

Vysoká škola logistiky o.p.s.

**Rozvoj elektromobility v individuální
dopravě**

(Bakalářská práce)



**Vysoká škola
logistiky**
o.p.s.

Zadání bakalářské práce

student	Jakub Marek, DiS.
studijní program obor	LOGISTIKA Logistika v dopravě

Vedoucí Katedry bakalářského studia Vám ve smyslu čl. 22 Studijního a zkušebního řádu Vysoké školy logistiky o.p.s. pro studium v bakalářském studijním programu určuje tuto bakalářskou práci:

Název tématu: Rozvoj elektromobility v individuální dopravě

Cíl práce:

Popsat vývoj elektromobility a vyhodnotit její technické a technologické předpoklady a ekonomiku provozu z pohledu koncového uživatele.

Zásady pro vypracování:

Využijte teoretických východisek oboru logistika. Čerpejte z literatury doporučené vedoucím práce a při zpracování práce postupujte v souladu s pokyny VŠLG a doporučeními vedoucího práce. Části práce využívající neveřejné informace uveďte v samostatné příloze.

Bakalářskou práci zpracujte v těchto bodech:

Úvod

1. Legislativní předpoklady rozvoje elektromobility
2. Technologické předpoklad rozvoje elektromobility a potřebné infrastruktury
3. Cenový vývoj palív a elektrické energie
4. Ekonomické porovnání automobilu se spalovacím motorem a elektromobilu

Závěr

Rozsah práce: 35 – 50 normostran textu

Seznam odborné literatury:

DUCHOŇ, Bedřich. Inženýrská ekonomika. Praha: C. H. Beck, 2007. ISBN 978-80-7179-763-0.

KUNST, Jaroslav, EISLER, Jan a ORAVA, František. Ekonomika dopravního systému. Praha: Oeconomica, 2011. ISBN 978-80-245-1759-9.

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Zdeněk Říha, Ph.D.


Datum zadání bakalářské práce:

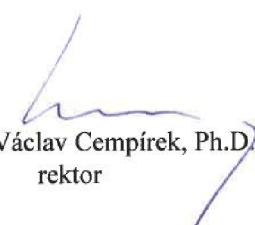
31. 10. 2021

Datum odevzdání bakalářské práce:

6. 5. 2022

Přerov 31. 10. 2021


Ing. et Ing. Iveta Dočkalíková, Ph.D.
vedoucí katedry


prof. Ing. Václav Cempírek, Ph.D.
rektor

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a že jsem ji vypracoval samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná a že jsem v práci neporušil autorská práva ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o autorském právu, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

Prohlašuji, že jsem byl také seznámen s tím, že se na mou bakalářskou práci plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 60 – školní dílo. Beru na vědomí, že Vysoká škola logistiky o.p.s. nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro pedagogické, vědecké a prezentační účely školy. Užiji-li svou bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat předtím o této skutečnosti prorektora pro vzdělávání Vysoké školy logistiky o.p.s.

Prohlašuji, že jsem byl poučen o tom, že bakalářská práce je veřejná ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 47b. Taktéž dávám souhlas Vysoké škole logistiky o.p.s. ke zpřístupnění mnou zpracované bakalářské práce v její tištěné i elektronické verzi. Souhlasím s případným použitím této práce Vysokou školou logistiky o.p.s. pro pedagogické, vědecké a prezentační účely.

Prohlašuji, že odevzdaná tištěná verze bakalářské práce, elektronická verze na odevzdaném optickém médiu a verze nahraná do informačního systému jsou totožné.

V Přerově, dne 6. 5. 2022

Jakub Marek, DiS.

Poděkování

Velice rád bych poděkoval panu doc. Ing. Zdeňku Říhovi, Ph.D., vedoucímu mé bakalářské práce, za odborné vedení a cenné rady, především pak za ochotu a trpělivost při zpracování této práce.

Anotace

Tato bakalářská práce se zabývá vývojem elektromobility a její infrastruktury, která je důležitou složkou pro efektivní rozvoj elektromobility. Další oblastí, kterou se tato bakalářská práce zabývá, je vyhodnocení technických, technologických a ekologických předpokladů, které jsou spojeny s výrobou a likvidací elektromobilů. Vzhledem ke globálnímu oteplování a změnám klimatu tak neustále sílí tlak na výrobce automobilů, a to neustálým zpřísněním legislativních předpisů. Zároveň jsou díky tomuto tlaku výrobci automobilů nuceni k přechodu z výroby vozidel na fosilní paliva na vozidla, která využívají alternativní pohon. Z tohoto důvodu se bakalářská práce zabývá i porovnáním těchto vozidel z ekonomického hlediska se spalovacím a vznětovým motorem a elektromobilem pro koncového uživatele.

Klíčová slova

elektromobil, paliva, vývoj, automobil, cena, legislativa

Annotation

This bachelor thesis deals with the development of electromobility and its infrastructure, which is an important component for the effective development of electromobility. Another area that this bachelor thesis deals with is the evaluation of technical, technological and ecological assumptions that are associated with the production and disposal of electric vehicles. Due to global warming and climate change, the pressure on car manufacturers is constantly increasing, thanks to the constant tightening of legislation. At the same time, this pressure forces car manufacturers to switch from fossil fuel production to alternative propulsion vehicles. For this reason, the bachelor's thesis deals with a comparison of these vehicles from an economic point of view with an internal combustion and diesel engine and an electric car for the end user.

Keywords

electric car, fuels, development, automobile, price, legislation

Obsah

Úvod.....	9
1 Legislativní předpoklady elektromobilů.....	11
1.1 Akční plán EU.....	12
1.2 Směrnice 2014/94 EU.....	12
1.3 Emisní norma 6 a příchod normy 7.....	13
2 Současný stav elektromobility a infrastruktury.....	16
2.1 Výroba a technologie elektromobilu.....	17
2.2 Výroba a likvidace akumulátorů elektromobilu.....	19
2.3 Technické druhy elektromobility.....	21
2.3.1 BEV – Battery Electric Vehicles.....	21
2.3.2 FCEV – Fuel Cell Electric Vehicles.....	21
2.3.3 HEV – Hybrid Electric Vehicles.....	21
2.3.4 PHEV – Plug-in Hybrid Electric Vehicle.....	21
2.3.5 BAHV – Mild Hybrid.....	22
2.3.6 Full Hybrid.....	22
2.4 Druhy elektromobilů.....	22
2.4.1 Škoda ENYAQ iV.....	22
2.4.2 Toyota MIRAI.....	23
2.4.3 Ford Kuga.....	24
2.4.4 Hyundai Tucson.....	25
2.4.5 Škoda Karoq.....	26
2.5 Infrastruktura dobíjení elektromobilu.....	27
2.5.1 Rapid chargers.....	28
2.5.2 Fast chargers.....	30
2.5.3 Slow chargers.....	31
3 Cenový vývoj paliv a elektrické energie.....	34
3.1 Motorová nafta.....	34
3.2 Benzín.....	35
3.3 Elektřina.....	35
3.3.1 Kobalt.....	37
3.3.2 Lithium.....	37
4 Ekonomické porovnání automobilů.....	39
4.1 Porovnání – nové x nové, stejný nájezd, rozdílná životnost, nafta.....	40
4.2 Porovnání – nové x nové, stejný nájezd, rozdílná životnost, benzín.....	42
4.3 Porovnání – nové x nové, rozdílný nájezd, rozdílná životnost, nafta.....	44

4.4	Porovnání – nové x nové, rozdílný nájezd, rozdílná životnost, benzín.....	46
4.5	Porovnání – nové x ojeté, stejný nájezd, rozdílná životnost, nafta	48
4.6	Porovnání – nové x ojeté, stejný nájezd, rozdílná životnost, benzín	50
4.7	Porovnání – nové x ojeté, rozdílný nájezd, rozdílná životnost, nafta	52
4.8	Porovnání – nové x ojeté, rozdílný nájezd, rozdílná životnost, benzín.....	54
	Závěr	57
	Seznam zdrojů.....	59
	Seznam grafických objektů.....	63
	Seznam zkratk	65

Úvod

Z důvodu velkého tlaku legislativních předpisů je obrovská snaha přechodu ze spalovacích motorů na alternativní paliva. Hlavním důvodem přísných legislativních předpisů pro výrobce automobilů jsou především klimatické změny neboli globální oteplování. Globální oteplování je jednou z největších hrozeb pro lidstvo a je důležité s tímto faktorem začít něco dělat.

Silniční doprava se stává stále více a více využívanou dopravní složkou, a tím roste i podíl škodlivých látek, které znečišťují ovzduší. Právě proto je důležité zabývat se ve větším měřítku tím, jaké zdroje energie se využívají pro individuální silniční dopravu.

Bakalářská práce bude rozdělena do několika částí, v první budou zmíněny legislativní předpoklady vývoje elektromobility, akční plán Evropské unie, legislativní směrnice a směrnice Euro norem, které díky svému tlaku působí na výrobce automobilů. Ti jsou poté nuceni k přechodu výroby z vozidel na fosilní paliva na vozidla využívající alternativní pohon.

V další části bakalářské práce bude zmíněn současný stav elektromobility a její infrastruktury, která je nedílnou složkou pro efektivní rozvoj elektromobility. Dále také technologie a ekologičnost, spojená s výrobou a likvidací elektromobilu a jeho hlavním dílem akumulátorem. V závěru této části budou představeni zástupci alternativních pohonů a jejich dobíjecí infrastruktura.

Ve třetí a zároveň předposlední části bakalářské práce bude popsán a vysvětlen cenový vývoj paliv a elektrické energie za poslední 3 roky.

V bakalářské práci bude dále věnována pozornost tomu, jak dle relevantních informací, které jsou spjaty s danou problematikou, určit výhodnost a význam nákupu a provozu vozidel na konvenční fosilní paliva anebo vozidla využívající alternativní pohony pro běžného uživatele v individuální osobní dopravě.

Tato bakalářská práce se bude zabírat zjišťováním a porovnáním různých druhů vozidel se spalovacím motorem, vznětovým motorem a elektromobilem. Bude pozorována výhodnost při dané pořizovací ceně vozidla na trhu, při dřívějších a aktuálních cenách paliv, dále také provozních nákladech, teoretickém nájezdu a životnosti vozidel. Nové vozidlo, využívající fosilní paliva, a také ojeté vozidlo budeme porovnávat

s novým elektromobilem. Tímto způsobem zjistíme, jaká varianta je pro uživatele výhodnější.

1 Legislativní předpoklady elektromobilů

Nyní se nacházíme v zásadní době a klíčovém okamžiku, kdy je potřeba reagovat na kritickou situaci v oblasti klimatu, mnohdy se hovoří o tom, že můžeme být i poslední generací, která může a zároveň musí začít jednat. Je důležité myslet v zájmu zdraví a dobrých životních podmínek, a dostát tak všem předurčeným závazkům v rámci Pařížské dohody. Evropská unie stanovila, s výhledem do roku 2030, snížení čistých emisí nejméně o 55 % ve srovnání s rokem 1990, a tím chce docílit i toho, aby se Evropa stala do roku 2050 prvním klimaticky neutrálním kontinentem.

V roce 2022 je v plánu přijetí několika důležitých dohod. Jedna z klíčových dohod je „Fit for 55“, která představuje velkou spoustu legislativních návrhů, které vypovídají o tom, jak by měla EU dosáhnout klimatických cílů, které jsou zmíněny výše (snížení emisí o 55 % do roku 2030). Tento balíček legislativních předpisů by se, dle francouzského a také českého předsednictví, měl přijímat právě v roce 2022. V těchto předpisech by mělo dojít k přijetí návrhu, jako je např. zákaz prodeje automobilů se spalovacími motory.

„Tyto cíle již nejsou touhami ani ambicemi, ale povinnostmi stanovenými v prvním evropském právním rámci pro klima, které vytvářejí nové příležitosti pro inovace, investice a pracovní místa.“ ([1], str.1)

„Fosilní paliva, používaná v silniční dopravě a stavebnictví, jsou významnými zdroji emisí a znečištění. Vzhledem k tomu, že dosud bylo velmi obtížné tato odvětví dekarbonizovat, mají také velký potenciál pro inovace a vytváření pracovních míst. Například obchodování s emisemi v silniční dopravě zvýší pobídky pro dodávky čistších paliv do stávajících vozidel. To povede k vývoji dostupných paliv na trhu pro stávající vozový park a přiměje poskytovatele služeb k dekarbonizaci svých paliv. Cena uhlíku však sama o sobě nezaručuje rychlý přechod k mobilitě s nulovými emisemi, neboť k tomu jsou zapotřebí doplňkové politiky, včetně dobíjecí infrastruktury.“ ([1], str. 7)

Při dnešním až „nesnesitelném“ tlaku legislativy, především na výrobce automobilů, ale i na „peněženku uživatele“, je opravdu náročné dosáhnout hranic nejpřísnějších emisních limitů Euro. Tento fakt zcela nevyhnutelně urychlí rozvoj vozidel jak s alternativními pohony, tak čistě elektrickými. Hlavním důvodem je, že vozidla uvedena na trh po roce 2020 mají omezené limity vypouštění škodlivých látek CO₂

v průměru maximálně 95 g na kilometr. Tato hodnota odpovídá nedosažitelným hodnotám spotřeby vznětového agregátu (nafta) okolo 3,54 litru a u zážehového agregátu (benzín) okolo 4,06 litrů na 100 km. [1]

1.1 Akční plán EU

Akčním plánem Evropské unie (dále EU) pro životní prostředí je dlouhodobý cíl politiky dosáhnout v oblasti ovzduší lepší a udržitelné kvality, které nebude mít významný vliv na lidské zdraví ani na životní prostředí. Tohoto cíle chce EU dosáhnout dodržováním předepsaných právních předpisů vydaných EU v oblasti kvality ovzduší.

V oblasti omezování znečištění ovzduší vydává EU právní předpisy, které by měly vést ke snižování emisí vozidel. Jedním z bodů Akčního plánu je také identifikovat neúčinné právní předpisy v oblasti omezování znečištění ovzduší, a naleznout včasné řešení, aby bylo dosaženo cílů v omezení znečištění ovzduší.

Akční plán EU je tzv. „jedna věc“, ale důležitější bude konečná podoba směrnic a jejich sociální i politická přijatelnost, avšak dle plánu EU, udržení výroby vozidel se spalovacími motory úplně reálná není. *„Devět evropských automobilek již oznámilo své plány na ukončení výroby vozů se spalovacími motory k roku 2035 nebo dokonce dříve. Myslím, že většina z nich ví, že musí ve vývoji uhlíkově neutrálních aut přidat, a tato změna se děje i proto, že ji chtějí spotřebitelé,“* [2] jak řekl při návštěvě České republiky místopředseda Evropské komise Franz Timmermans.

Dalším klíčovým rozhodnutím bude snížení emisí výstavbou nových jaderných elektráren, které by po schválení EU měly být zařazeny mezi bezemisní zdroje energie. Ačkoliv plán „Fit for 55“ je pro mnohé jen hrozbou či přítěží, tento plán přináší do České republiky i velké množství peněžních prostředků. Pro dosažení plánů a cílů je v rámci EU určeno 600 miliard eur, což je v přepočtu 15 bilionů českých korun, z nichž by Česká republika měla obdržet téměř 200 miliard korun a z toho je určeno 36 % na ekologii. [2]

1.2 Směrnice 2014/94 EU

Tato směrnice Evropského parlamentu a Rady pojednává o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva. Směrnice je určena ke snížení závislosti dopravy na ropných palivech. Tohoto snižování má být dosaženo mnoha způsoby, a to například

vypracováním udržitelné strategie alternativních paliv a také tvorbou odpovídající infrastruktury. Veškeré plány jsou uvedeny v bílé knize Komise, kde je především uveden návrh na snižování skleníkových plynů v dopravě o výše zmíněných 55 %, v porovnání s množstvím v roce 1990.

Elektromobilita se postupem času stala rychle se rozvíjející oblastí, přičemž je důležité zohlednit budoucí technologie, jakými jsou bezdrátové dobíjení nebo také výměna baterií. Proto tato směrnice musí zajistit aktualizace s cílem zohlednit budoucí normy pro technologie, což mohou být např. výše zmíněné výměny baterií či bezdrátové dobíjení baterií elektromobilů.

Mezi důležité faktory při dobíjení elektrických vozidel na dobíjecích stanicích patří zejména inteligentní měřicí systémy, je-li to finančně a technologicky možné. Cílem těchto zařízení je stabilizovat elektrické soustavy dobíjením akumulátorů ze sítě v období, kdy je nízká poptávka po odběru elektrické energie (zejména v nočních hodinách), a také zajistit bezpečné zpracování údajů. Z dlouhodobého hlediska by tento jev čerpání elektrické energie mohl umožnit dodávat již čerpanou energii zpět do sítě, a to v době vysoké poptávky po elektřině. Inteligentní měřicí zařízení sbírají údaje v reálném čase, což je jedním ze základních stavebních kamenů pro optimalizaci a stabilizaci sítě, která je potřebná pro dobíjecí služby. Systém tedy napomáhá jak k udržitelnosti elektrické soustavy, tak i koncovým spotřebitelům. [3]

1.3 Emisní norma 6 a příchod normy 7

Emisní normy jsou tu již mnoho let, avšak v dnešní době se dostávají tyto limity na velmi nízké hodnoty. Dalo by se říci, že dokonce až na limity konstrukčních částí motorů.

Ačkoliv tu emisní limity máme již od roku 1968, vše se rapidně urychlilo po aféře dieselgate, za čímž stála automobilová společnost Volkswagen, která v roce 2015 vybavila své nově vyrobené vozy softwarem, který rozpoznal, kdy motor pracuje v režimu, který odpovídá měření emisních škodlivin, a při tomto chodu motoru dočasně snižoval vyprodukované množství oxidu dusíku (NO_x), a tím docílil úspěšného splnění zákonných limitů.

Dalším značným vlivem na emisní normy je dohoda European Green Deal. Tato „zelená dohoda pro Evropu“ je v podstatě soubor politické iniciativy Evropské komise,

jejíž cílem je, aby se Evropa stala do roku 2050 klimaticky neutrální.

V dnešní době je nejnovější používanou normou norma 6. Tato norma prošla mnoha modifikacemi, což způsobilo pouze větší omezení. Tyto omezující normy dělají problémy nejvíce výrobcům vozidel. Již v průběhu let jsme měli Euro 6B, 6C, 6D-TEMP a v současné době je stanovená norma Euro 6D. Nejvyšší norma, která vstoupila v platnost v letošním roce, je nová verze, a to 6D-ISC-FCM. U těchto norem proběhly změny především v metodice měření výfukových plynů. Z důvodu častého ovlivňování měření v laboratořích a zkušebnách, tedy až do doby zavedení metody 6D. Tato metoda zavedla tzv. smíšené měření emisí, ve kterém je třeba, aby každé nové vozidlo bylo vybaveno speciálním zařízením pro monitorování spalování motoru a jeho uvolňování škodlivých látek do ovzduší. Další částí, kterou obsahuje Euro norma 6D je, že všechna nová vozidla musí absolvovat test Euro 6D v reálných podmínkách s nižšími mezními hodnotami, než jsou zjišťovány v laboratořích či zkušebnách. Díky normě 6D, z důvodu náročného vývoje vozidel i testování, se také zvýšily ceny nových automobilů. Například, rozdíl mezi Euro normou 6D-TEMP a současnou normou 6D, byl pouze v toleranci mezi laboratorními testy a zkouškami v reálném provozu. Norma Euro 6D-TEMP dovozovala toleranci mezi těmito zkouškami až 110 %, kdežto nejnovější norma Euro 6D povoluje odchylku pouze 43 %. Nejaktuálnější normou je tedy od roku 2022 norma 6D-ISC-FCM, která má být v nejbližších letech aktualizována na normu Euro 7.

Norma 6D-ISC-FCM, už tak dosti přísná, říká, že nová vozidla musí produkovat maximálně 95 g/ km CO₂. [4], [5]

Již v posledních měsících se diskutuje o nové Euro normě 7, která měla být schválena v roce 2021 a v platnost měla vejít roku 2025. O této normě nejsou doposud známé žádné mezní hodnoty, ale hovoří se o limitu produkce emisí na maximální hranici 30 g/km CO₂. Ovšem je dost dobře možné, že právě z důvodu dohody European Green Deal, může být pro spalovací motory likvidační. V normě Euro 7 by totiž měla být nová metodika měření, a to např. i jízda s přívěsem či jízda do kopce v zátěži. V řešení je také problém s měřicí technikou, která by nemusela tato měření zvládat.

S příchodem emisní normy Euro 7 lze předpokládat, z důvodu již požadovaných stávajících předpisů, že se bude jednat o poslední emisní legislativu před celkovým zákazem vypouštění jakýchkoliv škodlivin.

Norma Euro 7 by mohla vejít v platnost ve 3 verzích. První je tzv. „verze cestou

menšího zla“, která by snížila počty povolených emisních limitů, které obsahuje norma Euro 6. Druhá verze, už přísnější, by provedla korekci a verzi Euro 6 by zpřísnila a zavedla nové testování skleníkových plynů. V neposlední řadě verze třetí, která by kombinovala předchozí verze s dodatkem, že každé nové vozidlo by obsahovalo kompletní monitorování vyprodukovaných škodlivin, které by byly odesílány z vozidla pomocí online přenosu, přes diagnostické zařízení vozu. Tento krok by měl zamezit a zároveň včas varovat uživatele, že zvýšená produkce emisí vykazuje již značné opotřebení či selhávání pohonného ústrojí. [5], [6]

2 Současný stav elektromobility a infrastruktury

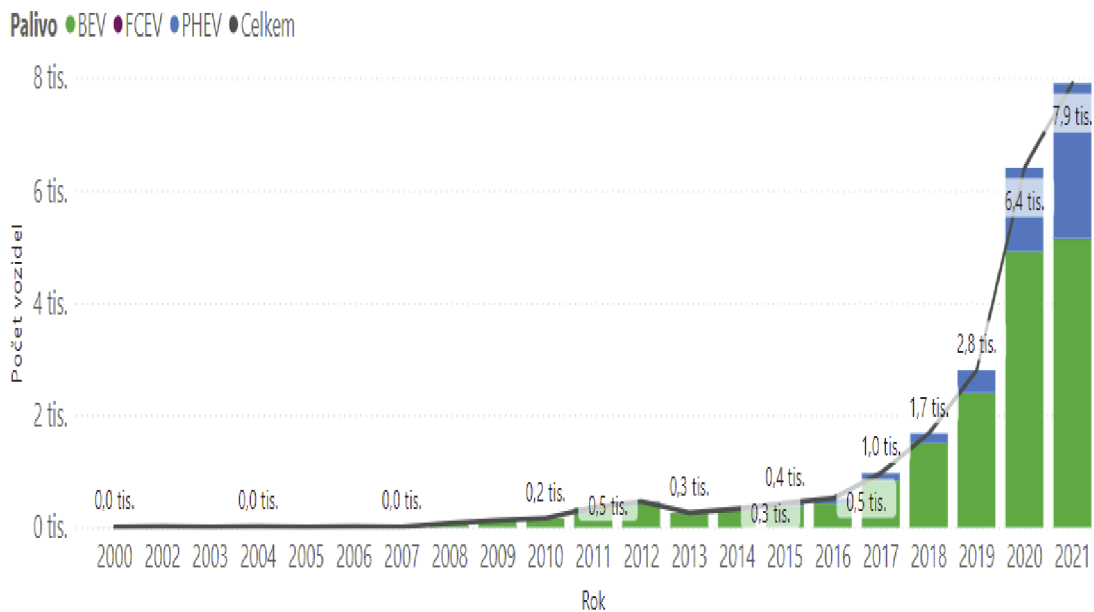
Elektromobilita v posledních letech nabírá vysoké obrátky na atraktivitě a je velmi diskutovaným tématem. I když počet elektromobilů se dynamicky zvyšuje, v ČR jsou čísla elektromobilů zatím velmi nízká, i přestože byl v evropských i mimoevropských státech předpokládán mnohem větší růst, než skutečně nastal, stále nástup elektromobilů poměrně rychle roste. Největším využitím v ČR je zatím využití elektromobilů v carsharingových společnostech, a to zejména v Praze, kde počet těchto sdílených vozidel roste.

Dalším legislativním předpokladem, kterému nemálo napomáhají státní či evropské dotace a zároveň je jednou z nezbytných součástí pro obsluhu elektrovozidel jsou nabíjecí stanice a nabíjecí sítě. Což je další impulz pro pořízení elektrovozidla, zejména pro potenciální zákazníky.

Evropská legislativa sleduje především cíle pro snižování škodlivých látek pro životní prostředí CO₂. Neustále diskutovaným tématem je zpřísňování těchto limitů CO₂ na ujetý kilometr.

Díky neustálému posunu limitních hodnot složky CO₂, musejí společnosti automobilového průmyslu neustále investovat do vývoje elektromobilů. Momentálně jsou v ČR vytvořeny plány na rozvoj nabíjecích stanic a elektromobilů až do roku 2040, přičemž se pracuje na výpočtech, které stanoví míru nákladů na tuto realizaci, z důvodu co nejbezpečnějšího a nejspolehlivějšího přísunu elektrické energie pro elektromobilitu. [7]

V roce 2019 bylo registrováno okolo 3000 elektromobilů a plug-in hybridů okolo 800. V roce 2020 došlo až ke dvojnásobnému nárůstu, což je jasným úkazem toho, že elektromobilita je stále populárnější. [8]



Obr. 2.1 - Současný vývoj registrací vozidel dle typu paliva

Zdroj: [9], [10]

Na Obr. 2.1 můžeme vidět, že od roku 2017, si především vozidla BEV (Bateriová elektrická vozidla), začala získávat své uživatele, kdy bylo registrováno 835 vozidel, v roce 2019 jich byl registrován skoro trojnásobek, a to 2394 vozidel a na popularitě stoupla i vozidla typu PHEV (plug-in hybridní elektrické vozidla) s počtem registrací 403.

V roce 2021 bylo registrováno 7904 vozidel s využitím alternativních paliv, s počtem typu BEV 5137 a FCEV (elektrické vozidlo s palivovými články) 2759. [10]

2.1 Výroba a technologie elektromobilu

V dnešní době v podstatě každý hovoří o emisním automobilovém průmyslu, kde většina klade důraz pouze na snižování emisí automobilů se spalovacími agregáty, avšak je také nezbytné klást důraz na snižování emisí při výrobě, která nepatří zrovna k neekologičtějším způsobům, obzvlášť zaměříme-li se na elektromobily.

Vědci ve společnosti Volvo provedli studii, kde měřili emise modelu Volvo XC40, který je možné zakoupit ve třech verzích, a to s čistě spalovacím motorem, s plug-in hybridním motorem anebo plně elektrickým pohonem, který je v dnešní době velmi populární.



Obr. 2.2 - Posuzovaný vůz Volvo C40

Zdroj: [11]

Při zkoumání a provádění této studie se společnost Volvo zaměřila na veškeré emise spojené s výrobou, tj. materiály použité pro výrobu, plnění paliva a samotné emise produkované při jízdě vozu. Veškeré studie byly plánované na životnost vozidla okolo 200 tisíc kilometrů.

V průběhu testování bylo zjištěno, že při výrobě plně elektrického vozu verze C40, viz Obr. 2.2, je více než 70 % emisí, oproti výrobě vozidla se spalovacím motorem verze XC40.

Důležité je, že oba vozy využívají mnoho společných součástí potřebných k výrobě vozidla, a to jak podvozkových, tak i dalších. Hlavní podíl v tomto rozdílu tedy způsobuje především samotný akumulátor vozidla.

Pokud se přesuneme od výroby, která jasně ukazuje, že výroba vozidla plug-in hybrid nebo čistě elektrického, je pro ovzduší škodlivější, rozdíl nastává v momentu, kdy se začne vůz používat, a právě v tento moment začne docházet k návratnosti. Důvodem je, že elektromobil ve chvíli, kdy jde do provozu, přestává produkovat škodlivé emisní látky. Tedy až na výrobu elektrické energie, která je s tímto spojena, na rozdíl od vozidel se spalovacím motorem, které produkují škodlivé emise nadále.

Důležitým a hlavním důvodem zkoumání této problematiky společností Volvo bylo v závislosti na ekologičnosti výroby elektrické energie zjistit, kdy dochází ke

srovnání emisních limitů vozidel čistě elektrických, a těch se spalovacím motorem. Zkoumání proběhlo ve třech různých úrovních, kde v první zohledňují průměrné světové zdroje elektřiny, ve druhé úrovni porovnání kladou důraz na průměrné zdroje elektrické energie v Evropské unii a ve Velké Británii, a v poslední úrovni řeší pouze čisté a plně obnovitelné zdroje energie.

Při první zkoumané variantě bylo zjištěno, že při využití světových zdrojů znečišťuje elektromobil, oproti vozidlu se spalovacím agregátem, ovzduší zhruba o 15 % méně. Ke srovnání limitů dojde po nájezdu zhruba 110 000 kilometrů elektromobilu.

Ve druhé variantě, kdy je elektrická energie produkovaná v EU, je provoz čistě elektrifikovaného vozidla až o 30 % čistší, a k tzv. vyrovnání vyprodukovaných emisních škodlivin dochází při nájezdu okolo 70 000 kilometrů.

V poslední zkoumané variantě, kdy je čerpáno z čistě obnovitelných zdrojů energie, se stane ekologičtější elektromobil po nájezdu okolo 48 000 kilometrů.

Cílem a výsledkem tohoto výzkumu bylo, že z počátku elektromobil není ekologičtější než vozidlo se spalovacím motorem, avšak během provozu se vozidlo stává ekologičtějším.

Doba, kdy elektromobil bude dosahovat dřívější chvíle ekologičnosti, se bude zmenšovat díky velkému důrazu na produkci elektrické energie obnovitelnými zdroji.

[11]

2.2 Výroba a likvidace akumulátorů elektromobilu

Jak je již známo, nejdražším a nejdůležitějším komponentem elektromobilu je jeho akumulátor (baterie). Každý akumulátor má svoji kapacitu, což ve své podstatě udává dojezd, výkon a také životnost vozidla. Akumulátor v elektromobilu je také hlavním strůjcem vysoké ceny – jak výrobní, tak i prodejní, viz Obr. 2.3.

Již dříve se elektromobily osazovaly různými druhy baterií. Nejstarším typem jsou olověné akumulátory, poté jejich nástupce nikl-kadmiové baterie, dále nikl-metal hydridové a v dnešní době využívané lithium-iontové akumulátory. Akumulátory mají tendenci zahřívání, proto je nutné jejich chlazení, přičemž některé baterie jsou chlazené vzduchem, nebo kapalinou a některé vůbec.

Výroba akumulátoru pro elektromobil probíhá na několika místech v Evropě, avšak je velice náročná, a proto je jeho výroba větším zásahem pro životní prostředí než výroba vozidla se spalovacím motorem. Dle výzkumu může akumulátor představovat až 200 kg/CO₂ na kWh kapacity. Výroba akumulátoru je do značné míry drahá, zejména z důvodu obsahu vzácných kovů – lithia a kobaltu.

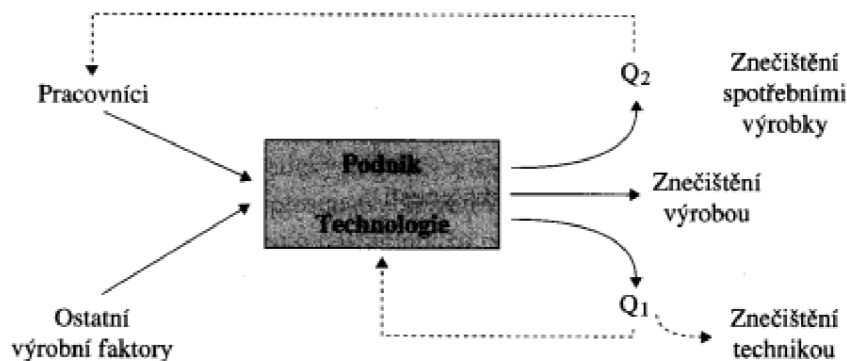
Mezi velké problémy nepatří pouze výroba akumulátorů, ale i jejich likvidace, která souvisí s jejich omezenou životností. Baterie postupem času ztrácí svoji kapacitu, a poté je nutná jejich likvidace. S likvidací akumulátoru jsou spojeny nemalé náklady a také další emise CO₂. [12]



Obr. 2.3 - Akumulátor v elektromobilu

Zdroj: [5]

Na výrobě elektromobilu a veškerých součástí potřebných ke kompletaci vozidla, záleží také z velké části na technologickém pokroku společnosti, generace strojů, technologií výroby a množství použitého zařízení, které je kompetentní pro danou výrobu, viz Obr. 2.4.



Obr. 2.4 - Komplexní vlivy při výrobě

Zdroj: [13]

2.3 Technické druhy elektromobility

V dnešní velice vyspělé technické a technologické době není lehké se vyznat v tom, co přesně znamená elektromobil. Je několik druhů, které se značí v mnoha zkratkách, zjednodušeně lze říci, že elektromobil značí každý automobil, který používá elektřinu.

2.3.1 BEV – Battery Electric Vehicles

Tento typ vozidla je výhradně vůz, který není vybaven spalovacím agregátem. V podstatě je to jakýkoliv vůz, který má pohon založený pouze na elektrické energii, vozidla typu BEV jsou z pravidla brána za bezemisní.

2.3.2 FCEV – Fuel Cell Electric Vehicles

Jedná se o vozidla s palivovými nádržemi, ve většině případů na vodíkové palivo, kde v palivových článcích dochází k přeměně na elektrickou energii, která se stává palivem pro pohon vozidla. Mezi výhody patří rychlejší plnění vodíkové nádrže oproti dobíjení akumulátoru, avšak vodík nepatří mezi zvláště bezpečná paliva z důvodu možného výbuchu.

2.3.3 HEV – Hybrid Electric Vehicles

Tento typ vozidla je osazen spalovacím motorem na benzín či naftu, který je spojen s pohonem na elektrickou energii. V dnešní době je tento druh, kombinace elektromotoru se spalovacím motorem, jedním z nejžádanějších typů, avšak hybridní elektromobily se dělí do více skupin. U hybridních provedení je možné, aby vozidla fungovala pouze na elektromotor či výhradně na spalovací motor, a také je možná jejich kombinace dle technického provedení vozidla.

2.3.4 PHEV – Plug-in Hybrid Electric Vehicle

Tento druh elektromobilu je plně elektrický a doplněný o další techniku. Typ PHEV má oproti verzi full hybrid zvětšenou trakční baterii, u které je možné dobíjení ze sítě, čímž je možné využít dojezd elektromobilu pouze na elektrickou energii bez použití spalovacího agregátu. V tomto provedení je velkou výhodou, že není nutné neustále dobíjet akumulátor. Spalovací motor slouží k dobíjení akumulátoru a pohon vozidla

zařizuje elektromotor.

2.3.5 BAHV – Mild Hybrid

Tento typ vozidla využívá ke stálé jízdě spalovací motor, avšak je doplněn o elektromotor, který v případě potřeby pomáhá spalovacímu motoru, a to např. při předjíždění, kdy vozidlo musí zrychlit anebo při rozjezdu. V tomto případě je přídavný akumulátor dobíjen rekuperací při brždění, což snižuje emise CO₂ a spotřebu paliva.

2.3.6 Full Hybrid

Full hybrid je plně elektrický vůz, který má díky kapacitě akumulátoru omezený dojezd a také výkon. [14]

2.4 Druhy elektromobilů

V předchozí kapitole byly představeny všechny druhy elektromobilů dle technologie výroby. Z pohledu uživatele musíme znát mnohé faktory, jako je např. cena vozidel, dojezd, spotřeba elektrické energie a další důležité informace. Proto v této kapitole jsou představeny elektromobily těchto technologií dle prodejnosti v České republice.

2.4.1 Škoda ENYAQ iV

Škoda ENYAQ iV patří v posledních letech k nejprodávanějšímu modelu v České republice. Jedná se o čistě elektrický pohon vozidla bez spalovacího motoru. Dle statistických informací výrobce vozidla Škody ENYAQ iV, se tento elektromobil stal nejprodávanějším modelem v roce 2021, v kategorii BEV. [15]



Obr. 2.5 - ŠKODA ENYAQ iV

Zdroj: [16]

Model Škoda ENYAQ iV, který je zobrazen na Obr. 2.5, je nabízen na trhu v mnoha verzích a konfiguracích, pro přehled viz. Tab. 2.1:

Tab. 2.1 - Verze a konfigurace Škoda ENYAQ iV

Typ	Baterie	Dojezd	Výkon	Spotřeba kWh/100 km	Cena
ENYAQ iV 50	52 kWh	360 km	109 kW	16,15	1 059 900 Kč
ENYAQ iV 60	58 kWh	413 km	132 kW	16,15	1 124 900 Kč
ENYAQ iV 80	77 kWh	537 km	150 kW	16,95	1 254 900 Kč
ENYAQ iV 80x 4x4	77 kWh	498 km	195 kW	18	1 319 900 Kč
ENYAQ COUPÉ RS iV 4x4	77 kWh	545 km	220 kW	17,75	1 559 900 Kč

Zdroj: [Vlastní zpracování]

2.4.2 Toyota MIRAI

Toyota MIRAI patří mezi elektromobily s palivovou nádrží, která je plněna vodíkem, avšak v palivových článcích je vodík přeměněn na elektrickou energii a tím produkuje pouze vodu. Těchto vozidel bylo v České republice registrováno doposud pouze 5. [17]

Díky neustálému tlaku na výrobu vozidel, které využívají alternativní paliva, se oproti fosilním palivům výrobce Toyota rozhodla jít cestou výroby na pohon vodíku, který je nejvíce zastoupeným prvkem ve vesmíru.

Toyota MIRAI, viz Obr. 2.6, která se řadí do skupiny FCEV, má zásobníky z uhlíkových vláken, ty jsou plněny pod vysokým tlakem vodíkem. Vodík poté proudí okruhem elektromobilu, kde přívodem okolního vzduchu na palivové články dochází k chemické reakci, která je poté využívána jako palivo pro pohon vozidla.

Mezi jednu z hlavních výhod tohoto vozidla na vodíkový pohon patří například doba tankování, která oproti čistě elektrickému vozidlu s články netrvá déle než 5 minut. Dojezd se pohybuje okolo 650 km a cena v rozmezí od 1 700 000 Kč až po 2 miliony korun dle specifikace výbavy elektromobilu. Výkon vozidla je 134 kW. Ačkoli rychlé tankování může znít jako nesporná výhoda oproti elektromobilu s akumulátorem, problém nastává při zjištění množství čerpacích stanic s vodíkovým palivem, a pak také možné kontaminace vodíku, s čímž jsou spojené ztráty na výkonu. Další nespornou nevýhodou je tlakování paliva do zásobníků tlakem 700 barů, což v běžné „domácí“ garáži určitě není možné. [18]



Obr. 2.6 - Toyota MIRAI

Zdroj: [18]

2.4.3 Ford Kuga

Ford Kuga se řadí mezi elektromobily typu PHEV, což je plug-in hybridní elektrický pohon. Tento druh pohonu je především velkou výhodou v městských oblastech, kde dokáže elektromobil fungovat pouze na elektřinu. Další výhodou je možnost dobíjení akumulátoru z běžné sítě a také z dobíjecích stanic. Ve většině případů uživatel využije trakční baterii a pravidelně ji nabíjí, čímž ušetří finanční prostředky a

také životní prostředí. Cena vozidla s touto pohonnou jednotkou se pohybuje okolo 850 tis. Kč až 1.1 mil. Kč.

Ford Kuga PHEV, který je zobrazen na Obr. 2.7, je osazen 2.5 litrovým benzínovým motorem o výkonu až 168 kilowatt. Dále je vůz vybaven akumulátorem o kapacitě 14,4 kWh, díky němuž disponuje dojezdem až 68 km. Akumulátor zajistí, aby byl vůz provozován při spotřebě CO₂ pouhých 22–25 g/km. Dále je také nutné zmínit, že vozidlo při provozu na spalovací motor dokáže rekuperovat energii. [20], [21]



Obr. 2.7 - Ford Kuga

Zdroj: [20]

2.4.4 Hyundai Tucson

Hyundai Tucson, který je zobrazen na Obr. 2.8, s benzínovou mild-hybridní pohonnou jednotkou také patří mezi tzv. elektrifikovaná vozidla, je obslužen kombinací přeplňovaného benzínového motoru společně s 48 V startér-generátorem. Spalovací motor poskytuje uživateli 132 kW.

Elektrifikace u mild-hybridního vozidla Hyundai Tucson spočívá v doplnění pohonné jednotky o startér-generátor, který způsobuje naprosto kultivované starty vozidla a tichý vyrovnaný chod jak na volnoběžné otáčky, tak i provozní. Startér-generátor plní pomocnou funkci pro vozidlo při akceleraci, proto uchovává při rekuperaci energii do malého 0,44 kWh akumulátoru. Úspora energie při jízdě spočívá v tom, že v době, kdy vozidlo běží v ekologickém režimu, dochází k deaktivaci motoru při ubrání plynu, a tím vozidlo jede pouhou setrvačností až do doby, kdy uživatel nezačne akcelarovat či

decelerovat. V tu chvíli se motor nastartuje. Nevýhodou oproti ostatním elektromobilům může být především fakt, že vozidlo pouze na elektrickou energii není možné provozovat.

Cena vozidla se spalovacím motorem se pohybuje v rozmezí 630 tis. Kč až po 750 tis. Kč dle konfigurace. Spotřeba emisních škodlivin CO₂ se pohybuje okolo 156–163 g/km. [22]



Obr. 2.8 - Hyundai Tucson

Zdroj: [22]

2.4.5 Škoda Karoq

Model Škoda Karoq, který je zobrazen na Obr. 2.9, patří mezi nejprodávanější SUV ve střední třídě. Pro porovnání byly zvoleny oblíbené motorizace s dostatečným výkonem, viz Tab. 2.2. Zážehová motorizace nabízená výrobcem ŠKODA Auto a.s., 1,5 TSI s výkonem 110 kW a vznětová motorizace 2,0 TDI s výkonem 110 kW. Představená vozidla jsou brána ve výbavě Style, která se řadí mezi střední třídy výbavy.

Tab. 2.2 - Porovnání vozů ŠKODA Karoq

Typ	ŠKODA Karoq 1,5 TSI	ŠKODA Karoq 2,0 TDI
Cena	713 900 Kč	763 900 Kč
Výkon	110 kW	110 kW
Spotřeba	6,1 l/ 100 km	4,8 l/ 100 km
Emise CO ₂	138 g/km	127 g/ km

Zdroj: [Vlastní zpracování]



Obr. 2.9 - ŠKODA Karoq

Zdroj: [24]

2.5 Infrastruktura dobíjení elektromobilu

Bez pochyby důležitým faktorem pro rozvoj elektromobility je modernizace infrastruktury, kde hlavní roli představují sítě nabíjecích stanic po celém území České republiky. Poptávka po elektromobilu zahrnuje mnoho faktorů. Nejde jen o samotnou cenu elektromobilu a provoz, ale také o potřebnou infrastrukturu dobíjecích stanic.

Při řešení modernizace infrastruktury je důležité zahrnout fakt ekonomických problémů. Počet automobilů se neustále zvyšuje, a proto je nutné počítat s předpokladem, že osobní vozidla budou využívána především pro rekreační přepravu. Následným předpokladem je, že do zaměstnání a za vzděláním se bude ve větší míře využívat hromadná doprava. Za tohoto předpokladu je důležitá výstavba široké škály dobíjecích stanic pro obsluhu vozidel využívající alternativní paliva. [25]

Z důvodu velkého tlaku legislativy a tím i zrychlujícího rozvoje elektromobility, je nutné urychlit snahu zlepšení infrastruktury dobíjení elektromobilů. Jedná se

především o dobíjení elektromobilů v provozu, kde je kladen důraz na rychlost nabíjení, tak i dobíjení pro uživatele v poklidu svého domova, například v nočních hodinách.

Napájecí složkou pro elektromobil je elektrická energie, čím může být zdroj buď jednofázový nebo třífázový. Dalším dělením pro dobíjení elektromobilu je střídavý (AC) anebo stejnosměrný (DC) proud. Zpravidla u střídavého proudu jednofázového mluvíme o klasické zásuvce s maximálním příkonem proudu 16 A. Stejnosměrný jednofázový proud se v Evropě téměř nepoužívá, používá se pouze v oblastech, kde není možné využít třífázovou soustavu. Bavíme-li se o třífázovém proudu, ze sítě je odebíráno 400 V s maximálním příkonem 32 A, a v těchto případech se jedná o rychlonabíjecí zařízení. Dobíjení stejnosměrným třífázovým proudem je obsluhováno maximálním napětím 600 V a příkonem až do 400 A. Jedná se o rychlonabíjení v časovém horizontu maximálně půl hodiny, dle kapacity akumulátoru. [26]

Pro dobíjení elektromobilu existují 3 typy nabíjení – rychlé, ultra rychlé a pomalé. Vše je rozděleno podle výkonu a dle toho se odvíjí i rychlost nabíjení. Výkon nabíjení se měří v jednotkách kilowatt (kW).

Každý typ má danou sadu konektorů, které jsou navrženy s kompatibilitou pro daný typ nabíjecího zařízení, dále pro nabíjení střídavým nebo stejnosměrným proudem a také nízkým a vysokým výkonem.

2.5.1 Rapid chargers

Rychlonabíječky jsou nejrychlejším způsobem nabíjení elektromobilu, který se často vyskytuje na dálnicích nebo na místech poblíž hlavních tahů. Rychlá zařízení dodávají vysoký výkon stejnosměrného nebo střídavého proudu pro co nejrychlejší dobítí vozidla. Konektory dobíjení Rapid chargers jsou zobrazeny na Obr. 2.10.

Nespornou výhodou rapid chargers je, že elektromobily v závislosti na daném modelu, a možnostech akumulátoru, dobijí až na 80 % kapacity za pouhých 20 minut, kdežto průměrný nový elektromobil při standartním 50 kW rychlonabíjení, je tohoto schopen až přibližně za hodinu. Tento druh velmi rychlého nabíjení je maximální výkon z jednotky, který je při osmdesáti procentním nabití akumulátoru snížen, což zaručí maximální účinnost nabíjení a také ochranu akumulátoru.

Rychlé nabíjení je možné využít pouze u elektromobilů, které jsou touto technologií vybaveny, a také u elektromobilů, které jsou vybaveny rychlonabíjecím

konektorem k nabíjení elektromobilu.

Rychlé DC nabíječky poskytují výkon až 50 kW (125 A), používají nabíjecí standardy CHAdeMO nebo CCS. V současné době jsou rychlonabíječky tohoto typu nejběžnější pro dobíjení elektromobilu. Oba konektory obvykle slouží k nabíjení na 80 % kapacity akumulátoru za 20 minut až hodinu, v závislosti na počátečním nabití a výkonnosti baterie.

Ultra-Rapid DC nabíječky jsou schopny poskytovat výkon až 100 kW, 150 kW, 350 kW či jiné hodnoty mezi nimi. Ultra-Rapid DC nabíječky jsou schopny zkrátit dobu nabíjení i přes rostoucí kapacity akumulátorů v nejnovějších elektromobilech.

Při nabíjení je důležité znát velikost baterie kvůli dodržení maximálního výkonu dobíjení, aby nedošlo k poškození akumulátoru. U elektromobilů s výkonem 100 kW a více se doba nabíjení udržuje okolo 20–40 minut pro klasické nabití. I když je elektromobil schopen přijmout maximálně 50 kW stejnosměrného proudu, stále je možné ho dobíjet ultra rychlým dobíjecím zařízením, protože výkon je omezen na takovou hodnotu, se kterou si dokáže elektromobil poradit. K nabíjecímu zařízení jsou připojeny kabely, které pomocí konektorů CCS anebo CHAdeMO zajišťují přesun proudu do baterie.

Supercharger DC, zastřešený společností Tesla, také poskytuje zákazníkům rychlodobíjecí adaptéry, avšak za použití konektoru Tesla Type 2 nebo konektoru Tesla CCS. Což je rozlišeno dle druhu modelu elektromobilu. Zatímco jsou všechny modely Tesla navrženy pro použití Supercharger, mnoho majitelů elektromobilů značky Tesla používá adaptéry, které slouží především pro veřejnost. Jimi jsou již zmíněné adaptéry CCS a CHAdeMO.

Rychlé AC nabíječky poskytují výkon 43 kW, a to třífázovým proudem s příkonem 63 A, a dále využívají nabíjecí standard typu 2. Jednotky Rapid AC jsou obvykle schopny nabít elektromobil na 80 % za 20–40 minut v závislosti na kapacitě baterie modelu a počátečním stavu nabíjení.

Mezi modely elektromobilů, které využívají rychlé nabíjení CHAdeMO, patří Nissan Leaf a Mitsubishi Outlander PHEV. Mezi modely kompatibilní s CCS patří BMW i3, Kia e-Niro a Jaguar I-Pace. Tesla Model 3, Model S a Model X mohou používat výhradně síť Supercharger, zatímco jediný model, který dokáže maximálně využít Rapid AC nabíjení, je Renault Zoe. [27]



Obr. 2.10 - Konektory dobíjení Rapid chargers

Zdroj: [27]

2.5.2 Fast chargers

V případě rychlonabíječky hovoříme o jedno nebo třífázovém napětí do 32 A, obvykle jsou dimenzovány na 7 kW nebo 22 kW. Z větší části jsou rychlonabíječky poskytovány na střídavý proud, ale některé sítě instalují nabíječky 25 kW se stejnosměrným proudem s konektory CCS nebo CHAdeMO. Konektory dobíjení Fast chargers jsou zobrazeny na Obr. 2.11.

Délka nabití akumulátoru se rozlišuje podle rychlosti jednotky a vozidla, ovšem 7 kW nabíječka je schopna nabít elektromobil s 40 kWh baterií za 4-6 hodin a 22 kW nabíjecí zařízení za 1-2 hodiny. Rychlonabíječky se ve většině případů nacházejí na parkovištích, u supermarketů nebo v blízkosti rekreačních středisek. Zde je větší pravděpodobnost, že uživatel zaparkuje elektromobil na dobu alespoň jedné hodiny.

Většina rychlých nabíječek má 7 kW a neobsahují příslušný připojovací kabel, avšak některé domácí a pracovní jednotky mají připojené kabely s danými konektory, které jsou potřebné k dobíjení elektromobilu.

Většina jednotek je bez příslušného dobíjecího kabelu z důvodu větší flexibility. Díky různorodosti kabelů a konektorů, např. připojený kabel typu 1, je možné využít na dobítí první generace Nissanu Leaf, ale na druhou generaci Nissanu Leaf je nutné použít typ 2.

Rychlosti nabíjení při použití rychlonabíječky jsou závislé na palubní nabíječce automobilu, přičemž ne všechny modely jsou schopny přijmout 7 kW nebo více.

Modely, které nedokáží přijmout daný výkon nabíjecího zařízení, přesto můžeme připojit k nabíjecímu bodu, ale budou odebírat pouze maximální výkon, který přijme palubní nabíječka. Například Nissan Leaf s 3,3 kW palubní nabíječkou odebere maximálně 3,3 kW, i když je bod rychlého nabíjení 7 kW nebo 22 kW.

Nabíječky Tesla poskytují výkon 11kW nebo 22 kW, ale stejně jako síť Supercharger, jsou určeny pouze pro modely Tesla. Společnost Tesla však poskytuje některé standartní nabíječky typu 2, které jsou kompatibilní s jakýmkoliv modelem a s tímto zásuvným konektorem.

Tyto rychlonabíječky jsou schopny nabíjet téměř všechny elektromobily a vozidla typu PHEV na dobíjecím konektoru typu 2 a se správným kabelem. Jedná se o nejběžnější veřejné dobíjecí stanice, neboť většina uživatelů elektromobilů má kabel s konektorem typu 2. [27]



Obr. 2.11 - Konektory dobíjení Fast chargers

Zdroj: [27]

2.5.3 Slow chargers

Ve většině případů mají pomalu nabíjecí jednotky výkon 3 kW. Nejběžnější pomalé nabíječky jsou dimenzovány na 3,6 kW (16 A), avšak ve skutečnosti se tato nabíjecí zařízení pohybují mezi výkony 2,3 kW až 6 kW. Nabíjení na běžné tříkolíkové zástrčce obvykle způsobí, že automobil je schopný odebrat 2,3 kW (10 A), zatímco stojanové nabíječky veřejné infrastruktury mají výkon 5,5 kW, ale některé jen 3 kW. Dobíjecí konektory Slow chargers jsou zobrazeny na Obr. 2.12.

Čas nabití je závislý na výkonu nabíjecího zařízení a nabíjeném elektromobilu. Doba plného nabití u 3 kW dobíjecího zařízení obvykle trvá mezi 6-12 hodinami. Většina pomalých nabíjecích zařízení neobsahuje potřebné propojení mezi dobíjecí stanicí a elektromobilem.

Pomalé nabíjení elektromobilů je nejvíce využíváno uživateli elektromobilu pro domácí nabíjení, zejména přes noc. Avšak pomalé nabíjecí zařízení není určeno pouze pro domácí použití, využívá se také na veřejných parkovištích a ve firmách. Díky delší době nabíjení, jsou pomalé veřejné nabíjecí jednotky méně využívány.

Pro pravidelné dobíjení v domácích podmínkách je výrobcem důrazně

doporučeno, vzhledem k vyšším proudovým nárokům elektromobilů a delšímu odběru elektrické energie, instalovat akreditovaným instalačním technikem speciální nabíjecí jednotku.

Všechny plug-in elektromobily lze nabíjet pomocí alespoň jednoho z níže uvedených pomalých konektorů pomocí příslušného kabelu. Většina domácích jednotek má stejný vstup typu 2, který lze nalézt na veřejných nabíječkách nebo jsou obslouženy konektorem typu 1. [27]



Obr. 2.12 - Dobíjecí konektory Slow chargers

Zdroj: [27]

Volba výše zmíněných konektorů závisí především na typu nabíječky a vstupním portu vozidla. Rychlonabíječky používají ve většině případů konektory CHAdeMO, CCS nebo typ 2. Rychlé a pomalé dobíjecí zařízení obvykle používají zásuvky typu 2 a 1, Commando nebo klasické tříkolíkové zásuvky.

Pro evropský trh s elektromobily značky Audi, BMW, Renault, Mercedes, Volvo a VW, jsou typické konektory typ 2 a pro rychlé dobíjení konektory CCS, zatímco asijsí výrobci elektromobilů značek Nissan a Mitsubishi preferují konektory typ 1 a CHAdeMO.

Většina elektromobilů je dodávána výrobcem se dvěma kabely pro pomalé a rychlé dobíjení AC. Pro domácí a veřejné dobíjení, jsou určeny kabely s klasickou tříkolíkovou zástrčkou a druhý s konektorem typu 2. [27]

Příklad veřejné dobíjecí stanice je zobrazen na Obr. 2.13.



Obr. 2.13 - Veřejná dobíjecí stanice

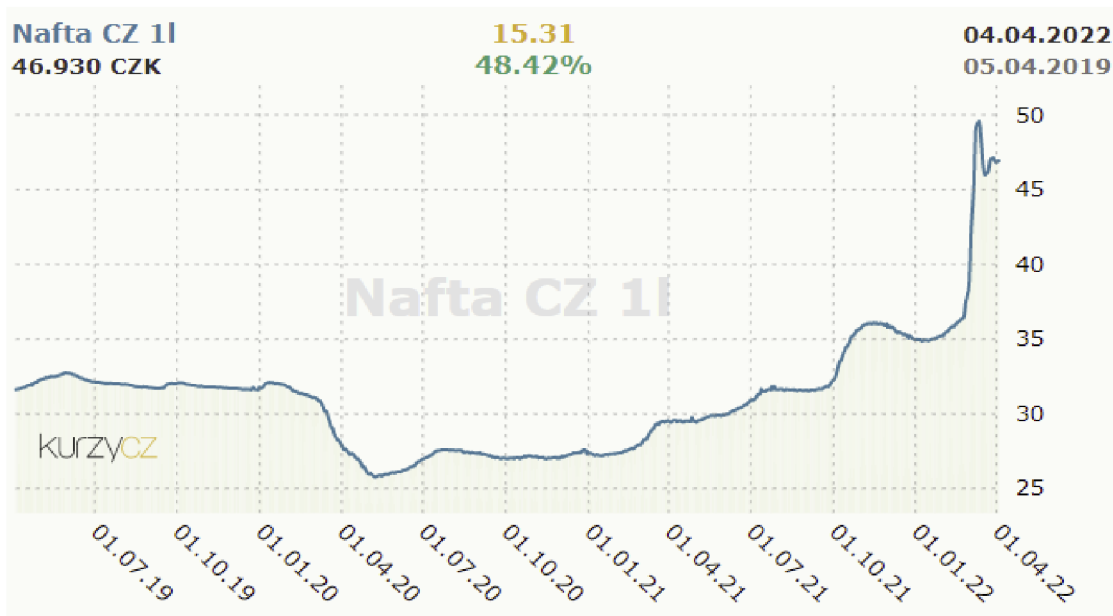
Zdroj: [27]

3 Cenový vývoj paliv a elektrické energie

Cenový vývoj paliv je závislý především na politické a ekonomické situaci. V dnešní době je kladen velký důraz na alternativní paliva, čímž jsou především elektrická energie a vodíkové palivové články. Z pohledu ekologie jsou ropné deriváty také jedním z hlavních témat. Je vynaložen tlak na omezení jejich využívání či úplný zánik.

3.1 Motorová nafta

Na Obr. 3.1 je graficky znázorněn vývoj cen motorové nafty za poslední 3 roky.



Obr. 3.1 - Cenový vývoj motorové nafty za poslední 3 roky

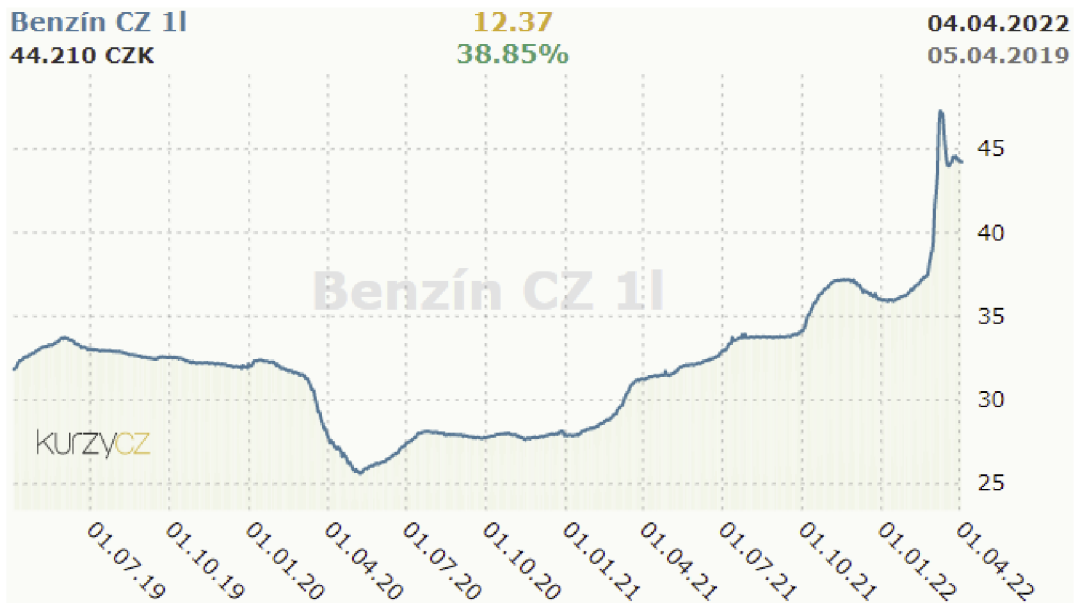
Zdroj: [28]

Jak již výše uvedený graf zobrazuje, za poslední 3 roky došlo k největšímu propadu ceny motorové nafty v dubnu roku 2020, kdy pandemie COVID-19 způsobila snížení poptávky po pohonných hmotách nafty až o 20 %, oproti roku 2019. Celkový pokles a nárůst motorové nafty v období pandemie úzce souvisí s poptávkou po palivu, kdy je vidět z grafu, že koncem roku 2021 došlo k navýšení cen, kvůli opětovnému zvýšení poptávky, z důvodů rozvolňování protipandemických opatření. Dalším důvodem nárůstu ceny motorové nafty je ruská invaze na Ukrajinu, která začala 24. února 2022, a tím začal obrovský nárůst ceny z 36.86 Kč/l motorové nafty na 49.57 Kč/l ke dni 13.

března 2022. Dalším faktorem, ovlivňujícím cenu, je nedůvěra západních států a burzy v českou měnu. [29], [30]

3.2 Benzín

Na Obr. 3.2 je graficky znázorněn vývoj cen benzínu za poslední 3 roky.



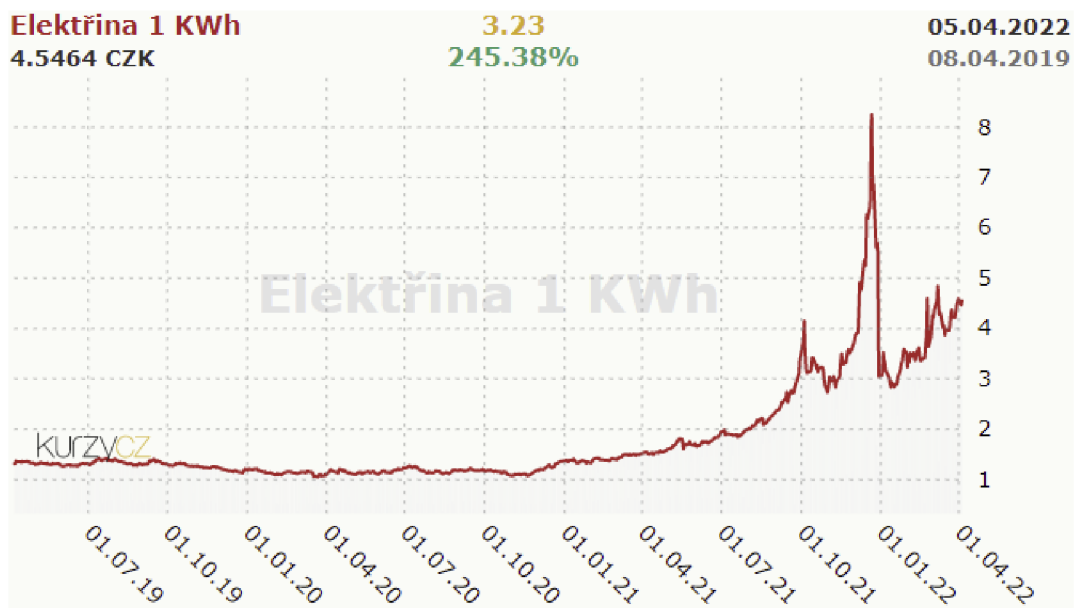
Obr. 3.2 - Cenový vývoj benzínu za poslední 3 roky

Zdroj: [28]

V případě benzínu, který je využíván jako palivo pro vozidla se spalovacím motorem, jsou důvody propadu ceny v dubnu 2022 stejné jako u motorové nafty – vliv pandemie COVID-19, kdy klesla poptávka po palivech. K velkému nárůstu ceny benzínu došlo z důvodu ruské invaze na Ukrajinu, kdy cena benzínu stoupla z 37.48 Kč/l na 47.26 Kč/l za necelých 20 dní.

3.3 Elektřina

Na Obr. 3.3 je graficky znázorněn vývoj cen elektřiny za poslední 3 roky.



Obr. 3.3 - Cenový vývoj elektřiny za poslední 3 roky

Zdroj: [28]

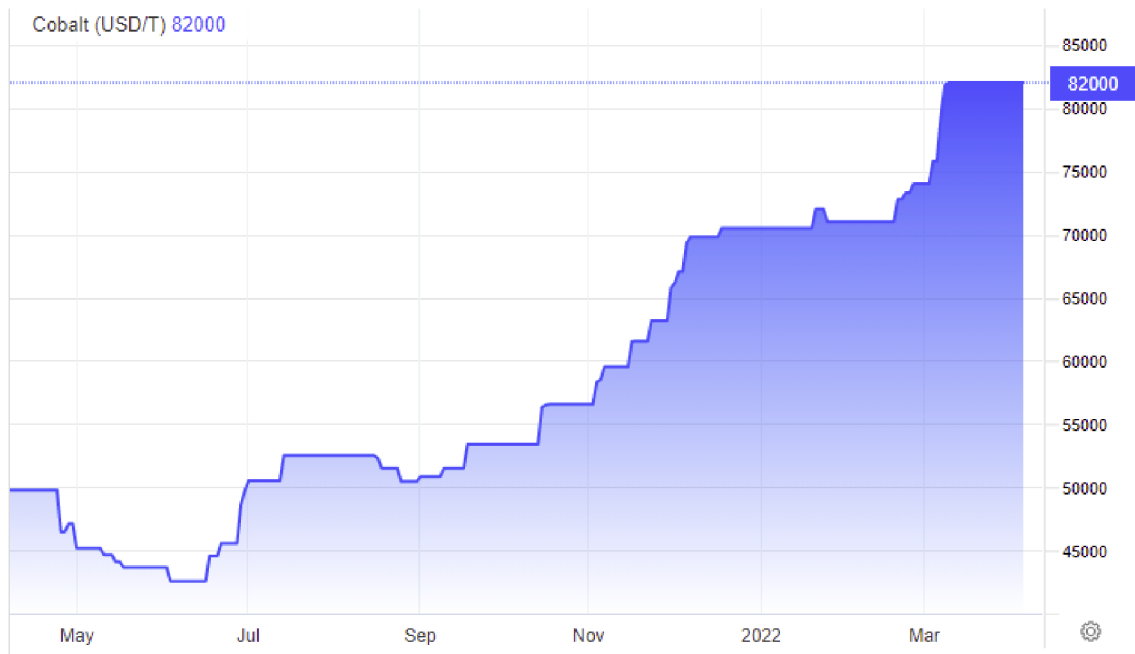
Do doby před pandemií COVID-19 byla cena elektřiny „celkem“ stabilní, avšak striktní lockdowny během pandemie ovlivnily chod řady velkých i malých podniků, kde se značně projevil pokles výroby. Naopak ke konci roku 2021, po skončení přísných lockdownů, se výrazně zvýšila poptávka po elektřině, kdy společnosti po velkých ztrátách obnovují chod výroby a snaží se dohnat ušlé zisky. Cena elektřiny se odvíjí podle poptávky. Vyšší cena elektřiny znamená vyšší poptávka po elektřině. [31]

V případě dodávky elektřiny pro dobíjení elektromobilu jsou ceny rozdílné, záleží na společnosti, která elektrickou energii poskytuje, druhu nabíjecího zařízení a zda se jedná o dobíjení AC nebo DC, dále také zdali jde o pomalé či rychlé dobíjení elektromobilu. Další faktory, které ovlivňují cenu pro dobíjení elektromobilu, jsou rozdílné ceny pro zákazníky registrované a neregistrované u dané společnosti, která poskytuje elektřinu.

Pro provoz elektromobilu není klíčová jen výroba a dodávka elektrické energie, velký podíl na ekologii a ceně elektromobilu zaobírá jeho baterie, kde pro jeho výrobu je důležitá cena potřebných surovin – kobaltu a lithia. Jedná se o vzácné suroviny, a díky velkému růstu poptávky po bateriích je i velká poptávka po těchto surovinách, u kterých je obtížná a znečišťující těžba. Například těžba kobaltu je z větší části vytěžena v Kongu, kde díky těžbě vzniká mnoho problémů – od znečišťování životního prostředí až po dětské práce. [32]

3.3.1 Kobalt

Kobalt je klíčový prvek v lithium-iontových bateriích. Jeho obrovský nárůst ceny těží z masivního růstu dobíjecích baterií a skladování energie, a také zvýšené poptávky po elektrických vozidlech. Na straně nabídky byla produkce kobaltu zatlačena na své limity, protože kupcem kobaltu je každý národ vyrábějící elektroniku. Navíc uvalení sankcí na Rusko, které představuje zhruba 4 % světové produkce kobaltu, za invazi na Ukrajinu zesílilo obavy o dodávky této komodity. [33]



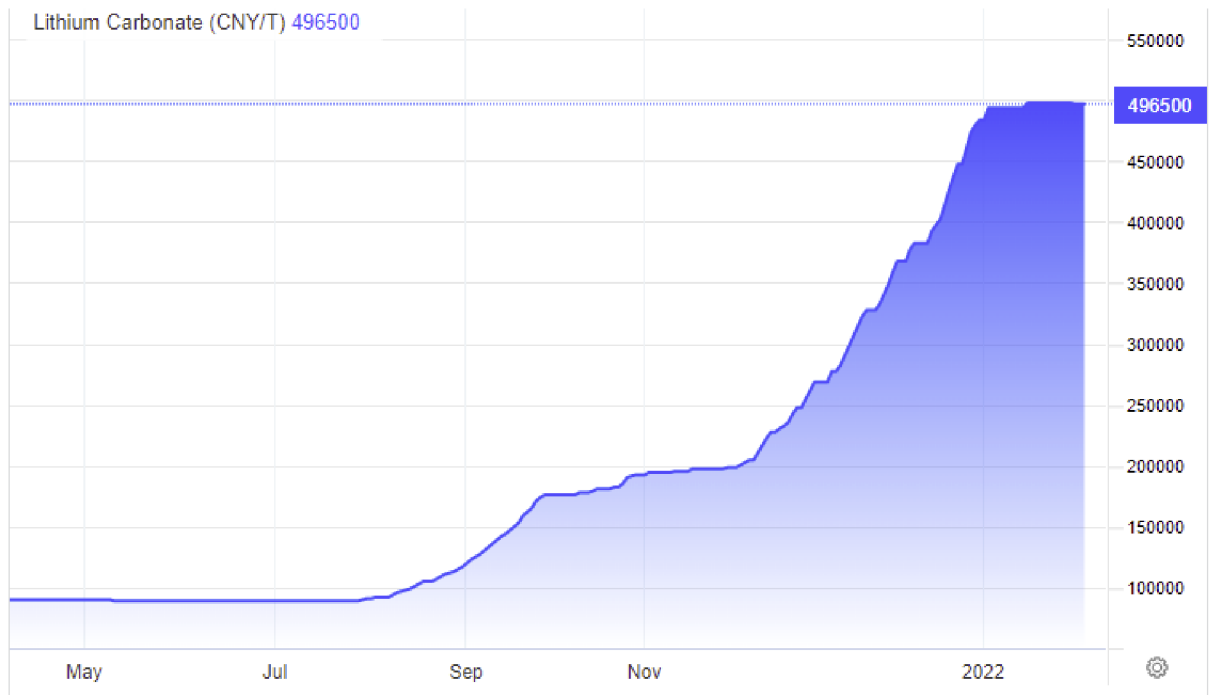
Obr. 3.4 - Cenový vývoj kobaltu za poslední rok

Zdroj: [33]

Obr. 3.4 ukazuje neustálé zvyšování ceny kobaltu. Aktuální cena kobaltu je 82 000 USD za 1 tunu, což je v přepočtu na CZK okolo 1 845 000 milionů Kč za 1 tunu. [33]

3.3.2 Lithium

Lithium jako cenná surovina je žádaná na celosvětovém trhu, a kvůli rostoucí poptávce, se stává velmi nedostatkovým zbožím. Rostoucí ceny energií v důsledku Ruské invaze na Ukrajinu, zvýšili už tak velký důraz na alternativní paliva, jako je elektrická energie od fosilních paliv. Díky obtížné těžbě lithia a obtížnosti vyvinout nové technologie, výrobci nejsou schopni pokrýt vyšší poptávku. Odhaduje se, že deficit dodávek poskytovaný těžaři lithia se v roce 2022 zvýší na 26 000 tun a v roce 2030 až na 300 000 tun. [33]



Obr. 3.5 - Cenový vývoj lithia za poslední rok

Zdroj: [33]

Obr. 3.5 ukazuje růst cen lithia, jehož cena na trhu je 496 500 Chinese Yuan za 1 tunu, což je v přepočtu na CZK okolo 1 750 000 mil Kč za 1 tunu suroviny. [33]

4 Ekonomické porovnání automobilů

Ekonomické porovnání automobilů, využívajících konvenční paliva – jako jsou nafta a benzín, oproti vozidlům na bázi alternativních paliv, je spojené s jejich používáním v případě, kdy budou náklady alternativních pohonů v dopravě nižší než náklady konvenčních. Pro výpočet byl použit následující vzorec:

$$C_D \cdot S_D + n_p^D + \frac{N_{poř}^D}{T_Z^D \cdot L_D} S_E + n_p^E + \frac{N_{poř}^E}{T_Z^E \cdot L_E} \quad (4.1)$$

kde:

n_D ... jednotkové náklady provozu naftového/benzínového vozidla (Kč/km)

n_E ... jednotkové náklady provozu elektromobilu (Kč/km)

C_D ... cena nafty/benzínu (Kč/l)

S_D ... spotřeba nafty/benzínu (l/km)

n_p^D ... provozní náklady spojené s naftovým/benzínovým pohonem (Kč/km)

$N_{poř}^D$... pořizovací náklady naftového/benzínového vozidla (Kč/voz)

T_Z^D ... doba životnosti naftového/benzínového vozidla (roky/voz)

L_E ... nájezd elektromobilu (km/rok)

C_E ... cena elektřiny (Kč/kWh)

S_E ... spotřeba elektřiny (kWh/km)

n_p^E ... provozní náklady spojené s elektromobilem (Kč/km)

$N_{poř}^E$... pořizovací náklady elektromobilu (Kč/voz)

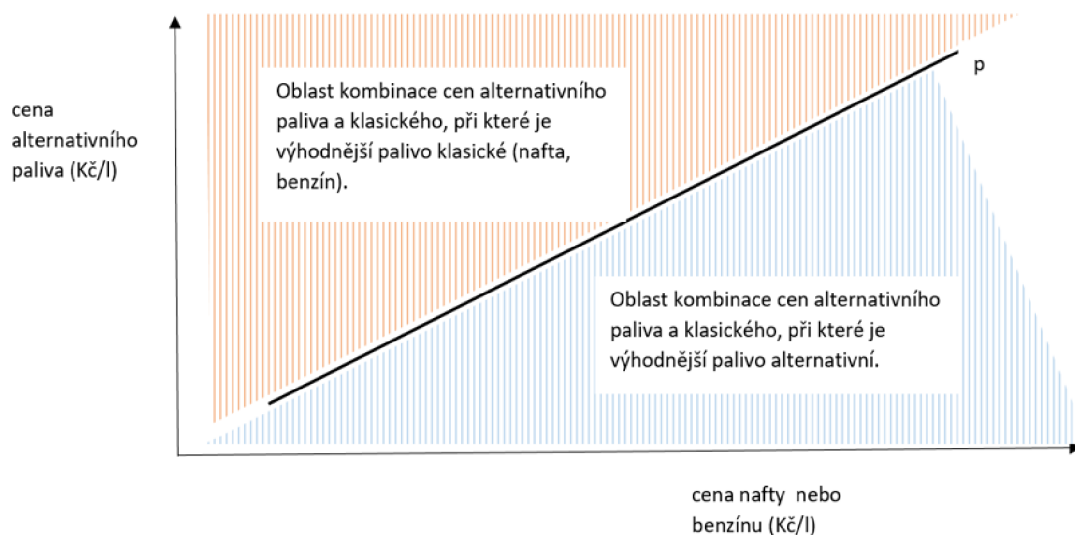
T_Z^E ... doba životnosti elektromobilu (roky/voz)

L_E ... nájezd elektromobilu (km/rok)

Rovnice 4.1 vyjadřuje při jakých kombinacích cen nafty/benzínu a alternativních paliv budou tyto náklady stejné $n_D = n_E$. [34], [35]

Rovnicí 4.1 je možné zobrazit výslednici výpočtů v grafickém znázornění, kde je

vidět, že pro různé kombinace cen alternativních paliv a benzínu či nafty, bude platit vztah, že celkové náklady při použití alternativního paliva jsou rovny nákladům při použití benzínu nebo nafty. V grafickém znázornění jsou vyneseny prostřednictvím přímky p , viz Obr. 4.1:



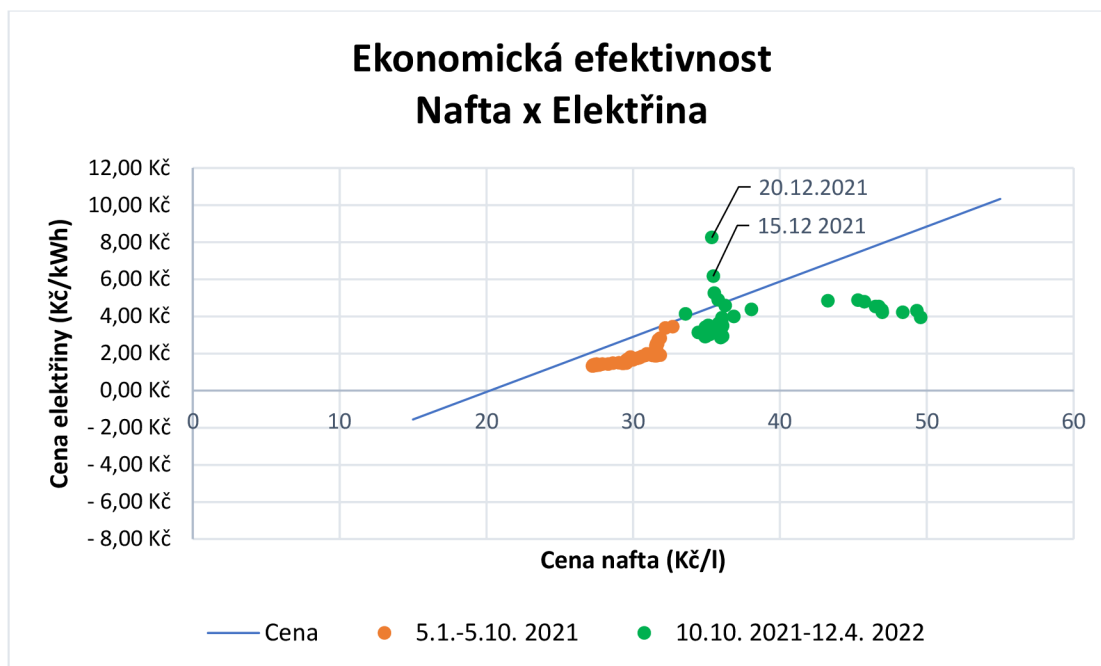
Obr. 4.1 - Ekonomická efektivnost – alternativní paliva x benzín/nafta

Zdroj: [34], [35]

Pro výpočet ekonomického srovnání byla čerpána data z kurzy.cz. Vzhledem k mnoha variantám cenových tarifních skupin elektřiny pro dobíjecí stanice, je nejednoznačné a komplikované určit přesné hodnoty pro výpočet. Proto byly zvoleny ceny pro běžnou dodávku elektřiny.

4.1 Porovnání – nové x nové, stejný nájezd, rozdílná životnost, nafta

Ekonomické porovnání bylo provedeno na vozidlech výrobce ŠKODA auto a.s., vozidlo na konvenční naftový pohon Škoda Karoq 2.0 TDI s výkonem 110 kW, a elektromobil Škoda Enyaq iV s výkonem 109 kW. Jednalo se o vozidlo nové, v základní nákupní ceně. Do porovnání byly zahrnuty ceny paliv v různých obdobích, náklady na ujeté kilometry, jejich provozní náklady a teoretická doba životnosti a nájezdu, viz Tab. 4.1.



Graf 4.1 - Ekonomická efektivnost – nový naftový automobil x nový elektromobil

Zdroj: [vlastní zpracování, Kurzy.cz]

V grafu 4.1 je zobrazeno, že v období od 5. 1. - 5. 10. 2021 se při nízkých cenách nafty i elektřiny vyplatilo pořízení elektromobilu. Avšak v období od 10. 10. 2021 – 12. 4. 2022, kdy např. 20.12. 2021 došlo k vysokému nárůstu elektřiny, se výrazně více vyplatilo pořízení vozidla na pohon naftový. Z dlouhodobého hlediska při cenách vozidel a teoretického nájezdu, viz. Tab. 4.1, bylo výhodnější pořízení vozidla na alternativní pohon.

Tab. 4.1 - Parametry pro výpočet ekonomické efektivnosti naftového vozidla x elektromobilu

Provozní náklady elektromobilu	1,78	Kč/km
Provozní náklady naftového vozidla	4,25	Kč/km
Pořizovací cena elektromobilu Enyaq iV	1059900	Kč/auto
Pořizovací cena naftového vozidla Karoq	763900	Kč/auto
Doba životnosti elektromobilu	8	roky
Doba životnosti naftového vozidla	12	roky
Nájezd elektromobilu	20000	km/rok
Nájezd naftového vozidla	20000	km/rok

Zdroj: [Vlastní zpracování]

V Tab. 4.1 jsou shrnuty základní parametry pro výpočet ekonomické efektivnosti při porovnání nových naftových automobilů s novými elektromobily. Podklady pro výpočet provozních nákladů naftového automobilu a elektromobilu jsou uvedeny v Tab. 4.2 a Tab. 4.3.

Tab. 4.2 - Provozní náklady naftového vozidla – podklad pro výpočet ekonomické efektivity

Provozní náklady naftového vozidla	Kč
15x olej, ostatní materiál, práce	210000
4x STK	8400
4x pneumatiky	21856
1x spojková sada	20000
1x rozvodové ústrojí	12000
4x brzdy	32000
Pojištění vozidla	180000
Dálniční známka	18000
Palivo – nafta	518400
Celkem provozní náklady	1020656
Provozní náklady Kč/km	4,25

Zdroj: [Vlastní zpracování]

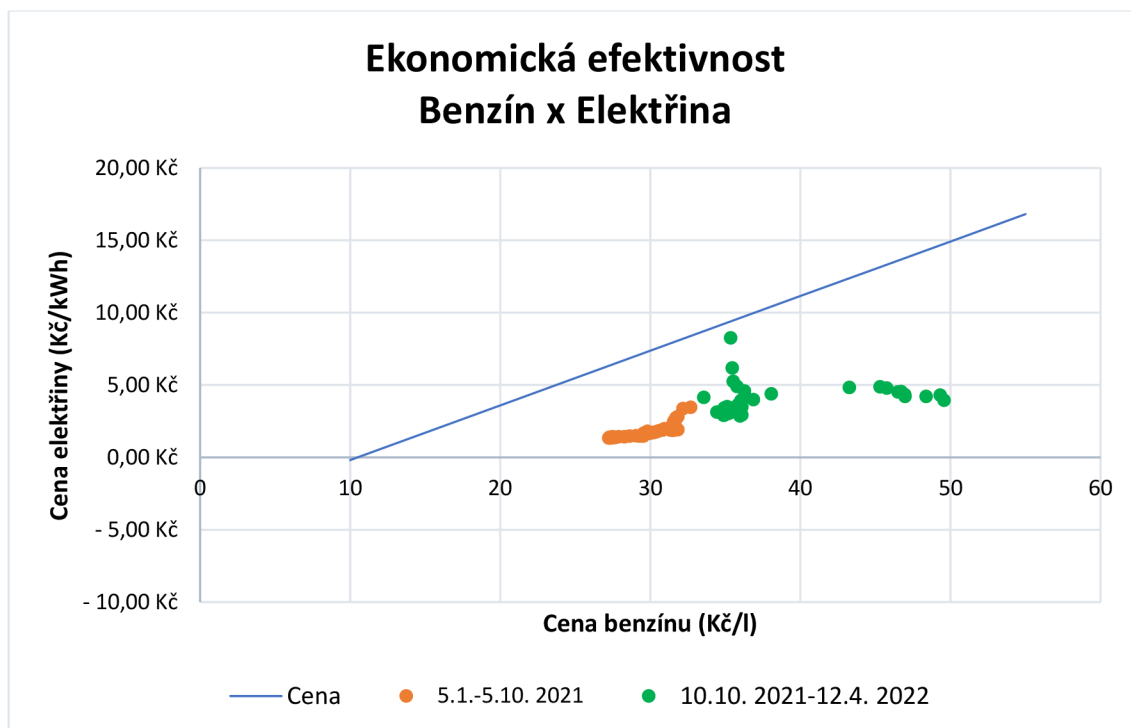
Tab. 4.3 - Provozní náklady elektromobilu – podklad pro výpočet ekonomické efektivity

Provozní náklady elektromobilu	Kč
1x brzdy	8000
2x pneumatiky	16000
Pojištění vozidla	120000
Servis (klimatizace, kontroly)	20000
2x STK	4200
Palivo – elektřina	117314
Celkem provozní náklady	285514
Provozní náklady Kč/km	1,78

Zdroj: [Vlastní zpracování]

4.2 Porovnání – nové x nové, stejný nájezd, rozdílná životnost, benzín

Ekonomické porovnání bylo provedeno na vozidlech výrobce ŠKODA auto a.s., vozidlo na konvenční benzínový pohon Škoda Karoq 2.0 TSI s výkonem 110 kW, a elektromobil Škoda Enyaq iV s výkonem 109 kW. Jednalo se o vozidlo nové, v základní nákupní ceně. Do porovnání byly zahrnuty ceny paliv v různých obdobích, náklady na ujeté kilometry, jejich provozní náklady a teoretická doba životnosti a nájezdu, viz Tab. 4.4.



Graf 4.2 - Ekonomická efektivnost – nový benzínový automobil x nový elektromobil

Zdroj: [Vlastní zpracování, Kurzy.cz]

V grafu 4.2 je zobrazeno, že v období od 5. 1. - 5. 10. 2021 se při nízkých cenách benzínu i elektřiny vyplatilo pořízení elektromobilu, a i když v období od 10. 10. 2021–12. 4. 2022, kdy např. 20. 12. 2021 došlo k vysokému nárůstu cen elektřiny. Z důvodu vysokých provozních nákladů bylo po celá tato dvě období výhodnější pořízení elektromobilu, oproti benzínovému pohonu, i přes vyšší teoretickou životnost benzínového vozidla.

Tab. 4.4 - Parametry pro výpočet ekonomické efektivnosti benzínového vozidla x elektromobilu

Provozní náklady elektromobilu	1,78	Kč/km
Provozní náklady benzínového vozidla	4,79	Kč/km
Pořizovací cena elektromobilu Enyaq iV	1059900	Kč/auto
Pořizovací cena benzínového vozidla Karoq	713900	Kč/auto
Doba životnosti elektromobilu	8	roky
Doba životnosti benzínového vozidla	12	roky
Nájezd elektromobilu	20000	km/rok
Nájezd benzínového vozidla	20000	km/rok

Zdroj: [Vlastní zpracování]

V Tab. 4.4 jsou shrnuty základní parametry pro výpočet ekonomické efektivnosti při porovnání nových benzínových automobilů s novými elektromobily. Podklady pro výpočet provozních nákladů benzínového automobilu a elektromobilu jsou uvedeny

v Tab. 4.5 a Tab. 4.6.

Tab. 4.5 - Provozní náklady benzínového vozidla – podklad pro výpočet ekonomické efektivity

Provozní náklady benzínového vozidla	Kč
15x olej, ostatní materiál, práce	210000
4x STK	8400
4x pneumatiky	21856
1x spojková sada	20000
1x rozvodové ústrojí	12000
4x brzdy	32000
Pojištění vozidla	180000
Dálniční známka	18000
Palivo – benzín	647234
Celkem provozní náklady	1149490
Provozní náklady Kč/km	4,79

Zdroj: [Vlastní zpracování]

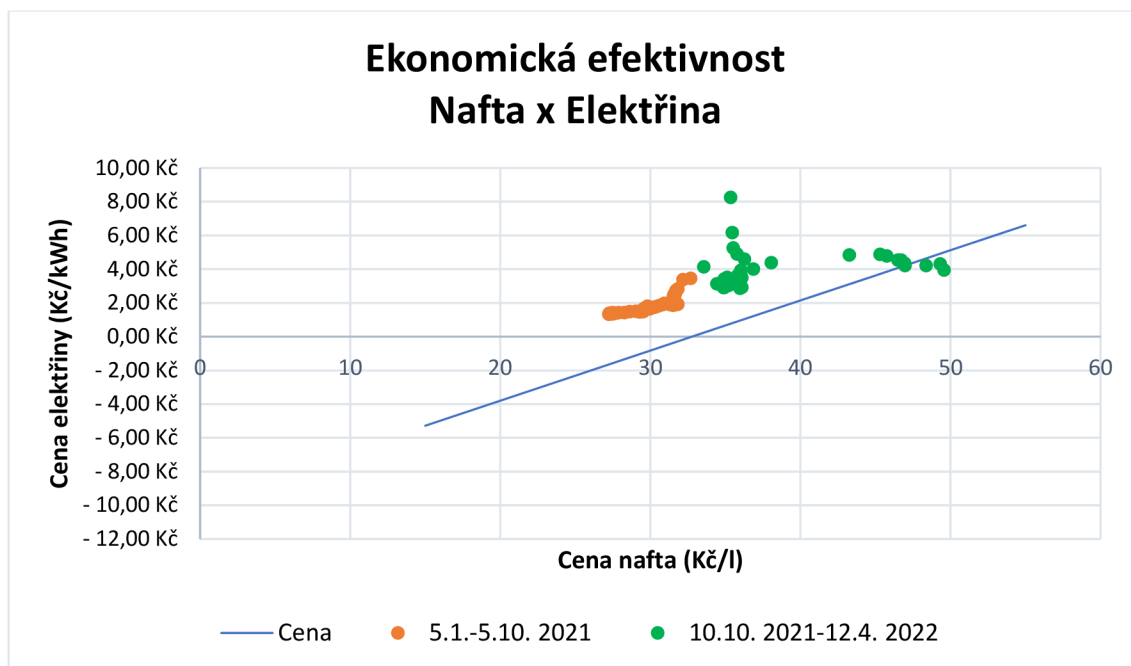
Tab. 4.6 - Provozní náklady elektromobilu – podklad pro výpočet ekonomické efektivity

Provozní náklady elektromobilu	Kč
1x brzdy	8000
2x pneumatiky	16000
Pojištění vozidla	120000
Servis (klimatizace, kontroly)	20000
2x STK	4200
Palivo – elektřina	117314
Celkem provozní náklady	285514
Provozní náklady Kč/km	1,78

Zdroj: [Vlastní zpracování]

4.3 Porovnání – nové x nové, rozdílný nájezd, rozdílná životnost, nafta

Ekonomické porovnání bylo provedeno na vozidlech výrobce ŠKODA auto a.s., vozidlo na konvenční naftový pohon Škoda Karoq 2.0 TDI s výkonem 110 kW, a elektromobil Škoda Enyaq iV s výkonem 109 kW. Jednalo se o vozidlo nové, v základní nákupní ceně. Do porovnání byly zahrnuty ceny paliv v různých obdobích, náklady na ujeté kilometry, jejich provozní náklady a teoretická doba životnosti a nájezdu, viz Tab. 4.7.



Graf 4.3 - Ekonomická efektivnost – nový naftový automobil x nový elektromobil

Zdroj: [Vlastní zpracování, Kurzy.cz]

V grafu 4.3 je zobrazeno, že v období od 5. 1. - 5. 10. 2021 se při nízkých cenách nafty i elektřiny vyplatilo pořízení naftového pohonu. I v období od 10. 10. 2021 – 12. 4. 2022, kdy např. 20. 12. 2021 došlo k vysokému nárůstu elektřiny, se výrazně víc vyplatilo pořízení vozidla na pohon naftový. Pouze v období vysokého nárůstu cen pohonných hmot, nafty, od 5. 3. 2022 bylo výhodnější pořízení vozidla na elektřinu. Z dlouhodobého hlediska při dané teoretické životnosti a nájedzu vozidel bylo výhodnější pořízení vozidla naftového.

Tab. 4.7 - Parametry pro výpočet ekonomické efektivnosti naftového vozidla x elektromobilu

Provozní náklady elektromobilu	1,94	Kč/km
Provozní náklady naftového vozidla	4,25	Kč/km
Pořizovací cena elektromobilu Enyaq iV	1059900	Kč/auto
Pořizovací cena naftového vozidla Karoq	763900	Kč/auto
Doba životnosti elektromobilu	10	roky
Doba životnosti naftového vozidla	12	roky
Nájezd elektromobilu	15000	km/rok
Nájezd naftového vozidla	20000	km/rok

Zdroj: [Vlastní zpracování]

V Tab. 4.7 jsou shrnuty základní parametry pro výpočet ekonomické efektivnosti při porovnání nových naftových automobilů s novými elektromobily. Podklady pro výpočet provozních nákladů naftového automobilu a elektromobilu jsou uvedeny v Tab.

4.8 a Tab. 4.9.

Tab. 4.8 - Provozní náklady naftového vozidla – podklad pro výpočet ekonomické efektivity

Provozní náklady naftového vozidla	Kč
15x olej, ostatní materiál, práce	210000
4x STK	8400
4x pneumatiky	21856
1x spojková sada	20000
1x rozvodové ústrojí	12000
4x brzdy	32000
Pojištění vozidla	180000
Dálniční známka	18000
Palivo – nafta	518400
Celkem provozní náklady	1020656
Provozní náklady Kč/km	4,25

Zdroj: [Vlastní zpracování]

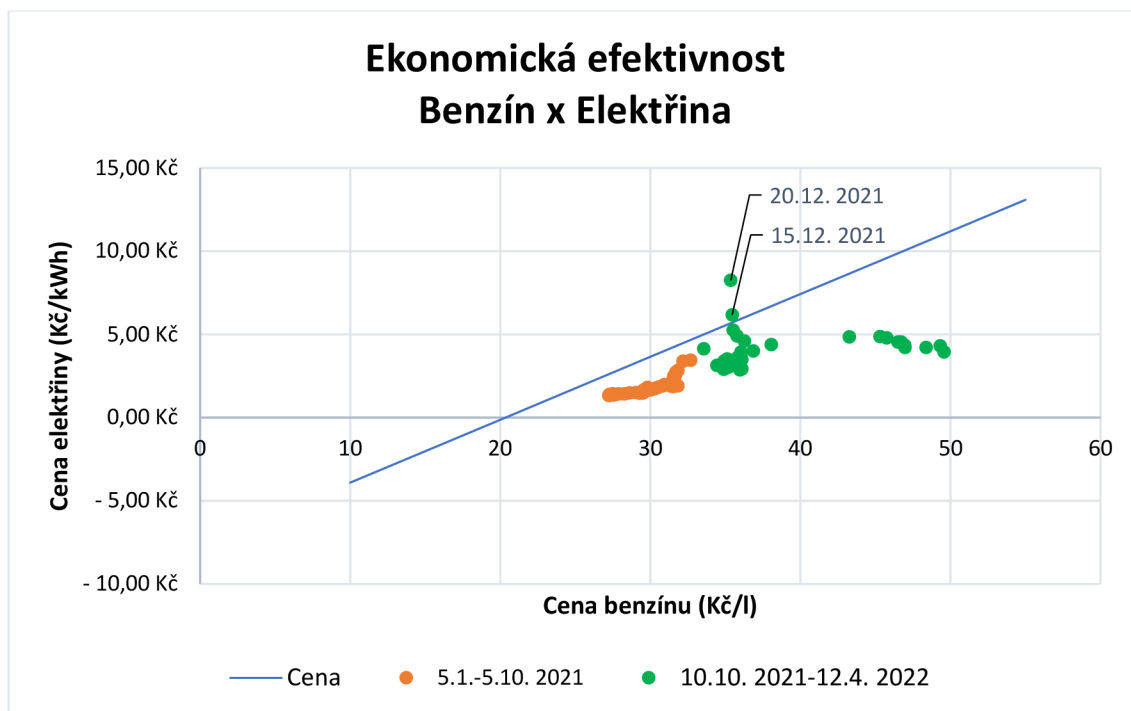
Tab. 4.9 - Provozní náklady elektromobilu – podklad pro výpočet ekonomické efektivity

Provozní náklady elektromobilu	Kč
1x brzdy	8000
2x pneumatiky	16000
Pojištění vozidla	150000
Servis (klimatizace, kontroly)	20000
3x STK	6300
Palivo – elektřina	109982
Celkem provozní náklady	310282
Provozní náklady Kč/km	1,94

Zdroj: [Vlastní zpracování]

4.4 Porovnání – nové x nové, rozdílný nájezd, rozdílná životnost, benzín

Ekonomické porovnání bylo provedeno na vozidlech výrobce ŠKODA auto a.s., vozidlo na konvenční benzínový pohon Škoda Karoq 2.0 TSI s výkonem 110 kW, a elektromobil Škoda Enyaq iV s výkonem 109 kW. Jednalo se o vozidlo nové, v základní nákupní ceně. Do porovnání byly zahrnuty ceny paliv v různých obdobích, náklady na ujeté kilometry, jejich provozní náklady a teoretická doba životnosti a nájezdu, viz Tab. 4.10.



Graf 4.4 - Ekonomická efektivnost – nový benzínový automobil x nový elektromobil

Zdroj: [Vlastní zpracování, Kurzy.cz]

V grafu 4.4 je zobrazeno, že v období od 5. 1. - 5. 10. 2021 se při nízkých cenách benzínu i elektřiny vyplatilo pořízení elektromobilu, v období od 10. 10. 2021 – 12. 4. 2022 bylo výhodné pořízení vozidla s benzínovým agregátem pouze v datech 15. 12. 2021 a 20. 12. 2021, kdy byl velký narůst cen elektřiny, ve zbytku období z důvodu vysokých cen benzínu bylo výhodnější pořízení elektromobilu, i přes vyšší teoretickou životnost benzínového vozidla.

Tab. 4.10 - Parametry pro výpočet ekonomické efektivnosti benzínového vozidla x elektromobilu

Provozní náklady elektromobilu	1,94	Kč/km
Provozní náklady benzínového vozidla	4,79	Kč/km
Pořizovací cena elektromobilu Enyaq iV	1059900	Kč/auto
Pořizovací cena benzínového vozidla Karoq	713900	Kč/auto
Doba životnosti elektromobilu	10	roky
Doba životnosti benzínového vozidla	12	roky
Nájezd elektromobilu	15000	km/rok
Nájezd benzínového vozidla	20000	km/rok

Zdroj: [Vlastní zpracování]

V Tab. 4.10 jsou shrnuty základní parametry pro výpočet ekonomické efektivnosti při porovnání nových benzínových automobilů s novými elektromobily. Podklady pro výpočet provozních nákladů benzínového automobilu a elektromobilu jsou uvedeny

v Tab. 4.11 a Tab. 4.12.

Tab. 4.11 - Provozní náklady benzínového vozidla – podklad pro výpočet ekonomické efektivity

Provozní náklady benzínového vozidla	Kč
15x olej, ostatní materiál, práce	210000
4x STK	8400
4x pneumatiky	21856
1x spojková sada	20000
1x rozvodové ústrojí	12000
4x brzdy	32000
Pojištění vozidla	180000
Dálniční známka	18000
Palivo – benzín	647234
Celkem provozní náklady	1149490
Provozní náklady Kč/km	4,79

Zdroj: [Vlastní zpracování]

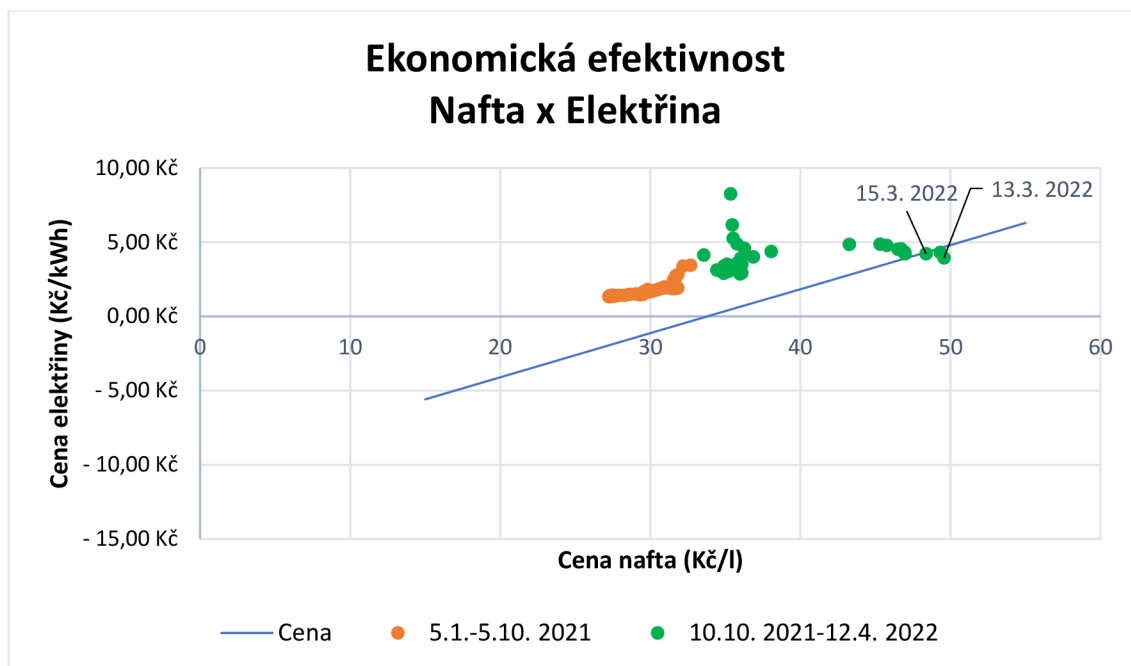
Tab. 4.12 - Provozní náklady elektromobilu – podklad pro výpočet ekonomické efektivity

Provozní náklady elektromobilu	Kč
1x brzdy	8000
2x pneumatiky	16000
Pojištění vozidla	150000
Servis (klimatizace, kontroly)	20000
3x STK	6300
Palivo – elektřina	109982
Celkem provozní náklady	310282
Provozní náklady Kč/km	1,94

Zdroj: [Vlastní zpracování]

4.5 Porovnání – nové x ojeté, stejný nájezd, rozdílná životnost, nafta

Ekonomické porovnání bylo provedeno na vozidlech výrobce ŠKODA auto a.s., vozidlo na konvenční naftový pohon Škoda Karoq 2.0 TDI s výkonem 110 kW, a elektromobil Škoda Enyaq iV s výkonem 109 kW. Jednalo se o nový elektromobil a vozidlo s naftovým pohonem s nájezdem okolo 100-150 tis. kilometrů, v základní nákupní ceně. Do porovnání byly zahrnuty ceny paliv v různých obdobích, náklady na ujeté kilometry, jejich provozní náklady a teoretická doba životnosti a nájezdu, viz Tab. 4.13.



Graf 4.5 - Ekonomická efektivnost – ojetý naftový automobil x nový elektromobil

Zdroj: [Vlastní zpracování, Kurzy.cz]

Z grafu 4.5 vyplývá, že ve zkoumaném období se i přes vyšší cenu ojetých vozidel v celém období ukazuje výhodnější ojeté naftové vozidlo než pořízení vozidla na alternativní pohon elektřinu. Avšak v období 15. 3. 2022 při cenách 48,37 Kč/l nafty a 4,22 Kč/kWh elektřiny, byly výhodné obě varianty stejně, přičemž o dva dny dříve 13. 3. 2022, kdy cena motorové nafty činila 49,31 Kč/l a cena elektřiny 3,95 Kč/kWh, bylo výhodnější pořízení elektromobilu. Z dlouhodobého hlediska je tedy při dané teoretické životnosti, cenách paliv a nájedzu vozidel výhodnější pořízení staršího naftového vozidla.

Tab. 4.13 - Parametry pro výpočet ekonomické efektivnosti naftového vozidla x elektromobilu

Provozní náklady elektromobilu	1,78	Kč/km
Provozní náklady naftového vozidla	2,86	Kč/km
Pořizovací cena elektromobilu Enyaq iV	1059900	Kč/auto
Pořizovací cena naftového vozidla Karoq	549000	Kč/auto
Doba životnosti elektromobilu	8	roky
Doba životnosti naftového vozidla	7	roky
Nájezd elektromobilu	20000	km/rok
Nájezd naftového vozidla	20000	km/rok

Zdroj: [Vlastní zpracování]

V Tab. 4.13 jsou shrnuty základní parametry pro výpočet ekonomické efektivnosti při porovnání ojetých naftových automobilů s novými elektromobily. Podklady pro výpočet provozních nákladů naftového automobilu a elektromobilu jsou uvedeny v Tab.

4.14 a Tab. 4.15.

Tab. 4.14 - Provozní náklady naftového vozidla – podklad pro výpočet ekonomické efektivity

Provozní náklady naftového vozidla	Kč
10x olej, ostatní materiál, práce	190000
3x STK	6300
2x pneumatiky	10928
1x spojková sada	20000
1x rozvodové ústrojí	12000
2x brzdy	16000
Pojištění vozidla	105000
Dálniční známka	10500
Palivo – nafta	315370
Celkem provozní náklady	686098
Provozní náklady Kč/km	2,86

Zdroj: [Vlastní zpracování]

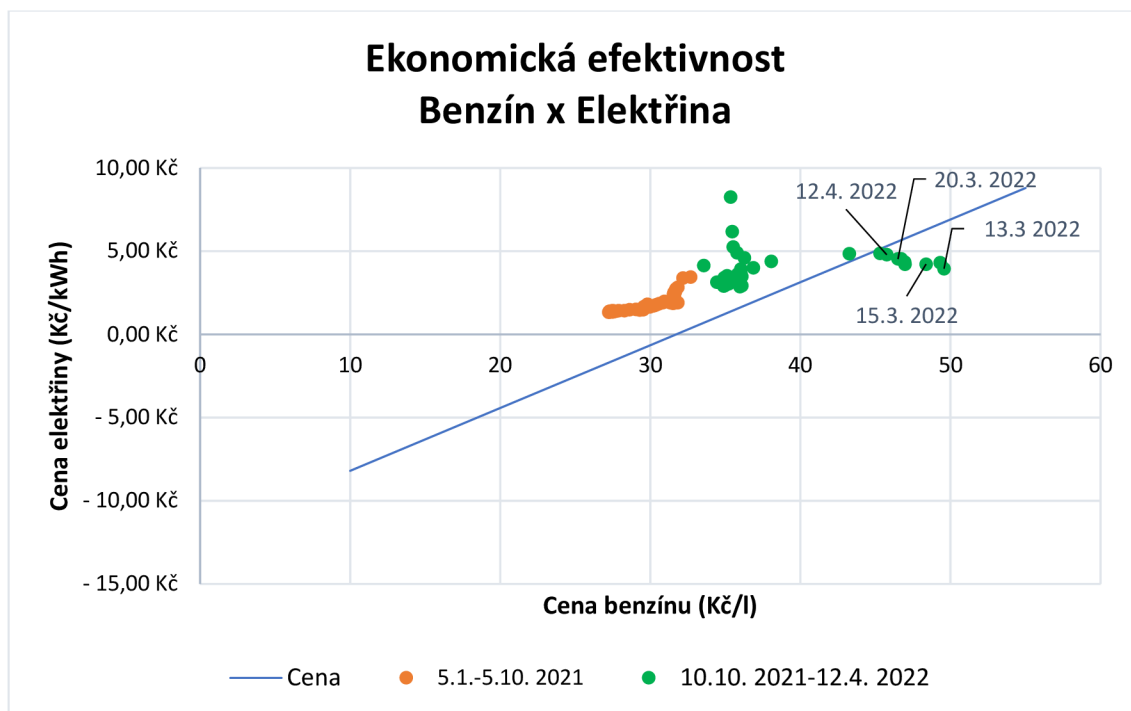
Tab. 4.15 - Provozní náklady elektromobilu – podklad pro výpočet ekonomické efektivity

Provozní náklady elektromobilu	Kč
1x brzdy	8000
2x pneumatiky	16000
Pojištění vozidla	120000
Servis (klimatizace, kontroly)	20000
2x STK	4200
Palivo – elektřina	117314
Celkem provozní náklady	285514
Provozní náklady Kč/km	1,78

Zdroj: [Vlastní zpracování]

4.6 Porovnání – nové x ojeté, stejný nájezd, rozdílná životnost, benzín

Ekonomické porovnání bylo provedeno na vozidlech výrobce ŠKODA auto a.s., vozidlo na konvenční benzínový pohon Škoda Karoq 1.5 TSI s výkonem 110 kW, a elektromobil Škoda Enyaq iV s výkonem 109 kW. Jednalo se o nový elektromobil a vozidlo s benzínovým pohonem s nájezdem okolo 100-150 tis. kilometrů, v aktuální nákupní a prodejní ceně na trhu. Do porovnání byly zahrnuty ceny paliv v různých obdobích, náklady na ujeté kilometry, jejich provozní náklady a teoretická doba životnosti a nájezdu, viz Tab. 4.16.



Graf 4.6 - Ekonomická efektivnost – ojetý benzínový automobil x nový elektromobil

Zdroj: [Vlastní zpracování, Kurzy.cz]

Z grafu 4.6 vyplývá, že ve zkoumaném období se i přes vyšší cenu ojetých vozidel v celém období ukazuje výhodnější ojeté benzínové vozidlo než pořízení vozidla na alternativní pohon elektřina. Avšak zhruba od poloviny března roku 2022 až do poloviny dubna 2022, při vyšších cenách benzínu, bylo výhodnější pořízení elektromobilu. Z dlouhodobého hlediska je tedy při dané teoretické životnosti, cenách paliv a nájzdu vozidel výhodnější pořízení staršího benzínového vozidla.

Tab. 4.16 - Parametry pro výpočet ekonomické efektivnosti benzínového vozidla x elektromobilu

Provozní náklady elektromobilu	1,78	Kč/km
Provozní náklady benzínového vozidla	3,12	Kč/km
Pořizovací cena elektromobilu Enyaq iV	1059900	Kč/auto
Pořizovací cena benzínového vozidla Karoq	469999	Kč/auto
Doba životnosti elektromobilu	8	roky
Doba životnosti benzínového vozidla	7	roky
Nájezd elektromobilu	20000	km/rok
Nájezd benzínového vozidla	20000	km/rok

Zdroj: [Vlastní zpracování]

V Tab. 4.16 jsou shrnuty základní parametry pro výpočet ekonomické efektivnosti při porovnání ojetých benzínových automobilů s novými elektromobily. Podklady pro výpočet provozních nákladů benzínového automobilu a elektromobilu jsou uvedeny

v Tab. 4.17 a Tab. 4.18.

Tab. 4.17 - Provozní náklady benzínového vozidla – podklad pro výpočet ekonomické efektivity

Provozní náklady benzínového vozidla	Kč
10x olej, ostatní materiál, práce	190000
3x STK	6300
2x pneumatiky	10928
1x spojková sada	20000
1x rozvodové ústrojí	12000
2x brzdy	16000
Pojištění vozidla	105000
Dálniční známka	10500
Palivo – benzín	377553
Celkem provozní náklady	748281
Provozní náklady Kč/km	3,12

Zdroj: [Vlastní zpracování]

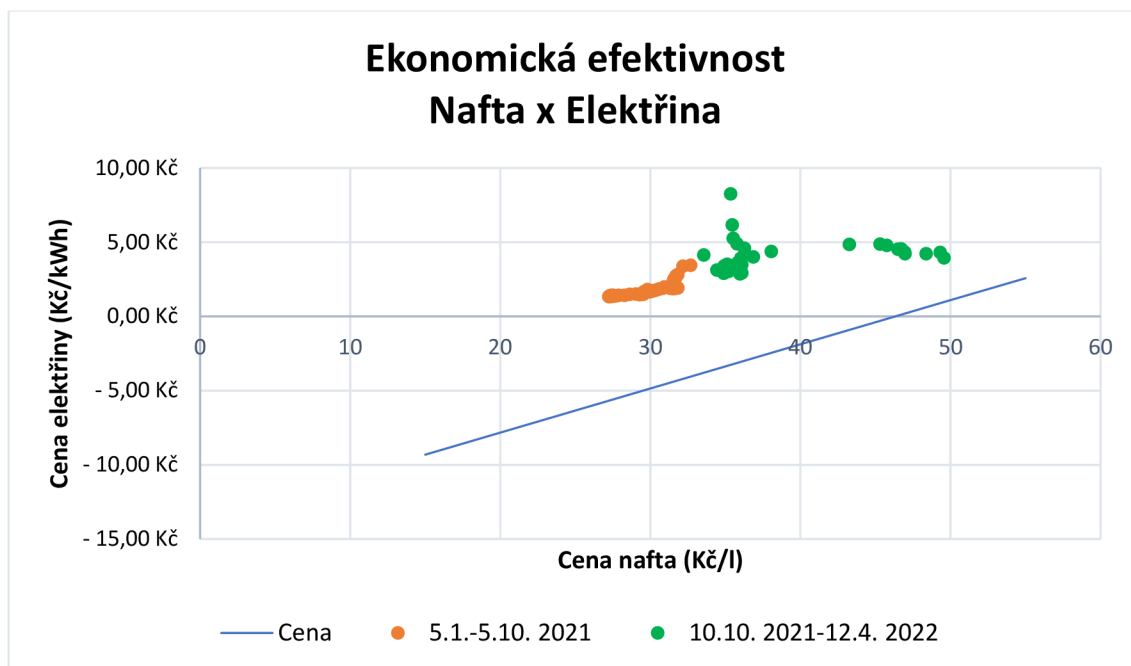
Tab. 4.18 - Provozní náklady elektromobilu – podklad pro výpočet ekonomické efektivity

Provozní náklady elektromobilu	Kč
1x brzdy	8000
2x pneumatiky	16000
Pojištění vozidla	120000
Servis (klimatizace, kontroly)	20000
2x STK	4200
Palivo – elektřina	117314
Celkem provozní náklady	285514
Provozní náklady Kč/km	1,78

Zdroj: [Vlastní zpracování]

4.7 Porovnání – nové x ojeté, rozdílný nájezd, rozdílná životnost, nafta

Ekonomické porovnání bylo provedeno na vozidlech výrobce ŠKODA auto a.s., vozidlo na konvenční naftový pohon Škoda Karoq 2.0 TDI s výkonem 110 kW, a elektromobil Škoda Enyaq iV s výkonem 109 kW. Jednalo se o nový elektromobil a vozidlo s naftovým pohonem s nájezdem okolo 100-150 tis. kilometrů, v aktuální nákupní a prodejní ceně na trhu. Do porovnání byly zahrnuty ceny paliv v různých obdobích, náklady na ujeté kilometry, jejich provozní náklady a teoretická doba životnosti a nájezdu, viz Tab. 4.19.



Graf 4.7 - Ekonomická efektivnost – ojetý naftový automobil x nový elektromobil

Zdroj: [Vlastní zpracování, Kurzy.cz]

Graf 4.7 zobrazuje, že ve zkoumaném období se i přes vyšší cenu ojetých vozidel v celém období ukazuje výhodnější ojeté naftové vozidlo než pořízení vozidla nového na alternativní pohon elektřinu, i přes období poloviny března a dubna 2022, kdy došlo k vysokému nárůstu cen nafty. Z dlouhodobého hlediska je tedy při dané teoretické životnosti, cenách paliv a nájezdu vozidel výhodnější pořízení staršího naftového vozidla.

Tab. 4.19 - Parametry pro výpočet ekonomické efektivnosti naftového vozidla x elektromobilu

Provozní náklady elektromobilu	1,94	Kč/km
Provozní náklady naftového vozidla	2,86	Kč/km
Pořizovací cena elektromobilu Enyaq iV	1059900	Kč/auto
Pořizovací cena naftového vozidla Karoq	549000	Kč/auto
Doba životnosti elektromobilu	10	roky
Doba životnosti naftového vozidla	7	roky
Nájezd elektromobilu	15000	km/rok
Nájezd naftového vozidla	20000	km/rok

Zdroj: [Vlastní zpracování]

V Tab. 4.19 jsou shrnuty základní parametry pro výpočet ekonomické efektivnosti při porovnání ojetých naftových automobilů s novými elektromobily. Podklady pro výpočet provozních nákladů naftového automobilu a elektromobilu jsou uvedeny v Tab. 4.20 a Tab. 4.21.

Tab. 4.20 - Provozní náklady naftového vozidla – podklad pro výpočet ekonomické efektivity

Provozní náklady naftového vozidla	Kč
10x olej, ostatní materiál, práce	190000
3x STK	6300
2x pneumatiky	10928
1x spojková sada	20000
1x rozvodové ústrojí	12000
2x brzdy	16000
Pojištění vozidla	105000
Dálniční známka	10500
Palivo – nafta	315370
Celkem provozní náklady	686098
Provozní náklady Kč/km	2,86

Zdroj: [Vlastní zpracování]

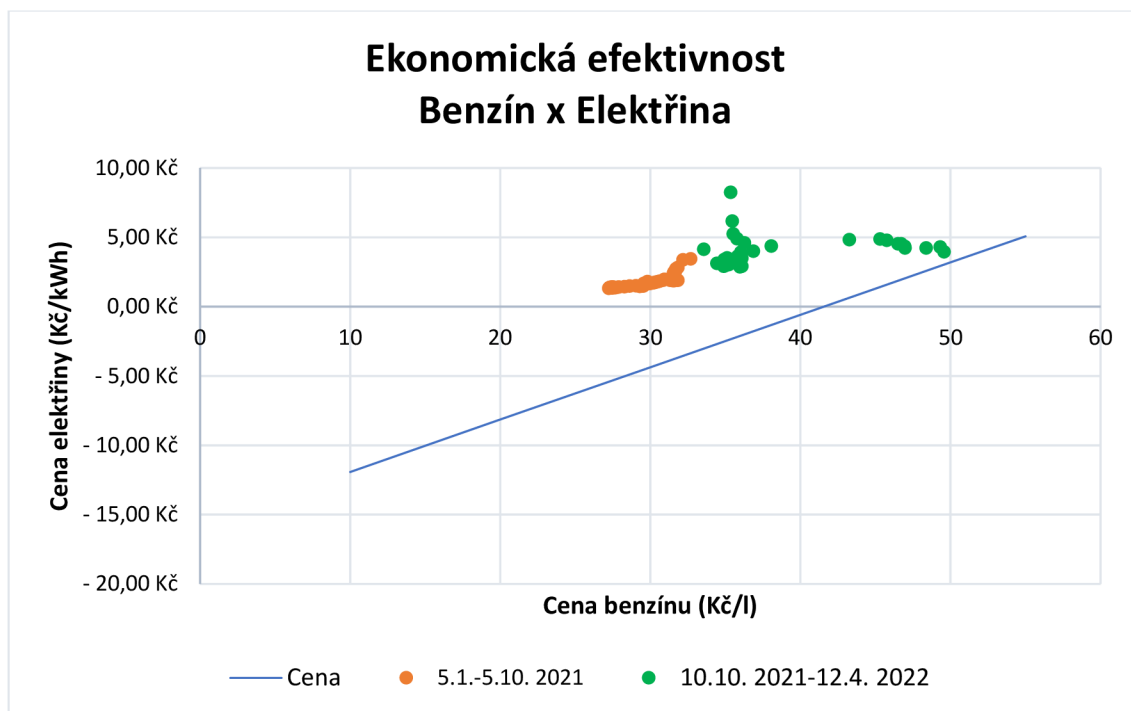
Tab. 4.21 - Provozní náklady elektromobilu – podklad pro výpočet ekonomické efektivity

Provozní náklady elektromobilu	Kč
1x brzdy	8000
2x pneumatiky	16000
Pojištění vozidla	150000
Servis (klimatizace, kontroly)	20000
3x STK	6300
Palivo – elektřina	109982
Celkem provozní náklady	310282
Provozní náklady Kč/km	1,94

Zdroj: [Vlastní zpracování]

4.8 Porovnání – nové x ojeté, rozdílný nájezd, rozdílná životnost, benzín

Ekonomické porovnání bylo provedeno na vozidlech výrobce ŠKODA auto a.s., vozidlo na konvenční benzínový pohon Škoda Karoq 1.5 TSI s výkonem 110 kW, a elektromobil Škoda Enyaq iV s výkonem 109 kW. Jednalo se o nový elektromobil a vozidlo s benzínovým pohonem s nájezdem okolo 100-150 tis. kilometrů, v aktuální nákupní a prodejní ceně na trhu. Do porovnání byly zahrnuty ceny paliv v různých obdobích, náklady na ujeté kilometry, jejich provozní náklady a teoretická doba životnosti a nájezdu, viz Tab. 4.22.



Graf 4.8 - Ekonomická efektivnost – ojetý benzínový automobil x nový elektromobil

Zdroj: [Vlastní zpracování, Kurzy.cz]

Graf 4.8 zobrazuje, že ve zkoumaném období se i přes vyšší cenu ojetých vozidel v celém období ukazuje výhodnější ojeté benzínové vozidlo než pořízení vozidla nového na alternativní pohon elektřina, i přes období poloviny března a dubna 2022, kdy došlo k vysokému nárůstu cen benzínu. Z dlouhodobého hlediska je tedy při dané teoretické životnosti, cenách paliv a nájezdu vozidel výhodnější pořízení staršího benzínového vozidla.

Tab. 4.22 - Parametry pro výpočet ekonomické efektivnosti benzínového vozidla x elektromobilu

Provozní náklady elektromobilu	1,94	Kč/km
Provozní náklady benzínového vozidla	3,12	Kč/km
Pořizovací cena elektromobilu Enyaq iV	1059900	Kč/auto
Pořizovací cena benzínového vozidla Karoq	469000	Kč/auto
Doba životnosti elektromobilu	10	roky
Doba životnosti benzínového vozidla	7	roky
Nájezd elektromobilu	15000	km/rok
Nájezd benzínového vozidla	20000	km/rok

Zdroj: [Vlastní zpracování]

V Tab. 4.22 jsou shrnuty základní parametry pro výpočet ekonomické efektivnosti při porovnání ojetých benzínových automobilů s novými elektromobily. Podklady pro výpočet provozních nákladů benzínového automobilu a elektromobilu jsou uvedeny

v Tab. 4.23 a Tab. 4.24.

Tab. 4.23 - Provozní náklady benzínového vozidla – podklad pro výpočet ekonomické efektivity

Provozní náklady benzínového vozidla	Kč
10x olej, ostatní materiál, práce	190000
3x STK	6300
2x pneumatiky	10928
1x spojková sada	20000
1x rozvodové ústrojí	12000
2x brzdy	16000
Pojištění vozidla	105000
Dálniční známka	10500
Palivo – benzín	377553
Celkem provozní náklady	748281
Provozní náklady Kč/km	3,12

Zdroj: [Vlastní zpracování]

Tab. 4.24 - Provozní náklady naftového vozidla – podklad pro výpočet ekonomické efektivity

Provozní náklady elektromobilu	Kč
1x brzdy	8000
2x pneumatiky	16000
Pojištění vozidla	120000
Servis (klimatizace, kontroly)	20000
2x STK	4200
Palivo – elektřina	117314
Celkem provozní náklady	285514
Provozní náklady Kč/km	1,78

Zdroj: [Vlastní zpracování]

Závěr

Cílem bakalářské práce bylo popsat a vyhodnotit vývoj elektromobility, její technické a technologické předpoklady a ekonomiku provozu z pohledu koncového uživatele.

V úvodu bakalářské práce byly zmíněny legislativní předpoklady rozvoje elektromobility, ať už úmluvy, nebo i dohody Evropské unie pro dosažení tzv. „čisté Evropy“. Dále byly představeny legislativní předpisy pro tvorbu infrastruktury elektromobilů, které nemálo korespondují s vývojem elektromobility.

V teoretické části bakalářské práce byly představeny predikce současného rozvoje elektromobility, s poukázáním na různé typy elektromobilů dle druhu technologie výroby. Dále bakalářská práce obsahuje náročnost výroby a likvidaci akumulátorů, která má nemalý podíl na ceně elektromobilu a ekologických stopách.

Poté byly v bakalářské práci rozepsané technické druhy elektromobilů dle použitého druhu paliva a energie. V bakalářské práci bylo také zmíněno vozidlo na vodíkový pohon, které může být do budoucna také variantou alternativních pohonů, avšak v dnešní době se těchto vozidel tolik nevyskytuje. Mezi důvody patří například – náročná technologie výroby, vyšší pořizovací cena, velké nároky na palivovou nádrž, která je plněna pod tlakem zhruba 700 barů. Toto je z mého pohledu jedna z hlavních nevýhod této konstrukce, protože elektromobil oproti vozidlu s palivovými články můžeme dobíjet na více místech a jejich infrastruktura je neustále vyvíjena. U vodíku je to v tomto případě složitější. Dále jsou v této části bakalářské práce popsány druhy dobíjecích stanic a druhy konektorů pro dobíjení elektromobilů.

V třetí části bakalářské práce je popsán cenový vývoj paliv a elektrické energie za období posledních 3 let. Zde bylo poukázáno na velký propad v dubnu roku 2020, kde s příchodem pandemie COVID-19 klesly ceny paliv z důvodu lockdownů. K tomu vedlo snížení poptávky po palivu. Cena paliva pak postupně rostla, avšak až koncem roku 2021 došlo k navýšení cen kvůli opětovnému zvýšení poptávky. Důvodem bylo rozvolňování protipandemických opatření. Dalším aspektem nárůstu ceny motorové nafty je ruská invaze na Ukrajinu, která začala 24. února 2022, a to způsobilo obrovský nárůst cen pohonných hmot. Ceny elektrické energie také souvisí s pandemií COVID-19, kdy před tímto obdobím byla cena elektřiny mírně kolísavá ale ustálená. Lockdowny během

pandemie omezily či úplně pozastavily chod řady velkých i malých podniků, kde se značně projevil pokles výroby, a tím i poptávka po elektrické energii. Naopak, ke konci roku 2021, po skončení přísných lockdownů, se výrazně zvýšila poptávka po elektřině, kdy společnosti po velkých ztrátách obnovily výrobu a snažily se dohnat ušlé zisky. Ceny rostly také z dalšího podstatného důvodu, a to zejména pro nedostatečnou výrobu elektrické energie z obnovitelných zdrojů. Pro provoz elektromobilů není důležitá jen dodávka elektrické energie. Velký podíl na provozu, ekologii a ceně elektromobilů zaobírá jeho baterie, kde pro její výrobu je důležitá cena potřebných nedostatkových surovin – kobaltu a lithia. Tyto suroviny se využívají prakticky v každé elektronice a jejich těžba je velice náročná, často zastoupená dětskou prací, a také velice znečišťuje životní prostředí. Proto je v bakalářské práci zmíněna cena a cenový vývoj těchto surovin.

Cílem bakalářské práce bylo porovnat z ekonomického hlediska vozidla se spalovacím a vznětovým motorem a elektromobilem. Například porovnáním u nového naftového vozidla s životností 12 let a nájezdem 20 tisíc kilometrů ročně oproti novému elektromobilu s životností 8 let a nájezdem 20 tisíc kilometrů ročně, bylo zjištěno, že ve zkoumaném období, při daných cenách paliv a elektrické energie, bylo výhodnější pořízení elektromobilu, kromě období vysokých cen elektrické energie. V případě stejných teoretických hodnot u benzínového vozidla bylo výhodnější po celé období pořízení automobilu na alternativní pohon. Při porovnání 5letého vozidla s nájezdem okolo 100-150 tisíc kilometrů proti novému elektromobilu, i přes aktuální vysoké ceny ojetých vozidel na trhu, je v jednoznačné převaze výhodnější pořízení jak ojetého vozidla naftového, tak i benzínového oproti novému elektromobilu. Jednotlivá porovnání mezi vozidly jsou podrobněji obsažena v praktické části bakalářské práce.

Dle mého názoru je elektromobilita cestou ke snižování škodlivých emisních látek, které znečišťují naši planetu. Avšak není možné, aby celá individuální doprava byla schopna fungovat čistě na alternativních palivech, při dnešním vysokém počtu vozidel. Ačkoli je rozvoj infrastruktury elektromobility stále na vyšší úrovni, není z mého pohledu možné, aby dnešní sítě s touto dimenzací kabeláže obsloužily takové množství nejen osobních, ale i dopravních vozidel. Dalším faktorem, který by měl být dle mého názoru zlepšen, je technologie výroby a likvidace akumulátorů elektromobilů.

Elektromobilita je z určitého pohledu cesta ke snižování škodlivých emisních látek, ale vzhledem k aktuálnímu technologickému vývoji v této oblasti jde stále o dopravní prostředky vhodné pro městské a příměstské oblasti.

Seznam zdrojů

- [1] SDĚLENÍ KOMISE EVROPSKÉMU PARLAMENTU, RADĚ, EVROPSKÉMU HOSPODÁŘSKÉMU A SOCIÁLNÍMU VÝBORU A VÝBORU REGIONŮ [online]. 2021 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: [file:///C:/Users/42073/Downloads/CELEX_52021DC0550_CS_TXT%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/42073/Downloads/CELEX_52021DC0550_CS_TXT%20(1).pdf)
- [2] Deník.cz: Rok 2022 bude v EU rokem boje o zvládnutelnou Zelenou dohodu [online]. 30.12. 2021 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.denik.cz/cesko-a-eu/covid-pandemie-fit-for-55-20221229.html>
- [3] 2014/94/EU Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/94/EU ze dne 22. října 2014 o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva Text s významem pro EHP [online]. [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=32014L0094>
- [4] Motofocus.cz: Co může nová norma EURO 6D přinést nezávislým servisům? [online]. [cit. 2022-04-30]. Dostupné z: <https://motofocus.cz/legislativa/63932,co-muze-nova-norma-euro-6d-prinest-nezavislym-servisum>
- [5] Přehled emisních norem pro osobní automobily [online]. 2021 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.portalridice.cz/clanek/prehled-emisnich-norem-pro-osobni-automobily>
- [6] Konec spalovacích motorů! Přísná norma Euro 7 má brzy vstoupit v platnost. Elektrické vozy [online]. 2022 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://elektrickevozy.cz/clanky/konec-spalovacich-motoru-prisna-norma-euro-7-ma-brzy-vstoupit-v-platnost>
- [7] Národní akční plán pro chytré sítě 2019–2030 - Aktualizace NAP SG [online]. [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/energetika/strategicke-a-koncepcni-dokumenty/narodni-akcni-plan-pro-chytre-site/narodni-akcni-plan-pro-chytre-site-2019---2030---aktualizace-nap-sg--248894/>
- [8] Elektromobilita v ČR a světové trendy [online]. 2021 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.epet.cz/elektromobilita-v-cr-a-svetove-trendy-2021/>

- [9] Registrace všech čistých vozidel v ČR dle NAP ČM [online]. [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.cistadoprava.cz/registrace-vsech-cistych-vozidel-v-cr-dle-nap-cm/>
- [10] Ministerstvo dopravy ČR [online]. [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.mdcrcz/>
- [11] Auto.cz: Výroba elektromobilu vyprodukuje o 70 % více emisí, přiznává Volvo [online]. [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/vyroba-elektromobilu-vyprodukuje-o-70-vice-emisi-priznava-volvo-141579>
- [12] Oenergetice.cz: Akumulátory a pohonné systémy elektrických vozidel – EV[online]. [cit.2022-04-24]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektromobilita/akumulatory-a-pohonne-systemy-elektricky-vozidel-ev-1-dil>
- [13] DUCHOŇ, Bedřich. Inženýrská ekonomika. Praha: C. H. Beck, 2007. ISBN 978-80-7179-763-0.
- [14] Driveto.com: Druhy elektromobilů. Vyznáte se ve zkratkách? [online]. [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://blog.driveto.cz/druhy-elektromobilu-vyznate-se-ve-zkratkach/>
- [15] Www.skoda-storyboard.com: ŠKODA AUTO hlásí v ČR úspěšný rok 2021, dosáhla tržního podílu 34 procent a zaregistrovala téměř 71 000 nových vozů [online]. [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/tiskove-zpravy-archiv/skoda-auto-hlasi-v-cr-uspesny-rok-2021-dosahla-trzniho-podilu-34-procent-a-zaregistrovala-temer-71-000-novych-vozu/?state=OK&aid=b40da17b-f126-4981-984c-353017f4a68c&or=www.google.com>
- [16] Www.designmag.cz: Škoda překvapila designem sériového elektrického modelu Enyaq iV [online]. [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.designmag.cz/technika/91432-skoda-prekvapila-designem-serioveho-elektrickeho-modelu-nyaq-iv.html>
- [17] Www.hybrid.cz: Známe tři nejprodávanější elektromobily v Česku [online]. 2021 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.hybrid.cz/zname-tri-nejprodavanejsi-elektromobily-v-cesku/>

- [18] Wwww.toyota.cz [online]. 2022 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.toyota.cz/world-of-toyota/news/new-toyota-mirai>
- [19] Wwww.hybrid.cz [online]. 2021 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.hybrid.cz/prvni-vodi-kove-auto-toyota-mirai-pr-iji-z-di-na-c-esky-trh-cena-zacina-na-17-mil-#:~:text=Cena%20Toyoty%20Mirai%20za%C4%8D%C3%ADn%C3%A1%20na,v%C3%BDbava%20Executive%20s%20paketem%20VIP>
- [20] Wwww.autorevue.cz: Ford Kuga se stal nejprodávanějším plug-in hybridem v Evropě. Na českém trhu je to ale jinak [online]. 2022 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.autorevue.cz/ford-kuga-se-stal-nejprodavanejsim-plug-in-hybridem-v-evrope-na-ceskem-trhu-je-to-ale-jinak>
- [21] Wwww.ford.cz: MOŽNOSTI POHONU VOZU KUGA [online]. 2022 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.ford.cz/osobni-vozy/kuga/vybava/pohon#engines>
- [22] Auto-mania.cz: Test Hyundai Tucson 1,6 T-GDi Mild Hybrid 4×4 (2021) [online]. 2021 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://auto-mania.cz/test-hyundai-tucson-16-t-gdi-mild-hybrid-4x4-2021/>
- [23] Wwww.skoda-auto.cz: ŠKODA KAROQ ceník [online]. 2022 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: https://www.skoda-auto.cz/_doc/8dd5734e-3c3d-47e5-8598-621d7afac0ad
- [24] Wwww.novinky.cz: Škoda Karoq se začíná vyrábět v Bratislavě [online]. 2020 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/auto/clanek/skoda-karoq-se-zacina-vyrabet-v-bratislave-40340195>
- [25] EISLER, Jan, Jaromír KUNST a František ORAVA. Ekonomika dopravního systému. Vysoká škola ekonomická v Praze. Praha: Oeconomica, 2011. ISBN 978-80-245-1759-9.
- [26] Wwww.hybrid.cz: Nabíjecí stanice pro elektromobily, druhy a použití. Jak nenaletět [online]. [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.hybrid.cz/nabijeci-stanice-pro-elektromobily-druhy-pouziti-jak-nenaletet/>
- [27] Wwww.zap-map.com: EV connector types [online]. [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.zap-map.com/charge-points/connectors-speeds/>

- [28] Kurzy.cz: Komodity [online]. [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.kurzy.cz/komodity/>
- [29] Www.cappo.cz [online]. [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.cappo.cz/pohonne-hmoty-a-energie-pro-mobilitu/>
- [30] Portalridice.cz: Zdražení paliv – jak dlouho potrvá a jak vysoko mohou ceny jít? [online]. 2022 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.portalridice.cz/clanek/zdrazeni-paliv-jak-dlouho-potrva-a-jak-vysoko-mohou-ceny-jit>
- [31] Elektrina.cz: 5 důvodů, proč roste cena elektřiny [online]. 2021 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.elektrina.cz/proc-roste-cena-elektriny-precete-si-5-duvodu>
- [32] Www.lynxbroker.cz: Investice do vodíku – Nejlepší vodíkové akcie roku 2022 [online]. 2022 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.lynxbroker.cz/investovani/burzovni-trhy/akcie/nejlepsi-akcie/nejlepsi-vodikove-akcie/>
- [33] Tradingeconomics.com: tradingeconomics [online]. 2022 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://tradingeconomics.com/>
- [34] Říha, Z., Tichý, J., Smíšek, O. Utilization of CNG and LNG in Transportation. 16th International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM 2016, book 5: Ecology, Economics, Education and Legislation. Sofia: Bulgarian Academy of Sciences, 2016, s. 901-907. ISSN 1314-2704. ISBN 978-619-7105-66-7.
- [35] Říha, Z., Tichý, J. The Costs Calculation and Modelling in Transport. Transport Means 2015 - Proceedings of the International Conference. Kaunas: Technical University, 2015, s. 388-391. ISSN 1822-296X.

Seznam grafických objektů

Seznam obrázků

Obr. 2.1 - Současný vývoj registrací vozidel dle typu paliva.....	17
Obr. 2.2 - Posuzovaný vůz Volvo C40	18
Obr. 2.3 - Akumulátor v elektromobilu.....	20
Obr. 2.4 - Komplexní vlivy při výrobě.....	20
Obr. 2.5 - ŠKODA ENYAQ iV	23
Obr. 2.6 - Toyota MIRAI	24
Obr. 2.7 - Ford Kuga.....	25
Obr. 2.8 - Hyundai Tucson.....	26
Obr. 2.9 - ŠKODA Karoq.....	27
Obr. 2.10 - Konektory dobíjení Rapid chargers	30
Obr. 2.11 - Konektory dobíjení Fast chargers	31
Obr. 2.12 - Dobíjecí konektory Slow chargers.....	32
Obr. 2.13 - Veřejná dobíjecí stanice	33
Obr. 3.1 - Cenový vývoj motorové nafty za poslední 3 roky	34
Obr. 3.2 - Cenový vývoj benzínu za poslední 3 roky	35
Obr. 3.3 - Cenový vývoj elektřiny za poslední 3 roky	36
Obr. 3.4 - Cenový vývoj kobaltu za poslední rok	37
Obr. 3.5 - Cenový vývoj lithia za poslední rok	38
Obr. 4.1 - Ekonomická efektivnost – alternativní paliva x benzín/nafta	40

Seznam tabulek

Tab. 2.1 - Verze a konfigurace Škoda ENYAQ iV	23
Tab. 2.2 - Porovnání vozů ŠKODA Karoq.....	27
Tab. 4.1 - Parametry pro výpočet ekonomické efektivnosti naftového vozidla x elektromobilu	41
Tab. 4.2 - Provozní náklady naftového vozidla – podklad pro výpočet ekonomické efektivnosti	42
Tab. 4.3 - Provozní náklady elektromobilu – podklad pro výpočet ekonomické efektivnosti	42
Tab. 4.4 - Parametry pro výpočet ekonomické efektivnosti benzínového vozidla x elektromobilu.....	43
Tab. 4.5 - Provozní náklady benzínového vozidla – podklad pro výpočet ekonomické efektivnosti	44
Tab. 4.6 - Provozní náklady elektromobilu – podklad pro výpočet ekonomické efektivnosti	44
Tab. 4.7 - Parametry pro výpočet ekonomické efektivnosti naftového vozidla x elektromobilu	45
Tab. 4.8 - Provozní náklady naftového vozidla – podklad pro výpočet ekonomické efektivnosti	46
Tab. 4.9 - Provozní náklady elektromobilu – podklad pro výpočet ekonomické efektivnosti	46
Tab. 4.10 - Parametry pro výpočet ekonomické efektivnosti benzínového vozidla x elektromobilu.....	47
Tab. 4.11 - Provozní náklady benzínového vozidla – podklad pro výpočet ekonomické efektivnosti.....	48
Tab. 4.12 - Provozní náklady elektromobilu – podklad pro výpočet ekonomické efektivnosti	48

Tab. 4.13 - Parametry pro výpočet ekonomické efektivity naftového vozidla x elektromobilu	49
Tab. 4.14 - Provozní náklady naftového vozidla – podklad pro výpočet ekonomické efektivity	50
Tab. 4.15 - Provozní náklady elektromobilu – podklad pro výpočet ekonomické efektivity	50
Tab. 4.16 - Parametry pro výpočet ekonomické efektivity benzínového vozidla x elektromobilu.....	51
Tab. 4.17 - Provozní náklady benzínového vozidla – podklad pro výpočet ekonomické efektivity	52
Tab. 4.18 - Provozní náklady elektromobilu – podklad pro výpočet ekonomické efektivity	52
Tab. 4.19 - Parametry pro výpočet ekonomické efektivity naftového vozidla x elektromobilu	53
Tab. 4.20 - Provozní náklady naftového vozidla – podklad pro výpočet ekonomické efektivity	54
Tab. 4.21 - Provozní náklady elektromobilu – podklad pro výpočet ekonomické efektivity	54
Tab. 4.22 - Parametry pro výpočet ekonomické efektivity benzínového vozidla x elektromobilu.....	55
Tab. 4.23 - Provozní náklady benzínového vozidla – podklad pro výpočet ekonomické efektivity	56
Tab. 4.24 - Provozní náklady naftového vozidla – podklad pro výpočet ekonomické efektivity	56

Seznam grafů

Graf 4.1 - Ekonomická efektivity – nový naftový automobil x nový elektromobil.....	41
Graf 4.2 - Ekonomická efektivity – nový benzínový automobil x nový elektromobil	43
Graf 4.3 - Ekonomická efektivity – nový naftový automobil x nový elektromobil.....	45
Graf 4.4 - Ekonomická efektivity – nový benzínový automobil x nový elektromobil	47
Graf 4.5 - Ekonomická efektivity – ojetý naftový automobil x nový elektromobil.....	49
Graf 4.6 - Ekonomická efektivity – ojetý benzínový automobil x nový elektromobil	51
Graf 4.7 - Ekonomická efektivity – ojetý naftový automobil x nový elektromobil.....	53
Graf 4.8 - Ekonomická efektivity – ojetý benzínový automobil x nový elektromobil	55

Seznam zkratek

a.s. – Akciová společnost

A – Ampér (jednotka)

AC – Střídavý proud

BAHV – Mild hybrid (částečně elektrické vozidlo)

BEV – Bateriová elektrická vozidla

CCS – Cascading Style Sheets (kaskádové styly)

CO₂ – Oxid uhličitý

CZK – Koruna česká

ČR – Česká republika

DC – Stejnoseměrný proud

EU – Evropská unie

FCEV – Elektrické vozidlo s palivovými články

g – Gram (jednotka)

HEV – Hybridní elektrické vozidlo

CHAdeMO – Charge for moving (dobít pro pohyb)

Kč – Koruna česká

km – Kilometr (jednotka)

kW – Výkon (jednotka)

kWh – Kilowatthodina (jednotka)

l – Litr (jednotka)

mil. - Milion (jednotka)

NO_x – Oxid dusíku

PHEV – Plug-in hybridní elektrické vozidlo

SUV – Sportovně využitelné vozidlo

TDI – Přepřňovaný nařtový motor s turbodmyřadlem

tis. - Tisíc (jednotka)

TSI – Přepřňovaný benzínový motor s turbodmyřadlem

V – Volt (jednotka)

voz – vozidlo

Autor BP	Jakub Marek, DiS.
Název BP	Rozvoj elektromobility v individuální dopravě
Studijní program	LVD
Rok obhajoby BP	2022
Počet stran	49
Počet příloh	0
Vedoucí BP	doc. Ing. Zdeněk Říha, Ph.D.
Anotace	<p>Tato bakalářská práce se zabývá vývojem elektromobility a její infrastruktury, která je důležitou složkou pro efektivní rozvoj elektromobility. Další oblastí, kterou se tato bakalářská práce zabývá, je vyhodnocení technických, technologických a ekologických předpokladů, které jsou spojeny s výrobou a likvidací elektromobilů. Vzhledem ke globálnímu oteplování a změnám klimatu tak neustále sílí tlak na výrobce automobilů, a to neustálým zpřísněním legislativních předpisů. Zároveň jsou díky tomuto tlaku výrobci automobilů nuceni k přechodu z výroby vozidel na fosilní paliva na vozidla, která využívají alternativní pohon. Z tohoto důvodu se bakalářská práce zabývá i porovnáním těchto vozidel z ekonomického hlediska se spalovacím a vznětovým motorem a elektromobilem pro koncového uživatele.</p>
Klíčová slova	elektromobil, paliva, vývoj, automobil, cena, legislativa
Místo uložení	ITC (knihovna) Vysoké školy logistiky, o. p. s. v Přerově
Signatura	