

# **ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA, O.P.S.**

Studijní program: B6208 Ekonomika a management

Studijní obor: 6208R088 Podniková ekonomika a management provozu

## **Analýza aktuálních technických možností využití alternativních pohonů pro osobní automobily**

**Petr Ondráček**

Vedoucí práce: Ing. David Staš, Ph.D.

*Tento list vyjměte a nahrad'te zadáním bakalářské práce*

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury pod odborným vedením vedoucího práce.

Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná a v práci jsem neporušil(a) autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Mladé Boleslavi dne 12. 12. 2017

Děkuji Ing. Davidu Stašovi, Ph.D. za odborné vedení bakalářské práce, poskytování rad a informačních podkladů.

## Obsah

Úvod .....	7
1 Aktuální trendy alternativních zdrojů pohonů .....	8
1.1 Aspekty ovlivňující vývoj alternativních pohonů .....	8
1.1.1 Stlačený zemní plyn – CNG .....	9
1.1.2 Bioplyny .....	11
1.1.3 LPG .....	12
1.1.4 Vodíková paliva .....	13
1.1.5 Hybridy .....	14
1.1.6 Elektropohon s palivovými články .....	17
2 Analýza současného stavu řešené problematiky .....	20
2.1 Analýza aktuálních technologických trendů .....	20
2.1.1 Vozy na CNG .....	20
2.1.2 Bioplynová vozidla .....	21
2.1.3 LPG jako palivový zdroj .....	22
2.1.4 Vodíkové palivo .....	23
2.1.5 Hybridní automobily .....	24
2.1.6 Palivové články zdrojem energie pro elektromobily .....	25
2.1.7 Přehled ukazatelů alternativních paliv .....	26
2.2 Analýza technologických trendů vybraných zástupců světového automobilového průmyslu .....	27
2.2.1 Výsledky analýzy technologických trendů vybraných zástupců světového automobilového průmyslu .....	39
3 Souhrnné výsledky provedené analýzy .....	46
4 Návrhy a doporučení pro evropský automobilový průmysl .....	49
Seznam literatury .....	51
Seznam obrázků a tabulek .....	53
Seznam příloh .....	55

## Seznam použitých zkratek a symbolů

CNG	Compressed natural gas
LPG	Liquefied petroleum gas
CO <sub>2</sub>	oxid uhelnatý
kW	kiloWatt
Nm	Newton metr
l	litr
g	gram
kg	kilogram
mm	milimetr
m <sup>3</sup>	metr krychlový
s	sekunda
ČR	Česká republika
Kč	koruna česká
°C	stupně Celsia
TSI	Twincharged stratified injection
a. s.	akciová společnost

## Úvod

Práce se zabývá současnými trendy v oblasti alternativních zdrojů pohonů pro osobní automobily. O tom, že je téma aktuální, vypovídá současná situace v automobilovém průmyslu. Otázky alternativních zdrojů se zejména ve vývojových centrech skloňují ve všech tvarech. Přešla doba přehlížení unikajících skleníkových plynů, konkrétně CO<sub>2</sub>, do ovzduší. Příroda se brání a zásah je nevyhnutelný. Výběr tématu proběhl na základě vykonávané praxe v technickém vývoji ve Škoda Auto a. s. Zásadním kritériem výběru byla již zmiňovaná aktuálnost. Občasná možnost nahlédnutí do materiálů sloužících pro výrobu vozu na alternativní pohon definitivně vedla ke zvolení tématu.

V první části bakalářské práce autor popisuje aktuální možnosti alternativních zdrojů pro pohon osobních automobilů nejen v České republice, ale v celé Evropě. V teoretické části představuje jednotlivé druhy alternativních paliv, kterými jsou CNG, bioplyn, LPG, vodík, hybridní pohony a elektrická energie uložená v palivových člancích. Plynule přechází k analýze současného stavu alternativních paliv pomocí ukazatelů ekonomických, ekologických a udržitelnosti zásob. Pro vybrané zástupce jednotlivých značek osobních automobilů provádí analýzu parametrů ceny, spotřeby, vypouštěných emisí CO<sub>2</sub>, dojezdu a počtu čerpacích stanic nebo nabíjecích míst v případě elektricky poháněných vozidel. Zjištěné údaje vzájemně porovnává a provádí jak komerční tak vlastní vyhodnocení, založené na skutečných a podložených datech.

Použité nástroje v podobě tabulek a vlastních grafů jsou přínosem k objektivnímu vyhodnocení v závěru práce. Hodnoty obsažené v použitých nástrojích pochází z odborných zdrojů a publikací. Teoretická část obsahuje poznatky získané pomocí literární rešerše v oblasti aktuálních trendů alternativních pohonů. Ukotvené poznatky zapsané v teoretické části plynule přechází v část praktickou, kde pomocí analýzy ukazatelů a parametrů alternativních paliv a jejich vzájemné komparace dochází k vyhodnocení výsledků.

Cílem práce na základě syntézy jednotlivých poznatků je doporučit vhodný směr, kterým by se měli automobiloví výrobci vydat do budoucna. Tedy která varianta alternativního paliva má potenciál pro širší implementaci na evropském trhu.

## **1 Aktuální trendy alternativních zdrojů pohonů**

Automobil jako takový je jedním z nejpodstatnějších vynálezů, který kdy spatřil světlo světa. Jeho využití hledají milióny lidí po celém světě každý den. Vzhledem ke stále zvyšujícímu se počtu vozidel na silnicích, a s tím spojeným znečišťováním životního prostředí, nachází své zastoupení na silnicích čím dál více dopravních prostředků na alternativní zdroje pohonů. Lidé začali hledat alternativu před zhruba dvaceti lety, kdy hlavním cílem bylo ušetřit životní prostředí před nadbytečným znečišťováním. Neméně důležitým důvodem byla také udržitelnost dopravy v budoucnu. Využití tak našly pohony plynové, hybridní, vodíkové a aktuálně se automobilový průmysl zabývá otázkou elektromobility. K tomu, aby se zmíněné alternativní pohony dostaly do chodu, musejí mít přísun paliva, které je samozřejmě odlišné od klasických benzínových či naftových. Mezi aktuálně vyhledávané trendy patří stlačený zemní plyn označovaný jako CNG, který je levný a jeho oktanové číslo je vysoké. Jeho hlavní předností je bezproblémovost ve splnění emisních limitů jak nyní, tak i v budoucnosti. Dalším zástupcem jsou bioplyny. Ropné zkapalněné plyny jinak známy jako LPG se řadí mezi laciná a ekologicky šetrná paliva. Vzhledem k tomu, že je k výrobě LPG potřebná přítomnost ropy, není zcela zřejmé, zda se může řadit mezi alternativní pohonnou hmotu. Dalším typem jsou vodíková paliva, která mohou být vyráběna z různých energetických zdrojů. Jeho výhodou je možnost skladování, což například u elektřiny není možné. Posledním zástupcem je stále významnější elektrický proud (Vlk, 2004). Jeho historie sahá až do devatenáctého století. Elektřina se jako pohon využívala u prvních provozu schopných automobilů. V současnosti se k této variantě odborníci opět vracejí a přicházejí na trh s modifikovanou verzí, která má vysoký potenciál v růstu zastoupení mezi vozy na celém světě.

### **1.1 Aspekty ovlivňující vývoj alternativních pohonů**

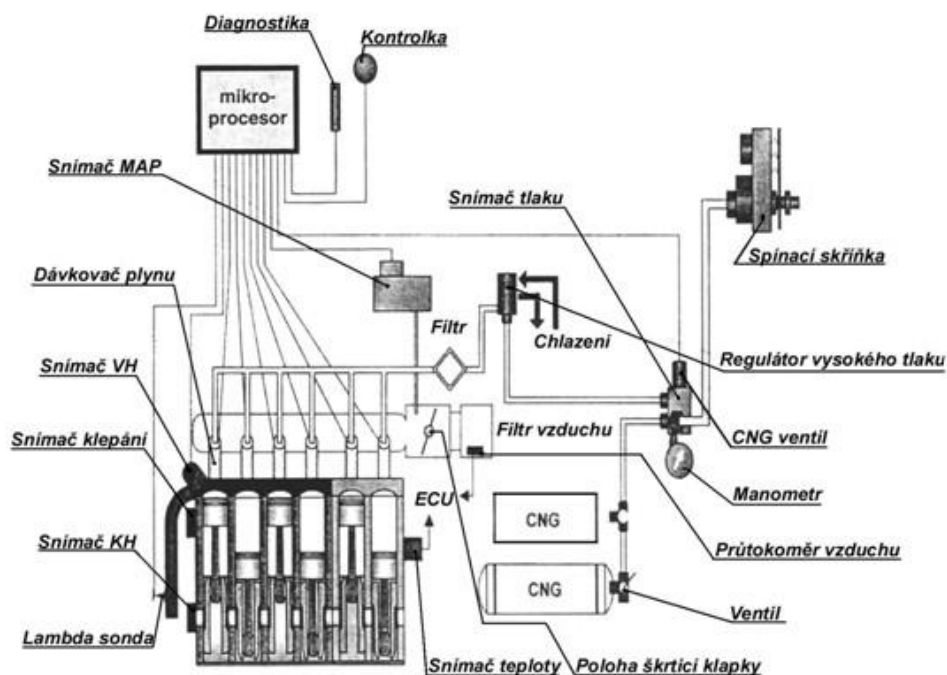
Prostor, který mají alternativní druhy pohonu mezi vozy, úzce souvisí s aspekty pro jejich vývoj. Důraz je kladen zejména na ekologii. Stávající fosilní paliva zatěžují životní prostředí v neúnosné míře, a proto by je v budoucnu měla nahradit vozidla poháněná alternativními palivy (Browne, 2015). Dříve nebyla výroba funkčních alternativních pohonů možná z důvodu technologie. V současné době



jsou k dispozici postupy a procesy umožňující instalaci a bezpečné užívání alternativních pohonů v dopravních prostředcích. Na vyvíjející se trh s alternativami pohonu mají velký vliv zákazníci svou poptávkou. Jde o segment vozů, který se stal trendem. Sledovaným parametrem u nově vyráběných vozidel je spotřeba, na kterou je z řad zákazníků kladen velký důraz. Dosáhnout nižších hodnot lze pomocí nefosilných paliv. Neposledním aspektem ovlivňujícím vývoj jednotlivých alternativních pohonů je politická situace. V některých městech je dokonce vyhlášen zákaz pohybu vozidel se spalovacími agregáty.

### 1.1.1 Stlačený zemní plyn – CNG

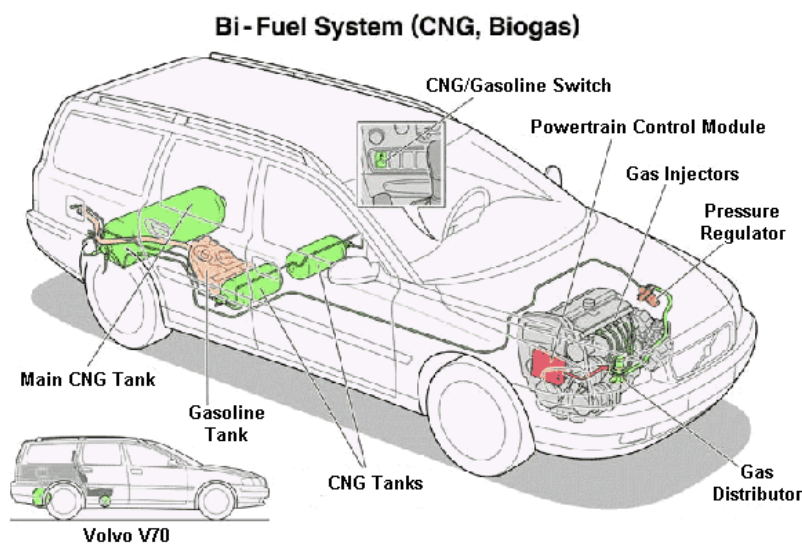
Zkratka CNG vychází z anglického Compressed natural gas. Často je stlačený zemní plyn chybně označován jako LPG. Každá z těchto dvou směsí je naprosto odlišná. Zatímco LPG je směsí propanu a butanu, CNG tvoří z podstatné části metan, a díky tomu je označován jako ekologické palivo. Zážehové motory, které jsou poháněny touto směsí, mají i navzdory vysokému kompresnímu poměru měkké spalování, což má za výsledek tichý chod motoru.



Zdroj: zpracováno dle prezentace: Alternativní paliva a zdroje energie pro vozidla. Dostupné z: <http://slideplayer.cz/slide/5589102/2/images/31/Sch%C3%A9ma+palivov%C3%A9ho+okruhu+motoru+poh%C3%A1n%C4%9Bn%C3%A9ho+CNG.jpg>

**Obr. 1 Schéma motoru poháněného CNG a jeho palivového vedení**

Produkce oxidu uhličitého je v porovnání s jinými typy paliv velice nízká. Vozidla poháněná zemním plynem produkují minimální množství pevných částic v emisích. Výroba CNG pro potřeby automobilového průmyslu není jednoduchá. Pro dosažení požadované koncentrace energie musí být zhruba dvěstěkrát stlačen. Proces stlačení provádějí vysokotlaké kompresory. CNG se nedá zařadit vedle ostatních přírodně obnovitelných zdrojů, má však svůj význam díky eliminaci ropy, jejíž zásoby se tenčí. Nalezišť zemního plynu je mnoho a předpoklad objevení nových zdrojů je vysoký. Obavy z nedostatku CNG jsou tak zbytečné. S výhledem do budoucnosti nehrozí nedostatek této suroviny. Také vzhledem k bezpečnosti vozidel poháněných stlačeným zemním plynem se dá očekávat lineárně narůstající zájem o tyto vozy. Při porovnání s benzínovými motory je snížení emisí CO<sub>2</sub> o dvacet až dvacet pět procent. Při porovnání s LPG hraje významnou roli cena, která je výrazně nižší. Vyšší náklady jsou však spojeny se stavbou nových čerpacích stanic. Hojně je stlačený zemní plyn využíván jako palivo u vozidel městské veřejné dopravy a to vzhledem k vysokému emisnímu zatížení životního prostředí. Jeden z prvních automobilových výrobců, který se začal zabývat pohonem na CNG je švédská značka Volvo.



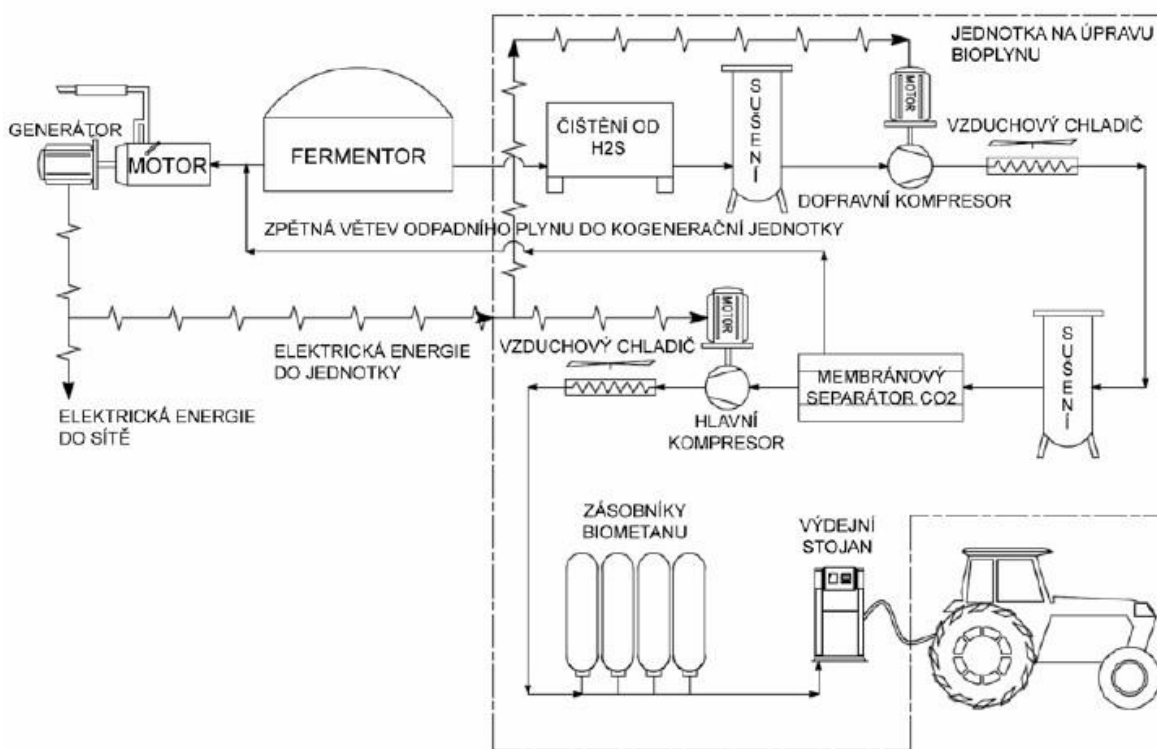
Zdroj: zpracováno dle vcars.co.uk

**Obr. 2 Systém Bi-Fuel (CNG, Biogas) Volvo V70**

Z dalších značek stojí za zmínku italský výrobce vozidel Fiat, jehož popularita v domovské zemi výrazně roste. Z hlediska bezpečnosti je na tom v porovnání s benzinem lépe CNG, jelikož je uskladněn v ocelové nádrži, která je velmi pevná. Při zkouškách pevnosti nádrží se používá dokonce i střelba, které nádoba, mimo veškerých testovaných nárazů, odolá. Pokud přesáhne průtok paliva z nádrže určitého maxima, dojde k přerušení jeho dodávky za pomoci bezpečnostního uzávěru. Pokud by došlo k úniku paliva, nehrozí naopak od benzínu jeho rozlití po voze a tím je eliminováno nebezpečí samovznícení (Kameš, 2004).

### 1.1.2 Bioplyny

Bioplyn, který je součástí biomasy, představuje nashromážděnou energii ze slunce, čímž se odlišuje od ostatních obnovitelných zdrojů. Jedná se o palivo, které je vyráběno ze stále dorůstajících surovin, a proto velice významné pro budoucnost. A to zejména v oblasti zemědělství zavedením inovačního neboli agrárního produktu.



Zdroj: zpracováno dle biom.cz

**Obr. 3 Schéma kompresní jednotky na úpravu bioplynu**

Na to, jak získat bioplyn z biomasy jsou dvě různé cesty. První z nich je cesta termochemická a druhá je cesta biochemická. Nejen původ, ale také druh produkce určuje jakost bioplynu. Pro výrobu bioplynu jsou hlavní složkou alkoholy. Prvním používaným je metanol a alternativou k němu je etanol. Vlastnostmi se od klasických paliv příliš neliší. Nezbytnou součástí přestavby vozidla na alkoholová paliva je konstrukčně předělat prostor motoru. U alkoholů není možné dosáhnout tak vysoké výhřevnosti jako je tomu například u benzínu. Na druhou stranu dosahují alkoholy mnohem dokonalejšího a časově zkráceného spalování.

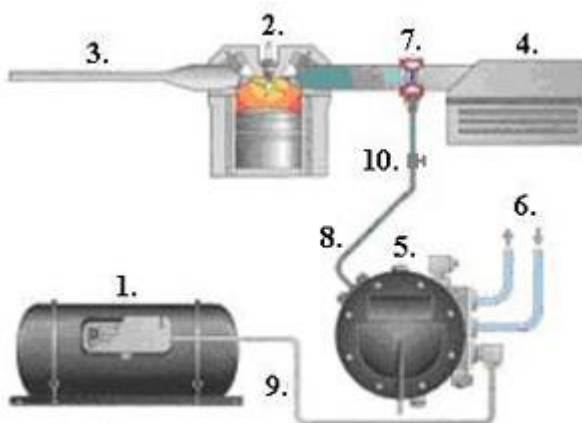
**Etanolová a metanolová paliva** jsou vyráběna především z obilí, nebo také z kukuřice či popřípadě cukrové třtiny. Jejich spalováním uniká do vzduchu podstatně méně škodlivých látek než u klasických ropných paliv. Důvodem je nenáročná struktura. Navíc použité alkoholy dosahují lepšího hoření, čímž vzniká pouze minimum nespáleného obsahu. Rozdíl je i mezi oběma druhy biopaliv, kdy ze dvou jmenovaných, vychází vzhledem k jeho vlastnostem, jako lepší metanol (Žákovec, 2001).

Prozatím největší zastoupení má bioplyn v podobě pohonné hmoty ve Švýcarsku. Dopad jednoho kilometru jízdy automobilem na životní prostředí je stejný jako z jednoho kilogramu odpadu vyprodukovaného v kuchyni. Tuto hypotézu reklamují švýcarští vědci a nabádají tak lid k nákupu vozů na bioplyny.

### **1.1.3 LPG**

Zkratka pochází z anglického Liquefied petroleum gas. Jde o druh plynu, který je zkapalněný a je vedlejším produktem ropy. Neobsahuje téměř žádnou síru a je zcela bez přítomnosti olova a benzenových uhlovodíků. V kombinaci se vzduchem vytváří roztok, který je stejnorodý. Již řadu let je používán v podobě pohonné hmoty jak pro osobní automobily tak pro autobusovou dopravu. Cena pohonné hmoty a dostupnost čerpacích stanic přesvědčuje mnoho lidí. Ovzduší je v případě provozu vozidla na LPG šetřeno. Obsah škodlivých látek ve výfukových plynech je značně nižší. Motory ztrácejí výkon zhruba o pět procent.

1. Tlaková nádrž
2. Spalovací prostor
3. Výfukové potrubí
4. Filtr nasávaného vzduchu
5. Regulátor tlaku (Reduktor)
6. Horkovodní okruh
7. Směšovač – mix
8. Hadice LPG
9. Cu potrubí
10. Škrtkový šroub



Zdroj: zpracováno dle autanaplyn.com

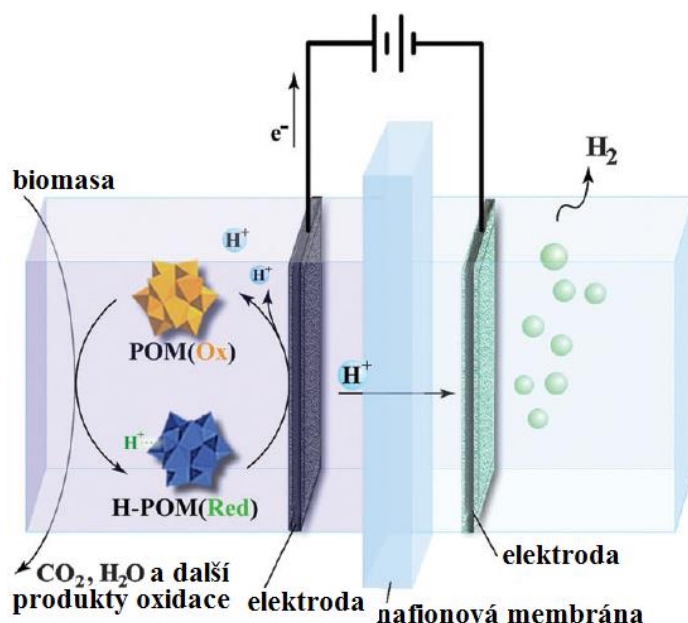
**Obr. 4 Schéma motoru s centrálním směšovačem plynné fáze**

Průměrná spotřeba je o zhruba deset procent vyšší, než je tomu u benzinových motorů. Vzhledem k tomu, že vozidla poháněná zkapalněným propan-butanem vylučují stejné látky jako dieselové či zážehové motory, nelze LPG označit za palivo budoucnosti. Hlavní důvod, proč je nahrazován jinými ekologičtějšími alternativami je ten, že nepatří mezi zdroje energie, které by byly obnovitelné. „Jsou to vysoce výhřevné plyny, které se snadno zkapalňují při poměrně nízkém tlaku a běžné teplotě“ (Hromádka, 2012, str. 105). Zajímavostí je fakt, že ve formě plynu je směs propan-butanu těžší než vzduch. Pokud se však vyskytuje ve formě kapalné, jeho hmotnost není vyšší než hmotnost vody. LPG v podobě paliva je mnohem čistší než jaký se používá pro vytápění obytných prostor. Tento aspekt je velmi důležitý a bohužel často přehlížený (Štěrbá, 2013).

### 1.1.4 Vodíková paliva

Vodík je palivem budoucnosti. Probíhají výzkumy, kterými se vědci snaží dopracovat k ideálnímu použití tohoto plynu jako paliva pro motorová vozidla. Nejedná se o zdroj energie, nýbrž o nosič energie. Vyrábí se za pomoci elektrolýzy biomasy, při níž je potřeba i elektřina, jakožto další nosič energie. K tomu, aby nedocházelo k tvorbě skleníkových plynů, je zapotřebí zvolit správný postup výroby. Pokud je vyráběn za pomoci elektřiny z uhlí, jeho emise oxidu uhličitého se zvyšují. A i když prvně zmiňovaný způsob nese vyšší bezpečnost pro zásobování, je stále preferovanějším způsobem výroby vodíkových paliv za pomoci nukleárních nebo obnovitelných zdrojů, při níž se navíc snižuje

přítomnost emisí oxidu uhličitého. Problémem u instalace vodíkových nádrží ve vozidlech je jejich vysoká hmotnost a velký objem. Pro správný objem směsi vzduchu s vodíkem slouží elektronický systém, který tyto dvě látky mísí a následně vpouští do motoru. Při spalování směsi zůstává v motoru přebytečný podíl vzduchu, který plní funkci zachycování tepla, čímž zajišťuje snížení teploty plamene natolik, aby nedošlo k jejímu samovznícení (Matějovský, 2005).



Zdroj: zpracováno dle akademon.cz

**Obr. 5 Výroba vodíku pomocí elektrolýzy biomasy**

### 1.1.5 Hybridy

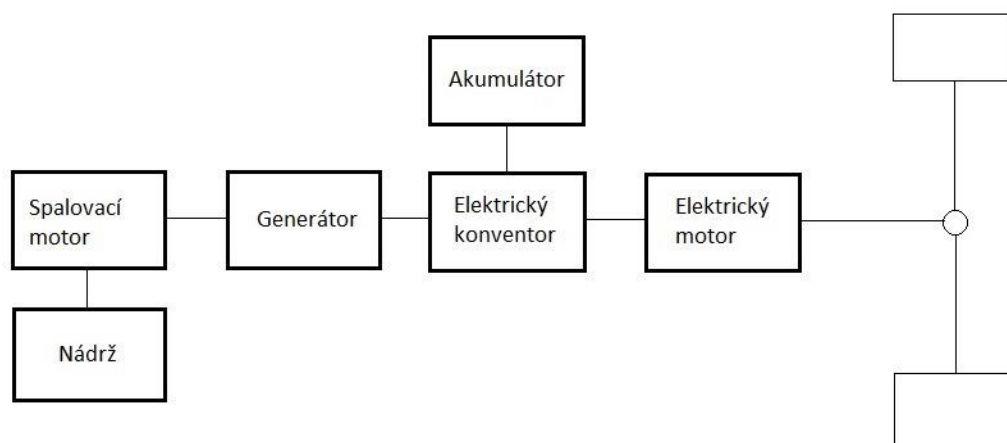
Hybrid nelze označit za alternativní palivo. Jedná se o název palivové konstrukce motorových vozidel. Výhody zůstávají totožné jako u zážehových motorů a přidanou hodnotou je schopnost eliminace nevýhod, které se vyskytují právě u benzinových automobilů či dokonce u čistě elektrických vozů. Baterie je schopna navyšovat svou kapacitu i během jízdy, tudíž je výrazně menšího formátu než u plně elektrických motorů. Použitím dvou motorů (benzinového a elektrického) je logicky odvoditelná zvýšená cena hybridních modelů a v neposlední řadě také vyšší váha. Je-li vozidlo hnáno elektrickým motorem, emise jsou zanedbatelné a hluk auta je velmi nízký, téměř neslyšitelný. Vozidlo však ztrácí na výkonu, není schopno ujet příliš dlouhou vzdálenost vzhledem ke kapacitě elektronádrže, a ani bezpečnost prozatím není na vysoké úrovni. Bezpečností je myšleno zabezpečení

vozidla a cestujících při havárii. Omezenými možnostmi umístění elektrických článků se značně zmenšil zavazadlový prostor, konkrétně jeho hloubka. Při kombinaci spalovacího motoru a elektromotoru je druhý zmiňovaný využit například při rozjezdu nebo silnějším sešlápnutí plynového pedálu a to zejména u vozidel, ve kterých je instalován spalovací motor s menším obsahem. Přebytečnou setrvačnou energií, kterou u klasických automobilů využíváme při brzdění, spotřebovává u dopravních prostředků s hybridním pohonem elektromotor,

který dokáže zároveň plnit brzdící funkci a zbytkem energie dobíjí akumulátor. Nevzniká tak žádné přebytečné teplo a veškerá vyprodukovaná energie je zpracována na chod automobilu. Jednotlivé koncepce vozů poháněných hybridními motory se liší ve vlastním uspořádání, které může být sériové nebo také paralelní. Baterie není zpravidla dobíjena pouze interně. V mnoha případech probíhá dobíjení externí cestou.

### Sériové uspořádání motoru

Hybridní motor, který je uspořádán sériově, je poháněn pomocí elektromotoru. Podobá se tímto charakterem vozidlům článkovým neboli bateriovým. Pochopitelně musí obsahovat díl, který plní dobíjecí funkci, a tím je spalovací motor. V případě sériového uspořádání je spalovací motor zároveň zdrojem energie pro chod motoru. Díly motoru jsou v případě seriového uspořádání seřazeny za sebou.



Zdroj: zpracováno a upraveno autorem dle [baracudaj.blog.auto.cz](http://baracudaj.blog.auto.cz)

**Obr. 6 Schéma sériového uspořádání hybridu**

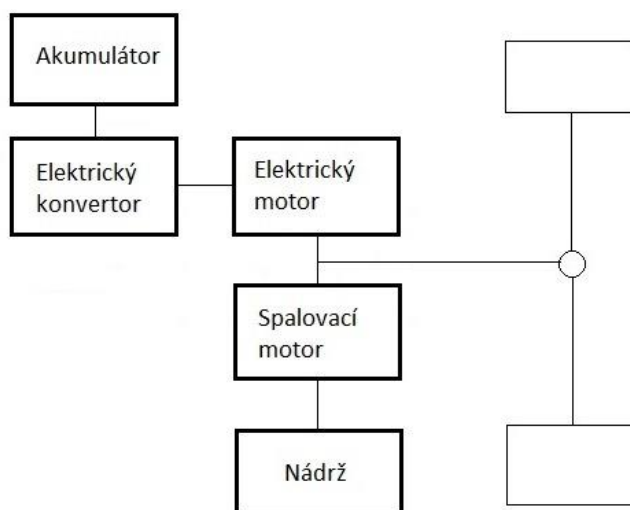
Pokud je sériově sestaven spalovací motor, jeho provoz může probíhat i v malém rozsahu otáček. Vozidlo, konkrétně jeho převodovka, v takovém složení již neobsahuje neutrál, což uživatel vozu jednoznačně ocení, jelikož je jeho provoz hospodárnější. S tím je spojena i vyšší účinnost motoru. Menší je v případě sériového uspořádání naopak akumulátor. Rozdíl je markantní zejména v porovnání s elektromobily, u kterých je baterie výrazně větší. Schopnost hybridního motoru, přepínat mezi spalovacím a elektrickým, závisí na potřebném množství energie, která je nezbytná pro jeho vlastní chod. Pokud nemá požadované množství energie elektrický motor, automaticky je uveden do pracovní činnosti motor spalovací, který doplní, a v tomto případě zastoupí, elektromotor.

### **Paralelní uspořádání motoru**

Rapidní změnou oproti sériovému uspořádání je nasazení konvenční převodovky, která slouží jak pro spalovací motor, tak i pro elektrický motor. Otáčky na obou typech agregátů dosahují stejného maxima. Použitím elektromotoru a spalovacího motoru zároveň lze dosáhnout vyšší tažné síly. Paralelní uspořádání může být dvojího typu. Prvním je jednohřídelové a druhým dvouhřídelové. Pro jednohřídelové uspořádání slouží jako propojovací komponent pouze jedna hřídel, kterou elektromotor využívá jako přenašeč energie. U dvouhřídelového uspořádání je navíc použit například řetěz, nebo je energie přenášena pomocí ozubených kol. Automobil s paralelním uspořádáním hybridního motoru může pro svůj pohyb využít separátně agregát elektrický nebo pouze spalovací. Sériové řazení tuto možnost nenabízí. Vůz, který je poháněn kombinací obou zdrojů energie, přednostně využívá motor spalovací. Pouze jako doplňkový je elektromotor využit například při náhlém zvýšení rychlosti, kdy při současném sepnutí dosahuje v krátkém časovém úseku očekávaný zvýšený výkon. Paralelní hybrid dokáže jako primární pohonnou jednotku použít i elektrický motor. I v tomto případě lze při dodatečném sepnutí motoru spalovacího sledovat krátkodobé navýšení výkonu. V prostředí měst se elektrický pohon příliš od spalovacího neliší. Emise u sériového uspořádání motoru i u motoru uspořádaného paralelně jsou kvalitou na vyšší úrovni. Díky silového charakteru, montovány od motoru směrem k hnaným částem vozu, nejsou vždy ve stejném rozložení. Jejich pořadí nemá při různých kombinacích vliv na vlastnosti vozidla. Jednotlivé kombinace a změny



v nich jsou zpravidla aplikovány u menších automobilů, tedy u osobních. Nákladní vozy nebo také autobusy nejsou přizpůsobeny na změny v uspořádání jednotlivých komponentů. Elektromotor mají umístěn přímo v kolech. Bez ohledu na to, zda jde o hnanou nebo hnací nápravu. Vyjimku představují autobusy či spíše nákladní vozy nižších hmotností, které musí mít v hnané nápravě umístěnou rozvodovku.



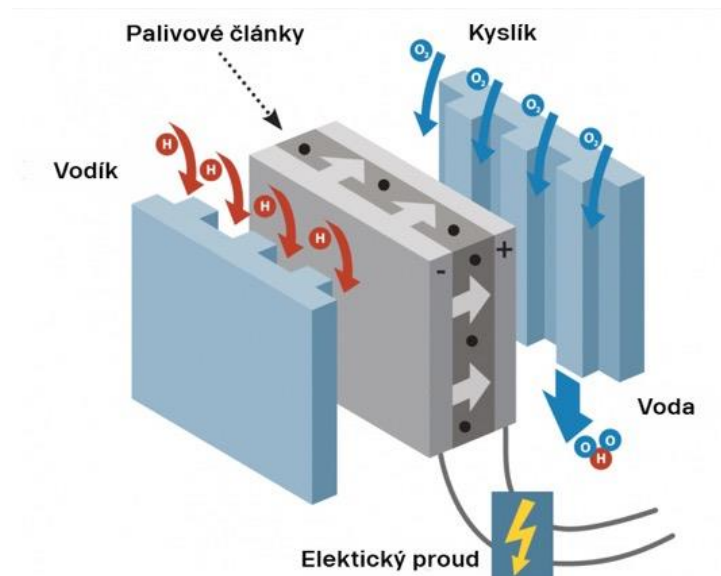
Zdroj: zpracováno a upraveno autorem dle [baracudaj.blog.auto.cz](http://baracudaj.blog.auto.cz)

**Obr. 7 Schéma paralelního uspořádání hybridu**

Paralelní uspořádání motoru má své přednosti především v emisích, jelikož za chodu žádné nevyklučuje. Naopak sériové uspořádání hybridního pohonu dává vyniknout automobilům hnaných elektromotorem. Ať už jde o zapojení sériové či paralelní, v obou případech se nashromážděná kinetická energie, vzniklá důsledkem brždění, dále využívá k nabití jak baterií tak popřípadě i setrvačnicku (Vlk, 2004).

### 1.1.6 Elektropohon s palivovými články

U elektropohonu může být jako zásobník energie mimo baterie právě palivový článek. Při použití palivového článku jsou zcela anulovány emise, na což je v dnešním světě kladen velký důraz. Navíc je prokázána vysoká účinnost a vozidlo pro svůj provoz nepotřebuje fosilní paliva, což je velký krok kupředu. Výkon dopravních prostředků poháněných pomocí palivového článku se pohybuje ve velkém rozpětí.



Zdroj: zpracováno dle hybrid.cz

**Obr. 8 Funkce palivových článku u elektromotoru**

Palivem sloužícím k provozu vozidel může být například methanol nebo CNG, na které je následně schopno ujet podobnou vzdálenost jako vozidlo s motorem spalovacím. Hojně využívaným palivem je u elektromotoru s palivovými články také vodík. Předností pohonu je účinnost, která dosahuje až dvojnásobných hodnot spalovacího motoru. Pokrokem je též odpad produkovaných plynů, jakými jsou oxid dusíku či oxid uhelnatý.

Pomocí elektrochemických reakcí se v palivových článcích mění palivová energie, jinak nazývána jako chemická, na energii elektrickou. I díky této funkci stále připomínají články bateriové. Princip je ovšem odlišný. Látky, které vyvolávají přeměnu energií, již nejsou uvnitř anody ani katody. Tyto chemické látky jsou k palivovým článkům dostávány z okolního venkovního prostředí. Katoda a anoda plní funkce katalyzátoru jednotlivých chemických přeměn. Při správně vykonávané práci článku nedochází k opotřebenosti elektrod a to má za výsledek jejich neměnnosti složení. Palivový článek může pracovat i bez jakéhokoli omezení v čase a to v případě, že jsou do něj v nekončícím běhu dodávány aktivní látky. Odpadá tak omezenost objemu článku, která u baterie přetrvává. Vyšších hodnot dosahuje palivový článek oproti baterii v teplotách měřených při práci. Palivový článek je z hlediska postupu práce, kterou vykonává, velice jednoduchým komponentem elektromotoru. Nejprve musí být palivo dopraveno k anodě, odkud

pokračuje směrem ke katodě. Aby palivo mohlo být uvolněno z anody, musí dojít k oxidaci, při které ztrácí elektrony pohybující se ve valenční vrstvě. Vzniklý elektrický proud zastoupený v uvolněných elektronech následně pokračuje k již zmiňované katodě. Na katodě, představující kladnou elektrodu, dochází k redukci pomocí okysličovadla, jehož atomy na sebe dokáží navázat volně se pohybující elektrony. Paralelně s tímto procesem probíhá reakce s kladně nabitými ionty, jejichž dopravu ke katodě zajišťuje elektrolyt (Hromádko, 2012).

## **2 Analýza současného stavu řešené problematiky**

Práce analyzuje současné trendy technických možností alternativních pohonů pro osobní automobily a následně vyhodnocuje nejvhodnější varianty pro evropský automobilový průmysl. Pro vyhodnocení slouží vybrané ukazatele (ekonomické, ekologické a udržitelnost) alternativních paliv a parametry u vybraných zástupců vozů jednotlivých značek, kterými jsou cena, spotřeba, emise CO<sub>2</sub>, dojezd a počet čerpacích stanic nebo nabíjecích míst na území České republiky.

### **2.1 Analýza aktuálních technologických trendů**

Postupem času ztrácí fosilní paliva na automobilovém trhu význam. V horizontu několika možná i desítek let zcela vymizí z naší planety a jejich místo převezme flotila vozů poháněných alternativními zdroji energie. Svůj význam a zastoupení nejen v Evropě, ale i ve zbytku světa, již jednoznačně získaly. Z důvodu znečišťování planety není možnost jiné cesty. Výfukové plyny vypouštějí do atmosféry nadměrné množství látek, které způsobují změnu klimatu, a tomu je třeba zabránit. Řešení přichází v podobě alternativ k naftovým či benzínovým pohonům. Aktuálními trendy jsou vozy na CNG, LPG a bioplyny. Do popředí se pomalu ale jistě dostávají také vozy na elektřinu nebo vodíkem poháněné agregáty.

#### **2.1.1 Vozy na CNG**

Cena CNG na plnicích stanicích odpovídá v současnosti 25 Kč/kg. Provozem automobilu na tento druh paliva uniká do ovzduší o 95% méně oxidu uhelnatého, než je tomu u klasických naftových motorů. V horizontu 150 let navíc nehrozí vyčerpání zemního plynu, který je hlavní surovinou pro výrobu CNG (aktuálně.cz, 2016).

#### **Výhody**

- Zemní plyn je lehčí než vzduch
- Objem plynu lze zmenšit 200krát
- Vysoká hodnota oktanového čísla
- Zemní plyn dosahuje podobných hodnot výhřevnosti jako benzín nebo nafta

- Neobsahuje ropu
- Plynovody zemního plynu zajišťují plynulou a snadnou dodávku paliva
- Technologie CNG systému na vysoké úrovni
- Měření emisí – téměř nulové hodnoty
- Použitím obou paliv vykazuje vozidlo dlouhý dojezd
- Vozidlo na zemní plyn lze parkovat v krytých parkovištích

### **Nevýhody**

- Nákup vozidla na CNG je dražší variantou vozidel na benzín nebo naftu
- Nákladná výstavba čerpacích stanic a jejich drahý provoz
- Dostupnost čerpacích stanic – 159 na území České republiky
- Povinnost každoroční kontroly

### **2.1.2 Bioplynová vozidla**

Emise, konkrétně CO<sub>2</sub>, jsou v porovnání s naftovými motory eliminovány až o 90 % (Hromádka, 2012). Cena bioplynu se pohybuje kolem hodnoty 8,12 Kč/m<sup>3</sup>. Surovina pro výrobu bioplynu je totožná jako u CNG. Jedná se tedy o zemní plyn, jehož zásoby vystačí na příštích minimálně 150 let.

### **Výhody**

- Až o 30% nižší náklady v porovnání s benzínem
- Nízká hodnota emisí
- Účinnost je na vysoké úrovni
- Schopnost neustále dodávat potřebnou elektřinu či teplo

### **Nevýhody**

- Produkce bioplynů je značně omezená
- Obtížná dostupnost

### **2.1.3 LPG jako palivový zdroj**

Čerpací stanice v České republice nabízí LPG za nízkou prodejní cenu, a to 13,6 Kč/kg. V porovnání produkce škodlivého CO<sub>2</sub> s naftovými motory vypouští agregáty poháněné pomocí LPG o 1,8% méně (cnguh.cz, 2012). Z důvodu zastoupení LPG mezi plyny vyrábějících se za pomoci zemního plynu je i v tomto případě možné počítat s udržitelností na dalších 150 let.

#### **Výhody**

- Dostupnost čerpacích stanic – 944 na území České republiky
- Stejnorodá směs
- Antidetonační vlastnosti
- Nenáročné stlačení
- Objem plynu lze zmenšit až 260krát
- Obsažený propan-butan dosahuje podobných hodnot výhřevnosti jako benzín nebo nafta
- Levnější provoz než vozidla na benzín
- Pořízení nového vozidla na LPG je levnější variantou naftového motoru
- Technologie LPG systému na vysoké úrovni
- Použitím obou paliv vykazuje vozidlo dlouhý dojezd

#### **Nevýhody**

- Ropný produkt
- Hmotnost propan-butanu větší než hmotnost vzduchu
- Umístění nádrže rapidně zmenšuje zavazadlový prostor
- Legislativa České republiky zakazuje parkovat vozům na LPG na krytých parkovištích
- Při nastavování správného tlaku v nádrži dochází ke ztrátám LPG z důvodu odpouštění

- Měření emisí – benzínové motory dosahují vyšších hodnot a motory na CNG naopak nižších
- Povinnost každoroční kontroly
- Instalace nové nádrže nutná po maximálně 10 letech provozu
- Nevhodně zvoleným systémem na LPG nastává zvýšené riziko poruchovosti

#### **2.1.4 Vodíkové palivo**

Vodík v podobě paliva představuje vysoké náklady, co se provozu týká. Jeden kilogram této pohonné hmoty stojí 229 Kč (aktuálně.cz, 2017). Voda jako zdroj vodíku zajišťuje jeho nevyčerpatelnost a proto nejsou zásoby do budoucna ohroženy a lze s ním počítat na spoustu let dopředu (vesmír.cz, 2017). Nulovou produkcí CO<sub>2</sub> navíc nepředstavuje žádnou hrozbu ničení ovzduší, což je vítaným a zásadním aspektem.

#### **Výhody**

- Palivo budoucnosti
- Využitelné v palivových článcích
- Rychlost hoření je velmi vysoká
- Hmotnostní výhřevnost na vysoké úrovni
- Energie vodíku získávána z elektrické energie
- Možnost výroby z biopaliv
- Měření emisí – nulové hodnoty, vznik emisí pouze u oxidů dusíku
- Instalací přídavného katalyzátoru lze snížit i emise oxidů dusíku

#### **Nevýhody**

- Dostupnost čerpacích stanic
- Směs vodíku a vzduchu – nebezpečí výbuchu
- Objemová výhřevnost je na nízké úrovni
- Získáváním vodíku z běžných (fosilních) paliv vzniká nežádoucí oxid uhličitý

- Výrobou vodíku dochází ke ztrátám energie
- Dosažení a udržení vodíku v kapalném stavu představuje náročný proces
- Obtížné skladování
- Při nastavování správného tlaku v nádrži dochází ke ztrátám vodíku z důvodu odpouštění
- Nákladná výstavba čerpacích stanic a jejich drahý provoz
- Pořizovací cena paliva
- Účinnost je na nízké úrovni
- Předčasné vznětí směsi zapříčiňující klepání motoru

### **2.1.5 Hybridní automobily**

Elektrická energie potřebná k provozu elektromotoru vozidla vychází uživatele na pouhých 450 Kč za měsíc. Je to dáno paušální hodnotou nastavenou skupinou ČEZ, za kterou dostane provozovatel vozu právo na neomezený odběr elektrické energie z nabíjecích stanic umístěných po celé České republice (e15.cz, 2016). Uhlí, které slouží jako primární zdroj na výrobu elektrické energie, vystačí při současné spotřebě na pouhých 32 let. Pozitivem elektromotoru u hybridních vozidel je nulová produkce oxidu uhelnatého.

#### **Výhody**

- Značný pokles spotřeby paliva
- Chod vozu je velmi tichý
- Při jízdě na elektřinu vůz neprodukuje žádné emise
- Účinnost je na vysoké úrovni

#### **Nevýhody**

- Vysoká pořizovací cena
- Baterie sloužící pro kumulaci energie mají omezené rozpětí provozních teplot



- Nákladné opravy motoru a omezené množství kvalifikovaných odborníků na opravu hybridních agregátů
- Velikost a odpovídající hmotnost akumulátoru
- Kapacita akumulátoru

### **2.1.6 Palivové články zdrojem energie pro elektromobily**

Palivem potřebným pro výrobu elektrické energie může být vodík, jehož chemická energie pomocí palivových článků přechází na energii elektrickou dodávanou následně elektromotoru zajišťujícímu chod vozu. Kilogram vodíku vyjde v současné době na 229 Kč (aktuálně.cz, 2017). Pokud je zdrojem pro získání vodíku voda, lze konstatovat, že zásoby pro dalších několik desítek let nejsou omezeny (vesmír.cz, 2017). Provozem na vodík je zcela eliminována produkce CO<sub>2</sub>, což je vzhledem k aktuálnímu stavu životního prostředí velmi důležitý faktor.

#### **Výhody**

- Palivové články nejsou náchylné na opotřebení
- Dlouhá životnost článků
- Chod vozu je velmi tichý
- Články dokáží snést vysoká přetížení, která dosahují v krátkých časech hodnot i několika násobně větších než je předepsané maximum

#### **Nevýhody**

- Vznik zplodin nutný k odstranění, jehož množství závisí na objemu proudu, který je odebírán
- Nutnost udržovat optimální teplotu
- Doba uvedení článků do provozu schopného stavu
- Vysoká pořizovací cena
- Malé pokrytí čerpacích stanic

## 2.1.7 Přehled ukazatelů alternativních paliv

Přehled ukazatelů v Tab. 1 slouží k vyhodnocení nejvhodnějšího druhu paliva na příštích 20 let provedeného v závěru práce. Vybranými jsou ceny pohonných hmot odpovídající kilogramům nebo m<sup>3</sup> jednotlivých paliv spotřebovaných na sto kilometrů, které zastupují ekonomický ukazatel. Pro představu reálných nákladů na provoz slouží vypočítaná cena pohonné hmoty při průměrné spotřebě daného paliva na sto kilometrů. V případě elektrické energie je v tabulce uvedena paušální cena za měsíc. Cena za sto kilometrů provozu u elektrické energie je vypočítána z průměrně najetých kilometrů mezi řidiči v České republice za rok. Ekologický ukazatel, nebo také ukazatel sociální zodpovědnosti v podobě produkce CO<sub>2</sub> je porovnán s naftovým palivem procentuálním vyjádřením, ale také z hlediska průměrného objemu CO<sub>2</sub> vypuštěného do ovzduší na sto kilometrů. Posledním srovnávaným je ukazatel zásob zdrojů tedy udržitelnosti jednotlivých alternativních zdrojů.

**Tab. 1 Porovnání vybraných ukazatelů pro alternativní paliva a srovnání s naftovým motorem**

Jednotlivé druhy alternativních paliv	Cena pohonných hmot	Průměrná cena provozu na 100 km	Produkce CO <sub>2</sub> na 100 km ve srovnání s naftovým motorem	Průměrná produkce CO <sub>2</sub> na 100 km	Zásoby zdrojů
nafta	29,78 Kč/kg	149 Kč	130 g	130 g	*30 let
CNG	25 Kč/kg	115 Kč	až -95 %	121 g	*150 let
Bioplyn	8,12 Kč/m <sup>3</sup>	95,5 Kč	až -90 %	92 g	*150 let
LPG	13,6 Kč/kg	114,24 Kč	-1,8 %	127 g	*150 let
Vodík	229 Kč/kg	492,35 Kč	-100 %	0 g	*nevyčerpatelné
Elektrická energie	450 Kč/měsíc (paušál)	36 Kč	-100 %	0 g	*32 let

\*Zdroj: aktualne.cz (2016), zpracováno a upraveno autorem

Z tabulky lze vyčíst, jak velké jsou rozdíly mezi jednotlivými druhy paliv. V kategorii zkoumané ceny pohonných hmot budí pozornost především cena vodíku za kilogram. Jinak pozoruhodných hodnot dosahující druh paliva z důvodu

vysokých nákladů na provoz odrazuje zákazníka z nákupu vozu vyžadujícího k pohybu vodík. Naopak cena 450 korun českých jako paušál na měsíční odběr elektrické energie přesvědčí mnoho potenciálních zájemců ke koupi elektromobilu i přes vysokou pořizovací cenu. Průměrná cena provozu na elektrickou energii odpovídá 36 Kč na 100 km. U vozidel poháněných vodíkem i přes nízkou spotřebu vychází 100 km jízdy na 492 Kč. Tomu, že je LPG již spíše přežitkem mezi alternativami pohonů, nasvědčuje jeho minimální pokles produkce škodlivin v porovnání s naftovým motorem. Snížením hodnot o 1,8% nemá šanci uspět v připravovaných restrikcích pro emise. Absolutní eliminace CO<sub>2</sub> nastala u vozidel poháněných elektrickou energií a vodíkem. Nedochází k vypouštění škodlivých látek do ovzduší a to je v současné době velmi preferovaný a oceňovaný faktor. Zásobami nedostačující palivo, respektive zdroj sloužící na výrobu alternativního pohonu, je uhlí, které pokrývá nadpoloviční část z celkové výroby elektrické energie. Především zásoby hnědého uhlí se tenčí a lze s jeho využitím počítat na dobu maximálně 32 let. Z tabulky je dále zřejmé, že vodík a jeho zásoby ve vodě nemohou ohrozit provoz jím poháněných vozidel. Označit vodík jako palivo budoucnosti je na místě. V současnosti vysoká cena pohonné hmoty klesne v okamžiku zvýšení odběru. Vlastnostmi jedinečný druh pohonu nemá v automobilovém průmyslu adekvátní konkurenci dosahujících podobných hodnot. Elektřinou poháněné vozy mají momentálně široké zastoupení a poptávka po nich roste, ale do budoucna existuje výhodnější cesta, která pomalu přichází a rozrůstá se nejen v Ásii a Americe, ale také v Evropě.

## **2.2 Analýza technologických trendů vybraných zástupců světového automobilového průmyslu**

Provedená analýza zkoumá jednotlivé technické parametry vozidel s alternativními druhy pohonu. Pro každý typ pohonu je vybráno vozidlo podobných parametrů tak, aby následně provedené porovnání nabylo vypovídajících hodnot použitelných v praxi. Důvodem volby vybraných zástupců je také jejich původ. Zohledněna je výroba evropská, americká a asijská.

### **Škoda Octavia G-TEC**

Zásupcem vozů na CNG jsem vybral Škodu Octavii s motorem 1.4 TSI G-TEC. Konkrétně její třetí generaci po faceliftu, která přišla na trh v letošním roce, tedy

2017. Výbavový stupeň Ambition je vylepšenou verzí základního stupně Active. Zákazník v ní může, na rozdíl od základní verze, najít třeba Bluetoothhandsfree, rádio s CD modulem nebo také tempomat. Pořizovací cena Škody Octavia 1.4 TSI G-TEC je 516 900 Kč. Délkou 4670 mm, šířkou 1814 mm a výškou 1461 mm se neliší od klasického ať už benzínového nebo naftového provedení. I přes potřebu přídatné nádrže na CNG zůstal zachován objem zavazadlového prostoru, který činí 590 l. Prvním rozdílem je váha vozidla, která u plynové verze vzrostla na 1319 kg, tedy o více jak 100 kg. Snížila se naopak užitečná hmotnost a to o 66 kg. Tedy z původních 625 kg na 559 kg. Průměrná kombinovaná spotřeba dosahuje vyšších hodnot u CNG verze, kde se pohybuje okolo 5,7 kg/100 km. Pokud je vozidlo provozováno pouze ve městě, spotřeba neklesne pod 7,4 kg/100 km. Naopak mimo městskou část dokáže jet automobil velice úsporně a to pouze za 4,6 kg/100 km. V porovnání s klasickým benzínovým motorem je výkon CNG motoru nižší a to 81 kW. Příčinou menší maximálně dosažitelné rychlosti není pouze výkon. Svou roli hraje také točivý moment 200 Nm udávaný v technických parametrech. Produkce CO<sub>2</sub> představuje velice uspokojivé číslo, pouhých 101 g/km (carismo.cz, 2016). Do budoucna je alternativa zemního plynu jako paliva velice perspektivní, jelikož nehrozí jeho rychlé spotřebování. Velikost zásob zemního plynu představuje zhruba dvojnásobek zásob ropy.



Zdroj: zpracováno dle [zpravy.aktualne.cz/skoda-octavia-g-tec](http://zpravy.aktualne.cz/skoda-octavia-g-tec)

**Obr. 9 Schéma uložení nádrží na CNG a na benzín**

Z důvodu omezeného množství zemního plynu v nádrži nelze s vozidlem poháněným pouze tímto druhem paliva ujet vzdálenost větší než 369 km. Navíc

jde o naměřenou vzdálenost při optimálních podmínkách. Tím spíše bude skutečná hodnota dojezdu ještě nižší. Výraznou změnou v porovnání s benzínovým motorem 1.4 TSI je zrychlení. Škoda Octavia 1.4 TSI G-TEC dosáhne rychlosti 100 km/h za 10.9 sekundy a klasická benzínová Škoda Octavia 1.4 TSI již za 8.1 sekundy. Především v nízkých otáčkách reaguje vozidlo velmi pomalu a tím vzniká ztráta v konečném rozdílu až dvou vteřin. Palivo postačující na ujetí zmiňovaných 369 km za optimálních podmínek je uloženo v nádržích o objemu 21 l (carismo.cz, 2016). Bomby na stlačený zemní plyn našly místo pro uložení v zavazadlovém prostoru pod podlahou. Poté, co se spotřebuje veškerý plyn (na který jede vozidlo přednostně), dojde k automatickému přepnutí na benzín. Na fosilní palivo je automobil schopen ujet vzdálenost dalších zhruba 900 km, tedy v součtu necelých 1300 km (jikovcng.cz, 2013).

**Tab. 2 Technické parametry Škody Octavie G-TEC**

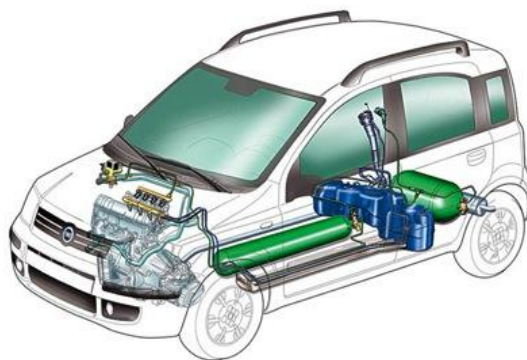
Technické parametry	Hodnoty
Výkon [kW]	81
Otáčky [Nm]	200
Zavazadlový prostor [l]	590
Cena [Kč]	516 900
Délka / šířka / výška [mm]	4 670 / 1 814 / 1 461
Hmotnost [kg]	1 319
Spotřeba [kg/100 km]	5,7
Emise CO <sub>2</sub> [g/km]	101
Dojezd [km]	369
Zrychlení z 0 na 100 km/h [s]	10,9

Zdroj: carismo.cz (2016), zpracováno a upraveno autorem

## **Fiat Panda Natural Power**

Bioplyn instalovaný jako palivo do vozidel nahrazuje zemní plyn označovaný CNG. Vyrábí se z odpadních vod, tudíž jde o užitečné zpracování odpadu a šetří se tak

životní prostředí. Výběr Fiatu Panda Natural Power jako zástupce této pohonné jednotky proběhl z jednoho prostého důvodu. Jedná se totiž o nejprodávanější model v kategorii vozidel poháněných bioplynem.



Zdroj: zpracováno dle hybrid.cz

**Obr. 10 Schéma uložení nádrží na bioplyn ve Fiatu Panda Natural Power**

V Evropě se prodalo celkem 300 000 kusů a automobilka tím dosáhla významného milníku. Pod kapotou se nachází zážehový dvouválec o obsahu 0,9 TwinAir. Výkon agregátu 59,68 kW při použití bioplynu představuje vzhledem k obsahu relativně vysokou hodnotu. Také točivý moment Fiatu Panda Natural Power vykazuje neočekávanou cifru celých 140 Nm. Krok vpřed udělala automobilka v problematice zmenšení zavazadlového prostoru, které díky podélnému umístění plynových bomb pod podlahou zcela eliminovalo, a zůstal zachován objem 206 l. Cena vozu Fiat Panda Natural Power začíná na částce 363 000 Kč. Délka 3653 mm, šířka 1643 mm a výška 1553 mm jsou hodnoty totožné s verzí Fiat Panda 1,2 l poháněným benzínem. Montáží plynové bomby pochopitelně vzrostla hmotnost vozu, a to o celých 140 kg na nynějších 1080 kg. Z toho užitečná hmotnost činí 470 kg, tedy váhu o deset kilogramů nižší než u klasického benzínového Fiatu Panda s motorem o obsahu 1,2 l. Spotřeba vozu u verze na bioplyn je pouhých 3,1 kg/100 km. V provozu mimo město lze spotřebu snížit až na hodnotu 2,6 kg/100 km. Produkce škodlivého CO<sub>2</sub> měřeného na emisních zkouškách klesla na hodnotu 86 g/km. V porovnání s klasickým zážehovým motorem nastalo snížení produkce CO<sub>2</sub> o více jak 30 g/km. Vozidlo je schopno ujet 800 km bez natankování použitím jak bioplynového tak benzínového

paliva. Z toho na bioplyn více než 300 km. Z nuly na sto kilometrů dokáže vůz zrychlit za 12,8 s. Rozdíl oproti benzínovému agregátu narostl o zhruba 1.5 s, což opět není tak markantní navýšení. Součástí výbavy vozu je vzhledem k současnosti samozřejmostí jak airbag řidiče, tak i spolujezdce. Zajímavou pomůckou pro řidiče je ve výbavovém stupni Plus k nalezení asistent, pomáhající při rozjezdech do kopce, jehož funkce spočívá v udržení vozidla stojícímu ve svahu při přešlápnutí mezi brzdovým a plynovým pedálem bez použití ruční brzdy. Opatření zabraňuje možné kolizi s dopravním prostředkem stojícím za ním, a tedy potenciálnímu poškození obou automobilů či jiných objektů (carismo.cz, 2016).

**Tab. 3 Technické parametry Fiatu Panda Natural Power**

Technické parametry	Hodnoty
Výkon [kW]	59,68
Otáčky [Nm]	140
Zavazadlový prostor [l]	206
Cena [Kč]	363 000
Délka / šířka / výška [mm]	3 653 / 1 643 / 1 553
Hmotnost [kg]	1 080
Spotřeba [kg/100 km]	3,1
Emise CO <sub>2</sub> [g/km]	86
Dojezd [km]	300
Zrychlení z 0 na 100 km/h [s]	12,8

Zdroj: carismo.cz (2016), zpracováno a upraveno autorem

## Toyota Mirai

První vodíkem poháněné auto určené i pro Evropu vyrobila firma Toyota. Jde o model Mirai představený v roce 2015. Cena nasvědčuje tomu, že vozidla na vodík nejsou určena příliš široké veřejnosti. Pořízení vyjde v přepočtu na české koruny okolo 2,2 milionu korun. Hlavním nepřítelem vozů poháněných vodíkem je

sít' čerpacích stanic. Nedostatečné pokrytí mnoho zájemců odradí a volí jinou cestu.

To, jak motor funguje, závisí na teplotě okolí. Při zkouškách v teplotě  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  vše probíhá podle představ, tudíž se zákazník nemusí obávat špatné funkčnosti. Agregát umístěný ve voze vykazuje výkon 114 kW. Točivý moment hnací soustavy dosahuje 335 Nm. Životní prostředí zůstává provozem Toyota Mirai zcela netknuté. Jediné co vůz takzvaně „vypouští“, je zcela nezávadná voda, která vytéka z výfuku do okolí.



Zdroj: zpracováno a upraveno autoerem dle [zpravy.aktualne.cz/toyota-mirai-schema](http://zpravy.aktualne.cz/toyota-mirai-schema)

**Obr. 11 Schéma palivového ústrojí Toyota Mirai**

Zavazadlový prostor v nepozměněném poměru (nebylo třeba umisťovat přídavnou nádrž) nabývá hodnoty 360 litrů, čímž se řadí ve své třídě k vozům s menší úložnou plochou. Rozměrové parametry tvoří délka 4890 mm, šířka 1815 mm a výška 1535 mm. Prostor uvnitř vozu dostatečně vyhovuje k pohodlné přepravě. Hmotnost působí na potenciální zájemce jako příliš velká, ale pravdou je, že číslo 1850 kg neznamena výrazný rozdíl v jízdních vlastnostech. Vůz je i nadále velmi živý a uspokojí požadavky i náročnějších řidičů (fdrive.cz, 2017). Podle příručky výrobce se spotřeba pohybuje na spodní hranici 0,7 kg/100 km vodíku. Podělením kilometrů ujetých na plnou nádrž jejím obsahem, lze dojít k číslu 4,098 kg/100 km.

$$\text{Průměrná spotřeba} = \frac{500}{122} = 4,098 \text{ kg/100 km}$$

Automobilka Toyota dokázala zavedením vodíku jako paliva u modelu Mirai zcela odstranit přítomnost nežádoucích emisí  $\text{CO}_2$ , což je velice zásadní krok kupředu vzhledem k požadavkům na ochranu životního prostředí. Jak lze vyčíst ze vzorce



umístěném výše, pohybuje se dojezd vozidla na plnou nádrž okolo 500 km. Z nuly na sto kilometrů v hodině dokáže Toyota Mirai zrychlit za 9,6 s. Maximální možná rychlost modelu činí působivých 178 km/h (toyota.cz, 2017).

**Tab. 4 Technické parametry Toyoty Mirai**

Technické parametry	Hodnoty
Výkon [kW]	114
Otáčky [Nm]	335
Zavazadlový prostor [l]	360
Cena [Kč]	2 200 000
Délka / šířka / výška [mm]	4 890 / 1 815 / 1 535
Hmotnost [kg]	1 850
Spotřeba [kg/100 km]	0,7
Emise CO <sub>2</sub> [g/km]	0
Dojezd [km]	500
Zrychlení z 0 na 100 km/h [s]	9,6

Zdroj: toyota.cz (2017), zpracováno a upraveno autorem

### **Toyota Prius Plug-in Hybrid 1,8**

Firma Toyota stála na začátku výroby a zavedení hybridních vozů na trh. Prosazovali názor, že Plug-in hybridy nemohou uspět a soustředili se pouze na výrobu klasických hybridů. Postupem času však podleli zvědavosti a vyrobili první Plug-in hybrid. Tedy vozidlo s možností napájení i z domácí sítě, nikoli pouze na speciálně upravených nabíjecích místech. Označení „hybrid“ představuje vozidla s dvěmi možnostmi pohonu. Klasický zážehový motor je doplněn o agregát využívající paliva v podobě elektřiny. Duální možnosti pohonu nejsou hybridy na trhu osamostatněny, ale jejich význam směrem do budoucnosti je neoddiskutovatelný.



Zdroj: zpracováno dle newsroom.toyota.co.jp

**Obr. 12 Schéma uložení zážehového agregátu a elektromotoru u Toyoty Prius Plug-in Hybrid**

Primární zážehový motor představuje klasický čtyřválec o výkonu 90 kW a točivém momentu 142 Nm. Zajímavější alternativou je sekundární elektromotor, konkrétně jde o typ synchronního agregátu s permanentním magnetem o výkonu 53 kW a maximálním točivém momentu 163 Nm. Prostor určený primárně na přepravu zavazadel představuje objem o velikosti 359 l. I přes umístění elektromotoru do podlahy kufrové části zůstala využitelnost volného prostoru dostatečná. Cena sledovaného modelu má zásadní vliv na okruh potenciálních zájemců, její výše 1 055 900 Kč představuje částku omezující skupinu majitelů vozů. Z důvodu zmenšení zavazadlového prostoru automobilka prodloužila novou verzi Priusu na konečných 4645 mm. Šířka 1760 mm a výška 1490 mm zůstala zachována z rozměrů předchůdců tohoto vozidla. I přes veškerou snahu musela být navýšena celková hmotnost z původních 1375 kg na nyníšších 1855 kg. Výrobce udává průměrnou kombinovanou spotřebu okolo 1,0 l/100 km. Reálně je Toyota Prius Plug-in Hybrid 1.8 schopna jezdit za 3,5 l/100 km, což je pozoruhodná hodnota. Produkce CO<sub>2</sub> u kombinované jízdy odpovídá číslu 23 g/km. Škodlivé látky do ovzduší unikají, ale v relativně rozumné míře. Hybridy se řadí mezi vozy s minimálním podílem na znečišťování životního prostředí. Dojezd automobilu závisí zejména na četnosti průběžného dobíjení. V ideálním případě může Toyota Prius Plug-in Hybrid 1.8 ujet na jedno natankování fosilního paliva a opětovném nabíjení necelých 1200 km. Zrychlení z nuly na sto kilometrů v hodině zvládne Toyota Prius v čase 11,1 s. S ohledem na životnost agregátů byla maximální možná rychlost omezena na 162 km/h, kterou dosáhne vozidlo pouze za použití

zážehového čtyřválce. Elektromotor má svou maximální rychlost zastavenou na hodnotě okolo 135 km/h. Výbava zahrnuje nejmodernější prvky v podobě například adaptivního tempomatu, funkci rozpoznávání dopravních značek nebo zadní kameru určenou pro pohodlné parkování (hybrid.cz, 2017).

**Tab. 5 Technické parametry Toyota Prius Plug-in Hybrid 1,8**

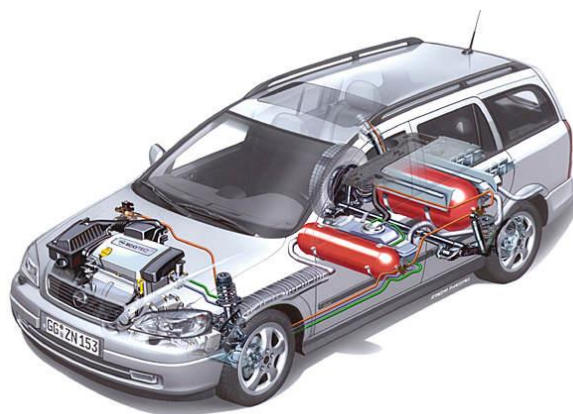
Technické parametry	Hodnoty
Výkon [kW]	53
Otáčky [Nm]	163
Zavazadlový prostor [l]	359
Cena [Kč]	1 055 900
Délka / šířka / výška [mm]	4 645 / 1 760 / 1 490
Hmotnost [kg]	1 855
Spotřeba [kg/100 km]	1
Emise CO <sub>2</sub> [g/km]	23
Dojezd [km]	50
Zrychlení z 0 na 100 km/h [s]	11,1

Zdroj: hybrid.cz (2017), zpracováno a upraveno autorem

### **Opel Astra Sports Tourer 1.4 LPG Turbo EcoFLEX**

V automobilovém průmyslu pomalu upadá LPG v zapomění. Německá automobilka Opel stále nabízí mnoho modelů svých aut i ve verzi LPG. V tomto segmentu má jedno z největších zastoupení a právě proto výběr německého vozu Opel Astra jako zástupce alternativního pohonu na LPG.

Vybraný model Opel Astra Sports Tourer 1.4 LPG Turbo EcoFLEX se chlubí výkonem 103 kW dosažitelným díky točivému momentu 200 Nm. Vozidlo zvládá s přehledem složitější terén a zatáčky ostřejšího typu pro něj nejsou problém. Plynulou jízdu omezí pouze táhlé stoupání, při kterém je výkon relativně omezujícím faktorem.



Zdroj: zpracováno dle metanoauto.com

**Obr. 13 Ilustrativní schéma umístění nádrže na plyn u značky Opel Astra**

Zavazadlový prostor nabízí v základním uspořádání bez sklopených zadních sedadel a jiných úprav objem o velikosti 500 litru. Cena 720 765 Kč se může mnohým zájemcům zdát příliš vysoká. Návrhnost peněz ušetřených na pohonných hmotách je tak zásadní, že si prodejce může takto vysokou pořizovací cenu dovolit. Model Opel Astra SportsTourer 1.4 LPG Turbo EcoFLEX zastupuje segment vozu kombi a tomu odpovídají příslušné rozměry exteriéru, kde délka činí 4698 mm, šířka 1814 mm a konečně výška vozu udávající rozměr 1535 mm. Na kombi má vozidlo relativně malou hmotnost, pouhých 1446 kg. Výrobce udává nosnost nákladu 569 kg, tudíž maximální celková hmotnost automobilu by neměla překročit hranici 2015 kg. Průměrnou spotřebou 7,3 l/100 km zcela určitě neútočí na přední příčky v kategorii vozidel na LPG. Vzhledem k ceně pohonné hmoty představuje levnější variantu k fosilním palivům. Zkapalněný ropný plyn se stal alternativní pohonnou hmotou jako téměř první a tomu odpovídá i jeho dopad na životní prostředí. Šetrností zcela jednoznačně pomáhá menšímu znečištění ovzduší. Škodlivého CO<sub>2</sub> vypouští vůz do okolí v poměru 119 g/km. Na plnou nádrž ujede vozidlo 671 km. Dojezd je pochopitelně ovlivněn okolními podmínkami působícími na skutečnou hodnotu počtu maximálně možných ujetých kilometrů. Z klidného stavu se na sto kilometrů v hodině dostává Opel Astra SportsTourer 1.4 LPG Turbo EcoFLEX v čase 10,8 s. Maximální rychlost 200 km/h vzhledem k stavu vozovek nejen u nás, ale i ve zbytku evropských států umožňuje komfortní svezení pro náročné i nenáročné řidiče (123auta.cz, 2017).

**Tab. 6 Technické parametry Opel Astra Sports Tourer 1.4 LPG Turbo EcoFLEX**

Technické parametry	Hodnoty
Výkon [kW]	103
Otáčky [Nm]	200
Zavazadlový prostor [l]	500
Cena [Kč]	720 765
Délka / šířka / výška [mm]	4 698 / 1 814 / 1 535
Hmotnost [kg]	1 446
Spotřeba [kg/100 km]	7,3
Emise CO <sub>2</sub> [g/km]	119
Dojezd [km]	671
Zrychlení z 0 na 100 km/h [s]	10,8

Zdroj: 123auta.cz (2017), zpracováno a upraveno autorem

## **Tesla Model S P90D**

V segmentu elektrovozů má významné zastoupení fabrika vyrábějící vozy Tesla. Firma Tesla Motors totiž produkuje pouze elektřinou poháněné dopravní prostředky. Specifické zejména pro model S jsou dva elektromotory, jeden umístěný v přední části vozu a druhý pak v části zadní.



Zdroj: zpracováno dle tesla.com

**Obr. 14 Schéma uložení předního a zadního elektromotoru vozu Tesla Modelu S**

To co řidiče u elektrovozdů trápí nejvíce je malá síť dobíjecích stanic. Technická specifikace vozu odpovídá sportovním vozům vyšší kategorie. Výkon 511 kW a točivý moment 967 Nm nabízí zcela jedinečný požitek z jízdy. Zavazadlový prostor nabízí uložnou plochu 895 l. Cena stejně jako síť nabíjecích stanic klade překážky v koupi tohoto vozu. Tesla Model S P90D stojí v přepočtu 2 713 780 Kč. Samozřejmě není Tesla k dostání pouze v této motorizaci. I přes snížení nároků se cena pohybuje v astronomických částkách a pořídit si jí tak může pouze úzká skupina lidí. Rozměry nasvědčují robustnosti vozidla, které si svou přítomností dokáže zjednat respekt a obdiv. Délka 4976 mm, šířka 1963 mm a výška 1435 mm jsou toho důkazem. Hmotnost celých 2108 kg může navodit pocit, že vůz není „mrštný“. Opak je ale pravdou. Kombinovaná spotřeba elektřiny odpovídá 18,1 kWh/100 km. Emise vzhledem k použití elektřiny jako paliva nejsou produkovány žádné. Životní prostředí je provozem Tesly Modelu S zcela nedotčeno. Dojezd psaný v technických parametrech vozu představuje hodnotu 480 km. Číslo není směrodatné, ale pouze orientační. Test dojezdu provádí technici za optimálních klimatických podmínek a v oblastech rovného terénu. Sportovnímu autu se dá jednoznačně Tesla Model S přirovnat ve zrychlení z nuly na sto kilometrů v hodině. Tato rychlost se na palubním počítači objevuje v čase 3.2 s od uvedení vozidla do pohybu z klidného stavu. Maximální možná rychlost je pak 250 km/h. Výhodou vozů Tesla je fakt, že za provoz již uživatel nemusí zaplatit ani korunu, tedy co se pohonných hmot týče. Umístěním takzvaných „Superchargerů“ umožňuje automobilka Tesla nabíjet vozidla tovární značky zcela zadarmo. Zapojením konektoru dojde k přečtení, o jaký typ vozidla se jedná a zahájí se nabíjení (teslamotors.com, 2014).

**Tab. 7 Technické parametry Tesly Modelu S P90D**

Technické parametry	Hodnoty
Výkon [kW]	511
Otáčky [Nm]	967
Zavazadlový prostor [l]	895
Cena [Kč]	2 713 780
Délka / šířka / výška [mm]	4 976 / 1 963 / 1 435
Hmotnost [kg]	2 108
Spotřeba [kg/100 km]	2
Emise CO <sub>2</sub> [g/km]	0
Dojezd [km]	480
Zrychlení z 0 na 100 km/h [s]	3,2

Zdroj: tesla.com (2014), zpracováno a upraveno autorem

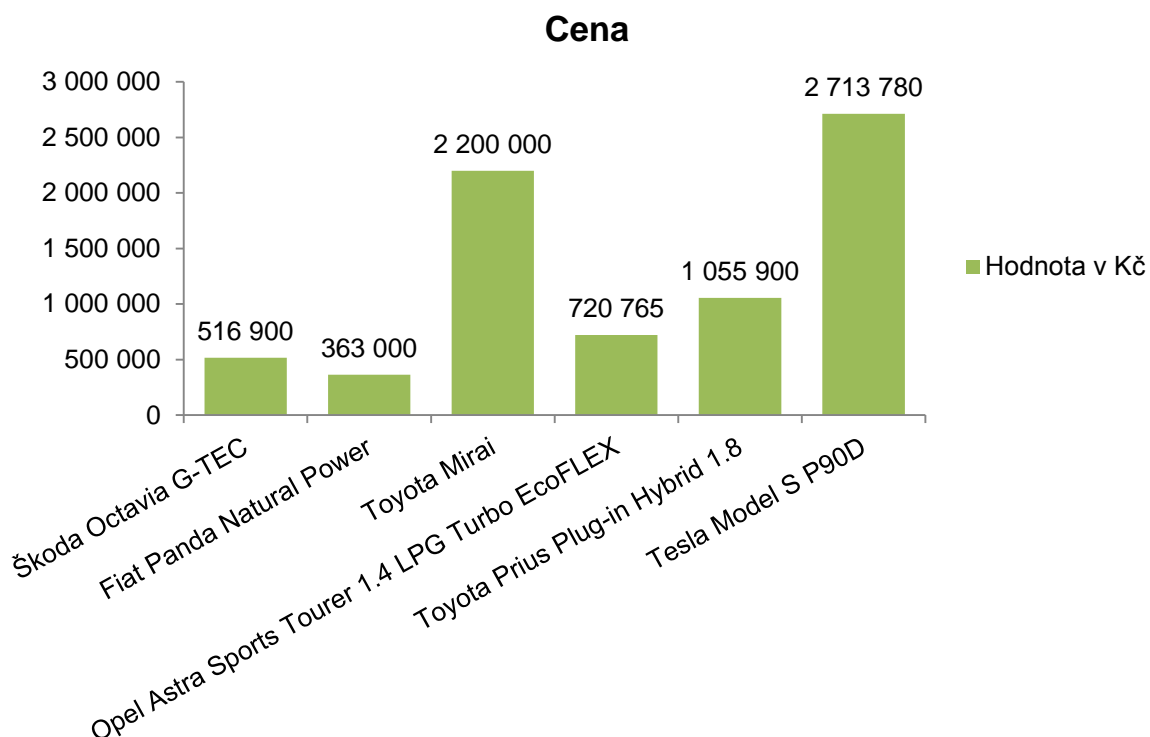
### **2.2.1 Výsledky analýzy technologických trendů vybraných zástupců světového automobilového průmyslu**

V této fázi dochází k porovnání veškerých měřitelných technických parametrů u zástupců jednotlivých alternativních zdrojů pohonů. Výběr pěti ukazatelů vede ke konečnému vyhodnocení a doporučení směru, kterým by se měli výrobci vozidel ubírat. Vliv na vyhodnocení mají cena, spotřeba, emise, dojezd a dostupnost čerpacích stanic (pouze v ČR).

#### **Cena**

Prvním zkoumaným parametrem rozhodujícím o výběru alternativního pohonu je cena, která zájemce ve velké míře ovlivňuje v budoucí koupi. Graf vychází z přílohy č. 1, která zobrazuje tabulku sloužící jako vstupní data pro jeho vygenerování. Rozmezí ceny, za kterou je možné vozidlo z výběru určeného pro tuto práci pořídít, začíná na částce 363 000 Kč a končí číslem 2 713 780 Kč. Dva zástupci alternativních zdrojů vyčnívají z jinak relativně podobné charakteristiky cen a to vozy Toyota Mirai a Tesla Model S P90D. První zmiňovaný

vůz je zástupcem vodíkového pohonu a druhý z nich je čistě elektricky poháněný automobil. Rozdíl mezi nejdražším a nejlevnějším vozidlem je 2 350 780 Kč.



Zdroj: zpracováno a upraveno autorem dle Tab. 2 – Tab. 7

**Obr. 15 Cena vybraných zástupců světového automobilového průmyslu**

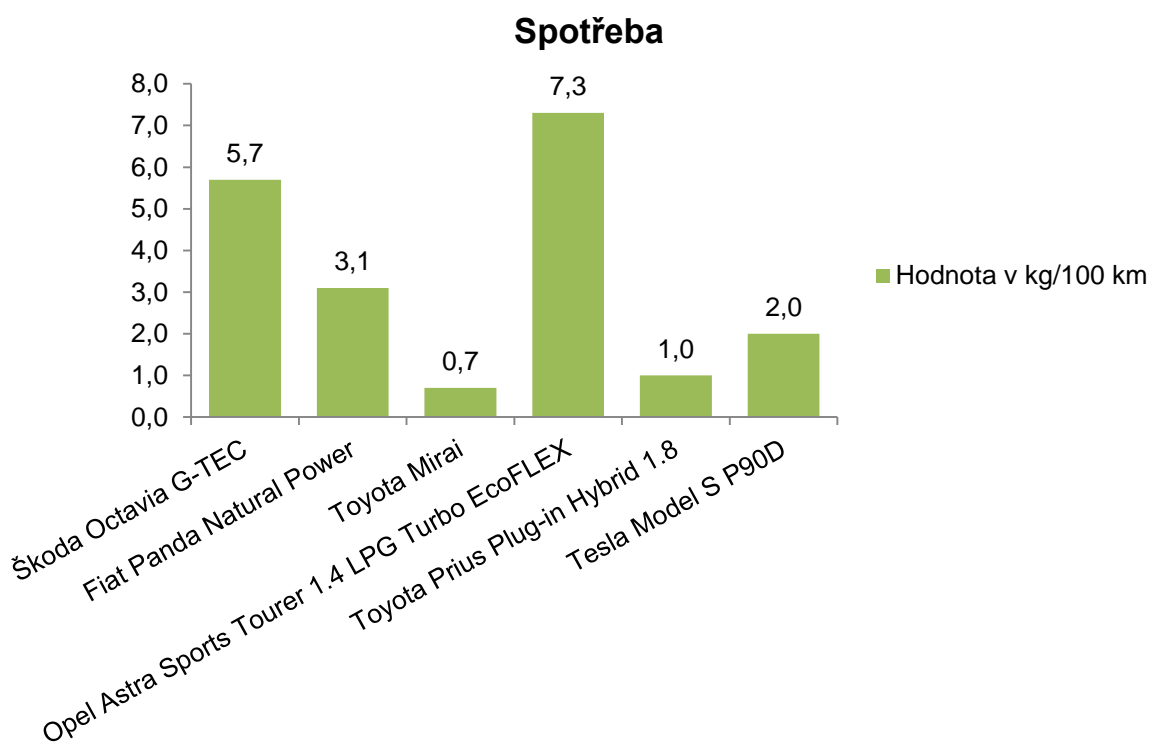
Z grafu je zřejmé, že nejnižší cenu nabízí vozidlo Fiat Panda Natural Power, které lze prohlásit za ideální variantu při koupi v porovnávané kategorii.

## Spotřeba

Spotřeba je významným ukazatelem provozních nákladů. Vůz, jehož pořizovací cena zásadně ovlivňuje potenciální kupce, může přesvědčit o nákupu právě díky nízké spotřebě, kterou se postupně finance vrací uživateli v podobě laciného provozu. Data pro vyhotovení grafu spotřeby jsou zobrazena v příloze č. 2. U automobilů vybraných značek poháněných pomocí alternativních zdrojů se spotřeba pohybuje mezi 7,3 kg/100 km a 0,7 kg/100 km. Z grafu je patrné, že vůz Opel Astra Sports Tourer zastupující LPG není schopen konkurovat automobilům poháněným novějšími alternativními palivy a do budoucna nelze počítat s jeho využíváním ve velkém rozsahu. Pozoruhodných hodnot spotřeby dosahují zejména vozy Toyota Mirai (poháněna vodíkem), Toyota Prius (hybridní vůz) a



Tesla Model S (elektromobil). Jinak řečeno druhy pohonů, na které se v současnosti vynakládají velké finanční prostředky, v souvislosti s jejich vývojem. Dostupností a využitelností dosahuje nejlepších preferencí vůz Toyota Prius Plug-in Hybrid. Řidič není odkázán pouze na jednu variantu pohonu, a to je vzhledem k dostupnosti nabíjecích stanic důležitý faktor. Zároveň i cena odpovídá schopnostem vozu. Spotřebou prozatím nedosáhl prvenství, a proto nemůže být v této kategorii vyhodnocen jako nejvhodnější vozidlo z výběru.



Zdroj: zpracováno a upraveno autorem dle Tab. 2 – Tab. 7

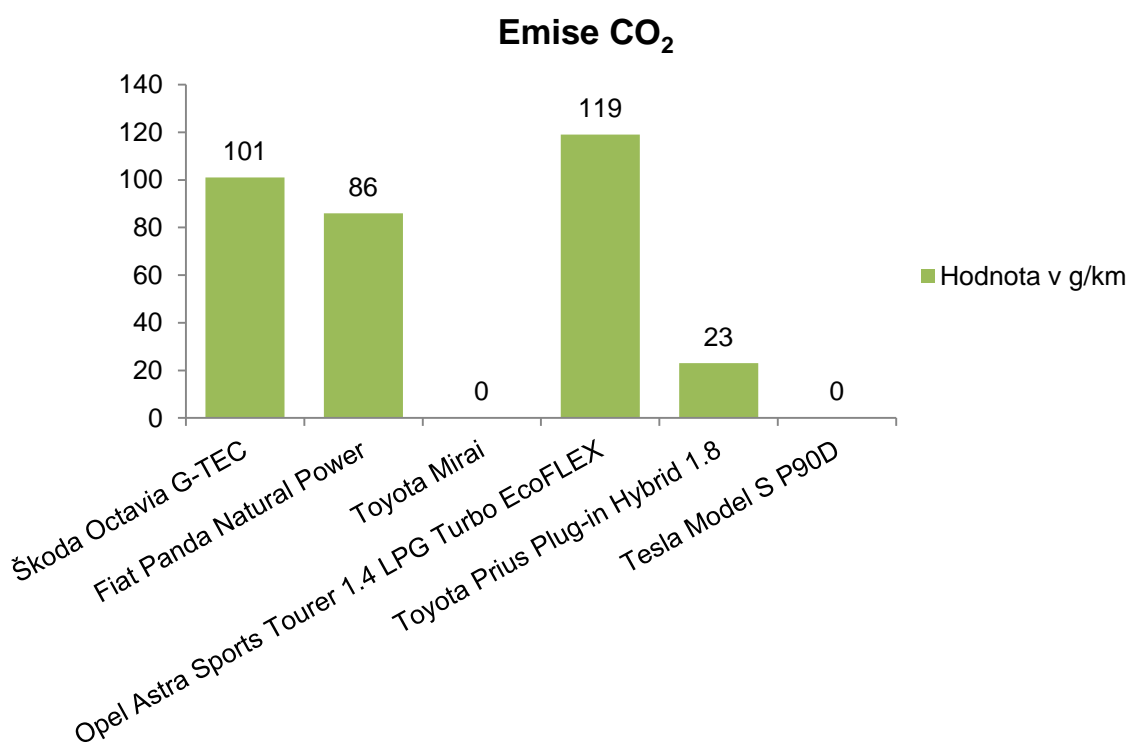
**Obr. 16 Spotřeba vybraných zástupců světového automobilového průmyslu**

Tím se stal automobil Toyota Mirai poháněný vodíkem. Pomocí tohoto alternativního paliva dokázali konstruktéři snížit spotřebu na 0,7 kg/100 km, jak lze vyčíst z grafu.

**Emise CO<sub>2</sub>**

Emise, a konkrétně jejich únik do ovzduší, jsou pro životní prostředí důležitým parametrem. Znečišťování planety vypouštěnými výfukovými plyny již nelze přehlížet, a proto dostávají automobiloví výrobci mnoho nařízení a omezení, kterými jsou donuceni stále snižovat množství produkovaných nebezpečných

látek. Řešení existuje, a to v podobě elektřiny nebo stále zmiňovaného vodíku. Graf srovnávající hodnoty emisí CO<sub>2</sub> u vybraných vozidel dokazuje, že produkce oxidu uhelnatého lze zcela eliminovat a ovzduší tak zůstává nedotčené. S výhledem na pár let dopředu již nebude možné zakoupit si vozidlo poháněné dieselovým motorem. Tato životní prostředí nejvíce zatežující pohonná hmota ztrácí pozici mezi palivy, a automobilky brzy přestanou vyrábět vozy se vznětovými agregáty. Dále lze z grafu zpracovaného na základě dat z přílohy č. 3 vyčíst, že vozidla poháněná plynovými palivy jako jsou LPG, CNG nebo bioplyny stále produkují značné množství škodlivého CO<sub>2</sub>. Limity nastavené orgány jsou v takovém případě splněny, vozy jsou způsobilé k provozu, ale potenciál ke zlepšení stále existuje a vývoj má spoustu práce s redukcí emisí.



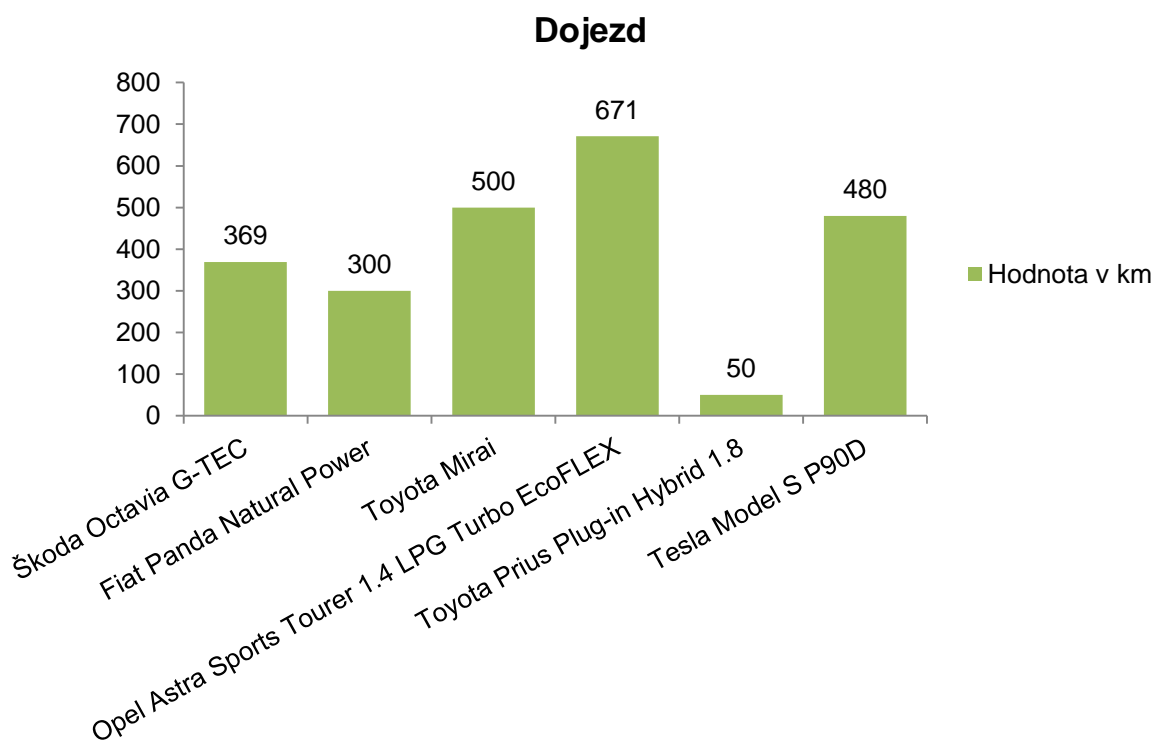
Zdroj: zpracováno a upraveno autorem dle Tab. 2 – Tab. 7

**Obr. 17 Emise CO<sub>2</sub> vybraných zástupců světového automobilového průmyslu**

Výsledky nabádají k pořízení vozidla na vodík nebo elektřinu. Alespoň z pohledu emisí nemají vozy Tesla model S a Toyota Mirai konkurenci.

## Dojezd

Významným parametrem rozhodujícím k pořízení vozidla na alternativní druh pohonu je také dojezd, který se u vybraných vozidel výrazně liší. Pokud potenciální zájemce o vůz překonává denně větší vzdálenosti a chce být vůči životnímu prostředí ohleduplný, tudíž nevyužívat k provozu fosilních paliv, je pro něj otázka dojezdu pomocí alternativního pohonu tou zásadní. Graf dojezdu zkoumaných vozů jednotlivých značek dokazuje, že výběr Toyota Prius Plug-in Hybridu není vhodnou volbou výběru pro ujetí delších vzdáleností. Baterie vystačí kapacitně pouze na 50 km jízdy. Palivové články použité u Tesly modelu S dokáží na jedno nabití urazit při optimálních podmínkách vzdálenost až 480 km. Za povšimnutí rozhodně stojí také Toyota Mirai poháněná vodíkem, která na jednu nádrž dokáže zdat vzdálenost až 500 km. Hodnoty sloužící pro zobrazení grafu lze najít v příloze č. 4.



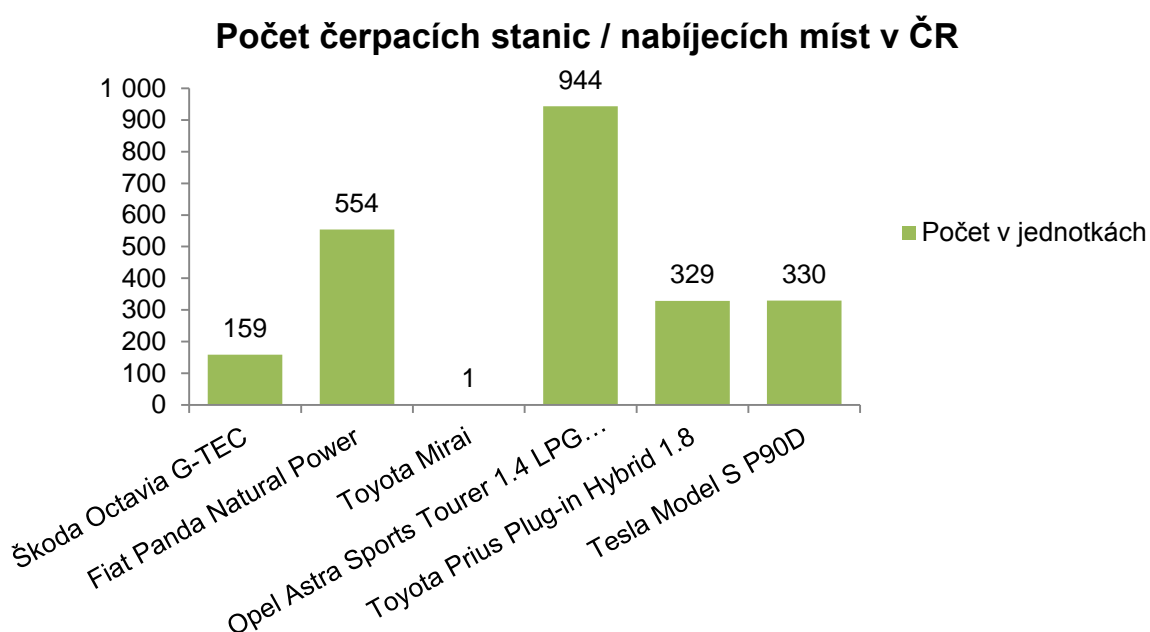
Zdroj: zpracováno a upraveno autorem dle Tab. 2 – Tab. 7

**Obr. 18 Dojezd vybraných zástupců světového automobilového průmyslu**

I přes upadající popularitu LPG je toto alternativní palivo schopné ujet na jedno natankování 671 km, čímž se řadí na první pozici v kategorii dojezdu mezi vozy s alternativními pohony.

### Počet čerpacích stanic / nabíjecích míst v ČR

Posledním porovnávaným parametrem je počet čerpacích stanic a nabíjecích míst v České republice, pro jehož grafické znázornění slouží data z přílohy č. 5. Velmi důležitý aspekt při rozhodování pro nákup vozu. Česká republika stále zaostává za ostatními státy Evropy v pokrytí tankovacích míst pro alternativní druhy pohonů. Jinak velmi dobrých výsledků dosahující vůz Toyota Mirai na vodík nemá na území České republiky možnost provozu. Pouze jedna čerpací stanice dokazuje nevěřičnost v toto palivo budoucnosti. Z grafu lze dále vyčíst poměrně slušné zastoupení nabíjecích míst pro akumulátory elektricky poháněných vozidel. Rozdíl jedné nabíjecí stanice u Tesly modelu S představuje dobíjecí místo s názvem “Supercharger“, který je určený pouze pro vozy značek Tesla, kde mohou majitelé těchto vozů nabíjet baterii zcela zadarmo. Jak již bylo zmíněno, v České republice je pouze jedno takové místo, tudíž nelze mluvit o nijak zvlášť významné přednosti.



Zdroj: zpracováno a upraveno autorem dle Tab. 2 – Tab. 7

**Obr. 19 Počet čerpacích a nabíjecích stanic vybraných zástupců světového automobilového průmyslu**

Nejvyšší pokrytí v České republice představuje síť čerpacích stanic na LPG, jak lze z grafu určit. Vzhledem k tendenci nově vystavovaných čerpacích stanic nebo nabíjecích míst nelze předpokládat v obsazení první příčky mezi jejich počty jiným alternativním palivem. Počet 944 tankovacích míst zůstane pravděpodobně ještě dlouhou dobu nepřekonáno.

### 3 Souhrnné výsledky provedené analýzy

Budoucnost automobilismu má své pevně nastavené normy a předpisy, které se nedají obejít. Alternativní zdroje energie jsou tak jedinou možnou variantou pohonů, která zajistí čistší provoz a s tím spojenou menší zátěž pro životní prostředí. Média uvádí elektřinu a vodík jako paliva budoucnosti. Elektřina pohánějící motory ve vozech nepředstavuje ekologickou zátěž. Problémem je původ a především výroba. Samotné vozidlo poháněné elektromotorem nevylučuje žádné škodlivé látky v podobě CO<sub>2</sub> nebo jiných sloučenin. Jinak řečeno uživatel elektromobilu žádným způsobem neznečišťuje okolní prostředí a to je bezpochyb směr, který by měl v budoucnu převládat. Hlavním problémem elektromobilů zůstává výroba elektřiny, probíhající za pomoci fosilních paliv. Východiskem je jednoznačně přechod na výrobu elektrické energie pomocí obnovitelných zdrojů. Tím by se i výroba stala ekologicky uspokojivá.

Vodíkové palivo, jehož nedostatky nebo spíše problémy představuje drahá výroba a následné skladování, vykazuje mezi alternativami pohonu do budoucna silný potenciál. V současnosti se o vodíku mluví jako o palivu budoucnosti, které za předpokladu odstraněných nedostatků převezme dominanci na automobilovém trhu. Technologie uchování vodíku je aktuálně řešeným problémem a to z důvodu požadavků na odstranění potřeby jeho stlačení a následného zkapalnění. Vodík je používán u vozidel s palivovými články jako generátor na výrobu elektrické energie pohánějící elektromotor. Zanevřením na nutnost použití energie pro stlačení a zkapalnění vodíku, což opět představuje proces, který přispívá ke znečišťování ovzduší, je možné využít tento chemický prvek jako adekvátní náhradu za fosilní paliva. Dokonce pouze s nutností malého zásahu do stávajících motorů, což značně snižuje náklady na zavedení vodíku jako paliva do praxe. Jeho zásoby dosahují množství, které není možné v průběhu několika desítek let vyčerpát. Proto byly elektřina a vodík vyhodnoceny jako paliva, která budou v budoucnu udávat směr (chytraauta.cz, 2017).

Analýzou provedenou v bakalářské práci jsem došel k závěru, jaký druh alternativního pohonu je nejvhodnější pro budoucí využití v automobilovém průmyslu.

Prvním nástrojem pro vyhodnocení jsou ukazatele jednotlivých zástupců alternativních paliv. Konkrétně pak ukazatel ekonomický, ekologický a posledním porovnaným je ukazatel udržitelnosti. Vyhodnocením čísel z Tab. 1 lze konstatovat, kterým ze zkoumaných paliv patří pozice na automobilovém trhu budoucnosti. Významný podíl mezi palivy alternativních pohonů zaujímá plyn ve všech dostupných možnostech, tedy v podobě CNG, LPG nebo bioplynu. Budoucnost směřující do segmentu elektromobility a vodíkem poháněných vozidel v horizontu několika možná i desítek let vozy na plyn zcela zastoupí. Přetrvávající hrozba výbuchu vodíku v kontaktu se vzduchem nedovoluje zavést výrobu vozů ve větším množství. Japonská automobilka Toyota testuje vůz s názvem Mirai poháněný vodíkem, který by měl svými výsledky splňovat kritéria pro zavedení na prodejní trh.

Druhá analýza proběhla na vybraných parametrech jednotlivých zástupců značek vozů s alternativními pohony. Hodnotícími kritérii jsou pořizovací cenová výše, vlastnosti z hlediska znečišťování životního prostředí, spotřeba, dojezdová vzdálenost vztážená na plnou nádrž nebo jedno nabití a pokrytí území České republiky tankovacími nebo nabíjecími místy. Vyhodnocení proběhlo na základě výsledných grafů (Graf 1 – Graf 5) vytvořených pomocí reálných dat získaných z odborných článků. Škoda Octavia G-TEC nabývá v testovaných parametrech průměrných hodnot. Jde o představitele CNG vozů, kterých můžeme na evropských silnicích potkávat relativně mnoho. Bioplynem poháněný Fiat Panda Natural Power zaujme na první pohled svou pořizovací cenou. V porovnání s ostatními zástupci alternativních zdrojů energie není levnějšího kokurenta. Jinými hodnotami průměrné vozidlo následuje Škoda Octavia G-TEC a další plynem poháněné vozidlo Opel Astra Sports Tourer na LPG, jehož výhodami je síť čerpacích stanic pozorovaná pouze v České republice a také dojezd. Počet 944 plnicích stanic pramení z dlouhodobé tradice zastoupení LPG jako pohonné hmoty na trhu alternativních paliv. Zástupcem hybridních vozidel byla zvolena Toyota Prius Plug-in Hybrid. Zajímavých hodnot si lze u Toyoty Prius všimnout u parametrů emisí CO<sub>2</sub> a spotřeby. Je nutno dodat, že hodnota vylučovaného CO<sub>2</sub> u Toyoty Prius souvisí pouze s provozem na benzínové palivo, nikoli s pohonem elektrickým. Čistě elektricky hnaný motor využívá pro svůj provoz Tesla Model S. Ta je potenciálním konkurentem Toyoty Mirai, která pod svou kapotou ukrývá

vodíkový agregát. Oba vozy nabývají podobných hodnot, ale ve většině případů Toyota dosahuje čísla o něco lepších výsledků. Již zmiňovaným nedostatkem je počet čerpacích stanic vybudovaný na území České republiky. V Evropě množství tankovacích míst přibývá, nicméně jejich počet stále odpovídá nejnižší hodnotě mezi veškerými druhy paliv.



## **4 Návrhy a doporučení pro evropský automobilový průmysl**

Analýza provedená pro jednotlivé druhy pohonu určuje směr vhodný pro budoucnost. Výsledky zjištěných ukazatelů sortují alternativní pohony do jasně vypovídajících skupin o tom, jaký mají potenciál pro příštích několik desítek let. Tou nejvýznamější je skupina, do které se vzhledem k dosti podobným výsledkům řadí vozy s elektropohonem společně s vodíkem poháněnými vozy. U elektřiny je problém zejména v její výrobě, která není ekologická. Pokud se najde zdroj, ze kterého bude možné získat elektrickou energii bez znečištění životního prostředí, získá na trhu pozici po boku vodíkových automobilů. Z důvodu nedostatečného množství čerpacích stanic pro vodíkové agregáty není prozatím ani tato varianta pohonu schopná nahradit stávající fosilní paliva. Zefektivněním způsobu uchování vodíku v nádržích a zásobnících ovládne tento druh pohonné hmoty nejen evropský trh alternativních druhů pohonů, ale i světový. Předpoklad vzhledem k nevyčerpatelnosti zdroje je vysoký. I přes velice zásadní nedostatky lze konstatovat, že vozidla poháněná vodíkem obsadí v budoucnu první pozici mezi alternativními druhy pohonu. Zastaví se tak proces ničení životního prostředí, což je z důvodu současného stavu zásadní a rozhodující otázka. Evropský průmysl má i vzhledem k nařízením a omezením v oblasti environmentální politiky striktně nastavený směr, k jehož cíli je možné se dostat podporováním a zaváděním elektromobilů a vodíkem poháněných vozů na evropský automobilový trh pro příštích minimálně dvacet let.

## Závěr

Mnoho odborníků zastává názor, že životní prostředí již není schopno bez lidské pomoci v podobě omezení, nařízení a strikci jak v automobilovém průmyslu, tak i v dalších odvětvích spotřebního průmyslu provádět potřebnou regeneraci. Z hlediska automobilů jsou řešením alternativní druhy pohonu, které přispívají ke snížení produkce skleníkových plynů a dalších ovzduší znečišťujících látek.

V teoretické části autor na základě rešerže odborné literatury popsal principy a základní údaje jednotlivých zdrojů alternativních pohonů. Mezi vybrané patří zástupce, který se na trhu alternativních paliv vyskytuje již řadu let, a přestože pomalu zájem o něj upadá, své zákazníky stále má. Jedná se o LPG. Následovnicí přichází na trh v podobě stlačeného zemního plynu jinak nazývaného CNG a ekologicky neúsporějším plynovým palivem je bioplyn. V popise byly rozebrány dále hybridní pohony, čistě elektrické zdroje energie a v neposlední řadě také vodík.

Praktická část byla zaměřena na analýzu aktuálních technologických trendů alternativních zdrojů pohonu. Z všeobecného hlediska provedl autor analýzu podloženou ukazateli jednotlivých zástupců v oblasti ekonomie, ekologie a sociálně-právní zodpovědnosti. Následně provedl výběr zástupců značek třech kontinentů, na kterých byla vypracována analýza parametrů, kde mezi zkoumanými vystupovala cena vozu, spotřeba pohonných hmot, dojezd, produkce CO<sub>2</sub> a počet čerpacích stanic nebo v případě elektropohonu nabíjecích míst na území České republiky. Dostupnost čerpacích míst a nabíjecích stanic v Evropě podílem z celkového množství odpovídá tomu v České republice, tudíž neměla zvolená oblast vliv na zkreslení výsledků pro vyhodnocení. Cíl bakalářské práce byl splněn na základě výsledků z jednotlivých analýz.

Celkový přínos bakalářské práce spočívá v doporučení směru, kterým by se automobilový průmysl v zastoupení jednotlivých výrobců do budoucna měl vydat. Doporučení proběhlo na základě zjištěných odborných informací a provedených analýzách. Je nutné, aby byly nedostatky pramenící z výroby alternativních paliv v co nejbližší době eliminovány a poté se mohlo začít budovat na zvětšení infrastruktury počtu čerpacích stanic a míst pro nabíjení.

## Seznam literatury

- 1) VLK, František. *Alternativní pohony motorových vozidel*. 1. vyd. Brno: František Vlk, 2004. ISBN 80-239-1602-5.
- 2) KAMEŠ, Josef. *Alternativní pohon automobilů*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2004. ISBN 80-7300-127-6.
- 3) ŽÁKOVEC, Jan. *Využití plyných paliv v dopravě*. 1. vyd. Praha: GAS, 2001, 70 s. GAS. ISBN 80-861-7686-X.
- 4) ŠTĚRBA, Pavel. *Automobily s pohonem na LPG: typové a individuální přestavby, ekonomická návratnost, opravy a doporučení pro majitele vozidel*. [Příručka majitele vozu]. 1. vyd. Brno: CPress, 2013. ISBN 978-80-264-0148-3.
- 5) MATĚJOVSKÝ, Vladimír. *Automobilová paliva*. 1. vyd. Praha: Grada, 2005, 223 s. ISBN 80-247-0350-5.
- 6) BROWNE, M. -- WHITEING, A. -- MCKINNON, A. *Green Logistics: Improving the Environmental Sustainability of Logistics*. India: Kogan Page Publishers, 2015. 448 s. ISBN 978-0-7494-7185-9.
- 7) HROMÁDKO, Jan. *Speciální spalovací motory a alternativní pohony: komplexní přehled problematiky pro všechny typy technických automobilních škol*. 1. vyd. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4455-1.
- 8) *Plyn jako palivo do osobních aut letos zažívá útlum*. *Aktuálně.cz*. Zprávy - Aktuálně.cz [online]. [cit. 02.12.2017]. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/auto/plyn-jako-palivo-do-osobnich-aut-letos-zaziva-utlum-lpg-je-p/r-b711aef6bd5011e6af5f0025900fea04/?redirected=1512223666>
- 9) *Výhody LPG | CNGuh. čerpací stanice CNG a LPG v Uherském Hradišti | CNGuh* [online]. [cit. 02.12.2017]. Dostupné z: <http://www.cnguh.cz/vse-o-lpg/vyhody>
- 10) *Vodík palivem budoucnosti - Časopis Vesmír*. [online]. VESMÍR, spol. [cit. 04.12.2017]. Dostupné z: <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2001/cislo-10/vodik-palivem-budoucnosti.html>
- 11) *ČEZ zdraží paušál na dobíjení elektromobilů | E15.cz*. *Politika, ekonomika, byznys, události - Zprávy | E15.cz* [online]. [cit. 04.12.2017]. Dostupné z: <http://zpravy.e15.cz/byznys/doprava-a-logistika/cez-zdrazi-pausal-na-dobijeni-elektromobilu-1326351>

- 12) *Škoda Octavia 1.4 TSI G-TEC - CNG Ambition vs Škoda Octavia 1.4 TSI Active | Carismo.cz. Auta online | Carismo.cz* [online]. [cit. 17.11.2017]. Dostupné z: <https://www.carismo.cz/katalog/porovnavac/skoda-octavia-ambition-1-4-tsi-g-tec-cng/vs/skoda-octavia-active-1-4-tsi/4473/4455/>
- 13) *ŠKODA | MOTOR JIKOV CNG. MOTOR JIKOV CNG plnicí stanice* [online]. [cit. 17.11.2017]. Dostupné z: <http://www.jikovcng.cz/o-cng/prehled-vozidel-na-cng/osobni-vozy/skoda/>
- 14) *Fiat Panda 0.9 TwinAir CNG - plyn Plus vs Fiat Panda 1.2 Plus | Carismo.cz. Auta online | Carismo.cz* [online]. [cit. 22.11.2017]. Dostupné z: <https://www.carismo.cz/katalog/porovnavac/flat-panda-plus-0-9-twinair-cng-plyn/vs/flat-panda-plus-1-2/1175/1172/>
- 15) *Jak funguje Toyota Mirai s palivovým článkem? | fDrive.cz. fDrive.cz – Elektromobily, autonomní řízení a doprava budoucnosti* [online]. [cit. 22.11.2017]. Dostupné z: <https://fdrive.cz/clanky/jak-funguje-toyota-mirais-palivovym-clankem-658>
- 16) *Toyota Mirai všeobecné informace o pohonu na vodík. Toyota Central Europe - Czech s.r.o.* [online]. [cit. 22.11.2017]. Dostupné z: <https://www.toyota.cz/world-of-toyota/news/new-toyota-mirai.json>
- 17) *TEST: Toyota Prius Plug-in Hybrid umí jezdit za 3,5 l/100 km | Hybrid.cz. Hybrid.cz | Elektromobily, elektrokola, elektroskútry, auta na plyn CNG, LPG, testy* [online]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/test-toyota-prius-plug-hybrid-umi-jezdit-za-35-l100-km>
- 18) *Technická data Opel Astra Sports Tourer 1.4 Turbo 140hp Bi-Fuel Design - 123Auta.cz. Ojetá auta a vozy na prodej, autobazary, inzerce - 123Auta.cz* [online]. [cit. 22.11.2017]. Dostupné z: <https://123auta.cz/katalog/detail/opel-astra-sports-tourer-1-4-turbo-140hp-bi-fuel-design>
- 19) *Model S | Tesla. Tesla | Premium Electric Sedans and SUVs* [online]. [cit. 22.11.2017]. Dostupné z: <https://www.tesla.com/models>
- 20) *Alternativní paliva budoucnosti: Elektrína, vodík nebo snad kukuřice?. Chytrá Auta | Budoucnost je v chytrých autech* [online]. [cit. 04.12.2017]. Dostupné z: <https://www.chytraauta.cz/alternativni-paliva-budoucnosti-201701/>

## Seznam obrázků a tabulek

### Seznam obrázků

Obr. 1 Schéma motoru poháněného CNG a jeho palivového vedení.....	9
Obr. 2 Systém Bi- Fuel (CNG, Biogas) Volvo V70.....	10
Obr. 3 Schéma kompresní jednotky na úpravu bioplyn .....	11
Obr. 4 Schéma motoru s centrálním směšovačem plynné fáze .....	13
Obr. 5 Výroba vodíku pomocí elektrolýzy biomasy.....	14
Obr. 6 Schéma sériového uspořádání hybridu .....	15
Obr. 7 Schéma paralelního uspořádání hybridu .....	17
Obr. 8 Funkce palivových článku u elektromotoru.....	18
Obr. 9 Schéma uložení nádrží na CNG a na benzín .....	28
Obr. 10 Schéma uložení nádrží na bioplyn ve Fiatu Panda Natural Power .....	30
Obr. 11 Schéma palivového ústrojí Toyoty Mirai .....	32
Obr. 12 Schéma uložení zážehového agregátu a elektromotoru u Toyoty Prius Plug-in Hybrid.....	34
Obr. 13 Ilustrativní schéma umístění nádrže na plyn u značky Opel Astra .....	36
Obr. 14 Schéma uložení předního a zadního elektromotoru vozu Tesla Modelu S 37	
Obr. 15 Cena vybraných zástupců světového automobilového průmyslu .....	40
Obr. 16 Spotřeba vybraných zástupců světového automobilového průmyslu .....	41
Obr. 17 Emise CO <sub>2</sub> vybraných zástupců světového automobilového průmyslu ...	42
Obr. 18 Dojezd vybraných zástupců světového automobilového průmyslu.....	43
Obr. 19 Počet čerpacích a nabíjecích stanic vybraných zástupců světového automobilového průmyslu .....	44

## Seznam tabulek

Tab. 1 Porovnání vybraných ukazatelů pro alternativní paliva a srovnání s naftovým motorem.....	26
Tab. 2 Technické parametry Škody Octavie G-TEC.....	29
Tab. 3 Technické parametry Fiatu Panda Natural Power.....	31
Tab. 4 Technické parametry Toyoty Mirai .....	33
Tab. 5 Technické parametry Toyoty Prius Plug-in Hybrid 1,8.....	35
Tab. 6 Technické parametry Opela Astra Sports Tourer 1.4 LPG Turbo EcoFLEX 37	
Tab. 7 Technické parametry Tesly Modelu S P90D .....	39

## Seznam příloh

Příloha č. 1: Ceny vybraných zástupců světového automobilového průmyslu .....	56
Příloha č. 2: Spotřeba pohonných hmot vybraných zástupců světového automobilového průmyslu .....	57
Příloha č. 3: Emise CO <sub>2</sub> produkované u vybraných zástupců světového automobilového průmyslu .....	58
Příloha č. 4: Dojezd vybraných zástupců světového automobilového průmyslu...	59
Příloha č. 5: Počet čerpacích stanic a nabíjecích míst pro vybrané zástupce světového automobilového průmyslu .....	60

## Příloha č. 1: Ceny vybraných zástupců světového automobilového průmyslu

	A	B	C	D	E
1	Model	Hodnota v Kč			
2	Škoda Octavia G-TEC	516 900			
3	Fiat Panda Natural Power	363 000			
4	Toyota Mirai	2 200 000			
5	Opel Astra Sports Tourer 1.4 LPG Turbo EcoFLEX	720 765			
6	Toyota Prius Plug-in Hybrid 1.8	1 055 900			
7	Tesla Model S P90D	2 713 780			
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					

### Cena

Model	Hodnota v Kč
Škoda Octavia G-TEC	516 900
Fiat Panda Natural Power	363 000
Toyota Mirai	2 200 000
Opel Astra Sports Tourer 1.4 LPG Turbo EcoFLEX	720 765
Toyota Prius Plug-in Hybrid 1.8	1 055 900
Tesla Model S P90D	2 713 780



## Příloha č. 2: Spotřeba pohonných hmot vybraných zástupců světového automobilového průmyslu

	A	B	C	D	E														
1	Model	Hodnota v kg/100 km																	
2	Škoda Octavia G-TEC	5,7																	
3	Fiat Panda Natural Power	3,1																	
4	Toyota Mirai	0,7																	
5	Opel Astra Sports Tourer 1.4 LPG Turbo EcoFLEX	7,3																	
6	Toyota Prius Plug-in Hybrid 1.8	1,0																	
7	Tesla Model S P90D	2,0																	
8	<div style="text-align: center;"> <h3>Spotřeba</h3> <table border="1"> <caption>Data for Spotřeba chart</caption> <thead> <tr> <th>Model</th> <th>Hodnota v kg/100 km</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Škoda Octavia G-TEC</td> <td>5,7</td> </tr> <tr> <td>Fiat Panda Natural Power</td> <td>3,1</td> </tr> <tr> <td>Toyota Mirai</td> <td>0,7</td> </tr> <tr> <td>Opel Astra Sports Tourer 1.4 LPG Turbo EcoFLEX</td> <td>7,3</td> </tr> <tr> <td>Toyota Prius Plug-in Hybrid 1.8</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>Tesla Model S P90D</td> <td>2,0</td> </tr> </tbody> </table> </div>					Model	Hodnota v kg/100 km	Škoda Octavia G-TEC	5,7	Fiat Panda Natural Power	3,1	Toyota Mirai	0,7	Opel Astra Sports Tourer 1.4 LPG Turbo EcoFLEX	7,3	Toyota Prius Plug-in Hybrid 1.8	1,0	Tesla Model S P90D	2,0
Model						Hodnota v kg/100 km													
Škoda Octavia G-TEC						5,7													
Fiat Panda Natural Power						3,1													
Toyota Mirai						0,7													
Opel Astra Sports Tourer 1.4 LPG Turbo EcoFLEX						7,3													
Toyota Prius Plug-in Hybrid 1.8						1,0													
Tesla Model S P90D						2,0													
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
26																			
27																			
28																			
29																			
30																			
31																			
32																			

### Příloha č. 3: Emise CO<sub>2</sub> produkované u vybraných zástupců světového automobilového průmyslu

	A	B	C	D	E												
1	Model	Hodnota v g/km															
2	Škoda Octavia G-TEC	101															
3	Fiat Panda Natural Power	86															
4	Toyota Mirai	0															
5	Opel Astra Sports Tourer 1.4 LPG Turbo EcoFLEX	119															
6	Toyota Prius Plug-in Hybrid 1.8	23															
7	Tesla Model S P90D	0															
8	<div data-bbox="288 616 1321 1355" data-label="Figure"> <p><b>Emise CO<sub>2</sub></b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Model</th> <th>Hodnota v g/km</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Škoda Octavia G-TEC</td> <td>101</td> </tr> <tr> <td>Toyota Mirai</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Toyota Prius Plug-in Hybrid 1.8</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>Opel Astra Sports Tourer 1.4 LPG Turbo EcoFLEX</td> <td>119</td> </tr> <tr> <td>Tesla Model S P90D</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> </div>					Model	Hodnota v g/km	Škoda Octavia G-TEC	101	Toyota Mirai	0	Toyota Prius Plug-in Hybrid 1.8	23	Opel Astra Sports Tourer 1.4 LPG Turbo EcoFLEX	119	Tesla Model S P90D	0
Model						Hodnota v g/km											
Škoda Octavia G-TEC						101											
Toyota Mirai						0											
Toyota Prius Plug-in Hybrid 1.8						23											
Opel Astra Sports Tourer 1.4 LPG Turbo EcoFLEX						119											
Tesla Model S P90D						0											
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
31																	
32																	

## Příloha č. 4: Dojezd vybraných zástupců světového automobilového průmyslu

	A	B	C	D	E														
1	Model	Hodnota v km																	
2	Škoda Octavia G-TEC	369																	
3	Fiat Panda Natural Power	300																	
4	Toyota Mirai	500																	
5	Opel Astra Sports Tourer 1.4 LPG Turbo EcoFLEX	671																	
6	Toyota Prius Plug-in Hybrid 1.8	50																	
7	Tesla Model S P90D	480																	
8	<div data-bbox="288 616 1321 1355" data-label="Figure"> <p><b>Dojezd</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Model</th> <th>Hodnota v km</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Škoda Octavia G-TEC</td> <td>369</td> </tr> <tr> <td>Fiat Panda Natural Power</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>Toyota Mirai</td> <td>500</td> </tr> <tr> <td>Opel Astra Sports Tourer 1.4 LPG Turbo EcoFLEX</td> <td>671</td> </tr> <tr> <td>Toyota Prius Plug-in Hybrid 1.8</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Tesla Model S P90D</td> <td>480</td> </tr> </tbody> </table> </div>					Model	Hodnota v km	Škoda Octavia G-TEC	369	Fiat Panda Natural Power	300	Toyota Mirai	500	Opel Astra Sports Tourer 1.4 LPG Turbo EcoFLEX	671	Toyota Prius Plug-in Hybrid 1.8	50	Tesla Model S P90D	480
Model						Hodnota v km													
Škoda Octavia G-TEC						369													
Fiat Panda Natural Power						300													
Toyota Mirai						500													
Opel Astra Sports Tourer 1.4 LPG Turbo EcoFLEX						671													
Toyota Prius Plug-in Hybrid 1.8						50													
Tesla Model S P90D						480													
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
26																			
27																			
28																			
29																			
30																			
31																			
32																			

## Příloha č. 5: Počet čerpacích stanic a nabíjecích míst pro vybrané zástupce světového automobilového průmyslu

	A	B	C	D	E
1	Model	Počet v jednotkách			
2	Škoda Octavia G-TEC	159			
3	Fiat Panda Natural Power	554			
4	Toyota Mirai	1			
5	Opel Astra Sports Tourer 1.4 LPG Turbo EcoFLEX	944			
6	Toyota Prius Plug-in Hybrid 1.8	329			
7	Tesla Model S P90D	330			
8					
9	<p style="text-align: center;"><b>Počet čerpacích stanic / nabíjecích míst v ČR</b></p>				
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					

## ANOTAČNÍ ZÁZNAM

AUTOR	Petr Ondráček		
STUDIJNÍ OBOR	6208R088 Podniková ekonomika a management provozu		
NÁZEV PRÁCE	Analýza aktuálních technických možností využití alternativních pohonů pro osobní automobily		
VEDOUCÍ PRÁCE	Ing. David Staš, Ph.D.		
KATEDRA	KLRK - Katedra logistiky a řízení kvality	ROK ODEVZDÁNÍ	2017
POČET STRAN	60		
POČET OBRÁZKŮ	19		
POČET TABULEK	7		
POČET PŘÍLOH	5		
STRUČNÝ POPIS	<p>Práce je zaměřena na využití alternativních druhů pohonů v automobilovém průmyslu. Řešeným tématem je analýza aktuálních technických možností u alternativních pohonů. Na základě výsledků provedených analýz autor v závěru práce doporučil směr pro výrobu vozidel s výhledem na dalších 20 let. Vhodnými a k životnímu prostředí nejšetrnějšími palivy jsou elektrická energie a vodík. Vybudováním hustší sítě nabíjecích a čerpacích stanic pro alternativní paliva v Evropě se vyřeší zásadní problém spojený s jejich provozem zejména na delší vzdálenosti. Stanou se tak náhradou vozidel poháněných fosilními palivy.</p>		
KLÍČOVÁ SLOVA	alternativní druhy pohonu, analýza, životní prostředí		
PRÁCE OBSAHUJE UTAJENÉ ČÁSTI: Ne			

## ANNOTATION

<b>AUTHOR</b>	Petr Ondráček		
<b>FIELD</b>	6208R088 Business Management and Production		
<b>THESIS TITLE</b>	Analysis of current technical possibilities of using alternative fuels for passenger cars		
<b>SUPERVISOR</b>	Ing. David Staš, Ph.D.		
<b>DEPARTMENT</b>	KLRK - Department of Logistics and Quality Management	<b>YEAR</b>	2017
<b>NUMBER OF PAGES</b>	60		
<b>NUMBER OF PICTURES</b>	19		
<b>NUMBER OF TABLES</b>	7		
<b>NUMBER OF APPENDICES</b>	5		
<b>SUMMARY</b>	<p>The thesis is focused on the use of alternative types of fuels in the automotive industry. The analysis of current technical possibilities in alternative fuels is the key topic of the analysis. Based on the results of the analysis, the author proposes a direction of the production of vehicles for the next 20 years. The most fuel-efficient and environmentally friendly fuels are electrical energy and hydrogen. Building a denser network of charging and service stations for alternative fuels in Europe will solve a major problem associated with their operation especially over longer distances. They will become a replacement for fossil-fueled vehicles.</p>		
<b>KEY WORDS</b>	alternative types of fuels, analysis, environmental		
<b>THIS INCLUDES UNDISCLOSED PARTS: No</b>			