



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

Michal Mieszek

**ELEKTROMOBILITA JAKO NÁSTROJ ZVYŠOVÁNÍ
KVALITY MHD**

Bakalářská práce

2021

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

děkan

Konviktská 20, 110 00 Praha 1



K617..... Ústav logistiky a managementu dopravy

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Michal Mieszek

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

B 3710 – LOG – Logistika a řízení dopravních procesů

Název tématu (česky): **Elektromobilita jako nástroj zvyšování kvality MHD**

Název tématu (anglicky): Electromobility as means of increasing public transport quality

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte následujícími pokyny:

- Elektrobusevá doprava - vývoj a typy vozidel
- Standardy kvality veřejné dopravy - environmentální aspekty
- Elektrobuse v Praze a v Třinci - popis, základní charakteristiky, uplanění v MHD
- Přínosy elektromobility pro MHD - environmentální aspekty, zhodnocení




- Rozsah grafických prací: podle pokynů vedoucího bakalářské práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: ISO 9001, ISO 9000, EN 13816
ŠIROKÝ, J. a kol.: Základy technologie a řízení dopravy, Pardubice, Univerzita Pardubice, 2005


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Bc. Pavel Edvard Vančura, Ph.D.**
Ing. Veronika Falfrová, Ph.D.

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


Datum odevzdání bakalářské práce: **9. srpna 2021**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia


.....
doc. Ing. Tomáš Horák, Ph.D.
vedoucí
Ústavu logistiky a managementu dopravy




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

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.


.....
Michal Mieszek
jméno a podpis studenta

V Praze dne.....10. dubna 2020

Poděkování


Tímto bych chtěl poděkovat všem, kteří mi poskytli materiály a podklady pro vypracování této bakalářské práce. Především pak panu Ing. Bc. Pavlu Edvardu Vančurovi, Ph.D., za odborné vedení, poskytnuté rady a poznámky.

Prohlášení

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

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne 9. srpna 2021

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Miri', is written over a horizontal dotted line.

podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

ELEKTROMOBILITA JAKO NÁSTROJ ZVYŠOVÁNÍ KVALITY MHD

bakalářská práce

srpen 2021

Michal Mieszek

ABSTRAKT

Předmětem bakalářské práce „Elektromobilita jako nástroj zvyšování kvality MHD“ je zhodnocení aktuálního stavu elektromobility ve veřejné dopravě. První část je věnována historii, současnému stavu a obecně teoretickým základům elektromobility ve veřejné dopravě a s tím související i standardy kvality. Druhá část obsahuje dotazník, obecné vyhodnocení, popis silných a slabých stránek probírané problematiky.

KLÍČOVÁ SLOVA

Elektromobilita, elektrobus, MHD, kvalita

ABSTRACT

The subject of the bachelor thesis „Electromobility as means of increasing public transport quality“ is appraisal of electromobility and its current situation in public transport. The first part is dedicated to history, current situation and theory of electromobility in public transport and the quality standards. The second part contains questionnaire, general appraisal, strengths and weaknesses of this topic.

KEYWORDS

Electromobility, electro bus, public transport, quality

Obsah

Úvod	9
1 Elektrobusová doprava – vývoj a typy vozidel	11
1.1 Co si představit pod pojmem „elektrobus“	11
1.2 Historie	11
1.3 Současnost	13
1.4 Typy elektrobusů	13
1.4.1 Elektrobus s rychlodobíjením	13
1.4.2 Elektrobus se standardním dobíjením	14
1.4.3 Hybridní elektrobus	15
1.4.4 Elektrobusy s oportunním dobíjením	15
2 Standardy kvality veřejné dopravy – environmentální aspekty	17
2.1 Kritéria kvality	17
2.2 Elektromobilita a životní prostředí	18
2.3 Boj proti znečišťování životního prostředí	19
2.4 Emisní norma EURO	20
3 Elektrobusy v Praze a v Třinci – popis, základní charakteristiky, uplatnění v MHD 22	
3.1 Elektrobusy v Praze	22
3.1.1 Počátky elektrobusů	22
3.1.2 Současnost elektrifikace	25
3.2 Elektrobusy v Třinci	26
3.2.1 Počátky elektrobusů	26
3.2.2 Charakteristika elektrobusu Škoda Perun HE	27
3.2.3 Využití v MHD	27
3.2.4 Uložení baterií v elektrobuse	28
3.2.5 Nabíjecí infrastruktura	29
4 Přínosy elektromobility pro MHD – environmentální aspekty, zhodnocení	32
4.1 Vyhodnocení dotazníku pro řidiče autobusů v Třinci	33
4.2 Posouzení stavu ovzduší na Ostravsku	36
4.3 Jsou elektrobusy řešením?	37
4.4 Emise jako produkt znečištění okolí	38
4.5 „Zelená“ Praha za 10 let?	39
4.6 Problematika baterie	44
4.7 SWOT analýza	46

4.7.1	Silné stránky	47
4.7.2	Slabé stránky	49
4.7.3	Příležitosti	53
4.7.4	Hrozby	53
4.8	Zhodnocení	54
	Závěr	55
	Seznam obrázků	56
	Seznam tabulek.....	57
	Seznam symbolů a zkratk	58
	Seznam použité literatury	59

Úvod

V současné době patří dopravní prostředky mezi nejvíce využívané předměty v populaci. Jsou nezbytné pro přepravu nákladů, materiálu a samozřejmě lidí. Lze říct, že vozidla můžeme považovat za nejvýznamnější objev ve světových dějinách. Aktuálně jsou vozidla poháněna spalovacím motorem. K pohonu motoru se využívají pohonné hmoty v podobě benzínu nebo nafty. Ovšem při samotném pohybu vozidla po pozemních komunikacích dochází k uvolňování škodlivých částic. Tyto látky způsobují značné znečištění životního prostředí. Trpí hlavně velká města s vyšší intenzitou dopravy. Doprava má negativní vliv na způsob života a zdraví obyvatel. Problematika znečištění životního prostředí se čím dál tím častěji řeší a je snaha nalézt vhodná řešení. Jedním z řešení je pomalu se prosazující elektromobilita jak v individuální dopravě, tak i ve veřejné dopravě. Pohon elektrického vozidla zajišťuje elektrická energie. Samotná výroba energie probíhá v elektrárnách a využívají se při tom z větší části fosilní paliva, což pro ekologii představuje problém. Ovšem při samotném provozu nedochází k produkci škodlivých látek do okolí. A to je hlavní důvod, proč elektrické prostředky s největší pravděpodobností v blízké budoucnosti jednou nahradí vozidla na spalovací motor.

Ve své bakalářské práci se snažím zaměřit na stav elektromobility ve veřejné dopravě. V teoretická částí jsou obsaženy základní informace z oblasti elektromobility ve veřejné dopravě. Jsou zachyceny základní poznatky z historie a ze současnosti elektromobilů a elektrobusů. Důležitou částí jsou potom typy elektrických autobusů dle způsobu nabíjení, které se v současnosti využívají. Nesmí chybět ani popsání vztahů elektromobility k životnímu prostředí. Existují kritéria kvality ve veřejné dopravě vycházející z normy EN 13816, kde důležitým kritériem je dopad na životní prostředí. Teoretickou část uzavírá kapitola zachycující aktuální situaci elektrobusů v hlavním městě Praze a v Třinci, které se stalo vůbec prvním městem v České republice, které vlastnilo největší flotilu bateriových autobusů.

V praktické části se budu snažit vyhodnotit, zda elektromobilita bude za pár let dominantní složkou v oblasti dopravy. Na základě odpovědí a výsledků vycházejících z dotazníku pro řidiče autobusů budou zhodnocena případná pozitiva či negativa. Na základě poskytnutých tabulek provedu analýzu budoucího plánu Prahy stát se městem bez emisí. Poslední část bude zaměřena na silné a slabé stránky, případně příležitosti

a hrozby vycházející ze sestavené SWOT analýzy. Zde posoudím i dílčí kritéria kvality v oblasti dopadů dopravy na životní prostředí.

1 Elektrobusová doprava – vývoj a typy vozidel

1.1 Co si představit pod pojmem „elektrobus“

Jednoduše můžeme říct, že se jedná o speciální typ autobusu, jehož hnací jednotkou je elektrický motor. To znamená, že elektrobus během své jízdy spotřebovává elektrickou energii a je zapotřebí ji opětovně dodávat. Existují různé způsoby nabíjení, ty budou popsány později. [1]

1.2 Historie

První zmínky o elektromobilu pochází z 19. století. V roce 1835 byl sestaven vůbec první vůz na elektrický pohon holandským profesorem Sibrandusem Stratinghem. Tomuto objevu předcházela zkušenost, kdy se profesor málem udusil zplodinami pocházejícími z parního stroje. [2]



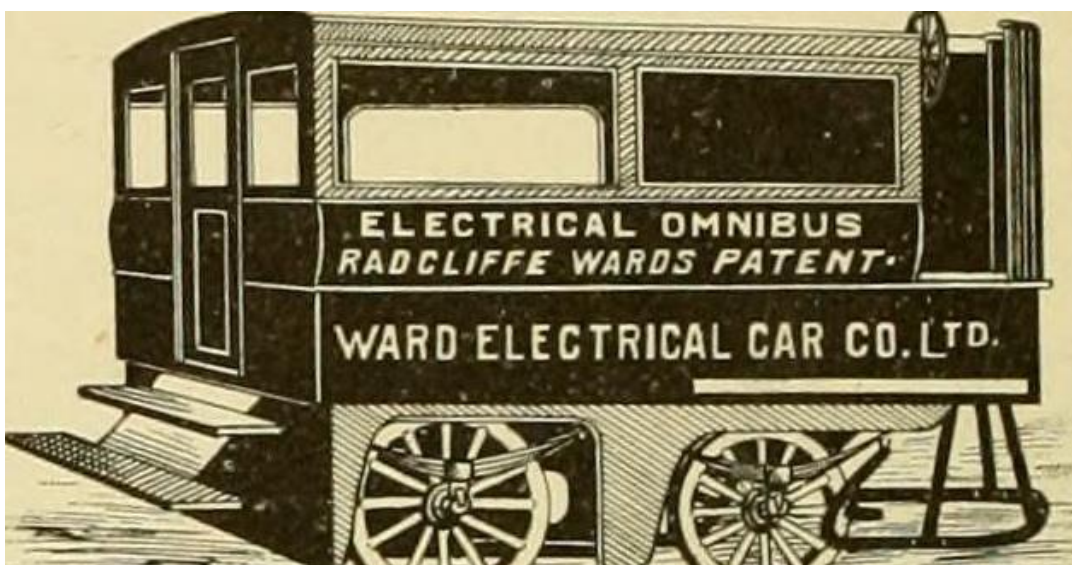
Obrázek 1.: Model sestavený v roce 1835 [2]

Vývoj se nezastavil a další zdokonalené vozy na sebe dlouho nenechaly čekat. Na konci 19. století belgický závodník a konstruktér Camille Jenatton s vozem La Jamais Contente jako první na světě překonal rychlost 100 km/h. Velmi zajímavou informací je, že na počátku 20. století v USA existovalo více vozů na elektrický pohon než vozidel se spalovacím motorem. Vozidla nabízela větší komfort a jednoduché ovládání. [2] [3]

V českých zemích stál za rozvojem elektromobilů velmi známý český technik a vynálezce František Křižík. Za zmínku stojí uvést jeho elektromobil z roku 1895, který byl poháněný stejnosměrným elektromotorem. [3]

V první polovině 20. století se vývoj a produkce elektromobilů téměř pozastavili, samozřejmě z důvodu světových válek. V 70. letech 20. století se opět objevily na trhu, ačkoli nebyly tak populární u veřejnosti jako vozidla na spalovací motor, která dosahovala lepšího výkonu. Oblíbenějšími se elektrické vozy staly koncem 20. století, kdy se začala více řešit problematika znečištění životního prostředí. [1]

Co se týče využití elektromobility ve veřejné dopravě, první fungující elektrobus se datuje na konec 19. století, kdy v roce 1888 londýnská společnost zvaná „Ward Electrical Car Company“ uvedla do zkušebního provozu omnibus s kapacitou pro 12 cestujících, který dokázal vyvinout rychlost maximálně 11,2 km/h. Obdobnou situaci také zažívala německá společnost „General Berliner Omnibus AG“. V obou případech nedošlo k zavedení omnibusů do běžného provozu. [4]



Obrázek 2.: První elektrický autobus na světě [4]

1.3 Současnost

Dá se říct, že v dnešní době čím dál tím více států investuje finanční prostředky do rozvoje nových technologií, nejinak je tomu i v oblasti elektromobility. Důvody jsou jednoduché. Tím nejzákladnějším důvodem je snaha po nulové produkci emisí z dopravy, což má snížit negativní vliv na životní prostředí a stav ovzduší. Není tedy překvapením, že zavádění elektromobility v osobní a veřejné dopravě má vyšší a vyšší význam. V současné době mezi světové lídry v počtu elektrických autobusů patří Čína, kde se pohybuje po silnicích několik set tisíc autobusů tohoto typu. Není to žádné překvapení, jelikož města Čínské lidové republiky čelí závažným environmentálním problémům. Zajímavostí je, že už v roce 2015 jezdilo po čínských silnicích přibližně 100 tisíc autobusů na elektrický pohon. V tomto ohledu nemá Čína ve světě konkurenci. [5]

V rámci evropských států, co se týče počtu elektrobusů, dominují země jako Nizozemsko, Francie, Německo a Velká Británie. V letech 2012–2020 bylo na holandských silnicích zaznamenáno celkem 880 elektrických autobusů. Je zapotřebí uvést i Rusko. To se do roku 2024 chystá nasadit do běžného provozu kolem 3 000 elektrobusů. [6]

Česka republika má v tomto ohledu jisté rezervy. V zavádění elektromobility patří spolu se Slovenskem, Polskem a Maďarskem mezi horší státy v celé Evropské unii. [7]

1.4 Typy elektrobusů

Jednotlivé typy elektrobusů dělíme dle způsobu jejich nabíjení.

1.4.1 Elektrobus s rychlodonášením

Jak už název napovídá, jedná se o typ elektrobusu vybavený baterií o kvalitním výkonu, který díky vynikající plně automatické rychlonabíjecí infrastruktuře lze dobít za velmi krátkou periodu a to během 6 až 8 minut. To je velká výhoda, jelikož nehrozí delší povinné odstavení a vozidlo lze nasadit na pravidelnou autobusovou linku. Vozidlo je zapotřebí dobíjet po každých 30 ujetých kilometrech. Co se týče dobíjecí infrastruktury, ta je většinou vybudována na konečných zastávkách a využívá ji více vozidel, což vede k úspoře infrastrukturních nákladů. [8]

1.4.2 Elektrobuses se standardním dobíjením

Tento typ elektrobuse se s předchozím typem liší hlavně v délce dobíjení. V tomto případě je doba dobíjení vozidla v řádu hodin a to přibližně 6 až 8 hodin. K nabíjení dochází v nočních hodinách při odstávce vozidla. Dobíjecí infrastruktura je vybudována nejčastěji v depu. Je zde i možnost využití rychlodobíjecí infrastruktury, kde doba nabíjení nepřesáhne 70 minut. Silnou stránkou je ujetá vzdálenost na jedno plné nabití, kde elektrobuses je schopen v provozu urazit až 200 km. [8]



Obrázek 3.: Elektrobuses při rychlodobíjení [8]



Obrázek 4.: Elektrobuses zachycené při standardním dobíjení [8]

1.4.3 Hybridní elektrobuses

Hybridní elektrobuses je typ elektrobusesu, který dokáže kombinovat bateriový pohon s diesellovým. Vozidlo je vybaveno jak nádrží s naftou, tak elektroinstalací v podobě dobíjecí zásuvky. Na jedno nabití nebo použití generátoru je schopen ujet 10 km. Zvláštní schopností je u tohoto typu vozidla možnost využití tzv. rekuperace. To znamená, že energie získaná prací elektromotoru se ukládá do zásobníků energie, a to do baterií nebo do superkapacitoru. Ušetří se tím více paliva. [8]



Obrázek 5.: Hybridní elektrobuses [8]

1.4.4 Elektrobusesy s oportunním dobíjením

Dá se říct, že tyto elektrobusesy mají podobné vlastnosti jako trolejbusy. K provozování tedy postačí mít k dispozici infrastrukturu na úrovni tramvají nebo trolejbusů. Platí tedy, že trasy elektrobusesů a trolejbusů jsou velmi podobné. Samotné nabíjení obstarává mechanické zařízení zvané pantograf, který je umístěný na střeše. Od ostatních typů vozidel se liší tím, že se nemusí stavět infrastruktura v podobě dobíjecích stanic na zastávkách nebo ve depech. Baterii je možné nabít během několika vteřin. Nevýhodou je její krátká výdrž. Je schopna vydržet 3, maximálně 4 zastávky. [8]



Obrázek 6.: Elektrický autobus s oportunním dobíjením [8]

2 Standardy kvality veřejné dopravy – environmentální aspekty

2.1 Kritéria kvality

Celková kvalita přepravy cestujících veřejnými dopravními prostředky vychází z několika kritérií. Tato kritéria představují pohled zákazníka na poskytovanou službu a jsou jednotlivě rozčleněna do osmi skupin: [9]

1. Dosažitelnost
2. Přístupnost
3. Informace
4. Čas
5. Péče o zákazníka
6. Pohodlí
7. Bezpečnost
8. **Dopad na životní prostředí**

Je zapotřebí zmínit, že těchto osm uvedených kritérií kvality vychází z evropské normy EN 13816:2002. Pro tuto práci a téma elektromobility je podstatné osmé kritérium kvality, tj. dopad na životní prostředí. [9]

Každé kritérium může zákazník vnímat odlišně. Hlavní roli v tom hraje výběr dopravního prostředku, poskytovatelů služeb a prostředí. Tato podkapitola bude logicky zaměřena na kritérium dopad na životní prostředí. Toto kritérium se v normě EN 13816 dále člení: [9]

8.1 Znečišťování

- 8.1.1 výfukem
- 8.1.2 hlukem
- 8.1.3 viditelným znečišťováním
- 8.1.4 vibracemi
- 8.1.5 prachem a špínou
- 8.1.6 zápachem
- 8.1.7 odpadem
- 8.1.8 elektromagnetickým rušením

8.2 Přírodní zdroje

8.2.1 energie

8.2.2 prostor

8.3 Infrastruktura

8.3.1 vliv vibrací

8.3.2 opotřebení silnic/železnic apod.

8.3.3 požadavky na dostupné zdroje

8.3.4 rušení jinými aktivitami

Instituce se snaží svým zákazníkům poskytnout co nejkvalitnější služby. K odhalení především slabých stránek využívají různé metody. Jednou z používaných metod je měření spokojenosti zákazníka s poskytovanými službami. Sledují se různá kritéria. Nás především zajímá kritérium ve vztahu k životnímu prostředí. V této oblasti dochází k měření hluku a znečištění. Co se týče veřejné dopravy, zde dochází ke zkoumání či měření míry hlučnosti a vypouštěných emisí z veřejných dopravních prostředků. Dle národních předpisů mají emise uvolněné z autobusů docílit maximálně 70 % horní hodnoty. Měří se i objem spotřeby paliva. Cílem provedení je snížení spotřeby pohonných hmot na jednotku výkonu. [9]

2.2 Elektromobilita a životní prostředí

Při provozu vozidla na elektrický pohon nedochází k vypouštění emisí do okolního prostředí. Je to pravda, ale přece jenom dochází k uvolňování škodlivých látek do okolí, a to především při výrobě elektrické energie. Emise se totiž dělí na přímé a nepřímé. Co se týče přímých emisí, to jsou emise, které elektrické vozidlo skutečně nevyprodukuje, tedy jsou nulové. Nedochází k žádnému úniku škodlivých látek do okolí. Elektromobil využívá elektřinu, kterou vypotřebovává a opětovně získává z určitého zdroje. U spalovacího motoru je to přesně naopak, kdy dochází k uvolňování plynů ze spalování paliva přímo do okolního prostředí. Nepřímé emise jsou produkovány při samotné výrobě elektrické energie v elektrárnách. Dochází k vypouštění látek jako oxid uhličitý, oxidy dusíku a oxid siřičitý. [10]

Některé výzkumy však naznačují, že některá vozidla na spalovací motor vypouští méně CO₂ než samotný elektromobil. Problémem je v tomto případě lithium-iontová baterie kvůli neefektivní a nekvalitní výrobě bateriových článků. Výroba těchto baterií paradoxně probíhá v zemích, které patří mezi nejvíce znečištěné na světě. Patří mezi ně bezesporu Čína, Thajsko, Polsko a Německo, které dominují v počtu elektráren na spalování uhlí. [11]

Jak už bylo řečeno, Čína patří mezi státy s nejvíce znečištěnými městy na světě a nějakou dobu tomu tak i bude. V roce 2020 se totiž zvýšil počet uhelných elektráren v této zemi a v tomto ohledu nemá ve světě konkurenci. Kapacita jejich elektráren je přibližně trojnásobně vyšší než ve zbytku světa. Přitom Čína má za cíl se do roku 2060 stát zemí s nulovou produkcí uhlíkových plynů. [12]



Obrázek 7.: Červené body na mapě představují uhelné elektrárny [13]

2.3 Boj proti znečišťování životního prostředí

Existují různé normy, které upravují a stanovují emisní limity pro různé druhy dopravních prostředků. Jedná se o emisní normy Euro, které jsou vydávány Evropskou unií. Od roku 2014 vozidla na naftový a benzínový pohon vypouštěla až o pětinasobek méně znečišťujících látek než to bylo v roce 2005. Mezní hodnota emisí oxidů dusíku

je předepsána na 80 mg/km pro vozidla využívající naftu a 60 mg/km pro vozy na benzínový pohon. Ve srovnání s rokem 2005 jde o výrazné snížení. [14]

Jako příklad lze uvést španělské město Sevilla, kde mezi lety 2006 a 2013 postupně došlo k rapidnímu snížení koncentrace oxidu uhličitého přibližně o 30 % a počtu cest do centra města osobním automobilem. [14]

V blízké budoucnosti se očekává, že v celé Evropě dojde k poklesu látek znečišťujících ovzduší. Bude to mít i pozitivní vliv na zdraví člověka. Samozřejmě také záleží na politických ambicích s cílem dodržování opatření a učinění patřičných kroků ke zlepšení kvality ovzduší a celkově atmosféry ve společnosti. Není záhadou, že se musí nejvíce zásahnout v oblasti dopravy, hlavně v centrech měst a místech s vysokou koncentrací obyvatel. [14]

2.4 Emisní norma EURO

Vozidlo, nákladní auto nebo autobus poháněné naftovým nebo benzínovým motorem vypouští škodlivé látky, které mají negativní vliv na životní prostředí a ovzduší. Koncentrace vozidel na silnicích neubývá a uniká tím více škodlivin do okolí. Proto Evropská unie přišla s myšlenkou vytvořit emisní normu EURO, která udává a sleduje množství škodlivých látek ve výfukových plynech na jeden kilometr. Touto normou se musí řídit všechny členské státy EU. [15]

První zmínky o této normě pochází z roku 1992. V pravidelném časovém období 4 až 5 let se norma upravuje. Nově zaktualizovaná norma je více striktní a hodnoty emisí v plynech nižší. Týká se ale jen nových vozidel, která v daném období vstoupila na trh. [15]

V současné době platí přísnější norma s označením EURO 6 s platností od září roku 2018. V tomto období se také začala prosazovat nová přesnější metoda měření emisí, kde se vedle laboratorního měření také uplatňovalo měření v přímém provozu na silnicích. Mimo jiné pro všechny výrobce vozidel to znamená úpravu motorů. [15]

V blízké budoucnosti má vstoupit v platnost norma s názvem EURO 7 a to v roce 2025. Od tohoto roku Evropská unie navrhuje mnohem striktnější podmínky ohledně limitů pro vypouštění emisí. Tak přísné, že by mohlo dojít k úplné eliminaci vozidel na spalovací motor, tedy k nulové produkci škodlivých látek do okolí. Pro

většinu výrobců automobilů na spalovací motor by to znamenalo konec. Reálně by se na silnicích pohybovala jen elektrická vozidla nebo vozy na jiný alternativní pohon. Není moc důležité, jestli za 5 nebo za 10 let, ale předpokládá se, že epocha vozidel na benzinový či dieselový motor jednou skončí. [16]

Odborníci nicméně požadují odsunutí normy EURO 7 na rok 2030. Hlavním důvodem je nepřipravenost v oblasti vývoje motorů, které by nebyly schopné dodržet hodnoty emisí. Vadí jim i preference elektrických vozidel, kde se nezohledňuje únik emisí při samotné výrobě elektřiny. [17]

3 Elektrobusy v Praze a v Třinci – popis, základní charakteristiky, uplatnění v MHD

3.1 Elektrobusy v Praze

3.1.1 Počátky elektrobusů

V roce 2013 byly zaznamenány první pokusy o zařazení elektrických autobusů do pražské městské hromadné dopravy. Tehdy se jednalo o dva italské modely autobusů Zeus s celkovou kapacitou třiceti pasažérů. Zajišťovaly přepravu na lince 192 na trase Nemocnice pod Petřínem a Malostránské náměstí. Nabíjení elektrobusu probíhalo v konečné stanici Pod Petřínem. Provoz trval přibližně dva roky. Důvodem ukončení provozu byly časté výpadky. Elektrobusy bylo nutné nahrazovat naftovými autobusy. [18]



Obrázek 8.: Bateriový elektrobus Zeus [18]

Na počátku roku 2014 byl do provozu zapůjčen elektrobus značky Siemens Rampini z rakouské Vídně. Obsluhoval trasu Poliklinika Petřiny – Vozovna Střešovice – Bořislavka a nabízel kapacitu čtyřiceti cestujících. Dobíjení se uskutečňovalo na konečné stanici díky dvoupólovému pantografovému sběrači za klidového režimu.

Elektrobusu nedělal dobře provoz v zimním období v kombinaci s kopcovitým reliéfem trasy. [18]

Kromě hlavního města se elektrobus nějakou dobu také využíval v jiných českých městech jako Pardubice, Brno a České Budějovice. [18]



Obrázek 9.: Elektrický autobus Siemens Rampini [18]

Taktéž ve stejném období dokonce na stejné lince proběhlo testování elektrobusu SOR EBN 8 z české produkce (SOR Libchavy). Jedná se o typ elektrobusu, který byl napájen z trakční baterie. Ty byly uloženy v zadní části vozu. Co se týče dobíjení, odehrávalo se hlavně v nočních hodinách ve střešovické vozovně. Doba nabíjení se odhaduje přibližně na 8 až 10 hodin. Provoz elektrobusu byl tedy během dne značně omezen z důvodu potřebné délky nabíjení. Na jedno nabití byl autobus schopen ujet až 150 km. V pražských podmínkách se jedná o nedostačující dojezdovou vzdálenost. Od pohledu se dá říct, že elektrobus lze těžce rozeznat od klasického naftového autobusu. [18]



Obrázek 10.: Elektrobus druhu SOR EBN 8 [18]

Přibližně o rok později v roce 2015 se po pražských ulicích začal pohybovat elektrobus SOR EBN 11. Byl v provozu na více linkách, konkrétně na čtyřech. Jako u SOR EBN 8 se baterie také nachází v zadní části vozidla. Nabíjení probíhá ve vozovně Střešovice v nočních hodinách. Elektrobus je vybaven pantografem, který je uložen na střeše. Ten slouží pro dobíjení z trolejového vedení tak, jako v případě trolejbusů. Dobíjení probíhá za klidového režimu, kdy vozidlo stojí. [18]



Obrázek 11.: Bateriový elektrobus SOR EBN 11 [18]

3.1.2 Současnost elektrifikace

Dopravní podnik hlavního města Prahy aktuálně testuje nebo již provozuje autobusy na elektrický pohon. S tím souvisí i testování různých typů dobíjení autobusů. Nejen Prahu, ale i další evropská velkoměsta čeká v blízké budoucnosti elektrifikace v oblasti veřejné dopravy. [19]

Jedním ze způsobů nabíjení elektrického vozidla je statické dobíjení. Tento typ dobíjení probíhá v klidovém stavu, kdy vozidlo stojí na místě. Na lince 109 z Palmovky do VÚ Běchovice zabezpečuje přepravu cestujících jeden elektrobus vybavený topením a klimatizací. Dobíjení vozidla probíhá během denních přestávek v obratišti Palmovka pomocí pantografového sběrače a dvoupólového trolejového vedení. V nočních hodinách je pak nabíjení realizováno prostřednictvím kabelu. [20]

Na lince 154 na trase Strašnická – Koleje Jižní Město se plánuje nasazení čtrnácti elektrických autobusů standardní délky 14 m. Dobíjení bude realizováno během denních přestávek a v nočních hodinách. V obou případech pomocí dvoupólového trolejového vedení a pantografového sběrače. Plánuje se i vybudování dobíjecí infrastruktury na Strašnické a Želivského. [20]

Při samotné jízdě vozidla je využíváno tzv. dynamické dobíjení. Tento typ dobíjení elektrobusu je uskutečňován na lince 140 z Palmovky do Miškovic. Zde jezdí jeden klimatizovaný elektrobus. Nabíjení probíhá za jízdy díky trolejovému vedení mezi zastávkami Kundratka a Kelerka, kde je největší stoupání z celé trasy. Možnost je i nabíjení v klidu v obratišti Palmovka pomocí kabelu. Na tuto linku se v budoucnu plánuje nasazení až patnácti nových kloubových bateriových trolejbusů. [20]

Na lince 119 na trase Nádraží Veveslavín – Letiště Václava Havla se též plánuje do budoucna nasazení nových bateriových trolejbusů. [20]

Město si investicemi do elektrifikace veřejné dopravy slibuje výrazné snížení úniku škodlivých látek pocházejících z provozu diesellových autobusů a snížení hluku. Obecně dojde ke zlepšení stavu v oblasti autobusové dopravy. [20]

3.2 Elektrobusy v Třinci

3.2.1 Počátky elektrobusů

Od 10. března 2017, jako součást Dne elektromobility, začalo na třineckých linkách městské hromadné dopravy jezdit deset nových elektrobusů značky Škoda Perun HE, které provozuje autobusový dopravce Arriva Morava a. s. Toho dne se město Třinec stalo největším provozovatelem elektrických autobusů v České republice. Doprava ve městě patří mezi faktory, které značně způsobují znečištění okolního prostředí a ovzduší. Pro vedení města je proto velmi důležité podniknout kroky, které by tento problém zčásti vyřešily. Kromě rozvoje elektromobility je snaha podporovat i železniční dopravu a cyklodopravu. Lze očekávat, že v blízké budoucnosti se flotila elektrických autobusů rozšíří. [21] [22]

Elektrobusy nakoupila společnost Arriva Morava a. s. Nákup elektrických autobusů proběhl výrazně z evropských fondů. Evropská unie přispěla celkem sto patnácti miliony korun, což představuje 85 % celkové ceny. Nový elektrobus je 2,5krát dražší než autobus na nafový pohon. V blízké době se očekává vyhlášení nového dotačního programu z fondů Evropské unie. [22]

Město společně ve spolupráci s autobusovým dopravcem Arriva Morava a. s. do budoucna plánuje nákup dalších elektrobusů. Tento krok je nezbytný, jelikož se město dlouhodobě potýká s problémy v oblasti životního prostředí. Velkou předností vozidel je právě nulová produkce emisí. [22]



Obrázek 12.: Elektrobus zachycen na Dni elektromobility v Třinci [21]

3.2.2 Charakteristika elektrobuse Škoda Perun HE

Elektrobuse značky Škoda Perun HE s celkovou délkou dvanácti metrů poskytují maximální kapacitu až 75 pasažérů. Všechny vozy jsou klimatizované a nízkopodlažní. Nabízejí tedy bezbariérový vstup celým vozidlem bez nutnosti zdolávání schodů. [21] [22]

Důležitým aspektem je dojezdová vzdálenost. V tomto případě je vozidlo schopno urazit jen 150 km na jedno nabití. Samozřejmě záleží na typu terénu a zatížení vozidla. Při stoupání logicky dochází k rychlejšímu úbytku energie než při jízdě na rovinném úseku. Vůz je schopen vykonat tzv. rekuperaci. Při brždění vozidla dochází ke zpětnému nabíjení baterií. Celkově plné dobíjení baterie v garážích trvá přibližně pět hodin. Mimo jiné je autobus připraven pro doplnění z automatizovaného bezoblužného zařízení pro rychlé dobíjení pomocí pantografu nebo sloupu. K rychlonabíjení by docházelo na autobusových zastávkách. Tato infrastruktura bohužel není v Třinci k dispozici. [23]

3.2.3 Využití v MHD

Městskou hromadnou dopravu v Třinci zabezpečuje autobusový dopravce Arriva Morava a. s. Provozuje celkem 17 linek na území města. Obsluhu zajišťují elektrické a naftové autobusy. [24]

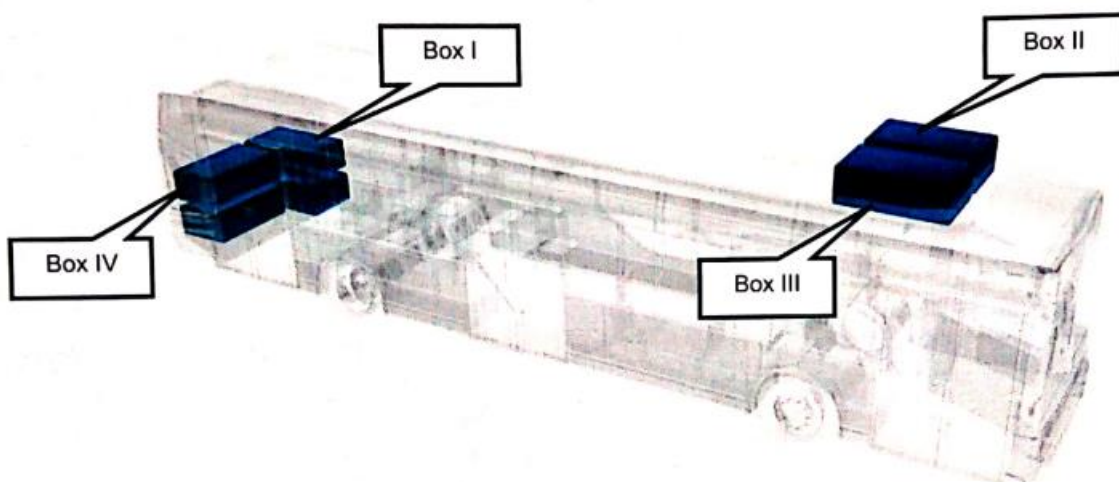
V pracovních dnech jsou elektrobuse nasazovány v dopravních špičkách v brzkých ranních, poté v poledních a odpoledních hodinách na linkách 701, 702, 703, 704, 705, 707, 708, 709, 710, 711, 715 a 717. Zajišťují hlavně obsluhu centra města a také obsluhu zastávek u dvou nemocnic. Neplatí to ale vždycky. Vzhledem k časům v jízdních řádech a z provozních důvodů dochází ke střídání nasazení elektrobuse s dieselovými autobusy na linkách. Na zbylé linky 706, 712, 713, 714 a 716 jsou nasazovány dieselové autobusy zajišťující přepravu cestujících v okolních částech města a vesnic. Je zde patrná snaha omezit provoz autobusů na spalovací motor převážně v centru města. [23]

Co se týče víkendů a svátků, tam je využití elektrobuse velmi podobné jako v pracovních dnech. [23]

Díky povinným přestávkám, které musejí řidiči dodržovat z důvodu legislativy a bezpečnosti, dochází k dobíjení elektrobusů i během dne. Hlavní nabíjení elektrických autobusů probíhá v pozdních odpoledních hodinách, hlavně ale v noci. [23]

3.2.4 Uložení baterií v elektrobusu

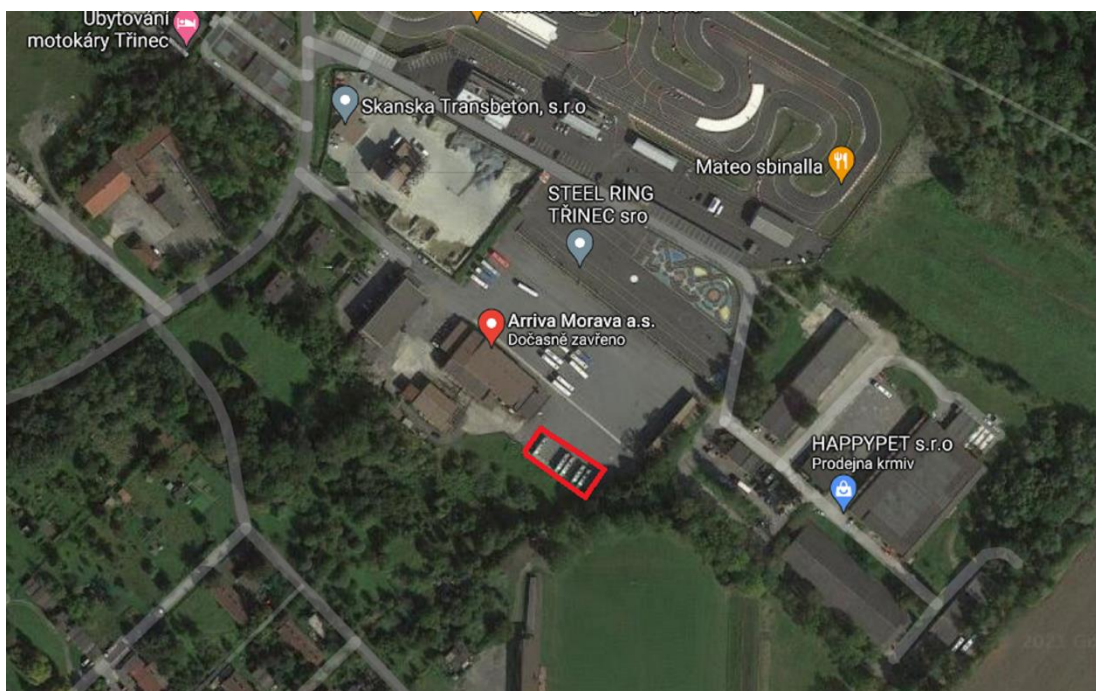
Nedílnou součástí elektrobusu jsou trakční baterie. Jsou umístěné ve čtyřech oddělených sekcích. Dvě lze zpozorovat na střeše v přední části vozu. Zbývající dvě jsou uloženy v zadní schránce zavřené víkem. Tato schránka je ještě navíc vybavena detektorem požáru. O případném zdroji kouře a otevření víka se řidič dozví na jednom z displejů. Všechny čtyři bateriové boxy jsou vybaveny chladícím zařízením. [25]



Obrázek 13.: Umístění všech bateriových boxů [25]

3.2.5 Nabíjecí infrastruktura

Možnost dobíjení elektrobusesů nabízí nabíjecí stanice umístěné v depu městské části na Borku patřící autobusovému dopravci Arriva Morava a. s.



Obrázek 14.: V červeném obrazci je vyznačeno místo parkování elektrobusesů [26]



Obrázek 15.: Elektrobusesy zachyceny při dobíjení v depu na Borku [autor]



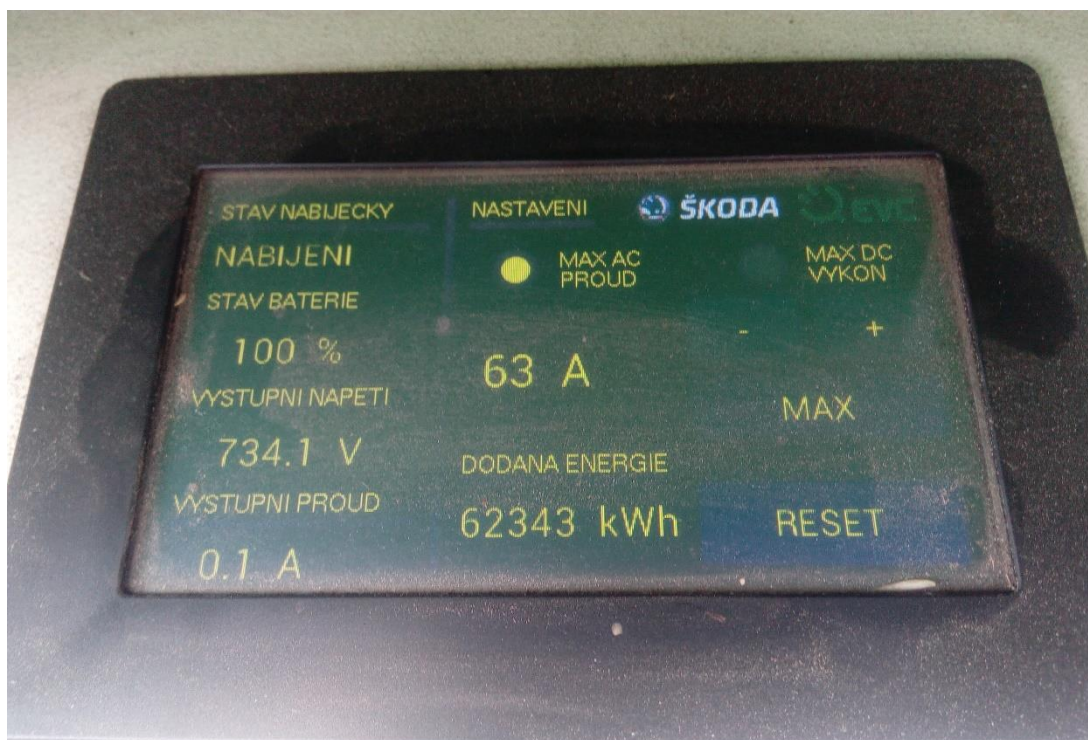
Obrázek 16.: Elektrobus zachycen při nabíjení z nabíjecí stanice č. 3 [autor]



Obrázek 17.: Dobíjecí zásuvka na boční straně elektrobusu [autor]



Obrázek 18.: Ovládací panel nabíjecí stanice [autor]



Obrázek 19.: Dotykový displej nabíjecí stanice [autor]

4 Přínosy elektromobility pro MHD – environmentální aspekty, zhodnocení

V této části bakalářské práce budu posuzovat silné a slabé stránky elektromobility ve veřejné dopravě. Budou probrány příležitosti a skutečnosti, které hrají ve vývoji elektromobility hlavní role.

Obecně by se dalo říct, že Česká republika patří mezi silně průmyslové země. Mezi hlavní průmyslová odvětví lze zařadit strojírenství, hutnictví, potravinářství i chemický průmysl. Průmysl zde lze považovat za páteřní síť českého hospodářství. Je ale fakt, že zcela značně má negativní dopad na životní prostředí. A tento problém znečišťování řeší celý svět. Průmysl v tomto ohledu není sám. Devastaci okolní krajiny způsobuje také výstavba silnic, dálnic, případně letišť. Nepomáhají k tomu ani lodě, letadla, silniční automobily a autobusy, které při provozu vypouštějí škodlivé látky do okolí. Nelze zapomenout ani na energetiku, kde hlavně uhelné a jaderné elektrárny silně zatěžují životní prostředí.

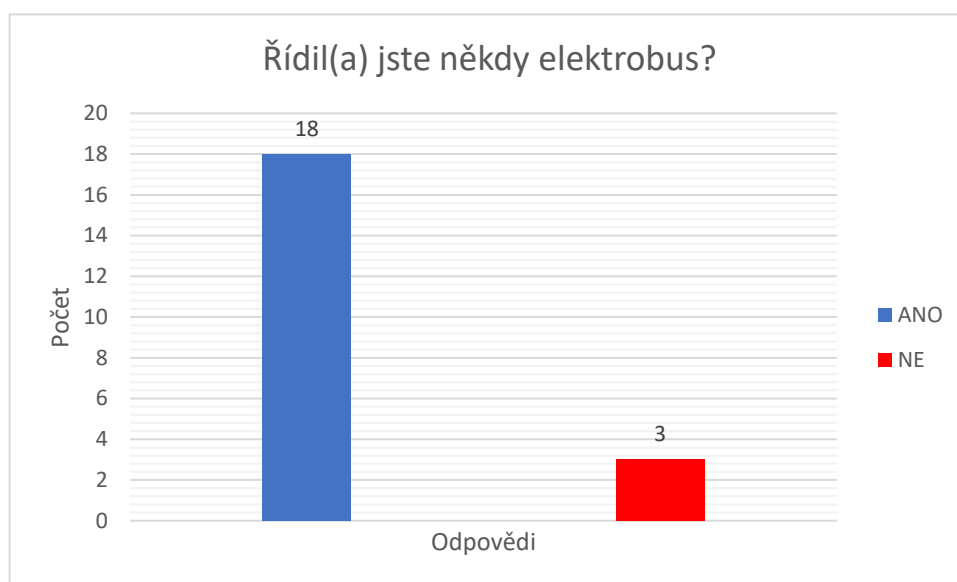
S tímto globálním problémem se potýkají téměř všude ve světě. Otázka zní, jak tento problém znečišťování životního prostředí vyřešit. Jedním z fenoménů dnešní doby je zavádění elektromobility, tedy vozidel, která jsou vybavena motorem na elektrický pohon. Velkou předností je nulová produkce škodlivých látek při jízdě elektromobilu. Naopak nevýhodou je omezená životnost baterie a její následná recyklace.

K prosazení elektromobility došlo v silniční dopravě, později dokonce i v městské hromadné dopravě. Dalo by se říct, že elektrobusy jsou doplňkem k tramvajím a trolejbusům taktéž využívající elektrickou energii. Tramvaje a trolejbusy spotřebovávají elektřinu přímo z vnějšího zdroje při jízdě. Elektrobusy dokážou využívat elektrickou energii jak z dobíjecí stanice, tak i během jízdy. K vybudování dobíjecí infrastruktury je zapotřebí nalézt potřebnou plochu. Ideálně, kde se autobusy shlukují, a to depo či garáže. Další možností je postavení nabíjecí infrastruktury přímo na autobusových zastávkách. V případě dobíjení během jízdy elektrobusy využívají trakční vedení vybudované především pro tramvaje a trolejbusy.

4.1 Vyhodnocení dotazníku pro řidiče autobusů v Třinci

Na území města Třince v depu společnosti Arriva Morava a. s. na Borku jsem se rozhodl vytvořit anonymní dotazník určený pro řidiče autobusů. Pro společnost pracuje přibližně 40 řidičů. Od nasazení elektrobuses v roce 2017 je tedy velká pravděpodobnost, že většina řidičů alespoň jednou měla možnost řídit elektrobuses a udělat si nějaký názor či pohled na toto vozidlo.

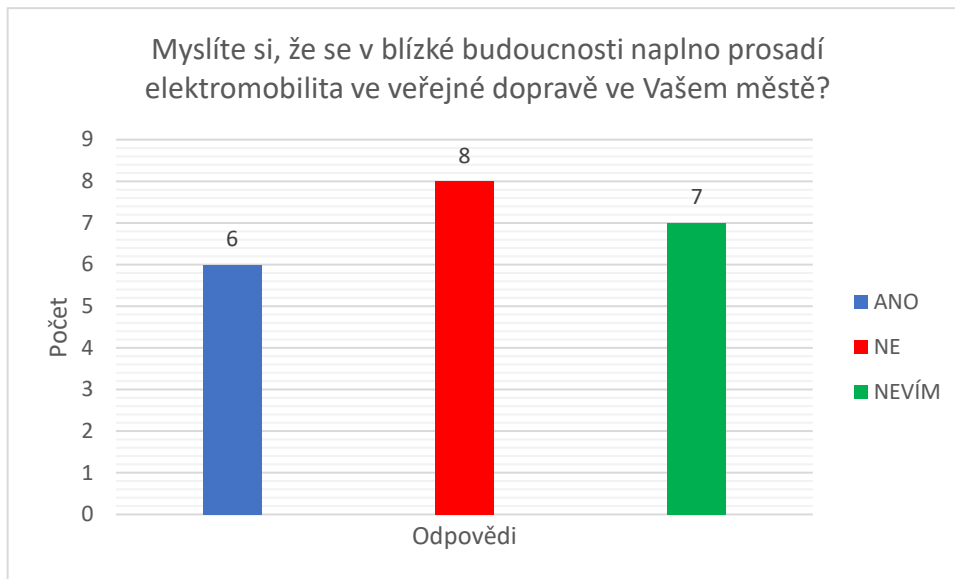
Anonymní dotazník vyplnila polovina respondentů, konkrétně dvacet jedna. Kromě klasických otázek směřujících na pohlaví, věk a zkušenosti řidiče byl především zkoumán osobní postoj řidičů k elektrickému autobusu. Kromě mužů se dotazníku zúčastnily i dvě osoby opačného pohlaví.



Obrázek 20.: Porovnání řidičů řídící aspoň jednou elektrobuses [autor]

Na základě předchozího obrázku lze říct, že více než polovina dotázaných řidičů, konkrétně osmnáct, alespoň jednou řídila elektrobuses. Tento poznatek je velice důležitý pro další zpracování.

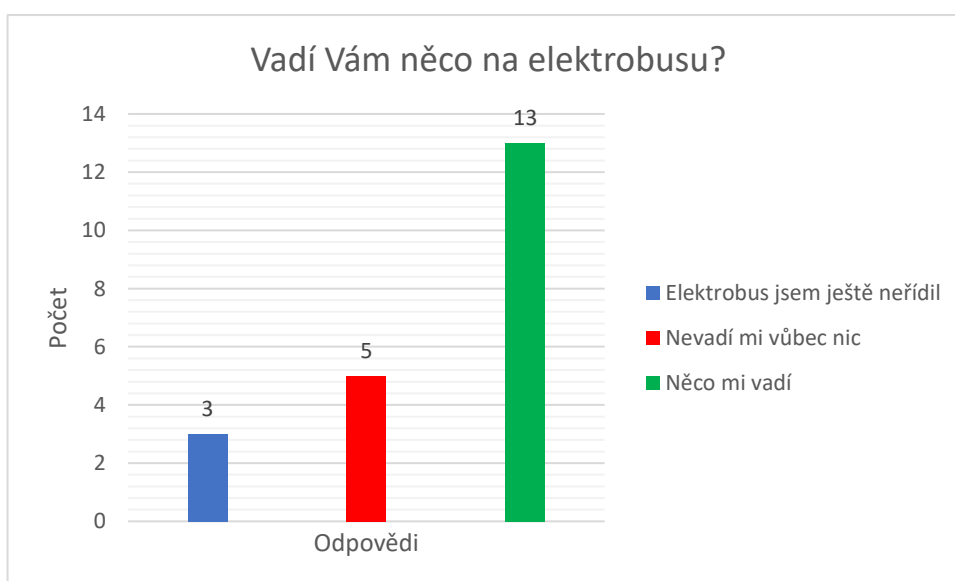
Další část dotazníku je věnována řidičům a jejich pohledu na budoucnost elektromobility ve veřejné dopravě ve městě Třinec.



Obrázek 21.: Pohled řidičů ohledně budoucnosti elektrobusů v Třinci [autor]

Zde jsou pohledy jednotlivých řidičů značně rozdílné. Těsně vyhrává názor řidičů, že v blízké budoucnosti se naplno neprosadí elektromobilita ve městě Třinec. Šest řidičů si myslí, že dojde časem k plné elektrifikaci veřejné dopravy. Zbývajících sedm dotázaných nemá tušení, jestli dojde k dalšímu vývoji elektromobility. Z toho lze usuzovat, že řešení problematiky elektromobility je teprve na začátku dlouhé cesty.

Další dotaz na řidiče autobusů směřoval přímo na samotný elektrobus, který řídili. Hlavní myšlenkou bylo zjistit, zda řidiči mají k elektrobusu nějaké výhrady.



Obrázek 22.: Reakce řidičů na samotný elektrobus [autor]

Je překvapivé, že více než polovina řidičů zaujímá negativní postoj k elektrobuse, a to konkrétně třináct. Bylo zjištěno mnoho negativních skutečností. Mezi největší problémy patří jízdní vlastnosti elektrobuse. Tím, že je elektrobuse těžší než autobus na spalovací motor, má za následek těžké řízení. Ve skutečnosti náročné točení volantem.

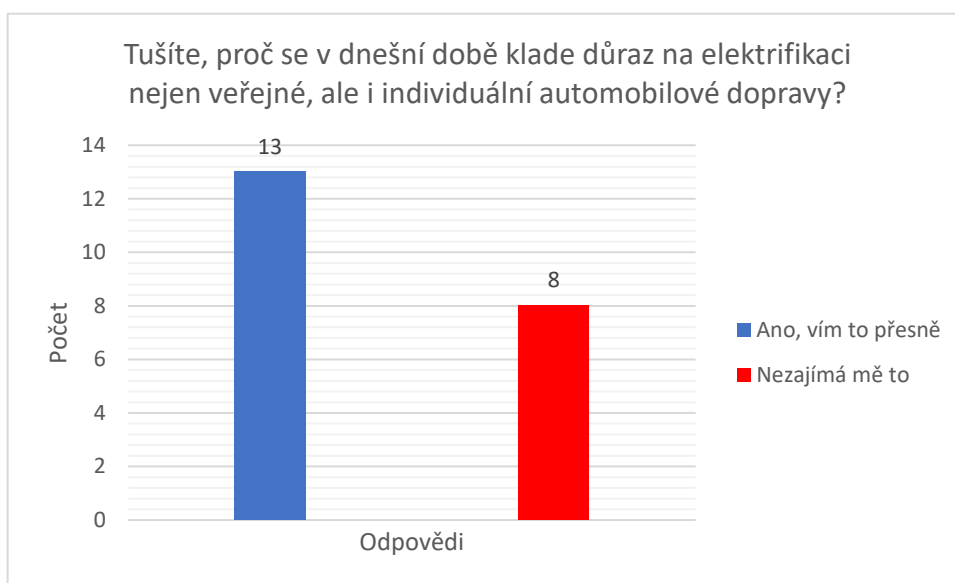
Dalším problémem je krátká dojezdová vzdálenost. Elektrobuse Škoda Perun HE je schopen na jedno nabití ujet jen sto padesát kilometrů.

Většina dotázaných si také stěžovala na nespolehlivost, poruchovost a časté závady elektrobuse.

Jiným problémem je vytápění elektrobuse v zimním období. Pro vytápění slouží nezávislé naftové topení.

Dalším zmíněným nedostatkem bylo nepohodlí pro cestující, tedy malý počet míst k sezení. Elektrobuse disponuje samou elektronikou v prostoru pro řidiče. Řidiči mají k dispozici dotykové displeje. Ne každému toto vybavení vyhovuje.

V posledním kroku byli řidiči dotázáni, proč se v současné době klade důraz na elektrifikaci nejen veřejné, ale i individuální automobilové dopravy.



Obrázek 23.: Pohled řidičů v oblasti zavádění elektrobuse [autor]

Je velmi zajímavé, že skoro třetina dotázaných řidičů netuší, proč se zavádí elektrobusy ve veřejné dopravě. Snaha o prosazení elektromobility je hlavně kvůli ochraně životního prostředí a ovzduší.

Na základě získaných odpovědí můžeme říct, že převládají negativní pohledy nad pozitivními v oblasti vlastností elektrických autobusů. Výhodou je samozřejmě nulová uhlíková stopa a tím šetrnost vůči životnímu prostředí. Kvůli tomuto je právě záměr prosazování „čisté“ nejen veřejné, ale i osobní individuální dopravy. Další stránkou věci jsou konstrukční záležitosti a vybavení vozidel. Z výsledků dotazníků je jasné, že v této oblasti elektromobilita pokulhává. Bude zapotřebí se zaměřit na tyto nedokonalosti, abychom nejen řidičům, ale hlavně pasažérům nabídli během cestování elektrobusem pohodlí a komfort. Budou tady vždycky lidé, kteří nejsou zrovna zastánci elektromobility. To platí i v řadách řidičů elektrobusů. Docela zarážející je neznalost řidičů v oblasti využívání a prosazování elektromobility ve veřejné dopravě. Pracovníci využívající určitý pracovní nástroj by měli mít ponětí o tom, proč ho zrovna využívají.

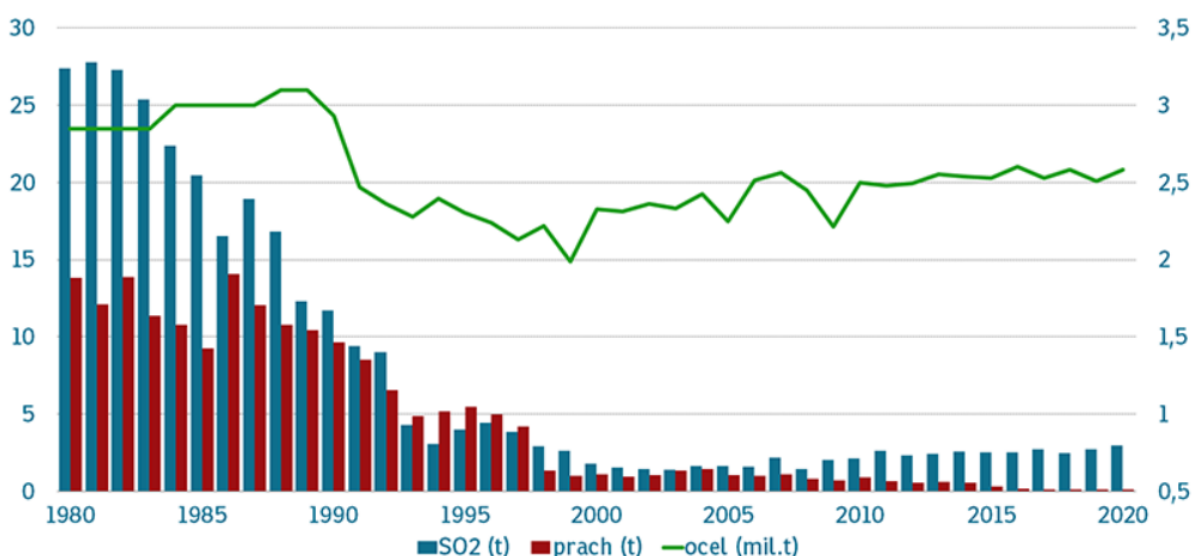
Netuším, zda vedení společnosti Arriva Morava a. s. řeší zmíněné nedostatky s řidiči formou nějakého dotazníku, kde zkoumá a šetří spokojenost svých zaměstnanců (řidičů). Myslím si, že v případě vlastností elektrobusů s tím autobusový dopravce nemůže moc co dělat. Výroba vozů probíhá v jiných podnicích a dopravce za vybavení a vlastností elektrických autobusů nezodpovídá. Spíš bych řekl, že je potřeba si zvyknout na samotný elektrobus. Starší řidiči s tím mohou mít problém. Ovšem mladší generace nastupujících řidičů nevnímá moderní technologie v podobě např. dotykových displejů jako překážku.

Anonymní dotazník byl realizován na území Třince. Co se týče města Prahy, vzhledem k více druhů veřejných hromadných prostředků a tím pádem několikanásobnému počtu řidičů by realizace dotazníku byla náročná.

4.2 Posouzení stavu ovzduší na Ostravsku

Širokou veřejností je známo, že ostravský region trápí ne příliš příznivý stav životního prostředí a ovzduší. Významným zdrojem je rozšířená průmyslová výroba. Není divu, že Ostrava zaujímá v žebříčku nejznečištěnějších měst v České republice

přední místa. Velmi podobně je na tom i několik kilometrů vzdálený Třinec. Zde značně zatěžuje okolní prostředí výrobní společnost Třinecké železářny. S příchozím globálním tématem ochrany životního musí firma podniknout kroky, které by do budoucna negativní vliv na životní prostředí omezily. Myslím, že je důležité nastavit limity dovoleného vypouštění emisí do ovzduší a v budoucích letech limity postupně snižovat. Společnosti by měly samy přicházet s plány nebo projekty, které budou směřovat ke snížení produkcí emisí.



Obrázek 24.: Uvolněné emise do ovzduší (tuny/rok) [27]

Předcházející obrázek [obrázek č. 24] znázorňuje hodnoty vypouštěných emisí do okolního prostředí v Třineckých železářnách. Už od 80. let minulého století jsou vidět úspěšné snahy o snižování škodlivých látek. Od roku 1980 do roku 2000 je rozdíl ve vypouštění oxidu siřičitého přibližně o dvacet tun. V současné době se hodnoty SO₂ drží těsně pod hranicí jedné tuny. Bohužel se ještě nedaří vyřešit problém ohledně výroby oceli. Při výrobě se uvolňuje stále spousta emisí do ovzduší.

4.3 Jsou elektrobuses řešení?

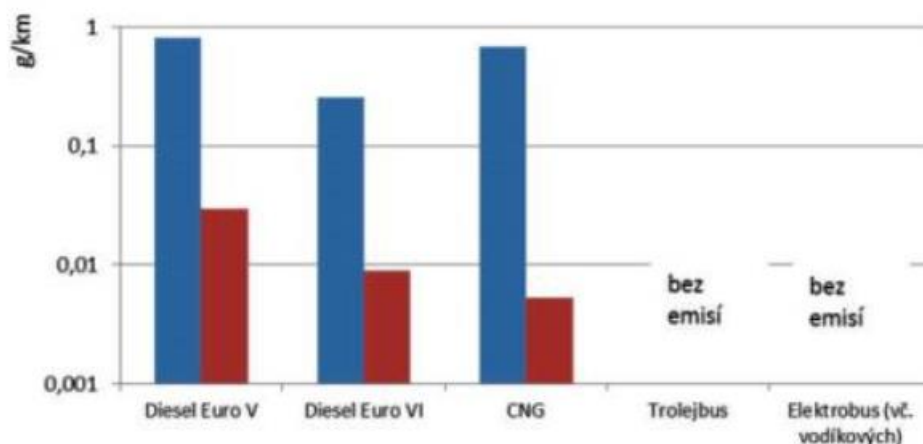
K částečnému vyřešení problému v oblasti ochrany životního prostředí má dopomoci flotila elektrobuses. Jak už bylo dříve řečeno, autobusy na elektrický pohon obsluhují Třinecko od roku 2017. Město se tímto zařadilo mezi první města v České republice, která vlastní větší počet autobusů na elektrický pohon. Ale „čistá“ veřejná doprava jen velmi mírně ovlivní stav ovzduší. K výraznějšímu zlepšení stavu životního

prostředí bude zapotřebí úplná elektrifikace veřejné dopravy i osobní individuální dopravy. Otázka zní, jestli se na to město dokáže připravit. Velmi důležitá je finanční stránka věci. Veřejnou dopravu určitě z velké části zafinancují fondy Evropské unie. Cena nebude zrovna nízká. Kromě vozidel bude potřeba také vybudování dobíjecích stanic. Momentálně má každý elektrobus přidružen svou vlastní dobíjecí stanicí. K výstavbě dalších nabíječek bude potřeba zajistit dostatečný prostor. Je k zamyšlení, jestli odstavit všechny autobusy na dieselový pohon. Určitě by nebylo na škodu ponechat si pár kusů dieselových autobusů. Důvod je jednoduchý. Je docela reálné, že může během provozu dojít k poruše elektrobusu. Dieselové autobusy by mohly plnit roli náhradního spoje místo poškozeného elektrického autobusu. Výrazně starší dieselové autobusy nebudou v takové míře využívány. Bude se muset vyřešit problém jejich místa odstavení. Ve vozovém parku těžko naleznou využití. Jednou z možností je postupně rozebrání autobusu a použitelné díly nebo části mohou nalézt další využití.

S blížící se elektrifikací veřejné dopravy v budoucích letech nejen v Třinci, ale i v dalších městech České republiky se logicky nepředpokládá pořizování a nákup dieselových autobusů. I samotná výroba bude zřejmě z velké části omezena či zastavena. Všechno nasvědčuje tomu, že za pár let zde nebudeme mít městskou hromadnou dopravu využívající dieselový pohon.

4.4 Emise jako produkt znečištění okolí

Vozidla ke svému správnému fungování na silnicích potřebují pohonnou hmotu. Mezi nejvyžívanější pohony v současnosti patří benzín a nafta. Na bázi těchto pohonů automobily produkují plyny, které znečišťují okolní prostředí. Alternativou k těmto typům vozidel se pomalu stávají automobily na elektrický pohon, které nevypouští žádné emise do okolí.



Obrázek 25.: Srovnání hodnot vypouštěných emisí různých typů pohonů pro autobusy [28]

Na obrázku [Obrázek č. 25] modré sloupce znázorňují škodlivé látky oxidy dusíku. Červené sloupce prezentují prachové částice. Jejich vysoká koncentrace ve vzduchu má značný negativní vliv na životní prostředí.

Lze upozorovat, že u elektrických autobusů a u trolejbusů je produkce oxidu dusíku a prachových částic nulová. To už neplatí u autobusů využívající diesel a CNG (stlačený zemní plyn), kde se produkce zejména oxidu dusíku pohybuje těsně pod hranicí jednoho gramu na jeden ujetý kilometr. Významným zdrojem těchto částic není jen doprava, ale také například uhelné elektrárny, zemědělství a těžba uhlí.

4.5 „Zelená“ Praha za 10 let?

Většina měst v České republice se potýká se znečištěným životním prostředím. S tímto problémem se potýká také hlavní město Praha. Není tedy překvapení, že se plánují a připravují různé kroky, které si kladou za cíl zlepšit stav životního prostředí a ovzduší. Kroky jsou formulovány v různých dokumentech jako např. „Klimatický plán hlavního města Prahy do roku 2030“.

Tabulka 1.: Přímé a nepřímé emise oxidu uhličitého ze spotřeby energie [29]

Rok 2010	Rok 2030
8,8 milionu tun	4,8 milionu tun

Přesně o čtyřicet pět procent má během dvaceti let dojít ke snížení přímých a nepřímých emisí ze spotřeby energie na území hlavního města Prahy. Z toho lze odhadovat, že v roce 2050 se bude hodnota emisí blížit k nule.

Tabulka 2.: Spotřeba elektřiny, tepla a paliv [29]

Rok 2010	Rok 2030
24 terawatthodin	21 terawatthodin

Spotřeba elektřiny, tepla a paliv se má do roku 2030 snížit o dvanáct procent.

Tabulka 3.: Výroba energie ve formě tepla a elektřiny [29]

Rok 2010	Rok 2030
0,4 terawatthodin	2,3 terawatthodin

Celkem o čtyři sta sedmdesát procent se má zvýšit výroba energie ve formě tepla a elektřiny z obnovitelných zdrojů.

Tabulka 4.: Celkové odhadované náklady za energii všech spotřebitelů [29]

Rok 2010	Rok 2030
50 miliard korun	50 miliard korun

Myslím, že co se týče dopravy ve městě v roce 2030, tak se dá očekávat explozivní nárůst cestujících využívajících veřejnou dopravu, a to v řádech několika

milionů za rok. Autobusy na naftový pohon už budou minulostí. Veřejnou dopravu budou hlavně zabezpečovat tramvaje, trolejbusy, elektrobusy a případně další prostředky na jiný alternativní pohon. Počet těchto bezemisních veřejných dopravních prostředků naroste o stovky kusů. S tím samozřejmě naroste i počet dobíjecích stanic pro veřejnou dopravu a osobní individuální dopravu.

Tabulka 5.: Přínosy a náklady plánu pro rok 2030 [29]

	Snížení emisí CO ₂		Náklady na realizaci (mil. Kč)	
	(%)	(t/rok)	Celkem	Z toho dotace
Energetika a budovy	39,64	3 506 039	174 061	146 689
Využití bioodpadu k výrobě	-	-	600	240
Komerční doprava	4,73	418 390	10 880	4 930
Veřejná doprava	0,80	70 396	45 000	24 225
Vozový park	0,09	7 682	460	184
Celkem	45,3	4 002 507	231 001	176 268

Z tabulky [Tabulka č. 5] lze pozorovat, že v roce 2030 má dojít ke snížení škodlivých látek přibližně o 45,3 % na území města Prahy. Velká většina emisí pochází z oblasti energetiky, průmyslu a veřejného osvětlení. V oblasti dopravy dojde ke snížení o necelých šest procent. Lze vidět, že rozdíly ve snížení hodnot škodlivin do okolí mezi těmito dvěma odvětvími jsou obrovské. U průmyslu to dělá přibližně tři a půl milionu tun. U dopravy je to necelých pět set tisíc tun. S tím souvisí i náklady na realizaci. Aby časem došlo k uskutečnění změn, budou zapotřebí vysoké náklady. Odhadované investice se pohybují okolo 230 miliard korun. Více než polovina bude pocházet z dotačních programů Evropské unie. Do oblasti dopravy, zejména do veřejné dopravy, bude zapotřebí vložit okolo 50 miliard korun.

V oblasti veřejné dopravy bude kladen důraz na rozvoj elektromobility v autobusové městské hromadné dopravě. Nevyhnutelné je i rozšíření vozových parků pro bateriové autobusy i autobusy na vodík.

V rámci Pražské integrované dopravy bude snaha o rozvoj městské a příměstské kolejové dopravy. Konkrétně ve zvyšování výkonů kolejových vozidel a zvýšení kapacity tratí.

Komerční sféru čeká podobná obměna jako u veřejné dopravy. Očekává se, že elektromobily postupně vytlačí ze scény vozy na benzínový a dieselový pohon.

Vzhledem k velmi husté dopravní síti v centru Prahy bude snaha o rozmach v oblasti pěší a cyklistické dopravy.

Tabulka 6.: Plánované náklady na snížení emisí CO₂ ve veřejné dopravě [29]

	2022	2024	2026	2028	2030
Investice (mil. Kč)	300	1 500	1 800	2 100	2 850
Snížení emisí CO₂ (t/rok)	825	4 402	10 729	18 156	27 510

Jednotlivé hodnoty snížení emisí oxidu dusičitého jsou znázorněny v předcházející tabulce [Tabulka č. 6]. Plánované finanční prostředky se investují do rozvoje elektromobility v autobusové městské hromadné dopravě. Pořízení elektrobusů bude mít za následek postupné snižování škodlivých látek. Je vidět snaha investování nemalých částek do elektromobility. Poměrně vysoké částky budou pocházet z evropských fondů. Velmi pozitivní je pohled na vzestupnou tendenci hodnot snižování emisí. Je to samozřejmě nezbytné pro přiblížení se cíle stát se do budoucna městem bez emisí.

Tabulka 7.: Plánované náklady na snížení emisí CO₂ v automobilové dopravě [29]

	2022	2024	2026	2028	2030
Investice (mil. Kč)	75	250	300	350	375
Snížení emisí CO₂ (t/rok)	5 181	27 199	55 694	90 665	129 521

Lze porovnat náklady a plánované snížení emisí v oblasti elektrické autobusové městské hromadné dopravy [Tabulka č. 6] a elektromobility v osobní individuální dopravě [Tabulka č. 7]. Obrovské rozdíly jsou ve snížení emisí. Automobilová doprava produkuje několikanásobně více škodlivých látek než veřejná doprava.

K rozvoji elektromobility v automobilové dopravě bude také zapotřebí nalézt volné plochy, kde dojde k vybudování veřejných dobíjecích stanic. Nabíječky pro osobní automobily zaberou docela dost místa. Jednou z možností je vybudování speciálních ploch, kde řidiči budou mít možnost elektromobil zaparkovat a nechat nabíjet. Jednalo by se o plochy na okraji města, kde by bylo k dispozici stovky nabíječek. Jiná varianta je uložení nabíječek na parkovištích nebo v podzemních garážích. V tomto případě by počet nabíječek byl výrazně nižší. Velmi důležitým aspektem bude bezpečnost nabíječek. Vandalství veřejných prostor patří mezi časté problémy.

Pro zajímavost lze uvést další sféru, kde se budou investovat poměrně velké finanční prostředky. Pěší a cyklistická doprava bude mít za úkol odlehčit už tak špatné situaci na pražských ulicích. Je známo, že dopravní kolapsy jsou častou záležitostí. S tím souvisí i volná kapacita parkovacích míst. Praha se s tímto problémem potýká již delší dobu. Investice do pěších a cyklistických stezek je tedy správou možností, jak z části předejít častým kongescím a omezit provoz automobilové dopravy.

Tabulka 8.: Plánované náklady na snížení emisí CO₂ v cyklo dopravě [29]

	2022	2024	2026	2028	2030
Investice (mil. Kč)	280	700	840	910	1 120
Snížení emisí CO₂ (t/rok)	2 139	8 554	16 395	25 306	35 642

Rozvojem infrastruktury v oblasti cyklistické dopravy se podíl automobilové dopravy sníží. Investiční plán do této sféry je jednoduchý. Opět ulevit životnímu prostředí od výfukových plynů, které jsou produkovány osobními automobily. Výstavba nových cyklostezek je v blízké budoucnosti nevyhnutelná. Tuto změnu uvítají amatérští nadšenci cyklistiky, kteří budou moci jezdit po nově vybudovaných či zrekonstruovaných cyklotrasách.

4.6 Problematika baterie

Životnost lithium-iontové baterie je jedna z problematik, které se momentálně řeší. U každého prostředku či věci chceme, aby díly nebo části vydržely co nejdéle dobu v optimálním a použitelném stavu. Opotřebení materiálu je přirozená věc a jinak to není ani u baterií v elektrobusech, obecně v oblasti elektromobility. V elektrických autobusech budou uloženy baterie s vysokou kapacitou. Čím vyšší bude kapacita baterie, tím déle při provozu vydrží. Při obsluhování cestujících veřejnou dopravou ve městě ujedou elektrické vozy dlouhé vzdálenosti. Po několikahodinové směně a ujetých několika kilometrech dochází k postupnému vybíjení baterie, a proto je zapotřebí ji opětovně nabíjet. Nabíjení baterií s velkokapacitním úložištěm bude trvat v řádech několika hodin. Autobus bude proto zapotřebí někde odstavit. V tomto případě na místo s dobíjecí infrastrukturou, nejlépe v garážích.

Dle různých typů elektrobusů dle způsobu nabíjení budou existovat i vozy obsahující baterii s nižší kapacitou. Spotřeba energie v baterii bude při provozu rychlejší. V tomto případě se bude autobus nabíjet přímo na zastávkách, kde bude vybudována speciální dobíjecí infrastruktura. Na zastávkách tráví krátkou dobu a během tohoto dochází k nabíjení. Musí být zajištěno, aby při jízdě mezi zastávkami nedošlo k vybití.

Jak již jsem zmiňoval, životnost baterie je omezená. Je otázka, na jak dlouhou dobu bude schopna vydržet do chvíle, kdy ji bude zapotřebí vyměnit za novou baterii. Výroba a pořízení baterie nebude zrovna levnou záležitostí. Ideální je vyrábět baterie, které poslouží několik let. Může k tomu například dopomoci vývoj nových technologií a postupů. Baterie budou čím dál kvalitnější a odolnější.

S kvalitou a výdrží baterie také souvisí materiál, ze kterého se baterie vyrábí. Je otázkou, zda využívaného materiálu pro výrobu baterií je nebo bude vůbec v budoucích letech dostatek. Může nastat období, kdy baterie nebude z čeho vyrobit. To je ale předčasné tvrdit. Vývoj technologií, a to nejen v dopravě, ale v různých oborech, je velmi intenzivní. Baterie, které známe dnes, již za pár let nemusí existovat.

Další myšlenka je, jak naložit s baterií, která již dosloužila. Recyklace v tomto případě je problematická. S dalším využitím baterie je to docela složité. Možností je třeba nalézt způsob, jak obnovit její funkčnost či alespoň její některé části. Objevení

oblasti nebo oboru, kam by se daly využít zbytky baterií, by bylo velmi příjemné. Zamezili bychom postupně obrovskému nahromadění zbytků nevyužitelných baterek.

4.7 SWOT analýza

V nadcházející části práce bych chtěl na základě SWOT analýzy [Tabulka č. 9] zhodnotit hlavní silné a slabé stránky v oblasti elektromobility, s tím i spojené příležitosti a hrozby, ve vazbě na kvalitu MHD. Vypracování SWOT analýzy má ukázat závěr, zda prosazování elektromobility má budoucnost či nikoli. Budu hlavně vycházet z kritéria dopadu na životní prostředí (norma EN 13816), jehož jednotlivá subkritéria roztřídit do jednotlivých políček.

Tabulka 9.: SWOT analýza elektromobility [autor]

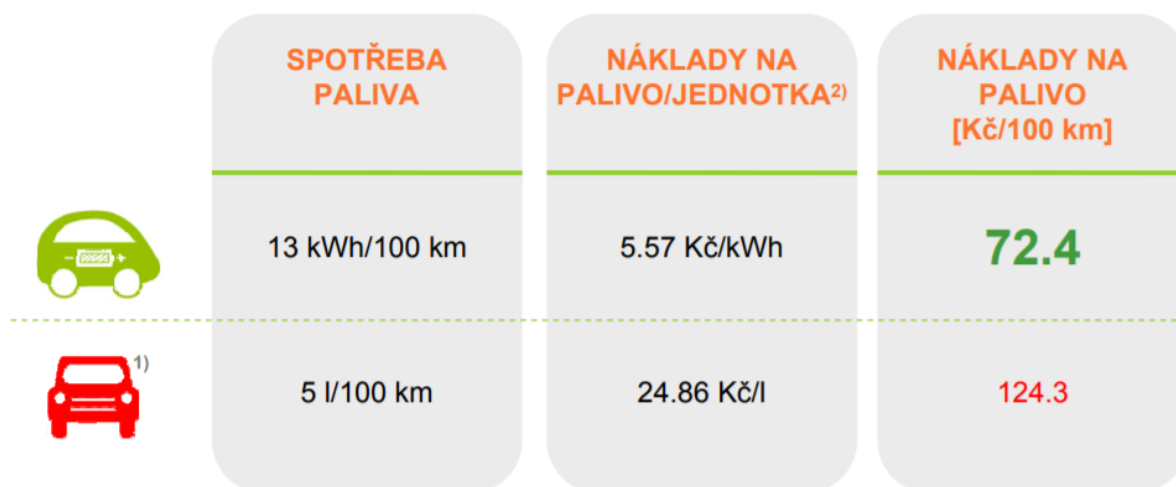
	POMOCNÉ	ŠKODLIVÉ
VNITŘNÍ	<p>STRENGTHS (silné stránky)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Žádné znečištění výfukem • Nižší hlučnost, vibrace • Nižší provozní náklady • Postupné prosazování elektromobility nejen do veřejné dopravy 	<p>WEAKNESSES (slabé stránky)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uvolňování nepřímých emisí do okolí • Vlastnosti elektrobusu (krátký dojezd, těžké řízení) • Přírodní zdroje • Odpad, špína, prach • Požadavky na dostupné zdroje
VNĚJŠÍ	<p>OPPORTUNITIES (příležitosti)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zlepšení kvality ovzduší a snížení hluku v okolí • Nové podnikatelské příležitosti • Myšlenky budoucího rozvoje infrastruktury 	<p>THREATS (hrozby)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Málo rozvinutý trh • Problematika ohledně recyklace baterií • Následné využití opotřebovaných baterií

4.7.1 Silné stránky

Zdrojů znečišťování životního prostředí je mnoho. Jedním z nich je doprava. Ta patří mezi oblasti, která má největší podíl na znečištění ovzduší a okolního prostředí. Automobily jezdící na fosilní paliva se v současnosti stávají překážkou. Abychom tuto překážku překonali, tak je potřeba nalézt nějaká řešení. Éru dieselových a benzinových dopravních prostředků v blízké budoucnosti nahradí vozidla na elektrický pohon.

Dle mého názoru je hlavním důvodem, proč dochází k postupnému prosazování elektromobilů, nejen ve veřejné dopravě, bezpochyby nulová produkce škodlivých látek do okolního prostředí. Dopomůže to i k celkově lepšímu způsobu života obyvatel ve městech, která budou čistější. Problém s horším stavem ovzduší bude samozřejmě přetrvávat v průmyslových městech, jelikož průmyslová výroba má taktéž negativní dopad na životní prostředí.

Další pozitivní skutečností jsou náklady při samotném provozu vozidla. Dovolil jsem si uvést jeden příklad, který lze vidět na nadcházejícím obrázku [Obrázek č. 26].



Obrázek 26.: Srovnání nákladů na pohonné látky elektromobilu a vozidla (benzín) [30]

1) Škoda Fabia 1.4 63 kW, 2008

2) Průměrné náklady leden-duben 2009

Lze upozorovat srovnání finančních nákladů na pohonné látky elektromobilu a automobilu na fosilní paliva, konkrétně na benzín. Nižší náklady jsou v tomto případě na straně elektromobilu. Spotřebovaná elektrická energie na vzdálenost 100 km vyjde na 72.4 Kč. Spotřebovaná látka na 100 km u obyčejného automobilu je přibližně o 50 Kč dražší. Příznivější provozní náklady jsou tedy na straně elektromobilu.

Co se týče kritéria kvality dopadu na životní prostředí, tak v porovnání s dieselovými autobusy jde o výrazné polepšení. Při provozu elektrické autobusy nezpůsobují znečištění (viz. Podkapitola 2.1 Kritéria kvality):

8.1 Znečišťování

8.1.1 výfukem

8.1.2 hlukem

8.1.3 viditelným znečišťováním

8.1.4 vibracemi

8.1.6 zápachem

8.1.1 výfukem:

Elektrické autobusy při provozu nevypouštějí žádné škodlivé látky do okolního prostředí, tudíž logicky nejsou vybaveny výfukem. Redukcí výfukových plynů dojde ke zlepšení stavu životního prostředí a také ke snížení negativních vlivů na lidské zdraví, kdy ubude počet nemocných lidí. Dojde ke snížení negativních dopadů na okolní krajinu, zeleň, lesy apod.

8.1.2 hlukem:

Hlukové znečištění také patří mezi faktory, které výrazně ovlivňuje zdraví člověka. Milióny lidí jsou denně vystaveny okolnímu hluku pocházejícímu především z dopravy. Právě elektrické autobusy nabízejí tišší provoz než klasické autobusy. Obyvatelé měst si výrazně uleví.

8.1.3 viditelným znečištěním:

Toto má úzkou vazbu s výfukovými plyny, které jsou vypouštěny z dieselových autobusů. Výrazně jsou zasaženy ovzduší, krajina apod. Elektrobusy jsou správnou alternativou k omezení negativních účinků na okolní prostředí.

8.1.6 zápachem:

Spalování pohonné hmoty v podobě benzínu nebo dieselu při jízdě může způsobovat nepříjemný zápach. V tomto případě to má opět negativní vliv na stav ovzduší a lidské zdraví. Zavedením elektrobuseů, které využívají čistou elektrickou energii, opět dojde ke zvýšení kvality v samotné MHD.

Zredukováním zmíněných znaků dojde k výraznému zvýšení kvality v oblasti elektromobility v MHD ke vztahu k životnímu prostředí. Elektrické autobusy jsou tišší a při provozu nezpůsobují znečištění okolní zeleně, krajiny apod. škodlivými látkami. Uleví se především obyvatelům měst tím, že se sníží negativní vliv na jejich zdraví.

Jak již je řečeno v teoretické části, k prvním testováním elektrických autobusů došlo už v roce 2013 na území hlavního města a rok od roku jejich počet narůstá.

Možná je to překvapení, ale Praha nepatří mezi města, kde došlo k výraznému uplatnění elektrických autobusů. V roce 2017 se Třinec stal prvním městem v České republice, které vlastnilo flotilu deseti nových bateriových autobusů. Doposud se jejich počet nezvýšil. Myslím si, že jak Třinec, tak i další města v Česku čeká elektrifikace nejen ve veřejné, ale i v osobní individuální automobilové dopravě.

4.7.2 Slabé stránky

Každá existující věc nebo prostředek má jak silné, tak i slabé stránky. Jinak to není ani v oblasti elektromobility. Jak již bylo řečeno, při samotném provozu nedochází k žádnému úniku škodlivých látek. Ale hodně lidí zapomíná nebo si neuvědomuje, že k uvolňování emisí dochází na jiných místech. Při samotné výrobě baterie nebo při výrobě elektrické energie dochází ke znečišťování prostředí.

Při sledování kritéria dopadu na životní prostředí uvedené v normě EN 13816 má elektrobuse splňovat všechny podmínky. Myslím si, že lze najít i oblasti, kde dochází k mírnějšímu znečištění ze strany elektrických autobusů. (viz. Podkapitola 2.1 Kritéria kvality):

8.1 Znečišťování

8.1.5 prachem a špínou

8.1.7 odpadem

8.1.5 prachem a špínou:

Jedná se o oblasti znečištění, které má elektrobus podobné s klasickým autobusem na spalovací motor. Problémem mohou být pneumatiky a brzdy, kdy především při prudkých rozjížděních a brzdění může docházet ke vzniku mírného prachu. V důsledku jízdy vozidel dochází k víření prachu do okolního prostředí. Elektrobusy jsou díky bateriovým boxům těžší, takže logicky se pneumatiky při jízdě opotřebovávají rychleji než u klasických autobusů. Myslím, že východiskem může být snaha o vývoj baterií s nižší hmotností. Dále vyvíjet pneumatiky, které se při jízdě méně opotřebovávají a třeba zdokonalit brzdový systém o filtr, který by vysál uvolněný prach.

8.1.7 odpadem:

Dalším problémem může být využití odpadní vody po mytí a údržbě vozidel, která může uniknout do kanalizačních prostorů. Směs mýdla a jiných čisticích prostředků může proniknout do okolních řek nebo vodních nádrží a ohrozit vodní živočichy a přírodu. Pro řešení problému musí být nastavena striktní pravidla pro další zacházení odpadních vod. Například by bylo vhodné ji zaslat do nejbližší čistírny odpadních vod.

Jako přebytečný odpad hrozí v podobě nepoužitelných baterií se ztracenou životností. Pokud počet elektrických autobusů i elektromobilů bude v budoucnu stoupat, bude zapotřebí tuto problematiku využití baterie co nejrychleji vyřešit. Nahromadění baterií by rozhodně neprospělo životnímu prostředí. Případné řešení a myšlenky jsou shrnuty v Podkapitole 4.6 Problematika baterií.

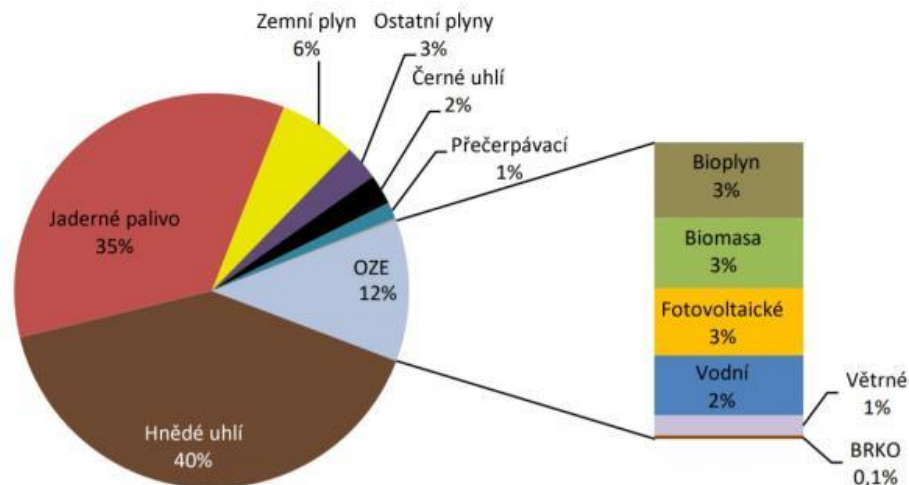
Kritérium dopadu životního prostředí se také zabývá použitými přírodními zdroji. Klasický autobus na spalovací motor při provozu využívá přírodní zdroj ve formě benzínu nebo nafty. Elektrobus využívá čistou energii v podobě elektřiny, která je ale vyráběna v elektrárnách z neobnovitelných zdrojů, což má za následek znečištění ovzduší a okolní krajiny.

8.2 Přírodní zdroje

8.2.1 energie

8.2.1 energie:

Pro ukázkou jsem zvolil následující graf představující podíl paliv při výrobě elektřiny v České republice.



Obrázek 27.: Podíl paliv na výrobě elektrické energie v roce 2019 [31]

Na obrázku [Obrázek č. 27] lze jasně zpozorovat, že při výrobě elektrické energie je převážně využíváno hnědé uhlí. Obnovitelné zdroje v podobě vody či větru mají v tomto ohledu zanedbatelné zastoupení. Pro zvýšení kvality elektromobility v městské hromadné dopravě bude do budoucna zapotřebí snaha produkovat elektrickou energii z obnovitelných zdrojů.

Při pohybu vozidla také dochází k opotřebení povrchu pozemní komunikace.

Co se týče baterií, ty budou určitě vyrobeny z nějakých materiálů či kovů. Obecně těžba většiny kovů nebo surovin má velice negativní vliv na životní prostředí. S tím souvisí další znaky spadající pod kritérium dopadu na životní prostředí:

8.3 Infrastruktura

8.3.2 Opotřebení silnic/železnic apod.

8.3.3 Požadavky na dostupné zdroje

8.3.2 Opatření silnic/železnic apod.:

Jak už bylo zmíněno, pneumatiky při jízdě především trpí při rozjíždění a brzdění. Následkem je zhoršení stavu povrchu vozovky. Vznikají různé závady v podobě trhlin a menších děr. Do okolí se uvolňují menší částice a prach.

8.3.3 Požadavky na dostupné zdroje:

K výrobě baterií je zapotřebí určitý materiál. V elektrobusech jsou uloženy baterie obsahující lithium. Myslím si, že jak lithium, tak kterýkoli jiný kov či materiál, nepatří mezi látky, které budou v budoucnosti dostupné. Východiskem z tohoto problému je výroba baterií z materiálu, jehož zásoby budou neomezené. Další možností je nalézt správný způsob, jak obnovit životnost baterie.

S tím také souvisí výroba elektrické energie, která se získává z uhlí (viz. Obrázek č. 27). Zásoba uhlí pomalu bude docházet a hrozí, že nebude z čeho vyrábět elektřinu. Proto by měl být kladen důraz na výrobu elektrické energie z neobnovitelných zdrojů např. voda, vítr nebo sluneční záření.

Zblízka jsem se také zaměřil na vlastnosti samotného elektrobuse v Třinci. Na základě anonymního dotazníku pro řidiče bylo cílem zjistit, jaký mají pohled či dojem ze samotného elektrobuse a mimo jiné i prosazování elektromobility ve městě. Bylo zjištěno, že většina řidičů zaujímá negativní pohled, co se týče vlastnosti elektrického autobusu. Mezi nejčastější problémy patří:

- Krátká dojezdová vzdálenost
- Poruchovost
- Nespolehlivost
- Těžké řízení

Krátká dojezdová vzdálenost jako slabina je pochopitelná. Jak je již zmíněno v teoretické části, elektrobuse je schopen ujet na jedno nabití přibližně 150 km. Snažil jsem se pochopit, co mysleli řidiči tím, že je elektrobuse poruchový a nespolehlivý. Elektrobuse se dá považovat za elektrické zařízení, které může být náchylnější

k poruchám nebo zkratům. Může se to týkat samotné baterie nebo i dotykových displejů v pultu u řidiče. Myslím, že těžkým řízením je myšleno náročnost otáčení volantem. Může to být způsobeno značnou hmotností elektrobusu.

4.7.3 Příležitosti

Zavedením elektromobility jak ve veřejné, tak v osobní individuální automobilové dopravě dojde ke zlepšení stavu ovzduší, okolního prostředí a také ke snížení hlukové zátěže. To vše by mělo mít výrazný pozitivní dopad ve velkoměstech s hustší dopravní sítí. K většímu prosazení elektromobility by určitě pomohlo zavedení určitých norem či legislativy. Česká republika, ale i ostatní státy by se odpoutaly ze závislosti na dovozu ropy.

Oblast elektromobility nabízí i nové podnikatelské příležitosti. Především pro společnosti, které by nabízely dodávku elektrické energie. S tím souvisí i vybudování nabíjecích stanic. Ty by ideálně měly být financovány z dotačních programů Evropské unie. Obecně by došlo ke zlepšení životního prostředí a v oblasti veřejné dopravy k výrazné modernizaci městské hromadné dopravy.

S rozvojem elektromobility také dojde k vytvoření několika nových pracovních míst, především v oblasti problematiky baterií a samotného vývoje elektrických prostředků.

4.7.4 Hrozby

V současné době je potíž, co se týče potenciálních zákazníků se zájmem pořídit si elektrické vozidlo. Jak je již zmíněno v teoretické části, Česká republika patří v oblasti zavádění elektromobility na dno mezi státy patřící do Evropské unie. Lze tedy usuzovat, že čelní představitelé státu mají v současné době jiné priority než řešení problematiky elektromobility. Při nejmenším by byla potřeba snaha omezit prodej a výrobu vozidel na fosilní paliva a současně prosazovat výrobu elektrických vozidel. Myslím, že státní pokladna získává velmi vysoké příjmy ze spotřební daně na pohonné hmoty. Výrazným omezením klasických vozidel a prosazováním elektromobility by došlo k výraznému snížení příjmu pro Česko. Nepomohla k tomu ani korona-virová krize, zatím trvající více než rok, která výrazně přispěla k zadlužení země. Příjmy ze

spotřební daně se tedy na další roky určitě budou hodit. S budoucností elektromobility na našem území to zrovna nevypadá příznivě.

Další nejasnosti lze najít ve využití opotřebovaných baterií. Pokud se tato problematika včas nevyřeší, bude docházet k postupnému nahromadění baterií, které se stanou zátěží pro životní prostředí. Momentálně lze o tom jen polemizovat.

4.8 Zhodnocení

SWOT analýzou jsem zjistil, že zavádění elektromobility ve veřejné dopravě má své opodstatnění, především ke vztahu k životnímu prostředí. Nabízí výrazné zvýšení kvality v městské hromadné dopravě. Elektrické autobusy jsou vhodným doplňkem k tramvajím a trolejbusům využívající čistou elektrickou energii. Minimum znečištění a hluku ve městech má i dopad na způsob života a zdraví obyvatel. Počet dopravních prostředků na spalovací motor bude postupně ubývat, až nakonec vymizí úplně. Prosazování elektromobility ve veřejné dopravě má i další důvod. Snížením množství osobních vozidel se počet cestujících v MHD několikanásobně navýší. Je velmi nepravděpodobné, že většina obyvatel si dovolí pořídit elektromobil, jehož pořizovací náklady jsou vysoké. Namísto toho využijí veřejnou dopravu, díky které ušetří nemalé finanční prostředky.

Jak jsem již zmiňoval, různé předměty a prostředky mají jak pozitivní, tak negativní stránky. Jinak to není ani v oblasti elektromobility. Myslím, že zjištěné nedostatky se dají do budoucna vyřešit.

Závěr

Myslím, že i při zjištění a zmínění některých negativ má prosazení elektromobility v budoucích letech význam. Už jen fakt, že při provozu vozidla nedochází k žádnému úniku škodlivých látek, je obrovské pozitivum ke vztahu k životnímu prostředí. Kvůli této záležitosti se právě klade důraz na prosazování elektromobility v dopravě. Další výhodou jsou provozní náklady. Dodávka elektrické energie je levnější než pohonné hmoty na ujeté kilometry. Velmi pozitivní je vidět snahu představitelů hlavního města Prahy, kteří plánují a chtějí do budoucna dosáhnout cíle stát se městem s uhlíkovou neutralitou. Právě v oblasti dopravy má dojít k výrazným změnám. A to především omezení provozu klasických vozidel na spalovací motor, a naopak prosazování elektromobility. Aby k tomu došlo, bude zapotřebí i velká podpora ze strany čelních představitelů státu.

V oblasti kritéria dopadu na životní prostředí vycházející z normy EN 13816 jsem zjistil, že elektromobilita v MHD má přece jenom nějaké rezervy, co se týče vlivu na životní prostředí. Při výrobě baterie či elektrické energie jsou využívány neobnovitelné zdroje znečišťující životní prostředí.

Co se týče negativních stránek, myslím si, že se dají časem odstranit. Jedním z problémů je využití opotřeбенé baterie. Vývoj nových technologií a výzkumů má vzestupnou tendenci. Tudíž je poměrně velká šance, jak do budoucna vyřešit využití baterií. Co nejdřív by chtělo vyřešit výrobu elektrické energie, která v současné době probíhá z neobnovitelných zdrojů jako je například uhlí a v budoucnu dojde k jejich úplnému vyčerpání. Řešením je výroba elektrické energie z obnovitelných zdrojů jako sluneční záření, voda nebo vítr.

Prosazování elektrických vozidel je v České republice teprve na začátku. V tomto ohledu patří Česko k horším státům patřící do Evropské unie. Právě dotační programy Evropské unie by měly urychlit vyřešení této problematiky. K vybudování potřebné infrastruktury jako dobíjecí stanice a prosazování elektromobility by mělo zprvu dojít ve městech, kde situace ohledně stavu ovzduší je špatná. U nás je to zejména ostravský region. Tento region je znám kvůli značné průmyslové výrobě, která taktéž negativně zatěžuje životní prostředí. Není tedy překvapení, že Třinec se stal městem vlastní větší flotily elektrobusů. Doufá se, že v blízkých letech dojde k úplné elektrifikaci veřejné dopravy nejen na Třinecku, ale také v celém ostravském regionu.

Seznam obrázků

Obrázek 1.: Model sestavený v roce 1835 [2]	11
Obrázek 2.: První elektrický autobus na světě [4]	12
Obrázek 3.: Elektrobuses při rychlodobíjení [8].....	14
Obrázek 4.: Elektrobuses zachycené při standardním dobíjení [8].....	14
Obrázek 5.: Hybridní elektrobuses [8]	15
Obrázek 6.: Elektrický autobus s oportunním dobíjením [8]	16
Obrázek 7.: Červené body na mapě představují uhelné elektrárny [13].....	19
Obrázek 8.: Bateriový elektrobuses Zeus [18].....	22
Obrázek 9.: Elektrický autobus Siemens Rampini [18].....	23
Obrázek 10.: Elektrobuses druhu SOR EBN 8 [18].....	24
Obrázek 11.: Bateriový elektrobuses SOR EBN 11 [18]	24
Obrázek 12.: Elektrobuses zachycen na Dni elektromobility v Třinci [21]	26
Obrázek 13.: Umístění všech bateriových boxů [25]	28
Obrázek 14.: V červeném obrazci je vyznačeno místo parkování elektrobuses [26]...	29
Obrázek 15.: Elektrobuses zachyceny při dobíjení v depu na Borku [autor]	29
Obrázek 16.: Elektrobuses zachycen při nabíjení z nabíjecí stanice č. 3 [autor].....	30
Obrázek 17.: Dobíjecí zásuvka na boční straně elektrobuses [autor]	30
Obrázek 18.: Ovládací panel nabíjecí stanice [autor]	31
Obrázek 19.: Dotykový displej nabíjecí stanice [autor].....	31
Obrázek 20.: Porovnání řidičů řídící aspoň jednou elektrobuses [autor].....	33
Obrázek 21.: Pohled řidičů ohledně budoucnosti elektrobuses v Třinci [autor]	34
Obrázek 22.: Reakce řidičů na samotný elektrobuses [autor].....	34
Obrázek 23.: Pohled řidičů v oblasti zavádění elektrobuses [autor].....	35
Obrázek 24.: Uvolněné emise do ovzduší (tuny/rok) [27].....	37
Obrázek 25.: Srovnání hodnot vypouštěných emisí různých typů pohonů pro autobuses [28].....	39
Obrázek 26.: Srovnání nákladů na pohonné látky elektromobilu a vozidla (benzín) [30]	47
Obrázek 27.: Podíl paliv na výrobě elektrické energie v roce 2019 [31]	51

Seznam tabulek

Tabulka 1.: Přímé a nepřímé emise oxidu uhličitého ze spotřeby energie [29]	39
Tabulka 2.: Spotřeba elektřiny, tepla a paliv [29].....	40
Tabulka 3.: Výroba energie ve formě tepla a elektřiny [29]	40
Tabulka 4.: Celkové odhadované náklady za energie všech spotřebitelů [29]	40
Tabulka 5.: Přínosy a náklady plánu pro rok 2030 [29]	41
Tabulka 6.: Plánované náklady na snížení emisí CO ₂ ve veřejné dopravě [29].....	42
Tabulka 7.: Plánované náklady na snížení emisí CO ₂ v automobilové dopravě [29]	42
Tabulka 8.: Plánované náklady na snížení emisí CO ₂ v cyklo dopravě [29]	43
Tabulka 9.: SWOT analýza elektromobility [autor].....	46

Seznam symbolů a zkratk

MHD Městská hromadná doprava

EU Evropská unie

EN Evropská norma

CO₂ Oxid uhličitý

SO₂ Oxid siřičitý

Seznam použité literatury

- [1] Electric bus. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2021-8-1]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_bus
- [2] Vědecké okénko: Na cestě do historie elektromobility, díl 1. aneb jak to všechno začalo. *Elektrickévozy.cz* [online]. Daniel Fousek, 2019, 25. 10. 2019 [cit. 2021-8-1]. Dostupné z: <https://elektrickévozy.cz/clanky/vedecke-okenko-na-cestech-do-historie-eklektromobility-dil-1-aneb-jak-to-vsechno-zacalo>
- [3] Elektromobil: Historie: Počátky elektromobility. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2021-8-1]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Elektromobil>
- [4] Batteriebus: Geschichte: Frühe Vertreter im 19. und 20. Jahrhundert. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2021-8-1]. Dostupné z: <https://de.wikipedia.org/wiki/Batteriebus>
- [5] V Číně jezdí téměř 250 000 elektrických autobusů, nejvíc na světě. *Hybrid.cz* [online]. Jan Horčík, 2017, 09. Únor 2017 [cit. 2021-8-1]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/v-cine-jezdi-temer-250-000-elektricky-ach-autobusu-nejvic-na-svete>
- [6] Jak se vyvíjí svět evropských elektrobusů. *Proelektrotechniky.cz* [online]. Jakub Slavík, 2020, 4.12.2020 [cit. 2021-8-1]. Dostupné z: <http://www.proelektrotechniky.cz/rozhovory-komentare/29.php>
- [7] Česko je v zavádění elektromobility na chvostu Evropy. Rozvoj by měl podpořit nejen stát, ale i leasingové firmy. *Logistika* [online]. pat, 2020, 11. 12. 2020 [cit. 2021-8-1]. Dostupné z: <https://logistika.ekonom.cz/c1-66857490-cesko-je-v-zavadeni-eklektromobility-na-chvostu-evropy-rozvoj-by-mel-podporit-nejen-stat-ale-i-leasingove-firmy>
- [8] Škoda [online]. ŠKODA TRANSPORTATION, © 2021 [cit. 2021-8-1]. Dostupné z: <https://www.skoda.cz/>
- [9] ČSN EN 13816. EN 13816:2002. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2003.
- [10] Dopad elektromobility na životní prostředí. *Go-eroad* [online]. 2019 [cit. 2021-8-1]. Dostupné z: <https://go-eroad.eu/cs/2019/03/07/dopad-eklektromobility-na-zivotni-prostredi/>
- [11] Jak ekologické jsou elektromobily? Možná budete překvapeni. *Elektrickévozy* [online]. Ondřej Miškovský, 2018, 29. 10. 2018 [cit. 2021-8-1]. Dostupné z: <https://elektrickévozy.cz/clanky/jak-ekologicke-jsou-eklektromobily-mozna-budete-prekvapeni>

- [12] Čína spustila více uhelných elektráren než zbytek světa. *E15.cz* [online]. ČTK, bo, 2021, 3. února 2021 [cit. 2021-8-1]. Dostupné z: <https://www.e15.cz/byznys/prumysl-a-energetika/cina-spustila-vice-uhelnych-elektraren-nez-zbytek-sveta-1377619>
- [13] China's coal bubble: 155 coal-fired power plants in the pipeline despite overcapacity. *Unearthed* [online]. Zach Boren, 2015, 11.11.2015 [cit. 2021-8-1]. Dostupné z: <https://unearthed.greenpeace.org/2015/11/11/chinas-coal-bubble-155-new-overcapacity/>
- [14] Doprava a veřejné zdraví. *Evropská agentura pro životní prostředí* [online]. 2016, 27.09.2016 [cit. 2021-8-1]. Dostupné z: <https://www.eea.europa.eu/cs/signaly/signaly-2016/clanky/doprava-a-verejne-zdravi>
- [15] Přehled emisních norem. *Srovnator* [online]. 2018, 27.09.2018 [cit. 2021-8-1]. Dostupné z: <https://www.srovnator.cz/clanky/prehled-emisnich-norem/>
- [16] Emisní norma Euro 7 má zlikvidovat spalovací motory. *Elektrické vozy* [online]. Martin Skořepa, 2020, 23. 11. 2020 [cit. 2021-8-1]. Dostupné z: <https://elektrickevozy.cz/clanky/emisni-norma-euro-7-ma-zlikvidovat-spalovaci-motory>
- [17] Petice za zrušení Euro 7 je na světě: Stojí za ní německý autoklub. *Autojournal.cz* [online]. Vojtěch Koval, 2021, 11. 1. 2021 [cit. 2021-8-1]. Dostupné z: <https://www.autojournal.cz/petice-za-zruseni-euro-7-je-na-svete-stoji-za-ni-nemecky-autoklub/>
- [18] *Trolejbusy v Praze* [online]. Antar, 2007-2021 [cit. 2021-8-1]. Dostupné z: <http://www.trolejbusyvpraze.net/index.htm>
- [19] Elektrobuses v pražské MHD: projekt elektrifikace Prahy. *Elektrické vozy* [online]. Ondřej Miškovský, 2018, 27. 12. 2018 [cit. 2021-8-1]. Dostupné z: <https://elektrickevozy.cz/clanky/elektrobuses-v-prazske-mhd-projekt-elektrifikace-prahy>
- [20] ZAVÁDĚNÍ ELEKTROBUSŮ DO PRAŽSKÉ MHD. *Smart Prague* [online]. Dopravní podnik hl. m. Prahy [cit. 2021-8-1]. Dostupné z: <https://www.smartprague.eu/projekty/zavadeni-elektrobusu-do-prazske-mhd>
- [21] V Třinci vyjely do provozu elektrobuses Škoda Perun. *Československý dopravák* [online]. Redakce, 2017, 10. 03. 2017 [cit. 2021-8-1]. Dostupné z: <https://www.cs-dopravak.cz/2017-3-10-tinec-zaadil-do-provozu-sv-elektrobuses/>
- [22] Evropské fondy pomáhají: V Třinci vozí cestující ekologické elektrobuses. *Deník.cz* [online]. Antonín Sacký, 2019, 28. 6. 2019 [cit. 2021-8-1]. Dostupné z: <https://www.denik.cz/ekonomika/snizovani-uhlikove-stopy-elektrobuses-v-trinci-pomahaji-ke-zlepseni-prostredi-20190628.html>
- [23] *Interní dokumenty Arriva Morava a.s.*

- [24] MHD Třinec. *Arriva* [online]. ARRIVA TRANSPORT ČESKÁ REPUBLIKA, © 2021 [cit. 2021-8-1]. Dostupné z: <https://www.arriva.cz/cs/autobusy-a-vlakly/mhd/moravskoslezsky-kraj/trinec>
- [25] FRÝZL, Jaroslav. *Návod k obsluze*. ŠKODA ELECTRIC. 2016.
- [26] *Mapy google* [online]. [cit. 2021-8-1]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/@49.6904886,18.667533,557m/data=!3m1!1e3>
- [27] Životní prostředí. *Třinecké železářny* [online]. MORAVIA STEEL [cit. 2021-8-3]. Dostupné z: <https://www.trz.cz/clanky/31/zivotni-prostredi>
- [28] Čisté autobusy do chytrého města. *smart city v praxi* [online]. 2016, 20.9.2016 [cit. 2021-8-3]. Dostupné z: http://www.smartcityvpraxi.cz/rozhovory_komentare_9.php
- [29] *Klimatický plán hlavního města Prahy do roku 2030: Praha na cestě k uhlíkové neutralitě*. Praha, 2021. Prezentace ve formátu PDF
- [30] Elektromobilita pro ČR. *Skupina ČEZ* [online]. [cit. 2021-8-3]. Dostupné z: https://www.cez.cz/edee/content/file/o-spolecnosti/tiskove-zpravy/prezentace_elektromobilita_23062009_fv_cze.pdf
- [31] Co dělat právě nyní v české energetice? *Objective source e-learning* [online]. Vladimír Wagner, 2020, 13.09.2020 [cit. 2021-8-3]. Dostupné z: https://www.osel.cz/11366-co-delat-prave-nyni-v-ceske-energetice.html?typ=odpoved&id_prispevku=198622