

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra vozidel a pozemní dopravy



Bakalářská práce

Faktory ovlivňující uplatnění elektromobility

Michal Gottlieb

© 2021 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Michal Gottlieb

Technika a technologie v dopravě a spojích
Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

Faktory ovlivňující uplatnění elektromobility

Název anglicky

Factors influencing the application of electromobility

Cíle práce

Cílem práce je vytvořit ucelený přehled vozidel využívající elektrickou energii jako hlavní a jediný zdroj energie. Dále provést dotazníkové šetření ohledně faktorů, které ovlivňují či brání jejímu širšímu nasazení v praxi a zjištění reálného povědomí lidí o vlastnostech elektrovozidel.

Metodika

Práce bude zpracována dle následující osnovy:

1. Úvod
2. Cíl práce
3. Metodika práce
4. Přehled řešené problematiky
5. Praktická část práce
6. Zhodnocení výsledků
7. Závěr
8. Seznam použitých zdrojů
9. Přílohy

Doporučený rozsah práce

30-40 stran A4

Klíčová slova

elektropohon, dotazník, provozní parametry, zkušenosti

Doporučené zdroje informací

Gianfranco, P., Electric and hybrid vehicles, Elsevier, 2010, ISBN 9780444535658

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

Weiss, M., Zerfass, A., Helmers, E. (2019) Fully electric and plug-in hybrid cars – An analysis of learning rates, user costs, and costs for mitigating CO2 and air pollutant emissions. Journal of Cleaner Production, 212 (1478-1489)

Předběžný termín obhajoby

2020/2021 LS – TF

Vedoucí práce

Ing. Martin Kotek, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vozidel a pozemní dopravy

Elektronicky schváleno dne 21. 12. 2020

Ing. Martin Kotek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 2. 2021

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 08. 05. 2021

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "**Faktory ovlivňující uplatnění elektromobility**" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14.5.2021

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Martinu Kotkovi, Ph.D. za jeho přínos a odborné vedení během psaní této závěrečné práce, dále mé partnerce Ing. Andree Novákové za její podporu a trpělivost a v neposlední řadě také mým přátelům a rodině, za jejich ochotu ke čtení a připomínkování v průběhu celé tvorby mé práce.

Faktory ovlivňující uplatnění elektromobility

Abstrakt

V této práci je uveden ucelený přehled typů elektromobilů, je poukázáno na jejich odlišnosti, výhody i nevýhody plynoucí pro jejich uživatele. Ty vyplývají především ze způsobu jejich používání. Dále je v práci uvedeno několik obecně známých mýtů, které jsou v této části vyvráceny, nebo částečně vyvráceny. Toho je docíleno pomocí uvedených faktů. Součástí práce je také dotazníkové šetření s cílem odhalení faktorů, které ovlivňují, či brání rozvoji elektromobility. Za účelem zajištění objektivitu byli osloveni uživatelé elektromobilů i konvenčních automobilů, přičemž každá cílová skupina měla připraven vlastní soubor otázek. Práce obsahuje výsledky tohoto dotazníkového šetření i jejich zhodnocení. V závěru práce jsou uvedeny hlavní odhalené překážky rozvoje elektromobility spolu s návrhem na jejich řešení.

Klíčová slova: elektropohon, elektromobilita, zkušenosti, provozní parametry, dotazníkové šetření

Factors influencing the application of electromobility

Abstract

In this work, a comprehensive overview of the types of electric cars is given, their differences, advantages and disadvantages for their users are pointed out. They are the factors that controls how they work. Furthermore, several generally known myths are mentioned in the work, which are refuted in this part, or are refuted by each other. This is achieved through the above facts. Part of the work is also a questionnaire survey in order to reveal the factors that affect or hinder the development of electromobility. In order to ensure objectivity, users of both electric and conventional cars were approached, each target group had to prepare its own set of questions. The work contains the results of this questionnaire survey and their evaluation. At the end of the work are the main identified obstacles to the development of electromobility together with a proposal for their solution.

Keywords: electric drive, electromobility, experience, operating parameters, questionnaire survey

Obsah

1 Úvod	1
2 Cíl práce	2
3 Metodika	2
4 Přehled řešené problematiky	3
4.1 Historie elektromobilů.....	3
4.1.1 Přelom 19. a 20. století.....	3
4.1.2 Dvacáté století.....	4
4.1.3 Nová éra.....	5
4.2 Typy elektromobilů.....	7
4.2.1 Elektromobily s vodíkovým palivovým článkem	7
4.2.2 Elektromobily s baterií jako jediným zdrojem energie.....	9
4.2.3 Hybridní vozidla	11
4.3 Přehled faktů a mýtů	14
4.3.1 Výroba elektřiny.....	14
4.3.2 Lokální emise	16
4.3.3 Dobíjecí místa a rozvody elektřiny.....	17
4.3.4 Dojezd	19
4.3.5 Náklady	22
5 Praktická část práce	26
5.1 Dotazníkové šetření	26
5.1.1 Definice cílové skupiny a otázek.....	26
5.1.2 Průběh dotazníkového šetření.....	26
6 Výsledky	27
6.1 Respondenti, kteří jsou uživateli elektromobilů	27
6.2 Respondenti, kteří nejsou uživateli elektromobilů	29
6.3 Zhodnocení výsledků	31
7 Závěr	32
8 Seznam použitých zdrojů	33
Přílohy	38
Příloha 1: Úvodní strana dotazníku.....	38
Příloha 2: Otázky pro uživatele elektromobilů.....	39
Příloha 3: Otázky pro uživatele „běžných“ automobilů	40

Seznam obrázků

Obrázek 1 Elektrický malý automobil – EMA1	5
Obrázek 2 Hyundai Nexo	8
Obrázek 3 Tesla Model 2	11
Obrázek 4 Toyota Prius – Plug-in hybrid.....	13
Obrázek 5 Energetický mix ČR 2019	15
Obrázek 6 Kinetické úložiště energie	18
Obrázek 7 Trasa Praha – Zadar	21
Obrázek 8 Hlavní nevýhody elektromobilů pohledem jejich uživatelů.....	28
Obrázek 9 Hlavní výhody elektromobilů pohledem jejich uživatelů	28
Obrázek 10 Faktory odrazující od koupě elektromobilu.....	30
Obrázek 11 Vybrané mýty	30

1 Úvod

Automobilový průmysl již dnes prochází zásadními změnami. Přestože většina vozidel v České republice stále využívá pro svůj pohon spalovací motor, alternativní pohony se rok od roku více a více prosazují. Nejen výrobci automobilů investují v současnosti do elektromobility miliardy eur a uvádí své plně elektrifikované modely na trh. Zásadním důvodem pro tyto investice jsou stále přísnější limity emisí skleníkových plynů, ale i docházející zásoby ropy.

Již dnes je jasné, že elektromobilita je jasně nastavená cesta pro další desetiletí. A stejně jako každá jiná technologie, má i tato navzdory obrovským investicím své nevýhody. Mezi lidmi se tak najdou nejen její výrazní zastánci, ale i neméně výrazní odpůrci.

Jaké jsou v současné době argumenty pro pořízení elektromobilu, a jaké argumenty používají jejich odpůrci?

„Kdybych poslouchal své zákazníky, býval bych jim dal jen rychlejšího koně.“

Henry Ford

2 Cíl práce

Cílem práce je vytvořit ucelený přehled vozidel využívající elektrickou energii. Dále provést dotazníkové šetření ohledně faktorů, které ovlivňují či brání jejímu širšímu nasazení v praxi a zjištění reálného povědomí lidí o vlastnostech elektrovozidel.

3 Metodika

V teoretické části bude v práci přehledně shrnuta vývojová cesta elektromobility a základní fakty o jejich užívání. Praktická část si klade za cíl pomocí dotazníkového šetření vyobrazit názor na elektromobilitu nejen samotných uživatelů, ale také širší veřejnosti, a případně tak upozornit na možná úskalí rozvoje elektromobility.

4 Přehled řešené problematiky

4.1 Historie elektromobilů

Za počátek elektromobility lze považovat první postavený malý elektromobil, který byl navržen již roku 1835 profesorem Sibrandusem Stratinghem z Groningenu v Holandsku. Českou stopu v historii elektromobility však zanechal také František Křižík, který v roce 1895 sestrojil první český elektromobil, a v následující době je mu spolu s dalším českým rodákem, Ferdinandem Porschem, přisuzována konstrukce prvního hybridního vozidla. O tom, zda byl rychlejší se stavbou svého hybridního vozu Ferdinand, nebo František, se stále vedou spory. [1] [2]

4.1.1 Přelom 19. a 20. století

Přelom 19. a 20. století se stal pro elektromobilitu významným obdobím. V nabídce byla tehdy vozidla hned se třemi typy pohonných jednotek. Jednalo se o elektromobily, paromobily a vozy vybavené spalovacími motory. Elektromobily však nabíraly strmě na popularitě.

Oproti vozidlům se spalovacími motory je totiž nebylo nutné startovat za pomoci startovací kliky, nevyžadovaly řazení a v ulicích nekouřily. *„Pro tyto výhody se elektromobily staly jasnou volbou i pro ženy řidičky, čímž sehrály důležitou roli v jejich osvobození se od závislosti na mužích.“* [1]

Paromobily sice nedisponovaly startovací klikou, která představovala fyzicky náročnou a leckdy nebezpečnou práci, ale ani tak nebyly svou obsluhou o mnoho jednodušší. Před vyjetím na cestu bylo zejména za chladných rán nutno ohřívat vodu v kotli i 45 minut před samotným odjezdem. [1]

Není tedy divu, že v roce 1900 se v USA prodalo dokonce dvakrát více elektromobilů než automobilů. Na prvenství však nedosáhly. Paromobilů se stále prodalo více. [1]

Ve stejné době, ale na jiném kontinentu, ve Vídni, bylo možné vidět parkující elektrické kočáry u zásuvek umístěných u chodníku před proslulou Sachrovou cukrárnou. [2]

Zákazníci tak mohli využít času u kávy k nabíjení akumulátorů. Je zajímavé, že konceptem z již této doby se v současnosti intenzivně zabývá např. i automobilka Tesla Motors. Ta vytváří síť zvanou „Destination Charging network“, která obsahuje provozovny po celém světě, ve kterých uživatelé po dobu čerpání služeb mohou

zdarma dobít své Tesly. Je zapotřebí si také uvědomit, že nabíječka umístěná např. před cukrárnou není výhodná pouze pro uživatele elektromobilu, ale také pro samotného provozovatele, který tak získá výhodu před svou konkurencí.

Karta se však postupem času začala obracet. Zatímco elektromobily a paromobily měly jen velmi omezený dojezd, který se pohyboval okolo hranice 30 km, a svým účelem byly vyvinuty spíše pro městský provoz, vozidla vybavená spalovacími motory dokázala nabídnout i cestu za hranice města. Okamžité doplnění paliva v podobě derivátů velmi levné ropy a efektivnější výzkum vedly nevyhnutelně k úpadku obou technologií.

Elektromobilitě nepomohlo ani zahájení výroby prvního sériově vyráběného automobilu. [2] Tím se stal Ford T., který poprvé opustil dílnu v roce 1908. [3] A díky nižším nákladům na výrobu se tak postupem času stal i dostupnější.

Definitivní zlom však přichází v roce 1912. Vynález elektrického startéru Charlesem Ketteringem definitivně odstraňuje do té doby významnou výhodu elektromobilů. Význam těchto událostí dokazuje fakt, že jen o 12 let později, roku 1924, nebyl na automobilových výstavách předveden jediný zástupce elektromobilů. [1]

4.1.2 Dvacáté století

Postupné odstranění základních potíží s automobily poháněnými spalovacím motorem vedlo k jejich masivnímu prodeji v celém zbytku dvacátého století. Výroba několika omezených sérií elektromobilů byla následkem ztíženého přístupu k ropě v důsledku dějinných událostí. Stalo se tak zejména v době druhé světové války a Suezské krize. [1]

Takovou reakcí byl například elektromobil Peugeot VLV (Véhicule Léger de Ville – Light City Vehicle), kterého bylo od června 1941 do února 1943 vyrobeno 377 kusů. Tento dvojmístný elektromobil s pohonem zadní nápravy disponoval dojezdem 70 až 80 km a maximální rychlostí 35 km/hod. [4] [5]

Z důvodu potíží s distribucí ropy během studené války se s podobným zadáním potýkalo i socialistické Československo, které mělo za úkol pro země RVHP vyvinout malý elektromobil. V roce 1969 tak vzniká v Brně elektromobil zvaný EMA 1 (Elektrický Malý Automobil). Jednalo se o malé vozidlo na obrázku 1, které bylo určeno pro dva dospělé a dvě děti. EMA byla poháněna dvojicí elektromotorů o celkovém výkonu 4 kW, disponovala dojezdem 30–50 km a měla maximální rychlost

50 km/h. Elektromotory byly umístěny u kol přední nápravy a vůz už tehdy brzdil i za pomoci rekuperace. Zůstalo však bohužel pouze u prototypu a projekt byl především z finančních důvodů ukončen. [1] [6]

Obrázek 1 Elektrický malý automobil – EMA1



Zdroj: <https://www.auto.cz/ema-1-toto-je-prvni-ceskoslovensky-elektromobil-jak-vznikl-jezdil-a-kde-je-dnes-k-videni-104521> (2021-05-10)

Přestože především v Evropě vznikala podobných projektů celá řada, do sériové výroby se nedostaly. K dalšímu rozvoji tak dochází až v okamžiku, kdy se k obavám z dostupnosti ropy, ať už kvůli závislosti na dalších zemích, nebo docházejícím zásobám, přidává obava ze znečištění životního prostředí v souvislosti s provozem spalovacích motorů. [1]

4.1.3 Nová éra

Za počátek nové éry elektromobilů lze považovat zákonem přijatá opatření v devadesátých letech dvacátého století. V roce 1990 Kalifornie přijímá Zákon o vozidlech s nulovými emisemi (Zero Emission Vehicle – ZEV), který mimo jiné dává všem prodejčům automobilů na území Kalifornie povinnost nabízet od roku 1996 alespoň jeden model bezemisního vozidla. Zákon se postupem času šíří nejen do ostatních unijních států. [1]

V prosinci 1997 je přijat Kjótský protokol k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu. Protokol zavazuje zúčastněné země snížit emise skleníkových plynů o 5,2 % do roku

2012. Česká republika protokol podepisuje 23.11.1998. V roce 2012 dochází ke schválení dodatku, který potvrdil pokračování protokolu, což znamenalo závazek ke snížení skleníkových plynů o 20 % (oproti roku 1990) do roku 2020. K tomuto pokračování protokolu se však nezavazují rozvojové země jako Čína, Indie, Brazílie a další. [7]

V prosinci 2015 však dochází k přijetí Pařížské dohody, která má po roce 2020 nahradit Kjótský protokol. Tato dohoda je opět přijímána smluvními stranami Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu. Jedná se o strany ze všech pěti kontinentů, včetně rozvojových zemí a všech významných producentů skleníkových plynů, s výjimkou Ruské federace. Dohoda přináší mimo jiné cíl snížit emise skleníkových plynů do roku 2030 o 40 % ve srovnání s rokem 1990. [8]

Dohodu samozřejmě přijala i Evropská unie, jejímž cílem je do roku 2050 být klimaticky neutrální. Za tímto účelem proběhlo 6. října 2020 hlasování Evropského parlamentu, na kterém byla přijata navrhovaná změna klimatického cíle. Předmětem návrhu je změna snížení emisí z aktuálně platných 40 % na 60 % do roku 2030. Návrhem a jeho schválením se ještě bude zabývat Rada ministrů. [9]

Politický tlak na snížení produkovaných emisí se tak dotkl i automobilového průmyslu. Automobilové společnosti jsou nuceny přicházet s inovacemi spalovacích motorů. Jejich vývoj a výroba se postupem času však stala natolik nákladná a motory natolik komplikované, že řada výrobců dospěla k názoru, že bez prodeje vozidel vybavených elektromotory daného cíle nedosáhnou.

V současnosti tak lze říci, že prodej spalovacích vozidel financuje miliardové investice do vývoje plně elektrických automobilů, které jsou naší zřejmou budoucností.

4.2 Typy elektromobilů

Elektromobily jsou vozidla, která jsou poháněna pomocí elektromotorů a spotřebovávají při svém provozu elektrickou energii. Ta může být uložena v baterii, nebo je vyráběna přímo na palubě elektromobilu pomocí palivových článků, nejčastěji vodíkových. V případě kombinace motoru elektrického a spalovacího se jedná o hybridní vozidla.

4.2.1 Elektromobily s vodíkovým palivovým článkem

Tyto elektromobily vyrábí elektřinu pomocí vodíkového palivového článku přímo na palubě elektromobilu. Principem palivového článku je probíhající chemická reakce. Do palivového článku je na elektrodu přiváděn vodík a na tu druhou vzduch. Při reakci vodíku a kyslíku obsaženého ve vzduchu vzniká na elektrodách elektrické napětí a proud. Mimo to, je výsledkem této reakce také vodní pára a teplo. [10]

Vyrobená elektřina je dále ukládána v malé baterii, ze které je teprve odebírána elektromotorem tak, jak je tomu i u ostatních elektromobilů. V závislosti na jízdních podmínkách a vůli řidiče se totiž mění odebírané, či v případě rekuperace dodávané, množství elektrického proudu. Palivový článek však není schopen tak pružně regulovat svůj výkon, a tedy ani množství vyráběné elektrické energie. Proto musí být do pohonu zařazena tato baterie, která slouží jako stabilizační. [11] Kapacita baterie však zpravidla dosahuje jen nízkých hodnot, okolo 2 kWh, což je také důvodem, proč tento typ elektromobilů může rekuperačního brzdění využívat jen minimálně. [12]

Čistý vodík se ve volné přírodě nevyskytuje a je tedy nutné ho vyrábět z dostupných zdrojů. Výroba vodíku je možná mnoha způsoby, a to od způsobů vysoce emisních, při kterých je vodík získáván z metanu, nebo uhlí, po způsob zcela bezemisní, který představuje elektrolýza vody. Energie potřebná k elektrolýze je dodávána elektrárnami, které využívají obnovitelných zdrojů. Jedná se tedy zejména o elektrárny větrné a solární. [13]

Způsob užívání elektromobilu s vodíkovým palivovým článkem je velmi podobný s užíváním konvenčních automobilů se spalovacími motory. Uživatel taktéž navštěvuje v pravidelných intervalech čerpací stanici, na které namísto fosilních paliv tankuje do nádrže vodík. I ten však musí být na čerpací stanice nějak dopraven a dále skladován.

Právě doprava a skladování vodíku je vzhledem k výbušnosti tohoto plynu a jeho hustotě problematická a potřebná infrastruktura pro jeho přepravu stále zcela chybí. Podle nejnovější studie by však k jeho distribuci mohla sloužit stávající plynárenská soustava. Ta by však

musela nejprve projít úpravami. I přesto se odhady na vybudování infrastruktury sloužící k přepravě vodíku odhadují na investici 27–64 miliard EUR. [14]

Ani čerpacích stanic s vodíkem není zatím mnoho. V České republice by měly být v roce 2021 uvedeny do provozu teprve první tři veřejné vodíkové stanice. Ty mají vzniknout na síti čerpacích stanic Benzina v Praze, v Litvínově a také v Brně. [15]

Řetězec od výroby vodíku po jeho dodání zákazníkovi je energeticky i finančně stále značně náročný, a tak se v současnosti cena vodíku pohybuje okolo 250 Kč za jeden kilogram. V budoucnosti se však očekává výrazné zlevnění, a to až na polovinu současné ceny. Jeden zakoupený kilogram vodíku postačí pro pohon průměrného vodíkového elektromobilu na přibližně 100 km. [16]

Nicméně tento typ pohonu má ve srovnání s elektromobilem s baterií jako jediným zdrojem energie i své výhody. Jedná se především o možnost rychle doplnit palivo, dále obvykle disponuje větším dojezdem, a také mají tato vozidla nižší hmotnost. Naopak mezi nevýhodami lze uvést nízkou energetickou účinnost, špatnou dostupnost vodíku, či vyšší složitost pohonu. [12]

Nabídka modelů je velmi omezená. Jako typický příklad tohoto typu elektromobilu lze uvést např. nový Hyundai Nexo, na obrázku 2. Toto SUV disponuje dojezdem až 666 km. [17]

Obrázek 2 Hyundai Nexo



Zdroj: <https://www.hyundai.cz/modely/nexo/recenze>

Zatímco výrobci jako je Hyundai, Toyota, či BMW v budoucnost vodíku stále věří, u jiných výrobců je tomu zcela naopak. Naposledy oficiálně oznámil ukončení vývoje tohoto typu elektromobilů i výrobce vozů značky Mercedes-Benz. Důvodem ukončení vývoje této technologie jsou příliš vysoké náklady nejen na vývoj, ale také na následnou výrobu. Svým rozhodnutím se tak přidal k automobilkám jako je Honda, či Porsche. [18]

4.2.2 Elektromobily s baterií jako jediným zdrojem energie

Tyto elektromobily ke svému pohonu používají baterii jako jediný zdroj energie. Tuto energii je třeba do baterie doplňovat. Na rozdíl od elektromobilů s vodíkovým palivovým článkem mají uživatelé tohoto typu elektromobilu distribuční soustavu zavedenou až do domu. Míst, kde lze doplňovat energii je tedy nespočet.

Navíc v případě domácího nabíjení dokáže být provoz o mnoho levnější. Při průměrné spotřebě 21 kWh / 100 km a ceně 3 Kč za kWh se cena za ujetých 100 kilometrů přibližuje k pouhým 70 Kč. To je méně než třetina současných nákladů na koupi kilogramu vodíku, který postačí k pohonu na stejnou vzdálenost.

Dobíjení akumulátoru je možné dvěma způsoby, a to z elektrické sítě, nebo pomocí rekuperace. Je však zřejmé, že bez nabíjení akumulátoru ze sítě se tento typ elektromobilu neobejde. Takové nabíjení pak může probíhat na dobíjecích stanicích, nebo třeba z běžné domovní zásuvky.

Na veřejných dobíjecích stanicích lze nabíjet pomalejším způsobem pomocí střídavého proudu (AC), nebo rychlejším pomocí stejnosměrného proudu (DC).

Při nabíjení pomocí střídavého proudu je využívána zabudovaná palubní nabíječka elektromobilu. Ta proud nejprve usměrní na stejnosměrný a následně je jím dobíjen akumulátor. Tento zdroj bývá na dobíjecích stanicích označován maximálním výkonem 22 kW. Právě palubní nabíječka však může vzhledem ke své výkonnosti skutečný dobíjecí výkon omezit. V praxi se lze setkat v závislosti na třídě a stupni výbavy daného elektromobilu s nabíječkami o výkonu 3,6 kW, 7,2 kW, 11 kW nebo 22 kW. U nejvýkonnější varianty lze počítat se zvýšením dojezdu o přibližně 100 km za hodinu dobíjení. Tento způsob dobíjení je tak vhodný především v době, kdy je vozidlo odstavené. Např. na parkovišti v zaměstnání, u nákupních center apod. [19]

Výrazně rychlejší je varianta dobíjení pomocí stejnosměrného proudu. Elektrický proud není třeba usměrnit a dobíjecí výkon není limitován palubní nabíječkou. Ta totiž při nabíjení stejnosměrným proudem není vůbec využita. Tyto dobíjecí stanice jsou označovány jako

rychlodobíjecí. Jejich výkon se nejčastěji pohybuje okolo hodnoty 55 kW. Takový výkon postačí k prodloužení dojezdu přibližně o 200 km za hodinu nabíjení.

Výkonnější dobíjecí stanice však už nejsou výjimkou. Například dobíjecí stanice Tesla Supercharger třetí generace nabízejí maximální výkon 250 kW. U dobíjecích stanic provozovaných společností Ionity maximální výkon dosahuje dokonce 350 kW. V tomto případě může teoreticky dojezd elektromobilu stoupnout o 100 km již za 4 minuty nabíjení. Záleží však na mnoha dalších faktorech, jako je výrobcem podporovaná rychlost dobíjení, teplota baterie, stav baterie a také míra její degradace. Využívání rychlodobíjecích stanic je vhodné při požadavku na co možná nejrychlejší doplnění energie. Zejména tedy při cestování na velké vzdálenosti. [19]

Při dobíjení elektromobilů přímo ze sítě lze využít hned několika typů zásuvek. Tím nejzákladnějším a nejpomalejším typem je běžná domácí jednofázová zásuvka, která poskytuje výkon 2,3 kW při proudu 10 A, nebo 3,6 kW při dobíjecím proudu 16 A. Za hodinu dobíjení se tak dojezd elektromobilu prodlouží o přibližně 15 km. U malých elektromobilů to však může během osmi hodin znamenat nabití až na 100 % kapacity baterie. [20]

Rychlejší typy představují pětikolíkové třífázové zásuvky, které jsou běžně u mnoha nemovitostí. Do této zásuvky se běžně připojují spotřebiče jako jsou míchačky nebo okružní pily na dřevo. Zásuvky jsou v provedení 16 A, nebo 32 A. Po hodině nabíjení z menší, 16 A zásuvky, se dojezd navýší přibližně o 55 km a v případě nabíjení z větší, 32 A zásuvky, je to dokonce o 110 km. [20]

Taková rychlost dobíjení je zcela srovnatelná s AC dobíjecími stanicemi, a stejně tak jako u nich záleží na výkonu, kterým disponuje vestavěná palubní nabíječka vozidla.

Tyto zásuvky tak představují ideální způsob dobíjení doma, v práci, ale i na parkovištích u obchodů, restaurací, koupališť a dalších zájmových bodů, kde řidiči svá vozidla odstavují na delší čas. Náklady na pořízení zásuvkového rozvaděče, který obsahuje zásuvky všech zmíněných typů, jsou v porovnání se stojanovou dobíjecí stanicí zcela minimální. Zatímco rozvaděč lze koupit už třeba za 1300 Kč, stojanová dobíjecí stanice vyjde na přibližně 110 až 210 tisíc Kč. [20]

Poslední možností je pořízení nástěnného wallboxu. V žádném případě se však nejedná o nezbytný náklad, bez kterého elektromobil nelze nabíjet. Funkce wallboxu spočívá především ve zvýšení funkcionality a komfortu pro uživatele. Toho dosahuje pomocí integrovaného dobíjecího kabelu, možností plánování dobíjení, měřením spotřeby,

ověřováním uživatelů pomocí čipů, dále poskytuje dodatečnou elektrickou ochranu a celou řadu dalších chytrých online funkcí.

Na dnešním trhu je elektromobilů celá řada a trh s nimi i nadále roste. Typickým představitelem těchto elektromobilů je např. Tesla Model 3, na obrázku 3. Klíčové parametry elektromobilů se neustále zlepšují a dokážou tak oslovit stále více zákazníků. Právě vývoj baterií je pro tento typ elektromobilů z hlediska jejich rozšíření zcela zásadní.

Obrázek 3 Tesla Model 2



Zdroj: <https://www.tesla.com/blog/model-s-or-model-3> (2021-05-10)

4.2.3 Hybridní vozidla

Hybridní vozidla pro svůj pohon kromě elektrického pohonu využívají také spalovacího motoru. Dle zvoleného uspořádání a způsobu používání přítomných motorů se tato vozidla dále dělí na sériové hybridy, paralelní hybridy a kombinované hybridy. [21]

Sériové hybridy jsou poháněny výhradně elektromotory. Podobně jako u elektromobilů mohou být vybaveny jedním elektromotorem na poháněné nápravě, či více elektromotory v případě pohonu všech kol, či při umístění elektromotorů v nábojích kol. Spalovací motor je v této koncepci použit pouze jako generátor elektrické energie. Ta je ukládána v akumulátoru, nebo v případě požadavku na vysoký výkon zásobí spolu s akumulátorem přítomné elektromotory. Tato koncepce je známá především z použití u dieselelektrických lokomotiv. Díky absenci mechanického spoje kol se spalovacím motorem může být tento motor umístěn kdekoli ve vozidle. Otáčky spalovacího motoru jsou zcela nezávislé na

otáčkách kol, a motor tak může být provozován při konstantních otáčkách v oblasti, ve které dosahuje nejvyšší účinnosti, a tedy i nízké spotřeby paliva. Dojezd sériového hybridu je tak limitován pouze velikostí palivové nádrže. Nevýhodou pro tento typ představuje cestování vysokými rychlostmi. [22]

V porovnání s paralelním hybridem dosahuje totiž až o 30 % nižší účinnosti. Tato koncepce je tak vhodná spíše pro městský provoz. Další nevýhodou je také vysoká cena a hmotnost pohonu. [23]

Paralelní hybridy lze na rozdíl od těch sériových pohánět i pomocí spalovacího motoru. Motory lze provozovat každý samostatně, nebo mohou vozidlo pohánět oba současně. K převodovému ústrojí jsou totiž připojeny oba. Nejčastěji tak spalovací motor poskytuje většinu výkonu a elektromotor se zapojuje při akceleraci, nebo slouží jako generátor. V některých provedeních však může docházet k vzájemnému odpojování motorů pomocí elektronicky ovládaných spojek. [24]

Kombinované hybridy jsou stejně jako paralelní hybridy poháněny pomocí spalovacího, elektrického, či kombinace obou motorů. Kombinované hybridy však spojují přechodí uvedené technologie v jednu. Toho je docíleno pomocí planetového soukolí, které slouží jako dělič výkonu. Nazývá se hybridní převodovka a slouží jako uzel mezi spalovacím motorem, elektromotorem a generátorem. Řídící jednotka tak v závislosti na zvoleném jízdním režimu a aktuálních podmínkách může plynule měnit tok výkonu poskytovaným motory. Výkon se k poháněným kolům může dostat ryze mechanickou i elektrickou cestou. Jedná se tak o nejefektivnější, ale bohužel také nejsložitější, a tedy i nejdražší uspořádání pohonného ústrojí hybridních vozů. [22]

U hybridních vozidel se lze setkat i s dělením dle stupně jejich hybridizace. V takovém případě jsou děleny na Micro Hybridy, Mild Hybridy, Full Hybridy a Plug-in Hybridy. U prvních dvou jmenovaných typů je však označení hybridní vozidlo přinejmenším sporné. Tato vozidla nelze v žádné situaci pohánět pouze elektřinou a vliv použité technologie na spotřebu paliva a tím i produkované emise je minimální.

Pojem Micro Hybrid je tak spíše marketingové označení automobilu s konvenčním spalovacím motorem. Jsou tak označována vozidla vybavená systémem Start/Stop, díky kterému je při zastavení vozidla přerušen chod spalovacího motoru. Micro Hybridy druhé generace k této funkci přidávají rekuperaci při brzdění. Při ní je pomocí startéru dobíjen 12 V akumulátor. [25]

Ani Mild Hybridy nelze pohánět pouze elektřinou. Přítomný elektromotor k tomu nemá dostatek výkonu, a tak pouze pomáhá spalovacímu motoru při akceleraci a lze díky němu využívat rekuperace energie při brzdění. Produkovaná energie je nejčastěji ukládána do akumulátoru o jmenovitém napětí 24, nebo 48 V. [26]

Full Hybridy jsou tak první ze zmíněných kategorií, které jsou vybaveny elektromotorem o dostatečném výkonu potřebným pro pohon vozidla výhradně elektřinou, a představují tak nejvyšší stupeň hybridizace.

Nabíjení trakční baterie je zajištěno rekuperací energie při brzdění, nebo pomocí spalovacího motoru. Pokud je uživateli navíc umožněno dobíjení z elektrické sítě, je vozidlo označováno jako Plug-in hybrid. Ten má díky tomu ještě o něco delší dojezd výhradně na elektřinu. Vzdálenost, kterou je schopen bez použití spalovacího motoru ujet, dosahuje 20 až 60 km. [27] Typickým představitelem toho typu hybridu je Toyota Prius na obrázku 4.

Obrázek 4 Toyota Prius – Plug-in hybrid



Zdroj: <https://www.toyota.cz/new-cars/prius-plugin/> (2021-05-10)

4.3 Přehled faktů a mýtů

Elektromobilita je palčivé téma pro mnoho lidí. A jako takové je i často diskutované. Při tom však vzniká mnoho lží a polopravd, které se šíří napříč veřejností. Tato kapitola se zabývá některými z nich.

4.3.1 Výroba elektřiny

Jednou z panujících obav je, že v případě nárůstu počtu elektromobilů nebude pro jejich provoz dostatek elektřiny.

Jak vyplývá z tabulky 1, čistý export elektřiny v České republice každoročně dosahuje přibližně 11 až 14 TWh.

Tabulka 1 Čistý export elektřiny České republiky v letech 2015–2019

	2015	2016	2017	2018	2019
Čistý export elektřiny (GWh)	12 516	10 974	13 037	13 907	13 097

Zdroj: Výroční zprávy o provozu elektrizační soustavy - <https://www.eru.cz/cs/zpravy-o-provozu-elektrizacni-soustavy> (2021-05-10)

Za předpokladu, že osobní automobil najede ročně 15 000 km a spotřeba průměrného elektromobilu činí 21 kWh / 100 km, lze jednoduchým výpočtem dojít k závěru, že elektřina exportovaná do zahraničí v roce 2016, které bylo ve sledovaném období nejméně, by pokryla spotřebu dalších 3 483 000 uvažovaných elektromobilů. [29] Na konci roku 2019 bylo v Centrálním registru vozidel evidováno téměř 6 milionů osobních vozidel. [30] Z nich bylo pouhých 3 774 (0,06 %) poháněno výhradně elektřinou. [31]

Přitom teoretické maximální množství elektřinou poháněných vozidel v tomto roce (bez nutnosti dovozu elektřiny) bylo 4 157 000 elektromobilů, což je 69 % všech registrovaných osobních automobilů. Vzhledem k tomu, že elektromobily na českých silnicích zatím přibývají každoročně pouze v řádu stovek, máme pro ně dostatečnou rezervu produkované energie. [31]

Dalším faktem ale je, že ani současné automobily nemají nulovou spotřebu elektřiny a ukončení jejich provozu by tak přineslo i její úsporu. Na rafinaci jednoho litru benzínu je spotřebováno 1-1,5 kWh elektřiny. Navíc další elektřina je vyžadována pro provoz mnoha čerpacích stanic a samotné přečerpávání paliva až do nádrží automobilů. [32]

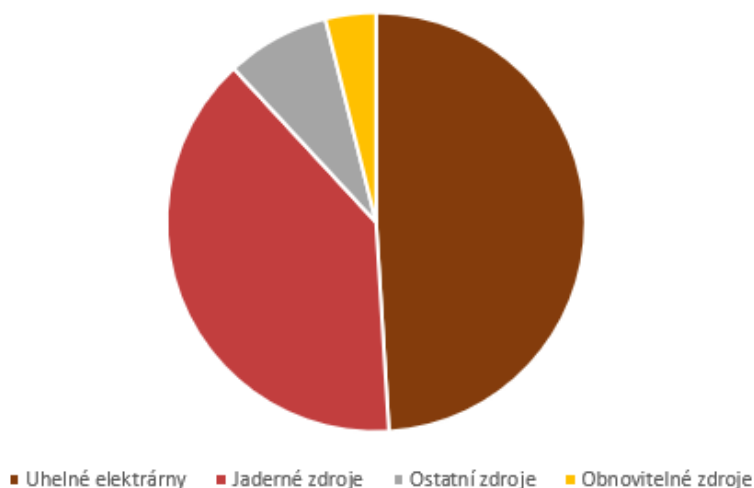
Při ročním nájezdu 20 000 km a při spotřebě 7 l / 100 km, tak ročně benzínový motor vyžaduje pouze k rafinaci jeho paliva minimálně 1 050 kWh, což je třetina roční spotřeby elektřiny uvažovaného elektromobilu se stejným ročním nájezdem kilometrů.

To znamená, že při každé výměně spalovacího vozidla za elektromobil se nezvýší spotřeba elektřiny o 100 % spotřeby elektromobilu, ale výrazně méně.

Úsporu elektrické energie lze pozorovat i v dalších oblastech. Rafinovat se musí také palivo pro dieselové motory nákladních automobilů, které palivo distribuují na jednotlivé čerpací stanice. Distribuce elektřiny je v porovnání s fosilními palivy velmi levná. Elektřinu není třeba nikam převážet a poplatky spojené s její distribucí tak slouží výhradně pro údržbu infrastruktury. Poplatky za její distribuci však musí hradit každý odběratel elektřiny. Uživatelé elektromobilů navíc mají nárok na získání distribuční sazby D27d, díky níž mohou využívat v celé domácnosti nízký tarif, a to 8 hodin denně. [33]

Výzvu v produkci energie tak v nejbližších letech nepředstavují samotné elektromobily, ale především blížící se konec uhelné energetiky. Jak znázorňuje obrázek 5, díky uhelným elektrárnám bylo v České republice v roce 2019 vyprodukováno 49 % veškeré elektřiny. Je tedy zřejmé, že pokud chceme i nadále zůstat připraveni na příchod elektromobilů, tak se bez výstavby nových, či modernizace stávajících elektráren v budoucnosti neobejdeme. [34]

Obrázek 5 Energetický mix ČR 2019



Zdroj: <https://www.ote-cr.cz/cs/statistika/narodni-energeticky-mix> (2021-05-10)

4.3.2 Lokální emise

Někteří odpůrci elektromobility tvrdí, že za elektromobil kouří elektrárna. A do jisté míry mají pravdu.

Jakou měrou mají či nemají elektromobily výfuk v elektrárně, rozhoduje energetický mix státu, ve kterém elektromobil právě nabíjíme. Jak znázorňuje graf na obrázku 5, v České republice je přibližně polovina veškeré vyrobené elektřiny ze zdroje, který skutečně jako palivo používá černé, nebo hnědé uhlí. [34]

V jiných státech může být situace přívětivější. Jisté však je, že situace se v tomto směru zlepšuje. Například Spolková republika Německo ohlásila ukončení provozu všech uhelných elektráren do konce roku 2038. [35]

Stejně ambiciózní plán má i Česká republika. V té koncem roku 2020 Uhelná komise doporučila ukončení využívání uhlí za účelem výroby elektřiny a tepla taktéž v roce 2038. [36]

Je třeba však mít na paměti, že i uhelné elektrárny jsou technologicky dobře vybaveny a fungují v optimálním provozu s účinností 30–40 %. [37]

Uhelné elektrárny mají optimálně řízené spalování a řadu skutečně funkčních opatření, které slouží k úpravě spalin vypouštěných do ovzduší. [38]

Ani moderní spalovací motory se nemohou pyšnit podobnou účinností. Sice jsou také navrženy s maximálním důrazem na snížení emisí, ale na rozdíl od elektráren se na tato opatření nelze vždy spolehnout. Jednak z důvodu, že osobní automobil je leckdy používán pouze na krátkých trasách, což má za následek příliš nízkou provozní teplotu, při které jsou opatření neúčinná a druhým důvodem je lehkovážnost majitelů při údržbě vozidel. Majitelé jsou často při opravě motivováni výraznou finanční úsporou, pokud oprava neproběhne tak, jak má. To má za důsledek, že automobil v takovém případě nefunguje tak, jak jeho výrobce zamýšlel. Oproti tomu, elektrárna je v optimálním režimu téměř nepřetržitě a má důsledně prováděný plán údržby.

Dalším faktem je, že tyto elektrárny neprodukují spaliny v centrech měst. Zplodiny, které elektrárny produkují, tedy nejsme nuceni dýchat přímo v našich domovech, na rozdíl od emisí, které produkují spalovací motory na ulici pod okny domů.

Alternativou pro majitele elektromobilů, kteří nechtějí mít po značnou část roku výfuk v elektrárně, může být instalace fotovoltaické elektrárny na střechu jejich nemovitosti. Tato investice jim kromě dobrého pocitu z ochrany ovzduší poskytne také dostatek „paliva“ pro provoz jejich elektromobilu po značnou část roku.

4.3.3 Dobíjecí místa a rozvody elektřiny

Dalším z rozšířených názorů veřejnosti je, že elektromobily není kde nabíjet. Ve skutečnosti je ale nabíjecí síť nesrovnatelně větší oproti síti čerpacích stanic. Přestože v České republice je 3 991 veřejných čerpacích stanic, míst k dobití baterie elektromobilu je o mnoho více. [39]

Každé odběrné místo elektřiny, potažmo každá elektrická zásuvka, může sloužit jako dobíjecí místo. Elektromobily tak lze nabíjet v dnešní době prakticky kdekoli a kdykoli. Rozdíl mezi doplňováním energie pro spalovací a elektrické motory spočívá především ve způsobu a návycích jejich uživatelů. Elektromobily není vhodné dobíjet až v okamžiku, kdy se jejich dojezd blíží k nule, ale naopak vždy v době, kdy vozidlo nepoužíváme.

Jak již bylo řečeno, klíčové jsou návyky uživatelů a v tomto směru mají elektromobily něco společného s mobilními telefony. Ještě před několika lety se výdrž mobilního telefonu blížila k sedmi dnům provozu. Stav jeho baterie uživatel musel pravidelně kontrolovat a jednou týdně pro něj doplnit „palivo“. Vývoj technologií pokračoval a dnes uživatelé na celém světě ochotně používají mobilní telefony, které je nutné denně nabíjet. Uživatelé to zřejmě neobtěžuje, protože mobilní telefon se stejně jako elektromobil dobíjí v době, kdy není využíván. Na rozdíl od mobilního telefonu je však průměrný automobil 96 % svého času nevyužitý. [40]

Bohužel však elektromobily nelze dobíjet na nočním stolku. Ke komfortnímu soužití s elektromobilem je zapotřebí parkovací stání s možností dobíjení. Toto místo nemusí být jen doma, ale může být např. také v práci, nebo v jiném pravidelném cíli vozidla, kde je odstavené po dostatečně dlouhou dobu. Je proto možné, že možnost dobíjení elektromobilu se jednou stane vítaným zaměstnaneckým benefitem.

Uživatelé, kteří své vozidlo provozují především ve městě a dojezd jejich elektromobilu je tak pro ně víc než dostatečný, si mohou vystačit s veřejnými dobíjecími stanicemi typu AC. Postačí jezdit tímto vozidlem pravidelně např. na nákup do obchodních domů, u kterých vzniká v rámci boje o zákazníka řada nových dobíjecích stanic, na kterých je nabíjení často zcela zdarma. Během nakupování tak může být dobit dostatek elektřiny pro užívání elektromobilu po celý další týden. Nabíjecí stanice však nevznikají pouze u obchodů. Jejich výstavba je vhodná všude tam, kde jejich uživatelé tráví dostatek času. Např. u kin, koupališť, v parkovacích domech apod.

Je tedy zřejmé, že každý elektromobil nemusí vyhovovat každému. Záleží na kombinaci celé řady faktorů, jako je dojezd elektromobilu, počet denně ujetých kilometrů, četnost cest, které

svou vzdáleností převyšují dojezd elektromobilu, množství zastávek na trase využitelných dobíjením apod. Není pouze jeden správný způsob používání elektromobilů a každý uživatel má odlišné možnosti, potřeby i zvyklosti.

S dobíjecími místy nutně souvisí i rozvody elektřiny. V případě soukromých nabíjecích míst jsou stávající rozvody elektřiny ve většině případů plně dostatečné a není třeba do nich kvůli elektromobilu investovat. Elektromobil lze provozovat i z běžné domácí zásuvky, ideální však je, pokud je pro nabíjení k dispozici zásuvka třífázová. Instalace domácího wallboxu, ani další investice tak nejsou nutné. K posilování rozvodů tak dochází pouze u veřejných dobíjecích stanic, které disponují vysokými nabíjecími výkony. Součástí těchto stanic však může být fotovoltaická elektrárna i zařízení sloužící k vyrovnání odběru elektřiny z elektrické sítě. Tento akumulátor energie zajistí nabíjení vyšším výkonem, než nabízí dostupná elektrická síť a její rozvody. Akumulátor elektrickou energii ukládá v době, kdy nabíjecí stanice plně nevyužívá kapacity elektrické sítě. Elektrickou energii ukládá do vyrovnávací baterie, nebo využívá uložení v jiné formě - např. ve formě mechanické energie pomocí setrvačnicků, tak jak je tomu na obrázku 6. V době, kdy je elektromobil třeba nabíjet vyšším výkonem, než síť nabízí, dojde k odběru elektrické energie také z akumulátorů. Díky těmto akumulátorům tak lze provozovat veřejnou dobíjecí stanici o vyšším nabíjecím výkonu, než je limit stávající rozvodné sítě bez nutnosti příliš velkých investic. [41]

Obrázek 6 Kinetické úložiště energie



Zdroj: <https://skodaautodigilab.com/cs/news/chakratec-jak-funguji-jeho-setrvacniky> (2021-05-10)

Jak již bylo zmíněno, u soukromých zásuvek je situace odlišná. Přesto někoho může tížit obava, co se stane, až doma všichni začnou nabíjet elektromobil po příchodu z práce domů a zda nenastane blackout.

Pokud uživatel nepřetíží svůj hlavní jistič v domovním rozvaděči, nestane se nic. Elektromobil je elektrický spotřebič jako každý jiný. Dodavatel energie garantuje dodání elektrického proudu, který odpovídá instalovanému jističi. Navazující rozvody distributora musí být v takovém stavu, aby dokázaly obsloužit všechny zákazníky.

Pokud uživatel hlavní jistič přetíží, není třeba ho ihned navyšovat za cenu vyšších nákladů na elektřinu. V noci odběr elektrické energie v domácnostech výrazně klesá. Nabízí se tedy odložit dobíjení elektromobilu do pozdějších hodin poté, co vypneme ostatní spotřebiče. Vybrané elektromobily disponují funkcí plánování nabíjení a plánování odjezdu. Zatímco funkce plánování odjezdu je komfortní funkcí, která vozidlo vychladí či vytopí na předem nastavenou teplotu, pomocí funkce plánování nabíjení lze jednoduše dobíjení baterie nastavit na dobu, kdy má domácnost minimální odběr energie a zároveň elektřinu nakupujeme v nízkém tarifu. Zabránit přetížení hlavního jističe lze řešit i automaticky, a to instalací chytrého wallboxu, který dokáže regulovat množství odebírané elektrické energie nabíjeným vozidlem v závislosti na množství odebírané elektřiny zbytkem domácnosti.

4.3.4 Dojezd

Již dávno neplatí, že elektromobily jsou pouze malá městská vozidla, která jsou pro svůj omezený dojezd a zdlouhavé nabíjení zcela nevhodná k dlouhým cestám. Zákazník dnes může vybírat z vozidel s dojezdem pouhých 100 kilometrů, ale pořídit si může i současného rekordmana Teslu Model X 100D, s reálným dojezdem 451 km. [29]

Zákazník si tak může vybrat vozidlo s optimálním dojezdem vzhledem k jeho potřebám, způsobu používání a také vzhledem k pořizovací ceně.

Při výběru elektromobilu je dojezd jednou z klíčových vlastností, které je třeba věnovat dostatek pozornosti. Pro šetrné zacházení s baterií elektromobilu není vhodné při každodenním používání využívat 100 % její kapacity. Pro běžný provoz je elektromobil vhodné nabíjet přibližně do 80 % a rovněž nevybíjet pod 10 % kapacity baterie. [42]

Elektromobil by tedy měl být vybrán tak, aby pro jeho denní užívání pohodlně stačilo přibližně 70 % z jeho reálného dojezdu. Zbýlých 30 % řidič ocení na delších mimořádných

trasách, nebo při nízkých venkovních teplotách. Při těch klesá elektrická kapacita baterie a zároveň se zvyšuje spotřeba elektromobilu i vzhledem k potřebě vytápění kabiny.

Na delších trasách je však dojezd elektromobilu na jedno nabití pouze jedním z faktorů, které ovlivňují celkovou dobu strávenou na cestách a tím i spokojenost uživatele. Neméně důležitá je i elektromobilem podporovaná rychlost dobíjení a hustota „spřízněných“ nabíjecích stanic, a to zejména při cestách do zahraničí.

V České republice veřejné nabíjecí stanice provozují především ČEZ, E.ON Energy a PRE. Pokud má uživatel elektromobilu v úmyslu využívat služeb jejich nabíječek, je výhodné mít s provozovatelem uzavřenou smlouvu. Situace se však značně komplikuje při cestě do zahraničí. V každé zemi je mnoho provozovatelů nabíjecích stanic, a každý z nich má své vlastní podmínky. Bez uzavřené smlouvy není mnohdy nabíjení vůbec možné, nebo je drahé. V současnosti bohužel nefunguje dobíjecí roaming, tak jak je tomu například u mobilních operátorů. Cesta do zahraničí elektromobilem tak může být mimořádně náročná na plánování.

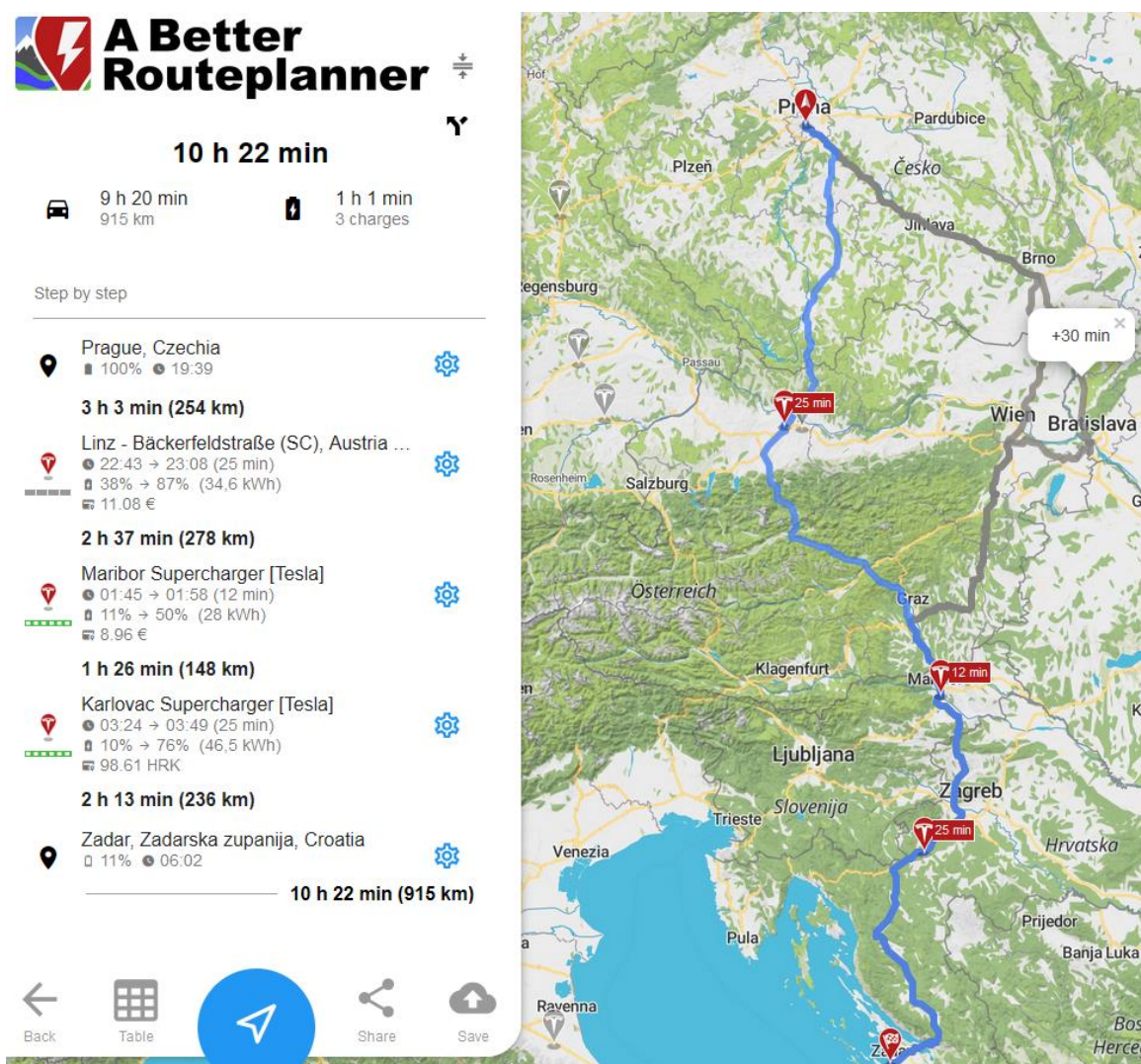
Výhodu v takovém případě poskytují mezinárodní sítě dobíjecích stanic, které vytváří samotní výrobci automobilů. V takovém případě se jedná o dobíjecí síť Ionity, za kterou stojí společnosti BMW Group, Mercedes Benz AG, Ford Motor Company, Volkswagen Group a Hyundai Motor Group, nebo se jedná o dobíjecí síť Tesla Supercharger automobilky Tesla Motors. [43]

Ionity má v Evropě 335 nabíjecích stanic, síť Tesla Supercharger je zastoupena 552 nabíječkami. [44] [45] Řidiči tak mohou využívat dobíjecích stanic příslušné sítě bez ohledu na státní hranice.

Pro představu může sloužit cesta z Prahy do Chorvatského Zadaru. Nejrychlejší trasa plánovaná pomocí A better route planner, podrobného plánovače tras pro elektromobily, měří 915 km. Moderní elektromobil Tesla Model 3 ve variantě Long Range s pohonem všech kol a standardními 18“ koly ujede tuto trasu za 10 hodin a 22 minut, včetně doby strávené dobíjením výhradně na dobíjecích stanicích sítě Tesla Supercharger. Dobíjecí stanice jsou zpravidla budovány poblíž toalet a stravovacích zařízení. Rozhodně posádka nemusí během nabíjení nečinně sedět v autě a pak znovu zastavovat za účelem občerstvení.

Z Prahy Tesla vyjíždí nabitá na 100 %. První zastávka je plánovaná na nabíjecí stanici poblíž Rakouského města Linz. Je zařazena po třech hodinách jízdy a ujetých 254 kilometrech. Dobíjení z 38 % na 87 % zabere 25 minut, po kterých je Tesla připravená k odjezdu. Další zastávka je v plánu u Mariboru ve Slovinsku, ke které Tesla přijíždí po 2 hodinách a 37 minutách. Jak dokládá obrázek 7, na této nabíjecí stanici postačí nabití z 11 % na 50 %, které nezabere více než 12 minut.

Obrázek 7 Trasa Praha – Zadar



Zdroj: <https://abetterrouteplanner.com> (2021-05-10)

Třetí a poslední nabíjecí zastávka je destinace Karlovac v Chorvatsku, které řidič dosáhne po dalších 86 minutách jízdy. V této zastávce se Tesla nabije z 10 % na 76 % za 25 minut. Do cílové destinace řidič přijíždí po dalších 2 hodinách a 13 minutách se stavem baterie 11 %. Na místě se předpokládá dostupnost dobíjení např. ze standardní zásuvky v hotelové garáži. V plánovači však lze nastavit řadu proměnných. Jednou z nich je i minimální stav baterie v cíli. Pokud tak nabíjení v cílové destinaci není možné, není pro plánovač problém nabíjecí zastávky přeorganizovat.

Celková doba strávená dobíjením na této trase přesáhla hodinu jen o jednu minutu. V průměru dvacetiminutové zastávky byly zařazeny po přibližně 90 minutách až třech hodinách jízdy. Tato frekvence přestávek odpovídá i doporučení BESIP pro boj s únavou. BESIP doporučuje: „*V rámci své cesty si naplánujte přestávku každé dvě hodiny nebo po každých 180 kilometrech.*“ [46]

Kombinace nadprůměrného dojezdu na jedno nabití, velmi rychlého dobíjení a dobré dostupnosti nabíjecích stanic tak způsobuje konkurenceschopnost vozidlům se spalovacími motory již dnes.

4.3.5 Náklady

Srovnání pořizovací ceny elektromobilů a konvenčních spalovacích automobilů často mluví pro elektromobily v jejich neprospěch. Toto srovnání je však zavádějící a na náklady tohoto dopravního prostředku je třeba nahlížet z dlouhodobého hlediska. Pro elektromobily totiž platí, že mají výrazně nižší provozní náklady oproti svým spalovacím protějškům. Dalším předpokladem pro srovnávání je samozřejmě i výběr vozidel ve stejné kategorii a v podobném stupni výbavy.

Za předpokladu, že uživatel provozuje elektromobil s průměrnou spotřebou 21 kWh / 100 km a elektřinu kupuje za aktuální průměrnou cenu 4 Kč / 1 kWh, dojdeme k závěru, že 100 km elektromobil ujede za 88 Kč.

Oproti tomu automobil s benzínovým motorem, spotřebou 7 l / 100 km a průměrnou cenou 27,80 Kč za litr benzínu, ujede stejnou vzdálenost za 195 Kč. [47]

Při ročním nájezdu 20 000 km tak uživatel elektromobilu při domácím nabíjení jen na palivu ušetří minimálně 21 400 Kč.

Majitel elektromobilu má ale výrazně větší možnost výběru ceny, za kterou se rozhodne nabíjet. Na rozdíl od benzínu lze elektřinu pro baterii elektromobilu stále doplnit na mnoha místech zcela zdarma.

I při využívání zpoplatněného rychlého dobíjení je finanční úspora výrazná, jak dokazuje následující příklad.

V kapitole 4.3.4 byla za účelem ilustrace cestování elektromobilem zvolena cesta z Prahy do Zadaru v Chorvatsku. Tuto trasu můžeme porovnat i z hlediska nákladů na palivo při využití zpoplatněného rychlého dobíjení. Trasa byla naplánovaná pomocí plánovače pro elektromobily A better route planner. Dle jím poskytnutých údajů řidič za využití Tesla Supercharger utratil 20,2 eur a 98,4 Chorvatských kun. Do cíle by však řidič dorazil s baterií nabitou na 11 %. Sedmnáct kilometrů před Zadarem, vybraným cílem, je však Tesla Supercharger, na kterém lze za poplatek baterii elektromobilu dobít na 100 % kapacity, což je stav, se kterým vyrážel z Prahy. Pro účely výpočtu lze tedy považovat tuto nabíjecí stanici za cíl.

Celková útrata za nabíjení po přepočtu aktuálním kurzem činí 1 321 Kč. Cesta v uvažovaném konvenčním automobilu, který by spotřeboval 64 litrů paliva natankovaného v České republice za průměrnou cenu by jeho řidiče stála 1 780 Kč. Úspora elektromobilu tak činí 460 Kč. Pokud by se však řidič v cílové destinaci ubytoval, mohl by pravděpodobně své vozidlo nabít výrazně levněji, nebo dokonce zcela zdarma. V takovém případě by úspora dosáhla až 922 Kč. Další úsporu mohou představovat i slevy za užívání dálnic. V České republice jsou vozidla na elektrickou energii, vodík nebo hybridní pohon od úhrady tohoto poplatku dokonce zcela osvobozeny. [48]

Další složku provozních nákladů představuje servis vozidla. Elektromobil je konstrukčně výrazně jednodušší a jeho pohon obsahuje sedmkrát méně součástek než pohon na spalovací motor. [49]

Jelikož každá součástka má svou předem naplánovanou životnost, méně součástek znamená i méně náhradních dílů k výměně a úhradě zákazníkem. A to nejen z důvodu poruchy, ale také z důvodu pravidelné údržby. Údržba, kterou elektromobil nepotřebuje, obsahuje například pravidelnou výměnu oleje, výměnu olejového a palivového filtru, výměnu zapalovacích, popř. žhavicích svíček, či výměnu rozvodových řemenů. Ale i údržba brzd je

nutná méně často, protože elektromobil brzdy využívá výrazně méně vzhledem k rekuperačnímu brzdění.

Na první pohled je tedy patrné, že servis elektromobilu představuje nižší provozní náklady. Ceny za záruční prohlídky, které předepisují výrobci elektromobilů, však vždy výrazně nižší nejsou. Náklady na servis elektromobilu jsou tak po dobu trvání záruky jen o málo nižší než v případě automobilů se spalovacími motory. Není tomu tak u všech výrobců elektromobilů. Výrobce elektromobilů Tesla Motors pevně nestanovuje žádné servisní úkony a nepodmiňuje tak jimi ani platnost záruky. [50]

Je tedy otázkou, zda nákladné servisní prohlídky předepsané ostatními výrobci jsou pro životnost elektromobilu opravdu nezbytné a zda jejich význam nespočívá pouze ve snaze uživit rozsáhlou síť autorizovaných servisů.

Jako příklad lze uvést srovnání elektromobilu Kia E-Niro a automobilu Kia Ceed vyráběného s benzínovým i dieselovým motorem. Zatímco servis dieselového automobilu po 75 000 km, nebo pěti letech vyšel na 27 405 Kč, servis elektromobilu po stejném intervalu vyšel na 24 193 Kč. Benzínová varianta má však poslední předepsaný interval po 60 000 km, nebo čtyřech letech od koupě. Výrobce předepsané servisní úkony stály při pořízení této varianty pouze 17 056 Kč. Servis elektromobilu tedy nemusí být vždy nejlevnější. [50]

U jiných elektromobilů mohou však rozdíly být i výrazně větší. Servis Audi Q7 50 TDI stál jeho majitele po 150 000 km, nebo pěti letech 62 170 Kč. Oproti tomu majitel elektromobilu Audi e-tron 55 zaplatil ve stejném servisním intervalu pouze 23 927 Kč. [50]

Životnost baterie je častým tématem pro příznivce i odpůrce elektromobilů. A je pravda, že v případě nutnosti její výměny se nejedná o zanedbatelný náklad. Cena baterie elektromobilu se pohybuje od 70 000 Kč za repasovanou baterii pro Nissan Leaf, oproti tomu baterie pro Audi e-tron lze pořídit za přibližně jeden milion korun. [51]

Baterie jsou srdcem každého elektromobilu. A není tak divu, že do jejich vývoje jsou investované miliardy dolarů. [52]

A vývoj přináší očekávané výsledky. Dne 22. září 2020 byla představena na akci Tesla Battery day nová generace baterií s označením 4680. Ty slibovaly výdrž milion mil, tedy 1,6 milionu kilometrů.

„Podle nejnovějších výsledků testování ale Jeff Dahn a jeho tým překonali sami sebe. Vypadá to, že životnost nových bateriových článků je přes 2 mil. mil (3,5 mil. km) neboli 15 000 cyklů.“ [53]

Je tedy pravděpodobné, že náklady na výměnu baterie nebude muset v budoucnosti drtivá většina uživatelů vůbec řešit. Navíc se vzrůstající životností a kapacitou dál klesá cena baterií. Cena za výrobu článků 4680 by měla být přibližně 50 \$ za 1 kWh kapacity. [54] Přitom za zlomovou cenu se považuje hodnota 100 dolarů za kWh. Po jejím dosažení má dojít k masovému rozšíření elektromobilů.

„BNEF odhaduje, že v případě osobních aut na baterie je průměrná cena baterie US\$137/kWh. Hranice \$100/kWh má dosáhnout v roce 2023. Pro srovnání, ještě v roce 2010 to bylo přes US\$1100/kWh.“ [55]

Před pořízením elektromobilu je tedy vhodné porovnávat celkové náklady na vlastnictví a nikoli pouze pořizovací náklady. I přes vyšší pořizovací cenu bývá časem elektromobil výhodnější. To však závisí na způsobu jeho používání. Zejména pak na ceně za jeho nabíjení, na ročním nájezdu kilometrů a v neposlední řadě na poplatcích spojených se servisem. Otázkou však vzhledem k zatím stále malému trhu s ojetými elektromobily zůstává, jak se bude časem vyvíjet jejich prodejní cena.

5 Praktická část práce

5.1 Dotazníkové šetření

Za účelem zjištění povědomí lidí o elektromobilitě bylo provedeno dotazníkové šetření, v jehož rámci byly zjišťovány názory respondentů na elektromobilitu, jejich zkušenosti a vztah k ní. Dotazník byl sdílen na sociálních sítích.

5.1.1 Definice cílové skupiny a otázek

Pro získání náhledu na problematiku z více úhlů a zajištění objektivitu byly vybrány dvě cílové skupiny.

První skupinu představovali uživatelé elektromobilů, tu druhou naopak uživatelé vozidel poháněných výhradně spalovacími motory. Každá cílová skupina odpovídala na vlastní sadu otázek, vytvořených s cílem zjistit vztah dotazovaných k elektromobilitě a odhalit případné překážky v jejím rozvoji.

5.1.2 Průběh dotazníkového šetření

Do šetření se celkem zapojilo 69 respondentů zastoupených převážně muži (91 %). Respondenti byli nejčastěji ve věku 31-45 let (46 %), následováni skupinou ve věku 18-30 let (29 %). Za nejpočetnější skupinu respondentů z hlediska vzdělání lze považovat ty se středoškolským vzděláním s maturitou (46 %). Jen o něco méně byly zastoupeny vysokoškolsky vzdělané osoby (44 %).

Z důvodu nízkého množství respondentů však z dotazníkového šetření nelze vyvozovat závěry na základě kritérií jako je věk, gender, či nejvyšší dosažená úroveň vzdělání.

Základní členění výsledků je tedy interpretováno podle kritéria užívání elektromobilů, tak jak bylo od počátku plánováno. Počet respondentů, kteří užívají elektromobil v tomto dotazníku převážil (59 %).

6 Výsledky

6.1 Respondenti, kteří jsou uživateli elektromobilů

Ze souboru otázek určených pro uživatele elektromobilů jako první zaujmou odpovědi na otázku ohledně parkování v místě bydliště. Celých 80 % uživatelů uvedlo, že mají pro svůj elektromobil stálé parkovací stání.

V souvislosti se svým obvyklým parkovacím místem uživatelé také odpovídali na možnost nabíjení. Rovných 20 % uživatelů odpovědělo, že na svém obvyklém parkovacím místě aktuálně nemají žádnou možnost dobíjení. Necelá polovina z nich však zároveň uvedla, že v případě potřeby si mohou možnost nabíjení vytvořit. Až na výjimku se jednalo o stejnou skupinu uživatelů, kteří odpověděli, že nemají stálé parkovací stání.

Počet respondentů, kteří užívají elektromobil a na svém obvyklém parkovacím místě spoléhají pouze na běžnou domácí zásuvku, činil 15 %. Ti ostatní (65 %) pak využívají dobíjení pomocí wallboxu nebo třífázové zásuvky.

Většina uživatelů (98 %) uvedla, že jsou s elektromobily spokojeni a neplánují návrat k vozidlům poháněným výhradně spalovacími motory. Pouze jeden uživatel označil elektromobilitu jako „super“, ale k jeho účelům nevyhovující. Někteří (12 %) také uvádí, že mimo elektromobil používají i vozidlo poháněné výhradně spalovacím motorem, nebo zvažují jeho pořízení.

Stěžejní otázka dotazníkového šetření se týkala hlavních nevýhod elektromobility pohledem jejich uživatelů. Jak vyplývá z grafu na obrázku 8, nevýhody jsou pak v celkovém žebříčku seřazeny takto. Jako nejvíce problémové shledávají uživatelé elektromobilů stále nedostatečný počet veřejných dobíjecích stanic, který je zřejmě ještě umocněn hned druhou nejčastěji zmiňovanou nevýhodou. Tou je lidský faktor v podobě blokování vyhrazeného stání u nabíjecích stanic vozidly se spalovacími motory (tzv. „ICING“). Jako problémovou dále uživatelé zmiňují nízkou povolenou hmotnost přípojných vozidel, zatím stále nedostatečný dojezd a jako poslední nevýhodu v žebříčku uvádí vysokou pořizovací cenu.

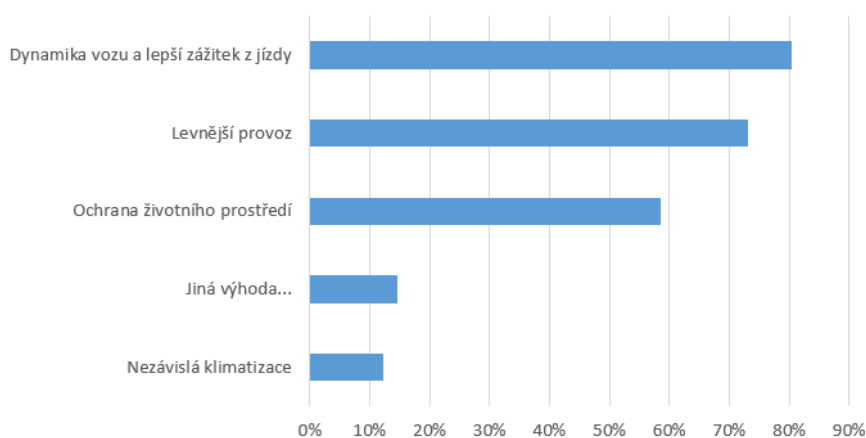
Obrázek 8 Hlavní nevýhody elektromobilů pohledem jejich uživatelů



Zdroj: vlastní zpracování

Naopak hlavní výhody, jak vyplývá z grafu na obrázku 9, 81 % uživatelů spatřuje v lepší dynamice vozu, levnějším provozu (73 %) či ochraně životního prostředí (59 %).

Obrázek 9 Hlavní výhody elektromobilů pohledem jejich uživatelů



Zdroj: vlastní zpracování

Závěrem byli uživatelé požádáni o srovnání před a po pořízení elektromobilu. Velmi často se objevuje tvrzení, že uživatelům prudce klesly náklady provoz a servis, přičemž se současně výrazně zvýšilo množství ročně najetých kilometrů. Uživatelé rovněž oceňují např. ticho při jízdě, možnost dobíjení pomocí fotovoltaické elektrárny, radost z jízdy či parkování v Praze zcela zdarma.

6.2 Respondenti, kteří nejsou uživateli elektromobilů

Na úvodní otázky týkající se parkovacího stání v místě bydliště odpovědělo i 28 respondentů, kteří nejsou uživateli jakéhokoli typu elektromobilu. Stálé parkovací místo užívá 57 % z nich, přičemž zároveň mají na tomto místě možnost dobíjet elektromobil, nebo si mohou tuto možnost vytvořit.

Naopak respondenti, kteří nemají své stálé parkovací místo (43 %), téměř všichni uvádí, že nemají možnost v místě svého bydliště dobíjet elektromobil a ani nelze tuto možnost v budoucnosti zřídit.

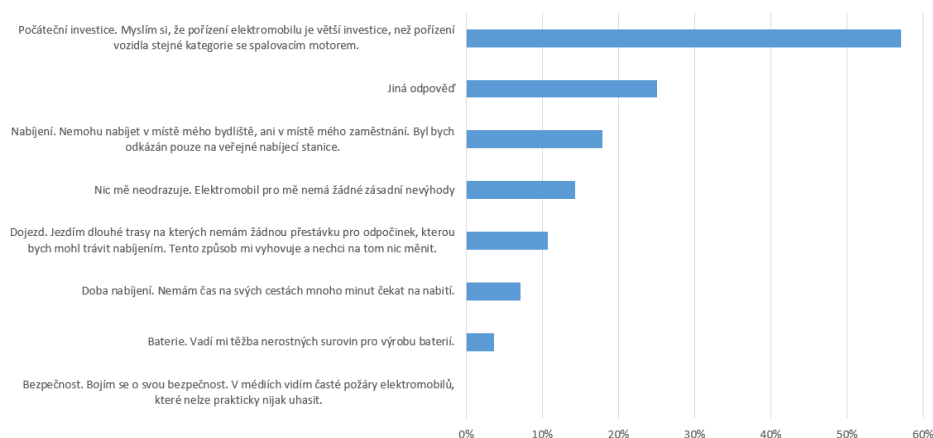
Že elektromobilita je jasně daná cesta, která nás čeká, věří 32 % dotazovaných.

Dalších 43 % věří v budoucnost elektromobility pod podmínkou, že nejprve zásadně pokročí její vývoj. Důvěru v elektromobilitu i přes uznání některých jejích výhod nemá 18 % dotázaných. Zbýlých 7 % je názoru, že elektromobilita je nesmysl, který nemá budoucnost, a že za výrobou elektromobilů stojí pouze nátlak ze strany politiků.

Ohledně plánování pořízení elektromobilu jako dalšího vozidla se 39 % respondentů vyjádřilo negativně. Pořízení však zvažuje 25 % dotázaných a skutečně pořídit si elektromobil plánuje dokonce 36 % dotázaných.

Z hlediska cíle této práce se však nejdůležitější otázka týkala faktorů, které respondenty odrazují od přechodu k elektromobilitě. Výsledky znázorňuje graf na obrázku 10. Jako zcela bez nevýhod se elektromobil jeví pro 14 % respondentů. Pro ty ostatní se jako nejzásadnější faktor jeví počáteční investice. Pro tuto možnost odpovědi se vyjádřilo nejvíce respondentů (57 %) a zaujala tak první místo v žebříčku nevýhod. Na druhém místě se umístil se značnou ztrátou faktor nemožnost nabíjet v místě bydliště (18 % hlasů). Následuje nedostatečný dojezd (11 %), doba dobíjení na cestách (7 %) a těžba nerostných surovin pro výrobu baterií (4 %). O svou bezpečnost v souvislosti s požáry elektromobilů neprojevil obavy nikdo. Respondenti dále v textových odpovědích upozorňují na nejasnosti kolem životnosti baterií, zdroje získávání elektrické energie ovlivňující celkovou „čistotu“ elektromobilů, či nedostatečnou podporu státu.

Obrázek 10 Faktory odrazující od koupě elektromobilu

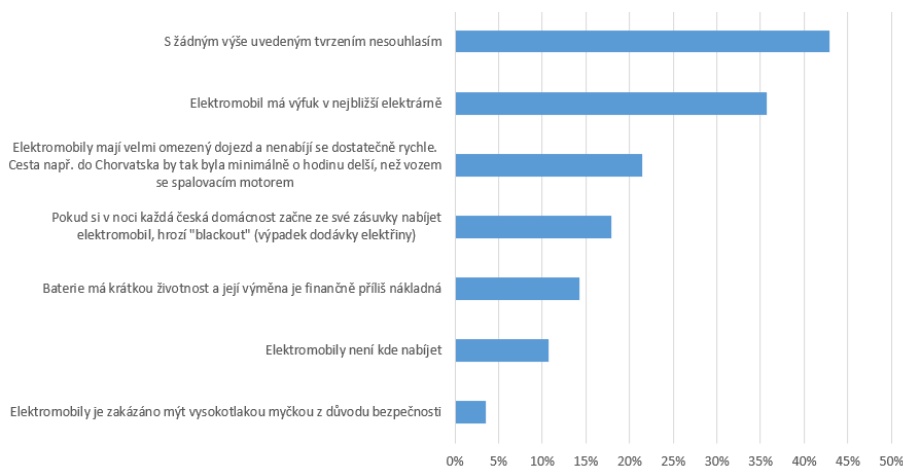


Zdroj: vlastní zpracování

Závěrečná otázka se týkala některých zažitých mýtů řešených v kapitole 4.3. Jak uvádí graf na obrázku 11, s žádným uvedeným tvrzením nesouhlasilo 43 % respondentů. Naopak s tvrzením, že elektromobil má výfuk v nejbližší elektrárně souhlasilo 36 % respondentů. S tvrzením, že elektromobily mají velmi omezený dojezd, nenabíjí se dostatečně rychle a cesta do Chorvatska by tak byla minimálně o hodinu delší, se ztotožňuje 21 % respondentů.

Počet osob, které projevily svůj souhlas s tvrzením, že v případě nabíjení elektromobilů mnoha domácnostmi současně hrozí výpadek dodávky elektřiny, dosáhl 18 %. Tvrzení o krátké životnosti baterie a vysokých finančních nákladech podpořilo 14 % respondentů. Možnost, že elektromobily není kde nabíjet, celkem vybralo 11 % uživatelů automobilů poháněných výhradně spalovacím motorem. V platnost zákazu umývat elektromobily vysokotlakou myčkou z důvodu bezpečnosti věří pouze jeden respondent (3,6 %).

Obrázek 11 Vybrané mýty



Zdroj: vlastní zpracování

6.3 Zhodnocení výsledků

Zatímco u skupiny užívající elektromobily respondenti se stálým parkovacím místem převažovali, u druhé skupiny je to téměř vyrovnané. Potvrdilo se, že typ parkovacího místa přímo souvisí s možností dobíjení elektromobilu. Většina řidičů se stálým parkovacím místem na něm má i možnost dobíjet elektromobil. I z dalších výsledků je patrné, že mít stálé parkovací stání v místě bydliště s možností dobíjení elektromobilu je v současnosti základní předpoklad pro pohodlné užívání elektromobilu.

Z výsledků dále vyplývá, že uživatelé elektromobilů jsou se svou volbou spokojeni a žádný z nich nezvažuje návrat k pouze vozidlům se spalovacími motory. Pokud existuje důvod k užívání vozidla se spalovacím motorem, tak jej provozují spolu s elektromobilem. Takovým důvodem může být např. nedostatečná povolená hmotnost přípojných vozidel u elektromobilů.

Z vyjádření uživatelů elektromobilů dále vyplývá, že stále volají po větším množství veřejných dobíjecích míst. Přejít k elektromobilitě však pro ně znamenal zcela zásadní snížení nákladů na provoz vozidla a jeho servis. Mimo to pro ně znamenal také větší užitek z jízdy díky lepší dynamice vozu. V důsledku těchto benefitů se většina respondentů shoduje na zvýšení počtu ročně ujetých kilometrů, což významně přispívá k jejich spokojenosti. K té přispívá také zvýšení komfortu při jízdě díky výrazně nižšímu hluku.

Naopak případné zájemce prozatím stále odrazuje především vysoká pořizovací cena. Přesto většina respondentů věří, že elektromobilita má budoucnost a plánují si časem vlastní elektromobil pořídit.

Kladně lze hodnotit i odpovědi na otázku týkající se jednoho z mýtů. Nejvíce respondentů se ztotožňuje s tvrzením, že elektromobil má výfuk v nejbližší elektrárně. Jak popisuje kapitola 4.3.2, s tímto tvrzením lze za určitých okolností i souhlasit.

Většina ostatních tvrzení však byla vyvrácena v kapitole 4.3. Na základě výsledků lze usuzovat, že povědomí širší veřejnosti o elektromobilitě není příliš vysoké a zcela jistě je zde prostor pro zlepšení.

7 Závěr

Elektromobily mají skutečně předpoklady stát se plnohodnotnými nástupci „běžných“ automobilů. Vzhledem k cílům plnit přijaté klimatické dohody se vše vyvíjí správným směrem. Elektromobilů na silnicích přibývá, jejich nabídka roste a dojezdy se prodlužují.

Vývoj technologií postupuje mílovými kroky. Důkazem toho je stále klesající cena za baterie, rostoucí kapacita a životnost baterií, ale také budování prvních veřejných vodíkových stanic v Česku.

Svémi benefity elektromobilita oslovuje každoročně čím dál více osob. V současné době ale stále není vhodná pro všechny. Jak vyplynulo z dotazníkového šetření, nyní oslovuje především majitele automobilů se stálým parkovacím místem a s možností dobíjení. Cílí tedy především na majitele rodinných domů, garáží, či parkovacích stání.

Za účelem prosazení elektromobility mimo tento okruh uživatelů stále chybí dostatek veřejných nabíjecích míst. Chybí především nabíjecí místa pomalého typu, a to zejména na parkovištích u všech zájmových bodů veřejnosti, jakými jsou například obchodní domy, sportoviště, restaurace, nádraží, nemocnice a další. Tedy všude tam, kde řidiči svá vozidla odstavují na dlouhé hodiny. Vybudování takových míst nemusí být příliš nákladné, a navíc tím lze získat výhodu před konkurencí.

Dobrá zpráva je, že počet dobíjecích míst stále přibývá a lze tedy očekávat, že mít stálé parkovací místo s možností dobíjení přímo u bydliště bude prioritou pro čím dál tím menší skupinu řidičů.

Jako další překážka v pořízení elektromobilu je mnohdy vnímána stále vysoká pořizovací cena. Ani to by však díky rostoucímu trhu a klesající ceně baterií neměl být v budoucnosti problém.

Je přirozené, že elektromobilita, jako každá jiná novinka, je částí veřejnosti nadšeně přijímaná a jinou odmítaná. Pokud se toto má zlepšit, je třeba zlepšit osvětu a trpělivě veřejnost s elektromobilitou seznamovat pomocí různých informačních kanálů.

Věřím, že elektromobily jsou pro značnou část veřejnosti vhodné již dnes, jen si to někteří ještě neuvědomují.

8 Seznam použitých zdrojů

- [1] Stručná historie elektromobilů. *Asociace pro elektromobilitu České republiky* [online]. Sedlec-Prčice, 2015 [cit. 2021-04-28]. Dostupné z: <http://www.elektromobily-os.cz/stru%C4%8Dn%C3%A1-historie-elektromobilu>
- [2] HROMÁDKO, Jan. *Speciální spalovací motory a alternativní pohony* [online]. První vydání. Praha: Grada, 2012 [cit. 2021-04-28]. ISBN 978-80-247-4455-1. Dostupné z: <https://www.bookport.cz/kniha/specialni-spalovaci-motory-a-alternativni-pohony-2145/>
- [3] ŠKOPEK, Pavel. Postavil Ameriku na kola. První Ford model T byl vyroben před 110 lety. *Dotyk* [online]. Praha: Vltava Labe Media, 2018 [cit. 2021-04-28]. Dostupné z: <https://www.dotyk.cz/magazin/postavil-ameriku-na-kola-prvni-ford-model-t-byl-vyroben-pred-110-lety-20180927.html?cast=2>
- [4] DOSTÁL, Tomáš. Elektrická sága značky Peugeot, od VLV po e-2008. *Autozine* [online]. Hradec Králové: Damiha, 2020 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://autozine.cz/elektricka-saga-znacky-peugeot-od-vlv-po-e-2008/>
- [5] From the PEUGEOT VLV to the New PEUGEOT e-2008, the tale of an electric revolution. *Media center Peugeot* [online]. 2020 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://int-media.peugeot.com/en/peugeot-ylv-new-peugeot-e-2008-tale-electric-revolution>
- [6] SVATOŠ, Patrik. Elektromobily, které neznáte: EMA 1. *Fdrive* [online]. Praha: 24net, 2017 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://fdrive.cz/clanky/elektromobily-ktere-neznate-ema-1-664>
- [7] Kjótský protokol k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/kjotsky_protokol
- [8] Pařížská dohoda. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/parizska_dohoda
- [9] GRECMAN, Daniel. Evropský parlament odhlasoval snížení emisí skleníkových plynů o 60 % do roku 2030. *OEnergetice* [online]. Třebíč: OM Solutions, 2020 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/evropska-unie/evropsky-parlament-odhlasoval-snizeni-emisi-sklenikovyh-plynu-60-roku-2030>
- [10] DLOUHÝ, Petr a Luděk JANÍK. VYUŽITÍ VODÍKU: Palivové články. *Hytep* [online]. Husinec-Řež: Hytep, 2007 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://www.hytep.cz/cs/vodik/informace-o-vodiku/vyuziti-vodiku/588-palivove-clanky>
- [11] MOKŘÍŠ, Jakub. Jak fungují auta na vodík a princip palivového článku. *Portál řidiče* [online]. Pardubice: DF Solutions, 2020 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://www.portalridice.cz/clanek/jak-funguji-auta-na-vodik-a-princip-palivoveho-clanku>

- [12] ZILVAR, Jiří. Vodík by potřeboval zázrak, aby v dopravě předstihl baterie. *TZB-info* [online]. Praha, 2021 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/akumulace-elektřiny/21964-vodik-by-potreboval-zazrak-aby-v-doprave-predstihl-baterie?fbclid=IwAR3odUqvWR433Thm4Kfk6OPE4sgiVF1zIt6Y4uVM7i39zqO0r07PsBOIVQ>
- [13] SOVÁK, Roman. Evropská vodíková strategie a auta na vodík. *Čistou stopou Prahou* [online]. Praha: Magistrát hlavního města Prahy, 2020 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://www.cistoustopou.cz/autem/clanek/evropska-vodikova-strategie-auta-na-vodik-1531>
- [14] VOBOŘIL, David. Struktura pro přepravu vodíku může vyjít až na 64 mld. EUR, v ČR by vodík přepravovala nejdříve Gazela. *OEnergetice* [online]. Třebíč: OM Solutions, 2020 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/plyn/infrastruktura-prepravu-vodiku-muze-vyjit-az-64-mld-eur-cr-by-vodik-prepravovala-nejdrive-gazela>
- [15] V Česku vyrostou první tři veřejné vodíkové čerpací stanice. *Hybrid* [online]. Brandýs n.L. - Stará Boleslav: Chamanne, 2020 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/v-cesku-vyrostou-prvni-tri-verejne-vodikove-cerpaci-stance>
- [16] KINKOR, Ondřej. Vodík míří do Česka. Natankujete v Praze, Brně nebo Litvínově a z výfuků vám půjde jen pára. *Forbes* [online]. Praha: Forbes, 2020 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://forbes.cz/vodik-miri-do-ceska-natankujete-v-praze-brne-nebo-litvinove-a-z-vyfuku-vam-pujde-jen-para/>
- [17] *Hyundai* [online]. Praha: Hyundai Motor Czech, 2018 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://www.hyundai.cz/modely/nexo>
- [18] HORČÍK, Jan. Auta na vodík jsou ekonomický nesmysl; vývoj ukončuje už i Daimler. *Auta na vodík jsou ekonomický nesmysl; vývoj ukončuje už i Daimler* [online]. Brandýs n.L. - Stará Boleslav: Chamanne, 2020 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/auta-na-vodik-jsou-nesmysl-vyvoj-ukoncuje-uz-i-daimler>
- [19] SVATOŠ, Patrik a Martin PULTZNER. Jak, kde a za kolik nabít elektromobil?. *Fdrive* [online]. Praha: 24net, 2020 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://fdrive.cz/clanky/jak-kde-a-za-kolik-nabit-elektromobil-kompletni-pruvodce-5005>
- [20] Nabíjecí stanice pro elektromobily, druhy a použití: Jak nenaletět. *Hybrid* [online]. Brandýs n.L. - Stará Boleslav: Chamanne, 2014 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/nabijeci-stance-pro-elektromobily-druhy-pouziti-jak-nenaletet>
- [21] Druhy elektromobilů – znáte je všechny?: Palivové články. *Škoda Storyboard* [online]. Mladá Boleslav: Škoda auto, 2019 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/e-mobilita/cs/druhy-elektromobilu-znate-je-vsechny/>
- [22] DUSIL, Tomáš. Není hybrid jako hybrid. Čím se jednotlivé systémy liší?. *Auto* [online]. Praha: CNC, 2016 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/neni-hybrid-jako-hybrid-cim-se-jednotlive-systemy-lisi-100314>

- [23] HORČÍK, Jan. Sériový hybrid. *Hybrid* [online]. Brandýs n.L. - Stará Boleslav: Chamanne, 2009 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/slovnicek/seriovy-hybrid>
- [24] ŠVAMBERK, Jiří. Vyznáte se v záplavě moderních hybridů? Pro jistotu nabízíme tahák... Zdroj: <https://www.denik.cz/auto/vyznate-se-v-zaplave-modernich-hybridu-pro-jistotu-nabizime-tahak-20180709.html>. *Deník.cz* [online]. Praha: Vltava Labe Media, 2018 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://www.denik.cz/auto/vyznate-se-v-zaplave-modernich-hybridu-pro-jistotu-nabizime-tahak-20180709.html>
- [25] SAJDL, Jan. Micro Hybrid. *Autolexicon* [online]. Mladá Boleslav: Autolexicon, 2021 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/micro-hybrid/>
- [26] Co je mild-hybrid a na jakém principu funguje?. *Portál řidiče* [online]. Pardubice: DF Solutions, 2020 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://www.portalridice.cz/clanek/co-je-mild-hybrid-a-na-jakem-principu-funguje>
- [27] WAGENKNECHT, Martin. Micro-hybrid, mild-hybrid, full-hybrid, plug-in hybrid. Jaký je mezi nimi rozdíl?. *Fdrive* [online]. Praha: 24net, 2018 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://fdrive.cz/clanky/micro-hybrid-mild-hybrid-full-hybrid-plug-in-hybrid-jaky-je-mezi-nimi-rozdil-1857>
- [28] *Zprávy o provozu elektrizační soustavy* [online]. Jihlava: Energetický regulační úřad, 2015-2019 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://www.eru.cz/cs/zpravy-o-provozu-elektrizacni-soustavy>
- [29] Stromverbrauch Elektroautos: Aktuelle Modelle im ADAC Test. *ADAC* [online]. Mnichov: ADAC, 2021 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/tests/elektromobilitaet/stromverbrauch-elektroautos-adac-test/>
- [30] *Svaz dovozců automobilů* [online]. Praha: SDA, 2020 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <http://portal.sda-cia.cz/index.php?l=Asda&p=1&lang=cz>
- [31] Počet elektromobilů se v České republice blíží desetitisícové hranici. *Centrum dopravní výzkumu* [online]. Brno: CDV, 2020 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://www.cdv.cz/tisk/pocet-elektromobilu-se-v-ceske-republice-blizi-desetitiscove-hranici/>
- [32] VESELÝ, Jan. POČÍTÁME: je z hlediska emisí výhodnější spalovací auto nebo elektromobil?. *Hybrid* [online]. Brandýs n.L. - Stará Boleslav: Chamanne, 2016 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/pocitame-je-z-hlediska-emisi-vyhodnejsi-spalovaci-auto-nebo-elektromobil>
- [33] Sazba D27d, tarif D27d - elektřina. *Kurzy.cz* [online]. Praha: Kurzy, c2000-2021 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://www.kurzy.cz/elektrina/d27d>
- [34] Statistika: Národní energetický mix. *OTE* [online]. Praha: OTE, 2020 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://www.ote-cr.cz/cs/statistika/narodni-energeticky-mix>

- [35] VOBOŘIL, David. Uhelná komise rozhodla: Německo odstaví uhelné elektrárny nejpozději v roce 2038. *OEnergetice* [online]. Třebíč: OM Solutions, 2019 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/nemecko/uhelna-komise-rozhodla-nemecko-odstavi-uhelne-elektrarny-nejpozdeji-roce-2038>
- [36] Uhelná komise doporučila ukončit využívání uhlí v ČR v roce 2038. *ČTK: České noviny* [online]. Praha: ČTK, 2020 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://www.ceskenoviny.cz/zpravy/uhelna-komise-doporucila-ukoncit-vyuzivani-uhli-v-cr-v-roce-2038/1966401>
- [37] MOLEK, Tomáš. Uhelne kondenzační elektrárny. *OEnergetice* [online]. Třebíč: OM Solutions, 2015 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/typy-elektraren/uhelne-kondenzacni-elektrarny>
- [38] UHELNÁ ELEKTRÁRNA PODROBNĚ. *Svět energie* [online]. Praha: ČEZ, 2020 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/uhelne-elektrarny/uhelna-elektrarna-podrobne>
- [39] V Česku je nejvíc benzínek za 12 let. Přibývají hlavně CNG stanice. *FINANCE.cz* [online]. Praha: Internet Info, 2019 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://www.finance.cz/520976-cerpaci-stanice-v-cr/>
- [40] *Českí parkovací asociace* [online]. Praha: ČPA, 2021 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://www.parkovaciasociace.cz/>
- [41] Chakratec: Jak fungují jeho setrvačníky?. *ŠKODA AUTO DigiLab* [online]. Praha: ŠKODA AUTO DigiLab [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://skodaautodigilab.com/cs/news/chakratec-jak-funguji-jeho-setrvacniky>
- [42] BĚHAL, Ondřej. 10 málo známých rad, informací a argumentů pro odpůrce i milovníky elektromobilů. *Autosalon.tv* [online]. Praha: FTV Prima, 2019 [cit. 2021-04-30]. Dostupné z: <https://www.autosalon.tv/novinky/nova-auta/10-malo-znamych-rad-informaci-a-argumentu-pro-odpurce-i-milovniky-elektromobilu>
- [43] Hyundai a Kia vstupují do sítě nabíječek Ionity. *Hybrid* [online]. Brandýs n.L. - Stará Boleslav: Chamanne, 2020 [cit. 2021-04-30]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/hyundai-kia-vstupuji-do-site-nabijecek-ionity>
- [44] PULTZNER, Martin. Tesla může slavit, v Evropě už má přes 550 Superchargerů. *Fdrive* [online]. Praha: 24net, 2020 [cit. 2021-04-30]. Dostupné z: <https://fdrive.cz/clanky/tesla-slavi-v-evrope-uz-ma-pres-550-superchargeru-5994>
- [45] PULTZNER, Martin. Česko má další dvě ultrarychlé stanice Ionity. Najdete je na D1. *Fdrive* [online]. Praha: 24net, 2021 [cit. 2021-04-30]. Dostupné z: <https://fdrive.cz/clanky/cesko-ma-dalsi-dve-ultra-rychle-stanice-ionity-najdete-je-na-d1-6535>

- [46] Nebezpečí únavy. *Besip* [online]. Praha: Ministerstvo dopravy, 2021 [cit. 2021-04-30]. Dostupné z: <https://www.ibesip.cz/tematicke-stranky/zasady-bezpecne-jizdy-v-aute/nebezpeci-unavy>
- [47] Cestovní náhrady: Průměrné ceny pohonných hmot 2021. *FINANCE.cz* [online]. Praha: Internet Info, 2021 [cit. 2021-04-30]. Dostupné z: <https://www.finance.cz/dane-a-mzda/mzda/cestovni-nahrady/prumerne-ceny-phm/>
- [48] Osvobození. *EDálnice* [online]. Praha: sfdi, 2020 [cit. 2021-04-30]. Dostupné z: <https://edalnice.cz/osvobozeni/index.html>
- [49] NOVOTNÝ, Radek. Elektrina promění autořetězce. *Logistika* [online]. Praha: Economia, 2019 [cit. 2021-04-30]. Dostupné z: <https://logistika.ihned.cz/c1-66632320-elektrina-promeni-autoretezce>
- [50] PŘIBYL, Martin. Servis elektromobilů má být levnější. Plány údržby ale mohou skrývat drahá překvapení. *Aktuálně* [online]. Praha: Economia, 2020 [cit. 2021-04-30]. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/auto/je-servis-elektromobilu-opravdu-levnejsi-plany-udrzby-mohou/r~a13f7e8ccb5711eab115ac1f6b220ee8/v~sl:8c5322f11375968dec1fab45f4a3170a/>
- [51] MOKŘÍŠ, Jakub. Jaká je životnost baterií elektromobilů a kolik let vydrží?. *Portál řidiče* [online]. Pardubice: DF Solutions, 2020 [cit. 2021-04-30]. Dostupné z: <https://www.portalridice.cz/clanek/jaka-je-zivotnost-baterii-elektromobilu-a-kolik-let-vydrzi>
- [52] OHNSMAN, Alan. Boj o vládu nad elektromobily. General Motors utrácí miliardy, aby předehnal Tesla. *Forbes* [online]. Praha: MediaRey, 2020 [cit. 2021-04-30]. Dostupné z: <https://forbes.cz/boj-o-vladu-nad-elektromobily-general-motors-utraci-miliardy-aby-predehnaly-teslu/>
- [53] HORČÍK, Jan. Nové Tesla baterie jsou ještě lepší, než se čekalo: životnost přes 3,5 mil. km!. *Hybrid* [online]. Brandýs n.L. - Stará Boleslav: Chamanne, 2020 [cit. 2021-04-30]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/nove-tesla-baterie-jsou-jeste-lepsi-nez-se-cekalo-zivotnost-pres-35-mil-km>
- [54] SRB, Luboš. Tesla Battery Day přinesl nové baterie Tesla 4680. Odstartují revoluci?. *Elektrické vozy* [online]. České Budějovice: ArteMan, 2020 [cit. 2021-04-30]. Dostupné z: <https://elektrickevozy.cz/clanky/tesla-battery-day-prinesl-nove-baterie-tesla-4680-odstartuji-revoluci>
- [55] HORČÍK, Jan. Cena baterií už spadla na \$100/kWh, má to ale háček. *Hybrid* [online]. Brandýs n.L. - Stará Boleslav: Chamanne, 2020 [cit. 2021-04-30]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/cena-baterii-uz-spadla-na-100kwh-ma-ale-hacek>

Přílohy

Příloha 1: Úvodní strana dotazníku

Faktory ovlivňující rozvoj elektromobility

Pohlaví

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu odpověď*

- Muž Žena

Kolik je Vám let?

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu odpověď*

- 18-30 31 - 45 46 - 55 55+

Jaké je Vaše nejvyšší dosažené vzdělání?

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu odpověď*

- Bez maturity Středoškolské s maturitou Vyšší odborné Vysokoškolské

Jaké je Vaše parkovací stání v místě bydliště?

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu odpověď*

- Mám stálé parkovací stání. Nemám stálé parkovací stání. Parkuji tam, kde je právě volné místo.

Máte možnost na výše zmíněném parkovacím stání nabíjet elektromobil?

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu nebo více odpovědí*

- Bohužel nemám možnost nabíjení a ani ji nelze zřídit. Aktuálně nemám možnost nabíjení, ale v případě potřeby ji lze vytvořit. Mám k dispozici běžnou domácí zásuvku 230 V. Mám k dispozici zásuvku 380 V 16/32A
- Mám Wallbox.

Užíváte elektromobil, nebo hybrid?

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu odpověď*

- Ano Ne

Příloha 2: Otázky pro uživatele elektromobilů

Jaký máte elektromobil (hybrid)?

Nápověda k otázce: *Uveďte prosím co nejvíce podrobností o Vašem vozidle. Např. výrobce, model, rok výroby, velikost baterie, průměrný reálný dojezd, atd...*

Jste s vozidlem spokojeni, nebo zvažujete návrat ke spalovacím motorům?

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu odpověď*

- Jsem naprosto spokojen. Už nikdy se nechci vrátit ke spalování ropných derivátů.
- Každá technologie má své výhody. Užívám další vozidlo (popř. uvažuji o jeho pořízení), které má spalovací motor.
- Pořízení elektromobilu byl úlet. Při další příležitosti se vrátím k osvědčené klasice.
- Jiná...

Co vidíte jako hlavní nevýhody elektromobility?

Nápověda k otázce: *Maximálně prosím o 3 odpovědi. Budu rád, pokud napíšete i jinou Vámi vnímanou hlavní nevýhodu.*

- Stále nedostatečný dojezd.
- Nedostatek veřejných dobíjecích stanic.
- Nízká povolená hmotnost přípojných vozidel
- Lidský faktor - např. "ICING" (blokování vyhrazeného stání u nabíjecí stanice vozidly se spalovacími motory)
- Elektromobily nemají nevýhodu a jsou perfektním řešením pro všechny.
- Jiná nevýhoda...

Co vidíte jako hlavní výhodu elektromobilů?

Nápověda k otázce: *Prosím o maximálně 3 odpovědi. Budu rád, pokud napíšete i jinou Vámi vnímanou hlavní výhodu.*

- Levnější provoz.
- Ochrana životního prostředí.
- Nezávislá klimatizace.
- Dynamika vozu a lepší zážitek z jízdy.
- Jiná výhoda...

Závěrem bych Vás rád požádal o srovnání před a po pořízení elektromobilu. (nepovinné)

Nápověda k otázce: *Můžete zmínit např. jak se změnil váš počet ročně ujetých kilometrů, jak se Vám změnila náklady na provoz, zda jste museli změnit své návyky atd. Pokud se Vám sem nevejde odpověď, rád ji obdržím na e-mailu XGOTM006@studenti.czu.cz Děkuji.*

Příloha 3: Otázky pro uživatele „běžných“ automobilů

Má podle Vás elektromobilita budoucnost?

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu odpověď, nebo uveďte svou vlastní.*

- Rozhodně má. Elektromobilita je jasně daná cesta, která nás čeká.
- Elektromobilita nejspíš bude mít budoucnost, ale nejprve musí zásadně pokročit její vývoj.
- Nejsem si jist jak tohle dopadne.
- Elektromobilita má i své výhody, ale myslím, že se neprosadí.
- Elektromobilita je totální nesmysl, který nemá budoucnost. Nebýt současného politického nátlaku na její prosazení, k výrobě elektromobilů by nikdy nedošlo.
- Myslím si, že

Uveďte prosím co nejvíce podrobností o Vámi užívaných vozidlech.

Nápověda k otázce: *Uveďte značku, model, motorizaci, rok výroby i průměrný roční nájezd kilometrů.*

Plánujete pořízení elektromobilu (hybridu), jako dalšího vozidla?

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu odpověď*

- Ano. Uvažuji o tom. Ne.

Co Vás odrazuje od pořízení elektromobilu?

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu nebo více odpovědí*

- | | | | |
|---|---|---|--|
| <input type="checkbox"/> Nic mě neodrazuje. Elektromobil pro mě nemá žádné zásadní nevýhody. | <input type="checkbox"/> Počáteční investice. Myslím si, že pořízení elektromobilu je větší investice, než pořízení vozidla stejné kategorie se spalovacím motorem. | <input type="checkbox"/> Nabíjení. Nemohu nabíjet v místě mého bydliště, ani v místě mého zaměstnání. Byl bych odkázán pouze na veřejné nabíjecí stanice. | <input type="checkbox"/> Dojezd. Jezdím dlouhé trasy na kterých nemám žádnou přestávku pro odpočinek, kterou bych mohl trávit nabíjením. Tento způsob mi vyhovuje a nechci na tom nic měnit. |
| <input type="checkbox"/> Doba nabíjení. Nemám čas na svých cestách mnoho minut čekat na nabití. | <input type="checkbox"/> Bezpečnost. Bojím se o svou bezpečnost. V médiích vidím časté požáry elektromobilů, které nelze prakticky nijak uhasit. | <input type="checkbox"/> Baterie. Vadí mi těžba nerostných surovin pro výrobu baterií. | |
| <input type="checkbox"/> Vadí mi, že... | <input type="text"/> | | |

Zaškrtněte tvrzení, se kterým se ztotožňujete.

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu nebo více odpovědí*

- | | | | |
|---|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> Elektromobil má výfuk v nejbližší elektrárně. | <input type="checkbox"/> Elektromobily není kde nabíjet. | <input type="checkbox"/> Elektromobily mají velmi omezený dojezd a nenabíjí se dostatečně rychle. Cesta např. do Chorvatska by tak byla minimálně o hodinu delší, než vozem se spalovacím motorem. | <input type="checkbox"/> Elektromobily je zakázáno mýt vysokotlakou myčkou z důvodu bezpečnosti. |
| <input type="checkbox"/> Pokud si v noci každá česká domácnost začne ze své zásuvky nabíjet elektromobil, hrozí "blackout" (výpadek dodávky elektřiny). | <input type="checkbox"/> Baterie má krátkou životnost a její výměna je finančně příliš nákladná. | <input type="checkbox"/> S žádným výše uvedeným tvrzením nesouhlasím. | |