

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ**

ÚSTAV VÝKONOVÉ ELEKTROTECHNIKY A ELEKTRONIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

DEPARTMENT OF POWER ELECTRICAL AND ELEKTRONIC ENGINEERING

ELEKTRICKÁ A HYBRIDNÍ VOZIDLA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

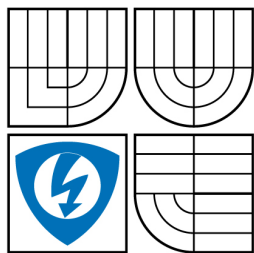
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

JAROSLAV KOŠÍK

BRNO 2009



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav výkonové elektrotechniky a elektroniky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor

Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika

Student: Jaroslav Kosík

ID: 88486

Ročník: 3

Akademický rok: 2008/2009

NÁZEV TÉMATU:

Elektrická a hybridní vozidla

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Možnosti řešení a alternativy vývoje elektrických vozidel.
2. Uveďte příklady využití v praktickém provozu.
3. Analyzujte předpokládaný vývoj elektrických vozidel.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Dle doporučení vedoucího.

Termín zadání: 1.10.2008

Termín odevzdání: 29.5.2009

Vedoucí práce: prof. Ing. Vítězslav Hájek, CSc.

doc. Ing. Čestmír Ondrůšek, CSc.

Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

Bibliografická citace práce:

KOSÍK, J. *Elektrická a hybridní vozidla*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2009. 36 s. Vedoucí bakalářské práce prof. Ing. Vítězslav Hájek, CSc.

Prohlašuji, že jsem svou **bakalářskou práci** vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v přiloženém seznamu.

.....



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ



Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií

Ústav výkonové elektrotechniky a elektroniky

Bakalářská práce

Elektrická a hybridní vozidla

Jaroslav Kosík

vedoucí: prof. Ing. Vítězslav Hájek, CSc.

Ústav výkonové elektrotechniky a elektroniky, FEKT VUT v Brně, 2009



Brno

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**Faculty of Electrical Engineering and Communication
Department of Power Electrical and Electronic
Engineering**

Bachelor's Thesis

Electric and Hybrid Vehicles

by

Jaroslav Kosík

Supervisor: prof. Ing. Vítězslav Hájek, CSc.

Brno University of Technology, 2009

Brno

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce je zaměřena na získávání poznatků o elektrických a hybridních vozidlech a jejich vývojem.

První část práce pojednává o elektrických vozidlech, jejich historii a možným vývojem, kterým se tato vozidla mohou ubírat.

V další části uvádím příklady využití elektrických vozidel v praktickém provozu. Je zde uvedeno porovnání těchto vozidel s vozidly využívající druh pohonu, jako například automobily se spalovacím motorem nebo hybridní vozidla. V závěru je kapitola doplněna o fotografické ukázky konkrétních elektromobilů.

Třetí část práce pojednává o předpokládaném vývoji elektrických a hybridních vozidlech. Je zde také uveden popis hybridních vozidel, jejich srovnání s ostatními vozidly využívající jiný pohon i ukázky hybridních vozidel.

KLÍČOVÁ SLOVA: elektromobil, elektrobus, hybridní vozidlo, alternativní pohon, elektromotor, akumulátor, rekuperace energie, emise, vibrace, výroba, nabíjení, elektrická energie, spotřeba, dotace

ABSTRACT

This bachelor's thesis is specialized on obtaining basic piece of electric and hybrid vehicles and their development.

The first part of the work deals with electrical vehicles, their history and the possible development of these vehicles can take.

In the next section is an example use of electric vehicles in the practical traffic. It is stated these vehicles compared with vehicles using the type of propulsion, such as cars with combustion engines or hybrid vehicles. At the end of chapter is supplemented by specific examples of photographic electrical vehicles.

The third part of the work deals with the expected development of electric and hybrid vehicles. There is also a description of hybrid vehicles, and their comparisons with other vehicles using the drive as well as other examples of hybrid vehicles.

KEY WORDS: electric, elektrobus, hybrid vehicles, alternative fuel, electric motor, battery, power recovery, emissions, vibrations, production, charging, electricity, consumption, subsidies

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ.....	12
SEZNAM TABULEK	13
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	14
1 ÚVOD	15
2 MOŽNOSTI ŘEŠENÍ A ALTERNATIVY VÝVOJE ELEKTRICKÝCH VOZIDEL	16
2.1 HISTORIE ELEKTRICKÝCH VOZIDEL	16
2.2 VÝVOJ ELEKTRICKÝCH VOZIDEL	19
3 PŘÍKLADY VYUŽITÍ V PRAKTICKÉM PROVOZU	21
3.1 PŘÍKLADY VYUŽITÍ ELEKTRICKÝCH VOZIDEL V PRAKTICKÉM PROVOZU	21
3.2 POROVNÁNÍ ELEKTRICKÝCH VOZIDEL S OSTATNÍMI VOZIDLY	23
3.3 UKÁZKY ELEKTRICKÝCH VOZIDEL	25
4 PŘEDPOKLÁDANÝ VÝVOJ ELEKTRICKÝCH A HYBRIDNÍCH VOZIDEL	27
4.1 PŘEDPOKLÁDANÝ VÝVOJ ELEKTRICKÝCH VOZIDEL.....	27
4.2 HYBRIDNÍ VOZIDLA A JEJICH POPIS.....	28
4.3 PŘEDPOKLÁDANÝ VÝVOJ HYBRIDNÍCH VOZIDEL	31
4.4 UKÁZKY HYBRIDNÍCH VOZIDEL.....	33
5 ZÁVĚR.....	35
POUŽITÁ LITERATURA	36

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 2-1 První elektromobil, Sibrandus Stratingh, 1835.....</i>	<i>16</i>
<i>Obr. 2-2 První elektromobil u nás, František Křižík, 1895.....</i>	<i>17</i>
<i>Obr. 2-3 První elektromobil, který překonal rychlost 100km/h, Camille Jenatzy, 1899.....</i>	<i>17</i>
<i>Obr. 2-4 Elektromobil Beta.....</i>	<i>18</i>
<i>Obr. 0-1 Jediný elektrobus v Evropě na pravidelné lince ve Znojmě.....</i>	<i>21</i>
<i>Obr. 3-2 Elektromobil Think City.....</i>	<i>25</i>
<i>Obr. 3-3 Elektromobil Dodge Circuit EV.....</i>	<i>26</i>
<i>Obr. 3-4 Elektromobil Smart electric drive.....</i>	<i>26</i>
<i>Obr. 4-1 Paralelní koncepce hybridního pohonu.....</i>	<i>29</i>
<i>Obr. 4-2 Hybrid Toyota Prius.....</i>	<i>29</i>
<i>Obr. 4-3 Sériová koncepce hybridního pohonu.....</i>	<i>30</i>
<i>Obr. 4-3 Sériová koncepce hybridního pohonu.....</i>	<i>30</i>
<i>Obr. 4-5 Hybridní vozidlo Honda Civic Hybrid.....</i>	<i>33</i>
<i>Obr. 4-6 Hybridní vozidlo BYD F6DM Plug-in electric hybrid.....</i>	<i>33</i>
<i>Obr. 4-7 Hybridní vozidlo Jeep Wrangler EV.....</i>	<i>34</i>
<i>Obr. 4-8 Hybridní vozidlo Chrysler 200c EV concept.....</i>	<i>34</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 3-1 Porovnání používaných akumulátorů</i>	<i>22</i>
---	-----------

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

EV – Electric vehicle

ZEV – Zero emission vehicle

BEV – Battery electric vehicle

INMOVE – Integrated modular electric propulsion system for parallel hybrid vehicles

1 ÚVOD

V této práci je pojednáno o elektrických a hybridních vozidlech. Toto téma jsem si vybral, protože vývoj nových druhů pohonu vozidel je v současnosti velice aktuální. Na výrobce automobilů jsou kladeny vysoké požadavky na kvalitu jednotlivých součástí, jejich cenu a spolehlivost. Proto se navzájem předhánějí v tom, který přijde s lepším nápadem, s lepším vozidlem. Nazveme-li toto období jako začátek nové „zelené“ éry, nebudeme daleko od pravdy. I když historie například elektrických vozidel sahá až do předminulého století, největšího rozkvětu výroby „zelených“ resp. ekologických vozidel dosahuje tato doba, případně dosáhne blízká budoucnost. Míra rozkvětu je samozřejmě závislá na podpoře úředníků a státníků, kteří mohou ovlivnit dotace pro různé projekty.

V první části se zabývám popisem elektrických vozidel, jejich historií a možným vývojem, kterým se tyto vozidla mohou ubírat.

V další části uvádím příklady využití elektrických vozidel v praktickém provozu. Je zde uvedeno porovnání těchto vozidel s vozidly využívající druh pohonu, jako například automobily se spalovacím motorem nebo hybridní vozidla. V závěru je kapitola doplněna o fotografické ukázky konkrétních elektromobilů.

Třetí část práce pojednává o předpokládaném vývoji elektrických a hybridních vozidlech. Je zde také uveden popis hybridních vozidel, jejich srovnání s ostatními vozidly využívající jiný pohon i ukázky hybridních vozidel.

2 MOŽNOSTI ŘEŠENÍ A ALTERNATIVY VÝVOJE ELEKTRICKÝCH VOZIDEL

2.1 Historie elektrických vozidel

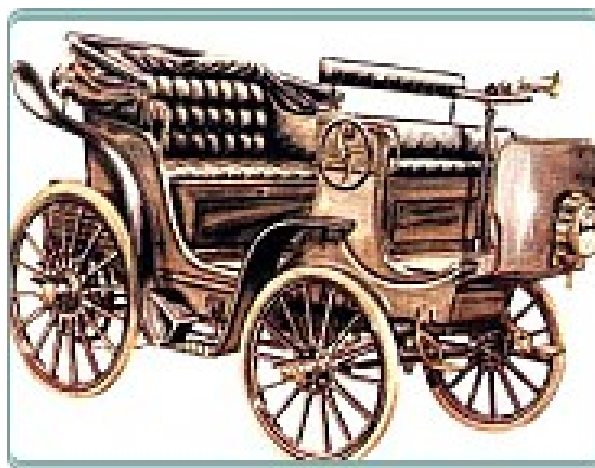
Elektrické vozidlo (značí se EV, BEV nebo ZEV) je bateriové, v místě provozu zcela neemisiční vozidlo nebo-li elektromobil, což je druh automobilu či jiného dopravního prostředku na elektrický pohon. Jako palubní zdroj energie slouží elektrický akumulátor, který je před jízdou nabit a od jeho kapacity závisí dojezdová vzdálenost elektromobilu. Tu je možné prodloužit rekuperací nebo-li dobíjením při brzdění elektromotorem nebo také tak zvaným příležitostným dobíjením či rychlo-dobíjením například na pracovišti, ve městě během dne apod. (Elektromobily.org, 2008).

Historie elektromobilů sahá až do první poloviny 19. století. V průběhu let 1827 - 1829 sestavil slovenský fyzik Štefan Anián Jedlík první model s elektromotorem. O několik let později v roce 1835 sestavil nizozemský profesor Sibrandus Stratingh se svým asistentem Christopherem Beckerem první elektromobil (*Obr. 2-1*).



Obr. 2-1 První elektromobil, Sibrandus Stratingh, 1835

Další verze elektrických vozidel byly vyrobeny např. ve Skotsku, v USA, tak i u nás. Ing. František Křížík postavil v roce 1895 svůj první elektromobil poháněný stejnosměrným elektromotorem o výkonu 3,6 kW, druhý realizovaný typ byl opatřen v každém zadním kole elektromotorem 2,2 kW (*Obr. 2-2*).



Obr. 2-2 První elektromobil u nás, František Křižík, 1895

V té době byly ve Vídni běžně k vidění kočáry s elektrickým pohonem. Tyto vozy často stávaly před známou Sachrovou cukrárnou, aby nabíjely své akumulátory ze zásuvek, které byly instalovány v plůtku na chodníku. Prvním silničním elektrickým vozidlem, které překonalo rychlost 100 km/h, byl elektromobil Belgičana Camilla Jenatzyho sestavený v roce 1899, jehož název byl *Jamais Contente* (*Obr. 2-3*) (Marušinec, 2008).



Obr. 2-3 První elektromobil, který překonal rychlost 100km/h, Camille Jenatzy, 1899

O několik let později už jezdily elektromobily rychlostí blížící se 170 km/h. Na svou dobu to byl velký úspěch, protože dobové automobily se spalovacím motorem nebyly tak tiché, spolehlivé a rychlé jako tyto elektromobily. Např. v USA jezdilo v roce 1900 víc elektromobilů než vozů se spalovacím motorem a dosahovaly velké obliby pro jednoduchost ovládání – hlavně nebylo nutné fyzicky náročné startování klikou. Ve stejném roce bylo vyrobeno o třetinu více elektromobilů

než automobilů. Zásadní změnu přinesla sériová výroba značky Ford, která úplně zastavila výrobu i vývoj elektromobilů (Vegr, 2009).

Kolem roku 1965, když nastala ropná krize a také centra našich velkých měst byla znečištěna zplodinami automobilů se spalovacím motorem, byla větší chuť vyrábět elektrická vozidla. Ze začátku se do výroby zapojily státní ústavy zaměřené na elektrické stroje a městskou dopravu (v Brně i v Praze), které vyrobily několik osobních i dodávkových prototypů, které jsou nyní vystaveny v muzeu. Později však zájem státu vyrábět elektrická vozidla upadal, jelikož se zaměřil na vozidla se spalovacím motorem. Ve vývoji elektromobilů následně pokračovali jednotlivci „amatéři“, kteří ve skutečnosti byli zkušenými odborníky z oboru, kteří nemohli svoje znalosti ve svém zaměstnání uplatnit. Ti však investovali do vývoje elektromobilů jak svůj volný čas, tak i finanční prostředky na použitý materiál. Postupem času se tito nadšenci spojili ve sdružení Elektromobily, které působí dodnes. Ve svých dílnách si představovali auta na elektromobily na podvozcích automobilů značek např. Trabant, Wartburg nebo Škoda Favorit.

V letech 1994 - 1997 se u nás vyráběl elektromobil Beta (*Obr. 2-4*). Některé díly byly použity ze Škody Favorit (podvozek, skla, zrcátka, kliky, zámky a interiér), Škody 120L (přední směrové blikáče a světlomety) a ze Škody Pick-up (zadní sdružené svítlny). Pohon zajišťoval asynchronní elektromotor o max. výkonu 40 kW napájený přes měnič frekvence ze sady 30 kusů nikl-kadmiových baterií (Ni-Cd). Vozidlo s nimi dosahovalo rychlosti 110 km/h a na jedno nabití ujelo 120 km. V roce 1997 byla výroba elektromobilu Beta ukončena a byla zahájena spolupráce s korejskou automobilkou Hyundai Motors. Poté bylo vyrobeno jen cca 100 kusů elektromobilů Beta. Většina jich putovala do zahraničí, díky velmi moderní konstrukci střídavého elektropohonu a přijatelné ceně, jich také mnoho skončilo jako názorná učební pomůcka na různých elektrotechnických fakultách (Vegr, 2009).



Obr. 2-4 Elektromobil Beta

Ze zahraničních automobilek má nejdelší tradici, co se týče vývoje elektromobilů, automobilka Citroën. V roce 1939 vyrobila prototyp na základě nákladního vozu TUB. V pozdějších letech se jich vyrobilo asi 100 kusů. Největších úspěchů dosáhla až po spojení

s automobilkou Peugeot v roce 1974, se kterou spolupracovala dlouhá léta a v roce 1995 společně spustily největší sériovou výrobu elektromobilů, kdy vyrobily 5000 elektromobilů. Ostatní automobilky nevyrobily víc jak 100 kusů elektrických vozů. Nyní jsou tyto vozy dostupné jen v autobazarech, protože v roce 2000 byla jejich výroba z nejasných důvodů ukončena. Další velké automobilky začaly s vývojem elektromobilů mnohem později, například automobilky Fiat i Renault vyvíjí elektromobily od 70. let minulého století (Vegr, 2009).

2.2 Vývoj elektrických vozidel

Jak už bylo řečeno, vývoj elektromobilů započal již začátkem 19. století, přesně před 174 lety. Od té doby se změnilo mnoho věcí, jak co se týče elektromotorů nebo akumulátorů. Nyní existují akumulátory s mnohem větší kapacitou, vyšší životností a také s možností rychlonabíjení. Nynější největší výrobce akumulátorových baterií udává životnost až na 4000 cyklů, přičemž na jeden cyklus lze najet až 300 kilometrů. Například vozy automobilky Toyota RAV4EV slouží svým majitelům už od roku 1998, a to některé elektromobily mají ujetu přes 200 tisíc kilometrů na původní akumulátorovou sadu nikl-metal-hydridových baterií (NiMH) (Vegr, 2009).

Společnost General Motors před několika lety vyvinula elektromobil, který se téměř vyrovnal vozidlům se spalovacími motory a ve své době je výbavou i technickými parametry převyšoval. V roce 1990 byl ve státě California spuštěn projekt „Zeroemission vehicle“, jehož cílem bylo uvést na trh do 8 let alespoň 2 % elektromobilů z celkového počtu vozidel a do dalších 5 let dokonce 10 %. Program byl závazný pro všechny velké automobilky v USA (GM, Ford, Chrysler). Tento ambiciózní projekt si kladl mimo jiné za cíl uvést do povědomí běžných Američanů vozidla s alternativními pohony. Díky dobře navrženému elektropohonu, bateriím a hlavně karosérii s hliníkovým rámem vznikl elektromobil pod názvem GM EV1, který neměl ve světě obdoby. Zatímco automobilky Honda a Toyota, které se také účastnily tohoto projektu, použily na svých modelech ověřené metody přestavby sériové karoserie na elektrický pohon, tak společnost GM vyvinula zcela novou platformu elektromobilu postavenou ze směsi plastů, skla a hliníku. Pořizovací cena tohoto vozu byla asi \$34 000. Celý tento projekt stál přes miliardu dolarů a i když ho ze začátku podporovala vláda USA, tak nakonec se vše obrátilo a bylo nutné projekt ukončit. Elektromobily byly sešrotovány, jen několik vozů se podařilo zachránit, ty jsou vystaveny v muzeích (Vegr, 2009).

Společnost Mitsubishi na rozdíl od jiných výrobců nepoužívá ve výrobě svých elektromobilů osvědčené technologie ze spalovacích modelů, ale má vyvinutou zcela novou platformu. Jsou to hlavně převodovky, poloosy a náhony, které nahrazuje unikátním řešením elektromotorů obsažených přímo v kolech vozidla. Tento systém se ukazuje jako pohon budoucnosti, je velmi pravděpodobné, že tímto směrem se bude ubírat vývoj elektromobilů, jelikož tento nápad již s úspěchem přebírají konkurenční výrobci elektrických vozidel. Každý z těchto elektromotorů v zadních kolech má maximální výkon 50 kW. Nejvyšší rychlost vozu je 180 km/h a dojezd na jedno nabití je okolo 180 km. Celý systém je napájen ze sadu Li-ion baterií

umístěných v zadní části podlahy. Mitsubishi plánuje uvedení systému elektromotorů ve všech čtyřech kolech na trh kolem roku 2010. Momentálně je na trhu k dispozici model Mitsubishi Colt s elektromotory v zadních kolech. Jeho cena je však stále vysoká z důvodu použití nákladných Li-ion akumulátorů (Vegr, 2009).

Některé jiné velké společnosti, například Volkswagen, které také dříve vyráběly elektromobily, se již dnes zabývají výrobou automobilů s motory spalující alternativní paliva. Jiné firmy se snažily překlenout dobu, po kterou nebyl dostatek kvalitních akumulátorů, výrobou vozidel s hybridním kombinovaným pohonem, například Toyota. V této době, kdy už jsou k dispozici kvalitní lithiové akumulátory, je už většina společností připravena nasadit elektromobily do výroby v nejbližších několika letech (Vegr, 2009).

3 PŘÍKLADY VYUŽITÍ V PRAKTICKÉM PROVOZU

3.1 Příklady využití elektrických vozidel v praktickém provozu

Elektrická vozidla by se dala využít v praktickém provozu jak pro osobní, tak i pro hromadnou přepravu osob ve městech, kde je stále větší koncentrace zplodin v ovzduší. Města, která nemají ani metro, ani tramvaje, ani trolejbusy, by mohla do svých linek nasadit elektrobusy. Nebo například společnosti s taxislužbou nebo i firmy zásobující obchody ve městech zbožím, či materiálem by mohly používat elektromobily. Už byla vyrobena i malá elektroletadla a elektroloď, takže využít elektrická vozidla se dá jak na silnici, tak i ve vzduchu i na vodě.

Zmínil jsem zde přepravu osob. Nejprve bych se zabýval městskou hromadnou dopravou osob a to z hlediska využití elektrobusů. Jediným evropským městem, kde elektrobus jezdí na pravidelné lince, je Znojmo (*Obr. 3-1*). Mimo Evropu jezdí ještě v kalifornském městě Santa Barbara. V České republice jsou mimo jiné dalšími zájemci lázeňská města Karlovy Vary a Mariánské lázně. Je zde ale problém ten, že stát stanovil přísné dotační podmínky pro zřízení takového elektrobusu a v programu Ministerstva dopravy však tyto elektrobusy chybí. Pokud by přepravní společnosti měly zájem o pořízení elektrobusu, musí uhradit 100 % z ceny, zatímco u ostatních dopravních prostředků, jako např. u nízkopodlažních autobusů nebo trolejbusů, stát hradí zhruba 30 % z celkové ceny (Korbel, 2005).



Obr. 3-1 Jediný elektrobus v Evropě na pravidelné lince ve Znojmě

Nyní se budu zabývat samotným rozbořem provozu elektrobusu, konkrétně tím znojemským. Ten je poháněn asynchronním elektromotorem a na jedno nabití ujede cca 120 kilometrů. Při vybití nikl-kadmiových baterií na 50 % se díky rychlonabíjecímu zařízení dobije na 80 % za cca 20 minut. Hmotnost všech baterií je okolo 2,5 tun. Sedadla pro cestující jsou na

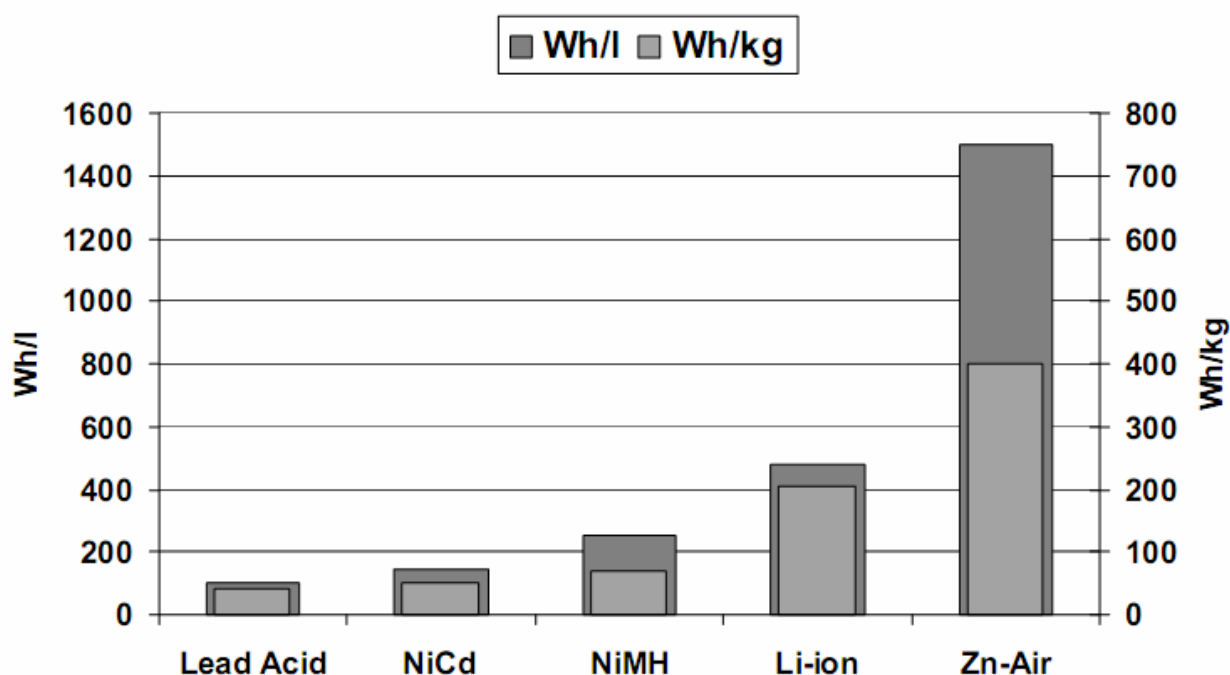
vyvýšených místech z důvodu umístění části baterií. Také náklady na ujetí jednoho kilometru elektrobuse jsou při dnešních cenách přibližně o 85 % nižší oproti nákladům autobusů jezdících na naftu. Maximální rychlost tohoto elektrobuse je 70 km/h, což je ve městě postačující (Korbel, 2005). Uvědomíme-li si, že elektrobusey nemají žádné přímé emise a že mají výrazně nižší hlučnost i náklady na ujetí jednoho kilometru v porovnání s autobusy se spalovacím motorem, jsou elektrobusey ideálním dopravním prostředkem pro hromadnou přepravu osob.

Dále bych se zaměřil na elektromobily - osobní vozidla. Dříve se do těchto vozidel používaly nikl-kadmiové akumulátorové baterie, ty byly mnohem vhodnější než zastaralé olověné baterie, které neměly vhodné parametry. Doba nabíjení trvala cca 60 minut a dojezd na jedno nabití dosahoval okolo 90 kilometrů. Maximální rychlost tohoto elektrického vozidla činila cca 100 km/h.

Dnešní elektromobily mají už o hodně lepší vlastnosti. Maximální rychlost činí až 250 km/h, dojezd na jedno nabití dosahuje až 600 kilometrů, zrychlení z 0 na 100 km/h za 4 vteřiny a lithiové baterie se dají dobít za pouhých 10 minut. Náklady na ujetí jednoho kilometru elektromobilem jsou při současných cenách přibližně o 70% nižší než u klasického automobilu se spalovacím motorem. Hmotnost elektromobilu se všemi bateriemi je srovnatelná s hmotností automobilu se spalovacím motorem (Marušinec, 2008).

V následující tabulce (Tab. 3-1) jsou uvedeny typy používaných baterií v elektromobilech. Například lithiové baterie Li-ion jsou zhruba dvakrát výkonnější než dříve používané nikl-kadmiové NiCd nebo nikl-metal-hydridové NiMH baterie. V tabulce jsou nejvýraznější baterie typu zinek – vzduch (Zn-Air), které zatím nelze elektricky nabíjet, takže se po vybití musí vyměnit za nové případně za recyklované.

Tab. 3-1 Porovnání používaných akumulátorů



Co se týče nabíjení baterií, je několik možností dobítí. Pokud budeme s elektromobilem cestovat na delší trasy, jsou k dispozici veřejné nabíjecí stanice. Jen pro zajímavost - v České republice byla zřízena první veřejná nabíjecí stanice na severu Čech v Desné u Liberce. Nyní se tyto stanice zřizují na dalších místech a v této době existuje více jak 100 stanic (Elektromobily.org, 2008). Jsou k dispozici i v dalších zemích Evropy, například v Německu či Velké Británii jsou stovky stanic, v Rakousku necelé 2000 a ve Finsku až 5000 stanic. Sousední Slovensko má zatím jen necelou desítku těchto nabíjecích veřejných stanic (Marušinec, 2008).

Pokud se s elektromobilem budeme pohybovat v místech, kde je k dispozici zásuvka, například v místě domova, či v práci, můžeme připojit rychlonabíjecí zařízení a dobít baterie. Avšak jištění zásuvkového obvodu musí být minimálně 16 A, zastaralé obvody s 10 A jističem jsou pro nabíjení nevyhovující.

Ještě zmíním zajímavou studii, kterou nechali vypracovat jedni američtí odborníci. Ta se zabývá spotřebou vody při výrobě elektřiny a při rafinaci ropy. Vyšlo jim, že elektromobil na ujetí 1 kilometru bude potřebovat 0,75 litru vody, zatímco automobil se spalovacím motorem pouhých 0,25 litru vody. Tento nepříjemný fakt se bude muset brát v úvahu v místech, kde je nedostatek vody (Elektromobily.org, 2008).

Ropa, ze které se vyrábí pohonné hmoty do automobilů se spalovacími motory, nepatří mezi nevyčerpatelné zdroje. Odhady Mezinárodní agentury pro energii (International Energy Agency) jsou takové, že by ropa při současné výši spotřeby neměla dojít dříve než za 200 let. Také se zde mluví o ropném vrcholu či zlomu (oil peak), který znamená, že v momentě, kdy světové zásoby ropy budou vyčerpány zhruba z poloviny, začne těžba ropy klesat a cena bude naopak prudce stoupat. To může zapříčinit krizi ve světové ekonomice (Wikipedia.cz, 2008).

3.2 Porovnání elektrických vozidel s ostatními vozidly

Každého řidiče, který jezdí v automobilu se spalovacím motorem s manuální převodovkou, určitě na první pohled u elektromobilu zaujme to, že nemá výfuk (nemá žádné emise), nemusí se startovat, nemá spojku (vozy s automatickou převodovkou ji nemají také), nemá řadící páku. Co však na první pohled není patrné, je například údržba a další parametry.

Údržba elektrického vozidla, resp. elektromotoru je podstatně jednodušší než u vozidel se spalovacími motory. Elektromotor nepotřebuje olejovou náplň, neboť současné elektromotory mají v ložiscích bezúdržbové plastické mazivo, které není tolik ovlivněno okolní teplotou, takže elektromotoru nevádí rozběh za mrazivého počasí. Naopak uvést do pohybu spalovací motor při teplotách pod bodem mrazu je problém, kdy je olej v motoru ztuhlý a dochází zde k velkému opotřebování válců motoru. Elektromotor neobsahuje tolik pohyblivých mechanických součástí jako pohon ze spalovacího motoru (kliková hřídel, převodová skříň, spojka), nemá ani vodní chladicí okruh, je chlazen proudem vzduchu a hlavně nevytváří tolik odpadního tepla, jako motor spalovací a také snese větší krátkodobé přetížení než spalovací motor (Elektromobily.org, 2008).

Další výhoda elektrického vozidla oproti vozidlu se spalovacím motorem je možnost rekuperace. To znamená, že při brzdění elektromotor pracuje jako generátor a elektrická energie dobíjí baterii. Má to také své proti, že při nízkých rychlostech je rekuperace neúčinná a také je omezena velikost nabíjecího proudu baterie. To znamená, že při brzdění se k rekuperaci používá jen část vyrobené elektrické energie (Wikipedia.cz, 2008).

Elektromotor má také o 90 % nižší emise z brzdových destiček v porovnání s automobilem se spalovacím motorem. Je to dáno tím, že při většině zpomalovacích manévru se využívá elektromotor, který v dané chvíli pracuje jako generátor (viz systém rekuperace). Jen při prudkém brzdění se použijí spolu s elektromotorem i brzdové destičky (Marušinec, 2008).

Jak už bylo řečeno, elektromobil nemá žádné přímé emise, to znamená, že při jízdě neznečišťuje životní prostředí. K jízdě využívá elektrickou energii, která se koneckonců musí někde vyrobit. Pokud ji vyrobí například větrné, vodní nebo geotermální elektrárny, dá se mluvit o elektrické energii jako o obnovitelném zdroji. Pokud je však vyrobena v tepelných nebo v jaderných elektrárnách, kde se spalují fosilní či radioaktivní paliva, mluvit zde o obnovitelném zdroji není zcela na místě.

V současnosti automobily se spalovacím motorem vypouštějí do ovzduší průměrně 161 gramů oxidu uhličitého na kilometr. Evropská komise navrhla snížení emisí CO_2 u nových automobilů do roku 2012 na 130 g CO_2/km . Abychom zjistili, kolik emisí se vypustí do ovzduší ujetím jednoho kilometru elektromobilem, přepočítáme kolik energie vyrobí elektrárny a zároveň kolik vypustí oxidu uhličitého do ovzduší. V České republice vypouštějí elektrárny do ovzduší 550 g CO_2/kWh . Pokud tuto hodnotu přepočteme na jeden ujetý kilometr elektromobilem, vyjde nám 80g CO_2/km . V porovnání s emisemi z automobilů se spalovacím motorem, jsou emise elektromobilu poloviční. Tyto emise se nazývají nepřímé (Marušinec, 2008).

Co se týče účinnosti elektromotorů, ta již dnes dosahuje přes 97 %. Je to nesrovnatelné s účinností spalovacích motorů, která se pohybuje jen v rozmezí 15 – 20 %. I nábojová účinnost akumulátorů je také téměř 100 %. Dnes používané akumulátory jsou principiálně shodné s těmi v mobilních telefonech. Jsou bezpečné, vstřícné k životnímu prostředí, neobsahují jedovaté komponenty. Naakumulují dostatek energie na ujetí několika stovek kilometrů. Vždyť největší výrobce akumulátorů udává životnost až na 4000 cyklů, kdy na jeden cyklus se dá najet až 300 kilometrů. Vynásobením těchto dvou hodnot vychází až 1,2 miliónu kilometrů (Vegr, 2009).

Shrnutí hlavních výhod elektromobilů:

- možnost využívání obnovitelné energie s velkou účinností
- možnost okamžitého maximálního výkonu
- možnost opakovaného a mnohonásobného přetížení
- možnost rekuperace energie
- nulové přímé emise
- absence hluku, vibrací

- přesnost a jednoduchost ovládání
- nesrovnatelně menší počet součástí

Nevýhodu má elektromobil tu, že není tak známý mezi širokou veřejností a také že nemá dostatečnou podporu ze strany státu pro různé projekty. Další nevýhoda je ta, že pokud by se elektromobily masově rozšířily, spotřebovali by při nabíjení obrovské množství energie, takže by musely přibýt další elektrárny. A také není jasné, jak by se recyklovaly statisíce tun použitých baterií (Auto.idnes.cz, 2009).

Co se týče dojezdové vzdálenosti, tak elektromobil ujede na jedno nabití až 400 km, u automobilu se spalovacím motorem se dá ujet na plnou nádrž 600 km. Na první pohled se může zdát, že to nedostatek je, ale uvažíme-li, že můžeme baterie dobít jen za 15 minut a zároveň vezmeme-li v úvahu všechny klady, které elektromobil má, nedá se o kratším dojezdu mluvit jako o nevýhodě (Vegr, 2009).

Nyní už mezi nevýhody nepatří ani cena elektromobilu. I když je cena akumulátorů podstatná položka, započteme-li ji do celkových nákladů, vycházejí náklady na kilometr nižší než u automobilu se spalovacím motorem. Pokud by se však akumulátorové baterie začaly vyrábět sériově, byla by cena mnohem nižší, než je dnes (Vegr, 2009).

Co se týče hmotnosti elektromobilu se všemi akumulátorovými bateriemi, momentálně je již srovnatelná s hmotností automobilu se spalovacím motorem, to znamená, že mezi nevýhody také nepatří (Vegr, 2009).

3.3 Ukázky elektrických vozidel

V této době už je na trhu spousta různých modelů elektromobilů. Začátkem roku 2009 se



Obr. 3-2 Elektromobil Think City

v Detroitu uskutečnil „zelený“ či „ekologický“ autosalon, kde se prezentovali výrobci svými novými modely, jako například menší vůz Smart electric drive (Obr. 3-4) (Auto.idnes.cz, 2009).

Jako další ukázka je znázorněn sportovní vůz Dodge Circuit EV (Obr. 3-2), který má vynikající jízdní vlastnosti. Tak například z 0 na 96 km/h akceleruje za méně než 5 sekund a maximální rychlost činí 192 km/h. Používá lithiové akumulátory a na jedno nabití dojede až 320 km (Auto.cz, 2009).



Obr. 3-3 Elektromobil Dodge Circuit EV



Obr. 3-4 Elektromobil Smart electric drive

4 PŘEDPOKLÁDANÝ VÝVOJ ELEKTRICKÝCH A HYBRIDNÍCH VOZIDEL

4.1 Předpokládaný vývoj elektrických vozidel

Elektromobily jsou již v této době podporovány jak ze strany státu, tak i ze strany měst. Tak na příklad – mají povolen bezplatný vjezd do center měst. V centrech některých velkých měst jsou zavedena pásma, říkáme jim „emisní“, do kterých je umožněn vjezd pouze těm vozidlům, která mají nižší emise oxidu uhličitého na kilometr. To znamená, že čím nižší emise vozidlo má, tím více se dostane blíž k centru města. Platí to i naopak. Vozidlu s vysokými emisemi je umožněn vjezd pouze do okrajových částí města. Elektromobil má přímé emise nulové, proto se dostane do všech pásem.

Zvýhodněné jsou i po stránce dobíjení baterií. Na některých parkovištích je možné elektromobily bezplatně dobít.

Co se týče různých poplatků, i zde stát vyšel vstříc ekologickým vozidlům. Neplatí se žádná silniční daň, ta je nulová. I povinné ručení je o hodně nižší než u automobilů se spalovacím motorem. V České republice vychází povinné ručení za elektromobil kolem 500 Kč ročně bez bonusů (Marušinec, 2008).

Jelikož teď propuká světová finanční krize, státy se snaží udržet „nad vodou“ své automobilky, protože ty jsou ve většině případech pilíři ekonomiky. Zavádí se tak zvané „šrotovné“, které znamená, že občané při koupi nového automobilu dostanou výraznou slevu s tím, že svoje vozidlo starší minimálně 10 let nechají zlikvidovat – sešrotovat (Hybrid.cz, 2009).

V naší zemi by měl tento systém platit od letošního podzimu. Podmínky jsou takové, že občané dostanou šrotovné ve výši 30 000 Kč na automobil s benzínovým nebo naftovým motorem, musí ale zlikvidovat svůj starý automobil starší minimálně deseti let. Avšak cena nového vozu nesmí přesáhnout 500 000 Kč.

V případě, že by lidé měli zájem o vozidla s alternativním pohonem, mezi které patří právě elektrická a hybridní vozidla, dostanou na ně dvojnásobný příspěvek, a to 60 000 Kč. Limit kupovaného vozu bude činit 700 000 Kč (Hybrid.cz, 2009).

V zemích Evropské unie se tento systém šrotovného velmi osvědčil, proto by měl být přínosem i v naší zemi. Tím, že stát zvýhodňuje vyšším příspěvkem elektrická a hybridní vozidla, tím více se o ně zvedne zájem občanů, což může vývoj velice podpořit.

O elektromobilech si občané mnohdy myslí, že jsou to vozidla, která nikam nedorazí, která jsou těžká, protože všude v autě jsou akumulátory, jízdní vlastnosti nemají takové jako automobily se spalovacím motorem, musí se nabíjet celou noc a nemají žádné emise. Z tohoto výčtu je pravda jen nulové emise. Proto zavedení šrotovného se dá považovat jako dobrá propagace jiných druhů pohonů, díky čemuž by se mohla zvednout podpora ze strany státních institucí.

Používané baterie v elektromobilech prošly výraznou obměnou. Během posledního desetiletí se akumulátory dostaly na takovou úroveň, že elektromobily osazené akumulátory

z notebooku (například Tesla Roadster) dosahují parametrů lepších než nejlepší sportovní vozy se spalovacím motorem (Porsche, Ferrari) a dojezd je až 500 km na jedno nabití. Jenže, kdo má zájem na vývoji a provozování takovýchto jednoduchých, bezúdržbových a ekonomických vozidel? Sobecké a finanční zájmy mocných kruhů, které právě díky drancování přírodního bohatství přišly k obrovským finančním prostředkům, potlačují větší rozšíření elektromobilů. Provozování složitých automobilů s komplikovanými a drahými spalovacími motory je další část velkého byznysu. Spalovací motor se skládá ze stovek precizních součástí, které se musí obměňovat, jako například výfuky, katalyzátory, ale i olej, filtry a brzdová soustava.

Elektromotor má jen několik součástí s prakticky neomezenou životností a ostatní, výše jmenovaná zařízení nepotřebuje vůbec nebo je potřebuje mnohem méně – například brzdové destičky díky brzdění rekuperací. Údržba elektromobilu je opravdu velice jednoduchá záležitost a zvládne ji každý zručný člověk sám (Vegr, 2009).

Proto největší překážkou v rozvoji elektromobilů je sám člověk, který touží po moci a po penězích, které získává na „ropném“ trhu. Vyvíjet vozidla s ekonomickým a ekologickým provozem by sice pro životní prostředí bylo přínosné, ale pro již zmíněného člověka ztrátové.

4.2 Hybridní vozidla a jejich popis

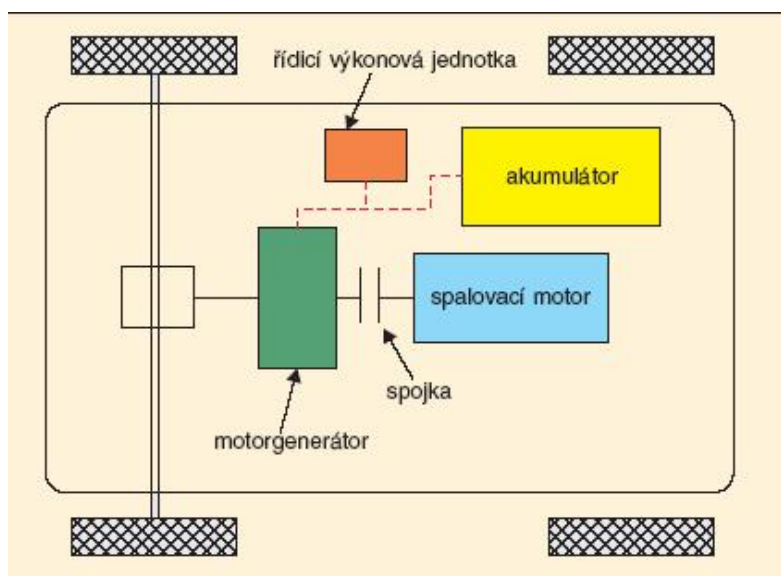
Hybridní vozidlo je vozidlo, které ke svému pohybu využívá jak elektromotor, tak i spalovací motor. Označení hybrid vypovídá o tom, že toto vozidlo převzalo některé prvky z elektromobilu a některé z automobilu se spalovacím motorem.

Hybridní automobil převzal dobré vlastnosti automobilů se spalovacím motorem, mezi které patří vysoký měrný výkon pohonné jednotky, která umožňuje vynikající akceleraci i deceleraci vozidla, dále velmi vysoká hustota výkonu, nízká hmotnost a velmi jednoduchý a bezpečný systém doplňování paliva.

Z elektromobilů bylo převzato využívání energie z akumulátorů s vyšší účinností, dále již zmiňovaná možnost rekuperace brzdného výkonu zpět do akumulátorů.

Z toho všeho nám vznikne automobil, který má nižší hmotnost než elektromobil, ale hlavně má vyšší instalovaný výkon, který se využívá pro akcelerace. Při rovnoměrném pohybu pracuje spalovací motor v režimu s maximální tepelnou účinností. Celá tato pohonná jednotka je založena na specifickém propojení spalovacího motoru a vhodných akumulátorů pro akceleraci a deceleraci vozidla.

Jedna z možností variant uspořádání hybridního pohonu je paralelní koncepce (*Obr. 4-1*). Základem této koncepce je spalovací motor s převodovkou a mechanickým náhonem na hnací nápravu. Paralelně k hnacímu motoru je přes soustavu spojek připojen elektrický motorgenerátor, který je připojen jako motor k hlavnímu spalovacímu motoru a s využitím energie akumulátorů zvyšuje tato soustava elektrického a spalovacího motoru celkový moment. Vhodnou momentovou charakteristikou elektrického motoru lze zaručit dostatečný moment celého soustrojí na kolech vozidla v celém rozsahu uvažovaných rychlostí.



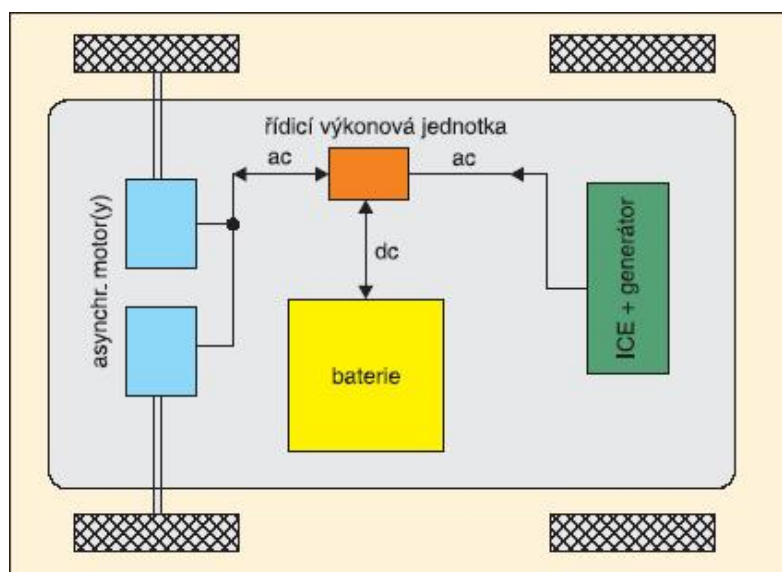
Obr. 4-1 Paralelní koncepce hybridního pohonu

Převodová skříň může být proto velmi jednoduchá. Protože mechanická převodovka s pevnými převody má větší účinnost proti elektrickému přenosu síly na kola, je paralelní princip hybridního vozidla často využíván. Tuto koncepci využívají například automobilky Toyota a Lexus s vozy Toyota Prius (Obr. 4-2) a Lexus H (Vysoký, 2006).



Obr. 4-2 Hybrid Toyota Prius

Další možností uspořádání hybridního pohodu je sériová koncepce (Obr. 4-3). U této varianty je spalovací motor pevně spojen s generátorem. Tento motor je provozován zásadně v oblasti své nejvyšší termodynamické účinnosti a jeho výkon je navržen tak, aby zajišťoval střední hodnotu nutného výkonu při požadované ustálené rychlosti vozidla.



Obr. 4-3 Sériová koncepce hybridního pohonu

Pohonná náprava nebo nápravy vozidla jsou pevně spojeny s trakčním elektromotorem nebo několika elektromotory. Nedílnou součástí pohonného systému je dále vhodná akumulátorová baterie, která zajišťuje veškeré požadované výkonové špičky v obou směrech při akceleraci, deceleraci, regenerativním brzdění apod. Protože motorgenerátor není pevně spojen s hnací nápravou, lze celý pohonný systém vozidla navrhnout modulárně (Vysoký, 2006).

Ve městě při jízdě v koloně může pracovat motor pouze výjimečně a provoz je převážně zajištěn akumulátory, zatímco ve volné krajině může motorgenerátor pracovat s maximální termodynamickou účinností s plným výkonem a současně dobíjet akumulátory bez nutnosti vnějšího nabíjení.



Obr. 4-4 Chevrolet Volt

Aby hybridní automobil měl srovnatelné provozní výkony s automobilem se spalovacím motorem, musí být střední hodnota požadovaného výkonu při maximální předpokládané rychlosti srovnatelná s výkonem použité motorgenerátorové jednotky. Výkonové špičky při akceleraci i deceleraci však budou hrazeny z akumulátorové jednotky. Spalovací motor tak může pracovat trvale s velkým zatížením v oblasti nejvyšší termodynamické účinnosti a nebo je vypnut. Tuto koncepci využívá například automobilka General Motors (GM) se svým vozem Chevrolet Volt (*Obr. 4-4*) (Vysoký, 2006).

Nynější stav hybridů je na velmi dobré úrovni. Použití jak elektromotoru tak i spalovacího motoru se jeví jako velice efektivní a úsporné. Spotřeba paliva u hybridů klesla zhruba o 30 %, snížily se emise výfukových plynů. Efektivní se jeví využití systému rekuperace, kdy se využije elektromotor při brzdění, v té chvíli pracuje jako generátor a při tom dobíjí akumulátory.

Dalším systémem je systém Start-Stop, který se využívá například v kolonách. Jakmile automobil zastaví, spalovací motor se vypne, při následním rozjezdu pracuje jen elektromotor. Spalovací motor se znovu nastartuje až při vyšších rychlostech.

Důvod, proč se hybridy tolik nerozšiřují, je jejich vysoká cena. Pokud by ovšem automobilky začaly tyto vozy vyrábět velkosériově, případně by získaly finanční dotace od státu či různých fondů, cena hybridů by mohla poklesnout.

Podle analytiků by se situace na trhu měla během deseti let změnit. Cena hybridních systémů by měla klesnout zhruba o 60 %, díky tomu by každé desáté prodané nové auto mělo mít hybridní pohon. Japonská automobilka Toyota v roce 2007 vyráběla průměrně přes 700 hybridních vozů denně a pořád je stále velká poptávka po těchto vozech, hlavně ve Spojených státech, jelikož tamní trh upřednostňuje úsporné systémy (Hybrid.cz, 2009).

V naší zemi jezdí po silnicích jen pár stovek hybridů, což je zhruba 0,01 % z celkového počtu automobilů u nás, zatímco ve Spojených státech už je podíl hybridů 3 %.

Shrnutí hlavních výhod hybridního vozidla:

- využití výhod jednotlivých pohonů při různých pracovních stavech vozidla
- nižší spotřeba paliva i nižší emise ve srovnání s automobilem se spalovacím motorem
- možnost rekuperace energie
- dobíjení akumulátorů při činnosti spalovacího motoru

4.3 Předpokládaný vývoj hybridních vozidel

Hybridní automobil dostal zelenou díky evropskému projektu INMOVE, což z anglického překladu znamená „Integrovaný modulový systém elektrického pohonu pro paralelní hybridní vozidla“ („Integrated modular electric propulsion system for parallel hybrid vehicles“).

Nejvíce se zatím prosadila se svým vozem Prius automobilka Toyota, která už vyrobila přes jeden milión vozidel tohoto modelu. Využívá spalovací motor o obsahu 1,5 l, který má výkon 57 kW. K němu je paralelně připojen elektromotor s permanentním magnetem o výkonu 50 kW. V tomto vozidle jsou použity nikl-metal-hydridové baterie, spotřeba benzínu se pohybuje okolo 5 l / 100 km. Cena je \$22 000 (Macur, 2008).

Tento druh hybridu se nazývá full hybrid. Dokáže jet čistě jen na baterie, ale ne na dlouho. Hlavní pohonnou jednotkou zůstává spalovací motor, kterému elektromotor pomáhá při potřebě vyššího výkonu a při pomalé jízdě ve městě. Baterie se dobíjí při jízdě ze spalovacího motoru a při brzdění (Auto.idnes.cz, 2009).

Dalším typem hybridu je mild hybrid. Ten už nedokáže jet jen na baterie. Elektromotor mívá mnohem menší a je pouze pomocným agregátem. Do této skupiny patří Honda Civic Hybrid (*Obr.4-5*). Ke své jízdě používá spalovací motor o objemu 1,3 l a výkonu 70 kW. Elektromotor má pouhých 15 kW. Spotřeba je podobná jako o předchozího vozu, a to okolo 5,2 l / 100 km (Macur, 2008).

Třetí skupinou je plug-in hybrid. To jsou hybridy, jehož baterie se dají dobíjet ze zásuvky. V autě je i spalovací motor, ten ale slouží jen k dobíjení baterií. Mezi hlavní představitele patří Chevrolet Volt (*Obr. 4-4*). Ten používá Li-ion akumulátory s životností 10 let. Dojezdová vzdálenost činí jen 60 km. Elektromotor má výkon 120 kW. Pro dobíjení baterií je zde litrový tříválec o výkonu 50 kW. Maximální spotřeba by neměla přesáhnout 5l / 100 km. Cena tohoto vozu je \$30 000 a měl by se začít prodávat od roku 2010 (Macur, 2008).

S novinkou přišla čínská firma BYD, která je známá v oblasti produkce akumulátorů do mobilních telefonů. Její vůz BYD F6DM Plug-in electric hybrid (*Obr.4-6*) má špičkový výkon 120 kW a dojezd 90 km. Předpokládaná cena bude \$6 000 (Macur, 2008).

S vývojem hybridů je to podobné jako s vývojem elektromobilů. Je také závislý na podpoře státních institucí, které se zatím k alternativním pohonům staví odmítavě. Bylo by dobré, aby byli občané více informováni o možnostech dalších druhů pohonů než jenom okolo spalovacích motorů. Připravovaný systém šrotovného nabídne různé varianty příspěvků a hlavně, příspěvky na elektrická a hybridní vozidla bude dvojnásobný než na klasické automobily se spalovacím motorem. Tím by se mohl zvednout zájem o tyto vozy i na to navazující samotný prodej vozidel. A pokud se zvýší prodej, logicky se zvýší i zisky automobilkám, které budou mít možnost více prostředků investovat do dalšího vývoje.

4.4 Ukázky hybridních vozidel

První znázorněné vozidlo je Honda Civic Hybrid (*Obr. 4-5*), které patří do skupiny mild hybrid. Dalším je čínské vozidlo F6DM Plug-in electric hybrid (*Obr. 4-6*), které náleží skupině plug-in hybrid.

Poslední dva vozy patří pod značku Chrysler (*Obr. 4-7, Obr. 4-8*) a jsou to také typy spadající do skupiny plug-in hybridů.



Obr. 4-5 Hybridní vozidlo Honda Civic Hybrid



Obr. 4-6 Hybridní vozidlo BYD F6DM Plug-in electric hybrid



Obr. 4-7 Hybridní vozidlo Jeep Wrangler EV



Obr. 4-8 Hybridní vozidlo Chrysler 200c EV concept

5 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce je získání základních poznatků o elektrických a hybridních vozidlech a návrh možných postupů v jejich vývoji.

V první části popisují elektrická vozidla, jejich historii a možný vývoj, kterým se tato vozidla můžou ubírat.

V další části se zabývám příklady využití elektrických vozidel v praktickém provozu. Je zde uvedeno porovnání těchto vozidel s vozidly využívající druh pohonu, jako například automobily se spalovacím motorem nebo hybridní vozidla. V závěru je kapitola doplněna o fotografické ukázky konkrétních elektromobilů.

Třetí část práce pojednává o předpokládaném vývoji elektrických a hybridních vozidlech. Je zde také uveden popis hybridních vozidel, jejich srovnání s ostatními vozidly využívající jiný pohon i ukázky hybridních vozidel.

Vzhledem k tomu, že je dnešní svět ve finanční krizi a životní prostředí se neustále zhoršuje, automobily jsou nuceny vyrábět ekonomická a ekologická vozidla. V posledních letech jich bylo na trhu představeno již několik desítek, je zde veliký potenciál. Automobily mezi sebou soupeří, která přijde s lepším, kvalitnějším nebo i levnějším vozidlem, tím je vytvořeno zdravé konkurenční prostředí a pro konečného zákazníka je to velmi dobrá zpráva. Pořizovací cena elektrických a hybridních vozidel by měla stále klesat, jelikož se čím dál tím víc vozidel začne vyrábět ve velkých sériích. I systém šrotovného napomůže většímu rozšíření vozů s alternativním pohonem.

Majitelé těchto vozů s minimálními nebo nulovými emisemi jsou ze strany státu zvýhodňováni – například mají umožněn vjezd do center měst, ve kterých mají ostatní vozy s vyššími emisemi zákaz vjezdu, nebo poplatky za povinné ručení u elektromobilu jsou nesrovnatelné s auty se spalovacím motorem. Tak například v České republice činí tento poplatek 499 Kč za rok. Co se týče údržby, dá se říct, že jsou elektromobily bezúdržbové. Jízdní vlastnosti těchto vozů jsou srovnatelné, v mnohých případech i lepší než u automobilů se spalovacím motorem. Průměrný dnešní elektromobil ujede na jedno nabití okolo 100 km. Pro člověka, který dojíždí denně do práce do okruhu několika desítek kilometrů, je to postačující vůz. Akumulátory, které se dnes využívají, se dají dobít i za 10 minut, tudíž by se daly využít i pro delší cesty. Řidič by zastavil na dobíjecím stanovišti, dobil by baterie a mohl by pokračovat dál v jízdě. Sice některé elektromobily mají dojezd na jedno nabití až 600 km, ale nejspíš na toto vozidlo nedosáhne z finančních důvodů každý, proto uvažuji průměrný dojezd jen 100 km. Tyto vozy by měly být propagovány především státními složkami. Například ve Velké Británii v Londýně vlastní policie několik stovek hybridů a elektromobilů. Na policejních služebnách mají instalovány dobíjecí stanice.

Dřív nebo později se ropa vyčerpá a člověk bude muset využívat obnovitelnou energii. Vývoj elektrických a hybridních vozidel jde správným směrem. Je otázka, zda-li se tento vývoj urychlí změnou státních legislativ pro podporu těchto vozidel či ne. V České republice bude od podzimu tohoto roku zavedeno šrotovné. Věřme, že občané využijí možnost dostat příspěvek od státu na elektrické nebo hybridní vozidlo a jejich počet se nejen u nás bude zvyšovat.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] JURGEN, R. K. Electric and hybrid vehicles PT 85. *SAE Automotive Electronic series* 2000.
- [2] KORBEL, P. Ekonom, http://www.enviweb.cz/?secpart=obecne_archiv_fbgbg_cz_&PHPSESSIDVWB=0d55f66415b4000d4da31941ceb998ff 10.1.2005.
- [3] MACUR, J. Alternativní pohony v dopravě, <http://klub.elektromobily.org/w/images/6/66/AltPohVDopr.ppt> 4.2.2008
- [4] MARUŠINEC, J. Elektromobily minulosti a budoucnosti, 4.2.2008
http://klub.elektromobily.org/w/images/6/6e/Elektromobily_minulosti_a_budoucnosti_v04_CZ.ppt
- [5] VEGR, J. Sdružení elektromobily, <http://klub.elektromobily.org> 22.3.2009
- [6] VYSOKÝ, P., VYSOKÝ, O. Řízení spalovacího motoru. *Automatizace*. 49 (2006), č. 4 s. 249-250.
- [7] VYSOKÝ, P., VYSOKÝ, O. Trendy v řízení automobilových systémů. *Automatizace*. 49 (2006), č. 4 s. 252-255.
- [8] <http://auto.cz>, 15.5.2009
- [9] <http://auto.idnes.cz>, 20.1.2009
- [10] <http://elektromobily.org>, 11.9.2008
- [11] <http://hybrid.cz>, 21.4.2009
- [12] <http://wikipedia.cz>, 5.5.2009