

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Uplatnění alternativních paliv v automobilovém průmyslu
Marko Nježić

Bakalářská práce

2012

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Marko Nježić**
Osobní číslo: **D08090**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Dopravní management, marketing a logistika**
Název tématu: **Uplatnění alternativních paliv v automobilovém průmyslu**
Zadávající katedra: **Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky**

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

Úvod

1. Rozbor důvodů a způsobů zavádění alternativních paliv
2. Alternativní paliva využívaná v dopravě
3. Posouzení dopadů využívání alternativních paliv v multikriteriálním pojetí
4. Formulace scénářů dalšího možného vývoje v předmětné oblasti

Závěr

Rozsah grafických prací: **dle doporučení vedoucí**
Rozsah pracovní zprávy: **40 - 50 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:
dle pokynů vedoucí práce

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Hana Drahotská, Ph.D.**
Katedra dopravního managementu, marketingu
a logistiky

Datum zadání bakalářské práce: **30. listopadu 2011**
Termín odevzdání bakalářské práce: **31. května 2012**


prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.
děkan

L.S.


prof. Ing. Vlastimil Melichar, CSc.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 30. listopadu 2011

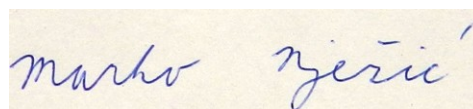
Prohlašuji:

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.

V Pardubicích dne 17. 5. 2012



Marko Nježić

Poděkování

Rád bych poděkoval paní Ing. Haně Drahotské, Ph.D. za vedení a odbornou spolupráci v průběhu vypracování této bakalářské práce.

ANOTACE

Tato bakalářská práce se zabývá alternativními pohony z pohledu ekonomického a ekologického. První část je věnována důvodům a způsobům zavádění alternativních pohonů. Další část je věnována přehledu alternativních způsobů pohonů. Následuje ekonomické a ekologické srovnání alternativních pohonů vůči spalovacím motorům dnešní doby. V poslední části se práce věnuje předpokládanému scénáři a vývoji v předmětné oblasti.

KLÍČOVÁ SLOVA

alternativní palivo, hybrid, elektromobil, ropa

TITLE

The application of alternative fuels in the automotive industry

ANOTATION

This bachelor work undertakes alternative drives of cars from the perspective of economic and ecological. First part is devoted to review the reasons and methods of implementation alternative ways of drive. Next part is devoted to an overview of alternative drives. Followed by economic and ecological comparison alternative drives compared to today's combustion engines. In the last part deals with the expected scenario and developments in the subject area.

KEYWORDS

alternative fuel, hybrid, electric car, oil

Obsah

Úvod	9
1 Rozbor důvodů a způsobů zavádění alternativních paliv	10
1.1 Zásoba ropy	10
1.2 Vliv dopravy na životní prostředí.....	14
1.2.1 Vliv zdrojů alternativních paliv na životní prostředí.....	16
2 Alternativní paliva využívaná v dopravě	18
2.1 Elektromobil.....	18
2.1.1 Elektromobil a historie	18
2.1.2 Výhody elektromobilu	18
2.1.3 Nevýhody elektromobilů	21
2.1.4 Průkopník elektrických vozidel - Společnost Tesla Motors	22
2.2 Automobil na vodík.....	24
2.2.1 Průkopník vodíkových aut - Hodna FCX Clarity	25
2.3 LPG	26
2.4 CNG	27
2.5 Ethanol E85 (bioethanol).....	28
2.6 Bionafta	30
2.7 Hybridní pohony	31
3 Posouzení dopadů využívání alternativních paliv v multikriteriálním pojetí	33
3.1 Ekonomické srovnávání	33
3.1.1 Ekonomické srovnání Natural 95 vs. LPG	33
3.1.2 Ekonomické srovnání Natural 95 vs. CNG	35
3.1.3 Ekonomické srovnání Natural 95 vs. Ethanol E85	37
3.1.4 Ekonomické srovnání vozidla poháněné zážehovým motorem vs. full hybrid.....	40
3.1.5 Ekonomické srovnání vozidla poháněné zážehovým motorem vs. elektropohon.	41
3.1.6 Ekonomické srovnání Motorová nafta vs. Bionafta	44
3.1.7 Celkové porovnání nákladů	44
3.2 Ekonomické přiblížení budoucích pohonů.....	45
3.2.1 Ekonomické přiblížení vozidla poháněné vznětovým motorem vs. plug-in hybrid.....	45
3.2.2 Ekonomické přiblížení vozidla poháněné zážehovým motorem vs. vodíkový pohon.	47
3.3 Ekologické srovnání	49
3.3.1 Ekologické srovnání Natural 95 vs. LPG.....	49
3.3.2 Ekologické srovnání Natural 95 vs. CNG.....	49

3.3.3	Ekologické srovnání Natural 95 vs. Ethanol E85.....	50
3.3.4	Ekologické srovnání vozidla poháněné zážehovým motorem vs. full hybrid	50
3.3.5	Ekologické srovnání vozidla poháněné zážehovým motorem vs. Elektropohon.....	51
3.3.6	Ekologické srovnání Motorová nafta vs. Bionafta	51
3.3.7	Celkové ekologické porovnání.....	51
4	Formulace scénářů dalšího možného vývoje v předmětné oblasti....	53
4.1	Alternativní pohon dnešní doby	53
4.2	Alternativní pohon blízké budoucnosti	53
4.3	Alternativní pohon vzdálené budoucnosti	54
	Závěr	56
	Použitá literatura	57
	Seznam tabulek	60
	Seznam obrázků.....	61
	Seznam zkratk.....	62

Úvod

Problematika alternativních paliv je v současné době stále více diskutována. Důvodů můžeme naleznout celou řadu. Využívání automobilové dopravy, ať už osobní nebo nákladní, je na neustálém vzestupu. Zásoby ropy, na kterých je v současnosti tato doprava téměř stoprocentně závislá, nejsou schopny uspokojit stávající trend na delší dobu než několik desetiletí. Jako další důvod můžeme zmínit ekologické hledisko, které se týká naprostě většiny světové populace. Zejména v hustě zalidněných oblastech je tato problematika nejvíce aktuální, neboť právě zde je smogová situace stále vážnější a narůstající doprava k tomuto negativnímu stavu velkou měrou přispívá. Důsledky zhoršujícího se ovzduší však pocítí lidé nejen v těchto oblastech, ale rozšíří se po celé planetě. Proto je v zájmu každého z nás, aby se o toto téma zajímal a začal využívat i alternativní paliva.

Toto téma své bakalářské práce jsem si vybral díky dlouhodobého zájmu o automobilový průmysl, o jeho minulost, současnost i budoucnost. Z mého úhlu pohledu je proto potřeba najít ekonomicky a ekologicky výhodnou alternativu, která by postupně nahradila využívání stávajících druhů automobilových pohonů, závislých především na ropě a petrochemickém průmyslu.

V této práci se zabývám posouzením důvodů a způsobů zavádění alternativních paliv. Uvedu, která alternativní paliva jsou již nyní k dispozici a u kterých lze reálně očekávat, že budou využívána v nejbližších letech. Zaměřím se rovněž na jednotlivé výhody a nevýhody uvedených alternativ, posoudím jak přínos ekologický, tak i ekonomický. V závěru práce nastíním možný průběh zavádění alternativních paliv.

Cílem této bakalářské práce je určení pohonu automobilů v budoucnosti z pohledu autora.

1 Rozbor důvodů a způsobů zavádění alternativních paliv

V tomto textu rozebereme dva základní body, které mají přímou souvislost se zaváděním alternativních paliv. Dominantním důvodem proč motoristický svět zavádí alternativní paliva jsou tenčící se světové zásoby ropy, což úzce souvisí s ekonomickými dopady. Druhým důvodem jsou pak zejména ekologické důvody, protože alternativní paliva mají menší negativní vlivy na ekologii životního prostředí.

1.1 Zásoba ropy

Jedním z prvních důvodů proč se svět zaměřuje na alternativní paliva, je ten, který dnes a denně slýcháme: „Ropné zásoby vydrží na příštích 30 až 40 let“, „Na čerpacích stanicích bude benzín a nafta na nových maximech díky nedostatku ropy“. Otázkou však zůstává, jestli tomu tak opravdu je. Co když je na světě ropy mnohem více, než jsou uváděné odhady, které každý den čteme v novinách či slýcháme z rádia nebo z televize? Pokud je na světě více ropy, tak proč bychom zaváděli alternativní paliva?

S první podobnou větou o výhledu konce ropy se lidstvo setkalo již v roce 1914, kdy americký úřad pro důlní těžbu prohlásil, že celková produkce ropy má mít hranici cca. 5,7mld. barelů což v té době představovalo zásobu na dalších 10 let. Roku 1939 byla situace obdobná, kdy Ministerstvo vnitra USA přišlo se zprávou, že rezervy ropy budou postačovat na příštích 13 let. A opět obdobná situace nastala i v roce 1951 kdy byla prognóza rezervy ropy stanovena opět na 13 let. Faktem Však zůstává, že i když lidstvo těží více a více ropy (což je samozřejmě vyvoláno větší a větší poptávkou po tomto černém zlatě), tak zásoby ropy vždy vystačí v průměru na 30 let dopředu. Nynější prognózy ukazují, že ropa se bude těžit ještě nejméně dalších 43 let. Proč tedy vlastně lidstvo nemá přehled o skutečném množství a myslí si, že zanedlouho bude zcela vytěženo? Odpovědí je hned několik. [2]

Na vině je například špatný odhad. Odhad jakékoliv suroviny se dá zjistit jednak metodou ekonomickou anebo tzv. technickou. Většinu alarmujících zpráv má na svědomí právě použití technických metod. Pod pojmem technické metody

se v našem případě rozumí zjišťování zásob ropy, například pomocí sondážních vrtů, různých analýz vrtů či inženýrských propočtů a to způsobuje řadu nepřesností, jelikož všechny tyto analýzy probíhají na ropných ložiskách lidstvu známých, přičemž ještě plno ropných polí doposud nebylo ani objeveno. Je to logické. Jak můžeme odhadnout, kolik ropy v sobě země ukrývá, když ještě nevíme, kolik ropných polí může být do budoucnosti objeveno?

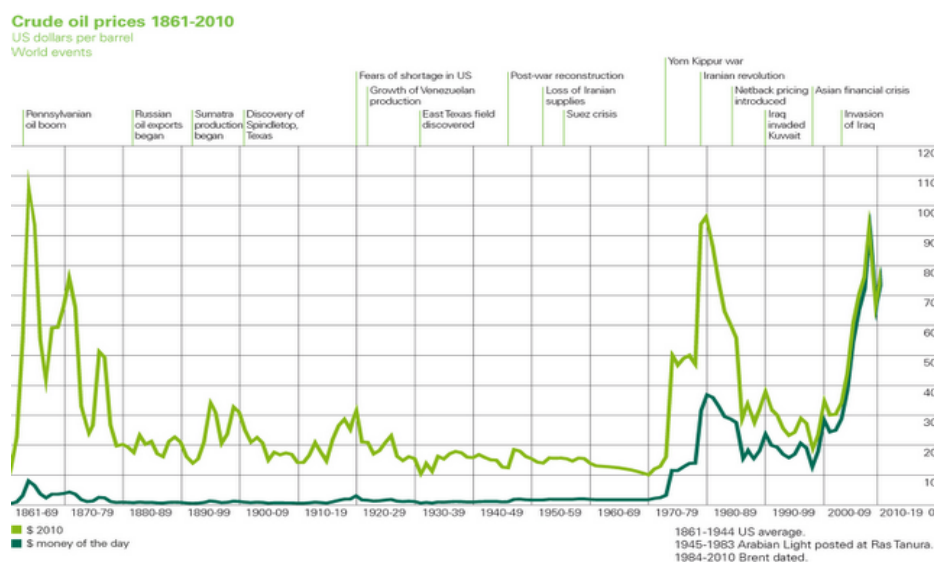
Další a ten nejpodstatnější důvod je ekonomický. Pokud budou chtít těžařské společnosti nacházet nová a nová ložiska výskytu ropy, s cílem zjistit kolik zásob ropy vlastně je, budou nuceni vynakládat nemalé prostředky právě do průzkumů, analýz těžařských technických systémů a v neposlední řadě i do zaměstnanců. Toto se však ropným společnostem právě nechce. Dnešní ropné společnosti jsou zaměřené na to, aby měli zajištěnou těžbu na nejbližších pár let, jelikož se nikomu nevyplatí hledat obrovské zásoby na další staletí dopředu. Společnosti nehodlají utrácet do objevů jen proto, aby lidstvo bylo spokojenější s vědomím toho, že ropy je stále dostatek. Naopak se spokojí právě s tím, co lze snadně a hlavně levně vytěžit.

Doposud známý model těžení probíhá tak, že se vytěží pouze 20 % ropy a to takové, která sama na povrch země pouze vyteče. Toto zapříčiní přítomný tlak zemního plynu spolu s ropou. Tento styl těžení se nazývá Primární způsob těžby. Jedná se o nejlevnější způsob těžby. Další metoda těžení se nazývá Sekundární. Tato metoda se používá tehdy, když přítomný tlak plynů již není tak silný, ropa již sama tlakem plynů nevyvěrá na povrch země a proto je již potřeba použít k čerpání pumpy. Ovšem také lze do vrtu nazpět natlakovat zemní plyn nebo vzduch, případně CO₂, k udržení potřebného tlaku. Díky sekundární metodě, lze vytěžit o dalších 5-15 % ropy více. Posledním typem je metoda Terciární, která se používá, když předchozí metody nestačí, ale její využití podmiňuje předpoklad ekonomické výhodnosti. Samotný proces těžení je již velmi náročný na objasnění ale co je pro nás důležité je to, že touto metodou se dá získat ropa v rozmezí dalších 5 - 10 %. Pokud toto vše shrneme, tak zjistíme, že při použití jak klasických, tak moderních metod vytlačování, může lidstvo na jednom vrtu v průměru získat až 35 % možné ropy. To znamená, že lidstvo zatím vytěží pouze zhruba 1/3 z ropného ložiska. Více současné ropné společnosti z jednotlivých ložisek nevytěží jednoduše z toho důvodu, že se to současné době

ekonomicky nevyplatí či z důvodu, že prozatím nebyla vymyšlena taková technologie těžení, která by dokázala větší podíl ropy z vrty vytěžit levně. Ropné společnosti raději po pár letech vrty opustí a odejdou na nová nalezená ložiska právě z ekonomických důvodů. [3]

Argument toho typu, že ropy je na světě stále dostatek, bych chtěl dále podpořit níže uvedeným obrázkem 1. Tento graf znázorňuje cenový vývoj ropy za 150let. Světle zelená křivka je cena očištěná o inflaci. Z grafu vidíme, že během těchto let je cena vesměs stabilní a nevykazuje indikaci o blížícím se konci zásoby ropy a to i přes to, že roste poptávka a s tím i těžba. Za posledních 100 let vidíme v grafu pouze 2 cenové výkyvy. První nastal v 70 letech. Ten však byl zapříčiněn tzv. „Oil Peak“ neboli ropnou krizí. Pravdou však zůstává, že tato krize byla vyvolána umělým snížením těžby a to ze strany OPECu. Druhý cenový šok se nacházel nedávno a to v roce 2008. I tento výkyv byl pouze planý poplach. Tento nedávný cenový skok byl způsoben jednak momentální nízkou kapacitou těžby OPECu a zároveň ekonomickým boomem Číny a dalších rozvíjejících se ekonomik. Poté byla světová cena stlačena. Nutno však říci, že za stlačením ceny byl i faktor hypoteční krize v USA. Z tohoto příkladu vyplývá, že cena ropy nebyla vyhnána na tyto maxima z důvodu nedostatku ropy ale pouze z lidských, ekonomických či politických důvodů.

Obrázek 1: Cena surové ropy očištěná o inflaci



Zdroj: [1]

Dalším faktem je, že samotná ropa nemusí být pouze v kapalně podobě. Dá se pořídit například z živičných břidlic a dehtových písků. Je to způsob získávání jiným než klasickými těžebními metodami. Této ropě se říká Nekonvenční ropa. Paradoxní na tom je, že těchto surovin je na zemské kůře mnohem více, než ropy v tekutém stavu, co je zatím lidstvem doposud objeveno. Jenom objem zásob ropy z dehtových písků se odhaduje tolik, že by minimálně 2x pokryla dnešní známé zásoby klasické ropy. U ropné břidlice se odhaduje, že jejich světové zásoby jsou porovnatelné se zásobami klasické ropy. Propagátorem těžby nekonvenční ropy jsou Spojené státy americké, které provedli řadu průzkumů v různých částech světa včetně naší republiky. Vláda ČR však s ohledem na potenciální nebezpečí ekologického vlivu těžby nekonvenční ropy z břidlic na vodní zdroje připravuje zákon na dočasné omezení přípravy rozvoje tohoto způsobu těžby. [21, 22]

Můj názor na prognózy zásob ropy je takový, že ropa jako taková tu bude ještě dlouhou řadu let a to minimálně několik dalších staletí. Pouze se v blízké budoucnosti vytěží ona „levná ropa“. S určitou pravděpodobností budou muset ropné společnosti zavádět nové technologie, které již budou schopny těžít ropu v mnohem hůře přístupných místech, než tomu bylo doposud. Právě nové technologie a zhoršující se ekologie životního prostředí v důsledku složitých těžebních procesů zapříčiní zdražení ropy. Díky tomuto faktu se postupně začínají již dnes zavádět alternativní paliva. Nikoliv však z nedostatku ropy ale kvůli budoucí ceně ropy vyvolané zhoršenou těžbou a také z důvodu větší odpovědnosti lidstva při ochraně svého životního prostoru. Chci rovněž upozornit na skutečnost, že pokud bude na trhu vysoká cena Naturalu a Nafty, tak plno lidí nebude schopno platit tyto vysoké náklady za dopravu a raději si nepořídí ani samotné vozidlo. Nejvíce jsou si toho vědomi sami výrobci automobilů. Proto již dnes řada renomovaných automobilek investuje velké sumy do výzkumu nových pohonů, které omezují nebo zcela ruší užívání fosilních paliv. Svět se z tohoto důvodu pomalu připravuje na to, aby nebyl tolik závislý na drahé ropě, kterou by si s velkou pravděpodobností mohl dovolit jen málokdo.

1.2 Vliv dopravy na životní prostředí

Dalším a podstatným faktem pro zavádění alternativních paliv je samotný vliv a dopad užívání fosilních paliv. Pod hlavní negativní složky dopravy (která využívá více jak 90 % všech fosilních paliv) na životní prostředí patří jednak znečišťování ovzduší (tedy emise), dále hluk, vibrace, znečišťování vody a půdy ale také dopady způsobené nehodami či haváriemi. Nesmíme zapomínat ani na zabírání orné půdy pro stavbu silnic a dálnic.

Díky stále zvětšujícímu se počtu automobilů na světě, jde ruku v ruce zvětšující se znečištění ovzduší. K tomu, že automobil znečišťuje prostředí, dochází díky nedokonalému spalování palivové směsi v motoru. To má za příčinu, že přes výfukové cesty do ovzduší unikají zbytky uhlovodíků ale také emise z oxidu dusného a oxidu uhelnatého. Škodlivé emise jsou vyvolány z 85 – 95 % právě ze silniční dopravy: Nižší produkci škodlivých emisí mají jen rozvojové země.

“Podívejme se nyní, na vliv jednotlivých emisních složek na životní prostředí a na člověka. Nejvíce emisí (až 80 %) oxidu uhličitého CO_2 produkuje silniční doprava. Je však dokázáno, že CO_2 nemá vliv na lidské zdraví, je však nejdůležitějším skleníkovým plynem, který způsobuje až 50 % celkového oteplování atmosféry. Pokud bychom se podívaly na uvolňování CO_2 v závislosti na druhu paliva, škodlivější by byla nafta, kdy spálením 1 litru nafty vzniká 2,7 kg CO_2 , zatímco spálením 1 litru benzínu se uvolňuje 2,4 kg CO_2 . Při přepočtu celkového množství oxidu uhličitého v ovzduší na jednoho obyvatele je výsledná hodnota čtyři tuny ročně. Dodnes však neexistuje žádná technologie, která by emise CO_2 v ovzduší snižovala.

Z hlediska oxidu uhelnatého CO můžeme říci, že není škodlivý neživé přírodě, výrazný vliv má však na přírodu živou. Jeho vliv na organismy se projevuje zpomalováním reflexů, dále se snadno váže na krevní barvivo, čímž brání přenosu kyslíku a u člověka může také způsobovat silné bolesti hlavy.

Mezi oxidy dusíku NO_x řadíme především oxid dusnatý NO a oxid dusičitý NO_2 . Přítomnost NO_x v ovzduší způsobuje kyselé deště, které ničí rostlinné porosty. Přítomnost NO_2 má také za následek snižování odolnosti člověka vůči virovým onemocněním nebo také zápalu plic.

Mezi oxidy přítomné v ovzduší řadíme také oxid siřičitý SO₂, jehož emise jsou však nepatrné a to především kvůli přísným limitům obsahu síry v palivech. Další složkou, kterou považujeme pro ovzduší za škodlivé je ozon O₃, který vzniká fotochemicky z oxidů dusíku a těkavých organických látek za přímého působení slunečních paprsků. Jeho důležitou vlastností je omezování průniku UV paprsků atmosférou. Velké množství ozonu nalezneme též v přízemní vrstvě, kde vzniká během dopravních špiček ve městech a v průmyslových zónách, kde má za následek ničení vegetace a poškozování některých materiálů. Ozon také ovlivňuje naše zdraví, a to především tím, že vyvolává dráždivý kašel a dráždí oči.

Mezi další emise řadíme uhlovodíkové zbytky HC, které se více uvolňují spalováním benzínu než ropy a jejichž největším problémem je, že některé z nich (např. benzen) jsou karcinogenní. Neopomenutelné je též olovo Pb, které je dodnes jako aditivum přidáváno do paliva pro staré motory, kde má funkci antidetonátoru. Olovo je však pro veškeré organismy vysoce toxické. To bylo i důvodem k zahájení výroby bezolovnatého benzínu. V neposlední řadě mezi emise řadíme také prach, který je po chemické stránce různorodou směsí organických a anorganických látek (především uhlíku, nespáleného oleje, síranů a nespáleného paliva). Prach vzniká hlavně spalováním nafty a některé jeho složky mohou být potencionálně karcinogenní.”[5]

Obrázek 2: Pohled na dnešní Tokio a v něm smog vyvolaný automobily.



Zdroj: www.obrazky.cz

1.2.1 Vliv zdrojů alternativních paliv na životní prostředí

Nelze říci, že alternativní paliva nenesou žádný podíl viny na zhoršení životního prostředí. Ale jejich podstatou je to, že by měla minimálně dopad na životní prostředí oproti fosilním palivům zmírnit při zajištění potřebného objemu energie.

Jedním budoucím zdrojem alternativních paliv mohou být biopaliva. Ta sice napáchají podobné problémy jako fosilní paliva, ale pokud přihlídneme k jejich výrobě, zjistíme, že uzavírají tzv. uhlíkový cyklus oproti fosilním palivům. Uhlíkový cyklus znamená, že rostliny během svého růstu vezmou z atmosféry určité procento uhlíku zpět, které bylo do atmosféry vypuštěno shořením tohoto biopaliva z motoru vozidla.

Svůj nedostatek má také solární energie. Ta má sice ohromný potenciál, ale prozatím dnešní technologie umí zachytit cca 20 % této energie. To znamená, že k zachycení velkého množství energie bychom potřebovali obrovské pláně k nasazení solárních panelů. Toto by se dalo vyřešit například nasazením solárních panelů v pouštích. Naštěstí již dnes vidíme pomalu do budoucnosti a můžeme s určitostí říci, že na tento problém existuje řešení, když vědci mají první prototypy solárních panelů, které dokážou zachytit až 70 % sluneční energie, což je ohromný krok vpřed. Ovšem nutno však podotknout, že tato cesta na plné nasazení ještě určitý čas potrvá.

Větrná energie je z ekologického hlediska nevýhodná mimo jiné v tom, že negativně působí na populaci ptactva (zabíjením ptactva vrtulemi). Jako dalších nevýhod se uvádí například „vizuální znečišťování“ (což by se dalo i opominout), ale také ničení přírody z důvodu stavby těchto elektráren.

U energie, která se získává z proudění vody, je hlavním problémem ten, že vybudováním velkých hrází, dochází k zaplavení velkých ploch a tím zvedají hladiny podzemních vod. To může (ale nemusí) mít za následek takový proces, který by změnil lokální biosystém. Jako dalším negativním vlivem mohou být měnící se přírodní dráhy vodních zvířat, díky změně přírodních vodních toků.

Jako poslední příklad uvádím energii jadernou. Proces vytváření jaderné energie je velice čistý. Nesetkáme se zde ani se skleníkovými plyny a ani s dalšími aspekty, které ohrožují atmosféru. Závažným problémem je zakonzervování použitého

paliva. Toto použité palivo se musí uchovávat hluboko v zemi několik desítek až set let ve speciálních skladech. [4]

Nicméně tento hrubý výčet energií, které můžeme využít pro alternativní paliva, mají několikanásobně blahodárnější vliv na životním prostředí, než používání klasických fosilních paliv, které v útrokách spalovacího prostoru vytváří a vypouštějí jedovaté oxidy do ovzduší v obrovském množství. V této kapitole jsem chtěl především poukázat na to, že tyto energie mají na přírodu mnohem menší dopad než energie fosilní. Je tedy logické se zabývat jejich zaváděním a zvyšováním účinnosti v kombinaci s minimalizováním dopadů na životní prostředí, protože je zde velká pravděpodobnost toho, že budoucím zdrojem energie pro pohon automobilů budou právě tyto zdroje.

2 Alternativní paliva využívaná v dopravě

2.1 Elektromobil

2.1.1 Elektromobil a historie

Když se podíváme do historie elektromobilů, zjistíme, že první elektromobil byl sestavený již v roce 1835 a to profesorem Sibrnadusem Stratinghem a jeho asistentem Christopherem. To znamená, že elektromobil byl sestaven ještě dříve, než první automobil se spalovacím motorem sestavený Karlem Benzem. Spalovací motor byl sestaven v roce 1886. Navzdory tomu, že byl elektromobil sestaven dříve jak automobil, neuplatnil se do masové výroby. Zajímavostí je, že v roce 1900 se ve Spojených státech Amerických, prohánělo po ulicích mnohem více elektromobilů než vozů se spalovacím motorem. Velkou výhodou elektromobilů bylo to, že nemuselo být startováno ručně klikou, takže dopřávalo více komfortu. Zvrat pro masovou výrobu automobilů se spalovacím motorem ovládl výrobce Ford se svým modelem „T“. Ten vyhrál boj díky jeho ceně a spolehlivosti. Poté nastal u elektromobilů útlum. Menší vzestup byl zaznamenán v době, kdy nastala doba „Oil Peak“ v letech 1970, ale těchto vozů bylo jako kapka v moři. Pokud se ovšem na elektromobily podíváme z dnešního pohledu, tak s velkou pravděpodobností se s nimi na silnicích budeme setkávat čím dál tím častěji v důsledku zvyšujících se cen ropy. [6]

2.1.2 Výhody elektromobilu

První položkou, která bude lidí zajímat pro nákup elektromobilu, bude cena vozu. Současná cena zatím není ani malá ale ani příliš velká. Pro majetnější populaci je rozhodně dostupná. Cena se pohybuje v průměru kolem 600 – 800 tis. Když se podíváme na dnešní automobily, tak za tuto cenu se běžně nakupují vozy střední třídy, například VW Passat s dieselovým motorem 1.6 TDi BMT, který se prodává v základní verzi za 626 tis. Na silnicích jezdí elektromobilů více než dost, takže s cenou by neměl být až takový problém. Naopak. Při větší sériovosti výroby by cena klesala dolů jelikož, nejnákladnější položkou u elektromobilů je cena baterií. Cena baterií se prozatím pohybuje kolem 400 tis. korun, což představuje 50 - 70 % z ceny vozu. Ta by se samozřejmě přívalem nových technologií a masovějšímu zavádění zlevnila možná i o několik desítek procent.

Dalším ekonomickým faktem je, že má nižší provozní náklady na „pohonné hmoty“. Ty se pohybují zhruba v jedné třetině oproti dnešním úsporným diesellovým spalovacím motorům. To je dáno tím, že klasický motor umí veškerou energii z paliva využít jen z 25 - 30 %. Zbytek se nevyužije a dalo by se říci, že je spálen zbytečně. Naproti tomu elektromotor pracuje s účinností až 90 – 95 %. Navíc odpadá nutnost převodového mechanismu.

Obdobné je to i u nákladů na jejich údržbu. U klasického motoru je více než 1tis součástek, takže můžeme hovořit o složitém mechanismu. Například při samotném servisu je potřeba vyměnit olej, palivový filtr, svíčky a další díly. Ovšem elektromotor má mnohonásobně jednodušší mechanismus a neobsahuje řadu spotřebních materiálů, což má za následek jednak snazší a tudíž i levější servis a údržbu. Další výhodou je životnost motoru, jelikož během provozu nedosahuje vysokých teplot a tlaků, tudíž není materiál více namáhán. O podobném problému můžeme uvažovat i u výfukového systému. Ten u elektromobilu také odpadá. Náklady na pojištění vozidla jsou také příznivé. Zatím záleží na každé pojišťovně, jakou sazbu zvolí, ale zpravidla to bývá ta nejnižší z kategorie klasických motorů, tzn. pro zdvihový objem menší než 1000cm³.

Elektromobily se dobíjejí také během jízdy. Je to podobný princip jako známe u dnešních hybrid vozů. Využívají tedy systém „Rekuperace energie“. Rekuperace energie znamená to, že automobil je během jízdy schopný své baterie dobíjet. Například při brzdění vzniká energie, kterou lze „uložit“ do baterií a tím prodloužit dojezd vozidla. Dále je možné využít i energii, která nastává při jízdě z kopce, kdy není potřeba tlačit na pedál, ale vozidlo jede z kopce na volnoběh samo.

Když porovnáme elektromobily a klasické automobily, zjistíme, že: *„automobily se spalovacími motory vypouštějí do ovzduší v průměru 161 g/km CO₂. Podle požadavků EU se od roku 2012 objem vypouštěných emisí CO₂ musí snížit na 130 g/km u nových automobilů. Emisní zátěž elektromobilů rozlišujeme na přímou (tzv. místní emise) a nepřímou emisní zátěž. U přímé emisní zátěže dosahují elektromobily nulových výsledků. Nepřímá emisní zátěž je odrazem celého cyklu, tedy od extrakce surovin až po energetickou-distribuční soustavu. Složka nepřímých emisí tak může být výrazně odlišná region od regionu, při porovnání mezi zeměmi, nebo také*

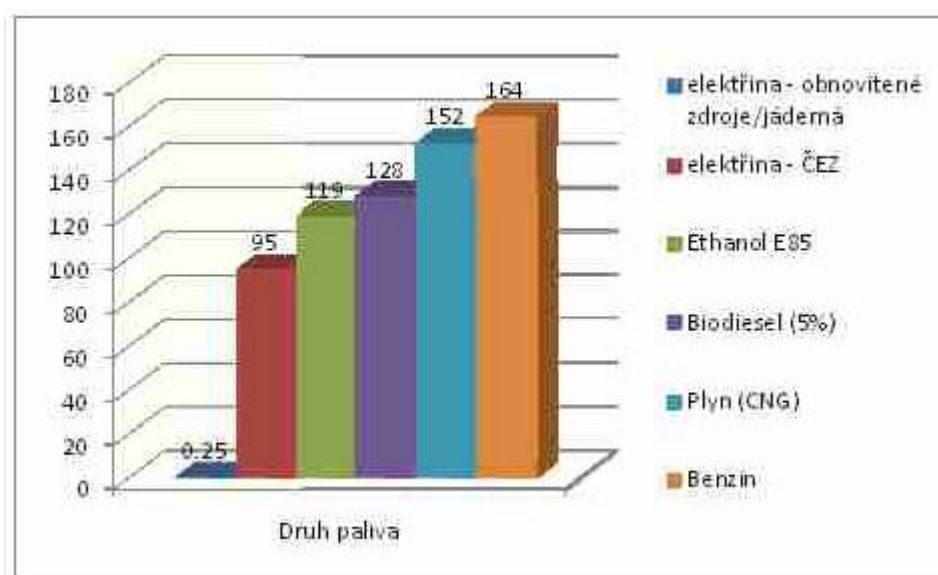
z hlediska individuálního řešení jako jsou distribuované zdroje energie. V ČR dosahují emisní hodnoty elektromobilů 50 – 100 g/km v závislosti na způsobu získané elektrické energie. Nepřímé emise se navíc po dobu životnosti elektromobilu snižují“.[7]

Tabulka 1: Emise CO₂ vznikající od výroby až po provoz vozidla

Druh paliva	g CO ₂
Elektřina	9 526
Ethanol E85	11 895
Biodiesel 5%	12 800
Plyn CNG	13 400
Diesel	15 200
Benzin	16 400

Zdroj: [převzato z originálu, 7]

Obrázek 3: Srovnání emisí CO₂ podle druhu paliva



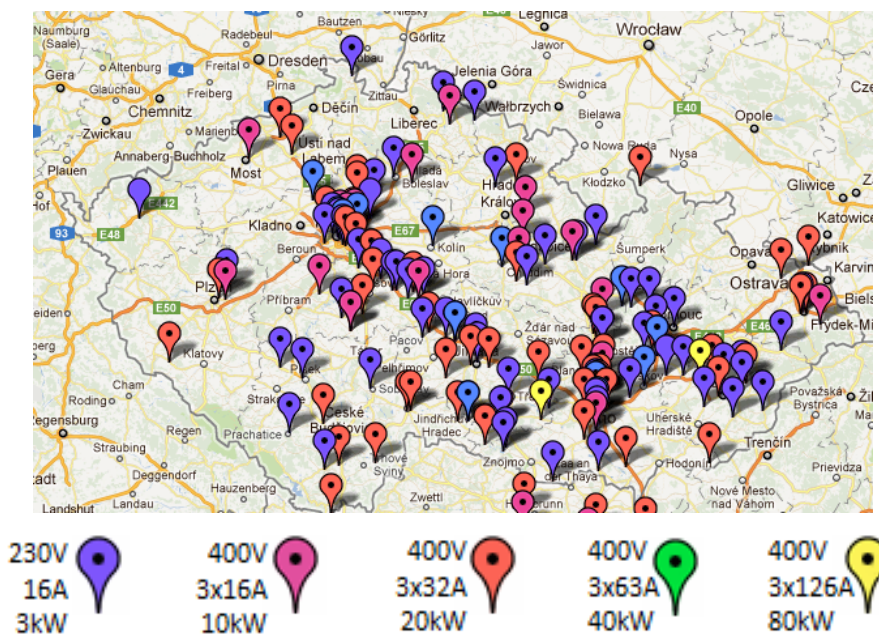
Zdroj: [převzato z originálu, 7]

Mezi další výhody elektromobilu se řadí hlučnost. Zatímco jsou klasické motory při svém provozu hlučné, elektromobily při svém provozu nevydávají skoro žádný hluk. Toto je ideální řešení pro velká města, kde hluk negativně působí na psychiku lidí. Se samotným hlukem souvisejí i nepříjemné vibrace, které jsou spalovacím motorem vyvolány.

2.1.3 Nevýhody elektromobilů

Jedním z hlavních nedostatků elektromobilů je jejich dojezd. Ten se nyní pohybuje v rozmezí od 120 – 350 km. Hodně také závisí na stylu jízdy. Provozovatelé požadují na jedno nabytí ujet vzdálenost min 500 km. Ovšem ze statistik vyplývá, že 80 – 90 % lidí během dne ujede v průměru maximálně 110km, takže z tohoto hlediska se dá říci, že již dnes by se elektromobily daly využívat minimálně ve městech pohodlně jako náhrada za klasický automobil. Druhým podstatným faktem je stále nedostačující počet dobíjecích stanic. Počet stanic v ČR je okolo 140. Možností je v budoucnu rozvinout individuální nabíjení v domácnosti. Ti, kteří vlastní garáž či bydlí v rodinném domě, si mohou svůj vůz dobít svépomocí z klasické elektro zásuvky. Ovšem ti co bydlí na sídlištích a bez garáží tuto možnost nemají. Proto je počet veřejných dobíjecích stanic tak důležitý. Poslední hlavní nevýhodou dnešních elektromobilů, je jejich cena.

Obrázek 4: Hustota dobíjecích stanic v České republice včetně typů přípojek



Zdroj: www.mapy.cz

2.1.4 Průkopník elektrických vozidel - Společnost Tesla Motors

Jelikož se dnes a denně zajímám o nová vozidla i trendy v automobilovém průmyslu, sleduji také nové výrobce, kteří na trh přicházejí, nemohu opominout zmínit výrobce elektromobilů, který se dle mého názoru stane průkopníkem na poli elektromobilů. Jedná se o mladou Americko-britsko-tchajwanskou automobilku Tesla Motors, se sídlem v Kalifornii. U nás je tato automobilka poměrně neznáma. Alespoň to tak vnímám, zde u nás v České republice. Dle mého názoru je to první výrobce, který elektromobily na trh opravdu protlačí ve větší míře.

Tento výrobce v současnosti vyrábí a prodává jeden model a to s označením „Roadster“. Jedná se o malý a rychlý elektromobil pro 2 osoby. K datu 11. ledna. 2011 se těchto elektromobilů prodalo více než 1500. Jeho cena je zatím vysoká. Stojí 110 000 \$, takže tento model si zatím kupují movitější vrstvy světové populace.

Nicméně již letos v létě má na trh přijít druhý model této automobilky pod označením „S“. Tento model již podle mého názoru udělá na poli elektrických automobilů první pořádný průlom a to nejen cenou, ale také dojezdem, zárukou a kvalitou. Začneme jako obvykle cenou. Ta bude členěna do tří kategorií. Kategorie jsou řazené podle dojezdu baterií. Nejlevnější varianta bude stát 57 400 \$. Ovšem po uplatnění vládních dotací, která v USA činí 7 500 \$ se cena automaticky sníží na 49 900 \$. Sama automobilka na svých internetových webech pracuje s cenou upravenou o dotace. S touto verzí baterií ujede automobil na plné nabití 256km. A to ke všemu s osmiletou zárukou! Navíc výkon je také úchvatný. Zrychlení z 0-100Km/h je pouhých 6,5 vteřiny. Maximální rychlost je zde 176Km/h. Druhá verze za cenu 59 900 \$ (po dotaci) ujede již 370km. Poslední a nejdražší verze je již za 69 900 \$ ale dojezd se zvýšil na ohromujících 480km. Výkon vozu je opět o něco vylepšen. Zrychlení z 0 – 100 Km/h je zde vyladěno na 5,6 vteřiny. [9]

Dalším faktem proč myslím, že tento model bude úspěšnější, než jiní električtí předchůdci je ten, že Tesla S je klasický rodinný vůz pro 5 osob s dobrou kvalitou a atraktivním designem. O bezpečnosti ani nemluvě. Model S používá brzdy

od světoznámé firmy Brembo, která dodává své komponenty superrychlým vozům po celém světě.

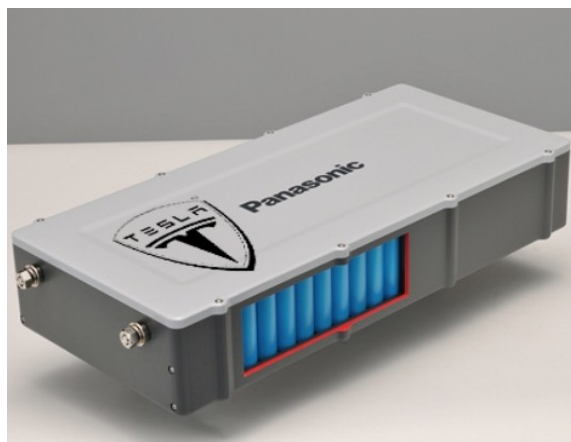
Obrázek 5: Tesla model S



Zdroj: www.teslamotors.com

Baterie bude dodávat firma Panasonic, která s Teslou Motors uzavřela smlouvu, kde se zavazuje dodat 80tis baterií po dobu 4 let. Ve svých zprávách Tesla uvedla, že hodlá ročně těchto vozů prodávat na 20tis kusů. Což je v souladu se smlouvou od Panasonicu. „Koncern Panasonic je v současnosti předním světovým výrobcem bateriových článků pro globální automobilový průmysl. Díky použité katodě na bázi niklu mají baterie Panasonicu nejvyšší energetickou hustotu a špičkový výkon.“[8]

Obrázek 6: Lithium-iontová baterie Panasonic pro elektromobil



Zdroj: www.panasonic.com

Poslední argument, že to myslí společnost s elektromobily vážně je, že již připravují vozidlo za cenu 30 000 \$, který by byl, jak se říká již za lidovější cenu a současně by bylo konkurentem pro vozy, jako jsou: Ford Focus Electric, Nissan Leaf a Mitsubishi i.

2.2 Automobil na vodík

Ač se to zdá jako neuvěřitelné, první vozidlo poháněné vodíkem vzniklo už před 205 lety. Psal se rok 1807, kdy švýcarský inženýr Francois Isaac de Rivaz, zkonstruoval automobil na vodík, ale de facto se jednalo o jeden z prvních automobilů vůbec.

Automobil na vodík využívá pro výrobu elektrické energie palivových článků a v těchto článcích se právě vodík využívá jako palivo. Palivový článek je zařízení, které umí převést vodík na využitelnou elektrickou energii. Palivový článek je složen z vrstev moderních materiálů, na kterých vodík a kyslík vzájemně reagují a vytvářejí elektrickou energii a vodu – a to bez sebemenších emisí. [10]

Vážný zájem o palivové články začal až po šedesátých letech minulého století, kdy byly použity jako zdroj energie pro první misi člověka na měsíc. I když jsou palivové články stále používány jako zdroj energie a vody pro dnešní vesmírné mise, jejich unikátní technologie je nyní zaměřena zejména k propagaci světového úsilí o využívání obnovitelných zdrojů. Automobily poháněné palivovými články jsou nazývány „vozidla s nulovými emisemi“. Pokud by automobily poháněné palivovými články využívaly vodík vyráběný obnovitelnými zdroji, jako solární nebo větrnou energii, naše zásoby paliva by byly neomezené! A navíc spotřeba vodíku v palivových článcích nevytváří žádný odpad ani neznečišťuje ovzduší.

Proč právě vodík? Protože naše společnost bude v blízké budoucnosti potřebovat nové obnovitelné energie a vodík je velmi zajímavé řešení z důvodu toho, že vodíku jako prvku je ve vesmíru nejvíce a tím pádem poskytuje jistotu velkých zásob zdroje s nejefektivnějším využitím energie.

Prozatím největší nebezpečí tohoto pohonu spočívá v jeho uskladnění. Vodík je ve směsi se vzduchem velice výbušný. Navíc infrastruktura tohoto paliva je zatím

menší jak dobíjecích stanic. V české republice je zatím pouze jedna veřejně přístupná čerpací stanice vodíku pro pohon auto automobilů a to v Neratovicích. [16]

2.2.1 Průkopník vodíkových aut - Hodna FCX Clarity

Honda FCX Clarity je na první pohled stejná jako dnešní vozy. Alespoň po stránce designu. Je to plnohodnotný rodinný vůz pro 5 osob. Dle motoristických testů má také vynikající jízdní vlastnosti. Dojezd u tohoto vozu činí 450 km ovšem i zde záleží na stylu jízdy. Natankování tohoto vozu nezabere více času, než při tankování dnešních vozů.

Clarity zatím není určena k prodeji, ale pouze jí lze zapůjčit na užívání a to za poplatek 600 \$ za měsíc ve státě Kalifornie. Ovšem na druhou stranu je vidět, že s tímto vozem pomalu ale jistě přichází doba, kdy vodík bude v našich životech hrát mnohem větší roli, než tomu bylo doposud. Společnost Honda vynakládá nemalé finanční zdroje také do domácích vodíkových stanic, které by generovaly energii. Tyto domácí stanice by dokázaly nejen dobít palivové články vodíkového vozu, ale uměly by i ohřívat vodu či produkovat elektřinu. Toto vše dělá Honda za tím účelem, aby se infrastruktura vodíkových čerpacích stanic rychleji rozšířila a zrychlila tak uplatnění těchto vozů. [15]

Obrázek 7: Honda FCX Clarity s domácí vodíkovou stanicí



Zdroj: www.honda.com

2.3 LPG

Zkratka LPG pochází z anglického slova „Liquedfied Petroleum Gas a jedná se o zkapalněný ropný plyn. Směs je složená z uhlovodíkových plynů, která je zkapalněná a následně používána jak palivo do vozidel se zážehovým motorem, tak i do spalovacích spotřebičů. LPG se získává jako doprovodný produkt při těžbě zemního plynu a rafinaci ropy. Vlastnosti hoření a jeho chování řadí tento plyn mezi ekologická paliva, jelikož se zcela spálí a tím i vyprodukuje mnohem méně škodlivin než současná paliva. [18]

Přestavba na tento druh pohonu pro dnešní vozy se pohybuje v rozmezí 30 – 40 tis. Kč. Do vozidla se může zvolit preferovaný typ nádrže. Pro velký zavazadlový prostor, který není zpravidla využíván, by byl vhodný větší typ „válcové“ nádrže, se kterou ujedete větší vzdálenost. Pro menší zavazadlové prostory jsou určeny „toroidní“ nádrže. Ty jsou v prostoru, kde původně byla rezervní pneumatika. (Rezervní pneumatika dnes již nemusí být součástí vozu, pokud ve vybavenosti vozidla je sada na opravu pneu nebo je-li vozidlo vybaveno pneumatikami s technologií Run-flat. Ta zajistí, že i s defektem pneumatiky můžete dojet k nejbližšímu pneuservisu.) Toroidní nádrže se v posledních letech staly velmi oblíbenými a to právě z důvodu zachování zavazadlového prostoru. Tato nádrž má obvykle objem 45 – 60 litrů což odpovídá stejnému objemu nádrže jako u klasické palivové. [17]

Spotřeba u LPG se obecně uvádí o jeden litr vyšší. Ovšem náklady na toto palivo jsou z dlouhodobého hlediska vždy téměř o polovinu levnější než klasický benzín. Toto ocení automobilisté a majitelé dopravních prostředků, kteří ročně najedou více jak 20 tis km při spotřebě 9 l / 100km benzínu, neboť tato doba bude stačit pro navrácení investic.

Mezi **výhody** LPG patří:

- úspora nákladů na palivo,
- možnost použití obou druhů paliv (BA + LPG) a zvětšení dojezdu vozidla,

- tišší a měkčí chod motoru,
- ochrana životního prostředí,
- dostatečně hustá síť čerpacích stanic (cca 900 stanic).

Mezi **nevýhody** LPG patří:

- Počáteční investice do přestavby,
- Zmenšení zavazadlového prostoru při použití válcové nádrže,
- Zvětšení pohotovostní hmotnosti vozidla až o 50 kg,
- Snížení výkonu vozidla v průměru o 5 % (dle typu motoru a použitého zařízení),
- Větší spotřeba paliva (cca o 1 litr).

2.4 CNG

CNG neboli „compressed natural gas“ je stlačený zemní plyn, a jedná se v podstatě o metan. CNG. Bývá také díky neznalosti často zaměňován za LPG, což je samozřejmě jiná směs plynů. Hlavním rozdílem oproti LPG je nemožnost zkapalnění (sice to možné je ale postup je velice nákladný) a proto se ve vozidlech skladuje pod vysokým tlakem a to okolo 200 barů. CNG se montuje již přímo v automobilkách, ale samozřejmě lze i provést dodatečnou přestavbu. CNG vozidla bývají při koupi nového vozu dražší o 40 – 90 tisíc. Naproti tomu dodatečná přestavba vychází kolem 25 – 60 tisíc korun. [19]

Pokud je vozidlo správně seřízeno, tak je možno s tímto palivem uspořit cca 50 – 60 % nákladů na provoz oproti benzínu. Nevýhody jsou ale oproti LPG v tom že klesá více výkon motoru a to v průměru o 15 %. Toto lze eliminovat pouze tehdy, jestliže provedeme takovou přestavbu, která by zaručovala výhradní provoz na toto palivo. Další nevýhodou, kterou je nutno zmínit je zdlouhavější plnění (to trvá déle než 5 minut) a dále velmi malé pokrytí veřejně přístupných čerpadel tohoto paliva.

Mezi **výhody** CNG patří:

- levnější provoz,
- nádrže jsou umístěny v bezpečných zónách pod podlahou zadní části vozu,
- v motoru se neusazují karbonové dehty jako při spalování benzínu,
- tišší a klidnější chod motoru,
- zachování duálního způsobu pohonu (větší dojezd vozidla).

Mezi **nevýhody** CNG patří:

- omezený počet plnicích stanic (cca 33),
- cena přestavby či vyšší cena nového vozu,
- snížení výkonu,
- zmenšení zavazadlového prostoru (při dodatečné přestavbě),
- obavy z problematického prodeje těchto vozů. [20]

2.5 Ethanol E85 (bioethanol)

Jedná se o směs skládající se z 85 procent z bioethanolu a z 15 procent z Naturalu 95. Bioethanol se vyrábí z biomasy, tedy z rostlin nebo zbytků obsahujících větší množství škrobu a sacharidů. Nejčastěji je to například kukuřice, obilí nebo brambory, dále také cukrová třtina a řepa. Bioethanol lze pak přímo používat ve spalovacích motorech jako pohonné hmoty. V praxi se však čistý ethanol nepoužívá, častěji se přimíchává v menším množství do automobilového benzínu. Bioethanol snižuje emise CO₂ a zvyšuje oktanové číslo (některé zdroje uvádějí 98, jiné až 109). Přibližně o 20-30 % se pak zvýší spotřeba. Z ekonomického hlediska tedy nemá příliš smysl E85 tankovat (nižší cena je vykoupena vyšší spotřebou). [11]

Mezi **výhody** E85 patří:

- nízká cena paliva 26 - 28 Kč/1 litr,
- zvýšení výkonu o 10 – 15 %,
- nízká pořizovací cena,
- jde o obnovitelný zdroj energie - výroba z domácích surovin,
- bez nutnosti přídavné nádrže,
- rychlá montáž,
- E85 je možné mísit s dosavadním klasickým ropným benzínem,
- po montáži není již potřeba žádný dodatečný pravidelný servis vozidla.

Mezi **nevýhody** E85 patří:

- vyšší spotřeba oproti klasickým palivům (cca o 1 – 2 litry),
- obtížnější studené starty,
- zhoršení kvality oleje.

V USA se nachází více než 19000 čerpacích stanic, které nabízejí E85. V ČR se jejich počet pohybuje v řádu několika desítek. Pro provoz automobilu na E85 je zapotřebí některých úprav, zejména kvůli chemickým reakcím mezi ethanolem a součástkami z hořčíku, hliníku a gumy. Rozdíl je také v tom, že E85 je elektricky vodivý. Bohužel také váže vodu, čímž způsobuje vyšší náchylnost motoru ke korozi. Možná ekonomická výhodnost tohoto paliva je tímto pro běžný benzínový motor zcela znevážena. Nejvíce rozšířený je bioethanol v Brazílii, což je důsledkem množství pěstované cukrové třtiny ale také ve Skandinávii, zejména ve Švédsku. Bioethanol vyrobený z kukuřice se rovněž používá jako aditivum do většiny automobilových benzínů v USA. Obsah alkoholu v benzínu v USA je většinou 10 %. Od 1. 6. 2010 je v ČR podíl přimíchaného bioethanolu v klasickém benzínu minimálně 4,1 %.

Nejrůznější automobilky po celém světě (Ford, Chrysler, Toyota, Mercedes a další) testují E85 v extrémních podmínkách. Nové vozy tak budou stále častěji připraveny na spalování E85. [12]

Úprava motorů spočívá namontováním řídicí jednotky E85, která prodlužuje dobu vstřiku a řídí složení směsi paliva. Řídicí jednotka je ovládaná buď pomoci přepínače na přístrojové desce (řidič si zvolí provoz vozidla sám), nebo automaticky (lamdasonda vyhodnotí, které palivo se nachází v palivovém prostoru). Samozřejmě je možnost jednoduchého vypnutí řídicí jednotky, kdy dojde k přepnutí motoru na původní palivo (benzín). Při provozu na Ethanol E85 je doporučováno, po prvním ujetí 500 km až 1000 km, vyměnit palivový filtr vozidla. Při provozu na E85 dochází k čištění palivového systému a to díky vlastnostem E85. Proto je důležité palivový filtr co nejdříve vyměnit, protože dochází k vylučování všech nečistot z nádrže a benzínového potrubí a v palivovém filtru by mohlo dojít k jeho ucpání. Dále je doporučeno vyměnit stávající svíčky. Dosavadní automobilové svíčky dodávají jednu jiskru při jednom pracovním cyklu, což sice stačí pro benzín ale pro E85 by bylo vhodné tyto staré svíčky vyměnit za tzv. „pulzní svíčky“ například od firmy Pulstar. Jejich výhoda spočívá v tom, že po dobu zapálení intenzivně jiskří, a to díky zabudovanému pulznímu okruhu uvnitř těla svíček. Svíčky dodávají energii až 1000W, oproti cca. 50W u standardních automobilových svíček. Díky tomu může ve válcích docházet k mnohonásobně rychlejšímu výboji ve válcích a tím rychlejší zapálení směsi a díky delšímu jiskření i dokonalé dohoření palivové směsi ve válcích. [13]

2.6 Bionafta

Bionafta je palivo určené pro vznětové motory. Toto palivo lze vyrábět z jakéhokoliv rostlinného oleje, tedy například z řepkového oleje, slunečnicového oleje či sojového oleje. V České republice je nejtypičtěji bionafta získávaná právě z řepkového oleje. Nutno je však říci, že řepka jako rostlina je velmi náročná, jelikož potřebuje pro svůj růst mnoho živin a proto je doporučováno pěstovat řepku na polích pouze každý čtvrtý rok.

O samotné výrobě bionafty se dá říci, že je tzv. „bezodpadová“. Výroba probíhá tak, že ze suchých semen řepky olejné se vylisuje olej. Tento olej dále chemickým procesem zvaným esterifikace použijeme pro výrobu bionafty a samotný odpad neboli jinak řečeno šrot, se v dalším procesu zpracuje jako hnojivo či doplněk pro krmné směsi pro užitková zvířata. [14]

Mezi **výhody** bionafty například patří:

- vyrábí se z obnovitelných zdrojů,
- snižuje kouřivost díky lepšímu procesu hoření (to má za následek také snížení emisí polévatého prachu, síry, oxidu uhličitého, aromatických látek a uhlovodíků vůbec),
- není toxická, ale naopak je biologicky odbouratelná,
- snižuje opotřebení motoru díky vyšší mazací schopnosti než u motorové nafty,
- Skladuje se stejným způsobem jako motorová nafta.

Mezi **nevýhody** bionafty například patří:

- celý výrobní proces je energetický náročný,
- při styku s větším množstvím vody v palivovém systému, může dojít ke korozi,
- je mnohem silnější rozpouštědlo než motorová nafta, což může mít za následek uvolnění nečistot v palivovém potrubí a tím pádem zanesení vstřikovacích ventilů (nutno vyměnit palivový filtr po přechodu na toto palivo).

2.7 Hybridní pohony

Poslední kategorie pro pohonů automobilů jsou tzv. hybridní automobily. Hybridní automobil znamená, že k pohonu využívá více než jeden zdroj energie. V tomto případě se jedná o kombinaci spalovacího motoru a elektromotoru. Tyto

hybridní automobily jsou dále rozděleny na kategorie, které určují, zda jsou schopny jezdit čistě na elektřinu, či se pouze vzájemně doplňovat.

Micro hybrid – zde se vlastně ani nejedná o hybridní pohon, ale pouze vozidlo v sobě nese motorgenerátor, díky kterému můžeme vykonávat funkci start-stop, což znamená, že v okamžiku zastavení vozidla se spalovací motor vypne a po sešlápnutí plynového pedálu se motor opět nastartuje a pokračuje v jízdě.

Mild hybrid – jedná se o kombinaci spalovacího motoru a slabého elektrického motoru. Zde se elektromotor na výkonu vozidla podílí ale pouze s menším výkonem. Díky tomuto může vozidlu pomáhat při rozjezdech a akceleraci.

Full hybrid – toto je již pohon spalovacího motoru se silným elektromotorem, který dokáže jezdit čistě a jen na elektřinu - samozřejmě s nulovými emisemi. Toto je výhodné využívat například ve městech, kde elektromotor je na jízdni podmínky dost silný. Ovšem toto je opět limitováno kapacitou baterií. Například u vozu Toyota Auris HSD se dojezd čistě na elektřinu pohybuje okolo dvou kilometrů. Po té se musí opět baterie dobít jízdou na klasický spalovací motor.

Plug-in hybrid – takto se označují hybridní vozidla, které lze dobít připojením k elektrickému zdroji a to proto, že obsahují baterie s mnohem větší kapacitou a tudíž i větším dojezdem - cca 40 až 80 km (dle stylu jízdy). Lze tedy jezdit opět čistě na elektrický pohon nebo čistě na benzínový či kombinací obojího.

U hybridního pohonu můžeme spatřovat výhody v elektropohonu, a to zejména díky jeho účinnosti (až 90 %), žádných výfukových plynů a minimální hlučnosti. Ve spalovacím motoru se ukrývají výhody především ve velkém dojezdu, ve vysokém krouticím momentu ve středních a vysokých otáčkách a v možnosti jízdy vysokou rychlostí.

Nevýhody opět kopírují nevýhody jednotlivých druhů pohonů. U elektropohonu je to malý dojezd, velká hmotnost a prostorová náročnost akumulátorů, u spalovacích motorů pak závislost na neobnovitelných zdrojích a vypouštěné výfukové plyny obsahující jedovaté sloučeniny. Další nevýhodou jsou vysoké pořizovací náklady.

3 Posouzení dopadů využívání alternativních paliv v multikriteriálním pojetí

V této kapitole bych se rád věnoval jednotlivým druhům dopadů, ať už z pohledu pozitivního či negativního, užívání alternativních paliv. K tomu abych posoudil dopady, budu používat, dle mého názoru dva nejdůležitější a také nejdiskutovanější faktory a těmi jsou ekonomika a ekologie. Ani u alternativních paliv není vše pozitivní. Je také zapotřebí překonávat plno nových překážek jako je například samotné zavádění nových technologií, stránka bezpečnosti, lobby majitelů ropných nalezišť také geografické vlivy.

3.1 Ekonomické srovnávání

Při užívání alternativních paliv bude zajímat většinu motoristů cenová relace. Většina alternativních paliv vykazuje ve směsi nižší náklady na provoz vůči dnešním cenám fosilních paliv. Některé však vypadají na první pohled výhodně, ale díky dalším okolnostem, které dále uvedu, se výhoda může vytratit.

3.1.1 Ekonomické srovnání Natural 95 vs. LPG

V této kapitole se pokusím nastínit, kdy se začne vyplácet zakoupení vozu, který bude obsahovat provoz na LPG již z výrobní linky. Cena samotné přestavby pro starší vozidlo, se příliš neliší od ceny nového vozu s tímto již zabudovaným pohonem. Jedná se o vozidlo Škoda Octavia Combi 1.6 MPI. Je to vozidlo střední třídy, které se na silnicích objevuje v širší míře, proto je vhodné svojí pozornost zaměřit právě na něj.

Tabulka 2: Specifikace vozu Natural 95/ LPG

Vozidlo	Škoda Octavia Combi 1.6 Mpi	
Výkon (kw)	75	75
Palivo	Natural 95	LPG
Cena paliva (Kč/l)	34,58	17,14
Spotřeba (l)	7,2	9,2
Navýšení ceny vozu (Kč)	x	30 000

Zdroj: [23, 33]

Z níže uvedeného obrázku 1 a z výše uvedených dat, vidíme tu skutečnost, že pokud zakoupíme vozidlo, u kterého bude pořizovací cena o 30tis vyšší, než u klasického pohonu, náklady na toto palivo se vrátí již po ujetí necelých 35tis. kilometrů. Což je dle mého názoru vyhovující.

$$\text{Náklady u naturalu 95} = 7,2 * 34,58 = \frac{249,9 \text{ Kč}}{100 \text{ km}} = 2,499 \text{ Kč/km} \quad (1)$$

$$\text{Náklady u LPG} = 8,2 * 17,14 = \frac{140,6 \text{ Kč}}{100 \text{ km}} = 1,406 \text{ Kč/km} \quad (2)$$

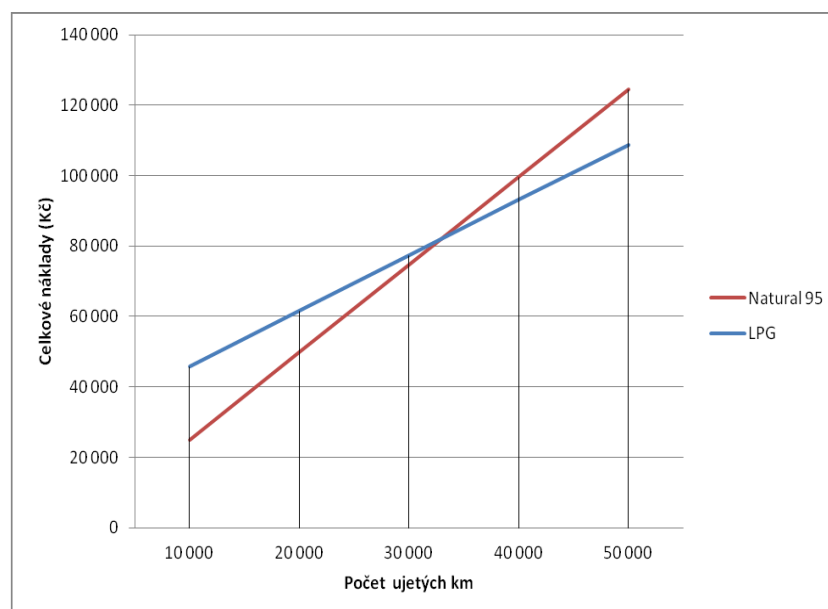
$$\text{Úspora s LPG} = 100 - \left(140,6 : \left(\frac{249,9}{100} \right) \right) = 100 - 56,3 = 43,7\% \quad (3)$$

Tabulka 3: Průběh nákladů Natural 95/LPG

Počet ujetých km		10 000	20 000	30 000	40 000	50 000	60 000
Průběh celkových nákladů (Kč)	Natural 95	24 898	49 795	74 693	99 590	124 488	149 386
	LPG	45 769	61 538	77 306	93 075	108 844	124 613

Zdroj: Vlastní

Obrázek 8: Bod zlomu Naturalu 95 vs. LPG



Zdroj: Vlastní

Dle výše uvedených výpočtu je vidět, že provoz na LPG je o **44 %** levnější oproti Naturalu 95, což je dle mého názoru investice do tohoto druhu s dnešními cenami pohonných hmot, více než lákavá a to zejména pro ty, kteří najezdí ročně alespoň 15 tis km. To by tedy znamenalo, že investice se navrátí maximálně do dvou let, což si myslím, že je přijatelná doba. Ovšem platí zde jednoduchá úměrnost. Čím více jezdíte, tím dříve se investice navrátí. Pokud bychom vzali v potaz podnikatelský vůz, se kterým se za rok najezdí více než 25 tis km, je investice navracena krátce po prvním roce užívání. Dalším faktem je, že toto palivo bude kopírovat i do budoucna cenu benzínu a bude v průměru o poloviční částku levnější. To je dáno tím, že se jedná o doprovodný produkt při těžbě zemního plynu a rafinace ropy. Navíc tomuto druhu paliva vytváří dobré podmínky pro rozšíření i slušná základna čerpacích stanic, jak v České republice, tak i ve světě.

3.1.2 Ekonomické srovnání Natural 95 vs. CNG

V tomto srovnání budu posuzovat opět vozidlo, které již pohon na CNG má zabudované přímo z výroby. Pro tento druh pohonu jsem zvolil vozidlo Volkswagen Touran 1.4 TSi EcoFuel. Jedná se o rodinný vůz, který je opět ideální také pro podnikání, kde manažery firem zajímají právě nižší náklady na samotný provoz vozidla.

Tabulka 4: Specifikace vozu Natural 95/CNG

Vozidlo	Volkswagen Touran	
	1.4 Tsi	1.4 Tsi EcoFuel
Motorizace	103	110
Výkon (kw)	Natural 95	CNG
Palivo	34,58 Kč/l	25,2 Kč/kg
Cena paliva	6,4 l/100km	4,3 kg/100km
Spotřeba	x	50 600
Navýšení ceny vozu (Kč)		

Zdroj: [24, 34]

Níže uvedený graf zobrazuje vývoj nákladů v závislosti na počtu ujetých kilometrů. Opět jako u předchozího porovnání LPG, je nutné na samotném počátku navýšit náklady na provoz o vyšší cenu vozu, což zde činí 50 600 Kč, jak je uvedeno v tabulce 4.

$$\text{Náklady u naturalu 95} = 6,4 * 34,58 = \frac{221,3 \text{ Kč}}{100 \text{ km}} = \mathbf{2,213 \text{ Kč/km}} \quad (4)$$

$$\text{Náklady u CNG} = 4,3 * 25,2 = \frac{108,4 \text{ Kč}}{100 \text{ km}} = \mathbf{1,084 \text{ Kč/km}} \quad (5)$$

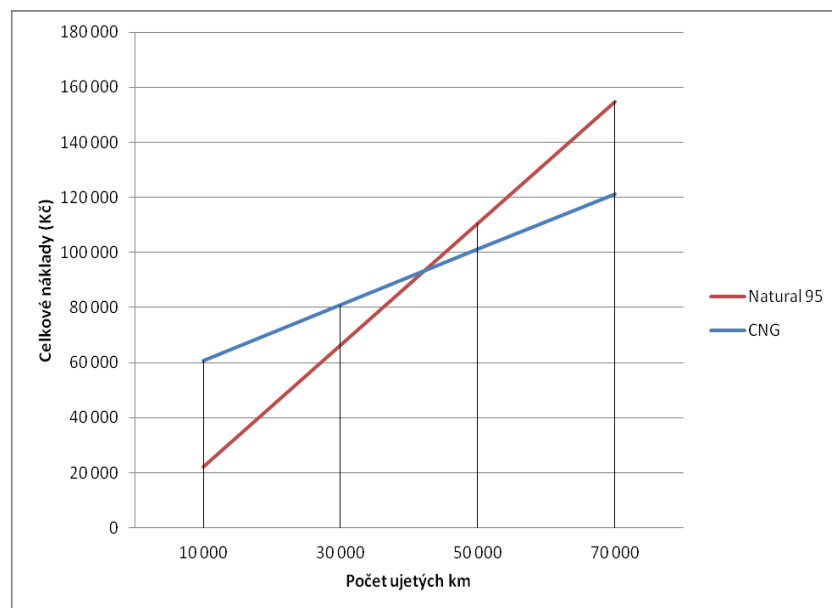
$$\text{Úspora s CNG} = 100 - \left(108,4 : \left(\frac{221,3}{100} \right) \right) = 100 - 49 = \mathbf{51 \%} \quad (6)$$

Tabulka 5: Průběh nákladů Natural 95 vs. CNG

Počet ujetých km		20 000	40 000	50 000	60 000	70 000	80 000
Průběh celkových nákladů (Kč)	Natural 95	44 262	88 525	110 656	132 787	154 918	177 050
	CNG	70 810	91 020	101 125	111 230	121 335	131 440

Zdroj Vlastní

Obrázek 9: Bod zlomu Naturalu 95 vs. CNG



Zdroj Vlastní

Toto palivo je u tohoto vozu výhodnější již skoro o **51 %** vůči Naturalu 95, což je v porovnání s LPG lepší výsledek o 7 %. Ano, v příkladu s LPG bylo použité jiné vozidlo s jiným motorem, nicméně na samotný výsledek to příliš velký vliv nemá. Pokud bychom vozidlo Volkswagen Touran 1.4 TSi (bez CNG) dodatečně

modifikovali na LPG, dostali bychom velice korelující čísla v procentech, co se uspořené nákladů týče. U CNG je 51 % výborné uspořené, ale musíme si uvědomit, že ať už cena za přestavbu, či navýšení ceny nového vozu s pohonem na CNG je bohužel (prozatím) téměř o 60 – 80 % vůči LPG vyšší. To má za následek, že je potřeba najezdit mnohem více kilometrů k tomu, aby se nám investice navrátila. Dle grafu výše je vidět, že by se jednalo o hodnotu necelých 48 tis. kilometrů. U rodinných vozů bych se spíše přikláněl určitě k LPG, jelikož pokud by rodinné vozidlo najezdilo za rok nanejvýš 10 - 12 tis. km, návratnost by byla za mnohem delší dobu a to minimálně za 4 roky, což z pohledu rodinného rozpočtu, nevidím jako příliš výhodné a zajímavé. Z firemního pohledu toto palivo vidím již jako zajímavé, pokud bychom ale zanedbali menší počet čerpacích stanic. CNG bude mnohem více zajímavé například pro provozovatele městské hromadné dopravy, protože mají zajištěný vysoký počet ujetých kilometrů a také samotné palivo, které si mohou dovážet a tankovat přímo z vlastních nádrží, které by měli umístěné v parkovištích či v garážích, jako je tomu již dnes v řadě měst.

3.1.3 Ekonomické srovnání Natural 95 vs. Ethanol E85

V tomto srovnání budu opět uvažovat vozidlo Škoda Octavia Combi 1.6 MPI FlexFuel, které je již z výroby určeno na tento druh paliva. Je pravdou, že vozidlo není v běžném ceníkovém katalogu v České republice, jelikož je primárně určeno na skandinávský trh, kde se toto palivo využívá v hojné míře. Nicméně na vyžádání u prodejce by mělo být k dispozici k prodeji i zde v České republice. Označení FlexFuel právě znamená, že motor je upraven na spalování Ethanolu E85.

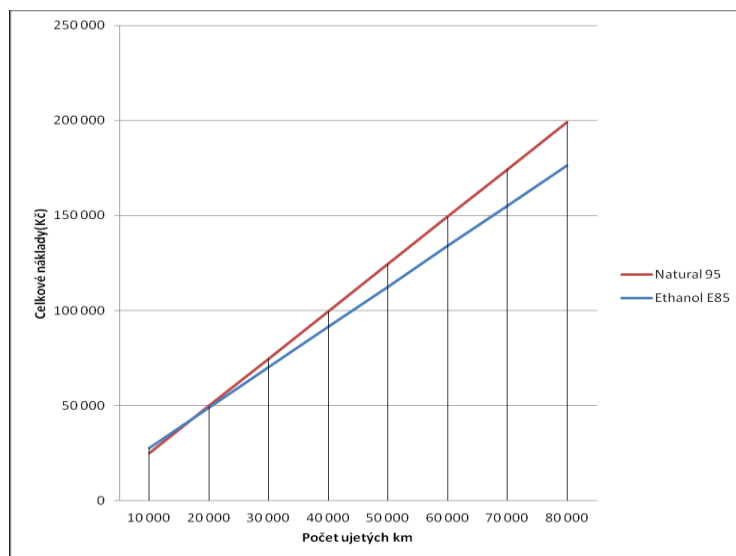
Tabulka 6: Specifikace vozu bez/s Multifuel

Vozidlo	Škoda Octavia Combi	
	1.6 Mpi	1.6 Mpi FlexFuel
Motorizace	75	75
Výkon (kw)	Natural 95	Ethanol E85
Palivo	34,58	25,9
Cena paliva (Kč/l)	7,2	8,2 – 9,2
Spotřeba (l/100km)	x	6 500
Navýšení ceny vozu (Kč)		

Zdroj: [23, 35]

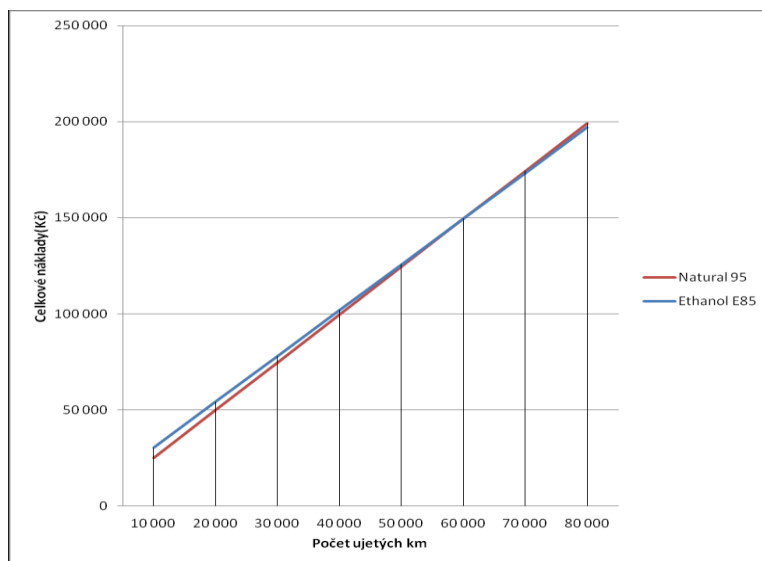
U tohoto paliva je ale obtížné určit, zda toto palivo ušetří peněženice či nikoliv, jelikož opravdu příliš záleží na stylu jízdy, protože je veliký rozdíl, zda jezdíte o jeden či o dva litry více oproti spalování běžného Naturalu 95. Nejvíce se zvětšení spotřeby projeví v zimním období. U tohoto příkladu použijí hned dva grafy, které tuto skutečnost lépe vystihují.

Obrázek 10: Bod zlomu se spotřebou 8,2l/100 km s E85 vs. 7,2l/100 km s Natural 95



Zdroj: Vlastní

Obrázek 11: Bod zlomu se spotřebou 9,2l/100 km s E85 vs. 7,2l/100 km s Natural 95



Zdroj: Vlastní

Z výše uvedených grafů, lze pozorovat, že provoz na palivo E85 vypadá na první pohled velice zajímavě vzhledem k malé investované částce při koupi vozidla nebo investované do přestavby, ale pokud se nám zvýší spotřeba o pouhý jeden litr, již prvotní výhoda se výrazně odsouvá. Při nižší spotřebě se palivo začne vyplácet již po 20tis. km, ovšem stačí navýšit o 1 litr spotřebu a rázem se vyplácení tohoto paliva posouvá až po 60tis km.

U příkladu s LPG, jsme zjistili, že náklady na 100 km u tohoto vozidla činí 277,2 Kč při jízdě na Natural 95. Nyní tyto náklady na 100 ujetých kilometrů vypočítáme i pro Ethanol E85 a to jak pro nižší spotřebu (8,2l/100 km), tak i pro vyšší spotřebu (9,2l/100 km). Zároveň uvedu i průběh nákladů a to jaký je průběh, každých 10 tis. km.

Náklady u **nižší** spotřeby:

$$\text{Náklady u ethanolu E85} = 8,2 * 25,9 = \frac{212,4 \text{ Kč}}{100 \text{ km}} = \mathbf{2,213 \text{ Kč/km}} \quad (7)$$

Náklady u **vyšší** spotřeby:

$$\text{Náklady u ethanolu E85} = 9,2 * 25,9 = \frac{238,3 \text{ Kč}}{100 \text{ km}} = \mathbf{2,383 \text{ Kč/km}} \quad (8)$$

$$\phi \text{ úspora s E85} = 100 - \left(\frac{212,4 + 238,3}{2} : \left(\frac{277,2}{100} \right) \right) = 100 - 81,3 = \mathbf{18,7\%} \quad (9)$$

Tabulka 7: Průběh nákladů s nižší spotřebou E85

Počet ujetých km		10 000	20 000	40 000	60 000	70 000	80 000
Průběh celkových nákladů (Kč)	Natural 95	24 898	49 795	99 590	149 386	174 283	199 181
	Ethanol E85	27 738	48 976	91 452	133 928	155 166	176 404

Zdroj: Vlastní

Tabulka 8: Průběh nákladů s vyšší spotřebou E85

Počet ujetých km		20 000	40 000	50 000	60 000	70 000	80 000
Průběh celkových nákladů (Kč)	Natural 95	49 795	99 590	124 488	149 386	174 283	199 181
	Ethanol E85	54 156	101 812	125 640	149 468	173 296	197 124

Zdroj: Vlastní

Z výše uvedených vypočtených nákladů vyplývá, jaký má vliv samotná spotřeba. To stejné samozřejmě bude platit i u rozdílu ceny litru paliva E85 vůči Naturalu 95. Koruna až dvě budou hrát stejně důležitou roli jako spotřeba paliva. Toto palivo vidím do budoucna rozšířené prozatím pouze v rodinných vozech, u kterých i samotní řidiči budou mít velice lehkou nohu na plynovém pedálu.

3.1.4 Ekonomické srovnání vozidla poháněné zážehovým motorem vs. full hybrid

Na trhu je již několik automobilek (např. Toyota či Honda), které nabízí vozidla, s tímto pohone. Konkrétně full hybrid, jak bylo vysvětleno v kapitole věnované k popisu dostupných alternativních pohonů víme, že full hybrid obsahuje silný elektromotor, který je schopen čistě elektrické jízdy v řádu několika kilometrů (2 - 3 km). Pro toto srovnání volím vozy z řad Toyoty, která nabízí obdobné motory, vhodné pro výpočet.

Tabulka 9: Specifikace vozů zážehové motoru vs. hybridní motor

Vozidlo	Toyota Auris (varianta Sol)	
Motorizace	1.6l Valvematic 6 MMT	1.8 VVT-i HSD E-CVT
Výkon (kw)	97	100
Motor	zážehový	Hybridní (zážehový + elektrický)
Cena paliva (Kč/l)	34,58	
Spotřeba (l/100 km)	6,3	3,8
Cena (Kč)	509 900	589 900
Navýšení ceny vozu (Kč)	x	80 000

Zdroj: [26, 33]

Pokud se podíváme na hodnotu, kdy se počáteční investice navrátí, zjistíme, že se nachází v bodě menším než 95 tis ujetých kilometrů, jak je též vyznačeno v níže uvedeném grafu, což je bohužel, již velká suma km. na navrácení vstupní investice.

$$\text{Náklady zážehového motoru} = 6,3 * 34,58 = \frac{217,9 \text{ Kč}}{100 \text{ km}} = 2,179 \text{ Kč/km} \quad (10)$$

$$\text{Náklady hybridního motoru} = 3,8 * 34,58 = \frac{131,4 \text{ Kč}}{100 \text{ km}} = 1,314 \text{ Kč/km} \quad (11)$$

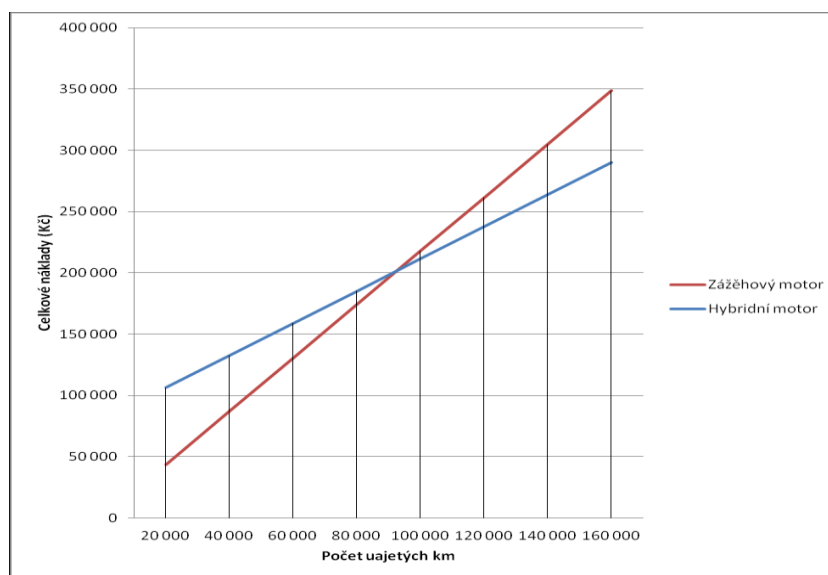
$$\text{Úspora hybridního motoru} = 100 - \left(131,4 \cdot \left(\frac{217,9}{100} \right) \right) = 100 - 60,3 = 39,7\% \quad (12)$$

Tabulka 10: Průběh nákladů zážehového motoru a hybridního motoru

Počet ujetých km		40 000	60 000	80 000	100 000	120 000	140 000
Průběh nákladů celkových (Kč)	Zážehový m.	87 142	130 712	174 283	217 854	261 425	304 996
	Hybridní m.	132 562	158 842	185 123	211 404	237 685	263 966

Zdroj: Vlastní

Obrázek 12: Bod zlomu u zážehového motoru vs. hybridní motor



Zdroj: Vlastní

Jak můžeme vidět, úspora hybridního pohonu je ale přesto zajímavá, jelikož činí necelých **40 %**. Bohužel samotná vstupní investice, která je vyšší o 80 tis., již může plno potencionálních zákazníků odradit.

3.1.5 Ekonomické srovnání vozidla poháněné zážehovým motorem vs. elektropohon.

V této části bych srovnal dva vozy, které jsou srovnatelné svými rychlostními výkony a víceméně i cenou, ale samotnými provozními náklady jsou diametrálně rozlišné. Jedná se o srovnání sportovního vozidla Porsche Carrera 911 (zážehový motor) a elektromobilu Tesla Roadster (elektromotor) od společnosti Tesla Motors, který je také sportovně zaměřený.

Obrázek 13: Porsche Carrera 911 a Tesla Roadster



Zdroj: Porsche, Tesla Motors

Tabulka 11: Specifikace vozů Porsche a Tesla

Vozidlo	Porsche Carrera 911	Tesla Roadster
Cena (Kč)	2 418 000	2 093 000
Výkon (kw)	257	182
Zrychlení 0-100 km/h (s)	4,8	3,9
Palivo	Natural 95	Elektrická energie
Cena paliva	34,58 Kč/l	4,54 Kč/kwh
Spotřeba	9,0 l/100 km	110 wh/100 km

Zdroj: [27, 28, 36]

Ihned uvádím grafické a výpočetní srovnání těchto dvou automobilů, z hlediska provozních nákladů na palivo.

$$\text{Náklady u Naturalu 95} = 9 * 34,58 = \frac{311,2}{100} = 3,112 \frac{\text{Kč}}{\text{km}} \quad (13)$$

$$\text{Náklady u elektrické energie} = 0,454 * 110 = 49,9 \frac{\text{Kč}}{\text{km}} \quad (14)$$

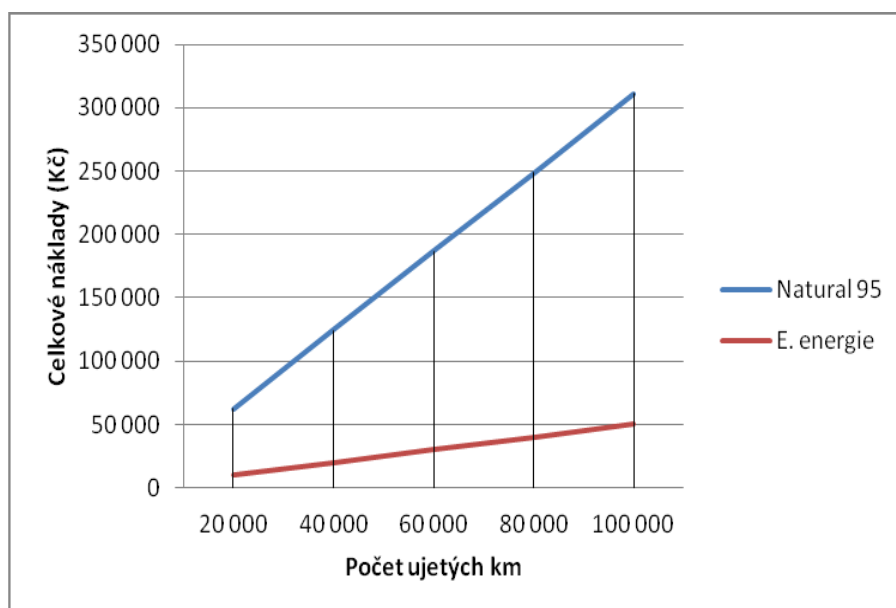
$$\text{Úspora u elektrické energie} = 100 - \left(49,9 : \left(\frac{311,2}{100} \right) \right) = 100 - 16,03 = 83,97\% \quad (15)$$

Tabulka 12: Průběh nákladů Porsche a Tesly

Počet ujetých km		20 000	40 000	60 000	80 000	100 000
Průběh celkových nákladů (Kč)	Porsche	62 244	124 488	186 732	248 976	311 220
	Tesla	9 988	19 976	29 964	39 952	49 940

Zdroj: Vlastní

Obrázek 14: Grafický průběh nákladů u zážehového motoru vs. elektromotor



Zdroj: Vlastní

Jak je patrné, elektromobil má od počátku navrch. Aniž bychom nezohlednily fakt, že je elektromobil Tesla vůči Porsche levnější, a to o více jak 320 tis., tak elektromobil již při prvních kilometrech je více jak 6x levnější na provoz vůči vozu značky Porsche. Pokud bychom zohlednily také náklady spojené s údržbou a servisním intervalem, zjistili bychom, že Porsche by se prodražilo a další nemalé částky. To je dáno také tím, že elektromobily jsou z hlediska údržby oproti spalovacím motorům prakticky bezúdržbové.

Z výpočtů také vyplývá, že úspora u elektromobilu činí necelých 84 %. To je vynikající výsledek. Ovšem nesmíme zapomínat na fakt, že ceny elektromobilů nejsou pro běžné rodiny prozatím cenově dostupné. Nicméně je dle mého názoru více než

jisté, že je to pouze otázkou času, kdy se i tato skutečnost vcelku vyřeší. Cena vozu u elektromobilu je nejvíce zatížena cenou baterií.

3.1.6 Ekonomické srovnání Motorová nafta vs. Bionafta

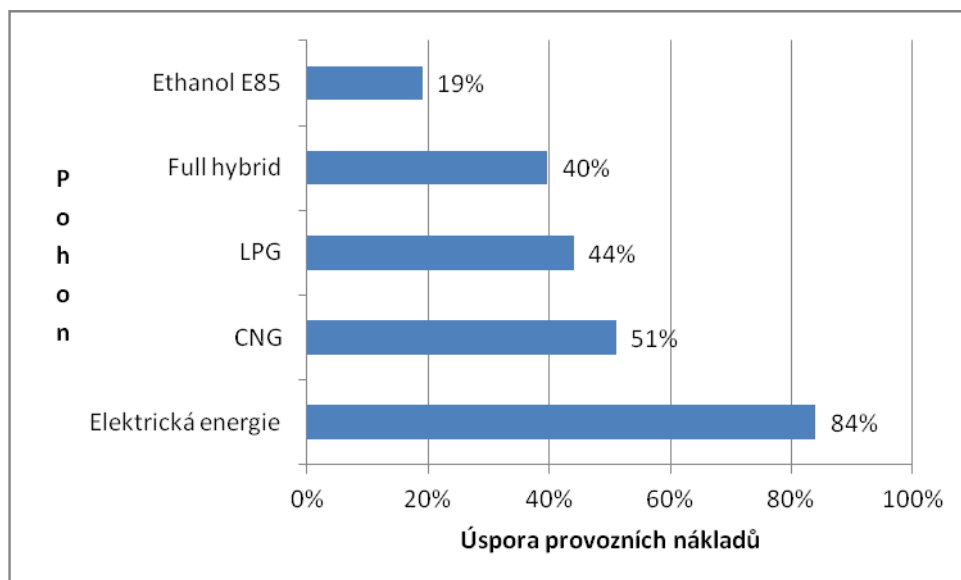
Provoz na Bionaftu vůči klasické naftě z hlediska nákladů je srovnatelný. Je to dáno tím, že Bionafta je sice v průměru o 3 - 4 Kč/l levnější oproti klasické naftě ale samotná údržba vozidla je mnohem nákladnější než u klasické nafty. U Bionafty je doporučováno měnit motorový olej o 40 – 50 % ujetých km dříve než u klasické nafty. Celkové náklady spojené s výměnou oleje jsou tak vysoké, že se víceméně ekonomická výhodnost vytrácí. Interval výměny olejů je u dnešních vozů kolem 15 tis. km. S Bionaftou to činí 9 tis. km.

3.1.7 Celkové porovnání nákladů

Jelikož posuzování ekonomické výhodnosti alternativních paliv probíhalo na porovnání nákladů vůči Naturalu 95, můžeme shrnout všechny druhy alternativních paliv, které jsou dnes dostupné, do jednoho celku a tím porovnat procentuelní úsporu nákladů na provoz. Jediný pohon, který zde neuvádím je vodíkový pohon, díky výše uvedeným důvodům (s provozními náklady se v současné době nedá počítat).

Z níže uvedeného grafu, je patrné, že nejnižší náklady na provoz, zajišťuje elektrický pohon, dále LPG s lehkou ztrátou na CNG, a jako nejméně úsporné se jeví Ethanol E85. Ovšem pro nás důležitým faktem je ten, že ani jedno z alternativních paliv, není vysloveně ztrátové, což je velice důležité, pokud se budeme například ve firmách snažit snižovat jednotky nákladů na jeden ujetý kilometr na co nejnižší hodnotu. Dle mého názoru nebudeme chybovat u žádného z uvedených paliv. Jak jsem již nastínil, nejlevnějším pohonem je v současnosti elektrická energie, ale nelze však říci, že je to také nejlepší ekonomická volba současnosti. Byla by, ovšem nesmíme zapomínat na cenu těchto dnešních vozů a samotný dojezd.

Obrázek 15: Úspora nákladů na palivo v porovnání se zážehovým motorem



Zdroj: Vlastní

3.2 Ekonomické přiblížení budoucích pohonů

Tato část nám poskytne pohled na jednotlivé typy perspektivních pohonů a umožní nám odhadnout, jaké ekonomické úspory můžeme od budoucích pohonů očekávat.

3.2.1 Ekonomické přiblížení vozidla poháněné vznětovým motorem vs. plug-in hybrid.

Plug-in prozatím na silnicích nevidíme, nicméně jejich výroba se očekává v horizontu několika mála měsíců. Proto vidím jako přínosné, uvést základní ekonomickou stránku tohoto druhu pohonu. Zajímavým porovnáním se jeví vůz ze stáje Volvo typu V60, který jako první na světě bude poháněn vznětovým motorem a elektromotorem s funkcí plug-in. Touto kombinací vytváří velmi zajímavé hodnoty v rámci spotřeby paliva. Baterii tohoto vozidla je díky technologii plug-in možno dobít z klasické zásuvky, či samotnou jízdou. Baterie urazí na čistě elektrický pohon zhruba 50km. Řidič si bude moci vybrat několik režimů jízdy, a to buď režim čistě na

elektrický pohon, dále kombinaci elektromotoru a vznětového motoru (neboli hybridní pohon) a poslední variantou je pohon čistě vznětového motoru. Nás bude zajímat právě režim hybridního pohonu.

Obrázek 16: Volvo V60



Zdroj: www.volvo.com

Tabulka 13: Specifikace vozů Volvo

Vozidlo	Volvo V60	
Motorizace	D5	Plug-In Hybrid
Výkon (kw)	158	210
Motor	Vznětový	Hybridní (vznětový + elektrický)
Cena paliva Kč/l	34,25	
Spotřeba l/100 km	6,2	1,9

Zdroj: [30, 33]

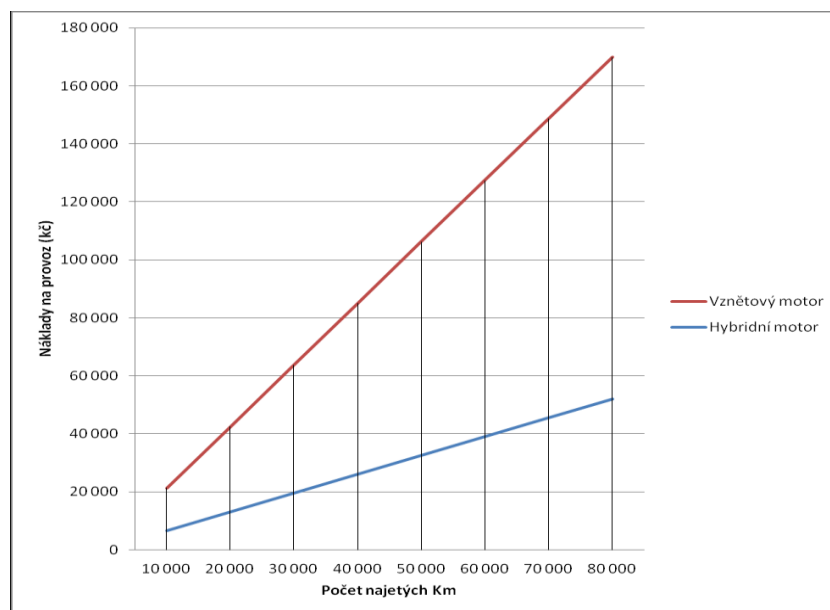
Pokud nás budou zajímat náklady na provoz tohoto vozidla a zanedbáme vyšší vstupní investici, vykazuje tato kombinace pohonů velmi zajímavé výsledky.

$$\text{Náklady u dieselu} = 6,2 * 34,25 = \frac{212,4}{100} = 2,124 \frac{\text{Kč}}{\text{km}} \quad (16)$$

$$\text{Náklady u hybridního motoru} = 1,9 * 34,25 = \frac{65,1}{100} = 0,651 \frac{\text{Kč}}{\text{km}} \quad (17)$$

$$\text{Úspora u plug - in motoru} = 100 - \left(65,1 : \left(\frac{212,4}{100} \right) \right) = 100 - 30,7 = 69,3\% \quad (18)$$

Obrázek 17: Průběh nákladů vznětového motoru vs. plug-in hybrid



Zdroj: Vlastní

Úspora nákladů u plug-in hybridu vůči vznětovému motoru jsou nižší a to až o **69,3 %**, což by jistě potěšilo nejednoho motoristu. Otázkou však zůstává, o jak velkou částku automobilky tyto vozy nadhodnotí oproti běžné verzi vozidla stejného typu s běžným motorem.

3.2.2 Ekonomické přiblížení vozidla poháněné zážehovým motorem vs. vodíkový pohon.

Vzhledem k tomu, že doposud není vyráběno žádné vozidlo sériovou výrobou, bude toto srovnání pouze informativní. I samotné čerpací stanice jsou zatím obrazem budoucnosti. S provozními náklady se také v současné době nedá vůbec počítat. Cena vodíku pro dopravu totiž kvůli absenci trhu není vůbec stanovena. Nicméně v České republice, máme jako jedni z mála první vodíkovou stanici v Evropě a to konkrétně v Neratovicích, u které lze tankovat vodík za 120 Kč/kg. Proto věřím, že alespoň menší nákladové přiblížení tohoto paliva, bude více než přínosné. Tento druh pohonu budeme posuzovat s vozidlem, které jak jsem v úvodu naznačil, není prozatím sériově vyráběno, nicméně jsou nám známy hodnoty, které pro náš výpočet budou dostačující. Jedná se o vůz Hodna FCX Clarity, který jsem v této práci již označil, jako průkopníka vozů s vodíkovým pohonem. Druhým vozem, který budeme srovnávat, bude opět ze stáje Honda a jedná se o typ Civic.

Tabulka 14: Specifikace vozů Honda

Vozidlo	Honda Civic	Honda FCX Clarity
Motorizace	1.8 i-VTEC	-
Výkon (kw)	104	100
Palivo	Natural 95	Vodík
Cena paliva	34,58 Kč/l	120 Kč/kg
Spotřeba	5,9 l/100km	1,1 kg/100km

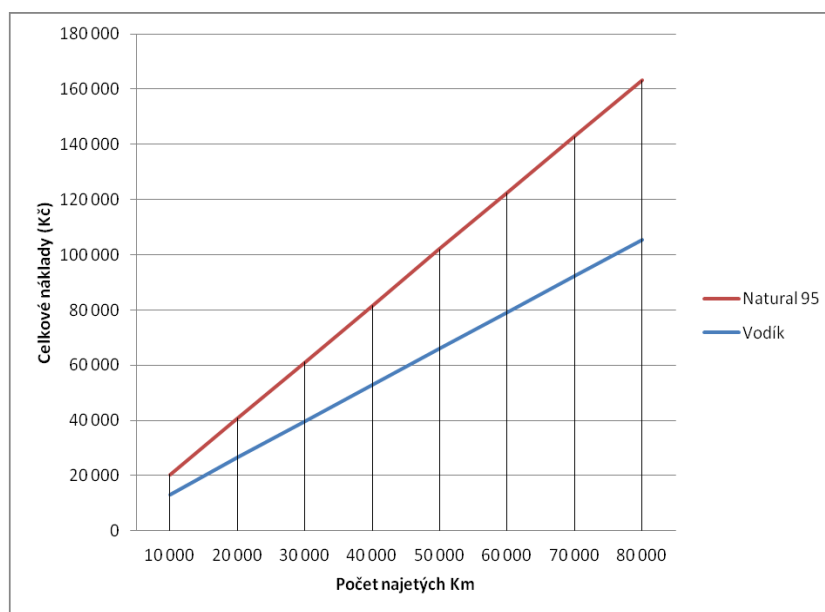
Zdroj: [32, 33]

$$\text{Náklady u naturalu 95} = 5,9 * 34,58 = \frac{204,0}{100} = 2,040 \frac{\text{Kč}}{\text{km}} \quad (19)$$

$$\text{Náklady u vodíku} = 1,1 * 120 = \frac{132,0}{100} = 1,320 \frac{\text{Kč}}{\text{km}} \quad (20)$$

$$\text{Úspora s vodíkem} = 100 - \left(132 : \left(\frac{204}{100} \right) \right) = 100 - 64,71 = 35,3\% \quad (21)$$

Obrázek 18: Průběh nákladů zážehového motoru vs. vodíkový motor



Zdroj: Vlastní

3.3 Ekologické srovnání

Dalším důležitým prvek, který nesmíme opominout, je ten, zdali alternativní pohony skutečně mají blahodárnější vliv na životní prostředí. Proto se zde zaměříme na samotnou ekologii vozidel, které jsme srovnávali v ekonomické části této práce a porovnáme, o kolik procent jsou jednotlivá alternativní paliva hospodárnější, vůči spalovacím motorům. Měřítkem pro ekologické srovnání alternativních paliv vůči klasickým palivům jsem zvolil množství vypuštěného CO₂ na kilometr provozu vozidla. Dle mého názoru, se právě toto měřítko stalo v současné době, dalo by se říci, měřítkem ekologie.

3.3.1 Ekologické srovnání Natural 95 vs. LPG

Tabulka 15: Vyprodukované množství CO₂ u Naturalu 95 a LPG

Vozidlo	Škoda Octavia Combi 1.6 Mpi /LPG	
Výkon (kw)	75	75
Palivo	Natural 95	LPG
Spotřeba (l/100 km)	7,2	9,2
Emise CO₂ na ujetý km	167	149

Zdroj: [23]

Z výše uvedené tabulky nám vyplývá, Škoda Octavi Combi ve verzi LPG je celkem o 18 CO₂ na ujetý kilometr příznivější na životní prostředí, což představuje **10,8 %** lepší výsledek vůči Naturalu 95.

3.3.2 Ekologické srovnání Natural 95 vs. CNG

Tabulka 16: Vyprodukované množství CO₂ u Naturalu 95 a LPG

Vozidlo	Volkswagen Touran 1.4 Tsi / EcoFuel	
Výkon (kw)	103	110
Palivo	Natural 95	CNG
Spotřeba	6,4 l/100km	4,3 kg/100km
Emise CO₂ na ujetý km	159	128

Zdroj: [24]

Opět z výše uvedené tabulky vidíme, že i vozidlo Volkswagen Touran s pohonem na CNG, představuje pro životní prostředí větší přínos než Natural 95 a to o celých **19,5 %** z pohledu CO₂.

3.3.3 Ekologické srovnání Natural 95 vs. Ethanol E85

Tabulka 17: Vyprodukované množství CO₂ u Naturalu 95 a Ethanolu E85

Vozidlo	Škoda Octavia Combi 1.6 Mpi / Multifuel	
Výkon (kw)	75	75
Palivo	Natural 95	Ethanol E85
Spotřeba (l/100 km)	7,2	9,2
Emise CO₂ na ujetý km	167	157

Zdroj: [23]

Jak je vidět, z výše uvedené tabulky, Škoda Octavia Combi Multifuel má méně škodlivých emisí CO₂ na ujetý km než v případě spalování Ethanolu E85 oproti klasickému Naturalu 95. Ethanol E85 vyprodukuje o **6 %** CO₂ méně oproti spalování Naturalu 95.

3.3.4 Ekologické srovnání vozidla poháněné zážehovým motorem vs. full hybrid

Tabulka 18: Vyprodukované množství CO₂ u zážehového a hybridního motoru

Vozidlo	Toyota Auris (zážehové)	Toyota Auris (hybridní)
Výkon (kw)	97	100
Palivo	Natural 95	Natural 95
Spotřeba (l/100km)	6,3	3,8
Emise CO₂ na ujetý km	146	91

Zdroj: [26]

Hybridní verze Toyoty je oproti zážehové verzi úspornější v množství CO₂ o **37,7 %** což je již velice slušný výsledek,

3.3.5 Ekologické srovnání vozidla poháněné zážehovým motorem vs. Elektropohon

Tabulka 19: Vyprodukované množství CO₂ u zážehového motoru a elektromotoru

Vozidlo	Porsche Carrera 911	Tesla Roadster
Výkon (kw)	257	182
Palivo	Natural 95	Elektrická energie
Spotřeba	9,0 l/100km	110 wh/100 km
Emise CO₂ na ujetý km	212	0

Zdroj: [26, 27]

Zde je vozidlo Tesla Roadster s elektrickým pohonem stoprocentně ekologické oproti vozu značky Porsche, co se týče celkového provozu. Tyto hodnoty se týkají také vodíkového pohonu.

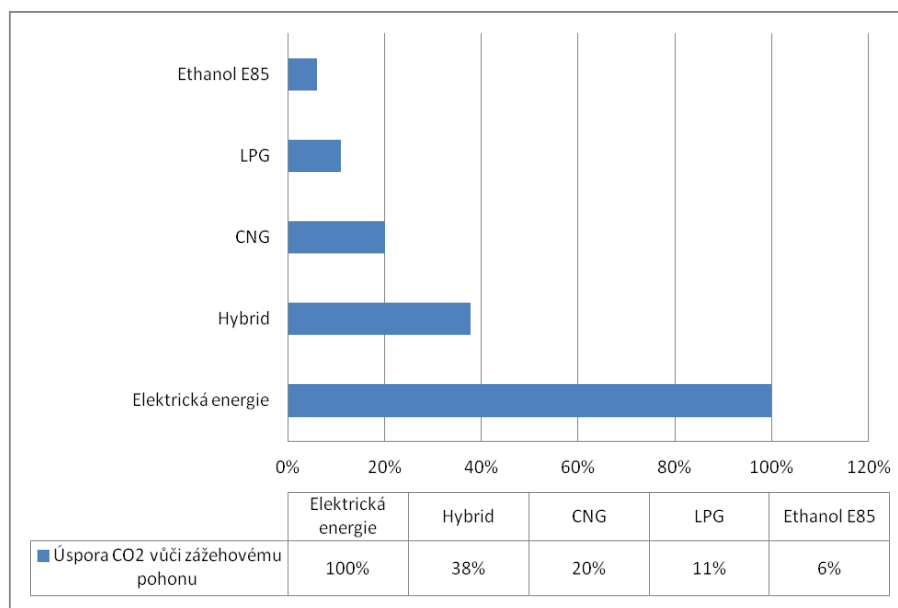
3.3.6 Ekologické srovnání Motorová nafta vs. Bionafta

Vzhledem k tomu, že vozidla upravená přímo z výrobní linky na bionaftu se prozatím neprodávají, nemohu přímo srovnat konkrétní typ vozidla s motorovou naftou, vůči bionaftě. Jediné co lze obecně říci, je že dle technických měření se hodnota CO₂, při užíváním tohoto paliva snižuje o 78 %.

3.3.7 Celkové ekologické porovnání

K celkovému porovnání, jednotlivých alternativních paliv vůči Naturalu 95 použijeme hodnoty, které jsme vypočítali v předchozích kapitolách, a promítneme je do lépe přehledného grafu.

Obrázek 19: Úspora CO₂ vůči zážehovému pohonu



Zdroj: Vlastní

Je jasné, že jsme mohli problematiku ekologičnosti probírat hlouběji. Například provést analýzu od samotného procesu vzniku paliva, dodávky paliva a následném užití. Bohužel tato část je přespříliš komplikovaná a diskutabilní, jelikož se v tomto směru vedou příliš velké debaty. Proto se zde neodvážím o podrobnější analýzu této problematiky. Pouze bych rád uvedl pár svých postřehů a názorů, na tuto záležitost.

Jistě každý zaslechl diskuze o tom, že alternativní paliva nepřispívají na životní prostředí, právě z důvodu komplikovaného výrobního procesu, který ekologickou výhodu automaticky maže. Můj osobní názor na věc je takový, že alternativní paliva jako taková jsou v celkovém měřítku, rozhodně blahodárnějším procesem na celý ekosystém, vůči celkovému procesu při spalování klasických paliv typu benzin, či diesel. Za odpůrce, těchto alternativních paliv vidím převážně těžářské společnosti. Důvod je jasný. V zemi se stále ukrývá obchod s černým zlatem za miliardy dolarů, a bohužel, lidské ego je příliš zaslepeno vidinou bohatství, než vidinou zlepšení životního prostředí. Proto, si myslím, že tyto protireakce jsou převážně masivním protlačováním těchto informací, ze strany lobbistů a majitelů ropných nalezišť.

4 Formulace scénářů dalšího možného vývoje v předmětné oblasti

Problematiku této kapitoly, roztrídím do tří časových úseků to na:

- alternativní pohon dnešní doby,
- alternativní pohon blízké budoucnosti,
- alternativní pohon vzdálené budoucnosti.

4.1 Alternativní pohon dnešní doby

Alternativními pohony dnešní doby se rozumí, odhad vývoje v časovém úseku 5ti let s alternativními palivy, které jsou víceméně již dnes dostupná. Jelikož se nacházíme v době, kdy ceny pohonných hmot začnou pomalu, ale jistě převyšovat finanční možnosti rodin, tak i společností, budou dle mého názoru, nuceni přijmout úsporná opatření v rámci své vlastní přepravy.

Z mého pohledu se v tomto časovém horizontu nejvíce osvědčí přestavba na LPG. Bude to dáno jednak menší vstupní investicí a dále komfortu v podobě již dostatečně rozšířené hustotě čerpacích stanic tohoto pohonu. Právě tyto atributy zapříčiní jejich zavádění jak v rodinných tak i firemních vozech.

Dále se v této dohledné době jistě zvýší podíl vozů na CNG, nicméně toto palivo vidím spíše u firemních vozidel, a to právě z důvodu vyšší vstupní investice. Výhodou tohoto paliva je, že pokud se najezdí dostatečný počet kilometrů, bude CNG ekonomicky zajímavější oproti LPG. Předpokládám, že to více zaujme firmy.

Uplatnění paliva Ethanol E85 ve větší míře nepředpokládám.

4.2 Alternativní pohon blízké budoucnosti

Blízkou budoucností je uvažovaný časový úsek 5 – 15 let. V této době očekávám, že automobilové společnosti začnou ve větší míře prosazovat v celosvětovém měřítku, vozy s hybridní technologií a to konkrétně plug-in hybridů. V nabídce bude také konkurovat Full hybridní technologie, ale dle mého názoru trh

zareaguje spíše na volbu plug-in. Očekávám, že cena plug-in hybridů bude sice vyšší oproti Full hybridům, ale maximálně o 5 – 10 %. Díky tomuto faktu se tyto vozy stanou již zajímavou volbou, protože plno lidí, raději zvolí možnost dobíjení vozidla a jezdit čistě na elektrický pohon a tím ušetřit další nemalé náklady na provoz. Tento systém se osvědčí převážně ve velkých městech, kde dojezd na čistě elektrický pohon (cca 50 km), bude dle mého odhadu plně dostačující. Dále v tomto časovém úseku vidím, již větší počet dobíjecích míst, které tomuto druhu pohonu jediné pomohou.

4.3 Alternativní pohon vzdálené budoucnosti

Kdybych měl zhodnotit situaci za 15 let a více (tedy kolem roku 2025 – 2030), předpokládám již pomalé, ale jisté zavádění již dnes velice diskutovaných pohonů a to vodíkového a elektrického. Často se například doslýcháme otázek, které z těchto rivalů bude palivem budoucnosti. Jedna strana říká, že je více než jisté, že palivem budoucnosti je na 100 % vodík. Druhá strana naopak jednoznačně tvrdí, že to bude elektrická energie. Já osobně bych viděl jako paliva budoucnosti obě dvě. Dnes také lidé netankují pouze jeden druh paliva jako je například Natural, ale tankují také konkurenční Diesel. Pokud by se do té doby nevyřešili zápory daných pohonů, mohli by si lidé pořídit vozidlo s takovým pohonem, které by více vyhovovalo jejich potřebám. Pokud by vodík měl výhodu tu, že by dosahoval většího dojezdu a rychlého doplnění pohonných hmot, a elektromotor by byl naopak levnější na provoz s možností dobíjení ze solárních panelů namontovaných na střechách rodinných domů, proč nevyužít výhod, které nám přináší oba tyto světy.

Pokud se na tento problém podívám z pohledu velkých společností typu Shell, což je jedna z významných světových petrolejářských společností, můžeme předpokládat, že většího úspěchu se dočká právě vodíkový pohon. Důvody jsou prosté. Pokud vezmeme v úvahu právě Shell, předpokládám, že nebude mít rozhodně zájem odejít z trhu jenom proto, že se svět bude uchylovat k alternativním palivům typu elektrické energie, ale naopak bude chtít ve své podnikatelské činnosti nadále pokračovat. Pouze změní svá nabízená fosilní paliva, za paliva vodíku k čemuž předpokládám, že dojde i z toho důvodu, že na celém světě vlastní ohromnou síť čerpacích stanic a nevěřím, že tyto stanice opustí či prodá jiným společnostem pro jiné

účely. Naopak je bude chtít využívat i nadále a to v podobě prodeje vodíku, který bude možné skladovat a tankovat obdobným způsobem, jako jsme tomu zvyklí v dnešní době. Tento obchodní model, dle mého názoru, budou následovat i další velké podniky v petrolejářském průmyslu a proto se hlavním palivem budoucnosti stane právě vodík.

Kdybych si měl vybrat, který z těchto pohonů bych zvolil jako jediné palivo budoucnosti, označil bych spíše pohon elektrický. K tomuto důvodu mne vede následující myšlenka. Osobně vidím obrovský potenciál v získávání energie pomocí slunečných panelů, které by byly umístěné na co největším území Sahary. Nepředpokládám, že by tyto obrovské písečné plochy, byly do budoucna využívány k lepším účelům. Pro zajímavost uvedu, že na území Sahary, za ideálního slunečného počasí, během pouhých šesti hodin, dopadne takové množství energie, které by lidstvo nyní spotřebovávalo celý rok. Ovšem dnešní solární panely pracují s nízkou účinností a to v rozmezí 15 – 20 %. Proto by bylo potřebné i nadále pokračovat v jejich zdokonalování, k tomu, abychom díky slunečné energii, byly nejen energeticky nezávislí pro automobilový průmysl, ale i pro celý náš svět. Jedná se o jednoduchou rovnici. Dokud bude slunečný svit, bude i život a potřebná energie pro lidskou činnost. Ovšem bez svitu, již nebude potřeba řešit otázku týkající se ideálního pohonu pro automobilový svět. Proto tedy vidím, jak z pohledu obnovitelnosti zdrojů a ekologii vozů, jako logický krok, zvolit svět elektromobilů.

Závěr

V této bakalářské práci jsou uvedeny a rozebrány základní důvody a způsoby zavádění alternativních paliv, nastíněny výhody a nevýhody jak alternativních paliv, které jsou k dispozici již dnes, tak i těch, které jsou určeny pro doby vzdálené. Hlavním cílem však bylo posouzení dopadů využívání alternativních paliv, jednak z pohledu ekonomického a dále z hlediska ekologického a určení ideálního pohonu automobilů v budoucnosti z pohledu autora.

Z provedené analýzy tedy vyplývá, že z ekologického a ekonomického hlediska bude v blízké budoucnosti dominovat hybridní technologie, a to zejména plug-in hybrid, který vyplní mezičlánek před příchodem vodíkových vozů.

Na samotný závěr je potřeba zdůraznit skutečnost, že dnešní spotřebitelé, dle mého názoru, příliš neslyší na to, že elektromotor, na rozdíl od spalovacího motoru, méně devastuje životní prostředí. Troufám si tvrdit, že 90 – 95 % lidí na celém světě neví, kolik jejich vozidlo vyprodukuje CO₂ na jeden ujetý kilometr do ovzduší, a to i přesto, že tyto hodnoty lze vyčíst z technických brožur, které automobilové společnosti běžně nabízejí. To, co je hlavním podnětem ke koupi či přestavbě vozu, byla, je a bude samotná cena. Zůstane hlavním kritériem pro zvolení daného pohonu, a to jak z pohledu vstupní investice, tak i ze strany provozních nákladů. Proto si dovoluji tvrdit, že v současnosti bude poměrně obtížné urychlit zavádění alternativních pohonů. V dnešní ekonomicky nepříznivé době bude pravděpodobně náročnější hledat potencionální zájemce o ekologické vozy, a tak docílení jejich rozšíření v masivnějším měřítku. Ulehčit životnímu prostředí se tak může stát náročnějším úkolem než by se mohlo na první pohled zdát, jelikož vysokou vstupní investici do těchto automobilů mnozí lidé nebudou ochotni vynaložit. Mluvím především o pohonu na vodík a elektrickou energii, které představují z mého pohledu nejmenší ekologický dopad. Proto si myslím, že k rychlejšímu zavádění alternativních paliv budou muset přispět také automobilové společnosti, a to v podobě snížení cen, a tím i snížení zisků z těchto automobilů a tak urychlit samotnou přeměnu na nový svět automobilismu. V neposlední řadě se budou muset zapojit k rychlejšímu zavádění také samotné státy v podobě přísnějších emisních limitů či daňových výhod a dotací.

Použitá literatura

- [1] *BP* [online]. © 1996 – 2012 [cit. 2012-04-03]. Dostupné z:
<http://www.bp.com/sectiongenericarticle800.do?categoryId=9037172&contentId=7068612>
- [2] *Reformy* [online]. [cit. 2012-04-03]. Dostupné z:
<http://www.reformy.cz/zpravy/kdy-dojde-ropa-nikdy/>
- [3] *Wikipedie* [online]. [cit. 2012-04-03]. Dostupné z:
http://cs.wikipedia.org/wiki/Ropa#T.C4.9B.C5.BEba_ropy
- [4] *Science WORLD* [online]. [cit. 2012-04-04]. Dostupné z:
<http://www.scienceworld.cz/chemie/netradicni-ropne-zdroje-a-problem-nahrady-ropy-975>
- [5] *Auta ve škole* [online]. [cit. 2012-05-05]. Dostupné z:
http://www.autaveskole.cz/doprava_a_prostredi
- [6] *Elektromobil* [online]. [cit. 2012-05-05]. Dostupné z: <http://www.elektromobil-auto.cz/>
- [7] *Enviwiki* [online]. [cit. 2012-05-05]. Dostupné z:
<http://www.enviwiki.cz/wiki/Elektromobily>
- [8] *Hybrid* [online]. © 2006 [cit. 2012-04-07]. Dostupné z:
<http://www.hybrid.cz/panasonic-doda-tesle-baterie-pro-80-000-elektromobilu>
- [9] *Tesla Motors* [online]. [cit. 2012-04-07]. Dostupné z:
<http://www.teslamotors.com/models>
- [10] *Mm průmyslové spektrum* [online]. © 2012 [cit. 2012-04-08]. Dostupné z:
<http://www.mmspektrum.com/clanek/vodikovy-palivovy-clanek-pohon-budoucnosti.html>
- [11] *Wikipedie* [online]. [cit. 2012-05-10]. Dostupné z:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Bioethanol>
- [12] *Ethanol E85 flexfuel* [online]. © 2011 [cit. 2012-04-10]. Dostupné z:
<http://www.ethanol85.cz/co-je-ethanol>
- [13] *Vw servis Plzeň* [online]. © 2011 [cit. 2012-04-10]. Dostupné z:
<http://e85.vwservisplzen.cz/index.php?ma=dop>

- [14] *Wikipedie* [online]. [cit. 2012-04-12]. Dostupné z:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Bionafta>
- [15] *Hybrid* [online]. [cit. 2012-04-15]. Dostupné z:
<http://www.hybrid.cz/novinky/honda-vedla-domaci-vodikovou-stanici>
- [16] *Hybrid* [online]. [cit. 2012-04-16]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/v-roce-2010-dvacet-dva-novy-ch-vodi-kovy-ch-c-erpaci-ch-stanic-po-cele-m-sve-te>
- [17] *LK auto* [online]. © 2012 [cit. 2012-04-16]. Dostupné z:
<http://www.lkauto.cz/prestavby-lpg>
- [18] *Wikipedie* [online]. [cit. 2012-04-16]. Dostupné z:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/LPG>
- [19] *Wikipedie* [online]. [cit. 2012-04-17]. Dostupné z:
http://cs.wikipedia.org/wiki/Stla%C4%8Den%C3%BD_zemn%C3%AD_plyn
- [20] *Auta na plyn* [online]. [cit. 2012-05-05]. Dostupné z:
<http://www.autanaplyn.cz/prestavby-cng/>
- [21] *Wikipedie* [online]. [cit. 2012-04-03]. Dostupné z:
http://cs.wikipedia.org/wiki/Ropn%C3%A9_b%C5%99idlice
- [22] *Wikipedie* [online]. [cit. 2012-04-03]. Dostupné z:
http://cs.wikipedia.org/wiki/Dehtov%C3%A9_p%C3%ADsky#Nalezi.C5.A1t.C4.9B
- [23] *Škoda Auto* [online]. [cit. 2012-04-27]. Dostupné z: http://www.skoda-auto.cz/cze/Documents/Catalogue/NewOctavia/10_Octavia_Catalogue_CZ.pdf
- [24] *Volkswagen* [online]. © 2006 - 2009 [cit. 2012-04-30]. Dostupné z:
http://www.volkswagen.cz/modely/touran/ceniky_a_data/technicka_data/?show=technicka_data&motor_left=8575&motor_right=8581
- [26] *Toyota* [online]. [cit. 2012-05-02]. Dostupné z:
http://www.toyota.cz/cars/new_cars/auris/index.tmex
- [27] *Porsche* [online]. © 2011 [cit. 2012-05-03]. Dostupné z:
<http://auto.porsche.cz/modely/911/nova-911-carrera/technicka-specifikace>
- [28] *Tesla Motors* [online]. [cit. 2012-05-03]. Dostupné z:
<http://www.teslamotors.com/roadster/specs>

- [29] *Volvo* [online]. © 1998 – 2008 [cit. 2012-05-05]. Dostupné z:
<http://www.volvocars.com/cz/all-cars/volvo-v60/details/pages/technical-spec.aspx>
- [30] *Volvo* [online]. © 1998 – 2008 [cit. 2012-05-05]. Dostupné z:
<http://www.volvocars.com/cz/campaigns/hybrid/Pages/v60-plugin-hybrid.aspx>
- [31] *Honda* [online]. © 2011 [cit. 2012-05-06]. Dostupné z:
http://auto.honda.cz/cs/download/cenik/cenik_civic2012.pdf
- [32] *Hybrid* [online]. [cit. 2012-05-06]. Dostupné z:
<http://www.hybrid.cz/testy/auto-na-vodik-honda-fcx-clarity>
- [33] *Český statistický úřad* [online]. © 2012 [cit. 2012-04-27]. Dostupné z:
[http://czso.cz/csu/2011edicniplan.nsf/t/80002D13FE/\\$File/7101111208.pdf](http://czso.cz/csu/2011edicniplan.nsf/t/80002D13FE/$File/7101111208.pdf)
- [34] *Cng company s.r.o.* [online]. © 2008 – 2012 [cit. 2012-04-30]. Dostupné z:
http://www.cngcompany.cz/7-tankovani_cng_v_cr
- [35] *Peníze* [online]. © 2000 – 2012 [cit. 2012-05-02]. Dostupné
<http://www.penize.cz/nakupy/231815-auta-na-e85-prestavba-za-nulu-palivo-o-10-kc-levnejsi-tak-kde-je-problem>
- [36] *Ceny energie* [online]. © 2010 – 2011 [cit. 2012-05-03]. Dostupné
<http://www.cenyenergie.cz/nejnovejsi-clanky/jak-se-vyviji-prumerna-cena-elektriny.aspx>

Seznam tabulek

Tabulka 1: Emise CO ₂ vznikající od výroby až po provoz vozidla	20
Tabulka 2: Specifikace vozu Natural 95/ LPG	33
Tabulka 3: Průběh nákladů Natural 95/LPG	34
Tabulka 4: Specifikace vozu Natural 95/CNG	35
Tabulka 5: Průběh nákladů Natural 95 vs. CNG	36
Tabulka 6: Specifikace vozu bez/s Multifuel	37
Tabulka 7: Průběh nákladů s nižší spotřebou E85	39
Tabulka 8: Průběh nákladů s vyšší spotřebou E85	39
Tabulka 9: Specifikace vozů zážehové motoru vs. hybridní motor	40
Tabulka 10: Průběh nákladů zážehového motoru a hybridního motoru	41
Tabulka 11: Specifikace vozů Porsche a Tesla	42
Tabulka 12: Průběh nákladů Porsche a Tesly	43
Tabulka 13: Specifikace vozů Volvo	46
Tabulka 14: Specifikace vozů Honda	48
Tabulka 15: Vyprodukované množství CO ₂ u Naturalu 95 a LPG	49
Tabulka 16: Vyprodukované množství CO ₂ u Naturalu 95 a LPG	49
Tabulka 17: Vyprodukované množství CO ₂ u Naturalu 95 a Ethanolu E85	50
Tabulka 18: Vyprodukované množství CO ₂ u zážehového a hybridního motoru	50
Tabulka 19: Vyprodukované množství CO ₂ u zážehového motoru a elektromotoru ..	51

Seznam obrázků

Obrázek 1: Cena surové ropy očištěná o inflaci	12
Obrázek 2: Pohled na dnešní Tokio a v něm smog vyvolaný automobily.	15
Obrázek 3: Srovnání emisí CO ₂ podle druhu paliva	20
Obrázek 4: Hustota dobíjecích stanic v České republice včetně typů přípojek.....	21
Obrázek 5: Tesla model S.....	23
Obrázek 6: Lithium-iontová baterie Panasonic pro elektromobil.....	23
Obrázek 7: Honda FCX Clarity s domácí vodíkovou stanicí	25
Obrázek 8: Bod zlomu Naturalu 95 vs. LPG	34
Obrázek 9: Bod zlomu Naturalu 95 vs. CNG	36
Obrázek 10: Bod zlomu se spotřebou 8,2l/100 km s E85 vs. 7,2l/100 km s Natural 95.....	38
Obrázek 11: Bod zlomu se spotřebou 9,2l/100 km s E85 vs. 7,2l/100 km s Natural 95.....	38
Obrázek 12: Bod zlomu u zážehového motoru vs. hybridní motor	41
Obrázek 13: Porsche Carrera 911 a Tesla Roadster	42
Obrázek 14: Grafický průběh nákladů u zážehového motoru vs. elektromotor	43
Obrázek 15: Úspora nákladů na palivo v porovnání se zážehovým motorem	45
Obrázek 16: Volvo V60.....	46
Obrázek 17: Průběh nákladů vznětového motoru vs. plug-in hybrid	47
Obrázek 18: Průběh nákladů zážehového motoru vs. vodíkový motor	48
Obrázek 19: Úspora CO ₂ vůči zážehovému pohonu.....	52

Seznam zkratek

ČR – Česká republika

LPG – Liquefied petroleum gas (zkapalněný ropný plyn – propan butan)

CNG – Compressed Natural Gas (stlačený zemní plyn)

E85 – směs ethanolu a beznínu v poměru 85 ku 15%

Kč – koruna česká

Kg - kilogram

USA – United States of America (Spojené státy americké)

OPEC – Organization of the Petroleum Exporting Countries (Organizace zemí
vyvážejících ropu)

Km – kilometr

CO₂ – oxid uhličitý