



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

**METODIKA OCEŇOVÁNÍ ELEKTROMOBILŮ A VOZIDEL S
HYBRIDNÍM POHONEM**

METHODOLOGY OF ELECTROMOBILE AND HYBRID VEHICLE VALUATION

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Roman Kosek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Vladimír Panáček, Ph.D.

BRNO 2016

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav soudního inženýrství
Student: **Bc. Roman Kosek**
Studijní program: Soudní inženýrství
Studijní obor: Expertní inženýrství v dopravě
Vedoucí práce: **Ing. Vladimír Panáček, Ph.D.**
Akademický rok: 2015/16

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Metodika oceňování elektromobilů a vozidel s hybridním pohonem

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Diplomová práce se bude podrobně zabývat problematikou oceňování elektromobilů a vozidel s hybridními pohony s následným návrhem metodiky stanovení obvyklé ceny, příp. stanovením výše majetkové újmy.

Cíle diplomové práce:

1. Vymezení pojmu elektromobil a vozidlo s hybridním pohonem.
2. Konstrukční řešení elektromobilů a vozidel s hybridním pohonem a jejich porovnání s konstrukcí osobního vozidla s pohonem prostřednictvím pouze spalovacího motoru.
3. Současná metodika oceňování vozidel a specifiky při oceňování elektromobilů a vozidel s hybridním pohonem.
4. Návrh metodiky pro oceňování elektromobilů a vozidel s hybridním pohonem a její aplikace v soudně inženýrské praxi.

Seznam literatury:

- [1] KLEDUS, R. Oceňování movitého majetku. 1. vyd. Brno: Vysoké učení technické v Brně Ústav soudního inženýrství, 2012. 96s. ISBN 978-80-214-4563-5.
- [2] KREJČÍŘ, P., BRADÁČ, A. Znalecký standard č. I/2005. 1. vyd. Brno: AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM, s.r.o., 2004. ISBN 80-7204-370-6.
- [3] KAMEŠ, J. Alternativní pohony automobilů. 1. vyd. Praha: Nakladatelství BEN – technická literatura, 2005. 231 s. ISBN 978-80-7300-127-8.

[4] VLK, F. Alternativní pohony motorových vozidel. 1. vyd. Brno: František Vlk, 2004. 234 s. ISBN 80-239-1602-5.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2015/16

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D.
ředitel

Abstrakt

Diplomová práce Metodika oceňování elektromobilů a vozidel s hybridním pohonem se zaměřuje na tyto druhy vozidel a jejich specifika z pohledu oceňování. Věnuje se současnému stavu technologické vyspělosti v tomto oboru, konstrukčním odlišnostem od konvenčních vozidel a současným metodám oceňování vozidel. Cílem je navrhnout metodiku pro oceňování tohoto druhu vozidel a její následná aplikace na konkrétních příkladech.

Abstract

Thesis Methodology of electromobile and hybrid vehicle valuation focuses on these types of vehicles and their specifics in terms of valuation. It attends to the current state of technological advancement in this field, the structural differences from conventional vehicles and the current valuation methods. The aim is to propose a methodology for the valuation of this types of vehicles and its subsequent application to concrete examples.

Klíčová slova

Elektromobil, Hybridní pohon, Elektromotor, Akumulátor, oceňování.

Keywords

Electromobile, Hybrid drive, Electric motor, Battery, Valuation.

Bibliografická citace

KOSEK, R. Metodika oceňování elektromobilů a vozidel s hybridním pohonem. Brno: Vysoké učení technické v Brně. Ústav soudního inženýrství, 2016. 70 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Vladimír Panáček, Ph.D.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 6.10.2016

.....

podpis diplomanta

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat svým rodičům a přítelkyni Tereze za podporu a trpělivost, společnosti C & K, a.s. za poskytnutí mnoha cenných informací pro tuto práci a panu inženýru Vladimíru Panáčkovi za vedení diplomové práce a cenné rady při jejím zpracování.

OBSAH

ÚVOD.....	11
1 VYMEZENÍ POJMU ELEKTROMOBIL A VOZIDLO S HYBRIDNÍM POHONEM.....	12
1.1 Elektromobil	12
1.2 Vozidlo s hybridním pohonem	15
1.2.1 Uspořádání hybridních pohonů.....	15
1.2.2 Druhy hybridních vozidel	19
2 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ ELEKTROMOBILŮ A VOZIDEL S HYBRIDNÍM POHONEM.....	20
2.1 Elektromotor	20
2.1.1 Druhy elektromotorů	20
2.1.2 Usměrňovač	23
2.2 Akumulátory	23
2.2.1 Druhy akumulátorů	24
2.3 HYBRIDNÍ POHON VOZIDEL	26
2.4 POROVNÁNÍ S KONSTRUKCÍ VOZIDEL SE SPALOVACÍM MOTOREM	26
2.4.1 Vozidla s hybridním pohonem	26
2.4.2 Elektromobily	27
3 SOUČASNÉ METODY OCEŇOVÁNÍ VOZIDEL	29
3.1 Znalecký standard č. I/2005.....	29
3.2 Princip oceňování vozidel dle standardu	30
3.2.1 Prohlídka vozidla.....	30
3.2.2 Stanovení redukované technické hodnoty vozidla	31
3.2.3 Stanovení časové ceny vozidla.....	31
3.3 Specifika oceňování vozidel s hybridním pohonem.....	32
3.4 Specifika oceňování elektromobilů	32

4	NÁVRH METODIKY PRO OCEŇOVÁNÍ ELEKTROMOBILŮ A VOZIDEL S HYBRIDNÍM POHONEM.....	33
4.1	Rozdělení vozidel s hybridním pohonem na skupiny.....	33
4.2	Rozdělení elektromobilů na skupiny	35
4.3	Úprava Amortizační stupnice	36
4.3.1	Životnost akumulátorů.....	36
4.3.2	Amortizační stupnice elektromobilů.....	38
4.3.3	Amortizační stupnice vozidel s hybridním pohonem	39
4.4	Způsob stanovení výchozí ceny.....	40
4.5	Způsob stanovení koeficientu prodejnosti.....	40
4.6	PODKLADY PRO OCEŇOVÁNÍ ELEKTROMOBILŮ A VOZIDEL S HYBRIDNÍM POHONEM	41
4.7	NAVRHOVANÁ ÚPRAVA ZNALECKÉHO STANDARDU Č. I/2005	41
5	APLIKACE NAVRŽENÉ METODIKY V PRAXI - OCENĚNÍ VYBRANÝCH TYPŮ ELEKTROMOBILŮ A VOZIDEL S HYBRIDNÍM POHONEM	42
5.1	Ocenění vozidla Toyota Prius	42
5.2	Ocenění vozidla LEXUS RX 450h.....	45
5.3	Ocenění vozidla Opel Ampera	48
5.4	Ocenění vozidla BMW i3	50
5.5	Ocenění vozidla Peugeot iOn	53
5.6	Ocenění vozidla TESLA MODEL S	56
5.7	Shrnutí výsledků	58
	ZÁVĚR.....	60
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	61
	SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ.....	63
	SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK	64
	PŘÍLOHY	65

ÚVOD

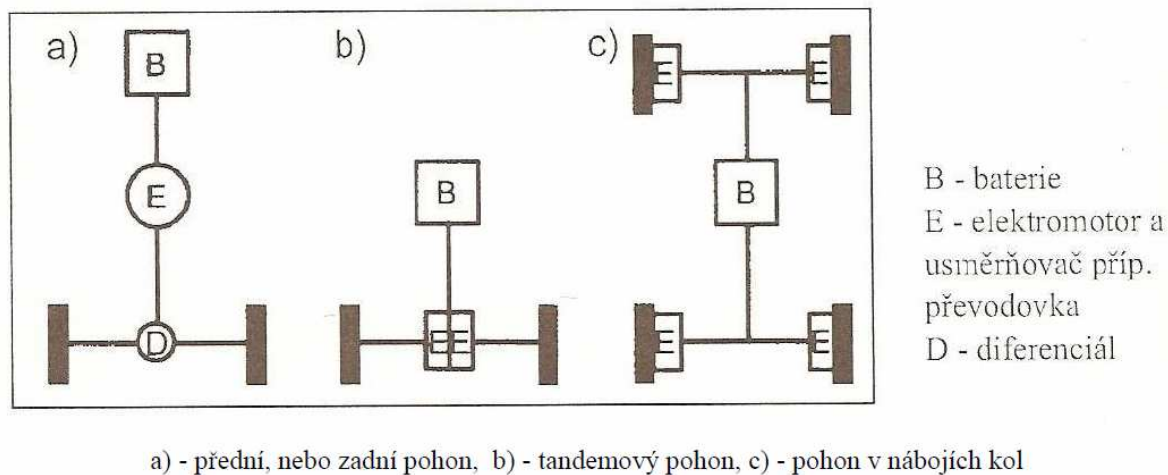
V současné době jsou všechna vozidla oceňována dle doporučené metodiky Znaleckým standardem č.1/2005. Elektromobily, hybridní vozidla a vozidla na alternativní pohony však mají odlišná konstrukční řešení od vozidel konvenčních a jejich oceňování by se proto mělo těmto odlišnostem přizpůsobit. V budoucnosti budou tyto typy vozidel nabývat stále více na významu. Z ekologického hlediska jsou výrobci vozidel nuceni snažit se o výrobu dopravních prostředků jejichž zátěž bude pro životní prostředí co možná nejmenší a energie jejich pohonu bude v nejlepším případě z obnovitelných zdrojů. Z tohoto důvodu vzniká v současné době mnoho nových modelů vozidel poháněných elektrickou energií nebo jiným alternativním pohonem. Jejich prodejnost má vzrůstající tendenci a jejich výrobní a pořizovací cena naopak tendenci klesající. Bohužel současný znalecký standard oceňování vozidel č.1/2005 tyto vozidla nezohledňuje a proto jsem se rozhodl zpracovat diplomovou práci, která navrhne postupy pro oceňování elektromobilů a vozidel s hybridním pohonem.

1 VYMEZENÍ POJMU ELEKTROMOBIL A VOZIDLO S HYBRIDNÍM POHONEM

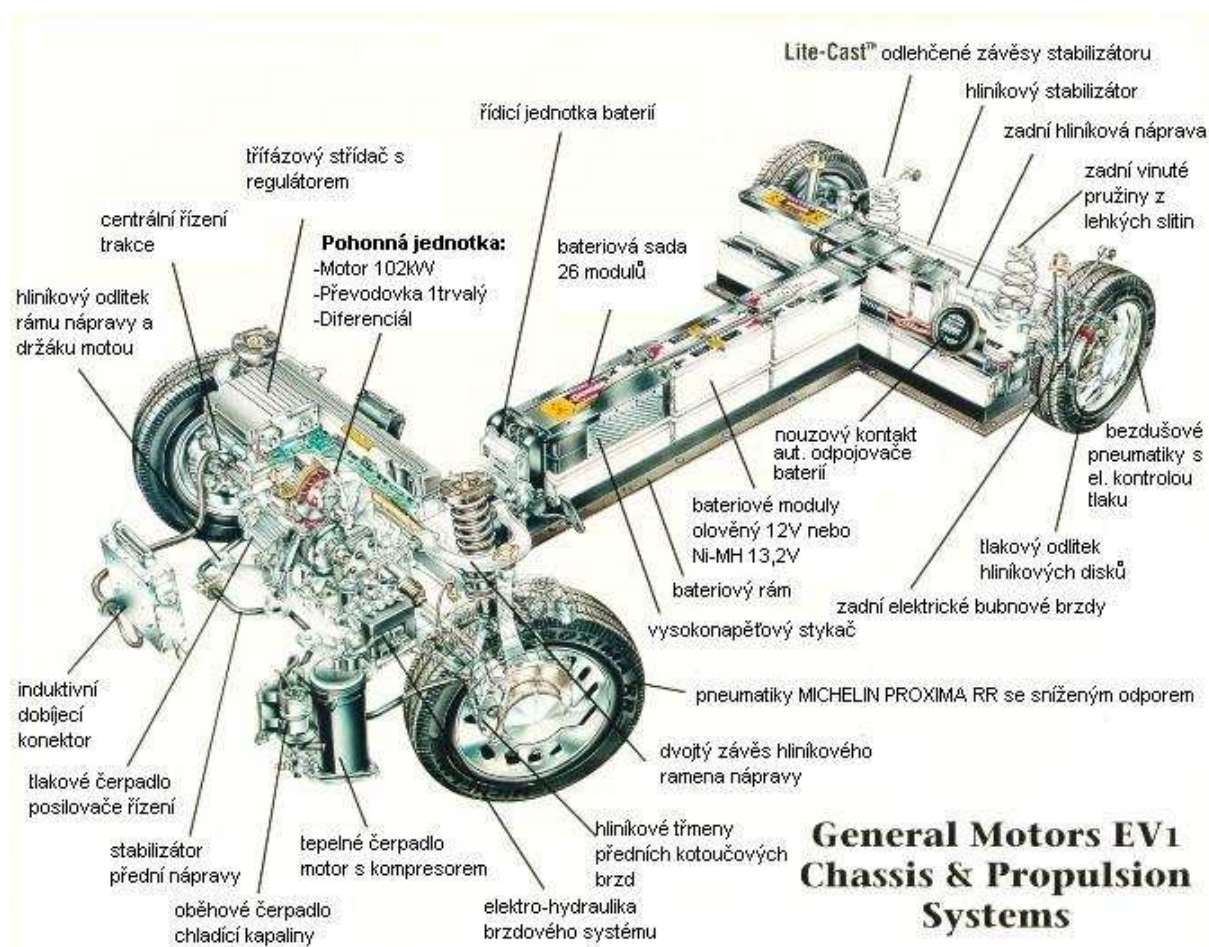
V následující kapitole si definujeme pojem elektromobil a vozidlo s hybridním pohonem, jejich dělení, jejich odlišnosti od konvenčního pohonu a specifika.

1.1 ELEKTROMOBIL

Elektromobilem rozumíme vozidlo poháněné výhradně elektrickou energií resp. elektromotorem. Ta je uložena v trakčních bateriích umístěných ve vozidle. "Hnací ústrojí elektromobilu je tvořeno, podobně jako u vozidla se spalovacím motorem, z motoru, převodovky, hnacích hřídelů a diferenciálu s rozvodovkou. Nejčastěji se používá přední nebo zadní pohon s centrálním elektromotorem. Alternativami jsou tandemové hnací systémy se dvěma elektromotory a pohony kol elektromotory umístěnými přímo v kolech." [1]



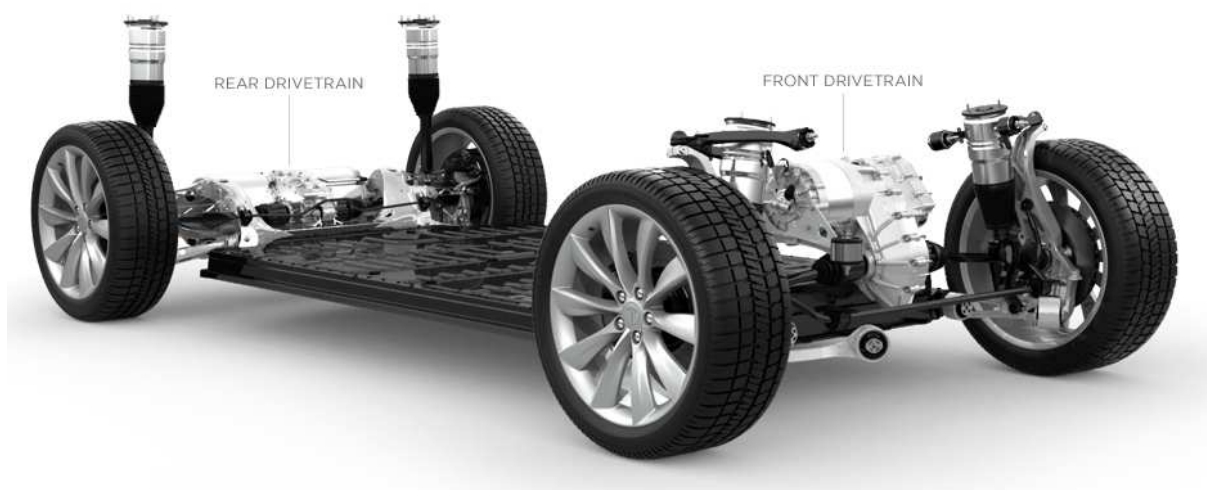
Obr. č. 1 - Uspořádání hnacího ústrojí elektromobilu [1]



Obr. č. 2 - Průhledové schéma rámu karoserie a podvozkových součástí [6]



Obr. č. 3 - Tesla Model S šasi včetně bateriového úložiště [7]



Obr. č. 4 - Tesla Model X šasi s pohonem 4x4 [8]

1.2 VOZIDLO S HYBRIDNÍM POHONEM

“Hybridní pohon je pohon vozidla s více než jedním poháněcím zdrojem. Účelné řešení je v kombinaci vždy dvou různých systémů pohonu 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 umožňuje dobré jízdní výkony a velké dojezdy. Pod označením “hybridní motor” se obvykle rozumějí spalovací motory kombinované s elektromotory. Elektromotor pracuje obousměrně jednak jako motor, kdy převádí elektrickou energii z baterie na energii mechanickou, a pak také jako generátor, kdy je mechanická energie transformována zpět na energii elektrickou, akumulovanou v baterii. Spalovacímu motoru menšího objemu je v případě potřeby, například při akceleraci, vypomáháno elektromotorem. V okamžiku, kdy vůz disponuje velkou kinetickou, setrvačnou, případně potenciální energií, která není v daný moment k užítku, a které se běžně zbavujeme brzděním, začíná pracovat elektromotor jako generátor, který brzdí vozidlo a zároveň dobíjí baterii. U běžných automobilů se tato energie odvádí bez užítku z brzd do okolí v podobě tepla. Hybridním pohonem se optimalizuje režim spalovacího motoru, který má při vyšší zátěži vyšší spotřebu a větší emise a zároveň se využívá běžně ztracená energie. Jednoduše řečeno, hybridní motor hospodaří s energií během jízdy.” [1]

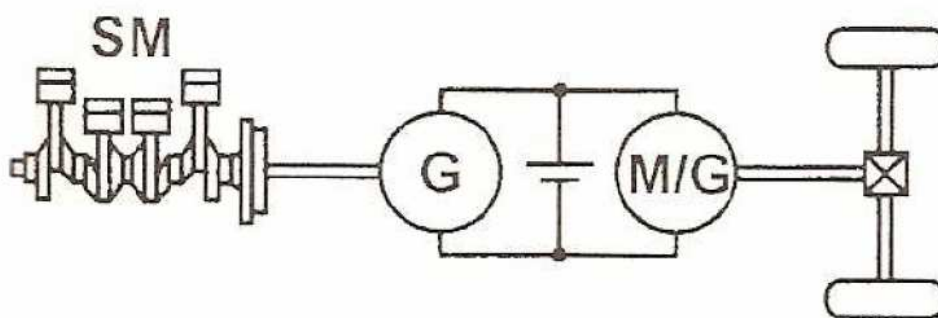
1.2.1 Uspořádání hybridních pohonů

Konstrukční řešení hybridních pohonů může být různé. Bez ohledu na jednotlivé odchylky můžeme hybridní pohon rozdělit na tři základní koncepce. Hlavním rozdílem těchto systémů je jejich uspořádání, které dělíme na sériové, paralelní nebo smíšené.

Sériové uspořádání

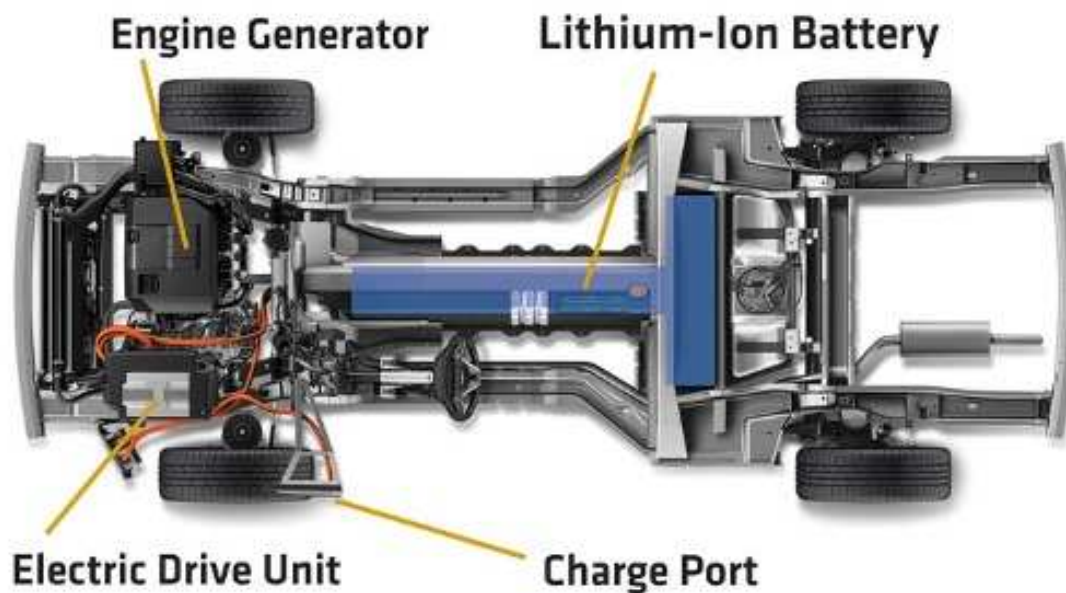
Jednotlivé komponenty systému jsou uspořádány vzájemně za sebou. Spalovací motor v tomto případě funguje v podstatě jako generátor elektrické energie a vozidlo je poháněno výhradně elektromotorem a má tak mnohem blíže ke klasickému elektromobilu. Mechanické spojení spalovacího motoru s poháněnými koly je možné pouze při konstantních otáčkách jen v optimálním režimu provozu. Spalovací motor může být provozován ve velmi úzkém rozsahu otáček, nebo dokonce jen při jedné otáčce. Motor tedy může být nastaven na optimální pracovní rozsah s nejvyšší účinností. Jestliže akumulátory nemohou pokrýt

momentální potřebu energie, je spalovací motor automaticky nastartován. Nevýhodou sériového uspořádání je vícenásobná přeměna energie. Vzhledem k účinnosti nabití akumulátoru je mechanická účinnost mezi spalovacím motorem a hnanou nápravou stěží větší než 55 %.[1]



SM – spalovací motor, G – generátor, M/G – motor-generátor

Obr. č. 5 - Sériové uspořádání hybridního pohonu [1]

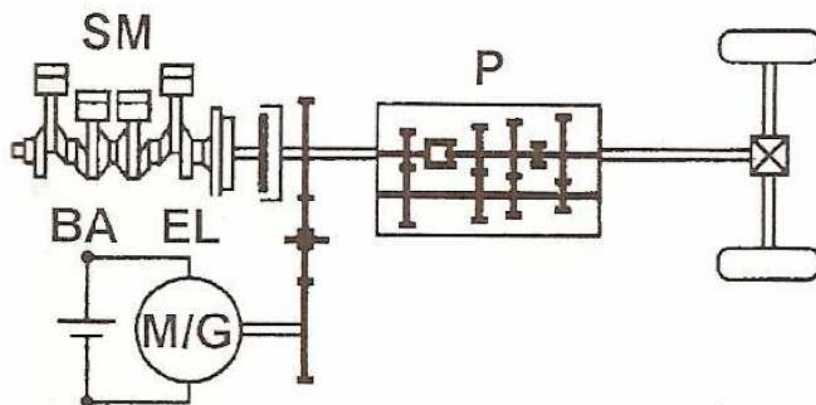


Obr. č. 6 - Uspořádání pohonu vozidla Opel Ampera [12]

Paralelní uspořádání

Při paralelním uspořádání jsou spalovací motor a elektromotor propojeny společnou převodovkou. Toto uspořádání umožňuje pohánět vozidlo buď pouze spalovacím motorem, nebo pouze elektromotorem, nebo oběma současně. Maximální otáčky elektromotoru odpovídají maximálním otáčkám spalovacího motoru. Při provozu na spalovací motor nedochází k žádnému rozdílu v účinnosti vůči konvenčnímu pohonu. Díky tomu může mít paralelní hybridní systém oproti sériovému stejného výkonu menší spalovací motor i elektromotor.

V kombinovaném provozu zůstává spalovací motor trvale zapnut, teprve při velkém zrychlení, např. při předjíždění, se zařadí elektromotor, čímž se zvýší krátkodobě požadovaný špičkový výkon. Tímto převýšením točivého momentu poskytuje paralelní hybrid výkonovou rezervu odpovídající výkonu velkoobsahového spalovacího motoru. Při nižších rychlostech a v městském provozu může být využíváno čistě elektrického pohonu, který odpovídá provozu běžného vozidla s konvenčním spalovacím motorem. Rovněž při tomto elektrickém provozu může být následným zapnutím spalovacího motoru zlepšena jízdní dynamika. [1]



SM – spalovací motor, P – převodovka, BA – akumulátor, EL - elektromotor M/G – motor-generátor

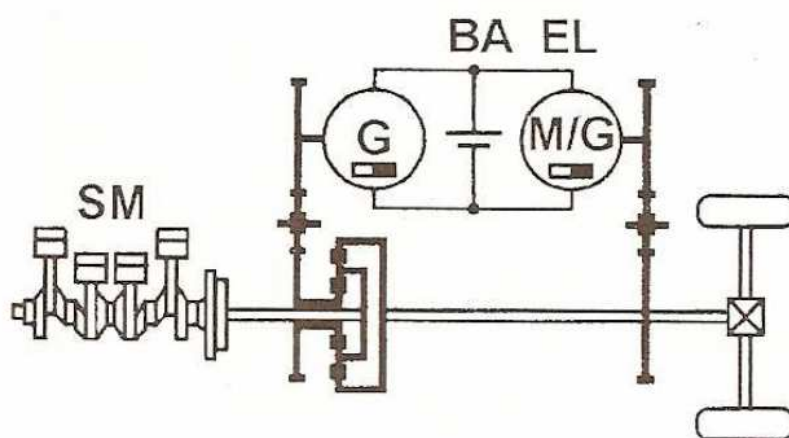
Obr. č. 7 - Paralelní uspořádání hybridního pohonu [1]

Smíšené uspořádání

Nevýhody paralelních a sériových hybridních systémů vedly k vývoji smíšeného hybridního systému. Jedná se v podstatě o kombinaci obou těchto systémů. Vozidlo je vybaveno jak spalovacím motorem, tak i elektromotorem a pohon kol může být řešen velmi

rozmanitě. Vozidlo může být poháněno čistě elektromotorem, nebo pouze spalovacím motorem, oběma současně, nebo může spalovací motor sloužit pouze jako generátor elektrické energie.

Konstrukční řešení mohou být taktéž velmi pestrá. Například to může být sériový hybrid s propojovací spojkou spalovacího motoru ke kolu. Pokud vede tok výkonu spalovacího motoru paralelně po různých cestách ke kolu, tak se hovoří o principu větvení výkonu. Větvení výkonu se přitom může dít mechanicky diferenciálem nebo elektricky. [1]



SM – spalovací motor, G - generátor, BA – akumulátor, EL - elektromotor M/G – motor-generátor

Obr. č. 8 - Smíšené uspořádání hybridního pohonu [1]



Obr. č. 9 - Toyota Yaris HSD [12]

1.2.2 Druhy hybridních vozidel

Dle možností použití hybridního pohonu můžeme vozidla s hybridním pohonem rozdělit do několika kategorií.

Mild hybrid

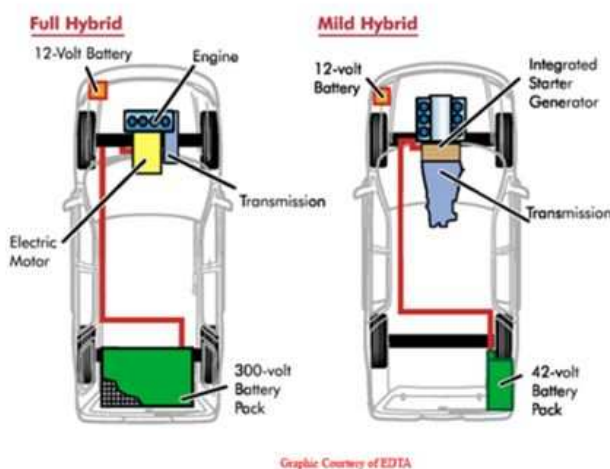
Vozidlo využívá k pohonu kol po celou dobu jízdy spalovací motor, zatímco elektromotor pouze ve vybraných situacích asistuje, např. při rozjíždění, zrychlování. Není však možné, aby hybrid byl poháněn samotnou elektřinou. Označení "mild hybrid" se často využívá pro konvenční vozidla s předimenzovanými startéry, které umožňují vypnout motor kdykoliv vozidlo např. brzdí či zastavuje a poté jej opět rychle uvést do provozu. Zároveň je díky startéru možná rekuperace energie. [9]

Full hybrid

Tímto názvem je označováno vozidlo, které je schopno pohybovat se prostřednictvím spalovacího motoru nebo čistě na elektrický pohon. Trakční baterie jsou však nabíjeny pouze pomocí rekuperace za jízdy nebo pomocí spalovacího motoru. [10]

Plug-in hybrid

Jako plug-in hybrid (někdy také PHEV - Plug-in Hybrid Electric Vehicle) je označováno vozidlo totožné konstrukce jako full hybrid. Rozdílem je však možnost externího nabíjení akumulátorů vozidla z jiného elektrického zdroje. Dále se tyto typy vozidel odlišují od full hybridů především větší kapacitou trakčních akumulátorů a s tím spojeným delším dojezdem na čistě elektrický pohon. [11]



Obr. č. 10 - Schéma mild hybrid a full hybrid pohonu [13]

2 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ ELEKTROMOBILŮ A VOZIDEL S HYBRIDNÍM POHONEM

V následující kapitole si popíšeme konstrukční odlišnosti elektromobilů a vozidel s hybridním pohonem od vozidel s pohonem pouze spalovacím motorem. Z výše uvedeného je zřejmé, že hlavní odlišností je pohon pomocí elektromotoru a energie pro jeho chod uložená v akumulátorech. Z tohoto důvodu je třeba si přiblížit podrobněji tyto důležité části, které ve vozidle pouze se spalovacím motorem nenajdeme.

2.1 ELEKTROMOTOR

Elektromotor je elektrický stroj, který slouží k přeměně elektrické energie na mechanickou práci. Převážná většina elektromotorů využívá silové účinky magnetického pole a fungují tedy jako točivé elektrické stroje. Může fungovat i obráceně a přeměňovat mechanickou práci na elektrickou energii. Takový motor se poté nazývá generátor. [5]

První fungující stejnosměrný elektrický motor s komutátorem předvedl veřejnosti britský fyzik a vynálezce William Sturgeon v roce 1832 a první asynchronní motor pracující na principu točivého magnetického pole vynalezl a zkonstruoval americký elektrotechnik srbského původu Nikola Tesla, který si nechal roku 1888 patentovat celý střídavý systém (budič, generátor, motor a transformátor). [5]

2.1.1 Druhy elektromotorů

Stejnoseměrné elektromotory

- **Stejnoseměrný motor se sériovým buzením** - Motor má budící cívku zapojenou do série s vinutím kotvy. Zatěžovací proud je současně proudem budícím. Tento motor má nejjednodušší regulaci. Jeho napětí je úměrné požadované hodnotě proudu tak, že regulátor výkonu (tyristor nebo tranzistor) řídí napětí akumulátoru v proměnném spínání nebo proměnné frekvenci. Charakteristika je velmi měkká, ale při odlehčení vzrostou otáčky natolik, že hrozí poškození elektromotoru. Proto nikdy nesmí pracovat bez zatěžovacího momentu na hřídeli. Vzhledem k tomu, že je schopen rozbíhat velké setrvačné hmoty a otáčky se samočinně přizpůsobují zatížení je vhodný pro elektromobily, [1] [5]

- **Stejnoseměrný motor s cizím buzením** - Budící vinutí je napájeno z cizího zdroje. Reguluje se napětí rotoru a budícího proudu. Tento elektromotor má tvrdou momentovou charakteristiku. Snadno lze měnit směr otáčení a jednodušší je rekuperační brzdění. Výhodou je snadná a plynulá regulace v širokém rozsahu a tahové charakteristiky. Má však nižší záběrový moment. Při vysokém napětí mohou být proudy na motoru a spojovacím vedení nižší, což přináší mimo jiné výhody i ve snižování hmotnosti, menším objemu a v nižších výrobních nákladech. Nevýhodou jsou vysoké náklady na izolaci i na akumulátor. Motory jsou silně přetížitelné. Pro trvalý výkon po dobu 1 hodiny je přetížitelnost 20 % nad trvalým výkonem. Krátkodobě při rozjezdu je přetížitelnost až 100 %. Hraniční otáčky jsou omezeny asi na otáčky 7000 min^{-1} . Všeobecně je tedy zapotřebí víceúrovňová převodovka, [1]
- **Stejnoseměrný motor s derivačním buzením** - Obvod kotvy i budícího vinutí je připojen ke zdroji paralelně přes samostatné regulační prvky. Lze je snadno a plynule regulovat, ale v menším rozsahu než stejnosměrný elektromotor s cizím buzením. Mají tvrdou momentovou charakteristiku a jednoduše se brzdí, [1]
- **Stejnoseměrný motor se smíšeným buzením (kompaktní)** - Tento motor tvoří přechod mezi sériovým a derivačním elektromotorem a vyznačuje se tím, že má na budících pólech dvojí druh buzení podle toho, které buzení převládá. Jedno budící vinutí je zapojeno v sérii a druhé paralelně ke kotvě. Sériové vinutí je zapojeno magneticky souhlasně s derivačním vinutím a při zatížení motoru způsobuje snížení otáček a zvětšení momentu. Derivační vinutí naopak omezuje otáčky na prázdko. [1]

[5]

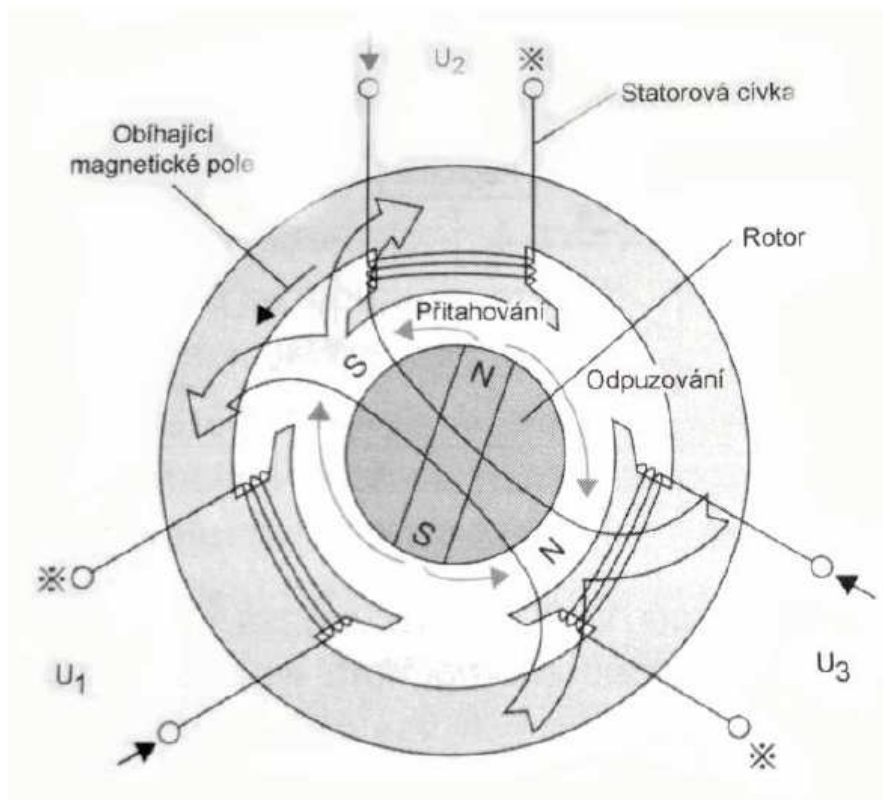
Stejnoseměrné elektromotory se vyznačují jednodušší regulací a příznivější momentovou charakteristikou oproti střídavým elektromotorům. Mají však nižší výkon a energetickou účinnost, náročnější údržbu a jsou dražší. [1]

Střídavé elektromotory

- **Asynchronní motor** - Asynchronní motory jsou díky své jednoduché konstrukci, levné výrobě, malým požadavkům na údržbu, robustnosti a silné přetížitelnosti v současné době nejrozšířenějším druhem motorů. Podstatná výhoda třífázového asynchronního motoru je v tom, že odpadá vinutí kotvy a kolektor, čímž lze dosáhnout až $20\,000 \text{ ot.min}^{-1}$. Oproti stejnosměrnému motoru je asynchronní motor při stejném výkonu podstatně menší a lehčí, proto lze počítat s výkonovou hmotností asi 1 kg/kW . Jistá

nevýhoda spočívá v nákladech na elektronickou regulaci. Stejnosměrný proud akumulátoru je nutno přeměnit na střídavý. K regulaci tahové síly a otáček motoru musí být proměnná frekvence i napětí. Zpětné získání energie při brzdění je možno realizovat s vysokou účinností. Pohon silového pole vede k velmi dobrému využití instalovaného výkonu v celé hnací charakteristice vozidla, [1] [5]

- **Synchronní elektromotor s permanentním buzením** - Tato varianta pohonu umožňuje velmi malý zastavěný objem motoru. Magnetické pole vybuzené permanentními magnety je bezdrátové. To vede k vysoké účinnosti. U tohoto motoru není pohon zeslabením pole možný. Proto musí být použito vícenásobného regulátoru výkonu akumulátoru nebo víceúrovňové převodovky. Stejného rozsahu otáček jako u asynchronních motorů nelze dosáhnout, proto vyžaduje hospodárny provoz nejméně dvoustupňový převod. [1]
- **Synchronní motor s permanentním magnetem (Magnetický elektromotor)** - V současné době jeden z nejpoužívanějších druhů elektromotoru v elektromobilech a vozidlech s hybridním pohonem. Tento motor má vynikající elektrické parametry při malé hmotnosti a stavebních rozměrech. Motor náleží ke skupině elektronické komutace synchronních motorů s permanentním buzením. [1]



Obr. č. 11 - Synchronní motor s permanentním buzením [2]

2.1.2 Usměrňovač

Usměrňovače v elektromobilech mají za úkol napájet hnací elektromotor z trakční baterie, řídit tento motor podle jízdního přání a umožňovat zpětné napájení brzdové energie do baterie. Kromě toho musí usměrňovač zohledňovat provozní meze, které jsou dány omezeným napětím baterie a maximálním proudem baterie, stavem trakce brzdového regulačního systému a teploty elektromotoru a usměrňovače. Podle typu elektromotoru se používají různé usměrňovače. [1]

2.2 AKUMULÁTORY

"Elektrické akumulátory jsou chemické zdroje elektrické energie, které jsou v průběhu nabíjení schopné přijímat elektrickou energii z vnějšího zdroje a ukládat ji (akumulovat) ve svých elektrodách jako energii chemickou (změnou chemického složení elektrochemicky aktivních složek elektrod). Při vybíjení dodává akumulátor elektrickou energii do spotřebiče, při tom se mění chemické složení aktivních složek elektrod, chemická energie v nich akumulovaná se mění na energii elektrickou. Hlavními funkčními částmi elektrických akumulátorů jsou kladná a záporná elektroda, elektrolytový systém tvořený elektrolytem a separátory a obal akumulátoru včetně proudových vývodů elektrod." [14]

Akumulátory používané pro pohon elektromobilů a vozidel s hybridním pohonem se nazývají trakční. U těchto akumulátorů jsou důležité především následující parametry:

- **Měrná energie [W. h. kg⁻¹]** - podle dojezdu lze spočítat potřebné energie a z té následně požadovaná hmotnost akumulátorů. Nejvhodnější je samozřejmě použít akumulátory s nejvyšší hodnotou měrné energie. Tato veličina je však velkým nedostatkem elektromobilů. Měrná energie vyjádřená ve vztahu k objemu [W. h. dm⁻³] informuje o prostorové náročnosti akumulátorů,
- **Měrný výkon [W. kg⁻¹]** - ovlivňuje maximální rychlost a zrychlení vozu. Velikost hodnoty měrného výkonu určitých akumulátorů plně nahrazuje měrný výkon spalovacího motoru,
- **Nabíjecí doba [h]** - pohybuje se v rozmezí několika hodin, dle druhu akumulátoru. Nabíjení metodou Minit Charger lze dobu nabíjení výrazně zkrátit. Princip činnosti spočívá v tom, že akumulátor je nabíjen vysokým proudem v krátkých pulsech. Když je akumulátor nabit na cca 80%, klesá nabíjecí proud, neboť nabíjení zbylých 20% kapacity akumulátoru trvá déle. Výhodou je delší životnost akumulátorů,

- **Životnost** - závisí na způsobu nabíjení a vybíjení, údržbě, apod. Určuje počet kilometrů, které vůz překoná s použitím jedné sady akumulátorů,
- **Cena** - jedna z důležitých vlastností akumulátorů. Je však úzce spjata s ostatními parametry,
- **Údržba** - správně a pravidelně prováděná údržba značně prodlužuje životnost akumulátorů
- **Recyklace** - důležitý proces na konci životnosti akumulátorů, které obsahují látky škodící okolnímu prostředí. [1]

2.2.1 Druhy akumulátorů

Druhů akumulátorů a jejich chemického složení je velké množství a stále se tvoří nové. Rozhodl jsem se proto uvést zde pouze ty druhy, které jsou v současné době nejpoužívanějšími na poli pohonu elektromobilů a vozidel s hybridním pohonem.

Olověný akumulátor

Jeho charakteristika je zde uvedena spíše ze srovnávacího hlediska, neboť v dnešní době se v podstatě v podobě trakčních baterií nepoužívá. Činnou hmotu na kladné elektrodě tvoří oxid olovičitý a porézní olovo na záporné elektrodě. Elektrolytem je kyselina sírová a voda. Tento roztok může být z technických důvodů nasáknutý do vaty ze skelných vláken nebo ztužený do formy gelu. Novější typ sériově vyráběného olověného akumulátoru je založen na principu technologie spirálových článků. Při poklesu teploty je nutno počítat s poklesem kapacity a tím i dojezdu. Dosavadní zkoušky prokázaly životnost olověných akumulátorů ve vozidle asi 4 roky nebo 500 - 800 cyklů nabíjení a vybíjení. Při použití akumulátoru jako startovacího zdroje energie je životnost až 8 let nebo 1500 cyklů. Tento rozdíl je způsoben vyšším zatížením při pohonu vozidla. U vozidla je střední doba nabíjení 2 hodiny a u startovacích akumulátorů obvykle 7 až 8 hodin.

Prakticky jedinou výhodou je nižší cena oproti jiným typům akumulátorů. Nevýhodou je pokles kapacity při nízkých teplotách a při vzrůstu vybíjecích proudů, nízká měrná energie a výkon, velká citlivost na vybíjecí a nabíjecí režim. Nevýhodou je taktéž toxicita akumulátoru a s tím spojená nutnost ekologické likvidace. [1] [15]

NiCd akumulátor

Nikl-kadmiový akumulátor je druhem galvanického článku. Jedná se o plně recyklovatelné a bezúdržbové akumulátory. Výhodou je velká životnost, 10 let nebo 2000

cyklů a odolnost vůči vybití. Tyto akumulátory nemají tak výraznou závislost kapacity na teplotě a vybíjecím proudem, jako olověné akumulátory. Jejich nevýhodou je rychlé samovybití a tzv. paměťový efekt. Označuje se jím stav, kdy baterie postupně ztrácí svoji maximální kapacitu, je-li opakovaně nabíjena jen po částečném vybití. Problémem může být také jedovatost kadmia a s tím spojená nutnost ekologického zpracování. [1] [16]

NiMH akumulátor

Nikl-metal hydridový akumulátor má mnoho společných znaků jako nikl - kadmiový akumulátor. Materiálem záporné elektrody je však slitina lanthanu, kobaltu, hliníku a manganu, která při nabíjení vytváří metalhydrid a nahradila škodlivé kadmium. NiMH akumulátory jsou tak ekologické a dosahují přibližně dvojnásobné až trojnásobné kapacity oproti NiCd akumulátorům. Výhodou je udržení garantovaného napětí téměř až do úplného vybití. Jsou však dražší a citlivější na nabíjecí a vybíjecí režim. Životnost je poloviční proti NiCd akumulátorům. [1] [17]

Li-Ion akumulátor

Lithium-ion akumulátor se vyznačuje vysokou energetickou hustotou. Má vynikající poměr energie/hmotnost, žádný paměťový efekt a pomalé samovybití. Nevýhodou je vysoká cena, rychlé stárnutí při vyšších teplotách a možnost exploze při špatném zacházení. Naproti tomu druhů Li-Ion baterií je také mnoho druhů a liší se obvykle materiálem použitým na katodě např. LiMn_2O_4 (Nissan Leaf, Chevrolet Volt) nebo LiNiCoAlO_2 (Tesla Model S). [1] [18] [19]

LiFePO₄ akumulátor

Jedná se o další verzi lithium-iontových akumulátorů postavené na lithium železo fosfátu. Mezi hlavní přednosti patří především schopnost dodat vyšší proud, dobrá teplotní stabilita, dobrý elektrochemický výkon a vysoká kapacita. Nevýhodou je nižší napětí a nižší hustota energie. [20]

2.3 HYBRIDNÍ POHON VOZIDEL

Výše uvedené konstrukční prvky, které nalezneme v elektromobilech jsou zastoupeny i u vozidel s hybridním pohonem. Hlavním konstrukčním rozdílem je však především velikost a kapacita trakčních akumulátorů, výkon elektromotoru a přítomnost spalovacího motoru, který je stále za určitých okolností schopen přímo pohánět kola vozidla.

Pokud je ve vozidle přítomen spalovací motor, který ovšem není přes převodovku spojen s koly vozidla, ale funguje pouze jako generátor elektrické energie pro akumulátor popř. pro pohon elektromotoru, pak takové vozidlo nazýváme E-REV (Extended-range electric vehicle / vozidlo s prodlouženým dojezdem). Fakticky se jedná o elektromobil, který si s sebou "veze" elektrogenerátor v podobě spalovacího motoru. Ten ovšem nemůže za žádných okolností pohánět kola vozidla (např. BMW i3 s REX). [21]

Životnost trakčních akumulátorů je výrobcí stanovena na celou dobu životnosti vozidla (uváděno 20 let a 400.000 km) bez nutnosti výměny. Ve starších typech vozidel s hybridním pohonem je dojezd čistě na elektrický pohon v řádech jednotek kilometrů a zároveň je omezena maximální možná rychlost při pohonu čistě elektrickým pohonem, pokud jej vozidlo dané konstrukce umožňuje (Toyota Prius II). U novějších typů vozidel se dojezd pouze na elektrický pohon řádově zvyšuje ruku v ruce se zvyšující se kapacitou trakčních akumulátorů a zároveň není omezena maximální možná rychlost vozidla (Opel Ampera).

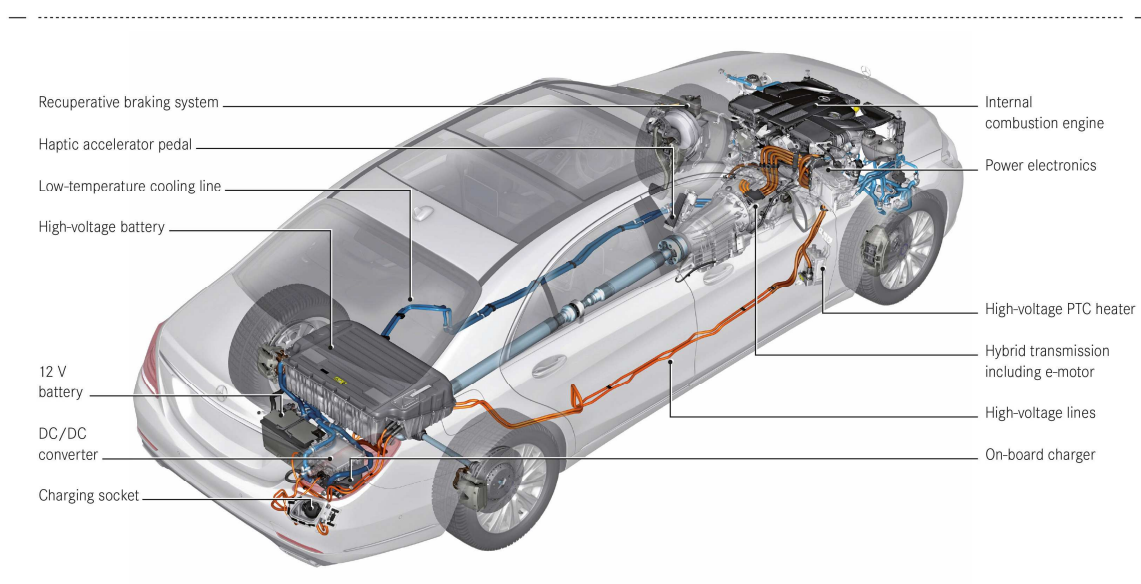
2.4 POROVNÁNÍ S KONSTRUKCÍ VOZIDEL SE SPALOVACÍM MOTOREM

2.4.1 Vozidla s hybridním pohonem

Jak již bylo uvedeno výše, u vozidel s hybridním pohonem jakéhokoliv uspořádání a druhu jsou zastoupeny všechny komponenty, které najdeme jak u elektromobilů, tak u vozidel se spalovacím motorem. Pokud jde o spalovací motor, většinou se jedná o zážehový motor, v některých případech i o vznětový. Koncepty a konstrukcí se nijak zásadně neliší od tradičních spalovacích motorů. Největším konstrukčním rozdílem je absence standardního startéru. Vozidlo s hybridním pohonem se spustí pouze elektronicky do režimu "ready". Po rozjezdu na elektrický pohon nebo pokud je potřeba, nastartuje elektromotor automaticky, pomocí převodovky, motor spalovací.

U vozidel s hybridním pohonem však kromě spalovacího motoru a převodovky najdeme taktéž elektromotor, trakční akumulátory, usměrňovač a elektroinstalaci nezbytnou pro řízení těchto systémů. Trakční akumulátory bývají umístěny v podlaze karoserie, za zadními sedáčkami nebo v kufru vozidla.

▲ Mercedes-Benz S 500 PLUG-IN HYBRID



Obr. č. 12 - Schéma komponentů vozidla Mercedes-Benz S 500 PLUG-IN HYBRID s pohonem zadní nápravy [22]

2.4.2 Elektromobily

Zatímco o vozidlech s hybridním pohonem by se dalo říci, že proti klasické konstrukci vozidel obsahují něco navíc, u elektromobilů je tomu právě naopak. Ve srovnání s konvenčním vozidlem se spalovacím motorem zde kompletně chybí onen spalovací motor včetně mazací, palivové a chladicí soustavy, zapalování, výfukového systému, případného přeplňování apod. Chybí spojka a rovněž převodovka je značně kompaktnější a zjednodušená, jelikož drtivá většina elektromobilů má převodovku jednostupňovou se stálým převodem.

Elektromobil je díky své konstrukci poměrně jednoduchým strojem. Pro pohon v něm najdeme elektromotor, převodovku, usměrňovač a trakční akumulátory. Akumulátory se při nabíjení hodně zahřívají, proto je nutné zabudované chlazení akumulátorů, aby nedošlo k

jejich poškození. Pro komfort řízení je vybaven elektrickým posilovačem řízení a systémem pro vyhřívání a klimatizaci kabiny cestujících.

Protože elektromobil postrádá spoustu komponentů oproti konvenčním vozidlům, mohlo by se zdát, že má znatelně nižší provozní hmotnost. Bohužel systém trakčních akumulátorů je v současné době velmi náročnou součástí jak hmotnostně, tak prostorově a proto není mezi konvenčními vozidly a elektromobily, co se týče provozní hmotnosti příliš velký rozdíl. U většiny elektromobilů jsou akumulátory umístěny v podlaze vozidla mezi nápravami a jsou významným prvkem ovlivňujícím těžiště vozu a tím jeho jízdní vlastnosti.

3 SOUČASNÉ METODY OCEŇOVÁNÍ VOZIDEL

V této části bych rád v krátkosti vysvětlil pojem oceňování a shrnul současné postupy při oceňování vozidel.

Legislativním základem pro oceňování jsou zákon č.526/1990 Sb., o cenách, a vyhlášku č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku. Společně jsou tyto předpisy označovány jako tzv. cenové právo.

Z těchto právních předpisů vyplívá, že oceňování majetku a služeb se provádí stanovením směnné hodnoty, která je vyjádřena cenou obvyklou. Pro pojmy cena a hodnota užíváme různé definice a chápeme je odlišně. *"Při oceňování pojem cena vztahujeme k požadované, nabízené nebo skutečně zaplacené částce za zboží nebo službu. Pojem hodnota je při oceňování používán pro peněžitou částku, která je s ohledem na vymezený zájem o objekt (účelově) přiřazena oceňovanému objektu na základě kvantifikace užitku, stanoveného z pohledu konkrétně vymezeného subjektu (státu, zástavního věřitele apod.) nebo skupiny subjektů (vlastníka a potenciálních vlastníků - kupujících apod.)"* [3]

Hodnota jednotlivých vozidel se však velmi liší v závislosti na druhu vozidla, jeho stáří, opotřebení a výbavě. Pro stanovení hodnoty za těchto rozdílných parametrů slouží Znalecký standard č. I/2005. [3]

3.1 ZNALECKÝ STANDARD Č. I/2005

V současnosti se pro oceňování vozidel používá Znalecký standard č. I/2005 (dále jen standard). Jeho autory jsou Ing. Pavel Krejčíř a prof. Ing. Albert Bradáč, DrSc.

Tento standard vznikl v 80. letech 20. století, v době, kdy problematika oceňování i řešení výše majetkové újmy nebyla jednotná. Jeho hlavním významem je standardizace požadavků na úplnost znaleckého posudku a relevantních oceňovacích a dalších principů. V roce 1990 byl standard schválen Ministerstvem spravedlnosti ČSR jako závazný pokyn pro znalce. V roce 1994 došlo ke změně amortizačních stupnic a byla provedena změna 1. části standardu, týkající se oceňování motorových vozidel. Tato novela již nebyla ministerstvem schválena a k 1. 1. 1995 byla obdobně jako u jiných podzákonných norem zrušena jeho závaznost. V roce 2004 byla provedena novela 2. části standardu, týkající se způsobu stanovení výše majetkové újmy způsobené poškozením vozidla. Novela byla vydána v prosinci roku 2004 pod označením Znalecký standard č. 1/2005. V současné době je tedy

používání standardu nepovinné. Je však vhodné jej použít z důvodů zajištění úplnosti posudku, terminologické ujasněnosti i dodržení obecně uznávaných zásad pro oceňování i stanovení výše majetkové újmy.

Standard je složen ze 3 částí a 4 příloh. Tři vzájemně se doplňující části jsou tvořeny

- pojmy v oceňování motorových vozidel,
- oceňování motorových a přípojných vozidel
- stanovení výše majetkové újmy, způsobené poškozením vozidla.

V přílohách pak najdeme

- amortizační stupnici,
- rozdělení vozidel na skupiny,
- doporučenou osnovu znaleckého posudku o ceně motorového vozidla
- doporučené osnovy znaleckých posudků o výši majetkové újmy, způsobené poškozením motorového vozidla.

3.2 PRINCIP OCEŇOVÁNÍ VOZIDEL DLE STANDARDU

Standard dělí vozidla na motorová (nekolejové vozidlo poháněné vlastním motorem) a přípojná (nemotorové vozidlo určené k tažení jiným vozidlem).

Vozidla dále dělí na skupiny vozidla, které definuje jako konstrukčně a montážně kompaktní celky např. motor včetně spojky a příslušenství, skříň karoserie apod. Každá tato skupina tvoří poměrnou hodnotovou část vozidla vůči celkové hodnotě vozidla. Toto rozdělení nalezneme v příloze č.2. Z toho dělení jsou vyjmuty pneumatiky a mimořádná výbava vozidla. Ta zahrnuje veškerou výbavu, která není zahrnuta ve výchozí ceně vozidla. Obě tyto položky se oceňují zvlášť. Cílem je poté stanovit obvyklou cenu vozidla, která vyjadřuje jeho tržní hodnotu k datu určenému v zadání posudku.

Samotný postup při oceňování vozidla je poté následující.

3.2.1 Prohlídka vozidla

Skládá se z identifikace, při které se provádí porovnání údajů v dokumentaci k vozidlu s údaji na vozidle, prohlídky jednotlivých skupin vozidla a hodnocení jejich technického stavu a zkušební jízdy pokud je to možné.

Pokud je možnost prohlídky jakkoli omezená, ať už z důvodu provozuschopnosti vozidla, nebo nemožnosti prohlídku provést (např. odcizené vozidlo), je nutno vycházet ze

všech možných dostupných písemných dokladů o stavu vozidla. Tyto je pak nutno přesně uvést do nálezu znaleckého posudku. S omezením prohlídky či dostupnosti podkladů se zároveň snižuje přesnost ocenění vozidla. To je v takovém případě pouze přibližné.

3.2.2 Stanovení redukované technické hodnoty vozidla

Z dostupných podkladů vozidla se stanoví jeho základní amortizace na základě doby provozu vozidla a počtu ujetých kilometrů. K tomu se použijí amortizační stupnice. Ty však platí zejména pro vozidla, jejichž stáří nepřesahuje 25 let. Pro vozidla starší jsou použity v upravené podobě a individuálně.

Dále se stanoví technický stav skupiny při prohlídce. Zde je zohledňováno opotřebení jednotlivých skupin a zda je úměrné základní amortizaci vozidla. Poté je stanoven poměrný díl skupiny. Zde vycházíme z tabulek v příloze č.2 popř. z vlastního výpočtu, jehož postup je ve standardu uveden. Součinem technického stavu skupiny s poměrným dílem skupiny dostaneme poměrnou technickou hodnotu skupiny a jejich následným součtem získáme redukovanou technickou hodnotu vozidla.

3.2.3 Stanovení časové ceny vozidla

Cena časová vozidla se stanoví součinem ceny redukované (výchozí cena vozidla bez ceny pneumatik prvomontáže) a redukované technické hodnoty vozidla. Pro vyjádření v procentech děleno 100. K výsledku ještě připočteme časovou cenu pneumatik popř. časovou cenu mimořádné výbavy, pokud je jí vozidlo vybaveno. Jako výchozí cenu vozidla použijeme prodejní cenu nového vozidla k datu ocenění pokud je stále na trhu. Pokud se dané vozidlo již nevyrábí použijeme cenu obdobného nového vozidla, které je srovnatelné.

3.3 SPECIFIKA OCEŇOVÁNÍ VOZIDEL S HYBRIDNÍM POHONEM

Vozidla s hybridním pohonem se na první pohled příliš neliší od vozidel klasické koncepce se spalovacím motorem. V hybridním vozidle se však proti vozidlu se spalovacím motorem nachází navíc elektromotor, který taktéž může pohánět vozidlo, upravená převodovka, která umožňuje start spalovacího motoru a přenos sil na kola jak z motoru spalovacího, tak elektromotoru, řídicí jednotka pro kontrolu a řízení elektrického pohonu vozidla a trakční akumulátor. Nicméně tyto konstrukční odlišnosti současná metodika oceňování nezohledňuje.

Cena těchto komponentů, které jsou ve vozidle "navíc" je zohledněna ve vyšší pořizovací ceně vozidla. Elektromotor a komponenty pro jeho řízení jsou v podstatě součástí motoru a jsou umístěny v motorovém prostoru. Trakční baterie se ve většině dnešních hybridních vozidel nacházejí v prostoru za zadními sedáčkami, popř. v zavazadlovém prostoru nebo v podlaze vozidla mezi nápravami. Elektromotor včetně všech příslušenství stárne a opotřebovává se stejně jako všechny ostatní části hnacího ústrojí vozidla. Trakční baterie jsou navrženy na celou životnost vozidla bez nutnosti výměny. Zpravidla na 20 let.

3.4 SPECIFIKA OCEŇOVÁNÍ ELEKTROMOBILŮ

Konstrukční odlišnost elektromobilu od vozidla se spalovacím motorem je značná. Nejdůležitějším vstupním faktorem je trakční akumulátor, který tvoří značnou část vozidla, ať už z hlediska konstrukčního, tak i z hlediska cenového. Dále je nutno zohlednit chybějící komponenty jako je kompletní spalovací motor, výfukový systém, převodovka včetně spojky apod. Oproti tomu v elektromobilu nalezneme jiné konstrukční celky, které u konvenčních vozidel nejsou třeba např. elektromotor, usměrňovač nebo systém chlazení trakčního akumulátoru. Všechny tyto odlišnosti současný standard nereflektuje a nahlíží na elektromobily z pohledu oceňování jako na vozidla se spalovacím motorem.

4 NÁVRH METODIKY PRO OCEŇOVÁNÍ ELEKTROMOBILŮ A VOZIDEL S HYBRIDNÍM POHONEM

V následující části se budu zabývat návrhem úpravy používání Znaleckého standardu č. I/2005 při oceňování elektromobilů a vozidel s hybridním pohonem. Vzhledem ke konstrukčním odlišnostem těchto vozidel se bude jednat především o návrh úpravy rozdělení těchto typů vozidel na jednotlivé konstrukční skupiny a případnou úpravu amortizační stupnice pro tento druh vozidel.

4.1 ROZDĚLĚNÍ VOZIDEL S HYBRIDNÍM POHONEM NA SKUPINY

Pro účely rozdělení vozidla na skupiny jsem vycházel především z konstrukčního řešení vozidel značky Toyota, protože mají dlouholeté zkušenosti s výrobou vozidel s hybridním pohonem a v jejich nabídce je zastoupeno velké množství modelů s takovým pohonem. Konstrukční řešení hybridního pohonu jiných automobilek je obdobné a liší se pouze v detailech, které je možné pro účely oceňování zanedbat.

Při rozdělení na skupiny jsem zohlednil několik konstrukčních odlišností od vozidel se spalovacím motorem.

- Elektromotor je součástí převodovky a je nutné je považovat za konstrukční celek. Dle dostupných údajů elektromotor nelze objednat jako samostatný náhradní díl.
- Trakční akumulátor jsem zavedl jako samostatnou skupinu.
- Invertor (měnič převádějící stejnosměrný proud z akumulátorů na střídavý proud pro elektromotor), který je umístěn v motorovém prostoru, jsem zahrnul do skupiny motor.
- U novějších typů vozidel, především u Plug-in hybridů, které obsahují výkonnější zabudované nabíjecí stanice, je možno je zahrnout do skupiny výbava karoserie. Zároveň je u těchto typů vozidel nutné zohlednit větší kapacitu trakčních akumulátorů a jejich vliv na pořizovací cenu vozidla.

- U vozidel s pohonem všech kol je zadní náprava poháněna samostatným elektromotorem. Toto konstrukční řešení je zohledněno ve skupině zadní náprava.

Hodnoty v procentech

Standard I/2005												
Druh motoru	zážehový čtyřdobý						vznětový čtyřdobý					
	motor vpředu,zadní pohon		motor vzadu, zadní pohon		motor vpředu, přední pohon		motor vpředu,zadní pohon		Motor vzadu, zadní pohon		Motor vpředu, přední pohon	
motor + spojka	20		20		20		25		25		25	
převodovka	7		15		10		7		15		10	
rozvodovka (hnací hřídel)	8						8					
zadní náprava												
přední náprava + mech.řízení	10		10		11		10		10		11	
rám	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0
skříň karoserie	23	25	23	25	23	25	21	23	21	23	21	23
výbava karoserie	30		30		30		27		27		27	

Tabulka. č. 1 - Rozdělení vozidla bez pneumatik na skupiny - osobní automobily - pohon jedné nápravy

[4]

Hodnoty v procentech

Návrh pro hybridní pohon												
Druh motoru	zážehový čtyřdobý						vznětový čtyřdobý					
	motor vpředu,zadní pohon		motor vzadu, zadní pohon		motor vpředu, přední pohon		motor vpředu,zadní pohon		motor vzadu, zadní pohon		motor vpředu, přední pohon	
motor + spojka	17		17		17		22		22		22	
převodovka	12		20		15		10		18		15	
rozvodovka (hnací hřídel)	8						8					
zadní náprava												
přední náprava + mech.řízení	8		8		9		8		8		9	
trakční akumulátor	7		7		7		7		7		7	
rám	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0
skříň karoserie	21	23	21	23	21	23	20	22	20	22	20	22
výbava karoserie	25		25		25		23		23		23	

Tabulka. č. 2 - Návrh rozdělení vozidla bez pneumatik na skupiny - osobní automobily - hybridní pohon - pohon jedné nápravy [Zdroj: vlastní zpracování autora]

Hodnoty v procentech

Druh motoru	Standard I/2005				Návrh pro hybridní pohon			
	zážehový motor		vznětový motor		zážehový motor		vznětový motor	
motor + spojka	19		24		16		20	
převodovka + rozvodovka	7		7		10		10	
zadní náprava + rozvodovka + hnací hřídel	8		8		11		11	
přední náprava + mech. řízení + rozvodovka + hnací hřídel	13		13		10		10	
trakční akumulátor	0		0		7		7	
rám	2	0	2	0	2	0	2	0
skříň karoserie	22	24	20	22	20	22	18	20
výbava karoserie	29		26		24		22	

Tabulka. č. 3 - Návrh rozdělení vozidla bez pneumatik na skupiny - osobní automobily - hybridní pohon
- pohon 4 kol [Zdroj: vlastní zpracování autora]

4.2 ROZDĚLENÍ ELEKTROMOBILŮ NA SKUPINY

U rozdělení elektromobilu na skupiny je situace značně odlišná. Výrazným prvkem co do konstrukce a zároveň ceny vozidla je trakční akumulátor. Je tedy nutné jej zohlednit vůči ostatním skupinám vozidla. Zároveň v elektromobilu nenalezneme oddělení pohonné jednotky a hnané nápravy. Elektromobily, které mají poháněné obě nápravy, jsou vybaveny všemi komponenty na každé nápravě zvlášť a jejich součinnost je řízena elektronicky. Na přední i zadní nápravě najdeme tedy elektromotor, převodovku i rozvodovku.

Pro tyto účely jsem stanovil následující rozdělení elektromobilů:

- motor vpředu, přední pohon
- motor vzadu, zadní pohon
- motor vpředu i vzadu, pohon 4 kol

Návrh pro elektromobil			
	motor vpředu, přední pohon	motor vzadu, zadní pohon	motor vpředu i vzadu, pohon 4 kol
motor	8	8	15
převodovka	5	5	8
rozvodovka	3	3	5
přední náprava + mech. řízení	10	6	6
zadní náprava	4	8	4
trakční akumulátor	25	25	25
skříň karoserie	20	20	17
výbava karoserie	25	25	20

Tabulka. č. 4 - Návrh rozdělení vozidla bez pneumatik na skupiny - elektromobily [Zdroj: vlastní zpracování autora]

4.3 ÚPRAVA AMORTIZAČNÍ STUPNICE

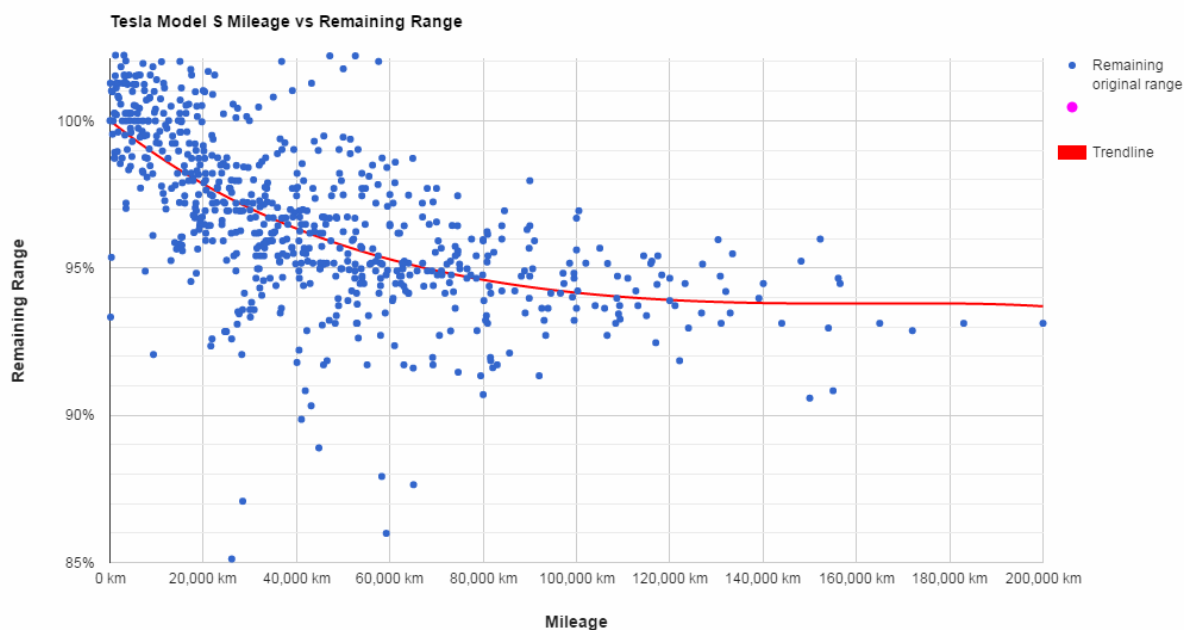
Jedním ze základních úskalí při oceňování elektromobilů a vozidel s hybridním pohonem je nutná amortizace trakčních akumulátorů vozidla. Jejich životnost není v praxi dostatečně dlouho pozorována a zároveň přítomnost těchto druhů vozidel na trhu není dostatečně dlouhá na to, aby se vozidla těchto kategorií dostala na samý konec svojí životnosti.

4.3.1 Životnost akumulátorů

Hlavním diskutovaným tématem a velkou neznámou, především v segmentu elektromobilů, je životnost a používání akumulátorů pro provoz vozidel. Jedná se o základní vlastnosti akumulátorů, jako jsou kapacita, maximální možnost nabíjení a vybíjení, ztráta kapacity v čase, počet možných cyklů nabití apod. Jak již bylo zmíněno, jelikož nejsou tato vozidla dostatečně dlouho přítomna v běžném provozu, nelze tyto údaje s dostatečnou přesností určit. Jistý obraz můžeme získat podle specifikace výrobce, ale výsledky v reálném

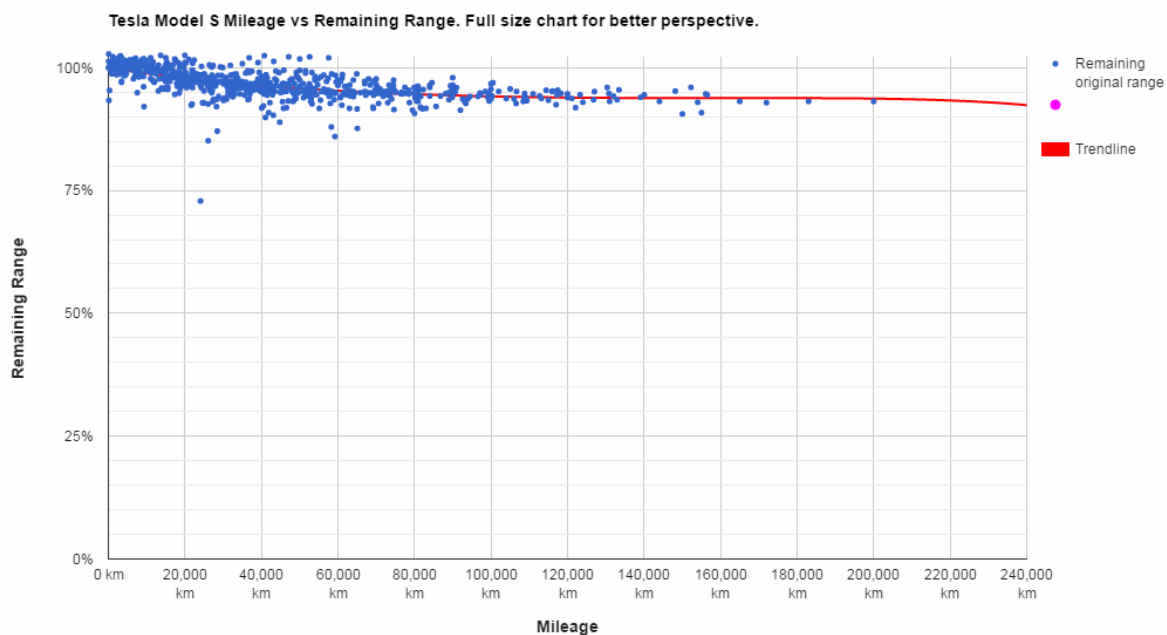
provozu se mohou značně lišit. Vliv na vlastnosti a životnost akumulátorů má spoustu faktorů. Vliv může mít počet nabití u rychlonabíjecích stanic, počet cyklů nabití, úplné nebo částečné nabití a vybití akumulátoru apod.

Zřejmě nejobsáhlejší současnou studií na toto téma se zabývá nizozemec Merijn Coumans, který shromažďuje data uživatelů elektromobilů značky Tesla. Ačkoliv má v současné době drtivá většina těchto elektromobilů uvedených v databázi nájezd do 100.000 km, můžeme si z těchto dat udělat alespoň hrubý obrázek o životnosti akumulátorů. Nutno poznamenat, že údaje o provozu vozidel zadávají sami uživatelé a sběr dat stále trvá.



Obr. č. 13 - Graf maximálního dojezdu odhadovaný palubním počítačem při 100% nabití baterie jako procentuální poměr ke stavu nového vozu. [23]

Z dostupných údajů vyplývá, že během prvních 60.000 km dochází k poklesu využitelné kapacity akumulátorů o zhruba 5%. Po tomto poklesu přichází stabilizace okolo hodnoty 94% využitelné kapacity a následně k rovnoměrnému poklesu cca 1% každých 20.000 km.



Obr. č. 14 - Graf maximálního dojezdu odhadovaný palubním počítačem při 100% nabití baterie jako procentuální poměr ke stavu nového vozu. Ve zobrazení vůči celé kapacitě akumulátorů. [23]

Z těchto dostupných údajů je možno odvodit, že k největšímu poklesu kapacity akumulátorů a tím pádem i k jejich největší amortizaci dochází při nájedu prvních 60.000 km.

4.3.2 Amortizační stupnice elektromobilů

Jak již bylo zmíněno výše, zásadním komponentem v konstrukci elektromobilů jsou trakční akumulátory. Dle v současnosti dostupných údajů se jejich degradace nejsilněji projevuje na počátku jejich životnosti. V zásadě ovšem nestárnou rychleji, než ostatní části elektromobilu. Z těchto důvodů nepovažuji za nutné dělat úpravy amortizační stupnice z hlediska základní procentuální srážky za dobu provozu vozidla. S přihlédnutím k životnosti trakčních akumulátorů by ale bylo vhodné upravit základní procentuální srážku za počet ujetých km.

Problémem ovšem je zařazení elektromobilů do jednotlivých skupin vozidel. Standard totiž dělí vozidla dle zdvihového objemu spalovacího motoru a ten zde samozřejmě chybí. Navrhovanou změnou je rozdělení vozidel dle výkonu v kW.

Skupina vozidel se spalovacím motorem	Skupina elektromobilů
do zdvihového objemu 950 cm ³	o výkonu do 50 kW
od zdvihového objemu 951 cm ³ do 2000 cm ³	o výkonu od 50 kW do 150 kW
o zdvihovém objemu od 2001 cm ³ do 3000 cm ³	o výkonu od 150 kW do 300 kW
o zdvihovém objemu od 3001 cm ³	o výkonu nad 300 kW

Tabulka. č. 5 - Návrh rozdělení skupin elektromobilů dle výkonu [Zdroj: vlastní zpracování autora]

Další navrhovanou změnou amortizační stupnice je zvýšení rozsahu ujetých kilometrů. Vzhledem ke zvýšené degradaci trakčních akumulátorů při počátečních kilometrech bych navrhoval zvýšení prvních ujetých kilometrů o 15.000 km oproti ZS č. I/2005 u všech skupin elektromobilů. Základní procentuální srážka za počet ujetých km by vypadala následovně:

Elektromobily o výkonu [kW]	Rozsah ujetých kilometrů	% srážka za každých 1000 km
do 50	do prvních 30.000	1,33
	další	0,67
50 - 150	do prvních 35.000	1,00
	další	0,50
150 - 300	do prvních 45.000	0,67
	další	0,33
300 -	do prvních 55.000	0,50
	další	0,25

Tabulka. č. 6 - Návrh základní procentuální srážky za počet ujetých kilometrů pro elektromobily [Zdroj: vlastní zpracování autora]

4.3.3 Amortizační stupnice vozidel s hybridním pohonem

Vzhledem k tomu, že jsou vozidla s hybridním pohonem konstruována tak, aby životnost komponentů hybridního systému byla stejně dlouhá jako životnost celého automobilu, lze u těchto typů vozidel použít stávající amortizační stupnici.

Akumulátory v těchto typech vozidel nedosahují vysokých kapacit a jejich vliv na jízdní vlastnosti vozidla v průběhu životnosti akumulátorů je zanedbatelný. Cena akumulátorů a komponentů hybridního systému je již zahrnuta ve vyšší pořizovací a tudíž výchozí ceně.

O úpravě amortizační stupnice můžeme uvažovat u Plug-in hybridů, u kterých je značně prodloužen dojezd na čistě elektrický pohon. Ovšem i u těchto "hybridů" se maximální dojezd na elektrickou energii pohybuje okolo 60 km a není důvodem pro úpravu amortizační stupnice.

4.4 ZPŮSOB STANOVENÍ VÝCHOZÍ CENY

Stanovení výchozí ceny hybridních vozidel a elektromobilů se provede stejně jako u vozidel se spalovacím motorem. Jelikož se jedná o relativně nová vozidla a výrobci těchto vozidel jsou standardní automobilové značky, tak většinu modelů lze najít v nabídkách prodejců.

Pokud se daný model již neprodává, ale je dostupný v modernizované verzi, provede se u takového vozidla srážka ceny nového vozidla ve výši:

- 5% u vozidla po faceliftu
- 10% za každou předchozí generaci vozidla

U modelů, které se již na trhu nevyskytují je možné parametrické porovnání s podobnými typy vozidel. Většina elektromobilů a vozidel s hybridním pohonem v současnosti používá velmi podobný konstrukční model a v hlavních konstrukčních řešeních se příliš neliší.

4.5 ZPŮSOB STANOVENÍ KOEFICIENTU PRODEJNOSTI

Podklady pro stanovení koeficientu prodejnosti se použijí stejně jako při stanovení koeficientu pro vozidla se spalovacím motorem. Překážkou může být nízký podíl těchto typů vozidel na trhu a tím pádem menší základna pro výpočet koeficientu. To může případný koeficient výrazně zkreslit. Vzhledem k celoevropskému trhu s vozidly si můžeme vypomoci prodejními cenami v zemích evropské unie. Zde ale dochází ke zkreslení cen kurzovým rozdílem mezi měnami.

4.6 PODKLADY PRO OCEŇOVÁNÍ ELEKTROMOBILŮ A VOZIDEL S HYBRIDNÍM POHONEM

Technické údaje pro oceňování těchto typů vozidel lze získat z dokumentace k vozidlu jako je technický průkaz vozidla nebo návod k obsluze. Rovněž jsou informace dostupné u prodejců těchto vozidel nebo na jejich webových stránkách. Pro získání doplňujících informací lze použít internetových zdrojů zabývajících se touto tematikou např. www.hybrid.cz.

4.7 NAVRHOVANÁ ÚPRAVA ZNALECKÉHO STANDARDU Č. I/2005

Z koncepce technického řešení elektromobilů a vozidel s hybridním pohonem vyplývá nutnost úpravy Znaleckého Standardu č. I/2005. Zejména pak v oblasti rozdělení vozidel na skupiny a v úpravě amortizační stupnice. Standard v současné době nezohledňuje konstrukční odlišnosti těchto vozidel a především u elektromobilů se jedná o velmi odlišný systém pohonu vozidla, kde jsou výrazným konstrukčním prvkem trakční akumulátory, ať už z pohledu technického či ekonomického.

Návrhem pro oceňování těchto druhů vozidel je tedy výše uvedené přerozdělení skupin vozidla zohledňující konstrukční odlišnosti od vozidel se spalovacím motorem a úprava amortizační stupnice vzhledem k životnosti trakčních akumulátorů.

5 APLIKACE NAVRŽENÉ METODIKY V PRAXI - OCENĚNÍ VYBRANÝCH TYPŮ ELEKTROMOBILŮ A VOZIDEL S HYBRIDNÍM POHONEM

V této části práce bude na konkrétní vozidla aplikována navrhovaná metodika, která upravuje Znalecký standard č. I/2005 pro potřeby oceňování elektromobilů a vozidel s hybridním pohonem.

5.1 OCENĚNÍ VOZIDLA TOYOTA PRIUS

Automobil s hybridním pohonem Toyota Prius je téměř synonymem pro vozidlo s tímto typem pohonu. Je nejrozšířenějším typem vozidla v tomto segmentu na světě a jedním z prvních sériově vyráběných vozidel s hybridním pohonem vůbec.



Obr. č. 15 - Fotogalerie oceňovaného vozidla Toyota Prius [Zdroj: vlastní galerie autora]

5.1.1 Identifikace vozidla

Značka a typ vozidla: Toyota Prius

Druh vozidla: OA - M1

Druh karosérie: Hatchback

Obsah, druh, výkon motoru: 1497 ccm, zážehový, 57 kW

Druh a rozměr pneu prvomontáže: 195/65 R15 91H

Datum prvního uvedení do provozu: 02. 09. 2008

Stav počítače ujetých kilometrů: 121 864 km

5.1.2 Technický stav vozidla

Stav vozidla je dobrý a odpovídá době provozu a počtu ujetých kilometrů. Pouze skříň karoserie má v některých místech mírně odřený lak. Z tohoto důvodu činí srážka technického stavu této skupiny 10%.

5.1.3 Pneumatiky

V době ocenění byly na vozidle obuty letní pneumatiky Dunlop SP Sport Bluresponse 195/55 R16 s vyhovující hloubkou dezénu v poměrně dobrém stavu a bez poškození a závad. Disky kol byly z lehkých slitin.

Výchozí cena pneumatiky prvomontáže k datu ocenění byla 2627,- Kč

CNPP = 5x Dunlop SP Sport Bluresponse 195/55 R16 = 5*2627 = 13.135,- Kč

Pneumatiky na vozidle

Pneu	LP	PP	LZ	PZ	R
Typ	Radiální	Radiální	Radiální	Radiální	Radiální
Rozměr,označení	165/55 R16	165/55 R16	165/55 R16	165/55 R16	165/55 R16
Druh	Prvovýroba	Prvovýroba	Prvovýroba	Prvovýroba	Prvovýroba
Dezén	Dunlop SP Sport Bluresponse				
Výchozí cena	2 627 Kč	2 627 Kč	2 627 Kč	2 627 Kč	2 627 Kč
Technická hodnota THP	53,1%	53,1%	68,8%	68,8%	68,8%
Časová cena CČPV	1 395 Kč	1 395 Kč	1 807 Kč	1 807 Kč	1 807 Kč

Celkem časová cena pneu na vozidle CČPV = 8211,- Kč

5.1.4 Stanovení technické hodnoty vozidla

Výpočet základní amortizace

Doba provozu 9.rok

DP = 9. rok tj. ZAD = 70%

Počet ujetých km 121 864

ZAP = $20 \cdot 1 + 101,864 \cdot 0,5 = 70,9\%$

Základní amortizace

ZA = $(ZAD + ZAP)/2 = (70+70,9)/2 = 70,5\%$

Výpočet redukované technické hodnoty vozidla						
Skupina	THSN %	ZA %	Technický stav +/- %	THS %	PDS %	PTHS %
Motor,převodovka,přední a zadní náprava,akumulátor,výbava karoserie	100	70,5	0	29,5	77	22,7
Skříň karoserie	100	70,5	-10	26,6	23	6,1
Redukovaná technická hodnota vozidla THVR						28,8

Vypočtená redukováaná technická hodnota vozidla je 28,8%.

5.1.5 Výchozí cena vozidla

K datu ocenění již daný výrobce daný typ vozidla nevyráběl ani jako nový prodával. Cena je stanovena cenovým a parametrickým porovnáním s vozidlem Toyota Prius které je jako nové na trhu za cenu 919.900,- Kč (zdroj: toyota.cz). Z ceny nového vozu byla odečtena srážka ve výši 20% z důvodu technického a konstrukčního zastarání.

Výchozí cenu vozidla ke dni ocenění lze tedy po zaokrouhlení uvažovat ve výši 735.900,- Kč včetně DPH.

5.1.6 Výpočet časové ceny vozidla

Výchozí cena	CN	735 900 Kč
Výchozí cena pneu prvomontáže	CNPP	13 135 Kč
Redukovaná cena vozidla	CR	722 765 Kč
Redukovaná technická hodnota vozidla	THVR	28,8%
	THVR x CR	208 156 Kč
Časová cena pneu na vozidle	CČPV	8 211 Kč
Časová cena mimořádné výbavy	CČVM	0 Kč
Časová cena vozidla	CČV	216 367 Kč
Časová cena vozidla po zaokrouhlení	CČV	216 400 Kč

5.1.7 Výpočet obvyklé ceny vozidla

Při porovnání s dosahovanou prodejní cenou obdobně typově srovnatelných vozidel v místě a čase, koeficient prodejnosti (dále KP) je cca 0,78, přičemž je tento KP stanoven na základě porovnání časové ceny vozidel s prodejní cenou obdobných typů vozidel prodáváných v autobazarech v ČR. Viz příloha č. 1

$$\text{COB} = \text{CČV} \times \text{KP} = 216.400 \times 0,78$$

Obvyklá cena vozidla ke dni ocenění po zaokrouhlení činí:

169.000,- Kč včetně DPH

5.2 OCENĚNÍ VOZIDLA LEXUS RX 450H

Vozidlo japonského výrobce značky Lexus, která je součástí koncernu Toyota, využívá v podstatě stejný systém hybridního pohonu jako Toyota Prius a všechny ostatní modely těchto automobilek. Zajímavostí u tohoto typu vozidla je pohon všech kol. Vozidlo není vybaveno mezinápravovým kardanem a zadní náprava je poháněna pouze elektromotorem, který se zapíná pouze v případě potřeby.



Obr. č. 16 - Fotogalerie oceňovaného vozidla Lexus RX 450h [Zdroj: vlastní galerie autora]

5.2.1 Identifikace vozidla

Značka a typ vozidla: Lexus RX 450h

Druh vozidla: OA - M1

Druh karosérie: KOMBI

Obsah, druh, výkon motoru: 3456 ccm, zážehový, 183 kW

Druh a rozměr pneu prvomontáže: 235/55 R19 101H

Datum prvního uvedení do provozu: 20. 07. 2009

Stav počítáče ujetých kilometrů: 138 480 km

5.2.2 Technický stav vozidla

Stav vozidla je vynikající a odpovídá době provozu a počtu ujetých kilometrů. Výbava karoserie je v nadprůměrném stavu a opotřebení ovládacích prvků, stejně tak jako čalounění interiéru a dalších součástí interiéru je menší než by se při dané době provozu a počtu ujetých kilometrů dalo očekávat. Z tohoto důvodu činí přírážka technického stavu této skupiny 5%.

5.2.3 Pneumatiky

V době ocenění byly na vozidle obuty zimní pneumatiky Continental ContiCrossContact Winter 235/55 R19 s vyhovující hloubkou dezénu v poměrně dobrém stavu a bez poškození a závad. Disky kol byly z lehkých slitin. Vozidlo nebylo vybaveno rezervní pneumatikou.

Výchozí cena pneumatiky prvomontáže k datu ocenění byla 5234,- Kč

CNPP = 4x Continental ContiCrossContact 235/55 R19 = 4*5234 = 20.936,- Kč

Pneumatiky na vozidle

Pneu	LP	PP	LZ	PZ
Typ	Radiální	Radiální	Radiální	Radiální
Rozměr,označení	235/55 R19	235/55 R19	235/55 R19	235/55 R19
Druh	Prvovýroba	Prvovýroba	Prvovýroba	Prvovýroba
Dezén	Continental ContiCrossContact Winter			
Výchozí cena	5 234 Kč	5 234 Kč	5 234 Kč	5 234 Kč
Technická hodnota THP	62,0%	62,0%	65,0%	65,0%
Časová cena CČPV	3 245 Kč	3 245 Kč	3 402 Kč	3 402 Kč

Celkem časová cena pneu na vozidle CČPV = 13.312,- Kč

5.2.4 Stanovení technické hodnoty vozidla

Výpočet základní amortizace

Doba provozu 8.rok

DP = 8. rok tj. ZAD = 70%

Počet ujetých km 138 480

ZAP = $40 \cdot 0,5 + 98,480 \cdot 0,25 = 44,7\%$

Základní amortizace

ZA = $(ZAD + ZAP)/2 = (70+44,7)/2 = 57,4\%$

Výpočet redukované technické hodnoty vozidla						
Skupina	THSN %	ZA %	Technický stav +/- %	THS %	PDS %	PTHS %
Motor,převodovka,přední a zadní náprava,akumulátor,skříň karoserie	100	57,4	0	42,6	76	32,4
Výbava karoserie	100	57,4	+5	44,7	24	10,7
Redukovaná technická hodnota vozidla THVR						43,1

Vypočtená redukováná technická hodnota vozidla je 43,1%.

5.2.5 Výchozí cena vozidla

K datu ocenění již daný výrobce daný typ vozidla nevyráběl ani jako nový prodával. Cena je stanovena cenovým a parametrickým porovnáním s vozidlem Lexus RX 450h které je jako nové na trhu za cenu 1.630.000,- Kč (zdroj: lexus.cz). Z ceny nového vozu byla odečtena srážka ve výši 10% z důvodu technického a konstrukčního zastarání.

Výchozí cenu vozidla ke dni ocenění lze tedy po zaokrouhlení uvažovat ve výši 1.467.000,- Kč včetně DPH.

5.2.6 Výpočet časové ceny vozidla

Výchozí cena	CN	1 467 000 Kč
Výchozí cena pneu prvomontáže	CNPP	20 936 Kč
Redukovaná cena vozidla	CR	1 446 064 Kč
Redukovaná technická hodnota vozidla	THVR	43,1%
	THVR x CR	623 254 Kč
Časová cena pneu na vozidle	CČPV	13 312 Kč
Časová cena mimořádné výbavy	CČVM	0 Kč
Časová cena vozidla	CČV	636 566 Kč
Časová cena vozidla po zaokrouhlení	CČV	636 600 Kč

5.2.7 Výpočet obvyklé ceny vozidla

Při porovnání s dosahovanou prodejní cenou obdobně typově srovnatelných vozidel v místě a čase, koeficient prodejnosti (dále KP) je cca 0,89, přičemž je tento KP stanoven na

základě porovnání časové ceny vozidel s prodejní cenou obdobných typů vozidel prodávaných v autobazarech v ČR. Viz příloha č. 2

$$\text{COB} = \text{CČV} \times \text{KP} = 636.600 \times 0,89$$

Obvyklá cena vozidla ke dni ocenění po zaokrouhlení činí:

567.000,- Kč včetně DPH

5.3 OCENĚNÍ VOZIDLA OPEL AMPERA

Opel Ampera je evropskou verzí vozidla Chevrolet Volt. Je zástupcem skupiny Plug-in hybridů s dojezdem cca 60 km čistě na elektrický pohon. Je možno jej nabíjet jak elektrinou ze sítě, tak spalovacím motorem, který je umístěn ve vozidle a je schopen přímého pohonu kol. Nevýhodou tohoto vozidla je absence možnosti rychlého nabíjení.



Obr. č. 17 - Fotogalerie oceňovaného vozidla Opel Ampera [Zdroj: vlastní galerie autora]

5.3.1 Identifikace vozidla

Značka a typ vozidla: Opel Ampera

Druh vozidla: OA - M1

Druh karosérie: LIFTBACK

Obsah, druh, výkon motoru: 1398 ccm, zážehový, 64 kW

Druh a rozměr pneu prvomontáže: 215/55 R17 92H

Datum prvního uvedení do provozu: 13. 08. 2012

Stav počítáče ujetých kilometrů: 158 615 km

5.3.2 Technický stav vozidla

Stav vozidla je dobrý a odpovídá době provozu a počtu ujetých kilometrů.

5.3.3 Pneumatiky

V době ocenění byly na vozidle obuty zimní pneumatiky Michelin Energy Saver 215/55 R17 s vyhovující hloubkou dezénu v poměrně dobrém stavu a bez poškození a závad. Disky kol byly z lehkých slitin. Vozidlo nebylo vybaveno rezervní pneumatikou.

Výchozí cena pneumatiky prvomontáže k datu ocenění byla 3859,- Kč

CNPP = 4x Michelin Energy Saver 215/55 R17 = 4*3859 = 15.436,- Kč

Pneumatiky na vozidle

Pneu	LP	PP	LZ	PZ
Typ	Radiální	Radiální	Radiální	Radiální
Rozměr,označení	215/55 R17	215/55 R17	215/55 R17	215/55 R17
Druh	Prvovýroba	Prvovýroba	Prvovýroba	Prvovýroba
Dezén	Michelin Energy Saver			
Výchozí cena	3 859 Kč	3 859 Kč	3 859 Kč	3 859 Kč
Technická hodnota THP	65,0%	65,0%	70,0%	70,0%
Časová cena CČPV	2 508 Kč	2 508 Kč	2 701 Kč	2 701 Kč

Celkem časová cena pneu na vozidle CČPV = 10.418,- Kč

5.3.4 Stanovení technické hodnoty vozidla

Výpočet základní amortizace

Doba provozu 5.rok DP = 5. rok tj. ZAD = 50%

Počet ujetých km 158 615 ZAP = $20 \cdot 1 + 138,615 \cdot 0,5 = 89\%$

Základní amortizace ZA = $(ZAD + ZAP)/2 = (50+89)/2 = 69,5\%$

Výpočet redukované technické hodnoty vozidla						
Skupina	THSN %	ZA %	Technický stav +/- %	THS %	PDS %	PTHS %
Motor,převodovka,přední a zadní náprava,akumulátor,skříň karoserie,výbava karoserie	100	69,5	0	30,5	100	30,5
Redukovaná technická hodnota vozidla THVR						30,5

Vypočtená redukována technická hodnota vozidla je 30,5%.

5.3.5 Výchozí cena vozidla

K datu ocenění se daný typ vozidla prodával nový za cenu 999.900,- Kč (zdroj: bsauto.opeldealer.cz).

5.3.6 Výpočet časové ceny vozidla

Výchozí cena	CN	999 900 Kč
Výchozí cena pneu prvomontáže	CNPP	15 436 Kč
Redukovaná cena vozidla	CR	984 464 Kč
Redukovaná technická hodnota vozidla	THVR	30,5%
	THVR x CR	300 262 Kč
Časová cena pneu na vozidle	CČPV	10 418 Kč
Časová cena mimořádné výbavy	CČVM	0 Kč
Časová cena vozidla	CČV	310 680 Kč
Časová cena vozidla po zaokrouhlení	CČV	310 700 Kč

5.3.7 Výpočet obvyklé ceny vozidla

Při porovnání s dosahovanou prodejní cenou obdobně typově srovnatelných vozidel v místě a čase, koeficient prodejnosti (dále KP) je cca 0,97, přičemž je tento KP stanoven na základě porovnání časové ceny vozidel s prodejní cenou obdobných typů vozidel prodávaných v autobazarech v ČR. Viz příloha č. 3

$$\text{COB} = \text{CČV} \times \text{KP} = 310.700 \times 0,97$$

Obvyklá cena vozidla ke dni ocenění po zaokrouhlení činí:

301.000,- Kč včetně DPH

5.4 OCENĚNÍ VOZIDLA BMW I3

Elektromobil i3 je v podstatě prvním, na první pohled standardním, sériově vyráběným vozidlem na elektřinu značky BMW. Jeho nespornou výhodou je nízká hmotnost, především díky karbonové karoserii, která umožňuje delší dojezd vozidla, při stejné kapacitě akumulátorů. Další výhodou je možnost objednání elektromobilu s dvouválcovým zážehovým motorem REX, který funguje jako elektrogenerátor a neomezuje dojezd automobilu pouze na kapacitu trakčních akumulátorů.



Obr. č. 18 - Fotogalerie oceňovaného vozidla BMW i3 [Zdroj: vlastní galerie autora]

5.4.1 Identifikace vozidla

Značka a typ vozidla: BMW i3

Druh vozidla: OA - M1

Druh karosérie: HATCHBACK

Obsah, druh, výkon motoru: elektromotor + REX, 125 kW

Druh a rozměr pneu prvomontáže: 155/70 R19 84Q

Datum prvního uvedení do provozu: 2. 11. 2015

Stav počítače ujetých kilometrů: 40 123 km

5.4.2 Technický stav vozidla

Stav vozidla je perfektní a odpovídá době provozu a počtu ujetých kilometrů.

5.4.3 Pneumatiky

V době ocenění byly na vozidle obuty zimní pneumatiky Bridgestone Blizzak LM-500 155/70 R19 s vyhovující hloubkou dezénu v poměrně dobrém stavu a bez poškození a závad. Disky kol byly z lehkých slitin. Vozidlo nebylo vybaveno rezervní pneumatikou.

Výchozí cena pneumatiky prvomontáže k datu ocenění byla 3939,- Kč

CNPP = 4x Bridgestone Blizzak LM-500 155/70 R19 = 4*3939 = 15.756,- Kč

Pneumatiky na vozidle

Pneu	LP	PP	LZ	PZ
Typ	Radiální	Radiální	Radiální	Radiální
Rozměr, označení	155/70 R19	155/70 R19	155/70 R19	155/70 R19
Druh	Prvovýroba	Prvovýroba	Prvovýroba	Prvovýroba
Dezén	Bridgestone Blizzak LM-500			
Výchozí cena	3 939 Kč	3 939 Kč	3 939 Kč	3 939 Kč
Technická hodnota THP	90,0%	90,0%	90,0%	90,0%
Časová cena CČPV	3 545 Kč	3 545 Kč	3 545 Kč	3 545 Kč

Celkem časová cena pneu na vozidle CČPV = 14.180,- Kč

5.4.4 Stanovení technické hodnoty vozidla

Výpočet základní amortizace

Doba provozu 1.rok DP = 1. rok tj. ZAD = 25%

Počet ujetých km 40 123 ZAP = $35 \cdot 1 + 5,123 \cdot 0,5 = 37,6\%$

Základní amortizace ZA = $(ZAD + ZAP)/2 = (25+37,6)/2 = 31,3\%$

Výpočet redukované technické hodnoty vozidla						
Skupina	THSN %	ZA %	Technický stav +/- %	THS %	PDS %	PTHS %
Motor,převodovka,přední a zadní náprava,akumulátor,skříň karoserie,výbava karoserie	100	31,3	0	68,7	100	68,7
Redukovaná technická hodnota vozidla THVR						68,7

Vypočtená redukována technická hodnota vozidla je 68,7%.

5.4.5 Výchozí cena vozidla

K datu ocenění se daný typ vozidla prodával nový za cenu 1.150.000,- Kč (zdroj: bmw.cz)

5.4.6 Výpočet časové ceny

Výchozí cena	CN	1 150 000 Kč
Výchozí cena pneu prvomontáže	CNPP	15 756 Kč
Redukovaná cena vozidla	CR	1 134 244 Kč
Redukovaná technická hodnota vozidla	THVR	68,7%
	THVR x CR	779 226 Kč
Časová cena pneu na vozidle	CČPV	14 180 Kč
Časová cena mimořádné výbavy	CČVM	0 Kč
Časová cena vozidla	CČV	793 406 Kč
Časová cena vozidla po zaokrouhlení	CČV	793 400 Kč

5.4.7 Výpočet obvyklé ceny vozidla

Při porovnání s dosahovanou prodejní cenou obdobně typově srovnatelných vozidel v místě a čase, koeficient prodejnosti (dále KP) je cca 1,1, přičemž je tento KP stanoven na základě porovnání časové ceny vozidel s prodejní cenou obdobných typů vozidel prodáváných v autobazarech v ČR. Viz příloha č. 4

$$\text{COB} = \text{CČV} \times \text{KP} = 793.400 \times 1,1$$

Obvyklá cena vozidla ke dni ocenění po zaokrouhlení činí:

873.000,- Kč včetně DPH

5.5 OCENĚNÍ VOZIDLA PEUGEOT ION

Elektromobil je výrobkem automobilky Mitsubishi, která jej prodávala pod označením iMiev a taktéž jako Peugeot iOn nebo Citroën C-Zero. Jedná se o čistý elektromobil, který je svou koncepcí určen spíše do města nebo pro cesty na kratší vzdálenost.



Obr. č. 19 - Fotogalerie oceňovaného vozidla Peugeot iOn [Zdroj: vlastní galerie autora]

5.5.1 Identifikace vozidla

Značka a typ vozidla: Peugeot iOn

Druh vozidla: OA - M1

Druh karosérie: HATCHBACK

Obsah, druh, výkon motoru: elektromotor, 35 kW

Druh a rozměr pneu prvomontáže: 145/65 R15 72T (přední náprava), 175/55 R15 77T (zadní náprava)

Datum prvního uvedení do provozu: 15. 06. 2012

Stav počítáče ujetých kilometrů: 92 426 km

5.5.2 Technický stav vozidla

Stav vozidla je dobrý a odpovídá době provozu a počtu ujetých kilometrů. Výbava karoserie vykazuje vyšší opotřebení. Z tohoto důvodu činí srážka technického stavu této skupiny 10%.

5.5.3 Pneumatiky

V době ocenění byly na vozidle obuty zimní pneumatiky Bridgestone Blizzak LM-20 145/65 R15 na přední nápravě a 175/55 R15 na zadní nápravě, s vyhovující hloubkou dezénu v poměrně dobrém stavu a bez poškození a závad. Disky kol byly z lehkých slitin. Vozidlo nebylo vybaveno rezervní pneumatikou.

Výchozí cena pneumatiky prvomontáže k datu ocenění byla 1685,- Kč za 145/65 R15 a 2043,- Kč za 175/55 R15.

CNPP = Bridgestone Blizzak LM-20 2x 145/65 R15 + 2x 175/55 R15 = 2*1685 + 2*2043 = 7.456,- Kč

Pneumatiky na vozidle

Pneu	LP	PP	LZ	PZ
Typ	Radiální	Radiální	Radiální	Radiální
Rozměr,označení	145/65 R15	145/65 R15	175/55 R15	175/55 R15
Druh	Prvovýroba	Prvovýroba	Prvovýroba	Prvovýroba
Dezén	Bridgestone Blizzak LM-20			
Výchozí cena	1 685 Kč	1 685 Kč	2 043 Kč	2 043 Kč
Technická hodnota THP	65,0%	65,0%	50,0%	50,0%
Časová cena CČPV	1 095 Kč	1 095 Kč	1 022 Kč	1 022 Kč

Celkem časová cena pneu na vozidle CČPV = 4.234,- Kč

5.5.4 Stanovení technické hodnoty vozidla

Výpočet základní amortizace

Doba provozu 5.rok

DP = 5. rok tj. ZAD = 45%

Počet ujetých km 92 426

ZAP = $30 \cdot 1,33 + 62,426 \cdot 0,67 = 81,7\%$

Základní amortizace

ZA = $(ZAD + ZAP)/2 = (45+81,7)/2 = 63,4\%$

Výpočet redukované technické hodnoty vozidla						
Skupina	THSN %	ZA %	Technický stav +/- %	THS %	PDS %	PTHS %
Motor,převodovka,přední a zadní náprava,akumulátor,skříň karoserie	100	63,4	0	36,6	75	27,5
Výbava karoserie	100	63,4	-10	32,9	25	8,2
Redukovaná technická hodnota vozidla THVR						35,7

Vypočtená redukovaná technická hodnota vozidla je 69,9%.

5.5.5 Výchozí cena vozidla

K datu ocenění se daný typ vozidla prodával nový za cenu 487.600,- Kč (zdroj: citroen.carling.cz)

5.5.6 Výpočet časové ceny vozidla

Výchozí cena	CN	487 600 Kč
Výchozí cena pneu prvomontáže	CNPP	7 456 Kč
Redukovaná cena vozidla	CR	480 144 Kč
Redukovaná technická hodnota vozidla	THVR	35,7%
	THVR x CR	171 411 Kč
Časová cena pneu na vozidle	CČPV	4 234 Kč
Časová cena mimořádné výbavy	CČVM	0 Kč
Časová cena vozidla	CČV	175 645 Kč
Časová cena vozidla po zaokrouhlení	CČV	175 600 Kč

5.5.7 Výpočet obvyklé ceny vozidla

Při porovnání s dosahovanou prodejní cenou obdobně typově srovnatelných vozidel v místě a čase, koeficient prodejnosti (dále KP) je cca 1,16, přičemž je tento KP stanoven na základě porovnání časové ceny vozidel s prodejní cenou obdobných typů vozidel prodáváných v autobazarech v ČR. Viz příloha č. 5

$$\text{COB} = \text{CČV} \times \text{KP} = 175.600 \times 1,16$$

Obvyklá cena vozidla ke dni ocenění po zaokrouhlení činí:

204.000,- Kč včetně DPH

5.6 OCENĚNÍ VOZIDLA TESLA MODEL S

Americká automobilka Tesla je současným ztělesněním toho, co si svět pod pojmem elektromobil představuje. Vyrábí elektromobily na technologicky nejvyšší úrovni a jejich sériová výroba se neustále rozšiřuje. Nyní automobilka vyrábí modely S a X a v budoucnosti bude na trh uveden model 3 včetně několika modifikací.



Obr. č. 20 - Fotogalerie oceňovaného vozidla Tesla Model S [Zdroj: vlastní galerie autora]

5.6.1 Identifikace vozidla

Značka a typ vozidla: Tesla Model S

Druh vozidla: OA - M1

Druh karosérie: LIFTBACK

Obsah, druh, výkon motoru: elektromotor, 310 kW

Druh a rozměr pneu prvomontáže: 245/35 R21 96Y (přední náprava), 265/35 R21 101Y (zadní náprava)

Datum prvního uvedení do provozu: 15. 10. 2013

Stav počítače ujetých kilometrů: 77 326 km

5.6.2 Technický stav vozidla

Stav vozidla je perfektní a odpovídá době provozu a počtu ujetých kilometrů.

5.6.3 Pneumatiky

V době ocenění byly na vozidle obuty letní pneumatiky Michelin Pilot sport PS2 245/35 R21 na přední nápravě a 265/35 R21 na zadní nápravě, s vyhovující hloubkou dezénu v poměrně dobrém stavu a bez poškození a závad. Disky kol byly z lehkých slitin. Vozidlo nebylo vybaveno rezervní pneumatikou.

Výchozí cena pneumatiky prvomontáže k datu ocenění byla 9290,- Kč za 245/35 R21 a 9454,- Kč za 265/55 R21.

CNPP = Michelin Pilot sport PS2 2x 245/35 R21 + 2x 265/35 R21 = 2*9290 + 2*9454 = 37.488,- Kč

Pneumatiky na vozidle

Pneu	LP	PP	LZ	PZ
Typ	Radiální	Radiální	Radiální	Radiální
Rozměr, označení	245/35 R21	245/35 R21	265/35 R21	265/35 R21
Druh	Prvovýroba	Prvovýroba	Prvovýroba	Prvovýroba
Dezén	Michelin Pilot sport PS2			
Výchozí cena	9 290 Kč	9 290 Kč	9 454 Kč	9 454 Kč
Technická hodnota THP	55,0%	55,0%	45,0%	45,0%
Časová cena CČPV	5 110 Kč	5 110 Kč	4 254 Kč	4 254 Kč

Celkem časová cena pneu na vozidle CČPV = 18.728,- Kč

5.6.4 Stanovení technické hodnoty vozidla

Výpočet základní amortizace

Doba provozu 3.rok

DP = 3. rok tj. ZAD = 45%

Počet ujetých km 77 326

ZAP = $55 \cdot 0,5 + 22,326 \cdot 0,25 = 33,1\%$

Základní amortizace

ZA = $(ZAD + ZAP)/2 = (45 + 33,1)/2 = 39,1\%$

Výpočet redukované technické hodnoty vozidla						
Skupina	THSN %	ZA %	Technický stav +/- %	THS %	PDS %	PTHS %
Motor,převodovka,přední a zadní náprava,akumulátor,skříň karoserie,výbava karoserie	100	39,1	0	60,9	100	60,9
Redukovaná technická hodnota vozidla THVR						60,9

Vypočtená redukována technická hodnota vozidla je 60,9%.

5.6.5 Výchozí cena vozidla

K datu ocenění se daný typ vozidla prodával nový za cenu 2.266.790,- Kč (zdroj: tesla.com)

5.6.6 Výpočet časové ceny vozidla

Výchozí cena	CN	2 266 790 Kč
Výchozí cena pneu prvomontáže	CNPP	37 488 Kč
Redukovaná cena vozidla	CR	2 229 302 Kč
Redukovaná technická hodnota vozidla	THVR	60,9%
	THVR x CR	1 357 645 Kč
Časová cena pneu na vozidle	CČPV	18 728 Kč
Časová cena mimořádné výbavy	CČVM	0 Kč
Časová cena vozidla	CČV	1 376 373 Kč
Časová cena vozidla po zaokrouhlení	CČV	1 376 400 Kč

5.6.7 Výpočet obvyklé ceny vozidla

Při porovnání s dosahovanou prodejní cenou obdobně typově srovnatelných vozidel v místě a čase, koeficient prodejnosti (dále KP) je cca 1,29, přičemž je tento KP stanoven na základě porovnání časové ceny vozidel s prodejní cenou obdobných typů vozidel prodávaných v autobazarech v ČR. Viz příloha č. 6

$$\text{COB} = \text{CČV} \times \text{KP} = 1.376.400 \times 1,29$$

Obvyklá cena vozidla ke dni ocenění po zaokrouhlení činí:

1.776.000,- Kč včetně DPH

5.7 SHRUTÍ VÝSLEDKŮ

Při aplikaci navržené metodiky v praxi, došlo při výsledných cenách k rozdílným výsledkům u jednotlivých typů vozidel. Zatímco u vozidel s hybridním pohonem výsledné ceny korespondují s cenami, které lze najít v internetové inzerci u elektromobilů je výsledná cena nižší než za jakou jsou vozidla nabízena a to i při použitých koeficientech prodejnosti, které zvyšují cenu časovou vozidla o 10 až 30%, v závislosti na modelu. Je to dáno především nedostatkem těchto vozidel na trhu a dlouhou čekací dobou na jejich dodání od výrobce. Tento převis poptávky nad nabídkou zvyšuje ceny především zánovních a málo jetých vozidel. To se týká především elektromobilů značky Tesla a BMW, které jsou nejprodávanějšími elektromobily současnosti.[24] V tabulce níže jsem shrnul údaje o cenách k jednotlivým typům vozidel a několik příkladů cen z internetové inzerce, která byla výchozím údajem pro stanovení koeficientu prodejnosti.

Oceňované vozidlo		Toyota Prius	Lexus RX 450h	Opel Ampera	BMW i3	Peugeot iOn	Tesla Model S
Výchozí cena		919 900 Kč	1 630 000 Kč	999 900 Kč	1 150 000 Kč	487 600 Kč	2 266 790 Kč
zdroj:		toyota.cz	lexus.cz	bsauto.opeldealer.cz	bmw.cz	citroen.carling.cz	tesla.com
COB		169 000 Kč	567 000 Kč	301 000 Kč	873 000 Kč	204 000 Kč	1 776 000 Kč
Cena podobného vozidla na trhu (zdroj: tipcars.com, sauto.cz)	1	179 000 Kč	399 000 Kč	665 500 Kč	845 000 Kč	279 000 Kč	1 996 500 Kč
	2	179 999 Kč	479 000 Kč	380 000 Kč	749 000 Kč	299 000 Kč	2 391 712 Kč
	3	189 999 Kč	549 900 Kč	699 000 Kč	919 000 Kč	319 000 Kč	2 199 000 Kč
	4	216 590 Kč	589 000 Kč		680 000 Kč	287 500 Kč	
	5		599 000 Kč		855 208 Kč		
	6		629 900 Kč		869 000 Kč		
	7		700 000 Kč		894 190 Kč		
	8		779 000 Kč		990 000 Kč		

Tabulka. č. 7 - Porovnání stanovených cen obvyklých s cenami vozidel nabízených na trhu [Zdroj: vlastní zpracování autora]

ZÁVĚR

V rámci své diplomové práce jsem pro návrh metodiky pro oceňování elektromobilů a vozidel s hybridním pohonem vycházel ze Znaleckého standardu č. I/2005, dle něhož se v současné době oceňují motorová vozidla a provedl jsem úpravu některých jeho částí tak, aby zohledňovaly konstrukční řešení těchto typů vozidel. Především se jedná o úpravu rozdělení vozidel na skupiny a o úpravu amortizační stupnice.

Metodiku Znaleckého standardu č. I/2005 lze aplikovat na elektromobily a vozidla s hybridním pohonem. Avšak pro docílení přesnějších výsledků je třeba jej modifikovat a zohlednit v něm konstrukční odlišnosti od vozidel se spalovacím motorem. Nejdůležitější položkou a základní konstrukční odlišností jsou trakční akumulátory. Jejich reálná životnost není dostatečně dlouho zkoumána a zaznamenávána. Z těchto důvodů není možné s vysokou přesností určit jejich vlastnosti v čase. Zároveň jsou stále poměrně drahou součástí vozidla. U elektromobilů je nutno zohlednit též absenci spalovacího motoru a nemožnost zařazení vozidla do kategorie dle zdvihového objemu motoru. Z tohoto důvodu jsem navrhl kategorizaci elektromobilů dle výkonu.

Navrhovanou metodiku jsem aplikoval na oceňování několika konkrétních druhů elektromobilů a vozidel s hybridním pohonem (Tesla Model S, BMW i3, Peugeot iOn, Opel Ampera, Toyota Prius, Lexus RX 450h). Výsledná cena u vozidel s hybridním pohonem odpovídala cenám, které lze nalézt v internetové inzerci. U elektromobilů, především u BMW i3 a Tesly Model S byla výsledná cena nižší, než za jakou cenu jsou vozidla nabízena. To je způsobeno v současné době především zvýšenou poptávkou po tomto typu vozidel a zároveň poměrně dlouhými dodacími lhůtami od výrobců.

Vzhledem k tomu, že vozidla tohoto typu nabývají stále více na významu a stávají se stále více rozšířenější, jsem přesvědčen, že zpracování metodiky pro jejich oceňování bylo nezbytné.

Tuto práci lze brát, jako prvotní metodický návod, který může sloužit ve znalecké činnosti při oceňování elektromobilů a vozidel s hybridním pohonem. Na práci je možné navázat, především lepším zmapováním životnosti trakčních akumulátorů a zpřesněním jejich amortizace.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Pro více informací:

- [1] VLK, F. *Alternativní pohony motorových vozidel*. 1. vyd. Brno: František Vlk, 2004. 234 s. ISBN 80-239-1602-5
- [2] KAMEŠ, J. *Alternativní pohony automobilů*. Praha: BEN - technická literatura, 2004. 232 s. ISBN 80-7300-127-6
- [3] KLEDUS, R. *Oceňování movitého majetku*. 1. vyd. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2012. ISBN 978-80-214-4563-5
- [4] KREJČÍŘ, P. a BRADÁČ, A. *Znalecký standard č. I/2005: Oceňování motorových vozidel*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2004. ISBN 80-7204-370-6
- [5] *ELEKTRO: Speciál Elektrické motory* [online]. 2014, 70(106) [cit. 2016-04-16]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/flipviewer//2015/25/_25_2015/index.html#p=3
- [6] *Electroauto.cz* [online]. 2006 [cit. 2016-04-12]. Dostupné z: http://www.electroauto.cz/auta/gm_ev1_pruhleddetail.jpg
- [7] *Humaninspace.org* [online]. 2014 [cit. 2016-04-12]. Dostupné z: http://www.humansinspace.org/wp/wp-content/uploads/2014/02/Tesla_Model_S_Chassis_Battery.jpg
- [8] *Dailytech.com* [online]. 2016 [cit. 2016-04-12]. Dostupné z: http://images.dailytech.com/nimage/model_x_chassis.jpg
- [9] *hybrid.cz* [online]. 2009 [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/slovnicek/mild-hybrid>
- [10] *autolexicon.net* [online]. 2015 [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/full-hybrid/>
- [11] *hybrid.cz* [online]. 2009 [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/slovnicek/plug-in-hybrid>
- [12] *motomagazinspeed.cz* [online]. 2012 [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: <http://www.motomagazinspeed.cz/news/hybridu-a-elektromobilu-v-cesku-pribyva-/>
- [13] *altenergymag.com* [online]. 2005 [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: http://www.altenergymag.com/content.php?issue_number=05.06.01&article=naftc

- [14] *battex.info* [online]. 2016 [cit. 2016-04-13]. Dostupné z:
<http://www.battex.info/elektricke-akumulatory-obecne/definice>
- [15] *elektromobil.vseznamu.cz* [online]. 2010 [cit. 2016-05-24]. Dostupné z:
<http://elektromobil.vseznamu.cz/baterie-v-elektromobilech/oloveny-akumulator>
- [16] *elektromobil.vseznamu.cz* [online]. 2010 [cit. 2016-05-24]. Dostupné z:
<http://elektromobil.vseznamu.cz/baterie-v-elektromobilech/nicd-akumulatory>
- [17] *elektromobil.vseznamu.cz* [online]. 2010 [cit. 2016-05-24]. Dostupné z:
<http://elektromobil.vseznamu.cz/baterie-v-elektromobilech/nimh-akumulatory>
- [18] *elektromobil.vseznamu.cz* [online]. 2010 [cit. 2016-05-24]. Dostupné z:
<http://elektromobil.vseznamu.cz/baterie-v-elektromobilech/li-ion-akumulatory>
- [19] *elektrickevozy.cz* [online]. 2013 [cit. 2016-05-24]. Dostupné z:
<http://elektrickevozy.cz/clanky/baterie-pro-auta-na-elektrinu/>
- [20] *elektromobil.vseznamu.cz* [online]. 2010 [cit. 2016-05-24]. Dostupné z:
<http://elektromobil.vseznamu.cz/baterie-v-elektromobilech/lifepo4-akumulatory>
- [21] *goultralow.com* [online]. 2016 [cit. 2016-09-14]. Dostupné z:
<https://www.goultralow.com/more-about-electric-cars/types-of-vehicles/range-extended/>
- [22] *media.daimler.com* [online]. 2014 [cit. 2016-09-15]. Dostupné z:
<http://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/picture.xhtml?oid=7538383>
- [23] *MaxRange Tesla Battery Survey* [online]. 2014 [cit. 2016-09-16]. Dostupné z:
<https://docs.google.com/spreadsheets/d/t024bMoRiDPIDialGnuKPsg/edit#gid=154312675>
- [24] *hybrid.cz* [online]. 2016 [cit. 2016-09-17]. Dostupné z:
<http://www.hybrid.cz/nejprodavanejsi-elektromobil-v-cesku-az-rok-2015-je-bmw-i3>

SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

OBR. Č. 1 - USPOŘÁDÁNÍ HNACÍHO ÚSTROJÍ ELEKTROMOBILU [1]	12
OBR. Č. 2 - PRŮHLEDOVÉ SCHÉMA RÁMU KAROSERIE A PODVOZKOVÝCH SOUČÁSTÍ [6]	13
OBR. Č. 3 - TESLA MODEL S ŠASI VČETNĚ BATERIOVÉHO ÚLOŽIŠTĚ [7]	14
OBR. Č. 4 - TESLA MODEL X ŠASI S POHONEM 4x4 [8]	14
OBR. Č. 5 - SÉRIOVÉ USPOŘÁDÁNÍ HYBRIDNÍHO POHONU [1].....	16
OBR. Č. 6 - USPOŘÁDÁNÍ POHONU VOZIDLA OPEL AMPERA [12].....	16
OBR. Č. 7 - PARALELNÍ USPOŘÁDÁNÍ HYBRIDNÍHO POHONU [1]	17
OBR. Č. 8 - SMÍŠENÉ USPOŘÁDÁNÍ HYBRIDNÍHO POHONU [1]	18
OBR. Č. 9 - TOYOTA YARIS HSD [12]	18
OBR. Č. 10 - SCHÉMA MILD HYBRID A FULL HYBRID POHONU [13]	19
OBR. Č. 11 - SYNCHRONNÍ MOTOR S PERMANENTNÍM BUZENÍM [2].....	22
OBR. Č. 12 - SCHÉMA KOMPONENTŮ VOZIDLA MERCEDES-BENZ S 500 PLUG-IN HYBRID S POHONEM ZADNÍ NÁPRAVY [22]	27
OBR. Č. 13 - GRAF MAXIMÁLNÍHO DOJEZDU ODHADOVANÝ PALUBNÍM POČÍTAČEM PŘI 100% NABITÍ BATERIE JAKO PROCENTUÁLNÍ POMĚR KE STAVU NOVÉHO VOZU. [23].....	37
OBR. Č. 14 - GRAF MAXIMÁLNÍHO DOJEZDU ODHADOVANÝ PALUBNÍM POČÍTAČEM PŘI 100% NABITÍ BATERIE JAKO PROCENTUÁLNÍ POMĚR KE STAVU NOVÉHO VOZU. VE ZOBRAZENÍ VŮČI CELÉ KAPACITĚ AKUMULÁTORŮ. [23]	38
OBR. Č. 15 - FOTOGALERIE OCEŇOVANÉHO VOZIDLA TOYOTA PRIUS [ZDROJ: VLASTNÍ GALERIE AUTORA].....	42
OBR. Č. 16 - FOTOGALERIE OCEŇOVANÉHO VOZIDLA LEXUS RX 450H [ZDROJ: VLASTNÍ GALERIE AUTORA]	45
OBR. Č. 17 - FOTOGALERIE OCEŇOVANÉHO VOZIDLA OPEL AMPERA [ZDROJ: VLASTNÍ GALERIE AUTORA]	48
OBR. Č. 18 - FOTOGALERIE OCEŇOVANÉHO VOZIDLA BMW i3 [ZDROJ: VLASTNÍ GALERIE AUTORA].....	51
OBR. Č. 19 - FOTOGALERIE OCEŇOVANÉHO VOZIDLA PEUGEOT iON [ZDROJ: VLASTNÍ GALERIE AUTORA]	53
OBR. Č. 20 - FOTOGALERIE OCEŇOVANÉHO VOZIDLA TESLA MODEL S [ZDROJ: VLASTNÍ GALERIE AUTORA]	56

SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

TABULKA. Č. 1 - ROZDĚLENÍ VOZIDLA BEZ PNEUMATIK NA SKUPINY - OSOBNÍ AUTOMOBILY - POHON JEDNÉ NÁPRAVY [4]	34
TABULKA. Č. 2 - NÁVRH ROZDĚLENÍ VOZIDLA BEZ PNEUMATIK NA SKUPINY - OSOBNÍ AUTOMOBILY - HYBRIDNÍ POHON - POHON JEDNÉ NÁPRAVY [ZDROJ: VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ AUTORA]	34
TABULKA. Č. 3 - NÁVRH ROZDĚLENÍ VOZIDLA BEZ PNEUMATIK NA SKUPINY - OSOBNÍ AUTOMOBILY - HYBRIDNÍ POHON - POHON 4 KOL [ZDROJ: VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ AUTORA].....	35
TABULKA. Č. 4 - NÁVRH ROZDĚLENÍ VOZIDLA BEZ PNEUMATIK NA SKUPINY - ELEKTROMOBILY [ZDROJ: VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ AUTORA]	36
TABULKA. Č. 5 - NÁVRH ROZDĚLENÍ SKUPIN ELEKTROMOBILŮ DLE VÝKONU [ZDROJ: VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ AUTORA].....	39
TABULKA. Č. 6 - NÁVRH ZÁKLADNÍ PROCENTUÁLNÍ SRÁŽKY ZA POČET UJETÝCH KILOMETRŮ PRO ELEKTROMOBILY [ZDROJ: VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ AUTORA]	39
TABULKA. Č. 7 - POROVNÁNÍ STANOVENÝCH CEN OBVYKLÝCH S CENAMI VOZIDEL NABÍZENÝCH NA TRHU [ZDROJ: VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ AUTORA]	59

PŘÍLOHY

Příloha č. 1 - Stanovení koeficientu prodejnosti vozidla Toyota Prius

Toyota Prius 1.5i Hybrid				
Datum prvního uvedení do provozu		2.9.2008		
Datum ke kterému je cena stanovena		16.9.2016		
	1	2	3	4
				
Cena prodejní:	179 000 Kč	179 999 Kč	189 999 Kč	216 590 Kč
Do provozu:	1.12.2007	1.8.2007	1.4.2008	1.1.2008
Tachometr:	142 321 km	115 440 km	73 951 km	61 531 km
Objem motoru:	1 497 cm ³	1 497 cm ³	1 497 cm ³	1 497 cm ³
Palivo:	benzín	benzín	benzín	benzín
Karoserie:	hatchback /5	hatchback /5	hatchback /5	hatchback /5
Převodovka:	aut.	aut.	aut.	aut.
Výkon:	57 kW	57 kW	57 kW	58 kW
STK:	7.18	2.18	9.18	1.18
Barva:	stříbrná	šedá	stříbrná	modrá
Možn. leasingu:	ano	ano	ano	ano
Původ:	F	CH	CZ	
Výbava	6x airbag, ABS, airbag řidiče, aut. klimatizace, autorádio, AUX, bezklíčové startování a odemykání, CD přehrávač, centrální dálkový, dělená zadní sedadla, el. okna, el. zrcátka, imobilizér, klimatizovaná příhrádka, mlhovky, multifunkční volant, nastavitelný volant, palubní počítač, pevná střeška, plní EURO IV, posilovač řízení, protipokluzový systém kol (ASR), satelitní navigace, stabilizace podvozků (ESP), startování tlačítkem, tempomat, venkovní teploměr, vyhřívaná zrcátka, výškově nastavitelné sedadlo řidiče	aut. převodovka, 6x airbag, ABS, protipokluzový systém kol (ASR), posilovač řízení, aut. klimatizace, tempomat, litá kola, palubní počítač, nastavitelný volant, multifunkční volant, el. okna, el. zrcátka, startování tlačítkem, centrální dálkový, výškově nastavitelné sedadlo řidiče, mlhovky, autorádio, CD přehrávač, dělená zadní sedadla, pevná střeška	aut. převodovka, 6x airbag, ABS, stabilizace podvozků (ESP), protipokluzový systém kol (ASR), posilovač řízení, aut. klimatizace, litá kola, palubní počítač, nastavitelný volant, multifunkční volant, el. okna, el. sklopná zrcátka, el. zrcátka, startování tlačítkem, imobilizér, centrální zamykání, výškově nastavitelné sedadlo řidiče, autorádio, CD přehrávač, vyhřívaná zrcátka, dělená zadní sedadla, pevná střeška	autorádio, CD přehrávač, telefon, centrální dálkový, imobilizér, el. okna, el. zrcátka, vyhřívaná zrcátka, pevná střeška, mlhovky, aut. klimatizace, dělená zadní sedadla, výškově nastavitelné sedadlo řidiče, nastavitelný volant, multifunkční volant, 6x airbag, deaktivace airbagu spolujezdce, palubní počítač, venkovní teploměr, litá kola, senzor opotřebení brzdových destiček, ABS, stabilizace podvozků (ESP), posilovač řízení, aut. převodovka, tempomat, startování tlačítkem
Stanovení výše koeficientu prodejnosti (KP)				
	1	2	3	4
Datum pořízení	1.12.2007	1.8.2007	1.4.2008	1.1.2008
Datum ocenění	16.9.2016	16.9.2016	16.9.2016	16.9.2016
DP	9. rok	10. rok	9. rok	9. rok
PKM	142 321	115 440	73 951	61 531
ZAD	70,0%	74,0%	70,0%	70,0%
ZAP	81,2%	67,7%	47,0%	40,8%
ZA	75,6%	70,9%	58,5%	55,4%
CN	735 900	735 900	735 900	735 900
CCV	179 600	214 200	305 400	328 200
CP	179 000	179 999	189 999	216 590
KP	1,00	0,84	0,62	0,66
KP Průměrný			0,78	

Příloha č. 1 - Stanovení koeficientu prodejnosti vozidla Lexus RX 450h

[illegible]

Príloha č. 3 - Stanovení koeficientu prodejnosti vozidla Opel Ampera

Opel Ampera			
Datum prvního uvedení do provozu		13.8.2012	
Datum ke kterému je cena stanovena		16.9.2016	
	1	2	3
			
Cena prodejní:	665 500 Kč	380 000 Kč	699 000 Kč
Do provozu:	1.1.2013	1.5.2012	1.1.2015
Tachometr:	12 800 km	139 984 km	12 000 km
Objem motoru:	1 398 cm ³	1 398 cm ³	1 398 cm ³
Palivo:	benzín	benzín	benzín
Karoserie:	liftback /5	liftback /5	liftback /5
Převodovka:	aut.	aut.	aut.
Výkon:	111 kW	111 kW	111 kW
STK:	1.17	-	1.19
Barva:	bílá	šedá	modrá
Možn. leasingu:	ano	ano	ano
Původ:	I		NL
Výbava	ABS, 6x airbag, aut. převodovka, autorádio, bezklíčové startování a odemykání, centrální dálkový, denní svícení, el. přední okna, el. okna, el. sklopná zrcátka, el. zrcátka, imobilizér, indikátor parkování, litá kola, mlhovky, multifunkční volant, nastavitelný volant, palubní počítač, posilovač řízení, potahy kůže, protipokluzový systém kol (ASR), senzor stěračů, tempomat, vyhřívaná sedadla, vyhřívaná zrcátka, xenonové světlomety, bluetooth, satelitní navigace, hands free	ABS, 6x airbag, aut. převodovka, autorádio, bezklíčové startování a odemykání, centrální dálkový, denní svícení, el. přední okna, el. okna, el. sklopná zrcátka, el. zrcátka, imobilizér, indikátor parkování, litá kola, mlhovky, multifunkční volant, nastavitelný volant, palubní počítač, posilovač řízení, potahy kůže, protipokluzový systém kol (ASR), senzor stěračů, tempomat, vyhřívaná sedadla, vyhřívaná zrcátka, xenonové světlomety, bluetooth, satelitní navigace, hands free	aut. klimatizace, aut. převodovka, 8x airbag, protipokluzový systém kol (ASR), ABS, CD přehrávač, autorádio, imobilizér, alarm, el. okna, posilovač řízení, palubní počítač, multifunkční volant, litá kola, nastavitelný volant, výškově nastavitelná sedadla, centrální dálkový, vyhřívaná zrcátka, el. zrcátka, venkovní teploměr, tempomat, telefon, dělená zadní sedadla, mlhovky, bezklíčové startování a odemykání, deaktivace airbagu spolujezdce, senzor tlaku v pneumatikách, startování tlačítkem, USB, AUX, denní svícení
Stanovení výše koeficientu prodejnosti (KP)			
	1	2	3
Datum pořízení	1.1.2013	1.5.2012	1.1.2015
Datum ocenění	16.9.2016	16.9.2016	16.9.2016
DP	4. rok	5. rok	2. rok
PKM	12 800	139 984	12 000
ZAD	45,0%	50,0%	33,0%
ZAP	12,8%	80,0%	12,0%
ZA	28,9%	65,0%	22,5%
CN	999 900	999 900	999 900
CCV	710 900	350 000	774 900
CP	665 500	380 000	699 000
KP	0,94	1,09	0,90
KP Průměrný		0,97	

Příloha č. 4 - Stanovení koeficientu prodejnosti vozidla BMW i3

[illegible]

Příloha č. 5 - Stanovení koeficientu prodejnosti vozidla Peugeot iOn

Peugeot iOn				
Datum prvního uvedení do provozu		15.6.2012		
Datum ke kterému je cena stanovena		16.9.2016		
	1	2	3	4
				
Cena prodejní:	279 000 Kč	299 000 Kč	319 000 Kč	287 500 Kč
Do provozu:	1.2.2013	1.1.2012	1.1.2012	1.12.2012
Tachometr:	68 000 km	63 000 km	23 000 km	45 000 km
Objem motoru:	-	-	-	-
Palivo:	elektro	elektro	elektro	elektro
Karoserie:	hatchback /5	hatchback /5	hatchback /5	hatchback /5
Převodovka:	aut.	aut.	aut.	aut.
Výkon:	35 kW	35 kW	35 kW	35 kW
STK:	2.17	6.17	11.16	12.16
Barva:	bílá	modrá	bílá	bílá
Možn. leasingu:	ano	ano	ano	ano
Původ:	CZ	D	CZ	CZ
Výbava	aut. převodovka, 6x airbag, airbag řidiče, ABS, stabilizace podvozku (ESP), aut. zabrzdění v kopci, posilovač řízení, klimatizace, aut. klimatizace, litá kola, palubní počítač, senzor stěračů, nastavitelný volant, multifunkční volant, deaktivace airbagu spolujezdce, el. okna, el. sklopná zrcátka, el. zrcátka, imobilizér, alarm, centrální dálkový, výškově nastavitelná sedadla, výškově nastavitelné sedadlo řidiče, senzor opotřebení brzdových destiček, mlhovky, autorádio, CD přehrávač, venkovní teploměr, vyhřívaná zrcátka, klimatizovaná příhrádka, dělená zadní sedadla, pevná střecha, AUX	autorádio, CD přehrávač, centrální dálkový, el. okna, el. zrcátka, el. sklopná zrcátka, mlhovky, klimatizace, vyhřívaná sedadla, výškově nastavitelné sedadlo řidiče, nastavitelný volant, 4x airbag, litá kola, ABS, protipoklukový systém kol (ASR), stabilizace podvozku (ESP), posilovač řízení	aut. převodovka, 6x airbag, airbag řidiče, ABS, stabilizace podvozku (ESP), aut. zabrzdění v kopci, posilovač řízení, klimatizace, aut. klimatizace, litá kola, palubní počítač, senzor stěračů, nastavitelný volant, multifunkční volant, deaktivace airbagu spolujezdce, el. okna, el. sklopná zrcátka, el. zrcátka, imobilizér, alarm, centrální dálkový, výškově nastavitelná sedadla, výškově nastavitelné sedadlo řidiče, senzor opotřebení brzdových destiček, mlhovky, autorádio, CD přehrávač, venkovní teploměr, vyhřívaná zrcátka, klimatizovaná příhrádka, dělená zadní sedadla, pevná střecha, AUX	6x airbag, ABS, aut. klimatizace, aut. převodovka, autorádio, CD přehrávač, centrální dálkový, dělená zadní sedadla, el. okna, el. zrcátka, imobilizér, klimatizace, litá kola, posilovač řízení, protipoklukový systém kol (ASR), stabilizace podvozku (ESP)
Stanovení výše koeficientu prodejnosti (KP)				
	1	2	3	4
Datum pořízení	1.2.2013	1.1.2012	1.1.2012	1.12.2012
Datum ocenění	16.9.2016	16.9.2016	16.9.2016	16.9.2016
DP	4.rok	5. rok	5. rok	4. rok
PKM	68 000	63 000	23 000	45 000
ZAD	40,0%	45,0%	45,0%	40,0%
ZAP	65,4%	62,0%	30,6%	50,0%
ZA	52,7%	53,5%	37,8%	45,0%
CN	487 600	487 600	487 600	487 600
CCV	230 600	226 700	303 300	268 200
CP	279 000	299 000	319 000	287 500
KP	1,21	1,32	1,05	1,07
KP Průměrný		1,16		

Príloha č. 6 - Stanovení koeficientu prodejnosti vozidla Tesla Model S

Tesla Model S			
Datum prvního uvedení do provozu		15.10.2013	
Datum ke kterému je cena stanovena		16.9.2016	
	1	2	3
			
Cena prodejní:	1 996 500 Kč	2 391 712 Kč	2 199 000 Kč
Do provozu:	1.1.2014	1.4.2015	1.1.2014
Tachometr:	53 500 km	45 995 km	67 000 km
Objem motoru:	-	-	-
Palivo:	elektro	elektro	elektro
Karoserie:	hatchback /5	hatchback /5	hatchback /5
Převodovka:	aut.	aut.	aut.
Výkon:	310 kW	270 kW	310 kW
STK:	1.18	4.19	1.18
Barva:	bílá	černá	červená
Možn. leasingu:	ano	ano	ano
Původ:	NL	NL	-
Výbava	autorádio, telefon, centrální dálkový, bezklíčové startování a odemknutí, el. okna, el. zrcátka, el. viko zavazadlového prostoru, vyhřívaná zrcátka, vyhřívané přední sklo, střešní šibr el., panoramatická střeška, mlhovky, zadní světlá LED, natáčecí světlomety, aut. klimatizace, nezávislé topení, vyhřívaná sedadla, el. seřiditelná sedadla, výškově nastavitelná sedadla, potahy kůže, nastavitelný volant, aut. stavitelný volant při nástupu, multifunkční volant, deaktivace airbagu spolujezdce, palubní počítač, satelitní navigace, indikátor parkování, venkovní teploměr, litá kola, senzor opotřebení brzdových destiček, ABS, protipokluzový systém kol (ASR), stabilizace podvozku (ESP), senzor tlaku v pneumatikách, posilovač řízení, aut. převodovka, regulace výšky podvozku, tempomat, senzor stěračů, pager, USB, GPS zabezpečení, přední světlá LED, denní svícení, 14x airbag, hands free, 9 rychlostních stupňů, dvouzónová klimatizace, bluetooth, bi-xenonové světlomety, parkovací kamera, start-stop systém	aut. převodovka, 10x airbag, ABS, stabilizace podvozku (ESP), protipokluzový systém kol (ASR), hlídání jízdního pruhu, hlídání mrtvého úhlu, aut. zabrzdění v kopci, regulace výšky podvozku, regulace tuhosti podvozku, posilovač řízení, aut. klimatizace, čtyřzónová klimatizace, nezávislé topení, adaptivní tempomat, natáčecí světlomety, denní svícení, litá kola, palubní počítač, satelitní navigace, parkovací asistent, automatické parkování, indikátor parkování, bezklíčové startování a odemknutí, senzor světel, senzor stěračů, aut. stavitelný volant při nástupu, multifunkční volant, deaktivace airbagu spolujezdce, telefon, el. viko zavazadlového prostoru, el. okna, střešní šibr el., panoramatická střeška, el. sklopná zrcátka, el. zrcátka, imobilizér, alarm, GPS zabezpečení, centrální dálkový, centrální zamykání, potahy kůže, dětská sedačka, vyhřívaná sedadla, el. seřiditelná sedadla, výškově nastavitelná sedadla, senzor tlaku v pneumatikách, senzor opotřebení brzdových destiček, zadní světlá LED, mlhovky, USB, AUX,	ABS, LED denní svícení, protipokluzový systém kol (ASR), automatické svícení, litá kola, regulace tuhosti podvozku, bezklíčkové ovládání, mlhovky, regulace výšky podvozku, bluetooth, multifunkční volant, satelitní navigace, dálkové centrální zamykání, nastavitelný volant, senzor stěračů, dělená zadní sedadla, natáčecí světlomety, senzor tlaku v pneumatikách, dřevěné obložení, originální autorádio, sportovní sedadla, dvouzónová klimatizace, ostřikovače světlometů, el. ovládání oken, palubní počítač, tempomat, el. ovládání zrcátek, panoramatická střeška, tónovaná skla, el. ovládaný kufr, parkovací asistent, USB, el. seřiditelná sedadla, parkovací kamera, venkovní teploměr, ESP, parkovací senzory, vyhřívaná sedadla, isofix, podélný posuv sedadel, vyhřívaná zrcátka, kožená sedadla, posilovač řízení, xenonové světlomety
Stanovení výše koeficientu prodejnosti (KP)			
	1	2	3
Datum pořízení	1.1.2014	1.4.2015	1.1.2014
Datum ocenění	16.9.2016	16.9.2016	16.9.2016
DP	3.rok	2. rok	3. rok
PKM	53 500	45 995	67 000
ZAD	45,0%	40,0%	45,0%
ZAP	26,8%	23,0%	30,5%
ZA	35,9%	31,5%	37,8%
CN	2 266 790	2 696 666	2 932 325
CCV	1 453 000	1 847 200	1 823 900
CP	1 996 500	2 391 712	2 199 000
KP	1,37	1,29	1,21
KP Průměrný		1,29	