

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STROJNÍ
ÚSTAV ŘÍZENÍ A EKONOMIKY PODNIKU



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Analýza vozidel dle druhu pohonu

Analysis of vehicles by drive type

AUTOR: Alex Hrbáček

STUDIJNÍ PROGRAM: Teoretický základ strojního inženýrství

VEDOUCÍ PRÁCE: Ing. Jan Lhota, Ph.D.

PRAHA 2023

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Hrbáček** Jméno: **Alex** Osobní číslo: **501528**
Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**
Zadávací katedra/ústav: **Ústav řízení a ekonomiky podniku**
Studijní program: **Teoretický základ strojního inženýrství**
Studijní obor: **bez oboru**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Analýza vozidel dle druhu pohonu

Název bakalářské práce anglicky:

Analysis of vehicles by drive type

Pokyny pro vypracování:

1. Úvod - Zdůvodnění zadání a cíle práce
2. Teoretická část - Současné analytické nástroje
3. Analytická část - Analýza současného stavu vozového parku
4. Závěr - Diskuze výsledků včetně shrnutí

Seznam doporučené literatury:

1. NOVOTNÝ, Ota, Jan POUR a David SLÁNSKÝ. Business Intelligence: jak využít bohatství ve vašich datech. Praha: GRADA Publishing, 2005. Management v informační společnosti. ISBN 80-247-1094-3.
2. POUR, Jan, Miloš MARYŠKA, Iva STANOVSKÁ a Zuzana ŠEDIVÁ. Self service business intelligence: jak si vytvořit vlastní analytické, plánovací a reportingové aplikace. Praha: Grada Publishing, 2018. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-271-0616-5.
3. Stephen Few. Information Dashboard Design: The Effective Visual Communication of Data. ISBN-13: 978-0596100162

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Jan Lhota, Ph.D. ústav řízení a ekonomiky podniku FS

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **04.04.2023** Termín odevzdání bakalářské práce: **21.07.2023**

Platnost zadání bakalářské práce: **29.02.2024**

Ing. Jan Lhota, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

Ing. Miroslav Žilka, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

doc. Ing. Miroslav Španiel, CSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně, a to výhradně s použitím pramenů a literatury, uvedených v seznamu citovaných zdrojů.

V Praze dne:

.....

Podpis

Název práce: Analýza vozidel dle druhu pohonu

Autor: Hrbáček Alex

Obor: TZSI – Teoretický základ strojního inženýrství

Druh práce: Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Jan Lhota, Ph.D.

Ústav řízení a ekonomiky provozu, Fakulta strojní, České vysoké učení
technické v Praze

Konzultant: Ing. Jan Lhota, Ph.D.

Abstrakt: Hlavním cílem této bakalářské práce je provést analýzu současného a budoucího stavu vozidel s alternativním pohonem a jejich vývoj. Bakalářská práce je rozdělena na teoretickou a praktickou kapitolu. Teoretická část je zaměřena na typy alternativních pohonů, normy a cíle pro dosažení uhlíkové neutrality. Část praktická se věnuje analýze, problematice a pravděpodobnosti dosažení cíle.

Klíčová slova: Analýza vozidel dle druhu pohonu, alternativní paliva, vzestup elektromobility, uhlíková neutralita

Title: Analysis of vehicles by drive type

Author: Hrbáček Alex

Abstract: The main goal of this bachelor thesis is to analyse the current and future state of alternative fuel vehicles and their development. The bachelor thesis is divided into theoretical and practical chapters. Theoretical section focuses on the types of alternative propulsion, standards and targets for achieving carbon neutrality. The practical part focuses on the analysis, issues and probability of achieving the target.

Keywords: Analysis of vehicles by drive type, alternative fuels, rise of electromobility, carbon dioxide neutrality

Poděkování

Děkuji Ing. Janu Lhotovi, Ph.D. za vedení mé bakalářské práce a za podnětné návrhy, které obohatily mou bakalářskou práci. Dále chci poděkovat mé rodině za podporu během mého studia.

.....
Alex Hrbáček

Obsah

1	Úvod	7
2	Představení typů motorizací, její terminologie a druhy omezení vzniklých přijetím nových norem	8
2.1	Rozdělení paliv	8
2.2	Konvenční motorizace.....	9
2.3	Popis benzínového automobilu.....	10
2.4	Popis naftového automobilu.....	11
2.5	Alternativní motorizace.....	13
2.6	Popis vozidla na CNG.....	13
2.7	Popis vozidla na LPG.....	14
2.8	Popis elektromobilu	15
2.9	Popis hybridního vozidla	16
2.10	Popis plug-in hybridního elektrického vozidla	17
2.11	Popis vodíkových vozidel	18
2.12	Shrnutí.....	20
2.13	Emisní normy pro automobily.....	20
2.14	Euro 7	21
3	Moderní analytické nástroje	22
3.1	Microsoft Excel.....	23
3.2	Power BI	25
3.3	Regresní a korelační analýza	27
4	Analýza elektromobility v současnosti	29
4.1	Sumarizace současného a minulého stavu druhů prodaných motorizací.....	29
4.2	Dotace	34
4.3	Nabíjecí stanice	34
4.4	Dojezd	36
4.5	Stav elektromobilů celosvětově.....	38
4.6	Rozdíl ceny elektromobilů a vozidel se spalovacím motorem	40
4.7	Druhy baterií	40
4.8	Jsou elektromobily opravdu lepší pro životní prostředí?.....	41
4.9	Analýza alternativních paliv	43
4.10	Pravděpodobnost dosažení uhlíkové neutrality	50
5	Závěr	55
6	Citovaná literatura	60
7	Seznam obrázků	63

1 Úvod

Tato bakalářská práce pojednává o problematice vozidel poháněných alternativními palivy. Hlavním cílem je provést analýzu vozidel dle druhu pohonu se zaměřením na osobní automobily na alternativní paliva. Pro podrobnější pohled je brán v potaz pohled nejen na Českou republiku. Bakalářská práce je rozdělena do dvou oblastí, přičemž jedna je teoretická a druhá praktická. V teoretické části se pojednává o uvedení do problematiky a objasnění důležitých faktorů ovlivňující budoucnost alternativních paliv. Praktická část je věnována získání dat a provedení analýzy vozidel s alternativními pohony, následně pak vyhodnocení pravděpodobnosti dosažení predikovaného množství elektromobilů.

V praktické části pracuji s daty pro Českou republiku od Svazu dovozců automobilů za období od roku 2017 po rok 2022 se zaměřením na data ohledně nově registrované osobní automobily. Následně porovnávání trendu růstu elektromobilů, hybridních vozidel a plug-in hybridních vozidel. Dále za pomoci odborných studií procházím důležitá kritéria, která se týkají dotací, dojezdu, emisních norem, cen nebo uhlíkové stopy od výroby, která ovlivňují rostoucí zájem o elektromobilitu. Všechny tyto kapitoly jsou poté shrnuty a doplněny vizualizací dat.

K získání co nejpřesnějších dat, jsem práci zaměřoval primárně na země členských států Evropské Unie, spolu s Velkou Británií. Pro porovnání registrovaných vozidel s elektrickým pohonem jsem volil tři největší zastoupení, a to konkrétně Čínu, Evropu a Spojené státy americké.

2 Představení typů motorizací, její terminologie a druhy omezení vzniklých přijetím nových norem

2.1 Rozdělení paliv

Rozdělení všech osobních automobilů z hlediska způsobu pohonu je možné provést na dvě základní skupiny. Jedná se o automobily poháněné konvenčními a alternativními palivy. Tyto základní dvě skupiny se poté dělí na další podskupiny.

- 1) **Konvenční paliva:** jedná se o paliva nejčastěji používaná pro pohon osobních automobilů. Radíme sem benzín a naftu.
 - a) **Benzínová vozidla:** silniční motorová vozidla používající benzín jako pohonnou hmotu zážehového spalovacího motoru. Benzín může obsahovat až deset procent bioetanolu. Značeno E5 až E10.
 - b) **Naftová vozidla:** silniční motorová vozidla používající naftu jako pohonnou hmotu vznětového spalovacího motoru. Nafta může obsahovat až sedm procent bionafty. Značeno B2, B5 nebo B7.

- 2) **Alternativní paliva:** do této skupiny lze řadit širokou škálu paliv. Jednou variantou jsou obecně nazývané hybridy, které dělíme na skutečné hybridy a plug-in hybridy, kde rozdíl hraje převážně práce s baterií. Plug-in hybridy mají baterie s vyšší kapacitou, které je možné dobít rekuperací při regenerativním brždění. Pro plné nabití je poté potřeba baterii připojit ke zdroji elektrické energie, stejně jako plně elektrické vozy. Oproti tomu hybridní benzíno-elektrická vozidla a hybridní nafto-elektrická vozidla je možné dobít pouze rekuperací elektrické energie. Dále do této kategorie řadíme biopaliva, elektro, CNG, LPG, PLG, vodík a další.
 - a) **Hybridní benzíno-elektrická vozidla:** silniční motorová vozidla používající zážehový motor a jeden nebo více elektromotorů, které používají energii skladovanou v bateriích. Hybridní benzíno-elektrická vozidla nemohou být připojeny ke zdroji elektrické energie, ale baterie jsou dobíjeny skrze regenerativní brždění vlivem rekuperace a pomocí generátoru poháněným zážehovým motorem.
 - b) **Plug-in hybridní benzíno-elektrická vozidlo:** silniční motorová vozidla používající jak zážehový motor, tak i jeden či více elektromotorů. Nabíjení je možné i skrze připojení k externímu zdroji elektrické energie, jako je například nabíjecí stanice pro elektromobily, nebo klasická elektrická zásuvka. Rozdíl poté hraje délka nabíjení.
 - c) **Hybridní nafto-elektrická vozidla:** silniční motorová vozidla používající naftu jako pohonnou hmotu, společně s jedním nebo více elektromotory. Obdobně jako u hybridních benzíno-elektrických vozidel, je možné elektrickou energii dobít regenerativním bržděním.

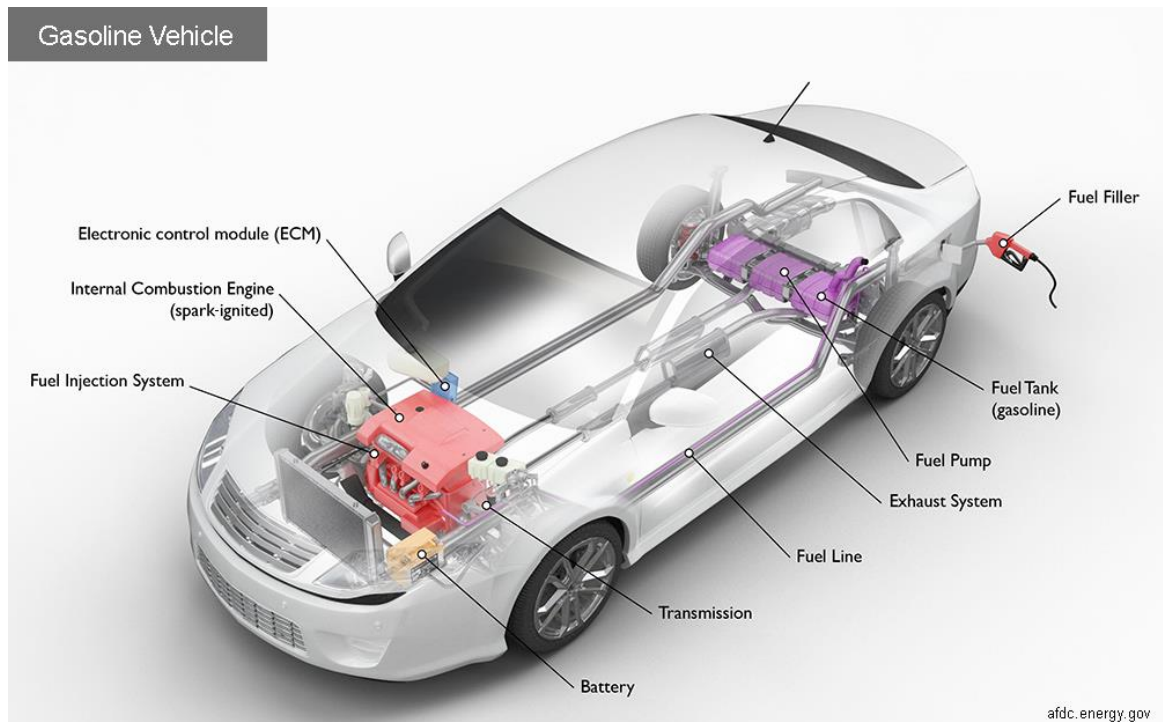
- d) **Plug-in hybridní nafto-elektrická vozidla:** silniční motorová vozidla, na stejný způsob jako hybridní nafto-elektrická vozidla, která mají větší kapacitu baterie a je možné je plně dobít pomocí připojení k externímu zdroji elektrické energie.
- e) **Elektrická vozidla:** vozidla využívající pouze elektrickou energii skladovanou v bateriích. Možnost dobít malého množství elektrické energie rekuperací, avšak pro plné nabití je nutné připojit k externímu zdroji elektrické energie.
- f) **Vozidla poháněná zemním plynem:** silniční motorová vozidla, používající zemní plyn jako pohonnou hmotu. Dělí se na vozidla poháněná stlačeným zemním plynem (CNG) a vozidla poháněná zkapalněným zemním plynem (LNG).
- g) **Vozidla poháněná ropným plynem:** silniční motorová vozidla, používající zkapalněný ropný plyn ke svému pohonu (LPG).
- h) **Vodíková vozidla:** silniční motorová vozidla, používající vodík jako pohonnou hmotu. Dochází u nich k převodu chemické energie na energii mechanickou pomocí přímého spalování vodíku, nebo reakcí vodíku s kyslíkem.
- i) **Vozidla na biopaliva:** silniční motorová vozidla poháněná bioetanolem či bionaftou o větší koncentraci než u konvenčních paliv. Konkrétně u vozidel na bioetanol se jedná o vozidla používající k pohonu více než deset procent bioetanolu a pro vozidla na bionaftu se jedná o hodnotu větší než sedm procent bionafty v palivu.
- j) **Dvoupalivová vozidla:** silniční motorová vozidla používající jeden motor poháněný benzínem nebo naftou, společně s jedním z alternativních paliv (CNG, LNG, LPG nebo vodík). (1)

2.2 Konvenční motorizace

Vozidla se zážehovým a vznětovým motorem jsou si podobná v tom ohledu, že obě využívají principu spalovacího motoru. Vozidlo s benzínovým pohonem používá spalovací motor, nikoliv vznětový, jenž se používá u vozidel s naftovým pohonem. V zážehovém motoru je palivo vstříkováno do spalovací komory, kde se kombinuje se vzduchem. Směs paliva a vzduchu je zažehnuta jiskrou ze zapalovací svíčky. Nejčastější v dopravě jsou benzínová vozidla, avšak s prosperujícími technologiemi a s přísnějšími normami, se čím dále tím více objevují vozidla s alternativními pohony.

2.3 Popis benzínového automobilu

Většina vozidel na silnicích je dnes poháněna benzínem. Přestože se stále více prosazují elektromobily, nejrozšířenějším dopravním prostředkem jsou i nadále automobily poháněné benzínem. Většina lidí si však neuvědomuje, jaké jsou základní části automobilu poháněného benzínem a jak se vzájemně ovlivňují, aby vytvářely pohyb. Vozidla poháněná benzínem používají zážehový spalovací motor. Palivo vstříknuté do spalovací komory, zkombinované se vzduchem, je zažehnuto jiskrou ze zapalovací svíčky a tím vznikne pracovní zdvih.



Obrázek 1 – Benzínový automobil (2)

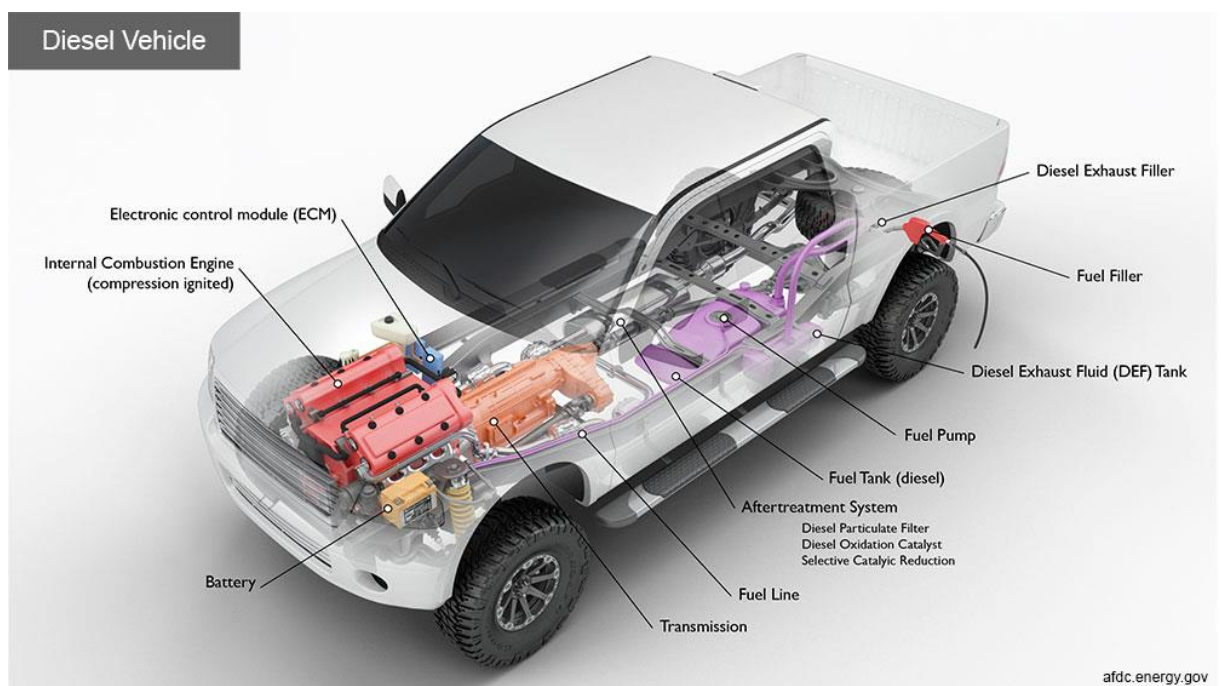
Důležité součásti benzínového automobilu:

- a) Dodávka paliva:** K pohybu potřebují benzínová vozidla palivo, které se uchovává v nádrži. Nádrž, v níž se palivo nachází, je první součástí systému rozvodu paliva. Palivové potrubí pak slouží k dodávce benzínu do motoru. Benzín musí být přečerpán z nádrže do motoru pomocí palivového čerpadla.
- b) Motor:** Motor, který je tlukoucím srdcem vozidla, přeměňuje palivo na pohyb. Většina automobilů, které dnes jezdí po silnicích, používá spalovací motory, existují však i jiné typy. Tyto motory vytvářejí malé exploze pomocí směsi paliva a vzduchu, které poskytují energii k pohonu vozidla.
- c) Systém zapalování motoru:** Motor se spouští pomocí zapalování. Skládá se ze spínače zapalování, baterie a startéru. Po otočení klíčku zapalování se zapne startovací motor, který nastartuje motor. Startovací motor je napájen z akumulátoru a spínač zapalování dává signál ke spuštění motoru zapálením směsi benzínu a vzduchu.

- d) Převodovka má na starosti rozdělování výkonu motoru na kola vozu. Převodovky se vyrábějí jak s manuálním, tak s automatickým řazením. U manuální převodovky řidič řadí rychlostní stupně pomocí spojkového pedálu a řadicí páky. V automatické převodovce se k řazení rychlostních stupňů při zrychlování nebo zpomalování vozidla používá hydraulický systém.
- e) Výfukový systém: Tato součást motoru má za úkol odstraňovat vedlejší produkty spalování a vypouštět je do ovzduší. Mezi tyto vedlejší produkty patří oxid uhličitý, oxid uhelnatý a další nebezpečné plyny. Výfukové potrubí, katalyzátor a tlumič výfuku jsou jen některé z různých částí, které tvoří výfukový systém. (2)

2.4 Popis naftového automobilu

Diesellové motory jsou díky své síle, účinnosti a dlouhé životnosti důležitou součástí dopravního sektoru. Fungují tak, že vstříkují naftu do spalovacího prostoru, mísí ji se vzduchem a následně ji kontrolovaně zapalují. Palivový systém, systém sání vzduchu, spalovací komora a výfukový systém se u vznětových motorů liší od benzínových motorů. Přestože vznětové motory produkují více emisí než zážehové motory, jejich účinnost a čistota se v průběhu času díky technologickým pokrokům zlepšila.



Obrázek 2 - Naftový automobil (3)

Důležité součásti naftového automobilu:

- a) Dodávka paliva: K pohybu potřebují benzínová vozidla palivo, které se uchovává v nádrži. Nádrž, v níž se palivo nachází, je první součástí systému rozvodu paliva. Palivové potrubí pak slouží k dodávce benzínu do motoru. Benzín musí být přečerpán z nádrže do motoru pomocí palivového čerpadla.
- b) Motor: Motor, který je tlukoucím srdcem vozidla, přeměňuje palivo na pohyb. Většina automobilů, které dnes jezdí po silnicích, používá spalovací motory, existují však i jiné typy.

Tyto motory vytvářejí malé exploze pomocí směsi paliva a vzduchu, které poskytují energii k pohonu vozidla.

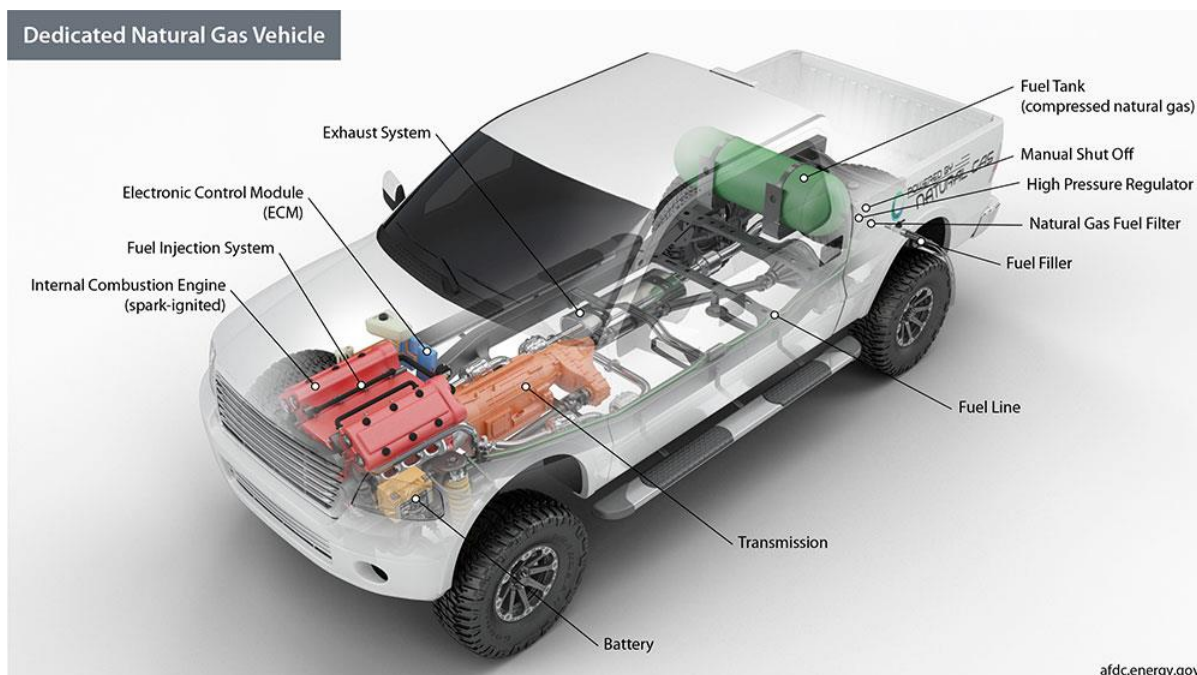
- c) Systém zapalování motoru: Motor se spouští pomocí zapalování. Skládá se ze spínače zapalování, baterie a startéru. Po otočení klíčku zapalování se zapne startovací motor, který nastartuje motor. Startovací motor je napájen z akumulátoru a spínač zapalování dává signál ke spuštění motoru zapálením směsi benzínu a vzduchu.
- d) Převodovka má na starosti rozdělování výkonu motoru na kola vozu. Převodovky se vyrábějí jak s manuálním, tak s automatickým řazením. U manuální převodovky řidič řadí rychlostní stupně pomocí spojkového pedálu a řadicí páky. V automatické převodovce se k řazení rychlostních stupňů při zrychlování nebo zpomalování vozidla používá hydraulický systém.
- e) Výfukový systém: Tato součást motoru má za úkol odstraňovat vedlejší produkty spalování a vypouštět je do ovzduší. Mezi tyto vedlejší produkty patří oxid uhličitý, oxid uhelnatý a další nebezpečné plyny. Výfukové potrubí, katalyzátor a tlumič výfuku jsou jen některé z různých částí, které tvoří výfukový systém. (3)

2.5 Alternativní motorizace

V této době je ve výrobě nebo ve vývoji více než tucet alternativních paliv pro užití ve vozidlech na alternativní paliva a vozidlech s progresivními technologiemi. Alternativní paliva jsou nejčastěji využívána ve vládním sektoru, avšak stále roste zájem o tato paliva u individuálních spotřebitelů. Využití alternativních paliv namísto konvenčních paliv pomáhá snižovat emise a šetřit pohonné hmoty.

2.6 Popis vozidla na CNG

Hojným a čistým fosilním palivem, které má potenciál snížit naši závislost na ropě, je zemní plyn. Jak stlačený zemní plyn (CNG), tak zkapalněný zemní plyn (LNG) jsou přijatelné zdroje paliva pro NGV (Natural Gas Vehicles). LNG je uchováván v kryogenní nádrži, která je udržována při velmi nízké teplotě, zatímco CNG je uchováván ve vysokotlakých lahvích uvnitř vozidla. Vzhledem k tomu, že je levnější než benzín nebo nafta a produkuje méně emisí, je zemní plyn pro vozové parky žádanou variantou paliva. Vozidla na zemní plyn používají mnoho stejných součástí, jako jsou motor, převodovka a hnací ústrojí, jako vozidla na benzínový pohon. Jsou zde však některé významné změny. Vozidla na zemní plyn se stávají stále častější náhradou klasických benzínových a naftových modelů. Poskytují méně škodlivin, levnější palivo a možnost snížit naši závislost na ropě. Vozidla na zemní plyn jsou slibnou technologií, která by mohla pomoci při přechodu na čistší a udržitelnější budoucnost dopravy, přestože vyžadují určitou specifickou infrastrukturu a vybavení.



Obrázek 3 - Vozidlo na CNG (4)

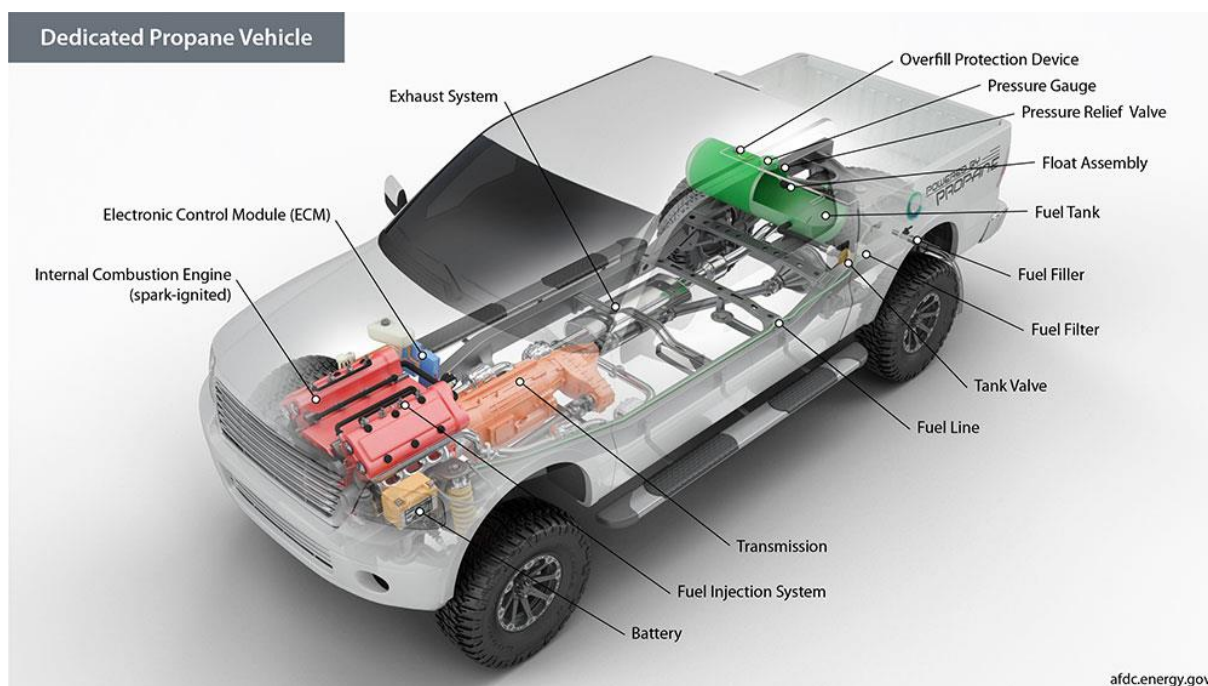
Důležité součásti automobilu na CNG:

- a) Palivová nádrž, palivové potrubí a vstříkovače jsou součástí palivového systému na zemní plyn. Zatímco nádrže na LNG jsou obvykle instalovány v podvozku vozidla, nádrže na CNG se obvykle nacházejí v kufru nebo podvozku vozidla.

- b) Motor: Motory vozidel na zemní plyn byly modernizovány tak, aby mohly využívat zemní plyn. Zemní plyn je prostřednictvím systému vstřikování paliva přiváděn do spalovací komory motoru, kde se spojí se vzduchem a zapálí se, čímž vznikne výkon.
- c) Před vstupem do motoru regulátor tlaku paliva kontroluje tlak zemního plynu.
- d) Palivový filtr před vstupem do motoru očistí zemní plyn od všech škodlivin.
- e) V zapalovacích systémech NGV se používají zapalovací svíčky nebo žhavicí svíčky, které spouštějí hoření zemního plynu ve spalovací komoře.
- f) Vozy na zemní plyn mají oproti běžným benzínovým a naftovým vozům řadu výhod, včetně:
- g) Nižší emise: V porovnání s benzínovými a naftovými vozidly vypouštějí NGV méně škodlivin. Produkují méně oxidů dusíku, pevných částic a skleníkových plynů.
- h) Nižší výdaje na palivo: Zemní plyn často stojí méně než benzín nebo nafta, což může provozovatelům vozových parků ušetřit spoustu peněz. (4)

2.7 Popis vozidla na LPG

Výhody jízdy na propan oproti benzínovému nebo naftovému vozidlu jsou četné. V porovnání s běžnými palivy je propan levnější, má čistší spalování a je široce dostupný. Navzdory některým významným změnám oproti vozidlům na benzín a naftu mají propanové automobily mnoho stejných dílů a jsou obvykle spolehlivé a snadno opravitelné. Předpokládá se, že v příštích letech budou propanová auta stále rozšířenější, protože poptávka po vozidlech na alternativní paliva roste. Podobně jako u automobilů poháněných benzínem nebo naftou je i u automobilů na propan poháněno několik základních komponentů. Mezi tyto součásti patří palivová nádrž, palivové potrubí, vstřikovače paliva a motor. Tyto součásti propanových automobilů se od těch benzínových a naftových výrazně liší v několika důležitých ohledech.



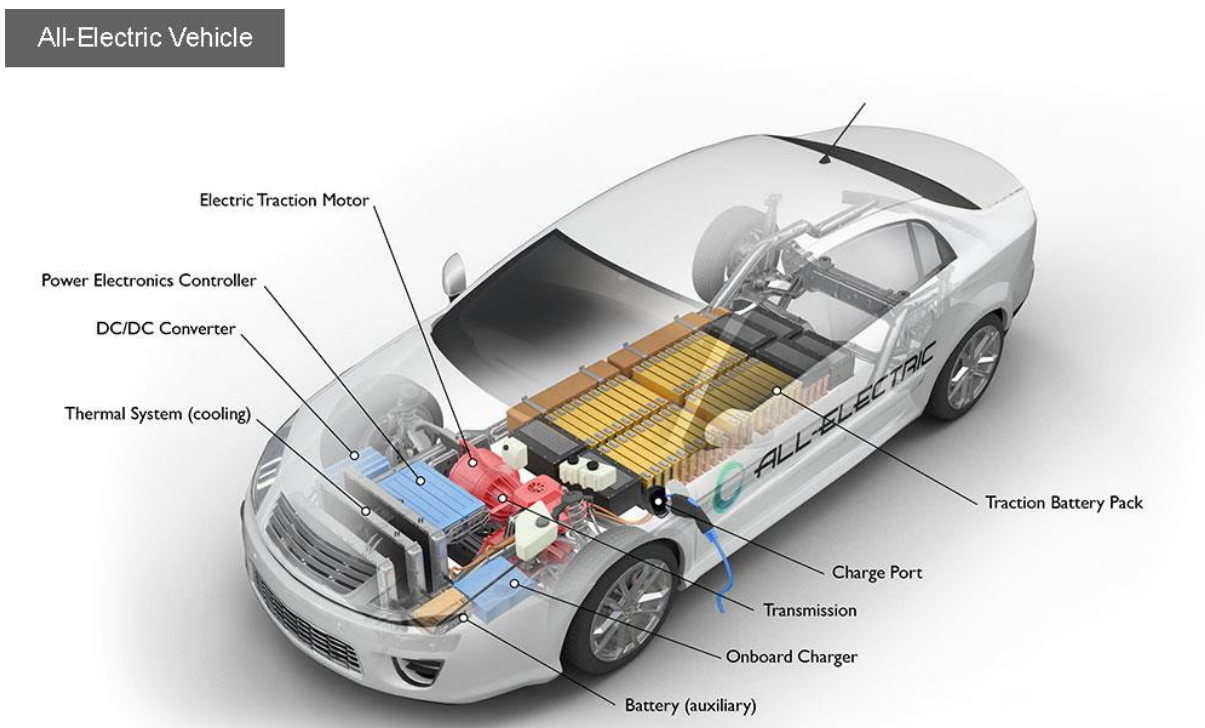
Obrázek 4 - Vozidlo na LPG (5)

Důležité součásti automobilu na LPG:

- a) Palivová nádrž: Vozidlo na propan má palivovou nádrž, která je podobná nádrži v benzínovém nebo naftovém vozidle, ale je vyrobena speciálně pro propan, nikoli pro tato běžnější paliva. Propan je v nádrži udržován pod tlakem, kde je uchováván jako kapalina. Když se uvolní a přenesení do motoru, změní se na plyn.
- b) Vstřikovače motoru: Vstřikovače paliva ve vozidle na propan jsou srovnatelné se vstřikovači ve vozidle na benzín nebo naftu, ale jsou vyrobeny spíše pro práci s propanem než s těmito běžnějšími palivy. Vstřikovače vstřikují jemnou mlhu propanu do spalovací komory motoru, kde se spojí se vzduchem a zapálí se, čímž se zajistí výkon.
- c) Motor: Motor vozidla na propan je srovnatelný s motorem vozidla na benzín nebo naftu, ale je konstruován na propan, nikoli na tato běžnější paliva. V porovnání s benzínem nebo naftou je propan vysokoenergetické palivo, které vypouští méně emisí, takže je čistší a šetrnější k životnímu prostředí. (5)

2.8 Popis elektromobilu

Ve srovnání s běžnými benzínovými a naftovými vozidly představují plně elektrické automobily čistší a ekologičtější variantu. Kvůli omezením dojezdu a chybějící infrastruktuře pro nabíjení nemusí být elektromobily praktické pro každého řidiče, ale jejich popularita a technologický pokrok pokračují. Elektromobily jsou žádanou volbou pro řidiče, kterým záleží na životním prostředí, protože jejich základní komponenty dohromady nabízejí plynulý a efektivní zážitek z jízdy.



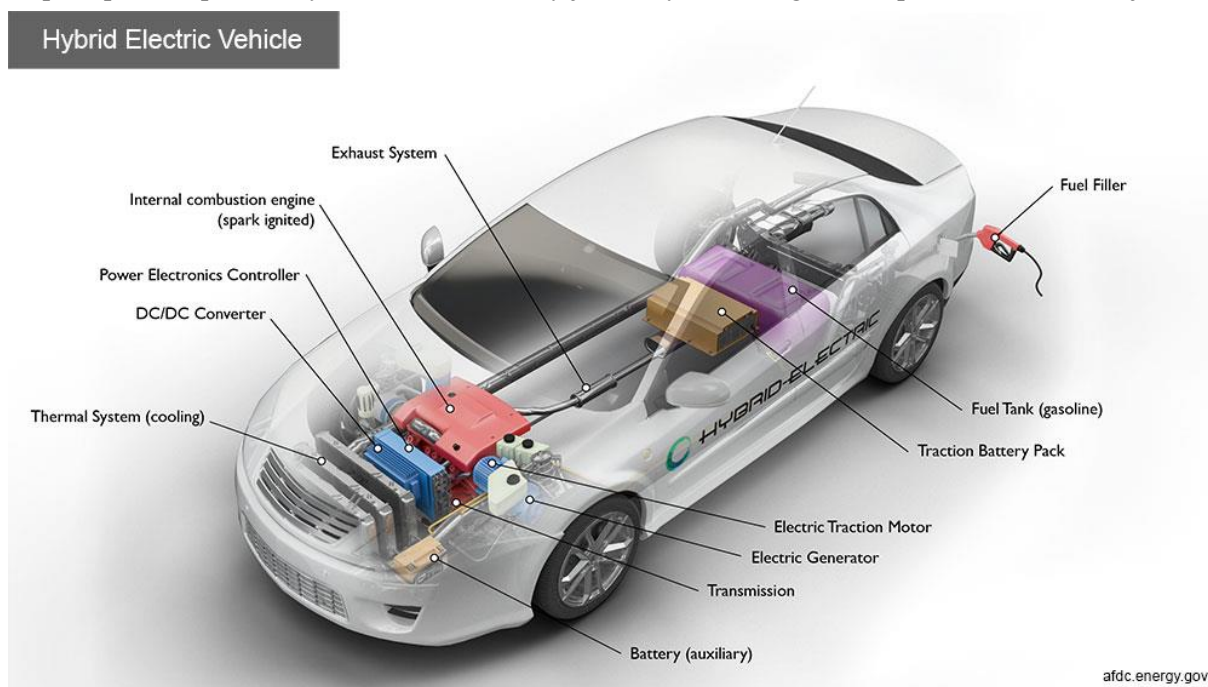
Obrázek 5 – Elektromobil (6)

Důležité součásti plně elektrického automobilu:

- a) Akumulátor, který uchovává elektrickou energii pro pohon automobilu, je nejdůležitější součástí plně elektrického vozidla. Tyto dobíjecí baterie jsou k dispozici v různých tvarech a velikostech.
- b) Elektromotor: Elektromotor přeměňuje elektrickou energii akumulátoru na mechanickou energii, aby se automobil pohyboval vpřed. Elektromotory jsou účinnější, mají méně pohyblivých částí a vyžadují méně údržby než spalovací motory.
- c) Výkonová elektronika: Výkonová elektronika elektromobilu se skládá z dílů, jako je řídicí jednotka motoru, měnič a invertor. Tyto součásti mění stejnosměrný proud (DC) z baterie na střídavý proud (AC) použitelný pro elektromotor.
- d) Nabíjecí port: Nabíjecí port, který se obvykle nachází na přední nebo zadní straně vozidla, lze použít k dobíjení elektromobilu. Mezi různé druhy nabíjecích portů patří úroveň 1, úroveň 2 a rychlé nabíjení stejnosměrným proudem.
- e) Pomocí mechanismu zvaného rekuperační brzdění je elektromobil schopen získat zpět energii, která se obvykle ztrácí při brzdění, a uložit ji zpět do baterie. (6)

2.9 Popis hybridního vozidla

Účinnou a udržitelnou náhradou za běžná vozidla na benzín nebo naftu jsou hybridní elektromobily. Tato vozidla dokáží kombinací elektromotorů a spalovacích motorů snížit znečištění a zlepšit spotřebu paliva. Hybridní elektromobily jsou díky technologickému pokroku stále běžnější.



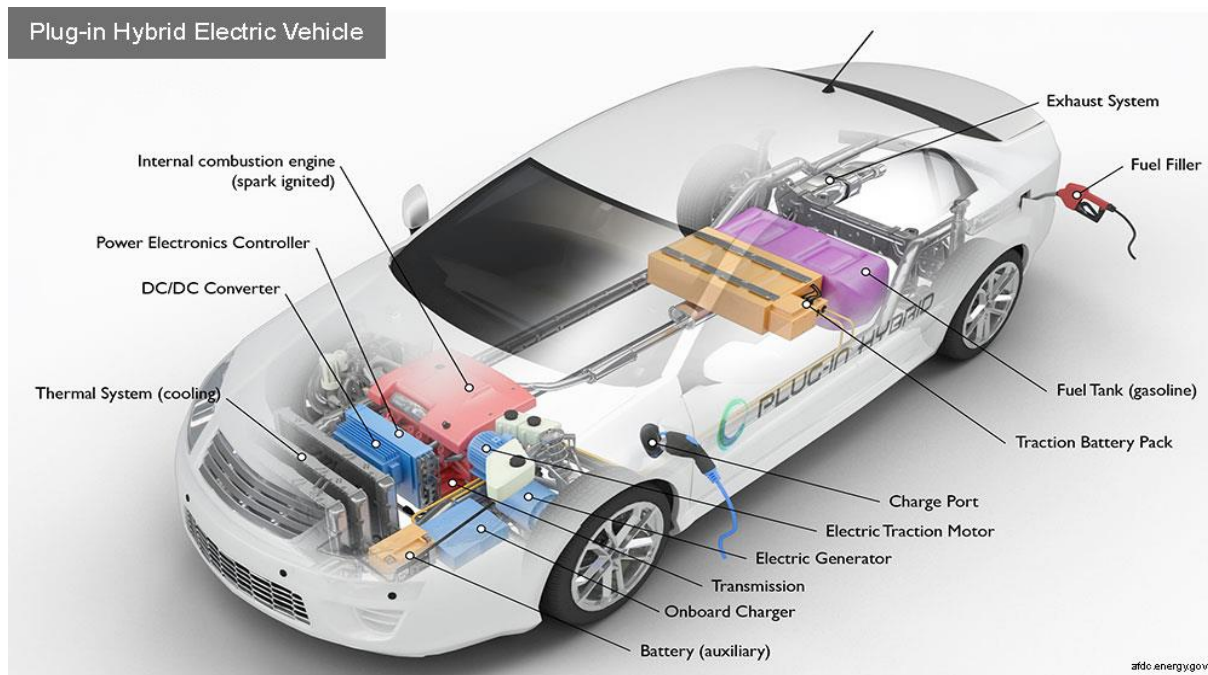
Obrázek 6 - Hybridní vozidlo (7)

Důležité součásti hybridního elektrického automobilu:

- a) Bateriový balíček: V akumulátoru hybridního elektromobilu se ukládá energie z motoru i z rekuperačního brzdění. Akumulátor se obvykle nachází v zavazadlovém prostoru nebo pod zadním sedadlem.
- b) Elektromotor: Elektromotor vozu zajišťuje tah při zrychlování a při nízkých rychlostech. V průběhu rekuperačního brzdění se také používá k dobíjení akumulátoru.
- c) Spalovací motor: V případě potřeby dobíjení akumulátorů pohání vozidlo při vysokých rychlostech spalovací motor.
- d) Výkon je přenášen z motoru na kola prostřednictvím převodovky. V hybridním elektromobilu je často převodovkou bezstupňová převodovka (CVT) s elektronickým řízením.
- e) Regenerativní brzdění: Při brzdění může vůz rekuperovat energii díky technologii rekuperačního brzdění. Kinetická energie vozu je přeměněna na elektrickou energii elektromotorem, který zároveň slouží jako generátor. Tato elektrická energie se pak ukládá do akumulátoru.
- f) Řízení toku energie mezi akumulátorem, elektromotorem a spalovacím motorem má na starosti řídicí jednotka. Řídí také systém rekuperačního brzdění.
- g) Indikátor hybridního systému je displej na přístrojové desce, který informuje řidiče o tom, zda vozidlo používá spalovací motor, elektromotor nebo oba současně. Kromě toho řidiči ukazuje, jak efektivně vůz využívá palivo. (7)

2.10 Popis plug-in hybridního elektrického vozidla

V plug-in hybridních elektromobilech (PHEV) se kombinuje spalovací motor, elektromotor a baterie. Tři režimy, ve kterých mají PHEV fungovat, jsou plně elektrický, hybridně elektrický nebo pouze benzínový provoz.



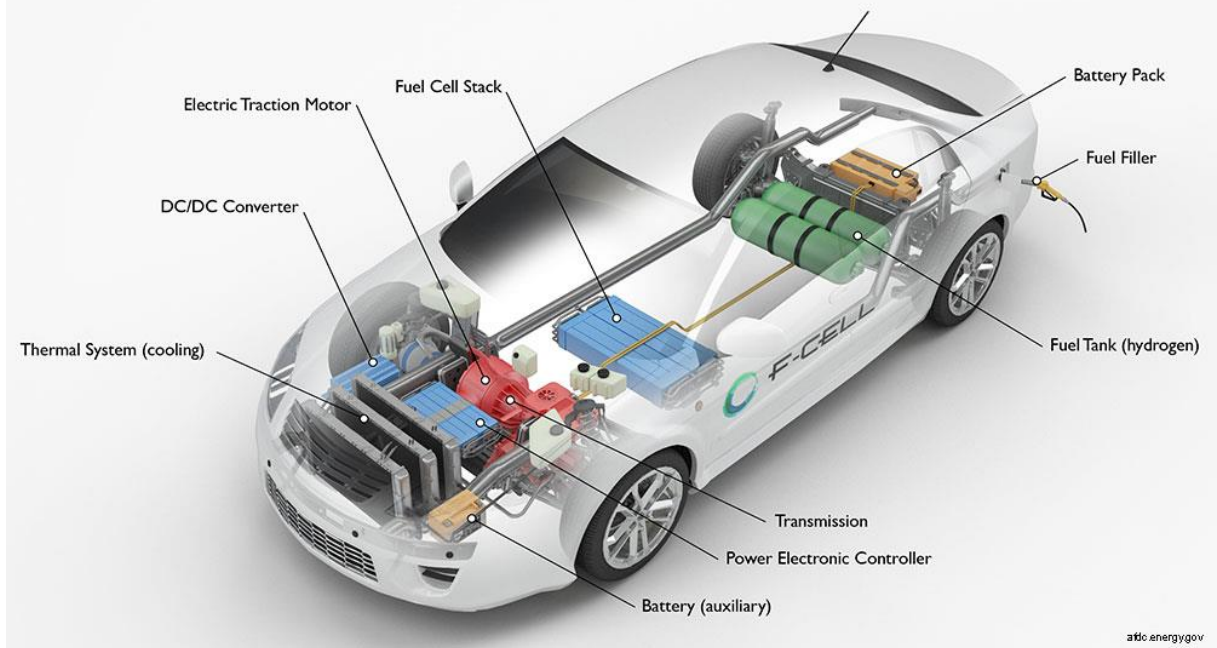
Obrázek 6 - Plug-in hybridní vozidlo (8)

- a) V plně elektrickém režimu mohou PHEV jezdit výhradně na elektřinu. Umožňuje to velký akumulátor, který se často nachází v zavazadlovém prostoru nebo pod zadním sedadlem. Připojením vozu k externímu zdroji energie, jako je nabíjecí stanice nebo běžná elektrická zásuvka, lze akumulátor dobít.
- b) Vozidla PHEV mohou fungovat v hybridním elektrickém režimu, který kombinuje použití benzínu a elektřiny k pohonu vozu. Zatímco benzínový motor přebírá řízení při vyšších rychlostech nebo při potřebě vyššího výkonu, elektromotor pohání kola při nízké rychlosti nebo nízkém zatížení.
- c) Vůz funguje jako typický vůz poháněný benzínem v režimu pouze na benzín. Benzínový motor je jediným zdrojem pohonu vozidla; není využíván.
- d) Další funkcí vozů PHEV je rekuperační brzdění, které získává zpět energii, jež se obvykle ztrácí při brzdění, a doplňuje ji do akumulátoru. To zvyšuje celkovou účinnost paliva a prodlužuje dojezd vozidla na plně elektrický pohon.
- e) V porovnání s plně elektrickými vozidly mají vozidla PHEV obvykle kratší dojezd na elektřinu, ale v případě potřeby mohou flexibilně používat benzín. Jsou vynikající volbou pro motoristy, kteří chtějí snížit znečištění a spotřebu paliva, ale přesto potřebují být schopni cestovat na větší vzdálenosti. (8)

2.11 Popis vodíkových vozidel

Hlavní součástí FCEV (elektrických vozidel s palivovým článkem), palivový článek, se skládá z několika článků, z nichž každý má anodu, katodu a elektrolytovou membránu. Protony vystupují z anodové strany článku přes elektrolytovou membránu poté, co se na anodové straně rozdělí na elektrony a vodík. Elektrony vytvářejí proud elektřiny, který pohání motor, protože nemohou projít membránou.

Hydrogen Fuel Cell Vehicle



Obrázek 7 - Vodíkové vozidlo (9)

Důležité součásti vodíkového automobilu:

- Vozidla FCEV mají vysokotlakou vodíkovou palivovou nádrž, která slouží ke skladování stlačeného plynného vodíku. Podobně jako u benzínových automobilů lze nádrž v krátké době naplnit ve vodíkové čerpací stanici.
- Podobně jako elektromotor BEV přeměňuje elektromotor FCEV elektrickou energii z palivových článků na mechanickou energii, která se využívá k pohonu kol.
- Baterie: Stejně jako hybridní vozidla obsahují i vozidla FCEV malou baterii, která uchovává energii z rekuperačního brzdění a může být v případě potřeby použita k doplnění výkonu.
- Řídicí jednotka: Řídicí jednotka v autě FCEV řídí tok energie mezi palivovými články, baterií a motorem, aby se maximalizoval výkon a účinnost.

Výhody vozidel FCEV:

- Nulové emise: FCEV uvolňují pouze vodní páru, takže jsou zdravou náhradou za auta na benzín.
- Dojezd: Vozidla FCEV mohou rychle doplňovat palivo stejně jako vozidla na benzín a mají větší dojezd než vozidla BEV.
- Výkon: Vůz FCEV se vyznačuje tichou a pohodlnou jízdou a má výkon srovnatelný s vozidly s benzínovým motorem.

Problémy s vozidly FCEV:

- 1) **Infrastruktura:** Majitelé vozidel FCEV mají nyní potíže s doplňováním paliva kvůli nedostatku zařízení pro doplňování vodíku. S rostoucí popularitou vozidel FCEV však vzniká více tankovacích zařízení.
- 2) **Náklady:** V současné době jsou vozidla FCEV dražší než vozidla s benzínovým pohonem, ale očekává se, že s rozšiřováním výroby a zdokonalováním technologií se náklady budou snižovat.
- 3) **Výroba vodíku:** K výrobě většiny vodíku se v současnosti používá zemní plyn, který není obnovitelným zdrojem. Pokračuje se však ve vývoji technik výroby vodíku z obnovitelných zdrojů. (9)

2.12 Shrnutí

Pro následující řešení problému týkající se problematiky pohonů vozidel jsem poskytl podrobnější přehled týkající se různých nejčastějších typů pohonů vozidel. Nyní, když je zřejmé, co obsahuje, jaký typ motorizace a jaké klíčové komponenty v nich nalezneme, můžeme se ponořit hlouběji do řešení optimálního typu pohonu vozidel.

2.13 Emisní normy pro automobily

Emisní normy Euro jsou normy vytvořené Evropskou unií, určující limitní hodnoty spalin z výfukových plynů pro naftové a benzínové spalovací motory. Přepočítání je prováděno v závislosti na hmotnosti škodlivin na ujeté vzdálenosti. Limity jsou stanoveny pro oxid uhelnatý (CO), oxid dusíku (NO_x) a pevných částic (PM). Jelikož do skupiny emisí patří pouze škodlivé látky, které se nenachází v zemské atmosféře, oxid uhličitý pod tyto normy nespadá, avšak ten se řídí podle směrnic, které se stejně jako emisní normy progresivně zpřísnují a je kladen větší tlak na výrobce automobilů, aby byly normy a směrnice splněny. Pro rozmezí let 2020-2024 je stanovena směrnice (EU)2019/631, která stanovuje hodnotu 95 gramů oxidu uhličitého na ujetý kilometr pro osobní automobily a 147 gramů oxidu uhličitého na ujetý kilometr pro dodávky a užitková vozidla. Tato hodnota je průměrem všech automobilů dané kategorie výrobce automobilů. V případě, že výrobce automobilů nabízí motorizaci s vyšší hodnotou vyprodukovaného oxidu uhličitého, musí zároveň nabízet i motory, které vyprodukují ve stejném poměru menší množství oxidu uhličitého. Cílem pro rozmezí let 2025 až 2029 je snížit uhlíkovou stopu o 15 % pro osobní i užitkové automobily. Od roku 2030 pak snížení až o 37,5 % pro osobní automobily a pro užitkové automobily o 31%. Automobilka Volkswagen se dopustila obrovského emisního skandálu, označovaném jako „Dieselgate“, kdy v roce 2015 americká Agentura pro životní prostředí (US EPA) oznámila, že výrobce automobilů Volkswagen nainstalovala software do svých automobilů se vznětovým spalovacím motorem označovaným (TDI), který byl schopen rozeznat, že motor pracuje ve speciálním režimu, který se používá pro měření emisí a provedl změnu nastavení motoru pro splnění těchto měření výfukových plynů. (10)

Úsilí Evropské unie (EU) je dosáhnout výrazného snížení emisí skleníkových plynů z odvětví dopravy, které je jedním z největších příspěvatelů ke změně klimatu. Pro dosažení tohoto cíle si EU

stanovila cíl snížit do roku 2030 emise skleníkových plynů nejméně o 55 % ve srovnání s úrovní z roku 1990. Tento cíl je součástí celkového cíle EU stát se do roku 2050 klimaticky neutrální, což znamená, že její emise skleníkových plynů budou sníženy na čistou nulu. Za účelem dosažení těchto cílů podniká EU řadu kroků ke snížení emisí v odvětví dopravy, včetně podpory zavádění nízkoemisních vozidel, zlepšení veřejné dopravy a podpory rozvoje alternativních paliv a infrastruktury. Kromě snížení emisí skleníkových plynů je cílem úsilí EU o snížení emisí z vozidel také zlepšení kvality ovzduší ve městech. Znečištění ovzduší je velkým problémem pro veřejné zdraví a EU stanovila cíle pro snížení škodlivých znečišťujících látek, jako jsou oxidy dusíku a pevné částice z výfuků vozidel. Celkově je konečným cílem EU vytvořit udržitelnější a čistší dopravní systém, který sníží jeho dopad na životní prostředí a ochrání zdraví a blaho svých občanů.

2.14 Euro 7

Nadcházející norma Euro 7 by měla vstoupit v platnost v roce 2025. Je však možné, že se tato norma ještě nějaký rok opozdí. Tento požadavek byl stanoven Evropskou unií (EU) a nakonec se bude vztahovat na všechny nové automobily prodávané v členských zemích. Cílem je snížit škodlivé emise, jako jsou oxidy dusíku (NOx) a pevné částice (PM), které jsou spojovány s rakovinou plic a dalšími onemocněními dýchacích cest, jako je astma. V důsledku nových omezení musí výrobci motorů vytvořit čistší a účinnější motory, které si zachovají podobné výkonové parametry jako dřívější modely.

Očekává se, že norma Euro 7 bude mít na ekonomiku automobilového průmyslu významný dopad. Předpokládá se, že náklady na modernizaci stávajících technologií tak, aby splňovaly nové emisní požadavky, budou činit 30 miliard USD a dalších 40 miliard USD na výzkum a vývoj. Výrobci musí k dosažení těchto cílů používat technologie, jako je přeplňování turbodmychadlem, zmenšování motorů nebo hybridizace (spojení spalovacích motorů s elektromotory).

Zatím nebylo stanoveno, zda lze splnit přísnější emisní kritéria Euro 7. Podle nových norem musí výrobci snížit emise pevných částic (PM) o 20 % a emise oxidů dusíku (NOx) o 50 % ve srovnání se současnou normou Euro 6. Když uvážíme, že tyto cíle byly stanoveny v době, kdy byly diesellové motory méně účinné než nyní – a že mnoho vozidel, která jsou v současné době v provozu, stále používá diesellové motory splňující normu Euro 5 nebo starší verze – nemusí se to zdát jako výrazné zlepšení oproti předchozí normě. Splnění těchto cílů pomůže snížit zdravotní rizika spojená s provozem vozidel vybavených staršími technologiemi, protože emise PM se staly významným problémem kvůli jejich spojení s kardiovaskulárními chorobami.

Hlavní rozdíl mezi normami Euro 6 a Euro 7 spočívá v tom, že Euro 7 má přísnější omezení pro pevné částice (PM) a oxidy dusíku (NOx). Kromě toho vyžaduje účinnější systém filtru pevných částic, který minimalizuje množství částic uvolňovaných při regeneraci. Kromě toho bylo sníženo maximální povolené množství síry v motorové naftě z 500 ppm na 10 ppm. Kvalita ovzduší se v důsledku těchto úprav v průběhu času výrazně zlepšila, ale vyžadují také sofistikovanější technologie, a proto je jejich zavedení dražší než dřívější omezení.

Očekává se, že norma Euro 7 povede k vyšším nákladům pro výrobce automobilů, protože budou muset investovat do nových technologií, aby splnili přísnější předpisy. To by mohlo vést ke zvýšení cen nových vozidel, i když se doufá, že zvýšená konkurence a úspory z rozsahu pomohou udržet ceny relativně stabilní. Mohou však vzniknout dodatečné náklady spojené s údržbou a opravami vozidel, protože nová technologie může být složitější a vyžadovat odborné znalosti a vybavení pro servis.

Podle předpisů Euro 7 budou výrobci automobilů povinni měřit řadu znečišťujících látek vypouštěných jejich vozidly, včetně oxidů dusíku (NOx), pevných částic (PM) a oxidu uhličitého (CO₂), které budou měřeny jak během laboratorních testů, tak v reálných jízdních podmínkách. Výrobci automobilů budou také muset investovat do nových technologií, aby snížili emise a splnili přísnější předpisy. (11)

Závěrem lze říci, že norma Euro 7 bude dosud nejpřísnějším souborem emisních předpisů, který má dále snížit množství škodlivých látek vypouštěných do ovzduší osobními vozidly. Ačkoli to pravděpodobně povede k vyšším nákladům pro výrobce automobilů a spotřebitele, mělo by to v konečném důsledku vést k čistšímu ovzduší a udržitelnějšímu systému dopravy. Značné náklady na vytvoření a vývoj ekologičtějších motorů.

- 1) Nedostatečné vybavení pro testování vozidel v reálných podmínkách
- 2) Zvýšení výrobních nákladů v důsledku přísnějších požadavků

3 Moderní analytické nástroje

a) Python

Python je známý programovací jazyk, který se často používá pro účely strojového učení a analýzy dat. NumPy, Pandas a Scikit-Learn jsou jen některé z mnoha knihoven, které rozšiřují funkce a nástroje pro analýzu dat, které jsou v tomto jazyce s otevřeným zdrojovým kódem k dispozici. Pro práci s daty, jejich čištění a vizualizaci nabízejí tyto balíčky silné datové struktury a algoritmy. Univerzálnost jazyka Python pro analýzu dat je jednou z jeho hlavních výhod. Python lze využít k různým účelům, od jednoduché analýzy dat až po složité modely strojového učení. Díky své jasné syntaxi je poměrně jednoduchý na naučení a vhodná i pro začátečníky. Díky velkému výběru knihoven a doplňkových funkcí třetích stran, které lze použít k rozšíření jeho funkčnosti, je Python také poměrně dobře konfigurovatelný. Z tohoto důvodu jej často volí statistici a akademičtí pracovníci, kteří potřebují vytvářet jedinečné nástroje a modely. Další důležitou výhodou je rozšířitelnost jazyka Python. Python je vhodný pro zpracování dat v reálném čase a dokáže zpracovat obrovské množství dat. Je také poměrně efektivní, s rychlejším spouštěním kódu než programovací jazyk R a malou paměťovou náročností. Python je celkově silný a přizpůsobivý jazyk, který se skvěle hodí pro strojové učení a zpracování dat. Díky své flexibilitě, rozšířitelnosti a efektivitě je oblíbenou volbou pro podniky a organizace všeho druhu. (12)

b) R

Pro statistické výpočty a grafiku je oblíbeným programovacím jazykem R. Nabízí širokou škálu statistických a grafických nástrojů, jako je klasifikace, analýza časových řad a lineární a nelineární modelování. Díky rozsáhlým statistickým funkcím je R skvělým nástrojem pro analýzu dat. Vizualizace dat, testování hypotéz, regresní analýza a další statistické metody jsou k dispozici v tomto programovacím jazyce. Kromě toho nabízí řadu nástrojů pro třídění dat a práci s nimi, což usnadňuje práci s velkými a složitými soubory dat. Další velkou výhodou je jeho všestrannost. Programovací jazyk R může mít díky velkému výběru knihoven rozšiřujících funkce širokou škálu použití. Stejně jako Python, se stává velmi dobrou volbou pro odborníky při analytickém zpracování dat nebo grafickém zpracování. (13)

c) Tableau

Pomocí nástroje Tableau pro vizualizaci dat je možno vytvářet interaktivní panely a reprezentaci dat. Jedná se o efektivní nástroj, který poskytne nové pohledy na data a vzhled do nich. Jednoduchost využití tohoto nástroje je rozhodně jednou z jeho hlavních výhod. Bez nutnosti programování nebo jiných technických znalostí je vytváření informačních tabulek a vizualizací jednoduché. Navíc nabízí obrovský výběr předpřipravených motivů a vizualizací, které lze upravit podle osobních požadavků a preferencí. Další důležitou výhodou je jeho přizpůsobivost. Tableau se dokáže připojit k různým zdrojům dat, včetně databází, tabulek a cloudových služeb. Díky tomu je práce s různými datovými formáty a kombinování dat z mnoha zdrojů snadná. Grafy, diagramy a mapy jsou jen některé z mnoha možností vizualizace dat. Tyto vizualizace lze přizpůsobit konkrétním požadavkům a použít je ke sdílení pohledů na danou věc a trendů s ostatními zúčastněnými. (14)

Ať už se jedná o Python, R nebo Tableau, rozhodně nelze říct, který z těchto analytických nástrojů je jednoznačně nejlepší nebo nejhorší. Každý má svá pro a proti a záleží na osobní preferenci a očekávání od daného analytického nástroje. Jelikož se jedná o nejhojněji používané moderní analytické nástroje, rozhodně nelze šlápnout vedle. Za zmínku stojí i SAS (Systém pro statistickou analýzu). Využíván je pro pokročilou analytiku a správu dat. SAS nabízí širokou škálu statistických a analytických možností pro zkoumání dat, modelování a reportování. Mezi jeho hlavní nevýhody se ale řadí cena licence, která je poněkud vyšší a také je těžší na orientaci a naučení se. (15)

3.1 Microsoft Excel

Efektivní analýza dat je klíčová pro rozhodování v dnešním prostředí založeném na datech, které zahrnuje mnoho odvětví. Microsoft Excel se stal oblíbenou a přizpůsobivou volbou mezi širokou škálou dostupných analytických nástrojů. Excel se prosadil jako standardní nástroj pro uživatele všech náročností, který jim díky svému uživatelsky přívětivému designu a mnoha funkcím umožňuje efektivně provádět nejrůznější úlohy analýzy dat. Je důležité si připomenout analytické aplikace programu Microsoft Excel, jeho výhody oproti konkurenčním produktům a jeho použitelnosti. Uživatelé mohou

efektivně spravovat, analyzovat a vizualizovat data pomocí rozsáhlých analytických funkcí aplikace Microsoft Excel. Mezi klíčové vlastnosti patří:

- a) Excel nabízí rozsáhlou sbírku vzorců a funkcí pro práci s daty. Data lze rychle čistit, transformovat a formátovat podle potřeb analýzy. Zadávání, třídění, filtrování a slučování dat usnadňuje uživatelsky přívětivé rozhraní aplikace Excel, které uživatelům umožňuje efektivně organizovat a spravovat data.
- b) Vzorce a výpočty: Lišta se vzorci v Excelu je výpočetní síla. Uživatelé mohou používat řadu vestavěných funkcí a vytvářet vlastní vzorce pro provádění složitých výpočtů. Excel nabízí nástroje potřebné k získání užitečných informací z dat, od jednoduchých aritmetických operací až po složité statistické a finanční výpočty.
- c) Doplnky pro analýzu dat: Excel nabízí řadu doplňků, které zvyšují jeho analytické schopnosti, včetně Solveru, Analysis ToolPaku a Power Query. Tyto doplňky umožňují uživatelům snadno se připojit k externím zdrojům dat a provádět sofistikované činnosti, jako je optimalizace, regresní analýza a „dolování dat“.

Přestože je k dispozici mnoho různých analytických nástrojů, Microsoft Excel vyniká z řady díky následujícím důvodům:

- a) Uživatelsky přívětivé rozhraní aplikace Excel je intuitivní a srozumitelné, takže jej mohou používat uživatelé všech úrovní. Uživatelé mohou vizualizovat data a pracovat s nimi v rozpoznatelném mřížkovém stylu, protože rozhraní založené na tabulkách usnadňuje používání a urychluje učení díky ustálenému formátu. Široké rozšíření aplikace Excel mezi uživateli lze přičíst jeho jednoduchosti a širokému spektru využití.
- b) Flexibilita a všestrannost: Přizpůsobivost Excelu umožňuje splnit různé analytické požadavky. Excel je flexibilní a dokáže uspokojit řadu potřeb, ať už jde o provádění jednoduchých výpočtů, tvorbu dynamických informačních panelů nebo vývoj složitých modelů. Díky své přizpůsobivosti je nejlepší volbou pro jednoduché i složité úlohy zpracování dat.
- c) Spolupráce a integrace: Bezproblémová integrace aplikace Excel s dalšími programy Microsoft Office, jako je Word a PowerPoint, usnadňuje sdílení a zobrazování analytických výsledků. Excel také usnadňuje týmovou práci tím, že poskytuje nástroje, jako je sledování změn, komentáře a sdílené pracovní listy, které umožňují mnoha uživatelům pracovat společně na stejném analytickém úkolu.

Excel je ve srovnání s některými jinými analytickými aplikacemi poměrně jednoduchý na pochopení a osvojení si funkcí. Jeho uživatelsky přívětivé rozhraní usnadňuje začátky s analýzou dat a je vybaven rozsáhlou dokumentací a online zdroji. Díky svému širokému využití těží Excel také z velké uživatelské základny a znalé komunity, která může nabídnout pomoc nebo návody, což dále zvyšuje jeho použitelnost.

Aplikace Microsoft Excel se proslavila jako spolehlivý a uživatelsky přívětivý nástroj pro analýzu dat. Díky svým širokým analytickým schopnostem, uživatelsky přívětivému designu a přizpůsobivosti je ideální volbou pro odborníky z různých odvětví. Síla aplikace Excel spočívá v jejím širokém uplatnění, jednoduchosti použití a propojení s dalšími produkty sady Microsoft Office, ačkoli jiné specializované programy mohou poskytovat komplexnější funkce. Excel zůstává nástrojem pro činnosti spojené s analýzou dat, ať už jde o provádění jednoduchých výpočtů, statistickou analýzu nebo tvorbu praktických grafů. Přestože je Excel výkonným analytickým nástrojem, má určité nevýhody. Pro složitější analýzy nebo specifické úlohy je třeba použít jiné nástroje nebo programovací jazyky. Rozsáhlé funkce aplikace Excel a její jednoduché použití z ní však činí neocenitelný nástroj pro začátečníky i profesionály, kteří chtějí maximalizovat potenciál svých projektů analýzy dat. (16)

3.2 Power BI

Podniky, organizace a soukromníci potřebují v éře rozhodování založeného na datech silné analytické nástroje, které jim pomohou odhalit poznatky ukryté v datech. Microsoft Power BI jako špičková platforma pro business intelligence a vizualizaci dat umožňuje zákazníkům proměnit nestrukturovaná data v pronikavé vizualizace a poutavé reporty. Budeme se zabývat hlavními funkcemi Power BI a také jeho výhodami, nevýhodami, použitelností a kompatibilitou s jiným softwarem. Uživatelé mohou úspěšně získávat poznatky ze svých dat pomocí různých funkcí Power BI. Mezi jeho základní vlastnosti patří:

- a) Získávání dat: Power BI umožňuje uživatelům připojit se k různým lokálním i cloudovým zdrojům dat. Umožňuje snadnou integraci dat díky podpoře široké škály datových konektorů, včetně databází, tabulek, webových služeb a rozhraní API.
- b) Čištění dat, transformaci a tvorbu dat usnadňuje funkce Power Query, která je součástí Power BI. Uživatelé mohou při vytváření vazeb mezi různými datovými sadami spojovat několik zdrojů dat, provádět postupy čištění dat a vytvářet datové modely.
- c) Grafy, diagramy, mapy a tabulky jsou jen některé z mnoha možností vizualizace, které Power BI nabízí. Aby mohli uživatelé studovat data z mnoha úhlů pohledu, mohou vytvářet interaktivní přehledy a řídicí panely pomocí vlastního formátování a interaktivních funkcí, jako je filtrování, drill-down a zvýrazňování.
- d) Vzorce a metriky DAX (Data Analysis Expressions) jsou podporovány pokročilými analytickými nástroji Power BI. Tyto funkce mohou uživatelé využívat k provádění výpočtů, vývoji sofistikovaných obchodních měření a vytváření složitých datových modelů.

Power BI je mezi firmami oblíbený, protože nabízí řadu výhod:

- a) Rozhraní: Power BI má uživatelsky přívětivé rozhraní, které se snadno používá a je srozumitelné. Je přístupné širokému okruhu uživatelů díky možnosti drag-and-drop, která uživatelům umožňuje vytvářet vizualizace a sestavy bez hlubších znalostí kódování.
- b) Snadná integrace s ekosystémem Microsoft: Power BI spolupracuje s dalšími produkty společnosti Microsoft, jako je Excel, Azure a SharePoint. Uživatelé mohou díky této

kompatibilitě využívat aktuální data a jednoduše distribuovat sestavy Power BI v rámci své organizace.

- c) Cloudová struktura Power BI usnadňuje spolupráci na projektech. Týmy mohou komunikovat v reálném čase, sdílet řídicí panely a sestavy a získávat nejnovější změny dat z jakéhokoli zařízení připojeného k internetu.
- d) Interaktivní přehledy v reálném čase: Power BI poskytuje uživatelům možnost zkoumat data, pracovat s vizualizacemi a získávat informace v reálném čase. Uživatelé mohou díky hlubšímu pronikání do dat a používání filtrů nalézt hlubší vzorce a trendy, aby mohli následně provádět rozumná rozhodnutí.

Přestože má Power BI mnoho výhod, je důležité znát i jeho nevýhody a zohlednit je v závislosti na požadavcích:

- a) Orientace v prostředí: Pro ty, kteří nemají zkušenosti s nástroji business intelligence, může být Power BI vzhledem k širokému spektru funkcí náročný na učení. Společnost Microsoft nabízí bohaté materiály, výukové programy a vstřícnou komunitu uživatelů. V dnešní době není nijak složité, si jednotlivé postupy, funkce či zobrazení během pár kliknutí dohledat na internetu.
- b) Power BI má určité sofistikované analytické funkce, ale nemusí být tak rozsáhlé jako ty, které nabízejí specifické nástroje pro složitější práci s daty, jako je R nebo Python. K dosažení požadovaných výsledků by uživatelé se sofistikovanými analytickými potřebami museli kombinovat Power BI s dalšími nástroji.
- c) Omezení velikosti dat: Power BI má omezení velikosti datových sad, které lze efektivně importovat a analyzovat. Organizace a podniky budou muset vzít v úvahu další řešení nebo optimalizovat datové modely pro velmi velké datové sady, aby byl zaručen výkon bez zpoždění. Avšak oproti Microsoft Excelu je na tom Power BI stále lépe.
- d) Power BI nabízí bezplatnou verzi s omezenými funkcemi, ale propracovanější funkce vyžadují prémiové členství. V závislosti na svých potřebách v oblasti analytiky by organizace, podniky nebo soukromníci měli posoudit, zda je tento náklad pro ně přínosný a případně zainvestovat do prémiové licence.

Aplikace Power BI byla vytvořena s ohledem na použitelnost. Díky uživatelsky přívětivému rozhraní, možnostem (drag-and-drop) přetahování a pouštění a řízeným procesům ji mohou využívat jak techničtí, tak netechničtí uživatelé. Power BI se navíc hladce propojuje s dalšími produkty společnosti Microsoft, jako je Excel, SharePoint a Azure, aby se zlepšila kompatibilita a podpořil silný analytický ekosystém. Microsoft Power BI se prosadil jako efektivní řešení pro vizualizaci dat a business intelligence. Organizace i jednotlivci mohou získávat poznatky ze svých dat díky rozsáhlé kolekci funkcí Power BI, uživatelsky přívětivému rozhraní a propojení s ostatními aplikacemi společnosti Microsoft. Power BI je díky svým výhodám pro analýzu a vizualizaci dat užitečným nástrojem pro každého, kdo se chce rozhodovat na základě poznatků založených na datech. (17)

3.3 Regresní a korelační analýza

Výkonné statistické metody, jako je regresní a korelační analýza, se používají ke zkoumání korelací mezi proměnnými a k vytváření předpovědí na základě dat, a to od použití, výhod a matematických základů regresní a korelační analýzy, až po její nevýhody. Tyto metody mohou nabídnout důležité poznatky v řadě odvětví, včetně obchodu a ekonomie, společenských věd a medicíny. Cílem regresní analýzy je modelování vztahu mezi závislou proměnnou a jednou nebo více nezávislými proměnnými. Pomáhá určit typ a stupeň vztahu mezi proměnnými, umožňuje předpovídat a určit, jak by změny nezávislých faktorů ovlivnily závislou proměnnou.

Výhody:

- a) Regresní analýza může odhalit a kvantifikovat korelace mezi proměnnými, což nám umožní pochopit povahu a velikost souvislostí.
- b) Vytváření předpovědí a prognóz na základě vztahů zjištěných v datech je možné pomocí regresního modelu.
- c) Kontrolu zkreslujících faktorů umožňuje regresní analýza tím, že do modelu zahrne zkreslující proměnné jako nezávislé proměnné.
- d) Proměnné: Pomáhá určit důležitost a způsob, jakým jednotlivé nezávislé proměnné přispívají k vysvětlení rozptylu závislé proměnné.

Nevýhody:

- a) Regresní analýza vychází z předpokladu lineárních vztahů mezi proměnnými, což v praktických situacích nemusí vždy platit.
- b) Vícenásobná kolinearita: V případě vysoké míry korelace nezávislých proměnných je obtížné izolovat jedinečné dopady jednotlivých proměnných.
- c) Nadměrné přizpůsobení: Když je regresní model extrémně složitý a snaží se zohlednit všechny výkyvy v datech, výsledkem je špatná generalizace na nová data.
- d) Interpretace kauzality: Regresní analýza může ukázat souvislosti mezi proměnnými, ale sama o sobě nemůže prokázat příčinnou souvislost.

Rovnice regresní analýzy: Lineární regrese je nejoblíbenějším typem regresní analýzy a předpokládá, že závislá proměnná (Y) a jedna nebo více nezávislých proměnných (X) mají lineární vztah. Přímá rovnice lineárního regresního modelu je následující:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 * X + \varepsilon$$

Kde:

Y představuje závislou proměnnou

β_0 je intercept nebo konstantní člen.

β_1 je koeficient nebo sklon, který vyjadřuje vztah mezi X a Y.

X představuje nezávislou proměnnou.

ε představuje chybový člen.

Pro vícenásobnou regresní analýzu s více než jednou nezávislou proměnnou je rovnice následující:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon$$

Stupeň a směr asociace mezi dvěma proměnnými se posuzuje pomocí korelační analýzy. Přestože pomáhá posoudit, jak úzce se faktory vzájemně ovlivňují, neprokazuje vzájemnou souvislost.

Výhody:

- Identifikace vztahů: Korelační analýza objasňuje existenci a význam vztahů mezi proměnnými.
- Grafy rozptylu jsou vizuálním znázorněním korelačních koeficientů, které umožňují rychle pochopit povahu vztahu.
- Korelační analýza pomáhá při výběru proměnných pro další výzkum tím, že odhaluje faktory, které úzce souvisejí s výslednou proměnnou.

Nevýhody:

- Interpretace kauzality: Korelační analýza, stejně jako regresní analýza, nedokazuje, že jedna proměnná způsobuje druhou.
- Korelační analýza zakládá svá zjištění na lineárních vztazích, které nemusí dostatečně zohledňovat komplikované nelineární asociace.
- Falešné korelace: Při posuzování korelací je nezbytné postupovat obezřetně, protože mohou být výsledkem náhody nebo mohou být ovlivněny skrytými proměnnými.

Pearsonův korelační koeficient (r) je nejčastěji používaný korelační koeficient. Měří lineární vztah mezi dvěma proměnnými a má rozsah -1 až +1. Pearsonův korelační koeficient se vypočítá takto:

$$r = \frac{(\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}))}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

Kde:

X a Y jsou individuální hodnoty obou proměnných.

\bar{X} a \bar{Y} jsou střední hodnoty X a Y.

Pro úplné pochopení vztahů, předpovědi a určení významnosti proměnných jsou regresní a korelační analýza zásadními metodami analýzy dat. Korelační analýza zkoumá sílu a směr korelací, zatímco regresní analýza se soustředí na modelování a předpovídání. Obě metody mají své výhody i nevýhody a jejich efektivní interpretace závisí na důkladném pochopení matematických základů. Výzkumní pracovníci a analytici v různých oborech mohou správným použitím regresní a korelační analýzy nalézat zákonitosti, předpovídat výsledky a získávat hluboké znalosti. (18) (19)

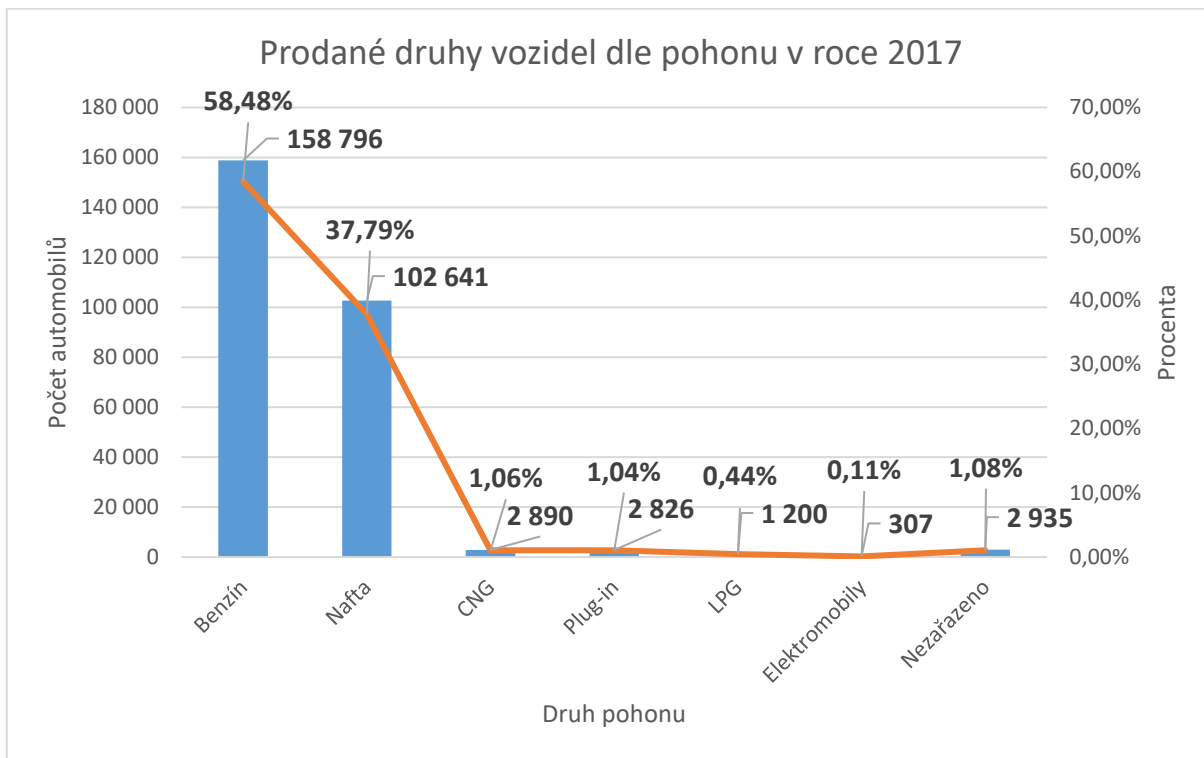
4 Analýza elektromobility v současnosti

Cílem je shrnout současný a minulý stav různých druhů nabízených motorizací se zaměřením na alternativní paliva, poukázat na procentuální podíl alternativních paliv proti konvenčním palivům. Dále pak poukázat na prosperující elektromobilitu a celkové užívání elektrické energie spolu s konvenčními motory. Avšak s elektromobilitou přichází i důraz na jejich dobíjecí stanice, proto je důležité se věnovat otázce pokrytí dobíjecích stanic. S tím se pojí zavádějící parametry udávaných dojezdů v ideálních podmínkách, které automobilky při prodeji deklarují. Jelikož je dojezd elektromobilů a automobilů s alternativními palivy velmi důležitý, může to být rozhodující informací při nákupu. Data týkající se prodeje v Evropě, Číně či USA mohou pomoci k vytvoření představy o rostoucím či klesajícím trendu elektromobilů. Elektromobily a automobily s alternativními pohony jsou však znatelně dražší oproti vozidlům s konvenční motorizací, a proto je důležité zmínit i vliv možných dotací při jejich koupi. Co se uhlíkové stopy týče, je důležité udělat důkladné porovnání od výroby a zpracování jednotlivých dílů, až po celou životnost jednotlivých automobilů, následně pak provést pravděpodobnost splnění neustále se zpřísnujících uhlíkových norem Euro pro dosažení uhlíkové neutrality

4.1 Sumarizace současného a minulého stavu druhů prodaných motorizací

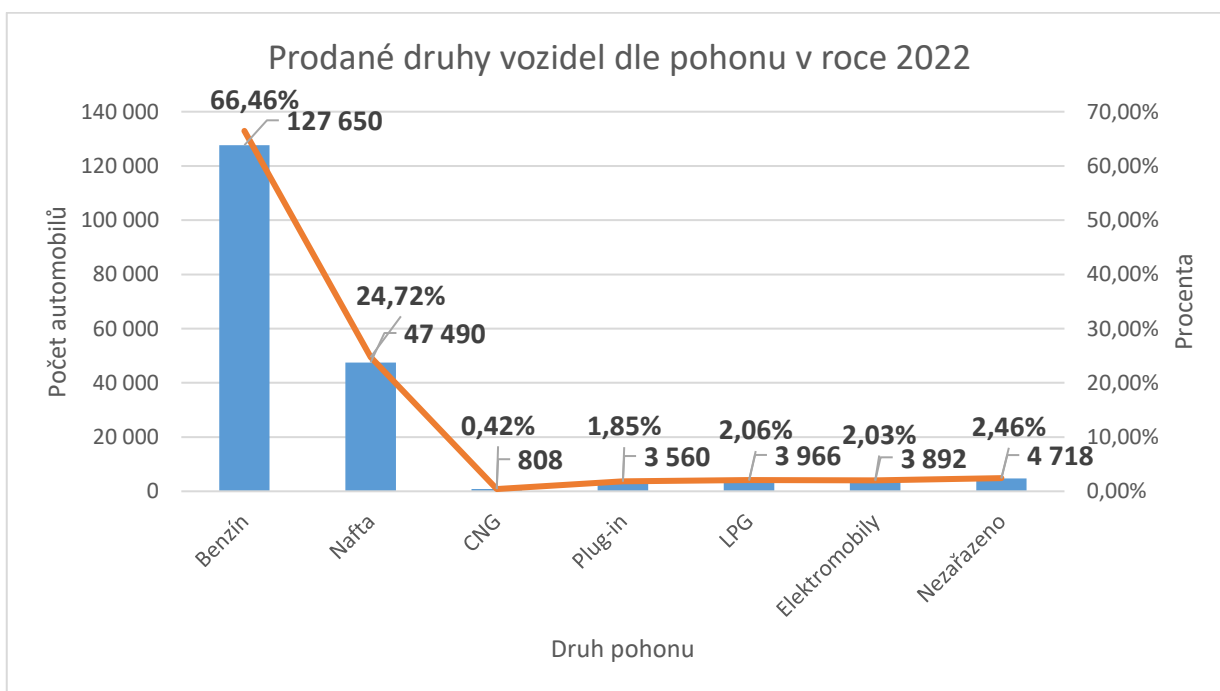
Pohled na statistiku registrovaných nových osobních automobilů v České republice nám jasně naznačuje klesající trend v posledních pěti letech. V rozmezí zkoumaných let 2004 až 2022 dosáhla Česká republika maximálního počtu nových registrací automobilů v roce 2017 s počtem 271 595 nově registrovaných osobních automobilů. V roce 2022 se tyto registrace propadly na hodnotu 192 087 registrovaných nových osobních automobilů.

V roce 2017 tvořila více než polovinu registrovaných benzínová vozidla, konkrétně 58,48 % se 158 796 vozidel. Naftová vozidla na druhém místě s 37,79 % se 102 641 vozidel. Dále s 1,06 % a 2 890 registrovaných vozidel se umístily automobily s pohonem na CNG, těsně za nimi již vozidla s plug-in hybridním pohonem s 1,04 % a počtem 2 826 nově registrovaných. Vozidla s pohonem na LPG obsadila předposlední kategorizované místo s 0,44 %, 1 200 nově registrovaných. Elektromobilů bylo zaregistrováno pouze 307, procentuálně 0,11 %. Vozidla na biopaliva nezaznamenala žádný úspěch, se svými 0 nově registrovanými. Do kategorie „nezařazeno“ uvedl Svaz Dovozců Automobilů celkem 2 935 (1,08 %) nově registrovaných automobilů viz Obrázek 8.

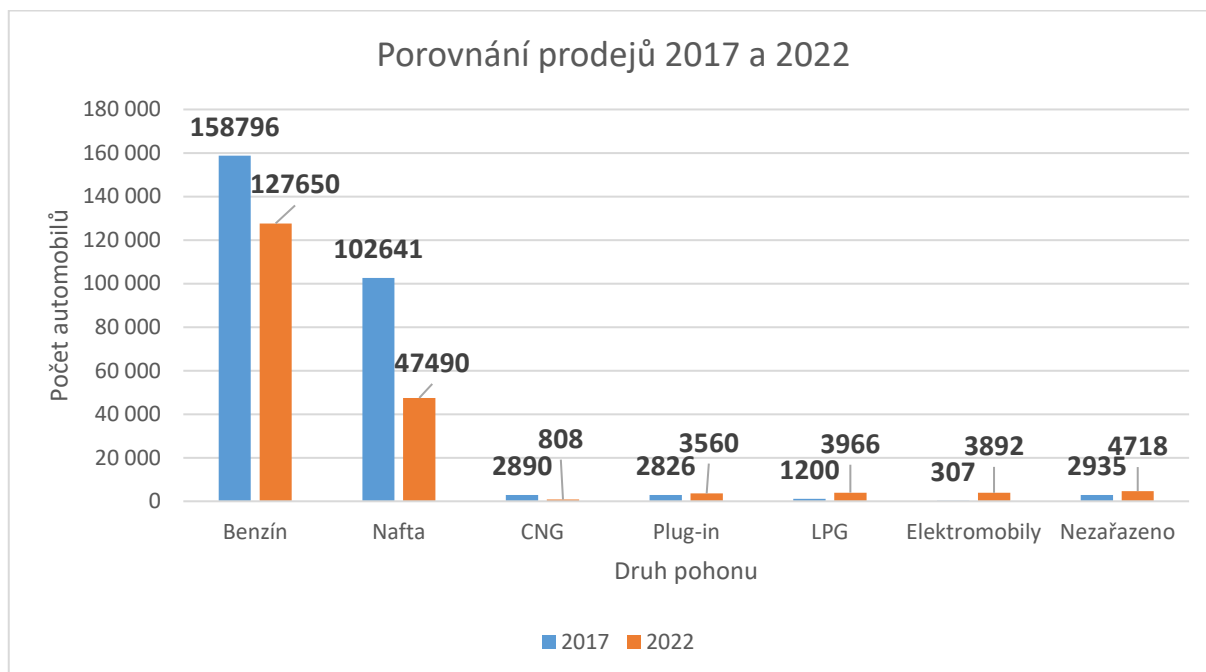


Obrázek 8 – Prodaná vozidla dle druhu pohonu v roce 2017 (20)

V roce 2022 vidíme výrazný nárůst prodeje elektromobilů a automobilů na alternativní paliva. Benzínová vozidla na první příčce se 127 650 (66,46 %) nově registrovaných. Na druhém místě naftová vozidla s 47 490 (24,72 %) nově registrovaných. Dále benzín + LPG s 3 966 kusů (2,06 %), elektromobily s 3 892 (2,03 %) kusů. Automobily s plug-in hybridním pohonem zaznamenaly nové registrace v počtu 3 560 kusů (1,85 %). Paliva CNG byla, avšak ztelně v nižším zastoupení, celkově 808 (0,42 %) vozidel. Mezi nezařazená vozidla patřilo 4 718 (2,46 %) vozidel viz Obrázek 9. (20)



Obrázek 9 - Prodané druhy pohonů v roce 2022 (20)



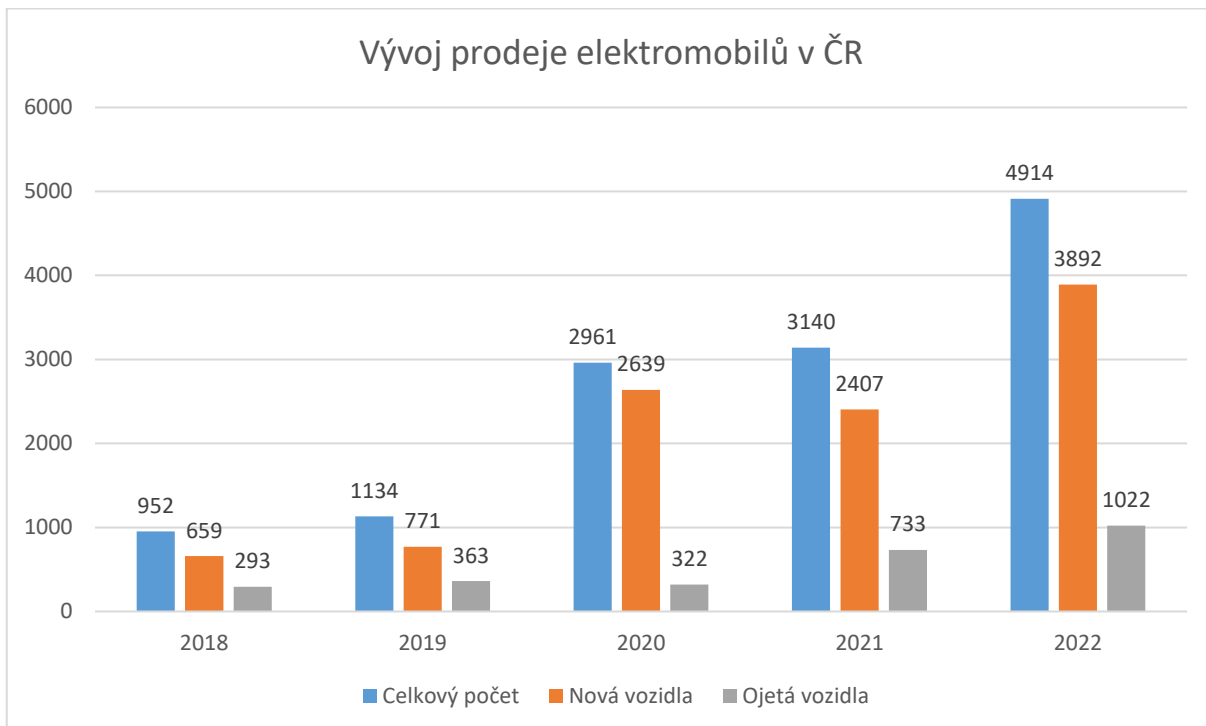
Obrázek 10 - Porovnání registrovaných automobilů v roce 2017 a 2022 (20)

Při pohledu na vývoj registrací nových osobních automobilů s alternativním pohonem v České republice můžeme vidět, že až na drobný pokles v oblasti vozidel s palivem CNG, jsou všechny ostatní kategorie alternativních paliv na vzestupu. Elektromobilů se v roce 2022 registrovalo 3 892 s meziročním rozdílem 1 246 oproti roku 2017. Plug-in hybridy zaznamenaly 3 560 registrací s meziročním poklesem o 176 nově registrovaných. U hybridů vidíme největší nárůst oproti předchozímu roku s celkovým počtem 24 669 nově registrovaných vozidel s meziročním nárůstem o 5 331 vozidel. Vozidla s pohonem CNG, stejně jako plug-in hybridy zaznamenaly pokles, konkrétně o 43 vozidel s 808 nově registrovaných v roce 2022. Jako poslední ze skupiny alternativního pohonu ve statistice za rok 2022 jsou vozidla s pohonem LPG, s celkovým počtem 3 966 nově registrovaných a meziročním nárůstem o 1 766 vozidel, oproti roku 2017. Celkově lze tedy říct, že se vozidlům s alternativním pohonem v České republice daří. (21)

Vývoj prodeje vozidel na čistě elektrický pohon v České republice

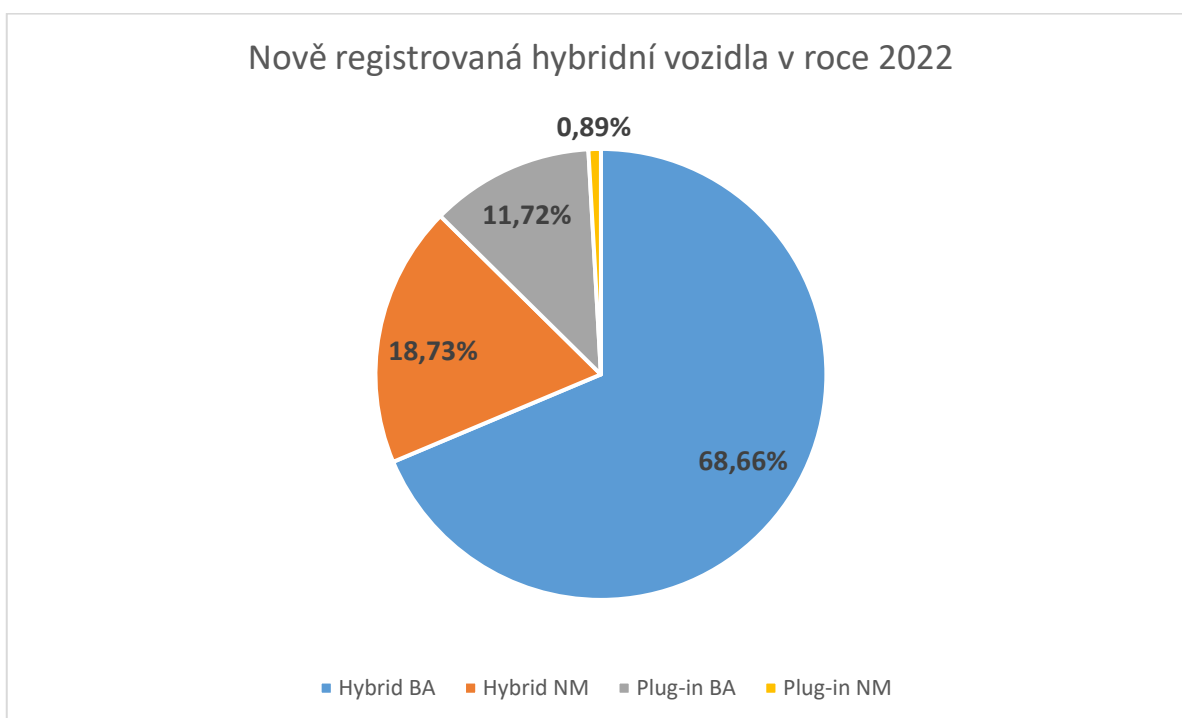
Rok	Celkový počet	Nových vozidel	Ojetá vozidla
2018	952	659	293
2019	1134	771	363
2020	2961	2639	322
2021	3140	2407	733
2022	4914	3892	1022

Tabulka 1 – Registrace elektromobilů v České republice (21)



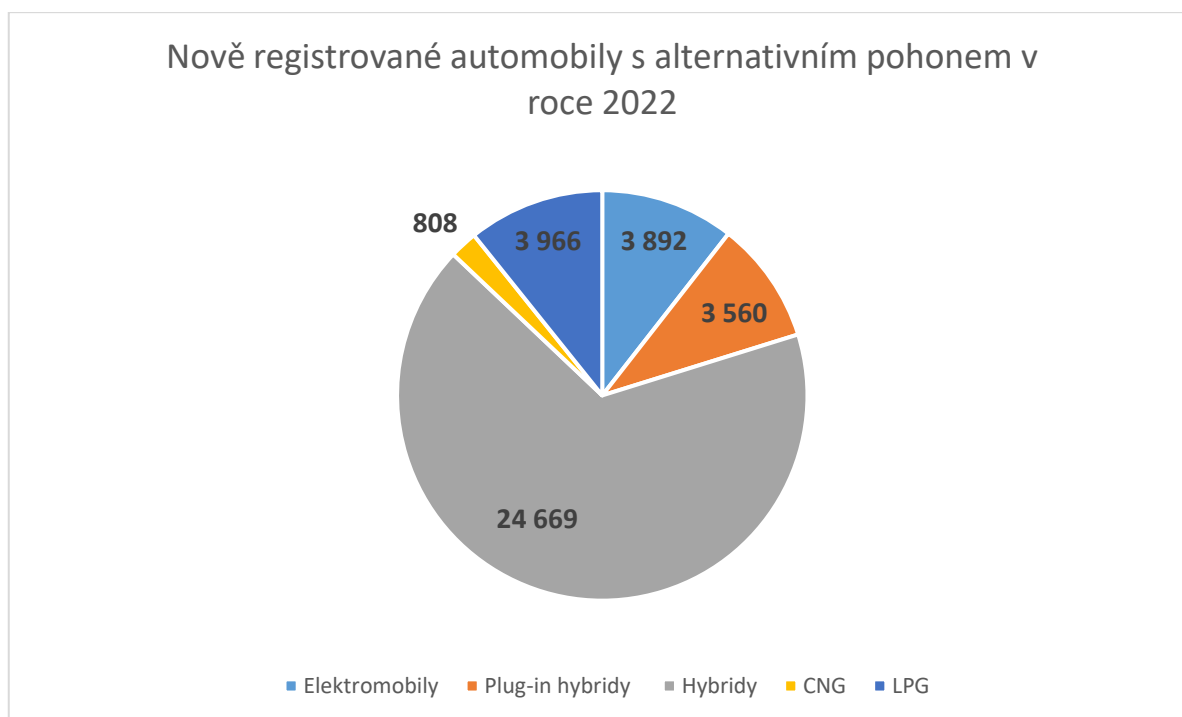
Obrázek 11 - Vývoj prodeje elektromobilů v České republice (21)

Růst popularity v oblasti elektromobility je zřejmý z Obrázku 11. Každým rokem se jejich zastoupení na silnicích České republiky zvyšuje, přednostně tedy nové elektromobily, jelikož kapacita baterií v elektromobilech s vyšším nájzdem nebo větším stářím je značně menší než u nových elektromobilů. Avšak i přes tento fakt, jsou elektromobily stále oblíbenějším typem alternativního pohonu.



Obrázek 12 - Podíl nově registrovaných hybridů v roce 2022 (21)

Jelikož se hybridní automobily řadí do skupiny „benzínové“ a „naftové“, dostáváme poněkud nepřesné informace ze základního rozdělení nově registrovaných automobilů. Tím, že se u hybridních automobilů nedobíjí externě elektrická energie, ale pouze průběhem jízdy, řadí se tedy stále mezi automobily s benzínovým nebo naftovým palivem i přesto, že dochází k postupnému ovlivňování konvenčních motorizací alternativními zdroji energie. Při pohledu na statistiku hybridních a plug-in hybridních elektrických vozidel docházíme ke zjištění, že hybridní vozidla jsou poměrně hojně zastoupena, oproti plug-in hybridním elektrickým vozidlům. V roce 2022 zaregistrovala hybridní benzínová vozidla (Hybrid BA) celkem 19 381 kusů s celkovým podílem mezi hybridy (68,66 %). Druhé místo obsadila hybridní naftová vozidla s 5 288 nově registrovaných vozidel s podílem (18,73 %). Třetí místo získala plug-in hybridní elektrická vozidla s benzínovým palivem v počtu 3 309 vozidel (11,72 %) a na poslední příčce pak plug-in hybridní elektrická vozidla s naftovým palivem, celkem 251 nově registrovaných vozidel (0,89 %). Z těchto statistik je jasně vidět, že upřednostňovaným palivem je u hybridních vozidel benzín před naftou.



Obrázek 13 - Podíl nově registrovaných vozidel s alternativním pohonem (21)

Pokles v přírůstku nových osobních automobilů od roku 2017 po rok 2022 může být značně ovlivněn pandemií covidu-19 a válkou na Ukrajině. Obě události zasáhly ekonomickou situaci v České republice. Od vysokých cen ropy po zdražování elektřiny a plynu. Velký počet rodin tedy nákup nového osobního automobilu odkládalo a peněžní prostředky si nechávali v úsporách, nebo je zhodnocovali jinak. Ze statistik je však zřejmé, že benzínové automobily s nárůstem téměř 8 % dostávají přednost před naftovými, které poklesly o více než 13 %. Naopak vozidla s alternativními pohony zaznamenávají nárůst. Se zpřísněním emisních norem je ze statistik registrovaných vozidel s alternativním pohonem zřejmé, že si prodírají cestu a nabývají stále větší popularity. Ze sekce alternativních paliv vidíme, že

obyvatelé České republiky přednostně volí hybridní vozidla před plug-in hybridními, spolu s benzínovým motorem.

4.2 Dotace

V rámci programu Ekomobilita, který zprostředkovává Ministerstvo životního prostředí je možné získat dotaci na nákup elektromobilu. Tu mohou ovšem čerpat pouze obce, kraje, státní a národní podniky, státní a příspěvkové organizace, veřejnoprávní instituce, školy, vysoké školy a jejich zařízení, nestátní neziskové organizace, registrované církve a náboženské společnosti, obchodní společnosti vlastněné veřejným subjektem a veřejné výzkumné organizace a instituce. K nákupu elektromobilu do domácnosti tedy dotaci jako soukromá osoba nebylo možné pro rok 2022 získat, avšak i přesto byl trend nákupu elektromobilů rostoucí. Dotace mohly dosáhnout hodnoty až 50 % pořizovací ceny elektromobilu, konkrétně až 300 000 Kč pro nákup osobního automobilu a pro nákladní automobily do 3,5 tuny se jedná až o částku ve výši 500 000 Kč.

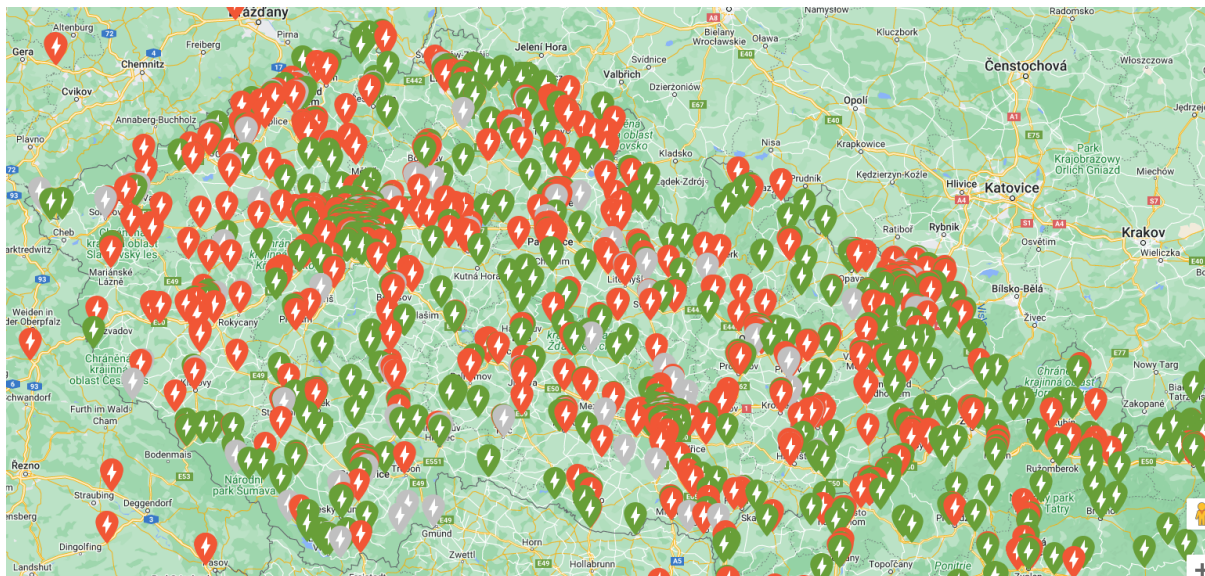
Dotace na nabíjecí stanice pro rok 2022 jsou přístupné všem. Rodinný dům má nárok až na dvě dobíjecí stanice a bytový dům na tolik stanic, kolik je v ní bytových jednotek, přičemž dotace pokryje maximálně 50 % nákladů na nabíjecí stanici. Pro rodinný dům dotace však nesmí být vyšší než 30 000 Kč na jednu nabíjecí stanici a pro bytový dům vyšší než 45 000 Kč. (22)

Získat finanční podporu pro nákup elektromobilu jako soukromá osoba bylo v roce 2022 nemožné. Avšak pro právnické osoby, instituce či organizace je tomu jinak. S maximálním pokrytím 50 % nebo částkou 300 000 Kč, lze menší elektromobily pořídit za poloviční cenu, což je již přijatelné. Dotaci na dobíjecí stanici mohou získat všichni. Tyto stanice však mohou dosahovat vysokých částek. Průměrně od 15 000 Kč po částku přes 100 000 Kč. Záleží však na preferenci, parametrech a designu. (23)

4.3 Nabíjecí stanice

Síť nabíjecích stanic je jedním z velmi důležitých faktorů při zvažování pořízení elektromobilu. Ke konci roku 2022 bylo zaznamenáno 22 nabíjecích stanic na 100 elektromobilů. Přičemž v Evropské Unii je průměr 15 nabíjecích stanic na 100 elektromobilů. Česká republika má tedy poměrně dobré pokrytí nabíjecích stanic. Podle statistik Ministerstva průmyslu a obchodu (MPO) je k tomuto datu celkem 1266 nabíjecích stanic v Česku a na nich celkem 2462 dobíjecích bodů, z čehož vyplývá, že na dva elektromobily připadá jeden dobíjecí bod. Mezi největší provozovatele nabíjecích stanic spadá Skupina ČEZ, Pražská energetika a E.ON, přičemž tvoří zhruba dvě třetiny tuzemské sítě dobíjecích

stanic v České republice. Ze statistik Centra dopravního výzkumu vyplývá, že v posledních třech letech je roční nárůst zhruba 300 stanic ročně. Od roku 2020 se počet skoro dvojnásobný. (24)



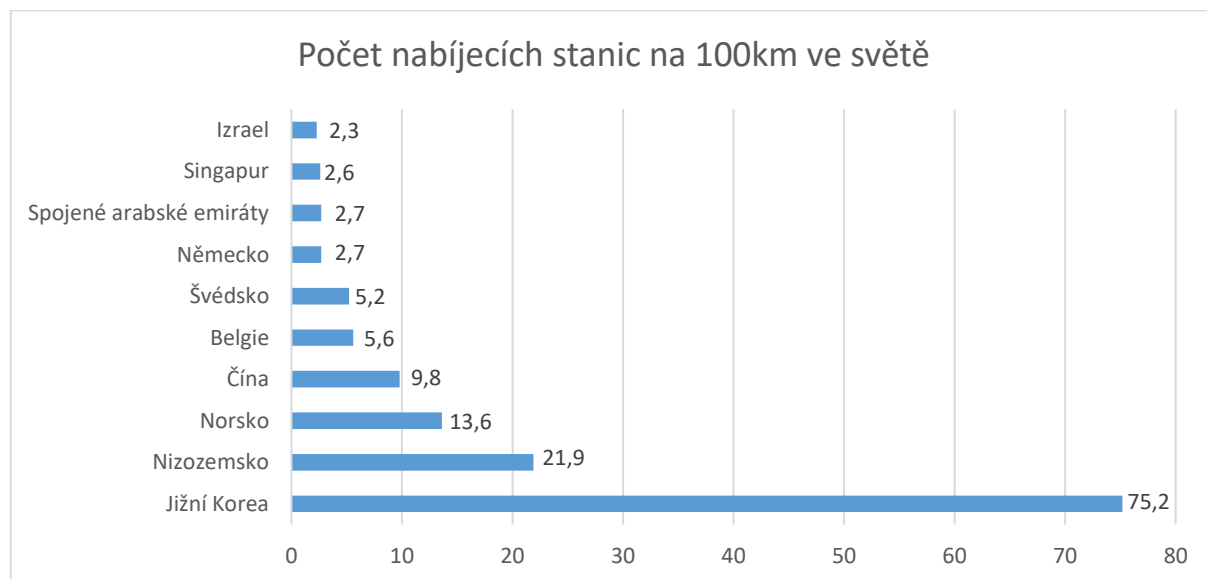
Obrázek 14 - Síť dobíjecích stanic (45)

Oranžová značka = rychlonabíjecí stanice

Zelená značka = standardní stanice

Šedá značka = momentálně ve výstavbě

Je patrné, že síť nabíjecích stanic je nerovnoměrně rozdělená, převážně kumulovaná v průmyslových oblastech či velkých městech. Naproti tomu značný nedostatek v zemědělských oblastech Polabí nebo západní části republiky.



Obrázek 15 - Počet dobíjecích stanic na 100 km ve světě (25)

Při pohledu na graf počtu nabíjecích stanic na 100 km je jasně vidět, že infrastruktura Jižní Koreji je velice kupředu oproti ostatním zemím. Nizozemsko, které je na druhém místě má infrastrukturu více než trojnásobně menší.

Pokrytí dobíjecích stanic po České republice je, co se počtu týče, lepší než evropský průměr. Problémem je však jejich rozmístění, které je nerovnoměrné, neboť velký počet zastoupení je v průmyslových oblastech a ve velkých městech, ale nedostatečné je pak na periferiích a v odlehlých oblastech, kde jsou dobíjecí stanice ovšem stejně tak potřebné.

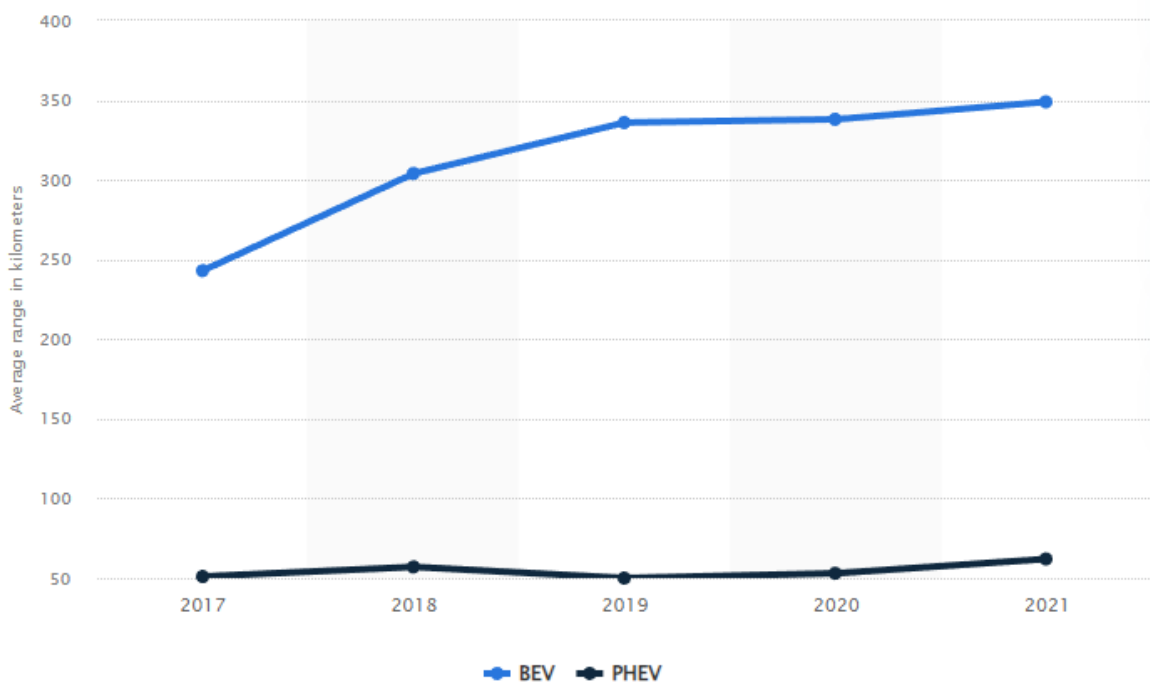
4.4 Dojezd

Dojezd elektromobilů je jedna z nejčastěji řešených otázek, se kterou bezprostředně souvisí síť pokrytí nabíjecích stanic. V prosinci roku 2020, Australian Bureau of Statistics (ABS) publikovala článek „Survey of Motor Vehicle Use in Australia“ a „Sub-annual Motor Vehicle Use Estimate“, ve kterém se zaměřili na denní nájezd všech vozidel na území Austrálie v období od července roku 2019 do června roku 2020. Ze statistik jsme schopni poté vyčíst, že denní průměrný nájezd vozidel je 34 km. Ve Spojených státech amerických bylo dosaženo až 42 km denně na jedno vozidlo. Spojené království 32,8 km, Evropa 32,9 km, Kanada 37,9 km a Japonsko 25,4 km. Celkově je tedy průměrný denní nájezd na jedno vozidlo v rozmezí 25-50 km. Při pohledu na celosvětovou statistiku průměrných dojezdů elektrických bateriových vozidel a plug-in hybridních elektrických vozidel v letech 2017 až 2021, dostupných u výrobců automobilů, je vidět jasně rostoucí trend u elektrických bateriových vozidel (BEV) a pozvolný růst u plug-in hybridních elektrických vozidel (PHEV). V roce 2017 byla elektrická bateriová vozidla schopna ujet průměrně 243 km na jedno nabití a plug-in hybridní elektrická vozidla pouze 51 km. V roce 2021 se dostáváme na mnohem zajímavější hodnoty a to konkrétně 349 km dojezd elektrických bateriových vozidel a 62 km dojezd u plug-in hybridních elektrických vozidel. Při průměrném denním nájezdu 25-50 km denně, by postačil i pouhý plug-in hybridní elektrický automobil pro úsporu jak pohonných hmot, tak i životního prostředí, co se emisí z výfukových plynů týče. V případě elektrických bateriových vozidel pak na plné nabití je možnost jezdit 6-13 dní v kuse bez nabíjení. Samozřejmě zima a mrazivé počasí může ovlivnit dojezd až o 32 %, spolu se zapnutým topením, výhřevem sedadel a volantu je možno snížit dojezd až o 54 %, což už by v případě plug-in hybridního elektrického vozidla mohl být na trasu 50 km problém. U elektrického bateriového vozidla se zvětší počet nabíjení, ale potřebnou průměrnou cestu vůz bez problému ujede. (26)

Pokud jde o elektromobily, je dojezd jednou z hlavních starostí zákazníků. Evropská asociace výrobců automobilů (ACEA) provedla průzkum, z něhož vyplynulo, že průměrná denní vzdálenost, kterou řidiči v EU ujedou, se pohybuje mezi 40 a 60 kilometry (25-37 mil). Většina elektromobilů, které jsou nyní na trhu, je s dojezdem 150 až 250 kilometrů na jedno nabití vhodná pro každodenní jízdu.

Dalším problémem pro spotřebitele je cena pořízení a následného provozu elektromobilu na silnici. Elektromobily jsou obvykle dražší než automobily s konvenční motorizací, přestože jejich provoz může být z dlouhodobého hlediska cenově dostupnější díky nižším nákladům na palivo a údržbu. Je to proto, že baterie a další komponenty jsou drahé. Bez ohledu na problémy s cenami mají

elektromobily oproti vozidlům s benzínovým motorem řadu výhod. Elektrická vozidla mají nižší hlučnost, okamžitý točivý moment a plynulejší fungování. Dojezd vozidel poháněných benzínem je větší a mohou rychleji doplňovat spotřebované palivo na čerpacích stanicích. Spotřebitelům se doporučuje, aby se při výběru druhu automobilu zamysleli nad svými jízdními požadavky a zvyklostmi. Vzhledem k nižším provozním nákladům mohou být elektromobily rozumnou volbou, pokud se každodenní jízda omezuje na krátké vzdálenosti. Pokud je třeba běžně překonávat větší vzdálenosti, může být lepší volbou konvenční benzínový vůz, zejména v případě časové vytíženosti nebo špatného pokrytí dobíjecími stanicemi. (27)

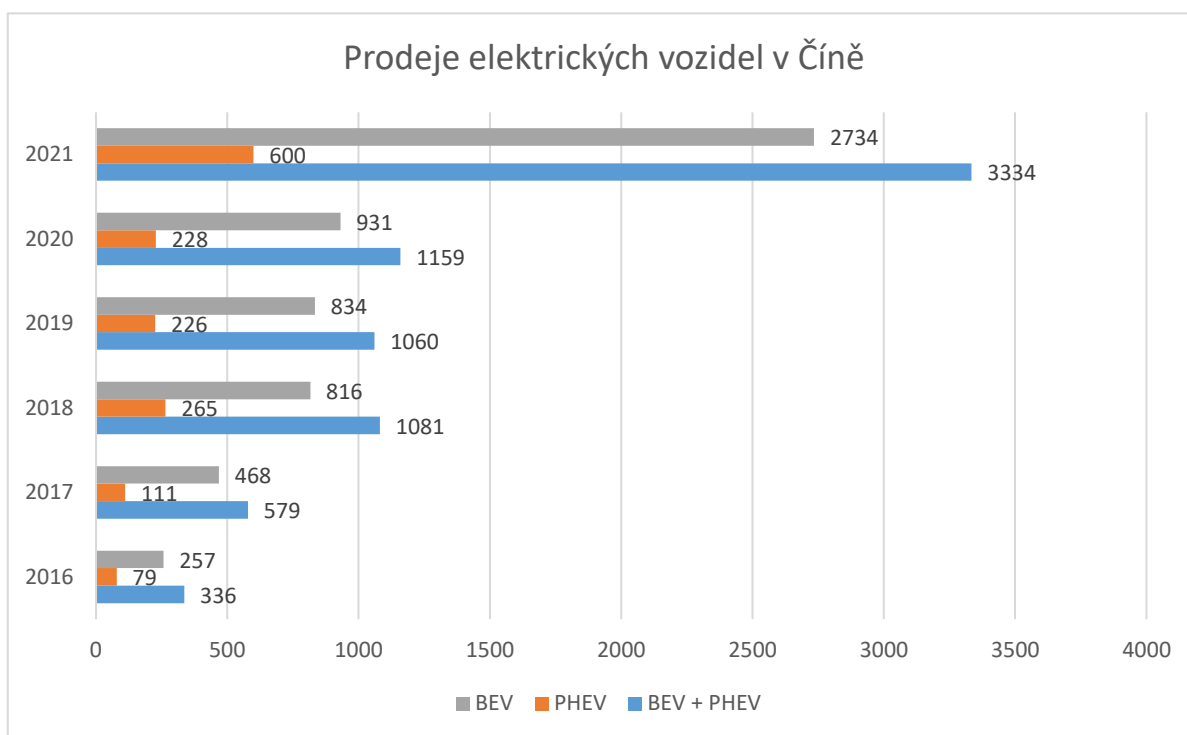


Obrázek 16 - Průměrný dojezd BEV a PHEV v kilometrech (27)

Dojezdové vzdálenosti se rok od roku zvyšují a stávají se více přijatelné pro větší počet lidí. Lze konstatovat, že pro dojíždění po městě v řádu jednotek kilometrů, je velmi výhodné používat elektromobil. V případě, že je možné elektromobil dobít v místech, kde se člověk zdržuje delší dobu, ať už v práci nebo v místě bydliště. Dojezdy dnes dosahují poměrně rozumných hodnot, pokud se člověk dopravuje krátké trasy a preferuje jízdu ve vlastním komfortu. Pro delší vzdálenosti je rozhodující, jak daleko potřebuje uživatel jezdit, avšak s průměrným dojezdem 350 km na jedno nabití i přes zátěž prostřednictvím klimatizace, výhřevů sedaček nebo volantu, je to stále slušné. Pro méně časově vytíženého člověka se jedná o bezproblémovou cestu, avšak za vyšší pořizovací cenu. Pokud by byly elektromobily schopny ujet i se zátěží, plně naloženy včetně nákladu, udávaný počet kilometrů, znamenalo by to diametrální rozdíl. V momentě, kdy se dojezd zvedne na reálnou hodnotu přes 600 km na jedno nabití, získá elektromobilita více příznivců.

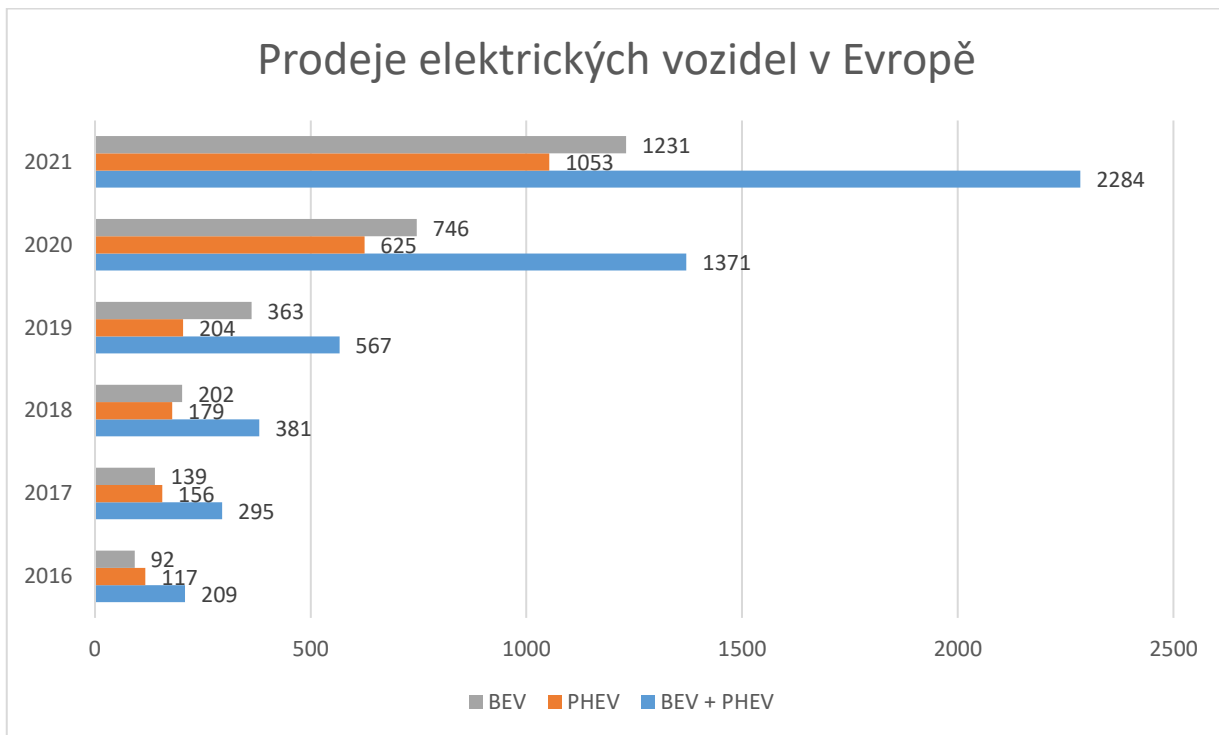
4.5 Stav elektromobilů celosvětově

Mezi lety 2012-2021 bylo celosvětově prodáno kolem 17 milionů elektrických vozidel (zahrnuta jsou čistě elektrická vozidla a plug-in hybridní vozidla). Předpokládá se, že v roce 2030 bude na silnicích jezdit okolo 145 milionů elektrických vozidel, včetně autobusů, nákladních automobilů a dodávek). Stav elektrických vozidel se neustále rozrůstá se zlepšováním technologií baterií, infrastrukturou nabíjecích stanic, chytrých nabíjecích stanic, sdílených automobilů nebo větší nabídkou elektrických vozidel. Prodeje elektrických vozidel se však mohou velmi lišit, podle potřeb zákazníků, cen na trhu s elektromobily, infrastrukturou nabíjecích stanic nebo nařízeními vlády. Čína je stále na první pozici co se týče prodeje elektromobilů nejen v Asii, ale i celosvětově. Čína prodala přes 3,3 milionů elektrických vozidel v roce 2021 (57 % celosvětově prodaných elektrických vozidel), čímž zvětšila násobně prodej od roku 2020. BEV (Battery electric vehicles) neboli bateriová elektrická vozidla byla v značně početnějším zastoupení než PHEV (Plug-in hybrid electric vehicles) neboli plug-in hybridní elektrická vozidla. (28)



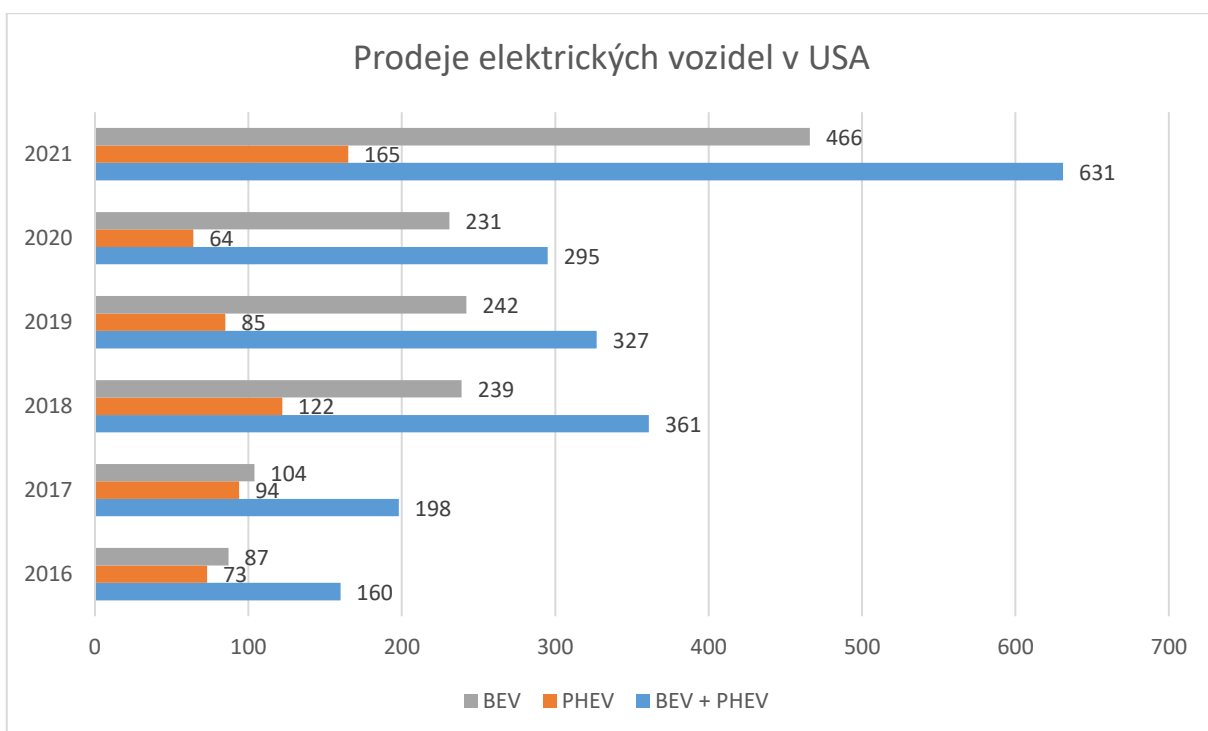
Obrázek 17 - Počet prodaných elektrických vozidel v Číně v tisících (28)

Čína je momentálně ve značném vedení podle prodejů nových elektrických vozidel. Celkem se prodalo přes 3,3 milionu vozidel s elektrickým bateriovým pohonem



Obrázek 18 - Prodeje elektrických vozidel v Evropě v tisících (28)

Prodeje v Evropě dosáhly počtu přes 2,2 milionů nových elektrických vozidel v roce 2021, přičemž je stále znatelný nárůst od roku 2020. V roce 2022 je předpokládán nižší růst z důvodu energetické krize, která finančně zasáhla velkou většinu obyvatel Evropy



Obrázek 19 - Počet prodaných elektrických vozidel v USA v tisících (28)

V případě Spojených států amerických (USA) bylo dosaženo také více než dvojnásobného nárůstu v roce 2021 oproti roku 2020 s celkovým počtem 631 tisíc prodaných nových elektrických vozidel.

Narůstající počet elektromobilů je vidět celosvětově. Avšak v posledních letech je jejich obliba obzvláště vidět. Stále platí, že je více elektrických bateriových vozidel, než plug-in hybridních vozidel. Jediná Evropa dosáhla v roce 2021 poměrně rovnoměrného zastoupení.

4.6 Rozdíl ceny elektromobilů a vozidel se spalovacím motorem

Momentálně stojí pořízení elektrického bateriového vozidla mnohem více než vozidlo stejného typu s konvenčním spalovacím motorem. Například elektrické bateriové vozidlo Mitsubishi i-MiEV stálo po odečtení vládní dotace 132 000 Kč v roce 2011 přes 635 000 Kč. Cena Mitsubishi Colt, jakožto lehce většího vozidla se spalovacím motorem, začínala na necelých 245 000 Kč v základní výbavě. Rozdíl v ceně dělá převážně cena baterií. Proto je kladen velký důraz na hmotnost a chemické složení baterií, které určují životnost a praktičnost elektromobilů. Z hlediska ceny jsou olovené baterie nejlepší cestou, avšak ty nevykazují tak dobré vlastnosti, co se dojezdu týče. Aby elektromobily mohly být srovnávány s vozidly se spalovacími motory, je nutné zajistit dojezd minimálně 160 km. Celkem tedy baterie potřebují výkon větší než 212 W/kg a měrnou energii větší než 80 Wh/kg. Tím zůstávají lithium-iontové baterie jako jediná momentální možnost. Náklady se týkají pouze výroby bateriových článků. V případě lithium-iontových baterií se cena zvedne průměrně o 60 %, po připočtení všech procesů nezbytných pro vytvoření baterie, která je následně použita k provozu ve vozidlech s elektrickým bateriovým pohonem. (29)

V tuto dobu jsou ceny elektromobilů značně větší než ceny vozidel s konvenčními motory. Je to způsobené převážně cenou drahých kovů, potřebných k jejich výrobě. S novějšími technologiemi a novými typy baterií se očekává pokles ceny.

4.7 Druhy baterií

Lithium-iontové baterie: Lithium-iontové baterie jsou v současnosti nejčastěji používaným typem baterií v elektromobilech. Nabízejí vysokou energetickou hustotu, což znamená, že mohou uchovávat velké množství energie v relativně malém a lehkém balení. Lithium-iontové baterie mají také dlouhou životnost, lze je rychle nabíjet a ve srovnání s jinými typy baterií jsou relativně bezpečné.

Nikl-metal hydridové baterie: Nikl-metal hydridové baterie se používaly v některých prvních elektromobilech a stále se používají v některých hybridních vozidlech. Nabízejí dobrou rovnováhu mezi výkonem, cenou a bezpečností, ale jsou méně účinné a mají nižší hustotu energie než lithium-iontové baterie.

Polovodičové baterie: Polovodičové baterie jsou novějším typem baterií, které používají pevný elektrolyt namísto tekutého elektrolytu používaného v tradičních lithium-iontových bateriích. Baterie v pevné fázi nabízejí ještě vyšší hustotu energie a rychlejší nabíjení než lithium-iontové baterie, ale jsou stále ve fázi vývoje a zatím se v elektromobilech běžně nepoužívají. (30)

Pokud shrneme poznatky o jednotlivých typech baterií, pak důvodem, proč se lithium-iontové baterie tak často používají v elektromobilech, se jeví jejich vysoká hustota energie a další žádoucí vlastnosti. Ačkoli jiné typy baterií mohou nabízet určité výhody, lithium-iontové baterie v současné době nabízejí nejlepší celkovou rovnováhu mezi výkonem, náklady, bezpečností a dopadem na životní prostředí pro aplikace v elektrických vozidlech. S dalším vývojem technologie baterií je však možné, že v budoucnu budou konkurenceschopnější jiné typy baterií.

4.8 Jsou elektromobily opravdu lepší pro životní prostředí?

Jeden z hlavních argumentů, proč jsou vozidla se spalovacím motorem šetrnější k životnímu prostředí se opírá o výrobu baterií do elektrických bateriových vozidel a jejich dopad na životní prostředí.

Tvrzení odpůrců elektromobility je takové, že samotná výroba baterií do elektrických bateriových vozidel je vysoce neekologická a převyšuje uhlíkovou stopu způsobenou výrobou spalovacího motoru. Výroba baterií je opravdu do jisté míry neekologická, to avšak neznamená, že elektromobily jsou horší, co se uhlíkové stopy týče. Počáteční dopad na životní prostředí momentálnímu způsobu výroby baterií je větší než na výrobu spalovacího motoru. Velké baterie, které používají elektrická bateriová vozidla, jsou vyráběny z lithia. Lithium musí být nejprve vytěženo a tento proces vytváří velké množství skleníkových plynů. Jedná se o problém, který bude se zvyšujícím se počtem elektrických vozidel stále narůstat, pokud se ovšem proces výroby nezefektivní. Z tohoto důvodu je po lithiu velká poptávka. Výroba elektrického vozidla vyprodukuje průměrně 10 tun oxidu uhličitého. V tomto případě platí přímá úměra: čím větší baterie se vyrábí, tím více je vyprodukováno oxidu uhličitého. Například malé baterie do malých elektrických bateriových vozidel mohou vyprodukovat pouze 2 tuny oxidu uhličitého při výrobě. Na druhou stranu výroba větších baterií do vozidel s dlouhým dojezdem a větším výkonem může vyprodukovat až 17 tun oxidu uhličitého. Výroba spalovacího motoru v průměru znamená okolo 7 tun oxidu uhličitého, což se stále jeví jako podstatný rozdíl. Více než polovina světových dodávek lithia pochází z takzvaného lithiového trojúhelníku. Jedná se o území mezi Chile, Bolívií a Argentinou. Ve vyprahlých solných pláních pouště Atacamy vysoko v pohoří Andy se pracovníci provrtají skrze vrstvu soli, aby se dostali k solnému roztoku pod povrchem. Tento proces vylouhuje obrovské množství podzemní vody z okolních míst, čímž dochází ke snížení zdroje vody a méně přístupné vody k místnímu zemědělství. V oblasti Chile, nazývané Salar de Atacama, těžební společnosti využili již 65 % místní vody, protože k výrobě jedné tuny lithia je potřeba 750 tun solného roztoku. Ale lithium je pouze jedna část potřebná k výrobě baterie (konkrétně lithium tvoří pouze 6 %). Dalším prvkem je kobalt, který také vzbuzuje obavy. Pro těžení kobaltu se využívá v některých místech i dětská práce, což je z morálních a etických důvodů nepřijatelné. Problémem je také recyklace těchto baterií, jejíž potřeba v budoucnu vzhledem k rostoucímu počtu bude stoupat. Plno potenciálních problémů s pravděpodobně rostoucí potřebou baterií v budoucnosti přímo souvisí, jako například jejich skladování z důvodu těkavosti prvků v lithiových bateriích. Dalším negativem jsou požáry, ke kterým došlo a stále dochází v zařízeních, zpracovávajících staré baterie. Touto problematikou je nutno se v budoucnosti rovněž zabývat s rostoucím počtem vyřazených baterií. Zatím nelze odhadnout, jak rychle se průmysl dokáže s touto

komplikací vypořádat. Výroba elektrických bateriových vozidel je v relativně ranném stádiu ve srovnání s výrobou spalovacích motorů. V minulosti průmysl jednoznačně ukázal, že umí problémy s rostoucím tlakem velmi efektivně řešit a lze předpokládat, že i s dopadem výroby na životní prostředí si časem poradí.

Druhý argument je zaměřen na zdroj elektrické energie pro nabíjení elektrických bateriových vozidel. V této chvíli stále plno oblastí např. ve Spojených státech amerických získává elektřinu z uhelných elektráren. V těchto oblastech zásobovaných „špinavým“ zdrojem elektrické energie, je jízda v elektrických bateriových vozidlech, které produkují nulové množství emisí, více škodlivé než v oblasti s elektřinou z obnovitelných zdrojů, jako jsou větrné elektrárny, fotovoltaika nebo vodní elektrárny. V momentě, kdy budou zdroje obnovitelné energie více rozšířené a využívány, tak elektrická bateriová vozidla budou o další krok příznivější pro životní prostředí.

Jak již bylo uvedeno, výroba průměrného spalovacího motoru vyprodukuje celkem 7 tun oxidu uhličitého, od těžení rud po výjezd automobilu z produkční linky. Celkové vyprodukované množství během výroby je nižší kvůli absenci lithiových baterií, navíc výroba jako taková je velmi efektivní. V momentě, kdy automobil vyjede z výrobní linky, vyrobí v průměru 5,2 tun oxidu uhličitého za jeden rok v případě, že urazí průměrnou roční vzdálenost 19 000 km ročně. Za dobu životnosti automobilu se spalovacím motorem, jeho celkové vyprodukované množství oxidu uhličitého dosáhne hodnot 57 tun oxidu uhličitého. Benzín, stejně jako lithium, je potřeba někde vytěžit. Průměrný automobil se spalovacím motorem ve Spojených státech amerických spotřebuje zhruba 1 900 litrů benzínu za rok. Těžba surové ropy začíná vrtáním do země buď na pevnině, nebo na moři. Po vytěžení je potřeba ropu rafinovat na benzín a jiné ropné produkty, jako je letecké palivo, vazelína nebo plasty. Tento proces vyprodukuje tuny skleníkových plynů od oxidu uhličitého po metan nebo oxidy dusíku. Každý den se po světě vytěží přes 95 milionů barelů ropy, což představuje přes 11,3 miliardy litrů ropy. Těžbou ropy každý den vznikne celkem 767 milionů tun oxidu uhličitého putujících do zemské atmosféry a díky ropným rafineriím zase extrémních 280 miliard tun oxidu uhličitého ročně.

Průměrný spalovací motor tedy za dobu své životnosti vyprodukuje 57 tun oxidu uhličitého, zatímco průměrné elektrické bateriové vozidlo pouze 28 tun oxidu uhličitého, což je méně než polovina oproti spalovacímu motoru. Navzdory tomu, že výroba elektrického bateriového vozidla má na svědomí více tun oxidu uhličitého než spalovací motor, tak během své životnosti svoji uhlíkovou stopu více než zachrání oproti spalovacímu motoru, včetně emisí vzniklých díky elektrárnám, které dodávají elektřinu sloužící k nabíjení baterií. V průměru jedno elektrické bateriové vozidlo je, kvůli výrobě elektrické energie pro své dobíjení zodpovědné za vznik 2 tun oxidu uhličitého ročně. (31)

Celkově průměrné elektrické vozidlo vyrobí méně oxidu uhličitého než vozidlo se spalovacím motorem v rozmezí od 6 měsíců do 2 let svého provozu. Srovnání nejméně efektivního elektrického vozidla s nejhorsím zdrojem elektrické energie, co se uhlíkové stopy týče, jako jsou uhelné elektrárny, oproti nejvíce efektivnímu vozidlu se spalovacím motorem, stále výsledek nezmění. Po určité době se elektrické bateriové vozidlo stane lepším pro životní prostředí než vozidlo se spalovacím motorem.

Tímto lze konstatovat, že nejčastěji uváděný mýtus je z pohledu čísel vyvrácen.

- 1) Výroba elektrického vozidla a nabíjení pomocí elektřiny z uhelných elektráren neprodukuje více oxidu uhličitého než výroba a provoz spalovacího motoru.

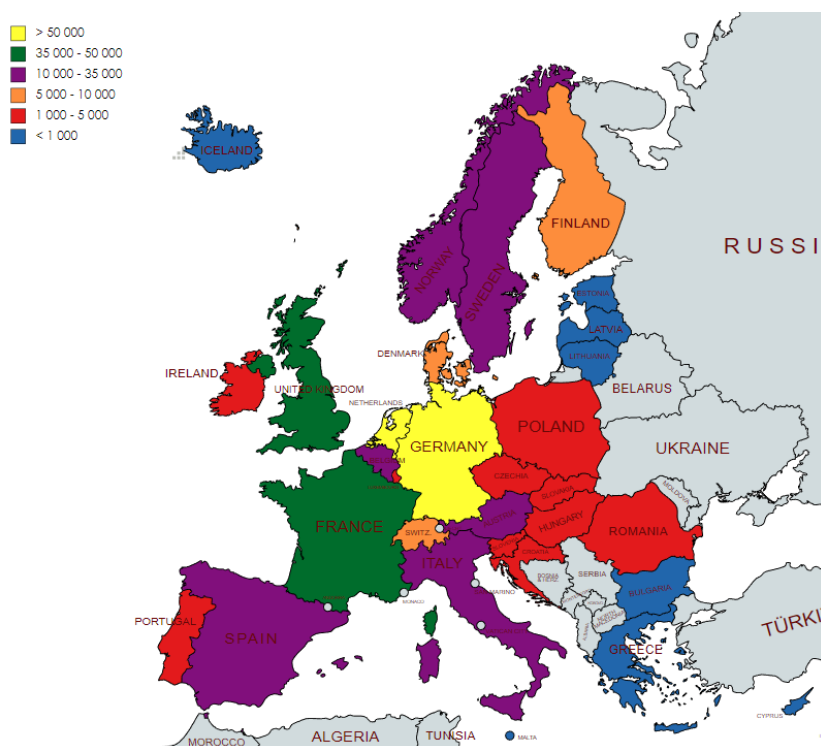
4.9 Analýza alternativních paliv

Stále více lidí dochází k závěru, že je třeba přijmout drastičtější opatření ke zpomalení a zastavení globálního oteplování v důsledku změn v klimatických modelech a zrychlení vývoje globálních teplot v posledních několika desetiletích. Kvůli tomu si účastníci konference OSN o klimatu v Madridu v roce 2019 stanovili konkrétní cíl snížit do roku 2030 celosvětové emise oxidu uhličitého (CO₂) o 45 % a dlouhodobé přání dosáhnout do roku 2050 uhlíkové neutrality. Generální tajemník OSN stanovil deset cílů pro snížení emisí CO₂ v roce 2020, včetně získání ambicióznějších národních závazků od států s největšími emisemi a urychlení přechodu na 100% obnovitelné zdroje energie. Tři roky po podpisu dohody je stále potřeba přijmout důraznější opatření, která by snížila vliv lidské činnosti na životní prostředí. Globální emise CO₂ celosvětově nadále rostou v souladu s expanzí asijských ekonomik. Je důležité si uvědomit, že k dopadům globálního oteplování přispívá i řada dalších plynů, včetně metanu (CH₄), oxidu dusného (N₂O) a řady fluorovaných uhlovodíků (často označovaných jako F-plyny), jakož i oxidu uhličitého (CO₂). Nicméně emise CO₂ představují více než 70 % všech ročních emisí skleníkových plynů, takže jsou nejvýznamnější a nejrozšířenější. Vliv různých skleníkových plynů se často agreguje a vyjadřuje jako "ekvivalenty CO₂" (CO₂-ekv) přepočtem jejich uvedených množství na ekvivalentní množství CO₂ v souladu s jejich potenciálem globálního oteplování.

Dopravní průmysl je v posledních třech desetiletích druhým největším emitentem ekvivalentu CO₂, pokud se podíváme na různé zdroje skleníkových plynů, jak dokládají statistiky z různých studií. Od roku 1990 se množství emisí CO₂ z odvětví dopravy celosvětově zvýšilo o 78 % a předstihlo ho pouze odvětví výroby elektřiny a tepla. Dokonce i v Evropské Unii (zde EU plus Velká Británie, označováno jako EU-28), tedy v oblasti, kde se celkové emise skleníkových plynů do roku 2020 snížily o 31 % (ve srovnání s úrovní v roce 1990), sektor dopravy naopak zaznamenal nárůst emisí o téměř 23 %. Rovněž od roku 1990 do roku 2018 jediná dvě odvětví v Evropě, která nezaznamenala pokles emisí skleníkových plynů, byla doprava a chladírenský průmysl. Analýza údajů o emisích v dopravě v EU-28 ukazuje, že po přepravě osob (44 % celkových emisí) následuje přeprava zboží (27 %), letecká doprava (14 %) a lodní doprava (13 %). Tyto údaje se příliš neliší od údajů zjištěných jinde ve světě. Podle údajů Mezinárodní energetické agentury činily emise z lodní dopravy 11,1 %, emise z letecké dopravy 11,1 %, emise z nákladní dopravy 29,6 % a emise z osobní dopravy 44,4 % v celosvětovém měřítku. Podobnost údajů poukazuje na nutnost dekarbonizace dopravního průmyslu. Možnosti snižování emisí skleníkových plynů v odvětví dopravy lze obecně rozdělit do dvou kategorií: netechnologické (např. podpora využívání veřejné dopravy, podpora chůze a jízdy na kole, zákaz motorových vozidel atd.) a technologické možnosti, které se týkají zdokonalení nebo dokonce nahrazení nejmodernějších technologií pohánějících vozidla např. využívání bateriových elektromobilů (BEV), hybridních vozidel s možností připojení k síti (PHEV), vozidel s palivovými články atd.

Snahou je vytvořit širší pohled na technologický status hnacích ústrojí BEV a FCEV, protože se většina prací do značné míry spoléhala na prognózy budoucnosti a kvantitativní přístupy k analýze specifických vlastností technologií hnacích ústrojí v konkrétních regionech. Cílem je poskytnout přehled o současném stavu, výhodách a nevýhodách alternativních pohonů (konkrétně BEV a FCEV) s důrazem na Evropu a 27 členských států EU, jakož i na Velkou Británii, Norsko, Švýcarsko a Island.

Rozložení je následující: Část 2 představuje současnou situaci, pokud jde o infrastrukturu a počet vozidel BEV, FCEV a ICEV na silnicích. Část 3 se zabývá základními výhodami a nevýhodami vodíku. V části 4 jsou analyzovány výrobní náklady různých pohonných jednotek a vliv lokality na tyto náklady. V části 5 je uveden přehled několika druhů dopravy mimo osobní automobily. V oddíle 6 je uveden stručný přehled syntetických paliv a jejich význam pro dopravu v budoucnosti. V oddíle 7 jsou uvedeny závěry spolu s grafickou srovnávací tabulkou různých pohonných jednotek.



Obrázek 20 - Počet nabíjecích stanic v jednotlivých státech (47)

2) Současný stav infrastruktury a množství vozidel

Ve srovnání s vozidly HRS a FCEV je infrastruktura pro nabíjení vozidel BEV a PHEV v současné době v pokročilejší fázi vývoje. V tomto odvětví dochází ke značnému nárůstu investic, protože stále více tradičních výrobců automobilů je nuceno přejít na "elektromobilitu" v důsledku stále přísnějších pravidel pro emise CO₂ u nových vozidel. Ve světě bylo na konci roku celkem 2,7 milionu veřejných dobíjecích stanic, a zhruba 900 000 z toho bylo vystavěno v roce 2022. Více než 55% nárůst oproti roku 2021. V EU je od konce roku 2022 k dispozici 479 000 dobíjecích stanic. Pět států – Nizozemsko (24,17%), Německo (15,9%), Velká Británie (10,45%), Francie (9,94%) a Švédsko (6,74%) - se však podílí na 67,2% těchto nabíjecích stanic. Podle zásuvky a množství elektřiny, které může stanice poskytnout, se technologie použité v nabíjecích stanicích dělí do kategorií. Takzvaná konvenční

nabíjecí infrastruktura a rychlonabíjecí infrastruktura jsou tedy dva různé druhy nabíjecích sítí. První z nich je určena pro veřejné použití a je obecně dostupná v městských i venkovských oblastech, zatímco druhá je méně častá a vyskytuje se většinou v okolí dálničních křižovatek s cílem posílit dálkové cestování BEV. Například o růst nabíjecí infrastruktury v Německu aktivně usiluje řada veřejných i komerčních subjektů, což umožňuje prudký nárůst počtu nabíjecích stanic v celé zemi, a to z 25 000 v roce 2017 na zhruba 60 000 v roce 2021, což je značný posun v tomto ohledu. (32) (33)

Kombinace elektrických konektorů a zásuvek, které by se měly používat v automobilech, jsou stanoveny v řadě mezinárodních norem. Druh zástrčky je často ovlivněn řadou proměnných, včetně značky vozidla, typu proudu (střídavý, stejnosměrný nebo oba) a jmenovitého nabíjecího výkonu stanice. Protože různí výrobci obvykle upřednostňují jeden standard před ostatními, většina různých zástrček koexistuje a nabíjecí stanice obvykle nabízejí různé typy zástrček, aby nalákaly potenciální zákazníky. Kvůli neexistenci jednotného standardu však nelze všechny modely automobilů nabíjet na každé stanici. Na Obrázku 21 můžete najít seznam nejoblíbenějších konektorů, které jsou k dispozici po celém světě, spolu s informacemi o tom, kde jsou nejrozšířenější. (34)



Obrázek 21 - Typy konektorů (34)

3) Vodík

Měrná energie vodíku (33,3 MWh/kg) je více než třikrát vyšší než u benzínu nebo nafty (12,58 MWh/kg) a zhruba 160krát vyšší než u baterií v průmyslových BEV (0,207 kWh/kg [35,36]). Zdá se, že tyto údaje poskytují využití vodíku, a tedy i FCEV, značnou výhodu; z hlediska hustoty energie však vodík vyžaduje ve srovnání s naftou nebo benzínem značný objemový prostor. Vodík potřebuje, i když je natlakován na 700 barů – k uchování stejného množství energie 6,7krát větší skladovací objem než benzín nebo nafta. Jediným plynem, který vozidla FCEV vypouštějí do ovzduší, je vodní pára; poskytují čistou mobilitu bez přímých emisí ekvivalentních CO₂. Poskytují dojezd a celkovou dobu tankování srovnatelnou s benzínovými automobily. Přestože jsou palubní baterie ve vozidlech FCEV menší než u vozidel BEV, jsou stále omezeny specifickými nevýhodami a výhodami technologie baterií. Palivový článek využívá vodík k výrobě energie, která nabíjí palubní baterii ve vozidlech FCEV.

Tato baterie umožňuje palivovému článku pracovat v ustáleném bodě generování (vyhnout se přechodnému chování), využívat rekuperační brzdění a zvládat výkyvy v poptávce po energii způsobené typickými jízdními činnostmi. Účinnost spalovacího motoru dosahuje maximálně přibližně 30 % a značně se liší v závislosti na mnoha faktorech, zatímco účinnost palivového článku se pohybuje kolem 60 % a je považována za energeticky nejúčinnější zařízení pro získávání energie z paliv. Vodík by se mohl používat také k přímému pohonu spalovacího motoru.

Jednou z často diskutovaných otázek při porovnávání vozidel FCEV a BEV je účinnost, zejména takzvaná účinnost "well-to-wheel".

Toto skóre účinnosti je výsledkem zohlednění celé sítě vzájemně propojených technologií, od vzniku energie až po její využití jako pohonu kol. V případě benzínu se jeho energie zachovala díky přírodním procesům, které po tisíce let přeměňovaly biologickou hmotu na ropu. Aby mohly vozy FCEV a BEV fungovat, musí být primární zdroj energie (např. vítr, slunce atd.) přeměněn na příslušný energetický vektor (např. vodík nebo elektřinu). Množství energie dostupné pro pohon kol se s každým krokem přeměny energie snižuje v důsledku vzniklých ztrát. Vzhledem k menšímu počtu nutných elektrických přeměn mají vozidla BEV v tomto ohledu přirozenou výhodu, protože jejich účinnost je 1,25-3,9krát vyšší než u vozidel FCEV.

Účinnost je ovlivněna řadou faktorů. Za prvé, stupně účinnosti různých hlavních zdrojů energie se liší, například obrovské vodní elektrárny mají účinnost 95 %, zatímco větrné turbíny s jednoduchou konstrukcí 15 %. Aby se předešlo ztrátám při přenosu, může být elektřina vyráběna buď daleko od nabíjecí stanice (vodní nebo jaderná energie), nebo distribuovaně (místní větrná nebo solární energie), což si vyžaduje energetickou rezervu (obvykle baterii). Taková vyrovnávací paměť je nutná kvůli nestálé povaze obnovitelných zdrojů, ale přináší další ztráty (dodatečné konverze střídavého a stejnosměrného proudu a cykly nabíjení a vybíjení baterie). Z tohoto důvodu se může stát, že při nabíjení

vozidla BEV v nabíjecí stanici, v práci nebo doma se energie v jeho baterii pokaždé dostane jinou cestou. Naproti tomu u vodíku je situace mnohem složitější.

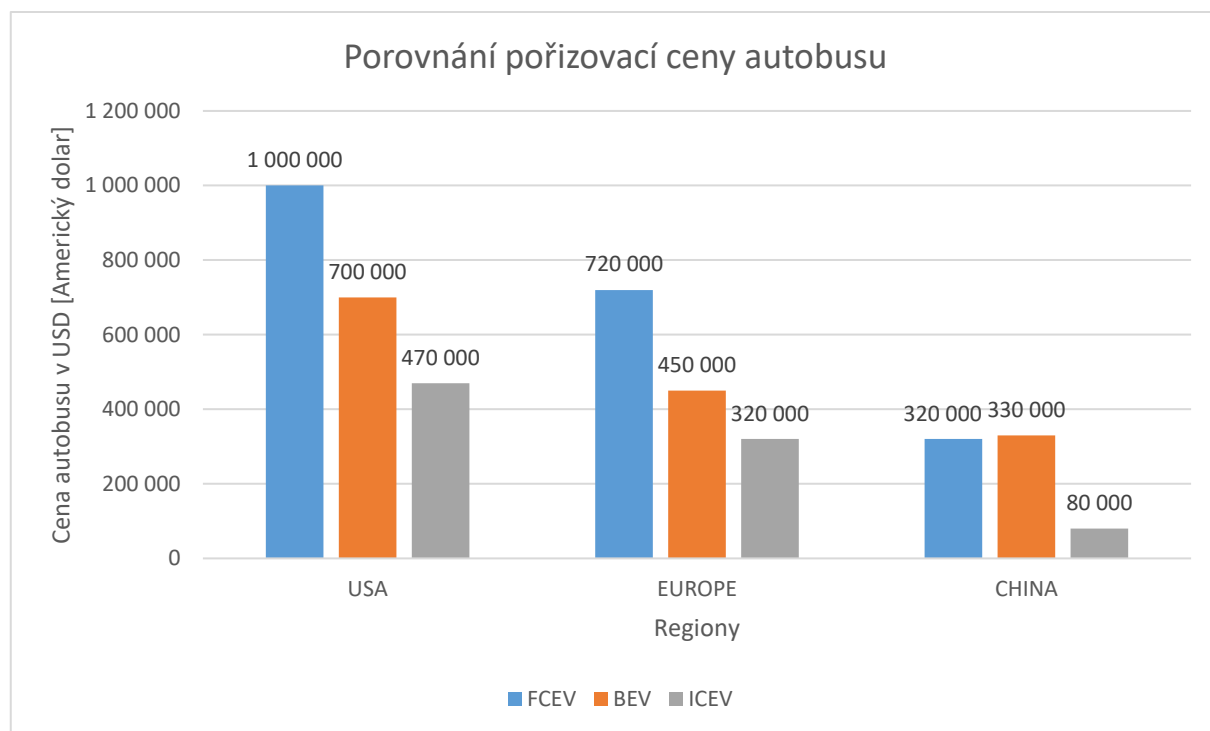
K výrobě vodíku lze použít několik technologií elektrolyzérů a jejich celková účinnost systému (kWh/kgH₂) se pohybuje od 45 % do 83 %. Vodík se vyrábí, stlačuje a chladí před uskladněním pro přepravu, která obvykle probíhá v trubkových návěsech při tlaku 200 barů. Každé vozidlo přepravuje 200 až 1100 kg vodíku. Nákladní vozidlo (ICEV) pak slouží k tažení přívěsu a jeho výkon může být ovlivněn mimo jiné faktory, jako je trasa, kvalita silnice, provoz, činnost řidiče a venkovní teplota. Než se vodík dostane do FCEV, proběhnou v HRS další fáze stlačování a chlazení. Důvodem je skutečnost, že vodík je na místě obvykle uchováván pod tlakem až 950 barů, což vyžaduje chlazení na teplotu 233,15 K (-40°C), aby se zabránilo nedostatečnému naplnění nádrží vozidel a aby se ochránila kompozitní vrstva skladovací nádrže. Spotřeba energie pro řetězec činností, jako je tato, při použití jiných než obnovitelných zdrojů energie produkovat značné množství emisí ekvivalentních CO₂. Palivový článek, baterie, elektronika, konverze stejnosměrného a střídavého proudu a mechanické součásti hnacího ústrojí vozidla mají za následek energetické ztráty a ovlivňují účinnost vozů. Jak již může být zřejmé, při porovnávání energetické účinnosti obou pohonných jednotek je třeba vzít v úvahu mnoho faktorů, proto se výsledky mohou lišit. (35)

4) Porovnání nákladů pro různé pohonné jednotky

Při zpětném pohledu na trh jsou spalovací motory přítomny ve všech segmentech a velikostech vozidel. V posledních dvou desetiletích se tato pozice neustále vyvíjela a trh se stal heterogenní směsí různých technologií pohonu, které usilují o podíl na trhu (viz Část 2).

Technologie používané ve vozidlech ICEV, BEV a FCEV se od sebe značně liší a každá z nich se v současné době nachází ve velmi odlišné fázi vyspělosti. To má dopad na provozní náklady (spojené se službami, palivem a infrastrukturou) i na přímé výrobní náklady (související s maloobchodní cenou). Rozdíly v nákladech navíc nelze přičítat pouze technologii pohonu, a to ani v případě, že je pro stejný model vozu k dispozici několik pohonných jednotek. Je tomu tak proto, že i drobné úpravy proporcí různých dílů mohou vyžadovat použití samostatných výrobních forem, což ovlivní cenu každého jednotlivého dílu. Původ vozů ovlivňuje také jejich cenu; místní zákony, náklady na pracovní sílu, dostupnost surovin, kolísání hodnoty měny a mnoho dalších faktorů může mít velký vliv na konečnou cenu vozu. Pro ilustraci této okolnosti je na Obrázku 22 znázorněna pořizovací cena autobusu pro různé pohonné jednotky a zeměpisné lokality. Samotné náklady na pohonné ústrojí tvoří značnou část celkových nákladů na vůz a nejdražší pohonné ústrojí, které je dnes k dispozici, využívá technologii palivových článků. Ceny baterií jsou ovlivněny především surovinami daného typu, zatímco ceny palivových článků jsou ovlivněny především vysokými technologickými požadavky na výrobu. Náklady na kWh lithium-iontových baterií neustále klesají. Z 834,42 USD/kWh v roce 2010 klesly na 170 USD/kWh v roce 2019 a předpokládá se, že po roce 2024 nakonec překročí 100 USD/kWh. Na druhou stranu podle předpovědi amerického ministerstva energetiky by při zvýšení výroby z méně než 1 000 jednotek ročně na 500 000 jednotek ročně mohly náklady na systémy palivových článků klesnout

z přibližně 150 USD/kW na zhruba 45 USD/kW. Mezitím se množství platiny potřebné k výrobě palivových článků od roku 2005 snížilo přibližně o 80 % a její náklady dnes tvoří méně než 1 % celkových nákladů na pohonnou jednotku. V budoucích letech se očekává, že ceny BEV a FCEV budou nadále klesat a jejich tržní podíly porostou. Vzhledem k rozdílům v cenách vozidel ve stejném segmentu, které jsou nižší než 10 000 USD, se očekává, že se jejich náklady přiblíží nákladům vozidel se spalovacím motorem. (36)



Obrázek 22 - Srovnání ceny za nákup 12metrového autobusu v několika regionech v roce 2019 (36)

5) Segmenty dopravního průmyslu

Alternativní pohony byly v předchozích částech zkoumány pouze u osobních vozidel a jejich infrastruktury. Existují však ještě další segmenty dopravního průmyslu, kde mohou alternativní pohony výrazně snížit emise CO₂-ekv. Těžká nákladní vozidla, námořní nákladní lodě a letadla tvoří dohromady subsegmenty dopravy, které se podílejí na emisích ekvivalentu CO₂ přibližně 54 % v EU-28 a přibližně 51 % celosvětově. Níže je uveden stručný přehled současného stavu klíčových odvětví dopravy.

a) Těžká nákladní vozidla

Přestože jsou těžká vozidla BEV v současné době nepraktická kvůli nízké hustotě energie bateriové technologie, několik výrobců se stále snaží o jejich uvedení na trh. V důsledku vlivu složení hmotnosti, nosnosti a zákonem stanovené maximální hmotnosti vozidla je udávaný dojezd těchto vozidel (200-800 km) (související s velikostí akumulátoru) omezen. Hmotnost akumulátorové sady nakonec překročí hmotnost užitečného zatížení v důsledku dalšího vývoje velikosti akumulátorů. Na druhou stranu těžké nákladní vozy FCEV si teprve nedávno získaly značnou pozornost pro komerční využití, přestože jejich dojezd (1 062-1 776 km) a doba tankování (16,67 min) jsou srovnatelné s

nákladními vozy s dieselovými motory (1 569-3 138 km, resp. 6-12 min). Nejnovější aplikace v těžkém provozu se týkají pouze autobusů, ačkoli EU-28 chce do roku 2050 podpořit proniknutí 5 000 elektro vlaků a 1,7 milionu elektro nákladních vozidel a autobusů dohromady na trh. (37)

b) Nákladní lodě

Mezinárodní námořní organizace pracuje na zavedení přísnějších předpisů, aby omezila množství emisí CO₂ z nákladních lodí, které jsou považovány za odvětví dopravy s největší spotřebou paliva na světě. Možnosti nasazení bateriových pohonů jsou omezeny různými velikostmi a tvary námořních nákladních lodí, stejně jako vzdálenostmi, které mohou urazit, a objemem zboží, které mohou přepravovat. Existují společnosti, které důkladně zkoumají generální opravu současných nákladních lodí nahrazením jejich motorů elektromotory poháněnými buď bateriemi, nebo palivovými články poháněnými vodíkem ve spojení se zásobníky kapalného nebo vysokotlakého vodíku. Jejich výzkum poskytuje jasnou představu o omezeních používání baterií a dokonce i tlakového vodíku, zatímco kapalný vodík je stále životaschopnou volbou pro mnoho různých typů lodí a jedinou možností pro ty největší. (38)

c) Letecká doprava

V leteckém průmyslu se v následujících desetiletích předpokládá trojnásobný nárůst emisí. V důsledku toho se i při současném každoročním zvyšování palivové účinnosti o 1,5 % odhadují předpokládané emise do roku 2050 na 2 381 milionů tun ekvivalentu CO₂. Využití vodíku pro komerční lety stojí v cestě řada překážek, například hustota výkonu palivových článků, zkapalňování a skladování palivových článků, bezpečnostní předpisy, cena ekologického vodíku nebo paliv na bázi ekologického vodíku a mnoho dalších. Již pár firem pracuje na tom, aby byla komerční letecká doprava poháněna bateriemi, nicméně hmotnost těchto vozidel omezuje jejich použití na malá letadla (2-10 cestujících) a krátké trasy (300-1 000 km). (39)

6) Syntetická paliva

Zelený vodík a CO₂, získané buď přímo ze vzduchu, nebo zachycením plynů v průmyslových závodech, lze využít k výrobě syntetických paliv nebo alespoň jejich části. V současné době je zcela možné vyrábět falešný benzín, naftu a petrolej pro tři základní odvětví mobility (osobní automobily, nákladní dopravu a letectví). První a druhý problém takové strategie se týká nákladů a účinnosti. V těchto oblastech bude vždy levnější a efektivnější využívat pro pohonné jednotky přímo elektřinu, a to z důvodu četných energetických přeměn nutných k výrobě, dodávce a distribuci paliva. Vzhledem k omezením alternativních pohonů v těchto odvětvích je však možné, že tyto typy paliv najdou široké uplatnění v oblasti námořní nákladní dopravy a transoceánských letů.

Takzvaná bionafta neboli obnovitelná nafta je druh syntetického paliva, které se v současnosti hojně využívá. Bionafta je souhrnné označení pro různé druhy motorové nafty vyrobené z různých rostlinných nebo živočišných tuků. Podle názvu metody používané k jejich získání jsou tato paliva známá také jako

HVO (hydrogenované rostlinné oleje). Mezi pět největších výrobců bionafty patří Spojené státy americké, Indonésie, Brazílie a Argentina. Největším výrobcem bionafty na světě je Evropská Unie. Pokud jde o produkci jednotlivých států, Německo využívá řepkový olej jako hlavní surovinu pro výrobu bionafty a jeho příspěvek tvoří čtvrtinu celkového množství tohoto paliva pocházejícího z Evropské Unie.

Většinu (více než 60 %) surovin používaných k výrobě bionafty tvoří řepkový olej a použitý kuchyňský olej; druhým nejrepresentativnějším typem suroviny je palmový olej a živočišné tuky; živočišné tuky, sójový olej, borovicový olej a další mastné kyseliny obvykle tvoří méně než 10 % surovin používaných k výrobě bionafty. Využívání orné půdy a potravinových zdrojů k výrobě pohonných hmot je jednou z hlavních námitek proti bionaftě, nicméně pouze 12 % světové bionafty se vyrábí tímto způsobem. Základní příčiny problémů s potravinovou bezpečností a hladomorem jsou také poměrně složité a dalece přesahují úroveň produkce potravin. (40)

7) Shrnutí

Stávající modely výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů ukazují vývoj a směřování k ekologicky odpovědnému energetickému paradigmatu. Dopravní průmysl se však stále potýká s problémy a technologie alternativních motorů si jen pomalu razí cestu na trh. Pokud jde o zavedení vozidel BEV a FCEV, zásadní význam mají systémy HRS a dostupnost dobíjecích stanic. Na druhou stranu vozidla BEV lze nabíjet i doma, což je díky větší dostupnosti nabíjecích stanic praktičtější než vozidla FCEV. Vozidla BEV i FCEV mají své vnitřní výhody, které kompenzují jejich slabiny. Obě technologie mohou existovat a v případě potřeby fungovat ve vzájemné součinnosti. ICE bude mít v dopravě své místo i v budoucnu, a to díky různým pokrokům v oblasti účinnosti a úspory paliva. Jeho použití bude pravděpodobně omezeno na leteckou a nákladní dopravu. Koncepce zeleného vodíku by se neměla omezovat pouze na oblast dopravy. Z pokroku v oblasti zelených vodíkových technologií budou profitovat i další průmyslová odvětví, která vodík využívají. Výsledný budoucí dopravní sektor by byl tím čistší, čím čistší by byl energetický mix elektrické sítě. Většinu emisí by mohla eliminovat elektrická infrastruktura využívající pouze obnovitelnou energii. V současné době se vývoj soustřeďuje především do několika vybraných vyspělých světových regionů. Potřeba dosáhnout stejného pokroku v ostatních zemích by měla být rovněž upřednostněna, protože změna klimatu nezná hranic. Mobilita budoucnosti se může skládat z různorodé kombinace různých vozidel, která využívají různé schopnosti jednotlivých motorů a zároveň zohledňují dostupnost místních zdrojů energie a jejich potřeby. Z tohoto pohledu mohou vozidla FCEV vládnout dojezdové vzdálenosti pro osobní a užitkové automobily, zatímco vozidla ICEV na syntetická paliva mohou nadále provozovat těžká nákladní vozidla a další aplikace mimo městské oblasti. Vozidla BEV budou pravděpodobně dominovat na krátké a střední vzdálenosti v rámci městských lokalit.

4.10 Pravděpodobnost dosažení uhlíkové neutrality

Vládní předpisy, technologická zlepšení a poptávka zákazníků, to vše má významný vliv na podnikání v oblasti elektromobilů. Vládní politiky mohou nabídkou pobídek zákazníkům k nákupu

elektromobilů a stanovením cílů, které musí výrobci splnit, ovlivnit nárůst počtu elektromobilů. Například Čína si stanovila cíl, prodat do roku 2022, 2 miliony elektromobilů. Vedle vládních politik jsou hlavními prvky ovlivňujícími vzestup elektromobilů technologická zlepšení. Pro spotřebitele bude jednodušší kupovat si elektromobily než konvenční automobily na benzín nebo naftu, až jejich ceny časem klesnou. Zatím je jejich odmítání způsobeno také skutečností, že elektromobily oficiálně nabízejí delší dojezd, než jsou doopravdy schopny ujet. Další inovace, jako například autonomní automobily, by mohly přispět ke zvýšení prodeje tím, že kromě prodloužení životnosti baterií bude jízda bezpečnější než kdykoli předtím.

Aby bylo možné předpovědět počet elektromobilů na silnicích do roku 2030, byla nejprve provedena analýza údajů ze dvou zdrojů:

- 1) The National Renewable Energy Laboratory (NREL) Electric Vehicle Market Analysis. V tomto článku je uvedena podrobná analýza současného a nadcházejícího prodeje elektromobilů v USA. Dále nabízí informace o preferencích zákazníků v oblasti elektromobilů a jejich nákladové efektivitě ve srovnání s jinými typy vozidel.
- 2) World Energy Outlook 2018 (WEO). Mezinárodní energetická agentura (IEA) v této výroční zprávě předkládá na základě současných politik a iniciativ, které se dnes realizují, prognózy pro světové energetické trhy do roku 2030.

Závěry ukazují různé prognózy počtu elektromobilů, které se budou používat do roku 2030. 350 milionů je spodní hranice a 550 milionů je horní hranice. Mediánový odhad činí 446 milionů, což se blíží obecné predikci 500 milionů elektromobilů do roku 2030. Tyto předpovědi mohou být velice chybné, pokud se budoucí předpisy a technologický pokrok budou výrazně lišit od předpokládaných, což se může stát. Vychází se z předpokladu, že většina lidí by si vybrala elektromobil, kdyby měli obě možnosti za stejnou cenu a při stejném pohodlí; nejsou zohledněny však žádné změny v preferencích spotřebitelů ani jiné faktory, které by mohly ovlivnit, kolik lidí si koupí elektromobil místo konvenčního vozidla. Protože v této analýze, která zkoumá pouze osobní a lehká nákladní vozidla, nejsou zahrnuty autobusy, mohou v ní chybět některé významná data a následné změny. Evropská unie chce do roku 2030 snížit emise CO₂ z nových automobilů o 37,5 %, což podpoří vznik a používání elektromobilů.

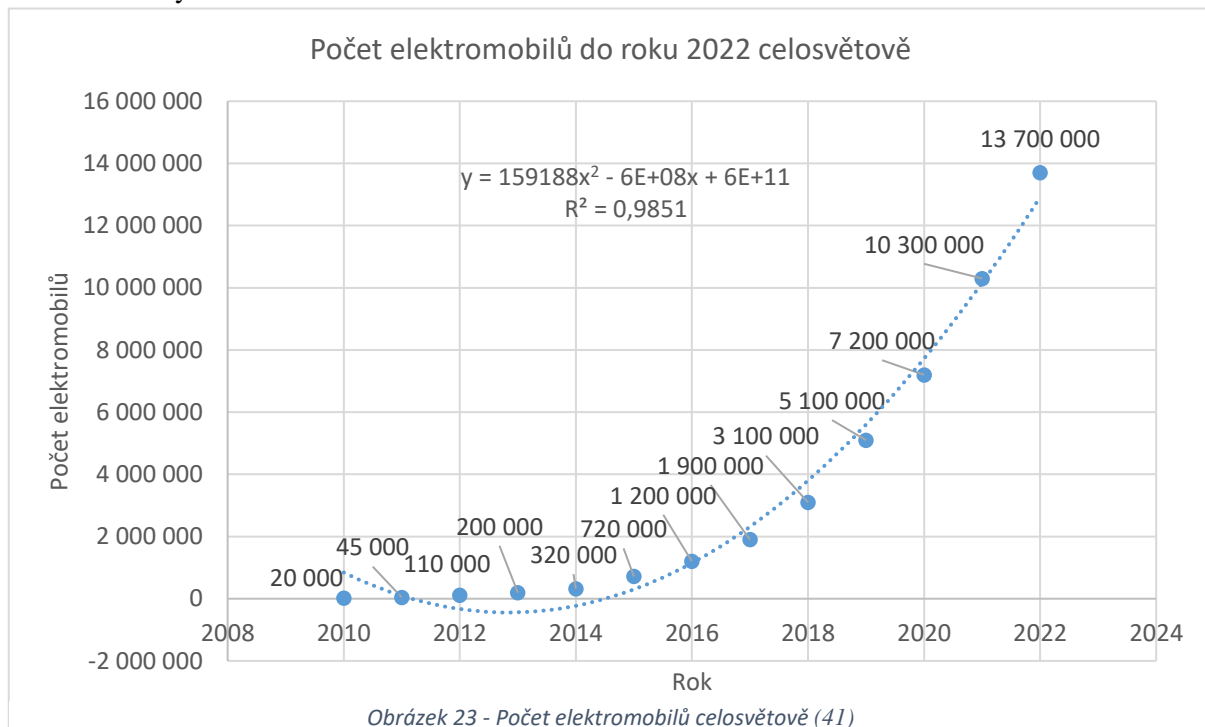
(41)

Závěrem lze říct, že do roku 2030 je průměrný odhadovaný roční procentuální nárůst elektromobilů přibližně 30 %, aby bylo dosaženo 30 % podílu na celosvětovém trhu s elektromobily, který předpovídá IEA. Určit tedy, kolik elektromobilů bude v horizontu deseti let jezdit na silnicích je nereálné. Můžeme však čistě z matematického hlediska pokračovat v momentálním rostoucím trendu automobilů. Z následující tabulky si vyčteme data prodaných elektromobilů od roku 2010 po rok 2022.

Rok	Počet elektromobilů [ks]
2010	20 000
2011	45 000
2012	110 000
2013	200 000
2014	320 000
2015	720 000
2016	1 200 000
2017	1 900 000
2018	3 100 000
2019	5 100 000
2020	7 200 000
2021	10 300 000
2022	13 700 000

Tabulka 2 – Počet elektromobilů od 2004 do 2022 ve světě (41)

Z této tabulky následně uděláme graf pro lepší vizuální představu rostoucího trendu elektromobility.



Při zachování stejného chování křivky a s každoročním nárůstem 30 % nových elektromobilů oproti předešlému roku, je předpoklad dosažení spodní hranice (350 milionů elektromobilů v roce 2030) spíše nereálný. Při pře násobení posledních dat z roku 2022, s celkovým počtem 13 700 000 elektromobilů, dostaneme následující hodnoty:

Rok	Počet elektromobilů [ks]
2022	13 700 000
2023	17 810 000
2024	37 471 207
2025	53 530 295
2026	76 471 850
2027	109 245 500
2028	156 065 000
2029	222 950 000
2030	318 500 000

Tabulka 3 – Predikce počtu elektromobilů s meziročním nárůstem 30% (41)

$$13\,700\,000 * 1,5 = 17\,810\,000$$

$$20\,550\,000 * 1,5 = 30\,825\,000$$

$$30\,825\,000 * 1,5 = 46\,237\,500$$

$$46\,237\,500 * 1,5 = 69\,356\,250$$

$$69\,356\,250 * 1,5 = 104\,034\,375$$

$$104\,034\,375 * 1,5 = 156\,051\,563$$

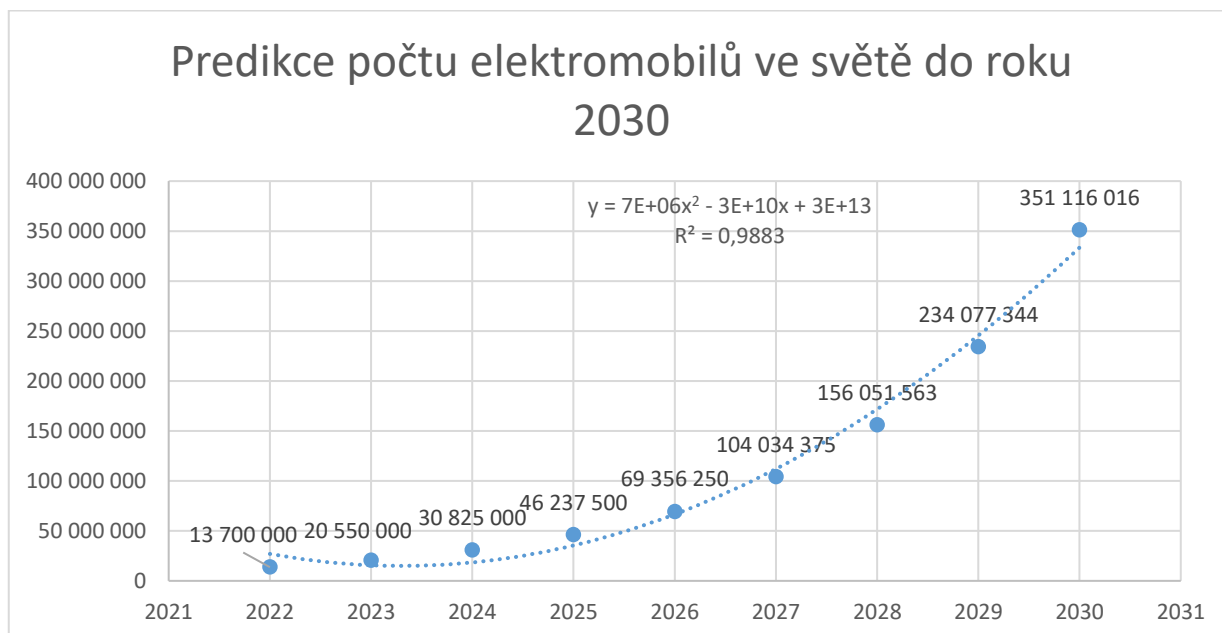
$$156\,051\,563 * 1,5 = 234\,077\,344$$

$$234\,077\,344 * 1,5 = 351\,116\,016$$

Avšak pokud zvětšíme koeficient růstu a budeme tedy počítat s nárůstem 50 % ročně, dosažení cíle 350 milionů elektromobilů je více než reálné. Takto přesně nelze predikovat nárůst každý rok, avšak jako průměrný roční nárůst za všechny roky až do roku 2030 to reálné je. S prosperujícími technologiemi je velmi pravděpodobné, že taková situace může nastat. V případě, že bychom s následujícím nárůstem počítali, dostali bychom se na hodnotu 351 116 016 elektromobilů.

Rok	Počet elektromobilů [ks]
2022	13 700 000
2023	20 550 000
2024	30 825 000
2025	46 237 500
2026	69 356 250
2027	104 034 375
2028	156 051 563
2029	234 077 344
2030	351 116 016

Tabulka 4 - Predikce počtu elektromobilů s meziročním nárůstem 50 % (41)



Obrázek 24 - Predikce roku 2030 (41)

Na grafickém znázornění můžeme vidět exponenciální chování křivky, které je stejného typu jako chování křivky vývoje elektromobilů od roku 2010 do roku 2022. Mnoho odborníků zabývajících se touto problematikou se shodují v tom, že tento případ může nastat.

Celkově lze tedy říci, že při zachování konstantního růstu a 50 % průměrného nárůstu, je spodní hranice, tedy 350 milionů elektromobilů, dosažitelná. S prosperující technologií je to velmi pravděpodobný scénář. Chování zákazníků a jejich preference predikovat přesně nelze. Avšak čistě po stránce prodeje to možné je. Pro dosažení uhlíkové neutrality v roce 2050 by musely být všechny automobily uhlíkově neutrální, tudíž s dosažením 350 milionů elektromobilů v roce 2030, by tento cíl měl být splnitelný. Momentálně je v provozu přes 1 miliardu automobilů, a toho při meziročním nárůstu 50 % lze v roce 2050 dosáhnout, avšak je to velmi závislé na více faktorech.

5 Závěr

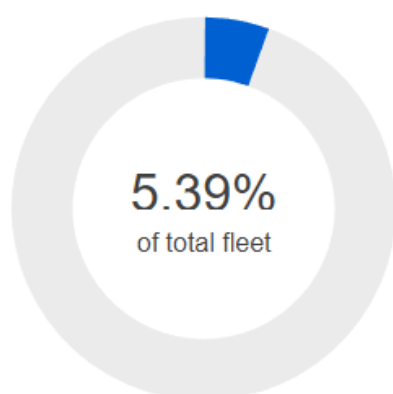
Elektromobily a další vozidla na alternativní paliva se zkoumají již mnoho let, ale teprve v posledních několika letech se na trhu skutečně prosadily. Přestože první elektromobil vznikl již v polovině 19. století, současný vývoj elektromobilů začal až v 90. letech 20. století. Elektromobily byly zpočátku pro většinu uživatelů nepraktické kvůli svému omezenému dojezdu a chybějící infrastruktuře pro nabíjení. Výkonnost a snadnost nabíjení elektromobilů se však v důsledku vývoje infrastruktury a technologie baterií výrazně zlepšily.

Obecně lze konstatovat, že důvodem k nákupu elektromobilu ze strany konečného spotřebitele je buď ekologický aspekt, nebo ekonomický profit. Aby pro spotřebitele byl elektromobil ekonomicky zajímavější než konvenční vozidlo, musí náklady na pořízení a provoz být menší než u ostatních vozů. Díky rostoucímu počtu prodaných elektrovozidel ve světě rychle roste také počet nabízených modelů spolu se zlepšením jejich výkonu a dojezdu. S momentálním průměrným dojezdem zhruba 350 km na

jedno nabití začínají být elektromobily mnohem lépe využitelné. K tomu přispěl pokrok v technologii baterií a větší důraz na udržitelnost a snižování emisí. Přestože jsou lithium-iontové baterie nejrozšířenější technologií baterií v elektromobilech, mají některé nevýhody, například omezenou energetickou hustotu, která má vliv na dojezd vozidla, nebo jejich krátkou životnost. Většinu lithium-iontových baterií je třeba vyměnit po 8 až 10 letech nebo po ujetí 160 000 až 240 000 km. Dalším problémem zůstává jejich vznětlivost v případě poškození nebo přehřátí. Lepší prodejnost elektromobilů přispívají ale i vlády různých zemí světa, které zavedly pobídky, jako jsou daňové úlevy a slevy, aby podpořily používání elektromobilů. Do budoucna se očekává, že trh s elektromobily se bude dále rozšiřovat s tím, jak se bude vyvíjet technologie baterií. Kromě toho se stále více prosazují autonomní a propojená vozidla, která budou mít velký vliv na způsob, jakým budou lidé v budoucnu cestovat. Vzhledem k omezené výrobní kapacitě a vysoké poptávce mohou být dodací lhůty pro elektromobily v průměru delší než pro konvenční vozidla. Řada automobilek však vynakládá velké prostředky na zvýšení počtu vyráběných elektromobilů, což by mělo vést ke zkrácení dodacích lhůt. Vysoké počáteční náklady na elektromobily v porovnání s běžnými automobily a nutnost rozšíření nabíjecí infrastruktury jsou dvě překážky, kterým je rovněž třeba se v budoucnosti hodně věnovat.

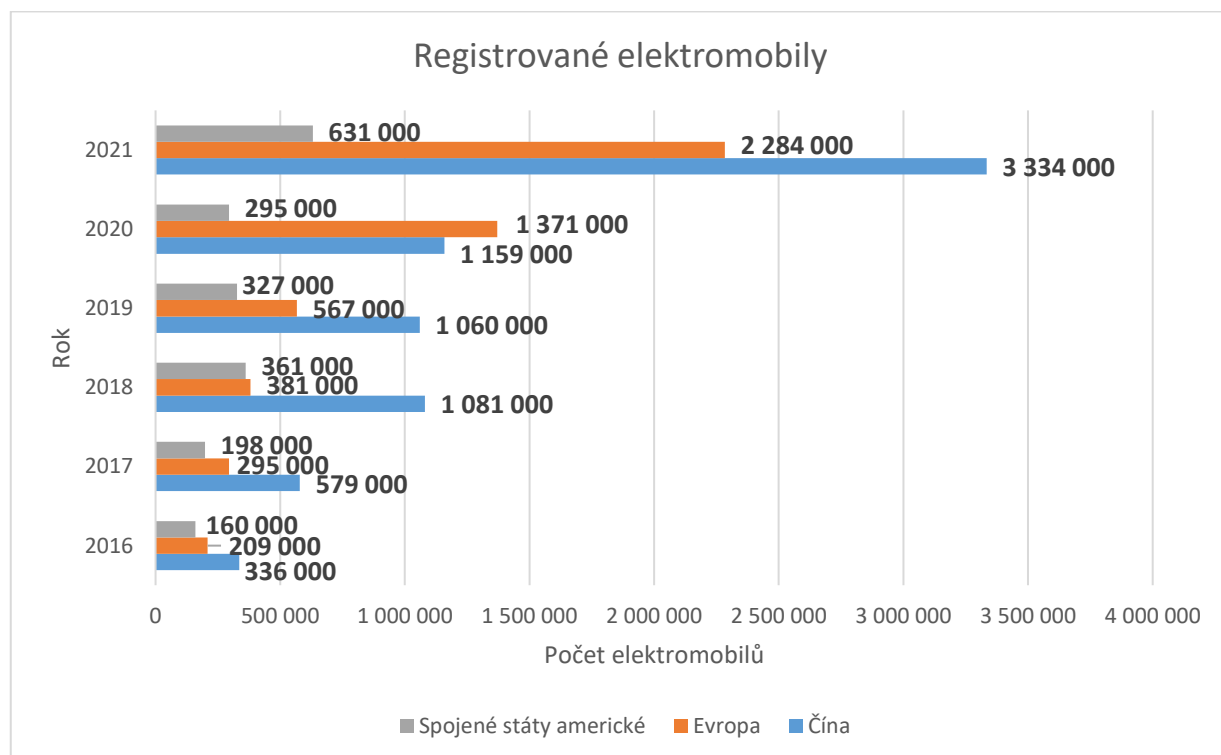
Navzdory těmto překážkám je zřejmé, že elektromobily budou v budoucnu v dopravě dominovat, a výrobci automobilů se předhánějí ve vytváření špičkových modelů. Jelikož je cílem Evropské Unie dosáhnout uhlíkové neutrality do roku 2050, snaha o snižování emisí je vidět na každém kroku. V automobilovém průmyslu se normy stále zpřísnují a s nadcházející emisní normou Euro 7, kdy by se podle dostupných informací měly měřit emise z brzd nebo i pneumatik automobilu, bude vše ještě více kontrolované. Do budoucna bude záležet na tempu vývoje nových technologií a jejich uvádění do praxe. To s sebou v počátku může nést zdražení, ale v průběhu času s rostoucím počtem vyrobených kusů lze předpokládat naopak cenový pokles. Momentálně jsou automobily s jakýmkoliv druhem elektrického pohonu stále podstatně dražší než konvenční automobily se spalovacími motory. S průměrným 50 % meziročním nárůstem v registracích elektromobilů je tak možno dosáhnout potřebných cílů pro splnění uhlíkové neutrality, kdy bude na světě jezdit přes 1 miliardu elektromobilů. V České republice je také možné vidět v posledních letech zřejmý nárůst v počtu nově registrovaných elektromobilů. Ze statistik je možné sledovat, že zákazníci preferují u vozidel s hybridními nebo plug-in hybridními pohony benzínové motory před naftovými. Převážná většina hybridních vozidel jsou tedy benzínová a příčinou tohoto jevu může být dynamičnost benzínového motoru oproti naftovému, potřeba jezdit spíše krátké městské trasy, což není pro naftový motor ideální, nebo touha po sportovnějším chování automobilu.

Alternative fuels vehicles share



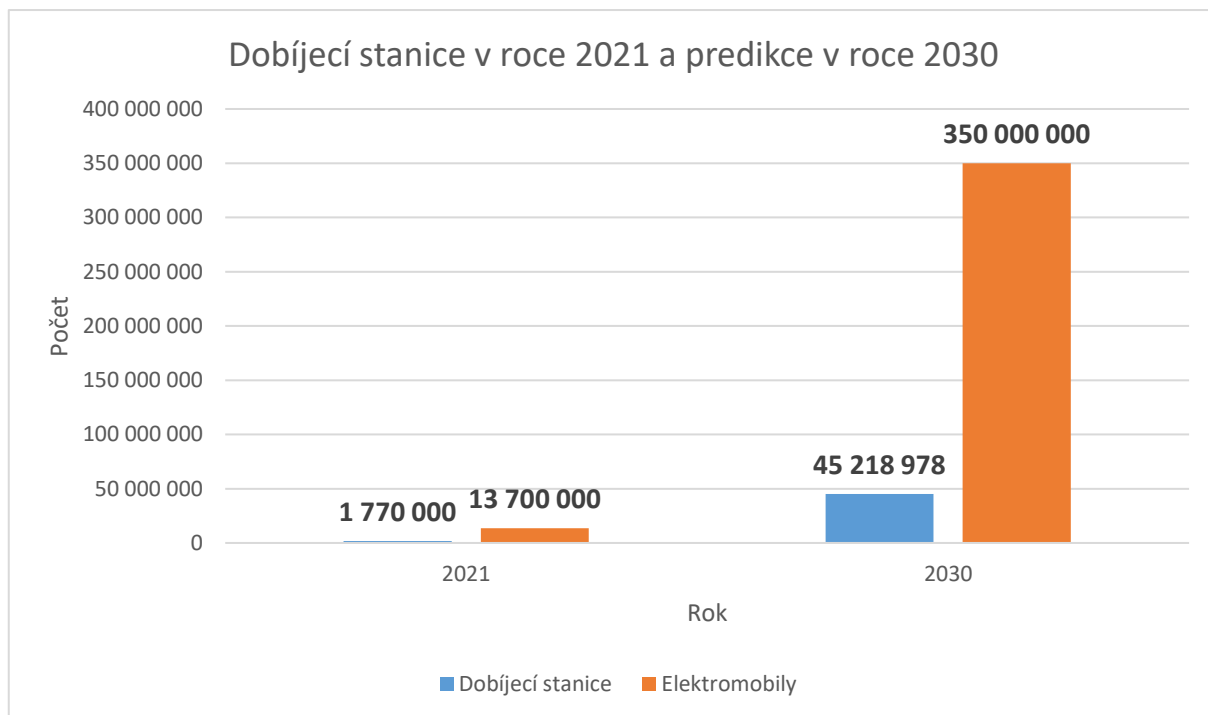
Obrázek 25 - Podíl vozidel s alternativním pohonem v EU (42)

Vozidla poháněná alternativními palivy jsou na vzestupu, každým rokem jich přibývá, a protože se evropské normy Euro stále zpřísňují, jinak tomu v budoucnu nejspíš nebude. Momentálně je registrováno přes 15 454 364 vozidel s alternativním pohonem v Evropské Unii z celkových 286 807 270 vozidel k datu 3.5.2023, což dělá více než 5% z celkového vozového parku v EU. (42)



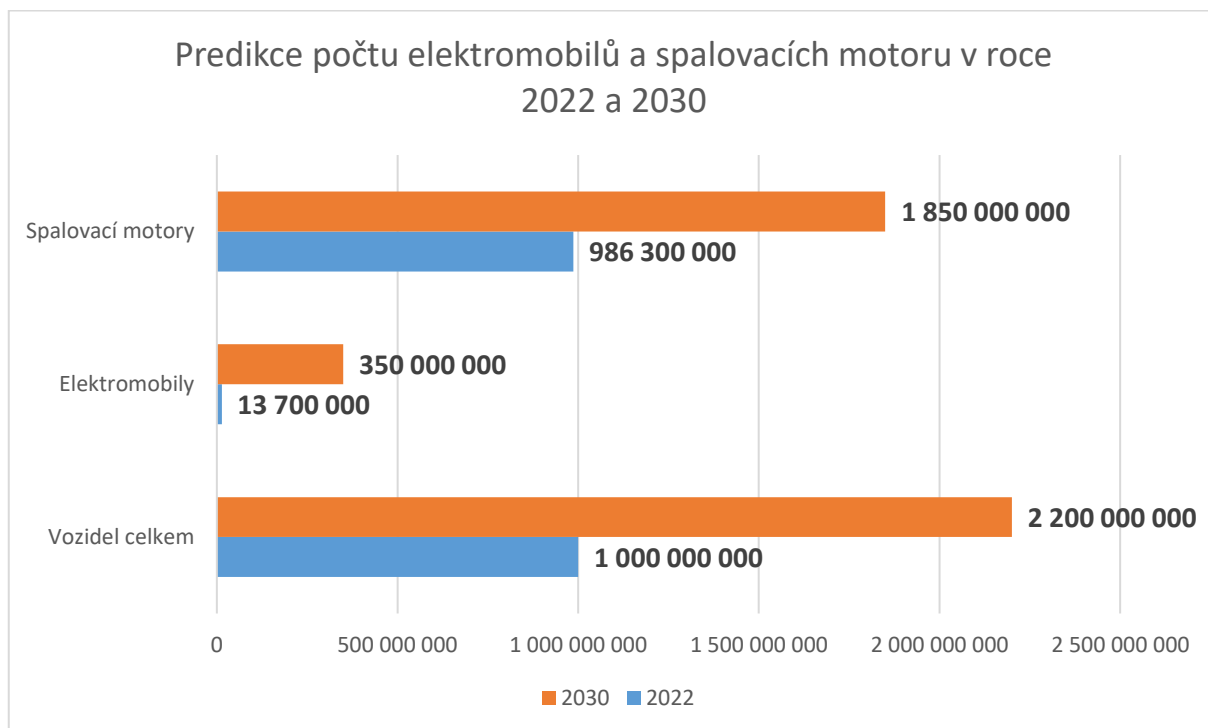
Obrázek 26 - Registrované elektromobily v USA, Číně a Evropě dle roku (28)

Značný vzestup v posledních letech může být závislý na mnoha faktorech, jak je uvedeno v textu výše. Nicméně zvyšující se popularita elektromobilů se nedá popřít. Největší nárůst je vidět v Číně a na druhém místě v Evropě.



Obrázek 27 - Potřebné dobíjecí stanice v roce 2030 (41)

S popularitou elektromobility je spojena problematika dostupnosti dobíjecích stanic a jejich nutná další výstavba. V Evropské Unii je průměr 15 dobíjecích stanic na 100 elektromobilů. V roce 2021 bylo zaznamenáno celkové množství 1 770 000 veřejně dostupných dobíjecích stanic, z čehož 1 200 000 bylo klasických a zbylých 577 000 bylo rychlodobíjecích stanic. To by v případě dosažení cíle 350 000 000 elektromobilů celosvětově v roce 2030 znamenalo, že by se ještě muselo po světě vystavět zhruba 43 500 000 dobíjecích stanic pro zachování stejného poměru elektromobilů ku dobíjecím stanicím.



Obrázek 28 - Predikce budoucího poměru elektromobilů a spalovacích motorů (43)

V roce 2022 bylo provozováno na silnicích kolem 1 miliardy automobilů, z čehož je pouhých necelých 14 milionů elektromobilů. Zbytek tvoří vozidla s konvenční motorizací. Pokud pro zjednodušení pomineme ostatní alternativní druhy paliv, mělo by v roce 2030 dle predikcí a momentálně vyvíjených technologií být v provozu celosvětově okolo 350 milionů elektromobilů a až 2,2 miliardy vozidel. To je enormní počet automobilů. Avšak z Obrázku 28 je možno vyčíst, že počet elektromobilů by se mohl po roce 2030 již brzy dorovnat vozidlům se spalovacími motory. (43)

V dnešní turbulentní době jsou neustále zveřejňovány technologické novinky, se kterými přichází jednotlivé automobilky, které se snaží být o krok kupředu před konkurencí. Toyota v nedávné době představila pokrok ve vývoji baterií s pevným elektrolytem, díky kterým by byly elektrické vozy schopny ujet až 1200 km na jedno nabití, které by trvalo zhruba 10 min. Jedná se o velmi významný krok, co se elektromobility týče. Mnoho automobilek se o tuto technologii pokoušelo, ale žádná z nich ji nebyla schopna převést do praxe. V případě, že se technologii podaří doladit a uvést do provozu pro sériovou výrobu, bude se jednat o skutečný „game changer“, který může elektromobilitu opravdu takzvaně „nakopnout“. (44)

6 Citovaná literatura

1. **Veacom.cz**. Druhy paliv pro motorová vozidla. *veacom.cz*. [Online] 21. 12 2022. <https://www.veacom.cz/cs/blog/druhy-paliv-pro-motorova-vozidla-10>.
2. **ENERGY, U.S. DEPARTMENT OF**. Energy Efficiency & Renewable Energy. *How do Gasoline Cars Work?* [Online] [Citace: 10. 12 2022.] <https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-gasoline-cars-work>.
3. Energy Efficiency & Renewable Energy. *How Do Diesel Vehicles Work?* [Online] [Citace: 10. 12 2022.] <https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-diesel-cars-work>.
4. Energy Efficiency & Renewable Energy. *How Do Natural Gas Vehicles Work?* [Online] [Citace: 10. 12 2022.] <https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-natural-gas-cars-work>.
5. Energy Efficiency & Renewable Energy. *How Do Propane Vehicles Work?* [Online] [Citace: 10. 12 2022.] <https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-propane-cars-work>.
6. Energy Efficiency & Renewable Energy. *How Do All-Electric Cars Work?* [Online] [Citace: 10. 12 2022.] <https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-all-electric-cars-work>.
7. Energy Efficiency & Renewable Energy. *How Do Hybrid Electric Cars Work?* [Online] [Citace: 10. 12 2022.] <https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-hybrid-electric-cars-work>.
8. Energy Efficiency & Renewable Energy. *How Do Plug-In Hybrid Electric Cars Work?* [Online] [Citace: 10. 12 2022.] <https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-plug-in-hybrid-electric-cars-work>.
9. Energy Efficiency & Renewable Energy. *How Do Fuel Cell Electric Vehicles Work Using Hydrogen?* [Online] [Citace: 10. 12 2022.] <https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-fuel-cell-electric-cars-work>.
10. Volkswagen: The scandal explained. *bbc.com*. [Online] BBC, 10. 12 2015. [Citace: 14. 12 2022.] <https://www.bbc.com/news/business-34324772>.
11. Griffiths, Hugo. Why you need to know about the new Euro 7 emission standards. *carwow*. [Online] 10. 11 2022. <https://www.carwow.co.uk/guides/running/euro-7-emission-standards-explained#gref>.
12. VanderPlas, Jake. *Python Data Science Handbook*.
13. R: What is R? [Online] [Citace: 19. 5 2023.] <https://www.r-project.org/about.html>.
14. KnowledgeHut. Pros & Cons Of Using Tableau For Your Projects. *knowledgehut.com*. [Online] 20. 4 2022. <https://www.knowledgehut.com/blog/business-intelligence-and-visualization/tableau-advantages-disadvantages>.
15. R, Tableau, Python: A Comparative and Competitive Analysis. *Emeritus.org*. [Online] <https://emeritus.org/in/learn/r-tableau-python-a-comparative-and-competitive-analysis/>.
16. Lemoine, James. Advantages & Disadvantages of Microsoft Excel. *techwalla.com*. [Online] <https://www.techwalla.com/articles/advantages-disadvantages-of-microsoft-excel>.
17. Absent Data. Microsoft Power BI Pros and Cons. *absentdata.com*. [Online] <https://absentdata.com/power-bi-pros-and-cons/>.

18. Doc. Ing. Jan Kožíšek, CSc., Ing. Barbora Stieberová, Ph.D. *Statická a rozhodovací analýza*. Praha : České vysoké učení technické v Praze, 2014.
19. Central, BioMed. Statistics review 7: Correlation and regression. *Viv Bewick, Liz Cheek, Jonathan Ball*. [Online] 5. 11 2003. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC374386/>.
20. Svaz Dovozců Automobilů. *Registrace nových OA v ČR 12/2021*. [Online] [Citace: 10. 12 2022.] <https://portal.sda-cia.cz/stat.php?n#rok=2022&mesic=12&kat=OA&vyb=cel&upr=&obd=m&jine=false&lang=CZ&str=nova>.
21. Svaz dovozců automobilů. Grafy a tabulky ke statistice vozidel registrovaných v ČR v období 1-12/2022. *portal.sda-cia.cz*. [Online] 2023. [Citace: 6. 1 2023.] https://portal.sda-cia.cz/clanky/download/2023_01_grafy_2022-12.pdf.
22. Dotace na nabíjecí stanice 2022. *evexpert.cz*. [Online] [Citace: 2. 1 2023.] <https://www.evexpert.cz/n/dotace-na-nabijeci-stance-2022>.
23. Pojišťovna, ČSOB. Dotace na elektromobil v ČR: Kdo na ně má nárok? *Blog ČSOB Pojišťovny*. [Online] 2022. 11 8. <https://www.csobpoj.cz/blog/dotace-na-elektromobil-v-cr-kdo-na-ne-ma-narok>.
24. Hybrid.cz. *Nabíjecí stanice pro elektromobily v Česku raketově rostou*. [Online] [Citace: 26. 12 2022.] <https://www.hybrid.cz/nabijeci-stance-pro-elektromobily-v-cesku-raketove-rostou/>.
25. Statista. Charging locations per 100 kilometers of roadway in 2021, by country. *statista.com*. [Online] 2023. <https://www.statista.com/statistics/1226432/charging-locations-per-hundred-kilometers-of-roadway/>.
26. Worldwide Daily Driving Distance is 25-50km? What about AU, US, UK, EU, and... *Solar on EV*. [Online] [Citace: 3. 1 2022.] <https://www.solaronev.com/post/average-daily-driving-distance-for-passenger-vehicles>.
27. Consumer Reports. *How electric cars stack up against gasoline cars*. místo neznámé : Consumer Reports.
28. Electric Car Sales and Statistics for 2022. *tridens technology*. [Online] [Citace: 1. 2 2023.] <https://tridens technology.com/electric-car-sales-statistics/>.
29. W. J. Sweeting, A. R. Hutchinson & S. D. Savage. *Factors affecting electric vehicle energy consumption*. [Article] místo neznámé : International Journal of Sustainable Engineering, 2011.
30. Batteries for Electric Vehicles. *Alternative Fuels Data Center*. [Online] https://afdc.energy.gov/vehicles/electric_batteries.html.
31. Fred Meier. Are Electric Cars Better for the Environment? *Cars.com*. [Online] [Citace: 4. 1 2023.] <https://www.cars.com/articles/are-electric-cars-better-for-the-environment-2-442320/>.
32. Iea.org. Trends in charging infrastructure. *Global EV Outlook 2023*. [Online] <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023/trends-in-charging-infrastructure>.

33. Melissa, Rika. Close to Half Million EV Charging Points in the European Union but More is Needed. *statzon.com*. [Online] 20. 3 2023. <https://statzon.com/insights/ev-charging-points-europe>.
34. Isaac Wong. Types of EV Connectors. *Carput.my*. [Online] <https://carput.my/electric-vehicle-charger-ev-connector-types-in-malaysia/>.
35. WHAT ARE THE PROS AND CONS OF HYDROGEN FUEL CELLS? *twi-global.com*. [Online] <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-are-the-pros-and-cons-of-hydrogen-fuel-cells>.
36. China, Deloitte. Fuelinf the Future of Mobility - Hydrogen and fuel cell solutions for transportation. *Financ Advis*. [Online] 2020.
37. Iea.org. Trends in electric heavy-duty vehicles. *iea.org*. [Online] <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2022/trends-in-electric-heavy-duty-vehicles>.
38. Sustainable Shipping. *emsa.europa.eu*. [Online] <https://www.emsa.europa.eu/sustainable-shipping/alternative-fuels.html>.
39. Observatory, European Alternative Fuels. Alternative fuels used for aviation. *European Commission*. [Online] <https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/transport-mode/aviation/alternative-fuels-for-aviation>.
40. Synhelion. Synthetic fuels explained. *synhelion.com*. [Online] <https://synhelion.com/news/synthetic-fuels-explained>.
41. Cong, Dong a Xiucheng Dong, Qingzhe Jiang, Kangyin Dong, Guixian Liu. What is the probability of achieving the carbon dioxide emission targets of the Paris Agreement? Evidence from the top ten emitters. *ScienceDirect*. [Online] 13. 12 2017. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969717335192>.
42. Observatory, European Alternative Fuels. European Union (EU27) Road. *European Commission*. [Online] 3. 5 2023. <https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/transport-mode/road/european-union-eu27>.
43. There will be an additional 1.2 billion cars on the road by 2030. *DownToEarth*. [Online] 28. 10 2017. <https://www.downtoearth.org.in/news/air/it-is-time-the-world-quits-diesel-and-petrol-cars-58956>.
44. Charvát, Ondřej. Hospodářské noviny. *Toyota odhalila podrobnosti o technologickém průlomu v bateriích. Náklady a váhu sníží až na polovinu*. [Online] 7. 7 2023. <https://archiv.hn.cz/c7-67222520-12m672-769c1245d8fb8e4>.
45. Mapa nabíjecích stanic. *fdrive.cz*. [Online] [Citace: 15. 12 2022.] <https://fdrive.cz/mapa-nabijecich-stanic>.
46. Pojišťovny, Redakce ČSOB. Dotace na elektromobil v ČR: Kdo na ně má nárok? *Blog*. [Online] 2022. 11 8. <https://www.csobpoj.cz/blog/dotace-na-elektromobil-v-cr-kdo-na-ne-ma-narok>.
47. MapChart. *MapChart*. [Online] <https://www.mapchart.net/europe.html>.

7 Seznam obrázků

Obrázek 1 – Benzinový automobil (2)	10
Obrázek 2 - Naftový automobil (3).....	11
Obrázek 3 - Vozidlo na CNG (4).....	13
Obrázek 4 - Vozidlo na LPG (5).....	14
Obrázek 5 – Elektromobil (6)	15
Obrázek 6 - Plug-in hybridní vozidlo (8)	17
Obrázek 7 - Vodíkové vozidlo (9)	19
Obrázek 8 – Prodaná vozidla dle druhu pohonu v roce 2017 (20).....	30
Obrázek 9 - Prodané druhy pohonů v roce 2022 (20).....	30
Obrázek 10 - Porovnání registrovaných automobilů v roce 2017 a 2022 (20)	31
Obrázek 11 - Vývoj prodeje elektromobilů v České republice (21).....	32
Obrázek 12 - Podíl nově registrovaných hybridů v roce 2022 (21)	32
Obrázek 13 - Podíl nově registrovaných vozidel s alternativním pohonem (21)	33
Obrázek 14 - Síť dobíjecích stanic (45).....	35
Obrázek 15 - Počet dobíjecích stanic na 100 km ve světě (25).....	35
Obrázek 16 - Průměrný dojezd BEV a PHEV v kilometrech (27)	37
Obrázek 17 - Počet prodaných elektrických vozidel v Číně v tisících (28)	38
Obrázek 18 - Prodeje elektrických vozidel v Evropě v tisících (28)	39
Obrázek 19 - Počet prodaných elektrických vozidel v USA v tisících (28).....	39
Obrázek 20 - Počet nabíjecích stanic v jednotlivých státech (47).....	44
Obrázek 21 - Typy konektorů (34)	45
Obrázek 22 - Srovnání ceny za nákup 12metrového autobusu v několika regionech v roce 2019 (36).....	48
Obrázek 23 - Počet elektromobilů celosvětově (41).....	53
Obrázek 24 - Predikce roku 2030 (41)	55
Obrázek 25 - Podíl vozidel s alternativním pohonem v EU (42).....	57
Obrázek 26 - Registrované elektromobily v USA, Číně a Evropě dle roku (28).....	57
Obrázek 27 - Potřebné dobíjecí stanice v roce 2030 (41)	58
Obrázek 28 - Predikce budoucího poměru elektromobilů a spalovacích motorů (43).....	59