Mendelova univerzita v Brně
Provozně ekonomická fakulta

Ekonomické aspekty provozu vozidel na alternativní pohony

Bakalářská práce

Vedoucí práce:

Mgr. Ing. Pavlína Balcarová, Ph.D.

Radek Vajdík

Brno 2017

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucí mé práce, Mgr. Ing. Pavlíně Balcarové, PhD., za odborné vedení, rady a připomínky. Bez její pomoci by tato práce nemohla být napsána.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci: **Ekonomické aspekty provozu vozidel na alternativní pohonyprovozu vozidel na alternativní pohony**
vypracoval/a samostatně a veškeré použité prameny a informace jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.*

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 Autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity o tom, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne 3. ledna 2017 _____

Abstract

Vajdík, R. Economical aspects of vehicles with alternative propulsion systems. Bachelor thesis. Brno: Mendel University, 2017.

The bachelor thesis follows up an analysis of particular alternative propulsion systems together with their economic evaluation from the point of everyday usage. Included there are the basic propulsion systems, which are simultaneously the most used types of systems. The thesis focuses primarily on the economic point of view of purchase and usage of cars with such propulsion systems. Secondarily, the thesis focuses on the comparison of individual propulsion systems, and on the confrontation with the traditional ones.

The conclusion of the thesis should provide an answer to a question: is it worth to invest to a vehicle with an alternative propulsion system?

Keywords

Alternative propulsion system, electromobility, LPG, CNG, hybrid.

Abstrakt

Vajdík R. Ekonomické aspekty provozu vozidel na alternativní pohony. Bakalářská práce. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2017.

Bakalářská práce se zabývá analýzou vybraných alternativních pohonů a ekonomickým zhodnocením jejich užití. Zpracováno je několik základních a v současné době nejpoužívanějších druhů pohonů. Práce se zaměřuje primárně na ekonomické hledisko pořízení a užívání vozidel s těmito pohony. Zaměřuje se dále na srovnání jednotlivých pohonů a konfrontaci s konvenčními pohony. Výstupem této práce by měla být odpověď na otázku, zda se běžnému uživateli vyplatí investovat do vozidla s alternativním pohonem.

Klíčová slova

Alternativní pohon, elektromobilita, LPG, CNG, hybrid.

Obsah

1 Úvod a cíl práce 9

1.1 Úvod 9

1.2 Cíl práce 10

2 Literární přehled 11

2.1 Alternativní energie 11

2.2 Elektřina 11

2.3 Hybridní pohony 13

2.4 Biopaliva 14

2.5 Fosilní paliva 14

2.5.1 Benzin 15

2.5.2 Nafta 15

2.5.3 Ropný plyn – LPG, CPG 16

2.5.4 Zemní plyn – LNG, CNG 17

2.6 Legislativní podpora ze strany státu a EU 18

2.6.1 Pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla 19

2.6.2 Silniční daň 19

3 Metodika 21

Postup práce 21

Model pro výpočet okamžiku návratnosti počáteční investice 22

4 Porovnání ekonomických aspektů provozu 24

4.1 Cena pohonných hmot 24

4.1.1 Benzin a nafta 24

4.1.2 LPG 25

4.1.3 CNG 26

4.1.4 Cena elektřiny 26

4.2 Návratnost zvýšené pořizovací ceny 27

4.2.1 CNG 28

4.2.2 LPG ... 32
4.2.3 Přestavby CNG a LPG ... 33
4.2.4 Elektromobily ... 35
4.2.5 Hybridy ... 38
4.3 Shrnutí ... 42
5 Závěr 43
6 Zdroje 45
A Textové přílohy 49

Seznam obrázků

Obr. 1 Graf vývoje ceny ropy BRENT v letech 2006 až 2016 Zdroj: www.patria.cz 24

Obr. 2 Graf vývoje ceny nafty a benzinu Natural 95 v letech 2006 až 2016 Zdroj: www,kurzy.cz 25

Obr. 3 Vývoj cen CNG a konvenčních paliv upraveno podle: www.cng4you.cz 26

Seznam tabulek

Tab. 1 Porovnání vhodnosti elektromotorů 12

Tab. 2 Škoda Citigo 28

Tab. 3 Škoda Octavia III 29

Tab. 4 Volkswagen Golf 29

Tab. 5 Seat Leon (výbava Style) 30

Tab. 6 Fiat Doblo Panorama Plus 31

Tab. 7 Fiat Punto (výbava Plus) 31

Tab. 8 Dacia Logan ve výbavě Arctica 32

Tab. 9 Opel Meriva 33

Tab. 10 Fiat Punto (výbava Plus) 33

Tab. 11 Přestavba Škody Felicie 1.3 34

Tab. 12 Přestavba Opelu Astra 2001 1.6 35

Tab. 13 Volkswagen e-Up 36

Tab. 14 Volkswagen e-Golf 36

Tab. 15 BMW i3 BEV 37

Tab. 16 Nissan Leaf 37

Tab. 17 Toyota Yaris 39

Tab. 18 Volkswagen Passat 40

Tab. 19 Volkswagen Golf GTE 40

Tab. 20 Ford Mondeo HEV 41

Tab. 21 Lexus NX 300h 4x2 41

Tab. 22 Průměrné hodnoty vybraných ukazatelů 42

1 Úvod a cíl práce

1.1 Úvod

Podle statistiky Sdružení automobilového průmyslu (www.autosap.cz) je v České republice registrováno již přes 5 milionů automobilů a teoreticky tak připadá zhruba jeden automobil na 2 obyvatele, v praxi to potom znamená, že téměř každá čtyřčlenná domácnost vlastní nejméně jedno, spíše však dvě auta a pokud dospělé děti žijí nadále s rodiči, často jsou auta nejméně tři.

Vozidla poháněná alternativními pohony se v posledním desetiletí stále více dostávají do povědomí běžných spotřebitelů a domácností. Svou zásluhu na tom má technologický pokrok ve výzkumu a výrobě, díky němuž se produkce a vývoj nových vozidel stávají dostupnějšími. Dalším faktorem podporujícím rozvoj alternativních pohonů je dlouhodobě rostoucí cena pohonných hmot a právě tento faktor nutí běžného řidiče přemýšlet více ekonomicky.

Běžný spotřebitel, který plánuje nákup vozidla a snaží se optimalizovat svoje výdaje má pak v zásadě dvě možnosti. Prvním způsobem je snaha o minimalizaci nákupní ceny vozu. Z pohledu spotřebitele, který nákup automobilu, příp. motocyklu, financuje převážně z vlastních prostředků, je nejvýhodnější a nejjednodušší koupě stroje se starším datem výroby, ať už se jedná o vozy ojeté, skladové nebo tzv. výběhové modely. Právě nákupem zde zmíněných lze ušetřit více než polovinu finančních prostředků v porovnání s novými vozy. Doprovodným jevem takovéhoto chování je pak bohužel vysoký průměrný věk automobilů u nás a s tím související vyšší emisní zatížení, ceny náhradních dílů, vyšší nehodovost, ceny pojištění apod.

Druhým způsobem je samotné snížení provozních nákladů. Tímto se rozumí především spotřeba pohonných hmot a jiných provozních kapalin, servisní práce a náhradní díly. Z logiky věci jsou tyto dva způsoby ekonomického přemýšlení částečně v rozporu: starší vozidla bývají levnější, ale zároveň mívají mírně vyšší provozní náklady a naopak.

Alternativní pohony tedy přestávají být brány jako módní výstřelek pro movité a v očích široké veřejnosti se z nich stává další zajímavá úspory peněz a v neposlední řadě šetření životního prostředí.

1.2 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je vyhodnotit, zda se vyplatí ekonomickým subjektům investovat do vozidel s alternativními pohony a jaké pohony jsou z hlediska provozních nákladů v současné době nejvýhodnější. V potaz budou brány vybrané faktory, které ovlivňují nákupní a provozní náklady. Tyto nákladové položky budou kalkulovány a porovnávány pro konkrétní vozidla. Sekundárním cílem práce bude porovnání provozu alternativních pohonů s provozem vozidel na fosilní paliva a pomocí analýzy bodu zvratu určení předpokládaného kilometrového nájezdu, od kterého se daným subjektům vyplatí investovat do těchto pohonů na úkor konvenčních. Srovnání bude vždy prováděno pro vybrané modely tak, aby odpovídaly podobnému segmentu, zaměření a ceně.

2 Literární přehled

V literárním přehledu budou popsány vybrané druhy pohonů, vysvětlena jejich základní funkce a porovnány výhody a nevýhody. Stručně budou vysvětleny také některé ekologické aspekty, jakožto jedno z nejdůležitějších hledisek při využití alternativní energie. Další část bude tvořena přehledem legislativní úpravy.

2.1 Alternativní energie

Definic alternativní energie je možné najít hned několik. Obecně lze ale říci, že se jí rozumí buď energie z obnovitelných zdrojů (slunce, voda, vítr, geotermální energie) nebo ze zdrojů nespotřebovávajících fosilní paliva. Ne všechny zdroje jsou ale vhodné pro použití v dopravních prostředcích ať už z hlediska principu nebo výrobních nákladů. Další text bude pojednávat pouze o těch, u kterých se s použitím ve vozidlech do budoucna počítá a již dnes se v dopravě používají.

2.2 Elektřina

Elektřiny se využívá pro pohon automobilů déle než samotných spalovacích motorů. V počátcích automobilismu byla vozidla poháněna právě elektřinou a za první oficiálně zaznamenaný elektromobil se považuje stroj holandského profesora Sibranduse Stratingha z roku 1835 tedy zhruba půl století před počátkem provozu vozidel se spalovacími motory. V našich zemích stojí za rozvojem elektromobility hlavně Ing. František Křižík (Vegr 2008).

Elektromotory jsou svou konstrukcí několikanásobně jednodušší než spalovací motory. Díky menšímu množství pohyblivých součástek jsou také mnohem odolnější a spolehlivější, nepotřebují tolik provozních kapalin (oleje), nevytváří přebytečné teplo, takže jsou sníženy nároky na jejich chlazení. Výroba elektromotorů je celosvětově zavedený proces, který se stále zdokonaluje. V současnosti se používají 4 základní koncepce elektromotorů. I přes mírné odlišnosti jsou podle Vlka (2004) všechny 4 základní konstrukční typy vhodné pro pohon dopravních prostředků. Následující tabulka bodově hodnotí daná kritéria jednotlivých koncepcí. Maximum bodů je 10 a značí nejlepší hodnocení.

Tab. 1 Porovnání vhodnosti elektromotorů

Motor	Cena	Účinnost	Hmotnost	Přetížitelnost	Spolehlivost
Stejnosměrný	10	7	6	10	7
Asynchronní	8	9	6	10	9
Synchronní	8	10	7	10	9
Magnetický	8	10	10	9	10

Zdroj: Vlk 2004

Další nespornou výhodou elektromobilů je to, že neprodukují téměř žádný provozní hluk. Chod elektromotoru je téměř neslyšný a u menších motorů užívaných např. v elektroskůtrech není slyšitelný vůbec. Tato vlastnost s sebou ale přináší problém v tom, že elektromobil může v běžném provozu kvůli absenci hluku uniknout pozornosti účastníků provozu, zejména chodců a cyklistů.

Nevýhod vozidel poháněných elektřinou je několik. Předně vyšší pořizovací cena v porovnání se stejným modelem poháněným konvenčním motorem, dále doba nabíjení akumulátorů, která je nesrovnatelně delší než běžné tankování pohonných hmot, servisní zázemí, které je omezené téměř výhradně na autorizované servisy. Hlavní nevýhodou elektrických vozidel bránící jejich většímu rozvoji jsou ale v současnosti akumulátory jako zdroj energie.

Akumulátory prošly v posledním desetiletí velkým vývojem, ale i když se podařilo několikanásobně zvýšit jejich výkonové parametry, dojezdový rádius je stále hlavní limitací při provozu elektromobilů. U nejběžněji prodávaných modelů jako jsou Smart ED nebo Nissan Leaf je efektivní dojezd za ideálních podmínek (myšleno při teplotě kolem 20° C, suché silnici, minimálním větru) maximálně 200 km na jedno nabití. Všechny palubní přístroje, které z akumulátorů odebírají energii, tento dojezd nadále snižují. V zimním provozu při teplotách pod bodem mrazu a zapnutém topení může být tento dojezd méně než poloviční, tedy pod 100 km. Jednou z mála výjimek je např. model S automobilky Tesla, který má s nejsilnější 90 kWh baterií udávaný dojezd přes 500 km. Tyto parametry jsou ale vykoupeny několikanásobně vyšší cenou. Jako jedno z možných řešení problému s malým dojezdem akumulátoru se ukázaly být automobily s hybridními pohony.

Mezi nejdůležitější parametry akumulátorů patří jejich cena, kapacita, životnost a údržba a nabíjecí doba.

Cena akumulátorů často tvoří i třetinu pořizovací ceny celého vozidla. Náklady na výrobu jsou i přes pokrok v technologii vysoké.

Kapacita se nejčastěji udává v kilowatthodinách [kWh]. Tato jednotka udává možný dodávaný výkon na hodinu. Údaj 30 kWh lze chápat jako schopnost akumulátoru dodávat výkon 30 kW po dobu jedné hodiny nebo naopak 1 kW po dobu 30 hodin. Sekundárním údajem je poté proudová kapacita udávaná v ampérhodinách [Ah], tato hodnota udává hodinovou kapacitu odebíraného proudu, tedy 100 Ah opět znamená schopnost dodávat 100 Amperů proudu po dobu jedné hodiny a vice versa.

Životnost akumulátorů se nejčastěji měří počtem nabíjecích cyklů, tedy kolikrát lze akumulátor plně nabít a vybít, dále pak zůstatkovou kapacitou udávanou

v procentech. Tento údaj je pro zákazníka velice důležitý jak z hlediska provozu, kdy např. 90% kapacita znamená místo původních 200 km dojezdu pouze 180 km, tak také z pohledu garance a záruky od výrobce, neboť na akumulátory je ve většině případů poskytována separátní záruka, a pokud by akumulátory v záruční době (která se pohybuje nejčastěji v rozmezí 2-10 let, případně v kombinaci s kilometrovým nájezdem) ztratily více kapacity, než je výrobcem garantováno, má majitel vozidla nárok na bezplatnou výměnu za nové akumulátory případně je mu poskytnuta sleva na koupi.

Moderní akumulátory jsou téměř bezúdržbové a nevyžadují zvláštní péči. Jejich životnost je ovlivněna hlavně provozem a způsobem nabíjení. Většinu těchto neduhů se však daří výrobcům odstranit použitím ochranné elektroniky jak ve voze, tak v nabíjecích zařízeních.

Nabíjecí doba dále limituje použití elektromobilů. V průměru se dnes vozidla nabíjí kolem 5-8 hodin v domácích podmínkách, tedy většinou ze síťové zásuvky AC 230 V/16 A případně 400 V pětikolíková zásuvka se třemi fázemi. Konstrukce moderních akumulátorů však dovoluje použití mnohem vyšších nabíjecích napětí a hlavně proudů a proto jsou dnes vozidla dodávána s možností rychlonabíjení. Standardů rychlonabíjení je ale v současnosti hned několik a to dále komplikuje provoz řidičům. Často jsou totiž mezi sebou nabíječky různých výrobců nekompatibilní a síť veřejných dobíjecích stanic není příliš rozsáhlá, omezuje se hlavně na okolí větších měst jako jsou Praha a Brno.

Důležitým faktem ale je, že většina automobilů se nabíjí v době, kdy s nimi není potřeba jezdit. Průměrný člověk stráví za volantem maximálně pár hodin denně a zbytek času vůz stojí na parkovišti, respektive v garáži. Právě tato doba se dá efektivně využít k nabíjení. Ani noční nabíjení, které zabere kolem 8 hodin běžného řidiče téměř vůbec nelimituje. Pokud je ráno automobil schopný ujet bezpečně požadovaný počet kilometrů, např. do práce a zpět, a nabít se zase až přes noc, může uživatel elektromobilu dokonce ušetřit i několik minut denně, které by jinak strávil na čerpací stanici.

Nevýhod mají tedy elektromobily také hned několik. Hlavním důvodem pro jejich provoz tedy zůstává kromě ekologického faktoru (který je stejně zpochybnitelný vzhledem k tomu, že při výrobě i recyklaci akumulátorů vzniká obrovské množství škodlivých látek) hlavně finanční úspora.

2.3 Hybridní pohony

Hybridní pohon je tvořen kombinací většinou klasického spalovacího motoru a elektromotoru. Hybridní pohonné ústrojí vzniklo jako reakce na omezený dojezd elektromobilů. Dalo by se říci, že odstraňuje některé nedostatky jak spalovací, tak elektrického motoru. Výhodou je tedy zvýšení dojezdu a zároveň snížení emisí škodlivých látek a snížení spotřeby pohonných hmot. Akumulátory mohou být menší než u klasických elektromobilů, protože se při jízdě dobíjejí. U většiny hybridních vozidel je možný krátkodobý provoz pouze na elektřinu. Tato možnost se hodí zejména v městském provozu, kde neznečišťuje ovzduší a je bezhlučný. Síla

elektromotoru pak může pomoci při akceleraci na křižovatkách nebo při předjíždění. V běžném provozu vůz pohání spalovací motor. Při prudším sešlápnutí plynového pedálu se připojí elektromotor, při brždění a jízdě z kopce se rekuperací dále dobíjí akumulátory.

V sériovém hybridním pohonu pohání spalovací motor napřed generátor, který vytváří energii a dodává ji do elektromotoru, který teprve pohání kola automobilu. Nevýhodou jsou ztráty energie, ke kterým dochází. Paralelní pohon může využívat pro pohon kol jak spalovací, tak elektrický motor.

Dalším typem hybridního pohonu je systém označovaný jako Plug-In – tyto hybridní systémy disponují menším akumulátorem, který je možný nabíjet buď spalovacím motorem, rekuperací nebo přímo z externího zdroje, tedy ze zásuvky (odtud označení Plug-In).

Výhody hybridních pohonů jsou vyváženy jeho vysokou cenou. Pohon je konstrukčně složitý a snížení spotřeby paliva a provozní úspory zatím nejsou tak vysoké aby došlo k masivnímu rozšíření. Mezi průkopníky hybridních vozů patří automobilky Toyota a Lexus. V současnosti již hybridní pohony do svých aut nabízí více než polovina velkých značek nicméně zůstávají stále spíše volbou pro ekologicky smýšlející zákazníky z bohatších vrstev.

2.4 Biopaliva

Biopalivy pro pohon motorů se rozumí různé druhy přírodně vyrobených naft a alkoholů. Různé druhy přírodních plynů a alkoholů se používaly ještě dříve než benzin. V současné době jsou nejpoužívanější bionafty, etylalkohol (etanol) a metanol. Pro výrobu biopaliv se nejvíce využívají rychle rostoucí zemědělské rostliny jako je řepka olejná, slunečnice, cukrová řepa, brambory.

Použití bionafty v moderních motorech určených ke spalování klasické nafty způsobuje řadu technických problémů. Experimentuje se proto většinou s maloprocentní příměsí bionafty a jejím vlivem na motor. Tento proces je však stále ve výzkumu, bionaftu je možné bezpečně použít jen u některých starších vznětových motorů nebo motorů speciálně upravených. Výhodou jsou ale v porovnání s naftou nižší emise výfukových plynů (Vlk 2004).

Metanol a etanol jsou využívány především k tvorbě směsí s benzinem. Mají podobné vlastnosti a pro jejich užití není potřeba výrazněji upravovat motor, nevýhodou je vyšší agresivita s některými částmi motoru jako jsou těsnění apod. a v reakci s benzinem zvýšená srážlivost vody. Tyto vlastnosti lze ale potlačit přidáním vhodných aditiv. Metanol je také vysoce jedovaný při požití či vdechnutí a jeho výroba je v porovnání s benzinem dražší.

2.5 Fosilní paliva

„Fosilní palivo je specifickou skupinou sedimentů, které vzniká v průběhu miliónů let přeměnou z odumřelé organické substance, takzvané nekromasy. Výchozí látkou pro vznik fosilních paliv je biomasa, což jsou těla všech organismů, jak rostlin,

bakterií, sinic a hub, tak i živočichů bez jejich vápenatých schránek“ (Ertelt 2012, s. 11).

Jelikož vznik fosilních paliv je proces v přírodě trvající miliony let a i v uměle simulovaných podmínkách se jeho trvání zatím nedaří zkrátit na přijatelnou dobu, zásoby ropy, uhlí a dalších fosilních paliv se ve světě vyskytují v omezeném množství. Odhady zbývajícího množství ropy ve světě se v závislosti na zdrojích dost liší, většinou se ale shodnou na tom, že přesné množství nelze ani zdaleka vyčíslit. Odhady většinou předpovídají, že zásoby ropy vydrží na dalších 30-60 let[1].

Ropa je v současnosti zdaleka nejběžnější surovina pro výrobu pohonných hmot. Po těžbě a rafinaci slouží pro výrobu motorové nafty, benzinu, petroleje a dalších látek. S těžbou kapalné ropy úzce souvisí těžba ropného plynu (místy také zemního plynu).

2.5.1 Benzin

Benzinový spalovací motor je znám už od 18. století. Teoretické základy představili nezávisle na sobě konstruktéři a vynálezci s několika zemí (Remek 2012).

V současnosti jsou benzinové motory stále nejpoužívanější pro pohon osobních automobilů díky jejich jednoduchosti, výkonu a spolehlivosti vycházející z jednoduché konstrukce. V porovnání s naftovými vznětovými motory mají v provozu větší spotřebu při stejném objemu motoru, která je dána vyššími provozními otáčkami motoru a s tím spojenými charakteristikami výkonu a točivého momentu. Téměř výhradně se dnes používají čtyřdobé zážehové benzinové motory s jednou zapalovací svíčkou na válec plněné pod atmosférickým tlakem či přeplňované kompresorem pro navýšení výkonu.

Samostatnou kapitolou by potom mohly být rotační motory Wankel, které slibují do budoucna velký potenciál, v současnosti je však jejich využití omezené životností rotačního pístu, který opotřebením rychle ubírá motoru výkon. Experimentálně se používají většinou ve sportovních vozech, sériově pak jen v několika málo modelech, např. Mazda RX-7 a RX-8 (www.auto.cz).

2.5.2 Nafta

Za původce naftového motoru je pokládán Němec Rudolf Diesel. Zpočátku se používal hlavně ve stacionárních strojích a jeho zdokonalení pro efektivní provoz ve vozidlech vyžadovalo zdokonalení vstřikovacího systému, které přišlo až o několik let později (Remek 2012).

Moderní naftové motory jsou z většinou přeplňovány turbodmychadlem či kompresorem pro vyšší výkon. V současnosti se naftové motory používají téměř ve všech nákladních automobilech, vlacích a lodích kde je využit jejich točivý moment a trvanlivost. V segmentu osobních vozidel proráží hlavně díky nízké spotřebě.

V průběhu let vznikly i konstrukce dvoudobého naftového motoru či naftové motory s elektrickým zapalováním. Žádná z nich se ale nesetkala s masovým použi-

[1] www.worldometers.info

tím, i když dvoudobým naftovým motorům je přisuzován velký potenciál do budoucna.

2.5.3 Ropný plyn – LPG, CPG

Ropný plyn je hlavně směsí propanu a butanu. V porovnání s benzinem a naftou obsahuje jen malé množství škodlivých látek a je proto z ekologického hlediska v ideálním případě mnohem vhodnější. Přestavba starého vozu na plynový pohon může být pro některé řidiče jedinou možností jak splnit emisní limity neboť motor upravený pro spalování plynu splňuje emisní normy, v porovnání s původním benzinovým, mnohem lépe. Ropný plyn se používá jako palivo pro spalovací motory už od minulého století a to hlavně v kapalné formě (LPG – *liquefied petroleum gas*), méně potom ve formě plynné (CPG – *compressed petroleum gas*).

Přestavba vozidel spalujících tekutá paliva pro LPG pohon je dnes prověřený a bezpečný proces. Přestavět lze jako vozidla na benzin tak naftu. Celá přestavba musí být prováděna ve specializovaných dílnách majících příslušné povolení. Podle typu a stáří motoru lze vždy vybrat z několika vhodných variant. Celý proces přestavby benzinových motorů trvá běžně kolem 2-5 dnů a jeho cena je závislá na konstrukčním řešení daného automobilu. Po instalaci celý systém řidiče téměř neomezuje. Kvůli instalaci dodatečné nádrže na plyn ve dně kufru je většinou zmenšen objem zavazadlového prostoru řádově o 10 %. Při úpravě zůstává ve většině případů zachována možnost spalování benzinu a řidič má možnost za jízdy přepínat mezi pohonem na plyn nebo benzin (Vlk 2004). Tímto se zároveň drasticky zvyšuje dojezd automobilu. Přídavná plynová nádrž o objemu 50 litrů přidá při kombinované spotřebě 10 l/100 km 500 km dojezdu.

Podle Vlka (2004) je přestavba vznětových motorů obecně pracnější a nákladnější. Spočívá především v úpravě vznětového motoru na zážehový, protože směs ropného plynu a vzduchu není svými vlastnostmi použitelná pro samovznícení. Minimálně je tedy nutné změnit systém vstřikování a hlavu válce kvůli osazení zapalovací svíčky (speciální druh pro plynové pohony). Kvůli rozdílu v detonačních vlastnostech nafty a plynu je dále potřeba snížit kompresní poměr[2], čehož se dosáhne úpravou pístů nebo válců. Další nevýhodou je nemožnost nadále přepínat mezi pohonem na naftu a plyn jako tomu může být u přestavby benzinového motoru.

Úprava osobních automobilů s naftovým motorem pro provoz na LPG je tedy ve většině případů neekonomická. Vyplatit se ovšem může u užitkových vozů, od malých dodávek až po velká nákladní auta. U těchto vozů se totiž předpokládá velký kilometrový nájezd a tak může být návratnost investice do přestavby výrazně rychlejší. Nespornou výhodou takto upraveného motoru je potom také jeho vyšší životnost. Průběh točivého momentu je lineárnější a motor je celkově pružnější. Stejně jako u benzinových motorů je spotřeba paliva o cca 10 % vyšší. Plyn také

[2] Kompresní poměr udává poměr mezi objemem paliva nasátého do válce a objemem paliva stlačeného při kompresi, jinými slovy poměr celého pracovního objemu válce k objemu spalovacího prostoru. Z toho jasně vyplývá technická náročnost výraznější změny tohoto poměru.

lépe startuje při nízkých teplotách, což je hlavně u starších velkoobjemových dieselů velká výhoda.

Mezi obecné nevýhody takto upravených vozidel patří hlavně řídká síť čerpacích stanic u nás. V současnosti je na našem území ale již přes 1000 čerpacích stanic LPG a další rychle přibývají. Dalším faktem, důležitým pro majitele automobilů na plyn obecně (zemní plyn, propad-butan) je, že na spoustě míst na našem území je stále zakázán vjezd těchto vozidel do podzemních garáží. Obecný strach z bezpečnosti vozidel poháněných plynem je stále znatelný, a proto jsou garáže často opatřeny dopravní značkou zakazující těmto vozidlům vjezd.

I přes to, že je ropný plyn ve své podstatě fosilní palivo, jeho využití v dopravě je předpovídána slibná budoucnost, jelikož jeho zásoby jsou i přes vazbu na kapalnou ropu mnohdy dostupnější a těžba není tak nákladná. V jeho prospěch hraje také fakt, že vytěžená ropa dnes slouží jako surovina pro nespočet průmyslových odvětví, zatímco plyn je primárně využíván právě jako palivo.

2.5.4 Zemní plyn – LNG, CNG

„Zemní plyn je přírodní směs plynných uhlovodíků s převažujícím podílem metanu CH_4 a proměnlivým množstvím neuhlovodíkových plynů (zejména inertních plynů). Zemní plyn je bezbarvý, sám o sobě nezapáchající, hořlavý plyn. Patří do skupiny topných plynů, využívá se k vytápění, vaření a ohřevu vody, v elektrárnách, teplárnách, v kogeneračních jednotkách a v dopravě“ (Ertelt 2012, s. 26).

Na rozdíl od ropného plynu nevzniká zemní plyn v závislosti na ropě a jeho naleziště jsou mokřady, bažiny (odtud hovorový název „*swamp-gas*“, tedy plyn z bažin), uhelné doly. Hlavní složkou je metan – plyn, který se volně vyskytuje i v přírodě a vzniká tlením a kvašením za nepřístupu kyslíku, ale také jako vedlejší produkt při trávení živočichů. Je také jedním z hlavních skleníkových plynů[3] což vede ke zvýšenému zájmu ze strany ekologů. Na druhou stranu je spalování bioplynu podle mnohých autorů v porovnání s ostatními fosilními palivy, včetně LPG, v některých ohledech ekologičtější. Jde hlavně o produkované množství pevných částic, oxidů dusíku, oxidu uhličitého a uhelnatého (Vlk 2004), (Šebor, Pospíšil a Žákovec 2006).

Distribuce zemního plynu je prováděna pomocí zavedené plynovodní sítě. Distribuci z plynovodů k zákazníkovi shrnují Šebor, Pospíšil a Žákovec takto: „*Zemní plyn z plynovodní sítě se pomocí kompresorů v plnících stanicích stlačuje na tlak 30 až 50 MPa a pod tímto tlakem uskladňuje v tlakových zásobnících. Z tlakových zásobníků se stlačený zemní plyn (CNG) plní prostřednictvím plnícího stojanu do tlakové nádoby ve vozidle*.“ (2006, s. 13) Největším problémem pro větší rozvoj pohonu na CNG je dnes ale málo rozvinutá síť plnících stanic. Podle webu www.cngstanice.cz je k 6.10.2016 v České republice 128 plnících stanic na stlačený zemní plyn (v Evropě je to 4596). Tento počet sice stále roste, nicméně pro majite-

[3] Skleníkový efekt je proces, při kterém hromadící se skleníkové plyny pohlcují část tepelného slunečního záření odraženého od zemského povrchu a vracejí ho zpět do atmosféry. Tím dochází k oteplování planety (www.in-pocasi.cz).

le vozů na toto palivo je jejich počet stále poměrně limitujícím faktorem. Uplatnění však již dnes nachází jeho použití ve firemních flotilách, které mají vlastní čerpací stanice na CNG. Tímto způsobem je možné provozovat vozový park ekonomičtěji a také výrazně více ekologicky. Palivo je také vhodné pro provoz hromadné dopravy a stále více provozovatelů tuto možnost využívá. Na konci roku 2015 jezdilo v České republice přes 800 autobusů na stlačený zemní plyn. Takto upravené autobusy převážně pro městskou hromadnou dopravu znečišťují ovzduší výrazně méně než vozy dieselové nebo LPG. Podmínkou pro ekonomický provoz je zřízení vlastní plnící stanice. Tuto možnost v současné době využívá stále více velkých měst. Dopravní podnik města Brna např. v roce 2013 zřídil ve své době jednu z nejmodernějších čerpacích stanic na CNG a za využití prostředků z Fondu soudržnosti EU postupně obměňuje vozový park a nahrazuje stará vozidla novými na CNG. V současné době je téměř čtvrtina autobusů DPMB poháněná stlačeným zemním plynem (Pořízení autobusů MHD na CNG).

Vzhledem k tomu, že zemní plyn je lehčí než vzduch a rychle se rozptýlí, je parkování vozidel na CNG v podzemních garážích dnes již obecně povoleno.

2.6 Legislativní podpora ze strany státu a EU

V současné době není běžný spotřebitel ze strany státu pro nákup vozidla s alternativním pohonem nijak výrazně motivován. Jednotný dotační plán pro podporu těchto pohonů zatím téměř neexistuje, výjimku tvoří Národní akční plán čisté mobility. Stát sice podporuje používání ekologicky šetrnějších paliv sníženou spotřební daní, další výrazné pobídky ale zatím chybí.

Jednou z možností pro získání státní dotace je operační program Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost 2014-2020 Ministerstva průmyslu a obchodu, v jehož rámci měli podnikatelé od 1.4. do 31.7. možnost předkládat žádosti o dotace na nákup jak vozidel, tak dobíjecích a plnících stanic. Tyto dotace jsou ale určeny pouze firmám nebo podnikajícím osobám a cílí primárně na elektromobily a hybridy, vzhledem k nevyčerpání celé částky alokované z Evropského fondu se v příštím roce počítá z další výzvou (Nízkouhlíkové technologie).

Ministerstvo pro místní rozvoj začátkem listopadu zahájilo příjem žádostí o dotace na nákup vozidel s alternativním pohonem z Národního programu Životní prostředí. Tato výzva je ale zatím určena pouze pro žadatele ze strany obcí a krajů (Dotace na nákup vozidel s alternativním pohonem). V budoucnu se plánuje výzvu rozšířit i na fyzické osoby. Oba tyto programy jsou podporovány z prostředků Evropské Unie.

V porovnání s Českou republikou jsou na tom některé vyspělé státy EU výrazně lépe. Např. v Německu byly letos schváleny plošné dotace až do výše 4000 Euro na nákup elektromobilů a plug-in hybridů (Německo schválilo dotaci €4000 na nákup elektromobilu). Tyto dotace jsou určeny i pro fyzické osoby, celý program je možný díky spolupráci německých automobilek a dotace je proto určena primárně na nákup vozů těch výrobců, kteří se na něm podílí.

Tento faktor absence výraznějších a dotací je v současnosti jedním z hlavních důvodů pomalého rozvoje alternativních paliv u nás. Jediným reálným finančním zvýhodněním, které může majitel vozidla poháněného elektřinou nebo plynem ze strany státu získat, je sleva na silniční dani. Ta je ale u osobních vozů vzhledem k pořizovací ceně zanedbatelná.

2.6.1 Pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla

„*Pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla je široké veřejnosti známe jako povinné ručení. Povinné ručení slouží ke krytí škod způsobených provozem motorového vozidla. Jedná se o škodu způsobenou na zdraví či usmrcením a škodu způsobenou na věci, která vznikla poškozením, zničením či ztrátou*“ (Badalíková 2012, s. 34). Podle Badalíkové je dále důležité si uvědomit, že toto povinné ručení neslouží k úhradě škody na pojištěném vozidle, ale k úhradě škody vzniklé provozem tohoto vozidla.

Dohled nad správou povinného ručení má Česká kancelář pojistitelů. Právně toto pojištění upravuje zákon č. 168/1999 Sb., o pojištění odpovědnosti z provozu vozidla. (Povinné ručení – základní fakta)

Cena pojistného na povinné ručení je dána několika faktory:

- Zdvihovým objemem a výkonem motoru
- Typem a stářím vozu
- Osobou pojistníka – věk, bydliště, pojistný bonus[4]

Podle České kanceláře pojistitelů povinné ručení v České republice v současnosti nabízí 13 pojišťoven.

Výpočet pojistného ani celková cena není pro všechny pojišťovny jednotná. Pro jinak totožné osoby je ale směrodatný zdvihový objem motoru, čím vyšší objem, tím vyšší pojistné. Druh paliva proto nemá na výslednou cenu pojistného ve většině případů žádný vliv a provoz vozidla na CNG, LPG, metan či biopaliva nepřinese v tomto ohledu žádnou úsporu. I pro majitele hybridních vozů bude pojistné počítáno stejně, jako by měli ve voze pouze spalovací motor.

Jedinou výjimku tvoří „čisté“ elektromobily. U těchto vozů se povinné ručení vypočítává jako by se jednalo o spalovací motor s nejnižší možnou sazbou pojistného, ve většině případů tedy do zdvihového objemu 1000 ccm nezávisle na výkonu.

2.6.2 Silniční daň

Podle Pindura (2014, s. 35) patří v daňové soustavě ČR silniční daň mezi daně majetkové přímé. Je to tedy daň vybíraná z vlastnictví majetku a ne příjmu a placena

[4] Bonus (malus) na pojistném je v případě povinného ručení dán dobou uplynulého pojištění v měsících a počtem zaviněných nehod. Maximum je u většiny pojišťoven 120 měsíců, tzn. 10 let pojištění.

vlastníkem vozidla. Z prostředků vybraných státem touto daní by měly být hrazeny opravy a údržba silniční a dálniční sítě.

Právní úpravu nalezneme v zákoně č. 16/1993 Sb., o dani silniční ve znění pozdějších předpisů. Pro správnou aplikaci daně je podle Pindura důležitá znalost i dalších příslušných právních ustanovení, která se dotýkají silničních vozidel, a to např. zákon č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích kvůli správnému rozdělení a evidenci vozidel. Dále také zákon o daních z příjmů, protože zaplacenou částku na silniční daň je možné uplatnit jako daňové účinný výdaj a snížit jí tak základ daně.

Předmětem daně jsou silniční motorová vozidla a přípojná vozidla, která jsou:

- registrována v České republice
- provozována v České republice
- používána k podnikání

Z tohoto ustanovení zákona plyne, že silniční daň platí ve většině případů pouze podnikatelé a právnické osoby. Výjimku stanovuje třetí odstavec § 2 zákona o dani silniční, která zní: *„Předmětem daně silniční jsou vždy vozidla s největší povolenou hmotností nad 3,5 tuny určená výhradně k přepravě nákladů a registrovaná v České republice“.* Z něho vyplývá, že nákladní automobily nad 3,5 tuny registrované v ČR jsou předmětem daně vždy.

Základem daně je potom:

1. zdvihový objem motoru u osobních vozidel vyjma elektromobilů
2. součet největších povolených hmotností na nápravy a počet náprav u návěsů
3. největší povolená hmotnost v tunách a počet náprav u ostatních

(Marková 2016, s. 114)

Osvobození od daně se pro účely silniční daně podle § 3 písmene f) tohoto zákona vztahuje mimo jiné na vozidla pro dopravu osob nebo vozidla pro dopravu nákladu s povolenou hmotnosti menší než 12 t pokud:

- mají elektrický pohon
- mají hybridní pohon nebo kombinaci spalovacího a elektromotoru
- používají jako palivo LPG nebo CNG
- mohou spalovat směs benzinu a ethanolu E85

(Marková 2016, s. 114)

Podle obecného výkladu a příkladů z praxe v případě přestaveb na LPG nebo CNG není pro osvobození rozhodující, zda je vozidlo provozováno výhradně na plynný pohon nebo v kombinaci s benzinem. Osvobození je tedy možno obecně uplatnit na základě zápisu plynového pohonu v technickém průkazu vozidla (Šlápni na plyn).

3 Metodika

Praktická část bakalářské práce primárně zkoumá návratnost investice do vozidel s pohonem na CNG, LPG, elektřinu a s hybridním pohonem. Tyto pohony se v současnosti jeví jako nejlepší alternativy ke konvenčním benzinovým a naftovým motorům. Stlačený zemní plyn CNG a zkapalněný ropný plyn LPG patří v současnosti k nejrozšířenějším a nejdostupnějším palivům. LPG dnes již disponuje dostatečně širokou sítí čerpacích stanic, pro CNG je tato distribuční síť stále několikanásobně menší nicméně v době globálního „zeleného" myšlení se dostává do popředí díky tomu, že je ekologicky šetrnější než ropné produkty.

Pohon na elektřinu ať už jde o čisté elektromobily či hybridní pohon v sobě ukrývá obrovský potenciál. I když bude masové rozšíření elektřiny pro pohon vozidel nejspíš ještě několik let trvat, již dnes je nabídka elektromobilů a hybridů dostatečná a pro určitou cílovou skupinu může jít o zajímavou volbu.

Ze zpracování byl jako palivo vyloučen etanol E85 a to především kvůli tomu, že je primárně vyráběn z biomasy, která se dá využít pro jiné účely. V potaz také nebude brán pohon na vodíkové palivové články, který je dnes i přes ekologické výhody pro běžnou domácnost nedosažitelný.

Postup práce

Prvním krokem pro zpracování práce je určení zkoumaných a vyhodnocovaných údajů. Hlavním východiskem pro vyhodnocení a tvorbu závěrů je údaj o okamžiku návratnosti investice vyjádřený v počtu ujetých kilometrů. Proto je potřeba znát prodejní ceny srovnávaných vozů a rozdíl mezi nimi a provozní náklady. Provozní náklady se pro výpočty omezí pouze na náklady spotřebovaného paliva, nebudou zahrnuty ceny za servis ani jiné další pravidelné výdaje, technické kontroly pojištění apod., k těmto bude přihlédnuto při následném zhodnocení výsledků.

Druhým krokem je určení referenčních cen použitých paliv, tedy benzinu, motorové nafty, LPG, CNG a elektřiny pro výpočet provozních nákladů. Ceny vycházejí z aktuální situace na trhu v létě roku 2016. Tyto ceny budou pro zjednodušení výpočtů zaokrouhleny. Pro ilustraci vývoje cen jednotlivých paliv a jejich případné volatilitě a závislosti na ceně ropy jsou v úvodu praktické části práce zpracovány grafy zobrazující vývoj jejich cen za období posledních desíti let. Stabilita cen paliva může být při výběru alternativního pohonu klíčová. Tyto ceny pro jednotlivá paliva jsou následně použity v celé praktické části.

Třetím krokem je výběr vhodných automobilů pro zpracování. Pro výběr srovnávaných vozů je použito několik žebříčků nejprodávanějších modelů v ČR za rok 2015 a počátek roku 2016 a dále jsou použity ty modely, které jsou nabízeny s pohonem na některý z vybraných alternativních pohonů. Některé modely jsou upřednostněny kvůli tomu, že jsou nabízeny i s dieselovým pohonem. Právě porovnání dieselových motorů, které jsou v současnosti považovány za obecně nejúspornější a motorů na vybraná alternativní paliva, je důležitou částí zkoumané problematiky. Žebříčky nejprodávanějších vozidel pocházejí z údajů na webech

www.ekobonus.cz, www.auto.cz, www.autoforum.cz, www.autorevue.cz. Do zpracování nebyla zahrnuta vozidla vyšších tříd, luxusní a speciální vozy především pro jejich vysokou cenu a provozní náklady, práce je zaměřena na běžné české domácnosti a tomu také odpovídá výběr vozidel.

U takto vybraných vozidel je provedeno srovnání daného alternativního pohonu a benzinové, případně i naftové verze.

U některých modelů, převážně u elektromobilů a hybridů, není přímé srovnání různých pohonů u jednoho modelu možné, jelikož se nabízí pouze ve verzi s jedním pohonem. V těchto případech jsou tedy pro srovnání použity pokud možno podobné modely buď stejné automobilky (kvůli stejné cenové politice) nebo modely jiných značek, které se ale zkoumanému vozu blíží jak v automobilovém segmentu tak výbavou, image značky, výkonem apod. Pro každé alternativní palivo bude vybráno 3 až 6 vozů pro porovnání.

Pro vybraná vozidla jsou následně vypočítány provozní náklady. Pro výpočet provozních nákladů jsou použity údaje o spotřebách, které vycházejí ve většině případů z oficiálních údajů udávaných výrobcem. Některé potřebné údaje jsou převzaty z webu www.spotreby.cz a dále z různých recenzí zkoumaného vozu. Údaje o spotřebách jsou následně vynásobeny s referenčními cenami paliv.

Po shromáždění potřebných údajů následuje samotný výpočet klíčové charakteristiky potřebného kilometrového nájezdu podle níže uvedeného modelu a porovnání pohonů na různá paliva ve zvolených vozidlech. Každé vybrané vozidlo je zhodnoceno zvlášť, následuje zhodnocení zjištěných výsledků pro všechna vozidla s daným pohonem a závěrečné obecné tabulkové shrnutí průměrných zjištěných hodnot pro jednotlivá paliva. K takto vypočteným hodnotám a průběžným hodnocením je na závěr vysloven závěr, který má za úkol zodpovědět zkoumanou otázku, která je cílem této práce.

Model pro výpočet okamžiku návratnosti počáteční investice

Cílem výpočtů je určení potřebného kilometrového nájezdu zkoumaného vozidla s alternativním pohonem, od kterého se počáteční investice ve formě zvýšené nákupní ceny majiteli vrátí v úsporách za palivo. Od tohoto okamžiku pak již majiteli přináší provoz úspory v porovnání se situací, kdy by se nerozhodl pro nákup vozidla s alternativním pohonem, ale koupil stejný model s výchozím benzinovým motorem.

Pevná hranice pro objektivní určení počtu ujetých kilometrů, do kterých má ještě tato investice smysl, není stanovena. Při vyhodnocení bude použit průměrný roční nájezd 10-15 tisíc kilometrů, přičemž obecně lze o výhodnosti koupě vozu s alternativním pohonem uvažovat při návratnosti nanejvýš 10 let, tedy 100 až 150 tisíc kilometrů. Pro firemní zákazníky a podnikatele je tato situace odlišná a i vyšší potřebný nájezd pro ně může být výhodný. Výsledné hodnoty potřebných nájezdů jsou tedy pouze orientační a budou posuzovány pro každý vůz zvlášť.

Výpočet vychází z několika základních údajů:
P - Rozdíl v pořizovací ceně modelů se srovnávanými pohony
s_x - Kombinovaná spotřeba na 1 km[5]
p_x - Cena jednotky pohonné hmoty
r - Rozdíl v nákladech na 1 km
R – počet km, při kterých se vyšší vstupní cena vrátí v úsporách za palivo

Celý výpočet potom probíhá podle následujícího vzorce:

$$R = \frac{P}{r} = \frac{P}{n_1 - n_2} = \frac{P}{s_1 p_1 - s_2 p_2}$$

kde n_x jsou náklady na 1 kilometr.

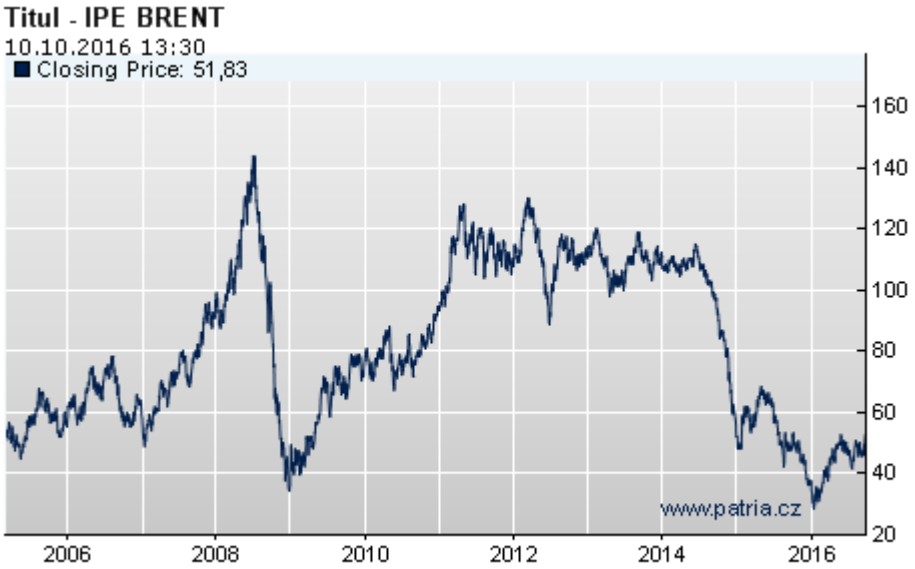
Východiskem pro určení daného okamžiku návratnosti počáteční investice je rozdíl v cenách srovnávaných vozů P a rozdíl mezi jejich kilometrovými náklady r. Pro výpočet kilometrových nákladů jsou použity zpracované referenční ceny paliv p_1 a p_2, kde p_1 je cena benzinu a p_2 cena daného alternativního paliva. Rozdíl v kilometrových nákladech obou vozidel vlastně pro majitele znamená úsporu za palivo na každý ujetý kilometr. Požadovaný počet najetých kilometrů R značí okamžik, kdy se tyto kumulované provozní úspory rovnají rozdílu P v cenách vozidel, v tomto okamžiku se tedy majiteli vozidla s alternativním pohonem vrátí počáteční investice způsobená vyšší pořizovací cenou.

[5] Použité hodnoty spotřeby budou vycházet ve většině případů z údajů udaných výrobcem. Tyto hodnoty jsou často nepřesné a nižší než je reálná spotřeba vozidla v provozu. Výpočet těchto udávaných hodnot je prováděn v laboratorních podmínkách a nezahrnuje celou řadu faktorů, které mají ve skutečnosti na spotřebu vliv. Pro účely komparace v této práci jsou však tyto údaje použitelné, neboť hodnoty jsou pro všechny pohony zkresleny zhruba stejně.

4 Porovnání ekonomických aspektů provozu

4.1 Cena pohonných hmot

Cena fosilních paliv je vždy navázána na aktuální cenu ropy. Ovlivňují ji proto ekonomická i politická situace ve světě a také dění na světových burzách. Vzhledem k omezeným zásobám ropy na naší planetě se dá očekávat trend rostoucí ceny ropných produktů, a tedy i fosilních paliv obecně. Po odeznění ekonomické krize z konce minulého desetiletí se cena ropy postupně vrátila na úroveň před rokem 2008. Následující graf ukazuje aktuální trend vývoje ceny ropy BRENT[6] na světových trzích v dolarech za barel.



Obr. 1 Graf vývoje ceny ropy BRENT v letech 2006 až 2016
Zdroj: www.patria.cz

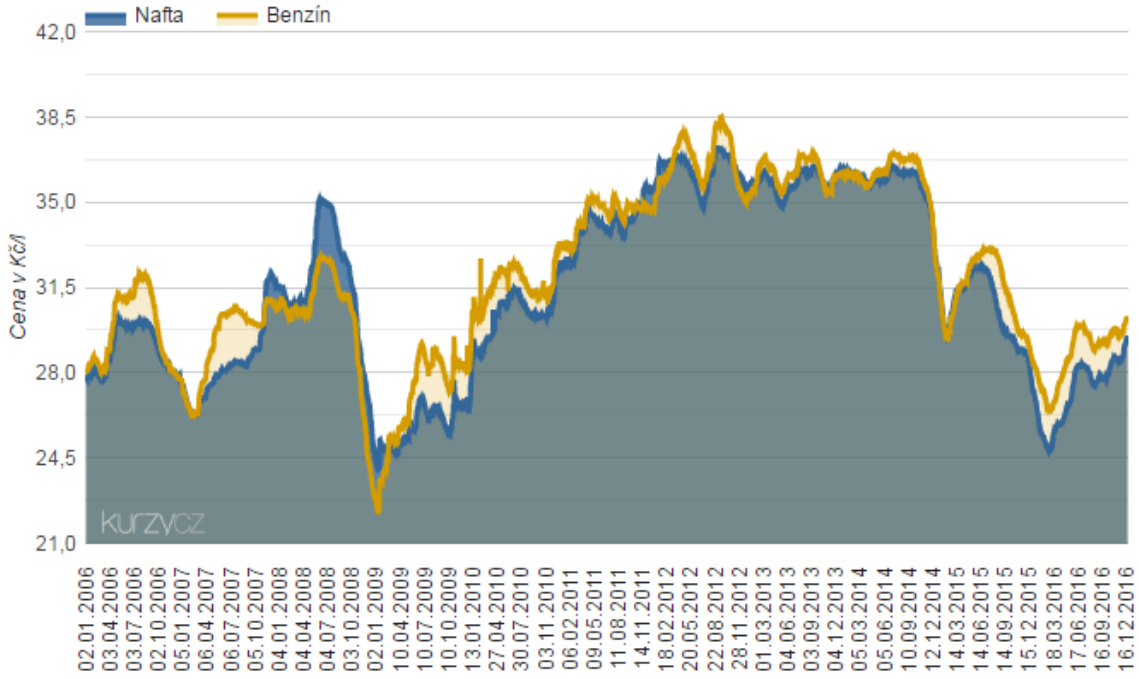
4.1.1 Benzin a nafta

Ceny benzinu a ropy v posledních letech také pozvolna klesají a v krátkodobých intervalech kolísají oběma směry. Více než třetinu prodejní ceny benzinu a nafty pro koncového zákazníka tvoří spotřební daň z tzv. minerálních olejů. Pro rok 2016 je to u benzinu 12,84 Kč/l a u nafty 10,95 Kč/l (Portál veřejné správy).

[6] Ropa typu BRENT je složena z 15 druhů těžené ropy. Tyto druhy ropy jsou těženy v ropných oblastech v Severním moři. Patří mezi ně konkrétně Brent Sweet, Brent crude, Oseberg, Forties atd. Zdroj: https://www.patria.cz/slovnik/551/ropa-brent.html
Jde o jeden z několika druhů obchodované ropy, které se vzájemně liší složením a těžebními oblastmi.

Dalších 21 % ceny tvoří daň z přidané hodnoty. Celkově tedy více než polovinu ceny benzinu a nafty tvoří právě daně. Aktuální ceny benzinu se pohybují na úrovní 29 Kč/litr, nafta je v průměru asi o 2 koruny na litr levnější tedy 27 Kč/litr[7].

Obrázek č. 2 znázorňuje vývoj cen benzinu Natural 95 a nafty v rozmezí let 2006 až 2016, při porovnání s obrázkem č. 1 je zjevná podobná křivka vývoje ropy a obou pohonných hmot, která značí vysokou závislost cen benzinu a nafty na ceně ropy.



Obr. 2 Graf vývoje ceny nafty a benzinu Natural 95 v letech 2006 až 2016
Zdroj: www,kurzy.cz

4.1.2 LPG

Vývoj cen LPG je částečně odvozen od ceny ropy. V porovnání se zemním plynem mají proto ceny LPG lehce vyšší volatilitu. I přes to, že stát v současnosti víceméně nepočítá s ropným plynem jako alternativním palivem do budoucnosti a není tudíž zahrnut ani v Národním akčním plánu čisté mobility (jedním z hlavních programů podporujících rozvoj ekologicky šetrnějších paliv na národní úrovni), spotřební daň na LPG je v porovnání s cenami benzinu a ropy stále několikanásobně nižší – pro rok 2016 je to 2,15 Kč/l (www.ucetnikavarna.cz). LPG má v porovnání s klasickými palivy také nižší náklady na těžbu a následné zpracování. Průměrná cena LPG v ČR se pohybuje kolem 13 korun za litr.

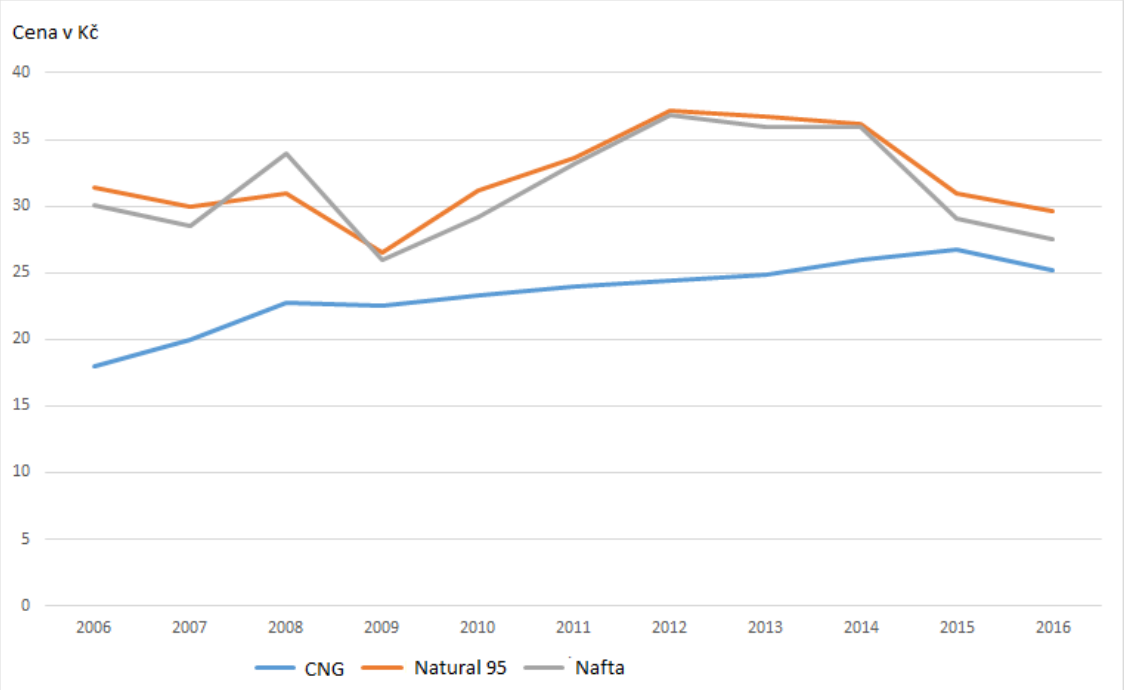
[7] Průměrná cena zjištěná z portálů www.ceskybenzin.cz a www.penize.cz, pro účely a přehlednost práce byly ceny zaokrouhleny na celé koruny.

4.1.3 CNG

Zemní plyn je jako palivo historicky asi o polovinu levnější než benzin. Může za to především nižší spotřební daň. Současná výše spotřební daně je 1000 Kč/t (Vývoj spotřební daně na CNG v Česku), při ekvivalenci 1 m^3=0,7 kg dostaneme daň ve výši 0,7 Kč/m^3. Krychlový metr plynného zemního plynu totiž zhruba odpovídá litru benzinu. Snížená spotřební daň je v ČR garantována do roku 2020 jako jeden z nástrojů pro rozšíření ekologicky šetrnějších paliv.

Aktuální průměrná cena CNG se pohybuje kolem 18 Kč/m^3 (Ceny CNG).

Z obrázku č. 3 je zřetelný pozvolný růst ceny CNG, který díky nezávislosti na ceně ropy není výrazně ovlivněn náhlými výkyvy. Cena zemního plynu si dlouhodobě udržuje plynulý rostoucí trend a v porovnání s naftou a benzinem je stále zhruba poloviční.



Obr. 3 Vývoj cen CNG a konvenčních paliv
upraveno podle: www.cng4you.cz

4.1.4 Cena elektřiny

Elektřina se od ostatních paliv liší mimo jiné v tom, že její ceny jsou pro spotřebitele často na určité období fixní. I když je cena elektřiny na trhu výrobců a distributorů ovlivněna aktuální nabídkou a poptávkou, distributorské společnosti s koncovými spotřebiteli uzavírají smlouvu o dodávkách elektřiny za cenu, která se po určité období (např. 1 rok) nemění. Tyto ceny jsou proto v porovnání s cenami konvenčních paliv v krátkém období pro spotřebitele relativně stabilnější. Při pro-

vozu elektromobilu se tedy může spolehnout na to, že náklady na provoz se mu ze dne na den výrazněji nezmění a může s nimi jistým způsobem také kalkulovat.

Z pohledu domácnosti je pro provoz elektromobilu klíčové, zda využívá tzv. nízký (noční) tarif. Jedná se o nižší sazbu ceny, která byla zavedena původně v nočních hodinách, tedy v čas, kdy je spotřeba elektřiny (poptávka) nižší a proto v rozvodných sítích vzniká přebytek elektřiny. Snížením ceny elektřiny v těchto hodinách se správa sítě a potažmo jednotliví distributoři snaží motivovat k efektivnějšímu plánování odběru a spotřeby. Dnes je dostupnost nočních tarifů závislá hlavně na tom, zda domácnosti využívají elektřinu k vytápění a ohřevu vody. Ne každý má tedy na poskytnutí výhodnějších cen elektřiny od svého dodavatele automaticky nárok.

Průměrná cena za vysoký tarif je v roce 2016 3,7 Kč za 1 kWh, pro nízký tarif je to 2, 02 Kč za 1 kWh (www.penize.cz).

Důležitým faktorem, který musí zohlednit každý zájemce o elektrické vozidlo je tedy aktuální a budoucí cena elektřiny dohodnutá s dodavatelem. Některé společnosti dodávající elektřinu také nabízí zvýhodněné nabíjení na veřejných dobíjecích stanicích, kterých je v současnosti v České republice kolem 250 (www.google.com). Toto zvýhodněné nabíjení je většinou levnější než nabíjení přímo z domácí sítě, ale kvůli rozmístění dobíjecích stanic a dlouhé době nabíjení probíhá stejně většina nabíjecích cyklů v místě bydliště nebo pracoviště.

Za zmínku také stojí dobíjecí stanice TeslaCharger, které jsou určené pro majitele vozů Tesla a nabízejí bezplatné neomezené nabíjení. Provozní náklady jsou v takovém případě až nulové. Tato možnost je již ale zakalkulována v ceně vozu, kterých u nás jezdí pouze několik a také dobíjecí stanice je v ČR zatím pouze jedna.

4.2 Návratnost zvýšené pořizovací ceny

Pořizovací cena je jedním z hlavních rozhodovacích kritérií při výběru a koupi nového automobilu, Především při výběru vozu s konvenčním pohonem je počáteční výdaj v podobě ceny mnohdy kritériem nejpodstatnějším. Jinak tomu ale je v okamžiku, kdy se spotřebitel rozhodne pro nákup jiného než benzinového nebo dieselového automobilu. Takto smýšlející spotřebitel si je totiž vědom případných dalších úspor a je často schopen vyšší nákupní cenu vozu objektivně obhájit ekonomikou provozu.

4.2.1 CNG

V následující kapitole jsou tabulkově porovnány vybrané nejprodávanější modely vozidel poháněných stlačeným zemním plynem. Spalování stlačeného, a tedy plynného paliva, je konstrukčně náročnější a tedy dražší. Hlavním důvodem je samotný systém dopravy a vstřikování paliva a také bezpečnostní tlaková palivová nádrž. Většina CNG vozidel také umožňuje provoz jak na plyn, tak na benzin, a proto má dvě palivové soustavy. Celá tato technologie zvyšuje proti srovnatelnému konvenčnímu benzinovému motoru cenu vozidla.

Tab. 2 Škoda Citigo

Motorizace	**Benzin 1.0 MPI**	**CNG 1.0 MPI**
Cena v Kč	243 900	307 900
Rozdíl v ceně		64 000
Spotřeba *[l/100 km]*	4,4	4,5
Náklady v Kč na km	1,276	0,81
Rozdíl v N na km		0,466
Návratnost při km		**137 339**

Zdroje: www.skoda-auto.cz
www.spotreby.cz

Škoda Citigo jako nejmenší model automobilky překvapivě nabízí také pohon CNG. Jak můžeme vidět v tabulce č. 2 je pořizovací cena CNG verze o 64 tisíc dražší. Vzhledem k ceně a zaměření vozu je ale o čtvrtinu vyšší cena pro mnohé potenciální kupující příliš vysoká. S takovýmto vozem se také většinou nepočítá s velkým kilometrovým nájezdem, a proto by se výsledná návratnost při 137 tisících kilometrech mohla protáhnout za hranici deseti let.

V tabulkách 3 a 4 vidíme porovnání CNG verzí motorů TSI koncernu Volkswagen. Modely Octavia a Golf spadají do stejného segmentu a sdílí velkou část techniky a dílů, proto jsou i údaje o spotřebách, a tedy provozních nákladech jednotlivých motorizací pro tyto vozy podobné. Rozdíl mezi těmito dvěma vozy je ale v nastavené cenové hladině. Základní benzinová verze Octavie je téměř o 100 tisíc levnější než srovnatelný Golf, rozdíl v cenách CNG modelů obou vozů je ale jen 59 tisíc. Octavia s CNG pohonem je o 94 tisíc, a tedy o čtvrtinu dražší než benzinová verze. Pokud tedy zákazník upřednostní CNG pohon nad benzinem, vrátí se mu vyšší pořizovací cena až po ujetí více než 214 tisíc kilometrů. I přes úsporu za palivo 44 haléřů na kilometru se jako výhodnější u Octavie jeví dieselový motor, který se vyplatí už po ujetí necelých 150 tisíc kilometrů.

Odlišná situace nastává u modelu Golf (tabulka 4). Díky tomu, že CNG pohon stojí téměř stejně jako diesel a úspory za palivo jsou oproti dieselu o 76 % vyšší, počáteční zvýšená pořizovací cena CNG pohonu se vrátí po ujetí 140 tisíc kilome-

trů. Oproti tomu investice do dieselové verze až po ujetí více než 230 tisíc kilometrů. Názorně zde vidíme důležitost nastavené cenové strategie automobilek.

Tab. 3 Škoda Octavia III

Motorizace	**Benzin 1.2 TSI**	**Diesel 1.6 TDI**	**CNG 1.4 TSI**
Cena v Kč	354 900	412 900	448 900
Rozdíl v ceně		58 000	94 000
Spotřeba *[l/100 km]*	4,8	3,7	5,3
Náklady v Kč na km	1,392	0,999	0,954
Rozdíl v N na km		0,393	0,438
Návratnost při km		**147 583**	**214 612**

Zdroje: www.skoda-auto.cz
https://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/auto/recenze-skody-octavia-g-tec-na-cng-zemni-plyn/r~a9f74ff286fe11e58f1e002590604f2e/?redirected=1482854276
http://autobible.euro.cz/skoda-octavia-combi-g-tec-jeli-jsme-na-cng-z-prahy-jizniho-chorvatska-zpet/

Tab. 4 Volkswagen Golf

Motorizace	**Benzin 1,2 TSI**	**Diesel 1.6 TDI**	**CNG 1.4 TSI**
Cena v Kč	442 900	502 900	507 900
Rozdíl v ceně		60 000	64 000
Spotřeba *[l/100 km]*	4,8	4,2	5,2
Náklady v Kč na km	1,392	1,134	0,936
Rozdíl v N na km		0,258	0,456
Návratnost při km		**232 558**	**140 351**

Zdroje: www.volkswagen.cz
http://www.grandauto-moto.cz/testy-a-recenze/volkswagen-golf-variant-1-4-tgi-rozumne-rodinne-reseni/
www.spotreby.cz

Další koncernový model Seat Leon s předešlými vozy opět sdílí většinu technologie, a tedy i pohonné jednotky (tab. 5). Cenově se podobá modelu Golf a proto jsou i získané výsledky velmi podobné. CNG verze Seatu Leon je dokonce levnější než dieselová. Přesto je rozdíl obou výsledků potřebného kilometrového nájezdu, od kterého se počáteční investice vyplatí, u CNG a dieselové verze menší než u Golfu. Můžou za to udávané údaje o spotřebě, které jsou u dieselu nižší a u CNG naopak vyšší než u Golfu. Reálně se ale jedná o velmi podobná auta se skoro stejnými pohonnými jednotkami, vahou apod., proto by mohlo být srovnání modelů Leon a Golf ještě těsnější.

Tab. 5 Seat Leon (výbava Style)

Motorizace	**Benzin 1.2 TSI**	**Diesel 1,6 TDI**	**CNG 1.4 TGI**
Cena v Kč	436 900	499 900	494 900
Rozdíl v ceně		63 000	58 000
Spotřeba *[l/100 km]*	4,9	4	5,43
Náklady v Kč na km	1,421	1,08	0,98
Rozdíl v N na km		0,341	0,441
Návratnost při km		**184 751**	**131 519**

Zdroje: www.seat.cz

Předcházející trojice vozidel z koncernu Volkswagen používá velmi podobnou techniku. Zajímavé proto je vzájemné srovnání s naftovými a benzinovými motory. Znatelný rozdíl v návratnosti CNG u Škody Octavie je dán především vysokou pořizovací cenou modelu, v porovnání s modelem Golf a Leon je téměř dvojnásobná a tomu odpovídá i potřebný kilometrový nájezd, od kterého se koupě Octavie vyplatí. Přesto šlo v roce 2015 o nejprodávanější vůz na CNG u nás. Zásluhu na tom ale má také fakt, že Octavie je jedním z nejprodávanějších modelů i s konvenčním motorem již několik let.

Tab. 6 Fiat Doblo Panorama Plus

Motorizace	**Benzin 1.4**	**Diesel 1.6**	**CNG 1.4**
Cena v Kč	464 900	520 900	572 900
Rozdíl v ceně		56 000	108 000
Spotřeba [l/100 km]	7,2	5,2	7
Náklady v Kč na km	2,09	1,4	1,26
Rozdíl v N na km		0,69	0,83
Návratnost při km		**81 159**	**130 120**

Zdroje: www.fiat.cz
www.spotreby.cz

Tab. 7 Fiat Punto (výbava Plus)

Motorizace	**Benzin 1.4**	**Diesel 1.3**	**CNG 1.4**
Cena v Kč	257 000	320 000	349 300
Rozdíl v ceně		63 000	92 300
Spotřeba *[l/100 km]*	5,7	4,2	6
Náklady v Kč na km	1,65	1,134	1,08
Rozdíl v N na km		0,516	0,57
Návratnost při km		**122 093**	**161 930**

Zdroje: www.fiat.cz
www.spotreby.cz

V tabulkách 6 a 7 jsou porovnané CNG verze se srovnatelnými benzinovými a naftovými jednotkami vozů automobilky Fiat. Zajímavé jsou výrobcem udávané údaje o spotřebě, které se více přibližují reálnému provozu. Jak u modelu Doblo (tab. 6) tak Punto (tab. 7) je výhodnější investice do dieselové verze. U modelu Doblo je návratnost investice do dieselové verze již po ujetí 81 tisíc kilometrů, tento výsledek je dán hlavně tím, že jde o velký a těžký vůz. U takového automobilu je výhodnější použít větší sílu vznětového motoru, u benzinového motoru s rostoucí vahou vozu stoupá spotřeba několikanásobně rychleji než u naftového. I u tohoto modelu ale může být CNG verze výhodná. I přes pozdější návratnost v porovnání s dieselem je provoz na zemní plyn levnější a může se tedy vyplatit při vysokém ročním nájezdu např. při použití pro služební účely.

U modelu Punto je situace podobná jako u vozu Škoda Citogo. Pořizovací cena je pro CNG model o více než třetinu vyšší než pro benzinovou verzi. Při úspoře 57 haléřů na kilometr se tak investice vrátí po více než 160 tisících ujetých kilometrů.

Z výše uvedených srovnání je zřejmé, že bez ohledu na ostatní faktory se zvýšená počáteční investice do CNG pohonu vrátí až po ujetí nejméně 130 tisíc kilometrů. Při průměrném ročním nájezdu českého řidiče kolem 10-15 tisíc kilometrů se tak automobil začne vyplácet až po osmi až deseti letech. Navíc musí kromě běžných technických prohlídek ve většině případů každé dva roky absolvovat revizi plynového zařízení, za kterou si servisy účtují od 300 do 1000 korun.

4.2.2 LPG

Nabídka vozů na LPG je v ČR o poznání větší než nabídka CNG, může za to především fakt, že LPG se pro pohon vozidel používá historicky déle. S tím souvisí i rozsáhlejší síť plnících stanic, servisní zázemí apod. Celý systém LPG pohonu je v porovnání s CNG o něco jednodušší, a proto také levnější.

Automobilka Dacia byla v roce 2015 na vrcholu žebříčku nejprodávanějších LPG značek hned s několika modely (www.auto.cz). Cenový rozdíl 25000 korun za verzi s LPG pohonem se majiteli Dacie Logan (tab. 8) vrátí po ujetí zhruba 30 tisíc kilometrů, což odpovídá v průměru dvěma až třem rokům provozu. Tato vozidla si také často kupují drobní podnikatelé a řemeslníci, kteří je využívají pro výkon své činnosti a mají nájezd ještě větší. Při uvažování ročního nájezdu 30 tisíc kilometrů se tak LPG verze „zaplatí“ už po roce provozu. Je zde také patrný rozdíl v návratnosti investice do dieselové verze vozu, který se vyplatí až po ujetí téměř třikrát větší vzdálenosti než verze s pohonem na LPG. Dieselové motory této značky jsou také známé pro vysokou poruchovost a drahý servis, to vše může při výběru paliva hrát ve prospěch plynové verze.

Tab. 8 Dacia Logan ve výbavě Arctica

Motorizace	**Benzin 0,9 TCe**	**Diesel 1,5 dCi**	**LPG 0,9 TCe**
Cena v Kč	228 900	274 900	253 900
Rozdíl v ceně		46 000	25 000
Spotřeba *[l/100 km]*	6	4,5	7,05
Náklady v Kč na km	1,74	1,21	0,92
Rozdíl v N na km		0,53	0,82
Návratnost při km		**86 793**	**30 488**

Zdroje: www.dacia.cz
www.auto.cz/dacia-logan-mcv-na-lpg-setrilek-i-lepe-tahne-95272
www.autoweb.cz/dacia-logan-mcv-0-9-tce-90-k-lpg-2016/
www.spotreby.cz

Nabídku modelů s LPG pohonem má i německá automobilka Opel. U modelu Meriva již není rozdíl mezi dieselem a LPG tak znatelný jako u Dacie Logan, stále se ale jeví jako výhodnější investice do LPG pohonu (tabulka 9).

Tab. 9 Opel Meriva

Motorizace	**Benzin 1,4**	**Diesel 1,6 CDTI**	**LPG 1.4**
Cena v Kč	370 900	407 900	397 900
Rozdíl v ceně		37 000	27 000
Spotřeba *[l/100 km]*	5,9	4,2	8
Náklady v Kč na km	1,711	1,134	1,04
Rozdíl v N na km		0,577	0,671
Návratnost při km		**64 125**	**40 239**

Zdroje: www.hybrid.cz/test-opel-meriva-lpg-ekonomicke-reseni
www.auto.cz/test-opel-meriva-1-4-turbo-lpg-usetrite-101112
www.opel.cz
www.spotreby.cz

Fiat Punto se v současnosti nabízí jak s pohonem na CNG (tab. 7) tak ve verzi LPG (tab. 10). V porovnání s CNG verzí je LPG o 67300 korun levnější. I přes lehce vyšší provozní náklady se ale investice do LPG verze vrátí majiteli už po ujetí 40.238 kilometrů, v porovnání s 161.930 kilometry u CNG verze jde o obrovský rozdíl, který jednoznačně hovoří pro LPG.

Tab. 10 Fiat Punto (výbava Plus)

Motorizace	**Benzin 1.4**	**Diesel 1.3**	**LPG 1.4**
Cena v Kč	257 000	320 000	282 000
Rozdíl v ceně		63 000	25 000
Spotřeba *[l/100 km]*	5,7	4,2	7
Náklady v Kč na km	1,65	1,134	0,91
Rozdíl v N na km		0,516	0,74
Návratnost při km		**122 093**	**33 784**

Zdroje: www.fiat.cz
www.spotreby.cz

Při porovnání LPG variant vybraných vozů je zajímavé, že oproti srovnatelným benzinovým verzím jsou vždy zhruba o 25000 korun dražší a to bez ohledu na značku a model vozu. Také úspora nákladů na kilometr oproti benzinovým verzím jsou v této kategorii podobně vysoké a pohybují se od 67 do 82 haléřů na ujetý kilometr. Z tohoto vyplývá opět velmi podobný nájezd, při kterém se zvýšená vstupní investice majiteli finančně vrátí, pohybuje se od 30 do 40 tisíc kilometrů. Stejně jako v případě vozidel s pohonem na zemní plyn i u LPG musí majitel podle pokynů výrobce (většinou jednou ročně) absolvovat revizi plynového zařízení v ceně od 500 do 1000 korun.

4.2.3 Přestavby CNG a LPG

Zajímavou a v posledních letech u nás oblíbenou možností úspory provozních nákladů je přestavba pohonu na CNG nebo LPG. Jde o osvědčený postup, při kterém

se ve specializovaném servise přidá do vozidla ke stávajícímu benzinovému pohonu i systém pro spalování LPG nebo CNG. Technologie pohonu na LPG a CNG se v několika ohledech liší, obecně ale celý proces přestavby trvá od jednoho do několika dní a spočívá hlavně v instalaci dalších palivových tlakových nádrží, palivového systému, vstřikování a úpravě motoru a úpravě řídící elektroniky. Majitel má po takovém zákroku vozidlo schopné provozu jak na benzin, tak na CNG či LPG. Zvýší se díky dodatečným palivovým nádržím celkový dojezd a často v některých místech (především zavazadlový prostor) sníží vnitřní prostor vozidla. Cena takové přestavby je odvislá od typu a stáří vozidla, zvoleného pohonného systému a velikosti instalovaných nádrží. Obecně se cena pohybuje kolem 20 tisíc korun za celou přestavbu u LPG a dvojnásobek pro CNG[8]. Limitující potom je životnost palivových nádrží, která se pohybuje u CNG kolem 20 let a u LPG mezi 10-15 lety. Majitel musí také každý rok absolvovat revizi podobně jako je tomu v případě CNG a LPG pohonů vestavěných z výroby. Následující tabulky znázorňují modelové příklady přestaveb vybraných vozů na CNG a LPG.

Jako první je v tabulce 11 vybrána Škoda Felicia. I když jde o více než 20 let starý model, v ČR jich stále jezdí velké množství a také je jejich majitelé často nechávají upravit pro pohon na LPG i CNG. Zásluhu na tom má hlavně konstrukční jednoduchost celého vozu i motoru. Přestavba na LPG je u Felicie o více než polovinu levnější než na CNG. Verze LPG má také nižší provozní náklady, a tak se investice do přestavby vyplatí už po ujetí zhruba 22 tisíc kilometr, což odpovídá 2-3 rokům provozu. CNG verze je znatelně dražší, nicméně návratnost této investice po ujetí 60 tisíc kilometrů může být stále zajímavá pro majitele vozů v dobrém stavu, kteří ročně najedou více než průměrných 10-15 tisíc km.

Tab. 11 Přestavba Škody Felicie 1.3

Palivo	**Benzin**	**LPG**	**CNG**
Cena přestavby v Kč		16 000	36 000
Spotřeba *[l/100 km]*	5,8	7,4	6
Náklady v Kč na km	1,68	0,96	1,08
Rozdíl v N na km		0,72	0,60
Návratnost při km		**22 222**	**60 000**

Zdroj: www.neptun-harfa.cz/Cenik-montazi-LPG-s-centralnim-smesovacem/3876.html
http://www.fedorauto.cz/cenik-prestavba-cng

Pro přestavbu Opelu Astra z roku 2001 (tab. 12) platí podobné závěry jako pro Škodu Felicii. Přestavba na LPG je opět o zhruba polovinu levnější než na CNG a provozní náklady jsou nižší. Návratnost investice do přestavby je tak u LPG v porovnání s CNG zhruba poloviční.

[8] Průměrná orientační cena několika poskytovatelů pro přestavbu 4 válcového motoru viz Příloha 1

Tab. 12 Přestavba Opelu Astra 2001 1.6

Palivo	**Benzin**	**LPG**	**CNG**
Cena přestavby v Kč		21 000	39 000
Spotřeba *[l/100 km]*	5,6	7,9	6,1
Náklady na 1 km	1,624	1,027	1,098
Rozdíl v N na km		0,597	0,526
Návratnost při km		**35 176**	**74 144**

Zdroje: www.neptun-harfa.cz/Cenik-montazi-LPG-s-centralnim-smesovacem/3876.html
http://www.fedorauto.cz/cenik-prestavba-cng

Z uvedených příkladů je zřejmé, že dříve se vrátí investice do LPG pohonu, opět je to dáno hlavně jednodušší a levnější technologií přestavby. Tyto přestavby se dnes provádí většinou na vozidlech starších 5-10 let, protože jsou konstrukčně jednodušší a obvykle mívají dostatek místa na umístění palivových nádrží. Také z ekonomického hlediska se více vyplatí přestavba starších vozidel, který mají obvykle vyšší spotřebu benzinu, a proto je rozdíl oproti alternativnímu palivu výraznější.

4.2.4 Elektromobily

Elektromobily jsou i dnes mezi vozy na alternativní paliva u nás rozšířeny nejméně. Na konci roku 2015 u nás bylo registrováno 790 elektrických automobilů a 1495 elektrických motocyklů (www.hybrid.cz). Pro následující tabulkové srovnání jsou opět vybrány modely u nás nejprodávanější. Hodnoty kilometrových nákladů a návratnosti oddělené lomítkem představují rozdíl v použitém cenovém tarifu dodavatele elektřiny. První hodnota je vypočtena pro průměrnou cenu vysokého tarifu 3,70 Kč za kWh a druhá hodnota za lomítkem pro cenu 2,02 Kč za kWh pro nízký tarif (www.penize.cz).

Prvním srovnávaným elektromobilem je Volkswagen e-Up, který vychází z klasické verze Up, se kterou je také porovnáván (tab. 13). Na první pohled obrovské je navýšení pořizovací ceny modelu s elektrickým pohonem o 166 % proti benzinové verzi. I přes to, že e-Up má lepší výbavu a při provozu ušetří majiteli téměř korunu na každý ujetý kilometr (nízký tarif elektřiny), ujetí více než 400 tisíc kilometrů s takovýmto vozem je nejenom kvůli nízkému dojezdu na jedno nabití nereálné.

Tab. 13 Volkswagen e-Up

Model	**Up 1.0 Benzin**	**e-Up**
Cena v Kč	240 900	639 900
Rozdíl v ceně	-	399 000
Spotřeba na 100 km	4,4 l	14,27 kWh
Náklady v Kč na km	1,276	0,538/0,29
Rozdíl v N na km	-	0,738/0,986
Návratnost při km	**-**	**540650/ 404665**

Zdroje: www.volkswagen.cz
http://www.hybrid.cz/volkswagen-e-cena-dojezd-specifikace

Tabulka 14 srovnává benzinovou verzi modelu Volkswagen Golf s elektromobilem e-Golf, který je ve srovnatelné verzi o 466.100 korun dražší. Více než dvojnásobně vyšší pořizovací cena opět nemůže být kompenzována ani více než korunovou úsporou na ujetý kilometr a návratnost takové investice je opět až po více než 400 tisících ujetých kilometrů. V případě domácnosti, která elektřinu nepoužívá pro vytápění a nemá zavedený nízký tarif je návratnost po více než 560 tisících km.

Tab. 14 Volkswagen e-Golf

Model	**Golf 1.2 TSI 81 kW**	**e-Golf**
Cena v Kč	442 900	909 000
Rozdíl v ceně	-	466 100
Spotřeba na 100 km	4,8 l	15,2 kWh
Náklady v Kč na km	1,392	0,56/0,31
Rozdíl v N na km	-	0,832/1,082
Návratnost při km	**-**	**560216/ 430776**

Zdroje: www.volkswagen.cz
www.spotreby.cz

Jedním z v Evropě nejrozšířenějších elektromobilů je BMW i3. Kvůli tomu, že se nevyrábí s konvenční pohonem je pro srovnání vybrán rozměrově podobný model BMW řady 1 s benzinovým motorem. Srovnání těchto dvou vozů v tabulce č. 15 je tak z velké části ovlivněné výběrem modelu pro srovnání a má nižší vypovídající hodnotu. Vypočtený teoretický potřebný nájezd, od kterého se vyplatí vybrat elektrické i3 místo benzinového modelu řady 1 je 281 tisíc km, respektive 338 tisíc km. I tato hodnota mluví jednoznačně proti koupi elektromobilu.

Tab. 15 BMW i3 BEV

Model	**116i 3dveř. Benzin**	**i3**
Cena v Kč	607 100	977 500
Rozdíl v ceně		370 400
Spotřeba na 100 km	5,4 l	12,6 kWh
Náklady v Kč na km	1,566	0,47/0,25
Rozdíl v N na km		1,096/1,316
Návratnosti při km		**337956/281459**

Zdroje: www.bmw.cz
www.hybrid.cz/bmw-i3-ma-nove-33kwh-baterii-dojezd-200-km

Model i3 se v současnosti vyrábí také jako plug-in hybridní verze označovaná REx. Tato verze je nabízena se stejnou 33 kWh baterií a elektromotorem, který je ale kombinován s benzinovým agregátem o objemu 0,65 l. Hybridní vůz má devítilitrovou nádrž na benzin, která umožňuje ujet dalších více než 100 km. Tato verze proto není reálně cílena do segmentu plnohodnotných hybridů, ale spalovací motor slouží spíše jako bezpečnostní pojistka při vybití baterií. Cena hybridní verze REx je 1.111.050 korun[9], je tedy zhruba o 130 tisíc korun dražší než elektromobil a provozní náklady jsou s kombinovaným pohonem zhruba o třetinu vyšší (BMW i3 má nově …). Návratnost vysoké pořizovací ceny u hybridní verze tedy bude ještě delší.

Tab. 16 Nissan Leaf

Model	**Micra 1.2 CVT**	**Leaf**
Cena v Kč	296 500	760 000
Rozdíl v ceně		463 500
Spotřeba na 100 km	4,8 l	15 kWh
Náklady v Kč na km	1,392	0,56/0,30
Rozdíl v N na km		0,832/1,09
Návratnosti při km		**557091/425229**

Zdroje: www.nissan.cz
www.hybrid.cz/nissan-leaf-cena-dojezd-specifikace

Tabulka 16 porovnává elektromobil Nissan Leaf a model Micra s benzinovým motorem a automatickou převodovkou. Leaf je oproti modelu Micra o něco větší a má výrazně lepší výbavu. Pořizovací cena vyšší o více než 460 tisíc nicméně stále není konkurenceschopná a majiteli, který by upřednostnil Leaf před benzinovou Microu, by se tato investice vrátila v nákladech za elektřinu až po ujetí 425 tisíc kilometrů.

[9] Oficiální cena pro Německo v době zveřejnění: 41.150 Euro. V ČR se verze REx zatím neprodává

U elektromobilů se ukázalo, že v jejich nákup nemá v současnosti pro běžnou domácnost z finančního hlediska smysl. I přes několikanásobně nižší provozní náklady v porovnání s konvenčními motory je nákupní cena elektromobilů stále pro potenciálního majitele příliš vysoká.

V rámci programu podpory Nízkouhlíkové stopy Ministerstva průmyslu a obchodu bylo možné do 31.7.2016 podávat žádosti na dotace na nákup elektromobilů. Tato výzva byla určena pouze pro podnikatelský sektor, tedy pro podniky i podnikající jednotlivce a vozidlo muselo být koupeno pro výkon podnikatelské činnosti. Výše této dotace závisela na velikosti podniku a ceně projektu. Minimální výše příspěvku na nákup elektromobilu pro malé podniky byla 70000 (Nízkouhlíkové technologie). I při započtení této dotační částky, na kterou však neměla nárok běžná nepodnikající osoba, se návratnost investice zdaleka nepřiblíží přijatelným hodnotám. Při uvažování teoretické úspory 1 Kč na ujetý kilometr se tak potřebný nájezd sníží o 70 tisíc kilometrů, přesto se u většiny vozů stále pohybuje nad hranicí 300 tisíc kilometrů. Vzhledem k zaměření a limitovanému dojezdu a nabíjecí době elektromobilů je také nutné počítat s nižším průměrným ročním nájezde, proto se za těchto podmínek investice do elektromobilu nevyplatí. Velký vliv pro podnikatele nemá ani potenciální úspora ve formě osvobození od silniční daně, která by s podobným vozidlem s konvenčním motorem činila zhruba dva až tři tisíce korun ročně. Další drobná pravidelná, ale vzhledem k nákupní ceně bezvýznamná úspora je ve formě osvobození od měření emisí vozidla.

4.2.5 Hybridy

Hybridní vozy kombinují výhody jak spalovacích motorů, jako je velký dojezd na nádrž, tak výhody elektrického motoru mezi které patří tichý a pravidelný chod, nulové emise škodlivých plynů a jednoduchá a bezúdržbová konstrukce. Po městě tak mohou hybridní vozy jezdit s nižšími až nulovými emisemi a neprodukovat žádný hluk a při delších cestách využít klasický spalovací motor, kterému může v případě potřeby sekundovat elektromotor pro zvýšení výkonu (např. při předjíždění).

Nabídka hybridních vozů se stále rozšiřuje, dochází k zlepšování spolehlivosti a jízdních a výkonových parametrů vozů. Díky pokroku v technologii jak baterií a pohonných jednotek tak v ovládacích a řídicích systémech vozu jsou hybridy stále více dostupné. Jejich hlavní nevýhodou ale i nadále zůstává pořizovací cena, i když je již možné v omezeném množství pořídit i ojeté nebo výběhové vozy. Vysoká pořizovací cena je výsledkem složité konstrukce vozu, která musí sladit dva rozdílné pohonné a palivové systémy. Kontrolu a řízení celého hybridního systému má na starosti složitý software, který zapíná a vypíná elektrický pohon pro optimalizaci spotřeby. Ta může být v porovnání se srovnatelným vozem osazeným pouze spalovacím motorem zhruba poloviční.

Automobilkou s nejdelší historií výroby hybridních vozů je Toyota. V současnosti nabízí několik hybridních modelů, které vesměs patří k nejprodávanějším hybridům po celém světě.

Jedním z nejmenších a nejdostupnějších modelů značky je Yaris. Vyrábí se v několika provedeních a motorizacích a nabízí se proto jako perfektní kandidát pro přímé srovnání hybridní a čistě benzinové verze. Z tabulky 17 je zřejmý relativně malý rozdíl v pořizovací ceně obou vozů. 32 tisíc korun se při teoretické úspoře 1,3 litru paliva na 100 kilometrů majiteli vrátí po ujetí 84 tisíc kilometrů v úsporách za palivo. Hybridní pohony této značky jsou navíc osvědčené a spolehlivé, proto majitel nemusí počítat z žádnými výraznými servisními náklady. Životnost celého hybridního systému je srovnatelná s životností celého vozu.

Tab. 17 Toyota Yaris

Motorizace	**1,33 DVVTi Multidrive**	**1,5 Hybrid e-CVT**
Cena v Kč	350 900	382 900
Rozdíl v ceně		32 000
Spotřeba *[l/100 km]*	4,9	3.6
Náklady v Kč na km	1,42	1,04
Rozdíl v N na km		0,38
Návratnost při km		**84 211**

Zdroje: https://pdf.sites.toyota.cz/cenik_yaris.pdf
www.spotreby.cz

V tabulce č. 18 je srovnání hybridní verze vozu Volkswagen Passat a verze s benzinovým pohonem v nejvyšší výbavě. Hybridní verze nabízí o téměř 5 l/100 km nižší spotřebu a provozní úsporu 1,4 korun na ujetý kilometr. Díky tomu je návratnost pořizovací ceny hybridní 222 tisíc kilometrů. Tato hodnota je pro běžnou domácnost už jistě hraniční, ale tento vůz je často vybírán do firemních flotil a jako vozidlo pro podnikání, kde najede bez problému přes 60 tisíc km za rok.

Tab. 18 Volkswagen Passat

Motorizace	**1.8 TSI DSG**	**1.4 TSI Plug-in Hybrid**
Cena v Kč	846 900	1 162 900
Rozdíl v ceně		316 000
Spotřeba *[l/100 km]*	8,2	3,3[10]
Náklady v Kč na km	2,38	0,957
Rozdíl v N na km		1,421
Návratnost při km		**222 378**

Zdroj: www.volkswagen.cz
www.en.volkswagen.com/en.html

Tab. 19 Volkswagen Golf GTE

Motorizace	**1.2 TSI 81 kW**	**1.6 TDI 81 kW**	**1.4 TSI P-I Hybrid**
Cena v Kč	442 900	502 900	1 009 900
Rozdíl v ceně		60 000	567 000
Spotřeba *[l/100 km]*	4,8	4,2	2,4
Náklady v Kč na km	1,392	1,134	0,696
Rozdíl v N na km		0,258	0,696
Návratnost při km		**232 558**	**814 655**

Zdroje: www.hybrid.cz/volkswagen-golf-gte-cena-dojezd-specifikace
www.auto.cz/test-volkswagen-golf-gte-hot-hybrid-z-wolfsburgu
www.volkswagen.cz/golf-gte?gclid=Cj0KEQiAv4jDBRCC1IvzqqDnkYYBEiQA89utoiff0Ior0ibiIZmCd6y2IZT-4pd2vx90-toD_XGFMPYaAi3w8P8HAQ
www.spotreby.cz

Cenová politika hybridního modelu Golf GTE (tab. 19) z něj dělá jeden z nejdražších dostupných hybridů vzhledem k užitné hodnotě. Více než dvojnásobná pořizovací cena v porovnání s podobnou benzinovou verzí se ani při poloviční spotřebě nesplatí do konce běžné životnosti vozu. Vliv na vysokou cenu hybridních modelů značky má možná také fakt, že Volkswagen nabízí hybridní pohon teprve krátce.

[10] Výrobcem udávaná hodnota spotřeby je 1,6 litru na sto kilometrů. Ve skutečném provozu je však tato hodnota podle prozatímních testů zcela nereálná, proto je počítáno s hodnotou 3,3 l/100 km, která byla zjištěna na palubním počítači předváděcího vozu.

Tab. 20 Ford Mondeo HEV

Motorizace	**1.5 EcoBoost**	**2.0 TDCi automat**	**2.0 Hybrid eCVT**
Cena v Kč	740 790	830 790	830 790
Rozdíl v ceně		90 000	90 000
Spotřeba *[l/100 km]*	5,9	5,2	4,2
Náklady v Kč na km	1,711	1,404	1,218
Rozdíl v N na km		0,307	0,493
Návratnost při km		**293 160**	**182 556**

Zdroje: www.usporne.info/873-ford-mondeo-hev-hybrid-skutecna-spotreba/
www.auto.cz/test-ford-mondeo-hev-zivot-s-hybridem-88124
www.spotreby.cz

U vozu Ford Mondeo (tab. 20) je na první pohled zajímavá stejná cena hybridní verze a verze s dieselovým motorem s automatickou převodovkou a podobnou výbavou. U tohoto modelu tedy vychází srovnání jasně lépe pro hybridní verzi, která se díky o litr nižší spotřebě vyplatí majiteli o více než 100 ujetých km dříve.

Stejně jako v případě čistých elektromobilů jsou i mezi hybridy modely, které se nenabízejí s jiným pohonem, a proto je porovnání obtížnější a má menší vypovídající hodnotu. Přesto je do této kapitoly zahrnut Lexus NX (tab. 21), jelikož jde o jeden z nejprodávanějších vozů v kategorii hybridů. Nabízí jeden z nejosvědčenějších hybridních pohonů na trhu a pořizovací cenou se téměř vyrovná konkurenčním modelům jiných značek s konvenčními motory. V tabulce 23 je porovnán hybridní Lexus NX poháněný 2,5 litrovým benzinovým motorem a elektromotorem s Audi Q5 s dvoulitrovým benzinovým motorem TFSI. Oba vozy patří do stejného segmentu a nabízí podobnou výbavu

Tab. 21 Lexus NX 300h 4x2

Model	**Audi Q5 2.0 TFSI**	**Lexus NX 300h 2.5l**
Cena v Kč	974 100	1 079 000
Rozdíl v ceně		104 900
Spotřeba *[l/100 km]*	7,2	5,1
Náklady v Kč na km	2,09	1,479
Rozdíl v N na km		0,611
Návratnost při km		**171 686**

Zdroje: www.hybrid.cz/lexus-nx-300h-cena-test-specifikace
www.audi.cz
www.lexus.cz/car-models/nx/nx-300h/#Introduction

Výsledky porovnání u hybridních vozů jsou značně nerozhodné. U hybridních modelů značek je totiž cena často uměle navýšena a připlácí se za image ekologického a technologicky vyspělého vozu (stejně jako u elektromobilů). Ekonomika provozu

takového automobilu pak v některých případech opodstatňuje zvýšenou nákupní cenu, většinou je to ale u modelů automobilek, které mají s hybridními pohony zkušenosti a delší tradici.

4.3 Shrnutí

V tabulce 22 jsou uvedeny průměrné hodnoty parametrů zjištěných v předchozí části práce. Hodnoty jsou vypočítány jako jednoduché aritmetické průměry údajů uvedených v tabulkách 2-21 a slouží pro přehlednější porovnání mezi jednotlivými druhy pohonů a zároveň jako východisko pro tvorbu závěru celé práce.

Tab. 22 Průměrné hodnoty vybraných ukazatelů

	LPG	**CNG**	**Elektro**	**Hybrid**
Rozdíl v ceně	25 667	80 050	424 750	221 980
Náklady na 1 km	0,957	1,003	0,288	1,078
Úspora na 1 km	0,744	0,531	1,119	0,720
Návratnost km	34 837	152 645	385 532	295 097

Nejnižší provozní náklady jsou na první pohled zřejmé u elektromobilů. V porovnání s ostatními pohony, u nichž se tato hodnota pohybuje kolem jedné koruny na ujetý kilometr, jsou provozní náklady u automobilů poháněných elektřinou zhruba čtvrtinové. V porovnání s benzinovými modely je u elektromobilů zároveň nejvyšší kilometrová úspora. Na druhou stranu nízké provozní náklady zatím nemohou vyvážit vysokou pořizovací cenu a proto je průměrná hranice návratnosti investice do elektromobilů téměř na hranici 400 tisíc kilometrů a proto se investice do nich nevyplatí.

Naopak nízká cena LPG pohonů v kombinaci s nízkou cenou paliva, a tedy provozními náklady pod hranicí 1 koruny na km znamená, že v současné době se jako nejvýhodnější jeví investice do LPG pohonu, která se majiteli navrátí v provozních úsporách během 35 tisíc kilometrů, tedy v průměru 2-4 let a po této době už majiteli šetří 74 haléřů na každý ujetý kilometr v porovnání s benzinovou verzí.

U hybridních vozů dopadlo srovnání poněkud nejistě. Vzhledem k obrovským rozdílům v pořizovacích cenách, nejistým údajům o spotřebách a nepřesnostem vycházejícím z absence přímých konkurenčních modelů jsou tedy výsledky spíše neprůkazné.

5 Závěr

Z ekonomického hlediska se jako nejvýhodnější alternativní pohon jeví LPG, ukázalo se být dokonce výhodnější než nafta. Díky jednoduché a osvědčené technologii je pořizovací cena vozidel s LPG pohonem jen o málo vyšší, než je tomu u srovnatelného vozu s benzinovým pohonem. Tato zvýšená počáteční investice se tak majiteli vrátí už po ujetí několika desítek tisíc kilometrů. Díky nízké ceně paliva, která je navíc garantována státem, potom vozidla s tímto pohonem dokáží uspořit v průměru kolem 70 haléřů na ujetý kilometr. Při předpokládaném ročním nájezdu 10000 km jde o průměrnou úsporu 7000 korun.

V pořadí druhým nejvýhodnějším palivem se ukázal být stlačený zemní plyn. I přes vyšší pořizovací cenu, než mají vozy s na LPG, se tato investice dokáže navrátit a to po ujetí zhruba 130-150 tisíc kilometrů. Úspora v nákladech za palivo se potom pohybuje kolem 50 haléřů na kilometr. Vzhledem k vysokému potřebnému nájezdu, od kterého se tyto vozy stanou výhodnými je tento pohon určen primárně pro podnikatele a firmy, které ročně najedou alespoň 30000 km a mají tak reálný výhled na to, že se jim vyšší cena zaplatí. Proti CNG pohonu také stále hovoří málo rozvinutá síť čerpacích stanic na našem území. I přes iniciativu soukromých společností a občasných drobných dotačních pobídek ze strany státu čerpací stanice přibývají velmi pomalu a ne každému se tak vyplatí CNG tankovat. Velká část čerpacích stanic CNG také není veřejnosti volně přístupná a jedná se o soukromé firemní provozy. Pro CNG ale hovoří fakt, že jde o státem do budoucna primárně podporované palivo, a proto se jeho cena v nejbližší době příliš nezvýší. Je také v porovnání s LPG výrazně ekologičtější.

Elektromobily a vozy s hybridním pohonem jsou dnes kvůli vysoké pořizovací ceně i přes značně nízké provozní náklady pro většinu běžných domácností stále nevýhodné. Návratnost takové investice se pohybuje v řádu statisíců kilometrů a pro požadovaný ekonomický efekt je potřeba dobře plánovat jízdy a využívat potenciál vozu. Do výpočtů nebyla zahrnuta zvýhodněná cena na veřejných dobíjecích stanicích a mírná úspora za pojištění, které ovšem stále vysokou nákupní cenu nedokážou kompenzovat a navíc počet a rozmístění dobíjecích stanic převážně v okolí velkých měst dále limituje cílovou skupinu pro nákup takového vozu. Elektrický pohon je tak stále určen převážně pro městský provoz díky tiché a bezemisní jízdě, z ekonomického hlediska však zatím pro potenciálního zájemce o alternativní pohon význam nemá. Svůj podíl na tom má také politika státu, který v současnosti žádným významným způsobem nemotivuje občany k nákupu těchto vozidel. Tato situace by se měla v nejbližší budoucnosti částečně zlepšit, jelikož je plánováno vypsání další dotační výzvy Ministerstva průmyslu a obchodu, která má pomoci plnit plán Evropské unie o snižování uhlíkové stopy.

Elektřina má tak dnes význam především ve vozech s hybridním pohonem, ať už částečným nebo plně hybridním. V této kategorii je důležité vyhnout se vozům vyšších tříd, SUV a luxusním vozům, u nichž výrobcem nastavená cenová politika mnohdy vylučuje ekonomickou návratnost v podobě úspor za palivo. Při správném výběru a používání vozidla může ale hybridní systém být v dnešní době výhodnou

volbou a v porovnání s běžným spalovacím motorem na benzin nebo naftu mít nižší provozní náklady společně s jen mírně vyšší pořizovací cenou. Podnikající osoby také mohou využít osvobození od silniční daně jako v případě ostatních alternativních pohonů. Díky elektromotorům mohou také některé hybridní vozy jet např. ve městě čistě na elektřinu nebo získat při dálničním předjíždění okamžitý výkon navíc, čímž se zvyšuje bezpečnost.

Ze všech zpracovávaných alternativních pohonů se tedy jako ekonomicky nejvýhodnější ukázalo být LPG. V některých případech může být investice do LPG vozu navíc výhodnější než koupě naftové varianty, které jsou dnes obecně považovány za nejúspornější. Oproti dieselovým motorům mohou navíc LPG verze mít i nižší pořizovací cenu a být proto zajímavé pro domácnosti, které mají malý roční nájezd a jimž by se investice do dieselového vozu nemusela v dohledné době vyplatit.

6 Zdroje

10 nejprodávanějších elektromobilů na trhu. EkoBonus [online]. [cit. 2016-12-25]. Dostupné z: www.ekobonus.cz/ekologicka-doprava/elektromobilita/10-nejlepsich-elektromobilu-na-trhu

353/2003 Sb. - o spotřebních daních: Text předpisu. Portál veřejné správy [online]. [cit. 2016-10-14]. Dostupné z: https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=55953&nr=353~2F2003&par=48&rpp=15#parCnt

Alternativní paliva v dopravě. Ministerstvo životního prostředí [online]. [cit. 2016-10-14]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/alternativni_paliva_doprave

Analýza bodu zvratu (Break Even Point Analysis). In: ManagemenMania.com [online]. MANAGEMENTMANIA.COM LLC [cit. 2016-10-12]. Dostupné z: https://managementmania.com/cs/analyza-bodu-zvratu

BADALÍKOVÁ, MICHAELA. Právní úprava pojištění motorových vozidel. Brno, 2012. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně. Vedoucí práce Radek Jurčík

Bod zvratu. EBITDA [online]. [cit. 2016-10-12]. Dostupné z: http://ebitda.cz/naklady/8-bod-zvratu

Cena kWh elektřiny 2016: Zjistěte, kolik a za co platíte. Peníze.cz [online]. [cit. 2016-12-21]. Dostupné z: http://www.penize.cz/bydleni/308044-cena-kwh-elektriny-2016-zjistete-kolik-a-za-co-platite

Ceny benzinu a ceny nafty. Peníze.cz [online]. [cit. 2016-12-21]. Dostupné z: http://www.penize.cz/ceny-benzinu-a-ceny-nafty

Ceny CNG. CNG+ [online]. [cit. 2016-12-21]. Dostupné z: http://www.cngplus.cz/ceny-cng.html

CNG stanice [online]. [cit. 2016-10-07]. Dostupné z: www.cngstanice.cz

Český benzín: Ceny benzínu jako na dlani [online]. [cit. 2016-12-21]. Dostupné z: http://www.ceskybenzin.cz/

Český trh v pololetí 2015: Jak se vede alternativním palivům? Auto.cz [online]. [cit. 2016-12-25]. Dostupné z: http://www.auto.cz/cesky-trh-pololeti-2015-jak-vede-alternativnim-palivum-88342

Český trh v roce 2015: nejprodávanější modely absolutně i podle tříd. AutoRevue [online]. [cit. 2016-12-25]. Dostupné z: http://www.autorevue.cz/cesky-trh-v-roce-2015-nejprodavanejsi-modely-absolutne-i-podle-trid

DEGUNTHER, R. Alternative energy for dummies. Hoboken, NJ: Wiley, c2009. --For dummies. ISBN 0470430621

Detail komodity ropa BRENT. Patria.cz: Investice, ekonomika a finance, kurzy, akcie, měny a komodity [online]. Patria Online, a.s., 2016 [cit. 2016-10-12]. Dostupné z: https://www.patria.cz/komodity/energie/IPE+BRENT/ropa-brent.html

Dotazy: Daňové úlevy daňové zvýhodnění automobilů CNG a LPG. Šlápni na plyn: Vše o provozu vozidel na CNG a LPG [online]. [cit. 2016-10-17]. Dostupné z: http://lpg-cng.ochranamotoru.cz/danove-zvyhodneni-automobilu-s-pohonem-na-cng-a-lpg-dotazy.htm

ERTELT, T. Fosilní paliva v ČR. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojní ho inženýrství, 2012. 39 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Marek Baláš, Ph.D.. https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/59686

JAN, ZDENĚK A BRONISLAV ŽDÁNSKÝ. Automobily. 6. vyd. Brno: AVID, 2010. ISBN 978-80-87143-15-5

KRAGHA, O. Ch. Economic implications of natural gas vehicle technology in U.S. private automobile transportation. Massachusetts Institute of Technology. Technology and Policy Program, 2010. [online], dostupné z: https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/59686

MARKOVÁ, Hana. Daňové zákony: úplná znění platná k 1.1.2016. Praha: Grada, 1999. ISBN 978-80-271-0022-4

Mazda RX-8 - Wankel stále žije. www.auto.cz [online]. 2003 [cit. 2016-09-29]. Do stupné z: http://www.auto.cz/mazda-rx-8-wankel-stale-zije-822

Nabíjení elektromobilu. Google [online]. [cit. 2016-12-13]. Dostupné z: https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1KYfZCxqw3Yei4TUz7gKFKowAlsc

Nejprodávanější auta v ČR, březen 2016: rekordní měsíc zdecimoval odbyt VW. Autoforum.cz [online]. [cit. 2016-12-25]. Dostupné z: http://www.autoforum.cz/zajimavosti/nejprodavanejsi-auta-v-cr-brezen-2016-rekordni-mesic-zdecimoval-odbyt-vw/

Německo schválilo dotaci €4000 na nákup elektromobilu. Hybrid.cz [online]. [cit. 2016-12-23]. Dostupné z: http://www.hybrid.cz/nemecko-schvalilo-dotaci-4000-na-nakup-elektromobilu

Nízkouhlíkové technologie. Ministerstvo průmyslu a obchodu [online]. [cit. 2016-12-23]. Dostupné z: http://www-old.mpo.cz/dokument170517.html

PINDUR, IVO. Administrativní náklady silniční daně. Brno, 2014. Diplomová práce. Mendelova univerzita v Brně. Vedoucí práce Petr David.

Pořízení autobusů MHD s pohonem na CNG. Dopravní podnik města Brna a.s. [on line]. Brno: Dopravní podnik města Brna a.s., 2016 [cit. 2016-10-07]. Dostupné z: http://www.dpmb.cz/?seo=fondy-eu-opzp-cng

Povinné ručení - základní fakta. Česká kancelář pojistitelů [online]. [cit. 2016-10-12]. Dostupné z: http://www.ckp.cz/tisk/statistiky_a_informace.php?id=0

REMEK, BRANKO. *Automobil a spalovací motor* [online]. 2012. [cit. 2016-09-29]. ISBN 978-80-247-7694-1. Dostupné z: http://knihy.abz.cz/imgs/teaser_pdf/4449788024735382.pdf

Sazby spotřebních daní. Účetní kavárna: Komunální portál účetních expetů [online]. [cit. 2016-12-21]. Dostupné z: http://www.ucetnikavarna.cz/uzitecne-tabulky/sazby-spotrebnich-dani/

Skleníkový efekt. In-počasí [online]. [cit. 2016-12-13]. Dostupné z: www.in-pocasi.cz/clanky/teorie/sklenikovy-efekt/

ŠEBOR, GUSTAV, POSPÍŠIL, MILAN A JAN ŽÁKOVEC. Technicko-ekonomická analýza vhodných alternativních paliv v dopravě, 1. část. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Fakulta technologie ochrany prostředí, 2006 [online] Dostupné z: http://www.mdcr.cz/NR/rdonlyres/EC931276-ACFB-4C02-B4B06CBBD103381D/0/Technickoekonomicka_analyza_vhodnych_alternativnich_paliv_v_dopravecast_1.pdf

V České republice jezdí 790 elektromobilů. Hybrid.cz [online]. [cit. 2016-12-12]. Dostupné z: http://www.hybrid.cz/v-ceske-republice-jezdi-790-elektromobilu

VEGR, JAROMÍR. Elektromobily - historie a současnost. Pro-Energy [online]. 2008, 2008 (3), 44-50 [cit. 2016-10-03]. Dostupné z: http://knihy.abz.cz/imgs/teaser_pdf/4449788024735382.pdf

VLK, FRANTIŠEK. Alternativní pohony motorových vozidel. Brno: František Vlk, 2004. ISBN 80-239-1602-5

Vývoj cen CNG v ČR a dalších paliv. CNG4you [online]. [cit. 2016-10-14]. Dostupné z: http://www.cng4you.cz/kolik-to-stoji/vyvoj-cen-cng-v-cr-a-dalsich-paliv.html

Vývoj spotřební daně na CNG v Česku. CNG4You [online]. [cit. 2016-12-21]. Dostupné z: http://www.cng4you.cz/cng-info/dane-a-podpora/vyvoj-spotrebni-dane-na-cng-v-cr.html

Přílohy

A Textové přílohy

Příloha č. 1 Cena přestavby benzinového motoru na CNG a LPG

LPG Auto Praha, 18.999 Kč
http://www.lpg-auto.cz/

Neptun Harfa Praha, 15.000 – 27.500 Kč
http://www.neptun-harfa.cz/Cenik-montazi-LPG--/3143.html

Fedor Auto, 19.500 – 29.500 Kč
http://www.fedorauto.cz/cenik-prestavby-lpg

LevneLPG, od 18.999 Kč
http://www.levnelpg.cz/cenik-prestavby-lpg/