

Vysoká škola logistiky o.p.s.

**Elektromobilita a možnosti dobíjení v
osobní dopravě**



Vysoká škola
logistiky
o.p.s.

Zadání bakalářské práce

student	David Slezák
studijní program obor	Logistika Dopravní logistika

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: **Elektromobilita a možnosti dobíjení v osobní dopravě**

Cíl práce:

Analyzovat konkrétní dobíjecí stanice a stanovit její ekonomický přínos pro podnikání daného podniku.

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. Elektromobilita v osobní dopravě
2. Analýza konkrétní dobíjecí stanice
3. Ekonomické zhodnocení dobíjecí stanice
4. Vyhodnocení

Závěr

Rozsah práce: 35 – 50 normostran textu

Seznam odborné literatury:

SANDÉN, Björn A., Anders GRAUERS a Steven SARASINI. Systems Perspectives on Electromobility. Göteborg: Chalmers University of Technology, 2013. ISBN 978-91-980973-1-3.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Alexander Čapka, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce:

31. 10. 2019

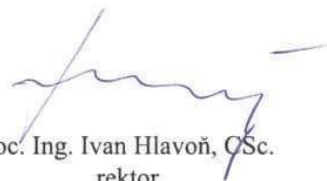
Datum odevzdání bakalářské práce:

5. 5. 2020

Přerov 31. 10. 2019



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



doc. Ing. Ivan Hlavoň, CSc.
rektor

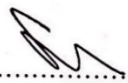
Čestné prohlášení

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 o této skutečnosti Vysokou školu 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. Tímto prohlášením souhlasím s případným použitím této práce Vysokou školou logistiky o.p.s. pro pedagogické, vědecké a prezentační účely.

V Přerově, dne 22. 08. 2020



.....

podpis

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Alexanderovi Čapkovi Ph.D. za věnovaný čas a užitečné odborné rady, které mi napomohly při psaní této bakalářské práce.

Anotace

Tato bakalářská práce se zabývá elektromobilitou a elektromobily. V práci jsou vysvětleny a popsány způsoby, jakými lze tyto elektromobily nabíjet. První část se zabývá elektromobilitou zejména v osobní dopravě. Popisuje, jak elektromobilita vznikla, shrnuje její obecné vlastnosti, jakým způsobem se dají elektromobily nabíjet a na jaké typy se dělí. Dále jsem se zaměřil na situaci v České republice. Specifikoval jsem problematiku a nastínil, jakým směrem se bude elektromobilita u nás ubírat. Ve třetí části bakalářské práce jsem se zaměřil na analýzu konkrétní dobíjecí stanice a ??a vypracoval vyhodnocení. DOPLNIT

Klíčová slova

Elektromobilita, elektromobil, nabíjecí stanice, baterie, elektřina, energie.

Annotation

Bachelor thesis deals with the issue of electromobility and electric vehicles. The first theoretical part of the bachelor's thesis characterizes electromobility in passenger transport. Furthermore, it describes the genesis of electromobility, general features, different ways of charging them and type division. The second theoretical part focuses more on electric vehicles in the current state – Czech Republic. It describes the problematics and shows how can electromobility develop in the future. The third practical part of bachelor's thesis focuses on the analysis of particular charging station and collected data are elaborated.

Keywords

Electromobility, electric vehicle, charging station, battery, electricity, power.

Obsah

Úvod.....	9
1 Elektromobilita v osobní dopravě	10
1.1 Vznik elektromobility	11
1.2 Poznávací značky elektromobilů.....	12
1.3 Typy elektromobilů.....	13
1.4 Baterie pro elektromobily	16
1.4.1 Konstrukce baterií	16
1.4.2 Parametry baterií	17
1.4.3 Životnost baterie.....	17
1.4.4 Recyklace	17
2. Elektromobilita v České republice	19
1.5 Nabíjecí stanice	20
1.6 Možnosti nabíjení.....	23
1.7 Dotace	29
2 Elektrická energie	30
2.1 Chytrá síť	31
2.2 Emise.....	32
2.3 Energetický mix	34
3 Rozvoj a vize do budoucna.....	37
3.1 Národní akční plán čisté mobility	37
3.2 Vývoj v následujících letech	38
4 Analýza.....	40
4.1 Možnosti dobíjení v Olomouci.....	40
4.2 Dobíjecí stanice	40
4.3 První zkoumaný subjekt.....	47
4.4 Druhý zkoumaným subjekt	48
Závěr	53
Seznam zdrojů.....	54
Seznam zkratk	58
Seznam grafických objektů.....	59

Úvod

V současnosti automobilový průmysl prochází a bude procházet významnými změnami, největšími ve své stoleté historii. Změny jsou vyvolány stále přísnějšími emisními požadavky, které jsou za jejich nedodržení pokutovány. Elektrická energie je využívána od 19. století. Jelikož je elektrická energie jednou z nejčistších, měla by se více využívat v oblastech, kde dochází k ekologickému znečištění a spotřebovávání neobnovitelných zdrojů energie. Jednou z hlavních oblastí je doprava.

Použitím elektrické energie v dopravě přichází elektromobilita, která je v posledních letech velice diskutovaným tématem. Dnes už se elektrické vozy pomalu dostávají svým dojezdem na úroveň klasických automobilů. Můžeme očekávat, že s přibývajícím zájmem bude klesat i výrobní a pořizovací cena vozu, na kterou má prozatím největší vliv cena akumulátoru, která by se v budoucnu mohla s přibývajícím zájmem snížit.

Ve své práci budu pojednávat o dobíjecích stanicích, které jsou nedílnou součástí infrastruktury. V návaznosti na to popíšu jednotlivé typy těchto stanic a množství, v jakém se v České republice vyskytují. Dále nastíním, jaké jsou plány na rozšíření této infrastruktury u nás v následujících letech, a na závěr bude ukázán počet registrovaných elektromobilů v České republice.

Dále se v této práci zaměřím na elektromobily a dva hlavní komponenty, čímž jsou akumulátory a typy elektrických pohonů. Popíšu, jak probíhá recyklace akumulátorů a nastíním, jak funguje smart grid neboli chytrá síť. Vysvětlím, jaký je u nás energetický mix a kolik procent z něj u nás tvoří výroba čisté elektrické energie. Na závěr se zaměřím na dva uživatele elektromobilů a konkrétní dobíjecí stanici, její využití v praxi a některé problematiky, které její výstavba přináší.

1 Elektromobilita v osobní dopravě

Během posledních několika desítek let se lidstvo stalo závislé na pohonných hmotách. Avšak využívání fosilních paliv se sebou přináší značná rizika. Energie z fosilních paliv jsou příčinou mnoha nemocí v závislosti na zhoršené kvalitě ovzduší a skleníkových plynech. Dále se musí brát v potaz klimatické změny a další vlivy na životní prostředí. Jednou z možností, jak tomu předcházet je výroba pomocí alternativních zdrojů energie a využívání elektrické energie v dopravě. [1]

Elektrifikace dopravy přináší aktuální pojem elektromobilita. Pod tímto pojmem se nachází veškeré dopravní prostředky, které jsou poháněny elektrickou energií. Zejména automobily v městské hromadné dopravě, elektrické autobusy, tramvaje či metro. Dále pod tento pojem spadají vozidla využívající hybridní pohon, kde obvykle bývá elektrický pohon kombinován se spalovacím motorem. V osobní dopravě je energie dodávána pomocí akumulátoru, který je umístěn uvnitř vozidla. [1]

Jedním z hlavních důvodů, proč je elektromobilita dnes tak rozšířené téma jsou nulové lokální emise, které by mohly vylepšit situaci ve městech. Další z výhod je snížení provozních nákladů a snížení hluku, jelikož provoz elektrických vozidel je tichý, a navíc lze auto nabíjet pohodlně doma, což velká část uživatelů také ocení. Elektromobily se také obejdou bez dálničních známek, a zájemci z řad firem tak budou osvobozeni od silniční daně. [2]

Mezi hlavní nevýhody patří kratší dojezdová vzdálenost, která se liší podle kapacity baterie a je udávána ve vzdálenostech od 50 do 550 km. Další nevýhodou je pořizovací cena. Průměrná cena nového vozu je 1 milion korun. Cena však nejspíše s rostoucí poptávkou v budoucnu klesne společně s cenou lithium-iontových baterií. Rozvoj elektromobilů může dále vylepšit propracovaná síť dobíjecích stanic, která se rok od roku zkvalitňuje a zvětšuje. [3]

Spotřeba energie u elektromobilů je udávána v kilowatthodinách na 100 kilometrů jízdy (kWh/100 km). [4]

1.1 Vznik elektromobility

S myšlenkou elektricky poháněných vozidel přišlo několik vynálezců a v Česku se začala elektromobilita vyvíjet už v 19. století. Za doopravdy první a funkční model, se uvádí vůz, který připomínal spíše odrážedlo a byl sestaven v roce 1835 Sibrandusem Stratinghem. Píše se, že ho na takový nápad přivedla událost, kdy se málem udusil zplodinami parního motoru. Jeho vůz fungoval na jednorázové články, které se musely po dojezdu vyhodit. V roce 1859 však objevil francouzský fyzik Gaston Planté olověný akumulátor a vznikla známá autobaterie, na jejímž základě začaly v tomto století vznikat elektromobily.

Vývoj v Česku probíhal tak, že roku 1895 vypustil vynálezce František Křižík vlastní hnaný kočár, tedy elektromobil. Měl baterii 42 olověných článků a motor o výkonu 3,6 kW. Později však Křižík svůj model přepracoval a použil místo jednoho dva menší motory 2,2 kW a ukryl je přímo do zadních kol. Ke konci století byl elektromobil schopen prolomit bariéru 100 km/h. Byla jí elektrická auto-raketa, které říkali La Jamais Contente. Měla 2 motory s výkonem 25 kW a litou karoserii z lehkých prvků hořčíku a hliníku. Vážila okolo 200 kg, ale když se přidalo 100 olověných článků po 7 kg a motory po 125 kg, vážila více než tunu.



Obr. 1.1 Historický elektromobil

Vlivem Jomkipurské války nastal první ropný šok, kdy došlo ke čtyřnásobnému zdražení ceny ropy ze 3 na 12 dolarů za barel. O 6 let později vypukl druhý ropný šok a krize, kdy byla cena zvýšena nad 40 tehdejších dolarů. Bylo jasné, že závislost na nestabilní komoditě z často nepřátelských zemí není ideální. Začalo nové hledání udržitelnějšího zdroje energie. Mimo pokusy o pohon původně benzínových vozidel lihem se výzkumníci začali zajímat o zapomenuté elektromobily.

Floridská společnost Sebring Vanguard vyvinula v roce 1974 vozítko CitiCar. Jednoduché, malé a úsporné. Jeho výkon byl ani ne 3kW, ale pro spoustu lidí přineslo naději, že budoucnost v oblasti automobilů je možná i bez použití ropy. Skromné městské vozítko jelo rychlostí až 56 km/h a ujelo něco kolem 60 km. Dočkalo se i nástupce ComutaCar a celkem se jich vyrobilo necelých 5 000. Jeho popularita byla dokonce označena za druhou vlnu elektromobility. Vývoj byl ale ukončen, když cena ropy opět klesla. Dnes se jedná o cenný historický kousek, který může být viděn v muzeích. [2][5]

1.2 Poznávací značky elektromobilů

Nové poznávací značení elektromobilů bylo zavedeno novelou silničního zákona a přišlo v platnost od dubna roku 2019. Poznávací značka je standardně bílá a začíná písmeny **EL**. Po podání žádosti je značka do 15 ti dnů zdarma k vyzvednutí na registru vozidel. Na tuto speciální poznávací značku mají nárok pouze ekologická vozidla jako jsou elektromobily, hybridní vozy do 50 g oxidu uhličitého na kilometr a automobily s vodíkovým pohonem. Tato SPZ ulehčí tyto vozy rozpoznat. Majitele mají díky ní možnost parkování zcela zdarma nebo se značnou slevou. Navíc jsou nově tyto vozy osvobozeny od dálničního poplatku.



Obr. 1.2 Značení elektromobilů

Výhody pro elektromobily v Evropě

Speciální značení pro ekologické vozy mají i jiné země jako jsou například Norsko nebo Německo.

V členských státech Evropské unie bývají elektromobily zvýhodňovány úlevami na daních a osvobozeny od registračních poplatků. Také jsou na pořízení elektromobilu často poskytnuty dotace.

Norsko na SPZ značí elektromobily písmeny **EL, EV, EK, EC a EB**. Tato auta silniční poplatky neplatí a mají snížené poplatky za trajekt. Největšími výhodami je ovšem nabíjení na veřejných dobíjecích stanicích zdarma, možnost jízdy ve vyhrazeném pruhu pro veřejnou dopravu a parkování zdarma ve většině měst.

Německo používá značení s písmenem **E**, a to na konci alfanumerické řady. Elektromobily v Německu mají úlevu na daních, nárok na parkování zdarma a možnost používat pruhy veřejné dopravy, tak jak je tomu v Norsku. [6]

1.3 Typy elektromobilů

Elektromobil (Electric Vehicle) zkráceně EV je velice rozsáhlý pojem, který zahrnuje jakékoliv vozidlo, které ke svému pohonu využívá elektrinu.

Elektromobily lze rozdělit na:

BEV (Battery Electric Vehicles) je vozidlo poháněno elektromotorem, uchovávající energii v bateriových článcích.

HEV (Hybrid Electric Vehicles) je vozidlo na hybridní pohon, které kombinuje konvenční motor s elektromotorem.

FCEV (Full cell electric vehicles) jsou elektromobily s palivovými články, dnes jsou to prakticky jen auta na vodík. Způsob získávání elektřiny se liší od BEV. Větší část baterie je u FCEV nahrazena nádrží na vodík a sestavou palivových článků, ve kterých se vodík reakcí přemění na elektřinu a vodní páru. Zatím se toto řešení příliš nevyužívá. Vodík je velice nákladný jak na uchovávání, tak na distribuci. Naopak velkou výhodou je rychlost tankování vodíku, která je srovnatelná s rychlostí tankování benzínu či nafty.

Hybridní elektromobily (HEV) lze rozdělit dvěma způsoby. Prvním způsobem je dělení podle uspořádání hnacího ústrojí na sériové, paralelní a kombinované hybridy.

Sériový hybrid je poháněn pouze elektromotorem a spalovací motor slouží pouze k dobíjení baterií. Mezi jeho silné stránky patří městský provoz a jízda stylem stop-and-go, při níž spalovací motory dosahují u konvenčních vozů nízké efektivity.

Paralelní hybrid může být poháněn buďto čistě spalovacím motorem, elektrickým motorem, případně jejich kombinací. Na rozdíl od sériových hybridů je efektivnější při vyšších rychlostech, kde dokáže využít výkon poskytovaný kombinací obou motorů.

Sériový/paralelní hybrid může být podle potřeby přepínán mezi sériovým a paralelním režimem, kombinuje tak výhody obou motorů. Díky tomu může být také poháněn buď elektromotorem, nebo spalovacím motorem, případně jejich kombinací.
















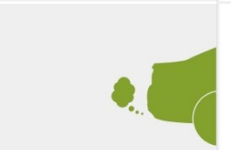

Druhý způsob rozdělení hybridních elektromobilů je podle stupně hybridizace na micro, mild, full a plug-in hybridy.

Micro hybrid využívá spalovací motor a od běžných vozů se odlišuje systémem Start/Stop a funkcí rekuperace brzděné energie. Tu využívá k dobíjení 12 voltového akumulátoru, což vede ke snížení spotřeby paliva spalovacího motoru.

Mild hybrid je vybaven elektromotorem, avšak k pohonu kol stále využívá spalovací motor po celou dobu jízdy. Elektromotor při provozu pomáhá spalovacímu motoru například při rozjezdech nebo zrychlování. Bývá doplněn o pomocný akumulátor, který má větší kapacitu, díky čemuž disponuje vyšší schopností rekuperace, jež dopomáhá k dalšímu snížení spotřeby paliva a také nižším emisím CO₂.

Full hybrid je plně hybridní vozidlo, které dokáže jezdit čistě na elektrický pohon, podle velikosti baterie.

Plug-in hybrid (PHEV, z anglického Plug-in Hybrid Electric Vehicle) je rozdílný od full hybridu v tom, že u full hybridu se trakční baterie dobíjí pouze rekuperací při brzdění nebo spalovacím motorem, zatímco u plug-in hybridu lze zvětšenou trakční baterii nabíjet ze zásuvky či dobíjecí stanice. Díky tomu pak může dnes běžně dosahovat delšího elektrického dojezdu bez nutnosti startovat spalovací motor. Což je velkou předností především ve městech. [7] [1]

					
		KONVENČNÍ	HYBRID	PLUG-IN HYBRID	ELEKTRICKÉ
ZDROJ ENERGIE					
SPOTŘEBA					
EMISE					 ŽÁDNÉ EMISE

Obr. 1.3 Porovnání automobilů dle pohonu



Obr. 1.4 Výhody a nevýhody plug-in hybridů

1.4 Baterie pro elektromobily

Baterie jsou nejdražší částí a zároveň nejdůležitější částí všech elektromobilů. Z celkové ceny elektromobilu činí baterie přibližně 30 %. Její charakteristiky jako vysoká cena, krátká životnost a ekologická zátěž, kterou mají na životní prostředí jak při výrobě, tak při recyklaci, jsou v očích zákazníků velice kontroverzním tématem. Často zmiňovaná krátká dojezdová vzdálenost se však během několika let výrazně přiblížila dojezdové vzdálenosti běžných automobilů. [8]

1.4.1 Konstrukce baterií

Všechny baterie jsou v zásadě zkonstruovány stejným způsobem z bateriových článků a modulů. Vzhledem k tomu, že každý výrobce používá mírně odlišnou technologii se výroba baterie liší například tím, jakým způsobem u ní probíhá chemická reakce. Bateriové články, ze kterých se baterie skládají, mají sérové nebo paralelní zapojení, které zaručuje dosažení požadovaného napětí, jenž činí 3-4 V. Využívají se bateriové články válcové, hranolové nebo pouzdrové. Válcové články, které například používá společnost Tesla se vyznačují nižší cenou a vyšší účinností.

Koncernové vozy jako je Volkswagen nebo Škoda upřednostňují spíše články hranolové, které jsou skladnější a mají lepší tepelnou regulaci. Na druhé straně mají nízkou životnost a energetickou hustotu.

Baterie jsou sestaveny z článků, které se skládají do modulů, kde právě toto uspořádání má své výhody zejména při výrobě a údržbě. V případě potřeby tak mohou být jednotlivé moduly vyměněny za nové. [8]

1.4.2 Parametry baterií

Jedním z důležitých požadavků je váha a velikost baterie. Z toho důvodu se u baterií uvádí hustota energie. Životnost baterie udává počet nabíjecích cyklů, kde se průměrná výdrž baterie pohybuje okolo 1000-1500 cyklů. [8]

1.4.3 Životnost baterie

Toto téma budí u spousty spotřebitelů jisté obavy, které jsou už v dnešní době na základě zkušeností neopodstatněné, jelikož chytrý systém řízení baterie zajišťuje a šetří její životnost. Tato vlastnost baterie je zároveň velice ovlivnitelná jednáním jejího spotřebitele, jako je způsob nabíjení a vybíjení. Baterie by se neměla vybíjet pod 20 % a nabíjet do plné kapacity. [8]

1.4.4 Recyklace

Dnešní metody recyklace baterií jsou pětinasobně dražší než získání materiálu pro akumulátory prostředkem těžby. Otázka není tedy pouze ekologická, ale i ekonomická. Může za to množství spotřebované energie při recyklaci. Lithium-iontové baterie se skládají z 5-7 % lithia, 5-20 % kobaltu a 5-10 % niklu. Poslední dva cenné kovy je navíc podstatně výhodnější získávat recyklováním.

K prvenství v oblasti recyklace baterií má nejbližší Čína, která by do 10 let měla pojmout až 2/3 lithium-iontových baterií k recyklaci.

S recyklací baterií se vypořádávají i v závodní sérii Formule E. Každý vůz v této sérii může během jedné sezóny využívat pouze jednu baterii, které se ale vyznačují velikou spolehlivostí, což může být překvapující. Během prvních 4 sezón se objevily pouze 2 závady během jízdy na trati, a při posledních 2 sezónách nedošlo dokonce k žádným

potížím, ačkoliv baterie v závodních vozech jsou velice zatížené vysokými teplotami a častými nárazy. Brzy se Formule E dočká nového typu baterií, které budou sice o 25 % těžší, ale zároveň budou disponovat vyšší kapacitou a to o 50 %. Staré baterie si většinou ponechají přímo závodní týmy i s vozy, případně budou prodány do vlastnictví soukromých vlastníků. Baterie, které se neprodají ani jinak nezužítují, budou pravděpodobně přetvořeny v tzv. power wall nabíječky. Pokud ani to nebude možné (například vlivem nízkého napětí), budou baterie recyklovány. [9]

2. Elektromobilita v České republice

Podle nové statistiky je v České republice registrováno téměř 10 tisíc elektromobilů. Ke konci března roku 2020 činil přesný počet elektrických vozů zaregistrovaných k provozu 8 957. Do výsledku jsou ovšem započítány nejen osobní elektromobily, ale také plug-in hybridy či dodávky, nákladní vozy nebo motocykly. [10]

Odhad prodeje elektrických vozů v České republice

Pro vytvoření výhledu prodejů elektrických vozů (čistých elektromobilů i plug-in hybridů) a vývoje jejich podílu na celkovém vozovém parku, je třeba nejprve odhadnout vývoj počtu osobních automobilů v České republice do roku 2040. **Lze vyjít z následujících předpokladů:**

Nárůst osobních automobilů (vozového parku) činil v období let 1990-2017 průměrně 3,12 % ročně. Pokud by tento nárůst pokračoval až do roku 2040, jezdilo by v České republice v daný rok 2040 téměř 11,3 mil. osobních vozů, tedy dvojnásobek oproti roku 2020. Počet automobilů by však podle projekce Českého statistického úřadu mělo do roku 2041 vzrůst pouze o 1,2 %. [11]

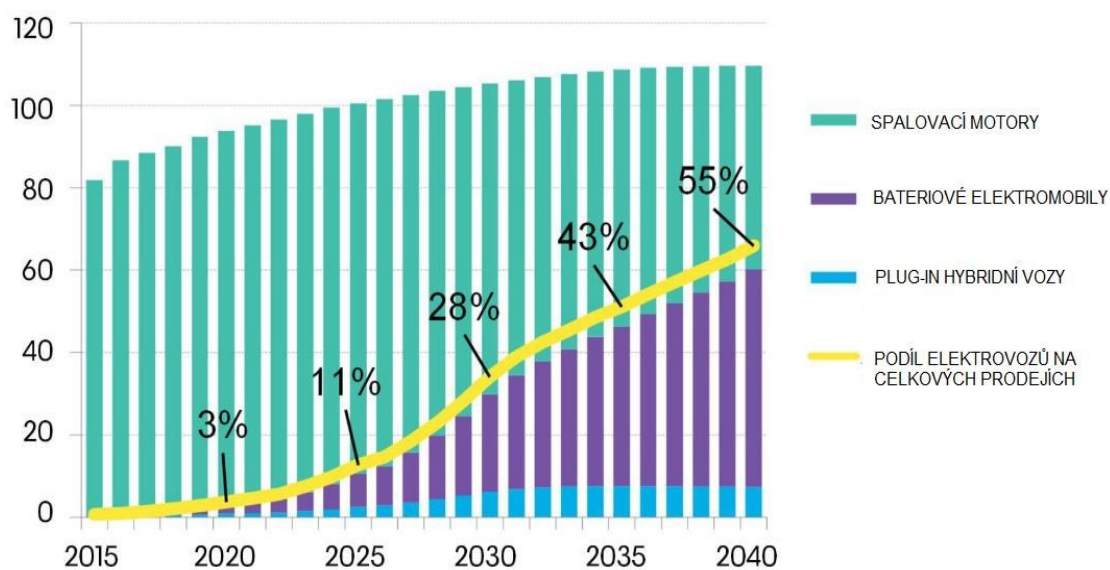
Tab. 2.1 Výhled počtu nově registrovaných elektromobilů a jejich celkového počtu do roku 2040 v ČR

Rok	Počet nově registrovaných elektromobilů v ČR	Podíl nově registrovaných elektromobilů na celkových nových prodejích aut v ČR	Počet elektromobilů celkem v provozu v ČR	Podíl elektromobilů na celkovém vozovém parku v ČR
2020	8 647	3 %	19 899	0,3 %
2025	35 004	11 %	135 642	2,1 %
2030	98 374	28 %	496 013	6,9 %
2035	166 799	43 %	1 188 256	14,9 %
2040	235 553	55 %	2 223 853	25,2 %

Zdroj: Vlastní zpracování, Bloomberg New Energy Finance, základní rok pro výpočet: 2017; elektromobil = čistý (bateriový) elektrický vůz a plug-in hybrid

Poptávka po autech v České republice podle odhadů poroste i nadále s tím, že lidé budou bohatnout a auta pro ně budou tedy mnohem dostupnější. Rozšiřovat budou svůj vozový park i firmy, na které připadají 3/4 registrací nových osobních aut v České republice

Na nové prodeje však budou působit i protichůdné faktory. Jsou jimi například možnost sdílení aut a změna pohledu nové generace díky novějším výzkumům ohledně dopadu jejich využívání. [11] [12]



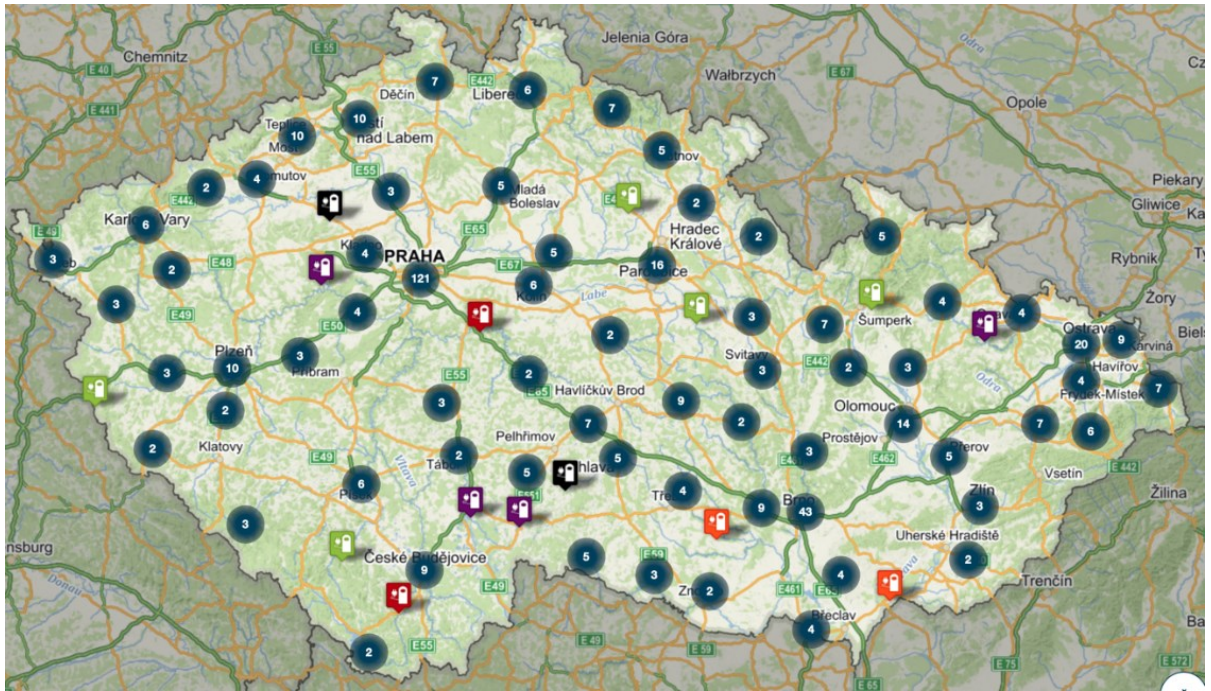
Graf 2.1 Roční světové prodeje vozů podle druhu paliva (v milionech)

1.5 Nabíjecí stanice

Mezi největší provozovatele nabíjecích stanic na českém trhu patří na prvním místě společnost ČEZ, která má více jak 200 nabíjecích stanic. Jedním z velkých kroků je spolupráce s řetězcem rychlého občerstvení McDonald's. Dále pak E.ON a Pražská energetika (PRE). Energetické firmy dále rozšiřují spolupráce s dalšími firmami, jako například Unipetrol, pod který spadá síť čerpacích stanic Benzina. [13]

Dále s výstavbou nabíjecích stanic pokračují obchodní řetězce Lidl, Kaufland, Globus, Billa a Tesco. Většina z nich umožňuje nabíjení zdarma, například po dobu nákupu. Poplatek za dobíjení naopak platí u řetězců Albert a Penny Marketu. [14]

Mapa nabíjecích stanic v České republice



Obr. 2.1 Nabíjecí stanice v České republice

Srovnání cen nabíjení elektromobilů u dobíjecích stanic			
	paušál/měsíc	cena za kWh	poplatek za čas
ČEZ TAXI	1750 Kč (předplaceno 500 kWh)	3,50 Kč	2 Kč/min po překročení připojení na 480 minut u AC nabíječek nebo 90 minut u DC nabíječky (a to i v případě, že není plně nabito) nebo pokud je elektromobil již plně dobitý
ČEZ Obchodní cestující	550 Kč (předplaceno 122 kWh)	4,50 Kč	
ČEZ Víkendový řidič	200 Kč (předplaceno 36 kWh)	5,50 Kč	
ČEZ Pay as you go	0 Kč	7,50 Kč	
ČEZ pro neregistrované	0 Kč	9,50 Kč	
E.ON AC stanice	–	3 Kč	
E.ON DC stanice	–	6 Kč	–
E.ON rychlonabíječky (UFC)	–	9 Kč	–
E.ON pro neregistrované	–	9 Kč (AC), 11 Kč (DC) 13 Kč (UFC)	–
PRE	36,3 Kč/ čtvrtletí	3,03 Kč	0,24 Kč/min (po překročení 120 minut)
PRE pro neregistrované	viz další tabulka		
IONITY pro neregistrované	–	21 Kč	–
IONITY pro elektromobily od BMW, Volkswagen, Ford, Mercedes Benz, Audi, Porsche	individuální nabídka každého výrobce		

Obr. 2.2 Ceny poskytovatelů nabíjení

Cena dobíjení PRE pro neregistrované zákazníky (přes sken QR kódu)				
Typ dobíjení	30 min	1 hod	2 hod	3 hod
Type 2 Mennekes 22 kW	–	60 Kč	120 Kč	180 Kč
CHAdeMO 50 kW+	100 Kč	200 Kč	400 Kč	–
CCS 50 kW+	100 Kč	200 Kč	400 Kč	–

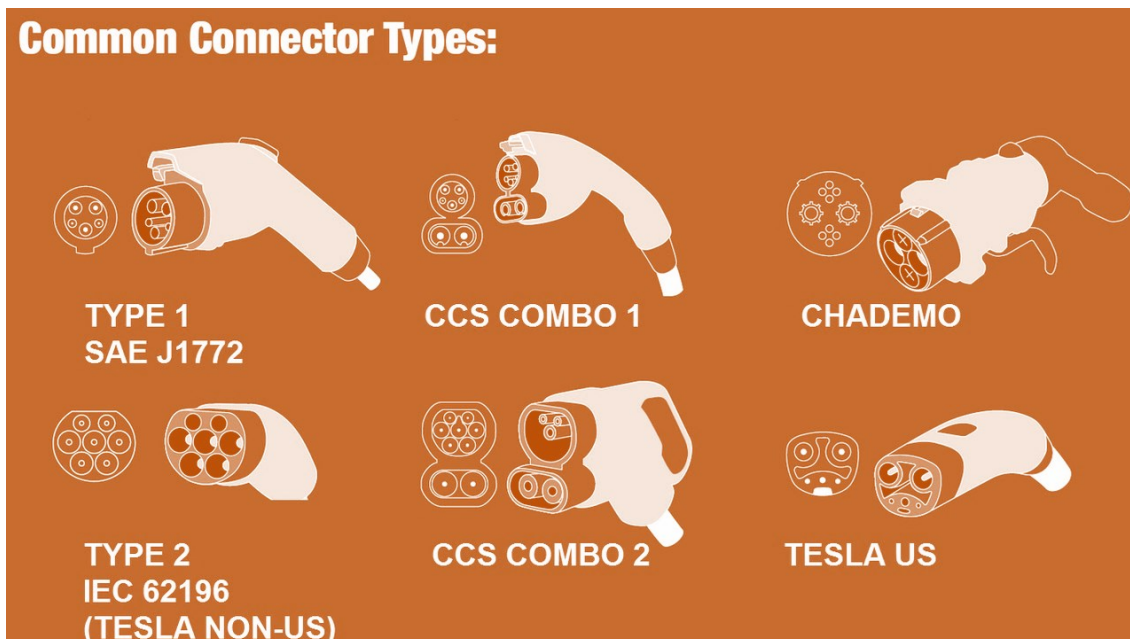
Ceny včetně DPH z aktuálních ceníků poskytovatelů dobíjení, platné k 8.4.2020

Obr. 2.3 Cena nabíjení
[14]

1.6 Možnosti nabíjení

Každý typ nabíjecí stanice má přiřazený soubor adaptérů, které jsou navrženy k použití pro nízký nebo vysoký výkon a pro nabíjení stejnosměrným nebo střídavým proudem. Většina elektrických vozidel se napájí dvěma kabely pro pomalé a rychlé nabíjení. Volba adaptérů závisí na typu adaptéru nabíječky a na vstupním otvoru vozidla. Pravděpodobnost, že u nabíjecí stanice nebude vaše vozidlo kompatibilní ani s jedním použitým nabíjecím adaptérem, je však velice malá.

Ačkoli se výrobci elektromobilů snaží již několik let dohodnout na jednom konkrétním typu nabíjecího adaptéru, tím nejznámějším pro nabíjení pomocí střídavého proudu je adaptér Typu 2. Ve výjimečných případech se můžete setkat i s Typem 1, ten je ovšem určený spíše pro zámoří a za evropský adaptér je považován zmíněný Typ 2. [2]



Obr. 2.4 Typy konektorů

Nabíjení pomocí přenosné nabíječky (do 22 kW)

Nabíjení pomocí přenosné nabíječky je základní způsob doplňování energie u elektromobilů. Ve většině případů se užívá standardní jednofázová 10/12/16 A přenosná nabíječka, která je schopna nabíjet od 1,4 kW. U vybraných veřejných nabíjecích stanic jsou stále vyvedeny klasické zásuvky pro možnost nabíjet i tímto způsobem. Všechny elektromobily a plug-in hybridy jsou kompatibilní s běžnými přenosnými nabíječkami.

Jednou z nejspolehlivějších přenosných nabíječek na trhu je JUICE BOOSTER 2. Produkt pochází od švýcarské společnosti Juice Technology AG. Podporuje nabíjení v jakékoli zásuvce nebo veřejné nabíjecí stanici a disponuje všemi typy adaptérů. Dále je vybaven dvěma teplotními senzory kvůli vzniku požáru a integrovanou ochranou proti zbytkovému proudu. Cena tohoto adaptéru je 24 780 Kč bez DPH. [16] [17]

Jeho parametry jsou:

Kategorie:	Přenosné nabíječky
Konektor k vozu:	Typ 2 "Mennekes"
Maximální výkon:	22kW
Stupeň krytí:	IP67
Režim nabíjení:	Režim 2,3
Jmenovitý proud:	6/8/10/13/16/20/25/32A
Pracovní napětí:	230 V 6–32 1 fáze AC / 400 V 6–32 A 3 fáze AC
Jmenovitý výkon:	1,4 - 22kW
RCD:	RCD DC 6mA, AC/DC 30mA
Koncovka vozidla:	Typ 2 "Mennekes"
Délka kabelu:	5 metrů
Pracovní teplota:	- 25°C - + 45°C
Certifikace:	CE, TUV
Rozměry:	70 x 225 mm

Obr. 2.5 Parametry typu 2

Domácí nabíjení

Více jak 90 % veškerého nabíjení elektromobilů probíhá v domácích podmínkách. Nejsnadnější možnost nabíjení elektromobilu v domácích podmínkách je prostřednictvím klasické 230 V zásuvky. Z té lze nabíjet jakýkoliv moderní elektromobil. Během nabíjení z klasické domácí zásuvky využívají elektromobily své vlastní nabíječky, které střídavý proud ze zásuvky transformují na stejnosměrný. Další možností, jak nabíjet elektromobil v domácích podmínkách, je využití vícefázové 16 A zásuvky. Tu můžeme nalézt u většiny rodinných domů. Používá se například k provozu stavební míchačky. S použitím této zásuvky se po hodině nabíjení zvýší dojezd vozu Tesla Model S o 50 km. Aby mohl majitel elektromobilu tento typ zásuvky využívat, musí si pořídit speciální adaptér 5 - kolík, 16 A na Typ 2 nebo jiný nabíjecí adaptér, který využívá daný elektromobil. Pořizovací cena tohoto adaptéru je cca 500 Kč.

Připojení k elektrické síti v domácnosti

Většina domácností v České republice umožňuje nabíjení maximální rychlostí 11 kW, tedy 46 až 65 kW/h. To je více než dostatečné pro nabíjení automobilu přes noc. Elektrikář může během návštěvy na místě instalace zjistit výkon dostupný v konkrétní domácnosti a nainstalovat odpovídající nástěnnou nabíječku.

Wallbox neboli nástěnná nabíječka disponuje výkonem 1,4 - 22 kW (jedno nebo třífázově, 6-32 A).

Wallbox snižuje v porovnání s přenosnými nabíječkami nabíjecí čas několikanásobně. Dají se pořídit buďto s integrovaným nabíjecím kabelem, popřípadě zástrčkou Typu 2, do které je možno připojit požadovaný nabíjecí kabel. Jako adaptér na straně vozu se dříve používaly adaptéry Typu 1, ty jsou pomalu nahrazovány univerzálnějším Typem 2.

Ceny domácích wallboxů se pohybují od 15 do 60 tisíc korun. V případě starších domů je nutné počítat s dalšími náklady pro úpravu elektroinstalace. U wallboxu je možné dynamicky přidělovat výkon na základě spotřeby objektu. Dále je tu možnost připojení k FVE a docílit tak nabíjení elektromobilu pouze energií z FVE. Pro správné zvolení wallboxu je potřeba vědět, jakou palubní nabíječkou je vozidlo vybaveno. [18]

Veřejné nabíjení

Veřejné nabíjecí stanice můžeme jednoduše rozdělit na několik základních kategorií. Nejzákladnější dělení, které vstoupilo do povědomí široké veřejnosti, je na běžné nabíjecí stanice a na tzv. rychlonabíjecí stanice, známé také pod označeními rapid charger, fast charger, quick charger, super charger nebo ultra charger.

Běžná nabíjecí stanice disponuje výkonem do 22kW/32 A střídavého proudu. Taková nabíjecí stanice dokáže za hodinu navýšit dojezd elektromobilu Tesla Model S cca o 110 km.

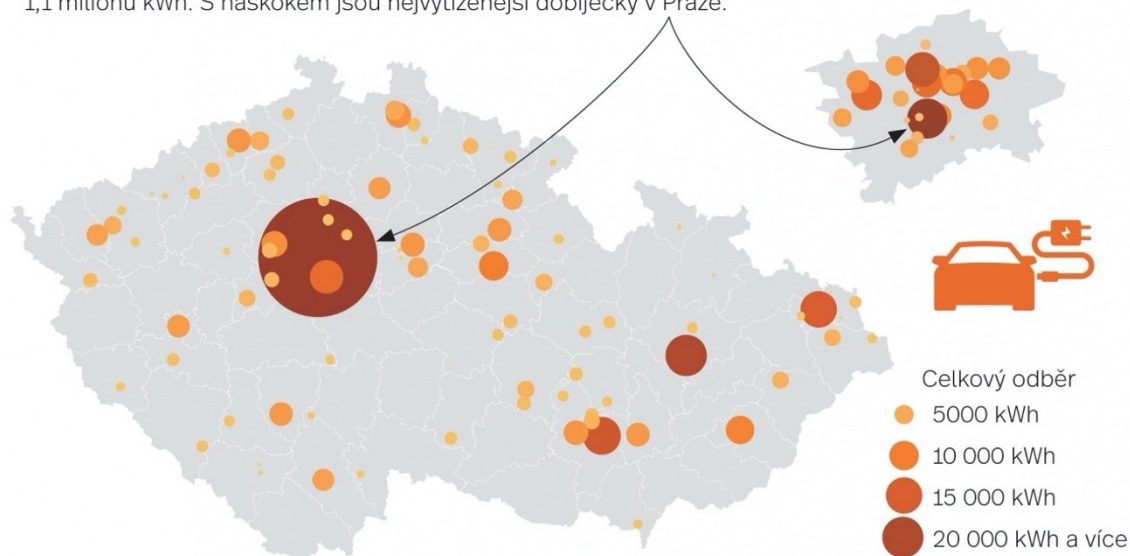
Veřejné nabíjecí stanice do 22 kW – AC

Po celé České republice můžeme najít veřejné dobíjecí stanice velkých distributorů jako ČEZ, PRE či E.ON, tak i stanice soukromé. Každý majitel nabíjecí stanice má jiná pravidla nabíjení. Někde je možné se připojit zcela zdarma, u některých stanic je třeba využívat předplacených karet / čipů.

Většina nabíjecích stanic neobsahuje nabíjecí kabely. Tyto kabely by měl vlastnit každý majitel elektromobilu.

Největším odběratelem v prvním pololetí roku 2020 byla společnost ČEZ

Nabíjecí stanice ČEZ zaznamenaly v prvním pololetí 2020 rekordní odběr 1,1 milionu kWh. S náskokem jsou nejvytíženější dobíječky v Praze.



DATA ZA DUBEN AŽ ČERVEN 2020

ZDROJ: ČEZ

Obr. 2.6 Nabíjecí stanice ČEZ

Veřejné rychlodobíjecí stanice do 150 kW – DC

Tyto rychlodobíjecí stanice poskytují stejnosměrný proud, který je schopen dodat výkon až 150 kW. V České republice jsou standardem 50kW rychlonabíjecí stanice, které jsou také maximem, co dokáže využít většina elektromobilů, podporujících rychlonabíjení. Aktuálně se na českém trhu prodávají pouze dva typy automobilů, které jsou schopné přijmout výkon až 175 kW. Jsou to Tesla Model 3 a Audi e-tron. Veřejné rychlodobíjecí stanice jsou vybaveny integrovaným kabelem s neodnímatelným adaptérem CHAdeMO a devítipinovým CCS.

Rychlonabíjecí stanice do 43 kW – AC

Mezi rychlonabíjecí stanice řadíme takové stanice, jejichž výkon přesahuje 40 kW stejnosměrného proudu.

Nejznámějším typem jsou takzvané Superchargery od společnosti Tesla. Tyto stanice jsou nejvíce rozšířené v USA. Několik z nich se nachází již také v České republice například v Praze, Brně a Olomouci. Tato síť stanic se nejvíce rozšiřuje díky samotné značce Tesla. V tuto chvíli nabízí nabíjení s výkonem 120 kW s rozšířením až na 145kW. Nový model této stanice s označením V3 bude nabíjet výkonem až 250kW. Taková nabíjecí stanice dokáže do akumulátoru vozu Tesla Model S vtěsnat za 30 minut dostatek energie na ujetí 225 km. Tesla SuperCharger má obvykle 8 až 10 stojanů.

Tyto rychlé stanice typu AC jsou poměrně novou záležitostí a jsou kompatibilní s minimem elektromobilů. O něco běžnější je typ DC. Kvůli vysokému proudu jsou AC stanice vybaveny kabelem s neodnímatelným adaptérem Typu 2 / "Mennekes".

FastCharge byla představena automobilkami BMW a Porsche. Při testování BMW i3 s baterií o kapacitě 57 kWh se jí podařilo dobít z 10 % na 80 % za 15 minut, což je 100 km dojezdu za pouhé tři minuty nabíjení.

Stále se rozšiřující síť nabíjecích stanic snižuje problém omezeného dojezdu některých elektromobilů. V současnosti je podle databáze Ministerstva průmyslu a obchodu 131 veřejných stanic, ale celkem je okolo 470 stanic. Celkový počet 470 stanic zahrnuje všechny dobíjecí stanice pro elektromobily, které jsou veřejně přístupné (veřejné dobíjecí stanice) a stanice, které jsou přístupné za určitých podmínek širšímu okruhu uživatelů (např. hotely, restaurace, sportoviště). Dobíjecí stanice, které jsou určeny jen pro firemní zaměstnance nejsou do tohoto počtu zahrnuty. Do roku 2023 by podle programu Ministerstva dopravy mělo být vybudováno dalších 500 rychlonabíjecích stanic po celé České republice.



Obr. 2.7 Dobíjecí stanice Tesla

V současné době se už nevyplatí prodávat vyrobenou elektřinu v domácí solární elektrárně do distribuční sítě kvůli velice nízkým výkupním cenám. Výjimkou je virtuální baterie, které funguje na principu skladování přebytečné energie v distribuční síti, kterou pak lze kdykoliv spotřebovat. Výkupní ceny se pohybují okolo 0,4 Kč za kWh. Vždy je tedy nejvýhodnější spotřebovat nejvíce doma vyrobené elektřiny přímo na místě. Kupříkladu společnost E.ON vzhledem k bezpečnosti nabízí virtuální baterie jen

zákazníkům, kteří si nechali instalaci domácí solární elektrárny provést přímo od ní. Nově instalované fotovoltaické panely, které lze vidět na střechách rodinných domů, na rozdíl od slunečních elektráren, které využívaly podpory ze strany státu formou dotací a výhodné výkupní ceny elektřiny, tyto výhody nemají, jelikož jsou brány jako dlouhodobě výdělečné. [19]



Obr. 2.8 Nabíjecí stanice ČEZ

1.7 Dotace

Ministerstvo průmyslu a obchodu vyhlásilo čtvrtou výzvu na podporu malých mimopražských firem. Tato dotace na elektromobil bude ve výši 150 milionů korun. Nová výzva programu pro podporu nízkouhlíkové technologie v aktivitě Elektromobilita má alokaci na 100 milionů určenou pro elektromobilitu a 50 milionů na akumulaci. Dotaci mohou firmy získat na pořízení nových elektromobilů kategorie mini, malé, nižší, střední a MPV (minivan), vždy s pořizovací cenou do 1 250 000 Kč + DPH. Dále mohou dotaci získat na nabíjecí stanice pro elektromobily v rámci firmy, určené pouze pro vlastní potřebu. Plánované vyhlášení výzvy na Ministerstvu průmyslu a obchodu proběhne 1. září 2020. O dotaci mohou požádat pouze mimopražské firmy, stejně jako tomu bylo už dříve. Malé podniky mohou dosáhnout na dotaci ve výši až 40 %. [20]

2 Elektrická energie

Elektrická energie je vyráběna na jiném místě, než kde je následně spotřebována k nabíjení elektromobilů. Díky tomu, je zapotřebí počítat se ztrátami v distribuční síti, kde se přenos takové energie pohybuje přibližně okolo 95 %. Konečné množství elektrické energie, které bude potřebné vyrobit pro pohon elektromobilů, bude vyšší právě o tyto ztráty a odpovídá přibližně 20 000000 MWh za rok. Takové množství energie je vyšší než současná spotřeba energie v České republice. Nejlepším možným řešením tohoto nedostatku jsou obnovitelné zdroje jako jsou voda, vítr a slunce. [4]

Vodní energie

V České republice nejsou přírodní podmínky dostatečné pro budování velkých vodních energetických děl. Snahy o stavbu dalších přehrad, hydroelektráren a přečerpávacích elektráren se často potýkají s odporem nejen ochránců přírody, ale i obyvatel. I přesto hraje pro výrobu elektrické energie primární a velmi důležitou roli. Slouží jako doplňkový zdroj hlavně kvůli její schopnosti rychlého najezení na velký výkon. [21]

Větrná energie

Podle Energetického regulačního úřadu byl v roce 2016 celkový instalovaný výkon větrných elektráren v České republice 282 MW. Roční výroba ale dosáhla pouze 1789 TJ neboli 496957 MWh z důvodu nestálé síly větru. Koeficient, který vykazuje, jaká část z celkové instalované kapacity je skutečně využívána, je 0,201. Větrné elektrárny tedy celkově během roku využívají okolo 20 % své maximální kapacity. [21]

Pokud vezmeme v úvahu větrnou turbínu s instalovaným výkonem 2 MW a průmětem rotoru 90 m, potom jedna taková turbína bude schopna vyrobit 12,68 TJ energie za rok. Jestliže by měly tyto turbíny pokrýt všechnu spotřebu energie pro elektromobily, bylo by jich potřeba postavit 5640, což by zabralo cca 4500 km². Vzhledem k tomu, že se současně největší větrná elektrárna rozkládá na ploše 150 km², je tato možnost nereálná. [4]

Sluneční energie

Ze sluneční energie se elektřina získává přímým nebo nepřímým způsobem. Zatímco přímá přeměna energie využívá fotovoltaického jevu, při kterém se díky působení světla v určité látce uvolňují elektrony, nepřímá je založená na získávání tepla. [21]

Podle Energetického regulačního ústavu byla v roce 2016 hodnota celkového instalovaného výkonu fotovoltaických elektráren 2067,9 MW, avšak roční výroba dosáhla pouhých 2131455 MWh (=7673 TJ) z důvodu proměnlivosti slunečního svitu. Koeficient, který vykazuje využití fotovoltaických elektráren, je 0,118. Jestliže vezmeme v úvahu použití solárních panelů o výkonu 270 Wp a rozměrech 1,65 x 1 m, bude potom každý solární panel schopen vyrobit 0,001 TJ energie za rok, a potřebné množství bude 71,5 milionu panelů. Se zmíněnými hodnotami a pravidly správné výstavby solárních panelů vychází celková ideální plocha elektrárny na téměř 500 km². Navíc nabíjení elektromobilů probíhá převážně k večeru či v noci, kdežto slunce svítí jen přes den také v závislosti na počasí a různému ročnímu období. Jediným řešením by bylo získanou energii ze solárních panelů uschovat na dobu, kdy bude spotřebována. Takové řešení je ale velmi nákladné. [4]

I přesto, že jsou obnovitelné zdroje velmi důležité pro zachování životního prostředí, mohou pokrýt spotřebu energie elektromobilů jen z velmi malé části. V tuto chvíli by přišlo na řadu řešení výstavby jaderných zdrojů (což je velice neoblíbené), nebo dovoz elektřiny. [4]

2.1 Chytrá síť

Pod pojmem chytrá síť (smart grid) si v dnešní době lze představit komunikaci skrze síť, která zaručuje regulaci výroby a spotřeby elektrické energie. K této síti patří také inteligentní měřidla, chytré spotřebiče, efektivní zdroje energie a obnovitelné zdroje energie. Její funkcí je hlavně obousměrná komunikace mezi stranou výroby elektrické energie a jejím spotřebitelem. Zde velká spousta odborníků varuje před možností zneužívání této technologie.

Smart grid je charakterizován několika znaky:

1) Integrace zákazníků – Spotřebitelé mají k dispozici digitální měřidla, se kterými je možné vytvořit cenové tarify tak, aby vyhovovaly situaci v síti v aktuálním čase. Tím výrazně sníží spotřebu domácnosti jako je například topení, dobíjení elektromobilu či ohřev vody.

2) Automatizace – Tento pojem znamená v podstatě zapojení systému řídicího a kontrolního, společně se senzory, které síť monitorují. Automatizace poskytuje aktuální informace o výrobě, spotřebě, zatížení sítě, kvality dodávané elektřiny, poruchy a mnoho dalších.

3) Přizpůsobivost – Chytrá síť je velice přizpůsobivá pro různé výroby energie jako například solární panely, větrné elektrárny, plynové mikroturbíny a další. Energie z těchto zdrojů může být vyráběna a posílána samotným spotřebitelem do sítě. Komunikace mezi výrobou a spotřebou energie probíhá díky datovým sítím, kde je důležitý formát přenášených dat, standardizace, a hlavně bezpečnost těchto dat, která musí být ochráněna před případným neoprávněným zásahem či poruchám.

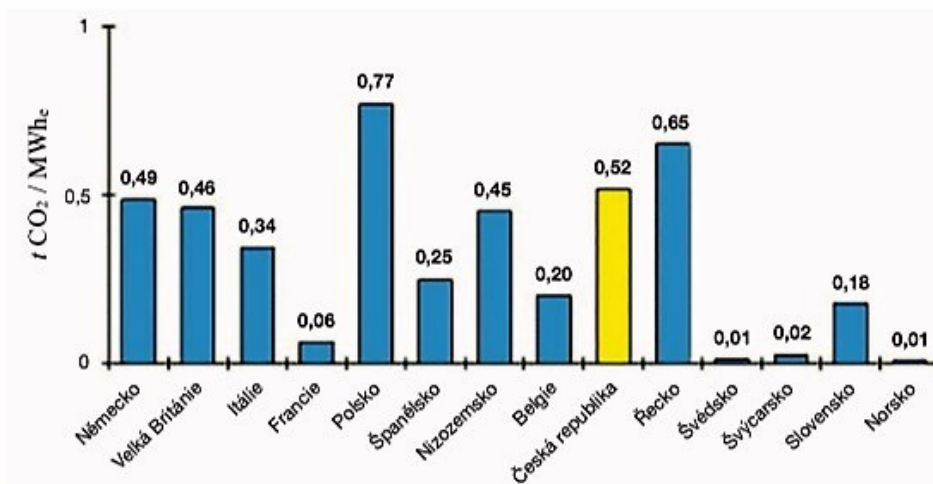
4) Efektivita – Díky správné komunikaci umožňuje chytrá síť například zapnutí spotřebičů v ten nejpříznivější čas, kdy je cena elektřiny nejnižší a tím spotřebiteli výrazně ušetřit.

Jelikož si Evropská unie stanovila pro své ekologické cíle roku 2020 snížení skleníkových plynů a CO₂, zvýšení efektivity při výrobě energií a využití obnovitelných zdrojů energie, je smart grid jednou z hlavních nástrojů této organizace. [22]

2.2 Emise

Výhodou elektrických automobilů je eliminace oxidů dusíku a PM částic, které pocházejí z výfukových plynů běžných vozidel se spalovacím motorem nacházejících se ve městech v blízkém kontaktu s jeho obyvateli. Dnešní dostupné technologie jsou sice schopné množství těchto škodlivých látek eliminovat, ale jejich úplné vymizení by velmi prospělo zlepšení ovzduší. [4]

Problematickou a nejvíce sledovanou složkou emisí jsou plyny, které hrají hlavní roli ve skleníkovém efektu. Pokuty, které budou muset automobilky platit zejména od roku 2021 za nesplnění limitu nejvíce produkované složky CO₂, mohou být pro některé výrobce velmi ohrožující. [nvm4] Z výfuků automobilů vychází podstatný zlomek procenta z celkové produkce tohoto plynu ve světě. Evropa se na ní podílí pouhými 15 %, jak můžeme vidět na obrázku grafu níže.



▲ Obr. 10 Mezinárodní srovnání emisních faktorů CO₂ pro elektrickou energii z roku 2015

Graf 2.2 Srovnání emisních faktorů

Množství oxidu uhličitého vyprodukovaného automobily v České republice lze zjistit z jejich spotřeby a v roce 2016 z jejich výfuků vyšlo 11 195 900 t CO₂. Pokud by došlo k náhradě běžných automobilů na fosilní paliva za elektromobily, uvedené emise by zmizely. Pro provoz takových elektromobilů je však nutné vyrobit okolo 20 000 000 MWh elektrické energie. Jestliže porovnáme emise, vzniklé při provozu automobilů (11 195 900 t CO₂), a emise vzniklé při výrobě elektřiny pro množství elektromobilů (10 400 000 t CO₂), je jasné, že při náhradě těmito elektromobily se při zachování aktuálního energetického mixu v České republice nezmění téměř nic. Avšak toto porovnání neplatí globálně, jelikož v některých zemích je velký podíl elektrické energie z vodních elektráren, tudíž by výměnou běžných automobilů za elektromobily došlo k výrazné úspoře emisí CO₂. [4]

Díky těmto skutečnostem lze uvést, že bez významné změny energetického mixu České republiky i přes vysoké náklady automobilek na vývoj a výrobu elektromobilů a podpory státu nedojde při přechodu na elektromobily ke snížení emisí oxidu uhličitého. [4]

2.3 Energetický mix

Energetický mix je podíl primárních a sekundárních zdrojů energie při výrobě elektřiny. Tyto zdroje můžeme dělit podle mnoha hledisek, například dle regulovatelnosti nebo dostupnosti. Také je možné na něj pohlížet s ohledem na obnovitelnost zdroje.

Primární – primární zdroje energie jsou přírodní zdroje, které nejsou člověkem nijak transformované.

Lze je rozdělit na neobnovitelné a obnovitelné.

Neobnovitelné zdroje:

- fosilní paliva – uhlí, ropa, plyn,
- jaderná paliva.

Obnovitelné zdroje:

- vodní energie,
- větrná energie,
- sluneční energie – tepelná, fotovoltaika,
- geotermální energie,
- biomasa.

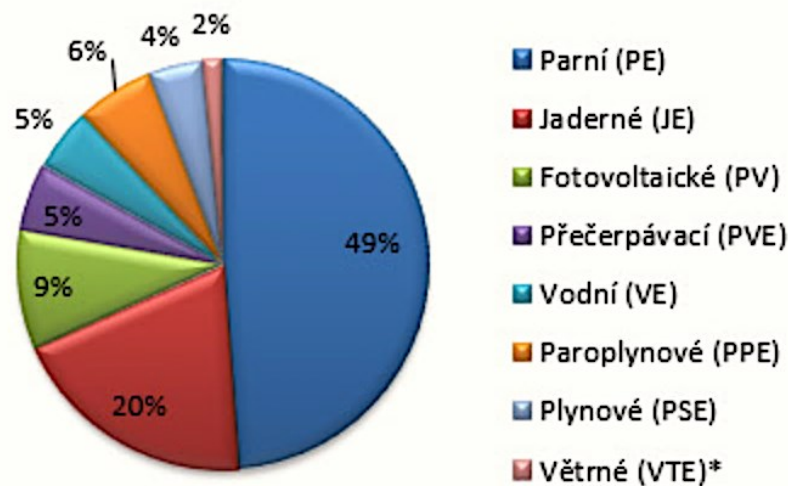
Sekundární – zdroje energie které vznikají lidskou činností.

Mezi které patří:

- komunální odpad – energetické spalování odpadů
- odpadní oleje – hlavně pro vytápění
- skládkové plyny – vznikají na skládkách komunálního odpadu, lze využít pro výrobu elektřiny
- odpadní teplo – využitím lze dosáhnout energetických úspor, nebo jej můžeme využít pro přímou výrobu elektřiny [23]

V České republice má největší zastoupení na výrobě elektřiny tepelná energetika. Celkový podíl tepelné energie se pohybuje nad 56 %. V tuzemských tepelných elektrárnách se nejvíce využívají fosilní paliva v podobě černého a hnědého uhlí (47 %) a zemního plynu (7 %).

Energetický mix ČR v % pro rok 2019



Graf 2.3 Energetický mix

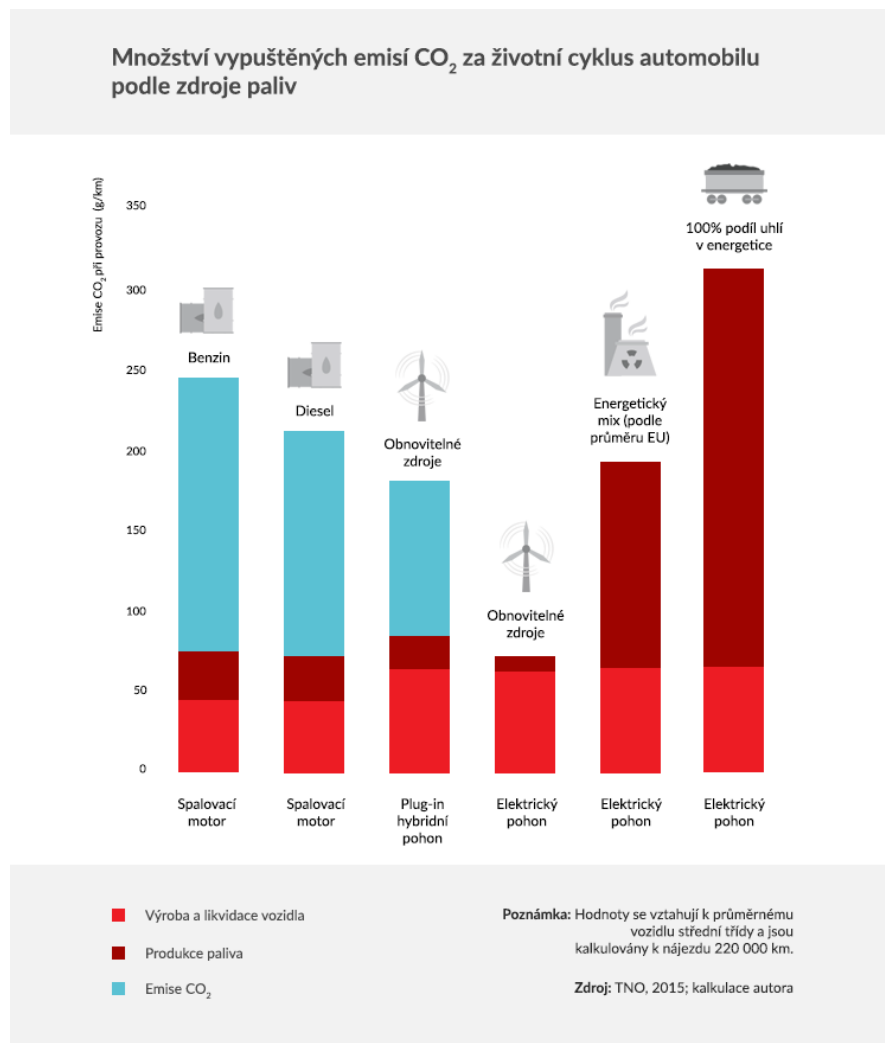
S ohledem na zajištění energetické bezpečnosti, je důležité dbát na složení zdrojů elektrické energie. **Elektrickou bezpečností** je zajišťováno vše, co je potřeba pro nepřetržité dodávky elektřiny ve vyhovující kvalitě a za přijatelnou cenu. Tato energie je neskladovatelná. V malém množství lze elektrickou energii akumulovat a poté dále využít. Tento způsob však nelze aplikovat ve velkém měřítku. Součet vyrobené energie se musí rovnat součtu energie spotřebované. Díky tomu je nutné, aby vhodný energetický mix obsahoval dostatečné množství regulovatelných energetických zdrojů, aby bylo možné dosáhnout stability přenosové soustavy. S ohledem na zásoby fosilních paliv by měl energetický mix dále obsahovat možnost využití obnovitelných zdrojů země v závislosti na geografické poloze. [24]

Stát může energetický mix ovlivňovat formou garantovaných cen a zelených bonusů na vybrané typy elektrické energie. Mezi ně patří převážně obnovitelné zdroje, čímž stát podporuje výrobu ekologickou, na rozdíl od méně ekologické. [24]

Cena fotovoltaického panelu za metr čtverečný se pohybuje okolo 2500 Kč (bez instalace). Životnost solárního panelu uvedena prodejci se pohybuje okolo dvaceti let a průměrná návratnost je okolo čtyř až osmi let. [10]

Aby bylo možné zjistit dopad elektromobilu na životní prostředí, je zapotřebí vzít v potaz energetický mix, který je charakteristický v daném státě.

V hodnotě emisí elektromobilu hraje také velkou roli původ výroby spotřebované elektrické energie. [24]



Graf 2.4 Vypuštěné emise za životní cyklus automobilu

3 Rozvoj a vize do budoucna

3.1 Národní akční plán čisté mobility

Národní akční plán čisté mobility, který vnikl na základě požadavku směrnice Evropského parlamentu a rady 2014/94/EU z roku 2014 o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva, aby členské státy EU vytvořily dostatečně příznivé prostředí pro rozvoj elektromobility byl začátkem roku 2020 aktualizován a schválen v reakci na nové výzvy v této oblasti a vývoj legislativy Evropské unie. Dokument níže obsahuje aktualizovaný cíl počtu vozidel rozdělený na jednotlivá alternativní paliva a rozvoje doprovodné infrastruktury v České republice k roku 2030. [25]

vozidla	rok 2030
elektromobily	220 000 / 500 000
EV busy	800 / 1 200
CNG	35 000
LNG kamiony	3 500 / 6 900
LPG	170 000 / 250 000
vodík OA	40 000 / 50 000
vodíkové autobusy	870
dobíjecí/plnicí stanice	rok 2030
elektrické	19 000 / 35 000
CNG	350 / 400
LNG	30
vodík	80

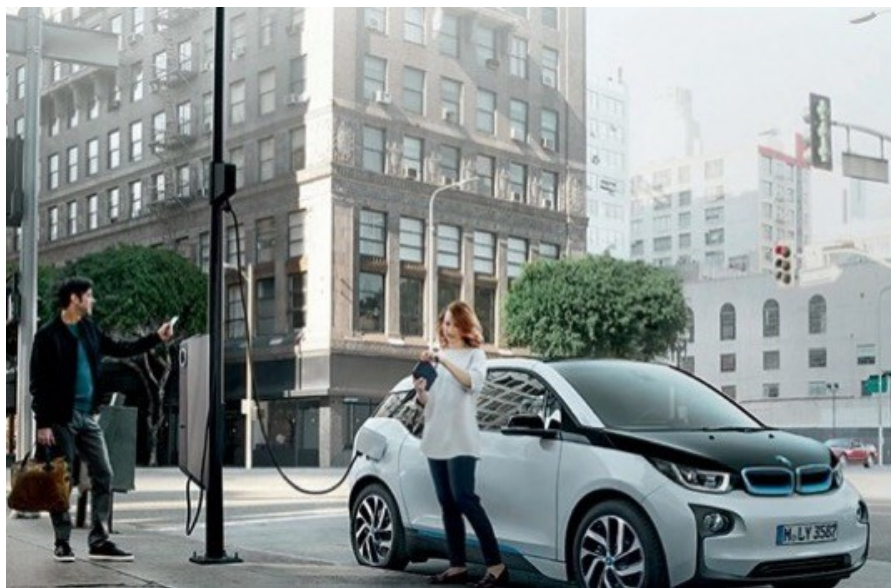
Tab. 3.1 Predikce budoucnosti elektromobility

Za nejvýraznější změnu v souvislosti mezinárodního rozvoje čisté mobility lze považovat přijetí Pařížské dohody o změně klimatu. V této dohodě se signatářské země zavazují udržet nárůst průměrné globální teploty výrazně pod hranicí 2 °C ve srovnání s hodnotami před průmyslovou revolucí. [26]

3.2 Vývoj v následujících letech

Rada hlavního města Prahy schválila Memorandum o spolupráci při umístění dobíjecích stanic na lampách veřejného osvětlení se společností Pražská energetika a.s.

Praha poskytne pro účely tohoto projektu mezi léty 2021 a 2022 prostor pro umístění celkem 82 lamp, které tvoří součást systému veřejného osvětlení. Dobíjecí stanice na lampách veřejného osvětlení jsou jedním z dalších kroků připravované strategie rozvoje dobíjecí infrastruktury v hlavním městě republiky, kterou byla pověřena pražská městská společnost Operátor ICT. [27]



Obr. 3.1 Dobíjecí stanice ve městě

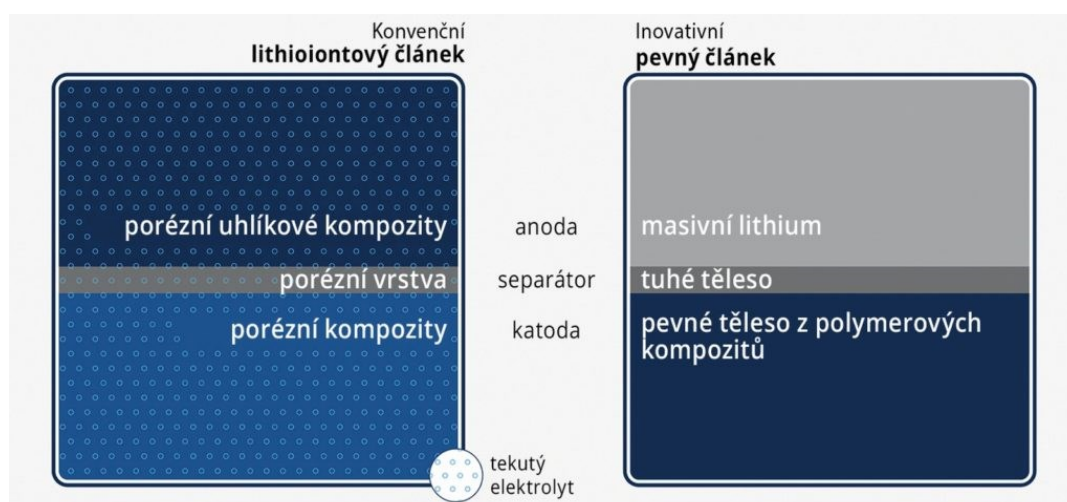
Pokročilá technologická úroveň trakční soustavy u elektromobilu se odvíjí od úrovně výkonu nabíječky, chemie baterie a schopnostmi elektroniky, která řídí a kontroluje proces nabíjení a zátěže.

Favoritem v této oblasti je společnost **Tesla**, která je napřed před konkurencí díky své elektronické regulaci nabíjecí a zdrojové soustavy elektromobilu. Ta není složena jak u konkurenčních automobilek z různých komponentu jiných výrobců, ale je produktem vlastního vývoje. Její jedinečná trakčních baterie umožnila elektromobilům překonat hranici dojezdu 600 km, který je udáván podle metodiky **EPA**, která zákazníkům nelže a uvádí reálný dojezd vozu.

Kromě výroby automobilů a vlastní řídicí jednotky pracující se svými čipy, se Tesla dále zajímá o získávání start-up firem které vyvíjejí nové typy baterií.

Jako například nově zakoupená kanadská firma nyní vedena pod názvem Tesla Motors Canada, která si nechala patentovat novou baterii pro elektromobily. Tato nová technologie pro baterii má menší počet přísad elektrolytu, což sníží množství použitého lithia a bude mít pozitivní vliv na výkonost a životnost baterie. Tyto lithium-iontové baterie nové generace by měly dosáhnout životnosti až 1 600 000 km. Nová chemie snižující podíl drahých prvků v baterii by mohla údajně snížit cenu elektro aut na úroveň vozu s fosilním pohonem.

Americký koncern GM společně s firmou LG Chem má v plánu představit nové akumulátory Ultimum, které slibují podle metodiky EPA dojezd až 650 km. Mezi dlouhodobé projekty ohlašující zvyšující dojezd bateriových elektromobilů patří vývoj vysokonapěťových trakčních baterií s pevným elektrolytem. Tímto vývojem se zabývá především firma Samsung a IBM. Principem je nahrazení kapalného elektrolytu baterie pevným materiálem, které jsou například, plastové polymery nebo kompaktní anorganický prášek. Technologie Solid State Battery umožňuje zvýšit stabilitu a hustotu energie a současně také usnadnit regulaci teploty, což je hlavním problémem současných lithium-iontových baterií. [28]



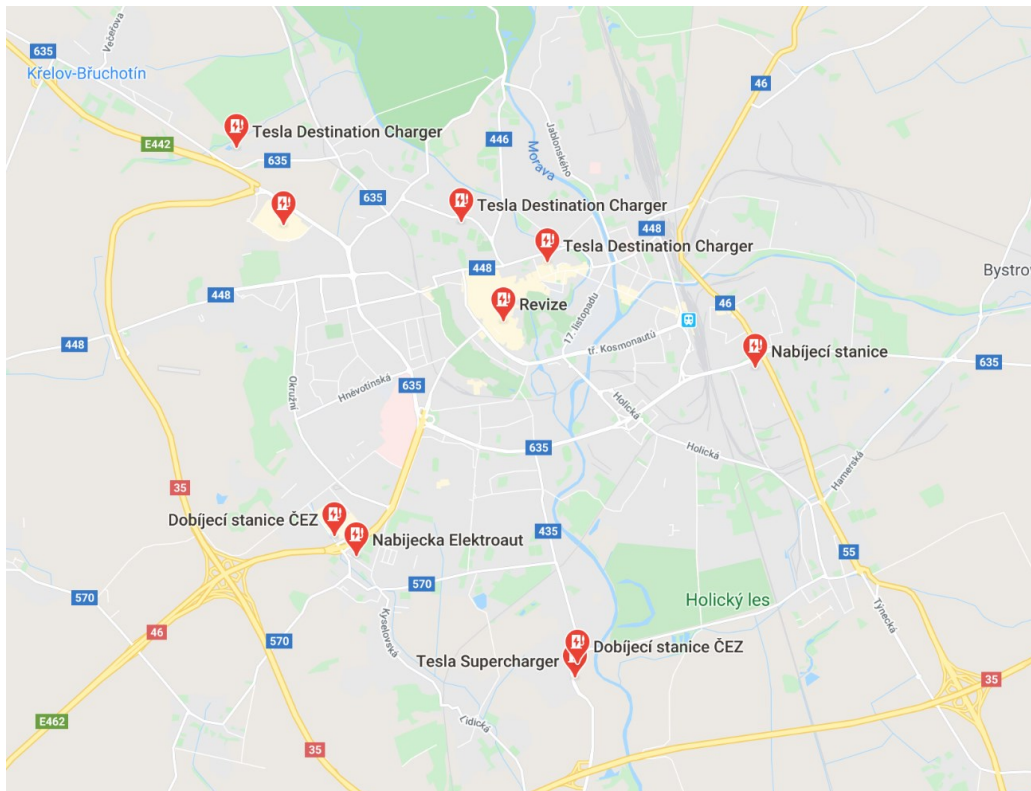
Obr. 3.2 Srovnání článků

Nová generace pevných baterií značně lehčí a menší, dále pojme daleko více energie, a navíc je nehořlavá.

4 Analýza

4.1 Možnosti dobíjení v Olomouci

V Olomouci jsou možnosti nabíjení elektromobilu opravdu velké především díky množství nabíjecích stanic, které tu v krátkém časovém úseku byly vystavěny.



Obr. 4.1 Mapa dobíjecích stanic v Olomouci

Možnost nabíjet svůj elektromobil je i v obchodních centrech, například Galerie Šantovka, Olympia Olomouc nebo Olomouc City.

4.2 Dobíjecí stanice

Zkoumaným subjektem byl hostel v centru Olomouce, který disponuje třemi dobíjecími stanicemi typu wallbox. Dvě stanice na vozy značky Tesla, a jednu univerzální. Tyto dobíjecí stanice jsou umístěny uvnitř areálu ve venkovní části. K hostelu dále patří restaurace s kavárnou, tudíž tyto dobíjecí stanice nejsou určeny jen pro ubytované, ale i

pro hosty využívající služby restaurace. Jelikož se jedná o první typ wallboxu, zaměřený na dobíjení aut pouze značky Tesla, nabíjecí přípojka pasuje pouze na vozy Tesla, a nabíjí se pomalou rychlostí. Tato služba není zatím zpoplatněna. K tomu, aby služba mohla být zpoplatněna je potřeba mít patřičnou licenci. Dále také živnostenské oprávnění pro provozování dobíjecích stanic za účelem zisku. Momentálně funguje ve zkušebním režimu.

Pokud se podaří přilákat nové zákazníky a bude využívána, je v plánu upgradovat na novější model typu WALL CONNECT 3, s možností dobíjení všech typů elektromobilů bez omezení pouze na značku Tesla. Tato nová verze prošla vylepšením o přítomnost Wi-Fi připojení, díky kterému je možné nabíjení monitorovat, a při ukončení obdrží uživatel notifikaci, že je jeho vozidlo nabité. Update firmwaru lze u této stanice provést i na dálku. Další změnou prošel i design, kde se zadní část této stanice zúžila.

Wallboxy byly instalovány začátkem roku 2020. Vlivem pandemie nemoci COVID-19 byla výstavba dobíjecích stanic pozastavena na dobu čtyř měsíců. Po ukončení nouzového stavu trvalo nějakou dobu, než se navrátil objekt do běžného provozu. Poté v průběhu instalace nastal problém s elektroinstalací a jističem v budově, problém byl však následně vyřešen technikem firmy, která instalaci prováděla.



Obr. 4.2 Tesla Wall Connector umístěný v objektu
Zdroj: vlastní zpracování

Podrobnosti instalace:

Tyto dobíjecí stanice byly externí firmou Tesly pro Českou republiku a Slovensko instalovány na přibližně 35 místech po celé České republice, například v NH hotelu v Olomouci. Díky krátké možnosti získat nabíjecí stanice přímo od společnosti Tesla, byla firmě zaslána žádost, která byla během jednoho měsíce schválena a vyřízena. Tyto dobíjecí stanice neslouží jen pro vozidla od výrobce Tesla, ale i v Evropě prodávaná elektrovozidla jako je Nissan Leaf 2, BMW, Mercedes, VW GOLF 7. Dále lze nabíjet i hybridní vozidla. Jedná se o venkovní nabíječky, které lze připevnit na zeď či kovový nebo dřevěný stojan. Vodič vedoucí do nabíjeného vozidla, je dlouhý 7,5 m. Instalovány byly dva kusy wallboxu, určené pouze pro vozy Tesla a jeden univerzální wallbox pro všechny typy elektromobilů.

Maximální výkon jedné nabíječky je 22 kW, nicméně nastavení této hodnoty není nutné. Standardně bývá nastavena poloviční hodnota 11 kW, jelikož tento výkon jiná vozidla, než od společnosti TESLA nevyužijí, navíc je k tomu potřeba extra příplatková dvoj nabíječka. Jelikož jsou tyto stanice určeny k podpoře podnikání, a neslouží jako veřejná dobíjecí stanice, je vyšší kapacita zbytečná. Při změně účelu, zde ale možnost rozšíření a rychlejšího nabíjení existuje. Nabíjet mohou zákazníci zdarma po domluvě, nebo za podmínek konzumace v restauraci či ubytování v hostelu. Tento krok slouží i jako skvělý marketinkový nástroj, vzhledem ke zveřejnění nabíjecí stanice v navigační mapě dobíjecích stanic společnosti Tesla po celé Evropě.



Obr. 4.3 Detail dobíjecí stanice Tesla



Obr. 4.4 Konstrukce konektoru



Obr. 4.5 Dobíjení elektromobilu Tesla

Reálný příklad:

Zákazník, který si zde zaparkoval využil služeb restaurace a své vozidlo nabíjel po dobu 90 minut. Celková spotřeba energie vyšla na přibližně 24kWh při ceně 5,01 Kč za kW S DPH.

Celková cena spotřebované energie vyšla na 120,24 Kč

Tato cena zákazníkovi vzhledem k využití dalších služeb nebyla účtována.

Zákazníková útrata v restauraci činila 1550,- z čehož vyplývá, že tato rozšiřující služba nebyla v tomto případě ztrátová.

Vyhodnocení:

Díky poskytnutí Wallboxů společností Tesla zcela zdarma, byla tato služba pro objekt velice lákavá. Bohužel vzhledem k situaci v České republice, nebylo zatím zákazníků těchto služby mnoho. Jedná se z pravidla o dvě nabíjení týdně. Díky tomu se jedná stále ještě o zkušební období, ve kterém se zjišťuje, jak velký je o tuto rozšiřovací službu zájem, a kolik nových zákazníků je schopna přilákat. Rozsáhlejší analýza tedy nebyla vzhledem k minimálnímu počtu zákazníků proveditelná.

Poznatek

Přestože jsou vyhrazená dobíjecí místa patřičně označena ceduli značící dobíjecí stanici, stává se že na nich stejně jako i u ostatních dobíjecích stanic parkují řidiči s vozy se spalovacím motorem. Toto jednání nezodpovědných řidičů ignorující značení je častý jev, ale postupem času s rozšiřující elektromobilitou by se situace mohla zlepšovat. Pokud je místo označeno dopravními značkami a majitel vozidla je nerespektuje, může být za přestupek sankcionován.

Jsou zde dvě možnosti: parkování na veřejné komunikace a parkování na soukromém pozemku. Zatímco v prvním případě jsou případní řidiči snadno postihnutelní, ve druhém případě zbývá majiteli pozemku, nechat konvenční vůz blokuující nabíjecí stanici odtáhnout, a tedy za své náklady, které bude poté požadovat po majiteli vozu. V přístupu k dobíjecím stanicím často brání i nenabíjející se elektromobily. Je však podstatné, jestli je místo u dobíjecí stanice označeno dopravní značkou pro vyhrazené parkoviště. Pokud zde bude parkovat vozidlo, kterému není místo vyhrazeno, nebo překročí dovolenou dobu stání, bude se jednat o přestupek, u kterého hrozí pokuta až dva tisíce korun.

Důležité informace pro provozovatele dobíjecích stanic:

Provozovatelé dobíjecích stanic mají relativně rozsáhlé možnosti nákupu elektřiny do dobíjecí stanice. Jednou z možností je dodávat elektřinu přímým vedením elektřiny od distributora do místa odběru, a to bez využití přenosové nebo distribuční soustavy.

Pro podnikání v energetických odvětvích je na území České republiky zpravidla nutná licence, která je udělena Energetickým regulačním úřadem. Nicméně na využití elektřiny při provozování dobíjecí stanice se licence nevyžadují. Toto ustanovení bylo do energetického zákona přidáno novelou, jež reaguje především na novou evropskou legislativu. Tato výjimka se však nevztahuje na dodavatele elektřiny do dobíjecí stanice, který musí mít podle situace licenci na výrobu elektřiny, nebo licenci pro obchod s elektřinou.

Současný stavební zákon nereaguje žádným způsobem na elektromobilitu a potřeby dobíjecích stanic. V rámci **územního řízení** není možné dobíjecí stanici podřídit pod žádnou ze staveb, která nevyžadují vydání územního souhlasu nebo územního rozhodnutí. Proto je tedy v rámci územního řízení nutné, požádat o vydání **rozhodnutí o umístění stavby**, popřípadě u menších dobíjecích stanic, například zásuvkových, postačí ve valné většině případů vydání **územního souhlasu**. Je možné využít i zjednodušeného územního řízení, u kterého je výhodou kratší lhůta.

Je nutné podotknout, že praxe stavebních úřadů bývá často značně nejednotná. Jsou známy případy, kdy byl na dobíjecí stanici vydán územní souhlas, přičemž v jiném podobném případě, bylo vyžadováno rozhodnutí o umístění stavby i když byly podmínky i technické parametry naprosto totožné. Rozhodovací praxi stavebního úřadů by měla sjednotit metodika s názvem „Dobrá praxe při budování infrastruktury“, která se připravuje Ministerstvem pro místní rozvoj.

Pokud někdo uvažuje o zřízení dobíjecí stanice, nejjednodušším způsobem k získání informací je požádat příslušný stavební úřad o **územně plánovací informaci**. Úřad musí poskytnout informace o tom, zda je ke zřízení dobíjecí stanice potřebné územní rozhodnutí či územní souhlas, a sdělit podmínky pro jejich vydání. Podle stavebního zákona se i nadále pro dobíjecí stanice vyžaduje vydání **stavebního povolení**. [30]

4.3 První zkoumaný subjekt

Druhým zkoumaným subjektem je uživatel vozu Tesla model 3

Toto vozidlo majitel vlastní necelé dva roky. Roční průměrný nájezd tohoto vozu je přibližně 35 000 km. Elektromobil uživatel používá pravidelně každý den, přičemž denní nájezd je přibližně 60-100 km.



Obr. 4.6 Tesla model 3

			DOJEZD		
			560 km		
Pohon	Výkon	Max. rychlost	Zrychlení	Hmotnost	
4x4	192 kW / 257 k	233 km/h	4.0 s	1730 kg	

Obr. 4.7 Specifikace vozu Tesla model 3

Cena tohoto vozu byla 1 740 000 Kč. Centrem elektromobilu je 15 ti palcový dotykový displej, přes který ovládáte prakticky celý vůz od nastavení teploty, až po úhel sklonu zrcátek. Minimalistický interiér ničím neruší a působí velmi čistým dojmem. Místo klasického klíče na odemykání a startování auta postačí použít mobilní telefon nebo kartu, která klíč plně nahrazuje.

Pokud s vozidlem míříte ke stanici SuperCharger, vozidlo to samo rozpozná a dokáže předem předpřipravit teplotu baterií pro urychlení nabíjení.

Neduhem vozu jsou špatně provedené detaily což je u Tesly běžné. Přece jen je vidět, že po konstrukční stránce zkušenosti koncernu jsou nenahraditelné. Křivé linie a rozdíl mezi doléhajícími stranami plechů jsou jednou z nejčastějších vad na kráse této značky. Přece jen by vůz této kategorie mohl nabídnout, co se týče kvality zpracování, o něco více. Ovšem největším lákadlem a předností tohoto vozu je jeho zrychlení při kterém z 0 na 100 km dosáhne za 4 sekundy.

Nabíjení:

Uživatel převážně nabíjí vozidlo v době, kdy ho nepotřebuje, což znamená převážně přes noc, nebo v práci u dobíjecí stanice Tesla. Tento vůz byl zakoupen s výhodným benefitem doživotního dobíjení v síti Tesla zdarma. Uživatel tohoto benefitu využívá. Uživatel nabíjí každý den svůj vůz o 15 až 25 %. Tento elektromobil podporuje ultrarychlé nabíjení výkonem 250 kW při kterém se vůz dokáže nabít z 0 na 80 % za pouhých 15 minut. Jinak řečeno během 5 minut je dodána energie na ujetí stovaceti kilometrů. Reálný dojezd je přibližně 450 km při spotřebě 16,5 kWh. Doma dobíjení probíhá mezi 18:00 a 8:00 v nízkém tarifu D27d při ceně 2 Kč za kWh.

4.4 Druhý zkoumaným subjekt

Dalším zkoumaným subjektem je majitel vozu Kia e-Soul.

Toto vozidlo majitel vlastní přibližně 5 měsíců. Roční průměrný nájezd u tohoto vozu bude přibližně 20 000 km. Toto vozidlo je určeno primárně pro dojíždění za prací. Přibližný denní nájezd je 50 km za předpokladu, že pojedete tam i zpět stejnou trasu, která činí 25 km.



Obr. 4.8 Kia e-Soul

Nabíjení:

Dobíjení elektromobilu probíhá převážně doma, a to jednou za dva dny v čase od 22:00 do 6:30 z domácí zásuvky, která má napětí 230 voltů. Uživatel jiných možností dobíjet vozidlo využívá zcela výjimečně, a to například pouze při víkendové trase na chalupu během zastávky na benzínové stanici. Dle jeho slov, není častější nabíjení nutné. Pro běžného uživatele je tento typ nabíjení zcela dostačující. Vozidlo je dobíjeno výkonem 1,8 kW, což je standartní výkon spotřebičů v domácnosti, kdy není nutná ani žádná úprava jističe. Cena za 1 kWh je s výhodným tarifem 3,22 Kč. Celková cena nabití z 0 na 100 % je tedy 206 Kč. V drtivé většině případů probíhá nabíjení vozu pouze z 20 na 80 %, u kterého je cena 124 Kč.

Tab. 4.1 Doba nabíjení pro jízdu na 100 km

Typ nabíjení	Doba nabíjení
Domácí zásuvka, 230 V, 8 A	8 hod 30 min
Domácí zásuvka, 230 V, 12 A	5 hod 30 min
wallbox 11 kW	1 hod 30 min
DC nabíječka 50 kW	20 minut
DC nabíječka 100 kW	10 minut

Zdroj: vlastní zpracování

Tab. 4.2 Technické specifikace vozu

Technické údaje

		Standardní dojezd	Prodloužený dojezd
Elektrický motor	Typ	Synchronní motor s permanentním magnetem	
	Max. výkon (kW)	100	150
	Max. točivý moment (Nm)	395	395
Baterie	Typ	LIPB (Baterie typu Lithium-Ion Polymer)	
	Napětí (V)	327	356
	Kapacita (kWh)	39,2	64
	Výkon (kW)	104	170
	Hmotnost (kg)	317	457
Výkon	Akcelerace 0–100 km/h (s)	9,9	7,9
	Maximální rychlost (km/h)	155	167
	Elektrický dojezd (km)	277	452
	Spotřeba energie (Wh/km)	106	157
	Pohotovostní hmotnost (kg)	1 593	1 682
	Maximální hmotnost (kg)	2 025	2 180

Cena tohoto vozu byla **1 212 980 Kč**

Spotřeba:

Reálný dojezd vozu je přibližně 400 km. (Nutno podotknout, že v zimních měsících se vozidlo vlivem chladného počasí vybíjí rychleji, tudíž se reálný dojezd může mírně lišit.)

Při výpočtu ročního nájezdu bereme přibližný nájezd 20 000 km se spotřebou 16kWh na 100 km, přičemž roční spotřeba energie vychází na 3,2MWh.

Hodnocení:

Provedením jde spíše o městský vůz. Jízda v tomto voze je velice pohodlná, zejména kvůli dostatečnému prostoru pro řidiče, který je dán hranatým tvarem vozu. Vozidlo je také velmi dynamické a systém rekuperace je nastavitelný podle osobních preferencí ve třech režimech. Dojezd i rychlost nabíjení jsou pro běžného uživatele plně dostačující a až na úložný prostor, který je pouhých 281 litrů, je uživatel po necelém půl roku provozu spokojen.

Dodatek

Přestože jsou vyhrazená dobíjecí místa patřičně označena cedulí značící dobíjecí stanici, stává se že na nich stejně jako i u ostatních dobíjecích stanic parkují řidiči s vozy se spalovacím motorem. Toto jednání nezodpovědných řidičů ignorující značení je častý jev, ale postupem času s rozšiřující elektromobilitou by se situace mohla zlepšovat. Pokud je místo označeno dopravními značkami a majitel vozidla je nerespektuje, může být za přestupek sankcionován.

Jsou zde dvě možnosti: parkování na veřejné komunikace a parkování na soukromém pozemku. Zatímco v prvním případě jsou případní řidiči snadno postihnutelní, ve druhém případě zbývá majiteli pozemku, nechat konvenční vůz blokuující nabíjecí stanici odtáhnout, a tedy za své náklady, které bude poté požadovat po majiteli vozu. V přístupu k dobíjecím stanicím často brání i nenabíjející se elektromobily. Je však podstatné, jestli je místo u dobíjecí stanice označeno dopravní značkou pro vyhrazené parkoviště. Pokud zde bude parkovat vozidlo, kterému není místo vyhrazeno, nebo překročí dovolenou dobu stání, bude se jednat o přestupek, u kterého hrozí pokuta až dva tisíce korun. [32]

Závěr

Cílem bakalářské práce je vysvětlení pojmu elektromobilita, vyhledání a zpracování informací ohledně elektromobilech v České republice a jejich vlastností. Elektromobilita je důležité téma hlavně kvůli jejím nulovým lokálním emisím, díky kterým je v místě užívání elektromobilu šetrná k životnímu prostředí. Elektromobily charakterizované pohonem na elektrickou energii jsou napájeny různými způsoby, které jsou odlišné jak samotnou rychlostí nabíjení, tak cenou, která je dána jak energetickou společností, tak daným tarifem. Elektromobily s sebou nesou i své nevýhody a je třeba se v těchto oblastech stále zdokonalovat a pracovat na jejich minimalizování.

V praktické části bakalářské práce je provedena analýza konkrétní dobíjecí stanice a současného stavu využití s ekonomickým zhodnocením. Dále je provedena analýza dvou uživatelů elektromobilů, kde jsou zjištěny informace o tom, jaký vůz uživatel vlastní a jakým způsobem své auto dobíjí. Analýzou je zjištění, jak elektromobilita funguje v praxi, a jaké jsou její úskalí.

Predikce budoucího vývoje závisí na tlaku ze strany států na automobilový průmysl a zájmu překonání obav z nových technologií z řad spotřebitelů. U většiny těchto překážek jde převážně o pochopení a změně přístupu či nastavení myšlení.

Seznam zdrojů

- [1] G. A. Putrus, P. Suwanapingkarl, D. Johnston, E. C. Bentley and M. Narayana, Impact of electric vehicles on power distribution networks, 2009 IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference, Dearborn, MI, 2009, pp. 827-831.. Dostupné z: <http://www.ieeexplore.ieee.org>
- [2] Co je elektromobilita | SMART-EV. Smart-EV-nabíjecí stanice pro elektromobily [online]. Dostupné z: <http://www.smartev.cz/cz/co-je- elektromobilita/?fbclid=IwAR3SCFOheaahNLQGBGqNaTUyeSdfNQARrzKy TNDa81xHlwiYWO0KV-UL4k8>
- [3] Otazníky kolem elektromobility | Čistou stopou Prahou. Úvod | Čistou stopou Prahou [online]. Copyright © [cit. 21.08.2020]. Dostupné z: <https://www.cistoustopou.cz/autem/clanek/otazniky-kolem- elektromobility- 1107>
- [4] Časopis stavebnictví: Některé důsledky hromadného rozšíření elektromobilů pro ČR. 13. Praha: INFORMAČNÍ CENTRUM ČKAIT s.r.o, 2019. ISSN 1802-2030.
- [5] [online]. Dostupné z: [http://Md. Kamruzzaman, M. Benidris, "Maximum Permissible Load Demand for Electric Vehicles at Power System Buses", Power & Energy Society General Meeting \(PESGM\) 2019 IEEE, pp. 1-5, 2019.](http://Md. Kamruzzaman, M. Benidris,)
- [6] Nové RZ pro elektromobily a další změny zákona o pozemních komunikacích | USPORNE.info. Magazín USPORNE.info [online]. Copyright © 2017. [cit. 25.06.2020]. Dostupné z: <https://www.usporne.info/8881-nove-rz-pro- elektromobily-a-dalsi-zmeny-zakona-o-pozemnich-komunikacich/>
- [7] Druhy elektromobilů – znáte je všechny? - ŠKODA Storyboard. [online]. Copyright © ŠKODA AUTO a.s. 2020 [cit. 18.06.2020]. Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/e-mobilita-cs/druhy- elektromobilu-znate- je-vsechny/>
- [8] Elektromobily a jejich baterie. Vše pro nabíjení elektromobilů. [online]. Copyright © 2016 [cit. 20.08.2020]. Dostupné z: <https://www.evexpert.cz/rady- a-tipy-zajimavosti-novinky-informace-evexpert/elektromobilita/elektromobily- a-jejich-baterie>
- [9] Recyklace li-ion baterií – úvod. oEnergetice.cz - denní zpravodajství z energetiky [online]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/akumulace- energie/recyklace-lithium-ion-baterii-uvod>

- [10] © [cit. 20.08.2020]. Dostupné z: https://www.elektrina.cz/recyklace-akumulatoru-z-elektromobilu?fbclid=IwAR3ra3vAokBHTon_1Uj-MyGx3wB_8AEI_fHtVphXHF-36brXCvG6cDB3kTQ
- [11] V Česku je již přes 8 tisíc elektrických vozidel, počet prudce roste | fDrive.cz. fDrive.cz – Elektromobily, autonomní řízení a doprava budoucnosti [online]. Copyright © 2020 24net s.r.o. Všechna práva vyhrazena. [cit. 21.08.2020]. Dostupné z: <https://fdrive.cz/clanky/v-cesku-je-jiz-pres-8-tisic-elektrickyh-vozidel-pocet-prudce-roste-5240>
- [12] 301 Moved Permanently [online]. Copyright © [cit. 02.08.2020]. Dostupné z: https://www.csas.cz/content/dam/cz/csas/www_csas_cz/Dokumenty-korporat/Dokumenty/Analytici/vyhled_elektromobility_v_CR_2019_03.pdf
- [13] Prodeje elektromobilů v ČR (2020) – velký přehled (pravidelně aktualizováno) - Elektrickévozy.cz. Elektrickévozy.cz [online]. Copyright © 2011 [cit. 21.08.2020]. Dostupné z: https://elektrickevozy.cz/clanky/prodeje-elektromobilu-v-cr-2020-velky-prehled-pravidelne-aktualizovano?fbclid=IwAR0KFob2xLSzR4qcg0-qgL78DgEUXS23QnN9yP2_X84rwFHN-shoebURLRY
- [14] [online]. Dostupné z: Zdroj: https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/elektromobil-nabijacka-cez-mcdonalds.A181011_204534_automoto_fdv
- [15] Lidl, Globus, Kaufland, Billa. Kde nabít elektromobil zdarma? (Aktualizováno) - Elektrickévozy.cz. Elektrickévozy.cz [online]. Copyright © 2011 [cit. 19.08.2020]. Dostupné z: <https://elektrickevozy.cz/clanky/albert-globus-kaufland-lidl-penny-kde-muzete-nabit-elektromobil-zdarma>
- [16] © [cit. 20.08.2020]. Dostupné z: https://www.elektrina.cz/recyklace-akumulatoru-z-elektromobilu?fbclid=IwAR3ra3vAokBHTon_1Uj-MyGx3wB_8AEI_fHtVphXHF-36brXCvG6cDB3kTQ
- [17] JUICE BOOSTER 2 Typ 2 | max. 22 kW - Autonabijeni.cz. Autonabijeni.cz - Vše pro Váš elektromobil [online]. Dostupné z: <https://www.autonabijeni.cz/prenosne-nabijacky/juice-booster-2-typ-2--mennekes--max--22-kw/>
- [18] JUICE WORLD | alles rund um das Laden von Elektroautos. [online]. Dostupné z: <https://en.juice-world.com/juice-booster>

- [19] [online]. Dostupné z: <https://www.kdenabijet.cz/pro-ridice/>
- [20] Základy nabíjení elektromobilu. Autonabíjení.cz - Vše pro Váš elektromobil [online]. Dostupné z: https://www.autonabijeni.cz/blog/zaklady-nabijeni/?fbclid=IwAR21U60q_T3WivHmLdhDdhsDynMVhUdx_SHkpBnruC CJxUB5599r5-YNXjc
- [21] Dotace na elektromobily v ČR pokračují. Na firmy čeká 150 milionů korun - Elektrickévozy.cz. Elektrickévozy.cz [online]. Copyright © 2011 [cit. 11.08.2020]. Dostupné z: <https://elektrickevozy.cz/clanky/dotace-na-elektromobily-v-cr-pokracuji-na-firmy-ceka-150-milionu-koron>
- [22] Obnovitelné zdroje | Skupina ČEZ-O Společnosti. Skupina ČEZ [online]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/o-cez/vyrobni-zdroje/obnovitelne-zdroje>
- [23] Inteligentní síť (smart grid) a výhledy jejího zavedení v Česku-Frank Bold Advokáti. [online]. Dostupné z: <https://www.fbadvokati.cz/cs/clanky/3142-inteligentni-sit-smart-grid-a-vyhledy-jejeho-zavedeni-v-cesku>
- [24] Informační portál [online]. Dostupné z: <https://www.informacni-portal.cz/clanek/energeticky-mix#article-top>
- [25] Energetický mix v ČR: Z jakých zdrojů získáváme energii k výrobě elektřiny? | Elektrina.co. Porovnání cen elektřiny 2020 - kdo nabízí levnou elektřinu? | Elektrina.co [online]. Dostupné z: <https://www.elektrina.co/blog/elektrina/energeticky-mix-v-cr-z-jakych-zdroju-ziskavame-energii-k-vyrobe-elektriny>
- [26] Ministerstvo dopravy ČR-Média a tiskové zprávy. Ministerstvo dopravy ČR-Domovská stránka [online]. Copyright © 2020 Ministerstvo dopravy ČR [cit. 15.07.2020]. Dostupné z: <https://www.mdcz.cz/Media/Media-a-tiskove-zpravy/Vlada-schvalila-aktualizovany-Narodni-akcni-plan-c>
- [27] Pařížská dohoda-Ministerstvo životního prostředí. Ministerstvo životního prostředí [online]. Copyright© 2008 [cit. 21.08.2020]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/parizska_dohoda
- [28] Dobíjecí stanice pro elektromobily na lampách veřejného osvětlení: další krok v rozvoji elektromobility v Praze-Operátor ICT. Operátor ICT, a. s. - Informační a komunikační technologie hl. města Prahy [online]. Dostupné z: <https://operatorict.cz/dobijeci-stanice-pro-elektromobily-na-lampach-verejneho-osvetleni-dalsi-krok-v-rozvoji-elektromobility-v-praze/>

- [29] Tesla možná vyvíjí grafenové baterie pro dojezd 800 km | Hybrid.cz. Hybrid.cz | Elektromobily, elektrokola, elektroskútry, auta na plyn CNG, LPG, testy [online]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/tesla-mozna-vyviji-grafenove-baterie-pro-dojezd-800-km>
- [30] Co je potřeba pro zřízení a provoz nabíjecí stanice? - Autonabijeni.cz. Autonabíjení.cz - Vše pro Váš elektromobil [online]. Dostupné z: <https://www.autonabijeni.cz/blog/co-je-potreba-pro-zrizeni-a-provoz-nabijeci-stanice/>
- [31] Kia Motors Europe. [online]. Copyright © 2018 KIA MOTORS CZECH [cit. 01.08.2020]. Dostupné z: <https://www.kia.com/cz/dealer/pemmrno/katalogy.e777bc85-7476-4fc9-86b9-7d3ea2511022/#/D%C4%9Bkui>
- [32] Jak má být vyznačené parkovací místo pro elektromobily? - Elektrickévozy.cz. Elektrickévozy.cz [online]. Copyright © 2011 [cit. 28.07.2020]. Dostupné z: <https://elektrickevozy.cz/clanky/jak-ma-byt-vyznacene-parkovaci-misto-pro-elektromobily>

Seznam zkratek

kWh	kilowatthodina
kW	kilowatt
kg	kilogram
EV	electric vehicle
BEV	battery electric vehicle
HEV	hybrid electric vehicle
FCEV	full cell electric vehicle
CO ₂	oxid uhličitý
V	volt
ČR	Česká republika
ČEZ	České energetické závody
E.ON	enhanced other network
PRE	Pražská energetika
Kč	koruna česká
DPH	daň z přidané hodnoty
FVE	fotovoltaická elektrárna
DC/AC	typ nabíjecí stanice
CHAdeMO	typ konektoru
CCS	zachycování a ukládání oxidu uhličitého
MWh	megawatthodina
TJ	terajoule
Km ²	kilometr čtvereční
Wp	watt-peak
1 m	jeden metr
EU	Evropská unie
°C	stupeň Celsia
EPA	environmental protection agency
IBW	vodní ohřívač
ERÚ	Energetický regulační úřad
SPZ	státní poznávací značka

Seznam grafických objektů

Obr. 1.1 Historický elektromobil.....	11
Obr. 1.2 Značení elektromobilů.....	13
Obr. 1.3 Porovnání automobilů dle pohonu.....	15
Obr. 1.4 Výhody a nevýhody plug-in hybridů.....	16
Obr. 2.1 Nabíjecí stanice v České republice.....	21
Obr. 2.2 Ceny poskytovatelů nabíjení.....	22
Obr. 2.3 Cena nabíjení.....	23
Obr. 2.4 Typy konektorů.....	24
Obr. 2.5 Parametry typu 2.....	25
Obr. 2.6 Nabíjecí stanice ČEZ.....	27
Obr. 2.7 Dobíjecí stanice Tesla.....	28
Obr. 2.8 Nabíjecí stanice ČEZ.....	29
Obr. 3.1 Dobíjecí stanice ve městě.....	38
Obr. 3.2 Srovnání článků.....	39
Obr. 4.1 Mapa dobíjecích stanic v Olomouci.....	40
Obr. 4.2 Tesla Wall Connector umístěný v objektu.....	42
Obr. 4.3 Detail dobíjecí stanice Tesla.....	43
Obr. 4.4 Konstrukce konektoru.....	44
Obr. 4.5 Dobíjení elektromobilu Tesla.....	44
Obr. 4.6 Tesla model 3.....	47
Obr. 4.7 Specifikace vozu Tesla model 3.....	47
Obr. 4.8 Kia e-Soul.....	49
Tab. 2.1 Výhled počtu nově registrovaných elektromobilů a jejich celkového počtu do roku 2040 v ČR.....	19
Tab. 3.1 Predikce budoucnosti elektromobility.....	37
Tab. 4.1 Doba nabíjení pro jízdu na 100 km.....	50
Tab. 4.2 Technické specifikace vozu.....	50
Graf 2.1 Roční světové prodeje vozů podle druhu paliva (v milionech).....	20
Graf 2.2 Srovnání emisních faktorů.....	33
Graf 2.3 Energetický mix.....	35
Graf 2.4 Vypuštěné emise za životní cyklus automobilu.....	36

Autor/ka	David Slezák
Název BP	Elektromobilita a možnosti dobíjení v osobní dopravě
Studijní obor	DOL
Rok obhajoby BP	2020
Počet stran	45
Počet příloh	0
Vedoucí BP	Ing. Alexander Čapka Ph.D.
Anotace	Tato bakalářská práce se zabývá elektromobilitou a elektromobily. V práci jsou vysvětleny a popsány způsoby, jakými lze tyto elektromobily nabíjet. První část se zabývá elektromobilitou zejména v osobní dopravě. Popisuje, jak elektromobilita vznikla, shrnuje její obecné vlastnosti, jakým způsobem se dají elektromobily nabíjet a na jaké typy se dělí. Dále jsem se zaměřil na situaci v České republice. Specifikoval problematiku a nastínil jakým směrem se bude elektromobilita u nás ubírat. Ve třetí části bakalářské práce jsem se zaměřil na analýzu konkrétní dobíjecí stanic a vypracoval vyhodnocení.
Klíčová slova	Elektromobilita, elektromobil, nabíjecí stanice, baterie, elektřina, energie.
Místo uložení	ITC (knihovna) Vysoké školy logistiky v Přerově
Signatura	