

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta dopravní



Veronika Bártlová
**Alternativní paliva silničních dopravních
prostředků**
Bakalářská práce

2022



K612 Ústav dopravních systémů

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Veronika Bártlová

Studijní program (obor/specializace) studenta:

bakalářský – DOS – Dopravní systémy a technika

Název tématu (česky): **Alternativní paliva dopravních silničních prostředků**

Název tématu (anglicky): Alternative Fuels for Road Vehicles

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte následujícími pokyny:

- Úvod do problematiky alternativních paliv
- Rešerše českých i zahraničních zdrojů
- Historie alternativních paliv
- Technické parametry paliv
- Budoucnost využití alternativních paliv
- Testovací jízdy
- Vyhodnocení a porovnání výsledků



- Rozsah grafických prací: stanoví vedoucí bakalářské práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: Víze silniční dopravy v roce 2030
Studie využití vodíkového pohonu v dopravě v České republice.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Bc. Kristýna Neubergová, Ph.D.**

Datum zadání bakalářské práce: **30. června 2020**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **8. srpna 2022**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia


Ing. Martin Jacura, Ph.D.
vedoucí
Ústavu dopravních systémů




doc. Ing. Pavel Hrubeš, Ph.D.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.


Veronika Bártlová
jméno a podpis studenta

V Praze dne.....20. prosince 2021

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala všem, kteří mi při přípravě této bakalářské práce. Zvláště děkuji paní doc. Ing. Kristýně Neubergové, Ph.D. za odborné vedení, konzultace a poskytnutí potřebných materiálů a za rady, které mi během studia byly poskytnuty.

V neposlední řadě bych ráda poděkovala rodině a všem svým blízkým, kteří mi byli po celou dobu studia morální a materiální podporou, děkuji.

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní. Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užívání tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 8. srpna 2022

.....
Podpis

ABSTRAKT

Předmětem bakalářské práce „Alternativní paliva silničních dopravních prostředků“ je popsat dostupná alternativní paliva, jejich historii v souvislosti se silničními prostředky a využití v dopravě. Cílem je, pomocí testovacích jízd, zjistit výhody a nevýhody alternativních paliv vůči neekologicky vyráběným palivům.

ABSTRACT

The subject of the bachelor's thesis „Alternative fuels of road transport vehicles“ is to describe available alternative fuels, their history in relation to road vehicles and their use in transport. The aim is, through test rides, to identify the advantages and disadvantages of alternative fuels over non-organically produced fuels.

Obsah

1 Úvod.....	1
2 Alternativní paliva.....	2
2.1 Elektrický pohon	2
2.1.1 Historie.....	2
2.1.2 Výroba elektřiny.....	4
2.1.3 Funkce elektromotoru.....	5
2.2 Vodíkový pohon	6
2.2.1 Historie.....	6
2.2.1 Výroba vodíku.....	8
2.3 Pohon LPG, LNG a CNG	9
2.3.1 Výroba LPG, LNG a CNG.....	10
2.4 Pohon E85.....	10
2.4.1 Historie E85.....	10
2.4.2 Popis paliva E85.....	10
2.4.3 Výroba E85.....	11
3 Výrobci vozidel na alternativní paliva.....	11
3.1 Volkswagen	11
3.2 Škoda	13
4 Paliva ve vztahu k životnímu prostředí.....	14
4.1 Životní cyklus a jeho analýza.....	14
4.2 Emisní faktor a výpočet emisí.....	15
4.3 Zelená dohoda	16
4.4 Vodíková strategie ČR.....	17
5 Testovací jízdy	18
5.1 Škoda Enyaq iV 80.....	19

5.2 Volkswagen iD.5 GTX.....	23
5.3 Ford Mustang Mach-E	26
5.4 Auto k porovnání-Hyundai Tucson	29
5.5 Porovnání získaných údajů z testovacích jízd.....	31
Závěr	35
Použité zdroje a literatura	36
Seznam obrázků	39
Seznam tabulek.....	40
Seznam grafů.....	40

1 Úvod

V předložené práci byla řešena alternativní paliva silničních prostředků. U každého druhu paliva je uvedena stručná historie, jejich výroba a výrobce vozidel. Dále byl řešen životní cyklus těchto alternativních paliv, který je rozdílný oproti konvenčním palivům, emisní faktory a ekologie paliv v částech cyklu.

V práci jsou zmíněny evropské a české dohody a smlouvy související a zabývající se budoucností vodíku a elektřiny. Byly čerpány informace z oficiálních dokumentů Evropské unie a České republiky. Tyto údaje jsou použity i ve výpočtech a závěrech práce.

Byly realizovány jízdy třemi vozidly čistě na elektrický pohon a jedním vozidlem na fosilní palivo. Výsledky a hodnocení jsou popsány, následně porovnány s konvenčním palivem ve vypůjčeném vozidle. Jsou řešeny technické parametry vozidel, jejich ekologie i ekonomika. Vyhodnocení technických parametrů vozidel a následně využití v praktické jízdě.

V závěru bylo zhodnoceno porovnání testovacích jízd a technických parametrů vozidel z ekologického i ekonomického hlediska. Byl zde shrnut i můj vlastní názor a návrh opatření do budoucna ke zlepšení dostupnosti vozidel na alternativní pohon.

2 Alternativní paliva

V této kapitole je řešena historie paliv, jejich výroba a výrobci. Pod tímto pojmem si můžeme představit veškerá paliva mimo fosilních, benzin a nafta. V práci je řešen elektrický, vodíkový, CNG, LPG a LNG pohon.

2.1 ELEKTRICKÝ POHON

2.1.1 Historie

Elektromotor, který samozřejmě není jako nynější, byl vynalezen dříve než Dieselův motor. První elektromobil byl vynalezen v roce 1835 profesorem Sibrandusem Stratinghem. Což je o 51 let dříve, než vznikl automobil se spalovacím motorem sestrojený Karlem Benzem roku 1886.

V Československé republice byl první elektromobil sestavený koncem 19. století Františkem Křižíkem, který je známý spíše díky vynálezu obloukové lampy. Byl poháněn elektromotorem o výkonu 3,7 kW napájeným olověným akumulátorem s 42 články. Nejpovedenějším modelem Františka Křižíka byl jeho třetí vůz Landaulet se dvěma elektromotory, každý jeden pro jedno zadní kolo. Na vývoji se podílel i pobočný závod Škody, Škoda Elcar v Ejpovicích, začátkem 90. let 20. století. Díky tomu vznikl první prototyp Škoda Shortcut. Byl přizpůsobený jen pro řidiče a spolujezdce, měl ujet až 80 km a nejvyšší rychlost byla 80 km/h. Ačkoliv Shortcut sklízel úspěch, zůstal jen prototypem. Na rozdíl od nynějších elektromobilů, které mají redukční převod, tak Shortcut měl manuální pětistupňovou převodovku, pátý stupeň měl zablokovaný z důvodu vysoké rychlosti. Dříve na vozidlech nebylo tolik bezpečnostních prvků, proto by se při vysoké rychlosti mohla stát smrtící nehoda.



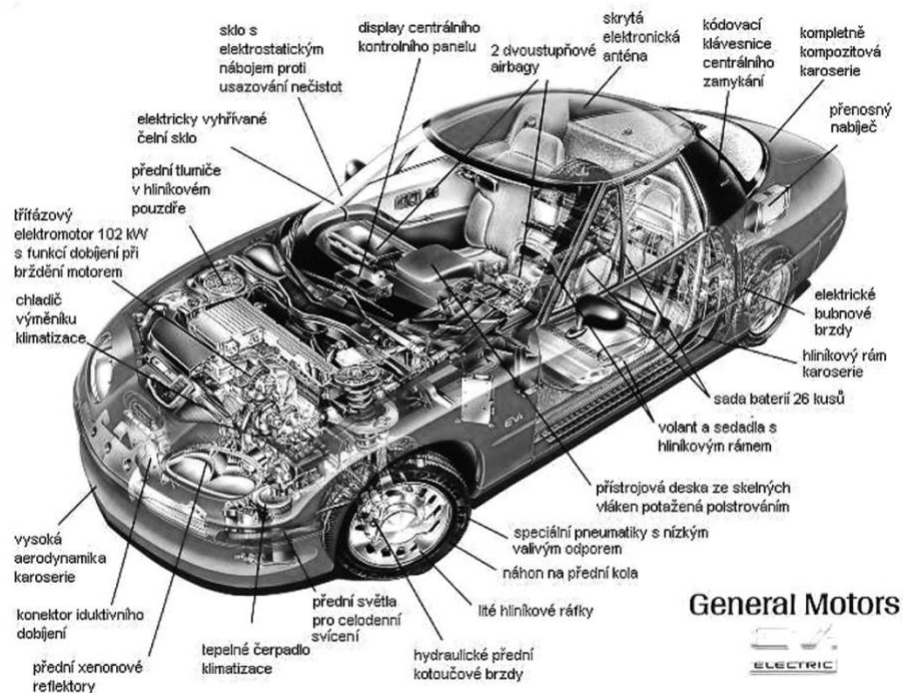
Obrázek 1 - Škoda Shortcut (zdroj obrázku: plzenoviny.cz)

O rok později se objevil švýcarský zákazník, který chtěl 1000 elektromobilů, osobních i pick-up. Shortcut byl zkrácený Favorit, a tak i dále se bavilo o elektrickém favoritu. Elektromobily na zakázku byly vyráběny ve Škodě Elcar v Ejpovicích a nesly názvy Škoda Eltra 151 L a 151 Pick-UP. Eltra putovala do větších zemí Evropy a 40 kusů zůstalo také u nás, protože je především používala pošta.



Obrázek 2 – Škoda Eltra 151 L (zdroj obrázku: auto.cz)

Mezi legendy elektromobilů patří elektrovozidlo GM EV1 vyráběné v letech 1996 až 1999, který se dokázal vyrovnat jiným vozidlům a výbavou i parametry je převyšoval.



Obrázek 3 - Vozidlo GM EV1 (zdroj obrázku: electroauto.cz)

Vozidlo bylo součástí Kalifornského projektu spuštěného v roce 1990. Cílem bylo zařadit elektromobily ve výši 2 % z celkového počtu používaných aut.

Elektromobily byly skoro nepoužívané do roku 2008, od tohoto roku se čím dál tím více vyvíjejí a prodávají. Mezi první firmy, které začali sériově vyrábět elektromobily, patřila například Tesla pod vedením Elona Muska.

Nyní více firem přechází ze spalovacích motorů na elektromotory. Škoda Auto má svůj určený cíl, že chce všechny své vozy do roku 2030 vyrábět jediné s elektromotory.

2.1.2 Výroba elektřiny

Elektřinu, nebo celkově energii, lze vyrobit třemi způsoby:

1. *Uhelné elektrárny* – zde vzniká energie z nadceného uhlí na uhelný prach, který je poté spalován. Teplo, vytvářené ze spalování, ohřívá upravenou vodu, mění se postupně na páru, která je vedena turbínou spojenou s alternátorem, kde roztáčí lopatky turbíny. Elektrická energie je vytvářena v alternátoru.

2. *Jaderné elektrárny* – mají podobný princip jako uhelné. Energie získaná jaderným reaktorem se používá k výrobě páry, která pohání parní turbíny pohánějící alternátory určené na výrobu elektrické energie.

3. *Obnovitelné zdroje* – vodní elektrárny, sluneční elektrárny, větrné elektrárny.

Nejvíce ekologickou možností je výroba z obnovitelných zdrojů, hlavně proto, že by auto v životním cyklu nevyrábělo téměř žádnou uhlíkovou stopu.

V následující tabulce je procentuální zastoupení druhu výroby elektřiny na českém trhu.

Tabulka 1 – Hrubá výroba elektřiny v ČR (zdroj: Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR)

	2016		2017		2018	
	TWh	%	TWh	%	TWh	%
Hnědé uhlí	36,23	43,5	36,98	42,5	37,73	42,9
Jádro	24,10	28,9	28,3	32,6	29,92	34,0
Obnovitelné zdroje	9,39	11,3	9,52	10,9	9,40	10,7
Biologicky rozložitelný odpad	0,10	0,1	0,11	0,1	0,10	0,1
Černé uhlí	5,72	6,9	4,5	5,1	3,45	3,9
Zemní plyn	3,42	4,1	3,39	3,9	3,49	4,0
Ostatní plyny	3,04	3,6	2,88	3,3	2,75	3,1
Přečerpávací	1,20	1,4	1,17	1,3	1,05	1,2
Ostatní paliva	0,19	0,2	0,21	0,2	0,20	0,2

Ministerstvo průmyslu a obchodu vydalo minulý rok zprávu o podílu obnovitelných energií na hrubé konečné spotřebě energie, ze které lze zjistit všechno ohledně výroby. Do elektřiny vyrobené z obnovitelných zdrojů nejsou brány v potaz přečerpávací vodní elektrárny.

Hrubá konečná spotřeba energie z obnovitelných zdrojů se zjednodušeně vypočte jako součet hrubé konečné spotřeby elektřiny, hrubé konečné spotřeby energie v odvětví vytápění a chlazení a konečné spotřeby energie v odvětví dopravy.

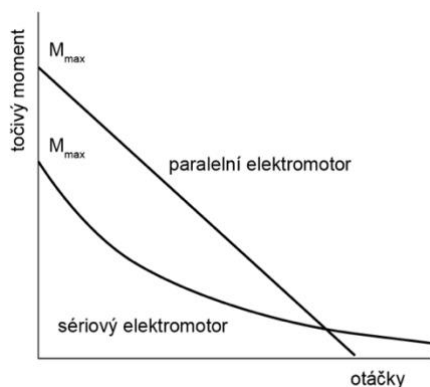
Česká republika je povinna plnit tři cíle na základě obnovitelné energie. Rokem 2030 musí být podíl obnovitelných zdrojů energie na hrubé konečné spotřebě EU 32 %. C91 v dopravě je dosažení 14 % využití a ve vytápění a chlazení je cílem zvýšení alespoň o 1,1 %. [8]

2.1.3 Funkce elektromotoru

Elektromotory se dělí na stejnosměrný s cizím buzením a asynchronní.

Stejnosemřný funguje tak, že magnetický tok je vybuzený ve statoru. Proud do rotoru je přiveden přes kartáče a komutátor a tím kotva rotuje ve vnějším magnetickém poli, avšak točivý moment působí ve směru rotace. Kotva a budící vinutí může být zapojeno buď paralelně, kdy klesá točivý moment s otáčkami pomaleji, nebo sériově, kdy klesá točivý moment se stoupajícími otáčkami (vlaky, metro a tramvaje).

Stejnosemřné motory jsou jednoduché k řízení a cenově přijatelné, ale může docházet k poruchám na komutátoru a kartáčích.



Obrázek 4 - Charakteristiky elektromotoru (zdroj obrázku: Hromádka, J. Speciální spalovací motory a alternativní pohony)

Asynchronní má výhodu nepřítomnosti vinutí kotvy a kolektoru. Tok je stále přiváděn vinutím, ale rotační napětí a frekvence. Stejnosemřný proud je měněn na střídavý cyklickým zapínáním tyristoru.

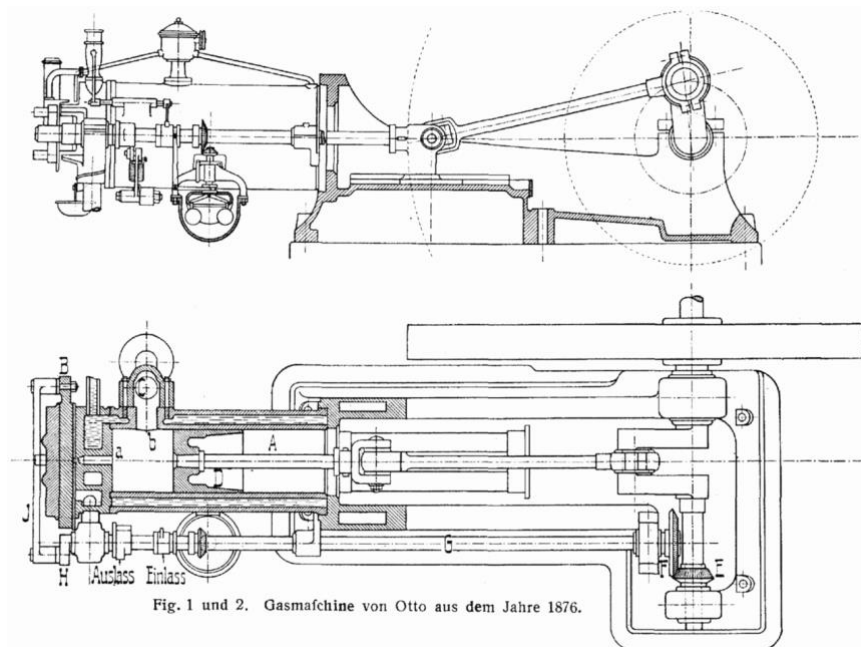
Střídavé motory jsou nákladné na řízení a tím stoupá i cena celého motoru, ale umožňují vyšší otáčky oproti stejnosměrným motorům a jsou bezúdržbové.

Dalšími druhy jsou synchronní, transversální, řízený reluktační a stejnosměrný bez kartáčů.

2.2 VODÍKOVÝ POHON

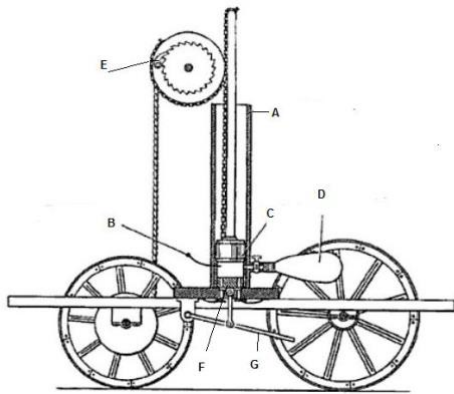
2.2.1 Historie

Za historicky první motor na částečně vodíkový pohon s elektrickým spalováním je považován ten od Françoise Isaac de Rivaze, který byl sestaven v roce 1806 a o rok později nainstalován na vozidlo se čtyřmi koly připomínající dnešní automobil. Motor byl poháněn směsí plynného vodíku a vzduchu. François Isaac de Rivaz si nechal tento motor patentovat 2 roky po sestavení.



Obrázek 5 - První motor na vodíkový pohon (zdroj obrázku: Wikipedia.org)

Vodík měl významné využití i pro vynálezce Nicolause August Otta. ^[11] Pro svůj motor, který se stal předlohou pro stavbu pozdějších spalovacích motorů, využil jako palivo syntetický plyn tvořený z 50 % vodíkem. Dodnes je zážehový motor tohoto principu označován jako „Ottův motor“.



- A- Válec
- B- Zážehové zapalování
- C- Píst
- D- Balón obsahující vodíkové palivo
- E- Ráčna
- F- Píst s ventily
- G- Rukojeť

Obrázek 6 - Ottův motor (zdroj obrázku: Wikipedia.org)

Vodík jako palivo byl v ústraní do roku 1933, kdy hydroelektrárenská společnost přestavila nákladní vozidlo pro pohon na vodík, ve kterém se vodík vyráběl přímo ve vozidle.

Dalším historickým milníkem pro vodíkový pohon byla 2. světová válka. Vojenský technik Boris Schelishch při obléhání Leningradu přestavěl 200 nákladních vozidel GAZ AA na vodíkový pohon. Důvodem pro přestavbu vozů byl fakt, že v obléhaném městě docházel benzin a nebyla možnost ho dopravit.

V roce 1959 vzniklo vozidlo, které spalovalo vodík v palivových článcích, a ne v motoru jako doposud. Byl to traktor Allis-Chalmers, palivové články dodávaly výkon 15 kW. O 7 let později byl vyroben GM Electrovan, který je prvním vozidlem s vodíkovými články a od té doby se v USA začalo s vodíkem ve velké míře experimentovat.



Obrázek 7 - GM Electrovan (zdroj obrázku: autoforum.cz)

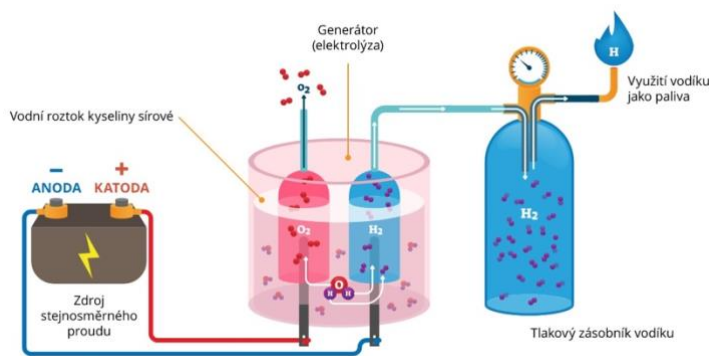
O dalších 11 let v roce 1977 bylo sestaveno vozidlo, které se už podobalo dnešním hybridním automobilům, které mohlo jet na vodík i na benzin, neslo jméno Cadillac Seville. V devadesátých letech se do výroby vodíkových aut zapojilo mnoho světových značek jako BMW, Daimler, Toyota a Mazda. V roce 2001 se objevila i vodíková

Lada Niva. Dnes jsou vodíková auta velmi probírané téma, bohužel ještě není dořešeno mnoho otázek, aby byl provoz aut jednoduchý na našich komunikacích.

2.2.1 Výroba vodíku

1. *Fosilní paliva* – za vysoké teploty reaguje směs metanu a vodní páry a tímto procesem vzniká vodík a oxid uhličitý. Při výrobě 1 kg vodíku se zároveň vyrobí 5,5 kg oxidu uhličitého.

2. *Obnovitelné zdroje* – výroba z biomasy, elektrolýza vody, parní elektrolýza.



Obrázek 8 - Elektrolýza vody (zdroj obrázku: svetenergie.cz)

Vodík můžeme rozlišit podle produkce CO_2 během výroby a podle čistoty. ^[15]

Nízkouhlíkový vodík je takový, u kterého při výrobě vznikne nejvíce 36,4 g CO_2/MJ^2 . Do této skupiny řadíme vodík vyrobený elektrolýzou z elektrické energie obnovitelných zdrojů, z jaderných zdrojů, dále vyrobený pyrolýzním rozkladem zemního plynu nebo organického odpadu. Do ostatního vodíku řadíme všechny ostatní způsoby výroby jako třeba z ropných zbytků a uhlí.

Podle čistoty chápeme, jak čistý vodík vyrobíme. Nejvyšší čistotu podle normy ČSN ISO 14687 si žádá vodík používaný pro palivové články s proton-výměnnou membránou, nejčastěji vyráběný elektrolýzou vody. Na ostatní využití vodíku nejsou kladeny taková pravidla a není nutná tak silná čistota.

Vodík musí být skladován buď zkapalněný při nízkých teplotách nebo stlačen při vysokých tlacích. Jeho výroba má za následek emise skleníkových plynů, pokud se nejedná o nízkoemisní vodík.

2.3 POHON LPG, LNG A CNG

Plyn metan byl poprvé použit v Ottově spalovacím motoru spolu s vodíkem v roce 1872. Poté se na delší dobu od plynových paliv upustilo kvůli benzinu a naftě. Na konci 19. století kapalná paliva zvítězila nad plynnými, avšak za první i druhé světové války se začínalo vracet k plynným palivům. Jeden z hlavních důvodů byl nedostatek fosilních paliva nemožnost přepravy.

Stlačený zemní plyn (CNG), dříve svítiplyn, se začal znovu používat kolem roku 1930 ve Francii, odkud se rozšířil do okolních evropských zemí. ^[23] Do Česka se plyn dostal o 6 let později. Byl používán hlavně na pohon traktorů, autobusů a automobilů. Do historie se zapsaly také Vítkovické železárny, které jako první vyráběly kompresní tankovací stanice a svítiplynem poháněné nákladní vozy. Opět se dostalo na zemní plyn až roku 1981, kdy byla realizována přestavba vozidla na zemní plyn. První sériově vyráběný vůz na CNG byl vyroben od firmy Fiat a byl to Fiat Marea.



Obrázek 9 - Fiat Marea (zdroj obrázku: Wikipedia.org)

Zkapalněný ropný plyn (LPG) byl poprvé použit v roce 1920 v Americe a až v 60. letech doputoval do Evropy. Největšího rozsahu se mu dostalo v osmdesátých letech. Místo tohoto názvu se používá propan-butan.

Zkapalněný zemní plyn (LNG) byl poprvé teoreticky využit v roce 1877 a prakticky o 50 let později jen k uskladňování. V dopravě byl využit v roce 1964.

2.3.1 Výroba LPG, LNG a CNG

Vedlejší produkt při procesu zpracování ropy a při těžbě zemního plynu a ropy.

Úprava zemního plynu – stlačení zemního plynu, zkapalnění zemního plynu, zkapalnění ropného plynu.

Jeho distribuce probíhá prostřednictvím potrubí například z Anglie, Nizozemska, Norska i Ruska. Alternativou k těmto dodávkám je doprava ze západní Sibíře, z jihozápadní Asie nebo ze Středního východu.

Stále je tu problém, že si tyto plyny nelze natankovat na každé tankovací stanici.

2.4 POHON E85

2.4.1 Historie E85

Za první republiky v Československu se vyráběly první lihobenzinové směsi, ve kterých bylo 50 % etanolu, 30 % benzenu a 20 % benzínu. Tyto směsi byly vyráběné firmou Dynakol do roku 1932. Mezi roky 1926 až 1936 bylo dáno ze zákona přidávání do paliv 20 % etanolu. Po druhé světové válce v roce 1948, tento zákon ztratil platnost a na etanol jako palivo se zapomnělo.

2.4.2 Popis paliva E85

Palivo je složeno z 85 % etanolovou složkou a 15 % benzínu. Poměr složek se dá měnit podle ročního období, avšak etanolová složka musí vždy tvořit nejméně 70% paliva. Důvod různého poměru složek je kvůli nízkému tlaku par etanolu oproti benzínu. V letním období je směs připravována přesně podle vzoru (85 % etanol, 15 % benzin), protože teploty neklesnou k mínusu. V zimní směsi je použito 75 % etanolu, poněvadž bod vzplanutí u etanolu je $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ a benzínu $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$. Bodem vzplanutí rozumíme nejnižší teplotu, při které určitá látka uvolňuje dostatečné množství plynů, aby je bylo možné zapálit externím zařízením. ^[24]

Z tohoto vyplývají určité nevýhody užívání tohoto paliva a tím je horší startování při nižších teplotách a vyšší opotřebení palivového čerpadla.

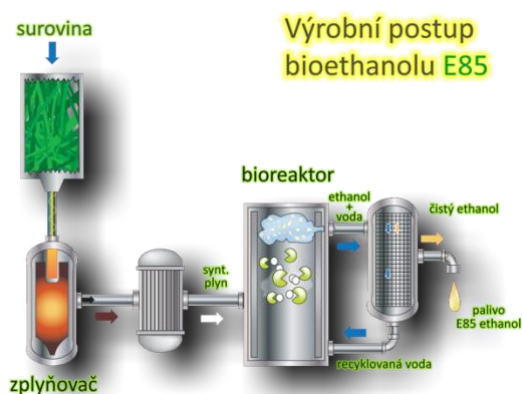
Největší výhodou je, že zvyšuje výkon motoru, a to díky obsahu kyslíku ve směsi, který zaručuje efektivnější hoření a nižší emise. Téměř každé auto se dá přestavit na tento pohon podobně jako u LPG. V porovnání s LPG je cena paliva dražší, ale na spotřebu při větším kilometrovém nájezdu je výhodnější palivo E85.

V Evropě se nejvíce využívá toto palivo ve Švédsku, kde se ukázal jejich provoz jako bezproblémový. V provozu má Švédsko více než 250 plnicích stanic. Provoz aut je ekologičtější a lépe prochází emisní kontrolou, protože ethanol má čistící vlastnosti

(pročišťování vstřikovacích trysek), dále se při spalování nevznikají karbonové usazeniny. U nás v ČR se poprvé objevila plnicí stanice na Ethanol 85 v roce 2008 a nyní je skoro na každé tankovací stanici.

2.4.3 Výroba E85

Obnovitelné zdroje – plodiny obsahující sacharidy (cukrová řepa a cukrová třtina), biomasa obsahující lignocelulózu (dřevo, piliny) a obsahující škrob (obiloviny, brambory, kukuřice).

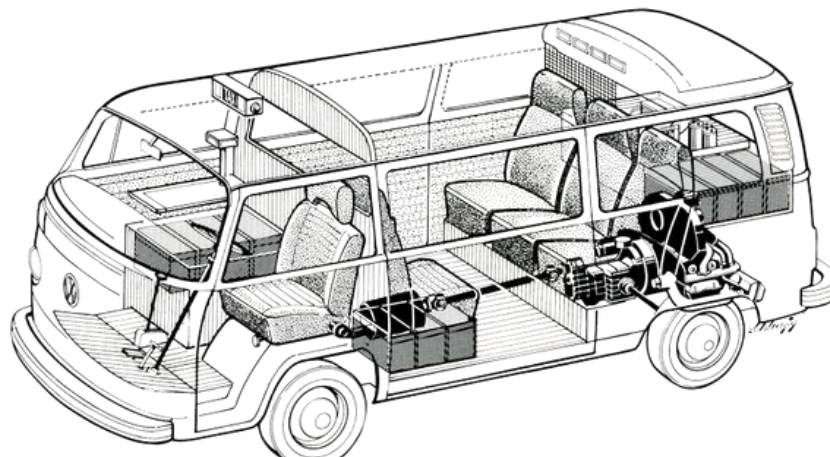


Obrázek 10 - Výrobní postup E85 (zdroj obrázku: autoslužbyjanousek.cz)

3 Výrobci vozidel na alternativní paliva

3.1 VOLKSWAGEN

Počátky elektromobility u Volkswagenu zajistil Adolf Kaberlah. Prvním vozem upraveným na elektrický pohon, pod Kaberlahovým vedením, se v 70. letech stal Bulli T2 Camper, který ujel na jedno nabití, přibližně 70 km, a při dobíjení stačilo nabíjecí kabel zapojit do klasické zásuvky a dobítý byl za 10 hodin.



Obrázek 11 - Bulli T2 Camper (zdroj obrázku: Volkswagen Česká republika)

Bohužel bylo ještě potřeba zdokonalit hmotnost pohonu vážící skoro 1 tunu. Následoval v roce 1976 první elektrický Golf, který se o 5 let později začal vyrábět v malé sérii pro testování.

V roce 2008 v Bologni představila značka první vůz na pohon LPG v kombinaci s benzinovým pohonem. Byl to Golf BiFuel, který disponoval objemem 1,6 l a dojezd při využití obou paliv dosahoval až na 1100 kilometrů. Auto bylo podrobena také náročnějším nárazovým testům a tím lze považovat za bezpečnější. Dalším vozem, který Volkswagen představil by Passat TSI EcoFuel, ten zatím jako prototyp obsahoval dvoupalivový motor s objemem 1,4 TSI a dojezd měl 800 kilometrů. V dalších letech bylo představeno mnoho modelů s dodatkem EcoFuel, ale nabízel se nejen pohon na LPG, ale i CNG. Všechny byly hybridní se zážehový motorem, díky tomu dosahovaly dobrých dojezdů i jízdních vlastností. ^[26] Aktuálně už svoje řady rozšířily na vysoký počet elektrických a hybridních vozů, bohužel od pohonu CNG a LPG se úplně upustilo. Mezi nejnovější modely elektromobilů od Volkswagenu patří iD, které naplňují koncept čistě elektrického auta.



Obrázek 12 - Volkswagen iD.4 GTX (vlastní obrázek)

3.2 ŠKODA

V kapitole o elektrickém pohonu jsem představila první elektromobily značky Škoda. Jako další představili v roce 2009 model Octavia TSI na pohon LPG, ve kterém je také použit dvoupalivový motor. Byl také prvním vozem s pohonem LPG, který se vyráběl sériově. Později se začaly vyrábět i modely s kombinovaným pohonem na CNG, které měli dodatek G-TEC. Modely s tímto dodatkem jsou čistě jen na stlačený zemní plyn (jako pojistku mají doplňkové nádrže na benzin o objemu 9 litrů), díky kterému je provoz čistější spalování. Nové vozy mají větší nádrže pro delší dojezd a cena CNG je stále nižší než nafty nebo benzínu, tím zajistíme i levnější provoz.



Obrázek 13 - Škoda Octavia G-TEC (zdroj obrázku: skoda-storyboard.cz)

Vozidla Škoda na alternativní pohon zvenku působí stejně jako vozidla na klasický pohon. Některé jsou stále nabízeny hybridně s benzinovým motorem pro lepší dojezd a jízdní vlastnosti.

Na pražském e-salonu představila Škoda mnoho starších modelů v novém provedení na elektrický pohon.



Obrázek 15 - Škoda Octavia iV (vlastní obrázek)



Obrázek 14 - Škoda Superb iV (vlastní obrázek)

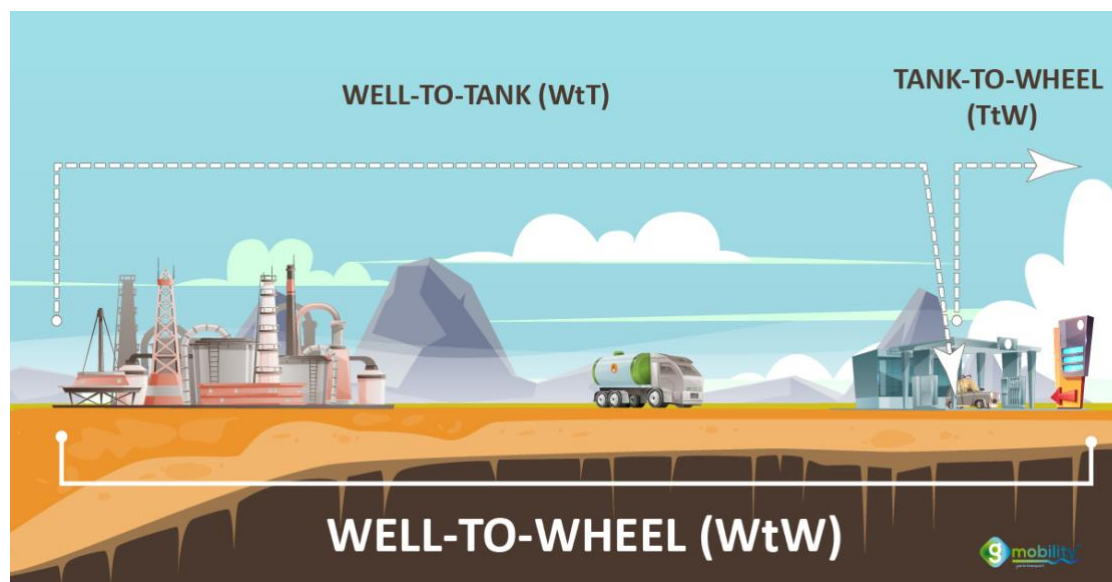
4 Paliva ve vztahu k životnímu prostředí

4.1 ŽIVOTNÍ CYKLUS A JEHO ANALÝZA

Analýza porovnává enviromentální dopady jednotlivých druhů paliv a hodnotí použité technologické postupy při výrobě a využití vedlejších produktů. Řeší celý životní cyklus paliv od výroby až po spotřebu v autě a dopad na životní prostředí. I když se u některých alternativních paliv zdá, že jeho používání je ekologicky šetrné, tak naopak jeho výroba není.

Skládá se ze dvou částí. První je WTT (Well-to-Tank) analýza, která hodnotí cestu od zdroje paliva do nádrže auta. Posuzuje energetickou náročnost výroby, produkci emisí v jednotlivých částech výroby, zohledňuje vynaloženou energii a potencionální cestu paliva. ^[29] U alternativních paliv se jedná zejména o druh výroby, zda vzniká jako vedlejší produkt, kvalitu paliva, cenovou náročnost a náročnost na výrobu a distribuci. Velkou výhodou je, že při výrobě mohou vznikat další užitečné vedlejší produkty například u biopaliv. Důsledkem této logiky je, že energie a emise jsou přiřazeny hlavnímu produktu a vedlejší produkty ušetří energii samostatné výroby.

Druhou částí je TTW (Tank-to-Wheels) analýza, která řeší cestu od nádrže ke kolům auta. Posuzuje energetickou náročnost a produkci emisí při spalování paliva. Bere v potaz kvalitu paliv a účinnost při spalování v jízdním cyklu NEDC. ^[30]



Obrázek 16 - WTW analýza (zdroj obrázku: gmobility.eu)

4.2 EMISNÍ FAKTOR A VÝPOČET EMISÍ

Ohledně alternativních paliv se musí brát v potaz emisní faktor, díky kterému můžeme vypočítat množství uvolněného oxidu uhličitého do ovzduší. Každé palivo má svůj emisní faktor, protože má jinou výhřevnost.

CO_{2eqv} je přepočítání skleníkových plynů na ekvivalent CO₂.

CO₂ ekvivalentní stanovíme na základě výpočtu prostřednictvím tzv. potencialu globálního ohřevu, sloužícího k definici míry příspěvku plynu ke skleníkovému jevu a jako jednotka při přepočtu se používá jedna molekula CO₂.

Zjednodušeně výpočtem:

$$\text{Spotřeba} * \text{Emisní faktor} = \text{CO}_2 \text{ ekvivalentní}$$

Obecně lze faktor vypočítat podle vzorce:

$$EF_{CO_2} = -0,0009660 * Q_i^3 + 0,0609270 * Q_i^2 - 1,3242 * Q_i + 36,48737036$$

EF_{CO₂} = emisní faktor CO₂ [t CO₂/MWh]

Q_i = výhřevnost paliva [MJ/kg]

Pokud by se vycházelo z tohoto vzorce, tak by výsledky byly mnohem přesnější, zatímco aktuálně může mít každá země úplně odlišné emisní faktory. Reálné emise se můžou lišit od vypočítaných, ale tímto vzorcem je to snadné a rychlé.

Tabulka 2 – Faktory pro výpočet emisí skleníkových plynů dle normy EN 16258 (zdroj: clecat.org)

palivo	emisní faktor TTW [kg CO ₂ /l]	emisní faktor WTW [kg CO ₂ /l]
benzín	2,42	2,88
nafta	2,67	3,24
LPG	1,70	1,90
CNG	2,68 [kg/kg]	3,07 [kg/kg]
Elektrina	0 [kg/kWh]	0,424 [kg/kWh]
Etanol	0	1,24

Do roku 2050 se kvůli Zelené dohodě EU mají snížit až o 90 % (počítáno od roku 1990).^[31] V dnešní době produkuje nejvíce emisí vnitrostátní osobní doprava a v závěsu za ní jsou emise ze stavění budov, průmyslu, dodávky energií a zemědělství. Největší podíl na tom mají osobní auta, které se teď vytěsňují novými „ekologickými“ elektromobily. Víme, že při provozu nevznikají žádné emise, ale zapomínáme na to, že výroba a likvidace aut zatěžuje životní prostředí více než likvidace aut na fosilní paliva.

Evropská Unie se snaží tlačit na snížení emisí ze silniční dopravy, a proto zavádí nebo plánuje zavést mnoho opatření mezi kterými jsou:

- snížit limit pro emise od roku 2025 o dalších 15 % a postupně ubírat až do roku 2035 na nulové emise,
- zavést nový systém pro obchodování s emisemi,
- odstranění daňových výhod pro fosilní paliva a další.

České ministerstvo dopravy podporuje rozšiřování jak stanic na elektřinu, tak i čerpacích stanic na vodík, který se dokáže ekologií vyrovnat elektromobilům. I když se vodík ve většině případů vyrábí neekologicky z ropy, tak se dále zlevňuje výroba i elektrolýzou vody, která je stále více rozšířená. Díky technologickému postupu budou ceny i nadále klesat. Emise u vodíku jsou časté také při přepravě, která je náročná. Je nutné ho před dopravou stlačit a ochladit, což je opravdu náročné.

Do pozadí se dostaly paliva jako LPG a CNG, přitom jejich celý životní cyklus je šetrnější k životnímu prostředí než u elektromobilů. Bohužel už k vývoji aut na tento pohon nedochází, ale některé automobilové koncerny stále vozidla vyrábějí. Auto na CNG nebo LPG se vyplatí, jen za delší dobu. Paliva jsou po elektřině nejrozšířenější na čerpacích stanicích, tím i dostupnější.

4.3 ZELENÁ DOHODA

Tato dohoda má za cíl, aby Evropská unie do roku 2050 dosáhla nulových emisí skleníkových plynů, nastane hospodářský růst a neměl by být opomenut žádný jednotlivec ani region. ^[31] Dohoda má zapříčinit nejen hospodářský růst a čisté ovzduší, ale také rozšíření veřejné hromadné dopravy, cenově dostupné potraviny, delší životnost výrobků a více pracovních míst.

Do ekologické změny se může zapojit každý z nás tím, že se zapojíme do iniciativy s názvem Evropský klimatický pakt, která sdílí informace, zkušenosti a realizuje kroky v boji proti klimatu.

Dohoda zahrnuje i plán pro lepší hospodářství, strategii pro lesy a měla by zlepšit stav Evropy v ekologii.

4.4 VODÍKOVÁ STRATEGIE ČR

S alternativními palivy souvisí hlavně vize do budoucnosti v České republice. Kvůli tomu byla schválena Vodíková strategie, která vysvětluje, jak budeme vodík vyrábět, rozvážet a k čemu používat. ^[32] Navazuje na Evropskou vodíkovou strategii a Zelenou dohodu pro Evropu.

Strategie má dva hlavní cíle a tím je redukce emisí skleníkových plynů a podpora hospodářského růstu v zemi. K dosažení těchto cílů musíme dosáhnout potřebného objemu spotřeby a výroby vodíku, připravit infrastrukturu na přepravu a rozvíjet výzkum vodíkových technologií. To vše by se mělo splnit do roku 2050.

Měla by přispívat k dosažení klimatické neutrality, avšak na zaměstnanost, průmysl a životní úroveň má mít pozitivní vliv. Rozvojem vodíkového průmyslu vznikne mnoho pracovních příležitostí i nových učebních oborů, čímž se může zlepšit i celkový úroveň průmyslu v České republice. Nacházíme se na takovém území, kde nesvítí tolik slunce a nefouká tolik vítr, aby výrobu pokryly obnovitelné energie, ale obrovský potenciál u nás má výroba z jaderných zdrojů, a to díky velkým jaderným elektrárnám Dukovany a Temelín. ^[32] V budoucnu bude záviset druh výroby hlavně na technologických podmínkách, ale podle plánů rozhodně nepokryjeme poptávku na našem trhu lokálním vodíkem, proto bude nutný dovoz a k tomu odpovídající infrastruktura. Nejdříve se musí najít správný a efektivní způsob, předělání plynodů je složitý a dlouhý proces, vše je nutné naplánovat předem.

Nízkouhlíkový vodík je aktuálně velmi drahé palivo, ale to se může změnit, pokud najdeme správnou oblast spotřeby, aby se cena přiblížila fosilním palivům. Vodíková auta představují velkou investici, perspektivní využití by mohl mít vodík jako palivo u městské hromadné dopravy a nákladní dopravy. Chemický průmysl vodík využívá k rafinaci ropy. Je naplánováno, že se vodík bude používat jako zdroj tepla místo plynu a uhlí.

Ve strategii se nepočítalo s válkou, která nastala v tomto roce a bude mít obrovský dopad na dodávání plynu a fosilních paliv. O to více a dříve by se měla řešit náhrada za topení plynem, do kterého se bude moct přimíchávat malé množství vodíku. Aktuálně lze plyn nahradit biometanem, elektrickou energií a částečně fotovoltaikou.

Ve strategii se nachází teoretické výpočty a grafy o využití, výrobě a dopravě vodíku.

5 Testovací jízdy

Pro větší přehled a praktické parametry o automobilech, hlavně na elektrický pohon, byly kontaktovány autosalony s tím, jestli se lze projet a řídit některé elektromobily.

V České republice zatím není dostupný jediný pohon, a to na vodík, z důvodu nepokrytí území tankovacími stanicemi s vodíkem. Nejvíce propagované jsou elektromobily a hybridy. Hybridy nejsou brány v úvahu, poněvadž jejich dojezdy i jízdní vlastnosti jsou ovlivňovány benzinovým motorem a není to čistý alternativní pohon.

V médiích a na internetu se dozvídáme, že jsou lepší než auta na fosilní paliva, ale není to úplná pravda. Už z technických údajů o vozidle můžeme hodně zjistit, i když ne všechno je pak v reálném provozu pravda. Nejvíce matoucí údaj je hlavně dojezd vozidla, každý jezdí jinak a na jiné vzdálenosti. Baterii v autě ovlivňuje také počasí. Potřeby každého člověka jsou jiné, a tudíž se i tohle projeví na spotřebě vozidla.

Nikdo nechce být neustále napojený na kabel nebo stál u stojanu na pumpě. U některých starších aut na benzin nebo naftu je možnost dojezdu i více jak 1000 kilometrů, to je nejméně dvakrát více než u většiny elektromobilů.

Naopak nejpravdivější údaj je maximální rychlost, kterou na elektromobilech nelze čekat nijak velkou, pokud nebereme v potaz zvlášť sportovní auta. Aktuálně se už i sportovní auta dělají na elektrický pohon, akorát je to ještě v počátcích. Ford, Porsche a další luxusní značky aut předělávají své stávající modely a vylepšují je o elektromotor. Ve sportovních aut je snaha i vyššího dojezdu než u obyčejných osobních aut.

5.1 ŠKODA ENYAQ IV 80

Jako první jsem měla možnost řídit první plně elektrické auto, a ještě k tomu SUV, od automobilky Škoda.

V interiéru, můžeme najít snad všechny možné vychytávky, navigaci a další. Od kožených po látkové sedačky, opěrky a výplně dveří.



Obrázek 17 - Škoda Enyaq iV (zdroj obrázku: Auto Horejssek)

Každý je vybaven virtuálním kokpitem, který si každý může přepínat mezi navigací, základem, asistenčními systémy a statistikou.

Ve výbavě lze připlatit adaptivní podvozek DCC, který vyhodnocuje jízdní situace a dále jím přizpůsobuje vlastnosti tlumičů, aby jízda byla efektivní. Je také vybaveno tepelným čerpadlem, které pomáhá k vytápění auta a tím nespotřebujeme tolik energie z baterie.

Škoda Enyaq může být vybavena veškerými jízdními asistenty například držení auta v jízdním pruhu, hlídání mrtvého úhlu i případných nebezpečí v okolí auta až po asistenta jízdy v koloně.

Co se týče bezpečnosti dostala Škoda Enyaq pět hvězd v hodnocení organizací Euro NCAP a patří mezi nejbezpečnější auta na světovém trhu. Na oficiálních webových stránkách je dohledatelný celý záznam o zkoušce a z něj lze zjistit například, že dospělého cestujícího ochrání auto na 95%

Cena nových modelů se pohybuje od 1 124 900 Kč a podle výbavy se cena navyšuje.



Obrázek 18 - Škoda Enyaq iV (vlastní obrázek)

Tabulka 3 – Technické parametry testovaného vozidla Enyaq iV

Maximální výkon	150 kW
Maximální točivý moment	310 Nm
Kapacita baterie celková	82 kWh
Kapacita baterie využitelná	77 kWh
Maximální rychlost	160 km/h
Zrychlení 0-100 km/h	8,7 s
Dojezd dle WLTP	529 km
Kombinovaná spotřeba	16,2-17,4 kWh/100 km
Čas nabíjení AC/DC	7 h 30 min./29 min.
Celková hmotnost	2648 kg

Moje hodnocení:

Head-up displej neodvádí řidičovu pozornost od vozovky a tím zabezpečí ještě lepší aktivní bezpečnost. Na vše lze dohlédnout a displej je i v úrovni očí, takže se neztratí řidičova pozornost od dění na silnici.

Místo klasických budíků je zde malý displej, který ukazuje rychlost, hladinu paliva, přesné a aktuální údaje i během jízdy.

Naprosto tichý provoz, ani nelze určit, zda je nastartováno nebo ne. Převodovka je automatická a „přerazovat“ se musí při stlačení brzdového pedálu. Je to pohodlné a za jízdy nemusíte nic řešit a prostě jedete.



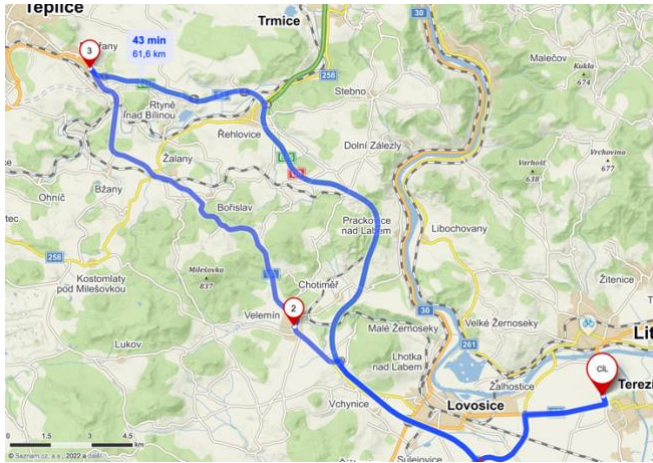
Obrázek 19 – interiér Škoda Enyaq iV (vlastní obrázek)

Při jízdě jde cítit vyšší hmotnost vozidla, například při rozjezdech nebo zrychleních. Je pomalejší při akceleraci, oproti spalovacím motorům. Nejvyšší rychlostí bylo vyzkoušeno jet 140 km/h a víc už to nejelo. Ač byla snaha, není to auto pro závodníky.

Vozidlo měla asistenta na kontrolu jízdy v jízdním pruhu. Vždy, když se s vozidlem přejíždělo do jiného pruhu, tak se musí dát blinkr jinak tento asistent nepustí vozidlo z pruhu a vrací zpět. Vyzkoušen byl i asistent hlídání maximální rychlosti na silnici. Auto má v sobě navigaci a díky ní načtené i maximální rychlosti na většině silnic a pokud přijde změna, auto se samo zbrzdí.

Bylo ujet s autem přibližně 62 km a občas auto samo z kopce rekuperovalo, ale nebylo to nijak znatelně, aby se to projevilo na dojezdu. Na dojezdu to přidalo cca 5 kilometrů.

Při výjezdu mělo auto dojezd 240 km, kdy podle displeje bylo nabito na 80 %. Takže určitě neodpovídá udávaný dojezd v informacích, i kdyby se jelo úspěšněji. Na dojezdu se projevuje, v jakém počasí a jakou rychlostí se jezdí. Trasa byla projetá ve slunečném počasí.



Obrázek 20 - Trasa cesty (mapový podklad: mapy.cz)

Tabulka 4 – Shrnutí parametrů jízdy s Enyaq iV

Dojezd při startu-nabito na 80 %	240 km
Dojezd v cíli	178 km
Zrychlení z údajů 0-100 km/h	8,7 s
Zrychlení v praxi 0-100 km/h	9,5 s
Spotřeba průměrná	16,8 kWh/100 km
Průměrná cena za kWh	6,1 Kč (Innogy)
Průměrná cena na 100 km	102,48 Kč

5.2 VOLKSWAGEN ID.5 GTX

Mým druhým vyzkoušeným vozidlem byl elektrický model z rodiny iD od značky Volkswagen. Koncern nabízí už mnoho modelů na elektrický pohon a já měla možnost si vyzkoušet SUV kupé s pohonem všech kol a dvěma motory.

Model už je přizpůsobený i náročnějším uživatelům, a to hlavně díky tomu, že má pohon na zadní i přední kola, díky tomu zvládne i náročnější terén. Pohon využívá maximální kroutící moment a řidič se nemusí bát, že ho vozidlo nechá na holičkách. Je možné si přidat do výbavy sportovní podvozek, díky kterému lze snížit světlou výšku auta, pro lepší držení v zatáčkách a pohodlnější jízdu.

V interiéru už najdeme veškerou výbavu, kterou mají nová auta a které zvyšují pohodlí řidiče například, vyhřívaná sedadla.

Ve volitelné výbavě je možnost přidat tepelné čerpadlo, které pomáhá při chladném počasí a pomůže vyhřát interiér, a přitom to neovlivní dojezdovou vzdálenost vozidla. Dále pomáhá chytrá navigace, která, po předem určené trase, najde nabíjecí stanice a uživatel bude moct jet bez starostí a hledání stanic.

Cena nového modelu se pohybuje od 1 613 900 Kč a podle doplňkové výbavy se cena navyšuje.



Obrázek 21 - Volkswagen iD.5 GTX (zdroj obrázku: Volkswagen Česká republika)

Tabulka 5 – Technické parametry testovaného vozidla iD.5 GTX

Maximální výkon	220 kW
Maximální točivý moment	460 Nm
Kapacita baterie celková	82 kWh
Kapacita baterie využitelná	77 kWh
Maximální rychlost	180 km/h
Zrychlení 0-100 km/h	6,3 s
Dojezd dle WLTP	490 km
Kombinovaná spotřeba	17,1-18,1 kWh/100 km
Čas nabíjení AC/DC	7 h/35 min.
Celková hmotnost	2750 kg

Moje hodnocení:

Elegantně působící exteriér i interiér. V interiéru nejsou žádné zbytečnosti navíc a vše může řidič ovládat z obrazovky uprostřed palubní desky. Na displeji si může řidič zobrazit veškeré údaje o autě, spotřebu, technické údaje a další. Nechybí ani rychlé nabíjení telefonu a párování s telefonem.

Interiér je podobný v mnoha ohledech vyzkoušenému Enyaqu, navigace, head-up displej, multifunkční volant a displej místo budíků nad volantem. Na malém displeji vidí řidič rychlost jak svojí, tak i maximální na vozovce kudy jede.

Auto nabité výkonem se dokáže určitě vyrovnat osobním autům bez sportovní úpravy. Jak rychlostí, svižností a obrovskou výhodou je tichost motoru.

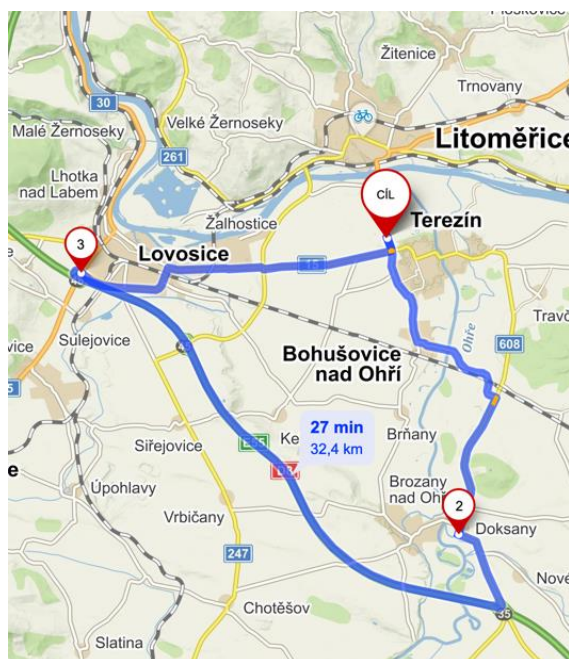
S vozidlem byla možnost ujet 33 km. Mělo rychlou akceleraci a bylo cítit při jízdě, že je to sportovní verze klasického iD.5, hlavně na zrychlení a držení v zatáčkách. Zvolená trasa vedla přes město a krátký úsek na dálnici, aby bylo lépe otestováno zrychlení a rychlost. Počasí v době jízdy bylo slunečné letní. Exteriér auta je celkem dost robustní jak zrcátka, tak šířka auta, která je i se zrcátky 2108 mm. Velikost auta je spojená s nepraktičností ve městě, když se občas člověk dostane do stísněných prostor nebo míst k parkování, kdy se tam s iD.5 nejde vytočit a koleduje si o pořádný škrábanec. I když s parkováním pomůže asistent i zadní kamera.

Vozidlo má tichý chod, ale proto že je sportovní tak alespoň trochu jde slyšet. Ohledně změny jízdy na parkování nebo couvání, tak k tomu slouží přidaná páčka za volantem, na které se přepíná styl jízdy. Při jízdě bylo překvapující i hlídání bezpečné vzdálenosti mezi

auty. Pokud se vozidlo přiblížilo k vozidlu před sebou blíže, tak testované vozidlo samo brzdilo, aby předešlo kolizi. Brzdy byly celkem citlivé, což není moc pohodlné, ale bezpečné. Tyto asistenti se samozřejmě dají vypnout, pokud je nechceme aktuálně používat.

Vozidlo též umí rekuperovat a lze nastavit i úspornější jízdní styl, ve kterém vozidlo více rekuperuje a ubírá mu na svižnosti. Tato možnost byla vyzkoušena na krátkém úseku, ale jízda byla nevyhovující, z důvodu neustálého zpomalování. Auto bylo nabito na 85 % před jízdou a dojezd mělo 400 km, což i souhlasí se psaným dojezdem. Podle stylu jízdy ujede i více než je napsáno.

Na silnici je stabilní a je možné, že by bylo i stabilní na závodní dráze. V těžkém terénu nebyla možnost vyzkoušení.



Obrázek 22 - Trasa cesty (mapový podklad: mapy.cz)

Tabulka 6 – Shrnutí technických parametrů z jízdy s iD.5 GTX

Dojezd při startu-nabito na 85 %	400 km
Dojezd v cíli	467 km
Zrychlení z údajů 0-100 km/h	6,3 s
Zrychlení v praxi 0-100 km/h	6,5 s
Spotřeba průměrná	17,6 kWh/100 km
Průměrná cena za kWh	6,1 Kč (Innogy)
Průměrná cena na 100 km	107,36 Kč

5.3 FORD MUSTANG MACH-E

Jako poslední auto ke zkoušení bylo vybráno značky mimo koncern, protože přece jen jsou ty jejich modely podobné. Zvolen byl Ford a jejich první plně elektrické SUV v nadupané verzi Mustangu. Tento model se nabízí ve třech typech podle vybavenosti a dojezdu. Bylo možné jet prvním stupněm s jedním motorem a prodlouženým dojezdem. Auto působí elegantně a nebýt jiné přední masky, tak z venku by nebylo poznat rozdíl od benzinového modelu.

Interiér nabízí velký displej se vším potřebným k ovládní a před sebou nad volantem je jen důležitý údaj a tím je rychlost, držení v pruhu a maximální rychlost komunikace, po které se jede.

Ford nabízí mobilní aplikaci FordPass, díky které máte veškeré údaje o autě u sebe, díky tomu můžete auto odemknout, a také ukládá do paměti, zda je auto zamčené, lze také na dálku nastartovat a kabinu ohřát a také nabízí mapu, na které uvidíte jak stanice, tak i kam přesně jste vozidlo postavili.

V nabídce je první stupeň výbavy s jedním motorem, Co-Pilotem 360, který zahrnuje parkovací asistenty a veškeré pomocné systémy, které jsou potřeba. Druhý stupeň tzv. AWD nabízí navíc další motor s pohonem všech kol a další interiérové doplňky jako třeba tmavý potah stropu a černé lakování. Posledním stupněm výbavy je GT, který nabízí ještě lepší interiér, bezdotykové ovládní kufu a vylepšený audiosystém. Všechny tyto typy se nabízí i ve verzi s prodlouženým dojezdem, který se liší od klasické verze přibližně o 300 km.

Nabízí jak sportovní zážitek, tak i pohodlí na cestě.

Cena modelů začíná na 1 522 900 Kč a podle výbavy se cena zvyšuje.

Tabulka 7 – Technické parametry testovaného vozidla Mustang Mach-E

Maximální výkon	216 kW
Maximální točivý moment	430 Nm
Kapacita baterie celková	98,7 kWh
Kapacita baterie využitelná	91 kWh
Maximální rychlost	180 km/h
Zrychlení 0-100 km/h	6,2-7 s
Dojezd dle WLTP	610 km
Kombinovaná spotřeba	16,5 kWh/100 km
Čas nabíjení DC	45 min.
Celková hmotnost	2238 kg

Moje hodnocení:

Exteriér vozidla působí originálně a jedinečně, svou přední maskou zaujme a díky příjemným adaptivním světlometům protijedoucí neoslepne.

Zase zde máme ovládání přes displej, a to naprosto všeho. U tohoto modelu a značky už je většina všech důležitých asistentů a vychytávek v základní ceně. Náročnější řidič si připlatí, ale mně stačilo bohatě tato výbava. V autě je opravdu dostatek místa a určitě je ideální i jako rodinné.

K jízdě se nedalo moc co vytknout. Svižnost, akcelerace a šlo cítit, že je lehčí než předchozí vyzkoušené. Před jízdou bylo plně nabitě s dojezdem 600 km a bylo ujeté sice jen 18 km, ale na ozkoušení to postačilo.

Jízda automobilem byla ve velmi teplém a slunečném počasí, což lehce ovlivňovalo spotřebu, kvůli zapnuté klimatizaci.



Obrázek 23 - Ford Mustang Mach-E (zdroj obrázku: Ford Česká republika)



Obrázek 24 - Trasa cesty (mapový podklad: mapy.cz)

Tabulka 8 – Shrnutí technických parametrů z jízdy s Mustang Mach-E

Dojezd při startu-nabito na 100 %	600 km
Dojezd v cíli	550 km
Zrychlení z údajů 0-100 km/h	6,2 s
Zrychlení v praxi 0-100 km/h	6,5 s
Spotřeba průměrná	16,5 kWh/100 km
Průměrná cena za kWh	6,1 Kč (Innogy)
Průměrná cena na 100 km	100,65 Kč

5.4 AUTO K POROVNÁNÍ-HYUNDAI TUCSON

K porovnání byl vybrán nový vůz od značky Hyundai. Motor je zde 1,6-GDI s benzinovým pohonem, manuální převodovkou a pohonem všech kol. Cena se pohybuje v základním provedení od 629 990 Kč. Zde se připlácí také za výbavu, ale nijak výrazné částky. Stupeň výbavy je Comfort a nachází se zde tónování skel, chytré světlomety, asistent pro vedení vozu, autonomní brzdění a další. Je to druhý stupeň výbavy ze čtyř. Vozidlo už není natolik hlučné jako jeho předchůdci, ale benzinový motor má svůj typický zvuk.

Tabulka 9 – Technické parametry testovaného vozidla Mustang Mach-E

Maximální výkon	110 kW
Maximální točivý moment	250 Nm
Zdvihový objem motoru	1598 cm ³
Objem nádrže	54 l
Maximální rychlost	189 km/h
Zrychlení 0-100 km/h	10,6 s
Spotřeba	8 l/100 km
Celková hmotnost	1728 kg



Obrázek 25 - Hyundai Tucson (zdroj obrázku: Auto Horejsek)

Tabulka 10 – Shrnutí technických parametrů z jízdy s Tucson

Dojezd při plném natankování	675 km
Zrychlení z údajů 0-100 km/h	10,6 s
Zrychlení v praxi 0-100 km/h	11 s
Spotřeba průměrná	8 l/100 km
Průměrná cena za palivo	44,90 Kč (Shell)
Průměrná cena na 100 km	359,2 Kč

5.5 POROVNÁNÍ ZÍSKANÝCH ÚDAJŮ Z TESTOVACÍCH JÍZD

Tabulka 11 – Porovnání elektrických vozidel

	Škoda Enyaq iV	Volkswagen iD.5 GTX 4x4	Ford Mustang Mach-E
Cena od [Kč]	1 124 900	1 613 900	1 522 900
Pohon	elektrický	elektrický	elektrický
Výkon [kW]	150	220	216
Točivý moment [Nm]	310	460	430
Kapacita baterie využitelná [kWh]	77	77	91
Maximální rychlost [km/h]	160	180	180
Zrychlení 0-100 km/h [s]	8,7	6,3	6,2
Dojezd [km]	529	490	610
Průměrná spotřeba	16,8 kWh/100 km	17,6 kWh/100 km	16,5 kWh/100 km
Emise CO _{2eqv} TTW [kg/100 km]	0	0	0
Emise CO _{2eqv} WTW [kg/100 km]	7,12	7,46	6,99
Hmotnost vozidla s řidičem [kg]	2648	2750	2238
Zrychlení v praxi [s]	9,5	6,5	6,5
Max. rychlost v praxi [km/h]	140	145	147
Průměrná cena paliva na 100 km [Kč]	102,48	107,36	100,65

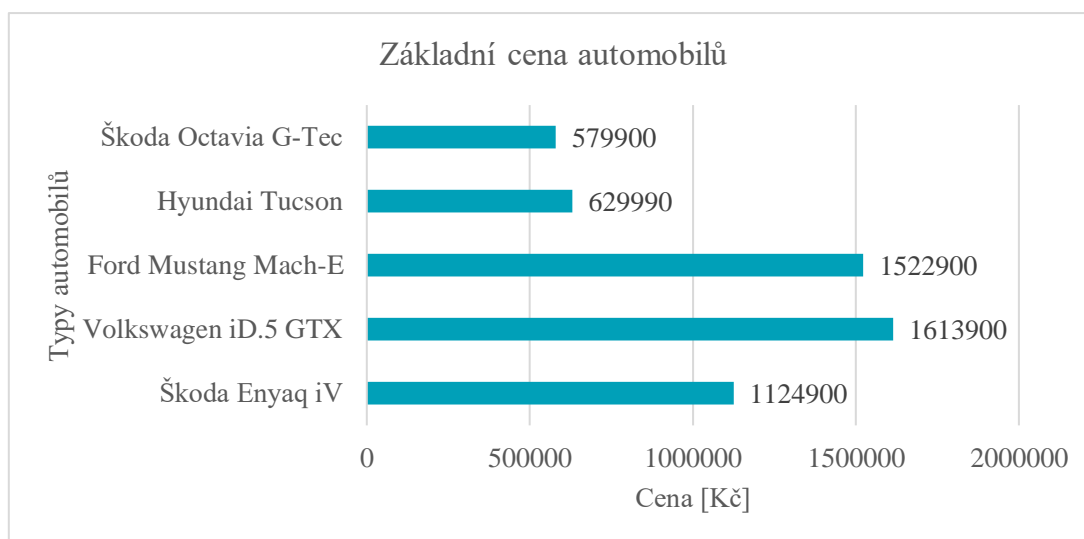
Tabulka 12 – Porovnání vozidel na benzin

	Hyundai Tucson	Škoda Octavia G-TEC (bez testu)
Cena od [Kč]	629 990	579 900
Pohon	benzin	CNG+benzin
Výkon [kW]	110	96
Točivý moment [Nm]	250	200
Kapacita baterie využitelná [kWh]	-	-
Maximální rychlost [km/h]	189	212
Zrychlení 0-100 km/h [s]	10,6	9,6
Dojezd [km]	675	410
Průměrná spotřeba	8 l/100 km	5,9 m ³ /100 km
Emise CO _{2eqv} TTW [kg/100 km]	19,36	15,81
Emise CO _{2eqv} WTW [kg/100 km]	23,04	18,11
Hmotnost vozidla s řidičem [kg]	1728	1591
Zrychlení v praxi [s]	11	-
Max. rychlost v praxi [km/h]	150	-
Průměrná cena paliva na 100 km [Kč]	359,2	242,2

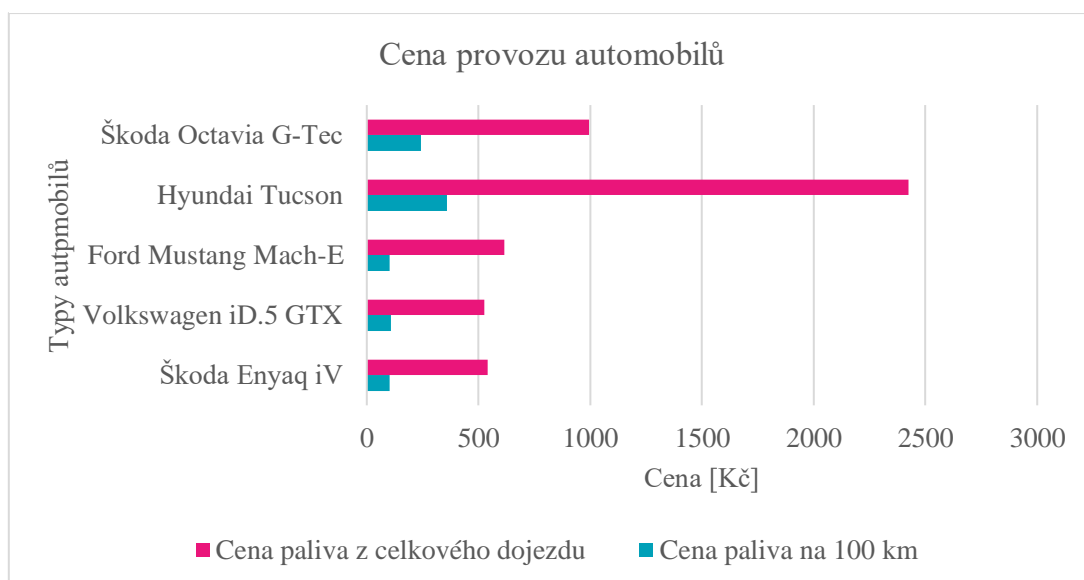
Zjednodušený výpočet po CO₂ eqv.:

*Spotřeba [l] * Emisní faktor CO_{2eqv}*

Graf 2 – Základní cena automobilů



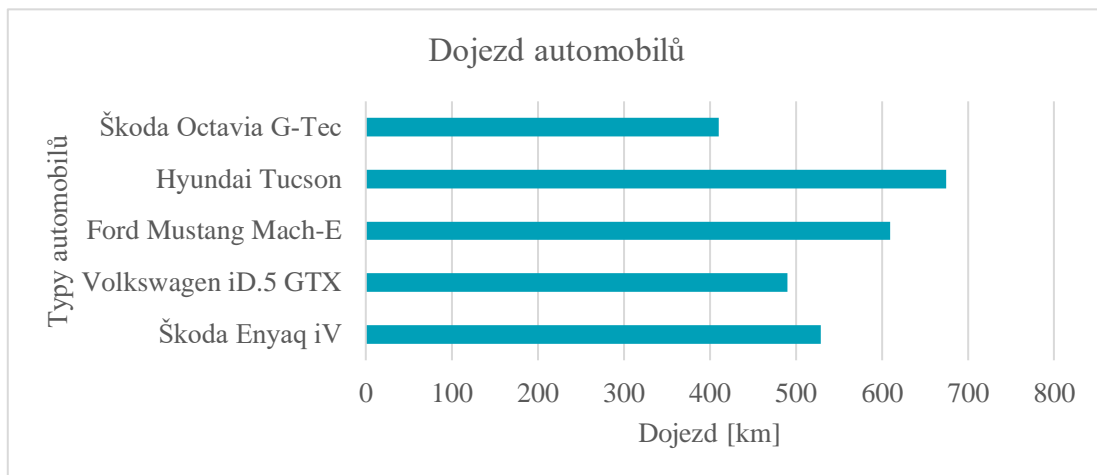
Graf 1 – Cena provozu automobilu



Z porovnání v grafu 1 lze zjistit, že koupě elektromobilu vyjde draž i více jak o polovinu, ale ve grafu 2 můžeme vidět, že cena natankování na plný dojezd je nejdražší u druhého nejlevnějšího auta. U Octavia G-Tec není počítána nádrž s benzinem, tudíž dojezd čistě na plyn je za takovou cenu.

U výběru auta hraje počáteční cena obrovskou roli, a proto je výhodné, když už v té ceně je zahrnuto všechno důležité a potřebné i pro komfort řidiče. V tomhle naprosto vítězí Ford Mustang Mach-E, který v má základní ceně zahrnutou veškerou důležitou výbavu. To naprosto chybí u Škody Enyaq iV, kde se za cokoliv navíc musí připlatit a potom se vyšplhá na vyšší cenu.

Graf 3 – Dojezd automobilů



Dále je obrovskou výhodou u Mustangu nabídka prodloužených dojezdů. To ocení dálkový řidiči, kteří nechtějí stát každou chvíli u plnicí stanice.

Z grafu 3 lze zjistit, že nejdelší dojezd má Hyundai Tucson, ale těsně za ním je Mustang. Ale jednoduchým výpočtem zjistíme, že plná nádrž u Tucsona vyjde aktuálně na 2424,60 Kč a u Mustangu na 613,90 Kč, mezi nimi je rozdíl v dojezdu jen 65 km.

Pro závodníky určitě vítězí Mustang, který svou akčností a rychlostí může předčít většinu benzinových aut. Volkswagen iD.5 GTX je těsně za ním s tím, že je to sportovnější verze a také má pohon všech kol, i když složitějšímu terénu je lépe přizpůsobený Volkswagen. Ve spotřebě paliva se pohybují elektroauta skoro na stejné linii a není v nich žádný zásadní rozdíl. Rozdíl je většinou ve využitelných kapacitách baterie, a i v tom, že některé modely mají dvě baterie, to hlavně z důvodu pohonu na přední i zadní kola a delšího dojezdu.

Na akceleraci působí i hmotnost vozidla, kdy je nejlehčí Tucson a po něm Mustang. Třetí je Enyaq a na jízdě je to znát, hlavně na zrychlení a rozjezdech, kdy je auto trochu línější a trvá to déle. Nejlepší zrychlení měl Mustang a iD.5 a troufám si říct, že i v závodech by byly tyto dva velmi vyrovnaní.

Všechny auta se počítají do SUV vozidel s možností náhonu na všechny čtyři kola. Dají se považovat i za rodinná díky své velikosti a pohodlí. S touto verzí lze zvládnout náročnější terén i město. S dojezdy je to trochu horší, v parném počasí anebo v zimě, když používáme klimatizaci nebo topení, tak nám to ubírá na dojezdu stejně jako u fosilních paliv, protože veškerou energii to bere z baterie.

Závěr

Alternativní paliva mají opravdu velký potenciál, ale chce to ještě hodně budování a řešení problémů a úskalí, na které nelze znát aktuálně odpověď. S elektrickým pohonem jsme hodně daleko, ale stále chybí přizpůsobit infrastrukturu a ekologickou výrobu, kdy je stejně potřeba po nějakém čase baterii měnit. U většiny značek, je tvořena cena automobilu ze 60 % baterií, a přece jen když už si člověk pořídí drahé auto, nechce po 10 letech platit další vysokou částku za novou baterii.

Nevyřešené je to u potencionálních uživatelů, kteří žijí v panelových bytech a nemají možnost dobýt vozidlo ze svého zdroje a musí na veřejnou síť. V Praze se nabíjecí stanice rozvinuly rychle, ale bohužel v malých městech tyto možnosti nejsou. V místě bydliště je nejbližší stanice k dobíjení přímo u elektrárny Ledvice nebo 15 km vzdálená.

Vodík má obrovský potenciál, jen stačí vyřešit ekologickou výrobu, transport k čerpacím stanicím a stojany u čerpacích stanic. Dojezdy aut by měli být vyrovnané jako u fosilních paliv. Pozitivem je i to, že by se vodík nemusel dovážet, i když na naši spotřebu by to nestačilo bohužel.

Paliva jako LPG, LNG a CNG brzy zaniknou úplně, protože se nebudou počítat jako ekologická, zde bohužel s perspektivní budoucností nemůžeme počítat.

V mnoha dokumentech Evropské unie a České republiky lze najít plány do budoucnosti alternativních paliv.

Z porovnání je zjištěno, že pokud je zakoupeno dražší auto mám menší náklady na provoz. Do budoucnosti nelze prakticky a teoreticky počítat s výměnou baterie, protože to zatím nelze nijak dokázat.

Věřím, že veškeré poznatky získané při tvorbě bakalářské práce a navržená řešení využiji i v budoucnosti ve své další práci.

Použité zdroje a literatura

- [1] Wikipedie: Elektrický pohon [online]. [cit. 2022-7-01]
Dostupné z: <https://1url.cz/xrN0h>
- [2] Plzenoviny.cz: Prototyp Škoda Shortcut [online]. [cit. 2022-7-01]
Dostupné z: <https://1url.cz/BrN0C>
- [3] Enviwiki.cz: Elektromobily [online]. [cit. 2022-7-01]
Dostupné z: <https://1url.cz/ArN0Z>
- [4] Elektrickevozy.cz: Historie elektromobilů může být až překvapivě zajímavá! [online]. [cit. 2022-7-01]
Dostupné z: <https://1url.cz/jrN0U>
- [5] Auto.cz: Škoda Eltra 151 L [online]. [cit. 2022-7-01]
Dostupné z: <https://1url.cz/vrN0f>
- [6] Electroauto.cz: Elektromobily General Motors [online]. [cit. 2022-7-01]
Dostupné z: <https://1url.cz/orN0g>
- [7] Wikipedie: Energetika v Česku [online]. [cit. 2022-7-01]
Dostupné z: <https://1url.cz/ZrN0S>
- [8] Ministerstvo průmyslu a obchodu: Vývoj hrubé výroby elektřiny a tepla k prodeji v energetické bilanci ČR [online]. [cit. 2022-7-01]
Dostupné z: <https://1url.cz/RrN00>
- [9] Wikipedie: Vodíkový automobil [online]. [cit. 2022-7-01]
Dostupné z: <https://1url.cz/DrN0v>
- [10] Hybrid.cz: Vodíková auta budí v Česku rozruch, které jsou nejčastější mýty? [online]. [cit. 2022-7-01]
Dostupné z: <https://1url.cz/jrNvr>
- [11] Wikipedie: Ottův motor [online]. [cit. 2022-7-01]
Dostupné z: <https://1url.cz/vrNvu>
- [12] Portál řidiče: Auta na vodíkový pohon: mají budoucnost? [online]. [cit. 2022-7-01]
Dostupné z: <https://1url.cz/hrNv1>
- [13] Autoforum.cz: GM Electrovan [online]. [cit. 2022-7-01]
Dostupné z: <https://1url.cz/srNvJ>
- [14] Portál řidiče: Mají vodíková auta nižší emise? [online]. [cit. 2022-7-01]
Dostupné z: <https://1url.cz/krNve>

- [15] Svět energie: Vodíková energetika [online]. [cit. 2022-7-01]
Dostupné z: <https://1url.cz/MrNvQ>
- [16] iDnes.cz: Jak se vyrábí palivo budoucnosti [online]. [cit. 2022-7-01]
Dostupné z: <https://1url.cz/lrNvW>
- [17] Wikipedie: Vodík [online]. [cit. 2022-7-01]
Dostupné z: <https://1url.cz/yrNvi>
- [18] CNG Plus: CNG vs LPG [online]. [cit. 2022-7-01]
Dostupné z: <https://1url.cz/WrNvw>
- [19] Wikipedie: LPG [online]. [cit. 2022-7-01]
Dostupné z: <https://1url.cz/ZrNvo>
- [20] Wikipedie: Stlačený zemní plyn [online]. [cit. 2022-7-01]
Dostupné z: <https://1url.cz/drNvN>
- [21] Wikipedie: Zkapalněný zemní plyn [online]. [cit. 2022-7-01]
Dostupné z: <https://1url.cz/RrNvH>
- [22] Wikipedie: Fiat Marea [online]. [cit. 2022-7-01]
Dostupné z: <https://1url.cz/prNv2>
- [23] CNG.cz: Co je CNG? [online]. [cit. 2022-7-01]
Dostupné z: <https://1url.cz/GrNvE>
- [24] Auto.cz: Palivo E85 [online]. [cit. 2022-7-01]
Dostupné z: <https://1url.cz/frNvB>
- [25] Autoslužby Janoušek: Co je ethanol [online]. [cit. 2022-7-01]
Dostupné z: <https://1url.cz/vrNvp>
- [26] Volkswagen Česká republika: Počátky elektromobility se značkou Volkswagen [online]. [cit. 2022-7-01]
Dostupné z: <https://1url.cz/srNvl>
- [27] Škoda Storyboard: Škoda Octavia G-Tec [online]. [cit. 2022-7-01]
Dostupné z: <https://1url.cz/XrNvF>
- [28] Auto.cz: Věděli jste, že první elektromobil měla Škoda už před válkou? [online]. [cit. 2022-7-01]
Dostupné z: <https://1url.cz/jrNvR>
- [29] Gmobility.eu: Well-to-Wheel [online]. [cit. 2022-7-01]
Dostupné z: <https://1url.cz/vrNva>
- [30] Optiresource.org: Well-to-wheels Analysis of Future Automotive Fuels and Powertrains in the European Context [online]. [cit. 2022-7-01]

Dostupné z: <https://1url.cz/YrNv3>

[31] Ec.europa.eu: Zelená dohoda pro Evropu [online]. [cit. 2022-7-01]

Dostupné z: <https://1url.cz/yK0zp>

[32] Ministerstvo průmyslu a obchodu: Vodíková strategie České republiky [online]. [cit. 2022-7-01]

Dostupné z: <https://1url.cz/6rNvC>

[33] Clecat.org: Calculating GHG emissions for freight forwarding and logistics services in accordance with EN 1658 [online]. [cit. 2022-7-01]

Dostupné z: <https://1url.cz/trNvT>

[34] Auto Horejsek: Škoda Enyaq iV [online]. [cit. 2022-7-01]

Dostupné z: <https://1url.cz/lrNvj>

[35] Volkswagen Česká republika: iD.5 [online]. [cit. 2022-7-01]

Dostupné z: <https://1url.cz/prNv4>

[36] Mapy.cz: Vyhledávané trasy [online]. [cit. 2022-7-01]

Dostupné z: <https://1url.cz/rtNNf>

[37] Ford Česká republika: Ford Mustang Mach-E [online]. [cit. 2022-7-01]

Dostupné z: <https://1url.cz/TrNvD>

[38] Auto Horejsek: Hyundai Tucson [online]. [cit. 2022-7-01]

Dostupné z: <https://1url.cz/8rNvh>

[39] HROMÁDKO, Jan. *Speciální spalovací motory a alternativní pohony: komplexní přehled problematiky pro všechny typy technických automobilních škol*. 1. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4455-1.

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Škoda Shotcut (zdroj obrázku: plzenoviny.cz)	2
Obrázek 2 – Škoda Eltra 151 L (zdroj obrázku: auto.cz)	3
Obrázek 3 - Vozidlo GM EV1 (zdroj obrázku: electroauto.cz).....	3
Obrázek 4 - Charakteristiky elektromotoru (zdroj obrázku: Hromádko, J. Speciální spalovací motory a alternativní pohony)	5
Obrázek 5 - První motor na vodíkový pohon (zdroj obrázku: Wikipedia.org).....	6
Obrázek 6 - Ottův motor (zdroj obrázku: Wikipedia.org)	7
Obrázek 7 - GM Electrovan (zdroj obrázku: autoforum.cz).....	7
Obrázek 8 - Elektrolýza vody (zdroj obrázku: svetenergie.cz)	8
Obrázek 9 - Fiat Marea (zdroj obrázku: Wikipedia.org)	9
Obrázek 10 - Výrobní postup E85 (zdroj obrázku: autoslužbyjanousek.cz)	11
Obrázek 11 - Bulli T2 Camper (zdroj obrázku: Volkswagen Česká republika).....	11
Obrázek 12 - Volkswagen iD.4 GTX (vlastní obrázek)	12
Obrázek 13 - Škoda Octavia G-TEC (zdroj obrázku: skoda-storyboard.cz)	13
Obrázek 14 - Škoda Superb iV (vlastní obrázek)	13
Obrázek 15 - Škoda Octavia iV (vlastní obrázek)	13
Obrázek 16 - WTW analýza (zdroj obrázku: gmobility.eu)	14
Obrázek 17 - Škoda Enyaq iV (zdroj obrázku: Auto Horejsek).....	19
Obrázek 18 - Škoda Enyaq iV (vlastní obrázek)	20
Obrázek 19 – interiér Škoda Enyaq iV (vlastní obrázek)	21
Obrázek 20 - Trasa cesty (mapový podklad: mapy.cz)	22
Obrázek 21 - Volkswagen iD.5 GTX (zdroj obrázku: Volkswagen Česká republika)...	23
Obrázek 22 - Trasa cesty (mapový podklad: mapy.cz)	25
Obrázek 23 - Ford Mustang Mach-E (zdroj obrázku: Ford Česká republika).....	27
Obrázek 24 - Trasa cesty (mapový podklad: mapy.cz)	28
Obrázek 25 - Hyundai Tucson (zdroj obrázku: Auto Horejsek).....	29

Seznam tabulek

Tabulka 1 – Hrubá výroba elektřiny v ČR (zdroj: Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR)	4
Tabulka 2 – Faktory pro výpočet emisí skleníkových plynů dle normy EN 16258 (zdroj: clecat.org)	15
Tabulka 3 – Technické parametry testovaného vozidla Enyaq iV	20
Tabulka 4 – Shrnutí parametrů jízdy s Enyaq iV	22
Tabulka 5 – Technické parametry testovaného vozidla iD.5 GTX	24
Tabulka 6 – Shrnutí technických parametrů z jízdy s iD.5 GTX	25
Tabulka 7 – Technické parametry testovaného vozidla Mustang Mach-E.....	27
Tabulka 8 – Shrnutí technických parametrů z jízdy s Mustang Mach-E.....	28
Tabulka 9 – Technické parametry testovaného vozidla Mustang Mach-E.....	29
Tabulka 10 – Shrnutí technických parametrů z jízdy s Tucson	30
Tabulka 11 – Porovnání elektrických vozidel	31
Tabulka 12 – Porovnání vozidel na benzin.....	32

Seznam grafů

Graf 1 – Cena provozu automobilu.....	33
Graf 2 – Základní cena automobilů	33
Graf 3 – Dojezd automobilů	34