiž pro svou malou početnost nejsou zcela reprezentativní a jistě se přesně neshodují s reálnými průměrnými hodnotami celé světové produkce.

Výstupem zmíněného postupu a tabulky v Příloze 3 je pak Graf 1 (viz. níže). Graf je sloupcový a vyjadřuje průměrné emise CO₂ jednotlivých uvažovaných alternativních pohonů. Alternativní pohony vzhledem k produkci CO₂ vychází v pořadí od nejmenších po největší emise takto:

1. elektromobily (0 g/km)
2. pohon na vodík (0 g/km)
3. pohon na zemní plyn (149 g/km)
4. hybridní pohon (159 g/km)
5. pohon na LPG (168 g/km)
6. spalování směsi bioetanolu a benzínu E85 (178 g/km)

Graf 1 - Porovnání alternativních pohonů podle produkce CO₂



Zdroj - autor

Všechny zmíněné alternativní pohony pak vycházejí v produkci CO₂ více či méně lépe, než konvenční pohon s hodnotou 187 g CO₂ na km. Celkově hodnoty vycházejí o něco vyšší, než by odpovídalo údajům např. v Příloze 1, což je patrně způsobeno reálně vyšším podílem malých vozů na celkové produkci.

Výsledné hodnoty produkce CO₂ uvedených alternativních pohonů nejsou na první pohled nijak významně nižší, než hodnoty pohonu konvenčního; v jejich prospěch ale hovoří také jiné faktory:

V případě pohonu spalováním směsi bioetanolu a benzínu E85 vychází průměrná produkce CO₂ cca o 5% menší oproti konvenčnímu pohonu. Motory, spalující směs E85, mají podle údajů odborníků o něco vyšší výkon než při spalování benzínu, avšak to je vykoupeno vyšší spotřebou paliva. Průměrné emise CO₂ tak jsou více méně stejné, jako v případě konvenčního pohonu. Ve prospěch vozů, spalujících směs E85, ovšem výrazně hovoří fakt, že valná část vyprodukovaného CO₂ za život vozu je spotřebována a přeměněna na kyslík v rámci fotosyntézy rostlinami, ze kterých je bioetanol vyráběn.

Vozy na LPG a zejména na zemní plyn již vykazují znatelnější výsledky. Hlavním důvodem, proč si motoristé nechávají své vozy přestavovat na tyto druhy pohonu, je ovšem zcela jistě znatelně levnější provoz těchto vozidel v porovnání s konvenčními vozy.

Hybridní vozy vychází z hlediska emisí CO₂ asi o 15% lépe než tradiční vozy. Vozy s hybridním pohonem jsou ovšem z hlediska znečišťování CO₂ daleko výhodnější při provozu ve městě, kdy je jejich hlavním zdrojem pohonu elektromotor, lokální emise jsou tak mnohem menší. Poněkud vyšší cenu takových automobilů vyvažuje menší spotřeba a nejrůznější daňové úlevy, kterými jsou tyto vozy v poslední době podporovány, např. zproštění od silniční daně či v úvodu práce zmíněné tzv. congestion charge.

Zdaleka nejlépe ovšem vycházejí elektromobily a vozy s vodíkovým pohonem, kde jsou emise CO₂ nulové. Rozšířenost elektromobilů je ovšem velmi malá, v podstatě se jejich produkce omezuje pouze na malé vozy do městského provozu. Také jejich pořizovací hodnota je značná, a to hlavně kvůli ceně baterií. Problém potřeby baterií řeší právě vodíkové palivové články, ale ač jsou vozy s nimi vyvíjeny již delší dobu, stále jsou pro většinu obyvatelstva cenově téměř nedostupné.

ZÁVĚR - VÝSLEDKY

Úkolem této práce bylo porovnat alternativní pohony z hlediska emisí oxidu uhličitého. CO₂ je totiž jedním ze skleníkových plynů a jako takový podle všeho přispívá ke globálnímu oteplování. Jakou měrou tak činí, a zda vůbec ke globálnímu oteplování dochází, nadto vlivem člověka, je v posledních letech předmětem diskuzí vědecké společnosti. Většinový názor je ovšem souhlasný a v souladu s ním tak dochází k legislativnímu omezení emisí CO₂. Z důvodu významného podílu dopravy (viz. Úvod) se přistupuje ke snižování jeho produkce automobily. Jednou z cest, jak tohoto dosáhnout, je vedle zavádění různých technologických úprav vozů (např. systém zhasínání motoru při zastavení vozu - tzv. Stop'n'Go systém, pneumatiky s nízkým odporem valení, aerodynamické úpravy a snížení hmotnosti vozů apod.) také změna paliva.

Z výsledků práce je zřejmé, že alternativní pohon na LPG a zemní plyn (ať už systém CNG nebo LNG) k přílišnému snížení emisí CO₂ nevede.

U spalování směsi bioetanolu a benzínu je už rozdíl výrazný, a to z důvodu přirozené recyklace produkovaného CO₂ rostlinami, ze kterých je bioetanol vyráběn. Nevýhodou je ovšem zabor půdy těmito rostlinami, který omezuje plochy k pěstování potravinových plodin - toto vede ke zdražování potravin. Scénáře zatím nejsou nijak dramatické, ale poslední výzkumy EU ukazují, že z dlouhodobého hlediska tento problém není příliš řešitelný.

Zcela signifikantního rozdílu je dosaženo v případě elektromobilů a vozů s vodíkovým pohonem - jejich emise CO₂ jsou totiž zcela nulové. Přímé spalování vodíku v upravených spalovacích motorech je ovšem prostorově náročné, motory mají zatím nízký výkon a malý dojezd. V případě elektromobilů je zase nevýhodou nutnost těžkých a drahých baterií. Tento problém řeší jejich náhrada palivovými články, jakožto zdrojem elektrické energie. Vodík je v tomto případě pouze nosičem energie, která je vyráběna chemickým procesem v článkách. Systém v podstatě nemá větších nevýhod, a až se vyřeší ekologický a cenově výhodný způsob výroby vodíku (např. při výrobě vodíku elektrolýzou je výsledný produkt jen tak čistý, jak čistá byla výroba energie na elektrolýzu potřebné + nezanedbatelné ztráty energie při elektrolytickém procesu) je toto podle mě cesta, kterou se bude automobilový průmysl v budoucnu ubírat.

Dlužno ovšem dodat, že navzdory různým více či méně pesimistickým předpovědím ohledně doby, kdy budou definitivně vyčerpány zdroje ropy, se kterou (nejen) automobilový průmysl stojí a padá, je, zdá se, této cenné tekutiny stále dostatek a tak bude k rozšiřování alternativních pohonů docházet zřejmě jen stejným tempem jako dosud, tedy v menšinovém měřítku.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] VLK, F. *Paliva a maziva motorových vozidel*. Brno: Prof. Ing. František Vlk, DrSc., nakladatelství a vydavatelství, 2006. 376 s. ISBN 80-239-6461-5.
- [2] VLK, F. *Alternativní pohony motorových vozidel*. Brno: Prof. Ing. František Vlk, DrSc., nakladatelství a vydavatelství, 2004. 234 s. ISBN 80-239-1602-5.
- [3] MATĚJOVSKÝ, Vladimír. *Automobilová paliva*. 1. vyd. Praha : Grada publishing a. s., 2005. 223 s. ISBN 80-247-0350-5.
- [4] TAKÁTS, Michal. *Měření emisí spalovacích motorů*. 1. vyd. Praha : ČVUT, 1994. 26 s. ISBN 80-01-01623-3.
- [5] ŠELMÁT, M. *Alternativní paliva pro silniční motorová vozidla* Pardubice, 2006. 40 s. Bakalářská práce.
- [6] *Reducing CO2 Emissions from New Cars: A Study of Major Car Manufacturers Progress in 2006*. European Federation for Transport and Environment. 2007, no. 1, s. 11. Dostupný z WWW: <www.transportenvironment.org>.
- [7] *Vehicle Certification Agency* [online]. 1997 , 2008 [cit. 2008-05-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.vcacarfueldata.org.uk/>>.
- [8] *Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie* [online]. 2008 [cit. 2008-05-01]. Dostupný z WWW: <<http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=13712&m=3&catid=16173>>.
- [9] *Fuels and the Environment* [online]. 2008 [cit. 2008-05-01]. Dostupný z WWW: <http://www.theaa.com/motoring_advice/fuels-and-the-environment.html>.
- [10] *European Automobile Manufacturers Association* [online]. 2008 [cit. 2008-05-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.acea.be/index.php>>.
- [11] *Auto Alliance - Discover the Alternatives* [online]. 2008 [cit. 2008-05-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.discoveralternatives.org/>>.
- [12] *Green Car Congress* [online]. 2008 [cit. 2008-05-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.greencarcongress.com/>>.
- [13] *Informace ze světa LPG* [online]. 2007 , 7.4.2008 [cit. 2008-05-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.lpg.cz/main/>>.
- [14] *Jezdím na zemní plyn* [online]. 2008 [cit. 2008-05-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.jezdimnazemniplyn.cz/www.cng.cz>>.
- [15] *Snižování emisí CO₂ z automobilů* [online]. 2008 , 2008/02/20 [cit. 2008-05-01]. Dostupný z WWW: <http://ec.europa.eu/reducing_co2_emissions_from_cars/index_cs.htm>.
- [16] *Ekonomika zavádění alternativních paliv v dopravě* [online]. 2007 , 31. 1. 2007 [cit. 2008-05-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.alternativnipaliva.fd.cvut.cz/>>.
- [17] *Alternativní palivo LPG* [online]. 2008 [cit. 2008-05-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.ekolist.cz/zprava.shtml?x=155997>>.
- [18] *Hydrogen cars* [online]. 2005 [cit. 2008-05-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.hydrogencarsnow.com/>>.

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Porovnání vozů Aliance Renault-Nissan	29
Tabulka 2 - Porovnání vozů Daimler AG.....	29
Tabulka 3 - Porovnání vozů Fiat	30
Tabulka 4 - Porovnání vozů Ford Group.....	30
Tabulka 5 - Porovnání vozů General Motors	31
Tabulka 6 - Porovnání vozů Honda.....	31
Tabulka 7 - Porovnání vozů Hyundai-Kia.....	32
Tabulka 8 - Porovnání vozů Mitsubishi Motors Corporation	32
Tabulka 9 - Porovnání vozů PSA Peugeot-Citroën	32
Tabulka 10 - Porovnání vozů Toyota	33
Tabulka 11 - Porovnání vozů Volkswagen Group	33
Tabulka 12 - Porovnání vozů ostatních výrobců.....	34

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 - Porovnání alternativních pohonů podle produkce CO ₂	36
---	----

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 - Fuel Economy Label

Příloha 2 - Průměrné emise CO₂ automobilových koncernů

Příloha 3 - Porovnání alternativních pohonů podle produkce CO₂





PŘÍLOHY

Průměrné emise CO₂ automobilových koncernů

Příloha 1

Automobilový koncern	Prodej za rok 2006 [v 1.000 ks]	Průměrné emise CO ₂ [g/km]		
		2005	2006	změna v %
Toyota	848	161	153	-5,0
Honda	249	160	154	-3,8
PSA Peugeot-Citroën	1.929	146	142	-2,7
BMW	761	188	184	-2,5
Mazda	242	177	173	-2,0
Nissan	534	171	168	-1,6
Hyundai	308	168	167	-0,8
Renault	1.275	148	147	-0,8
Fiat	1.088	145	144	-0,5
Ford	1.571	163	162	-0,5
General Motors	1.500	157	157	-0,3
Volkswagen	2.940	165	166	0,9
Suzuki	229	164	166	1,8
Daimler AG	876	182	188	2,8
Německé koncerny		172	173	0,6
Francouzské koncerny		147	144	-1,9
Francouzské + Italské koncerny		147	144	-1,6
Japonské koncerny		166	161	-2,8

Zdroj - [6]

Fuel Economy													
<p>CO₂ emission figure (g/km)</p> <p>C 129 g/km</p>													
<p>Fuel cost (estimated) for 12,000 miles A fuel cost figure indicates to the consumer a guide fuel price for comparison purposes. This figure is calculated by using the combined drive cycle (town centre and motorway) and average fuel price. Re-calculated annually, the current cost per litre is as follows – petrol 90p, diesel 94p and LPG 45p (VCA May 2006)</p> <p>VED for 12 months Vehicle excise duty (VED) or road tax varies according to the CO₂ emissions and fuel type of the vehicle.</p>													
<p>Environmental Information</p> <p>A guide on fuel economy and CO₂ emissions which contains data for all new passenger car models is available at any point of sale free of charge. In addition to the fuel efficiency of a car, driving behaviour as well as other non-technical factors play a role in determining a car's fuel consumption and CO₂ emissions. CO₂ is the main greenhouse gas responsible for global warming.</p>													
<p>Make/Model:</p> <p>Fuel Type:</p>	<p>Engine Capacity (cc):</p> <p>Transmission:</p>												
<p>Fuel Consumption:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Drive cycle</th> <th>Litres/100km</th> <th>Mpg</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Urban</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Extra-urban</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Combined</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Drive cycle	Litres/100km	Mpg	Urban			Extra-urban			Combined		
Drive cycle	Litres/100km	Mpg											
Urban													
Extra-urban													
Combined													
<p>Carbon dioxide emissions (g/km): Important note: Some specifications of this make/model may have lower CO₂ emissions than this. Check with your dealer.</p>													
   													

Zdroj - [7]

Porovnání alternativních pohonů podle produkce CO₂

Příloha 3

třída vozu	hybridní vozy	emise CO ₂ [g/km]	spalování směsi E85	emise CO ₂ [g/km]	pohon na LPG	emise CO ₂ [g/km]	pohon na zemní plyn	emise CO ₂ [g/km]	kovenční pohon	emise CO ₂ [g/km]
mini + nižší	Audi A3 TDIe/nižší	119	Citroën C4 BioFlex/nižší	160	Renault Clio 1,2/nižší	126	Citroën C1 1,0/mini	97	Honda Civic 1,4/nižší	139
	Honda Civic Hybrid/nižší	109	Peugeot 307 BioFlex/nižší	169	Renault Twingo 1,2/nižší	122	Citroën C3 1,4/nižší	119	Peugeot 308 1,6/nižší	159
	Peugeot 308 Hybrid HDI/nižší	90	Ford Focus FlexiFuel/nižší	160	Renault Mégane 1,6/nižší	147	Fiat Panda 1,2/nižší	146	Renault Clio 1,2 16V/nižší	139
	Toyota Prius /nižší	103	Volvo C30 FlexiFuel/nižší	165	Opel Corsa 1,2/nižší	116	Fiat Punto 1,2/nižší	119	Volvo C30 1,8/nižší	174
střední + vyšší	Honda Accord Hybrid/střední	190	Ford Mondeo FlexiFuel/střední	179	MG Rover 75 2,5/střední	214	Citroën C5 1,8/střední	168	Ford Mondeo 2,0/střední	189
	Lexus GS450h /střední	185	Saab 9-3 FlexiFuel/střední	170	Renault Laguna 2,0/střední	175	Citroën C6 3,0/vyšší	199	Saab 9-3 2,0/střední	183
	Lexus LS 600h /vyšší	220	Volvo S40 FlexiFuel/střední	170	Subaru Legacy 2,5/střední	186	Volvo S60 BioFlex 2,4/střední	159	Volvo S40 2,0/střední	177
	M-B S400 Blue Hybrid/vyšší	190	Volvo S80 FlexiFuel/vyšší	209	Subaru Outback 2,5/střední	210	Volvo V70 BioFlex 2,4/střední	169	Volvo S80 2,5T/vyšší	223
SUV + MPV	Audi Q7 Hybrid/SUV	230	Ford C-Max FlexiFuel/MPV	161	Lada Niva 1,5/SUV	199	Citroën Berlingo 1,4/MPV	146	Audi Q7 4,2 TDI/SUV	294
	Lexus RX400h /SUV	192	Ford S-Max FlexiFuel/MPV	184	Renault Scénic 1,4/MPV	159	Fiat Doblo 1,6/MPV	161	Fiat Multipla 1,6/MPV	204
	Fiat Multipla Hybrid/MPV	160	Ford Galaxy FlexiFuel/MPV	187	Renault Scénic 1,6/MPV	162	Fiat Multipla 1,6/MPV	161	Ford C-Max 1,8/MPV	169
	Toyota Estima Hybrid/MPV	116	Mazda B3000 FFV/SUV	219	Subaru Forester 2,0/SUV	195	Opel Zafira 1,6/MPV	144	Ford S-Max 2,0/MPV	194
průměrné emise CO ₂ [g/km]	hybridní vozy	159	spalování směsi E85	178	pohon na LPG	168	pohon na zemní plyn	149	konvenční pohon	187

Zdroj - autor