

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor č. 9: Strojírenství, hutnictví, doprava a průmyslový design

Elektrobusy v Praze

Martin Chlup, Tomáš Bárta
Praha

Praha 2018

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor č. 9: Strojírenství, hutnictví, doprava a průmyslový design

Elektrobusy v Praze

Electric buses in Prague

Autoři: Martin Chlup, Tomáš Bárta

Škola: Vyšší odborná škola a Střední průmyslový škola dopravní,
Masná 1000/18, 110 00 Praha

Kraj: Praha

Konzultant: Ing. Karel Zíka, Mgr. Jarmila Kulíšková

Praha 2018

Prohlášení

Prohlašuji, že jsme svou práci SOČ vypracovali samostatně a použili jsme pouze prameny a literaturu uvedené v seznamu bibliografických záznamů.

Prohlašuji, že tištěná verze a elektronická verze soutěžní práce SOČ jsou shodné.

Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších předpisů.

V Praze dne 26.3.2018

.....
Martin Chlup, Tomáš Bárta

Poděkování

Rádi bychom chtěli poděkovat našemu konzultantovi panu Ing. Karlovi Zíkovi a paní Mgr. Jarmile Kulíškové.

Anotace

V naší práci SOČ jsme se zabývali problematikou elektrobuseů v Praze. Základní práce je rozdělena na dvě části. V první části se zabýváme jednotlivými druhy elektrobuseů. Povíme si hlavní výhody a nevýhody elektrobuseů. Zaměříme se na největší provozní jak v ČR, tak i ve světě. V druhé části se zabýváme návrhem nových elektrobuseových linek v Praze, kdy aplikujeme poznatky z první části naší práce.

Klíčová slova

Elektrobusey; ekologie; Praha

Annotation

In our work we investigated the problem of electric buses in Prague. The basic work is separated into 2 parts. The first part deals with individual types of electric buses. We will talk about main advantages and disadvantages of electric buses. We will focus on the largest operations in Czech Republic as well as in the world. The second part deals with the design of new electric buses lines in Prague where we use the knowledge from the first part of our work.

Keywords

Electric buses, ecology, Prague

Obsah

1	Úvod.....	7
2	Elektrická trakce v silniční hromadné dopravě.....	8
2.1	Co to vlastně je „elektrobus“?.....	8
3	Základní druhy.....	9
3.1	Parciální trolejbus.....	9
3.2	Dynamický elektrobus	9
3.3	Statický elektrobus	10
3.4	Oportunitní elektrobusy s nabíjením přes vrchní kontakt	10
3.5	Oportunitní elektrobusy s indukčním nabíjením.....	11
4	Zajímavosti z jiných provozů ve světě	12
4.1	Největší provoz s elektrobusy na světě	12
4.2	Největší evropský provoz s elektrobusy	13
5	Elektrobusové provozy na území České republiky.....	14
5.1	Hranice	14
5.2	Hradec Králové	15
5.3	Nový Jičín	16
5.4	Třinec	17
6	Historie elektrobusů v Praze	18
6.1	Breda Menarinibus Zeus M200E	18
6.2	Siemens Rampini	19
6.3	SOR EBN 8	20
6.4	SOR EBN 11	21
6.5	SOR EBN 9,5	22
6.6	SOR TNB 12	23
6.7	SOR NS 12 Electric	24
6.8	Budoucnost?.....	24
7	Ekologie elektrobusu	25
8	Náklady.....	26
8.1	Náklady na pořízení elektrobusu.....	26
8.2	Náklady na infrastrukturu	26
8.3	Provozní náklady.....	27

8.4	Celkové náklady	27
9	Studie – elektrobusy v Praze	28
9.1	Provoz klasických trolejbusů v Praze	28
9.2	Provozování parciálního trolejbusu	29
9.2.1	Kde provozovat parciální trolejbus?	29
9.3	Provozování dynamického elektrobusu	31
9.4	Provozování statického elektrobusu	32
9.5	Linka 140	34
9.6	Vysočanská estakáda	36
9.7	Slavia – Chodovská	37
9.8	Dejvice – Suchdol	38
9.9	Bohnice a Čimice	40
9.10	Jižní Město	41
9.11	Spořilov	43
9.12	Linky 131, 134, 137 a 176	44
10	Závěr	49
	Použitá literatura	50
	Seznam obrázků a tabulek	53
	Citace obrázků	54
	Citace tabulek	56

1 ÚVOD

Toto téma jsme si vybrali, protože v následujících letech bude muset dojít k zásadním změnám v dopravě. Zanedlouho budeme řešit otázku nedostatku fosilních paliv a budeme muset využívat jiných alternativních zdrojů pro napájení dopravních vozidel. K těmto alternativním zdrojům bychom jako příklady uvedli elektrickou energii v různých podobách či vodík.

Naše práce se zaměřuje na elektrobuses a v určité míře také trolejbusy. V České republice a dalších zemích můžeme v posledních letech sledovat pokrok ve vývoji těchto vozidel. Snažili jsme se vyzdvihnout potenciál elektrobuses a také jejich výhody. Zatím jsem však ještě na začátku cesty za ekologickou dopravou, ale věříme, že nové technologie, a právě rozvoj elektrobuses k tomu napomůže.

Protože se zajímáme o pražskou dopravu, rozhodli jsme se také věnovat část práce právě začlenění elektrobuses do pražského provozu. V této části zmiňujeme historii trolejbusové dopravy v Praze, ale také současné testování elektrobuses, na což reagujeme. Mimo jiné jsou ve studii také popsány navrhované trasy a vozidla pro vytvoření ekologicky čisté MHD v Praze.

2 ELEKTRICKÁ TRAKCE V SILNIČNÍ HROMADNÉ DOPRAVĚ

Mezi nejznámější zastánce této skupiny patří trolejbus. V České Republice se s ním můžeme setkat v několika provozech např. Brno, Hradec Králové, Pardubice. V Praze jsme se mohli také setkat s trolejbusy v minulém století, ale ustoupili kvůli nízké ceně nafty a kvůli nižší spolehlivosti oproti autobusům. V současné době je to naopak, dříve nebo později budou muset ustoupit fosilní paliva elektrické energii. Bohužel ne všude je dostačující trolejbus, a proto se můžeme setkat s různými druhy trolejbusů. Ať už se jedná o parciální trolejbusy nebo duobusy.

Neméně známým zástupcem se stávají elektrobuses. Elektrobuses na rozdíl od trolejbusu není absolutně závislý, ale můžou zde být i výjimky. Tenkou hranici mezi těmito druhy tvoří různé modifikace obou zastánců (např. již zmíněný parciální trolejbus nebo dynamické elektrobuses). Ryzí elektrobuses, který obsahuje pouze baterii, má hodně nevýhod. Mezi hlavní nevýhody patří vysoká hmotnost baterií, nízká životnost či krátký dojezd. Abychom tyto nevýhody odstranili nebo částečně zredukovali, tak vytváříme různá vylepšení např. průběžné napájení elektrobusesu, nabíjení na konečných nebo vytváření rychlonabíjecích stanic. Ne vždy tyto řešení jsou ideální a dá se říct, že s elektrobusesy pořád experimentujeme. Dosud není univerzální řešení, a proto se pro každý provoz hodí specifické varianty elektrobusesů, které se přizpůsobí provozním podmínkám (např. terén trasy, kapacita, délka linky).

2.1 Co to vlastně je „elektrobuses“?

„Elektrobuses je autobus, který je poháněn elektrickým motorem. Elektrický motor je poháněn z baterie (či superkapacitoru) nebo přímo energií z troleje.“¹

Dobíjení baterií (či superkapacitorů) může být provedeno několika různými způsoby, které si uvedeme v následující kapitole.

3 ZÁKLADNÍ DRUHY

V této kapitole si povíme něco o základních druzích elektrobusů, kde mimo jiné zmíníme i parciální trolejbus, který nemá daleko k elektrobusům. Je nutné říct, že dělení těchto elektrobusů může být velmi odlišné a individuální. Také zde neuvádíme všechny typy, jelikož je možné kombinovat různé druhy nebo je upravovat, vylepšovat a vytvářet nové typy.

3.1 Parciální trolejbus

Parciální trolejbus je druh trolejbus, který je doplněn bateriemi či superkapacitorem, tím pádem je mu umožněno jet bez napájení tyčovým sběračem. Tento typ je v dnešní době upřednostňován před normálními konvenčními trolejbusy. Bohužel cena je oproti konvenčním trolejbusům vyšší (cca kolem 1-2 mil. Kč, podle kapacity baterií). Je nutné ale také počítat s tím, že baterie je po 6-7 letech provozu nutné vyměnit (některé zdroje uvádí i po 5 letech). To je samozřejmě vykompenzováno variabilitou provozu. Uvádí se, že parciální trolejbus dokáže jet 10-30% jízdy na baterii.² To umožňuje provozovat trolejbus tam, kde nejsou troleje a kde by se je nevyplatilo zavádět (ať už se jedná o kousek trasy, kde jezdí málo cestujících nebo zde zajíždí pouze část spojů). Mezi další vhodné využití parciálního trolejbusu patří mimořádné události. Jelikož normální trolejbus nemůže opustit jeho „vyznačenou“ trasu, tak při jakékoliv mimořádnosti je nucen vyčkat na ukončení mimořádnosti. Zatímco parciální trolejbus se může odchýlit od své trasy a pokračovat po jiné trase. Pro provoz parciálních trolejbusů je nutné, již mít vybudovanou trolejbusovou infrastrukturu.

3.2 Dynamický elektrobus

Dynamický elektrobus je nově vytvořený druh elektrobusu. Jedná se vlastně o parciální trolejbus, který dokáže ujet cca 70-90 % jízdy na baterii a 10-30 % pod trolejí (opačně je to u parciálního trolejbusu). Tím pádem vozidlo musí mít větší kapacitu baterií oproti parciálnímu trolejbusu (zvýší se i hmotnost celého vozidla), což zvyšuje náklady na pořízení vozidla (mj. i na provoz vozidla).³ Na druhou stranu je nutné mít postavenou trolejbusovou trať pouze v malé části celé trasy. Mezi hlavní přednosti dynamického elektrobusu patří variabilita provozu, která je ještě vyšší než u předchozího typu. Dynamický elektrobus je řešením pro páteřní linky, kde jsou vysoké přepravní výkony a kopcovitý terén (v kopcovitém terénu může být natažena trolej, protože v kopcích probíhá nejrychlejší vybíjení elektrobusu). Oproti statickému elektrobusu je výrazně zkrácena doba nabíjecích přestávek. Díky zkrácení nabíjecích přestávek není nutné upravovat oběhy nebo řešit nepravidelnosti provozu.

Z hlediska legislativy je dynamický elektrobus pořád trolejbus.

3.3 Statický elektrobus

Statický elektrobus je v dnešní době nejrozšířenějším typem elektrobusu. Jedná se o vozidlo, které se nabíjí pouze při stání. Celou svoji trasu musí urazit pouze na baterii, což je v některých případech velmi komplikované. Dojezd takového vozidla může být kolem 150-180 km⁴, jelikož takový dojezd ve větších provozech na denní provoz jistě nestačí (musí se počítat i rezerva na dojezd do garáží, k tomu není možné vybit baterii úplně). Plus musíme brát v potaz to, že vozidlo se po vyčerpání kapacity musí nabít (což může trvat i víc jak 6 hodin). Tyto neduhy můžeme vyřešit pomocí průběžného dobíjení na konečných (např. na konečných pomocí pantografu, kdy musíme vybudovat infrastrukturu pro nabíjení) nebo i průběžného dobíjení v garážích přes den (bohužel to velmi omezuje rozsah provozu vozidla).

Díky průběžnému dobíjení můžeme dosáhnout až 300-400 km⁵ za den, což již dostačuje na denní provoz.

Dojezd je samozřejmě velmi závislý na terénu trasy (pokud bude terén kopcovitý, tak spotřeba elektrické energie bude větší) a hmotnosti vozidla (baterie tvoří až 20 % celé hmotnosti vozidla, což není zanedbatelná část).

Náklady na pořízení elektrobusu jsou enormní oproti normálnímu autobusu. Cena může dosahovat 2-3 standardního autobusu. Tyto nevýhody jsou vykoupeny nízkými provozními náklady a velmi vysokou spolehlivostí vozidla (která může přesahovat 90%).⁶

Mezi hlavní výhody elektrobusů patří celá ekologičnost provozu, což nemusí být úplně pravda. Plno elektrobusů má naftové topení, takže vozidlo nemusí být ekologické ani v místě provozu. Mezi další problém patří baterie, která ani nevydrží celou životnost vozidla. Baterie jsou velmi technologicky náročné na výrobu, otázkou zůstává, co s nimi po jejich vypršení životnosti? Baterie je možné z velké části recyklovat, což u spalování fosilních paliv není možné. Mezi další fakt patří to, že oproti spalovacím motorům je účinnost elektromotoru mnohem vyšší.

3.4 Oportunitní elektrobusy s nabíjením přes vrchní kontakt

Ačkoliv se může zdát, že tento druh je velmi podobný statickému elektrobusu s pantografem, tak opak je pravdou. Tyto elektrobusy mají mnohem menší kapacitu baterií nebo superkapacitorů. Kvůli tomu můžeme nabít baterii při pobytu v zastávce, avšak baterie vydrží pouze pár zastávek. Proto musíme vybudovat celkem slušnou infrastrukturu, abychom mohli provozovat tento typ elektrobusu (což může být velmi nákladné). Díky těmto nevýhodám není také možné provozovat tento elektrobus všude a je dost závislý na infrastruktuře.⁷

3.5 Oportunitní elektrobusy s indukčním nabíjením

Mezi méně rozšířený typ patří elektrobus s indukčním nabíjením. Tento typ se liší od všech již uvedených způsobů. Dobíjení probíhá bezdrátově (ze spodní části vozidla), pomocí elektromagnetické indukce. Pro tento typ je však nutné mít vybudovanou také zvláštní infrastrukturu, která může být i dražší než předtím uvedený typ (hlavně kvůli technickým možnostem a ochraně). Bohužel tento typ není moc rozšířený a ani není zatím efektivní (uvádí se 80–95 %), což s drahou infrastrukturou netvoří moc ideální kombinaci. Baterie sice jsou zde zato menší (menší hmotnost => menší spotřeba) než např. u statického elektrobusu, ale elektrobus musí jet po vymezené trase (s omezenou možností upuštění od trasy, kvůli rychlému vybití baterií).⁸

4 ZAJÍMAVOSTI Z JINÝCH PROVOZŮ VE SVĚTĚ

4.1 Největší provoz s elektrobusy na světě

Ačkoliv jsme si již na začátku říkali, že elektrobusy mají pořád své nedostatky a nemají dořešeno plno věcí, tak některá města jim přeci jenom důvěřují (hlavně velká města, která mají velký problém s ovzduším). Shenzen, který se nachází v Číně (cca 12 milionů obyvatel), k prosinci 2017 provozoval 16 359 elektrobusů (což čítá 100 % elektrický vozový park), z toho majoritní podíl zde tvoří elektrobusy od značky BYD. Je zde vybudováno přes 8 000 nabíjecích bodů a přes 510 autobusových nabíjecích stanic.⁹



Obr. 1: Flotila elektrobusů v městě Shenzen

4.2 Největší evropský provoz s elektrobusy

Pro srovnání je vhodné zde uvést i největší provoz v Evropě, město Londýn. Provozuje zde 71 elektrobusů, což je s největším provozem na světě doopravdy malé číslo. Nejvíce rozšířeným výrobcem je zde také BYD. V dalších letech je v plánu navýšit počet elektrobusů na 170 (v letech 2018–2019).¹⁰



Obr. 2: Elektrobus značky BYD v Londýně

5 ELEKTROBUSOVÉ PROVOZY NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY

5.1 Hranice

Hranice jsou město v okrese Přerov v Olomouckém kraji. V roce 2017 pořídil místní dopravce ČSAD Frýdek-Místek a.s. několik elektrobusů.

Poprvé bylo 6 nových elektrobusů SOR EBN 9,5 pro místní MHD představeno během dne Elektromobility v Hranicích dne 17. 10. 2017. V rámci nově uzavřené smlouvy se dopravce ČSAD Frýdek-Místek a.s. (spadající do skupiny 3ČSAD) zavázal provozovat Hranickou MHD (mimo linku 6, kterou provozuje jiný dopravce) bezemisními vozidly po dobu deseti let (minimálně do 31. 12. 2026). Na nákup těchto elektrobusů bylo přispěno dotacemi z programu IROP (Integrovaný regionální dopravní systém). Náklady na kilometr u těchto vozidel jsou sice menší oproti dieslovým autobusům, ale zato počáteční náklady na nákup elektrobusů několikrát převyšují náklady na nákup klasického naftového autobusu. Dotace z IROPu tedy značně namotivovaly a pomohly nejen Hranicím, ale i dalším českým městům, které dotací na nákup ekologičtějších vozidel značně využívají. Nákupem těchto elektrobusů se snížila produkce škodlivého oxidu uhličitého v ulicích Hranic o 200 tun ročně.¹¹



Obr. 3: Nové elektrobus SOR EBN 9,5 při slavnostním předání

5.2 Hradec Králové

Dalším dopravcem, který se připojí k provozování elektrobusů v MHD, bude Dopravní podnik města Hradce Králové. V roce 2017 podepsal zatím největší kontrakt na nákup elektrobusů v České republice za 246 milionů korun bez DPH. Konkrétně se jedná o 20 elektrobusů SOR NS 12 Electric. Součástí kontraktu byly také dobíjecí stanice, které budou umístěny na terminálu hromadné dopravy a na konečné Cihelna včetně dobíjecích stanic pro pomalé dobíjení přes noc v zázemí dopravního podniku, kde jsou připraveny nové odstavné prostory s novými elektrickými zařízeními pro odstavování elektrobusů. Na nákup těchto elektrobusů byla z IROPu (integrovaného regionálního operačního programu) vyčleněna dotace na více než 236 milionů korun. Kontrakt je rozdělen na několik dodávek. První by měla proběhnout v červnu 2018.¹²

V současné době funguje v Hradci Králové tzv. Zelená linka, kterou obsluhuje jeden elektrobus SOR EBN 9,5. Jízdné na Zelené lince je zdarma a obsluhuje místa v centru města, kam dosud žádná linka MHD nezajížděla. Mj. dopravní podnik má také 2 elektrobusy (SOR EBN 11.1 a Škoda Perun 26BB HE), které vypravuje na normální linky.



Obr. 4: Vizualice nových elektrobusů SOR NS 12 Electric pro Hradec Králové



Obr. 5: Elektrobus SOR EBN 9,5 na Zelené lince

5.3 Nový Jičín

Provozováním elektrobuseů se může pochlubit také MHD v Novém Jičíně, kam byly dodány dne 5. 12. 2017 tři vozy SOR EBN 9,5. Předcházelo tomu převzetí dopravy ve městě soukromým subjektem Arriva Morava od městského podniku Technické služby města Nový Jičín, který do té doby MHD provozoval. Smlouva na provozování linek byla podepsána na 10 let a Arriva Morava pořídila ze svých prostředků tři moderní elektrobusey SOR.¹³



Obr. 6: Nový elektrobuse SOR EBN 9,5 před zařazením do provozu

5.4 Třinec

Od 9. března 2017, kdy proběhl slavnostní křest, je v tomto slezském městě v provozu 10 elektrobusů a Třinec se tím stal lídrem městské elektromobility v ČR, což zatím stále platí. Jedná se o elektrobusy značky Škoda Perun a provozovatelem se stala Arriva Morava, která provozuje elektrobusy i v jiných českých městech. V praxi tyto vozidla mají ujet 110 až 130 km, záleží zde na dalších provozních faktorech. Nabíjecí stanice v Třinci postavila společnost ČEZ. Nabíjecí depo disponuje deseti nabíjecími stanicemi. ¹⁴



Obr. 7: Elektrobusy Škoda Perun v garážích

6 HISTORIE ELEKTROBUSŮ V PRAZE

6.1 Breda Menarinibus Zeus M200E

První zmínka o elektrobusech v Praze pochází z roku 2011. Jednalo se o minibusy, konkrétně italské elektrobusey značky ZEUS (celým jménem Breda Menarinibus Zeus M200E). Celkem byly pořízeny 2 kusy. Byly určeny na provoz na lince z Malostranského náměstí do Nemocnice pod Petřínem. Elektrobusey se dobíjely pomocí zásuvky v Nemocnici pod Petřínem. Ačkoliv se jednalo o elektrobusey, tak bylo topení zajištěno pomocí nafty. Kvůli častým poruchám a závadám byl provoz v prosinci roku 2012 zastaven a elektrobusey navraceny výrobci.¹⁵



Obr. 8: Elektrobuse Breda Menarinibus na Malostranském náměstí

6.2 Siemens Rampini

Dalším testovacím typem byl Siemens Rampini. Tento elektrobuses se do Prahy podíval pouze na týden a to od 22. – 26. 1. 2014. Oproti předchozímu typu byl nabíjen z dvoupólové troleje (která byla napájena z tramvajové měřírny) pomocí sběrače, samozřejmě mohl být i nabíjen kabelem. Vozidlo obsahovalo také elektrické topení, takže můžeme říci, že se jednalo již o plně hodnotný elektrobuses. ¹⁶



Obr. 9: Elektrobuses Siemens Rampini na lince 216

6.3 SOR EBN 8

Následujícím milníkem se stal elektrobuses značky SOR v 8. metrovém provedení (SOR EBN 8). V provozu byl pouze od 7. 2. – 11. 2. 2014. Dobíjen byl pomocí kabelu (jako ZEUS) a obsahoval naftové topení. Oproti prvním zmiňovanému elektrobusem měl výtečnou dynamiku a prostornější interiér. Provoz dopadl zatím nejlépe ze všech testovaných elektrobusem.¹⁷



Obr. 10: SOR EBN 8 na lince 216

6.4 SOR EBN 11

Nejvíce revolučním elektrobusem, který DPP testoval, se stal elektrobusem SOR EBN 11, který byl vytvořen na základě již 3 testovacích vozidel. Jednalo se o vozidlo, které již dosahovalo podobné kapacity jako standardní autobus (měřilo 11 metrů). Vozidlo bylo dobíjeno pomocí kabelu (v garážích) nebo z dvoupólové troleje (která byla připojená na tzv. dobudku, která sloužila ke galvanickému oddělování tramvajové sítě), obsahovalo také elektrické topení (první elektrobusem v Praze, který byl „zcela“ ekologický). V provozu byl od září 2015 do konce srpna 2017. Za tu dobu urazil v běžném provozu přes 144 tisíc kilometrů (denní kilometráž se pohybovala mezi 270–376 km) a jeho spolehlivost dosahovala 95 % (resp. odjel cca 95 % plánovaných km). Vypravován byl na linky 213, 163, 124 a 188. ¹⁸



Obr. 11: Elektrobusem SOR EBN 11, který se zrovna nabíjí v obratišti Želivského

6.5 SOR EBN 9,5

Dalším milníkem se stalo uvedení do provozu dvou elektrobuseů na začátku roku 2016 společností ARRIVA PRAHA (resp. ARRIVA CITY, jednalo se o první elektrobuse v Praze, který provozuje jiná společnost než DPP). Jedná se o vozy SOR EBN 9,5 v délce 9,5 metrů. Vypravovány jsou na linky BB1 a BB2, tyto linky spojují multifunkční areál BB Centrum. Jedná se o elektrobusey, které nemají pantograf a ani nejsou dobíjeny za provozu, a proto jsou dobíjeny pouze v garážích (dobíjení trvá cca 8 hodin do plného nabití). Denní výkon se průměrně pohybuje kolem 100 km na každý elektrobuse (deklarovaná kilometráž výrobcem na jedno nabití je 140–160 km). Jsou vybaveny naftovým topením. K prosinci 2017 ujely elektrobusey přes 70 000 kilometrů.¹⁹



Obr. 12: Elektrobusey SOR EBN 9,5 při svém slavnostním zahájení

6.6 SOR TNB 12

Od nadnárodní společnosti se zpět vrátíme k DPP. V říjnu 2017 proběhlo „znovuobnovení“ trolejbusů v Praze. Začal se zde testovat parciální trolejbus SOR TNB 12 (tím pádem se jedná o vozidlo, které je zcela elektrické včetně topení, klimatizace a atd.), který však byl využíván jako dynamický elektrobus (většinu trasy urazil bez troleje). Pro tuto událost bylo vybudováno trolejbusové vedení v Prosecké ulici (cca 1 km). Tento elektrobus je dost sporadicky (probíhá zde spoustu testů a zkoušek) vypravován na kousek linky 140 v úseku Palmovka – Letňany (vyjíždí pod číselným označením 58, což odkazuje na již zrušené trolejbusy). Jelikož se jedná pouze o parciální trolejbus nikoliv o dynamický elektrobus, tak je vozidlo schopné urazit na baterii cca 8 km (bohužel i rychlost je softwarově snížena, aby baterie nebyla tolik vybíjena). Dobíjení probíhá na třech místech. Prvním místem jsou garáže (kde musí vyjet 100 % nabitý, jinak nedojede na svoji trasu), dalším je dobíjení na Palmovce (pomocí DOBUDKY, která je přesunutá na Palmovku) a posledním je dynamické dobíjení v Prosecké ulici, kdy vozidlo jede čistě jako trolejbus.²⁰



Obr. 13: SOR TNB 12 při nabíjení

6.7 SOR NS 12 Electric

Se zahájením testování parciálního trolejbusu, byl pronajmut na rok (s možností další opce) nový elektrobuses SOR NS 12 Electric. Jedná se o zbrusu nový elektrobuses, který svými specifikacemi se velmi podobá SORu EBN 11. Mezi hlavní změny patří délka, která u NS 12 dosahuje přesně 12 metrů, kompletní nízkopodlažnost vozidla a umístění baterií (baterie jsou nyní na střeše, kdežto u všech předchozích typů byly baterie umístěny přímo ve vozidle a ovlivňovaly velikost interiéru). Vozidlo může být dobíjeno buď kabelem v garážích nebo z dvoupólové troleje (jak již zmíněný SOR EBN 11). Testování vozidla probíhá na linkách 109 a 239, vzhledem k tomu, že provoz elektrobusesu není ještě ani ve čtvrtině celého testování, tak nejsou k dispozici žádná data z provozu (k tomu byl elektrobuses několikrát vracen výrobci kvůli odstranění různých chyb, popřípadě doladění na přání zákazníka). Podle dat od výrobce by měl být schopen elektrobuses ujet cca 160 km²¹ na jedno nabití s povinnou rezervou (kapacita baterií je větší než u EBN 11), kilometráž je možné navýšit pomocí průběžného dobíjení.



Obr. 14: Elektrobuses SOR NS 12 Electric zachycen při nabíjení

6.8 Budoucnost?

Plánuje se celá elektrifikace linky 140 a provozování kloubových vozidel (bohužel zatím není dynamický elektrobuses, který by měřil 18 metrů). Další projekt, který se nachází v pokročilé fázi, je elektrifikace linky 207, na které by měly jezdit statické elektrobusesy s průběžným dobíjením na konečných (typ vozidla, který se zde testoval). Plánované zahájení stanoveno na rok 2019.²² Posledním neméně zajímavým projektem je elektrifikace linky AE, která spojuje Letiště a Hlavní nádraží.²³

7 EKOLOGIE ELEKTROBUSU

Elektrobusy jsou v dnešní době velmi rozebírané téma, a to zvláště kvůli jejich ekologii. Otázka je, jestli je to pravda?

Mezi hlavní argumenty, proč elektrobusy nejsou ekologické, patří baterie. Výroba baterií je sice finančně i ekologicky nákladná, avšak oproti spalování nafty či benzínu, lze baterii zrecyklovat a použít vybrané složky pro jiné účely, popřípadě i pro nové baterie (což při spalování není možné).

Jako další negativní faktor se uvádí výroba energie pro elektrobusy. Samozřejmě u nás výroba energie není zrovna ekologická. Největší podíl na výrobě energie mají u nás neobnovitelné zdroje (hlavně spalováním uhlí) ²⁴. Některé země získávají velký podíl své energie obnovitelnými zdroji, kvůli tomu nám tenhle problém odpadá.

Mezi hlavní faktor, na kterém závisí, zdali bude elektrobus i v místě provozu ekologický, je výběr topení. Topení, jak jsme zde již uváděli, může být dvojího provedení. Buď může být čistě elektrické, nebo elektrobus může být doplněn naftovým topením (které zároveň v zimě může ohřát baterie). Samozřejmě tohle řešení má i svoji výhodu. Elektrobus má o dost menší spotřebu, kvůli tomu má i větší dojezd, avšak ztrácí svůj zásadní záměr, ekologický v místě provozu.

Mezi další nesporné výhody patří i nízká hlučnost oproti standardním autobusům (v historickém centru bude určitě lepší provozovat vozidlo, které je méně hlučné). Je nutné také brát v potaz to, že elektromotor má o dost vyšší účinnost oproti spalovacím motorům. Mj. je možné i energii zpátky rekuperovat do baterie, což u autobusu není možné, kde se přebytečná energie mění na teplo.

Za nás elektrobusy jsou ekologičtější než autobusy, avšak je nutné pořizovat vozidla bez naftového topení.

8 NÁKLADY

Náklady na celkový provoz se mohou výrazně lišit druh od druhu, proto jsou uvedené částky velmi orientační a každý výrobce může deklarovat jiné údaje.

8.1 Náklady na pořízení elektrobusu

Samotné náklady na pořízení elektrobusu mohou být víc než 2x vyšší oproti standardnímu naftovému autobusu. Pro srovnání jsme uvedli 2 konkrétní vozy od značky SOR:

Tab. 1: Porovnání ceny elektrického a naftového pohonu

Typ vozidla	SOR NS 12 Electric	SOR NB 12 City
Typ pohonu	Elektrický	Naftový
Cena (Kč)	14 963 545 Kč	6 132 030 Kč

8.2 Náklady na infrastrukturu

Neodkladnou částí patří náklady na infrastrukturu, které mohou dosahovat také nemalých čísel. Avšak tady to již není tak jednoduché, protože každý typ elektrobusu vyžaduje jinou infrastrukturu. Jelikož se naše práce zabývá hlavně statickými a dynamickými elektrobusem, tak zde uvádím hlavně tyto údaje.

Pro provozování statického elektrobusu nám v základu stačí zásuvka (např. v garážích, kde se dobíjí pomocí pomalého dobíjení), pokud ovšem chceme dobíjet průběžně i na konečných pomocí rychlého dobíjení, je nutné již vybudovat nabíjecí stanici.

Pro provoz dynamického elektrobusu je to ještě komplikovanější. Je nutné zde vybudovat i trolej, kdy se uvádí cena v rozmezí 15–40 mil. Kč / km. ²⁵ Samozřejmě je zde nutné ještě vybudovat měnič, popřípadě i dobíjecí stanice. Zásuvka v garáži je taktéž nutná.

Zde v tabulce jsou uvedeny orientační ceny dobíjecích zařízení:

Tab. 2: Porovnání ceny dobíjecích zařízení

	Cena (Kč)
Zásuvka, AC (střídavý proud) vstup	225 000
Zásuvka, DC (stejnoseměrný proud) vstup	2 000 000
Zásuvka z tramvajové sítě	375 000
Rameno s kontakty	700 000
Pantograf, z veřejné sítě	3 125 000
Pantograf, z tramvajové sítě	800 000
Indukční přenos	1 925 000

8.3 Provozní náklady

Náklady na samotný provoz vozidla jsou velmi nízké. Spotřeba dosahuje od 1 kWh až po cca 2 kWh za 1 km (v přepočtu cca 3–5 Kč na 1 km)²⁶, což je ve srovnání s autobusem velmi nízká částka (u standardního dieselového autobusu se pohybuje částka kolem 8–9 Kč na 1/km)²⁷. i spolehlivost je vyšší oproti standardnímu autobusu. Mezi další nespornou výhodou patří to, že elektromotor je o dost snadnější na údržbu oproti „normálnímu motoru“. Bohužel zde musíme započítat i cenu za výměnu baterií (uvádí se cca 2–3 Kč / 1 km)²⁸, což se již pomalu dostáváme na podobnou cenu jako za standardní naftový autobus.

8.4 Celkové náklady

Po sečtení všech nákladů, provoz elektrobuse vychází podstatněji draž než provoz autobusový (počítáme-li s provozem elektrobuse na 12 let a s jednou výměnou baterií). Uvádí se, že elektrobusevý provoz je o víc jak 20 % dražší než provoz autobusový.²⁹ Otázkou zůstává, jestli je dopravce ochotný investovat víc peněz za čistší provoz. V následujícím grafu je uvedeno srovnání elektrobuse a autobusu:



Obr. 15: Porovnání nákladů elektrobuse a autobusu

9 STUDIE – ELEKTROBUSY V PRAZE

Síť dopravních cest silničních vozidel obsluhujících linky městské hromadné dopravy je v Praze velmi rozmanitá. Metropoli z dopravního hlediska známe jako město s členitým a často kopcovitým terénem. Často se na vytížených dopravních cestách tvoří kongesce a tím vznikají zpoždění vozidel MHD. Tento stav je pro statické elektrobusy nevhodný. Řešením by bylo vytvoření trolejbusové infrastruktury na vybraných silničních úseku trpících nejčastěji kongescemi. Samozřejmě máme na mysli místa na trasách nejdelsích a nejvytíženějších autobusových linek (pro příklad linky 136, 177 a 195), na kterých by nezávislý elektrobus nebyl vhodný. Pokud by byly nasazeny takové elektrobusy, jednak by potřebná baterie byla neúnosně těžká, a hlavně by hrozily provozní problémy. Tím se myslí, že i při vybavení dostačující baterií a případném dobíjení při přestávkách na končených, by mohly mimořádnosti v provozu narušit provoz těchto vozů. Pokud nabere autobus (v našem případě by to byl elektrobus) na trase velké zpoždění, na konečné se vozu a řidiči zkrátí přestávka, nebo o ni úplně přijdou. Elektrobus by pak jel bez dobití (pokud by se dobití nevyřešilo operativně, například prodloužením přestávky nad rámec předepsanému vozovému jízdnímu řádu) a při nízkém stavu baterií by mohlo dojít k výpadku těchto vozů. To samé by mohlo nastat při nízkých teplotách a větším využití topných jednotek, případně klimatizace.

9.1 Provoz klasických trolejbusů v Praze

Klasické trolejbusy byly v Praze provozovány mezi lety 1936 a 1972. Z důvodu levné ceny ropy se staly výhodnější autobusy a trolejbusový provoz v Praze byl bohužel ukončen.³⁰

Nová éra trolejbusové dopravy v Praze započala vystavením kilometrové trati v Prosecké ulice v úseku mezi zastávkami Kundratka a Prosecká. Zatím je vše ve fázi testování a doufejme, že se bude pokračovat v dalším rozvoji trolejbusové dopravy. Na této kilometrové trati je však pro testování použit elektrobus s dynamickým dobíjením, o kterém pojednávají jiné části textu.

Pro provoz klasických trolejbusů, které jsou plně závislé na elektrickém vedení, musíme mít v provozu vhodné podmínky. To znamená, že k provozu potřebujeme mít na celé trase vytvořenou trolejbusovou infrastrukturu (trolejové vedení, měnárny, výhybky apod.). Další podstatnou věcí je mít vytvořenou tuto infrastrukturu na zátahových trasách do případných trolejbusových vozoven (v naší práci počítáme se začleněním trolejbusů do současných autobusových garáží). Tento bod by mohl být v pražských podmínkách problém. V minulém století, kdy v Praze byly trolejbusy v provozu, bylo i hustší rozmístění těchto vozoven. Trolejbusové vozovny byly například na Smíchově, ve Střešovicích nebo ve Vinohradech. Trolejbusové linky tedy byly poblíž svých vozoven.³¹ Autobusových garáží, které by případně mohli zajistit garážování trolejbusů, je v současné době méně a jsou také dále od sebe. Z tohoto důvodu jsme vytipovali několik oblastí a linek, kde by bylo možné provozovat klasické elektrobusy a nebyl by problém s umístěním infrastruktury a také s provozními jízdami mezi garáží (vozovnou) a počáteční zastávkou dané linky.

Konkrétní oblastmi, které jsme vybrali pro provoz klasického trolejbusu, se nachází na Severním městě. Na Severním městě by mohla být provozována klasickými trolejbusy linka číslo 140, která spojuje Palmovku, Prosek, Letňany, Čakovice a Miškovice. Dalšími vhodnými oblastmi na Severním městě jsou Kobylisy, Bohnice, Čimice s návazností Vysočanskou ulici na Proseku, přes Vysočanskou estakádu až do Vysočan do konečné Českomoravská. V této linii by mohly transformovat na plně trolejbusové linky čísel 144, 152, 200, případně 102. Konkrétní popis těchto oblastí a včetně argumentů pro zavedení klasických trolejbusů na dané linky naleznete v dalším textu.

9.2 Provozování parciálního trolejbusu

Co je parciální trolejbus, bylo již zmíněno v dřívějším textu. Nyní bychom si mohli říct, kde by mohlo být v Praze vhodné tento typ provozovat. Pro provozování parciálního trolejbusu je nutné mít na většině trasy trolejové vedení. Tento trolejbus má baterii o menší kapacitě. Pouze na baterii může jet v místech, kde není vhodné umisťovat troleje (např. úzké podjezdy), na dojezd do garáží po ukončení směny na lince či v úsecích, kde jezdí linka sama nebo v delších intervalech a nevyplatilo by se tak vytvářet trolejové vedení.

Pro provoz těchto vozidel by se hodily hlavně páteřní linky s nízkým intervalem, na kterých by se vyplatilo provozovat parciální trolejbus a také vybudovat infrastrukturu pro provozování tohoto typu. Vhodným příkladem jsou tangenciální metrobusové linky 136, 177 a 195, na kterých je řada míst vyzívajících k umístění drátů pro provoz námi popisovaných vozů. Aby mohl parciální trolejbus začít jezdit na takových linkách, museli bychom se ujistit, že je vytvořena dostatečná trolejbusová infrastruktura a také, zdali máme kapacitní baterii na zbývající dojezd.

Zajištění provozu tímto typem by se také nabízelo u linek, které by se „nachomýtly“ k místům s již hustou trolejbusovou infrastrukturou vlivem provozu důležitých páteřních linek, na kterých je vhodné provozovat tento typ trolejbusu, a tak by mohl být nasazen i na tyto linky.

9.2.1 Kde provozovat parciální trolejbus?

Nyní se dostávám k otázce, kde by v pražských podmínkách bylo nejlepší provozovat parciální trolejbusy. Jak už jsme si několikrát řekli, k provozování tohoto typu je nutné mít na většině trasy trolejové vedení, z kterého se tento druh trolejbusu za jízdy napájí. Závěr jízdy nebo manipulační jízdy do provozovny pak vykonává na energie z různé kapacitní baterie. Podle našeho názoru by v Praze bylo nejlepší parciální trolejbusy provozovat na kapacitních páteřních linkách v oblastech, kam přímo nezajíždí metro či tramvaj a jsou tak odkázány pouze na méně ekologické autobusy. Takovými oblastmi v Praze jsou například Bohnice a Čimice, Staré Letňany a dál směr do Čakovic, Suchdol se svou páteřní linkou 107, oblast Stodůlek a Velká Ohrada, oblast Kamýka, Modřan a Libuše, v místech, kam se neplánuje trasa metra D a v neposlední řadě sídlištní celek Jižní Město či okolní čtvrti jako Spořilov nebo Petrovice. Dále by to pro příklad mohly být oblasti ve východní části města, kudy jezdí páteřní

tangenciální linky (např. linky 135, 136, 139, 150, 177, 195, na kterých jezdí kloubové autobusy a linky 124, 213, na kterých jezdí krátké autobusy). Zde se jedná pro příklad o Hostivař, Michli, Vršovice, Malešice nebo Vysočany.

V budoucnu se budou muset hledat různá řešení pro nahrazení klasických neekologických autobusů s naftovými motory. Pro popisované druhy linek v Praze by byl parciální trolejbus ideální volba. Toto řešení by mělo spoustu výhod a značně by vylepšilo kvalitu dopravy a ovzduší. Jak je obecně známo, současné kapacitní baterie jsou velmi těžké a objemné, a tak by na páteřních linkách, a hlavně u kloubových vozidel, nebylo variabilní využívat. Popisované řešení „provozování parciálního trolejbusu na kapacitních, metrobusových linkách“ obsahuje nutnost mít zavedené na majoritní části linky trolejové vedení. Tato podmínka by sebou nesla i řadu výhod a eliminovala by nějaké možné překážky pro provoz elektrobuse. Pokud se zaměříme na kloubové autobusy, které mají velkou spotřebu jak nafty, stejně tak kloubové trolejbusy mají velkou spotřebu elektrické energie, nabíjení během cesty by umožnilo osadit takový kloubový trolejbus menší baterií. Vyřešila by se tak problematika týkající se spotřeby kloubového trolejbusu (respektive elektrobuse) a nutnosti mít v něm limitně objemné baterie, což je jasná výhoda tohoto řešení. S tímto faktem také souvisí to, že pokud by takový trolejbus uvízl v dopravní zácpě, mohl by se i přistání dobíjet z umístěných trolejí, samozřejmě počítáme s tím, že právě na takových rizikových místech by trolejové vedení bylo umístěno. K těmto výhodám patří také to, že pokud by na trase nastala nějaká mimořádnost (nehoda, havárie inženýrských sítí, stržení trolejového vedení) či výluha, trolejbus by mohl taková místa objet a bez přerušení se napojit na trasu a pokračovat v jízdě.

Při obhajování tohoto řešení by mohla nastat otázka, proč rovnou na všechny takové linky neposlat klasický trolejbus. Jedna odpověď už byla popsána v předchozí myšlence – pokud by nastala nějaká mimořádnost, tak se zastaví celý trolejbusový provoz. Dalším problémem by byly manipulační výjezdy a zátahy do provozoven, protože by nebylo možné osadit všechny manipulační trasy trolejemi (průběžně se dle potřeby oběhy mění a také by to ekonomicky nebylo výhodné). Na některá místa by také nebylo nutné nebo vhodné trolejové vedení umisťovat. Mohlo by se například počítat se změnou linkového vedení či s případným doplněním vedení. Na některé úseky, kam jezdí malý počet spojů, by nebylo nutné umisťovat trolejové vedení nebo by se bez komplikací nemohlo umístit na některých místech (nevhodná křižovatka, úzký podjezd či průjezd, rychlostní komunikace). Závěrem k tomuto typu by se dalo říci, že jsme u něj našli řadu výhod a v Praze by se mohl zavést. Stačí jen doufat, že se k této otázce dopravy Praha postaví čelem a najde finanční prostředky a možnosti v legislativě k využití tohoto nebo podobného řešení.

O konkrétních místech, kde by podle nás stálo za to provozovat parciální trolejbus, ale i další typy naleznete v dalším textu.

9.3 Provozování dynamického elektrobuse

Jak už jsme si řekli, z hlediska procentuálního napojení na trolejovou síť a jízdu pouze na baterii je statický elektrobuse opakem parciálního trolejbusu. Již z tohoto důvodu je patrné, že statický elektrobuse nebude vhodné nasazovat na linky trpící častými kongescemi nebo na oběhy s velkým počtem kilometrů, kde by se elektrobuse nemohl dostatečně nabít (ani pokud by to papírově mělo akorát vycházet, musíme počítat s nějakou rezervou) a ujet tak velký počet kilometrů na daném oběhu.

Pro provoz těchto vozů potřebujeme alespoň na části trasy trolejové vedení. Pokud se na trase vyskytne úsek se stoupáním, měl by to být právě tento úsek, který by měl být primárně vybaven trolejovým vedením. Neméně důležité by mohly být troleje umožňující nabíjení dynamického trolejbusu na komunikacích s velkým provozem trpících častými kongescemi. Mohla by se samozřejmě vytvořit rezerva nakoupením kapacitnější baterie, ale určitě je lepší si propočítat možnosti a podívat se celkově strategicky na budoucnost a infrastrukturu. Kde to tedy lze a bylo by možné provozovat pod dráty více linek, tak zadrátování provést. Podle délky by se uvažovalo o výběru vozidla, ale nás nyní zajímá dynamický elektrobuse.

Pokud bychom strategicky plánovali a vytvářeli dlouhodobě dobré podmínky, mohlo by být provozování dynamického elektrobuse ekonomicky výhodné.

Dynamický elektrobuse by tedy podle naší studie bylo nejvhodnější vypravovat na linky spíše v okrajových částech města bez velké hustoty provozu, pokud by tedy zmiňovaná riziková hustota provozu nebyla nějak ošetřena (buspruhy, trolejové vedení). Buď tedy na ty, které mají krátký interval a vyplatí se pro ně vytvořit na určité části trasy trolejové vedení (minimálně 10 % trasy) nebo na linky, které by jely v nějakých místech, kde by už trolejové vedení bylo vytvořeno a zbytek své cesty by elektrobuse takové linky dojel na energii z baterie. Příkladem pro první popisované linky s krátkým intervalem by mohly být pražské linky číslo 106, 131, 134, 137 a 176. Všechny tyto linky jezdí v krátkém metrobusovém intervalu, na své trase překonávají nějaké stoupání a také ve většina území, kde tyto linky jezdí, jsou obsluhovány pouze jimi. Společně mají také to, že na nich jezdí klasické dvanáctimetrové autobusy, což je délka ideální pro dynamický elektrobuse. Pro druhý posuzovaný typ linek by již muselo být na trase vytvořeno trolejové vedení vlivem provozování dalších elektrobuse (spíše typu parciální trolejbus). Například pokud by bylo vytvořena trolejbusová infrastruktura v Kobylisích v ulici Střelnická a v části ulice Ďáblická, mohl by být dynamický elektrobuse provozován na lince 103, která má své konečné na Ládví, v Ďáblicích a Březiněvsi. Elektrobuse by na popisovaných místech v Kobylisích přijímal energii z trolejí a ve zbytku trasy, například od zastávky Sídliště Ďáblice až do konečné Březiněves, respektive Ďáblice, by jel na energii ze své baterie. Dále by to mohly být v oblasti Kobylis linky 145 či 162, pokud by v oblasti v okolí stanice metra Kobylisy a také v Čimicích byly nataženy trolejové dráty. Také by to v neposlední řadě mohla být linka 202 jedoucí z Bohnic, kde by také bylo vhodné vytvořit trolejové vedení, které by

kromě páteřních linek obsluhujících Bohnice mohla obsluhovat i tato doplňková linka 202 s dynamickými elektrobusey.

9.4 Provozování statického elektrobuse

Jak jsme si již řekli dříve, statický elektrobus musí svou cestu urazit ze 100 % na baterii. Dobíjení probíhá jen při stání. V Praze se zatím tento typ vyskytl nejvíce, a to v podobě několika testovacích vozů na několika linkách. Bylo to testování elektrobuse SOR EBN 11 na linkách 163, 188 a 213, které dopadlo pozitivními výsledky. V současné době se testuje také elektrobus SOR NS 12 Electric na lince 109. Nutné je také zmínit provozování elektrobuse SOR EBN 9,5 společností Arriva na komerčních linkách k BB Centru Brumlovka na Praze 4.

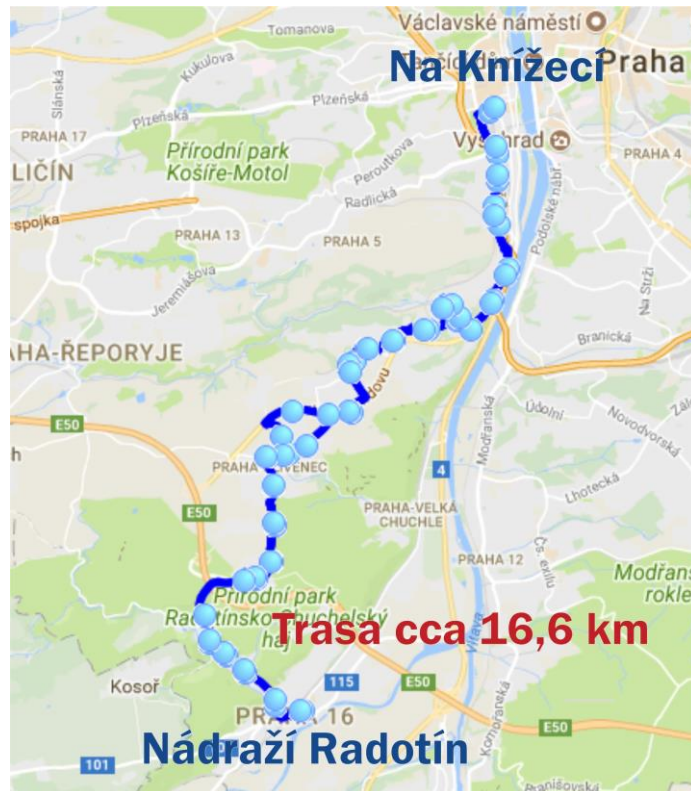
V Praze se dle dostupných informací chystá osadit linku 207 pouze statickými elektrobusey. Dosud k tomu nejsou bližší a konkrétnější informace. Podle nás však tato linka z provozního hlediska pro tento typ elektrobuse není úplně vhodná. Důvodem k tomuto názoru je, že ulice Husitská, kterou popisovaná linka 207 projíždí, je často přetížená a vytváří se v ní dopravní zácpy. Sice tato linka jezdí centrem města a provozování elektrobuse je zde opodstatněné, ale mohlo se uvažovat i o pořízení jiného typu elektrobuse (např. parciálního trolejbusu či dynamického elektrobuse) pro tuto trasu, a to nejlépe kapacitnějšího, protože tato linka bývá také často přetěžována. Pokud by byl vybrán nějaký jiný typ, bylo by vhodné v krizovém úseku ulice Husitské umístit trolejové vedení, ze kterého by se elektrobus mohl napájet i při případné kongesci. Nyní musíme vyčkat na koupení statických elektrobuse a další vývoj v jeho provozování. Je možné, že se na lince 207 osvědčí a pokud by se tak nestalo, mohou se vozy bez větších problémů převést na linky do jiných částí Prahy a na linku 207 se mohou pořídit elektrické vozy jiného typu.

Z našeho pohledu, pokud porovnáme tento typ elektrobuse s ostatními popisovanými vozidly, do Prahy se hodí spíše na okrajové a doplňkové linky. Pro kapacitnější kloubová vozidla zde vznikají určitá omezení, co se týče baterií (např. velikost, váha a tím zatížení vozidla).

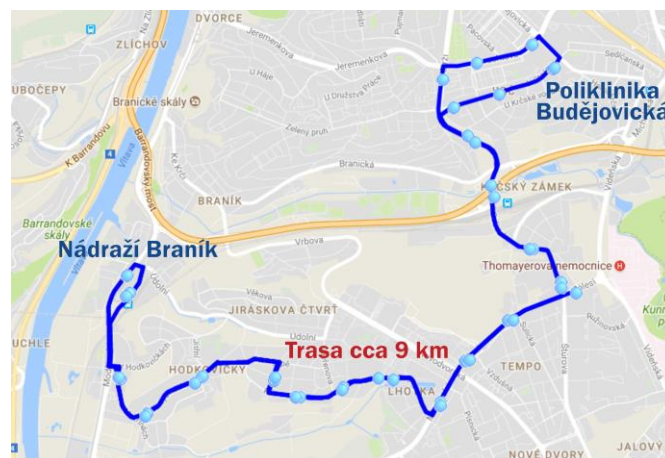
Konkrétní vhodné linky pro provozování tohoto typu v Praze se nevybírají úplně lehce. Nejlepší pro provoz jsou linky bez větších výkyvů v provozu a končící v obratištích, kde se dají umístit dobíjecí stanice, nejlépe s dalšími linkami. Musí se také zajistit dostatečné přestávky, aby mohl elektrobus odjezdit celý svůj oběh. Sice testovací elektrobus tohoto typu jezdil v pracovní dny na lince 213, kde jsou na trase častá zdržení, ale jednalo se pouze o jedno pořadí.

Jako příklady ideálních linek uvedeme linku 120 (Na Knížecí – Nádraží Radotín), která nemá příliš výkyvů v jízdním řádu a také v terminálu Na Knížecí by se dala umístit dobíjecí stanice, kterou by elektrobuse linky 120 mohly sdílet i s vozy dalších linek. Dalším příkladem by mohla být linka 121 (Nádraží Braník – Poliklinika Budějovická), která relativně klidnou trasou spojuje Braník, Lhotku a Krč. Dobíjecí stanice na této lince by mohla být vytvořena v obratišti Nádraží Braník, kde je možné napojení z tramvajové sítě. Dobíjecí stanice v této konečné by mohla být sdílena v této konečné i s linkou 106. Jako poslední příklad uvedeme linku 227 (Háje –

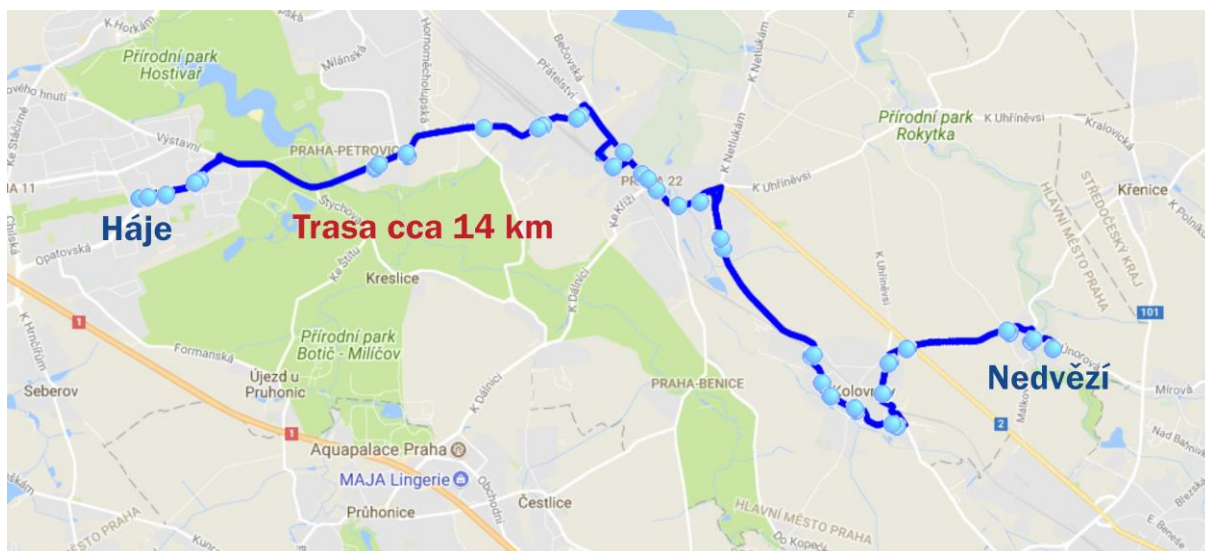
Nedvězí), která jezdí od vytížené stanice metra Háje do poklidných oblastí v okolí Uhřetěvesi. Na této lince občas v ulici Přátelství v Uhřetěvesi vznikají kongesce, ale zato má linka dostatečné přestávky v obřatišti Háje, kde by bylo ideální umístit dobíjecí stanici, která by mohla být sdílena i s dalšími linkami. Také by mohlo být chvályhodné zavést statický elektrobus na midibusové linky jezdící v centru nebo okrajových částech města, které většinou najedou menší počty kilometrů, a tak by u nich nemusel vznikat problém s vybíjením.



Obr. 16: Trasa linky 120



Obr. 17: Trasa linky 121 linky 121



Obr. 17: Trasa linky 227

Tento typ by do pražské dopravy bylo určitě dobré zavést, musely by se ale podchytit všechny nástrahy vznikající u tohoto elektrobuse. Je nutné počítat s mimořádnostmi v provozu a případně připravit řešení vzniklých potíží, které mohou vzniknout. Hlavním problémem je popisovaná kapacita a vybíjení baterie. To se však uvidí až hromadným zavedením tohoto typu do provozu a následného ověřování a sledování. Snad se vše povede a statický elektrobuse nalezne své místo i v pražské dopravě.

9.5 Linka 140

Linka 140 jezdí z Palmovky do Miškovice. Část trasy v úseku Kundratka – Prosecká na Prosecké ulici byl zvolen pro testování parciálního trolejbusu. To znamená, že tento úsek je zadrátován a parciální trolejbus přijímá elektrickou energii z trolejového vedení. Úsek s trolejovým vedením se nachází ve stoupání. Elektrické vozidlo se svou lepší stoupavostí zvládne vyjet tento úsek oproti autobusu lépe (rychleji a hlavně ekologicky). V opačném směru směrem na Palmovku, kde je klesání, vozidlo projede s minimálním čerpáním energie, ale hlavně může vracet elektrickou energii zpět do vedení (tzv. rekuperace). V současné době je parciální trolejbus testován v trase Palmovka – Letňany dle mimořádného jízdního řádu. Napájen je průběžně v uvedeném úseku Kundratka – Prosecká z trolejového vedení pomocí tyčových sběračů a také v obratišti Palmovka z tramvajového vedení, které je galvanicky odděleno v tzv. dobudky.

Trasa této linky je vhodná pro osazení trolejovým vedením v celé své trase. Linka 140 je totiž páteří metrobusovou linkou a jezdí v krátkém intervalu (mimo závěrečný úsek Čakovice – Miškovice, kam jezdí jen polovina spojů). Mimo to jezdí v drtivé části této trasy další páteří metrobusové linky, na které by bylo možné také nasadit elektrická vozidla a tím i efektivněji využít trolejové vedení na trase linky 140. Tímto by se linka 140 mohla stát plně elektrifikovanou. Poblíž stanice metra Prosek, přes kterou tato linka projíždí, se nachází autobusová garáž Klíčov. Pokud by do těchto garáží vedlo trolejové vedení (nejkratší napojení

od trolejí linky 140 by bylo cca 400 metrů), mohly by být na linku 140 nasazeny klasické trolejbusy, které známe z trolejbusových provozů v ostatních městech. Nebylo by tak nutné využívat ve vozidlech drahých baterií, což představuje jednu z nevýhod.



Obr. 18: Trasa linky 140



Obr. 19: Detail trasy linky 140

Pokud by se pracovalo s tím, že by vozidla na ostatních páteřních linkách (např. 136, 195) využívala trolejové vedení linky 140 (hlavně v úseku Prosek – oblast Čakovice a jednalo by se spíše o typ parciálního trolejbusu) a na lince 140 by jezdily pouze klasické trolejbusy, mohlo by se toto řešení v delším časovém měřítku považovat za ekonomicky výhodnější oproti jiným. Hlavním důvod by byl ten, že by se na linku 140 nakoupily pouze nenáročné trolejbusy a jak již bylo zmíněno, trolejové vedení by bylo možné využít i dalšími linkami sdílející alespoň část trasy.

9.7 Slavia – Chodovská

Úsek od zastávky Slavia, přes zastávku Bohdalec poblíž vršovických autobusových garáží na křižovatku u zastávek Chodovská je významná silniční dopravní cesta spojující přes „Bohdalecký kopec“ Vršovice a Michli. Každý den touto trasou projede mnoho autobusových spojů. Z významnějších linek zde jezdí hlavně páteční metrobusové linky s krátkým intervalem 135, 136, 150, 213. Mimo linku 150 všechny tyto linky pokračující ve směru na Michli dále na Spořilov a Jižní Město.



Obr. 21: Úsek Slavia – Chodovská k elektrifikaci

Elektrifikací tohoto úseku by se vytvořily vhodné podmínky pro provozování elektrických dopravních prostředků na linkách, které přes Bohdalec projíždí a představují významné dopravní spoje pro řadu Pražanů.

9.8 Dejvice – Suchdol

Autobusové spojení z Dejvic ulicí Jugoslávských partyzánů, Podbabskou, Roztockou a Kamýckou až do samotného Suchdola denně využije mnoho lidí. Toto spojení zajišťuje páteřní linka 107 s kloubovými vozy a doplňková linka 147 se standardními vozy. Linka 107 má mimořádně krátký interval, nejkratší ho má však v semestrech České zemědělské univerzity v Praze, která se nachází právě na Suchdole. Ve školním roce velkou část cestujících linky 107 tvoří právě studenti Zemědělské univerzity. i přes velmi krátký interval páteřní suchdolské linky jsou autobusy často přetěžovány. Ještě horší stav nastane při kongesci v ulici Jugoslávských partyzánů, kdy autobusy uvíznou na trase a nestíhají své obřadové časy.



Obr. 22: Trasa linky 107

Problém dopravy na Suchdol by mohla vyřešit tramvajová trať, která by měla řadu výhod (kapacita, segregace, rychlost, ekologie), ale na druhou stranu by celá stavba byla finančně a stavebně náročná. Zatím však ještě nebyla prověřována možnost provozování nějakého druhu silničního vozidla MHD s elektrickou trakcí. Pro trasu na Suchdol by se hodil například dynamický elektrobus či parciální trolejbus. O výběru vhodného vozidla by se uvažovalo na základě délky trolejového vedení, které by ze stejného důvodu jako u stoupání na lince 140 či na Vysočanské estakádě (pro připomenutí: lepší stoupavost elektrického vozidla, vysoké nároky na příjem elektrické energie vozidel jedoucích do stoupání, ale naopak vracení elektrické energie do sítě vozidly jedoucími do klesání – rekuperace) bylo hlavně nutné umístit do stoupání ze zastávky Roztocká až do zastávky Kamýcká, která už se nachází v katastrálním

území Praha-Suchdol. Nutné by bylo také počítat s dojezdem do autobusových garáží Řepy, kam by vozidlo muselo dojet pouze na baterii.



Obr. 23: Úsek vhodný k „zatrolejování“ na lince 107

9.9 Bohnice a Čimice

Od stanice metra Kobylisy je ve směru do Bohnic a Čimic provozováno velké množství spojů. Hlavním tahem po ulici Čimická jezdí několik páteřních linek, jež obsluhují území Bohnic a Čimic. Jedná se o linky 102, 144, 152, 177 a 200, pro které jsou cílem konečné Poliklinika Mazurská, Sídliště Bohnice (pro část spojů linky 102 Staré Bohnice) a Sídliště Čimice. Obsluhu Čimic zajišťuje také několik doplňkových linek jedoucích přes zastávku Vozovna Kobylisy, ty ale nebudou v našem hledáčku. V současné době jsou na již zmíněné spoje linek 144, 152, 177 a 200 nasazovány kloubové vozy. Linka 102 je jako jediná páteřní linka s krátkým interval v této oblasti obsluhována autobusy standardní délky.

Pro oblast Bohnic již vzniklo několik návrhů tramvajové obsluhy Bohnic. V návrzích bylo zmíněno napojení na tramvajovou trať v okolí stanice metra Kobylisy či tunelové spojení se Zoologickou zahradou a dále přemostěním až do Dejvic v okolí Podbavy. Hlavně první zmíněný návrh byl prozatím zamítnut Městskou částí Praha 8. Důvody bylo mimo jiné úbytek zeleně a jízdních pruhů na některých komunikacích.

Vzhledem k tomu, že celou oblast Bohnic a Čimic obsluhují pouze autobusy, což představuje velký nápor na životní prostředí, je tato oblast vhodná pro provozování různých typů elektrobuses či trolejbusů. V ulicích Čimická, K Pazderkám, Lodžská, Zhořelecká a Mazurská, které představují hlavní silniční tahy pro zmíněné páteřní linky této oblasti, by bylo vhodné vytvořit síť trolejového vedení. Linky 144 a 200 by tak byly v celé své trase elektrifikovány. Pokud by se zatrolejovala trasa po lince 152 ulicemi Střelnická, Vysočanská až ke stanici metra Vysočanská a do obratiště Českomoravská a také komunikace ke garáži Klíčov, mohly by být linky 144, 200 jedoucí ze zastávky Kobylisy a linka 152 ze zastávky Českomoravská obsluhována klasickými trolejbusy. Tímto opatření bychom ušetřili mnoho nákladů, které bychom museli vynaložit navíc. Linka 177 by byla vhodná pro provozování parciálních trolejbusů či dynamických elektrobuses, uvažovalo by se podle délky trolejového vedení na trase a dalších provozních parametrů. Pro linku 102 se zdají být nejvhodnějším typem parciální trolejbusy, ale ve standardní dvanáctimetrové verzi.



Obr. 24: Vhodné úseky k „zatrolejování“ v Bohnicích a Čimicích

9.10 Jižní Město

„Jižní Město je komplex panelových sídlišť v městském obvodu Praha 4 na jihovýchodě Prahy. Tvoří velkou část městské části Praha 11 na obou jejích katastrálních územích, jimiž jsou Chodov a Háje. Bývá označováno za největší sídliště v České republice. V sídlištních celcích Jižního Města žije převážná část z okolo 90 000 obyvatel městské části Praha 11.“³²

Jak již bylo zmíněno, oblast Jižního Města je velmi hustě obydlena, a proto jsou v těchto místech kladeny velké nároky na dopravu. Do oblasti Jižního Města vede linka metra C, která má na území několik vytížených stanic (hlavně Chodov, Opatov a Háje). Na všech těchto stanicích jsou přestupy na autobusové linky. I když je občanské vybavení na Jižním Městě určitě na vysoké úrovni, cílem mnoha obyvatel a také tranzitujících je centrum či další části města, důvody jistě není nutné zmiňovat. V této chvíli je metro C na hranici své kapacity a v hlavních přepravních časech dne provoz metra C již nelze posilovat. Proto se ve vytížených přepravních směrech snaží vypomáhat méně kapacitní a méně ekologické autobusy. Populárními směry, ve kterých nejvíce pomáhají autobusy metru C, jsou autobusové linky jedoucí přes Spořilov směrem do Vršovic či linka 125, jedoucí po Jižní spojce na Smíchov, která si v posledních letech získala mnoho cestujících.

Uvažovalo se také o vytvoření nové tramvajové trati směrem na Jižní Město, která by se napojovala na existující tramvajové vedení ve smyčce Spořilov. Vzhledem k charakteru místních komunikací a také kvůli současnému přístupu k podobným projektům, se v nejbližších letech s tramvajemi v této oblasti nepočítá. Proto můžeme věnovat pozornost možnosti vedení elektrobusů nebo trolejbusů ve významných trasách na Jižním Městě a okolí. Pokud se nacházíme pouze na území Sídlíště Jižní Město, hlavními silničními tepnami pro autobusové spoje jsou ulice Türkova, Chilská, Opatovská, Hvězdoslavova (v úseku, kde jezdí linka 125, U Modré školy, Ke Stáčírně a poblíž stanice metra Chodov ulice Roztylská, Ryšavého a U Kunratického lesa). Těmito ulicemi projíždí páteřní autobusové linky, které jsou zásadní pro obsluhu Jižního Města. Jedná se o linky 125, 135, 136, 170, 177 a 213. Pokud by se na zmíněných ulicích, které využívají tyto páteřní linky, byla vytvořena trolejbusová infrastruktura a na konečných Chodov, Háje a Jižní Město byly umístěny dobíjecí stanice, mohly by být v první řadě na vypsání linky nasazeny elektrické vozy.



Obr. 25: Vybrané úseky k „zatrolejování“ a vybudování dobíjecích stanic na Jižním Městě

9.11 Spořilov

Spořilov je sídliště na Praze 4 v území Záběhlic. Co se týče dopravy, Spořilov je znám hlavně tím, že je doslova obehnán rychlostními komunikacemi městského okruhu. Místní obyvatelé proti tomuto faktu bojují a vzniklo kvůli tomu také občanské sdružení.³³

Přes Spořilov projíždí řada páteřních autobusových linek s mnoha významnými cíli. Pro příklad je to linka 118, jedoucí ze Sídliště Spořilov na Smíchovské nádraží přes Budějovickou, linka 135 spojující přes Spořilov zastávky Florenc a Chodov či tangenciální linka 136 jedoucí ze vzdáleného Sídliště Čimice na bližší konečnou Jižní Město. Širší obsluhu Spořilova zajišťuje také midibusová linka 138, paradoxně se jedná také o metrobusovou a významnou linku pro tuto oblast, protože jezdí v krátkém intervalu, ale kvůli průjezdnosti jsou na ni nasazeny midibusy. Hlavními dopravními tepnami autobusových linek jsou ulice Hlavní, Severovýchodní I, Severní I, Na Chodovci a také pro autobusy jednosměrné ulice Lešanská (ve směru na Jižní Město) a Senohrabská (ve směru od Jižního Města dále do centra). Na Spořilově se také nachází tramvajová smyčka, ze které odjíždějí tramvajové spoje do centra města. Tato smyčka však není nejvhodněji umístěna, a proto je tramvaj dostupná v docházkové vzdálenosti pro malý počet obyvatel Spořilova. Uvažuje se také o prodloužení tramvajové trati dále směrem na Jižní Město, zde by ale byl problém s vytvořením nových dopravních cest pro tramvajové vozy. V současné době tedy zůstává dominujícím spořilovským dopravním prostředkem autobus.



Obr. 26: Návrh úseků k „zatrolejování“ na Spořilově

Obyvatelé Spořilova si také v minulosti stěžovali na četnost autobusových spojů a jejich ekologičnost. Není to však úplně na místě, protože hlavním problémem tohoto území jsou automobily jezdící po Městském okruhu v těsné blízkosti obytných částí, s čímž se samozřejmě

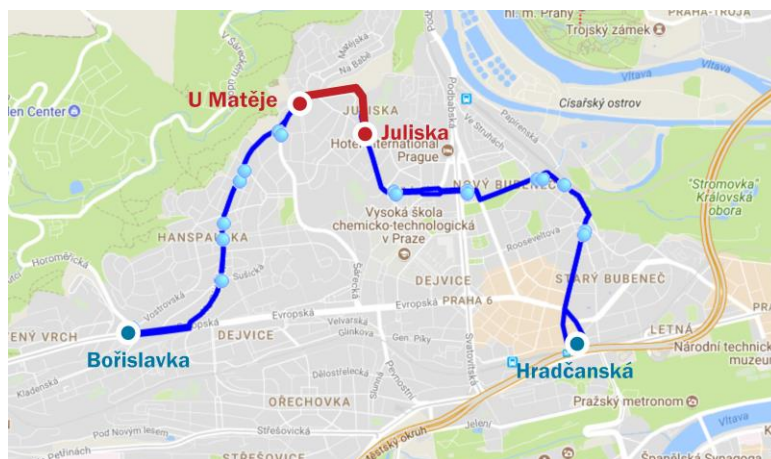
dlouhodobě nedá nic moc dělat. Hlavně kvůli zmíněnému náporu na životní prostředí v této čtvrti, je tato část velmi vhodná pro provoz elektrobusů. Pro místní obyvatele a město by to představovalo výrazný krok a alespoň částečné vyřešení zmiňovaného dopravního problému na Spořilově. Místní komunikace jsou vhodné pro umístění trolejového vedení. Pokud by se na Spořilově i na dalších významných komunikacích v Praze, kudy projíždějí „Spořilovské linky“ (např. Bohdalec, Jižní Město), vytvořily by se ideální podmínky pro provoz různých druhů elektrických vozidel (nejlépe parciální trolejbus či dynamický elektrobus).

9.12 Linky 131, 134, 137 a 176

Jako další objekty pro provozování elektrobusů jsme vybrali konkrétní linky. Jsou to linky 131, 137 a 176 jezdící v západní části Prahy a také linka 134 jezdící na Praze 4. Důvod je jednoduchý, trasy těchto linek jsou dosti členité a autobusy na těchto linkách musí překonávat značná stoupání. Společné mají i to, že jsou provozovány v krátkém metrobusovém intervalu a jsou zajišťovány klasickými dvanáctimetrovými autobusy z garáží Řepy a několik pořadí linky 137 a 176 z garáží Kačerov. Na lince 134 se vyskytují autobusy z garáží Kačerov a Vršovice.

Trasy těchto linek mají také společné to, že zde v době před více jak padesáti byly trolejbusové tratě a jezdily zde trolejbusy. Jak jsme si již řekli dříve, trolejbusy stejně jako v dalších částech města byly zrušeny i na těchto popisovaných linkách a od té doby musí ve stoupání trpět klasické autobusy se spalovacími motory.

Linka 131 jezdí v trase Hradčanská – Bořislavka. Největší a hlavní stoupání je zde od zastávky Na Santince přes zastávku Juliska, která je přibližně v polovině stoupání, až do zastávky U Matěje. U zastávky U Matěje jsou také umístěny sloupy s trolejovým převěsem, který má připomínat trolejbusovou dopravu v Praze.

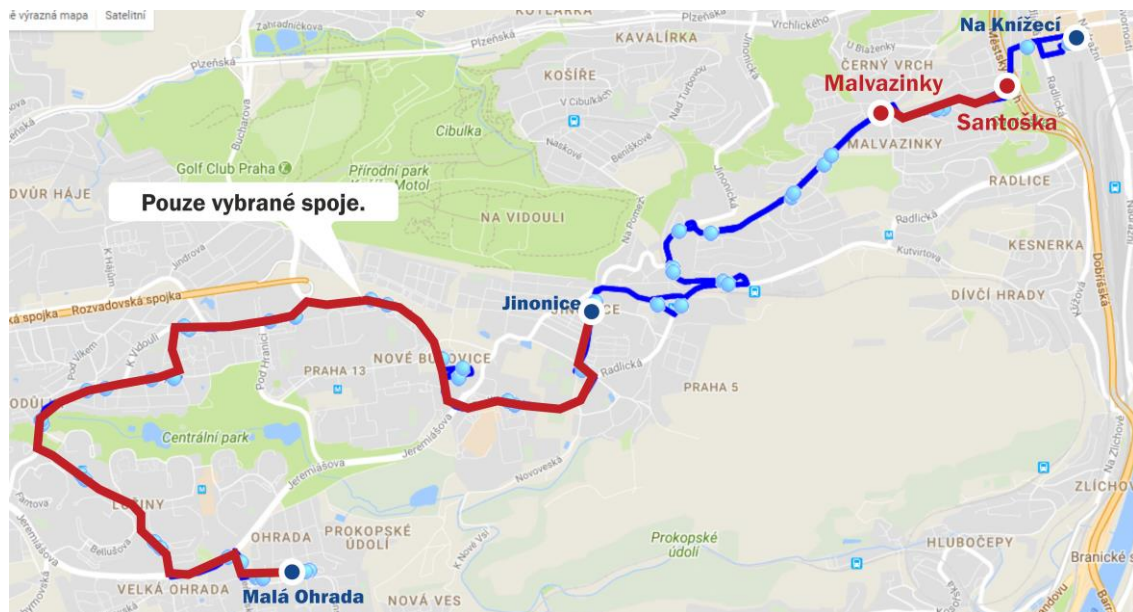


Obr. 27: Trasa linky 131

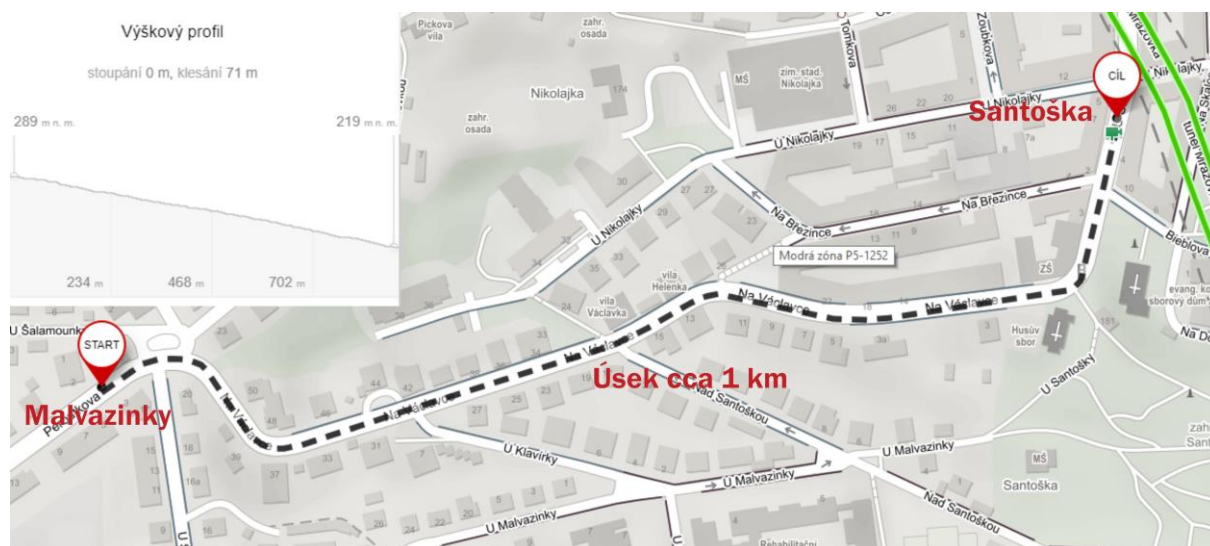


Obr. 28: Detail návrhu k „zatrolejšování“ na lince 131

Linka 137 začíná na autobusovém nádraží Na Knížecí a cílovou konečnou pro většinu spojů jsou Jinonice, několik vybraných spojů ve špičce pracovních dnů pokračuje až na Malou Ohradu. Většinu trasy v úseku Smíchov – Jinonice v minulosti obsluhovaly trolejbusy. Největší stoupání je v nejvytíženější části trasy ze Santošky na Malvazinky a klasickým autobusům dává značně zabrat.



Obr. 29: Trasa linky 137



Obr. 30: Detail trasy linky 137 k „zatrejování“

Karlovo náměstí se Strahovem spojuje třetí posuzovaná linka číslo 176. Jako jedna z mála autobusových linek obsluhuje centrum města. Z Karlova náměstí projíždí přes významné oblasti na Malé Straně a přes serpentine na Hřebence stoupá až ke Stadionu Strahov. Vzhledem k charakteru této trasy by se pro obsluhu této linky elektrobuses opravdu hodily. V minulosti sem také opodstatněně jezdily jako na dalších dvou zmíněných linkách, byť pod jinými čísly a v jiných trasách, trolejbusy.

Právě kvůli charakteru tras a popisovanému stoupání na všech třech linkách, bylo by vhodné na tyto linky nasadit elektrobuses. Nejlépe by bylo osadit minimálně části tras s největším stoupáním trolejovým vedením a nasazovat zde nějaký druh elektrobuse s možností napájení z trolejí (např. parciální trolejbus). Vzhledem k tomu, že trasy těchto linek jsou krátké (průměrně 5 km, mimo úsek linky 137 dále za Jinonice), trolejové vedení by se dalo rozvést po

většinu trasy. Bohužel garáže jsou od konečných těchto linek ve větší vzdálenosti, a tak by musely elektrobusy z linky zatáhnout na vlastní pohon z baterie.



Obr. 31: Trasa linky 176



Obr. 32: Detail části trasy linky 176 vhodná k „zatrolejování“

V oblasti Podolí krouží linka číslo 134. Konkrétně spojuje konečné Podolská vodárna a Zelený Pruh. Mezi těmito konečnými obsluhuje ještě Kavčí Hory, Pankrác a okolí stanice Budějovická.

V minulosti v části trasy linky 134 jezdily trolejbusy. Byl to konkrétně úsek Podolí (Podolská Vodárna) – Pankrác, který představuje největší stoupání současné linky 134. Tato trať byla zrušena v roce 1967.

Na lince 134 ve zmiňovaném největším stoupání z Podolské vodárny na Pražského povstání by bylo přínosné zavést trolejové vedení.



Obr. 33: Trasa linky 134



Obr. 34: Detail trasy linky 134 vhodný k „zatrejování“

10 ZÁVĚR

V úvodu jsme si dali za cíl popsat elektrobusy jako vhodný dopravní prostředek pro vylepšení cestování MHD, a hlavně možnost nahradit jimi neekologické autobusy se spalovacími motory. Povedlo se popsat všechny druhy elektrobusů (respektive trolejbusů) provozované či testované v provozu s cestujícími. Povedlo se nám také popsat vhodné úseky a vozidla pro složitý dopravní systém v našem hlavním městě Praze. Myslíme si, že elektrobus může být i plnou náhradou za standardní diesellový autobus.

Problematika elektrobusů je velmi komplikovaná, ale v dnešních dnech hojně probíraná. Určitě si myslíme, že elektrobusy mají budoucnost. Otázkou zůstává, jakým směrem se budou vyvíjet nové technologie a hlavně otázka, jak se budou vyvíjet nové baterie, které jsou hlavním nedostatkem dnešních elektrobusů.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Electric bus. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_bus
- [2] *Československý Dopravák*. 2017, **2017**(5).
- [3] *Československý Dopravák*. 2017, **2017**(5).
- [4] *ZeEUS eBus Report* [online]. 2017, **2017**(2) [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: <http://zeeus.eu/uploads/publications/documents/zeeus-ebus-report-internet.pdf>
- [5] *ZeEUS eBus Report* [online]. 2017, **2017**(2) [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: <http://zeeus.eu/uploads/publications/documents/zeeus-ebus-report-internet.pdf>
- [6] *Aktuální informace o rozvoji elektromobility v DPP* [online]. [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: http://www.top-expo.cz/domain/top-expo/files/smart-city/smart-city-2017/praha-integrovana-doprava/prezentace-id-2017/10_surovsky_jan.pdf
- [7] Oportunitní elektrobusy s nabíjením přes vrchní kontakt. *Trolejbusy v Praze* [online]. [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: http://www.trolejbusyvpraze.net/elektrobusy_oport_vrch.htm
- [8] Oportunitní elektrobusy s indukčním nabíjením. *Trolejbusy v Praze* [online]. [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: http://www.trolejbusyvpraze.net/elektrobusy_oport_indukce.htm
- [9] Město Shenzhen v Číně dokončilo přechod na plně elektrickou flotilu. *BUSportal* [online]. [cit. 2018-03-25] Dostupné z: <http://www.busportal.cz/modules.php?name=article&sid=14228>
- [10] *ZeEUS eBus Report* [online]. 2017, **2017**(2) [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: <http://zeeus.eu/uploads/publications/documents/zeeus-ebus-report-internet.pdf>
- [11] 6 NOVÝCH ELEKTROBUSŮ PRO MHD HRANICE BYLO PŘEDSTAVENO NA DNI ELEKTROMOBILITY Více zde: <https://csadfm.webnode.cz/news/a6-novych-elektrobusu-pro-mhd-hranice-bylo-predstaveno-na-dni-elektromobility/>. *ČSAD Frýdek-Místek* [online]. [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: <https://csadfm.webnode.cz/news/a6-novych-elektrobusu-pro-mhd-hranice-bylo-predstaveno-na-dni-elektromobility/>
- [12] Hradec Králové koupí dvacet elektrobusů, bude jich mít nejvíc v Česku Zdroj: https://hradec.idnes.cz/elektrobus-hradec-kralove-nakup-vozu-dwt-/hradec-zpravy.aspx?c=A170913_124407_hradec-zpravy_the. *IDnes.cz* [online]. [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: https://hradec.idnes.cz/elektrobus-hradec-kralove-nakup-vozu-dwt-/hradec-zpravy.aspx?c=A170913_124407_hradec-zpravy_the

- [13] NOVÝ JIČÍN PŘEVZAL DO PROVOZU ELEKTROBUSY. *Československý Dopravák* [online]. [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: <http://www.cs-dopravak.cz/zpravy/2017/12/5/nov-jin-pevzal-do-provozu-elektrobusy>
- [14] Třinec má 10 elektrobusů, je lídrem městské elektromobility v ČR. *Moravskoslezský deník* [online]. [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: <https://moravskoslezsky.denik.cz/z-regionu/trinec-ma-10-elektrobusu-je-lidrem-mestske-elektromobility-v-cr-20170309.html>
- [15] *Elektrická trakce ve veřejné dopravě* [online]. [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: <http://www.top-expo.cz/domain/top-expo/files/smart-city/smart-city-2016/integrovanadoprava-pha/prezentace/07-surovsky-jan-dpp.pdf>
- [16] *Elektrická trakce ve veřejné dopravě* [online]. [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: <http://www.top-expo.cz/domain/top-expo/files/smart-city/smart-city-2016/integrovanadoprava-pha/prezentace/07-surovsky-jan-dpp.pdf>
- [17] *Elektrická trakce ve veřejné dopravě* [online]. [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: <http://www.top-expo.cz/domain/top-expo/files/smart-city/smart-city-2016/integrovanadoprava-pha/prezentace/07-surovsky-jan-dpp.pdf>
- [18] *Elektrická trakce ve veřejné dopravě* [online]. [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: <http://www.top-expo.cz/domain/top-expo/files/smart-city/smart-city-2016/integrovanadoprava-pha/prezentace/07-surovsky-jan-dpp.pdf>
- [19] Úspěchy Elektrobusů SOR EBN 9,5 v Praze. *BusPress* [online]. [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: <http://www.buspress.eu/uspechy-elektrobusu-sor-ebn-95-v-praze/>
- [20] Československý Dopravák. 2017, **2017**(5).
- [21] Československý Dopravák. 2018, **2018**(1).
- [22] Elektrobusy - linka 207. *Polad' Prahu* [online]. [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: http://zasobnik.poladprahu.cz/index.php?option=com_zasobnik&view=record&id=28
- [23] Elektrobusy na lince Airport Express. *Polad' Prahu* [online]. [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: http://zasobnik.poladprahu.cz/index.php?option=com_zasobnik&view=record&id=486
- [24] Výroba elektrické energie. *Vítejte na Zemi...* [online]. [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=vyroba_elektricke_energie&site=energie
- [25] Trolejbusy a Praha. *Trolejbusy v Praze* [online]. [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: http://www.trolejbusyvpraze.net/trolejbusy_praha.htm
- [26] *Elektrická trakce ve veřejné dopravě* [online]. [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: <http://www.top-expo.cz/domain/top-expo/files/smart-city/smart-city-2016/integrovanadoprava-pha/prezentace/07-surovsky-jan-dpp.pdf>

[27] *Zkušenosti s provozem parciálního trolejbusu* [online]. [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: http://www.smartcityvpraxi.cz/prezentace/KonferenceEbusyV/Ivana_Hurtova.pdf

[28] Elektrobusy SOR 330 000 kilometrů v ostrém provozu!. *Trolejbusy v Praze* [BusPress]. [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: <http://www.buspress.eu/elektrobusy-sor-330-000-kilometru-v-ostrem-provozu/>

[29] *Battery Electric Buses Project* [online]. [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: <http://electromovilidad.org/wp-content/uploads/2017/05/Battery-Electric-Buses-Project-.pdf>

[30] Trolejbusová doprava v Praze. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Trolejbusová_doprava_v_Praze

[31] Trolejbusová doprava v Praze. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Trolejbusová_doprava_v_Praze

[32] Jižní Město. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Jižní_Město

[33] Životní prostředí na Starém Spořilově. *Zdravý Spořilov, o.s.* [online]. [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: <https://zdravysporilov.webnode.cz/>

Program na úpravu map: CorelDraw

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obr. 1: Flotila elektrobuseů v městě Shenzen	12
Obr. 2: Elektrobuse značky BYD v Londýně	13
Obr. 3: Nové elektrobuse SOR EBN 9,5 při slavnostním předání	14
Obr. 4: Vizualice nových elektrobuseů SOR NS 12 Electric pro Hradec Králové	15
Obr. 5: Elektrobuse SOR EBN 9,5 na Zelené lince.....	15
Obr. 6: Nový elektrobuse SOR EBN 9,5 před zařazením do provozu	16
Obr. 7: Elektrobuse Škoda Perun v garážích	17
Obr. 8: Elektrobuse Breda Menarinibus na Malostranském náměstí	18
Obr. 9: Elektrobuse Siemens Rampini na lince 216	19
Obr. 10: SOR EBN 8 na lince 216	20
Obr. 11: Elektrobuse SOR EBN 11, který se zrovna nabíjí v obratišti Želivského.....	21
Obr. 12: Elektrobuse SOR EBN 9,5 při svém slavnostním zahájení	22
Obr. 13: SOR TNB 12 při nabíjení	23
Obr. 14: Elektrobuse SOR NS 12 Electric zachycen při nabíjení	24
Obr. 15: Porovnání nákladů elektrobuse a autobuse	27
Obr. 16: Trasa linky 120	33
Obr. 18: Trasa linky 227	34
Obr. 19: Trasa linka 140	35
Obr. 20: Detail trasy linky 140	35
Obr. 21: Detail Vysočanské estakády	36
Obr. 22: Úsek Slavia – Chodovská k elektrifikaci.....	37
Obr. 23: Trasa linky 107	38
Obr. 24: Úsek vhodný k „zatrolejování“ na lince 107	39
Obr. 25: Vhodné úseky k „zatrolejování“ v Bohnicích a Čimicích.....	40
Obr. 26: Vybrané úseky k „zatrolejování“ a vybudování dobíjecích stanic na Jižním Městě..	42
Obr. 27: Návrh úseků k „zatrolejování“ na Spořilově	43
Obr. 28: Trasa linky 131	45
Obr. 29: Detail návrhu k „zatrolejování“ na lince 131	45
Obr. 30: Trasa linky 137	46
Obr. 31: Detail trasy linky 137 k „zatrolejování“	46
Obr. 32: Trasa linky 176	47
Obr. 33: Detail části trasy linky 176 vhodná k „zatrolejování“	47
Obr. 34: Trasa linky 134	48
Obr. 35: Detail trasy linky 134 vhodný k „zatrolejování“	48
Tab. 1: Porovnání ceny elektrického a naftového pohonu.....	26
Tab. 2: Porovnání ceny dobíjecích zařízení.....	26

CITACE OBRÁZKŮ

- [1] CLEANTECHNICA. *cleantechnica* [online]. [cit. 25.3.2018]. Dostupný na WWW:
<https://cleantechnica.com/files/2017/11/100-electric-bus-fleet-for-shenz.jpg>
- [2] HYBRID. *hybrid* [online]. [cit. 25.3.2018]. Dostupný na WWW:
<http://www.hybrid.cz/i/auto/byd-ebus-londyn-elektrobus-elektricky-autobus.jpg>
- [3] BUSPORTAL. *busportal* [online]. [cit. 25.3.2018]. Dostupný na WWW:
http://www.busportal.cz/images/stories/2017/14080_de__flotila.JPG
- [4] SOR. *dpmhk* [online]. [cit. 25.3.2018]. Dostupný na WWW:
http://www.dpmhk.cz/common/cms_files/clanky/2018/clanek_elektro_doprava_07.jpg
- [5] Foto Tomáš Bárta
- [6] HINČICA. *Československý Dopravák* [online]. [cit. 25.3.2018]. Dostupný na WWW:
<https://static1.squarespace.com/static/55ffc53de4b07f44d4c86be8/t/5a26c5e48165f50b24eebf84/1512490529741/?format=1000w>
- [7] PLAČKO. *mhdzive* [online]. [cit. 25.3.2018]. Dostupný na WWW:
http://mhdzive.cz/images/phocagallery/nezarazeno/Fotojizda_Trinec/thumbs/phoca_thumb_1_11.3.2017%20-%20Elektrobusy%20Škoda%20Perun%20HE%20v%20garážích%20společnosti%20ARRIVA%20MORAVA%20a.s.%20v%20Třinci.JPG
- [8] WIKIPEDIA. *Wikipedia* [online]. [cit. 25.3.2018]. Dostupný na WWW:
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/67/Malostranské_náměstí%2C_elektrobuss_v_zastávce%2C_zpředu.jpg
- [9] WIKIPEDIA. *Wikipedia* [online]. [cit. 25.3.2018]. Dostupný na WWW:
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/89/Poliklinika_Petřiny%2C_Siemens-Rampini.jpg
- [10] PRAHA. *praha* [online]. [cit. 25.3.2018]. Dostupný na WWW:
http://www.praha.eu/public/cb/5d/81/1773824_430925_Elektrobus_vuz_2.jpg
- [11] BUSPRESS. *buspress* [online]. [cit. 25.3.2018]. Dostupný na WWW:
<http://www.buspress.eu/wp-content/uploads/2016/02/SOR-EBN-11-Praha-2.jpg>
- [12] BUSPRESS. *buspress* [online]. [cit. 25.3.2018]. Dostupný na WWW:
<http://www.buspress.eu/wp-content/uploads/2017/02/SOR-EBN-95-BB-Centrum-5.jpg>
- [13] Foto Marek Pospíšil

[14] Foto Tomáš Bárta

[15] ELECTROMOVILIDAD. *electromovilidad* [online]. [cit. 25.3.2018]. Dostupný na WWW: <http://electromovilidad.org/wp-content/uploads/2017/05/Battery-Electric-Buses-Project-.pdf>

[16] GOOGLE. *google* [online]. [cit. 25.3.2018]. Dostupný na WWW: <https://www.google.cz/maps>

[17] GOOGLE. *google* [online]. [cit. 25.3.2018]. Dostupný na WWW: <https://www.google.cz/maps>

[18] GOOGLE. *google* [online]. [cit. 25.3.2018]. Dostupný na WWW: <https://www.google.cz/maps>

[19] SEZNAM. *mapy.cz* [online]. [cit. 25.3.2018]. Dostupný na WWW: <https://mapy.cz/zakladni>

[20] SEZNAM. *mapy.cz* [online]. [cit. 25.3.2018]. Dostupný na WWW: <https://mapy.cz/zakladni>

[21] SEZNAM. *mapy.cz* [online]. [cit. 25.3.2018]. Dostupný na WWW: <https://mapy.cz/zakladni>

[22] SEZNAM. *mapy.cz* [online]. [cit. 25.3.2018]. Dostupný na WWW: <https://mapy.cz/zakladni>

[23] GOOGLE. *google* [online]. [cit. 25.3.2018]. Dostupný na WWW: <https://www.google.cz/maps>

[24] SEZNAM. *mapy.cz* [online]. [cit. 25.3.2018]. Dostupný na WWW: <https://mapy.cz/zakladni>

[25] SEZNAM. *mapy.cz* [online]. [cit. 25.3.2018]. Dostupný na WWW: <https://mapy.cz/zakladni>

[26] SEZNAM. *mapy.cz* [online]. [cit. 25.3.2018]. Dostupný na WWW: <https://mapy.cz/zakladni>

[27] SEZNAM. *mapy.cz* [online]. [cit. 25.3.2018]. Dostupný na WWW: <https://mapy.cz/zakladni>

[28] GOOGLE. *google* [online]. [cit. 25.3.2018]. Dostupný na WWW: <https://www.google.cz/maps>

[29] SEZNAM. *mapy.cz* [online]. [cit. 25.3.2018]. Dostupný na WWW:
<https://mapy.cz/zakladni>

[30] GOOGLE. *google* [online]. [cit. 25.3.2018]. Dostupný na WWW:
<https://www.google.cz/maps>

[31] SEZNAM. *mapy.cz* [online]. [cit. 25.3.2018]. Dostupný na WWW:
<https://mapy.cz/zakladni>

[32] GOOGLE. *google* [online]. [cit. 25.3.2018]. Dostupný na WWW:
<https://www.google.cz/maps>

[33] SEZNAM. *mapy.cz* [online]. [cit. 25.3.2018]. Dostupný na WWW:
<https://mapy.cz/zakladni>

[34] GOOGLE. *google* [online]. [cit. 25.3.2018]. Dostupný na WWW:
<https://www.google.cz/maps>

[35] SEZNAM. *mapy.cz* [online]. [cit. 25.3.2018]. Dostupný na WWW:
<https://mapy.cz/zakladni>

CITACE TABULEK

[1] SOR NS 12 Electric. *Imhd.sk* [online]. [cit. 2018-03-25]. Dostupné z:
<https://imhd.sk/ba/popis-typu-vozidla/861/SOR-NS-12-Electric>

SOR NB 12 City. *Imhd.sk* [online]. [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: <https://imhd.sk/ba/popis-typu-vozidla/851/SOR-NB-12-City>

[2] *E-mobilita v MHD* [online]. 2013 [cit. 2018-03-25]. Dostupné z:
<http://www.proelektrotechniky.cz/pdf/Studie1.pdf>