

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera

**Posouzení výhodnosti elektromobilů a hybridních automobilů  
v silniční dopravě**

Jiří Šíbl

Bakalářská práce  
2011

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera  
Akademický rok: 2010/2011

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jiří ŠÍBL**  
Osobní číslo: **D07576**  
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**  
Studijní obor: **Technologie a řízení dopravy**  
Název tématu: **Posouzení výhodnosti využití elektromobilů a hybridních automobilů v silniční dopravě.**  
Zadávací katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

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

Úvod

- 1) Analýza trhu s elektromobily a hybridními automobily
- 2) Zvláštnosti při provozování elektromobilu a hybridního automobilu
- 3) Kalkulace nákladů provozu automobilu, elektromobilu a hybridního automobilu
- 4) Zhodnocení kalkulací a vhodnost využití jednotlivých vozidel

Závěr

Rozsah grafických prací: 2-3  
Rozsah pracovní zprávy: 30-40  
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

- (1) CLARKE, P. *Automobily: od dřevěných kol k superrychlým autům*. 1. vyd. Říčany: Junior, 2008. 64 s. ISBN 978-80-7267-321-6.
- (2) GUTWIRTH, V. *Thomas Alva Edison*. 1. vyd. Praha: Práce, 1947. 72 s. ISBN 80-7267-321-6.
- (3) VLK, F. *Koncepce motorových vozidel*. 1. vyd. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2000. 367 s. ISBN 80-238-5276-0.
- (4) KOZUMPLÍK, J. *Akumulátory vozidel*. 1. vyd. Praha: Nakl. dopr. a spojů, 1977. 236 s. ISBN 80-238-5276-0

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petr Nachtigall, Ph.D.  
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání bakalářské práce: 1. února 2011  
Termín odevzdání bakalářské práce: 31. května 2011

  
prof. Ing. Bohumil Cúlek, CSc.  
děkan

L.S.

  
doc. Ing. Pavel Drdla, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 1. února 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 Blansku dne 30. května 2011

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'J. M.', is centered on a light yellow rectangular background.

## **ANOTACE**

*Práce si klade za cíl posoudit výhody a nevýhody využití elektromobilů a hybridních automobilů v silniční dopravě. Obsahuje srovnání s klasickými automobily se spalovacím motorem. Zaměřuje se na analýzu budoucího vývoje v této oblasti, zejména pak na záměry automobilových společností.*

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

*elektromobily, hybridní automobily, pohon, motory, baterie, emise*

## **TITLE**

*The contemplation on advantageousness of usage of both electro and hybrid automobiles in a road transport*

## **ANNOTATION**

*The Bachelor thesis will focus on advantages and disadvantages of using electric and hybrid automobiles in the road transport. The work includes the comparison with conventional automobiles that run on combustion engine. The work is focused on future developments in this sphere, especially on production intentions of automotive companies.*

## **KEYWORDS**

*electric cars, hybrid cars, drive, engines, batteries, emission*

Tímto bych chtěl využít možnosti na tomto místě mně poskytnutém a vyjádřit velké poděkování mému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Petrovi Nachtigalovi, Ph.D. za cenné připomínky, rady a doporučení při vypracování této práce. Stejně tak bych chtěl poděkovat panu Mgr. Jaromíru Vegrovi, předsedovi občanského sdružení Elektromobily, za poskytnutí odborných konzultací a kvalitních podkladů a Janu Škopkovi za zkušenosti z praxe.

# OBSAH

ÚVOD.....	8
1 POČÁTKY ELEKTROMOBILŮ .....	9
2 PRINCIP FUNGOVÁNÍ ELEKTROMOBILU .....	10
2.1 Účinnost elektromobilu .....	10
3 VOZIDLA S HYBRIDNÍM POHONEM .....	11
3.1 Popis hybridní technologie .....	11
3.1.1 Typy hybridních pohonů .....	12
3.2 Shrnutí zásadních nevýhod.....	13
3.3 Srovnání klasického automobilu a hybridního automobilu.....	14
3.3.1 Škoda Octavia 1,8 TSI.....	14
3.3.2 Toyota Prius.....	15
3.4 Posouzení výhodnosti osobní dopravy .....	18
3.5 Posouzení výhodnosti hybridního typu pohonu v nákladních přepravách.....	20
3.6 Vhodné destinace v ČR pro provoz.....	22
3.7 Podmínky rozšíření.....	23
4 VOZIDLA S ELEKTRICKÝM POHONEM.....	24
4.1 Srovnání elektromotor vs.spalovací motor.....	24
4.1.1 Jízda po městě.....	25
4.1.2 Jízda v příměstské oblasti .....	26
4.1.3 Jízda mimo město .....	28
4.1.4 Jízda po dálnici .....	29
4.1.5 Kombinovaný režim .....	30
4.2 Individuální doprava.....	32
4.3 Srovnání klasického automobilu a elektromobilu .....	33
4.3.1 Tesla Roadster .....	33
4.3.2 BMW Z4 sDrive 35i.....	33
4.4 Využití elektromobilu v osobní dopravě v ČR.....	34
4.5 Vhodné destinace v ČR pro provoz elektromobilů .....	36
4.6 Podmínky rozšíření elektromobilů .....	36
4.6.1 Posouzení výhod elektromobilů .....	36
4.6.2 Posouzení nevýhod elektromobilů .....	37
4.7 Využití elektromobilu ve veřejné hromadné dopravě .....	38
4.7.1 Provoz ve Znojmě.....	39
4.7.2 Životnost baterií, dojezd a náklady elektrobusu.....	39
4.8 Nákladní elektromobily .....	40
4.9 Podpora elektromobilů státy.....	43
4.9.1 Česká republika .....	43
4.9.2 Izrael .....	44
4.9.3 Velká Británie.....	44
4.9.4 Francie .....	44
4.9.5 Německo.....	45
4.9.6 Belgie .....	45
4.9.7 Španělsko.....	45
4.10 SWOT analýza automobilových firem - elektromobily .....	46
4.10.1 Komentář k analýze SWOT, její vyhodnocení a volba strategie.....	46
4.11 Analýza silového pole .....	48
4.12 Celkové vyhodnocení elektromobilů.....	49

ZÁVĚR.....	52
SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ.....	54
SEZNAM OBRÁZKŮ .....	57
SEZNAM TABULEK.....	58
SEZNAM ZKRATEK.....	59



# ÚVOD

V dnešní době, kdy se stále zintenzivňuje produkce smogu a dochází k ubývání zásob ropy, je zapotřebí hledat alternativní zdroje pohonu, které by byly snadno obnovitelné a které by byly zároveň šetrné k životnímu prostředí.

Jako velice perspektivní se v tomto ohledu jeví elektromobil (někdy též bateriové elektrické vozidlo), který je nejen velice účinný, ale především neprodukuje žádné emise. Také vozidla s hybridním pohonem do budoucna mohou být vhodnou alternativou klasického automobilu, jelikož kombinace spalovacího motoru a elektromotoru mohou přinést zajímavé spojení výhod obou systémů.

V České republice se tyto automobily oproti zahraničí vyskytují zatím jen velmi málo, ale jejich rozšíření lze v brzké době, vzhledem k výše uvedeným skutečnostem, očekávat.

Vývojová éra těchto typů vozidel je v současné době v plném proudu, tudíž je možné posuzovat výhodnost jejich využití v silniční dopravě nejen díky dostupným informacím z odborných publikací, novinových článků nebo internetových zdrojů, ale i na základě praktických testů a studií. Bude zajímavé sledovat, jak se tato oblast vyvíjí od prvních prototypů až do dnešní doby včetně výhledu do budoucna.

V této práci se chci zabývat zejména posouzením výhodnosti využití elektromobilů a hybridních automobilů oproti automobilům na klasický pohon. Zaměřím se na technické parametry těchto vozidel, na konkrétním posouzení každého typu včetně vymezení hlavních odlišností, pozitiv a negativ. V neposlední řadě se tato práce bude týkat i budoucího vývoje v této dynamicky se vyvíjející oblasti, která se je ovlivněna především záměry automobilových společností a také rostoucím důrazem, které kladou jednotlivé státy na využívání ekologické dopravy.

# 1 POČÁTKY ELEKTROMOBILŮ

Vůbec prvním vynálezcem elektromobilu byl v roce 1829 Slovák Štefán Anián Jedlík. Tento slovenský vynálezce je známý veřejnosti velmi málo, protože své vynálezy publikoval pouze v maďarštině. Jelikož patentový úřad v 19. století v Uhersku ještě neexistoval, jeho vynálezy nebyly oficiálně zdokumentovány.

Dalším průkopníkem elektromobilu byl v roce 1835 holandský technik S. Stratingh. Zcela odlišný typ elektromobilu sestrojil o rok později Ital G. B. Bott, přičemž na silnicích se tyto automobily objevily až v 80. letech 19. st. Co se týče prvního motoru spalovacího, ten byl vynalezen roku 1860, tedy o 25 let později než elektromobil, Belgičanem Jeanem Lenoir. Jednalo se o dvoutaktní spalovací motor na svítíplyn. Lenoirův vynález použili konstruktéři ke stavbě dalších typů vozidel se spalovacími motory. První silniční závod absolvoval elektromobil v roce 1895 na trati Paříž – Bordeaux – Paříž. Závodní trať měřila 1200 km, přičemž samotného závodu, který dokončily vozy pouze se spalovacími motory, se zúčastnilo 12 vozů se spalovacími motory, 6 strojů parní a elektromobil. Ve Francii se v 19. století pořádalo stále větší množství takovýchto závodů. (1)

Na přelomu 19. a 20. st. se těšil elektromobil velké oblibě a v Americe byl rozšířenější než automobil se spalovacím motorem. O prosazení automobilu s motorem benzínovým se zasloužil konstruktér Henry Ford. Když si Thomas Alva Edison prohlížel u Henryho Forda náčrt připravovaného automobilu, prohlásil: „Váš automobil bude nezávislý, nepotřebuje oheň ani páru jako parní vozy, nekouří a nebude tak těžký jako elektromobil. Pracujte na něm!“ Jak je vidno, Edison dovedl odhadnout šance technických novinek. Zavedením prvního montážního pásu na světě se auta u Forda začala vyrábět ve velkých sériích. Časem v osobní automobilové dopravě získaly naprostou převahu motory benzínové. Co se týče elektromobilů, ty v konkurenci neobstály. Bylo sice možné je jednoduše postavit a snadněji obsluhovat, avšak olovené akumulátory se musely po ujetí třiceti kilometrů opětovně dobíjet.

Edison s Fordem se roku 1915 pokusili sestavit elektrickou verzi slavného modelu Ford-T, avšak ani ocelo-niklové akumulátory k „výhře“ elektromobilu nepomohly. V dopravě byly upřednostněny spalovací motory, a to hlavně díky vysokému výkonu a snadné skladnosti kapalných pohonných hmot. Avšak ještě lépe zužitkovat energii paliva dokázaly Dieslovi motory, resp. vznětové motory, přičemž pohonnou hmotou byla cenově přístupnější nafta. (2)

## 2 PRINCIP FUNGOVÁNÍ ELEKTROMOBILU

Jako palubní zdroj energie slouží elektrický akumulátor, který je před jízdou nabit. Od jeho kapacity závisí dojezdová vzdálenost elektromobilu, kterou je možno prodloužit rekuperací čili dobíjením při brzdění elektrickým motorem nebo také tzv. příležitostným dobíjením či rychlodobíjením – například na pracovišti. (3)

### 2.1 Účinnost elektromobilu

Doposud má elektromobil dvě velké výhody. Jednak primárně neprodukuje žádné emise a druhá výhoda je jeho účinnost. Převádění energie na pohyb dosahuje až 90 % (v případě asynchronního motoru) oproti 30 – 40 % účinnosti spalovacího motoru. Celková účinnost pohonu samozřejmě závisí rovněž na účinnosti výroby elektřiny pro pohon z primárního zdroje a energetické účinnosti použitých akumulátorů či palivových článků (ta se pohybuje kolem 50 – 80 % podle použité technologie: olovo, NiMH, Li-ion, Li-pol). Narozdíl od běžného automobilu lze ale zvyšovat využití energie tzv. rekuperací, v praktickém provozu až o přibližně 25 % – to je možné zvláště v městském provozu nebo členitém terénu.

Elektromobily neprodukují svým provozem výfukové plyny a i se započítáním výroby elektrické energie ze „špinavějších“ zdrojů (např. hnědé uhlí) je bilance jejich vlivu na životní prostředí lepší než u automobilů se spalovacími motory.

Další výhodou je v podstatě bezúdržbový provoz trakčního systému, pokud je vozidlo vybavené *BMS* (Battery Management System) a tepelnou ochranou trakční akumulátorové baterie. To bylo v minulosti podceňováno a elektromobily proto nedosahovaly optimálních parametrů. (4)

Technický průlom nastal až překotným vývojem v oblasti baterií a elektroniky na začátku 90. let minulého století. Tehdy řada světových výrobců představila vlastní moderní elektrizovanou řadu pod mandátem *nulových emisí* státu Kalifornie v USA. Jedná se například o tyto modely: GM EV-1, Ford Ranger EV nebo Toyota RAV4 EV. (7)

## 3 VOZIDLA S HYBRIDNÍM POHONEM

### 3.1 Popis hybridní technologie

Elektromotor neemituje žádné škodliviny a je velmi tichý. V generátorovém provozu může kinetickou energii brzdění měnit v elektrickou. V širokém intervalu otáček má vysokou účinnost. Také spalovací motor může pracovat s vysokou účinností, ovšem jen v úzkém rozsahu výkonu a otáček. Velká výhoda je v tom, že energetická hustota paliva je mnohonásobně vyšší než baterie, což umožňuje kompaktní a lehkou stavbu. Vozidlo je rychle a jednoduše natankováno. Spalovací motor nemůže splnit legislativní požadavky politických a zájmových stran emisí v budoucnosti a v uzavřených městských aglomeracích ani v současnosti.

Možné řešení nabízí hybridní pohon, což je pohon vozidla s více než jedním poháněcím zdrojem a příslušnými zásobníky energie. Účelné řešení je v kombinaci vždy dvou rozličných systémů pohonů tak, aby převládaly výhody při rozdílných provozních stavech vůči zvýšenému technickému nákladu hybridního pohonu. Nejvhodnější kombinací je spalovací motor a elektromotor, který umožňuje městský provoz bez emisí. Spalovací motor mimo město poskytuje dobré jízdní výkony a velké dojezdy. Přesto i toto řešení klade požadavky na elektrické hnací komponenty, zvláště na baterie, které nedosahují parametrů dosud používaných pohonů.

Vhodnou kombinací dvou pohonných systémů, spalovacího motoru a elektromotoru, mohou být využity výhody obou systémů, což vede ke značné úspoře paliva, a tím k odpovídajícímu snížení emisí výfuku, zvláště ve vysoko zatížených aglomeracích. Koncepce hybridního pohonu je zvláště vhodná pro vozidla nízké a střední třídy převážně pro městský provoz.

Spalovací motor je možno u hybridního pohonu použít také jako zdroj energie za konstantního režimu chodu, kdy lze dosáhnout optimálních podmínek pro dosažení minimální spotřeby a nízkého stupně exhalací v režimu nejnižšího potřebného výkonu. Elektromotor je omezen maximálním proudem, avšak nepotřebuje převodovku.

**Spalovací motor** – konvenční pístové motory dosahují efektivní účinnosti až 35 %. Tato hodnota je ale dosažena jen v jednotlivých provozních bodech, v nichž motor běží pod vysokým zatížením v otáčkách maximálního točivého momentu. Při vysokém rozsahu otáček, také při nízkém zatížení, se účinnost rychle snižuje. Ve volnoběhu spotřebuje

spalovací motor k pokrytí vlastní potřeby hodinově asi 1 kg paliva bez vnějšího odvádění výkonu. V tomto případě je účinnost nulová. V městském provozu (kongesce) dosahuje účinnost hodnotu značně pod 10 %. Část kinetické energie za tohoto přerušovaného provozu bude využívána k překonání jízdních odporů a část při brzdění se bude měnit v teplo, tedy bude ztracena. Jednoduchým výpočtem lze zjistit, že při průměrné rychlosti 30 km/h a spotřebě paliva 5 l na 100 km bude účinnost 6 %. Z této úvahy vyplývá, že všechna zlepšení účinnosti motoru, součinitele odporu vzduchu a také redukované hmotnosti jen nepodstatně ovlivňují spotřebu paliva, což má za následek značné zatížení životního prostředí zvýšenými emisemi při zvětšené spotřebě hodnotného nosiče energie. Přesto mají spalovací motory značné výhody. Je to vysoká energetická hodnota paliva (bez tlaku umístěného v jednoduché nádrži). Při jednoduchém natankování má akční rádius 500 až 1 000 km. Nepříznivý průběh výkonu a točivého momentu jednoduše eliminuje převodovka.

**Elektromotor** – elektropohony mají ve vozidlech oproti pístovým motorům značné výhody, zejména ty, že za provozu nezpůsobí žádné emise. Dosahují velké účinnosti  $\eta > 90\%$ , nemají požadavek na chlazení, pracují bezhlučně, nemají požadavky na zástavbu, jsou spolehlivé a při stání nedochází ke spotřebě energie. Kombinace spalovacího motoru a elektromotoru formou hybridního pohonu vede k vlastnostem:

- Bez emisní pohon v oblastech zatížených škodlivými emisemi při velmi krátkých úsecích jízd, pro jejichž využití je u spalovacího motoru špatná účinnost,
- meziměstský provoz se spalovacím motorem, při němž jsou vyšší výkony a velké dojezdy zákazníky všeobecně požadovány. (8)

### 3.1.1 Typy hybridních pohonů

S nástupem alternativních technologií alternativních pohonů přichází také záplava nových odborných výrazů, byť zatím pod pojmem hybrid rozumíme pouze spojení spalovacího a elektrického motoru.

- **Mikro hybrid** – vůz využívající přepólování spouštěče systému start-stop, který pak funguje jako dynamo – dobíjí akumulátory při řazení nebo brzdění. (př.: BMW vybavené paketem Efficient Dynamics).
- **Mild hybrid** – elektromotor se na pohybu vozu nikdy nepodílí sám, pouze pomáhá spalovací jednotce při rozjezdu nebo akceleraci. Jde o paralelní zapojení. (př.: Mercedes-Benz S 400 hybrid, Honda Insight).

- **Full hybrid** – vůz se může pohybovat jen na elektřinu, spalovací jednotka slouží i k roztáčení generátoru. Paralelní nebo smíšené zapojení. (př.: Lexus RX 400h, RX 450h, GS 450h, LS 600h, CT 200h).
- **Sériový hybrid** – spalovací a elektrický motor jsou v řadě, takže síla prvně jmenované jednotky je vždy převedena na „elektrickou“. (př.: Chevrolet Volt a jeho evropská verze Opel Ampera).
- **Paralelní hybrid** – elektromotor pouze pomáhá konvenční jednotce, sám vůz nerozjede (př.: Mercedes-Benz S 400 hybrid, Honda Insight).
- **Smíšený hybrid** – spalovací motor může pohánět kola, roztáčet generátor, případně zvládat oboje současně. (Toyota Prius, Toyota Auris HSD, Lexus CT 200h, RX 400h, RX 450h, GS 450h, LS 600h).
- **Plug In hybrid** – hybridní vůz, jehož akumulátor je možno dobíjet z běžné domovní sítě přes zástrčku.(9)

### 3.2 Shrnutí zásadních nevýhod

Po delší jízdě zkušenosti s hybridním pohonem se objeví několik výhod a nevýhod ve srovnání s automobilem vybaveným jen konvenčním spalovacím motorem. Nutno podotknout, že žádná z nich není zásadní ani závažná, až na jedinou – nedostatečná kapacita baterií a jejich hmotnost.

Předně – hybridy nejsou svým charakterem vůbec vhodné na jednostrannou zátěž. Jezdíte-li dálkové trasy, ekonomičtější provoz mají moderní nízko objemové diesely a do vysokohorských oblastí s velkými přetíženími také nejsou vhodné.

Největším problémem je hmotnost, výdrž a kapacita baterií. Současné technologie jsou nevhodné. Model Prius III. je schopen jízdy pouze na elektřinu na maximální vzdálenost 6 kilometrů. Praxe spíše ukazuje na 2 kilometry. Současné lithium-iontové baterie jsou poměrně těžké a mají nedostatečnou kapacitu.

Obecně je třeba přejít na lepší technologii uchování elektrické energie. Budoucností by mohly být palivové články na bázi vodíku.

Další nevýhodou je poměrně vysoká hmotnost automobilu v důsledku „tahání“ těžkých baterií. Rám nebo platforma musí být dostatečně dimenzovány (pro nízké hodnoty kroucení karoserie) a robustní pro velkou výdrž, podvozková zavěšení a ramena taktéž. Obecně, typ full hybrid je okolo 200 kg těžší než průměrný automobil své třídy. Z toho vyplývá větší spotřeba benzinové jednotky, menší ovladatelnost a těžkopádnost vozu. A také

větší zátěž pro přírodu v podobě více spotřebované energie (pouze paliva), v podobě objemově větší těžby nerostných surovin, většími nároky na logistiku (větší hmotnost – menší přepravní objem – více spotřebované energie), na energetickou stránku výroby (výroba elektrické energie) a z ní vyplývajícího většího objemu emisí škodlivých plynů. Na druhou stranu Toyota sama uvádí, že více než 2/3 dílů je recyklovatelných, což by mělo přírodě ulehčit. Další automobilky tyto hodnoty neuvádí.

Posledním důležitým argumentem je samotná cena automobilu. Zatím se čeká na zapojení větší části automobilek, které povede ke snížení cen v důsledku větší konkurence. Obrovské částky vynaložené na výzkum a vývoj se musí vrátit zpět. Obecně se očekává, že rok 2012 bude přelomový. Jednak tím, že na trh vstoupí koncem roku 2011 tzv. „range extender“, Chevrolet Volt aka Opel Ampera, k jehož primárnímu pohonu bude sloužit elektrický motor a sekundární roli bude plnit malý čtyřválec o objemu 1,4 litru, schopný jet cca 160 km na jedno nabití bez asistence benzinového motoru. Za druhé tím, že trh zaplaví spousta dalších variací na téma „hybrid“. Očekává se příchod spojení elektrický a naftový agregát přinášející opět o něco nižší spotřebu.

### **3.3 Srovnání klasického automobilu a hybridního automobilu**

Pro toto srovnání byla zvolena Škoda Octavia 1,8 TSI jako zástupce klasického automobilu a jako zástupce hybridního automobilu byla vybrána Toyota Prius.

#### **3.3.1 Škoda Octavia 1,8 TSI**

Hodnocený automobil má jednotku 1,8 TSI se zdvihovým objemem 1798 cm<sup>3</sup>, maximální výkon 118 kW, který podává od 5000 do 6200 otáček/min. a točivý moment 250 Nm mezi 1500 a 4200 otáček/min. Maximální rychlost tohoto automobilu je 223 km/h. a kombinovanou spotřebu udává výrobce 7,4 litrů na 100 km.

Společně se základními charakteristikami a technickým popisem je zaměřeno na cenové aspekty tohoto typu automobilu, které jsou uvedeny v další tabulce níže. (10)

Tab. 1: Srovnání cen Škody Octavie dle výbavy

První cena vozu	424.900,-Kč (1,4, 59 kW, Classic)
První cena vozu s novou motorizací	584.900,-Kč (1,8 TSI, 118 kW, Ambiente)
Základní cena vozu	759.900,-Kč (1,8 TSI, 118 kW, Laurin & Klement)
Cena vozu vč. příplatků	848.600,-Kč (1,8 TSI, 118 kW, Laurin & Klement)

Zdroj: [http://www.skoda-auto.cz/cze/model/newoctaviacombi/facts/pages/techdata\\_3x.aspx](http://www.skoda-auto.cz/cze/model/newoctaviacombi/facts/pages/techdata_3x.aspx)

Z pohledu celkového hodnocení je možné v souhrnu uvést následující charakteristiky, které představují hlavní pozitiva a negativa pro tento typ automobilu i pro jeho klasické pojetí.

K hlavním **pozitivům** patří zejména:

- celkové vybavení automobilu společně s prostorovým uspořádáním,
- technické parametry automobilu, zejména pak řízení automobilu,
- benzínový motor a jeho technická konstrukce,
- přesné jízdní vlastnosti automobilu.

K hlavním **negativům** patří zejména:

- některé technické parametry, jako problémy s brzdami, brzdné vlastnosti,
- poměrně vysoká pořizovací cena i v základním vybavení,
- technické parametry s negativním dopadem na životní prostředí,
- poměrně vysoké provozní náklady.

Pro účely srovnání se jedná o klasickou českou značku, která je u veřejnosti značně oblíbená. Škoda Auto v tomto ohledu připravuje také svůj první elektromobil, a to Octavii Green E Line, jejíž vývoj je nyní ve stádiu konceptu. První jízdní flotilu plánuje firma na rok 2011, ovšem tento termín je pouze orientační. Dojezdové vlastnosti by měly dosahovat 140 km díky modernímu lithium-iontovému akumulátoru a motoru s maximálním výkonem 85 kW. (10)

### 3.3.2 Toyota Prius

Toyota Prius je dalším mezníkem ve vývoji automobilů na bázi elektrické energie. Uvedený typ automobilu obsahuje novou akumulátorovou sadu baterií, která dosahuje výkonu rychlosti jízdy až 100 km/hod, sjezdová vzhlednost na elektrický pohon je však v maximálním rozsahu 25 kilometrů. Toyota Prius se poprvé začala prodávat na švédském



trhu, i současný model není konečný, protože automobilka na základě zpětné vazby od jednotlivých subjektů, firem a institucí, bude postupně modifikovat a vytvářet nejenom technologické řešení, ale také pracovat na dalších nutných vylepšeních tohoto automobilu.

Základním nedostatkem z hlediska jízdních vlastností je fakt, že dojezdová vzdálenost je velmi krátká s nutností dobíjet akumulátor nebo přejít na klasický pohon. Jedno nabití na většině veřejných míst je zdarma, domácí nabití přijde asi na 15,- Kč. Automobil má však poměrně vysokou hmotnost, což se odráží na jeho jízdních a technických vlastnostech, stejně tak jsou poměrně vysoké cenové nároky, zejména pak akumulátory, které jsou stále v dynamickém vývoji. Celková koncepce je však velmi zajímavá a má značný budoucí potenciál, celkové provedení je na vysoké kvalitativní úrovni.(11)

Jak vypadá jízda se světovým leaderem (do prvního kvartálu roku 2011 se jen v USA prodalo přes milion kusů řady Prius) na trhu hybridů? Svůj názor mi sdělil pan Jan Škopek, svého času řidič taxíku po Londýně, mající zkušenosti i s tímto typem vozidla. Je překvapivě jednoduchá, pohodlná, tichá, úsporná a plynulá.

„Pro nastartování je používán kartový typ klíče. Systém je aktivovaný zcela bezhlučně, nic není slyšet – za předpokladu, že jsou nabití baterie. Řazení je automatické. Po odbrzdění se auto neslyšně a s malým šubnutím dává do pohybu jen za pomoci elektrického pohonu. Asi od cca 35 km/hod. se připojuje poměrně hlučná benzinová jednotka o objemu 1.5 litru, za studena hlučná, ovšem po zahřátí je poměrně kultivovaná, tichá, samotná však postrádající výraznější dynamiku. Při dojíždění na světelnou signalizaci slyšíte typický tramvajový zvuk. „Palubní“ displej ukazuje dobíjení baterií. Opět se rozjízdíte velice svižně, tiše, pohodlně a za asistence elektromotoru – v případě, že kapacita baterií je nad 50% běží jen elektromotor, v případě, že jsou baterie vybité, „běží“ jen benzinový pohon, v případě, že potřebujete výrazně akcelarovat, pak jsou obě jednotky aktivní. Přepínání mezi pohony funguje bezhlučně, bez trhání, neslyšně a o tom, že je v provozu jen benzinový pohon informuje lehce zvýšený hluk a velmi malé vibrace. Chcete-li akcelarovat i na elektromotor, pak musíte nepoměrně více přidat plyn, motormanagement vyhodnocuje, zda-li opravdu chcete jet rychleji. Systém nepřepíná okamžitě, nereaguje ihned. Poté je zapojen elektromotor a znát je především velký kroutící moment, který si s autem hravě poradí. To je velice vhodné při předjíždění, kdy se celý systém chová podobně jako klasická moderní přeplňovaná jednotka. Oproti diesellovým agregátům s hrubým chodem běh obou jednotek slyšíte velmi omezeně, především elektromotor běží téměř nehlučně. Takové ticho a klid v autě je známo jen z vyšších tříd.

Při jízdě po dálnici nebo po komunikacích první třídy konstantní rychlostí jedete téměř výhradně na benzinový pohon. Proto, abyste v tomto režimu využili i elektromotor, je třeba znát malý trik – přidat více plyn – připojí se elektromotor a následně plyn ubrat. Benzinová jednotka se odpojí, v tomto režimu by jednotky s konvenčním pohonem běžely na volnoběh, motormanagement vyhodnotí malou potřebu energie pro udržování konstantní rychlosti a přepne na elektromotor po dobu maximálně jedné minuty, dokud postačuje kapacita baterií. Tomuto jízdnímu režimu se říká „plachtění“ a v případě hybridu musí být „vyvolán“. Následně můžete pokračovat v takovéto jízdě, půl minuty s lehkou nohou na plynu při aktivovaném elektrickém pohonu a pak jet na „volnoběh“ v režimu dobíjení baterií. Není to ovšem komfortní, nýbrž spořívá jízda.“

Souhrn cen, tohoto typu automobilu je uveden v následující tabulce.

Tab. 2: Srovnání cen Toyota Prius dle výbavy

První cena vozu	679.900,- Kč (základní)
První cena vozu s nevyšší motorizací	849.900,- Kč (Premium)
Základní cena vozu	679.900,- Kč
Cena vozu vč. příplatků	729.900,- Kč (Sol)

Zdroj: [http://www.toyota.cz/cars/new\\_cars/prius/index.aspx](http://www.toyota.cz/cars/new_cars/prius/index.aspx)

Z pohledu celkového hodnocení je možné v souhrnu uvést následující charakteristiky, které představují hlavní pozitiva a negativa pro tento typ automobilu i pro jeho současné pojetí.

K hlavním **pozitivům** patří zejména:

- stále se zvyšující dojezdová rychlost, mezi 20 – 25 km, na elektrickou energii,
- stále se zrychlující dobíjení; nyní okolo 2 hodin,
- nízká spotřeba paliva v hybridním režimu v porovnání s klasickým automobilem okolo 4,8 l/100 km,
- technicky kvalitní provedení vozidla,
- lepší vyváženost vozu, plynoucí z níže položeného těžiště vozu
- tichý jízdní projev, a to v obou režimech,
- v dlouhodobém časovém horizontu úspora finančních nákladů na provoz automobilu,
- daňové zvýhodnění od státu.

K hlavním **negativům** patří zejména:

- technické omezení, zejména nadměrná hmotnost baterií,
- velmi vysoká cena komponent tohoto automobilu,
- stálý vývoj a změny ve vývoji elektromobilů,
- nízké vybavení ve srovnání s klasickým automobilem,
- vysoká pořizovací cena.

Při srovnání tohoto typu automobilu můžeme vysledovat značný posun ve vývoji v této oblasti zejména technologický vývoj, založený na nových technologiích a vývoji v oblasti nabíjecích akumulátorů a dalších součástí elektromobilů.

### **3.4 Posouzení výhodnosti osobní dopravy**

Posouzení výhodnosti provozu hybridů bude analyzováno na základě rozdělení podle jízdních režimů a oblastí: Městský provoz, příměstský provoz, dálkové jízdy a jízda v horských oblastech.

Městský režim se vyznačuje značnou neplynulostí dopravy. Velice častá jsou stání na světelných signalizacích regulujících tok dopravy, pomalu se pohybující kolony, často stojící a posunující se po malých částech, následované uvolněnějšími úseky silnic. Doprava do města vážne hlavně ráno, odpoledne jsou ucpané komunikace směrem ven z města.

Městský provoz je pro hybridní technologii velice vhodný. Dokáže v něm naplno využívat svých předností, tj. hospodárnosti a nízkých emisí, vyplývajících z nízké spotřeby, dlouhého dojezdu, respektive ze zvýšené účinnosti celého pohonného ústrojí. Čím větší je město či městská aglomerace, tím více dokáže hybrid ušetřit na provozu, tím více je šetrnější k životnímu prostředí.

Při rozjezdu je využíváno uchované elektrické energie v bateriích, jsou-li nabitě; k elektromotoru se přidá benzinový motor jakmile je kapacita akumulátorů nízká (nebo běží jen benzinový motor a elektrický pohon je odpojen), nejdříve však až do dosažení rychlosti cca 35 km/hod., což odpovídá přibližně třetímu rychlostnímu stupni. Obecný předpoklad je ten, že spotřeba osobního automobilu je největší na první a druhý převodový stupeň či na couvání. Motormanagement hybridů je nastavený tak, že právě na tyto dva rychlostní stupně se snaží využívat nahromaděné energie v bateriích a snaží se maximálně pohybovat se

jen a čistě na elektrický pohon. Kinetická energie vozu je přeměňována na elektrickou především při brzdění a jízdou na „volnoběh“.

Ve velkých horách a pohořích jsou přednosti hybridů téměř eliminovány. Baterie – jak již bylo zmiňováno výše – se dobíjejí hlavně při brzdění a jízdě na volnoběh. Jízdní režim v horách vypadá takto: delší jízda do kopce (akcelerace), krátké uvolnění (plachtění), další delší jízda do kopce (akcelerace), krátký sjezd (plachtění), krátké brzdění, jízda do kopce (akcelerace), uvolnění (plachtění), krátké brzdění apod. Opačně to vypadá asi následovně: Delší sjezd (přibrzdování), brzdění, uvolnění (volnoběh), brzdění, sjezd, brzdění, krátká akcelerace, sjezd (plachtění), brzdění. Jednak elektrická energie je v prvním případě (stoupání) nevyužita, protože kapacita baterií je nedostatečná, jízdních režimů brzdění a plachtění, při kterých se baterie dobíjí je minimum a motor běží v plné zátěži. Auto si s sebou veze nezanedbatelnou zátěž navíc cca 200 kg, to je hlavně hmotnost baterií, což se nepříznivě odráží na spotřebě. Při sjezdech naopak, baterie jsou pořád na téměř 95 % své kapacity, ovšem energie z nich není využíváno (hlavně spíše v nákladní přepravě) a akcelerace téměř není zapotřebí, benzinová jednotka se deaktivuje a delší dobu nepracuje.

Čím větší výškové rozdíly, tím méně se projevují výhody hybridů. Výše byl popisován případ Alp. V případě, že se vůz bude pohybovat po menších pohořích, s převýšením cca 800 m (Šumava, Krkonoše, Jeseníky), s často se střídajícími sjezdy a výjezdy, tak se situace mění. Zde hybrid opět dokáže využít svých předností, resp. kapacity akumulátorů, i když určitě ne tak efektivně jako je tomu v městském provozu.

Obecně shrnuto: Hybrid je velice vhodný při jízdách na krátkou a střední vzdálenost. Hodí se na každodenní provoz ve velkých městech, dokáže zužitkovat své přednosti s často se měnícími střídavými jízdními režimy. Naopak, nevhodné jsou pro něj delší vzdálenosti při jízdě konstantní rychlostí a velká výšková přetížení. I když spojení hybridu s naftovým motorem by dokázalo eliminovat i tuto nevýhodu. Benzinové agregáty jsou sice tišší než naftové a mají i vyrovnanější běh, ovšem jejich velká výhoda je spotřeba. Na druhou stranu je třeba přiznat, že drtivá většina naftových agregátů jsou přepřehnané turbodmyčadly, většina benzinových jsou zase atmosférické. Proto jsou naftové motory také dražší.

Za zmínku stojí systém, který je používán v seriálu závodů Formule 1. Nese název KERS, jeho doslovný název zní Kinetic Energy Recovery System. Tento byl zaveden a použit v sezóně 2008. Je to automobilový závodní systém, který získává kinetickou energii z pohybujícího se vozu při režimu brzdění a uchovává ji v nádrži (také možno i v baterii nebo

v kole) pro další a pozdější využití při režimu akcelerace. Vozu poskytuje dodatečných až 61 kW po omezenou dobu – celkový čas použití nesmí v jednom kole překročit 7 vteřin. Jeho nevýhodou je zvýšení hmotnosti vozu a zvýšení těžiště monopostu, z kterých vyplývá vyšší opotřebení pneumatik, zvýšení krutivosti šasi a možnost snížení pevnosti šasi. Jeho ideální využití představila stáj Brawn GP, jejíž jezdec Jenson Button dokázal v téže sezóně vybojovat titul mezi jezdci. Systém, jež dokáže uchovat energii v kole, je nadále vyvíjen stájí Williams.

### **3.5 Posouzení výhodnosti hybridního typu pohonu v nákladních přepravách**

Nákladní přepravu můžeme členit dle několika druhů hledisek. Nejvhodnější bude členění podle maximální nosnosti dopravního nákladního prostředku na nízkotonážní (do 6 tun celkové hmotnosti), střednětonážní (do 18 tun celkové hmotnosti) a vysokotonážní (do 44 tun celkové hmotnosti soupravy) v návaznosti na ekonomiku provozu.

První kategorie je procentuálně nejvýše zastoupená v segmentu nákladních silničních přeprav. Jsou to dodávky typu Ford Transit, Iveco DailyStar, Peugeot Boxer, atd. Hlavní určení jsou převozy do vlastní hmotnosti nákladu 3,5 tuny. Používají se jak na krátkých (především), tak na středních a dlouhých trasách pro objemové náklady do 22 m<sup>3</sup>. V logistice plní především rychlou zásobovací funkci – rozvážky – z velkých skladů na prodejny, jsou využívány pro poštovní a kurýrní služby. Primárně jde o objem spíše než o hmotnost.

Využití hybridní technologie je zde kontroverzní. Jednak baterie snižují celkovou nosnost přeprav v řádu několika procent, jak už bylo konstatováno výše. Primární zaměření těchto dopravních prostředků je na objem nákladu spíše než na jeho hmotnost a hybridní technologie zatím nabízejí spojení benzinového pohonu s elektrickým než s naftovým. Náklady na palivo v tomto případě spíše vzrostou – v podobě přirozené vyšší spotřeby benzinového agregátu. Situace se změní, objeví-li se v nabídce výrobců těchto typů nákladních vozů spojení hybridu s naftovým agregátem. Větší využití zde budou mít technologie mild a mikrohybridů spíše než full hybridní technologie. Pak se dokáží prosadit hlavně ve větších městech a na krátkých trasách s častou změnou jízdnicích režimů.

Střední kategorie nákladních automobilů do 18 tun celkové nosnosti jsou zastoupeny buď nákladními soupravami, nebo samostatnými nákladními vozidly bez přípojných vozidel. Jejich primární využití je zaměřené spíše na hmotnost než na objem. Využití je na krátkých

a středních trasách – převozy hlavně těžkých, ovšem objemově malých nákladů – hlavní uplatnění nacházejí v těžebním a stavebním průmyslu; na středních trasách pro větší přepravy a převozy z centrálních skladů do oblastních skladů.

Použití hybridní technologie zde naráží na problém nevhodnosti. Hmotnost baterií by se pohybovala okolo 1 tuny, aby elektrický pohon mohl rozpohybovat plně naložené vozidlo do kopce k dosažení efektu úspory paliva. Další nevýhodou by pak bylo dimenzování pohonného ústrojí na větší hmotnosti, čímž by se (odhadem) snížila užitečná nosnost o celkové cca 1,6 tuny, což je v tomto segmentu nákladních přeprav již vysoká hodnota.

Poslední kategorií je těžká nákladní přeprava, převážně dálkového kontinentálního charakteru, zaměřeného na hmotnost převážených nákladů. Jsou to soupravy o celkové hmotnosti až 30 tun a přívěsné soupravy. Zde by se použitím hybridní technologie snížila užitečná nosnost odhadem až o 2,5 tuny (hmotnost baterií a elektrického pohonného ústrojí), aby dokázala účinně podporovat naftovou pohonnou jednotku - což by vedlo ke zvýšeným pořizovacím nákladům a tudíž ke zvýšené ceně za přepravy. Co se týče jízdních režimů, motory velkých kamiónů mají spotřebu cca 20 – 25 litrů, jedou-li prázdné. Plně naložená souprava vykazuje spotřebu od 28 až do 45 litrů paliva na 100 km. Extrémní hodnota je dána kopcovitým terénem a hmotností nákladu.

Převodovky kamionů jsou zpřevodované na nižší rychlosti a odolávají masivním hodnotám točivého momentu (až k 3000 Nm), motory nákladních souprav často běží na maximální výkony. Hybridní technologie by dokázala vykazat úsporu paliva ve výši cca 10 – 30%, což je stále málo. Pokud se vezme v potaz, že se sníží hmotnost přepravovaného materiálu, zatím se sice v praxi vyskytuje spojení naftového a elektrického ústrojí, ovšem jen u komunálních vozů a nejsou s touto technologií prozatím dlouhodobé zkušenosti. Určitý prostor tu ovšem je, např. kamiony nesmí sjíždět kopec s vyřazenou rychlostí, cca až 10% jízdních aktivit připadá na brzdění – což v podstatě znamená, že takto generovaná energie může být převedena na elektrickou a využita k akceleraci. Prim hraje stále velmi malá kapacita baterií k jejich hmotnosti. V podstatě jediné smysluplné využití se naskýtá pro komunální vozy, svážející odpadové hmoty a distribuční vozy.

Po řadě rozsáhlých provozních testů začíná společnost Volvo Trucks dodávat těžké hybridní nákladní automobily. Výroba omezené série 100 hybridních nákladních automobilů bude zahájena v červnu 2011. Dodávka těchto nákladních vozů zákazníkům ve vybraných tržních segmentech proběhne v letech 2011 až 2013. Tišší a čistší hybridní nákladní automobily umožňují dosáhnout úspor paliva až 30% a budou přednostně využívány

pro činnosti spojené s distribucí a sběrem odpadu v městských zástavbách. Vůz Volvo FE Hybrid bude zpočátku dodáván do 13 evropských států (západo- a severoevropských), postupně pak bude možnost dodávek rozšířena i o další země.

Vůz Volvo FE Hybrid je vybaven paralelní hybridní technologií. Systém automaticky přepíná mezi elektrickým a naftovým zdrojem pohonu. Pokud hybridní vůz jede na první rychlostní stupeň, je poháněn pouze elektrickým pohonem, čímž řidiči poskytuje živou reakci na „přidání plynu“ a díky tomu vynikající jízdní vlastnosti. Jakmile je iniciován hybridní režim, pracují vznětový motor a elektromotor paralelně tak, aby bylo dosaženo optimálních úspor paliva.

Hybridní nákladní automobil společnosti Volvo je poháněn sedmilitrovým vznětovým motorem, vyráběným ve verzi pro svoz odpadků o výkonu 340 koňských sil a s točivým momentem 1 300 Nm, ve verzi pro distribuci pak o výkonu 300 koňských sil a s točivým momentem 1 160 Nm. Vznětový motor pracuje paralelně s elektrickým motorem o výkonu 120 kW. Elektrický motor čerpá energii z lithiumiontového akumulátoru nejmodernějšího vývojového typu. Tyto hybridní vozy, které jsou navrženy pro aplikace s celkovou hmotností vozidla 26 tun, jsou poskytovány na leasingovou smlouvu s plným kontraktem na údržbu a opravy. (13)

Obecně, situace by se změnila poté, existovala-li by daňová úleva v podobě nulové hodnoty silniční daně, existovaly-li by větší zkušenosti se spojením naftových jednotek s elektromotorem spolu s existencí efektivnějšího způsobu skladování elektrické energie. Důraz primárně zůstává stejný – nižší spotřeba paliva a nižší emise, do popředí se dostávají zvýšené nároky na spolehlivost systému a nízká (málo nákladná) údržba. Baterie mají svoji životnost – až 300 000 kilometrů, což je dostačující pro osobní přepravy, nikoliv však pro dálkovou nákladní a osobní přepravu, kde odhadem jedna souprava najezdí ročně cca 150 000 km. Tudíž, přibližně každé 2 roky by se musely měnit baterie, u osobních vozů za 6 let. Cena za nové či repasované bude zcela jistě v řádu několika desítek tisíc korun.

### **3.6 Vhodné destinace v ČR pro provoz**

Vzhledem k povaze hybridů šetřit nejvíce paliva na první a druhý převodový stupeň, vzhledem k jejich nižším emisím, vyplývajících z nižší spotřeby a používajících zlepšeného spalování paliva, je jejich určení zřejmé – hodí se nejvíce pro osobní dopravu do velkých měst

a aglomerací jako jsou Praha, Ostrava, Brno a Plzeň a do jejich příměstských oblastí v osobní dopravě. Zde vyniknou jejich přednosti nejvíce.

### **3.7 Podmínky rozšíření**

Hybridy jsou již poměrně hodně zastoupenou třídou automobilů. Jejich většímu rozšíření zatím stále brání cena, která se v průběhu let postupně snižuje. Ten pravý boom nastane příštím rokem, nástupem „range extenderu“ Opelu Ampera aka Chevroletu Volt, který byl popisován výše. Obecně se také čeká na kombinaci elektromotoru s dieselovým agregátem, který by měl přinést další větší úspory paliva a čeká ho delší životní cyklus než spojení s benzinovou jednotkou, za předpokladu, že se nebude zvětšovat rozdíl mezi cenou benzínu a naftou.

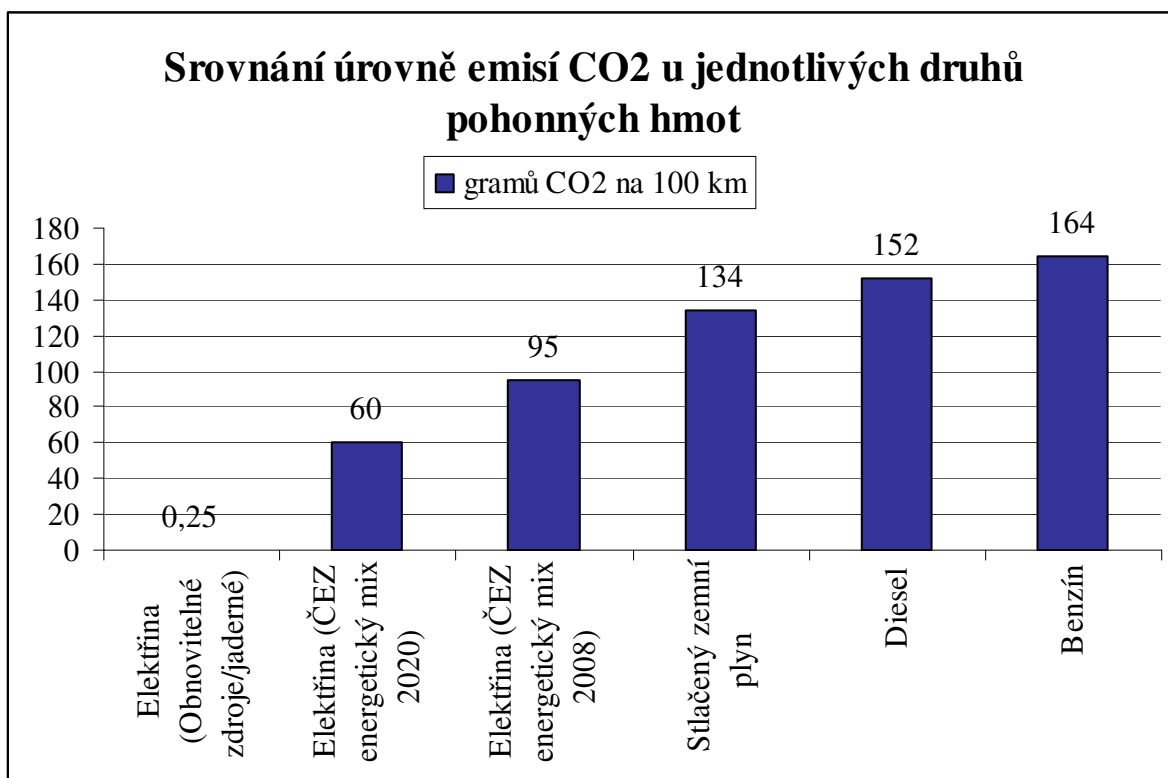
Problémem nadále zůstává velká hmotnost baterií, jejich malá kapacita a nízká životnost.



## 4 VOZIDLA S ELEKTRICKÝM POHONEM

### 4.1 Srovnání elektromotor vs. spalovací motor

Pro srovnání autor uvádí schematicky následující odbornou studii, zaměřující se na srovnání objemu emisí škodlivých plynů, u jednotlivých typů paliv. Obrázek 1 demonstruje výše uvedené skutečnosti a trendy.



Obrázek 1 – Srovnání úrovně emisí CO<sub>2</sub> u jednotlivých druhů pohonných hmot  
Zdroj: <http://www.futuremotion.cz/cs/strategie-smery/elektromobilita.html>

Další praktické srovnání demonstruje celkové náklady na provoz elektromobilů. Náklady na provoz jsou odlišné, což je v předchozím srovnání. Nyní v souhrnu lze uvést konkrétní příklad výpočtu ceny srovnání hodnocených vozů. Rozdíl v celkových provozních nákladech je značný. (14)

Pro skutečné porovnání autor zvolil ekonomické varianty motorů. Pro benzinový pohon jednotka koncernu VW o objemu 1,4 litru, přeplňovaná turbodmychadlem, o výkonu 92 kW, jako naftový pohon přeplňovaná jednotka o objemu 2,0 litru od stejného výrobce, s výkonem 103 kW, hybridní pohon zastupuje lídr Toyota Prius III, benzinová jednotka

o objemu 1,8 l s výkonem 72 kW s přídatným elektromotorem o výkonu 60 kW a elektromobil Peugeot iON s elektrickou jednotkou o výkonu 40 kW.

#### 4.1.1 Jízda po městě

Průměrná spotřeba modelu Toyota Prius II se pohybovala v denním provozu ve velké metropoli na hodnotě cca 5,5 až 6 litrů benzínu na 100 km. U typu Prius III byla tato hodnota ještě o půl litru menší při zvýšení dynamických parametrů vozidla. Tato hodnota je vynikající, pokud se bere v úvahu hustota provozu a permanentní husté zácpy hlavně v ranních a odpoledních hodinách. Spotřeba motoru 2.0 TDI z modelu Passat typ B5, s výkonem 103 kW, vybaveného dvojspojkou DSG s možností manuální volby rychlostních stupňů, se pohybovala až k mezní hodnotě 11 litrů paliva na 100 km, při zapnuté klimatizaci. Průměr se ustálil na hodnotě 9,5 l nafty na 100 km.

Hodnoty uvedené v tabulkách u benzinového a naftového motoru vychází z mé vlastní zkušenosti, u hybridního motoru z praxe Jana Škopka, řidiče Toyoty Prius III, a u elektromobilu z praxe Jana Vegra, předsedy Občanského sdružení Elektromobily.

Tab. 3 – Výpočet nákladů na provoz v městském režimu jízdy

Typ pohonu	Spotřeba město	Jednotka paliva	Cena paliva za jednotku	Celkové náklady	Náklady na 1 km
Benzinový pohon	8,4	litr	34,00 Kč	285,60 Kč	2,86 Kč
Naftový pohon	7,2	litr	35,00 Kč	252,00 Kč	2,52 Kč
Hybridní pohon	5,5	litr	34,00 Kč	187,00 Kč	1,87 Kč
Elektromobil	12	kWh	8,80 Kč	105,60 Kč	1,06 Kč

Zdroj: Autor

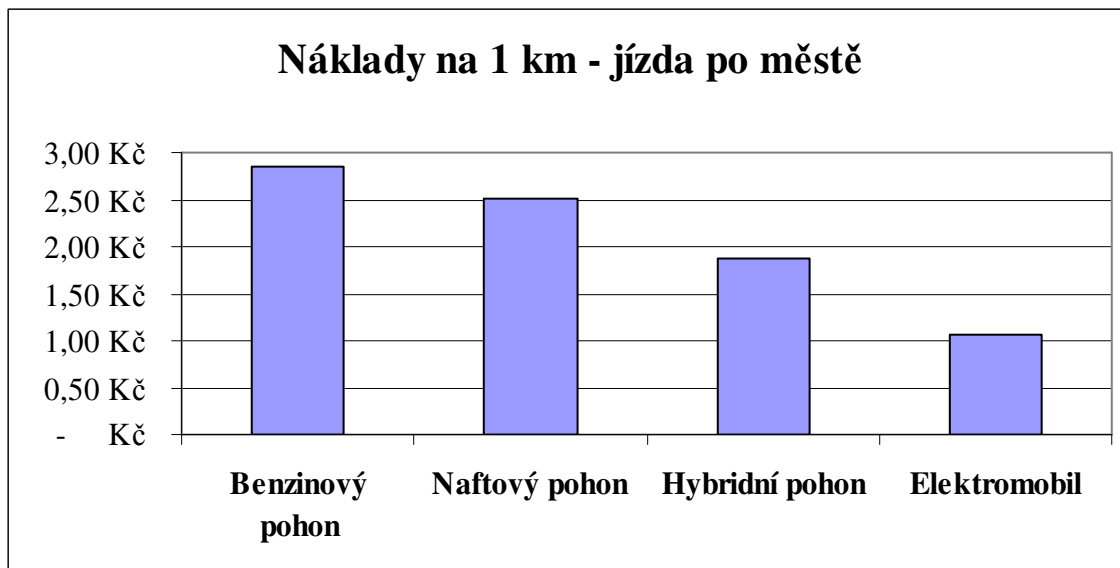
Tab. 4 – Výpočet kilometrů potřebných k vyrovnání pořizovacích a provozních nákladů- městský provoz

Typ pohonu	Typ auta	Pořizovací cena	Počet kilometrů potřebný k vyrovnání pořizovacích a provozních nákladů
Benzinový	Škoda Octavia 1,4 TSI	425 000,00 Kč	-
Naftový	Škoda Octavia 2,0 TDI	480 000,00 Kč	-
Kombinovaný	Toyota Prius III	680 000,00 Kč	258 621 km vůči 1,4 TSI
Kombinovaný	Toyota Prius III	680 000,00 Kč	307 692 km vůči 2,0 TDI
Elektrický	Peugeot iON	740 000,00 Kč	175 000 km vůči 1,4 TSI
Elektrický	Peugeot iON	740 000,00 Kč	177 596 km vůči 2,0 TDI

Pozn.: Náklady na pojištění, servisní intervaly a další vedlejší výdaje nezapočteny.

Zdroj: Autor

Z výpočtu je patrné, že elektromobil dokáže srovnat nevýhodu vyšší pořizovací ceny podstatně dříve nežli hybridní vozidlo. Při ročním nájezdu 30 000 km se rozdíly vyrovnají po cca 6 letech v porovnání s automobily s klasickým motorem, hybridu to potrvá cca 8 let vůči benzínovému pohonu a 10 let v případě naftového pohonu.



Obrázek 2 - Náklady na 1 km jízdy v Kč - městský režim jízdy  
Zdroj: Autor

#### 4.1.2 Jízda v příměstské oblasti

V příměstských oblastech se výhody hybridů začínají zmenšovat hlavně při porovnání s moderními turbo diesely. Počet stání a rozjezdů je podstatně menší než ve městech, plynulost provozu je lepší, kolony se většinou pohybují sníženou rychlostí, avšak jsou stále v pohybu, odpadá velký počet brzdění a následných rozjezdů. Spotřeba Priusu II se pohybovala okolo 5,2 l na 100 km, spotřeba Priusu III byla lehce pod 5 l benzínu na 100 km (4,7 l/100 km), spotřeba Passatu se blížila hodnotě 6,5 l na 100 km.

Tab. 5 – Výpočet nákladů na provoz v příměstském režimu jízdy

Typ pohonu	Spotřeba příměstská oblast	Jednotka paliva	Cena paliva za jednotku	Celkové náklady na 100 km	Náklady na 1 km
Benzinový pohon	6,8	litr	34,00 Kč	231,20 Kč	2,31 Kč
Naftový pohon	5,8	litr	35,00 Kč	203,00 Kč	2,03 Kč
Hybridní pohon	5	litr	34,00 Kč	170,00 Kč	1,70 Kč
Elektromobil	10	kWh	8,80 Kč	88,00 Kč	0,88 Kč

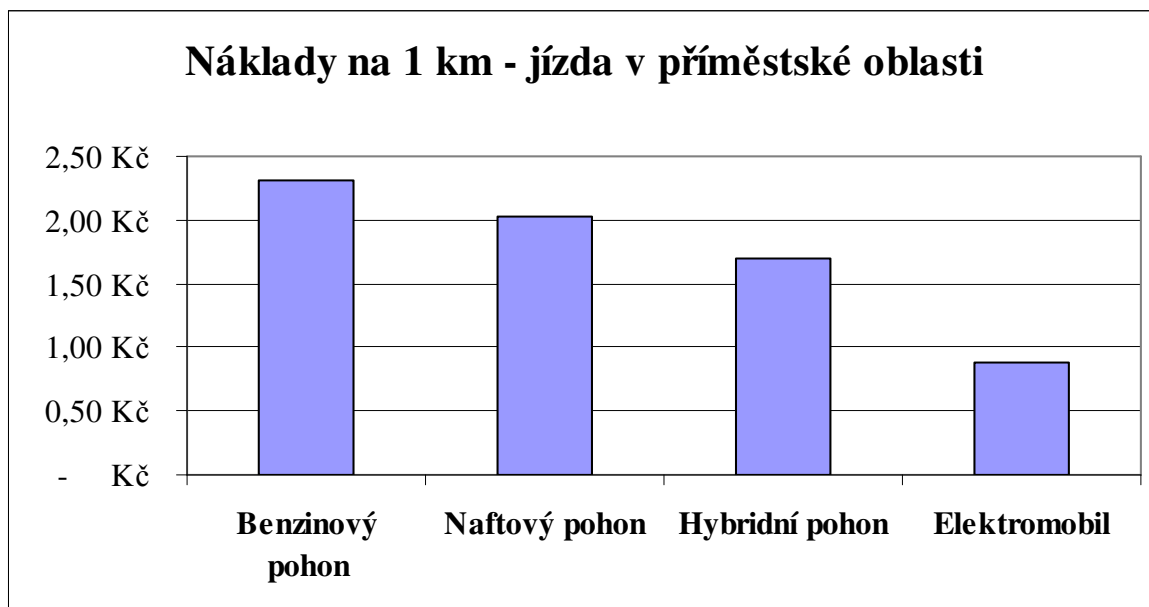
Zdroj: Autor

Tab. 6 – Výpočet kilometrů potřebných k vyrovnání pořizovacích a provozních nákladů- příměstský provoz

Typ pohonu	Typ auta	Pořizovací cena	Počet kilometrů potřebný k vyrovnání pořizovacích a provozních nákladů
Benzinový	Škoda Octavia 1,4 TSI	425 000,00 Kč	-
Naftový	Škoda Octavia 2,0 TDI	480 000,00 Kč	-
Kombinovaný	Toyota Prius III	680 000,00 Kč	416 667 km vůči 1,4 TSI
Kombinovaný	Toyota Prius III	680 000,00 Kč	606 061 km vůči 2,0 TDI
Elektrický	Peugeot iON	740 000,00 Kč	219 972 km vůči 1,4 TSI
Elektrický	Peugeot iON	740 000,00 Kč	226 087 km vůči 2,0 TDI

Pozn.: Náklady na pojištění, servisní intervaly a další vedlejší výdaje nezapočteny.

Zdroj: Autor



Obrázek 3 - Náklady na 1 km jízdy v Kč - příměstský režim jízdy

Zdroj: Autor

### 4.1.3 Jízda mimo město

V mimoměstských částech se pak plynulost provozu zcela stabilizuje, většinou se vůz pohybuje konstantní rychlostí, kolony jsou řídkým jevem. Spotřeba Priusu II se snižuje až pod 5 l benzínu na 100 km, Prius III dokáže jít až pod 4,5 litru paliva, Passat dosahuje hodnot okolo 5 l nafty na 100 km. Výhody hybridů jsou zde zcela zastíněny, elektromotor není tolik využíván, v podstatě se projevuje jen při předjíždění, kdy je využit poměrně velký kroutící moment elektromotoru. Chování celého motorového ústrojí Priusu lze charakterizovat jako „přepřehovaný benzinový motor spalující naftu“, čili vysoký výkon při malé spotřebě.

Tab. 7 – Výpočet nákladů na provoz v mimoměstském režimu jízdy

Typ pohonu	Spotřeba mimo město	Jednotka paliva	Cena paliva za jednotku	Celkové náklady	Náklady na 1 km
Benzinový pohon	6	litr	34,00 Kč	204,00 Kč	2,04 Kč
Naftový pohon	4,8	litr	35,00 Kč	168,00 Kč	1,68 Kč
Hybridní pohon	4,2	litr	34,00 Kč	142,80 Kč	1,43 Kč
Elektromobil	8	kWh	8,80 Kč	70,40 Kč	0,70 Kč

Zdroj: Autor

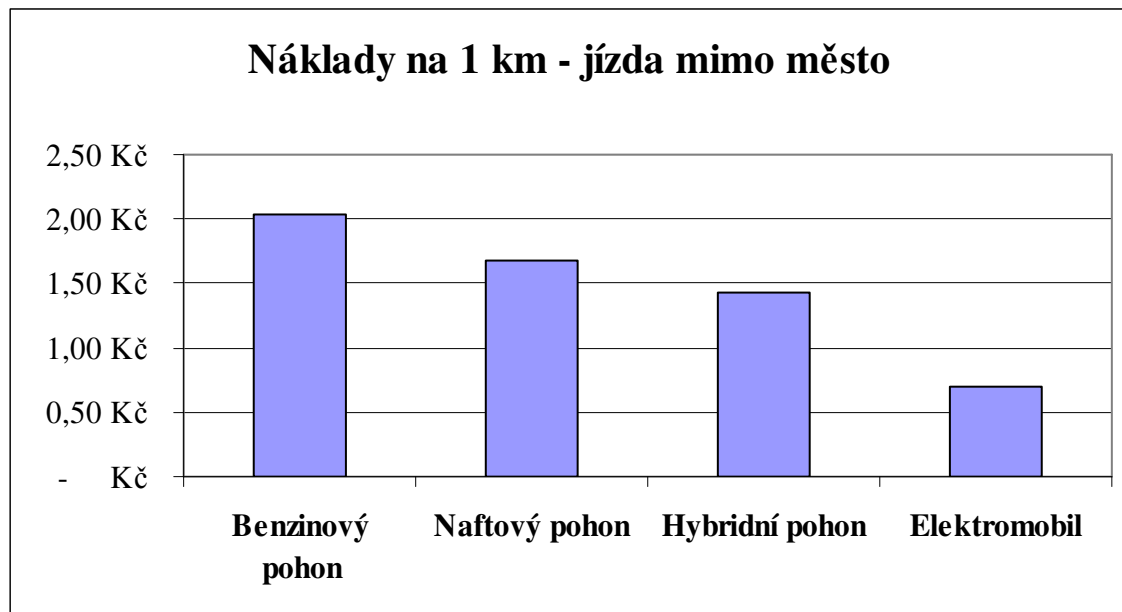
Tab. 8 – Výpočet kilometrů potřebných k vyrovnání pořizovacích a provozních nákladů- mimoměstský provoz

Typ pohonu	Typ auta	Pořizovací cena	Počet kilometrů potřebný k vyrovnání pořizovacích a provozních nákladů
Benzinový	Škoda Octavia 1,4 TSI	425 000,00 Kč	-
Naftový	Škoda Octavia 2,0 TDI	480 000,00 Kč	-
Kombinovaný	Toyota Prius III	680 000,00 Kč	416 667 km vůči 1,4 TSI
Kombinovaný	Toyota Prius III	680 000,00 Kč	793 651 km vůči 2,0 TDI
Elektrický	Peugeot iON	740 000,00 Kč	235 778 km vůči 1,4 TSI
Elektrický	Peugeot iON	740 000,00 Kč	266 393 km vůči 2,0 TDI

Pozn.: Náklady na pojištění, servisní intervaly a další vedlejší výdaje nezapočteny.

Zdroj: Autor

Při převažující jízdě mimo město se nevyplatí pořizovat hybrid, rozdíly v pořizovací ceně jsou značné, obzvláště vůči turbo dieselu.



Obrázek 4 - Náklady na 1 km jízdy v Kč - mimoměstský režim jízdy  
Zdroj: Autor

#### 4.1.4 Jízda po dálnici

Jízdní režim dálnice je velice podobný jízdě mimo město, ovšem průměrná rychlost se zvyšuje až přes 100 km/hod. Motory klasických jednotek točí poměrně velké hodnoty, záleží na z převodování a počtu stupňů převodovek. Výhody hybridního pohonu jsou téměř zanedbatelné, jak bylo zmíněno výše, záleží na jízdním stylu a vyvolání jízdního režimu plachtění. Průměrné hodnoty spotřeby jednotlivých typů jsou uvedeny v tabulce.

Tab. 9 – Výpočet nákladů na provoz v dálničním režimu jízdy

Typ pohonu	Spotřeba dálnice	Jednotka paliva	Cena paliva za jednotku	Celkové náklady	Náklady na 1 km
Benzinový pohon	7,2	litr	34,00 Kč	244,80 Kč	2,45 Kč
Naftový pohon	6,2	litr	35,00 Kč	217,00 Kč	2,17 Kč
Hybridní pohon	5,2	litr	34,00 Kč	176,80 Kč	1,77 Kč
Elektromobil	11	kWh	8,80 Kč	96,80 Kč	0,97 Kč

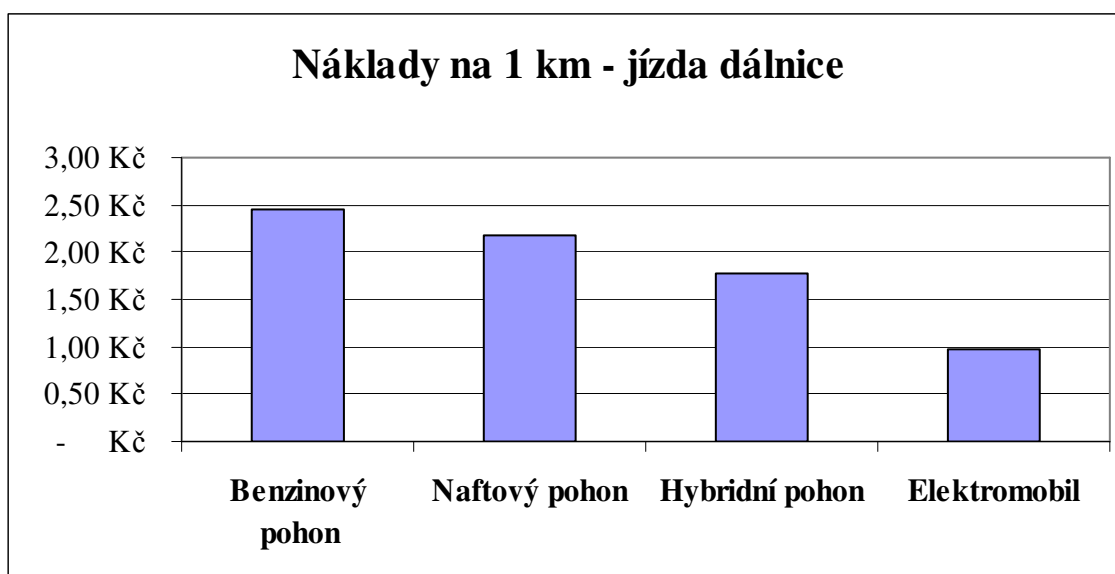
Zdroj: Autor

Tab. 10 – Výpočet kilometrů potřebných k vyrovnání pořizovacích a provozních nákladů- dálniční provoz

Typ pohonu	Typ auta	Pořizovací cena	Počet kilometrů potřebný k vyrovnání pořizovacích a provozních nákladů
Benzinový	Škoda Octavia 1,4 TSI	425 000,00 Kč	-
Naftový	Škoda Octavia 2,0 TDI	480 000,00 Kč	-
Kombinovaný	Toyota Prius III	680 000,00 Kč	375 000 km vůči 1,4 TSI
Kombinovaný	Toyota Prius III	680 000,00 Kč	497 512 km vůči 2,0 TDI
Elektrický	Peugeot iON	740 000,00 Kč	212 838 km vůči 1,4 TSI
Elektrický	Peugeot iON	740 000,00 Kč	216 306 km vůči 2,0 TDI

Pozn.: Náklady na pojištění, servisní intervaly a další vedlejší výdaje nezapočteny.

Zdroj: Autor



Obrázek 5 - Náklady na 1 km jízdy v Kč - dálniční režim jízdy

Zdroj: Autor

#### 4.1.5 Kombinovaný režim

V kombinovaném režimu, tak jak se dnes měří spotřeba (1/3 jízd po městě, 1/3 mimo město a 1/3 dálnice) se průměrná spotřeba Priusu II. ustálí na hodnotách cca 5 l benzínu na 100 km (Prius III. – 4,5 l benzínu na 100 km), spotřeba Passatu byla na cca 6 l na 100 km. V západních zemích je benzin navíc levnější než nafta, provoz Priusu je tedy obecně výhodnější nežli provoz naftového motoru.

Tab. 11 – Výpočet nákladů na provoz v kombinovaném režimu jízdy

Typ pohonu	Průměrná spotřeba	Jednotka paliva	Cena paliva za jednotku	Celkové náklady	Náklady na 1 km
Benzinový pohon	7,2	litr	34,00 Kč	244,80 Kč	2,45 Kč
Naftový pohon	6	litr	35,00 Kč	210,00 Kč	2,10 Kč
Hybridní pohon	5	litr	34,00 Kč	170,00 Kč	1,70 Kč
Elektromobil	9	kWh	12,00 Kč	108,00 Kč	1,08 Kč

Zdroj: Autor

Tab. 12– Výpočet kilometrů potřebných k vyrovnání pořizovacích a provozních nákladů- kombinovaný provoz

Typ pohonu	Typ auta	Požizovací cena	Počet kilometrů potřebný k vyrovnání pořizovacích a provozních nákladů
Benzinový	Škoda Octavia 1,4 TSI	425 000,00 Kč	-
Naftový	Škoda Octavia 2,0 TDI	480 000,00 Kč	-
Kombinovaný	Toyota Prius III	680 000,00 Kč	340 909 km vůči 1,4 TSI
Kombinovaný	Toyota Prius III	680 000,00 Kč	500 000 km vůči 2,0 TDI
Elektrický	Peugeot iON	740 000,00 Kč	230 263 km vůči 1,4 TSI
Elektrický	Peugeot iON	740 000,00 Kč	254 902 km vůči 2,0 TDI

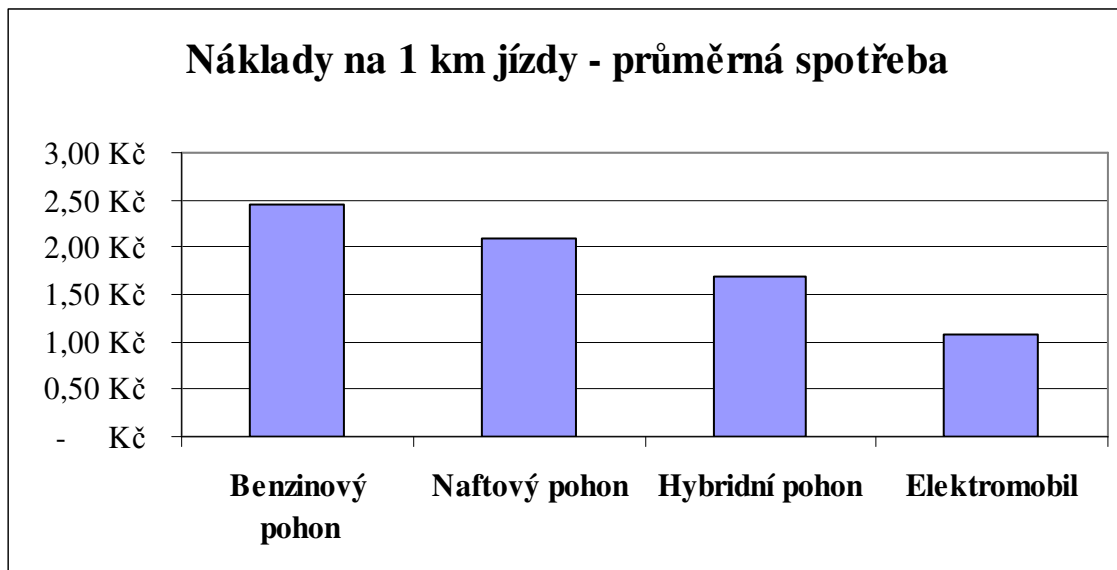
Pozn.: Náklady na pojištění, servisní intervaly a další vedlejší výdaje nezapočteny.

Zdroj: Autor

Srovnáme-li ekonomiku provozu, vychází nám, že se elektromobil vyplatí až po cca 7 až 8letém provozu, nezáleží na typu provozu a typu srovnávané jednotky, i přes velmi vysokou pořizovací cenu. Za naftovou jednotkou ovšem zaostává výkonově. Naopak, rozdíly v provozu turbo dieselu a hybridu jsou poměrně malé, koupě hybridu se vyplatí jen v případě velké metropole.

Otázkou zůstává vývoj cen paliv. Cena elektřiny stále stoupá, s nimi i cena klasických paliv. V západních zemích jsou patrné daňové úlevy na provoz, naše legislativa osvobozuje jen od platby silniční daně vozy s elektrickým a hybridním pohonným ústrojím.





Obrázek 6 - Náklady na 1 km jízdy v Kč - kombinovaný režim jízdy  
Zdroj: Autor

## 4.2 Individuální doprava

Elektromobily lze v poslední době s běžnými vozy porovnávat čím dál častěji. Řada výrobců totiž připravuje své první sériové elektromobily a poměrně pochopitelně je staví na základech osvědčených modelů. Následuje na porovnání několik příkladů. V následující tabulce jsou popsány základní charakteristiky automobilů a elektromobilů stejného typu. (15)

	Zrychlení 0 – 100 km/h [s]	Dojezd [km]	Výkon [kW]	Hmotnost [kg]	Kroutící moment [N.m]
BMW 120d / Concept ActiveE	7,5 / 9	1100 / 160	130 / 125	1 450 / 1 800	350 / 250
Mini Cooper S / Mini E	7,1 / 8,5	800 / 250	128 / 150	1 205 / 1 465	260 / 220
Volvo C 30 / C30 BEV	11,3 / 10,5	1300 / 150	80 / 82	1 375 / 1 655	240 / 250
Audi R8 / e-tron	4,6 / 4,8	700 / 250	309 / 230	1 560 / 1 600	650 / 450

Tab.13: Srovnání charakteristik automobilu a elektromobilu

Zdroj: [http://auto.idnes.cz/elektrony-vs-benzin-elektromobily-se-beznym-vozum-zatim-nevyrovnaji-1er-/automoto.asp?c=A100105\\_145141\\_automoto\\_vok](http://auto.idnes.cz/elektrony-vs-benzin-elektromobily-se-beznym-vozum-zatim-nevyrovnaji-1er-/automoto.asp?c=A100105_145141_automoto_vok)

## 4.3 Srovnání klasického automobilu a elektromobilu

Pro srovnání jsem si vybral zástupce sportovních vozů. Jako zástupce elektromobilů jsem si vybral známou Teslu Roadster. Jako klasického zástupce sportovního vozu se spalovacím motorem jsem zvolil BMW Z4.

### 4.3.1 Tesla Roadster

Tesla Roadster vychází konstrukčně z automobilu Lotusu Elise. Jako většina sportovních automobilů má Tesla pohon na zadní nápravu. Nejvyšší výkon má 215 kW, tento výkon poskytuje od 5 000 do 6 000 ot/min, avšak točivý moment 370 Nm je dostupný už při rozjezdu, což znamená výborné zrychlení 3,9 vteřiny z 0-100 km/h. Kapacita baterií elektromobilu je výrobcem udávaná na 395 km. První majitel Tesly v České republice pan Vlasák potvrzuje, že této hodnoty je možné při klidné jízdě dosáhnout. Nejvyšší rychlost elektromobilu je omezena na 201 km/h.

Základní cena modelu se pohybuje okolo 2,6 mil. Kč. Abychom elektromobil nabili na 100 %, tak by dobíjení rychlonabíječkou trvalo cca 4 hodiny a cena za spotřebovanou elektrickou energii by byla 100 Kč. Pokud bychom Teslu nabíjeli z klasické zásuvky, tak by nabíjení trvalo dvakrát déle. (15)

### 4.3.2 BMW Z4 sDrive 35i

BMW je světoznámým výrobcem automobilů. Model Z4 pohání zážehový šestiválec s výkonem 225 kW, což je hodnota srovnatelná s Teslou Roadster. Zdvihový objem motoru je 2 979 cm<sup>3</sup>. Zrychlení z 0-100 km/hod. udává výrobce za 5,2 sekund a maximální rychlost je omezena na 250 km/hod. Kombinovaná spotřeba se pohybuje kolem hranice 10 litrů na 100 km. Objem palivové nádrže je 55 litrů, takže dojezd je asi 550 km.

Základní cena Z4 je 970 000 Kč, konkrétní model který popisují se pohybuje okolo 1,3 mil. Kč, s maximální výbavou lze tento model pořídit na hranici 2 mil. Kč. Náklady na 100 ujetých kilometrů se pohybují okolo 300 Kč. (16)

K hlavním **pozitivům** Tesly Roadster patří zejména:

- velmi dobrý dojezd a jízdní vlastnosti,
- levný provoz, 100 km jízdy stojí 25 -30 Kč,

- kvalitní zpracování vozidla,
- prakticky žádný hluk,
- žádné produkované emise.

K hlavním **negativům** patří zejména:

- pořizovací cena – dvakrát dražší než srovnávané BMW Z4,
- dlouhá doba rychlonabíjení – 4 hodiny,
- malá prestiž značky,
- v případě problémů špatně dostupný servis.

#### 4.4 Využití elektromobilu v osobní přepravě v ČR

Ke konci loňského roku bylo registrováno dle údajů Svazu dovozců automobilů 14 elektromobilů. Letos si firmy pořídily prozatím zhruba 15 vozů. Nejvíce vozidel poháněných elektřinou tak představují skútry – těch dle odhadů společnosti Akumoto, která patří k předním tuzemským prodejčům, brázdí silnice pět až sedm tisíc.

V současnosti je možné v Česku pořídit v autosalonech jen 2 elektromobily: Citroën C-Zero (základní cena 739 900 Kč) a Tazzari Zero (základní cena 630 000 Kč). Peugeot nabízí svůj iON (základní cena 720 000 Kč) prozatím jen firmě ČEZ v rámci projektu Futur/E/Motion. Elektrické vozy je možné si pronajmout za celkovou měsíční částku cca 20 000 Kč od společnosti ČEZ.

Dobíjení aut na elektřinu bude u stojanů elektrárenských firem prozatím téměř zdarma. Jak ČEZ tak Pražská energetika si připravují půdu pro budoucí rozvoj této technologie.

Letos by mělo v Česku vzniknout téměř 60 dobíjecích stanic pro elektromobily. Nejméně 35 z nich přitom dle oznámení z 3.5.2011 hodlá vybudovat společnost ČEZ. V únoru oznámila podobný plán také konkurenční Pražská energetika. Ta by chtěla postavit další dvacítku stojanů. V prvních měsících provozu bude nabíjení zdarma, nebo za „symbolický poplatek“.

„Na počátku to bude dotovaný byznys, za několik let, možná za deset, to ale může být zajímavé i komerčně,“ uvedl ředitel elektrárenské firmy ČEZ Martin Roman. Společnost nyní vybírá v soutěži dodavatele dobíjecích stanic. Do roku 2013 by jich chtěla mít po zemi 200.

Mezi partnery, se kterými se pro projekt elektromobility ČEZ spojil, patří například společnost ECE, která zajistila výstavbu pražského obchodního centra Arkády Pankrác,

obchodní řetězce Kaufland a Tesco, řetězec rychlého občerstvení McDonald's, Ikea či Orco. Právě u jejich provozoven a na jejich pozemcích mají nové stanice stát.

„Cílem konceptu je otestovat elektromobilitu v reálném provozu způsobem, který se bude co nejvíce blížit budoucímu komerčnímu provozu. Tomu odpovídá jak umístění dobíjecích stanic, tak i použitá technologie. Logickými partnery jsou nejen místa, kde lidé tráví volný čas, ale i obce, pro které je rozvoj elektromobility důležitou součástí komunální politiky,“ uvedl manažer útvaru čistých technologií ČEZ Tomáš Chmelík. Kromě řetězců a developerů spolupracují s ČEZ i obec Dolní Břežany a pražská městská část Radotín, kde shodou okolností bydlí Martin Roman.

Projekt elektromobility Futur/E/Motion se zúčastní i české zastoupení automobilky Peugeot, která se zavázala dodat ČEZ 65 elektromobilů iON. Ty bude pro propagační účely elektrárenský kolos pronajímat po dobu tří let partnerům projektu za zhruba 20 tisíc korun měsíčně. Letos dostanou prozatím jen 11 vozů, další přibudou za rok.

Pronájem aut na elektřinu je nejběžnější formou jejich provozu, neboť se jejich ceny pohybují výrazně výše než u srovnatelně velkých a vybavených aut s tradičním motorem. Pro srovnání: koncernové dvojče iONU, Citroen C-Zero, v tuzemsku stojí necelých 740 tisíc korun a kilometr jízdy vyjde podle Chmelíka třikrát až čtyřikrát levněji než u úsporného naftového motoru. Výrazně větší a lépe vybavený Volkswagen Polo Blue Motion se čtyřlitrovou spotřebou nafty lze pořídit od 330 tisíc korun. V kombinaci pořizovacích nákladů a provozních nákladů stále vychází konvenční automobil výhodněji. Zástupci světových automobilek tak očekávají, že skutečný rozvoj elektroaut přijde, až se začnou tyto vozy dělat nejméně v desetitisícových sériích a výrobní náklady tak spadnou – na což si lidé počkají nejdříve do roku 2015.

Významnou roli také může sehrát státní podpora. „Vládní dotace na pořízení elektromobilů ve Francii či ve Španělsku dosahují až pěti tisíc eur,“ uvedl šéf českého Peugeotu Yann Carnoy. (17)

V Česku ovšem vláda s odkazem na jiné rozpočtové priority podobný krok nechystá.

Pro osobní přepravy mohou být využity např.:

- Na zajištění přeprav osob mezi výstavními areály v době probíhajících výstav,
- Svozy a rozvozy dětí do a ze školy,
- Dále jako služební vozidla Policie ČR, především městské,
- Malé a specializované prostředky MHD (např. převozy postižených, pojízdná knihovna, atd.),

- Mohly by být využívány v osobní přepravě v lázeňských městech – převozy pacientů,
- Uvnitř areálů velkých výrobních firem jako vnitřní podnikové přepravy osob, (např. ČEZ, Škoda Auto, TPCA Kolín, Hyundai Nošovice, výrobní areál Škody Plzeň, ČEZ, atd....)

## 4.5 Vhodné destinace v ČR pro provoz elektromobilů

Vzhledem k jejich nulovým emisím, již poměrně solidní dojezdové vzdálenosti, ale malému počtu nabíjecích míst je jejich použití stále značně omezené. Nejvhodnějším místem použití a využití jsou obecně krátké vzdálenosti ve velkých městech.

## 4.6 Podmínky rozšíření elektromobilů

I když jsou elektromobily stále ve fázi vývoje, již je možné na základě uživatelských zkušeností identifikovat kladné a záporné vlastnosti elektrického pohonu. Vývoj směřuje nezadržitelně vpřed, existuje velká snaha automobilůk o omezení nevýhod elektromobilů a o rozvoji jejich výhod.

V současné době se budují řady nabíjecích míst. Další rozvoj elektroautomobilismu přijde v následujících 5 letech.

### 4.6.1 Posouzení výhod elektromobilů

- Nízké provozní náklady – ve srovnání s konvenčním pohonem jsou náklady na provoz přibližně třetinové.
- Tichý provoz – velké uživatelská přívětivost tohoto typu pohonu tkví ve velmi tichém provozu, jak ve vnitřní tak vnější hlučnosti. Výsledkem je plnění hlukových emisních limitů s velkou rezervou.
- Lepší technické vlastnosti pohonu – maximální kroutící moment bývá k dispozici již od nulových otáček, jeho křivka je plochá. Výkon roste konstantně. Reakce na plyn jsou okamžité, rozjezd vozu je plynulý, nehrozí „zhasnutí“ vozu při rozjezdech. Elektrické vozy také při „dlení“ (stání na křižovatkách, přechodech a na světelné signalizaci) téměř nespotebovávají energii nebo jen zanedbatelně.
- Nízké emise – Provozní emise jsou nulové. Emise jsou nepřímo měřitelné při spalování fosilních paliv v elektrárnách na jednotku kWh<sup>-1</sup>.

- Umístění pohonu – konvenční spalovací jednotky se nacházejí v motorovém prostoru (ve většině případů pod přední kapotou, eventuelně nad zadní nápravou), automobil se musel přizpůsobit obecnému vyhrazení prostoru pro pohon, elektrický pohon tuto nevýhodu částečně eliminuje. Zdroj energie je možné modulárně rozložit pod podlahu automobilu a nad zadní nápravy a dovoluje i částečně lepší rozložení hmotnosti oproti konvenčnímu pohonu. Přínos spočívá v optimalizaci vnitřního užitečného prostoru a v optimalizaci vnějších rozměrů. Elektromobil je pak obecně menší nebo stejně velký, ovšem nabízející větší vnitřní prostornost.
- Bezpečnost provozu – elektrický pohon sebou také nese eliminaci vznícení automobilu v důsledku havárie či poškození palivového systému. Jako protiklad lze uvést poškození těsnosti systému baterií a možnosti úniku jedovatých látek do životního prostředí.
- Snížené servisní a údržbové náklady – elektrická jednotka sebou nese také jednodušší, rychlejší a méně nákladné servisní prohlídky. Není třeba výměny např. klínového řemene, oleje, zapalovacích svíček, zapalovacích kabelů, výfukového potrubí, katalyzátoru, lambda sondy a dalších. Brzdový systém bude méně zatížen. Naopak, zvýšenou péči budou potřebovat energetický bateriový úložný systém, podvozkové prvky, např. ramena náprav, tlumiče, stabilizátory, atd.

#### **4.6.2 Posouzení nevýhod elektromobilů**

- Vysoká cena – Elektromobily jsou minimálně dvojnásobně dražší než stejně velké a vybavené vozy.
- Malá nabídka – V současnosti je možné v Česku pořídit v autosalonech jen dva elektromobily: Citroën C-Zero (základní cena 739 900 Kč) a Tazzari Zero (základní cena 630 000 Kč). Peugeot nabízí svůj iON (základní cena 720 000 Kč) prozatím jen firmě ČEZ v rámci projektu Futur/E/Motion.
- Relativně krátký dojezd – Dnes jsou elektromobily prodávané v Česku určeny výhradně na městský provoz. Ujedou maximálně 150 kilometrů v ideálních podmínkách, tedy bez topení, klimatizace a bez prudkých kopců. Vzhledem k vysoké pořizovací ceně nedává nákup automobilu pro rodinné účely smysl.
- Zdlouhavé nabíjení – Z běžné zásuvky se automobil na dojezd zhruba 150 kilometrů nabíjí nejméně šest hodin. Stojan nabízející rychlonabíjení to sice zvládne do hodiny, avšak kvůli vysoké náročnosti na kapacitu rozvodné sítě může

být umístěn jen na vybraných místech. Automobil tedy nejde dobít tak rychle jako dotankovat benzinový či naftový. Výhodou je ovšem nabíjení v době, kdy automobil není využit. V návaznosti na solární boom posledních let většina elektromobilů bude dobíjet v nočních hodinách, tudíž budou využívat energii vyrobenou převážně z fosilních paliv, ne z tohoto ekologicky čistého zdroje.

- Sporný přínos pro životní prostředí – Při jízdě elektromobil sice neprodukuje žádné spaliny, ke svému provozu ovšem potřebuje proud, který se stále vyrábí v elektrárnách využívající „kouřící“ fosilní paliva. Na elektřinu potřebnou pro kilometr jízdy tak připadá jen nepatrně méně vyprodukovaného oxidu uhlíku, než do ovzduší vypustí nejúspornější naftové automobily. Navíc jak těžba, zpracování, samotná výroba, tak následná likvidace baterií, které elektro auta pohánějí, rozhodně není ekologická. Efektivnější a ekologičtější způsob skladování energie je tak největší výzvou pro výrobce těchto vozidel.
- Chybějící podpora státu – Přestože některé země podporují nákup elektromobilů, v současné ekonomické situaci je to spíše na okraji zájmu. Domácnostem neplnou žádné výhody z používání v podobě slev na dani ani dotace, z platby silniční daně jsou však zákonem osvobozena vozidla do celkové hmotnosti do 12-ti tun, která používají hybridní či pohon na plyn. Zůstává jen otázka, o kolik jsou elektro auta „zelenější“ než třeba vozy na zemní plyn. (17)

#### **4.7 Využití elektromobilu ve veřejné hromadné dopravě**

První elektrobuses na pravidelné lince jezdil v Santa Barbaře v Kalifornii, první evropský elektrobuses na pravidelné lince jezdil ve Znojmě. Vyvinula jej společnost ČAS-service (též jeho provozovatel) s využitím karoserie trolejbusu Škoda 21Tr. Výrobce plánoval od roku 2004 výrobu i pro další dopravce, avšak výroba nebyla nakonec vůbec zahájena. V roce 2008 již byla v dotačním programu na vozidla MHD obsažena fixní dotace 1,2 milionu Kč na nízkopodlažní elektrobuses délky do 11 metrů, s fixním navýšením 0,6 milionu za elektrický pohon.

V roce 2005 se Znojmo stalo prvním evropským městem, v němž na pravidelné lince jezdil elektrobuses. Stát na jeho vývoj věnoval prostřednictvím Ministerstva průmyslu a obchodu 10 milionů korun. O vozidlo s nulovými emisemi projevil zájem mnohé radnice. Ve Znojmě také jezdil hybrid Mercedes-Benz O520 Cito.

Pravidla podpory obnovy vozového parku MHD taxativně vypočítávají dotace na pořízení různě dlouhých typů autobusů a trolejbusů. Elektrobusy však v tomto programu Ministerstva dopravy zatím nejsou. Tato vozidla si tedy každý dopravní podnik musel koupit ze svého, zatímco srovnatelný nízkopodlažní autobus či trolejbus dosud mohl získat příspěvek (asi 2,3 – 3,8 mil. Kč, což kryje cca 30 až 40 % ceny).

#### **4.7.1 Provoz ve Znojmě**

Elektrobus pro hromadnou přepravu osob byl v letech 2001 – 2003 realizován jako výzkumný a vývojový projekt s výstupem plně provozního a schváleného prototypu bez nároku na trolejový a kolejový rozvod. Do plného provozu na linky MHD ve Znojmě byl dán od roku 2003 do konce roku 2009. V současné době je trvale využíván k objednaným jízdám vzhledem ke skutečnosti, že firma ČAS – service nebyla od roku 2010 zařazena do provozování MHD ve Znojmě. Za uvedené období v provozu MHD elektrobus najel 148 tis. km.

#### **4.7.2 Životnost baterií, dojezd a náklady elektrobusu**

Pohon zajišťuje asynchronní elektromotor. Dosud byl základním problémem všech prototypů elektrobusů omezený dojezd a dlouhá doba nutná k dobití baterií. Českým výzkumníkům se podařilo tyto nesnáze do značné míry překonat. Energii dodávají nikl-kadmiové akumulátory. Životnost těchto baterií by měla být v rozmezí 320 – 350 tis. km. Baterie umožňují dojezd 110 až 130 km a kapacitu neztrácejí ani v mrazu. Tyto hodnoty udává ČAS-service jako minimální. Akumulátory instalované ve vozidle jsou původní nevykazují žádnou změnu a splňují projektové parametry.

Eprona Rokytnice zhotovila speciální zařízení pro rychlé nabíjení, které řídí procesor komunikující s monitorovacím systémem vozidla. Právě v rychlém „inteligentním“ dobíjení je klíč k praktické využitelnosti.

Při dodržování optimálních nabíjecích cyklů (při snížení jmenovité kapacity akumulátorů na 50 % - použití systémů „rychlónabíjení“ – cca 20 min. k dosažení 80 % jmenovité kapacity) uvedený systém „rychlónabíjení“ lze použít i v jiné hodnotě zbytkové kapacity akumulátorů – např. 30 %, 40%. Stav akumulátorů 50 % jmenovité kapacity (pro rychlónabíjení) byl zvolen pro určitou trasu dle počtu zastávek, ujeté vzdálenosti, profilu terénu a umístění nabíjecí soupravy.



Ve vztahu k profilům jízdy a typů akumulátoru lze prodloužit celkový dojezd do výměny akumulátorů na 400 – 450 tis. km. Tímto opatřením lze prodlužovat denní limit ujetých km dle potřeby. Pro odstranění paměťového efektu akumulátorů je nutno dle naměřených hodnot použít vyrovnávací nabíjení po dobu 3 – 6 h cca 2x týdně. Odstavení vozidla na „rychlónabíjení“ 20- 30 min (po snížení jmenovité kapacity akumulátoru na 50 %) je v režimu jízdy i povinou přestávkou pro řidiče.

Rychlónabíjení a vyrovnávací napětí zajišťuje plně automatická nabíjecí stanice, která je přímo rekonstruována k tomuto účelu a její cena je cca 1 mil. Kč. Stanici je možné využít pro 4-5 vozidel tak, aby byla zajištěna kontinuita prováděného procesu optimalizace nabíjení vzhledem k neživotnosti akumulátorů.

Maximální rychlost elektrobuse je 70 km/h za hodinu, což vzhledem k dopravním předpisům stačí. Stejně jako trolejbus se i elektrobuse rozjíždí hbitě a plynule, bez „cukání“ (odpadá řazení rychlostí). Údržba je minimální. Na rozdíl od autobusů není třeba dolévat olej do motoru, vyměňovat svíčky, doplňovat chladicí kapalinu apod. Obdobně jako trolejbus i elektrobuse snadno zdolává stoupání. Elektrobuse však nikdy neprobíjí. Ani v zimě, kdy jsou silnice mokré a chemicky ošetřené, cestujícím nehrozí, že by mohli pocítit výboj. A kromě toho elektrobuse samozřejmě nepotřebuje dráty. V ulicích je obratný jako autobus a nehrozí mu, že v případě výpadku proudu zůstane někde stát.

Pokud elektrobuse budou zrovnoprávněny z hlediska dotací s ostatními vozidly, provozovatelům se po ekonomické stránce vyplatí. Běžný městský autobus totiž spotřebuje na jeden ujetý kilometr naftu v hodnotě 7,95 Kč. Elektrobuse potřebuje na kilometr elektrickou energii v ceně 1,95 Kč. Jeho prodejní cena by byla v případě sériové výroby srovnatelná s trolejbusy, jejichž cena se pohybuje kolem 10 mil. Kč. (15)

V roce 2010 vyrobila prototyp elektrobuse i česká firma SOR Libchavy a označila jej jako SOR EBN 10,5. Tento vůz je v provozu v Ostravě. Kromě SORu je jediným současným výrobcem elektrobuse v Evropě italská společnost BredaMenarinibus (dva minibusy BredaMenarinibus ZEUS M 200 jezdí na Malé Straně v Praze). (18)

## **4.8 Nákladní elektromobily**

Elektrický pohon je již v kategorii nízkotonážních nákladních prostředků praxí, využitelný je zejména v městském provozu; v kyvadlové přepravě osob a nákladů; a v nízkotonážních přepravních nákladních automobilech.

Ve městě Zermatt (letoviště pod horou Matterhorn) ve Švýcarsku je v provozu okolo 500 elektromobilů. Ohlasy obyvatel na provoz elektromobilů jsou vesměs kladné - bezmála 30 tisíc obyvatel nemusí zbytečně trpět výfukovými plyny, nadměrným hlukem ani rizikem dopravních nehod. Elektromobily přepravují osoby, náklady včetně stavebnin a sutě, ale i lehké topné oleje. Snahou města je podporovat vytěžování kapacit těchto elektromobilů. Získat povolení k provozování elektromobilu není přitom jednoduché. Na prvním místě stojí hoteliéři. Hotelové mikrobusey smějí přejíždět pouze mezi místem ubytování a železničním nádražím, soukromé jízdy místní vyhláška přísně zakazuje. Od tohoto roku má nad dodržováním pravidel dohlížet satelitní vyhledávací systém. Výkon motoru se musí pohybovat mezi 3 a 13 kilowatty, vnější rozměry nesmí překročit 4000 x 1400 x 2000 mm.

Automobilový průmysl je umístěn v Zermattu v podzemí, kde najdete dílny místní společnosti Stimbo. Pět zaměstnanců zde prakticky na koleně vyprodukuje dvanáct elektromobilů ročně. Provozovna firmy zároveň slouží místním taxikářům jako výměnné místo pro vyčerpané akumulátory. Vedle taxi a mikrobuseů jsou elektrotechniky vyráběny také další užitkové vozy jako malá cisterna, sklápěč i autovlak. Cena elektrických vozidel se šplhá k dvěma milionům korun. Konkurenční výrobní závod firma Reinhold Julen elektromobily vlastní konstrukce dodává až do Malajsie, na jeho rýsovacím prkně vznikly sněhové pluhy i sanitky. (19)

V nákladní přepravě si lze elektromobily zatím představit obecně jako specializované prostředky pro rozvozy malých objemů (do 22 m<sup>3</sup>), malých hmotností (do 2.500 kg) a na malé vzdálenosti (do 80 km celkem). Využití lze charakterizovat jako:

- Rozvážkové firmy - např. dovoz mléka, messengeri (tolik oblíbení v zahraničí – obecně mnoho rozvážkových firem na západ od nás používá elektromobily),
- Poštovní dodávky pro rozvozy a svozy zásilek a mezi depy,
- Komunální vozy (úklidové vozy, vozy pro svoz odpadků), policejní převozní a hlídkovací vozidla,
- V osobní letecké přepravě je již využívá ČSA pro rozvoz zavazadel, jídel, nákladových leteckých kontejnerů a palubního personálu,
- Velké výrobní podniky uvnitř svých areálů pro rychlý pohyb materiálu menších rozměrů a hmotností (např. již zmíněné firmy výše: ČEZ, Škoda Auto, TPCA Kolín, Hyundai Nošovice, atd.)
- Komunální využití (úklid, čištění, svoz odpadků),

- Ve skladech také velice často jezdí VZV pouze na elektřinu (v uzavřených skladech to ani kvůli zplodinám nelze).

V České republice by prvním nákladním elektromobilem měl být model značky Smith, od firmy Avia. V porovnání s osobními automobily a technickými parametry nákladních automobilů se jejich dojezdová vzdálenost předpokládá okolo 300 km. V současnosti jsou v praxi využívány nákladní elektromobily Nizozemska a Velké Británie, jsou to modely značky Modec.

Tyto nákladní automobily užívají zejména velké obchodní řetězce jako je Tesco, jedná se o dodávky s elektromotorem o výkonu 102 koní s využitím zejména pro městský provoz. Dojezd při maximálním zatížení a maximální rychlosti 80 km/hod je okolo 160 km. Jako velmi efektivní se tyto typy automobilů uplatní zejména v městských zácpách a v městském provozu. Hmotnost těchto vozů je okolo 3,5 tuny, na vyšší hmotnost mají vliv akumulátorové baterie Li-Ion. Další technologický vývoj v této kategorii vozů se dá očekávat ve velmi krátké době, ovšem v současnosti většímu využití těchto vozů brání technické parametry - malý dosah, relativně pomalé nabíjení, nevhodný způsob uchování a skladování elektrické energie - a především cena - pořizovací cena a servisní kontroly. (20)

V kategorii střednětonážních nákladních automobilů ztrácí elektrický pohon své výhody a je pro tuto kategorii méně vhodný – souvisí s vysokou spotřebou elektrického proudu, tudíž s malým rádiem.

Čistě elektrický pohon je v kategorii dálkových nákladních dopravních prostředků zcela nevhodný, na vině je malý dojezd daný malou kapacitou baterií. I při vhodném naddimenzování soustavy baterií by akční rádius nepřekročil 120 km (odhadem). Ovšem existuje tu malá naděje – řidiči dálkových přeprav jsou dle zákona povinni udělat po každých 4 hodinách jízdy malou přestávku. Odhadem – během těch 4 hodin ujedou cca 160 – 300 km, pak mají pauzu a pokračují dalších 160 – 300 km, poté jsou povinni udělat velkou pauzu – 8 hodin. Naskytá se využití těchto přestávek k rychlonabití, velká pauza pak dovolí nabít na maximum. Současná technologie nenabízí řešení ani využití.

## 4.9 Podpora elektromobilů státy

Různé státy podporují provoz elektromobilů, a to z důvodu jejich vysoce ekologického provozu. V následujících kapitolách popíší několik zemí Evropy a to, jak zde státy podporují provoz elektromobilů. A jak je to například za oceánem? Ve své kampani se současný americký prezident Barack Obama snažil voliče v roce 2008 oslovit i slibem, že během deseti let by se investovalo 150 miliard dolarů a půjčovalo se automobilkám na vývoj nových typů hybridních automobilů, především plug-in hybridů. Už v roce 2015 by mělo být k prodeji 1 milion těchto vozů. Ruku v ruce s tím by šly daňové úlevy až sedm tisíc dolarů pro koncové zákazníky, přísnější standardy spotřeby a podpora biopaliv. Do roku 2012 by měla být polovina všech automobilů pořízených federální vládou tvořena plug-in hybridy. (18)

### 4.9.1 Česká republika

Také Česká republika poskytuje výhody na ekologická auta a to již od 1.1.2009. Pro ekologicky šetrná vozidla platí nulová silniční daň a to podle novely zákony o silniční dani – od poplatku jsou osvobozeny nové hybridy, elektromobily a auto na plyn nebo na biopalivo E85. Silniční daň se tak neplatí u nových užitkových a nákladních vozidel s pohonem CNG do 12 tun a všech vozidel pro dopravu osob. Provozovatelé autobusů městské hromadné dopravy, veřejné dopravy a podnikatelé využívající k pohonu vozidel stlačený zemní plyn díky tomu ušetří podstatnou část svých nákladů. Vláda tak konečně splnila jeden z úkolů Národního programu snižování emisí České republiky z června 2007. Tento program se také zabýval obnovou vozového parku veřejné správy za čistá vozidla, která by v roce 2014 měla tvořit alespoň 25 %.

Zvýhodněna jsou také starší vozidla s alternativním pohonem, která mají nárok na snížení sazby daně podle jejich stáří – snížení 48 % je pro vozidla do 36 kalendářních měsíců, snížení o 40 % se týká vozidel po dobu následujících 36 měsíců a o 25 % nižší daň se vztahuje na vozidla po dobu dalších 36 měsíců. Také vozidla, jejichž zaregistrování bylo nejpozději před 108 kalendářními měsíci a splňují požadavky se mohou těšit nižší daní. Avšak naopak starší a neekologická vozidla dostala penalizaci vozidla vyrobená před rokem 1990 platí silniční daň o 25 % vyšší.

V budoucnosti bude také povinné zohledňovat spotřebu, emise CO<sub>2</sub>, oxidů dusíku, pevných částic a takzvaných nemetanových uhlovodíků při nákupu vozidel státem či jiným

veřejným zadavatelem. Tato podmínka bude platit pro osobní a nákladní automobily a autobusy. (22)

#### **4.9.2 Izrael**

Izrael si stanovil za cíl učinit život v zemi lepší a čistší, s nižší závislostí na benzínu a ropě. Proto bude francouzská společnost Renault a její japonský partner Nissan budou pro Izrael vyrábět automobily s pohonem na elektrický proud. Dohoda je součástí izraelského projektu pro rozvoj alternativních zdrojů energie. Automobily na jedno nabití baterie ujedou zhruba 100 kilometrů ve městě a až 160 kilometrů na dálnici. Jejich maximální rychlost bude činit 110 kilometrů za hodinu. Izrael má tak za cíl se do konce příštího desetiletí osvobodit od ropy a jejích produktů. Tuto reformu prosazuje především izraelský prezident Šimon Peres, který prosazuje projekt elektromobilů, protože ropa se stala největším znečišťovatelem a největším finančním podporovatelem terorismu. (24)

#### **4.9.3 Velká Británie**

Ve Velké Británii zvažuje zakoupení elektromobilu až pětina řidičů. Kromě nízkoe emisních zón, které jsou již v provozu nebo budou brzo spuštěny, mají v Anglii vozidla s alternativním pohonem také daňové úlevy. Není tak důležité jen množství emisí, ale právě využití jiného než konvenčního řešení. Osobní auta s emisemi pod 100 g/km CO<sub>2</sub> jsou osvobozeny od silniční daně zcela a typ pohonu nehraje roli, avšak nad tuto hranici pak již typ pohonu hraje roli. Zatímco klasický motor s emisemi 100 – 120 g/km CO<sub>2</sub> znamená 35 liber ročně, alternativní pohon mu zajistí slevu 20 liber. Další kategorie 121 – 140 g/km CO<sub>2</sub> má nastavenou daňovou zátěž na 120 (100 u alternativního pohonu) liber ročně. Za automobily s emisemi nad 256 g/km CO<sub>2</sub> se platí 405 (390 u alternativního pohonu) liber. (20)

#### **4.9.4 Francie**

Ve Francii se platí bonusy zohledňující množství emisí oxidu uhličitého vypouštěného do ovzduší od roku 2008. Systém pro rok 2010 byl navíc upraven tak, že je možné získat na nákup vozu prémii až 5 000 eur, kterou lze získat při nákupu vozidla s emisemi nižšími než 60 g/km CO<sub>2</sub>. U nových aut s emisemi nad 156 g/km CO<sub>2</sub> je naopak uplatněna dodatečná daň v rozmezí 200 – 2 600 (nad 250 g/km CO<sub>2</sub>) eur. Při ekologické likvidaci starého vozu bylo možné získat navíc šrotovné 1 000 eur, přičemž celkového množství 2,268 mil.

prodaných vozů v roce 2009 bylo téměř 600 000 kusů dotováno šrotovným. Zvýhodnění plánuje francouzská vláda poskytovat i v budoucnosti. (21)

#### **4.9.5 Německo**

Německo nabízelo v roce 2009 „ekologické prémie“ 2 500 euro – šrotovné. Od 1. července 2009 musejí Němci také platit daň z motorového vozidla počítanou podle objemu motoru a jeho emisí. Jen několik málo euro zaplatí majitelé malých aut s benzinovým motorem a nízkou spotřebou. Pohyblivá složka daně, tedy ta za vypouštěné emise, znamená 2 eura za každý gram CO<sub>2</sub> nad hranici 120 g/km CO<sub>2</sub>, což se bude dotýkat především silných luxusních vozů. Platné budou údaje dané výrobcem vozidla, nikoliv měřením při technické kontrole. Hranice, od níž se dále neplatí, se má do roku 2014 snížit až na hodnotu 95 g/km CO<sub>2</sub>. (21)

#### **4.9.6 Belgie**

Slevy na dani pro vozidla s elektrickým pohonem jsou v Belgii vypočítávány v procentech pořizovací ceny: 15 % pro čtyřkolky (maximálně 4 540 eur), 15 % pro motocykly (maximálně 2 770 eur), 30 % pro osobní auta, LUV a minibusy (maximálně 9 000 eur), 40 % sleva na dani pro vybudování sloupku dobíjení baterií (maximálně 250 eur). Náklady služebních elektrických vozidel lze odpočítat ve výši 120 %, odpočitatelné jsou také náklady na vozidla s emisemi CO<sub>2</sub> pod 60 g/km (některá hybridní vozidla) do výše 100 % a do výše 50 % pro vozidla pod 205 g/km. Výhody, které byly platné v roce 2009 zůstávají v platnosti a jedná se o 3 % z hodnoty faktury pro vozidla s emisemi CO<sub>2</sub> mezi 105 a 115 g/km, 15 % pro vozidla s emisemi CO<sub>2</sub> pod 105 g/km. (22)

#### **4.9.7 Španělsko**

Ve Španělsku existuje registrační daň v závislosti na množství emisí, která je platná pro všechna vozidla vypouštějící více než 120 g/km CO<sub>2</sub>. Tato vozidla budou stát na kontinentu 12 % navíc, na Kanárských ostrovech 11 %, ale naopak nic v Ceutě a Melille. Plánem je mít ve Španělsku do roku 2014 milion hybridních aut. (22)

## 4.10 SWOT analýza automobilových firem - elektromobily

S – Silné stránky	W – Slabé stránky
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Spokojený zákazník, zájemci o daný typ automobilů, elektromobily.</li> <li>▪ Prohlubování spolupráce se zákazníkem, zejména v oblasti přístupu k danému produktu, jeho prodeji a propagaci.</li> <li>▪ Ekologické a úsporné využívání technologií v evropském měřítku, potenciál v zemích EU.</li> <li>▪ Kvalifikovaní zaměstnanci a pracovní síla.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Specifické skupiny zákazníků, není možné dané produkty nabídnout všem zákazníkům.</li> <li>▪ Očekávání zákazníků je naplňováno jen částečně, technologické omezení současných elektromobilů, výkon a výdrž.</li> <li>▪ Většinou pro tyto produkty nejsou definovány žádné marketingové strategie, automobilové firmy je nabízejí v rámci komplexní nabídky.</li> </ul>
O – Příležitosti	T – Hrozby
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Růst poptávky po tomto typu produktů, po elektromobilech a nabídce, nejenom v ČR, ale v rámci zemí EU.</li> <li>▪ Zákazníci hledají informace o těchto produktech na internetu, možnost oslovení touto formou, nebo také například formou sociálních sítí na internetu, apod.</li> <li>▪ Potřebné legislativní změny, politické a legislativní faktory, podporující tento typ automobilů.</li> <li>▪ Vzrůstající životní úroveň obyvatelstva, zájem o daný typ produktů pro městské aglomerace.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vysoká hrozba dodavatelů a konkurence v daném segmentu trhu.</li> <li>▪ Právní předpisy a právní úprava, nedostatečná zejména technická legislativa.</li> <li>▪ Špatná dostupnost kvalifikované a zodpovědné pracovní síly.</li> <li>▪ Vysoká rivalita firem na trhu.</li> <li>▪ Současná technologická omezení.</li> <li>▪ Cenová dostupnost daných automobilových produktů, spojený servis.</li> <li>▪ Obecně slabé povědomí o těchto produktech a slabý marketing, PR, zájem médií.</li> </ul>

### 4.10.1 Komentář k analýze SWOT, její vyhodnocení a volba strategie

Na základě výše prezentované, tabulkou znázorněné, SWOT analýzy tedy autor dochází k závěru a doplňuje, že silné stránky automobilových firem spočívají v jejich orientaci na zákazníka a v síle vztahu automobilka x zákazník. Proto není nic snazšího než doporučit prohlubování a posilování takového vztahu. Vzrůstající životní úroveň

obyvatelstva, a tedy i posilující míra koupěschopnosti rozvíjí zájem o propracované automobily, určené převážně pro pohyb v městské aglomeraci. Při použití ekologických technologií v kontextu celé EU to v sobě skrývá velký potenciál pro další rozvoj. Souběžně s pozvolným růstem životní úrovně se zvyšuje i gramotnost obyvatelstva ve všech směrech, tedy i v ekologii. Lze tedy předpokládat zvýšení zájmu o elektromobily. Tento zájem mohou umocnit zejména mladí lidé – nadšenci do technologických novinek. (24)

Na druhou stranu ovšem je nutné uvést, že tyto produkty není možné nabízet všem spotřebitelům. To je jedna ze slabých stránek, která je daná. Pro řadu motoristů je výkon a výdrž současných elektromobilů nezajímavý. To se však v průběhu let může změnit. Je nutné zapojit do procesu vývoje národní i nadnárodní úrovně řízení státu a podporovat veškeré aktivity směřující k rozvoji stávajících technologií. Automobilky toto mohou ovlivnit snad jen silným lobbingem. S tím opět souvisí otázka obecného povědomí o problematice. Jak je již výše poznamenáno, tak v současné době slabé povědomí, nízká informovanost spotřebitelské obce, což je dáno zřejmě slabým marketingem, špatnou propagací, a tím i nezájmem médií lze snadno zvrátit masivní informační kampaní, osvětovými kurzy apod. Jinými slovy ve vztahu k volbě strategie lze tuto slabost zvrátit a využít či napravit stávající situaci. Autor se nebrání pocitům, byť subjektivním, že elektromobily v sobě skrývají nesmírný potenciál, příležitost a lze očekávat v souvislosti s jejich rozvojem, růstem povědomí a informovanosti nárůst poptávky.

Doporučuje se tedy nejprve zvolit zahájení plošné a globální informační kampaně a zvyšovat obecné i konkrétní povědomí o problematice elektromobilů, čímž se zvýší i míra ochoty národních i nadnárodních vlád se touto problematikou intenzivněji zabývat než doposud a mírnit hrozby, které popisují výše ve SWOT analýze. Celkově může přispět k eskalaci zájmu populace zemí EU nejen o tuto problematiku, ale zejména pak o produkty samotné. (25)



## 4.11 Analýza silového pole

Problematiku intenzity zájmu o elektromobily v konkurenci s klasickými automobily se spalovacími motory lze také řešit prostřednictvím analýzy silového pole.

Tab.14: Analýza silového pole

Negativní síly	Pozitivní síly	Důležitost
Obecně nízká gramotnost v oblasti ekologie	Zvyšující se tlak na ekologické chování obyvatelstva	0,15
Neinformovanost	Postupné probouzení obyvatelstva z nevědomosti o ekologii	0,15
Ledabylý postoj k ekologii u některých částí populace	Rostoucí životní úroveň a koupěschopnost obyvatelstva	0,1
Celkově nepřipravené prostředí pro nástup těchto technologií	Rostoucí počty nemocných civilizačními chorobami, na kterých se mimo jiné podílejí zplodiny ze spalovacích motorů	0,1
U některých motoristů silně zažitý pozitivní vztah k automobilům se spalovacím motorem	Neustále se zlepšující vlastnosti ekologických motorů	0,05
Nedostatek odborníků	Nově vznikající ekologické obory na vysokých školách	0,2
Nízká motivace pro ekologické chování	Postupné zavádění ekologických daní a ekologických zvýhodnění pro lidi používající ekologická zařízení	0,25

Zdroj: Autor

Na základě studia odborné literatury a informací, které byly získány o této problematice, může být zhodnoceno, která z dvojice negativních x pozitivních sil převládá. Co se týče negativních sil, které převládají nad silami pozitivními, jedná se o následující: neinformovanost, ledabylý postoj k ekologii u některých částí populace, u některých motoristů silně zažitý pozitivní vztah k automobilům se spalovacím motorem a o nízkou motivaci pro ekologické chování. Součet vah je zde 0,6, což znamená,

že převažující pozitivní síly (zvyšující se tlak na ekologické chování obyvatelstva, rostoucí počty nemocných civilizačními chorobami, na kterých se mimo jiné podílejí zplodiny ze spalovacích motorů a nově vznikající ekologické obory na vysokých školách) mají součet vah 0,4. Poměr je tedy 60 % negativních sil ku 40 % pozitivních sil. To potvrzuje, že elektromobily i ostatní ekologické vynálezy čeká ještě dlouhá cesta, než budou lidmi plně přijaty. Autor se však domnívá, že tuto dlouhou cestu úspěšně projdou a stanou se budoucností v oblasti dopravy.

Závěr, který z analýzy silového pole plyne, je jednoznačný příklon k technologickým inovacím, které jsou hnací silou ekonomiky a mohou významně snížit ekologickou zátěž životního prostředí.

## 4.12 Celkové vyhodnocení elektromobilů

Při vyhodnocení a komparaci elektromobilů je nutné zaměřit se na některé významné charakteristiky a trendy v oblasti energetiky, která je spojená také s elektrifikací automobilové dopravy, ať už osobní nebo veřejné dopravy. Hlavním a nejdůležitějším předpokladem rozvoje elektromobilů v posledních letech je jejich transformace do praxe v mnoha oblastech lidské činnosti, resp. v mnoha oblastech dopravy, osobní nebo veřejné.

Pro danou oblast rozvoje elektromobilů jsou tak významné i podnikatelské subjekty, zejména:

- výrobci baterií,
- výrobci elektromobilů,
- uživatelé, jak soukromé osoby, tak například státní instituce, apod.,
- města a stát,
- distributoři elektřiny.

Je nutné konstatovat, že všechny tyto subjekty hledají sjednocení v postupu, který umožní, aby se koncept rozvoje elektromobilů dále vyvíjel, zejména pak v konkurenci klasických vozů.

Mezi jednoznačné **přednosti** a **pozitiva** elektromobilů je možné označit zejména následující:

- možnost využití obnovitelné energie se značnou účinností,
- možnost okamžitého maximálního výkonu,
- možnost opakovaného a mnohonásobného přetížení,
- absence hluků, různých emisí a také vibrací,
- přesnost a jednoduchost ovládání,

- jednoduchá konstrukce, počet komponentů konstrukce.

Elektromotor je tichý, to znamená, že může fungovat bez problémů kdekoli a kdykoli. Jeho výkon je také snadné plynule regulovat, a to díky jeho konstrukci. Je lehký, jednoduchý a čistý, což je nespornou výhodou, kterou ocení profesionální motoristi a milovníci krásných a vyleštěných aut.

Mezi **výhody** baterií, které elektromotor napájí lze zahrnout například:

- extrémně malý vnitřní odpor (2,8 miliOhmu),
- stabilní výkon v libovolných teplotních podmínkách bez ohledu na polohu baterie (i obrácená),
- absolutní bezúdržbovost (může pracovat i pod vodou; baterie lze běžně používat v automobilu a o víkendech je nasadit do elektrického člunu),
- zvýšená odolnost vůči otřesům a vibracím a více než 3x delší životnost oproti klasickým akumulátorům (vhodné pro stroje těžké mechanizace),
- nízké samovybití (po 250 dnech bez dobíjení má více než 50 % své kapacity),
- vzhledem k parametrům, které baterie má, ji lze použít takřka univerzálně, zvláště pak v zemědělství (sezónní zemědělské stroje), tam kde je spolehlivost a výkonnost strojů hlavní prioritou (vozidla záchranné služby, vozidla policie atd.).

Účinnost klasického spalovacího motoru s přímočarým pohybem pístu je asi 15 – 20 %, tudíž ze 100 litrů paliva je využito pouze litrů 20. Ztráta je způsobena potřebou energie při rozpohybování pístu, které se neustále opakuje. Proto je logické, že plýtvání je zde vysoké.

Bohužel je povědomí o elektromobilech velmi nízké, a to z důvodu neinformovanosti a nezájmu ze strany státních institucí. Pokud přece dojde k nějakému informování, pak jsou často poskytnuté informace zastaralé. Mnoho lidí také nemá žádnou snahu se vzdělávat.

Nespornou výhodou elektromobilů jsou velmi nízké emise. Je možno je nabíjet z vodných či větrných elektráren a dokonce i v případě využití energie od ČEZu jsou škodlivé emise minimální. (26)

Lze využívat i biopaliva, avšak v nízké míře, protože jsou nevhodné vzhledem k malé účinnosti motorů, tudíž jsou vhodnější pro vytápění. Také využití zemědělských plodin je nevhodné, vzhledem k tomu, že velká část obyvatel planety trpí hladem. Využití zemědělských plodin také není snadné, protože jejich pěstování zabere mnoho času.

Během posledních let se vlastnosti akumulátorů elektromobilů dostaly na vysokou úroveň a dosahují parametrů lepších než některé sportovní vozy jako Ferrari či Porsche. Velkým problémem prosazení elektromotorů je také byznys. Provoz složitých automobilů s drahými spalovacími motory znamená velké množství součástí, které je nutno obměňovat, což znamená zisk pro jejich výrobce. Naproti tomu má elektromotor jen několik málo součástí, které mají prakticky neomezenou životnost a údržba je zde jednoduchá a zvládne ji samotný majitel elektromobilu.

Výhody elektromobilu, jako je okamžitá schopnost poskytovat plný výkon, žádné místní emise, možnost rekuperace, neuvěřitelná akcelerace a dokonalé plnění požadavků pro městský i příměstský provoz, dělají z elektromobilu silně konkurenceschopný výrobek. I elektrická síť v České republice je připravena na nabíjení elektromobilů. Jeden milion elektromobilů ji zatíží pouze na cca 1,5 %. Elektromobily se navíc obvykle nabíjí v době, kdy je elektřiny přebytek, a z toho důvodu stabilizují síť a dokonce i dokáží v případě nedostatku elektřinu dodávat. Tento systém se nazývá Smartgrids, neboli chytré sítě. V současné době je tento systém testován ve Vrchlabí a jeho provozovatelem je společnost ČEZ, která má velký zájem na rozvoji těchto sítí. Z důvodů blízkosti CHKO se zde nabízí i testování elektromobilů a dobíjecích stanic. (27)

## ZÁVĚR

Na základě výsledků této práce budou závěrem shrnuta nejdůležitější fakta týkající se posouzení výhodnosti elektromobilů a hybridních automobilů v silniční dopravě.

Provoz elektromobilu je při jízdě v městských oblastech nejvýhodnější volbou ze všech typů pohonů. Náklady na provoz jsou oproti automobilům na benzínový pohon třetinové a podobné hodnoty vychází i při použití automobilů na naftový pohon. V případě použití mimo město musíme již při srovnání zohlednit nižší dojezdovou vzdálenost elektromobilů. Rozdíly v nákladech na provoz již nejsou tak velké, avšak stále jsou přibližně poloviční.

Hybridní automobily jsou vhodné také na provoz ve městě, ale provoz již není tak výhodný, jako při použití elektromobilu. V příměstských oblastech se výhody hybridů začínají zmenšovat hlavně při porovnání s moderními turbo diesely, které mají při tomto typu provozu velmi nízkou spotřebu.

Srovnáme-li ekonomiku provozu, vychází nám, že se elektromobil vyplatí až po 7 až 8letém provozu, i přes velmi vysokou pořizovací cenu. Za naftovou jednotkou ovšem zaostává výkonově. Naopak, rozdíly v provozu turbo dieselu a hybridu jsou poměrně malé, koupě hybridu se vyplatí jen v případě velké metropole.

Za významný prvek v rozvoji elektromobilů je nutné považovat dojezdovou vzdálenost, spojenou s dostupnou infrastrukturou, cenami elektřiny, daněmi, investičními pobídkami, apod. Nejvýznamnější pozitiva elektromobilů jsou především nulové emise škodlivých plynů, levný provoz především ve městě a nízká hlučnost. Mezi největší negativa v porovnání s běžnými automobily se řadí cena, nízká dojezdová vzdálenost, vysoké náklady na baterie a nízká rychlost dobíjení vozidla.

Nespornou výhodou elektromobilů je absolutní nezávislost na ropě. Prosazení elektromobilů ovlivňují i zpřísnující se ekologické normy a další opatření, například zákazy vjezdu do center měst pro automobily s vysokými emisemi. Některé státy rovněž zvýhodňují provoz elektromobilů ve sféře daní a poplatků.

V současné době najede 80 % motoristů průměrně 30 km svým automobilem denně, což je pro elektromobil optimální vzdálenost. Pro delší vzdálenosti by se pak měli využívat ostatní druhy dopravy, například železnice, která je pro delší trasy v mnoha ohledech výhodnější. Je šetrná k životnímu prostředí a při delších trasách cenově výhodnější.

V době 21. století se každá světová automobilka zabývá vývojem elektromobilů. Je možné předpokládat, že v budoucnu o elektromobily jistě nouze nebude a přechod na ekologická paliva bude nezbytný.

## SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

- (1) CLARKE, P. *Automobily: od dřevěných kol k superrychlým autům*. 1. vyd. Říčany: Junior, 2008. 64 s. ISBN 978-80-7267-321-6.
- (2) GUTWIRTH, V. *Thomas Alva Edison*. 1. vyd. Praha: Práce, 1947. 72 s. ISBN 80-7267-321-6.
- (3) VLK, F. *Koncepce motorových vozidel*. 1. vyd. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2000. 367 s. ISBN 80-238-5276-0.
- (4) KOZUMPLÍK, J. *Akumulátory vozidel*. 1. vyd. Praha: Nakl. dopr. a spojů, 1977. 236 s. ISBN 80-238-5276-0
- (5) KAMEŠ, J. *Alternativní pohony automobilů*. 1. vyd. Praha: BEN, 2004. 231 s. ISBN 80-7300-127-6.
- (6) ŽLEBEK, Pavel. *S elektromobily chtějí předběhnout dobu*. Veřejná správa, 1998, roč. 9, č. 45, 115 s. ISBN 90-806441-1.
- (7) *Sdružení a klub: elektromobily* [online]. Poslední revize 23. 4. 2007 [cit. 2010-05-20]. Dostupné z : <<http://elektromobily.wz.cz/Elektromobily/elektromobily>>.
- (8) *Český elektromobil* [online]. Poslední revize 20. 9. 2004 [cit. 2010-05-20]. Dostupné z: <<http://www.ceskyelektromobil.cz/main/elektromobilismus.html>>.
- (9) *Hybridní lexikon*, časopis AutoTIP, číslo 10, květen 2009, strana 51, c.AXEL SPRINGER PRAHA, a.s., ISSN 1210-1087
- (10) *Škoda auto* [online]. Poslední revize c.2010 [cit. 2010-09-20]. Dostupné z: <<http://www.skodaauto.cz/cze/model/newoctavia.cz>>.
- (11) *Toyota Czech auto* [online]. Poslední revize c.2010 [cit. 2010-09-22]. Dostupné z: <[http://www.toyota.cz/cars/new\\_cars/prius/index.aspx](http://www.toyota.cz/cars/new_cars/prius/index.aspx)>.
- (12) *ČEZ Futremotion E-mobility* [online]. Poslední revize c.2010 [cit. 2010-09-05]. Dostupné z: <<http://www.futuremotion.cz/cs/strategicke-smery/elektromobilita.html>>.
- (13) Zdroj VOLVO, Evropská premiéra vozu Volvo FE Hybrid, *Globetrotter Czech*, r.13, číslo 1/2011, strana 5.

- (14) *Elektromobily vs. benzín* [online]. Poslední revize 22. 1. 2010 [cit. 2010-04-20].  
Dostupné z: <[http://auto.idnes.cz/elektrony-vs-benzin-elektromobily-se-beznym-vozum-zatim-nevyrovnaji-1er-/automoto.asp?c=A100105\\_145141\\_automoto\\_vok](http://auto.idnes.cz/elektrony-vs-benzin-elektromobily-se-beznym-vozum-zatim-nevyrovnaji-1er-/automoto.asp?c=A100105_145141_automoto_vok)>.
- (15) *Autoweb* [online]. Poslední revize c.2010 [cit. 2010-10-01].  
Dostupné z: <<http://www.autoweb.cz/tesla-roadster-je-v-cesku/>>.
- (16) *Vozy BMW* [online]. Poslední revize c.2009 [cit. 2010-10-01].  
Dostupné z: <<http://www.bmw.cz/cz/cs/newvehicles/z4/z4/2009/>>.
- (17) FARGHALI H., MAŠEK J., ČEZ startuje elektroauta. A staví dobíjecí stanice.  
*MFDnes, sešit C*, 2011, r.22/124, 4.5.2011, strana 2, 5, ISSN 1210-1168.
- (18) Petr Smítal, firma Čas – Service, listopad 2010
- (19) KODYM V., Město pod proudem, *Autotip č.10*, 2009, číslo 10/2009, s.36 – 38, ISSN 1210-1087.
- (20) *Wikipedie* [online]. Poslední revize c.2010 [cit. 2010-04-20].  
Dostupné z: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektromobil>>.
- (21) *Hybrid* [online]. Poslední revize c.2009 [cit. 2010-10-01].  
Dostupné z: <<http://www.hybrid.cz/clanky>>.
- (22) *Zelená auta (ne) mají v Evropě zelenou* [online]. Poslední revize c.2010 [cit. 2010-04-20]. Dostupné z: <[http://www.tipcar.cz/zelena-auta-\(ne\)maji-v-evrope-zelenou-4716.html](http://www.tipcar.cz/zelena-auta-(ne)maji-v-evrope-zelenou-4716.html)>.
- (23) *Izrael chce ve státě jen elektromobily* [online]. Poslední revize c.2010 [cit. 2010-04-20]. Dostupné z: <<http://www.novinky.cz/auto/131410-izrael-chce-ve-state-jen-elektromobily-doda-je-renault.html>>.
- (24) KEŘKOVSKÝ, M.; VYKYPĚL, O. *Strategický management: teorie řízení pro praxi*. 2. vyd. Praha: C.H.Beck, 2006. 275 s. ISBN 80-7179-453-8.
- (25) GRASSEOVÁ, M. a kol. *Analýza podniku v rukou manažera*. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2010. 230 s. ISBN 978-80-251-2621-9.
- (26) VEGR, J. *Elektromobily* [online]. Poslední revize c.2009 [cit. 2010-06-04].  
Dostupné z: <<http://www.pro-energy.cz/clanky7/3.pdf>>.



(27) *Ekolo* [online]. Poslední revize c.2010 [cit. 2010-04-20].

Dostupné z: <<http://www.elektromobil.wz.cz/>>.

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Srovnání úrovně emisí CO <sub>2</sub> u jednotlivých druhů pohonných hmot.....	24
Obrázek 2: Náklady na 1 km jízdy v Kč - městský režim jízdy.....	26
Obrázek 3: Náklady na 1 km jízdy v Kč - mimoměstský režim jízdy.....	27
Obrázek 4: Náklady na 1 km jízdy v Kč - příměstský režim jízdy.....	29
Obrázek 5: Náklady na 1 km jízdy v Kč - dálniční režim jízdy.....	30
Obrázek 6: Náklady na 1 km jízdy v Kč - kombinovaný režim jízdy .....	32

## SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Srovnání Škody Octavie dle výbavy.....	15
Tab. 2: Srovnání cen Toyoty Prius dle výbavy.....	17
Tab. 3: Výpočet nákladů na provoz v městském režimu jízdy.....	25
Tab. 4: Výpočet kilometrů potřebných k vyrovnání pořizovacích a provozních nákladů- městský provoz.....	25
Tab. 5: Výpočet nákladů na provoz v příměstském režimu jízdy.....	27
Tab. 6: Výpočet kilometrů potřebných k vyrovnání pořizovacích a provozních nákladů- příměstský provoz.....	27
Tab. 7: Výpočet nákladů na provoz v mimoměstském režimu jízdy.....	28
Tab. 8: Výpočet kilometrů potřebných k vyrovnání pořizovacích a provozních nákladů- mimoměstský provoz.....	28
Tab. 9: Výpočet nákladů na provoz v dálničním režimu jízdy.....	30
Tab. 10: Výpočet kilometrů potřebných k vyrovnání pořizovacích a provozních nákladů- dálniční provoz.....	30
Tab. 11: Výpočet nákladů na provoz v kombinovaném režimu jízdy.....	31
Tab. 12: Výpočet kilometrů potřebných k vyrovnání pořizovacích a provozních nákladů- kombinovaný provoz.....	31
Tab. 13: Srovnání charakteristik automobilu a elektromobilu.....	32

## SEZNAM ZKRATEK

CO <sub>2</sub>	oxid uhličitý
Wh	watt hodina
kW	kilowaty
TSI	turbodmychadlem a kompresorem přeplňovaný motor s přímým vstřikem benzínu
Nm	kroutící moment
CHKO	chráněná krajinná oblast