

Česká zemědělská univerzita v Praze
Technická fakulta



Návrh služby sjednocující infrastrukturu
pro dobíjení elektrovozidel
Diplomová práce

Vedoucí práce: Ing. Veronika Hartová, Ph.D.
Autor práce: Bc. Tomáš Kývala

Praha 2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Tomáš Kývala

Zemědělská specializace
Obchod a podnikání s technikou

Název práce

Návrh služby sjednocující infrastrukturu pro dobíjení elektromobilů

Název anglicky

Design of service unifying EV charging infrastructure

Cíle práce

Diplomová práce je zaměřena na návrh služby, která umožní sjednotit nabíjecí infrastrukturu pro elektrická vozidla.

Hlavním cílem práce je navrhnutí obchodního modelu služby sjednocující infrastrukturu pro dobíjení elektromobilů.

Metodika

Metodika diplomové práce je založena na studiu a analýze odborných informačních zdrojů. Praktická část práce bude zpracována na základě odborných informací a predikcí podložených poznatky z míst, ve kterých je již infrastruktura rozvinuta.

Na základě získaných informací v teoretické části a návrhu služby z praktické části, bude zpracováno doporučení a závěry diplomové práce.

Práce bude zpracována dle osnovy:

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

Doporučený rozsah práce

50-60 stran včetně grafů, obrázků a tabulek

Klíčová slova

infrastruktura dobíjecích stanic, nabíjecí stanice, elektrická vozidla, digitální služba

Doporučené zdroje informací

EMADI, Ali, 2015. Advanced electric drive vehicles. 2015. vyd. Boca Raton: CRC Press. ISBN 978-1-4665-9769-3.

GEREON, Meyer a Shaheen SUSAN, ed. Disrupting mobility. New York, NY: Springer Berlin Heidelberg, 2017. ISBN 978-331-9516-011.

HUSAIN, Iqbal, 2011. Electric and hybrid vehicles. 2nd ed. Boca Raton, FL: CRC Press. ISBN 978-143-9811-757.

KHAJEPOUR, Amir., M Saber. FALLAH a Avesta. GOODARZI, 2014. Electric and hybrid vehicles. 2014. vyd. Chichester, West Sussex, United Kingdom: Wiley. ISBN 978-111-8341-513.

SUH, Nam P., Dong H. CHO a SpringerLink (online služba). The on-line electric vehicle: Wireless electric ground transportation systems [online]. Cham: Springer International Publishing, 2017. ISBN 978-3-319-51183-2

Předběžný termín obhajoby

2019/2020 LS – TF

Vedoucí práce

Ing. Veronika Hartová, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vozidel a pozemní dopravy

Elektronicky schváleno dne 9. 11. 2019

Ing. Martin Kotek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 9. 11. 2019

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 07. 04. 2020

Prohlášení autora práce:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Návrh služby sjednocující infrastrukturu pro dobíjení elektrovozidel vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Jsem si vědom, že moje diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí.

Jsem si vědom, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

V Praze dne 7. 4. 2020

.....

Podpis autora

Poděkování:

Rád bych poděkoval vedoucí práce Ing. Veronice Hartové, Ph.D. za odborné vedení diplomové práce.

Dále bych chtěl poděkovat zaměstnancům Škoda Auto a.s., jmenovitě Ing. Jakubovi Chromcovi a zaměstnancům ŠKODA AUTO DigiLab s.r.o., především MSc. Eng. Irem Öç Carnicas Isidro a BSc. Magnus Engervall za cenné rady a podněty při zpracování diplomové práce.

Abstrakt:

Diplomová práce se zabývá návrhem služby sjednocující dobíjecí infrastrukturu pro elektrická vozidla individuální přepravy osob. V rámci přehledu řešení problematiky jsou popsány technologie elektrických vozidel, způsoby jejich dobíjení a technologie používané v dobíjecí infrastruktuře. Dále jsou představeni provozovatelé služeb spojených s elektrickými vozidly a dobíjecí infrastrukturou.

Praktická část práce je zaměřena na predikci vývoje počtu elektrických vozidel na území České republiky do roku 2030. Z této predikce vychází identifikace potřeby dobíjecí infrastruktury na území města Prahy. V práci je vytvořen návrh služby vsazené do reálného prostředí a popsáno její fungování. Na konci práce jsou zhodnoceny výsledky predikcí a návrhu služby a srovnány se současným stavem.

Klíčová slova:

Infrastruktura dobíjecích stanic, nabíjecí stanice, elektrická vozidla, digitální služba

Design of service unifying EV charging infrastructure

Abstract:

The diploma thesis will address the offer of services aimed at unifying the charging infrastructure of electric vehicles for the transport of individual persons. The theoretical overview describes the technology of electric vehicles, types of charging and technologies used in the charging infrastructure. Furthermore a comprehensive presentation of electro mobility services and charging infrastructure will be examined.

The practical section focuses on the predicted figures of electric vehicle development for the Czech Republic by the year 2030. From these figures the infrastructural charging requirements for the city of Prague will be identified. In the thesis is developed the offer of services and presents them in the real-world environment with documentation of their function. The end of the thesis is an evaluation of the discussed predictions and services which will then be compared to the current state of the industry.

Key words:

Charging infrastructure, charging station, electric vehicles, digital service

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce.....	2
3	Metodika práce.....	3
4	Přehled řešené problematiky.....	4
4.1	Druhy elektrických vozidel	4
4.1.1	Elektrické automobily	4
4.1.2	Vozidla mikro-mobility	8
4.2	Způsoby dobíjení elektrických vozidel	14
4.2.1	Dobíjení elektrických automobilů	14
4.2.2	Dobíjení vozidel mikro-mobility	15
4.3	Koncepce dobíjecích stanic	17
4.3.1	Stanice	17
4.3.2	Dobíjecí body.....	18
4.4	Nové technologie v dobíjení.....	19
4.4.1	Mobilní dobíjení.....	19
4.4.2	Zásobníky elektrické energie	21
4.4.3	Stanice dobíjení akumulátorů	23
4.4.4	Bezobslužné dobíjení	24
4.5	Provozovatelé služeb	26
4.5.1	Dobíjecí infrastruktura.....	26
4.5.2	Sdílené služby	29
4.5.3	Podpůrné platformy	30
5	Praktická část práce.....	31
5.1	Predikce vývoje počtu elektrických vozidel v roce 2030	31
5.1.1	Osobní automobily	31
5.1.2	Prostředky mikro-mobility.....	36
5.2	Identifikace potřeby dobíjecí infrastruktury v roce 2030.....	42
5.3	Návrh služby sjednocující infrastrukturu	45
5.3.1	Návrh pomoci business model canvasu.....	45
5.3.2	Návrh řešení dobíjecí stanice	50
6	Zhodnocení výsledků	56
7	Závěr.....	58
8	Seznam použitých zdrojů	59
9	Seznam obrázků	66
10	Seznam tabulek	67

Seznam zkratek

A – Ampér

AC – Alternating Current – Střídavý proud

Ah – Ampérhodina

BEV – Battery Electric Vehicle – Akumulátorové elektrické vozidlo

CCS – Combine Charging System – Standard dobíjecího systému

CNG – Compressed Natural Gas – Stlačený zemní plyn

ČSÚ – Český statistický úřad

DC – Direct Current – Stejnoseměrný proud

FCEV – Fuel Cell Electric Vehicle – Elektrické vozidlo s vodíkovými palivovými články

GPS – Global positioning system – Globální polohový systém

GSM – Komunikační standard

ChaDeMo – Charge de Move – Standard dobíjecího systému

IOT – Internet of Things – Internet věcí

kW – Kilowatt

kWh – Kilowatthodina

kWh/100 km – Jednotka spotřeby vozidla elektrické energie na 100 km

LPG – Liquefied Petroleum Gas – Zkapalněný ropný plyn

MaaS – Mobility as a Service – Mobilita jako služba

MD – Ministerstvo dopravy České republiky

MPO – Ministerstvo průmyslu a obchodu České republiky

OA – Osobní automobil

Parkoviště P+R – Záchytná parkoviště na okraji měst (Park and Ride)

PHEV – Plug-in Hybrid Electric Vehicle – Hybridní vozidlo s možností dobíjení

RFID – Radio Frequency Identification – Identifikace na rádiové frekvenci (nejčastěji čipy)

RZ – Registrační značka

V – Volt

V2X – Vehicle to everything – Standard komunikace vozidel

1 Úvod

Města jsou domovem pro více než polovinu světové populace. Jsou a v historii byla místem, kde se odehrávaly významné kulturní, politické a technické změny. Města jsou srdcem světové ekonomiky, pojmající více než 80 % celkového hrubého domácího produktu. V roce 2030 je předpověděno, že ve městech bude žít až o jednu miliardu více obyvatel (Bouton et al. 2017).

Tento nárůst bude klást zvýšené nároky na zajištění logistiky uvnitř měst. Zajištění dopravy zboží a potravin bude klást vyšší nároky na efektivnost nákladní dopravy. Pro přepravu osob bude důležitý další rozvoj veřejné hromadné dopravy. Neméně důležitá bude individuální přeprava osob, na kterou je zaměřena tato diplomová práce.

Pokud je pominuta chůze jako nejrozšířenější způsob individuální dopravy, tak v současné době mezi nejrozšířenější způsoby patří přeprava pomocí osobních automobilů. Trend dnešní doby je využívání dalších způsobů individuální přepravy. Nejen v zemích jako je Nizozemsko, lidé pro přepravu začínají využívat více jízdní kola (Evropská komise 2020). Využívání jízdních kol, ať se jedná o jízdní kola v osobním vlastnictví i sdílená, má rostoucí tendenci. Popularita roste také u dalších prostředků mikro-mobility¹, jako jsou elektrické koloběžky, či elektrické skútry, především ve formě sdílených prostředků (Heineke et al. 2019).

V rámci mikro-mobility je trend elektrifikace jasný, bezemisní a tiché elektrické koloběžky nebo skútry vhodně zapadají do režimu městské dopravy. Pomoc elektrického motoru se rozšiřuje také do jízdních kol a zpřístupňuje je tak pro větší počet uživatelů.

Osobní automobily také zaznamenávají přechod z pohonu spalovacími motory na pohony hybridní a čistě elektrické. V současné době je podíl osobních elektrických vozidel na celkovém vozovém parku v Evropské unii kolem 2 %. Do roku 2030 je předpokládán nárůst podílu osobních elektrických vozidel na celkovém vozovém parku na 23 %. Na tento nárůst budou mít vliv především západní země jako je Německo, Nizozemsko a Francie. Další země nezaznamenají takto strmý nárůst počtu elektrických vozidel a přeměna vozového parku bude probíhat plynuleji (Niestadt a Bjørnåvold 2019).

S velkým nárůstem počtu elektrických vozidel, ať už se jedná o osobní automobily nebo vozidla mikro-mobility, souvisí rozvoj dobíjecí infrastruktury. Nyní není známé, jak bude další rozvoj infrastruktury vypadat. Rozvoj je proto podporován jak ze strany Evropské unie, tak i ze strany jednotlivých členských států (Niestadt a Bjørnåvold 2019).

V rámci této diplomové práce bude vytvořen návrh jedné z částí komplexní dobíjecí infrastruktury, kterou bude v následujících letech nutno vybudovat i na území České republiky. Návrh bude zaměřen na část infrastruktury zasazené v městském prostředí, který umožní sjednotit dobíjení elektrických vozidel vyžívaných pro individuální přepravu osob.

¹ Mikro-mobilita – jízdní kola, koloběžky, elektrické skútry a další prostředky menších rozměrů sloužící k přepravě v městské zástavbě na kratší vzdálenosti

2 Cíl práce

Cílem přehledu řešené problematiky je popsání technologií a parametrů elektrických vozidel. Dále získání informací o nových technologiích v dobíjení a služeb spojených s provozováním elektrovozidel.

V rámci praktické části diplomové práce bude pomocí dílčích cílů dosaženo předpokladů k návrhu služby. Dílčími cíli práce je predikce počtu elektrovozidel a identifikace potřeby dobíjecí infrastruktury. Hlavním cílem práce pak je navrhnutí služby sjednocující infrastrukturu dobíjení elektrovozidel.

Závěrem práce budou zmíněna doporučení, k rozvoji a rozšíření této služby, k pokrytí potřeby v roce 2030.

3 Metodika práce

Přehled řešené problematiky práce bude literární rešerše. K získání informací bude použito zdrojů v elektronické a tištěné podobě. Informace budou získány z oficiálních zdrojů výrobců a provozovatelů služeb, odborných článků, knih, či odborných studií institucí z daného oboru. Na základě těchto poznatků bude vytvořen souhrn nejdůležitějších faktů a technologií, které se dané problematiky týkají. Získané informace o jednotlivých technologiích dále poslouží jako východisko pro praktickou část práce.

V rámci praktické části práce bude nejprve zanalyzován současný stav počtu elektrických vozidel na území České republiky. Specificky budou analyzovány prostředky, které zcela nebo částečně vyžadují přístup k veřejné dobíjecí infrastruktuře.

Dále bude vytvořena predikce vývoje počtu elektrických vozidel pro rok 2030. Pro určení vývoje bude využito dat Českého statistického úřadu a Ministerstva dopravy České republiky. K určení vývojových koeficientů růstů a podílů daných vozidel bude použito studie Ministerstva průmyslu a obchodu. K odhadnutí počtu prostředků mikro-mobility bude využito informací a již zavedených pravidel ze zemí, kde způsob této dopravy je již rozšířen.

Ze získaných počtů vozidel bude identifikována potřeba dobíjecí infrastruktury. Pomocí odborných studií budou rozděleny způsoby a místa dobíjení u elektrických vozidel. Dle informací o průměrné četnosti využívání osobních a sdílených prostředků bude identifikována potřeba dobíjení, či výměny akumulátorů a z toho počty dobíjecích stanic.

V návrhu budou popsány základní informace o fungování a parametrech služby. Bude navrženo rozmístění jednotlivých stanic a vytvořen návrh vzorové stanice. Dále pak bude vytvořen návrh softwarového řešení služby a popsány možné scénáře využití.

Na konci práce budou zhodnoceny výsledky na základě získaných hodnot a návrhu služby sjednocující infrastrukturu.

4 Přehled řešené problematiky

V rámci následujících kapitol jsou popsány druhy elektrických vozidel, a jakými způsoby jsou tato vozidla dobíjena. K dobíjení jsou často používány stanice, proto jsou popsány jejich technologie a zmíněny trendy, kterými se může dále vývoj infrastruktury ubírat. V poslední části přehledu problematiky jsou zmíněny provozovatelé služeb spojených s elektro-mobilitou a sdílenou ekonomikou, na kterých bude další vývoj značně záviset.

4.1 Druhy elektrických vozidel

Pro tuto práci jsou podstatné především vozidla pro přepravu osob, tedy osobní automobily a prostředky sdílené mikro-mobility. V rámci mikro-mobility jsou zmíněny elektrické koloběžky, elektrické skútry a elektrická jízdní kola. Další typy elektrických vozidel, jako jsou nákladní vozidla nebo autobusy byly vynechány. Tato vozidla jsou nejčastěji provozována společnostmi, které pro větší rozšíření elektrických vozidel ve svém vozovém parku musí vybudovat vlastní dobíjecí infrastrukturu (Siemens 2020).

4.1.1 Elektrické automobily

V rámci této kapitoly byly rozděleny a vybrány pouze elektrické vozy, které vyžadují k dobíjení svých akumulátorů přístup k elektrické síti. V následujících kapitolách budou proto dále rozebírány jen akumulátorové elektromobily (BEV) a plug-in hybridní elektromobily (PHEV). Další typy elektromobilů, jako jsou ty s vodíkovými palivovými články (FCEV) nebo jiné typy hybridních pohonů budou v této práci vynechány.

Akumulátorové elektromobily (BEV)

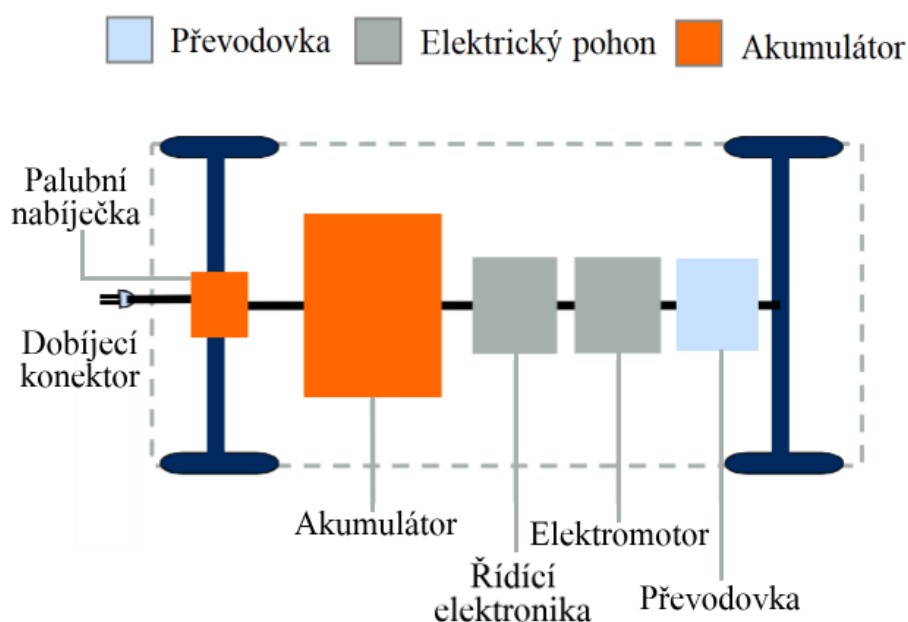
Akumulátorové elektromobily, dále v práci jako BEV, jsou výhradně poháněny elektrickou energií z vlastního akumulátoru, který je dobíjen z externího zdroje elektrické energie. K pohonu slouží elektromotor, který produkuje nulové lokální emise (Husain 2011).

Na obrázku (obr. 1) je znázorněno zjednodušené schéma konstrukce BEV. Při dobíjení je BEV připojeno přes dobíjecí konektor do elektrické sítě. Pokud se jedná o AC dobíjení, střídavý proud putuje přes palubní nabíječku, kterou je převáděn na proud stejnosměrný. Při DC rychlonabíjení se o řízení dobíjení stará dobíjecí stanice a proud putuje přímo do akumulátoru. Z akumulátoru je proud energie rozdělován pomocí řídicí elektroniky a je jím poháněn elektromotor. Elektromotorem je následně poháněna převodovka, která nepřímo převádí mechanický výkon na kola vozidla (McKinsey 2014).

U současných elektrických vozidel jsou používány lithium-iontové akumulátory². Jsou využívány především kvůli výhodným hodnotám měrné energie a měrnému výkonu na kilogram váhy akumulátoru. Pro pohon jsou používány stejnosměrné bezkartáčové elektromotory, které se vyznačují vysokou životností a nízkou potřebou údržby (Khajepour et al. 2014).

² Lithium-iontový akumulátor – články baterie obsahují uhlíkovou anodu, katoda z oxidu kovu, elektrolyt je lithiová sůl v organickém rozpouštědle (Khajepour et al. 2014).

obr. 1 Schéma konstrukce BEV (McKinsey 2014)



Následující tabulka (tab. 1) zobrazuje parametry nejprodávanějších BEV v roce 2019 (Srb 2019). Zároveň jsou zmíněna vozidla značek Škoda a Hyundai, která jsou v České republice populární a jejich prodeje předčí ostatní značky (MarkLines 2020). Hodnoty z této tabulky jsou východiskem pro výpočty v praktické části práce.

tab. 1 Přehled parametrů zástupců BEV (EV Database 2020; Škoda Auto 2019)

Výrobce	Tesla	Hyundai	Nissan	BMW	Škoda
Typ	Model 3 (Standard Range)	Kona Electric Power	Leaf e+	i3	CITIGOE iV
Rok	2019	2019	2019	2019	2019
Hnaná náprava	zadní	přední	přední	zadní	přední
Výkon motoru	260 kW	150 kW	160 kW	125 kW	61 kW
Točivý moment	500 N.m	395 N.m	340 N.m	250 N.m	212 N.m
Maximální rychlost	225 km/h	167 km/h	144 km/h	160 km/h	150 km/h
Dojezd	409 km	449 km	528 km	285 km	253 km
Spotřeba (kombinovaná)	11,6 kWh/100 km	14,3 kWh/100 km	14,5 kWh/100 km	13,1 kWh/100 km	14,8 kWh/100 km
Kapacita akumulátoru	50 kWh	67,1 kWh	62 kWh	42,2 kWh	36,8 kWh
AC nabíjení	11 kW	7 kW	7 kW	11 kW	7 kW
DC nabíjení	250 kW	72 kW	100 kW	49 kW	40 kW
Konektory	CCS Combo, Mennekes	CCS Combo, Mennekes	CHAdeMo, Mennekes	CCS Combo, Mennekes	CCS Combo, Mennekes
Hmotnost	1 610 kg	1 760 kg	1 535 kg	1 440 kg	1235 kg
Počet míst	5	5	5	4	4
Cena	1 426 200 Kč	1 059 900 Kč	1 162 000 Kč	1 258 000 Kč	449 900 Kč

Plug-in hybridní elektrická vozidla (PHEV)

Hybridní pohony kombinují výhody spalovacích a elektrických motorů. Při tomto typu pohonu vozidla, jsou v konstrukci vozu zabudovány oba typy motorů. Výhodou je snížení vyprodukovaných emisí a spotřeby. Oproti čistě elektricky poháněným vozům odpadá povinnost dobíjení akumulátoru a tím i omezený dojezd. Hybridy při pohonu spalovacím motorem dokážou během jízdy akumulátor dobíjet. Nároky na dojezd čistě na elektrickou energii vedou ke zvyšování kapacity akumulátorů (Khajepour et al. 2014).

Zvýšení kapacity akumulátorů vedlo k nutnosti zavedení plug-in hybridů, kdy již nebylo možné plně dobít akumulátor provozem vozidla. Tyto vozy k zajištění maximálního dojezdu je nutno dobíjet z elektrické sítě (Kameš 2015).

Dle výše hybridizace je možné rozdělit hybridy:

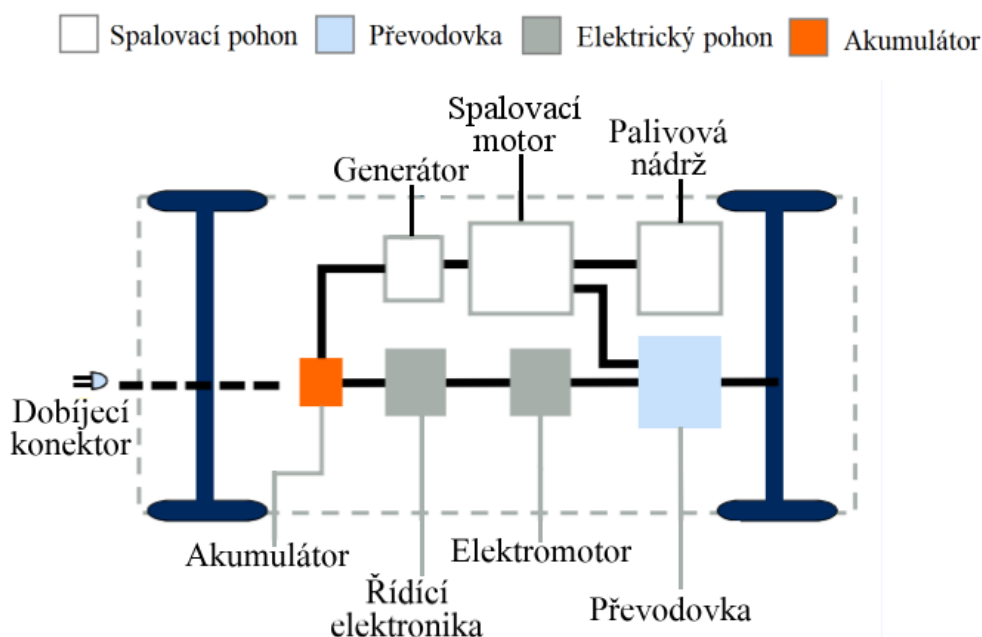
- mild hybridy,
- micro hybridy,
- full hybridy.

První dvě skupiny hybridy neumožňují čistě elektrický pohon, jedná se pouze o asistenty spalovacímu motoru při rozjezdu, systém start-stop nebo dobíjení pomocí regenerativního brzdění (Kameš 2015).

Full hybridy umožňují provoz vozidla čistě na elektrický pohon. Jedná se o nejvyšší stupeň hybridizace. Bezemisní provoz najde využití zejména v městském provozu. Uživatel si zpravidla může zvolit, zda chce používat konvenční nebo elektrický pohon. Full hybridy jsou nejčastěji konstrukčně řešeny jako plug-in hybrid, je tedy umožněno přímé dobíjení z elektrické sítě (Husain 2011).

Na obrázku (obr. 2) je zobrazeno zjednodušené schéma konstrukce plug-in hybridního elektrického vozidla. Jedná se o kombinovaný hybridní pohon, kdy hnací náprava může být poháněna nezávisle spalovacím motorem, elektromotorem a kombinací obou motorů dohromady.

obr. 2 Schéma konstrukce PHEV (McKinsey 2014)



Mezi zástupce PHEV vozů v tabulce (tab. 2) byli vybráni zástupci konstrukce vozidel typu SUV, hatchback a sedan. V současné době celosvětově nejprodávanější PHEV je Mitsubishi Outlander PHEV a pravděpodobný průkopník na českém trhu mezi PHEV vozy Škoda Superb iV. Vzhledem k popularitě výrobce Škoda Auto v České republice mohou jejich vozidla s elektrickým pohonem do budoucna výrazně zvýšit podíl těchto vozidel na českém trhu (MarkLines 2020). S parametry tabulky bylo dále počítáno v rámci praktické části.

tab. 2 Přehled parametrů PHEV (Mitsubishi Motors 2020; VW 2020; Škoda Auto 2019)

Výrobce	Mitsubishi	Volkswagen	Škoda
Typ	Outlander PHEV	Golf GTE	Superb iV
Rok	2019	2019	2019
Konstrukce	SUV	Hatchback	Limuzína
Pohon	Hybridní (benzín+2x elektřina)	Hybridní (benzín + elektřina)	Hybridní (benzín + elektřina)
Hnaná náprava	přední i zadní (4x4)	přední	přední
Spalovací motor	2,4 MIVEC, 99 kW, 211 N.m	1,4 TSI, 110 kW, 250 N.m	1,4 TSI, 115 kW, 250 N.m
Výkon el. motoru	60 kW a 70 kW	75 kW	85 kW
Točivý moment	137 N.m a 195 N.m	250 N.m	330 N.m
Maximální rychlost	170 km/h	222 km/h	224 km/h
Celkový výkon	165 kW, 195 N.m	150 kW, 250 N.m	160 kW, 400 N.m
Dojezd - celkový	772 km	850 km	930 km
Dojezd - elektřina	40 km	40 km	56 km
Spotřeba (kombinovaná)	1,8 l (14,8 kWh)/100 km	1,7 l (15,5 kWh)/100 km	1,5 l (15 kWh)/100 km
Kapacita akumulátoru	13,8 kWh	8,7 kWh	13 kWh
AC/DC nabíjení	3,6 kW/22 kW	3,6 kW/ -	3,6 kW/ -
Konektory	CHAdeMO, Type 1	Mennekes	Mennekes
Hmotnost	1 920 kg	1 599 kg	1730 kg
Cena	1 252 850 Kč	1 024 900 Kč	876 900 Kč

4.1.2 Vozidla mikro-mobility

Prostředky mikro-mobility stále získávají větší popularitu na přepravě osob v rámci městské zástavby. Vozidla tohoto typu jsou především určena na překonání takzvané „poslední míle“³. Pojem poslední míle je možné definovat jako cesta z bodu dosažitelného veřejnou dopravou do bodu cílové destinace.

Typicky se jedná o překonání úseku cesty, který je pro chůzi vzdálený, či časově náročný, ale prostředkem mikro-mobility snadno dosažitelný. Nejčastěji tento úsek představuje cestu z vlakového nádraží do oblasti kancelářských komplexů nebo centra města.

Mezi prostředky mikro-mobility je možné počítat vozidla od obyčejných jízdních kol, až po vyspělé elektronikou kontrolovaná vozidla typu Segway. V rámci této diplomové práce je kladen důraz na sdílená elektrická vozidla. V současné době je převaha především sdílených elektrických kol, koloběžek a skútrů.

Všechny zmíněné prostředky mikro-mobility jsou provozovány a půjčovány pomocí mobilní aplikace. V rámci aplikace je možné vozidlo odemknout a zprovoznit, jízdu ukončit a nakonec i provést úhradu za výpůjčku (BeRider 2020).

V horizontu následujících let je možné, že se objeví další typy vozidel podobného určení, která budou více vyhovovat uživatelům z hlediska pohodlí nebo ergonomie. Důležitým parametrem pro nové typy vozidel také bude uzpůsobení pro provoz v městském prostředí a ekonomika provozu pro jejich provozovatele.

Sdílené elektrické koloběžky

Konstrukce elektrických koloběžek vychází ze známého konceptu odrážecích koloběžek. Elektrické koloběžky na obrázku (obr. 3) jsou navíc vybaveny pohonem pomocí elektromotoru, účinnými bubnovými nebo kotoučovými brzdami, světly, či dalšími prvky zlepšující jízdní vlastnosti, jako je odpružená vidlice. Sdílené elektrické koloběžky jsou vybaveny komunikačními a GPS jednotkami.

³ Poslední míle – Last mile – část cesty z dopravního uzlu do cílové destinace (Cambridge Dictionary 2020).

obr. 3 Elektrická koloběžka Lime S Gen 3 (Lime 2020)



Rozmach sdílených elektrických koloběžek je možné datovat do roku 2017 ve Spojených státech amerických. První sdílené systémy koloběžek představily společnosti Lime a Bird (Hawkins 2018). V Praze první sdílené koloběžky představila společnost Lime na konci roku 2018 (Lime 2020).

Společnost Lime v Praze provozuje službu za pomoci tzv. juicerů. Vzhledem k tomu, že 1. a 2. generace koloběžek nedisponuje vyměnitelným akumulátorem, tyto juiceři ve večerních hodinách zajišťují sběr a nabíjení koloběžek. Nabité koloběžky poté mají za úkol v ranních hodinách rozmístit zpět do města. Společnost Lime tyto smluvní zaměstnance odměňuje za každou nabitou koloběžku. V rámci 3. generace koloběžky (obr. 3) byla zajištěna možnost výměny akumulátoru, který je umístěn pod nášlapnou deskou koloběžky (Helling 2020).

Společnost Re.volt, která provozuje v Praze sdílené koloběžky od února 2020, má ve svém modelu vyměnitelné akumulátory, které společně s údržbou zajišťují zaměstnanci společnosti (Re.volt 2020).

Legislativně jsou elektrické koloběžky zařazeny na stejnou úroveň jako elektrická jízdní kola. Musí tedy splňovat podmínku výkonu elektromotoru nepřesahující 250 W a maximální rychlosti 25 km/h (Ministerstvo dopravy ČR 2019).

V rámci sdílených služeb se cena výpůjčky počítá dle času. Je tedy určená cena za minutu a ta se u elektrických koloběžek pohybuje kolem 4 Kč/min, což je levnější než sdílená auta, či skútry, ale dražší než sdílená jízdní kola (Lime 2020; Re.volt 2020).

V tabulce (tab. 3) jsou vypsány parametry sdílených elektrických koloběžek, které jsou provozovány v Praze. S těmito parametry je dále počítáno v rámci praktické části.

tab. 3 Parametry sdílených el. koloběžek provozovaných v ČR (Re.volt 2020; Lime 2020)

Provozovatel	Re.Volt	Lime	Lime
Výrobce	Nextdrive	Xiaomi	Lime
Typ	N7	Lime S 2. generace	Lime S 3. generace
Délka	1180 mm	1020 mm	1165 mm
Šířka	550 mm	495 mm	486 mm
Výška	1175 mm	1310 mm	1205 mm
Motor	250 W (přední pohon)	250 W (přední pohon)	250 W (zadní pohon)
Maximální rychlost	26 km/h	26 km/h	26 km/h
Dojezd	35 km	22 km	40 km
Doba nabíjení	3-4 hodiny	3 hodiny	4-5 hodin
Kapacita akumulátoru	10,4 Ah	9,6 Ah	15,9 Ah
Akumulátor	vyměnitelný	pevný	vyměnitelný
Hmotnost	19 kg	17 kg	22,5 kg
Velikost kol	254 mm	203 mm	254 mm
Nabíječka	36 V; 1,8 A	42 V; 2 A	42 V; 2 A

Sdílené elektrické skútry

Typem konstrukce se elektrické skútry zásadně neliší od skútrů se spalovacím motorem. Příkladem může být elektrický skútr Torrot Muvi (obr. 4), které jako sdílené provozuje společnost BeRider v Praze. Tento typ má pod sedačkou umístěny dva akumulátory napájející elektromotor, z kterého je výkon převáděn pomocí řemene na zadní kolo (Torrot 2020).

obr. 4 Elektrický skútr Torrot Muvi BeRider (Srpková 2019)



V rámci sdílené služby je na skútru navíc přimontován kufr, ve kterém jsou umístěny dvě helmy pro uživatele. Další změnou oproti sériovému skútru je komunikační jednotka IOT, která zajišťuje a odesílá informace o poloze a umožňuje ovládání skútru vzdáleně. Vzdálené ovládání spočívá v příkazech uživatele přes mobilní aplikaci.

Na území Prahy provozují službu sdílených skútrů společnosti Re.Volt a BeRider. Obě tyto společnosti zároveň zajišťují údržbu skútrů a především výměnu akumulátorů. V případě skútrů Torrot Muvi BeRider se jedná o dva akumulátory (obr. 5), každý o kapacitě 31,9 Ah, dostačující k reálnému dojezdu okolo 70 km. Pokud stav nabití akumulátorů klesne pod určitou úroveň, údržba společnosti BeRider zajistí výměnu akumulátorů za nabité (BeRider 2020).

obr. 5 Akumulátor Torrot Muvi (Torrot 2020)



V rámci legislativy jsou elektrické skútry motorová vozidla, která jsou zařazena do kategorie L1 nebo L3. V kategorii L1 se jedná o skútry, které nepřesáhnou rychlost 45 km/h a patří do skupiny AM, což je případ skútrů provozovaných společnostmi Re.Volt. Skútry kategorie L3 jsou ve skupině A1 a jedná se o ekvivalent motocyklů do 125 cm³ se spalovacím motorem. Ve skupině A1 jsou skútry provozované společnostmi BeRider. Z tohoto zařazení tedy plyne, že elektrické skútry je možné používat tedy výhradně na silničních komunikacích (Zákon č. 13/1997 Sb.).

Služba sdílení elektrických skútrů je účtována obdobě jako sdílené koloběžky, platí se za každou minutu využívání. Cena za pronájem skútrů je mezi cenou sdílených koloběžek a sdílených aut. Obě společnosti v roce 2019 pronajímaly skútry za 5 Kč/min (Re.volt 2020; BeRider 2020).

V rámci městské dopravy je využívání skútrů časově výhodnější, než je jízda autem. Nevýhodou jízdy na skútru je však sezónnost a chybějící komfort při špatném počasí.

V tabulce (tab. 4) jsou vypsány parametry skútrů Super Soco a Torrot, které jsou provozovány společnostmi v Praze. S danými parametry bylo dále počítáno v praktické části práce.

tab. 4 Parametry sdílených el. skútrů provozovaných v ČR (Super Soco 2019; Torrot 2020)

Provozovatel	Re.Volt	BeRider
Výrobce	Super Soco	Torrot
Typ	CUx	Muvi
Délka	1782 mm	1855 mm
Šířka	318 mm	328 mm
Výška	1087 mm	1025 mm
Motor	Bosch 130 N.m; 2788 W	Torrot Brushless 35 N.m; 3000 W
Maximální rychlost	65 km/h (omezeno 45 km/h)	70 km/h
Dojezd	75 km	103 km
Doba nabíjení	3,5 hodiny (7 hodin)	2,5 hodiny (5 hodin)
Kapacita akumulátoru	60 V; 30 Ah, Lithium-iontová	2ks 48 V; 31,9 Ah, Lithium-iontová
Hmotnost akumulátoru	10,5 kg	2x 8 kg
Hmotnost	64 kg	85 kg
Nabíječka	69,7 V; 10 A (4 A)	54,6 V; 10 A (5 A)
Počet osob	2	2
Cena	75 000 Kč	125 000 Kč

Sdílená elektrická jízdní kola

Sdílená kola jsou prvními prvky mikro-mobility, které se začaly objevovat v rámci městského prostředí. Zpočátku se jednalo pouze o šlapací jízdní kola bez přídavného pohonu. Vzhledem k rozdílným terénům v městském prostředí a vývoji technologie se objevují jízdní kola s pomocným elektrickým pohonem (Heineke et al. 2019).

Dle legislativy elektrické jízdní kolo musí splňovat podmínku o maximálním výkonu motoru do 250 W a maximální rychlosti 25 km/h. Po dosažení maximální rychlosti musí být elektromotor odpojen a znovu může jezdcovi pomáhat až po klesnutí pod úroveň této rychlosti (Ministerstvo dopravy ČR 2019).

Systémy sdílených kol je možné rozdělit do dvou skupin:

1) Stanicové systémy sdílených kol

V rámci města jsou vybudované stanice se stojany na kola a jednotlivá kola si mohou uživatelé půjčovat a vracet pouze ve stanicích. Kromě mobilní aplikace, může výpůjčka také probíhat skrze ovládací terminál stanice.

2) Volně stojící sdílená kola

Takzvaný free-floating⁴ systém. Kola jsou volně rozmístěna po městě v rámci jejich provozní zóny a uživatelé si je mohou vypůjčit přes mobilní aplikaci.

V rámci města Prahy fungují dva free-floatingové systémy. Společnost Rekola, která provozuje především šlapací jízdní kola a společnost Freebike, která má výhradně elektrická jízdní kola. Obě tyto společnosti mají navržena a upravena jízdní kola k potřebě sdílené služby.

⁴ Free-floating - typ sdílení vozidel bez pevných stanic umístění.

Elektrická kola Freebike (obr. 6) jsou vyvinuta pro potřebu sdílených služeb. Konstrukce rámu je uzpůsobena pro městský provoz, jednotlivé komponenty kola jsou zajištěny proti vandalismu. K elektrickému pohonu slouží zabudovaný elektromotor v zadním kole, který je napájený vyměnitelným akumulátorem u sedlové tyče. V rámci Prahy jsou kola provozována systémem bez stanic, avšak v přední části kola jsou umístěny dobíjecí konektory, které umožňují umístit kolo do stanice a zároveň dobít akumulátor. Odemykání a spouštění elektrického pohonu je kompletně řízeno komunikační jednotkou IOT umístěnou u hlavového složení kola. Tato jednotka pomocí signálů GPS a GSM dává informace o poloze a stavu kola (Freebike 2020).

obr. 6 Elektrické kolo Freebike (Freebike 2020)



Elektrická jízdní kola společnosti Rekola jsou zabezpečena obyčejným kódovým zámekem a elektrický pohon je spouštěn mobilní aplikací, pomocí které si uživatel kolo vypůjčuje (Rekola 2020).

V tabulce (tab. 5) jsou vypsány parametry sdílených elektrických jízdních kol, které jsou provozovány společnostmi v Praze. Z parametrů v tabulce je dále vycházeno při výpočtech v praktické části práce.

tab. 5 Parametry sdílených el. jízdních kol v Praze (Freebike 2020; Rekola 2020)

Provozovatel	Freebike	Rekola
Výrobce	Freebike	Rekola
Motor	250 W	250 W
Maximální rychlost	24,8 km/h	25 km/h
Dojezd	120 km	100 km
Doba nabíjení	4-5 hodin	4-5 hodin
Kapacita akumulátoru	17,4 Ah	15,2 Ah
Akumulátor	vyměnitelný	vyměnitelný
Hmotnost	35 kg	-
Velikost kol	26"	26"
Konektivita	GPS a GSM	GPS a GSM
Rekuperace	Ano (až 15 % energie)	Ne

4.2 Způsoby dobíjení elektrických vozidel

Pro nabíjení elektrických vozidel různých kategorií neexistuje jednotný standard. Rozděleny jsou tedy technologie používány pro dobíjení elektrických osobních automobilů a technologie používané pro dobíjení vozidel mikro-mobility.

4.2.1 Dobíjení elektrických automobilů

Elektromobily se zabudovaným akumulátorem je možno dobíjet střídavým proudem (AC), nebo stejnosměrným proudem (DC). Střídavý proud je běžný v rozvodné síti, avšak elektronika a akumulátory a elektromobily pracují s proudem stejnosměrným. K dobíjení jsou tedy třeba zařízení, která převedou střídavý proud na stejnosměrný (Khajepour et al. 2014).

AC nabíjení střídavým proudem

K zajištění nabíjení vozů střídavým proudem z rozvodné sítě, jsou v elektromobilech zabudovány nabíječky, které převádí střídavý proud na stejnosměrný. Tyto palubní nabíječky umožňují nabíjení elektromobilu i z běžné jednofázové⁵ zásuvky se střídavým proudem. Výkonnější nabíjení je možné pomocí trojfázové soustavy⁶. Rychlost nabíjení je tedy závislá na maximální výkonové zatížitelnosti zásuvky nebo AC dobíjecího bodu. Maximálním výkonem však není možné dobíjet každý vůz, záleží na typu a maximálním příkonu palubní nabíječky daného vozu (Emadi 2015).

DC rychlonabíjení stejnosměrným proudem

Druhým typem nabíjení je tzv. rychlonabíjení. Jedná se o nabíjení stejnosměrným proudem, kdy převod ze střídavého na stejnosměrný proud zajišťuje již dobíjecí stanice. Tyto stanice jsou technologicky a finančně náročnější, proto je jich menší počet než AC dobíjecích stanic (Nelder a Rogers 2019).

Výhodou tohoto nabíjení je možnost dodávat mnohokrát vyšší nabíjecí výkon a proud. V současné době se jedná o výkony od 30 kW až do 350 kW. Nabíjecí stanice přímo komunikuje s řídicí elektronikou vozu a upravuje parametry výstupního výkonu dle stavu a schopností akumulátoru. Zastává tedy funkci palubní nabíječky, která je při stejnosměrném nabíjení vyřazena a nabíjecí proud je posílán přímo do akumulátoru (Khajepour et al. 2014).

Typy konektorů

Domácnosti v Evropě mají daný jako standard jednofázovou zásuvku a dva druhy třífázových zásuvek. U elektromobilů k zcela jednotnému standardu zatím nedošlo, a proto existuje několik druhů zásuvek a konektorů. Jakožto i u rozvodné sítě v Evropě a Spojených státech amerických jsou jisté rozdíly, tak rozdílné jsou také konektory používané u vozů provozovaných v různých částech světa. Podstatný vliv na to má zavedená třífázová soustava v evropských domácnostech, která je v amerických domácnostech jen málo rozšířená (JET Charge 2020).

⁵ Jednofázová soustava – napájena střídavým napětím 230 V o frekvenci 50 Hz

⁶ Trojfázová soustava – tři zdroje střídavého napětí s fázovým posunem o 120°, napětí 3x400 V a frekvenci 50 Hz

Na našem území a v Evropě jsou nyní nejčastěji používány a nejvíce rozšířeny konektory typu Mennekes, CHAdeMo a CCS Typ 2, které jsou zobrazeny na obrázcích (obr. 7, obr. 8 a obr. 9).

obr. 7 Konektor Mennekes (JET Charge 2020; Mobility House 2018)



obr. 8 Konektor CHAdeMO (JET Charge 2020; Mobility House 2018)



obr. 9 Konektor CCS Typ 2 (JET Charge 2020; Mobility House 2018)



4.2.2 Dobíjení vozidel mikro-mobility

V současné době vozidla mikro-mobility mají lithium-iontové akumulátory s kapacitou od 0,5 kWh do téměř 3 kWh. Menší akumulátory jsou využívány v koloběžkách, kdy každá přidaná hmotnost má výrazný vliv na jízdní vlastnosti vozidla. Akumulátory s větší kapacitou a vyšším výkonem jsou naopak využívány v robustnějších skútrech, kdy je třeba z akumulátoru získat větší výkon a dojezd (Torrot 2020).

Provozovatelé sdílených služeb mikro-mobility zajišťují dobítí svých vozidel dvěma způsoby. Ty se odvíjejí především od konstrukce samotného vozidla, zda je umožněno akumulátor vyměnit, nebo je nutné dobíjet vestavěný akumulátor pomocí konektoru.

V obou případech však je vždy nutné dobíjet pomocí externí nabíječky, která převádí střídavý proud na stejnosměrný. Na rozdíl od elektrických automobilů u prostředků mikro-mobility nebývají vestavěné palubní nabíječky.

Nabíječky

Za situace, kdy každý výrobce nyní používá rozdílné akumulátory a tedy zároveň i jiné typy nabíječek, je dobíjení výhradou provozovatelů samotných. Stanovení standardu by přispělo k zjednodušení celého procesu nabíjení.

Nabíječka koloběžek Lime

V současné době koloběžky Lime neumožňují výměnu akumulátorů, proto je nutné k nabíječce přemístit i vozidlo samotné. K nabíjení se používají nabíječky s klasickým zapojením do AC rozvodné sítě 230 V a jako výstup je DC výstup o napětí 42 V a proudu 2 A. K připojení ke skútru se používá RCA konektor, který je možné vidět na obrázku (obr. 10). Tyto konektory jsou využívány i u ostatních provozovatelů koloběžek jako je Bird, Jump, či dalších provozovatelů používajících koloběžky od společností Xioami nebo Segway.

obr. 10 Nabíječka elektrických koloběžek (TS Bohemia 2020)



Nabíječka akumulátorů Torrot

K nabíjení akumulátorů skútrů Torrot jsou přímo určeny originální nabíječky na obrázku (obr. 11). Dodávají se ve dvou variantách, slabší s dobíjecím proudem 5 A a silnější 10 A o napětí 54,6 V. Obě varianty nabíjejí dva akumulátory zároveň přes proprietární 3-pinové konektory.

obr. 11 Nabíječka Torrot a detail 3-pinového konektoru (Torrot 2020)



Výměna akumulátorů

Pro provozování služeb je výhodnější možnost akumulátor ze zařízení vyjmout a vyměnit ho za nabitý. Tento způsob postupně zavádí většina provozovatelů sdílených služeb (Tier 2019). U nových modelů koloběžek s vyměnitelnými akumulátory počítá i společnost Lime, která do současné doby měla pouze akumulátory integrované.

K zefektivnění výměny akumulátorů by přispělo sjednocení v rozměrech a typu připojení akumulátorů. Existují návrhy sjednocených akumulátorů, jako je řešení společnosti GreenPack, které by bylo možné používat v různých typech zařízení (GreenPack 2020). Odlišné požadavky jednotlivých kategorií vozidel však neumožňují kompletní sjednocení. Výhodné by bylo tedy sjednotit typy akumulátorů alespoň pro jednotlivé kategorie, stejné pro jízdní kola a koloběžky a další standard pro skútry. Další možností by byly akumulátory modulární, které by byly schopny spojovat více částí k sobě a tím vyhovět různým požadavkům.

Sjednocený typ akumulátorů by usnadnil nabíjení a bylo by například možné využívat stanic dobíjení akumulátorů, které jsou dále popsány v kapitole 4.4.3.

4.3 Koncepte dobíjecích stanic

Základní rozdělení dobíjecích stanic je možné na rychlonabíjecí DC stanice a AC stanice s nižším dobíjecím výkonem. Podobné rozdělení by platilo dle maximálního dodávaného výkonu, kdy DC stanice dodávají od 22 kW do 350 kW, AC stanice od 7,4 kW do 43 kW. Další rozdělení stanic je dle přístupu k nim, na veřejné, neveřejné stanice společností, či soukromé.

4.3.1 Stanice

Tento typ vyžaduje vybudování kompletní infrastruktury kolem stanice. Při výstavbě stanice je nutné připravit prostor pro dobíjecí stanici, přivedení dostatečně výkonné elektrické přípojky a provést samotnou instalaci stanice.

Jako vzorová je popsána stanice od společnosti ABB Terra 54 CJG (obr. 12). Tato stanice nabízí zároveň DC i AC nabíjení. Její maximální DC výkon je 50 kW. Je možné se k ní připojit konektory CHAdeMO i CCS Typ 2, tedy velice univerzální pro použití. Stanice je 190 cm vysoká, široká 56,5 cm a hluboká 85,2 cm při celkové hmotnosti 350 kg. Komunikace stanice je zajištěna připojením do sítě internet, které umožňuje správu a kontrolu nad dobíjením (ABB 2020).

obr. 12 Dobíjecí stanice ABB Terra 54 CJG (ABB 2020)



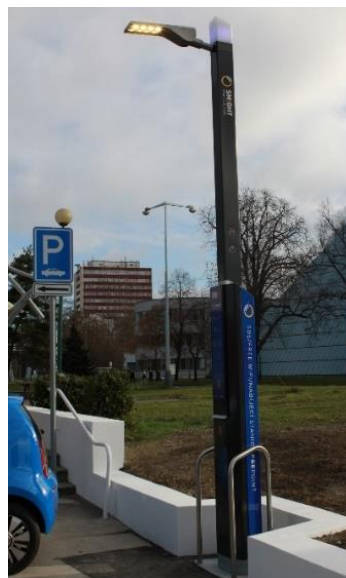
4.3.2 Dobíjecí body

Dobíjecí body jsou zpravidla přípojky, které nabízí AC nabíjení do výkonu 43 kW. Jejich výhodou je snadnější a levnější zřízení a jsou tedy snadněji dostupné pro větší rozšíření. Základním dobíjecím bodem je klasická jednofázová zásuvka, která za pomoci nabíjecího adaptéru poskytuje výkon 3,7 kW. Druhým standardem je třífázová 16 A zásuvka, která poskytuje maximální výkon 11 kW. Třetím typem je třífázová 32 A zásuvka poskytující výkon až 22 kW a posledním typem je třífázová 64 A zásuvka poskytující výkon 43 kW (Elexim 2018).

Dobíjecí pouliční lampy

Společnost Pražská energetika (PRE) v Praze od roku 2016 instaluje chytré lampy (obr. 13). Jejich součástí je i možnost dobíjet elektrické vozy. Výkon chytré lampy k dobíjení je 22 kW a obsahuje dva konektory typu Mennekes pro AC dobíjení (PRE 2016).

obr. 13 PRE Chytrá lampa (PRE 2016)



Při dalším rozšíření se nemusí jednat výhradně o chytré lampy, které jsou poměrně finančně nákladné. Možná je inspirace příklady z Norska nebo z Velké Británie, kde zpřístupnili k nabíjení běžné pouliční lampy (Ubitricity 2019; Zaptec 2018). V České republice prozatím není tomuto zpřístupnění upravena legislativa.

Dobíjecí sloupky

Vzhledem k relativně snadné instalaci a nízkým požadavkům na přivedenou elektrickou infrastrukturu mohou být dobíjecí body instalovány na mnoha místech. Vhodné umístění je v parkovacích domech a garážích, či na veřejných parkovištích.

Dalším způsobem jak rozšířit počet AC dobíjecích bodů jsou sloupky, které mohou být instalovány v blízkosti parkovacích míst. Variantou může být také chytrý obrubník „Connected Kerb“ zobrazen na obrázku (obr. 14), který poskytuje výkon až 7 kW AC. Může být připojen do infrastruktury pomocí GSM sítě, či díky senzorům poskytovat informace o prostředí, či dopravě (Connected Kerb 2020).

obr. 14 Chytrý obrubník (Connected Kerb 2020)



4.4 Nové technologie v dobíjení

V následujících kapitolách budou představeny technologie, které v budoucnu mohou přispět ke zlepšení dobíjecí infrastruktury.

4.4.1 Mobilní dobíjení

Tento typ technologie zajišťuje dobití elektrických vozidel i v místech kde není vybudovaná infrastruktura dobíjecích stanic. Nejčastěji funguje jako služba, která zajistí dobíjení po objednání. Většinou se jedná o zařízení, která jsou schopna snadného přemísťování za pomoci vlastního nebo přidaného pohonu.

Chargery

Chargery je berlínský start-up poskytující dobíjení elektrických automobilů pomocí vozíků tažených jízdními koly. V rámci městské zástavby jsou schopny se efektivně a rychle dostat na místo určení.

Chargery nabízí dvě varianty. Verzi podporující pouze AC dobíjení, verzi umožňující také DC nabíjení a zároveň výkonnější AC dobíjení. Mobilní nabíjecí stanice obsahuje vlastní řídicí elektroniku, rozvody a výstup pro nabíjecí kabel. Jako zdroj energie jsou použity vyměnitelné akumulátory GreenPack s kapacitou 1,4 kWh. Verze s AC dobíjením jich pojme 12 kusů o celkové kapacitě 16,8 kWh, kterou je možné předat přes konektor Type2 a s výkonem až 5 kW. Výkonnější varianta s DC nabíjením obsahuje 18 kusů GreenPack akumulátorů, o celkové kapacitě 25,2 kWh a s výkonem DC dobíjení až 30 kW, či AC dobíjením až 22 kW (Chargery 2020).

V roce 2018 byl v Praze spuštěn pilotní projekt služby E-Mona na obrázku (obr. 15), který využívá zařízení Chargery s AC dobíjením.

obr. 15 Mobilní nabíjecí stanice E-Mona (E-Mona 2020)



Mobilní dobíjecí stanice

Společnost Volkswagen v roce 2018 představila a v červnu 2019 instalovala první mobilní stanice. Tyto stanice mají kapacitu vlastních akumulátorů až 360 kWh, jsou schopny nabíjet vozy v DC módu s výkonem až 100 kW a nabíjet až čtyři vozidla současně. Stanice je schopna nabíjet kompletně bez připojení k elektrické síti, zároveň je možné, aby byla připojena a dobíjela stanicové akumulátory s výkonem až 30 kW. Předpokladem je, že tyto typy stanic budou schopny využívat již vyřazené akumulátory z elektrických vozidel. Přemístění těchto typů stanic není zcela snadné vzhledem k hmotnosti, ale oproti klasické výstavbě dobíjecí stanice se jedná jen o zlomek časových i finančních nákladů (Volkswagen 2018).

Řešení mobilního dobíjení nabízí více společností. Společnost Tesla pokrývá zvýšenou poptávku pomocí přívěsu, který obsahuje jejich akumulátorovou stanici MegaPack s kapacitou 3 MWh s dvanácti dobíjecími body, které jsou schopny dodat výkon až 125 kW při DC dobíjení (Lambert 2019).

Méně robustní, více mobilní, ale zároveň méně výkonné řešení nabízí společnost FreeWire. Zařízení Mobi Gen, které se tvarem a rozměry podobá diesellovému agregátu na obrázku (obr. 16), má kapacitu akumulátoru 80 kWh a je schopno dodávat energii pomocí AC nabíjení o výkonu 11 kW (FreeWire 2019).

obr. 16 FreeWire Mobi Gen (FreeWire 2019)



4.4.2 Zásobníky elektrické energie

Zásobníky elektrické energie budou podstatnou součástí rozvinuté infrastruktury dobíjecích stanic. Za pomoci různých typů zásobníků je možné dosáhnout vyšší technické i ekonomické efektivity.

Z technického hlediska, zásobníky jsou schopny nabídnout větší dobíjecí výkon v místech, kde není dostupný dostatečný výkon ze sítě. Elektrická energie je naakumulována z veřejné sítě do zásobníku a poté je skrze infrastrukturu dobíjecí stanice využita pro dobíjení. Pomocí střídačů je možné takto dosáhnout vyššího výkonu, než původně nabízí síť. Stejným způsobem je možné využít naakumulované energie při zvýšené poptávce po dobíjení. Pomocí zásobníků je tedy možné pokrýt výkyvy, nebo ukládat energii z obnovitelných zdrojů (Knupfer et al. 2018).

Zároveň zásobníky mohou pozitivně přispět k ekonomičnosti provozu dobíjecí stanice. Při zvýšené poptávce odběru, nejčastěji ve výkonových špičkách, odběratel platí vyšší cenu za spotřebovanou kilowatthodinu a tedy rostou náklady za odebranou energii. Pokud je energie akumulována do zásobníků v méně exponovaných časech, je možné dosáhnout nižších nákladů za odběr energie (Knupfer et al. 2018).

Kinetické úložiště energie

Kinetické úložiště energie bylo vyvinuto izraelským start-upem Chakratec. Funguje na principu vysokorychlostního setrvačnicku uzavřeného ve vakuu. Celá technologie funguje kompletně bez chemických akumulátorů. Setrvačnick se roztáčí za pomoci přiváděné elektrické energie, kterou převádí na energii kinetickou. V podobě kinetické energie je schopen setrvačnick energii uchovávat pro pozdější potřebu. Jakmile je požadován vyšší výkon, než je schopna dodat síť,

kinetická energie se přemění zpět na energii elektrickou, otáčky setrvačnicku se postupně snižují a dobíjecí stanice je schopna dodat více než dvounásobný výkon. Kinetické setrvačnicku jsou schopné zvýšit výkon až o 130 kW (Chakratec 2020).

Celá stanice je umístěna v kontejneru a složena z komunikačních a řídicích systémů, které ji umožňují ovládat i vzdáleně. Dále obsahuje střídače a vysokovýkonné generátory. Hlavním prvkem je deset kinetických setrvačnicků. Každý setrvačnick váží 150 kg a je schopen uložit až 5 kWh energie. Kompletní stanice má hmotnost až 10 000 kg a její kapacita je okolo 100 kWh. Vnitřní vybavení kontejneru je možné vidět na obrázku (obr. 17) (Chakratec 2020).

První stanice tohoto druhu v České republice byla instalována společností ŠKODA AUTO DigiLab v listopadu 2019 ve spolupráci s izraelským Chakratec a společností PRE (ŠA Storyboard 2019).

obr. 17 Vnitřek kinetické dobíjecí stanice (Koval 2019)



Akumulátorové stanice

Rostoucí potřeba elektrické energie a klesající ceny lithium-iontových baterií dávají za vznik akumulátorovým stanicím. Ty jsou schopny pojmout desítky až stovky megawatthodin elektrické energie. Velkokapacitní akumulátorové stanice jsou budovány státy k pokrývání výpadků a výkyvů v rozvodné síti a jedná se o součást modernizace. Další využití akumulátorové stanice naleznou v případě ukládání energie z obnovitelných zdrojů (Deloitte 2018).

Společnost Tesla vyvinula svou akumulátorovou stanicí MegaPack, kdy jedna jednotka uchová až 3 MWh elektrické energie a poskytuje výkon 1,5 MW. Tato stanice je modulární a je ji možné rozšiřovat o více jednotek. Nabíjení probíhá buďto z rozvodné sítě, ale ideální je pro nabíjení využívat obnovitelné zdroje, z kterých je možné stanice přímo dobíjet stejnosměrným proudem (Tesla 2019).

Při výrobě stanic je počítáno s vyměnitelnými lithium-iontovými akumulátory. Tyto akumulátory by do budoucna mohly být již použité z elektrických vozidel. Ve stavu, kdy již není výhodné dále udržovat akumulátor ve vozidle vzhledem k jeho snížení kapacity v čase, může být prodloužen životní cyklus akumulátoru (EDF 2019).

4.4.3 Stanice dobíjení akumulátorů

S rozšiřujícím počtem sdílených elektrických prostředků jejich provozovatelé řeší, jak zajistit dostupnost jejich vozidel. Velká část prostředků umožňuje výměnu akumulátorů, proto společnosti vyrábějící akumulátory se soustředí na sjednocení jejich konstrukce.

Jednou z nich je společnost GreenPack, jejich akumulátory na obrázku (obr. 18), je možné používat v různých aplikacích, jako je mobilní dobíjecí stanice Chargery, sdílené elektrické skútry, či další elektrická vozidla. Jeden tento lithium-iontový GreenPack má kapacitu 1,4 kWh a je schopen dodat energii až 1,3 kW při nominálním napětí 48 V. Váží 9 kg, dobíjení a zapojení je zajištěno integrovaným konektorem. Pro zajištění větší kapacity, je možné jednotlivé GreenPack akumulátory modulárně skládat (GreenPack 2020).

obr. 18 Akumulátor GreenPack (GreenPack 2020)



K dobíjení těchto univerzálních akumulátorů by v budoucnu mohly sloužit stanice, které jsou schopny pojmout větší množství akumulátorů najednou. Tyto stanice zvládají pojmout více druhů akumulátorů z různých aplikací a zajistit jejich dobíjení.

Společnost Swobbee představila svou verzi stanice na obrázku (obr. 19). Tato stanice je schopna pojmout akumulátory sdílených skútrů Torrot, GreenPack akumulátory, akumulátory sdílených koloběžek Bird a dalších. Ty je ve stanici možné bezpečně uzavřít a nabíjet. Celý proces může být rezervován a kontrolován pomocí mobilní aplikace. Konstrukce stanice je modulární a počet schránek na akumulátory je přizpůsobitelný potřebě, či celá stanice může mít podobu například lavičky (Swobbee 2020).

obr. 19 Stanice dobíjení akumulátorů Swobbee (Swobbee 2020)



4.4.4 Bezobslužné dobíjení

Dobíjecí robot

Pomocí dobíjecích robotů je možnost zjednodušit budování dobíjecí infrastruktury. Pokud bude robotická jednotka schopna se samočinně přemístit až na požadovanou polohu vozu, poté nebude nutný rozvod vysokonapěťových kabelů po areálech parkovišť, či v podzemních garážích.

Společnost Volkswagen v roce 2019 představila koncept dobíjecích robotů. Tito roboti se sestávají ze dvou jednotek zobrazených na obrázku (obr. 20). Jedna jednotka sloužící jako transportní, druhá jednotka poté obsahuje zdroj energie. Jednotky jsou ovládány autonomně za pomoci komunikace V2X, kdy povel jim vyšle samotné vozidlo. Obě jednotky mají stejnou výchozí stanici, ve které čekají na příkazy k dobíjení a zároveň dobíjejí své akumulátory. Jednotka sloužící jako zdroj má kapacitu 25 kWh a je schopna dodat dobíjecí výkon až 50 kW stejnosměrně (Volkswagen 2019).

obr. 20 Koncept dobíjecích robotů (Volkswagen 2019)



Indukční dobíjení

Technologie indukčního dobíjení je podstatným zajištěním komfortu při provozování elektrických vozidel, či kritickým pro provozování autonomních vozidel. V současné době není schopné dosáhnout výkonů, jaké dokážou převádět kabely při rychlonabíjení, avšak je znatelný stály rozvoj v tomto odvětví.

Indukční nabíjení funguje na principu přenosu elektromagnetických vln z dobíjecí podložky, která je umístěna pod vozem. Další část je přijímací prvek, který je spojen s akumulátorem vozidla. V současné době výkon indukčního nabíjení je srovnatelný s domácími přípojkami a dosahuje 3,6 kW až 11 kW dobíjecího výkonu (Engel et al. 2018).

Řešení dobíjení indukcí má šanci obstát také u dobíjení vozidel mikro-mobility. Při dobíjení menších prostředků nejsou kladené takové nároky na výkon dobíjení a zároveň je i jednodušší konstrukce dobíjecího zařízení. Nizozemský start-up Fesla Charge představil indukční dobíjecí podložky (obr. 21), které jsou schopné dobíjet jízdní kola přes jejich stojánek.

obr. 21 Dobíjecí podložka pro jízdní kola (Fesla Charge 2020)



4.5 Provozovatelé služeb

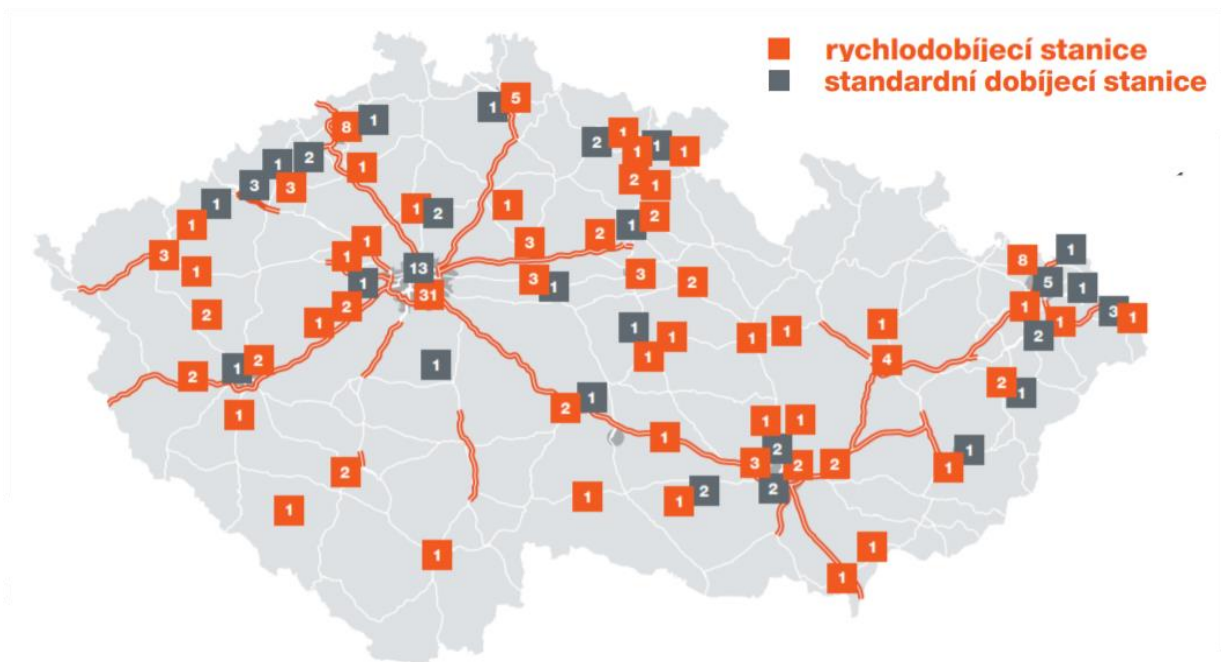
V rámci rozvoje elektro-mobility budou velmi důležití provozovatelé jednotlivých služeb a provozovatelé infrastruktury. Na rozvoji infrastruktury se nemalou mírou podílejí dodavatelé elektrické energie. Sdílené služby jsou provozovány společnostmi spadajícími pod automobilový průmysl, mezinárodní start-upy, či menší české start-upy. Dalším úkolem je také přívětivost pro uživatele, k tomu slouží multimodální aplikace, které mohou být provozovány soukromými společnostmi nebo podporovány z veřejných zdrojů.

4.5.1 Dobíjecí infrastruktura

ČEZ

Skupina ČEZ je největším výrobcem elektrické energie v České republice. V rámci svých služeb nabízí řešení pro zájemce o elektrické vozy. Zároveň také provozují síť dobíjecích stanic, která čítá na území České republiky přes 130 DC stanic a 50 AC stanic, mapa je zobrazena na obrázku (obr. 22) (ČEZ 2020).

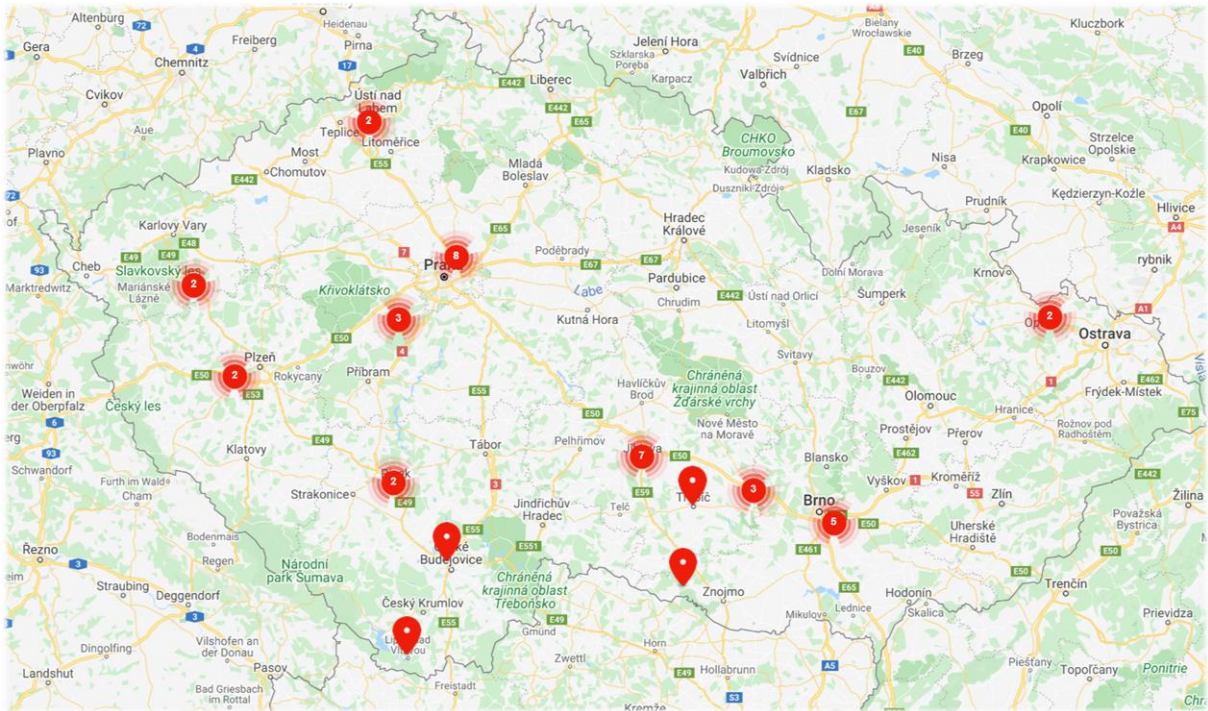
obr. 22 Mapa dobíjecích stanic (ČEZ 2020)



E.ON

Společnost E.ON je dodavatelem elektrické energie a zároveň provozovatelem sítě dobíjecích stanic. V České republice je nyní 40 stanic provozovaných společností E.ON, jejich rozmístění je zobrazeno na obrázku (obr. 23). Do roku 2022 chce mít společnost vybudovanou síť 300 dobíjecích stanic kombinujících AC a DC nabíjení, kdy u DC dobíjení počítají i s velmi výkonnými stanicemi s výkonem až 350 kW (E.ON 2020).

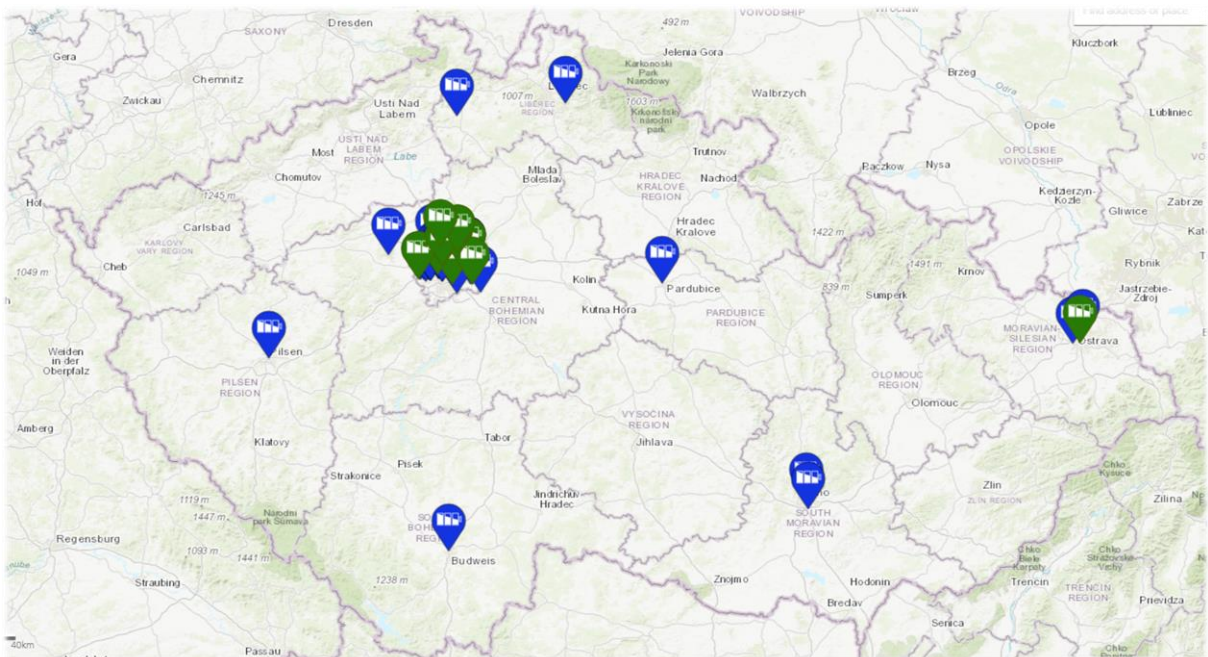
obr. 23 Mapa dobijecích stanic (E.ON 2020)



PRE

Společnost PRE se zabývá distribucí a dodáváním elektrické energie. V rámci projektu PRE mobilita nabízí síť dobijecích stanic a jejich výstavbu. Na území České republiky se nyní nachází 40 AC a 10 DC dobijecích stanic, především v okolí Prahy. Rozmístění všech stanic je zobrazeno na obrázku (obr. 24) (PRE 2020).

obr. 24 Mapa dobijecích stanic (PRE 2020)



Ionity

Společnost založená ve spolupráci koncernu Volkswagen, Ford, Daimler, Hyundai, Kia a BMW. Pomocí partnerů, především společností provozujících čerpací stanice, buduje celoevropskou síť rychlodobíjecích stanic. Tyto stanice jsou umísťovány především u dálniční sítě. V současné době je v rámci Evropy kolem 200 stanic a plán následujících let je počet zdvojnásobit. Rozmístění stanic v rámci celé Evropy je zobrazeno na obrázku (obr. 25). Stanice Ionity jsou schopny dodávat výkon až 350 kW (Ionity 2020).

obr. 25 Mapa dobíjecích stanic (Ionity 2020)



4.5.2 Sdílené služby

BeRider

Projekt společnosti ŠKODA AUTO DigiLab, v rámci kterého jsou provozovány sdílené elektrické skútry v Praze. První skútry se na ulicích objevily ve zkušebním provozu na podzim v roce 2019 (BeRider 2020).

Lime

Kalifornská společnost začínající v roce 2017 se sdílenými koly. Od roku 2018 se masivně rozšiřuje po světě se sdílenými elektrickými koloběžkami. Nyní provozuje své sdílené služby ve více než 120 městech z 30 zemí. Jedná se o jednu z nejvýznamnějších společností působící v oblasti mikro-mobility (Lime 2020).

Re.volt

Český start-up provozující od roku 2018 sdílená elektrická vozidla. Na území Prahy nabízejí elektrická mini-auta, elektrické skútry a motorky. Od února 2020 také provozují elektrické koloběžky. Všechna tyto elektrická vozidla je možné si vypůjčit v rámci jedné platformy přes mobilní aplikaci. Během roku 2020 plánují expanzi do druhého největšího českého města Brna (Re.volt 2020).

Freebike

Projekt české společnosti Homeport, která působí na trhu se sdílenými koly již od roku 2009. V roce 2019 společnost představila vlastní elektrická kola určená ke sdílení. Ve stejném roce rozběhla i sdílené systémy v Praze, Trnavě, Helsinkách a Londýně (Freebike 2020).

Rekola

Projekt sdílených jízdních kol, který byl spuštěn již roku 2013 v Praze. Od té doby se zvládl rozšířit do jedenácti měst v České republice. V roce 2019 společnost provozovala přes 2000 jízdních kol. V tomto roce i představila svá elektrická jízdní kola (Rekola 2020).

HoppyGo

Společnost založena ve spolupráci ŠKODA AUTO DigiLab a Leo Express v roce 2017. HoppyGo nabízí peer-to-peer sdílení aut. Typ tohoto sdílení spočívá v tom, že uživatelé vlastní auto ho mohou přes platformu nabídnout k pronájmu dalším uživatelům. Služba zastřešuje provozní a legislativní potřeby pronájmu, kdy uživatelé jsou schopni vše zajistit pomocí mobilní aplikace (HoppyGo 2020).

GreenGo

Maďarská společnost provozující plně elektrický sdílený vozový park. V roce 2016 zahájila provoz v Budapešti s 45 vozidly Volkswagen e-Up!, v roce 2019 navýšila počet vozidel na 300. V únoru 2020 zahájila společnost expanzi do Prahy se 105 vozidly Volkswagen e-Up! a během dalších tří měsíců chce počet navýšit na 200 vozidel (GreenGo 2020).

WeShare

Služba elektrických sdílených aut provozována společností Volkswagen. Provoz zahájila v roce 2019 v Berlíně s 1500 vozy Volkswagen e-Golf. Pro rok 2020 byla oznámena expanze do dalších evropských měst. Příchod je plánován i do Prahy, kde společnost bude provozovat elektrické vozy Škoda CITIGOe iV (WeShare 2020).

Car4Way

Služba sdílených aut působící v Praze od roku 2013. Nabízí především vozidla se spalovacím motorem, jejich vozový park však také zahrnuje téměř 100 elektrických Volkswagen e-Golf. V České republice operují v Praze a v Brně a v obou městech dohromady nabízejí přes 600 sdílených vozidel (Car4Way 2020).

4.5.3 Podpůrné platformy

Citymove

Multi-modální platforma spuštěná v roce 2019 společností ŠKODA AUTO DigiLab. Platforma má podobu mobilní aplikace a sjednocuje služby využívané pro přepravu. V aplikaci je možné plánovat a platit cesty pomocí veřejné hromadné dopravy, taxi, sdílenými prostředky (auta, jízdní kola, skútry), či provést platbu za parkování (Citymove 2020).

PID Lítačka

Pražská integrovaná doprava (PID) je integrovaný systém pro dopravu zahrnující prostředky městské a příměstské hromadné dopravy a sítě parkovišť P+R. Koordinátorem PID je regionální organizátor ROPID, který je příspěvkovou organizací hlavního města Prahy (PID 2020).

Aplikace PID Lítačka provozována Operátorem ICT umožňuje vyhledávání spojů veřejné hromadné dopravy a placení za krátkodobé i dlouhodobé jízdné. Zároveň PID Lítačka je RFID karta umožňující identifikaci při přepravě (PID Lítačka 2020).

5 Praktická část práce

V praktické části práce jsou vytvořeny predikce počtu elektrických vozů v roce 2030 na území České republiky. Na základě těchto predikcí je dále identifikována potřeba dobíjecí infrastruktury v Praze. Z těchto dat vychází návrh služby sjednocující dobíjecí infrastrukturu.

5.1 Predikce vývoje počtu elektrických vozidel v roce 2030

Pro identifikování potřeby nabíjecí infrastruktury bylo třeba zjistit počty elektrických vozidel v jednotlivých kategoriích. Nejprve byla zpracována aktuální data a poté z nich vypočítány predikce počtu vozidel v jednotlivých kategoriích v roce 2030 na území Prahy a nejbližšího okolí.

5.1.1 Osobní automobily

Současný počet osobních automobilů

Pro zjištění počtu osobních vozidel bylo využito oficiálních statistik MD ČR (Ministerstvo dopravy ČR 2020) a ročenek MD ČR (Ministerstvo dopravy ČR 2018). K zjištění informací o rozdělení typů vozidel bylo dále využito informací z portálu European Alternative Fuels Observatory (EAFO 2019).

Pomocí získaných dat byla zpracována tabulka (tab. 6), ve které jsou celkové počty osobních automobilů v České republice a jejich rozdělení do čtyř skupin dle typu pohonu. Celkový počet neodpovídá součtu jednotlivých kategorií. Z tabulky byly vynechány další alternativní typy pohonů, tedy LPG a CNG a zároveň nebyla rozdělena hybridní vozidla bez možnosti externího dobíjení akumulátoru.

tab. 6 Přehled vývoje počtu OA v ČR (Ministerstvo dopravy ČR 2020; 2018; EAFO 2019)

Stav k 1. 1.	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Celkový počet OA [ks]	4 729 185	4 833 386	5 115 316	5 307 808	5 542 479	5 747 913	5 943 778
Benzin [ks]	3 196 233	3 189 890	3 292 863	3 337 837	3 422 845	3 575 121	3 716 006
Nafta [ks]	1 525 690	1 631 014	1 807 953	1 954 086	2 097 056	2 150 047	2 199 300
BEV [ks]	237	417	713	974	1 525	2 647	3 403
PHEV [ks]	27	79	204	340	568	1 105	1 578

Z tabulky (tab. 6) je možné vidět každoroční nárůst počtu provozovaných osobních automobilů. Stálý a významný růst je u počtu osobních automobilů s konvenčním pohonem, kdy v porovnání k nim je počet osobních automobilů s elektrickým, či hybridním pohonem, stále zanedbatelný.

Budoucí vývoj počtu elektrických automobilů

Lze předpokládat nárůst počtu nízko emisních osobních automobilů, tedy BEV a PHEV a to vzhledem k závazkům k Evropské unii. V rámci Pařížské dohody o změně klimatu se EU zavázala do roku 2030 snížit emise CO₂ (skleníkových plynů) nejméně o 40 % ve srovnání s úrovní v roce 1990. Tento závazek je napříč všemi hospodářskými odvětvími, tedy i dopravou (Evropský parlament 2019).

K dosažení tohoto cíle povede také nařízení Evropské Rady, která přijala nařízení, aby se počínaje rokem 2030 emise CO₂ z nových osobních automobilů snížily v porovnání s rokem 2021 v průměru o 37,5 % a z nových dodávek v průměru o 31 %. V letech 2025 až 2029 se emise CO₂ z osobních automobilů a dodávek musí snížit o 15 %. Jedná se o cíle pro celý vozový park EU. Úsilí v oblasti snižování emisí CO₂ budou výrobci sdílet v míře odpovídající průměrné hmotnosti jejich vozového parku (Evropská rada 2019).

K výše zmíněným nařízením dále přibývají faktory, které mohou ovlivňovat nárůst počtu BEV a PHEV. Pro vlastníky automobilů mohou být podstatné pobídky od státu, či měst. V současné době v České republice neexistuje program zvýhodňující nákup nízko emisního vozidla. Nízko emisní vozidla jsou definována hodnotou vyprodukovaných emisí do 50g CO₂/km (Evropský parlament a rada 2019).

V České republice existují následující zvýhodnění pro vlastníky nízko emisních vozidel: (Zákon č. 13/1997 Sb.)

- Osvobození od dálničních poplatků,
- bezplatné parkování v zónách placeného stání,
- osvobození od silniční daně u firemních vozidel (ACEA 2015).

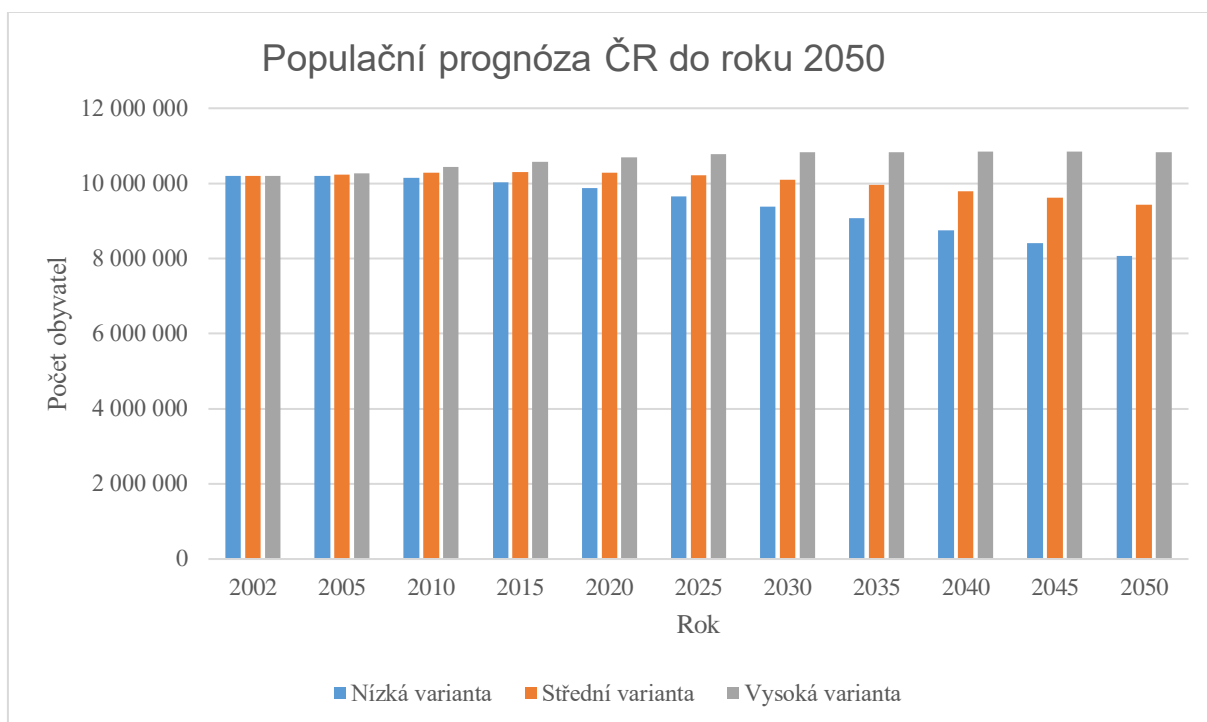
V zahraničí je nízko-emisním vozidlům umožněn vjezd do bezemisních zón, které se nacházejí především v centrech velkých měst (UAR EU 2018).

Následující predikce počtu elektrických automobilů vychází ze studie Ministerstva průmyslu a obchodu z roku 2018, ve které je vytvořen odhad až do roku 2040 a rozdělení počtů pro jednotlivé kraje. Pro potřeby této diplomové práce jsou data aktualizována hodnotami platnými k datu 1. 1. 2020 a přepočítána do roku 2030. K roku 2030 se vztahuje návrh služby a také je předpokládán stálý nárůst počtu vozidel (Ministerstvo průmyslu a obchodu 2015).

Podkladem studie MPO z roku 2018 byly statistiky MD o počtu registrovaných vozů a predikce počtu obyvatel ČSÚ z roku 2014. Česká republika byla poté rozdělena na správní obvody, dříve nazývané okresy. Pro jednotlivé správní obvody byla vypočítána predikce dle vývoje počtu obyvatel do roku 2050 zobrazena na obrázku (obr. 26) a na základě koeficientu počtu osobních vozidel na obyvatele v tabulce (tab. 7).

Dle ČSÚ byly stanoveny tři varianty vývoje obyvatelstva, nízká, střední a vysoká. Vzhledem k predikci z let minulých a současnému vývoji počtu obyvatel bylo dále počítáno s variantou střední.

obr. 26 Graf vývoje počtu obyvatel do roku 2050 (ČSÚ 2004)



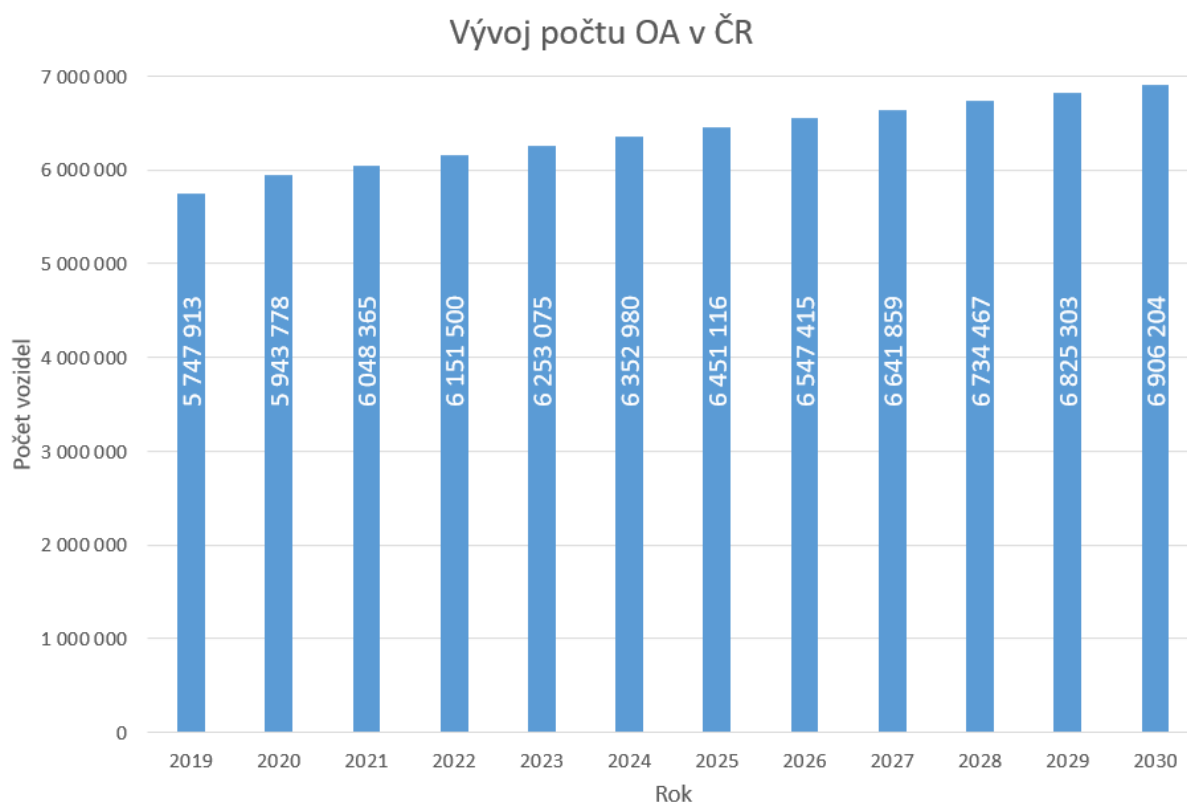
Pomocí koeficientu z tabulky (tab. 7) a přepočtu obyvatel na jednotlivé správní celky z dat ČSÚ byly spočítány počty automobilů v jednotlivých správních oblastech a také celkový počet automobilů až do roku 2030.

tab. 7 Koeficient počtu osobních aut na obyvatele (Ministerstvo průmyslu a obchodu 2018)

Správní obvod	Koeficient počtu aut na obyvatele do roku 2030
Praha	0,7
SO větší než 100 tis. obyvatel	0,6
SO menší než 100 tis. obyvatel	0,6

Z grafu na obrázku (obr. 27) je patrný stálý růst počtu osobních vozidel v České republice. Z let 2019 a 2020 jsou známé hodnoty, probíhal zde nárůst počtu osobních vozidel a takovýto vývoj by měl pokračovat až do roku 2030, kdy se trh s osobními automobily nasytí (Ministerstvo průmyslu a obchodu 2018). Po roce 2030 je i předpokládán pokles obyvatelstva, dle dříve zmíněné populační prognózy ČSÚ.

obr. 27 Graf vývoje počtu OA v ČR k 1. 1. (vlastní zpracování)



V tabulce (tab. 8) je zobrazeno rozdělení všech registrovaných osobních automobilů do krajů. Nejvíce registrovaných vozů je v Praze a ve Středočeském kraji. Tyto dva kraje budou současně relevantní pro identifikaci potřeby infrastruktury.

tab. 8 Rozdělení počtu osobních automobilů dle krajů v roce 2030

Kraj	Počet OA [ks]	Podíl
Hlavní město Praha	1 146 718	16,6%
Středočeský kraj	1 014 892	14,7%
Jihomoravský kraj	772 663	11,2%
Moravskoslezský kraj	673 903	9,8%
Ústecký kraj	480 667	7,0%
Jihočeský kraj	395 884	5,7%
Plzeňský kraj	373 367	5,4%
Olomoucký kraj	360 843	5,2%
Zlínský kraj	330 292	4,8%
Královéhradecký kraj	323 568	4,7%
Pardubický kraj	316 775	4,6%
Kraj Vysočina	294 930	4,3%
Liberecký kraj	270 015	3,9%
Karlovarský kraj	151 685	2,2%
Celkem	6 906 204	100,00%

Z celkového počtu vozidel bylo nutné určit počet vozidel, který bude závislý na dobíjecí infrastruktuře. V tabulce (tab. 9) je predikce procentuálního zastoupení BEV a PHEV na nově registrovaných osobních vozech. Data k 1. 1. 2020 jsou statistická data registrací z roku 2019, kdy byl podíl nově registrovaných BEV 0,30 % a PHEV 0,19 % ze všech registrací osobních

vozů (viz tab. 6). Pro následující roky je předpokládán nárůst zastoupení BEV a PHEV a to především rozšiřující se nabídkou výrobců automobilů, rozvojem infrastruktury a legislativními zvýhodněními (IEA 2019). Do roku 2030 je předpokládáno, že zastoupení BEV a PHEV bude až 25%. Tato hodnota se přibližuje k hranici kampaně EV30@30, která si mezi zapojenými státy (např. Norsko, Čína, Indie) klade za cíl 30% podíl nově registrovaných elektrifikovaných vozidel do roku 2030 (CEM 2019).

tab. 9 Predikce poměru registrovaných EV (Ministerstvo průmyslu a obchodu 2018)

k l. 1.	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
BEV	0,30	1,50	2,62	3,70	5,30	8,60	9,67	10,12	12,20	14,30	16,72
PHEV	0,19	1,23	2,56	3,38	4,21	7,04	7,10	7,20	7,31	7,74	8,18

S ohledem na predikci byly vypočítány počty BEV a PHEV do roku 2030, kompletní vývoj je zobrazen v tabulce (tab. 10). V roce 2030 je předpokládáno celkově registrovaných téměř 250 tisíc EV a bezmála 160 tisíc PHEV. Počítáno je také s průměrnou životností elektrických vozidel, která byla stanovena na 8 let (Ministerstvo průmyslu a obchodu 2018).

Tato predikce může být ovlivněna mnohými faktory. Vyšší počty vozidel, rychlejším rozvojem infrastruktury, nástupem nových technologií, snižování cen BEV a PHEV, či politickými rozhodnutími. Naopak rozvoj a nástup nových substitutů, jako jsou třeba vodíkové pohony, může výrazně změnit vývoj BEV a PHEV.

tab. 10 Vývoj počtu BEV a PHEV v ČR

k l. 1.	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Počet BEV [ks]	3 403	7 256	14 178	24 058	38 097	62 147
Počet PHEV [ks]	1 578	4 797	11 622	20 770	32 280	51 890

k l. 1.	2026	2027	2028	2029	2030
Počet BEV [ks]	89 647	118 465	153 485	195 165	241 519
Počet PHEV [ks]	72 012	92 667	113 792	136 303	157 647

Následující tabulka (tab. 11) zobrazuje počty BEV a PHEV přepočtené do jednotlivých krajů. Tento přepočet není zcela přesný, vzhledem k rozdílné rozvinutosti, kupní síle a adaptaci jednotlivých krajů. Podstatné však je, že nejvyšší počet BEV a PHEV zcela jistě bude v Praze, Středočeském kraji a v Jihomoravském kraji.

tab. 11 Přepočet BEV a PHEV dle rozdělení krajů v roce 2030

Kraj	BEV [ks]	PHEV [ks]
Hlavní město Praha	40 102	26 176
Středočeský kraj	35 492	23 167
Jihomoravský kraj	27 021	17 637
Moravskoslezský kraj	23 567	15 383
Ústecký kraj	16 810	10 972
Jihočeský kraj	13 845	9 037
Plzeňský kraj	13 057	8 523
Olomoucký kraj	12 619	8 237
Zlínský kraj	11 551	7 540
Královéhradecký kraj	11 316	7 386
Pardubický kraj	11 078	7 231
Kraj Vysočina	10 314	6 732
Liberecký kraj	9 443	6 164
Karlovarský kraj	5 305	3 462
Celkem	241 519	157 647

Pro použití zjištěných dat v následující kapitole 5.2 je určen počet 100 000 BEV a 60 000 PHEV, které budou pravidelně využívat dobíjecí infrastrukturu v Praze. Jedná se o zaokrouhlený součet vozů registrovaných v Praze a Středočeském kraji doplněný o vozy, které budou pravidelně uskutečňovat cesty ze sousedních krajů do Prahy.

Dále je nutné rozdělit BEV na používané výhradně jedním uživatelem a auta sdílená. Toto rozdělení je důležité vzhledem ke stylu dobíjení. Sdílená auta budou využívat výhradně veřejné dobíjecí stanice. Pokud je uvažováno, že 344 sdílených aut nahradí 5 000 v osobním vlastnictví (Earl a Le Petit 2019) a v roce 2030 z celkového počtu jízd je právě 9 % uskutečněno se sdílenými auty (Andersen a Dauner 2019). Po zahrnutí předchozích výsledků prognózy, v Praze bude k dispozici téměř 7 500 sdílených aut. Vzhledem k trendu pro další výpočty bude uvažováno, že z celkového počtu bude 5 000 sdílených BEV.

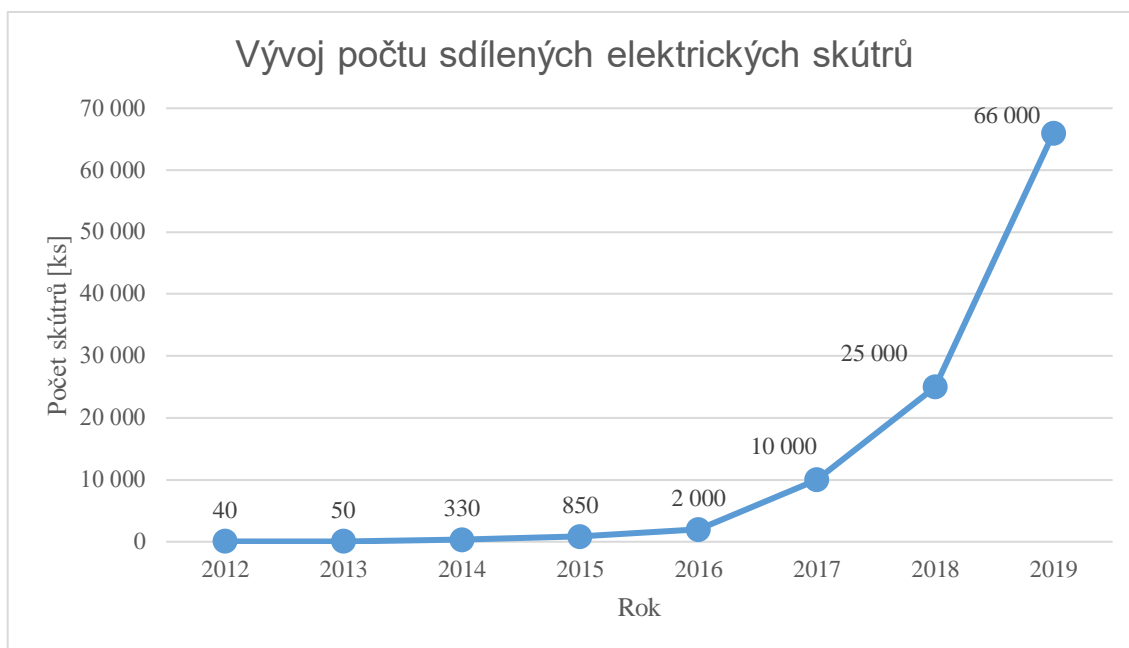
5.1.2 Prostředky mikro-mobility

Následující predikce je zaměřena pouze na sdílené elektrické prostředky mikro-mobility, jež přímo ovlivní veřejnou dobíjecí infrastrukturu. Během následujících let se pravděpodobně stanou i velmi populárními prostředky mikro-mobility, které budou v osobním vlastnictví, avšak ty budou dobíjeny především v soukromých podmínkách.

Sdílené elektrické skútry

Skútry nebo malé motocykly jsou již desetiletí podstatným dopravním prostředkem v různých částech světa. Většinou se jedná o stroje s benzínovým motorem a s výhradním vlastníkem. Od roku 2012 zaznamenává růst (dle grafu na obr. 28) trend sdílených skútrů a během několika let se zněkolikanásobil až na počet 66 000 sdílených skútrů v roce 2019 celosvětově (Howe a Jakobsen 2019).

obr. 28 Graf vývoje počtu sdílených elektrických skútrů (Howe a Jakobsen 2019)



Většinový podíl na počtech sdílených skútrů stále drží Evropa. Z celkových 21 zemí, kde již nějaká služba funguje, je právě 15 zemí evropských. Nejvýznamnějšími zeměmi pro sdílené skútry v Evropě jsou Španělsko, Francie a Itálie. Vzhledem ke vzniku nových služeb v Bengalúru a vysokému počtu skútrů, Indie v roce 2019 zaujímá 30% podíl v této oblasti. Města s nejvyššími počty skútrů je možné vidět na grafu (obr. 29). Z grafu je také patrné, že města s největším počtem vozidel v Evropě jsou Madrid, Paříž a Barcelona (Howe a Jakobsen 2019).

obr. 29 Počet sdílených skútrů ve světě v roce 2019 (Howe a Jakobsen 2019)



V současné době nabízejí v Praze sdílené elektrické skútry dvě společnosti. Obě tyto společnosti spustily provoz svých skútrů v roce 2019. V číslech je možno tyto služby vidět v tabulce (tab. 12), hodnoty z roku 2019 jsou počty skútrů z uplynulé sezóny, kdežto hodnoty z roku 2020 jsou počty, které provozovatelé plánují nasadit během sezóny 2020.

tab. 12 Počet sdílených elektrických skútrů v Praze (BeRider 2020; Re.volt 2020)

Společnost	2019	2020
BeRider [ks]	150	700
Re.volt [ks]	74	230

Predikovat další vývoj počtu skútrů na základě demografický dat není zcela možné, jelikož o nich rozhodují soukromé společnosti jako o investičním rozhodnutí. V následující části bude tedy vytvořena predikce na základě odhadu vývoje trhu a podmínek pro tento typ podnikání v Praze.

Pokud jsou brány v potaz klimatické podmínky střední Evropy, je provozování služby sdílených skútrů omezeno na sezónní provoz. Nejčastěji provozovatelé službu v rozmezí prosince a dubna uzavřou. Z měst, ve kterých je tento trh již rozvinutý, nejvíce svou podobou Praze odpovídá Berlín. Geografickým umístěním i podobnou mentalitou obyvatelstva ve smyslu přepravování. V ostatních městech, která jsou ve statistice s nejvyššími počty skútrů, již mají motocykly a skútry svou tradici a sdílené skútry nabídly další možnost, jak se po španělských, italských či francouzských metropolích pohybovat (Howe a Jakobsen 2019).

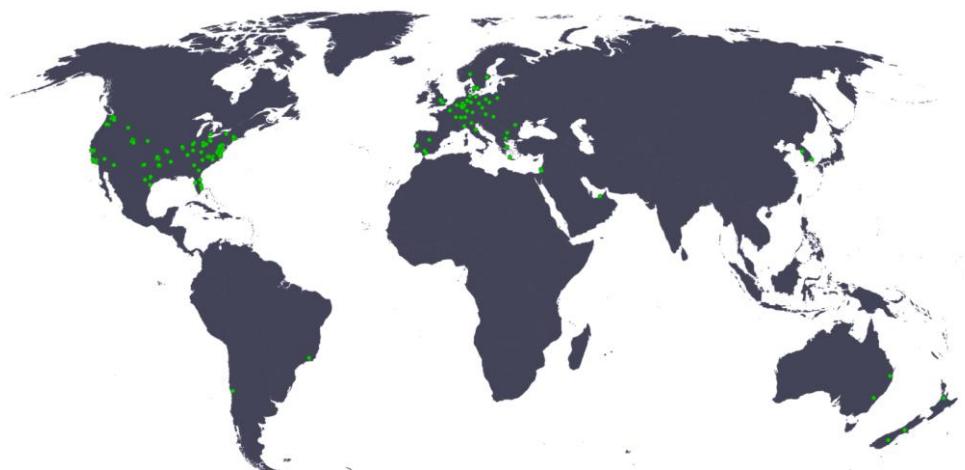
Dalším faktorem k budoucímu počtu sdílených skútrů bude, stejně jako u koloběžek regulace ze strany vedení města. Vzhledem k nižšímu rozšíření sdílených skútrů regulace není veřejně diskutována, jako tomu je u sdílených koloběžek. S ohledem na počty skútrů ve městech podobných počtem obyvatel (Miláno) a geograficko-demografické příbuznosti (Berlín) by hranice pro regulaci v Praze mohla odpovídat maximálnímu počtu 3000 sdílených skútrů.

Počet skútrů se odvíjí od poptávky uživatelů služby a zájmu společností provozovat maximální počet skútrů. Pro účel výpočtu potřeby dobíjecí infrastruktury bude tedy pro rok 2030 počítáno s maximálním počtem 3000 sdílených elektrických skútru na území Prahy.

Sdílené elektrické koloběžky

Sdílené elektrické koloběžky jako první v Praze představila americká společnost Lime. Koloběžky byly ve městě rozmístěny v září 2018 (Lime 2020). Celosvětově (obr. 30) se jedná o průkopníka v mikro-mobilitě a i přes problémy v komunikaci se správci měst, jejich pozice v rámci městské dopravy je výrazná.

obr. 30 Mapa působnosti společnosti Lime (Lime 2020)



Na dlouhou dobu byl Lime jediným provozovatelem koloběžek v Praze a svůj vozový park postupně rozšířil z několika desítek až na tisíce koloběžek. V únoru 2020 oznámila společnost Re.volt rozmístění vlastních koloběžek v Praze (Re.volt 2020). Tím se stala teprve druhou společností provozující tento typ služby v hlavním městě. Vývoj počtu sdílených elektrických koloběžek je možné vidět v tabulce (tab. 13).

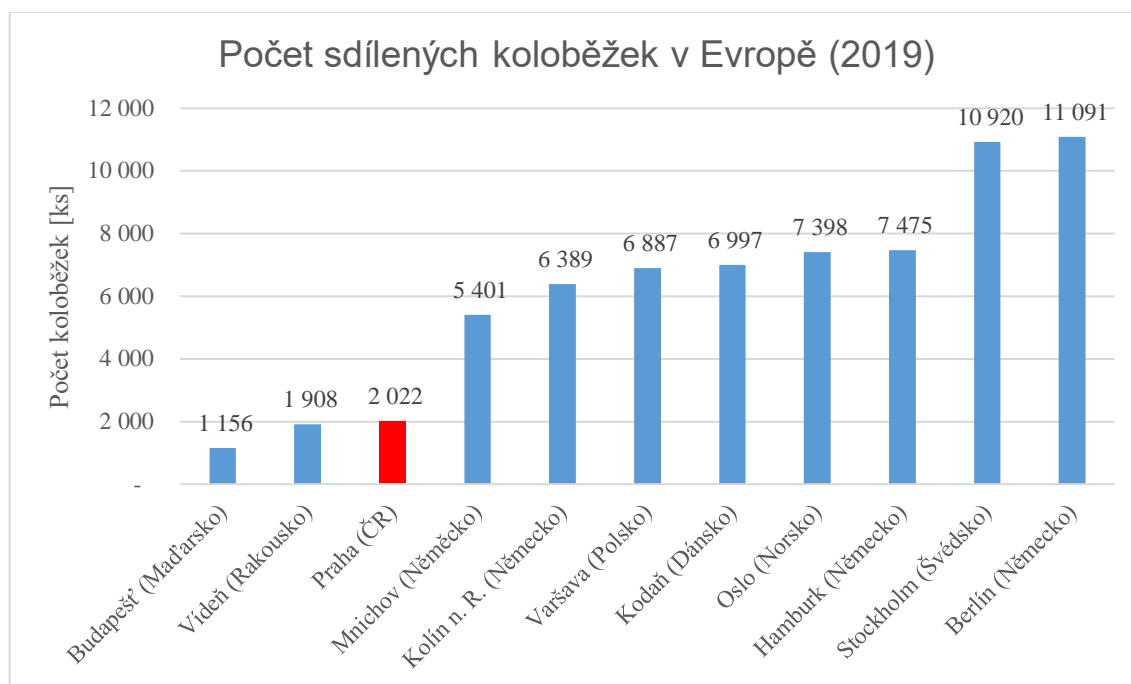
tab. 13 Počet sdílených elektrických koloběžek v Praze (Tack et al. 2019; Re.volt 2020)

Společnost	2018	2019	2020
Lime [ks]	150	1350	2022
Re.volt [ks]	-	-	750

Vzhledem k vývoji počtů koloběžek v ostatních státech, respektive městech, je možné předpokládat nárůst počtu těchto sdílených vozidel. Společnost Re.volt pro rok 2021 oznámila cíl dosažení prozatímního počtu 2000 koloběžek (Re.volt 2020). Společnost Lime o přesných počtech koloběžek rozmístěných ve světě, ani v jednotlivých městech neinformuje, proto další nárůst počtů může být jen odhadnut.

Z počtů sdílených koloběžek v grafu (obr. 31) je patrné, že v západních městech jsou počty koloběžek až několikanásobné oproti Praze. Na celkových počtech se podílí několik provozovatelů, většinou s největším zastoupením Lime, dále mezi ně patří Tier, Bird, Circ nebo Voi. V jednom městě tedy není výjimkou, že zároveň působí čtyři až pět provozovatelů (Tack et al. 2019).

obr. 31 Počet sdílených elektrických koloběžek v Evropě v roce 2019 (Tack et al. 2019)



Vzhledem k faktu, že ve většině měst, kde koloběžky mají podporu města a stávají se součástí dopravy, je již několik provozovatelů. Je tedy vysoce pravděpodobné, že Prahu čeká podobný scénář a počet provozovatelů se ještě rozšíří. Růst bude pravděpodobně limitovaný vyhláškami měst, jako je tomu například v Hamburku, kde nesmí být více než 1 000 koloběžek v historickém centru (Hamburg 2019).

Na základě aktuálních počtů a podobností měst a maximálním počtem koloběžek bude odhadnut počet v roce 2030. Pokud jako kritérium podobnosti měst se určí počet obyvatel a hustotu zalidnění, nejvíce dle těchto kritérií odpovídá německý Hamburk. V současné době se v Hamburku nachází téměř 8 000 sdílených koloběžek. Tento počet je limitován ze strany vedení města (Hamburg 2019). Pravděpodobné je, že město Praha během následujících let začne počty koloběžek regulovat a provozovatele sdílených koloběžek kontrolovat.

Z podobnosti měst a maximálního počtu koloběžek tedy může být vyvozeno, že v roce 2030 bude v Praze umístěno přibližně 8 000 sdílených elektrických koloběžek. Velmi pravděpodobné je, že tento počet koloběžek bude rozdělen mezi více provozovatelů, nejspíše zahraničních společností.

Sdílená elektrická jízdní kola

V Praze jako první sdílená služba jízdních kol byla spuštěna Rekola v roce 2013 (Rekola 2020). Další společnosti dále zkoušely provoz sdílených šlapacích kol v jednotlivých pražských částech. Mezi nimi byla čínská firma Ofó, či česká společnost Homeport. Ani jedna z těchto dvou firem však šlapací kola dále neprovozuje (Prahou na kole 2019).

Do prostředí kopcovité Prahy je vhodný pomocný elektrický motor, který jezdci usnadňuje jízdu. První sdílená elektrická jízdní kola se objevila v Praze v dubnu 2019, představila je společnost Homeport pod názvem Freebike (Freebike 2020) a do ulic rozmístila 500 sdílených elektrických jízdních kol (Freebike 2020). V tom samém roce dále přibylo 70 elektrických jízdních kol do zkušebního provozu od společnosti Rekola (Rekola 2020). Celková čísla jsou zobrazena v tabulce (tab. 14)

tab. 14 Počet sdílených elektrických kol v Praze v roce 2019 (Freebike 2020; Rekola 2020)

Společnost	2019
Freebike [ks]	500
Rekola [ks]	70 (900 šlapací jízdní kola)

Další rozvoj sdílených elektrických doposud prováděly soukromé společnosti. Oproti sdíleným koloběžkám a skútrům jim však ze strany vedení města plyne podpora. Hlavní město Praha v roce 2019 realizovala projekt E-Bike Net Praha, který měl za cíl zvýšit podíl cyklo-dopravy na celkové dopravní kapacitě (Ministerstvo pro místní rozvoj 2019).

Predikce počtu sdílených kol v roce 2030 bude na základě poznatků expertní skupiny složené z největších provozovatelů a dodavatelů sdílených kol v Evropě. Současný stav v nejrozvinutějších městech je 3 až 5 sdílených kol na 1000 obyvatel. To by znamenalo při současném počtu obyvatel Prahy 1 308 000 obyvatel (ČSÚ 2004), že v Praze by jich mělo být v současnosti již mezi 4000 a 6500. Od těchto hodnot je zatím Praha velmi vzdálená. Je to zapříčiněno dlouholetou nečinností v tomto odvětví. Dále je předpokládán růst počtů sdílených kol až na hodnotu 10 až 20 sdílených kol na 1000 obyvatel s předpokládaným růstem 10 až 20 % ročně (Cycling Industries Europe 2020). Při předpokladu růstu obyvatel Prahy v roce 2030 na 1 421 000 je téměř 15 000 až 30 000 sdílených kol (ČSÚ 2004).

Pro další část této práce bude předpokládán nižší scénář růstu sdílených kol, tedy s počtem 15 000 sdílených kol na území Prahy. Dle studie společnosti Deloitte bude v roce 2030 až 50 % všech sdílených kol elektrických (Lee et al. 2019). Pro další potřebu práce bude počítáno se 7 500 sdílených elektrických jízdních kol na území Prahy.

5.2 Identifikace potřeby dobíjecí infrastruktury v roce 2030

V následující tabulce (tab. 15) jsou uvedeny výchozí hodnoty pro identifikaci potřeby dobíjecí infrastruktury. Tyto hodnoty vychází z technických parametrů elektrických vozidel zmíněných v kapitole 4.1. Počty jednotlivých vozidel byly predikovány v kapitole 5.1 a upraveny pro prostředí Prahy.

tab. 15 Výchozí hodnoty pro identifikaci potřeby dobíjecí infrastruktury v Praze

Typ vozidla	BEV	Sdílené BEV	PHEV	Skútry	Koloběžky	Elektrická jízdní kol
Počet [ks]	95 000	5 000	60 000	3000	8 000	7500
Průměrná kapacita akumulátoru [kWh]	51,62	51,62	11,83	2,25	0,5	0,59
Průměrný dojezd [km]	385	385	850 (45)	89	32	110
Průměrná spotřeba el. energie [kWh/100 km]	13,41	13,41	1,39	2,53	1,55	0,54

Průměrné roční využití osobního automobilu v České republice je 12 000 km (Deloitte 2019). Tato hodnota je východiskem pro denní nájezd osobního automobilu. Dle sledování komunikační sítě TSK je v na území Prahy průměrná jízdní rychlost automobilu 35 km/h (TSK 2018).

Sdílená auta na vyspělých trzích jsou průměrně vypůjčena čtyřikrát v jednom dni, kdy potenciál využití aut v budoucnu je šest až devět výpůjček za den (Friedel 2020). Průměrný čas jedné výpůjčky je 49 minut a ujetá vzdálenost 25 km (Rodenbach et al. 2018).

Ve studii od společnosti Unu o využití sdílených skútrů jsou data, že denně je provedeno v průměru osm výpůjček, kdy jedna výpůjčka trvá mezi 15 a 20 minutami. Za tuto dobu skútr průměrně ujede 4 km (Howe a Jakobsen 2019).

Sdílené koloběžky v průměru za den uskuteční čtyři jízdy s průměrnou dobou výpůjčky 18 minut a ujetá vzdálenost 1,9 km (Tack et al. 2019).

Využití sdílených šlapacích jízdních kol je v průměru pět výpůjček za den. Ve městech, kde byla zároveň zavedena elektrická jízdní kola, stouplо využití až na patnáct výpůjček za den. Největší konkurenční výhodu oproti ostatním sdíleným službám mají kola především v jejich ceně. Průměrná doba výpůjčky sdílených kol je 17 minut a ujetá vzdálenost 3,4 km (NACTO 2018).

Lithium-iontové akumulátory trpí samovybitím. Tento typ akumulátoru je výhodný vzhledem k malým ztrátám ze samovybití, stále však nejsou zanedbatelné. Během prvních 24 hodin po plném dobití, stav nabití klesne o 5 %, během následujícího měsíce klesne o další 3 % a energii spotřebuje také ochranný obvod akumulátoru (3 %). Další ztráty jsou způsobeny spotřebou IOT jednotky a další elektroniky, která stále informuje o stavu vozidla, či umožňuje další komunikaci a ovládání. Celkové ztráty za období mezi dvěma dobitími jsou stanoveny na 15 % z celkové kapacity akumulátoru. Zároveň je také vhodné udržovat akumulátor pouze v rozmezí 10% až 95% nabití (Buchmann 2019). Tyto hodnoty, které ovlivňují maximální dojezd, provozuschopnost a potřebu dobíjení byly stanoveny shodně pro všechny typy elektrických vozidel.

tab. 16 Výpočet využití elektrických vozidel

Typ vozidla	BEV	Sdílené BEV	PHEV	Skútry	Koloběžky	Elektrická jízdní kol
Denní ujetá vzdálenost [km]	32,9	150	32,9	32	7,6	34
Denní doba v provozu [h]	0,94	4,90	0,94	2	1,20	2,81
Průměrná jízda čas [h]	-	0,82	-	0,25	0,3	0,28
Průměrná jízda vzdálenost [km]	-	25	-	4	1,9	3,4
Počet výpůjček za den	-	6	-	8	4	10
Četnost nabíjení [dny]	8,5	1,9	1,0 (3)	2,0	3,1	2,3

Z výsledků výpočtů z tabulky (tab. 16) plyne po dosažení průměrných hodnot využití elektrických vozidel, že BEV v osobním vlastnictví bude třeba nabíjet přibližně jedenkrát za 8 dní, sdílené BEV jedenkrát za 2 dny, PHEV každý den. V reálném provozu se tyto hodnoty budou lišit, avšak pro výpočet potřeby infrastruktury je možné brát hodnoty jako reprezentativní. Výjimkou budou hodnoty u PHEV, kdy kapacita akumulátoru a průměrný denní nájezd OA téměř odpovídá. Může být tedy předpokládáno, že tato vozidla nebudou využívána denně, proto pro účely výpočtů bude hodnota upravena na potřebu nabíjení PHEV jedenkrát za 3 dny. U sdílených prostředků mikro-mobility bude třeba měnit akumulátor u skútrů jedenkrát za 2 dny, koloběžek jedenkrát za 3 dny a u jízdních kol jedenkrát za 2 dny.

Z průměrných hodnot o využití a spotřebě, byla spočítána celková denní spotřeba všech elektrických vozidel. U sdílených prostředků mikro-mobility byla převedena na denní potřebu nabitých akumulátorů, výsledky v tabulce (tab. 17). Výsledný počet znamená, že každý den je třeba nabít a vyměnit takový počet akumulátorů, aby byla zajištěna provozuschopnost prostředků. Není počítáno s průběžným dobíjením vozidel, pouze s výměnami akumulátorů.

tab. 17 Denní potřeba nabitých akumulátorů pro prostředky mikro-mobility

Typ vozidla	Skútry	Koloběžky	Elektrická jízdní kola
Počet akumulátorů/den [ks]	537	613	992

Pro BEV a PHEV je nutné stanovit, kde jsou vozidla nejčastěji nabíjena. Dle studie společnosti KPMG bylo nabíjení rozděleno dle hodnot z tabulky (tab. 18). Pro AC veřejné nabíjení střídavým proudem byl jednotně stanoven výkon 11 kW a pro DC rychlonabíjení stejnosměrným proudem výkon 50 kW. Dále bylo bráno v úvahu, že 60 % obyvatel Prahy bydlí v bytech a nemá přístup k vlastní přípojce pro nabíjení (Česko v letech 2016). Tento fakt byl zohledněn ve výsledném počtu AC dobíjecích stanic.

tab. 18 Rozdělení místa a typu nabíjení BEV a PHEV roce 2030 (KPMG 2019)

Typ vozidla	BEV	PHEV
Domácí nabíjení	50%	70%
Cíl cesty (zaměstnání)	15%	25%
Veřejné dobíjení (celkem)	35%	5%
- z toho rychlonabíjení (50 kW)	20%	0%

Pro jednotlivé přípojky byly stanoveny hodnoty průměrného počtu nabitých vozidel za jeden den. Rychlonabíjecí DC přípojky zvládnou v průměru nabít tři vozidla za den a umožňují nabíjení pouze BEV. Veřejné AC dobíjecí body, které také suplují domácí přípojky, zvládnou dobít v průměru pouze dvě vozidla za den, vzhledem k delšímu času dobíjení.

S ohledem na styl dobíjení u stanic a denní spotřebě BEV, sdílených BEV a PHEV byl zjištěn počet dobíjecích přípojek. Pro pokrytí potřeby v roce 2030 ve městě Praha by mělo být celkem nainstalováno 138 rychlonabíjecích 50 kW DC dobíjecích přípojek a 3 845 standardních 11 kW AC dobíjecích přípojek. Z toho téměř 2 800 AC bodů by mělo být umístěno v blízkosti hustě obydlených míst jako náhrada za domácí nabíjení.

5.3 Návrh služby sjednocující infrastrukturu

Pro zajištění poptávky dobíjení bude v budoucnu nutno vybudovat další dobíjecí stanice. V této kapitole je vytvořen návrh fungování služby a stanice mobility hubu, která umožňuje sjednocení pro majitele elektrických vozidel, uživatele sdílených prostředků a cestujících veřejnou hromadnou dopravu.

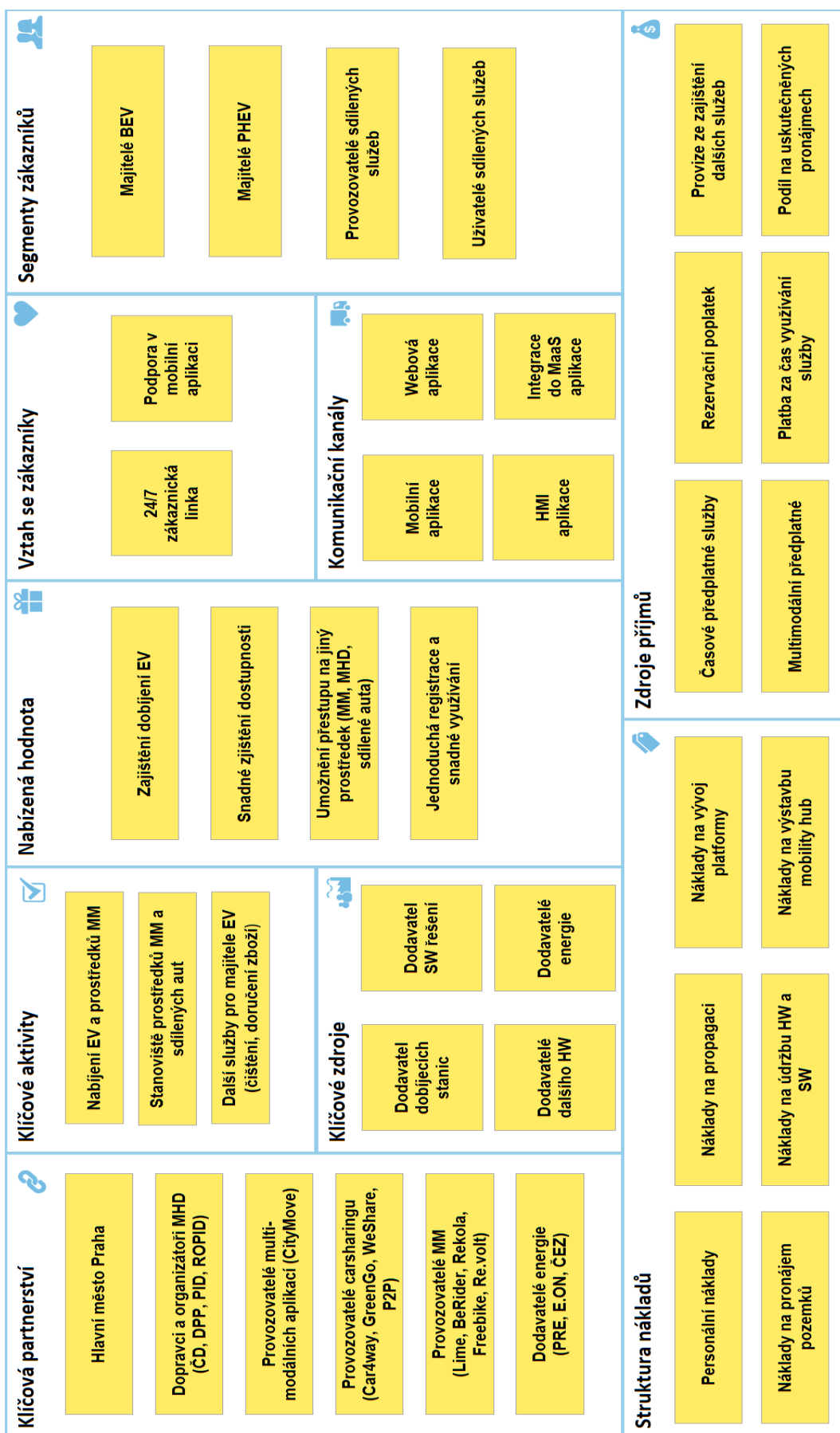
Největším přínosem pro uživatele ze všech skupin je možnost naleznout všechny potřebné služby na jednom místě a vybrat si nejvhodnější způsob přepravy pro danou chvíli.

5.3.1 Návrh pomocí business model canvasu

Pro návrh služby byl zvolen nástroj business model canvas. Pomocí něj je možné vytvořit strukturovaný graficky vyjádřený návrh, který pomáhá při sestavení obchodního modelu společnosti. Na následující straně jsou na obrázku (obr. 32) zobrazeny základní kategorie obchodního modelu.

Části obchodního modelu jsou rozděleny do devíti kategorií. Tyto kategorie umožňují popsat strukturu organizace a hlavní hodnoty společnosti. Jednotlivé body jsou poté detailněji popsány.

obr. 32 Business model canvas (vlastní zpracování)



Segmenty zákazníků

Cílovou skupinou, která bude ze služby mobility hubu nejvíce těžit, jsou soukromí majitelé elektrických vozidel, které vyžadují nabíjení. Služba jim snadno umožní přístup k dobíjecím přípojkám a po odstavení vozidla i možný přestup na jiné dopravní prostředky.

V rámci sjednocení infrastruktury pro elektrická vozidla služba umožní provozovatelům sdílených služeb mít centralizované místo mimo jejich hlavní operační centrum. Umožnění údržby, dobíjení, či předávání vozidel v centru města.

Seskupení provozovatelů sdílených služeb znamená pro uživatele snadné dosažení vozidel a vyšší dostupnost.

Nabízená hodnota

Pomocí nabíjecích stanic umožní služba dobíjet všechny typy BEV a PHEV. Nabíjení vozidel mikro-mobility probíhá přes sjednocené konektory. Další možností je výměna akumulátoru, které jsou dobíjeny ve stanicích dobíjení akumulátorů.

Přes aplikaci je možné zjistit dostupnost dobíjecích přípojek, či nejbližší možný termín, kdy bude služba dostupná. Přes aplikaci bude možné provést i zároveň rezervaci daného časového slotu. Maximální kapacita dobíjených aut může být rozšířena o mobilní řešení dobíjecích stanic.

Vzhledem k umístění stanice, je pro uživatele služby snadný přestup mezi prostředky mikro-mobility, sdílených aut, či veřejnou hromadnou dopravu. Multi-modalita⁷ je jedna z klíčových vlastností služby.

Vzhledem k obsluze mobilní aplikací je umožněna snadná online registrace, bez nutnosti fyzického ověření uživatele. Další používání služby je uskutečňováno pomocí mobilní aplikace.

Komunikační kanály

Hlavní rozhraní služby je mobilní aplikace, přes kterou je možné provést registraci a dále i službu využívat. Variantou k mobilní aplikaci je webové aplikace, která umožní přístup z dalších zařízení.

Podstatnou výhodou služby je integrace do multi-modální platformy Citymove, která umožňuje využívání služeb různých provozovatelů pomocí jedné aplikace. Rezervace nabíjecího slotu, uhrazení nabíjení, rezervace a vypůjčení sdíleného prostředku, či vyhledání spoje a nákup jízdenky veřejné hromadné dopravy je možné nalézt v jedné aplikaci.

Integrace služby do HMI infotainmentu vozidel umožní snadnou obsluhu a dostupnost přímo z palubního počítače automobilu.

⁷ Multi-modální – druh přepravování, při kterém je k jedné cestě používá více druhů dopravních prostředků

Vztah se zákazníky

Komunikaci se zákazníky zajišťuje nepřetržitá zákaznická linka, která je schopna řešit nastalé problémy. Pokud se objeví složitější problém, je možné využít přítomné obsluhy v rámci mobility hub. K vyřešení obecnějších dotazů slouží integrovaný chatovací automat v aplikaci.

Zdroje příjmů

Přímé zdroje příjmů od uživatelů plynou z doby využívání služby. Základní způsob úhrady za využití je účtována za čas, který vozidlo strávilo v rámci služby. Další způsob úhrady je časové předplatné (měsíční, čtvrtletní,...), ve kterém je dán limit na maximální dobu využití v daném období. Jako další položka jsou rezervační poplatky, kdy si uživatel rezervuje nabíjecí slot na určitý čas.

Dalším způsobem, jak je možné získat přístup ke službě, je v rámci multimodálního předplatného. Uživatel měsíčně platí poplatek za využívání služeb mobility, ve kterých je zahrnuta veřejná hromadná doprava a dle tarifu i v daném množství využívání taxi, sdílených služeb, či právě dobíjení elektrických vozidel. Z tohoto předplatné služba získává každý měsíc podíl.

Služba dále získává prostředky zajištěním provozu a umístěním prostředků sdílených služeb. Za každé místo, které provozovatel sdílené mikro-mobility nebo sdílených aut obsadí a uskuteční z něj výpůjčku, plyne službě provize.

V rámci prostoru mobility hubu je možné uskutečňovat doplňkové služby, za zprostředkování služby plynou provize pro mobility hub.

Klíčové zdroje

Pro zajištění hlavní činnosti mobility hubu je nutné zajistit dodavatele, který vytvoří spolehlivou síť rychlonabíjecích i standardních stanic a jejich napojení na softwarové řešení.

Služba mobility hubu spoléhá na stabilní elektrickou přípojku, která musí být zajištěna dodavatelem elektrické energie.

V rámci služby je použit další hardware usnadňující používání služby pro uživatele. Je třeba zajistit dodavatele zařízení umožňující komunikaci, rozpoznávání, či navigaci vozidel v prostoru mobility hubu.

V neposlední řadě je nutné zajistit dodavatele softwarového řešení, který vytvoří backendové prostředí pro ovládání služby provozovateli a zároveň uživatelské prostředí. Celé softwarové řešení musí být přímo napojeno na veškerý hardware.

Klíčové aktivity

Hlavní činností služby je dobíjení elektrovozidel. Služba umožňuje dobíjení osobních automobilů i prostředků mikro-mobility. Pro prostředky mikro-mobility je zároveň schopna zajistit dobíjecí stojany akumulátorů, které jsou poté dostupné k výměně.

V rámci prostoru mobility hubu jsou k dispozici parkovací místa pro sdílené automobily (volně stojící i P2P), pro sdílené elektrické skútry a stojany pro sdílené elektrické koloběžky a jízdní kola.

Pro zaparkovaná vozidla je možnost zajištění dalších služeb, jako je čištění, mytí, údržba vozu, nebo doručování zásilek.

Klíčová partnerství

Služba kladoucí si za úkol sjednotit existující nabídku mobility, potřebuje silné partnery k uskutečnění tohoto kroku.

Hlavní město Praha je klíčový partner, který může mobility hub udělat efektivnější, či kompletně zakázat. K podpoření této služby město může usnadnit komunikaci s partnery a připravit navazující infrastrukturu. Návaznost infrastruktury je důležitým prvkem. Snadný přestup na veřejnou hromadnou dopravu, či napojení na síť cyklistických tras může celkově zlepšit dojem uživatelů. Ze strany poskytovatelů veřejné hromadné dopravy je důležitá především dostupnost dat a spolupráce ve fázi integrace do aplikací.

Partneři ze strany sdílených služeb jsou jedním ze zdrojů příjmů, proto je nutné s nimi nastavit oboustranně výhodné podmínky. Nutné je nabídnout přidanou hodnotu, především ze strany zjednodušení a zlevnění operativy pro provozování těchto služeb.

Dodavatelé elektrické energie mohou těžit z možnosti instalace jejich dobíjecích stanic. Zároveň jim je poskytnuto sjednocení jejich služeb a tím zpřístupnění pro širší skupinu uživatelů.

Struktura nákladů

Nejvýraznějšími náklady budou počáteční náklady na výstavbu mobility hubu. Investice do zajištění dostatečné elektrické přípojky, výstavbu technologie dobíjení a úpravy okolí s napojením na současnou infrastrukturu se neobejdou bez financování z veřejných zdrojů.

Vývoj kompletní platformy pro správu a její propojení a integrace budou pokryty provozovatelem služby. Provozovatel bude muset také investovat do počáteční propagace služby k získání a informování zákazníků. I přesto, že služba je intuitivní, je nutné provádět osvětu mezi uživateli.

Další náklady se dají počítat jako režijní. Personální náklady k zajištění zákaznické linky a na obsluhu mobility hubu. Náklady na pronájem pozemků, kde bude mobility hub vybudován. Náklady na údržbu služby z hardwarové i softwarové stránky.

5.3.2 Návrh řešení dobíjecí stanice

Rozmístění mobility hubů

Základním kritériem pro umístění mobility hub je poptávka po nabíjecí infrastruktuře, nebo poptávka přestupu na jiný dopravní prostředek. Dalším kritériem pro umístění stanice jsou technické požadavky na vybudování.

Pokud se bude jednat o nabíjecí stanice pro BEV a PHEV, umístění stanic bude nejvhodnější poblíž, nebo v rámci již existujících parkovišť. Vhodná jsou parkoviště P+R, která jsou umístěna na kraji města s dobrou dostupností hromadné dopravy. Vozidla na těchto typech parkovišť typicky tráví několik hodin, proto k nabíjení není třeba většího počtu rychlonabíjecích stanic. Opačný případ bude u parkovišť nacházejících poblíž centra města. Vzhledem k vyšším cenám za parkování a nižším kapacitám, lidé na těchto typech parkovišť ponechávají vozy kratší dobu, potřeba rychlonabíjecích stanic bude tedy vyšší.

Pro nabíjení prostředků mikro-mobility je umístění definováno počtem osob, který se v daném místě pohybuje a provádí přestup na jiný dopravní prostředek. V rámci okrajových částí je poptávka po prostředcích mikro-mobility odlišná než v centru města.

Dle rozdílných požadavků, byly stanice rozděleny na tyto typy:



Centrální

nabíjení vozidel, stanoviště prostředků sdílené mikro-mobility, přestup na veřejnou hromadnou dopravu, doplňující služby



Městský

stanoviště prostředků sdílené mikro-mobility, přestup na veřejnou hromadnou dopravu, nabíjení vozidel v omezené míře



Okrajový

nabíjení vozidel, přestup na veřejnou hromadnou dopravu, možnost P+R parkování, stanoviště prostředků sdílené mikro-mobility v omezené míře



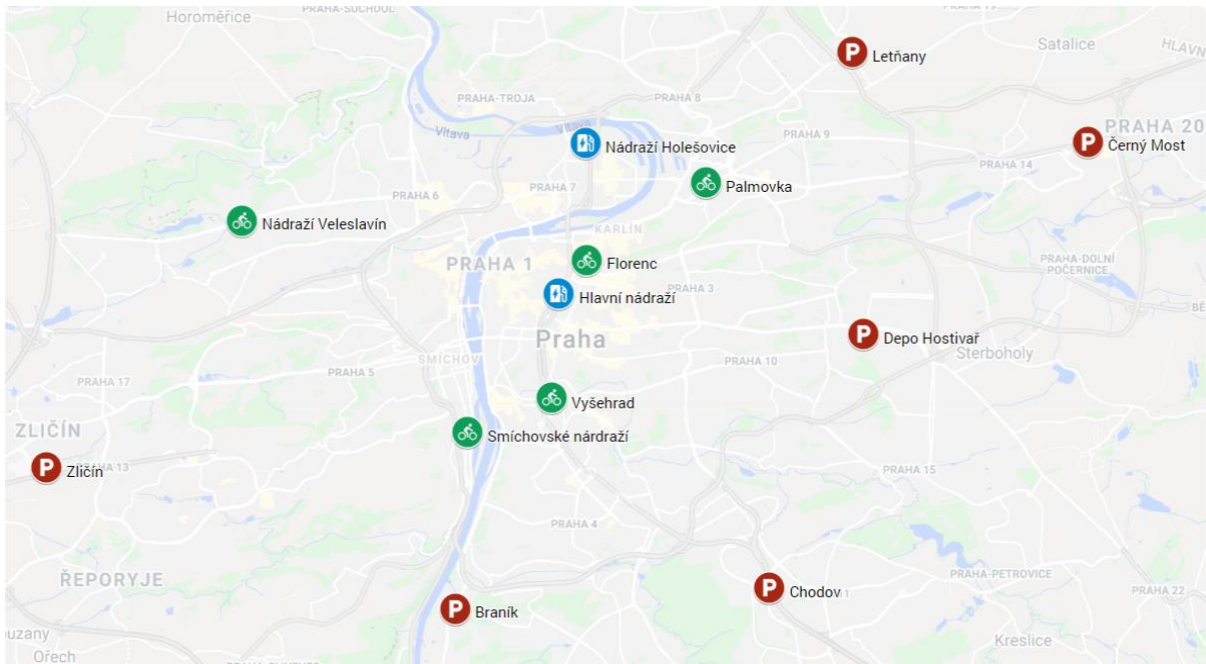
Příměstský

nabíjení vozidel, přestup na veřejnou hromadnou dopravu, P+R parkování

Příklady umístění

Na obrázku (obr. 33) je zobrazeno možné umístění stanic v rámci Prahy a rozdělení dle jednotlivých typů.

obr. 33 Mapa umístění stanic v Praze (Mapy Google, vlastní zpracování)



Centrální typ stanice umístěný například na Hlavním nádraží nebo Nádraží Holešovice. Poloha s vysokou fluktuací lidí, centrální polohou ve městě a dobrou dostupností automobily. Vybudování stanice je možné vzhledem k dobré elektrické infrastruktuře (blízkost vlakových nádraží) a dostatečný počet parkovacích míst pro automobily. Vhodné pro vybudování většího počtu rychlonabíjecích DC i standardních AC dobíjecích stanic. Centrální poloha výhodná pro využívání prostředků mikro-mobility. Možný přestup na prostředky veřejné dopravy.

Městský typ stanice (Florenc, Palmovka, Vyšehrad, Smíchovské nádraží, Nádraží Veveřlavín) je charakterizován vysokou fluktuací lidí, kteří přestupují mezi dopravními prostředky. Vhodný předpoklad pro stanoviště prostředků mikro-mobility a dalších sdílených služeb. Vzhledem k chybějícím prostorům pro parkování většího počtu vozidel, je vhodné vybudovat pouze několik rychlonabíjecích stanic.

Okrajový typ stanice (Letňany, Černý Most, Depo Hostivař, Chodov, Braník, Zličín) umístěný v rámci P+R parkovišť. Vozidla na těchto parkovištích zůstávají po dlouhý čas, vhodné je tedy vybudovat velký počet AC nabíjecích stanic. Parkoviště jsou přímo napojena na veřejnou hromadnou dopravu, ve většině případů metro. Vzhledem ke vzdálenosti od centra města, není zcela výhodné vybudování stanoviště pro prostředky mikro-mobility, případně pouze pro elektrické skútry, které jsou schopny jet vyšší rychlostí.

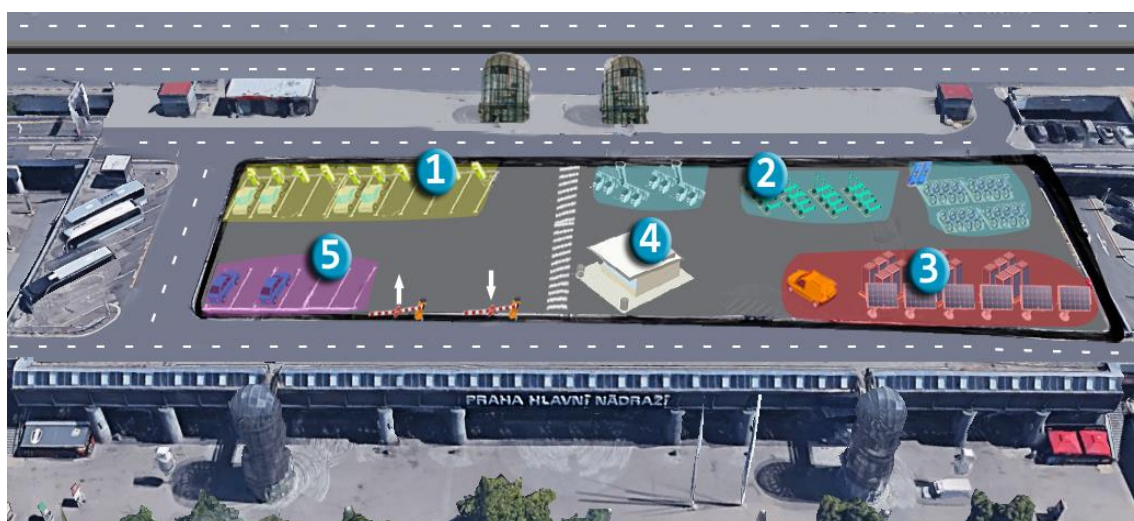
Příměstský typ stanice (Neratovice, Brandýs nad Labem, Říčany, Beroun, Kladno), který je umístěn ve městech sousedících s Prahou. Nejčastější umístění je vhodné u vlakové stanice, kde si lidé nechávají zaparkovány vůz a přestupují na hromadnou dopravu. V tomto řešení jsou vhodné AC dobíjecí stanice. Pokud v daném městě funguje systém sdílených dopravních prostředků, je vhodné mít ve stanici stanoviště.

Mobility hub - Praha Hlavní nádraží

Popis stanice

Návrh stanice je umístěn na střeše budovy Hlavního nádraží v Praze. V současné době se na daném místě nachází placené parkoviště. Toto místo je vhodné pro vybudování stanice z hlediska výhodné centrální polohy, která je dostupná automobilem, veřejnou hromadnou dopravou, cyklistickými stezkami, či chůzí z centra města. Dále je dostupná dostatečně výkonná elektrická síť, vzhledem k poloze u vlakového nádraží. Zjednodušený model mobility hubu je možné vidět na obrázku (obr. 34).

obr. 34 Vizualizace mobility hub Hlavní nádraží (iStock 2020, vlastní zpracování)



Popis částí na obrázku (obr. 34):

1 Nabíječky pro elektvozidla

Kombinace AC a DC nabíječek. Preferovány jsou DC nabíječky s výkonem alespoň 100 kW, které umožní zkrátit čas strávený ve stanici. Pro nabíjení PHEV, či vozů, které neumožňují DC nabíjení, je nutné vybudovat AC nabíječky.

2 Stanoviště sdílených prostředků mikro-mobility

Na stanovišti je možné parkovat elektrické skútry, elektrické koloběžky a elektrická jízdní kola. Stanoviště je vybaveno stojany s nabíječkami, které umožní dobíjení prostředků v nich zaparkovaných. Pro elektrická jízdní kola jsou navrženy indukční plochy, které umožňují dobíjení akumulátoru přes stojánek.

3 Technologie stanice

Část stanice, která se stará o výkyvy sítě a zajištění dostatečného výkonu pro nabíjení elektromobilů. Solární panely jsou během dne schopny dodávat elektrickou energii do akumulátorové stanice. Kinetický zásobník energie a akumulátorové stanice jsou schopny zajistit dostatečný výkon pro mobility hub, při výkyvech sítě, či při vysokých odběrech.

4 Zázemí stanice

V této části je přítomna obsluha stanice, která kontroluje chod a provádí údržbu. V rámci zázemí jsou také stanice dobíjení akumulátorů, které provozovatelé využívají pro pokrytí výměny akumulátoru v centrálních lokacích města. K zázemí je přidružena stanice pro nabíjecí roboty, kteří dobíjejí BEV a PHEV na vyhrazených místech stanice.

V rámci zázemí je také možné nalézt pomocí aplikace uzamykatelné skříňky pro uživatele peer-to-peer⁸ sdílených služeb. Do těchto skříňek je možné umístit klíče od vozidla, při dohodnutých výpůjčkách.

5 Parkoviště pro sdílené služby

Parkování určené pro sdílení automobilů. Mohou je využívat společnosti provozující peer-to-peer i volné sdílení automobilů.

Softwarové prostředí služby

Vlastní aplikace služby

Webová a mobilní aplikace je hlavní ovládacím prostředím služby. V rámci této aplikace probíhá registrace uživatele, kde uživatel vyplní nezbytná osobní data a přidá platební údaje. Dále je možnost přidání RZ elektrického vozidla, pomocí které bude uživatel v rámci služby identifikován. V aplikaci je možné provádět plánování cesty, rezervace i spouštění nabíjení, či objednávka dodatečných služeb. V uživatelském profilu je možné zobrazit historii účtu, včetně účtenek a faktur za proběhlé služby.

Další varianta aplikace je verze pro HMI infotainment automobilu. Příklad integrace do HMI je možné vidět na obrázku (obr. 35). Jedná se o zjednodušenou verzi aplikace, avšak umožňující naplánování cesty k nejbližšímu mobility hubu, provést rezervaci nabíjecího slotu, platbu za službu, či objednání dodatečných služeb.

obr. 35 Integrace aplikace do HMI infotainmentu (Škoda Auto 2019, vlastní zpracování)

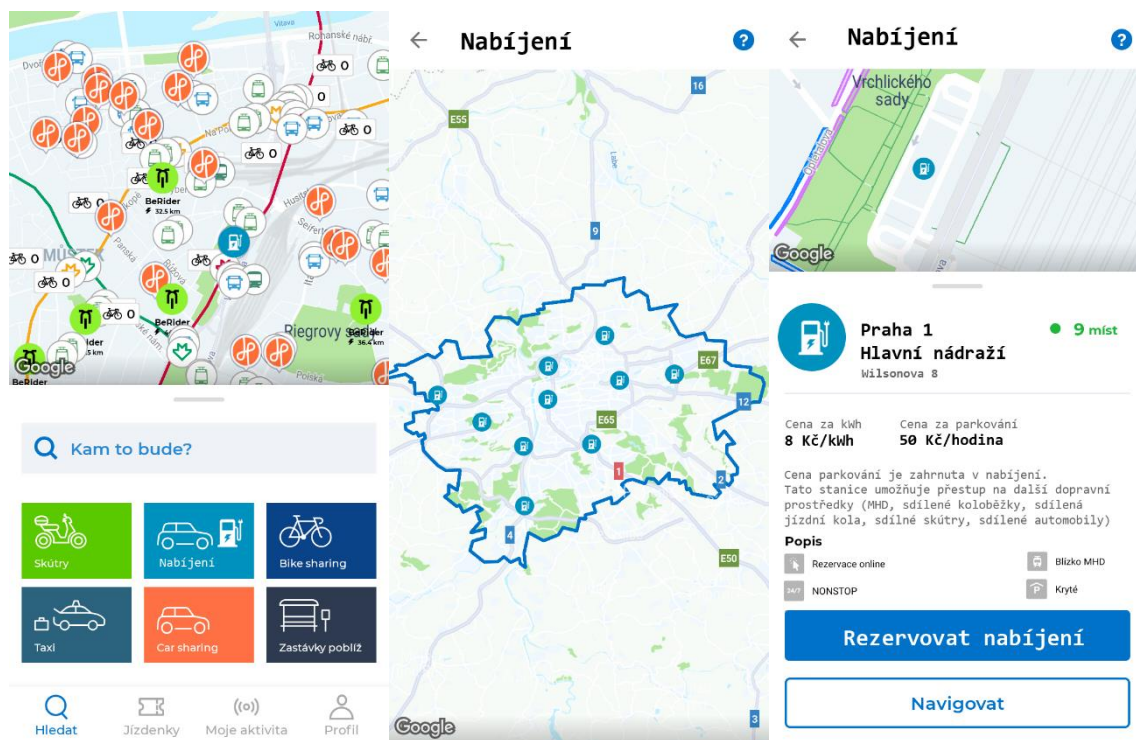


⁸ Peer-to-peer – půjčování vozidel lidem přímo od lidí za pomoci prostředníka

Integrace do multi-modální aplikace Citymove

Pro zajištění přívětivosti pro uživatele je nutné službu integrovat do multi-modální aplikace, která umožní jak rezervování nabíjení, tak i další pokračování v přepravě. V rámci multi-modální aplikace je možné rezervovat, vypůjčit a zaplatit sdílené prostředky, nebo naplánovat trasu pomocí veřejné hromadné dopravy. Pomocí propojení účtů jednotlivých služeb do aplikace Citymove, odpadá nutnost používání a kontrolování více aplikací současně při plánování cesty. Ukázka integrace je zobrazena na obrázku (obr. 36).

obr. 36 Ukázka integrace služby do aplikace Citymove (vlastní zpracování)



Scénáře využití

Uživatel přijíždějící autem

Registrovaný uživatel vlastní elektrický automobil pomocí aplikace zjistí dostupnost nabíjecí kapacity. Pokud jsou volné kapacity, je možné provést rezervaci. Po příjezdu k mobility hubu je vozidlo identifikováno pomocí RZ, která je spárována s uživatelským účtem, otevře se závora a pomocí obrazovek je navigován na rezervované místo. Po zaparkování vozu uživatel připojí nabíjecí kabel, nebo dle žádosti v aplikaci to udělá obsluha. Nabíjecí stanice pomocí kabelu identifikuje vozidlo a začíná nabíjení. Uživatel má nyní možnost přestoupit na veřejnou hromadnou dopravu, či využít z nabídky sdílených služeb pro pokračování v jeho cestě. Průběžně má uživatel možnost kontrolovat stav nabíjení v aplikaci, či případně doobjednat další služby jako je mytí vozidla nebo doručení nákupu do kufru vozidla. Při návratu uživatele k vozidlu je ukončeno nabíjení a platba probíhá pomocí aplikace.

Uživatel přijíždějící veřejnou dopravou

Registrovaný uživatel si pomocí multi-modální aplikace Citymove naplánoval cestu ze svého bydliště v Berouně na schůzku v pražském Karlíně. Cesta mu byla doporučena vlakem na Hlavní nádraží, zde využije služby mobility hubu, kde najde sdílený elektrický skútr společnosti BeRider na cestu do Karlína. Vzhledem k deštivému počasí, uživatel nechce cestovat na skútru. Multi-modální aplikace mu nabízí jako další varianty veřejnou městskou dopravu, sdílená jízdní kola a sdílené automobily. Uživatel se rozhodne využít sdíleného elektrického automobilu, který je připraven s plně nabitým akumulátorem. Po skončení schůzky uživatel cestuje vozidlem zpět do mobility hubu, kde ukončí svůj pronájem a přestupuje na vlak. Obsluha mobility hubu připojuje sdílené elektrické vozidlo k AC nabíječce, aby bylo nabitě pro další uživatele.

Uživatel přijíždějící sdíleným prostředkem

Registrovaný uživatel chce cestovat z Václavského náměstí na Žižkov. Pomocí aplikace Citymove si vyhledá nejrychlejší nabízené varianty. Jedna z variant je vypůjčit si v centru města sdílenou elektrickou koloběžku. Na koloběžce pokračuje na Hlavní nádraží, do mobility hubu, kde může sdílenou koloběžku zanechat a dále pokračovat jízdou tramvají. Obsluha stanice u koloběžky vymění akumulátor, a vybitý akumulátor umístí do stanice dobíjení akumulátorů.

6 Zhodnocení výsledků

V kapitole 5.1 byly vytvořeny predikce počtů elektrických vozidel do roku 2030. Dle výsledků v roce 2030 bude v České republice celkem 6 906 204 osobních aut. Z tohoto počtu bude 241 519 BEV a 157 657 PHEV. V roce 2030 tedy bude v České republice provozováno téměř 400 tisíc vozidel, která budou vyžadovat dobíjecí infrastrukturu. Tyto hodnoty mohou být srovnány například se studií České spořitelny, která předpokládá v roce 2030 v České republice registrovaných téměř 500 tisíc elektrovozidel (Novák 2019).

Rozdílnost těchto hodnot, může být způsobena odlišnou metodikou, především podílu nově registrovaných BEV a PHEV. V obou případech se však jedná jen o přibližně 6% podíl elektrovozidel na celém vozovém parku v České republice.

Při zaměření se pouze na Prahu, do této oblasti pak dle výsledků spadá 100 000 BEV a 60 000 PHEV. Z toho je predikováno 5 000 BEV v režimu sdílených vozidel. Predikce pro vozidla mikro-mobility vychází především ze zkušeností a vývoje v zahraničí. Pro Prahu je predikováno 3 000 sdílených elektrických skútrů, 8 000 sdílených elektrických koloběžek a 7 500 sdílených elektrických kol. Tyto hodnoty jsou brány jako výchozí pro identifikaci potřeby dobíjecí infrastruktury.

Z výpočtů v kapitole 5.2 vychází, že v roce 2030 bude třeba 138 DC dobíjecích stanic a 3845 AC dobíjecích přípojek. V současné době je v Praze 50 DC dobíjecích stanic s výkonem 50 kW a více, které jsou rozmístěny z větší části v okrajových částech města. Stanic nabízejících AC dobíjení je přibližně 100, a každá stanice nabízí dvě až tři přípojky k dobíjení (fDrive 2020).

V poslední kapitole bylo navrženo rozmístění pro 13 mobility hubů. Z toho 6 je příměstského typu, v každém mobility hubu by mohlo být 5 DC a 50 AC nabíjecích bodů. Městského typu bylo navrženo 5 stanic, kdy stanice se nacházejí poblíž centra města a sloužila by jen pro krátkodobé nabíjení a každá nabízela 5 DC a 5 AC dobíjecích bodů. Pro centrální stanice byly navrženy 2 lokace. Každá lokace by mohla nabízet 10 DC a 10 AC nabíjecích bodů. Při vystavění všech 13 navržených mobility hubů by se tedy mohlo jednat až o 75 DC a 345 AC nově vzniklých dobíjecích bodů.

V případě DC dobíjecích míst by se jednalo o výrazné zlepšení dobíjecí infrastruktury a se současným stavem téměř pokrývající potřebu v roce 2030. K pokrytí potřeby AC dobíjecích bodů je třeba využít i dalších způsobů, než jen budování velkých stanic. Z celkového počtu AC dobíjecích bodů bude 2 800 suplovat nabíjení v domácích podmínkách. Tyto body bude třeba budovat v blízkosti hustě zalidněných oblastí, k výstavbě by bylo tedy vhodné využít existující infrastrukturu, například pouliční lampy.

Pro prostředky sdílené mikro-mobility bude třeba denně zajistit k výměně 537 akumulátorů pro elektrické skútry, 613 akumulátorů pro elektrické koloběžky a 992 akumulátorů pro elektrická jízdní kola. V současné době je toto dobíjení a výměna zcela na provozovateli dané služby.

Mobility huby městského a centrálního typu mimo jiné nabízejí stanice dobíjení akumulátorů. Pokud by každý mobility hub měl kapacitu 30 akumulátorů každého typu, celkem navržených 7 stanic by bylo schopno nabídnout 630 akumulátorů k výměně po každém cyklu nabití. Každý cyklus nabití by byl schopen zajistit téměř 30 % denní potřeby výměny akumulátorů.

Největší překážkou rozvoje infrastruktury dobíjení je financování její výstavby. Není tomu jinak v případě navržených mobility hubů. Pořizovací náklady jednotlivých prvků hardwarového vybavení stanice dosahují stovek tisíc českých korun. Cena 50 kW DC stanice je přibližně 500 000 Kč, v rámci dříve navrženého mobility hubu na Hlavním nádraží by těchto stanic bylo umístěno deset. Nabíjecí stanice typu AC jsou levnější, ale cena se stále pohybuje od 100 000 Kč za jednu stanicí. Nákladné je i další nutné vybavení a výstavba jako je přivedení dostatečného zdroje elektrické energie, akumulátorové stanice, transformátory, solární panely, softwarové, či identifikační a komunikační vybavení. Vybudování jednoho mobility hubu tedy může dosahovat desítek, až stovek milionů českých korun (Nelder a Rogers 2019).

7 Závěr

V rámci diplomové práce byl poskytnut přehled o jednotlivých typech elektrických vozidel sloužících k individuální přepravě osob, technologiích používaných v dobíjecí infrastruktuře a jejich provozovatelů.

V současné době každý typ vozidla má svá specifika, rozdílné způsoby využití i potřeby jak se o vozidlo starat. Pro nezkušeného uživatele není teda zcela přívětivé, jak daný typ vozidla dobíjet, či používat. Z tohoto pramení mýty, které se elektrických vozidel týkají a vznikají zarytí odpůrci elektrických vozidel. Do budoucna by velice prospělo stanovení standardů, které by zajistily, že uživatelé a provozovatelé těchto vozidel mají bezstarostnou obsluhu.

Další vývoj počtu elektrických vozidel velmi závisí na veřejném zájmu o typ této techniky. Jedním z faktorů bude cena vozidel a provozní náklady. Druhým z faktorů bude dostupnost infrastruktury. Oba tyto faktory jsou na sobě vzájemně závislé, kdy bez existující infrastruktury nebude zájem o elektrická vozidla. Čím bude nižší zájem o elektrická vozidla, tím je menší objem výroby a tedy není možné snížit ani cenu výroby. K podpoření nákupu elektrických vozidel a k výstavbě infrastruktury existují dotační pobídky od Evropské unie a České republiky. V případě prostředků sdílené mikro-mobility pak bude důležitá dostupnost vozidel a cena pronájmu.

Od počtu elektrických vozidel je závislá i velikost a technická úroveň dobíjecí infrastruktury. Obecně by dobíjecí infrastruktura měla být co nejvíce přívětivá k používání a dostupná pro uživatele. Návrh infrastruktury však může být i zcela odlišný, pokud by se reálné počty vozidel výrazně lišili od hodnot v práci predikovaných a převyšoval by počet vozidel typu PHEV. Vliv na infrastrukturu dále mohou mít také nařízení, která by například zakázala vjezd vozidel do center měst.

Realizování návrhů mobility hubů zmiňovaných v kapitole 5.3, by výrazně mohlo pomoci v rozvoji dobíjecí infrastruktury na území Prahy. Vybudování jednotlivých stanic by však mohlo narazit na problém z pohledu financování. V rámci této diplomové práce nebyl vytvořen projektový záměr s kalkulací nákladů. Dle orientačních cen technologií potřebných k vybudování, je možné odhadnout potřebu vysokých investic. K realizaci by bylo třeba získat silné partnery a další podporu například ze strany evropských dotačních institucí.

Automobilový průmysl a technologie obecně zaznamenávají neustálý vývoj. Služba navrhnutá dnes, v roce 2030 tak může být zcela neaktuální a technologické potřeby můžou být úplně jiné. Významné ohrožení navrhované služby je zřejmé ze strany autonomních vozidel, či vývoje jiných typů pohonu vozidel, jako jsou vodíkové palivové články.

8 Seznam použitých zdrojů

1. ABB, 2020. *Terra 54 CJG - Multi-Standard DC Charging Station | DC Fast Charger | ABB* [online] [vid. 2020-02-22]. Dostupné z: <https://new.abb.com/ev-charging/products/car-charging/multi-standard/terra-54-cjg>
2. ACEA, 2015. *Tax Guide -European Automobile Manufacturers' Association (ACEA)* [online]. [vid. 2020-02-02]. Dostupné z: www.acea.be
3. ANDERSEN, Michelle a Thomas DAUNER, 2019. *Where to Profit as Tech Transforms Mobility* [online]. [vid. 2020-02-04]. Dostupné z: <https://www.bcg.com/publications/2018/profit-tech-transforms-mobility.aspx>
4. BERIDER, 2020. *BeRider | Sdílené elektrické skútry* [online] [vid. 2020-02-02]. Dostupné z: <https://www.be-rider.com/>
5. BOUTON, Shannon, Eric HANNON, Linda HAYDAMOUS, Swarna RAMANATHAN, Bernd HEID, Stefan KNUPFER, Tomas NAUCLÉR, Florian NEUHAUS a Jan NIJSSEN TIJS, 2017. *Urban commercial transport and the future of mobility | McKinsey* [online]. [vid. 2020-03-15]. Dostupné z: <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/urban-commercial-transport-and-the-future-of-mobility>
6. BUCHMANN, Isidor, 2019. *Elevating Self-discharge - Battery University* [online] [vid. 2020-02-13]. Dostupné z: https://batteryuniversity.com/learn/article/elevating_self_discharge
7. CAMBRIDGE DICTIONARY, 2020. *THE LAST MILE | meaning in the Cambridge English Dictionary* [online] [vid. 2020-03-14]. Dostupné z: <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/last-mile>
8. CAR4WAY, 2020. *CAR4WAY - chytrá cesta k cíli* [online] [vid. 2020-03-06]. Dostupné z: <https://www.car4way.cz/>
9. CEM, 2019. *EV30@30 campaign | Clean Energy Ministerial Advancing Clean Energy Together* [online] [vid. 2020-02-02]. Dostupné z: <http://www.cleanenergyministerial.org/campaign-clean-energy-ministerial/ev3030-campaign>
10. ČESKO V DATECH, 2016. *Kde domov můj aneb jak Češi bydlí | Česko v datech* [online] [vid. 2020-02-15]. Dostupné z: <https://www.ceskovdatech.cz/clanek/55-kde-domov-muj-aneb-jak-cesi-bydli-a-kde-pracuji/>
11. ČEZ, 2020. *Elektromobilita | Skupina ČEZ* [online] [vid. 2020-03-02]. Dostupné z: <https://www.elektromobilita.cz/>
12. CHAKRATEC, 2020. *Chakratec | Boosting eMobility Anywhere* [online] [vid. 2020-02-18]. Dostupné z: <https://www.chakratec.com/>
13. CHARGER, 2020. *Chargery – Die intelligente Full-Service-Plattform für die Zukunft der Mobilität* [online] [vid. 2020-02-18]. Dostupné z: <https://chargery.de/>
14. CITYMOVE, 2020. *Citymove - Průvodce pražskou dopravou* [online] [vid. 2020-03-06]. Dostupné z: <https://www.citymove.app/>
15. CONNECTED KERB, 2020. *The Armadillo | Connected Kerb* [online] [vid. 2020-02-22]. Dostupné z: <https://www.connectedkerb.com/products/armadillo>

16. ČSÚ, 2004. *Populační prognóza ČR do r.2050 - N* | ČSÚ [online] [vid. 2020-02-02].
Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/populacni-prognoza-cr-do-r2050-n-g9kah2fe2x>
17. CYCLING INDUSTRIES EUROPE, 2020. *Bike Share | Cycling Industries Europe - The voice of cycling businesses in Europe* [online] [vid. 2020-02-08]. Dostupné z: <https://cyclingindustries.com/what-we-do/bike-share>
18. DELOITTE, 2018. *Supercharged: Challenges and opportunities in global battery storage markets* .
19. DELOITTE, 2019. *Automobilový průmysl Znovuobjevení automobilu* [online]. [vid. 2020-02-10]. Dostupné z: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cz/Documents/deloitte-analytics/Automobilovy-prumysl-znovuobjeveni-automobilu.pdf>
20. E-MONA, 2020. *E-Mona* [online] [vid. 2020-02-18]. Dostupné z: <https://www.e-mona.cz/#1>
21. E.ON, 2020. *Pomáháme šetřit peníze i přírodu* | E.ON [online] [vid. 2020-03-02]. Dostupné z: <https://www.eon.cz/>
22. EAFO, 2019. *Country detail | EAFO* [online] [vid. 2020-02-01]. Dostupné z: <https://www.eafo.eu/countries/czech-republic/1729/summary>
23. EARL, Thomas a Yoann LE PETIT, 2019. *Transport & Environment (2019) Less (cars) is more: how to go from new to sustainable mobility*. [online]. [vid. 2020-02-04]. Dostupné z: www.transportenvironment.org
24. EDF, 2019. *Electric Car Battery Life, Cost of Replacement & Recycling* [online] [vid. 2020-03-14]. Dostupné z: <https://www.edfenergy.com/electric-cars/batteries>
25. ELEXIM, 2018. *Technické informace k nabíjecím stanicím* | CIRCONTROL.CZ [online] [vid. 2020-03-14]. Dostupné z: <https://www.circontrol.cz/technicke-informace/>
26. EMADI, Ali, 2015. *Advanced electric drive vehicles*. 2015. vyd. Boca Raton: CRC Press. ISBN 978-1-4665-9769-3.
27. ENGEL, Hauke, Russell HENSLEY, KNUPFER STEFAN a Shivika SAHDEV, 2018. *The basics of electric-vehicle charging infrastructure* | McKinsey [online] [vid. 2020-02-22]. Dostupné z: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/charging-ahead-electric-vehicle-infrastructure-demand>
28. EV DATABASE, 2020. *Compare hybrid and electric vehicles - EV Database* [online] [vid. 2020-02-09]. Dostupné z: <https://ev-database.org/>
29. EVROPSKÁ KOMISE, 2020. *Walking and cycling as transport modes | Mobility and transport* [online] [vid. 2020-03-15]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/knowledge/pedestrians/pedestrians_and_cyclists_unprotected_road_users/walking_and_cycling_as_transport_modes_en
30. EVROPSKÁ RADA, 2019. *Rada schválila přísnější emisní normy CO2 pro osobní automobily a dodávky* - Consilium [online] [vid. 2020-02-01]. Dostupné z: <https://www.consilium.europa.eu/cs/press/press-releases/2019/04/15/stricter-co2-emission-standards-for-cars-and-vans-signed-off-by-the-council/>

31. EVROPSKÝ PARLAMENT, 2019. *Emise CO2 z aut: fakta a čísla (infografika) | Zpravodajství | Evropský parlament* [online] [vid. 2020-02-01]. Dostupné z: <https://www.europarl.europa.eu/news/cs/headlines/society/20190313STO31218/emise-co2-z-aut-fakta-a-cisla-infografika>
32. EVROPSKÝ PARLAMENT A RADA, 2019. *Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (EU) 2019/631* [online] [vid. 2020-02-01]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0631&from=EN>
33. FDRIVE, 2020. *Mapa nabíjecích stanic | fDrive.cz* [online] [vid. 2020-03-14]. Dostupné z: <https://fdrive.cz/mapa-nabijecich-stanic>
34. FESLA CHARGE, 2020. *Wireless charging for eBikes | Feslcharge* [online] [vid. 2020-02-22]. Dostupné z: <https://feslcharge.com/>
35. FREEBIKE, 2020. *E-bikeshare Praha - Freebike Prague* [online] [vid. 2020-02-08]. Dostupné z: <https://prague.freebike.com/?lang=1>
36. FREEWIRE, 2019. *Mobi Gen - FreeWire Technologies* [online] [vid. 2020-02-18]. Dostupné z: <https://freewiretech.com/products/mobi-gen/>
37. FRIEDEL, Augustin, 2020. *Free Floating Car Sharing Report 2020 - The Urban Mobility Blog* [online]. [vid. 2020-02-10]. Dostupné z: https://urbanmobilitydaily.com/current-developments-and-future-trends-free-floating-car-sharing-report/#Free_Floating_Car_Sharing_Report
38. GREENGO, 2020. *GreenGo - e-carsharing* [online] [vid. 2020-03-06]. Dostupné z: <https://greengo.com/cz/>
39. GREENPACK, 2020. *Greenpack – the smart Battery System – Standard Wechsel Akkus fuer mobile Anwendungen* [online] [vid. 2020-02-22]. Dostupné z: <https://www.greenpack.de/#>
40. HAMBURG, 2019. *Electric Scooters in Hamburg - Learn about Providers, Costs and Regulations - hamburg.com* [online] [vid. 2020-02-05]. Dostupné z: <https://www.hamburg.com/getting-around/12792700/e-scooters/>
41. HAWKINS, Andrew, 2018. *The electric scooter craze is officially one year old — what's next? - The Verge* [online] [vid. 2020-02-23]. Dostupné z: <https://www.theverge.com/2018/9/20/17878676/electric-scooter-bird-lime-uber-lyft>
42. HEINEKE, Kersten, Benedikt KLOSS, Darius SCURTU a Florian WEIG, 2019. *Sizing the micro mobility market | McKinsey* [online] [vid. 2020-03-14]. Dostupné z: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/micromobilitys-15000-mile-checkup>
43. HELLING, Brett, 2020. *Get Paid as a Lime Scooter Charger to Pick Up Limes | Ridester* [online] [vid. 2020-03-14]. Dostupné z: <https://www.ridester.com/lime-charger/>
44. HOPPYGO, 2020. *HoppyGo.com - půjčte si auto přímo od majitele od 390 Kč/den* [online] [vid. 2020-03-06]. Dostupné z: <https://www.hoppygo.com/cs>
45. HOWE, Enrico a Felix Jonathan JAKOBSEN, 2019. *Global Scooter Sharing Market Report* [online]. [vid. 2020-02-02]. Dostupné z: <https://share.unumotors.com/global-mobility-sharing-market-report>
46. HUSAIN, Iqbal, 2011. *Electric and hybrid vehicles*. 2nd ed. Boca Raton, FL: CRC Press. ISBN 978-143-9811-757.

47. IEA, 2019. *Global EV Outlook 2019 – Analysis - IEA* [online] [vid. 2020-03-14].
Dostupné z: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2019>
48. IONITY, 2020. *IONITY EU* [online] [vid. 2020-03-02]. Dostupné z: <https://ionity.eu/en>
49. ISTOCK, 2020. *Stock Images, Royalty-Free Pictures, Illustrations & Videos - iStock* [online] [vid. 2020-03-08]. Dostupné z: <https://www.istockphoto.com/>
50. JET CHARGE, 2020. *Vehicle Plug Types | JET Charge* [online] [vid. 2020-02-22].
Dostupné z: <https://jetcharge.com.au/resources/ev-guide/vehicle-plug-types>
51. KAMEŠ, Josef, 2015. *Hybridní a elektrický pohony automobilů*. 2. vydání. Praha: Nakladatelství. ISBN 2013-11-14-1.
52. KHAJEPOUR, Amir., M Saber. FALLAH a Avesta. GOODARZI, 2014. *Electric and hybrid vehicles*. 2014. vyd. Chichester, West Sussex, United Kingdom: Wiley. ISBN 978-111-8341-513.
53. KNUPFER, Stefan, Jesse NOFFSINGER a Shivika SAHDEV, 2018. *How battery storage can help charge the electric-vehicle market | McKinsey* [online] [vid. 2020-02-18].
Dostupné z: <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/how-battery-storage-can-help-charge-the-electric-vehicle-market#>
54. KOVAL, Vojtěch, 2019. *Nové rychlonabíječky přichází z Izraele. Dobíjí díky setrvačnicku ve vakuu | Radiožurnál* [online] [vid. 2020-02-18]. Dostupné z: <https://radiozurnal.rozhlas.cz/nove-rychlonaobjecky-prichazi-z-izraele-dobiji-diky-setrvacniku-ve-vakuu-8098994#&gid=1&pid=2>
55. KPMG, 2019. *Mobility 2030: Transforming the mobility landscape* [online]. [vid. 2020-02-15]. Dostupné z: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/xx/pdf/2019/02/mobility-2030-transforming-the-mobility-landscape.pdf>
56. LAMBERT, Fred, 2019. *Tesla deploys new mobile Supercharger powered by Megapack instead of diesel generators - Electrek* [online] [vid. 2020-02-18]. Dostupné z: <https://electrek.co/2019/11/29/tesla-mobile-supercharger-megapack/>
57. LEE, Paul, Mark CASEY a Craig WIGGINTON, 2019. *Biking's technological transformation | Deloitte Insights* [online] [vid. 2020-02-08]. Dostupné z: <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/industry/technology/technology-media-and-telecom-predictions/2020/bike-technology-transformation.html>
58. LIME, 2020. *Lime Micromobility | Electric Scooter and Bike Rentals* [online] [vid. 2020-02-05]. Dostupné z: <https://www.li.me/en-us/home>
59. MARKLINES, 2020. *MarkLines - Automotive Industry Portal - Information Platform* [online] [vid. 2020-02-09]. Dostupné z: <https://www.marklines.com/en/>
60. MCKINSEY, 2014. *Electric vehicles in Europe: gearing up for a new phase? In collaboration with.*
61. MINISTERSTVO DOPRAVY ČR, 2018. *Ročenky dopravy* [online] [vid. 2020-02-01]. Dostupné z: <https://www.sydos.cz/cs/rocenky.htm>
62. MINISTERSTVO DOPRAVY ČR, 2019. *Ministerstvo dopravy ČR - Metodický pokyn* [online] [vid. 2020-02-23]. Dostupné z: [https://www.mdcr.cz/Ministerstvo/Zadost-o-poskytnuti-informace-\(1\)/Poskytnute-informace/Provoz-kolobezky-s-elektrickym-pohonem,-tzv-elekt](https://www.mdcr.cz/Ministerstvo/Zadost-o-poskytnuti-informace-(1)/Poskytnute-informace/Provoz-kolobezky-s-elektrickym-pohonem,-tzv-elekt)

63. MINISTERSTVO DOPRAVY ČR, 2020. *Ministerstvo dopravy ČR - Statistiky* [online] [vid. 2020-02-01]. Dostupné z: <https://www.mdcr.cz/Statistiky>
64. MINISTERSTVO PRO MÍSTNÍ ROZVOJ, 2019. *Dotace EU - E - BIKE NET PRAHA* [online] [vid. 2020-02-08]. Dostupné z: <https://www.dotaceeu.cz/cs/statistiky-a-analyzy/mapa-projektu/projekty/07-operacni-program-praha-pol-rustu-cr/07-1-posileni-vyzkumu,-technologickeho-rozvoje-a-i/e-bike-net-praha>
65. MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU, 2015. *Národní akční plán čisté mobility (NAP CM)* [online]. [vid. 2020-02-02]. Dostupné z: www.mpo.cz
66. MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU, 2018. *Dílčí studie pro pracovní tým A25 - Predikce vývoje elektromobility v ČR.*
67. MITSUBISHI MOTORS, 2020. *Parametry Mitsubishi Outlander PHEV - Mitsubishi Motors ČR* [online] [vid. 2020-02-09]. Dostupné z: <https://www.mitsubishi-motors.cz/modely/outlander-phev/parametry/>
68. MOBILITY HOUSE, 2018. *Charging cable and plug types | Knowledge center* [online] [vid. 2020-02-22]. Dostupné z: https://www.mobilityhouse.com/int_en/knowledge-center/charging-cable-and-plug-types
69. NACTO, 2018. *Shared Micromobility in the U.S.: 2018 | National Association of City Transportation Officials* [online] [vid. 2020-02-10]. Dostupné z: <https://nacto.org/shared-micromobility-2018/>
70. NELDER, Chris a Emily ROGERS, 2019. *Reducing EV Charging Infrastructure Costs - Rocky Mountain Institute* [online] [vid. 2020-03-14]. Dostupné z: <https://rmi.org/insight/reducing-ev-charging-infrastructure-costs>
71. NIESTADT, Maria a Amalie BJØRNÅVOLD, 2019. *BRIEFING EPRS | European Parliamentary Research Service.*
72. NOVÁK, Radek, 2019. *Elektromobilita v ČR Výhled elektromobility v Česku* [online]. [vid. 2020-03-14]. Dostupné z: https://www.csas.cz/content/dam/cz/csas/www_csas_cz/Dokumenty-korporat/Dokumenty/Analytici/vyhled_elektromobility_v_CR_2019_03.pdf
73. PID, 2020. *Úvodní stránka | Pražská integrovaná doprava* [online] [vid. 2020-03-06]. Dostupné z: <https://pid.cz/>
74. PID LÍTAČKA, 2020. *PID Lítačka* [online] [vid. 2020-03-06]. Dostupné z: <https://www.pidlitacka.cz/home>
75. PRAHOU NA KOLE, 2019. *Co přinese pražský bikesharing v roce 2019 - Prahou na kole* [online] [vid. 2020-03-14]. Dostupné z: <https://prahounakole.cz/2019/01/co-prinese-prazsky-bikesharing-v-roce-2019/>
76. PRE, 2016. *Chytré lampy v Praze | PRE* [online] [vid. 2020-02-22]. Dostupné z: <https://www.pre.cz/cs/profil-spolecnosti/media/tiskove-zpravy/chytre-lampy-v-praze/>
77. PRE, 2020. *Hlavní strana | PREmobilita* [online] [vid. 2020-03-02]. Dostupné z: <https://www.premobilita.cz/cs/>
78. RE.VOLT, 2020. *re.volt | carsharing revolution* [online] [vid. 2020-02-02]. Dostupné z: <https://revolt.city/>
79. REKOLA, 2020. *Rekola - Sdílená kola pro rychlé přesuny po městě* [online] [vid. 2020-02-08]. Dostupné z: <https://www.rekola.cz/>

80. RODENBACH, Johannes, Jeffrey MATHIS, Andrea CHICCO, Marco DIANA, Peter WELLS a Stefano BECCARIA, 2018. *Car sharing in Europe: a multidimensional classification and inventory Deliverable D2.1* [online]. [vid. 2020-02-10]. Dostupné z: www.stars-h2020.eu
81. ŠA STORYBOARD, 2019. *ŠKODA AUTO, PRE a Chakratec přivází do Prahy jedinečnou technologii pro nabíjení elektromobilů - ŠKODA Storyboard* [online] [vid. 2020-02-18]. Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/tiskove-zpravy-archiv/skoda-auto-pre-a-chakratec-privazi-do-prahy-jedinecnou-technologie-pro-nabijeni- elektromobilu/>
82. SIEMENS, 2020. *eBus charging infrastructure | Electromobility | Siemens* [online] [vid. 2020-03-14]. Dostupné z: <https://new.siemens.com/global/en/markets/transportation-logistics/electromobility/ebus-charging.html>
83. ŠKODA AUTO, 2019. *Škoda Handbook* [online] [vid. 2020-02-09]. Dostupné z: <http://handbook.skoda- mobility.cz/>
84. SRB, Luboš, 2019. *Jaká jsou nejprodávanější elektroauta roku 2019? - Elektrickévozy.cz* [online] [vid. 2020-02-09]. Dostupné z: <https://elektrickevozy.cz/clanky/jaka-jsou- nejprodavanejsi-elektroauta-roku-2019>
85. SRPOVÁ, Eva, 2019. *Škoda rozjíždí půjčovnu elektrických skútrů. Už nechce být jen výrobce automobilů - Aktuálně.cz* [online] [vid. 2020-02-24]. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/auto/skoda-rozjizdi-pujcovnu-elektrickych- skutru-uz-nechce-byt-je/r~53c19ea2ce5e11e9b1410cc47ab5f122/>
86. SUPER SOCO, 2019. *SUPER SOCO CUx* [online] [vid. 2020-02-09]. Dostupné z: <http://www.supersoco.com/second-phase/en/details-cu-design.php>
87. SWOB BEE, 2020. *Home - Swobbee* [online] [vid. 2020-02-22]. Dostupné z: <https://swobbee.de/>
88. TACK, Achim, André KLEIN a Benno BOCK, 2019. *e-scooters in Germany - Civity* [online] [vid. 2020-02-05]. Dostupné z: <http://scooters.civity.de/en>
89. TESLA, 2019. *Introducing Megapack: Utility-Scale Energy Storage | Tesla* [online] [vid. 2020-02-19]. Dostupné z: <https://www.tesla.com/blog/introducing-megapack-utility-scale-energy-storage?redirect=no>
90. TIER, 2019. *TIER Mobility launches operations with swappable batteries as the first e-scooter provider worldwide – TIER* [online] [vid. 2020-03-14]. Dostupné z: <https://www.tier.app/tier-mobility-launches-operations-with-swappable-batteries-as-the-first-e-scooter-provider-worldwide/>
91. TORROT, 2020. *Muvi - Essential. Dynamic. Practical. And lots of fun. That's your new electrical scooter. - Torrot* [online] [vid. 2020-02-09]. Dostupné z: <https://torrot.com/us/motorbikes/5/142/muvi>
92. TS BOHEMIA, 2020. *Patona PT7771 - Xiaomi Mi Electric Scooter Charger XMS-L10S20 | T.S.BOHEMIA* [online] [vid. 2020-02-22]. Dostupné z: https://www.tsbohemia.cz/patona-pt7771-xiaomi-mi-electric-scooter-charger-xms-l10s20_d335837.html
93. TSK, 2018. *Intenzity dopravy* [online] [vid. 2020-02-10]. Dostupné z: <https://www.tsk-praha.cz/wps/portal/root/dopravni-inzenyrstvi/intenzity-dopravy>

94. UAR EU, 2018. *Low Emission Zones* [online] [vid. 2020-03-14]. Dostupné z: <https://urbanaccessregulations.eu/low-emission-zones-main>
95. UBITRICITY, 2019. *ubitricity charging solutions - Easy and convenient charging for everyone : ubitricity* [online] [vid. 2020-03-14]. Dostupné z: <https://www.ubitricity.co.uk/>
96. VOLKSWAGEN, 2018. *Electrifying World Premiere: Volkswagen offers First Glimpse of Mobile Charging Station / Volkswagen Newsroom* [online] [vid. 2020-02-18]. Dostupné z: <https://www.volkswagen-newsroom.com/en/press-releases/electrifying-world-premiere-volkswagen-offers-first-glimpse-of-mobile-charging-station-4544>
97. VOLKSWAGEN, 2019. *Charging robots: Revolution in the underground parking garage* [online] [vid. 2020-02-22]. Dostupné z: <https://www.volkswagenag.com/en/news/stories/2019/12/volkswagen-lets-its-charging-robots-loose.html>
98. VW, 2020. *Golf GTE / Volkswagen UK* [online] [vid. 2020-02-09]. Dostupné z: <https://www.volkswagen.co.uk/new/golf-gte>
99. WESHARE, 2020. *WeShare - 100% electric car sharing / 1500 e-Golf / Berlin* [online] [vid. 2020-03-06]. Dostupné z: <https://www.we-share.io/en/>
100. ZÁKON Č. 13/1997 SB., 2019. *Zákon o pozemních komunikacích 13/1997 Sb.* [online]. 2019. [vid. 2020-02-01]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-13>
101. ZAPTEC, 2018. *EV Charging in light poles with ZAPTEC Technology - Zaptec AS* [online] [vid. 2020-03-14]. Dostupné z: <https://zaptec.com/en/ev-charging-in-light-poles-with-zaptec-technology/>

9 Seznam obrázků

obr. 1 Schéma konstrukce BEV (McKinsey 2014).....	5
obr. 2 Schéma konstrukce PHEV (McKinsey 2014)	7
obr. 3 Elektrická koloběžka Lime S Gen 3 (Lime 2020)	9
obr. 4 Elektrický skútr Torrot Muvi BeRider (Srpová 2019).....	10
obr. 5 Akumulátor Torrot Muvi (Torrot 2020).....	11
obr. 6 Elektrické kolo Freebike (Freebike 2020).....	13
obr. 7 Konektor Mennekes (JET Charge 2020; Mobility House 2018).....	15
obr. 8 Konektor CHAdeMO (JET Charge 2020; Mobility House 2018).....	15
obr. 9 Konektor CCS Typ 2 (JET Charge 2020; Mobility House 2018)	15
obr. 10 Nabíječka elektrických koloběžek (TS Bohemia 2020).....	16
obr. 11 Nabíječka Torrot a detail 3-pinového konektoru (Torrot 2020).....	16
obr. 12 Dobíjecí stanice ABB Terra 54 CJG (ABB 2020).....	18
obr. 13 PRE Chytrá lampa (PRE 2016)	18
obr. 14 Chytrý obrubník (Connected Kerb 2020).....	19
obr. 15 Mobilní nabíjecí stanice E-Mona (E-Mona 2020)	20
obr. 16 FreeWire Mobi Gen (FreeWire 2019).....	21
obr. 17 Vnitřek kinetické dobíjecí stanice (Koval 2019)	22
obr. 18 Akumulátor GreenPack (GreenPack 2020)	23
obr. 19 Stanice dobíjení akumulátorů Swobbee (Swobbee 2020).....	24
obr. 20 Koncept dobíjecích robotů (Volkswagen 2019)	25
obr. 21 Dobíjecí podložka pro jízdní kola (Fesla Charge 2020)	25
obr. 22 Mapa dobíjecích stanic (ČEZ 2020)	26
obr. 23 Mapa dobíjecích stanic (E.ON 2020).....	27
obr. 24 Mapa dobíjecích stanic (PRE 2020).....	27
obr. 25 Mapa dobíjecích stanic (Ionomy 2020)	28
obr. 26 Graf vývoje počtu obyvatel do roku 2050 (ČSÚ 2004)	33
obr. 27 Graf vývoje počtu OA v ČR k 1. 1. (vlastní zpracování).....	34
obr. 28 Graf vývoje počtu sdílených elektrických skútrů (Howe a Jakobsen 2019)	37
obr. 29 Počet sdílených skútrů ve světě v roce 2019 (Howe a Jakobsen 2019)	37
obr. 30 Mapa působnosti společnosti Lime (Lime 2020)	39

obr. 31 Počet sdílených elektrických koloběžek v Evropě v roce 2019 (Tack et al. 2019)	40
obr. 32 Business model canvas (vlastní zpracování)	46
obr. 33 Mapa umístění stanic v Praze (Mapy Google, vlastní zpracování)	51
obr. 34 Vizualizace mobility hub Hlavní nádraží (iStock 2020, vlastní zpracování)	52
obr. 35 Integrace aplikace do HMI infotainmentu (Škoda Auto 2019, vlastní zpracování)	53
obr. 36 Ukázka integrace služby do aplikace Citymove (vlastní zpracování)	54

10 Seznam tabulek

tab. 1 Přehled parametrů zástupců BEV (EV Database 2020; Škoda Auto 2019)	5
tab. 2 Přehled parametrů PHEV (Mitsubishi Motors 2020; VW 2020; Škoda Auto 2019)	7
tab. 3 Parametry sdílených el. koloběžek provozovaných v ČR (Re.volt 2020; Lime 2020) ..	10
tab. 4 Parametry sdílených el. skútrů provozovaných v ČR (Super Soco 2019; Torrot 2020)	12
tab. 5 Parametry sdílených el. jízdních kol v Praze (Freebike 2020; Rekola 2020)	13
tab. 6 Přehled vývoje počtu OA v ČR (Ministerstvo dopravy ČR 2020; 2018; EAFO 2019) .	31
tab. 7 Koeficient počtu osobních aut na obyvatele (Ministerstvo průmyslu a obchodu 2018)	33
tab. 8 Rozdělení počtu osobních automobilů dle krajů v roce 2030	34
tab. 9 Predikce poměru registrovaných EV (Ministerstvo průmyslu a obchodu 2018)	35
tab. 10 Vývoj počtu BEV a PHEV v ČR	35
tab. 11 Přepočítání BEV a PHEV dle rozdělení krajů v roce 2030	36
tab. 12 Počet sdílených elektrických skútrů v Praze (BeRider 2020; Re.volt 2020)	38
tab. 13 Počet sdílených elektrických koloběžek v Praze (Tack et al. 2019; Re.volt 2020)	39
tab. 14 Počet sdílených elektrických kol v Praze v roce 2019 (Freebike 2020; Rekola 2020)	41
tab. 15 Výchozí hodnoty pro identifikaci potřeby dobíjecí infrastruktury v Praze	42
tab. 16 Výpočet využití elektrických vozidel	43
tab. 17 Denní potřeba nabitých akumulátorů pro prostředky mikro-mobility	44
tab. 18 Rozdělení místa a typu nabíjení BEV a PHEV roce 2030 (KPMG 2019)	44