

UNIVERZITA PARDUBICE
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2024

Bc. Veronika Švadlenková Groulová

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Využití elektromobility při rozvozu pro Kuklenskou
prádelnu s.r.o.
Bc. Veronika Švadlenková Groulová

Diplomová práce
2024

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2023/2024

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

| | |
|-------------------|---|
| Jméno a příjmení: | Bc. Veronika Švadlenková Groulová |
| Osobní číslo: | D20625 |
| Studijní program: | N1041A040008 Technologie a management v dopravě |
| Specializace: | Technologie a řízení dopravy |
| Téma práce: | Využití elektromobility při rozvozu pro Kuklenskou prádelnu s.r.o. |
| Zadávací katedra: | Katedra technologie a řízení dopravy |

Zásady pro vypracování

Úvod

1. Analýza současného stavu ve firmě Kuklenská prádelna
2. Návrh využití elektrovozidel
3. Zhodnocení návrhu

Závěr

Rozsah pracovní zprávy: **50-60**
Rozsah grafických prací: **5-6**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:
dle pokynů vedoucí/ho práce

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Jaromír Široký, Ph.D.**
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání diplomové práce: **4. února 2024**
Termín odevzdání diplomové práce: **28. června 2024**

L.S.

doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.
děkan

doc. Ing. Jaromír Široký, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 4. února 2024

Prohlašuji:

Práci s názvem Využití elektromobility při rozvozu pro Kuklenskou prádelnu s.r.o. jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 28.06.2024

Bc. Veronika Švadlenková Groulová v.r.

ANOTACE

V práci bude uvedena analýza současného stavu rozvozu firmy Kuklenská prádelna s.r.o., ke kterému nyní slouží vozidlo se spalovacím motorem. Bude navržena výměna tohoto vozidla za elektrovozidlo. V rámci rozvozu mimo Hradec Králové bude v práci zpracována výměna automobilu za elektromobil. Pro rozvoz po Hradci Králové budou zpracovány tři návrhy. První na výměnu za nákladní elektrokolo, druhý za elektrickou nákladní tříkolku a třetí za elektromobil. V závěru práce bude zhodnoceno, zda bude pro firmu přínosné pořízení elektromobilu i elektrokola či elektrické nákladní tříkolky. Výsledkem diplomové práce bude návrh racionalizace provozu pro rozvoz.

KLÍČOVÁ SLOVA

Elektromobilita, elektromobil, nákladní elektrokolo, nákladní elektrická tříkolka, racionalizace rozvozu

TITTLE

The use of electromobility during delivery for Kuklenská laundry s.r.o.

ANOTATION

The thesis will present an analysis of the current state of delivery of the company Kuklenská laundry s.r.o., which is now used by a vehicle with an internal combustion engine. It will be proposed to replace this vehicle with an electric vehicle. As part of delivery outside Hradec Králové, the work will process the exchange of a car for an electric car. Three proposals will be processed for delivery in Hradec Králové. The first to exchange for an electric cargo bike, the second for an electric cargo tricycle and the third for an electric car. At the end of the work, it will be evaluated whether it will be beneficial for the company to acquire an electric car and an electric bicycle or an electric cargo tricycle. The result of the dissertation will be a proposal for streamlining operations for delivery.

OBSAH

| | |
|--|-----------|
| SEZNAM OBRÁZKŮ | 6 |
| SEZNAM TABULEK | 7 |
| SEZNAM ZKRATEK | 10 |
| ÚVOD | 10 |
| 1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU PROVOZU VOZIDLA VE FIRMĚ KP | 11 |
| 1.1 Technologický postup přepravy prádla ve firmě KP | 11 |
| 1.2 Analýza jednotlivých tras rozvozu | 12 |
| 1.2.1 <i>Trasy svozu a rozvozu po Hradci Králové</i> | 13 |
| 1.2.2 <i>Trasy svozu a rozvozu mimo Hradec Králové</i> | 21 |
| 1.3 Analýza současného vozidla sloužícího ke svozu a rozvozu ve firmě KP | 24 |
| 2 ELEKTROMOBILITA | 26 |
| 2.1 Elektromobilita v České republice a její podpora | 26 |
| 2.2 Elektromobilita – dopravní prostředky | 27 |
| 2.3 Elektromobil | 28 |
| 2.3.1 <i>Elektromobil na baterie – BEV (Battery Electric Vehicles)</i> | 28 |
| 2.3.2 <i>Elektromobil s palivovými články – FCEV (Fuel Cell Electric Vehicles)</i> | 28 |
| 2.3.3 <i>Elektromobil hybridní – HEV (Hybrid Electric Vehicles)</i> | 29 |
| 2.4 Nákladní elektrokola | 30 |
| 2.5 Nákladní elektrické tříkolky | 31 |
| 3 ANALÝZA JEDNOTLIVÝCH DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ S ELEKTRICKÝM POHONEM | 33 |
| 3.1 Analýza a porovnání elektromobilů BEV | 33 |
| 3.2 Analýza a porovnání nákladních elektrických kol | 38 |
| 3.3 Analýza a porovnání nákladních elektrických tříkolek | 42 |
| 4 ZHODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ | 46 |
| 4.1 Náklady na provoz při svozu a rozvozu ve firmě KP | 46 |
| 4.2 Porovnání nákladů na pořízení a provoz jednotlivých druhů vozidel | 53 |
| 4.3 Výběr vozidla pro svoz a rozvoz ve firmě KP | 56 |
| ZÁVĚR | 58 |
| SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ | 60 |
| SEZNAM PŘÍLOH | 63 |
| PŘÍLOHA A | 64 |
| PŘÍLOHA B | 74 |

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|--|----|
| Obrázek 1 Schéma uspořádání prostorů firmy KP | 12 |
| Obrázek 2 Vozidlo sloužící pro svoz a rozvoz ve firmě KP..... | 24 |
| Obrázek 3 Rozměry nákladového prostoru Ford Tourneo Courier | 25 |
| Obrázek 4 Renault Kangoo Van E-tech..... | 30 |
| Obrázek 5 Nissan Townstar Ev Van..... | 30 |
| Obrázek 6 Urban Arrow Cargo XL 2021 Alu Box..... | 31 |
| Obrázek 7 Professional Dolly Cargo | 31 |
| Obrázek 8 Cargo TJ150 45 Ah e-Tříkolka | 32 |
| Obrázek 9 Leramotors Cargo G5 2000W | 32 |
| Obrázek 10 Rozměry nákladového prostoru Renault Kangoo Van E-tech | 33 |
| Obrázek 11 Rozměry nákladového prostoru Nissan Townstar Ev Van | 35 |
| Obrázek 12 Rozměry nákladového prostoru Urban Arrow Cargo XL ALU BOX | 39 |
| Obrázek 13 Rozměry nákladového prostoru Professional Dolly Cargo..... | 40 |
| Obrázek 14 Rozměry nákladového prostoru Cargo TJ150..... | 42 |
| Obrázek 15 Rozměry nákladového prostoru Leramotors Cargo G5 2000W..... | 43 |
| Obrázek 16 Prostor pro vybudování zabezpečeného a krytého stání | 49 |
| Obrázek 17 Využití tříkolky k propagaci firmy KP | 57 |

SEZNAM TABULEK

| | |
|--|----|
| Tabulka 1 Parametry trasy 1 | 13 |
| Tabulka 2 Parametry trasy 2 | 13 |
| Tabulka 3 Parametry trasy 3 | 14 |
| Tabulka 4 Parametry trasy 4 | 14 |
| Tabulka 5 Parametry trasy 5 | 15 |
| Tabulka 6 Parametry trasy 6 | 15 |
| Tabulka 7 Parametry trasy 7 | 15 |
| Tabulka 8 Parametry trasy 8 | 16 |
| Tabulka 9 Parametry trasy 9 | 16 |
| Tabulka 10 Parametry trasy 10 | 16 |
| Tabulka 11 Parametry trasy 11 | 17 |
| Tabulka 12 Parametry trasy 12 | 17 |
| Tabulka 13 Parametry trasy 13 | 18 |
| Tabulka 14 Parametry trasy 14 | 18 |
| Tabulka 15 Parametry trasy 15 | 18 |
| Tabulka 16 Parametry trasy 16 | 19 |
| Tabulka 17 Parametry trasy 17 | 19 |
| Tabulka 18 Parametry trasy 18 | 20 |
| Tabulka 19 Parametry trasy 19 | 20 |
| Tabulka 20 Parametry trasy 20 | 20 |
| Tabulka 21 Zjišťované hodnoty jednotlivých tras ve městě Hradec Králové | 21 |
| Tabulka 22 Parametry trasy mimo Hradec Králové 1 | 22 |
| Tabulka 23 Parametry trasy mimo Hradec Králové 2 | 22 |
| Tabulka 24 Parametry trasy mimo Hradec Králové 3 | 23 |
| Tabulka 25 Parametry trasy mimo Hradec Králové 4 | 23 |
| Tabulka 26 Zjišťované hodnoty jednotlivých tras mimo město Hradec Králové..... | 24 |
| Tabulka 27 Parametry vozidla sloužícího pro svoz a rozvoz ve firmě KP..... | 25 |
| Tabulka 28 Technické údaje vozidla Renault Kangoo Van E-tech | 33 |
| Tabulka 29 Možnosti nabíjení vozidla Renault Kangoo Van E-tech | 34 |
| Tabulka 30 Ceny nabíjení vozidla Renault Kangoo Van E-tech | 34 |
| Tabulka 31 Cena za vybudování nabíjecí stanice pro vozidlo Renault Kangoo Van E-tech ... | 35 |
| Tabulka 32 Technické údaje vozidla Nissan Townstar Ev Van | 35 |

| | |
|---|----|
| Tabulka 33 Možnosti nabíjení vozidla Nissan Townstar Ev Van | 36 |
| Tabulka 34 Ceny nabíjení vozidla Nissan Townstar Ev Van | 36 |
| Tabulka 35 Cena za vybudování nabíjecí stanice pro vozidlo Nissan Townstar Ev Van | 37 |
| Tabulka 36 Porovnání vozidla Renault Kangoo Van E-tech s Nissan Townstar Ev Van | 38 |
| Tabulka 37 Technické údaje nákladního elektrokola Urban Arrow Cargo XL ALU BOX | 39 |
| Tabulka 38 Náklady na nabití elektrokola a ujetí 1 km Urban Arrow Cargo..... | 40 |
| Tabulka 39 Technické údaje nákladního elektrokola Professional Dolly Cargo..... | 40 |
| Tabulka 40 Náklady na nabití elektrokola a ujetí 1 km Professional Dolly Cargo | 41 |
| Tabulka 41 Porovnání nákladního elektrokola Urban Arrow Cargo XL a Professional Dolly Cargo..... | 42 |
| Tabulka 42 Technické údaje nákladní elektrické tříkolky Cargo TJ150 | 43 |
| Tabulka 43 Náklady na nabití elektro tříkolky a ujetí 1 km Cargo TJ150 | 43 |
| Tabulka 44 Technické údaje nákladní elektrické tříkolky Leramotors Cargo G5 2000 W | 44 |
| Tabulka 45 Náklady na nabití elektro tříkolky a ujetí 1 km Leramotors Cargo G5 2000 W ... | 44 |
| Tabulka 46 Porovnání nákladních elektrických tříkolek Cargo TJ150 a Leramotors Cargo G5 2000 W..... | 45 |
| Tabulka 47 – Průměrné měsíční náklady na pohonné hmoty automobilu Ford Tourneo Courier | 46 |
| Tabulka 48 Pravidelné servisní prohlídky vozidla Ford Tourneo Courier | 47 |
| Tabulka 49 Měsíční náklady na provoz vozidla Ford Tourneo Courier..... | 48 |
| Tabulka 50 Náklady na pořízení elektromobilu Nissan Townstar EV VAN | 49 |
| Tabulka 51 Měsíční náklady na nabíjení elektromobilu Nissan Townstar EV VAN..... | 50 |
| Tabulka 52 Pravidelné servisní prohlídky vozidla Nissan Townstar EV VAN | 51 |
| Tabulka 53 Měsíční náklady na vozidlo Nissan Townstar EV VAN..... | 51 |
| Tabulka 54 Měsíční náklady na elektrokolo Urban Arrow Cargo XL ALU BOX..... | 52 |
| Tabulka 55 Měsíční náklady na elektrickou tříkolku Cargo TJ150..... | 53 |
| Tabulka 56 Porovnání měsíčních nákladů jednotlivých vozidel při svozu a rozvozu po městě | 53 |
| Tabulka 57 Porovnání měsíčních nákladů automobilu Ford a elektromobilu Nissan při svozu a rozvozu mimo město..... | 54 |
| Tabulka 58 Porovnání měsíčních nákladů automobilu Ford a elektromobilu Nissan při svozu a rozvozu po městě i mimo město | 54 |
| Tabulka 59 Návratnost investice do jednotlivých druhů vozidel při svozu a rozvozu po městě | 55 |

| | |
|--|----|
| Tabulka 60 návratnost investice do elektromobilu při svozu a rozvozu po městě i mimo město | 56 |
| | 56 |
| Tabulka 61 Emise vozidel..... | 56 |

SEZNAM ZKRATEK

| | |
|-----------------|--|
| AC | střídavý proud |
| BEV | bateriové elektrické vozidlo |
| CO ₂ | oxid uhličitý |
| ČEZ | České energetické závody |
| DC | stejnoseměrný proud |
| DPH | daň z přidané hodnoty |
| E.ON | distribuce elektřiny a plynu |
| EKO | ekologická |
| FCEV | elektrické vozidlo s palivovými články |
| GPS | Global Positioning Systém |
| HEV | hybridní elektrické vozidlo |
| KP | Kuklenská prádelna s.r.o. |
| MHD | městská hromadná doprava |
| PRE | Pražská energetika |
| USA | Spojené státy americké |
| ZVÚ | Závody Vítězného února |

ÚVOD

Elektromobilita, téma, které je v posledních letech na vzestupu zvláště kvůli stále narůstajícímu počtu automobilů se spalovacími motory, které svými výfukovými plyny znečišťují ovzduší a zatěžují tak životní prostředí. Snaha o snížení uhlíkové stopy, dotační programy podporující tento druh dopravy a výhody, které mohou majitelé elektromobilů využívat, přivádějí k přechodu na elektromobilitu stále více uživatelů.

V současné době dochází také ve firmách zabývajících se přepravou zboží, k přechodu na elektromobilitu. Některé firmy nahradily svoje vozidla se spalovacími motory za elektromobily, jiné přistoupily k doplnění své flotily vozidel se spalovacími motory o nákladní elektrická kola a některé si pořídily pro rozvoz či svoz nákladní elektrické tříkolky. Také firma Kuklenská prádelna s.r.o. se začala zajímat o přechod na elektromobilitu a ráda by své současné vozidlo se spalovacím motorem nahradila elektrovozidlem.

Kuklenská prádelna s.r.o. (dále jen firma KP) je menší rodinná firma, která se zabývá svozem špinavého prádla z předem nasmlouvaných firem, následně jeho praním, čištěním, sušením, mandlováním a poté jeho rozvozem zpět do firem. Sídlo KP se nachází v areálu ZVU na Pražské třídě ve městě Hradec Králové, který je umístěn v těsné blízkosti hlavního nádraží. Firma KP zajišťuje svozy a rozvozy prádla v Hradci Králové, Pardubicích, Sezemicích, Smiřicích, Josefově a Hořicích. V současnosti slouží ke svozu a rozvozu prádla na všech trasách vozidlo se spalovacím motorem Ford Tourneo Courier.

V práci bude pro svoz a rozvoz prádla mimo město Hradec Králové navržena výměna současného vozidla za elektromobil. Pro svoz a rozvoz ve městě Hradec Králové budou zpracovány tři návrhy. První návrh na výměnu za nákladní elektrokolo, druhý za nákladní elektrickou tříkolku a poslední za elektromobil.

Cílem diplomové práce je navrhnout zavedení elektromobility ve firmě KP, zhodnotit tento návrh a vybrat nejvhodnější vozidlo pro svoz a rozvoz ve firmě KP.

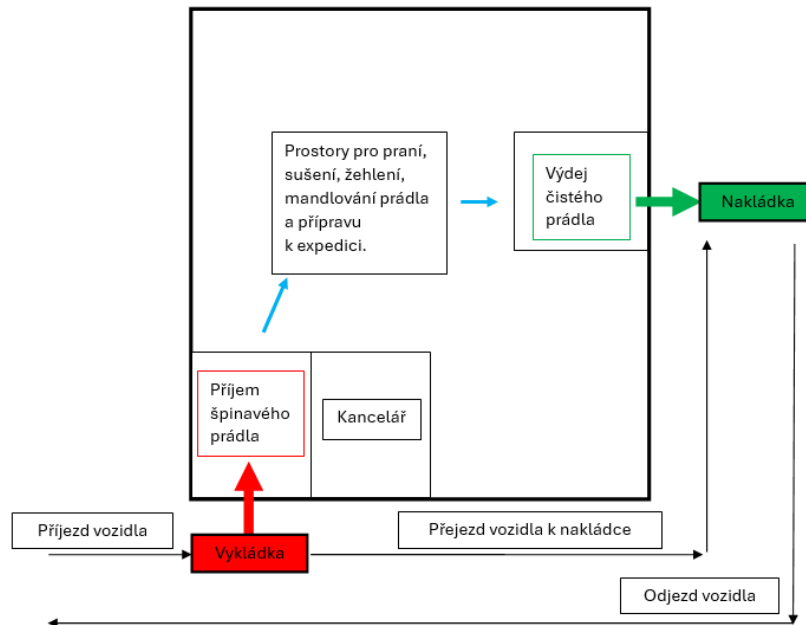
1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU PROVOZU VOZIDLA VE FIRMĚ KP

Firma KP provádí svozy a rozvozy prádla v Hradci Králové, Pardubicích, Sezemcích, Smiřicích, Josefově a Hořicích. Svozy a rozvozy probíhají pravidelně na 24 trasách, které se v sezóně ještě navyšují. Měsíčně se při svozu a rozvozu prádla najede 1 400 až 2 000 km. Z toho 800 až 900 km mimo Hradec Králové a zbytek po Hradci Králové. Data pro tuto diplomovou práci byla sbírána v lednu a únoru 2024 (tedy mimo sezónu), kdy se uskutečňoval svoz a rozvoz na 20 trasách po Hradci Králové a na 4 trasách mimo Hradec Králové. Celkem bylo za měsíc najeto cca 1 550 km, kdy 900 km bylo najeto mimo Hradec Králové a 650 km po Hradci Králové. Trasy byly rozděleny do jednotlivých dní následovně. Pondělí se obsluhovalo celkem osm tras, sedm po Hradci Králové, jedna mimo Hradec Králové. V úterý bylo obsluženo celkem sedm tras, kdy po Hradci Králové jich bylo šest a mimo Hradec Králové jedna. Ve středu se jezdilo pouze po Hradci Králové na šesti trasách. Na čtvrtek byly naplánovány dvě trasy mimo Hradec Králové a tři trasy po Hradci Králové, celkem tedy pět tras. V pátek bylo obslužených šest tras a všechny byly po Hradci Králové. Z toho dvě trasy se jezdily v týdnu opakovaně a ostatní trasy byly obsluženy jednou za týden.

1.1 Technologický postup přepravy prádla ve firmě KP

Poté co je prádlo pečlivě zabaleno do přepravních boxů, označeno příjemcem zásilky a připraveno k expedici je umístěno do výdejního prostoru. Tento prostor je umístěn z boku firmy, z důvodu hygienických nařízení musí být oddělen od prostorů, kde dochází k čištění prádla. Stejný požadavek je kladen při svozu špinavého prádla na jeho vykládku, která se musí uskutečňovat na jiném místě, než na kterém dochází k nakládce prádla viz schéma (Obrázek 1). Na začátku směny si řidič v kanceláři firmy vyzvedne podklady a harmonogram jízd pro konkrétní den. Poté si přistaví vozidlo k výdejnímu prostoru a podle harmonogramu si naloží zásilku či více zásilek, které bude na trase vykládat. Pokud na dané trase má za úkol svézt prádlo i ze zdravotnických zařízení, musí si řidič naložit také prázdný uzavíratelný box, do kterého je povinen toto prádlo dle hygienických nařízení uložit. V případě, že jede vyzvednout prádlo do ostatních firem, postačí mu naložit pytle určené ke svozu špinavého prádla. Poté řidič jede na jednotlivá místa, kde doručí zásilku s čistým prádlem a současně vyzvedne zásilku špinavého prádla určenou k odvozu na firmu. Po obslužení všech míst

na dané trase se řidič vrací zpět do sídla firmy, kde u vjezdu do firmy vyloží přivezené zásilky a pokračuje k výdejnímu prostoru, u kterého naloží zásilky určené k doručování na následující trase.



Zdroj: Autorka

Obrázek 1 Schéma uspořádání prostorů firmy KP

1.2 Analýza jednotlivých tras rozvozu

Pro analýzu jednotlivých tras svozu a rozvozu byly použity údaje z knihy jízd firmy KP, dále údaje, které autorka práce získala při absolvování svozu a rozvozu v této firmě – GPS souřadnice jednotlivých míst, informace o průměrné spotřebě automobilu a průměrné rychlosti vozidla. Posledním zdrojem údajů je portál mapy.cz, který slouží pro přehlednější zobrazení trasy, získání údajů o převýšení na dané trase (tento údaj je potřebný pro následný výběr nákladního elektrokola) a stanovení průměrného času jízdy. Časový údaj jízdy, je vyčíslen při běžné hustotě dopravních proudů a nebere v potaz kongesce, dopravní omezení, či další negativní jevy, které mají vliv na prodloužení jízdny doby.

Výpočet vyprodukovaného množství CO_2 je založen na emisních faktorech vycházejících z chemických rovnic spalování benzínu, které vyjadřují obsah uhlíku v palivu. Při výpočtu je uvažováno, že nedochází ke stoprocentnímu spalování paliva, ale že dokonale spáleno je devadesát devět procent objemu paliva. Tímto postupem získané hmotnosti uhlíku, jsou přepočteny přes poměr atomové hmotnosti uhlíku (12 g/mol) a molekulové hmotnosti oxidu uhličitého (44 g/mol) na hmotnost emisí CO_2 . Výsledný vzorec emisí pro CO_2 z jednoho galonu benzínu je $2\,421 \cdot 0,99 \cdot (44/12) = 8\,788$ g/galon. Pro převod na litry je potřeba tento

výsledek vydělit 3,7584 (jeden americký galon je 3,7584 litru), takto jsou získány údaje o množství emisí z jednoho spáleného litru benzínu tj. 2 338 g/l. Pro zjištění emisí CO₂ na jeden ujetý kilometr, je nutné tuto hodnotu vynásobit spotřebou daného automobilu v litrech na 100 km a celé to vydělit 100. (1)

1.2.1 Trasy svozu a rozvozu po Hradci Králové

Jak již bylo zmíněno při svozu a rozvozu prádla po Hradci Králové se měsíčně najede 650 – 1 100 km. Průměrná délka jedné trasy po Hradci Králové byla v době sběru dat 6,2 km, přičemž nejdelší trasa měřila 14,8 km a nejkratší trasa 1,1 km. Průměrná spotřeba vozidla na 100 km, činila při svozu a rozvozu po městě 9,4 litru. Vyobrazení jednotlivých tras na mapě v měřítku 1 : 1 200 m je v příloze A této práce.

1. Trasa (Tabulka 1) – má jedno zastavení, které se nachází nedaleko firmy KP. Celková délka trasy je 3,8 km, čas potřebný k ujetí této vzdálenosti je 5 minut, průměrná rychlost na této trase je 45 km/h, převýšení 13 metrů a množství vyprodukovaného CO₂ je cca 836 gramů.

Tabulka 1 Parametry trasy 1

| Trasa 1 | Délka trasy | Převýšení | Průměrná rychlost | Max. rychlost | Průměrný čas jízdy | Produkce CO ₂ |
|------------------------------|-------------|-----------|-------------------|---------------|--------------------|--------------------------|
| Místo | [km] | [m] | [km/h] | [km/h] | [min] | [g] |
| Sídlo firmy – Pražská třída | 3,8 | 13 | 45,6 | 55 | 5 | 836 |
| Místo určení – Pražská třída | | | | | | |
| Sídlo firmy – Pražská třída | | | | | | |

Zdroj: Autorka

2. Trasa (Tabulka 2) – s jedním zastavením v centru města. Celková délka trasy je 3,8 km, průměrná doba jízdy je 7 min, průměrná rychlost je 36 km/h, převýšení 6 metrů a množství vyprodukovaného CO₂ je cca 836 gramů.

Tabulka 2 Parametry trasy 2

| Trasa 2 | Délka trasy | Převýšení | Průměrná rychlost | Max. rychlost | Průměrný čas jízdy | Produkce CO ₂ |
|--------------------------------------|-------------|-----------|-------------------|---------------|--------------------|--------------------------|
| Místo | [km] | [m] | [km/h] | [km/h] | [min] | [g] |
| Sídlo firmy – Pražská třída | 3,8 | 6 | 36 | 51 | 7 | 836 |
| Místo určení – Československé armády | | | | | | |
| Sídlo firmy – Pražská třída | | | | | | |

Zdroj: Autorka

3. Trasa (Tabulka 3) – na této trase jsou tři zastavení pro nakládku a vykládku prádla. První zastavení se nachází v centru města, druhé v Malšovicích a třetí v ulici Brněnská. Celková délka trasy je 9,9 km, průměrný čas jízdy je 18 minut, průměrná rychlost je 30 km/h, převýšení 8 metrů a množství vyprodukovaného CO₂ je cca 2 178 gramů.

Tabulka 3 Parametry trasy 3

| Trasa 3 | Délka trasy | Převýšení | Průměrná rychlost | Max. rychlost | Průměrný čas jízdy | Produkce CO ₂ |
|------------------------------------|-------------|-----------|-------------------|---------------|--------------------|--------------------------|
| Místo | [km] | [m] | [km/h] | [km/h] | [min] | [g] |
| Sídlo firmy – Pražská třída | 9,9 | 8 | 33 | 65 | 18 | 2 178 |
| 1. místo určení – Eliščino nábřeží | | | | | | |
| 2. místo určení – Zámostí | | | | | | |
| 3. místo určení – Brněnská | | | | | | |
| Sídlo firmy – Pražská třída | | | | | | |

Zdroj: Autorka

4. Trasa (Tabulka 4) – má dvě zastavení, jedno na Pražském Předměstí a druhé na Slezském Předměstí. Celková délka trasy je 8,5 km, průměrná doba jízdy je 16 minut, průměrná rychlost je 32 km/h, převýšení 7 metrů a množství vyprodukovaného CO₂ je cca 1 870 gramů.

Tabulka 4 Parametry trasy 4

| Trasa 4 | Délka trasy | Převýšení | Průměrná rychlost | Max. rychlost | Průměrný čas jízdy | Produkce CO ₂ |
|----------------------------------|-------------|-----------|-------------------|---------------|--------------------|--------------------------|
| Místo | [km] | [m] | [km/h] | [km/h] | [min] | [g] |
| Sídlo firmy – Pražská třída | 8,5 | 7 | 32 | 60 | 16 | 1 870 |
| 1. místo určení – Lipky | | | | | | |
| 2. místo určení – Bratří Štefanů | | | | | | |
| Sídlo firmy – Pražská třída | | | | | | |

Zdroj: Autorka

5. Trasa (Tabulka 5) – tato trasa má dvě zastavení, první v Malšovicích a druhé na Moravském Předměstí. Celková délka trasy je 8,8 km, průměrný čas jízdy je 16 minut, průměrná rychlost je 35 km/h, převýšení 11 metrů a množství vyprodukovaného CO₂ je cca 1 936 gramů.

Tabulka 5 Parametry trasy 5

| Trasa 5 | Délka trasy | Převýšení | Průměrná rychlost | Max. rychlost | Průměrný čas jízdy | Produkce CO ₂ |
|--------------------------------------|-------------|-----------|-------------------|---------------|--------------------|--------------------------|
| Místo | [km] | [m] | [km/h] | [km/h] | [min] | [g] |
| Sídlo firmy – Pražská třída | 8,8 | 11 | 33 | 51 | 16 | 1 936 |
| 1. místo určení – Malšovice | | | | | | |
| 2. místo určení – Moravské Předměstí | | | | | | |
| Sídlo firmy – Pražská třída | | | | | | |

Zdroj: Autorka

6. Trasa (Tabulka 6) – na této trase jsou dvě zastavení, jedno se nachází v centru města a druhé na Moravském Předměstí. Celková délka trasy je 9,3 km, průměrný čas jízdy je 18 min, průměrná rychlost je 31 km/h, převýšení 8 metrů a množství vyprodukovaného CO₂ je cca 2 046 gramů.

Tabulka 6 Parametry trasy 6

| Trasa 6 | Délka trasy | Převýšení | Průměrná rychlost | Max. rychlost | Průměrný čas jízdy | Produkce CO ₂ |
|---|-------------|-----------|-------------------|---------------|--------------------|--------------------------|
| Místo | [km] | [m] | [km/h] | [km/h] | [min] | [g] |
| Sídlo firmy – Pražská třída | 9,3 | 8 | 31 | 53 | 18 | 2 046 |
| 1. místo určení – Československé armády | | | | | | |
| 2. místo určení – Třebeš | | | | | | |
| Sídlo firmy – Pražská třída | | | | | | |

Zdroj: Autorka

7. Trasa (Tabulka 7) – má jedno zastavení, které se nachází v blízkosti firmy KP. Délka této trasy je 1,8 km, průměrný čas jízdy je 3 minuty, průměrná rychlost jízdy je 32 km/h, převýšení 5 metrů a množství vyprodukovaného CO₂ je cca 352 gramů.

Tabulka 7 Parametry trasy 7

| Trasa 7 | Délka trasy | Převýšení | Průměrná rychlost | Max. rychlost | Průměrný čas jízdy | Produkce CO ₂ |
|------------------------------|-------------|-----------|-------------------|---------------|--------------------|--------------------------|
| Místo | [km] | [m] | [km/h] | [km/h] | [min] | [g] |
| Sídlo firmy – Pražská třída | 1,6 | 5 | 32 | 50 | 3 | 352 |
| Místo určení – Pražská třída | | | | | | |
| Sídlo firmy – Pražská třída | | | | | | |

Zdroj: Autorka

8. Trasa (Tabulka 8) – se dvěma zastaveními. Obě místa určená pro vykládku a nakládku prádla se nacházejí v blízkosti firmy směrem k centru města. Tato trasa má délku 4,6 km, průměrný čas jízdy je 8 minut, průměrná rychlost je 35 km/h, převýšení 13 metrů a množství vyprodukovaného CO₂ je cca 1 012 gramů.

Tabulka 8 Parametry trasy 8

| Trasa 8 | Délka trasy | Převýšení | Průměrná rychlost | Max. rychlost | Průměrný čas jízdy | Produkce CO ₂ |
|----------------------------------|-------------|-----------|-------------------|---------------|--------------------|--------------------------|
| Místo | [km] | [m] | [km/h] | [km/h] | [min] | [g] |
| Sídlo firmy – Pražská třída | 4,6 | 13 | 35 | 50 | 8 | 1 012 |
| 1. místo určení – Na Okrouhlíku | | | | | | |
| 2. místo určení – Dukelská třída | | | | | | |
| Sídlo firmy – Pražská třída | | | | | | |

Zdroj: Autorka

9. Trasa (Tabulka 9) – na této trase jsou 3 zastavení, která se nacházejí v centru města. Celková délka trasy je 6,3 km, průměrný čas jízdy je 12 minut, průměrná rychlost je 32 km/h, převýšení 6 metrů a množství vyprodukovaného CO₂ je cca 1 386 gramů.

Tabulka 9 Parametry trasy 9

| Trasa 9 | Délka trasy | Převýšení | Průměrná rychlost | Max. rychlost | Průměrný čas jízdy | Produkce CO ₂ |
|-------------------------------|-------------|-----------|-------------------|---------------|--------------------|--------------------------|
| Místo | [km] | [m] | [km/h] | [km/h] | [min] | [g] |
| Sídlo firmy – Pražská třída | 6,3 | 6 | 32 | 57 | 12 | 1 386 |
| 1. místo určení – Jana Koziny | | | | | | |
| 2. místo určení – Jana Koziny | | | | | | |
| 3. místo určení – Hradební | | | | | | |
| Sídlo firmy – Pražská třída | | | | | | |

Zdroj: Autorka

10. Trasa (Tabulka 10) – s jedním zastavením, nacházejícím se v těsné blízkosti firmy. Celková délka trasy je 1,1 km, průměrný čas jízdy jsou 2 minuty, průměrná rychlost je 33 km/h, převýšení 5 metrů a množství vyprodukovaného CO₂ je cca 242 gramů.

Tabulka 10 Parametry trasy 10

| Trasa 10 | Délka trasy | Převýšení | Průměrná rychlost | Max. rychlost | Průměrný čas jízdy | Produkce CO ₂ |
|------------------------------|-------------|-----------|-------------------|---------------|--------------------|--------------------------|
| Místo | [km] | [m] | [km/h] | [km/h] | [min] | [g] |
| Sídlo firmy – Pražská třída | 1,1 | 5 | 33 | 38 | 2 | 242 |
| Místo určení – Pražská třída | | | | | | |
| Sídlo firmy – Pražská třída | | | | | | |

Zdroj: Autorka

11. Trasa (Tabulka 11) – má dvě zastavení. Jedno nedaleko firmy a druhé v centru města. Celková délka trasy je 6,5 km, průměrný čas jízdy je 12 minut, průměrná rychlost je 33 km/h, převýšení 6 metrů a množství vyprodukovaného CO₂ je cca 1 430 gramů.

Tabulka 11 Parametry trasy 11

| Trasa 11 | Délka trasy | Převýšení | Průměrná rychlost | Max. rychlost | Průměrný čas jízdy | Produkce CO₂ |
|---|--------------------|------------------|--------------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Místo | [km] | [m] | [km/h] | [km/h] | [min] | [g] |
| Sídlo firmy – Pražská třída | 6,5 | 6 | 33 | 55 | 12 | 1 430 |
| 1. místo určení – Československé armády | | | | | | |
| 2. místo určení – Na Okrouhlíku | | | | | | |
| Sídlo firmy – Pražská třída | | | | | | |

Zdroj: Autorka

12. Trasa (Tabulka 12) – je se dvěma zastaveními na Moravském Předměstí. Celková délka trasy je 12,1 km, průměrný čas jízdy je 20 minut, průměrná rychlost je 36 km/h, převýšení 15 metrů a množství vyprodukovaného CO₂ je cca 2 662 gramů.

Tabulka 12 Parametry trasy 12

| Trasa 12 | Délka trasy | Převýšení | Průměrná rychlost | Max. rychlost | Průměrný čas jízdy | Produkce CO₂ |
|------------------------------|--------------------|------------------|--------------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Místo | [km] | [m] | [km/h] | [km/h] | [min] | [g] |
| Sídlo firmy – Pražská třída | 12,1 | 15 | 36 | 58 | 20 | 2 662 |
| 1. místo určení – Pod Strání | | | | | | |
| 2. místo určení – Hradecká | | | | | | |
| Sídlo firmy – Pražská třída | | | | | | |

Zdroj: Autorka

13. Trasa (Tabulka 13) – má tři zastavení pro vyložení a naložení prádla. Všechny tři zastavení se nacházejí v blízkosti firmy. Celková délka trasy je 2,2 km, průměrný čas jízdy jsou 3 minuty, průměrná rychlost je 44 km/h, převýšení 6 metrů a množství vyprodukovaného CO₂ je cca 484 gramů.

Tabulka 13 Parametry trasy 13

| Trasa 13 | Délka trasy | Převýšení | Průměrná rychlost | Max. rychlost | Průměrný čas jízdy | Produkce CO ₂ |
|---------------------------------|-------------|-----------|-------------------|---------------|--------------------|--------------------------|
| Místo | [km] | [m] | [km/h] | [km/h] | [min] | [g] |
| Sídlo firmy – Pražská třída | 2,2 | 6 | 44 | 54 | 3 | 484 |
| 1. místo určení – Pražská třída | | | | | | |
| 2. místo určení – Pražská třída | | | | | | |
| 3. místo určení – Pražská třída | | | | | | |
| Sídlo firmy – Pražská třída | | | | | | |

Zdroj: Autorka

14. Trasa (Tabulka 14) – se dvěma zastaveními, jedním v centru města a druhým v Malšovicích. Celková délka trasy je 10,3 km, průměrný čas jízdy je 17 minut, průměrná rychlost je 36 km/h, převýšení 11 metrů a množství vyprodukovaného CO₂ je cca 2 266 gramů.

Tabulka 14 Parametry trasy 14

| Trasa 14 | Délka trasy | Převýšení | Průměrná rychlost | Max. rychlost | Průměrný čas jízdy | Produkce CO ₂ |
|---|-------------|-----------|-------------------|---------------|--------------------|--------------------------|
| Místo | [km] | [m] | [km/h] | [km/h] | [min] | [g] |
| Sídlo firmy – Pražská třída | 10,3 | 11 | 36 | 58 | 17 | 2 266 |
| 1. místo určení – Československé armády | | | | | | |
| 2. místo určení – Zámostí | | | | | | |
| Sídlo firmy – Pražská třída | | | | | | |

Zdroj: Autorka

15. Trasa (Tabulka 15) – má dvě zastavení v centru města. Celková délka trasy je 7,3 km, průměrný čas jízdy je 14 minuty, průměrná rychlost je 32 km/h, převýšení 7 metrů a množství vyprodukovaného CO₂ je cca 1 606 gramů.

Tabulka 15 Parametry trasy 15

| Trasa 15 | Délka trasy | Převýšení | Průměrná rychlost | Max. rychlost | Průměrný čas jízdy | Produkce CO ₂ |
|-----------------------------|-------------|-----------|-------------------|---------------|--------------------|--------------------------|
| Místo | [km] | [m] | [km/h] | [km/h] | [min] | [g] |
| Sídlo firmy – Pražská třída | 7,3 | 7 | 32 | 50 | 14 | 1 606 |
| 1. místo určení – Letců | | | | | | |
| 2. místo určení – Balbínova | | | | | | |
| Sídlo firmy – Pražská třída | | | | | | |

Zdroj: Autorka

16. Trasa (Tabulka 16) – se dvěma zastaveními nedaleko firmy. Celková délka trasy je 3,7 km, průměrný čas jízdy je 5 minut, průměrná rychlost je 45 km/h, převýšení 12 metrů a množství vyprodukovaného CO₂ je cca 814 gramů.

Tabulka 16 Parametry trasy 16

| Trasa 16 | Délka trasy | Převýšení | Průměrná rychlost | Max. rychlost | Průměrný čas jízdy | Produkce CO₂ |
|---------------------------------|--------------------|------------------|--------------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Místo | [km] | [m] | [km/h] | [km/h] | [min] | [g] |
| Sídlo firmy – Pražská třída | 3,7 | 12 | 45 | 54 | 5 | 814 |
| 1. místo určení – Pražská třída | | | | | | |
| 2. místo určení – Pražská třída | | | | | | |
| Sídlo firmy – Pražská třída | | | | | | |

Zdroj: Autorka

17. Trasa (Tabulka 17) – na této trase jsou dvě zastavení nacházející se v centru města. Celková délka trasy je 3,8 km, průměrný čas jízdy je 7 minut, průměrná rychlost je 33 km/h, převýšení 6 metrů a množství vyprodukovaného CO₂ je cca 836 gramů.

Tabulka 17 Parametry trasy 17

| Trasa 17 | Délka trasy | Převýšení | Průměrná rychlost | Max. rychlost | Průměrný čas jízdy | Produkce CO₂ |
|---|--------------------|------------------|--------------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Místo | [km] | [m] | [km/h] | [km/h] | [min] | [g] |
| Sídlo firmy – Pražská třída | 3,8 | 6 | 33 | 58 | 7 | 836 |
| 1. místo určení – Československé armády | | | | | | |
| 2. místo určení – Československé armády | | | | | | |
| Sídlo firmy – Pražská třída | | | | | | |

Zdroj: Autorka

18. Trasa (Tabulka 18) – má tři zastavení. První se nachází v Třebši, druhé na Moravském Předměstí a třetí v Malšovicích. Celková délka trasy je 14,8 km, průměrný čas jízdy je 23 minut, průměrná rychlost je 38 km/h, převýšení 12 metrů a množství vyprodukovaného CO₂ je cca 3 256 gramů.

Tabulka 18 Parametry trasy 18

| Trasa 18 | Délka trasy | Převýšení | Průměrná rychlost | Max. rychlost | Průměrný čas jízdy | Produkce CO₂ |
|-----------------------------------|--------------------|------------------|--------------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Místo | [km] | [m] | [km/h] | [km/h] | [min] | [g] |
| Sídlo firmy – Pražská třída | 14,8 | 12 | 38 | 64 | 23 | 3 256 |
| 1. místo určení – Machkova | | | | | | |
| 2. místo určení – Milady Horákové | | | | | | |
| 3. místo určení – Zámostí | | | | | | |
| Sídlo firmy – Pražská třída | | | | | | |

Zdroj: Autorka

19. Trasa (Tabulka 19) – se čtyřmi zastaveními v blízkosti firmy KP. Celková délka trasy je 2,4 km, průměrný čas jízdy je 5 minut, průměrná rychlost je 29 km/h, převýšení 4 metry a množství vyprodukovaného CO₂ je cca 528 gramů.

Tabulka 19 Parametry trasy 19

| Trasa 19 | Délka trasy | Převýšení | Průměrná rychlost | Max. rychlost | Průměrný čas jízdy | Produkce CO₂ |
|------------------------------|--------------------|------------------|--------------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Místo | [km] | [m] | [km/h] | [km/h] | [min] | [g] |
| Sídlo firmy – Pražská třída | 2,4 | 4 | 29 | 48 | 5 | 528 |
| 1. místo určení – Foerstrova | | | | | | |
| 2. místo určení – Foerstrova | | | | | | |
| 3. místo určení – Veverkova | | | | | | |
| 4. místo určení – Veverkova | | | | | | |
| Sídlo firmy – Pražská třída | | | | | | |

Zdroj: Autorka

20. Trasa (Tabulka 20) – tato trasa má tři zastavení nedaleko firmy KP. Celková délka trasy je 3,9 km, průměrný čas jízdy je 8 minut, průměrná rychlost je 30 km/h, převýšení 4 metry a množství vyprodukovaného CO₂ je cca 858 gramů.

Tabulka 20 Parametry trasy 20

| Trasa 20 | Délka trasy | Převýšení | Průměrná rychlost | Max. rychlost | Průměrný čas jízdy | Produkce CO₂ |
|------------------------------------|--------------------|------------------|--------------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Místo | [km] | [m] | [km/h] | [km/h] | [min] | [g] |
| Sídlo firmy – Pražská třída | 3,9 | 4 | 30 | 58 | 8 | 858 |
| 1. místo určení – Riegrovo náměstí | | | | | | |
| 2. místo určení – Riegrovo náměstí | | | | | | |
| 3. místo určení – Riegrovo náměstí | | | | | | |
| Sídlo firmy – Pražská třída | | | | | | |

Zdroj: Autorka

V tabulce níže (Tabulka 21) jsou uvedeny zjišťované hodnoty jednotlivých tras svozu a rozvozu uskutečňovaného ve městě Hradec Králové. Celková délka tras 1 až 20 po Hradci

Králové činí 124,7 km, nejvyšší převýšení je 15 metrů, průměrná rychlost byla v průměru 34,8 km/h, maximální rychlost byla 65 km/h, průměrný čas jízdy byl v průměru 11 minut a produkce CO₂ byla 27 434 gramů.

Tabulka 21 Zjišťované hodnoty jednotlivých tras ve městě Hradec Králové

| | Délka trasy | Převýšení | Průměrná rychlost | Max. rychlost | Průměrný čas jízdy | Průměrná spotřeba ve městě | Produkce CO ₂ při spotřebě 9,4 l/100km | Produkce CO ₂ |
|-------|--------------|-----------|-------------------|---------------|--------------------|----------------------------|---|--------------------------|
| Trasa | [km] | [m] | [km/h] | [km/h] | [min] | [l/100km] | [g/km] | [g] |
| 1 | 3,8 | 13 | 45,6 | 55 | 5 | 9,4 | 220 | 836 |
| 2 | 3,8 | 6 | 33 | 51 | 7 | 9,4 | 220 | 836 |
| 3 | 9,9 | 8 | 33 | 65 | 18 | 9,4 | 220 | 2 178 |
| 4 | 8,5 | 7 | 32 | 60 | 16 | 9,4 | 220 | 1 870 |
| 5 | 8,8 | 11 | 33 | 51 | 16 | 9,4 | 220 | 1 936 |
| 6 | 9,3 | 8 | 31 | 53 | 18 | 9,4 | 220 | 2 046 |
| 7 | 1,6 | 5 | 32 | 50 | 3 | 9,4 | 220 | 352 |
| 8 | 4,6 | 13 | 35 | 50 | 8 | 9,4 | 220 | 1 012 |
| 9 | 6,3 | 6 | 32 | 57 | 12 | 9,4 | 220 | 1 386 |
| 10 | 1,1 | 5 | 33 | 38 | 2 | 9,4 | 220 | 242 |
| 11 | 6,5 | 6 | 33 | 55 | 12 | 9,4 | 220 | 1 430 |
| 12 | 12,1 | 15 | 36 | 58 | 20 | 9,4 | 220 | 2 662 |
| 13 | 2,2 | 6 | 44 | 54 | 3 | 9,4 | 220 | 484 |
| 14 | 10,3 | 11 | 36 | 58 | 17 | 9,4 | 220 | 2 266 |
| 15 | 7,3 | 7 | 32 | 50 | 14 | 9,4 | 220 | 1 606 |
| 16 | 3,7 | 12 | 45 | 54 | 5 | 9,4 | 220 | 814 |
| 17 | 3,8 | 6 | 33 | 58 | 7 | 9,4 | 220 | 836 |
| 18 | 14,8 | 12 | 38 | 64 | 23 | 9,4 | 220 | 3 256 |
| 19 | 2,4 | 4 | 29 | 48 | 5 | 9,4 | 220 | 528 |
| 20 | 3,9 | 4 | 30 | 58 | 8 | 9,4 | 220 | 858 |
| | 124,7 | | | | | | | 27 434 |

Zdroj: Autorka

1.2.2 Trasy svozu a rozvozu mimo Hradec Králové

Při svozu a rozvozu mimo město Hradec Králové se měsíčně najede 800 až 900 km. V době sběru dat pro tuto diplomovou práci se obsluhovaly 4 trasy a každá z tras se jezdila jednou týdně. Průměrná délka trasy vedoucí mimo Hradec Králové byla 52 km. Nejdelší trasa vedoucí mimo Hradec Králové měří 64,2 km a nejkratší 42,8 km. Vyobrazení jednotlivých tras na mapě v měřítku 1 : 9 km je v příloze B této práce.

1. Trasa (Tabulka 22) – má dvě zastavení. První zastavení pro vykládku a nakládku prádla se nachází v Pardubicích a druhé ve Starém Hradišti. Celková délka trasy

je 48,9 km, průměrný čas jízdy je 46 minut, průměrná rychlost je 64 km/h, převýšení 26 metrů a množství vyprodukovaného CO₂ je cca 6 992,7 gramů.

Tabulka 22 Parametry trasy mimo Hradec Králové 1

| Trasa 1 | Délka trasy | Převýšení | Průměrná rychlost | Max. rychlost | Průměrný čas jízdy | Produkce CO ₂ |
|---|-------------|-----------|-------------------|---------------|--------------------|--------------------------|
| Místo | [km] | [m] | [km/h] | [km/h] | [min] | [g] |
| Sídlo firmy – Pražská třída | 48,9 | 26 | 64 | 117 | 46 | 6 992,7 |
| 1. místo určení – Pardubice, Rokycanova | | | | | | |
| 2. místo určení – Staré Hradiště | | | | | | |
| Sídlo firmy – Pražská třída | | | | | | |

Zdroj: Autorka

- Trasa (Tabulka 23) – se třemi zastaveními. První zastavení pro vykládku a nakládku prádla se nachází v Jaroměři, další dvě ve Smiřicích. Celková délka trasy je 42,8 km, průměrný čas jízdy je 44 minut, průměrná rychlost je 75 km/h, převýšení 41 metrů a množství vyprodukovaného CO₂ je cca 6 120,4 gramů.

Tabulka 23 Parametry trasy mimo Hradec Králové 2

| Trasa 2 | Délka trasy | Převýšení | Průměrná rychlost | Max. rychlost | Průměrný čas jízdy | Produkce CO ₂ |
|---|-------------|-----------|-------------------|---------------|--------------------|--------------------------|
| Místo | [km] | [m] | [km/h] | [km/h] | [min] | [g] |
| Sídlo firmy – Pražská třída | 42,8 | 41 | 75 | 110 | 44 | 6 120,4 |
| 1. místo určení – Jaroměř, Zdeňka Němečka | | | | | | |
| 2. místo určení – Smiřice, Palackého | | | | | | |
| 3. místo určení – Smiřice, Palackého | | | | | | |
| Sídlo firmy – Pražská třída | | | | | | |

Zdroj: Autorka

- Trasa (Tabulka 24) – má čtyři zastavení, všechny tyto zastavení jsou ve městě Pardubice. Celková délka trasy je 64,2 km, průměrný čas jízdy je 60 minut, průměrná rychlost je 65 km/h, převýšení 24 metrů a množství vyprodukovaného CO₂ je cca 9 180,6 gramů.

Tabulka 24 Parametry trasy mimo Hradec Králové 3

| Trasa 3 | Délka trasy | Převýšení | Průměrná rychlost | Max. rychlost | Průměrný čas jízdy | Produkce CO₂ |
|--|--------------------|------------------|--------------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Místo | [km] | [m] | [km/h] | [km/h] | [min] | [g] |
| Sídlo firmy – Pražská třída | 64,2 | 24 | 65 | 119 | 60 | 9 180,6 |
| 1. místo určení – Pardubice, Jana Zajíce | | | | | | |
| 2. místo určení – Pardubice, Palackého třída | | | | | | |
| 3. místo určení – Pardubice, Rokycanova | | | | | | |
| 4. místo určení – Pardubice, Dražkovická | | | | | | |
| Sídlo firmy – Pražská třída | | | | | | |

Zdroj: Autorka

4. Trasa (Tabulka 25) – se čtyřmi zastaveními v Hořicích. Celková délka trasy je 52,1 km, průměrný čas jízdy je 54 minut, průměrná rychlost je 58 km/h, převýšení 81 metrů a množství vyprodukovaného CO₂ je cca 7 450,3 gramů.

Tabulka 25 Parametry trasy mimo Hradec Králové 4

| Trasa 4 | Délka trasy | Převýšení | Průměrná rychlost | Max. rychlost | Průměrný čas jízdy | Produkce CO₂ |
|--------------------------------------|--------------------|------------------|--------------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Místo | [km] | [m] | [km/h] | [km/h] | [min] | [g] |
| Sídlo firmy – Pražská třída | 52,1 | 81 | 58 | 114 | 54 | 7 450,3 |
| 1. místo určení – Hořice, Husova | | | | | | |
| 2. místo určení – Hořice, Husova | | | | | | |
| 3. místo určení – Hořice, Škroupova | | | | | | |
| 4. místo určení – Dobrá Voda u Hořic | | | | | | |
| Sídlo firmy – Pražská třída | | | | | | |

Zdroj: Autorka

V tabulce (Tabulka 26) níže jsou uvedeny zjišťované hodnoty jednotlivých tras svozu a rozvozu uskutečňovaného mimo město Hradec Králové. Celková délka tras 1 až 4 mimo Hradec Králové činí 208 km, nejvyšší převýšení je 81 metrů, průměrná rychlost byla v průměru 65,5 km/h, maximální rychlost byla 119 km/h, průměrný čas jízdy byl v průměru 51 minut a produkce CO₂ byla 29 744 gramů.

Tabulka 26 Zjišťované hodnoty jednotlivých tras mimo město Hradec Králové

| | Délka trasy | Převýšení | Průměrná rychlost | Max. rychlost | Průměrný čas jízdy | Průměrná spotřeba mimo město | Produkce CO ₂ při spotřebě 6,1 l/100km | Produkce CO ₂ |
|-------|-------------|-----------|-------------------|---------------|--------------------|------------------------------|---|--------------------------|
| Trasa | [km] | [m] | [km/h] | [km/h] | [min] | [l/100km] | [g/km] | [g] |
| 1 | 48,9 | 26 | 64 | 117 | 46 | 6,1 | 143 | 6 992,7 |
| 2 | 42,8 | 41 | 75 | 110 | 44 | 6,1 | 143 | 6 120,4 |
| 3 | 64,2 | 24 | 65 | 119 | 60 | 6,1 | 143 | 9 180,6 |
| 4 | 52,1 | 81 | 58 | 114 | 54 | 6,1 | 143 | 7 450,3 |
| | 208 | | | | | | | 29 744 |

Zdroj: Autorka

1.3 Analýza současného vozidla sloužícího ke svozu a rozvozu ve firmě KP

Pro svoz a rozvoz prádla ve firmě KP slouží nyní automobil Ford Tourneo Courier (Obrázek 2). Jedná se o automobil vyrobený v roce 2016, který vychází z modelové řady 2014. Automobil má benzínový motor o objemu 1 l, s výkonem 74 KW a pětistupňovou manuální převodovku. Maximální rychlost automobilu je uváděna 173 km/h. Průměrná spotřeba je uváděna pro město 6,1 – 6,8 l/100km, mimo město 4,6 – 4,7 l/100km a kombinovaná 5,1 – 5,4 l/100km. Reálná spotřeba je však znatelně vyšší pro město 8,5 – 9,4 l/100km, mimo město 6,1 – 7,5 l/100km a kombinovaná spotřeba 7,7 l/100km. Dojezd 700 – 900 km. Délka vozidla je 4 157 mm, šířka 1 976 mm, výška 1 726 mm a jeho hmotnost je 1 260 kg. Rozměry nákladového prostoru – maximální šířka nákladového prostoru je 1 030 mm, maximální výška 1 180 mm, maximální délka 780 mm, se sklopenými zadními sedadly 1 100 mm, objem zavazadlového prostoru 708 l, se sklopenými zadními sedadly 1 656 l (Obrázek 3). Vozidlo spadá do emisní normy Euro 6. Pro lepší přehlednost, jsou údaje o vozidle potřebné pro porovnání v další části této práce uvedeny v tabulce 27.



Zdroj: Autorka

Obrázek 2 Vozidlo sloužící pro svoz a rozvoz ve firmě KP



Zdroj: Autorka

Obrázek 3 Rozměry nákladového prostoru Ford Tourneo Courier

Tabulka 27 Parametry vozidla sloužícího pro svoz a rozvoz ve firmě KP

| Parametry vozidla | Hodnota | Jednotky |
|----------------------------|-----------|-----------|
| Výkon | 74 | [KW] |
| Maximální rychlost | 173 | [km/h] |
| Spotřeba město | 6,1 - 6,8 | [l/100km] |
| Spotřeba mimo město | 4,6 - 4,7 | [l/100km] |
| Kombinovaná spotřeba | 5,1 - 5,4 | [l/100km] |
| Dojezd | až 900 | [km] |
| Šířka nákladového prostoru | 1 030 | [mm] |
| Délka nákladového prostoru | 1 100 | [mm] |
| Výška nákladového prostoru | 1 180 | [mm] |
| Objem nákladového prostoru | 1 656 | [l] |

Zdroj: Autorka

2 ELEKTROMOBILITA

Elektromobilita je komplexní řešení provozu dopravních prostředků s elektrickým pohonem. Její součástí je i řešení dobíjení dopravních prostředků skrze elektrickou síť. K dobíjení lze pořídit speciální domácí stanici (wallbox) a jednoduše tak dobíjet přímo doma ze zásuvky, nebo lze využít veřejné dobíjecí stanice a body, kterých v České republice stále přibývá. Ke dni 30.9.2023 bylo v České republice evidováno 4 313 dobíjecích bodů a 2 313 dobíjecích stanic. Pod pojem elektromobilita patří nejen provoz elektromobilů, ale také provoz hromadných dopravních prostředků s elektrickým pohonem, elektrokol, elektrokoloběžek, nákladních elektrokol, nákladních elektrických tříkolek, elektrických skútrů a elektrických motorek. (2)(3)

Téma elektromobility je v posledních letech ve světě doslova fenoménem. Hlavním důvodem pro zavádění elektromobility do dopravy je snaha o snížení uhlíkové stopy. V České republice vyprodukuje ročně osobní automobilová doprava 11,18 mil. tun CO₂ a nákladní automobilová doprava a autobusová doprava 7,35 mil. tun CO₂. Ačkoli nelze říci, že elektromobily jsou stoprocentně ekologické, což je zapříčiněno především jejich výrobou, která je zatížena větším množstvím vyprodukovaného CO₂, než které vzniká při výrobě automobilů na spalovací motory a také množstvím CO₂, které vzniká při výrobě elektrické energie, jež slouží pro dobíjení elektromobilů. Samotný elektromobil je již zcela bezemisní a při jízdě neprodukuje žádný CO₂, což je výhodou zvláště při jízdě ve městě. Další výhodou elektromobilu je jeho tichý provoz, skvělá akcelerace a eko jízda (plynulejší provoz zajistí, delší výdrž baterie). (4)

Dalším velkým trendem posledních roků v elektromobilitě jsou nákladní elektrokola. Zvláště v západní Evropě především pak v Německých zemích jsou velice rozšířena, v roce 2023 bylo v Německu prodáno více než 200 000 kusů nákladních elektrokol. Nákladní elektrokola a nákladní elektrické tříkolky nahradily již řadu vozidel se spalovacími motory sloužícími pro různé druhy rozvozu. Mezi prvními firmami, které začaly tyto kola používat byly kurýrní služby. Nyní již slouží k rozvozům širokého spektra služeb, od pojízdných kaváren a cukráren, přes rozvozy jídel, květin, po svozy odpadů. (5)

2.1 Elektromobilita v České republice a její podpora

V České republice takový boom elektromobility, jako v jiných zemích Evropské unie zatím nenastal. K 30. září 2023 bylo v České republice registrováno 20 323 osobních bateriových elektrických vozidel, oproti tomu v Německu bylo k prosinci

roku 2022 registrovaných přes milion elektromobilů. O podporu elektromobility se snaží zákonodárci jednotlivých zemí a nabízejí pro uživatele elektromobilů jak mnoho výhod a bonusů, tak i dotace na jejich pořízení a infrastrukturu. V některých zemích jsou dotace vyhrazeny pouze pro podnikatele a firmy, ale jsou či byly země, kde dotace mohou čerpat i fyzické osoby. Největší dotaci v roce 2023 na pořízení elektromobilu nabízelo Nizozemsko, dotovaná částka na pořízení elektromobilu byla 14 383 eur (338 300 Kč). (6)

Pro rok 2024 je v České republice vypsán dotační program pouze pro právnické osoby a podnikající fyzické osoby. Ministerstvo průmyslu a obchodu připravilo 1,65 miliardy korun na podporu nákupu elektromobilů a 300 milionů korun na pořízení a výstavbu dobíjecích stanic. Finanční příspěvek je určen pro osobní a nákladní automobily na elektrický a vodíkový pohon. U osobních automobilů může dotace dosahovat až 200 000,- Kč a u nákladních či vodíkových vozů až 300 000,- Kč. Na pořízení infrastruktury jsou připraveny příspěvky od 50 000,- Kč do 150 000,-Kč dle výkonnosti pořizované dobíjecí stanice. (7)

Kromě již výše zmíněných dotací se snaží zákonodárci o pozitivní motivaci k pořízení elektromobilu i formou bonusů. Mezi ně patří osvobození vozidla od EKO daně, silniční daně a dálniční známky a také parkování zdarma na určitých parkovištích. Mezi další výhody, které se pro uživatele elektromobilů teprve chystají je možnost využívání pruhů pro MHD a taxi, nebo vjezd do center měst, které má být v budoucnu pro vozidla se spalovacími motory zakázané. (8)

2.2 Elektromobilita – dopravní prostředky

První elektromobil byl postavený již v roce 1835, jednalo se spíše o model, protože neměl nabíjecí baterie, ale i tak je považován za první elektromobil na světě. V roce 1895 byl postavený první elektromobil také na území České republiky. Ke konci 19. století jezdilo v USA více elektromobilů než vozů se spalovacím motorem, to se změnilo v roce 1908, kdy přišel na trh Ford s modelem T, který vytlačil elektromobily i jejich vývoj z výroby. Další zájem o elektromobil přinesla ropná krize kolem roku 1965, ale největší rozmach elektromobility přinesla až dnešní doba. V současné době jsou na trhu desítky elektromobilů, největší výběr je z osobních automobilů, na trhu jsou však i plně elektrické dodávkové automobily, nákladní elektrické automobily a elektrické autobusy. Elektromobilita se dostala již do všech druhů dopravy, a tak lze pořídit i elektrickou motorku, čtyřkolku, nebo loď. V roce 2023 vyplul poprvé i elektrický trajekt a o rok dříve ve fázi testování vzlétlo první elektrické letadlo. Mezi další dopravní prostředky s elektrickým pohonem patří elektrokola (osobní i nákladní), elektrické tříkolky a elektrokoloběžky. (9)

Tato práce se zaměří zvláště na dopravní prostředky s elektrickým pohonem, které by byly vhodné pro rozvoz ve firmě KP, tedy na osobní elektromobil, nákladní elektrokolo a nákladní elektrickou tříkolku.

2.3 Elektromobil

Osobní elektrické automobily můžeme rozdělit do tří skupin dle jejich konstrukce plně elektrické BEV, s palivovými články FCEV a hybridní HEV. Níže budou uvedeny jejich charakteristiky, výhody a nevýhody.

2.3.1 Elektromobil na baterie – BEV (Battery Electric Vehicles)

Battery Electric Vehicles znamená v překladu bateriové elektrické vozidlo, jedná se tedy o plně elektrické vozidlo, které nemá žádný spalovací motor a nepotřebuje tak pro svou jízdu žádná fosilní paliva. Motor je poháněn elektrickou energií, kterou bere vozidlo z baterie o kapacitě nejčastěji 40–100 kWh a je tedy potřeba pravidelné dobíjení baterie. Jedná se o vozidlo, jehož jízda je zcela bez emisí. Díky jeho konstrukci odpadají u tohoto typu elektromobilu náklady na většinu kapalin a starost o rozvody. Jeho nevýhodou je kratší dojezdová vzdálenost, která činí obvykle kolem 300–500 km. (10,11)

2.3.2 Elektromobil s palivovými články – FCEV (Fuel Cell Electric Vehicles)

Fuel Cell Electric Vehicles v překladu elektrické vozidlo s palivovými články. Tento typ elektromobilu nemá také žádný spalovací motor, je poháněn pouze elektromotorem stejně jako je tomu u elektromobilu BEV. Rozdíl je však ve výrobě elektřiny potřebné pro pohon vozidla. Ta se v tomto případě vyrábí ve vodíkových palivových člancích, které dokážou generovat elektřinu reakcí vodíku a vzdušného kyslíku. Jízda tohoto vozidla je tak také zcela bezemisí. Jejich výhodou oproti BEV je rychlé doplnění paliva a delší dojezd, který je pro tento typ elektromobilu udáván mezi 500–700 km. Jeho nevýhody jsou složité a drahé palivové články, velké a drahé vysokotlaké nádrže na vodík a omezená čerpací infrastruktura. (10,12)

2.3.3 Elektromobil hybridní– HEV (Hybrid Electric Vehicles)

Tento typ elektromobilu se dále dělí dle úrovně hybridizace a provozních vlastností mezi spalovacím motorem a elektromotorem. Dělení hybridních vozidel dle uspořádání hnacího ústrojí – sériové, paralelní a kombinované. Dělení dle hybridizace – micro hybrid, mild hybrid, full hybrid a plug-in hybrid. (11)

Sériový hybrid – spalovací motor a elektromotor jsou zapojeny za sebou. Spalovací motor zde neslouží k pohonu vozidla, ale pouze jako generátor elektrické energie pro elektromotor, či akumulátor. Výhodou je jednoduchost systému (není potřeba klasická převodovka) a efektivní chod spalovacího motoru při nižších rychlostech, což se docení především v městském provozu. Nevýhodou je vyšší hmotnost vozidla a jeho cena. (11,14)

Paralelní hybrid – spalovací motor a elektromotor jsou zapojeny vedle sebe a jsou propojeny převodovkou. Jedná se o nejčastěji používané uspořádání hybridu. Elektromotor i generátor tvoří jednu jednotku. Během zpomalování nebo brzdění funguje elektromotor jako generátor, který dobíjí baterii přes výkonný měnič. Vzhledem k tomu že motor i elektromotor jsou připojeny ke stejnému hnacímu hřídeli, lze baterii nabíjet motorem prostřednictvím elektromotoru při nízké zátěži vozidla. Výhodou vozidla je servisní nenáročnost a vynikající účinnost, oproti sériovému zapojení je efektivnější při vyšších rychlostech. Nevýhodou je, že hlavním pohonem je spalovací motor, a tak spotřeba není o tolik nižší než u klasického vozidla. (11,14)

Kombinovaný hybrid – je kombinací zapojení sériového a paralelního pohonu. Vůz může být poháněn spalovacím motorem, elektromotorem, nebo jejich kombinací. Podle zvoleného jízdního režimu přepíná mezi sériovým a paralelním systémem a kombinuje tak výhody obou hybridů. Jeho nevýhodou je složitost systému a z důvodu nutnosti specifické převodovky, bývá i nejdražší variantou. (14)

Micro hybrid – toto označení se používá spíše pro marketingové účely, po technické stránce se jedná o klasický sériový automobil, který je vybaven silnějším startérem a umožňuje tak fungování systému start/stop, který šetří palivo prostřednictvím vypínání motoru například při zastavení na červenou a tím snižuje množství CO₂, které by jinak bylo produkováno do ovzduší.

Mild hybrid – tento typ hybridu je vybaven jak spalovacím motorem, tak elektromotorem. Elektromotor zde slouží však pouze k pomáhání spalovacímu motoru například při rozjezdech, nebo zrychlování.

Full hybrid – v překladu plně hybridní vůz, tento typ umožňuje jízdu čistě na elektrickou energii, nebo může kombinovat spalovací a elektrický motor. Trakční baterie se dobíjí pouze rekuperací při brzdění, nebo spalovacím motorem.

Plug-in hybrid – je v technickém základu full hybrid, který je doplněný o další techniku. Tento typ vozu lze nabíjet také ze zásuvky či z dobíjecí stanice. Jeho čistě elektrický dojezd může dosahovat až 50 km, bez nutnosti nastartovat spalovací motor, což je výhodou zvláště ve městech. Z výše zmíněných hybridů má tento nejnižší produkci emisí CO₂. (13,14)

Po seznámení se s jednotlivými druhy elektromobilů BEV, FCEV, HEV byl pro tuto práci pro rozvoz ve firmě KP vybrán elektromobil BEV – tedy plně elektrické vozidlo, jeho nevýhoda kratšího dojezdu v tomto případě nevádí, rozvoz se z větší části uskutečňuje po městě a denní nájezd vozidla nepřesahuje 300 km. Velké plus je zcela bezemisní jízda vozidla a opatření vozidla pouze elektrickým motorem, čímž odpadají náklady na fosilní paliva a další kapaliny, potřebné pro správné fungování spalovacích motorů. Dále v práci bude provedeno porovnání elektromobilů Renault Kangoo Van E-tech (Obrázek 4) a Nissan Townstar Ev Van (Obrázek 5).



Zdroj: (19)
Obrázek 4 Renault Kangoo Van E-tech



Zdroj: (20)
Obrázek 5 Nissan Townstar Ev Van

2.4 Nákladní elektrokola

Nákladní elektrokola neboli cargobike či cargokolo, jak jsou často označována, jsou kola jejichž konstrukce jsou speciálně přizpůsobeny pro transport nákladu. Dle druhu a velikosti nákladu, který má být prostřednictvím těchto kol transportován se využívá dvou, tří nebo čtyř kolových cargokol a přívěsných vozíků, nebo vozíků, které jsou součástí konstrukce cargokola. V současné době existuje nespočet typů cargokol od menších s jednoduchým úložným prostorem pro přepravu malých balíčků, přes cargokola se skříňovými úložnými prostory, po cargokola, které uvezou až 2 euro palety. V nabídce jsou také cargokola s chladicími boxy, nebo nákladní kola pro přepravu až 6 dětí.

Při výběru nákladního elektrokola je důležitá znalost terénu a nákladu, který má být přepravován. Pro správné určení vhodného typu nákladního elektrokola je nutná podrobná analýza tras, které bude denně obsluhovat, zmapování náročnosti terénu, v kterém se bude kolo pohybovat a určení délek jednotlivých tras. Dále je potřebné znát velikosti a hmotnosti nákladů, které mají být přepravovány. Po vyhodnocení výše uvedených požadavků, lze správně stanovit jaká má být kapacita baterie a výkon motoru, jaká má být konstrukce nákladního elektrokola a zda k rozvozu postačí samotné nákladní elektrokolo, nebo bude potřebné rozšířit ho o přípojný vozík (ten může být v případě potřeby vybaven i dalším elektromotorem).

Mezi výhody tohoto typu dopravního prostředku patří levnější provoz, nižší náklady na pořízení oproti elektromobilu, možnost využití cyklistické infrastruktury (pokud není vybaven elektromotorem silnějším než 250 W a není motorem čistě poháněn), rychlejší přeprava zboží v hustém provozu, snazší parkování a nulové emise. Nevýhodou je využívání v nepříznivém počasí. (15,16)

Pro tuto práci byly vybrány dva modely nákladního elektrokola. Prvním modelem je Urban Arrow Cargo XL 2021 Alu Box (Obrázek 6) a druhým je Professional Dolly Cargo (Obrázek 7). Dále v práci budou tyto dvě nákladní elektrokola porovnána a pro svoz a rozvoz bude navrženo, to, které svými parametry více odpovídá požadavkům daným pro vozidlo svozu a rozvozu ve firmě KP.



Zdroj: (21)
Obrázek 6 Urban Arrow Cargo XL 2021 Alu Box



Zdroj: (22)
Obrázek 7 Professional Dolly Cargo

2.5 Nákladní elektrické tříkolky

Nákladní elektrické tříkolky nejsou zatím tak rozšířené jako nákladní elektrická kola, ale v některých městech se již pro rozvoz používají. Například na chorvatských ostrovech slouží tato vozidla k rozvozu zásilek a ke svozu odpadu v malých městech s úzkými uličkami. Jejich výhodou oproti nákladním elektrokolům je jejich plně elektrický pohon, vyšší rychlost,

kteřá může být až 45 km/h a konstrukce kde je na výběr i z plně uzavřené varianty, ve které lze v nepříznivém počasí využít topení pro větší komfort řidiče. Další výhodou je možnost výběru ze sklápěcí korby či bočnic pro snazší vykládku a nakládku. Nevýhodou je omezený výběr – na trhu je zatím pouze několik variant tohoto typu vozidla. (17)

V následující kapitole budou porovnány dvě nákladní elektrické tříkolky, Cargo TJ150 45 Ah e-Tříkolka (Obrázek 8) a Leramotors Cargo G5 2000 W (Obrázek 9). Následně bude vybrána ta, která bude lépe splňovat parametry dané pro vozidlo určené ke svozu a rozvozu prádla ve firmě KP.



Zdroj: (23)
Obrázek 8 Cargo TJ150 45 Ah e-Tříkolka



Zdroj: (24)
Obrázek 9 Leramotors Cargo G5 2000W

3 ANALÝZA JEDNOTLIVÝCH DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ S ELEKTRICKÝM POHONEM

3.1 Analýza a porovnání elektromobilů BEV

Pro tuto práci byly vybrány dva elektromobily Renault Kangoo Van E-tech a Nissan Townstar Ev Van. V obou případech se jedná o plně elektrická vozidla, jejich provoz je tak zcela bezemisní.

Renault Kangoo Van E-tech (varianta L1, extra)

Toto vozidlo má elektromotor o výkonu 90 kW, největší lithium-iontovou baterii o kapacitě 45 kWh, kterou má uloženou pod podlahou vozidla, čímž vzniká dostatečný nákladní prostor pro přepravu zásilek. Jeho maximální dojezd je uváděn až 300 km, maximální rychlost 135 km/h, kombinovaná spotřeba 18,6 kWh/100km. Objem nákladového prostoru je 3 300 litrů. Délka nákladového prostoru je 1 810 mm, šířka 1 517 mm a výška 1 215 mm (Obrázek 10). Pořizovací cena tohoto vozidla činí v základní výbavě 831 000 Kč bez DPH. V tabulce 28 jsou uvedeny parametry důležité pro následující porovnání vozidel. (25)



Zdroj: (25)

Obrázek 10 Rozměry nákladového prostoru Renault Kangoo Van E-tech

Tabulka 28 Technické údaje vozidla Renault Kangoo Van E-tech

| Technické údaje | Hodnota | Jednotky |
|-------------------------|---------|-------------|
| Výkon | 90 | [kW] |
| Maximální rychlost | 135 | [km/h] |
| Kombinovaná spotřeba | 18,6 | [kWh/100km] |
| Dojezd | 300 | [km] |
| Šířka úložného prostoru | 1 517 | [mm] |
| Délka úložného prostoru | 1 810 | [mm] |
| Výška úložného prostoru | 1 215 | [mm] |
| Objem úložného prostoru | 3 300 | [l] |

Zdroj: Autorka

Při nabíjení tohoto elektromobilu je na výběr ze šesti variant nabíjení. U domácího nabíjení má uživatel na výběr ze tří možností, první je využití domácí zásuvky 2,3 kW, kde je doba nabíjení uváděna 23 hodin. Další možností domácího nabíjení je použití zabezpečené zásuvky Green'up 3,7 kW, u které se doba nabíjení zkracuje na 13 hodin a 6 minut, další možností je vybudování vlastního Wallboxu 7,4 kW, díky kterému se doba nabíjení zkrátí na 6 hodin a 18 minut. U veřejného nabíjení je na výběr ze tří možností, při použití nabíjecí stanice 11 kW je vozidlo nabité za 3 hodiny a 42 minut, v případě nabíjecí stanice 22 kW se sníží čas nabití na 1 hodinu a 30 minut, pokud je k nabití vozidla použita rychlonabíječka DC 82 kW, je čas nabití 37 minut (Tabulka 29). (25)

Tabulka 29 Možnosti nabíjení vozidla Renault Kangoo Van E-tech

| Druh nabíjecí stanice | Čas nabíjení |
|----------------------------|--------------|
| | hod |
| Domácí zásuvka 2,3 kW | 23 |
| Zabezpečená zásuvka 3,7 kW | 13,1 |
| Wallbox 7,4 kW | 6,3 |
| Nabíjecí stanice 11 kW | 3,7 |
| Nabíjecí stanice 22 kW | 1,5 |
| Rychlonabíjení DC 80 kW | 0,6 |

Zdroj: Autorka

Cena za 1 kWh při nabíjení elektromobilu závisí na druhu zvolené nabíjecí stanice. V případě domácího nabíjení se cena za 1 kWh pohybovala v lednu 2024 kolem 5 až 10 Kč, dle tarifu konkrétní domácnosti či firmy. Při zvolení veřejné nabíjecí stanice byla cena vyšší. Pro nabíjecí stanice 11 kW se v lednu 2024 pohybovala mezi 8 až 10 Kč, u nabíjecí stanice 22 kW to bylo již 11 až 15 Kč a u rychlonabíjecí stanice byla cena 13 až 20 Kč za 1 kWh. Tyto ceny byly u nabíjecích stanic společností ČEZ, PRE a E.ON, nižší sazby na 1 kWh byly nabízeny registrovaným uživatelům, vyšší sazby byly pro neregistrované uživatele (Tabulka 30). (26)

Tabulka 30 Ceny nabíjení vozidla Renault Kangoo Van E-tech

| Druh nabíjecí stanice | Cena | Spotřeba | Průměrná cena | Průměrné náklady na ujetí 100 km |
|----------------------------|---------------------|-------------|---------------------|----------------------------------|
| | [Kč bez DPH za kWh] | [kWh/100km] | [Kč bez DPH za kWh] | [Kč bez DPH] |
| Domácí zásuvka 2,3 kW | 5 až 10 | 18,6 | 7,5 | 139,5 |
| Zabezpečená zásuvka 3,7 kW | 5 až 10 | 18,6 | 7,5 | 139,5 |
| Wallbox 7,4 kW | 5 až 10 | 18,6 | 7,5 | 139,5 |
| Nabíjecí stanice 11 kW | 8 až 10 | 18,6 | 9 | 167,4 |
| Nabíjecí stanice 22 kW | 11 až 15 | 18,6 | 13 | 241,8 |
| Rychlonabíjení DC 80 kW | 13 až 20 | 18,6 | 16,5 | 306,9 |

Zdroj: Autorka

Pro vybudování domácí dobíjecí stanice wallbox 7,4 kW je nutné pořízení nabíjecí stanice EVlink Pro 22kW, která stojí 32 223 Kč a nabíjecího kabelu pro Wallbox, který stojí 8 526 Kč. Cena za pořízení wallboxu a nabíjecího kabelu je celkem 40 479 Kč. Cena je uvedena bez DPH a bez montáže (Tabulka 31). (25)

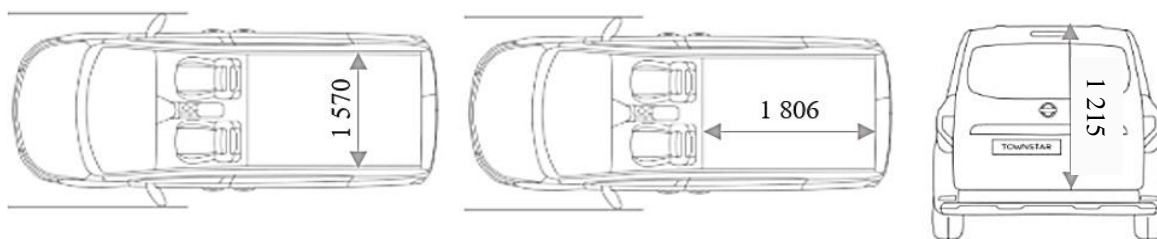
Tabulka 31 Cena za vybudování nabíjecí stanice pro vozidlo Renault Kangoo Van E-tech

| Náklady na vybudování wallboxu | Cena |
|----------------------------------|---------------|
| | [Kč bez DPH] |
| Nabíjecí stanice EVlink Pro 22kW | 32 223 |
| Nabíjecí kabel pro Wallbox | 8 256 |
| Celkem | 40 479 |

Zdroj: Autorka

Nissan Townstar Ev Van (varianta L1)

Nissan Townstar Ev Van má motor o výkonu 90 Kw a Lithium-iontovou baterii o kapacitě 45 kWh. Maximální dojezd tohoto vozidla je uváděn 301 km, maximální rychlost 132 km/h, kombinovaná spotřeba 19 kWh/100 km. Objem úložného prostoru je 3 300 litrů. Délka nákladového prostoru je 1 806 mm, šířka 1 570 mm a výška 1 215 mm (Obrázek 11). Pořizovací cena tohoto vozidla činí v základní výbavě 756 800 Kč bez DPH. V tabulce 32 jsou uvedeny parametry důležité pro následující porovnání vozidel. (27)



Zdroj: (27)

Obrázek 11 Rozměry nákladového prostoru Nissan Townstar Ev Van

Tabulka 32 Technické údaje vozidla Nissan Townstar Ev Van

| Parametry | Hodnota | Jednotky |
|----------------------------|---------|--------------|
| Výkon | 90 | [kW] |
| Maximální rychlost | 132 | [km/h] |
| Kombinovaná spotřeba | 19 | [kWh/100 km] |
| Dojezd | 301 | [km] |
| Šířka nákladového prostoru | 1 570 | [mm] |
| Délka nákladového prostoru | 1 806 | [mm] |
| Výška nákladového prostoru | 1 215 | [mm] |
| Objem nákladového prostoru | 3 300 | [l] |

Zdroj: Autorka

Možností, jak toto vozidlo nabíjet je pět. Při domácím nabíjení má uživatel na výběr ze dvou možností, první je využití domácí zásuvky 2,3 kW s kabelem mode 2, kde je doba nabíjení uváděna 22 hodin a 30 minut. Další možností domácího nabíjení je vybudování vlastního Wallboxu 7,3 kW s kabelem mode 3, díky kterému se doba nabíjení zkrátí na 7 hodin. U veřejného nabíjení je na výběr ze tří možností, při použití nabíjecí stanice AC 11 kW s kabelem mode 3 je vozidlo nabitě za 2 hodiny a 40 minut, v případě nabíjecí stanice AC 22 kW s kabelem mode 3 se sníží čas nabití na 1 hodinu a 30 minut, pokud je k nabití vozidla použita rychlonabíječka DC s integrovaným kabelem, je čas nabití 37 minut (Tabulka 33). (27)

Tabulka 33 Možnosti nabíjení vozidla Nissan Townstar Ev Van

| Druh nabíjecí stanice | Čas nabíjení |
|-------------------------|--------------|
| | hod |
| Domácí zásuvka 2,3 kW | 22,5 |
| Wallbox 7,3 kW | 7 |
| Nabíjecí stanice 11 kW | 2,6 |
| Nabíjecí stanice 22 kW | 1,5 |
| Rychlonabíjení DC 80 kW | 0,6 |

Zdroj: Autorka

Ceny za 1 kWh při nabíjení elektromobilu, jsou použity stejné jako v předchozím případě. V tabulce níže (Tabulka 34) jsou uvedeny údaje o ceně nabíjení vozidla Nissan Townstar. (26)

Tabulka 34 Ceny nabíjení vozidla Nissan Townstar Ev Van

| Druh nabíjecí stanice | Cena | Spotřeba | Průměrná cena | Průměrné náklady na ujetí 100 km |
|-------------------------|---------------------|-------------|---------------------|----------------------------------|
| | [Kč bez DPH za kWh] | [kWh/100km] | [Kč bez DPH za kWh] | [Kč bez DPH] |
| Domácí zásuvka 2,3 kW | 5 až 10 | 19 | 7,5 | 142,5 |
| Wallbox 7,3 kW | 5 až 10 | 19 | 7,5 | 142,5 |
| Nabíjecí stanice 11 kW | 8 až 10 | 19 | 9 | 171 |
| Nabíjecí stanice 22 kW | 11 až 15 | 19 | 13 | 247 |
| Rychlonabíjení DC 80 kW | 13 až 20 | 19 | 16,5 | 313,5 |

Zdroj: Autorka

Vybudování domácí nabíjecí stanice pro Nissan Townstar Ev Van vychází na 34 256 Kč bez DPH. V ceně je zahrnuta nabíjecí stanice EVECUBE B+ 22kW za 28 099 Kč a nabíjecí kabel pro Wallbox za 6 157 Kč (Tabulka 35). (28)

Tabulka 35 Cena za vybudování nabíjecí stanice pro vozidlo Nissan Townstar Ev Van

| Náklady na vybudování wallboxu | Cena |
|--------------------------------|---------------|
| | [Kč bez DPH] |
| Nabíjecí stanice EVECUBE 22kW | 28 099 |
| Nabíjecí kabel pro Wallbox | 6 157 |
| Celkem | 34 256 |

Zdroj: Autorka

Porovnání vozidla Renault Kangoo Van E-tech s Nissan Townstar Ev Van

Obě vozidla mají stejný výkon motoru 90 kW a lithium-iontovou baterii o kapacitě 45 kWh. Celkový objem nákladového prostoru je u obou vozidel 3 300 litrů a výška nákladového prostoru je 1 215 mm. Nepatrně si liší rozměry šířky a délky nákladového prostoru. Maximální dojezd je u vozidla Renault Kangoo Van E-tech uváděn 300 km, zatímco u vozidla Nissan Townstar Ev Van je 301 km, tento rozdíl však lze zanedbat. Více rozdílné hodnoty jsou v časech, které jsou potřebné k nabití elektromobilu. Při domácím nabíjení, je o 30 minut dříve nabitě vozidlo Nissan. Při použití domácího Wallboxu je o 42 minut dříve nabitě vozidlo Renault. U veřejné nabíjecí stanice 11 kW je rychleji nabitě vozidlo Nissan a to o 1 hodinu a 6 minut. Při použití veřejné rychlonabíjecí stanice a stanice 22 kW je doba dobíjení u obou vozidel stejná. Průměrné náklady na ujetí 100 km jsou nejvíce rozdílné při použití rychlonabíjecí stanice, kde rozdíl činí 6,6 Kč. Největší rozdíl vozidel je tak v jejich pořizovací ceně a nákladech na vybudování domácí dobíjecí stanice. U vozidla Nissan jsou tyto náklady 791 056 Kč bez DPH, zatímco u vozidla Renault jsou tyto náklady 871 479 Kč bez DPH. Rozdíl v pořizovací ceně tak činí 80 423 Kč bez DPH. V tabulce 36 jsou uvedeny parametry obou vozidel a zeleně jsou zvýrazněny ty hodnoty, které má dané vozidlo lepší. Největší váhu při výběru vozidla, tak budou mít náklady na pořízení a průměrné náklady na ujetí 100 km. Z důvodu možného čerpání dotací na vybudování domácí nabíjecí stanice, která činí až 50 000 Kč a pokryla by tak náklady vynaložené na její vybudování, bude autorka práce počítat s variantou, že pokud by si firma pořídila pro svoz a rozvoz prádla elektromobil, nechá si také vybudovat Wallbox. V tomto případě by pak bylo nabíjení vozidla Renault o 3 Kč na 100 km levnější. Rozdíl pořizovací ceny vozidel však činí 80 423 Kč bez DPH. Aby se vyplatila více koupě vozidla Renault, u kterého jsou průměrné náklady na 100 km nižší, muselo by vozidlo najezdit alespoň 2 680 766 km, což je nereálné.

Po porovnání všech parametrů, vychází pořízení vozidla Nissan Townstar Ev Van jako výhodnější varianta. Proto bude dále v práci zpracován návrh na pořízení vozidla Nissan Townstar Ev Van a bude zhodnoceno, zda bude přínosné toto vozidlo pořídit pro svoz a rozvoz prádla do firmy KP.

Tabulka 36 Porovnání vozidla Renault Kangoo Van E-tech s Nissan Townstar Ev Van

| | RENAULT | NISSAN | |
|---|---------|---------|--------------|
| Údaje o vozidle | Hodnota | Hodnota | Jednotky |
| Výkon | 90 | 90 | [kW] |
| Maximální rychlost | 135 | 132 | [km/h] |
| Kombinovaná spotřeba | 18,6 | 19 | [kWh/100km] |
| Dojezd | 300 | 301 | [km] |
| Šířka nákladového prostoru | 1 517 | 1 570 | [mm] |
| Délka nákladového prostoru | 1 810 | 1 806 | [mm] |
| Výška nákladového prostoru | 1 215 | 1 215 | [mm] |
| Objem nákladového prostoru | 3 300 | 3 300 | [l] |
| Délka nabíjení | | | |
| Domácí zásuvka 2,3 kW | 23 | 22,5 | [hod] |
| Wallbox 7,4 kW | 6,3 | 7 | [hod] |
| Nabíjecí stanice 11 kW | 3,7 | 2,6 | [hod] |
| Nabíjecí stanice 22 kW | 1,5 | 1,5 | [hod] |
| Rychlonabíjení DC 80 kW | 0,6 | 0,6 | [hod] |
| Průměrné náklady na ujetí 100 km | | | |
| Domácí zásuvka 2,3 kW | 139,5 | 142,5 | [Kč bez DPH] |
| Wallbox 7,4 kW | 139,5 | 142,5 | [Kč bez DPH] |
| Nabíjecí stanice 11 kW | 167,4 | 171 | [Kč bez DPH] |
| Nabíjecí stanice 22 kW | 241,8 | 247 | [Kč bez DPH] |
| Rychlonabíjení DC 80 kW | 306,9 | 313,5 | [Kč bez DPH] |
| Náklady na vybudování wallboxu | | | |
| Nabíjecí stanice | 32 223 | 28 099 | [Kč bez DPH] |
| Nabíjecí kabel | 8 256 | 6 157 | [Kč bez DPH] |
| Celkem | 40 479 | 34 256 | [Kč bez DPH] |
| Pořizovací cena vozidla | 831 000 | 756 800 | [Kč bez DPH] |
| Celkové náklady na pořízení vozidla vč. wallboxu | 871 479 | 791 056 | [Kč bez DPH] |

Zdroj: Autorka

3.2 Analýza a porovnání nákladních elektrických kol

Při analýze stavu provozu vozidla ve firmě KP, bylo zjištěno, že nejvyšší převýšení 15 metrů se nachází pouze na jedné trase. Na třinácti trasách z dvaceti je převýšení menší než 9 metrů. Zbýlých šest tras má převýšení od 11 do 13 metrů. Jelikož se jedná o spíše rovinný terén, je možné při výběru nákladního elektrokola zvolit méně výkonný motor, než který je potřebný při rozvozech v kopcovitém a náročném terénu. Větší důraz je v tomto případě kladen na velikost a nosnost nákladového prostoru, na kapacitu baterie a maximální dojezd

elektrokola. Za těchto podmínek vyšly nejlépe dvě nákladní elektrokola. Prvním je Urban Arrow Cargo XL ALU BOX a druhým Professional Dolly Cargo.

Urban Arrow Cargo XL ALU BOX

Toto nákladní elektrokolo má jeden z největších nákladových prostorů, které jsou na trhu k dispozici. Objem nákladového prostoru je 620 litrů, jeho šířka je 750 mm, délka 1 450 mm, výška 780 mm a nosnost je 275 kg (Obrázek 12). Elektrokolo je opatřeno motorem o výkonu 250 W a baterií s kapacitou 500 Wh. Maximální dojezd je uváděn 72 km (Tabulka 37).



Zdroj: (21)

Obrázek 12 Rozměry nákladového prostoru Urban Arrow Cargo XL ALU BOX

Tabulka 37 Technické údaje nákladního elektrokola Urban Arrow Cargo XL ALU BOX

| Parametry | Hodnota | Jednotky |
|------------------------------|---------|----------|
| Výkon motoru | 250 | [W] |
| Kapacita baterie | 500 | [Wh] |
| Maximální dojezd | 72 | [km] |
| Šířka nákladového prostoru | 750 | [mm] |
| Délka nákladového prostoru | 1 450 | [mm] |
| Výška nákladového prostoru | 780 | [mm] |
| Objem nákladového prostoru | 620 | [l] |
| Nosnost nákladového prostoru | 275 | [kg] |

Zdroj: Autorka

Nákladní elektrokolo Urban Arrow Cargo lze dobít několika druhy nabíječek. K produktu je dodávána nabíječka Standard, s kterou je elektrokolo nabitě za 6 až 7 hodin. Cena jednoho nabití tohoto elektrokola se v případě elektrického tarifu 7,5 Kč za kWh pohybuje kolem 3,75 Kč. Po přepočítání vychází náklady na ujetí 1 km 0,05 Kč v případě maximálního

dojezdu 72 km. Při plném vytížení nákladního kola však dojezd klesá a průměrný nájezd je udáván kolem 32 km v takovém případě jsou náklady na 1 km 0,12 Kč (Tabulka 38).

Tabulka 38 Náklady na nabití elektrokola a ujetí 1 km Urban Arrow Cargo

| Druh nabíjecí stanice | Cena | Kapacita baterie | Průměrná cena | Jedno nabití elektrokola | Náklady na 1 km (Při dojezdu 72 km) | Náklady na 1 km (Při dojezdu 32 km) |
|-----------------------|---------------------|------------------|---------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | [Kč bez DPH za kWh] | [kWh] | [Kč bez DPH za kWh] | [Kč bez DPH] | [Kč bez DPH] | [Kč bez DPH] |
| domácí zásuvka | 5 až 10 | 0,5 | 7,5 | 3,75 | 0,05 Kč | 0,12 Kč |

Zdroj: Autorka

Professional Dolly Cargo

Tento typ nákladního elektrokola má nákladový prostor o objemu 280 litrů. Šířka nákladového prostoru je 540 mm, délka 665 mm, výška 650 mm a nosnost nákladového prostoru je 80 kg (Obrázek 13). Výkon motoru je 250 W, kapacita baterie 600 Wh a maximální dojezd je udáván 80 km (Tabulka 39).



Zdroj: (22)

Obrázek 13 Rozměry nákladového prostoru Professional Dolly Cargo

Tabulka 39 Technické údaje nákladního elektrokola Professional Dolly Cargo

| Parametry | Hodnota | Jednotky |
|------------------------------|---------|----------|
| Výkon motoru | 250 | [W] |
| Kapacita baterie | 600 | [Wh] |
| Maximální dojezd | 80 | [km] |
| Šířka nákladového prostoru | 540 | [mm] |
| Délka nákladového prostoru | 665 | [mm] |
| Výška nákladového prostoru | 650 | [mm] |
| Objem nákladového prostoru | 280 | [l] |
| Nosnost nákladového prostoru | 80 | [kg] |

Zdroj: Autorka

U tohoto typu nákladního elektrokola je doba nabíjení uváděna 5,5 hodiny. Cena jednoho nabití při průměrné ceně energetického tarifu 7,5 Kč za 1 kWh se pohybuje kolem 4,5 Kč. Při maximálním dojezdu 80 km, vychází náklady na ujetí 1 km na 0,06 Kč, při průměrném nájezdu 30 km vychází tyto náklady na 0,15 Kč na 1 km (Tabulka 40).

Tabulka 40 Náklady na nabití elektrokola a ujetí 1 km Professional Dolly Cargo

| Druh nabíjecí stanice | Cena | Kapacita baterie | Průměrná cena | Jedno nabití elektrokola | Náklady na 1 km (Při dojezdu 80 km) | Náklady na 1 km (Při dojezdu 30 km) |
|-----------------------|---------------------|------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | [Kč bez DPH za kWh] | [kWh] | Kč bez DPH za kWh] | [Kč bez DPH] | [Kč bez DPH] | [Kč bez DPH] |
| domácí zásuvka | 5 až 10 | 0,6 | 7,5 | 4,5 | 0,06 Kč | 0,15 Kč |

Zdroj: Autorka

Porovnání nákladního elektrokola Urban Arrow Cargo XL a Professional Dolly Cargo

Tyto nákladní elektrokola jsou opatřena motorem o výkonu 250 W, obě tedy mohou plně využívat cyklistickou infrastrukturu. Rozdíl je v kapacitě baterií, elektrokolo Urban Arrow Cargo má kapacitu 500 Wh, zatímco elektrokolo Professional Dolly Cargo má kapacitu 600 Wh, kterou lze ještě rozšířit na 750 Wh. Díky vyšší kapacitě baterie má také elektrokolo Professional Dolly Cargo o 8 km větší maximální dojezd. Značné rozdíly jsou v rozměrech nákladového prostoru a jeho nosnosti. Nákladní elektrokolo Urban Arrow Cargo má o 340 litrů větší objem nákladového prostoru, je o 210 mm širší, o 785 mm delší, o 130 mm vyšší a má o 195 kg vyšší nosnost. Doba nabíjení je však u tohoto elektrokola o 1,5 až 2 hodiny delší a jeho cena je o 78 504 Kč vyšší. I přesto že lepší technické parametry, větší dojezd, kratší dobu nabíjení a nižší pořizovací cenu má nákladní elektrokolo Professional Dolly Cargo, musí být dále v práci počítáno s pořízením nákladního elektrokola Urban Arrow Cargo XL, to z toho důvodu, že nákladový prostor elektrokola Professional Dolly Cargo není dostačující a přepravní boxy a tašky, které firma KP při přepravě prádla používá by se do něho nevešly. V tabulce 41 jsou vyznačené jednotlivé výhody obou nákladních elektrokol.

Tabulka 41 Porovnání nákladního elektrokola Urban Arrow Cargo XL a Professional Dolly Cargo

| Parametry | Urban | Dolly | Jednotky |
|------------------------------|---------|-----------|--------------|
| | Hodnota | Hodnota | |
| Výkon motoru | 250 | 250 | [W] |
| Kapacita baterie | 500 | 600 (750) | [Wh] |
| Maximální dojezd | 72 | 80 | [km] |
| Šířka nákladového prostoru | 750 | 540 | [mm] |
| Délka nákladového prostoru | 1 450 | 665 | [mm] |
| Výška nákladového prostoru | 780 | 650 | [mm] |
| Objem nákladového prostoru | 620 | 280 | [l] |
| Nosnost nákladového prostoru | 275 | 80 | [kg] |
| Doba nabíjení | 6 až 7 | 5,5 | [hod] |
| Požizovací cena | 181 810 | 103 306 | [Kč bez DPH] |

Zdroj: Autorka

3.3 Analýza a porovnání nákladních elektrických tříkolek

V současné době jsou na našem trhu dostupné pouze dvě verze nákladních elektrických tříkolek, které jsou plně uzavřené a lze je tak používat pro svoz a rozvoz celoročně bez ohledu na příznivost počasí. Prvním typem nákladní elektrické tříkolky je Cargo TJ150, ve druhém případě se jedná o Leramotors Cargo G5 2000 W.

Nákladní elektrická tříkolka Cargo TJ150

Nákladní elektrická tříkolka Cargo TJ150 se vyrábí ve dvou provedeních. Pro tuto práci byla vybrána slabší verze, která je opatřena motorem o výkonu 1 800 W, baterií o kapacitě 3 240 Wh, její maximální dojezd je uváděn až 60 km a maximální rychlost je 25 km/h. Nákladový prostor je 1 500 mm dlouhý, 1 100 mm široký a 330 mm vysoký (Obrázek 14). Nosnost nákladového prostoru je 500 kg. K řízení této tříkolky není nutné vlastnit řidičské oprávnění. Technické parametry této tříkolky jsou uvedeny v tabulce 42.



Zdroj: (23)

Obrázek 14 Rozměry nákladového prostoru Cargo TJ150

Tabulka 42 Technické údaje nákladní elektrické tříkolky Cargo TJ150

| Parametry | Hodnota | Jednotky |
|-------------------------------------|---------|----------|
| Výkon motoru | 1 800 | [W] |
| Kapacita baterie | 3 240 | [Wh] |
| Maximální rychlost | 25 | [km/h] |
| Maximální dojezd | 60 | [km] |
| Šířka nákladového prostoru | 1 100 | [mm] |
| Délka nákladového prostoru | 1 500 | [mm] |
| Výška nákladového prostoru | 330 | [mm] |
| Nosnost nákladového prostoru | 500 | [kg] |
| Doba nabíjení | 6 až 8 | [hod] |
| Nutnost vlastnit řidičské oprávnění | NE | |

Zdroj: Autorka

Doba nabíjení je uváděna 6 až 8 hodin. Jedno nabití této elektrické tříkolky, při průměrné ceně 7,5 Kč za 1 kWh, vychází přibližně na 24,3 Kč. Náklady na ujetí 1 km při počítání maximální dojezdové vzdálenosti 60 km tak vychází na 0,41 Kč. (Tabulka 43)

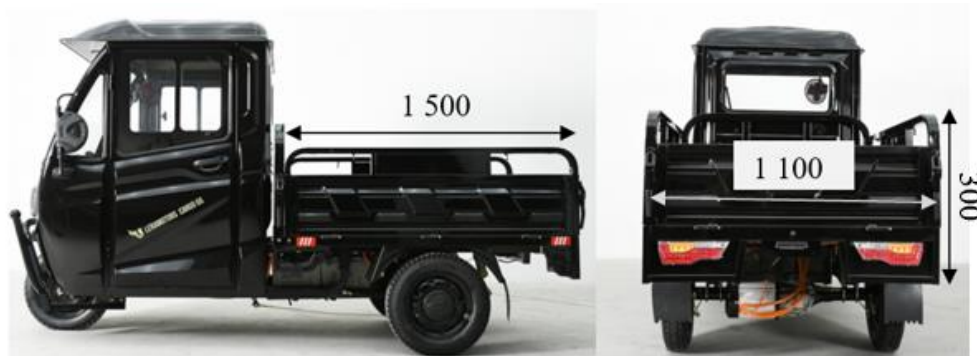
Tabulka 43 Náklady na nabití elektro tříkolky a ujetí 1 km Cargo TJ150

| Druh nabíjecí stanice | Cena | Kapacita baterie | Průměrná cena | Jedno nabití elektro tříkolky | Náklady na 1 km (Při dojezdu 60 km) |
|-----------------------|---------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| | [Kč bez DPH za kWh] | [kWh] | [Kč bez DPH za kWh] | [Kč bez DPH] | [Kč bez DPH] |
| domácí zásuvka | 5 až 10 | 3,24 | 7,5 | 24,3 | 0,41 |

Zdroj: Autorka

Nákladní elektrická tříkolka Leramotors Cargo G5 2000 W

Tato tříkolka má motor o výkonu 2 000 W a baterii o kapacitě 5 760 Wh, její maximální dojezd je uváděn až 100 km a maximální rychlost 42 km/h. Rozměry nákladového prostoru jsou 1 500 mm délka, 1 100 mm šířka, 300 mm výška a jeho nosnost je až 700 kg (Obrázek 15).



Zdroj: (24)

Obrázek 15 Rozměry nákladového prostoru Leramotors Cargo G5 2000 W

K řízení tříkolky Leramotors Cargo G5 2000 W je nutné vlastnit řidičské oprávnění alespoň skupiny AM. Technické parametry jsou uvedeny v tabulce 44.

Tabulka 44 Technické údaje nákladní elektrické tříkolky Leramotors Cargo G5 2000 W

| Parametry | Hodnota | Jednotky |
|-------------------------------------|---------|----------|
| Výkon motoru | 2 000 | [W] |
| Kapacita baterie | 5 760 | [Wh] |
| Maximální rychlost | 42 | [km/h] |
| Maximální dojezd | 100 | [km] |
| Šířka nákladového prostoru | 1 100 | [mm] |
| Délka nákladového prostoru | 1 500 | [mm] |
| Výška nákladového prostoru | 300 | [mm] |
| Nosnost nákladového prostoru | 700 | [kg] |
| Doba nabíjení | 6 až 8 | [hod] |
| Nutnost vlastnit řidičské oprávnění | ANO | |

Zdroj: Autorka

Doba nabíjení je zde uváděna také 6 až 8 hodin. Jedno nabití v tomto případě vychází přibližně na 43,2 Kč. Náklady na ujetí 1 km při počítání maximálního dojezdu 100 km jsou 0,43 Kč. (Tabulka 45)

Tabulka 45 Náklady na nabití elektro tříkolky a ujetí 1 km Leramotors Cargo G5 2000 W

| Druh nabíjecí stanice | Cena | Kapacita baterie | Průměrná cena | Jedno nabití elektro tříkolky | Náklady na 1 km (Při dojezdu 100 km) |
|-----------------------|---------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| | [Kč bez DPH za kWh] | [kWh] | [Kč bez DPH za kWh] | [Kč bez DPH] | [Kč bez DPH] |
| domácí zásuvka | 5 až 10 | 5,76 | 7,5 | 43,2 | 0,43 |

Zdroj: Autorka

Porovnání nákladní elektrické tříkolky Cargo TJ150 a Leramotors Cargo G5 2000 W

Obě tyto tříkolky mají téměř stejně velký nákladový prostor, který se liší pouze ve výšce, ta je u tříkolky Cargo o 30 mm vyšší a v nosnosti nákladového prostoru, který je o 200 kg větší u tříkolky Leramotors. Tato tříkolka má také výkonnější motor, větší kapacitu baterie, delší dojezd a vyšší maximální rychlost. Její pořizovací cena je však o 35 856 Kč vyšší. Pro rozvoz ve firmě KP postačí nákladový prostor o nosnosti 500 kg. Průměrný denní nájezd při rozvozu prádla po městě činí 25 km, dojezd 60 km je tedy také dostačující. Ani nižší maximální rychlost 25 km/h není nevýhodou, průměrná rychlost při rozvozu současným vozidlem je 35 km/h a v případě nákladního elektrokola by byla jeho maximální rychlost také 25 km/h. Velkou výhodou tříkolky Cargo je možnost řídit jí bez řidičského oprávnění a její nižší pořizovací cena.

Z těchto důvodů byla vybrána jako výhodnější varianta tříkolka Cargo TJ150, na kterou bude dále v práci zpracován návrh na její pořízení a bude vyhodnocena výhodnost jejího pořízení do firmy KP. V tabulce 46 jsou uvedeny jednotlivé výhody obou elektrických tříkolek.

Tabulka 46 Porovnání nákladních elektrických tříkolek Cargo TJ150 a Leramotors Cargo G5 2000 W

| Parametry | Cargo | Leramotors | Jednotky |
|-------------------------------------|---------|------------|--------------|
| | Hodnota | Hodnota | |
| Výkon motoru | 1 800 | 2 000 | [W] |
| Kapacita baterie | 3 240 | 5 760 | [Wh] |
| Maximální rychlost | 25 | 42 | [km/h] |
| Maximální dojezd | 60 | 100 | [km] |
| Šířka nákladového prostoru | 1 100 | 1 100 | [mm] |
| Délka nákladového prostoru | 1 500 | 1 500 | [mm] |
| Výška nákladového prostoru | 330 | 300 | [mm] |
| Nosnost nákladového prostoru | 500 | 700 | [kg] |
| Doba nabíjení | 6 až 8 | 6 až 8 | [hod] |
| Nutnost vlastnit řidičské oprávnění | NE | ANO | |
| Požizovací cena | 82 636 | 118 511 | [Kč bez DPH] |

Zdroj: Autorka

4 ZHODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ

Pro svoz a rozvoz prádla ve firmě KP byly vybrány tyto tři vozidla. Prvním je elektromobil Nissan Townstar Ev Van, druhým nákladní elektrokolo Urban Arrow Cargo XL ALU BOX a třetím je nákladní elektrická tříkolka Cargo TJ150. V této kapitole bude provedeno zhodnocení jednotlivých vozidel a bude vybrána nejvhodnější varianta pro rozvoz ve firmě KP.

4.1 Náklady na provoz při svozu a rozvozu ve firmě KP

Stávající automobilu Ford Tourneo Courier

Pro výpočet průměrných měsíčních nákladů na pohonné hmoty pro současné vozidlo Ford Tourneo Courier bude počítáno s maximálním nájezdem 2 000 km za měsíc, kdy 900 km bude najeto mimo Hradec Králové a 1 100 km bude najeto po Hradci Králové. Průměrná cena benzínu je počítána 38,5 Kč za litr. V tabulce 47 je uvedeno rozdělení nákladů na pohonné hmoty při svozu a rozvozu po městě a mimo město. Průměrné měsíční náklady na pohonné hmoty tak činí celkem 6 095 Kč.

Tabulka 47 – Průměrné měsíční náklady na pohonné hmoty automobilu Ford Tourneo Courier

| Trasa | Spotřeba | Průměrná cena | Průměrné najeté km za měsíc | Průměrné náklady na ujetí 100 km | Průměrné měsíční náklady |
|------------|-----------|---------------|-----------------------------|----------------------------------|--------------------------|
| | [l/100km] | [Kč za litr] | [km] | [Kč] | [Kč] |
| mimo město | 6,1 | 38,5 | 900 | 234,85 | 2 113,65 |
| město | 9,4 | 38,5 | 1100 | 361,9 | 3 980,90 |
| | | | | | 6 094,55 |

Zdroj: Autorka

U vozidla Ford Tourneo Courier jsou pravidelné servisní prohlídky stanovené po ujetí 30 000 km nebo po 12 měsících. Součástí těchto prohlídek je pravidelná výměna motorového oleje, olejového filtru a prachového a pylového filtru. V tabulce 48 jsou rozepsané pravidelné servisní prohlídky, jednotlivé pracovní úkony, které se při nich provádějí a průměrná cena jednotlivých prohlídek. Celkové náklady za pravidelné servisní prohlídky po ujetí 240 000 km činí v průměru 44 000 Kč. Po přepočítání vycházejí náklady na pravidelný servis na 1 ujetý km na 0,183 Kč. Při měsíčním nájezdu 2 000 km, jsou tyto náklady 366,67 Kč.

Tabulka 48 Pravidelné servisní prohlídky vozidla Ford Tourneo Courier

| Pravidelný servis | Činnost/výměny | Náklady | Jednotka |
|------------------------|---------------------------|---------|----------|
| 30 000 km / 12 měsíců | prohlídka, práce | 3 600 | [Kč] |
| | motorový olej | | |
| | olejový filtr | | |
| | prachový a pylový filtr | | |
| 60 000 km / 24 měsíců | prohlídka, práce | 5 200 | [Kč] |
| | motorový olej | | |
| | olejový filtr | | |
| | vzduchový filtr | | |
| | zapalovací svíčky | | |
| 90 000 km / 36 měsíců | prachový a pylový filtr | 8 800 | [Kč] |
| | prohlídka, práce | | |
| | motorový olej | | |
| | olejový filtr | | |
| | rozdvodový řemen | | |
| | napínák a napínací kladku | | |
| | pomocný hnací řemen | | |
| | chladící kapalinu | | |
| brzdovou kapalinu | | | |
| 120 000 km / 48 měsíců | prachový a pylový filtr | 5 200 | [Kč] |
| | prohlídka, práce | | |
| | motorový olej | | |
| | olejový filtr | | |
| | vzduchový filtr | | |
| | zapalovací svíčky | | |
| 150 000 km / 60 měsíců | prachový a pylový filtr | 3 600 | [Kč] |
| | prohlídka, práce | | |
| | motorový olej | | |
| | olejový filtr | | |
| 180 000 km / 72 měsíců | prachový a pylový filtr | 8 800 | [Kč] |
| | prohlídka, práce | | |
| | motorový olej | | |
| | olejový filtr | | |
| | rozdvodový řemen | | |
| | napínák a napínací kladku | | |
| | pomocný hnací řemen | | |
| | chladící kapalinu | | |
| brzdovou kapalinu | | | |
| 210 000 km / 84 měsíců | prachový a pylový filtr | 3 600 | [Kč] |
| | prohlídka, práce | | |
| | motorový olej | | |
| | olejový filtr | | |
| 240 000 km / 96 měsíců | prachový a pylový filtr | 5 200 | [Kč] |
| | prohlídka, práce | | |
| | motorový olej | | |
| | olejový filtr | | |
| | vzduchový filtr | | |
| | zapalovací svíčky | | |
| Celkem za 240 000 km | prachový a pylový filtr | 44 000 | [Kč] |
| | | | |

Zdroj: Autorka

Měsíční náklady na povinné ručení a havarijní pojištění jsou celkem 956 Kč. Z toho 214 Kč je vynaloženo na povinné ručení a 742 Kč na havarijní pojištění. Náklady na zaměstnance s řidičským průkazem činí 33 718 Kč za měsíc.

Celkové měsíční náklady na provoz vozidla Ford Tourneo Courier jsou 41 136 Kč. (Tabulka 49)

Tabulka 49 Měsíční náklady na provoz vozidla Ford Tourneo Courier

| Položka | Cena | Jednotka |
|---------------------|------------------|-----------------|
| Pohonné hmoty | 6 095,00 | [Kč] |
| Servis | 366,67 | [Kč] |
| Náklady na řidiče | 33 718,00 | [Kč] |
| Povinné ručení | 214,00 | [Kč] |
| Havarijní pojištění | 742,00 | [Kč] |
| Celkem | 41 135,67 | [Kč] |

Zdroj: Autorka

Elektromobil Nissan Townstar Ev Van

Do nákladů na pořízení elektromobilu bude zahrnuta kupní cena za elektromobil, náklady na vybudování zabezpečeného a krytého stání a náklady na pořízení domácí nabíjecí stanice. Ve výpočtu bude zohledněna nabízená dotace 200 000 Kč na pořízení elektromobilu a až 50 000 Kč na domácí wallbox.

Náklady na provoz při svozu a rozvozu budou vyčísleny z ceny povinného ručení, havarijního pojištění, nákladů na nabíjení elektromobilu a nákladů na jeho údržbu.

Náklady na pořízení elektromobilu

Pro pořízení domácí nabíjecí stanice, je potřebné mít zabezpečené kryté stání. Současný automobil sloužící k rozvozu ve firmě KP je však parkován vedle firmy na parkovišti. Prostory pro vybudování zabezpečeného, krytého stání se nacházejí hned vedle firmy na zpevněné ploše, která má šířku 10 metrů a délku 20 metrů (Obrázek 16). Jedna z nejlevnějších a nejrychlejších variant pro vybudování krytého a zabezpečeného stání, je pořízení plechové garáže. K její výstavbě není potřebné stavební povolení a pokud je povrch, kam se bude garáž umísťovat rovný a zpevněný, není třeba budovat základovou desku. Pro vozidlo Nissan townstar EV VAN, které má rozměry 4 910 mm délku, 2 159 mm šířku a 1 854 mm výšku, bude postačující varianta plechové garáže 6 x 4 metry, která stojí 48 500 Kč. Náklady na zavedení elektrické energie do garáže by byly přibližně 10 000 Kč a revize 5 000 Kč. Pořízení wallboxu vychází na 41 450 Kč. Elektromobil Nissan Townstar EV VAN stojí

915 728 Kč. Celkové náklady na pořízení tak činí 1 020 678 Kč včetně DPH. Pokud by majitel firmy KP požádal o dotace mohly by se tyto náklady snížit na 779 228 Kč včetně DPH. (Tabulka 50) (29)



Zdroj: (28)

Obrázek 16 Prostor pro vybudování zabezpečeného a krytého stání

Tabulka 50 Náklady na pořízení elektromobilu Nissan Townstar EV VAN

| Položka | Cena | Jednotka |
|----------------------------|------------------|----------|
| Nissan Townstar EV VAN | 915 728 | [Kč] |
| Wallbox | 41 450 | [Kč] |
| Garáž vč. připojení el.en. | 63 500 | [Kč] |
| Celkem | 1 020 678 | [Kč] |
| Dotace na elektromobil | - 200 000 | [Kč] |
| Dotace na wallbox | - 41 450 | [Kč] |
| Celkem s dotacemi | 779 228 | [Kč] |

Zdroj: Autorka

Náklady na provoz při svozu a rozvozu ve firmě KP

U vozidla Nissan Townstar EV VAN je uváděný maximální dojezd 301 km a kombinovaná spotřeba 19 kWh/100km, tyto údaje jsou však platné jen při zachování optimálních podmínek (rovinný terén, venkovní teplota 20 °C, rychlost 30 km/h a bez zátěže). Při zátěži 200 kg, rychlosti 70 km/h, teplotě 5 °C a puštěném topení klesá dojezd elektromobilu na 206 km, pokud by teplota byla 35 °C a topení ve vozidle bylo vypnuté, je dojezd 254 km. Pro reálnější výpočet nákladů na provoz vozidla nebude autorka práce počítat s maximální dojezdovou vzdáleností a spotřebou, ale s průměrným dojezdem a spotřebou. Pokud by byl tento elektromobil pořízen do firmy KP jezdil by na trasách vedoucích mimo město, kde byla naměřena nejvyšší rychlost vozidla 119 km/h a průměrná rychlost 75 km/h. Za těchto podmínek by byl průměrný dojezd

elektromobilu 230 km a spotřeba 22 kWh/100km. Pro vyhodnocení, zda by bylo přínosné využívání elektromobilu, také na svoz a rozvoz po městě Hradec Králové bude autorka práce počítat i tuto variantu, v tomto případě bude pro výpočet nákladů na nabíjení uvedena spotřeba 19 kWh/100 km. Při ceně elektrické energie, kterou má firma KP 8,95 Kč za 1 kWh by náklady na 100 km v případě domácího wallboxu činily 196,9 Kč. Pokud by bylo vozidlo dobíjeno na rychlonabíjecí stanicí byly by tyto náklady o 166,1 Kč vyšší (Tabulka 51). Při průměrném nájezdu 900 km za měsíc mimo město Hradec Králové by byly náklady na domácí nabíjení 1 772,1 Kč a na veřejné rychlonabíjení 3 952,08 Kč. Rozdíl v nabíjení činí 2 179,98 Kč za měsíc, roční úspora při využívání domácí nabíjecí stanice, by tak byla 26 159,76 Kč. Pokud by si majitel firmy KP nezažádal o dotace na vybudování domácího wallboxu, nebo mu dotace nebyla přiznaná, investice do wallboxu a krytého stání by se vrátila po čtyřech letech. Pokud by náklady na pořízení wallboxu byly čerpány z dotace, vrátila by se investice do krytého stání po dvou a půl letech. (30)

Tabulka 51 Měsíční náklady na nabíjení elektromobilu Nissan Townstar EV VAN

| Trasa | Spotřeba | Cena el. energie ve firmě KP | Najeté km za měsíc | Náklady na ujetí 100 km | Měsíční náklady |
|-------------------------------|-------------|------------------------------|--------------------|-------------------------|-----------------|
| | [kWh/100km] | [Kč za kWh] | [km] | [Kč] | [Kč] |
| Domácí wallbox | | | | | |
| Mimo město | 22,00 | 8,95 | 900,00 | 196,90 | 1 772,10 |
| Město | 19,00 | 8,95 | 1 100,00 | 170,05 | 1 870,55 |
| Celkem | | | | | 3 642,65 |
| Rychlonabíjecí stanice | | | | | |
| Mimo město | 22,00 | 19,96 | 900,00 | 439,12 | 3 952,08 |
| Město | 19,00 | 19,96 | 1 100,00 | 379,24 | 4 171,64 |
| Celkem | | | | | 8 123,72 |

Zdroj: Autorka

Pravidelné servisní prohlídky jsou u vozidla Nissan Townstar EV VAN stanoveny po 40 000 km nebo po 24 měsících. Náklady na tyto prohlídky jsou přibližně o polovinu nižší než u současného vozidla Ford Tourneo Courier. Díky konstrukci elektromobilu odpadají náklady na pravidelné výměny olejů, filtrů, svíček a rozvodů. V Tabulce 53 jsou uvedeny pravidelné servisní prohlídky včetně druhu práce a vyčíslené náklady na jednotlivé prohlídky. Celkem za pravidelné servisní prohlídky po najetí 240 000 km zaplatí uživatel 20 100 Kč. Průměrné náklady na servisní prohlídky na 1 km tak činí 0,084 Kč, při měsíčním nájezdu 2 000 km, by tak tyto náklady byly 168 Kč.

Tabulka 52 Pravidelné servisní prohlídky vozidla Nissan Townstar EV VAN

| Pravidelný servis | Výměna | Náklady | Jednotka |
|-----------------------------|-------------------------|---------------|-------------|
| 40 000 km / 24 měsíců | prohlídka | 2 600 | [Kč] |
| | prachový a pylový filtr | | |
| 80 000 km / 48 měsíců | prohlídka | 2 600 | [Kč] |
| | prachový a pylový filtr | | |
| 120 000 km / 72 měsíců | prohlídka | 4 850 | [Kč] |
| | brzdová kapalina | | |
| | chladicí kapalina | | |
| | prachový a pylový filtr | | |
| 160 000 km / 96 měsíců | prohlídka | 2 600 | [Kč] |
| | prachový a pylový filtr | | |
| 200 000 km / 120 měsíců | prohlídka | 2 600 | [Kč] |
| | prachový a pylový filtr | | |
| 240 000 km / 144 měsíců | prohlídka | 4 850 | [Kč] |
| | brzdová kapalina | | |
| | chladicí kapalina | | |
| | prachový a pylový filtr | | |
| Celkem za 240 000 km | | 20 100 | [Kč] |

Zdroj: Autorka

Další položky, které jsou do nákladů počítány jsou povinné ručení a havarijní pojištění. To v tomto případě činí 489 Kč za měsíc u povinného ručení a 1 958 Kč za měsíc u havarijního pojištění. Náklady na řidiče jsou stejné jako v případě vozidla Ford Tourneo Courier, tedy 33 718 Kč.

Celkové měsíční náklady na provoz vozidla Nissan Townstar EV VAN by tak činily 39 976 Kč při využívání elektromobilu pro svoz a rozvoz jak po městě, tak mimo město a v případě využívání vozidla pouze pro svoz a rozvoz mimo město by tyto náklady byly 38 105,10 Kč (Tabulka 53).

Tabulka 53 Měsíční náklady na vozidlo Nissan Townstar EV VAN

| Položka | Město i mimo | Mimo město | Jednotka |
|--------------------------------|------------------|------------------|-------------|
| | Cena | Cena | |
| Pohonné hmoty/nabíjení | 3 643,00 | 1 772,10 | [Kč] |
| Servis | 168,00 | 168,00 | [Kč] |
| Náklady na řidiče | 33 718,00 | 33 718,00 | [Kč] |
| Povinné ručení | 489,00 | 489,00 | [Kč] |
| Havarijní pojištění | 1 958,00 | 1 958,00 | [Kč] |
| Celkem náklady za měsíc | 39 976,00 | 38 105,10 | [Kč] |

Zdroj: Autorka

Nákladní elektrokolo Urban Arrow Cargo XL ALU BOX

Do nákladů na pořízení nákladního elektrokola bude zahrnuta pouze jeho pořizovací cena, která činí 219 990 Kč. Prostory pro parkování a zabezpečené nabíjení tohoto elektrokola se nacházejí přímo v areálu firmy a odpadají tak náklady na pořízení krytého a zabezpečeného stání.

Náklady na provoz bude autorka práce v tomto případě počítat z ceny elektrické energie, za kterou bude elektrokolo nabíjeno, z ceny pravidelného servisu, který je výrobcem doporučen každých 12 měsíců a z nákladů na obsluhu. V případě nákladního elektrokola není povinnost pro jeho řízení vlastnit řidičský průkaz a majitel firmy by mohl na tuto pozici obsadit brigádníka. Další finanční výhodou elektrokola je, že se u něho neplatí povinné ručení ani havarijní pojištění. Případné škody způsobené při svozu a rozvozu by byly kryty z pojištění odpovědnosti firmy, které firma již platí. V tabulce 54 jsou uvedeny měsíční náklady na provoz nákladního elektrokola Urban Arrow Cargo XL ALU BOX.

Cena za ujetí 1 km byla u tohoto kola vypočítána na 0,1452 Kč s DPH. Při průměrném měsíčním nájezdu 1 100 km po městě Hradec Králové, by byly náklady na nabíjení elektrokola 159,72 Kč. Pravidelný servis stojí 2 000 Kč jednou za 12 měsíců, po přepočítání jsou tak měsíční náklady na servis 166,66 Kč. Náklady na obsluhu by v tomto případě činily 26 974 Kč. Celkové měsíční náklady na provoz by tak byly 27 300,38 Kč.

Tabulka 54 Měsíční náklady na elektrokolo Urban Arrow Cargo XL ALU BOX

| Položka | Cena | Jednotka |
|--------------------|------------------|-------------|
| Cena za nabíjení | 159,72 | [Kč] |
| Servis | 166,66 | [Kč] |
| Náklady na obsluhu | 26 974,00 | [Kč] |
| Celkem | 27 300,38 | [Kč] |

Zdroj: Autorka

Nákladní elektrická tříkolka Cargo TJ150

Stejně jako v případě nákladního elektrokola, bude do položky náklady na pořízení počítáno pouze s pořizovací cenou vozidla. Místo na parkování a zabezpečené nabíjení se nachází v areálu firmy. Pořizovací cena této nákladní elektrické tříkolky je 99 990 Kč.

Do nákladů na provoz bude počítána cena dobíjení elektrické tříkolky, cena za povinné ručení a náklady na obsluhu, která u této verze tříkolky, také nemusí vlastnit řidičský průkaz. Pravidelný servis u této tříkolky není vyžadován.

Náklady na 1 km byly vypočítány při maximálním dojezdu 60 km na 0,41 Kč bez DPH, v případě naložené tříkolky však klesá její dojezd a lze tak průměrně najet 45 km,

na tuto vzdálenost je cena za 1 ujetý km 0,65 Kč s DPH, při měsíčním nájezdu 1 100 km, by byly náklady 715 Kč. Obsluha této tříkolky nemusí vlastnit řidičské oprávnění a lze tak pro její obsluhu využít brigádníka, na kterého jsou měsíční náklady 26 974 Kč. Cena povinného ručení je u této elektrické nákladní tříkolky 77 Kč za měsíc. Celkové měsíční náklady by činily 27 766 Kč (Tabulka 55).

Tabulka 55 Měsíční náklady na elektrickou tříkolku Cargo TJ150

| Položka | Cena | Jednotka |
|--------------------|------------------|-------------|
| Cena za nabíjení | 715,00 | [Kč] |
| Náklady na obsluhu | 26 974,00 | [Kč] |
| Povinné ručení | 77,00 | [Kč] |
| Celkem | 27 766,00 | [Kč] |

Zdroj: Autorka

4.2 Porovnání nákladů na pořízení a provoz jednotlivých druhů vozidel

Pro zhodnocení výhodnosti jednotlivých druhů vozidel uvede autorka práce porovnání nákladů na provoz pro automobil, elektromobil, nákladní elektrické kolo a nákladní elektrickou tříkolku při svozu a rozvozu pouze po městě (Tabulka 56). Dále pro automobil a elektromobil při svozu a rozvozu mimo město (Tabulka 57) a při svozu a rozvozu jak po městě, tak i mimo město (Tabulka 58).

V případě svozu a rozvozu po městě jsou měsíční náklady na provoz automobilu Ford jen o 818 Kč vyšší než u elektromobilu Nissan. Znatelný rozdíl nákladů je v případě porovnání současného vozidla a nákladního elektrického kola či nákladní elektrické tříkolky, kdy rozdíl činí přes 11 000 Kč. V případě nákladní elektrické tříkolky by byly náklady na provoz o 466 Kč vyšší než u nákladního elektrického kola, avšak pořizovací cena nákladního elektrokola je o 120 000 Kč vyšší.

Tabulka 56 Porovnání měsíčních nákladů jednotlivých vozidel při svozu a rozvozu po městě

| Položka | Ford | Nissan | El. kolo | El. tříkolka | Jednotka |
|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------|
| | Cena | Cena | Cena | Cena | |
| Pohonné hmoty/nabíjení | 3 980,90 | 1 870,55 | 159,72 | 715,00 | [Kč] |
| Servis | 366,67 | 168,00 | 166,66 | | [Kč] |
| Náklady na řidiče | 33 718,00 | 33 718,00 | 26 974,00 | 26 974,00 | [Kč] |
| Povinné ručení | 214,00 | 489,00 | | 77,00 | [Kč] |
| Havarijní pojištění | 742,00 | 1 958,00 | | | [Kč] |
| Celkem náklady za měsíc | 39 021,57 | 38 203,55 | 27 300,38 | 27 766,00 | [Kč] |

Zdroj: Autorka

V případě svozu a rozvozu mimo město jsou náklady na provoz automobilu Ford o 951 Kč nižší, než by tomu bylo v případě využívání elektromobilu Nissan. Pořízení vozidla jen na využívání při svozu a rozvozu mimo město by tak nebylo pro firmu přínosné.

Tabulka 57 Porovnání měsíčních nákladů automobilu Ford a elektromobilu Nissan při svozu a rozvozu mimo město

| | Ford | Nissan | |
|--------------------------------|------------------|------------------|-------------|
| Položka | Cena | Cena | Jednotka |
| Pohonné hmoty/nabíjení | 2 113,65 | 1 772,10 | [Kč] |
| Servis | 366,67 | 168,00 | [Kč] |
| Náklady na řidiče | 33 718,00 | 33 718,00 | [Kč] |
| Povinné ručení | 214,00 | 489,00 | [Kč] |
| Havarijní pojištění | 742,00 | 1 958,00 | [Kč] |
| Celkem náklady za měsíc | 37 154,32 | 38 105,10 | [Kč] |

Zdroj: Autorka

Pokud by byl elektromobil Nissan využíván ve firmě KP jak pro svoz a rozvoz mimo město, tak po městě, činila by měsíční úspora na nákladech 1 160 Kč oproti současnému automobilu Ford.

Tabulka 58 Porovnání měsíčních nákladů automobilu Ford a elektromobilu Nissan při svozu a rozvozu po městě i mimo město

| | Ford | Nissan | |
|--------------------------------|------------------|------------------|-------------|
| Položka | Cena | Cena | Jednotka |
| Pohonné hmoty/nabíjení | 6 095,00 | 3 643,00 | [Kč] |
| Servis | 366,67 | 168,00 | [Kč] |
| Náklady na řidiče | 33 718,00 | 33 718,00 | [Kč] |
| Povinné ručení | 214,00 | 489,00 | [Kč] |
| Havarijní pojištění | 742,00 | 1 958,00 | [Kč] |
| Celkem náklady za měsíc | 41 135,67 | 39 976,00 | [Kč] |

Zdroj: Autorka

Pro firmu KP není důležitá pouze měsíční úspora na nákladech za vozidlo, které slouží pro svoz a rozvoz prádla, ale také návratnost investice do nového vozidla. V tabulce 59 jsou uvedeny měsíční náklady na jednotlivá vozidla při jejich využívání pro svoz a rozvoz ve městě, náklady na jejich pořízení, měsíční úspora a návratnost. Jak je z tabulky vidět, nejnižší měsíční náklady na provoz jsou u nákladního elektrického kola, u kterého je také nejvyšší měsíční úspora, avšak kvůli jeho vyšší pořizovací ceně je návratnosti investice o 10 měsíců delší, než je tomu v případě nákladní elektrické tříkolky. Investice do obou těchto variant by se vrátila poměrně brzy v případě elektrické tříkolky by to bylo již po necelém roce využívání a v případě elektrokola by to bylo po roce a půl. Měsíční úspora nákladů při využívání elektromobilu však není tak vysoká jako v případě elektrokola a elektrické tříkolky a jeho pořizovací cena

je podstatně vyšší, proto by k návratnosti investice, která by v tomto případě činila přibližně 80 let, nestihlo ani dojít.

Tabulka 59 Návratnost investice do jednotlivých druhů vozidel při svozu a rozvozu po městě

| | Ford | Nissan | El. kolo | El. tříkolka | |
|-------------------------|-------------|---------------|-----------------|---------------------|----------|
| Položka | Cena | Cena | Cena | Cena | Jednotka |
| Celkem náklady za měsíc | 39 021,57 | 38 203,55 | 27 300,38 | 27 766,00 | [Kč] |
| Náklady na pořízení | | 779 228,00 | 219 990,00 | 99 990,00 | [Kč] |
| Měsíční úspora | | 818,02 | 11 721,19 | 11 255,57 | [Kč] |
| Návratnost | | 952,58 | 18,77 | 8,88 | [měsíce] |
| | | 79,38 | 1,56 | 0,74 | [roky] |

Zdroj: Autorka

Pokud by byl elektromobil do firmy pořízen a byl využíván v rámci celkového svozu a rozvozu ve firmě KP zvýšila by se měsíční úspora na nákladech na jeho provoz a snížil by se tak počet měsíců, za které by se investice do elektromobilu vrátila. V tomto případě by se investice vrátila za necelých 672 měsíců, tedy skoro 56 let, což je také nereálné. Benefity ve formě neplacení dálničních poplatků, vjezd do částí měst, kde je pohyb vozidel se spalovacími motory zakázán a neplacení parkovacích poplatků by se při provozu ve firmě KP nijak nevyužily. Z výše uvedených důvodů není pořízení elektromobilu pro svoz a rozvoz prádla do firmy KP po ekonomické stránce výhodné (Tabulka 60). Jediným pozitivem, by tak v tomto případě byl ekologičtější provoz vozidla, který by pro přírodu byl však přínosný až po necelých 3 letech provozu. Při výrobě elektromobilů je totiž do ovzduší uvolněno mnohem více CO₂ než při výrobě automobilů se spalovacími motory. Pro porovnání a výpočet emisí vzniklých při výrobě byly brány podobné typy vozidel, měsíční produkce CO₂ současného automobilu byla vypočítána z průměrného nájezdu 2 000 km, kdy 1 100 km bylo najeto ve městě a 900 km mimo město v tomto případě byly emise CO₂ 0,37 t za měsíc. Rozdíl v emisích CO₂ vzniklých při výrobě benzínového automobilu o obsahu 1.0 a elektromobilu 64 kWh je 12 t, při měsíční produkci 0,37 t CO₂ dojde k vyrovnání za 32,43 měsíců, tedy za necelé 3 roky (Tabulka 61). Pokud by ovšem došlo k havárii vozidla a jeho vzplanutí uvolnilo by se do ovzduší mnohonásobně více škodlivin, než které vznikají při provozu vozidla se spalovacím motorem. Z těchto důvodů tak nelze jednoznačně určit, zda by pořízení elektromobilu bylo po ekologické stránce opravdu tak přínosné pro životní prostředí, jak se všude uvádí. (31)

Tabulka 60 Návrstnost investice do elektromobilu při svozu a rozvozu po městě i mimo město

| | Ford | Nissan | |
|-------------------------|-------------|---------------|----------|
| Položka | Cena | Cena | Jednotka |
| Celkem náklady za měsíc | 41 135,67 | 39 976,00 | [Kč] |
| Náklady na pořízení | | 779 228,00 | [Kč] |
| Měsíční úspora | | 1 159,67 | [Kč] |
| Návrstnost | | 671,94 | [měsíce] |
| | | 55,99 | [roky] |

Zdroj: Autorka

Tabulka 61 Emise vozidel

| | Benzínové auto | Elektromobil | El. kolo | Jednotka |
|-------------------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------|-----------------|
| Vznik CO ₂ při výrobě | 6 | 18 | 0,35 | [t] |
| Měsíční produkce CO ₂ | 0,37 | 0 | 0 | [t] |
| Vyrovnnání produkce CO ₂ | | 32,43 | 0 | [měsíce] |
| | | 2,7 | | [roky] |

Zdroj: Autorka

Měsíční náklady na provoz nákladního elektrokola a nákladní elektrické tříkolky se liší pouze o 466 Kč. U obou případů se jedná o vozidla, u kterých je provoz zcela bezemisní a jejich výroba je také šetrná k životnímu prostředí, při jejich výrobě vzniká minimální množství CO₂ oproti automobilu se spalovacím motorem. Nevýhodou elektrokola je jeho o 120 000 Kč vyšší pořizovací cena. Při měsíční úspoře nákladů na provoz 11 721,19 Kč, by se investice do tohoto kola vrátila za 1,5 roku. I přesto, že nákladní elektrické kolo má nejnižší měsíční náklady na provoz, má oproti nákladní elektrické tříkolce více nevýhod. Aby se o 120 000 Kč vyšší investice do elektrokola vrátila trvalo by to 257,5 měsíce, tedy 21,5 let což je nereálné. Další velkou nevýhodou elektrokola je jeho pouze sezonní využitelnost, při nepříznivém počasí, nebo v zimních měsících by se toto vozidlo nedalo ke svozu a rozvozu prádla využívat. Poslední nevýhodou elektrokola je, že jeho motor pouze dopomáhá obsluze k snazšímu šlapání a obsluha tak musí být fyzicky zdatnější, než je tomu v případě řízení elektrické tříkolky, kdy stačí obsluze pouze přidávat plyn.

4.3 Výběr vozidla pro svoz a rozvoz ve firmě KP

Z výše uvedených důvodů vychází jako jediná přijatelná a ekonomicky i ekologicky nejvýhodnější varianta pro zavedení do provozu při svozu a rozvozu prádla ve firmě KP nákladní elektrická tříkolka. Při její pořizovací ceně 99 990 Kč a měsíční úspoře na nákladech na její provoz, které by činily 11 255,57 Kč by se investice vrátila již za necelých 9 měsíců. Oproti nákladnímu elektrickému kolu, by tato tříkolka mohla být používána celoročně, díky

její konstrukci s plně uzavřenou kabinou, kde je k dispozici topení i větráček. Také manipulace při nakládce a vykládce by byla u této tříkolky pohodlnější a rychlejší než u nákladního elektrického kola. Jako přidanou hodnotu této tříkolky by autorka práce uvedla její atraktivitu. Tím že se jedná o nevšední druh dopravního prostředku upoutala by v provozu pozornost, která by se dala využít k propagaci firmy.

Pro zatraktivnění vzhledu tříkolky a aplikaci reklamních plochy na ni by stačila pouze drobná investice na víc. Náklady na vlastním návrhem potištěnou krycí plachtu by při velikosti nákladového prostoru 1 500 x 1 100 mm byly 4 800 Kč a současně by tato reklamní plachta sloužila i k ochraně přepravovaných zásilek. Cena za polep logem a internetovou adresou firmy obou dveří je 750 Kč. Celkem by tak tyto vícenáklady činily 5 550 Kč. Na obrázku 17 je uveden návrh na využití nákladní elektrické tříkolky k propagaci firmy. (32)



Zdroj: Autorka

Obrázek 17 Využití tříkolky k propagaci firmy KP

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo navrhnout zavedení elektromobility ve firmě KP, zhodnotit tento návrh a vybrat nejvhodnější vozidlo pro svoz a rozvoz ve firmě KP.

V první kapitole provedla autorka práce analýzu současného stavu provozu při svozu a rozvozu prádla ve firmě KP, kde uvedla podrobné údaje o trasách, na nichž se svoz a rozvoz uskutečňuje, množství CO₂, které při nich současné vozidlo se spalovacím motorem vyprodukuje a technické údaje o tomto vozidle.

Druhá kapitola seznamuje čtenáře s elektromobilitou obecně, uvádí jednotlivé druhy vozidel s elektrickým pohonem a elektrická vozidla vhodná do provozu ve firmě KP.

Ve třetí kapitole je provedena analýza jednotlivých elektrických vozidel a jsou na základě požadovaných parametrů na vozidlo sloužící ke svozu a rozvozu prádla vybrány tři nejvhodnější vozidla s elektrickým pohonem, která by měla nahradit současné vozidlo se spalovacím motorem.

Čtvrtá kapitola je zaměřena na zhodnocení návrhu a vyčíslení měsíčních nákladů na pořízení a provoz vozidel s elektrickým pohonem. Součástí této kapitoly je také výpočet návratnosti investice do jednotlivých vozidel a je vybrána nejvýhodnější varianta vozidla pro provoz do firmy KP.

V počátku této práce počítala autorka s variantou, kdy pro svoz mimo město bude využíván elektromobil a pro svoz po městě bude využito nákladní elektrické kolo, nebo nákladní elektrická tříkolka. V průběhu práce se však ukázalo, že by elektromobil nebyl pro využívání při svozu a rozvozu prádla mimo město výhodný a pokud by se do firmy vozidlo pořizovalo bylo by přínosnější až ve chvíli kdy by zajišťovalo kompletní svoz a rozvoz prádla jak mimo město, tak po městě. Ale ani tak by se investice do elektromobilu firmě KP nevrátila, proto autorka práce od této varianty zcela ustoupila a dále vybírala jen mezi pořízením nákladního elektrického kola a nákladní elektrické tříkolky. Po zhodnocení všech parametrů obou vozidel došla autorka práce k závěru, že nejvýhodnější variantou pro svoz a rozvoz prádla po městě Hradec Králové ve firmě KP je nákladní elektrická tříkolka.

Na základě výpočtů této diplomové práce nebyla prokázána výhodnost pořízení elektromobilu Nissan Townstar EV VAN na svoz a rozvoz zásilek mimo město. Nejsilnější stránka provozu elektromobilu je při využívání pouze v městském provozu, kdy se průměrná rychlost automobilu pohybuje kolem 30 km/h a dochází k častému brzdění a rozjíždění vozidla, kdy díky rekuperaci při brzdění se do baterie vrací část energie a tím se jeho dojezd o něco navyšuje a jeho spotřeba se snižuje. Další avizované plus elektromobilů,

kteřé uvádí že náklady na pravidelný servis a údržbu jsou minimální, není v tomto případě také úplně tak pravda. Cena pravidelných servisů elektrovozidla Nissan je přibližně jen o polovinu nižší než v případě automobilu Ford, jeho pořizovací cena je však mnohem vyšší a náklady na opravy elektromobilů jsou také vyšší než opravy automobilů se spalovacími motory. V případě, kdyby bylo počítáno s variantou rychlonabíjení elektromobilu u veřejné nabíjecí stanice, které i tak trvá 40 minut, byly by náklady na jeho provoz ještě o 3 321 Kč měsíčně vyšší, než je tomu v případě současného vozidla. Dále také na základě údajů poskytnutých pojišťovací m poradcem dojde v nejbližších měsících k razantnímu navýšení povinného ručení a havarijního pojištění pro elektromobily, a tak náklady na jeho provoz ještě vzrostou. Za současných podmínek by tak byly náklady na provoz elektrovozidla ve firmě KP vyšší, než jsou náklady na provoz současného vozidla se spalovacím motorem. Z výše uvedených důvodů tak není ekonomicky výhodné elektromobil do firmy KP pořizovat.

Autorka práce proto doporučuje firmě KP pořizování pouze nákladní elektrické tříkolky pro svoz a rozvoz po městě, čímž by firma ušetřila na pohonných hmotách a nákladech na obsluhu okolo 100 000 Kč ročně a mimo město i na dále využívat současný automobil Ford Tourneo Courier.

SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

1. Vyprodukované Emise. Online. Dostupné z: <http://www.envimat.cz/metodika/kalkulacka/?calc-consumption=9%2C4&palivo=on#>. [cit. 2024-03-24].
2. ČEZ. Elektromobilita. Online. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/sluzby-pro-zakazniky/elektromobilita/faq/elektromobilita>. [cit. 2024-03-11].
3. ČISTÁ DOPRAVA. Dobíjecí body a stanice. Online. Dostupné z: <https://www.cistadoprava.cz/stanice-ceska-republika>. [cit. 2024-03-11].
4. EMISE. Online. Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/infografiky/emise-cr>. [cit. 2024-03-11].
5. NÁKLADNÍ ELEKTROKOLA. Online. Dostupné z: <https://www.cargobikedaddy.cz/blog/nakladni-elektrokola-zmeni-mesta-k-lepsimu-rozhovor-v-magazinu-electric-bike-4-2023/>. [cit. 2024-03-11].
6. ELEKTROMOBILY. Online. Dostupné z: <https://solarnimagazin.cz/pocet-elektromobilu-v-cesku-rose- evropu-ale-dohanime-tezko/>. [cit. 2024-03-11].
7. MPO. Dotace elektromobilita. Online. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/rozcestnik/pro-media/tiskove-zpravy/mpo-pripravilo-vyzvu-na-podporu-elektromobility--pro-podnikatele-je-pripraveno-1-95-miliardy-korun--278466/>. [cit. 2024-03-11].
8. Legislativa elektromobilita. Online. Dostupné z: <https://www.autoweb.cz/elektromobily-legislativa-poradime-dotacich-vyhodach-zakazech/>. [cit. 2024-03-17].
9. HROMÁDKO, Jan. Speciální spalovací motory a alternativní pohony. Grada Publishing, 2012. ISBN 978-80-247-4455-1.
10. ELEKTROMOBILY. Online. Dostupné z: <https://www.opel.cz/sluzby-opel-pro-elektromobily/prehled/get-started-bev-phev-e-rev.html>. [cit. 2024-03-11].
11. RAMADHAS, Arumugam. ALTERNATIVE FUELS FOR TRANSPORTATION. Taylor and Francis Group, 2011. ISBN 978-1-4398-1957-9.
12. FCEV elektromobil. Online. Dostupné z: <https://www.garaz.cz/clanek/testy-vodik-versus-baterie-vodik-ma-svuj-smysl-budoucnost-ale-bude-patrit-bateriim-21011520>. [cit. 2024-03-17].
13. Druhy elektromobilu. Online. Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/e-mobilita-cs/druhy-elektromobilu-znate-je-vsechny/>. [cit. 2024-03-17].

14. Druhy elektromobilu. Online. Dostupné z: <https://www.denik.cz/auto/vyznate-se-v-zaplave-modernich-hybridu-pro-jistotu-nabizime-tahak-20180709.html>. [cit. 2024-03-17].
15. Systém logistiky. Online. Dostupné z: <https://www.systemylogistiky.cz/2023/09/19/nakladni-elektrokola-jsou-in-jak-zvolit-nejvhodnejsi/>. [cit. 2024-03-17].
16. Nákladní kola. Online. Dostupné z: <https://www.akademimobility.cz/nakladni-kola>. [cit. 2024-03-17].
17. Nákladní elektrická tříkolka. Online. Dostupné z: <https://www.autoservismagazin.cz/aktuality/2023-08-25-elektricke-trikolky-na-chorvatskych-ostrovech>. [cit. 2024-03-17].
18. Vyprodukované Emise. Online. Dostupné z: <http://www.envimat.cz/metodika/kalkulacka/?calc-consumption=9%2C4&palivo=on#>. [cit. 2024-03-24].
19. Renault Kangoo E-Tech. Online. Dostupné z: <https://www.topdriveclub.com/auto/renault-kangoo-e-tech-base-line-11/nJJ5rcVf>. [cit. 2024-05-03].
20. Nissan Townstar Ev Van. Online. Dostupné z: <https://www.naoperak.cz/operativni-leasing/nissan-townstar-ev-van-acent-a-45-kwh-122k-11-auto-4db68d6baf55f4d37d384ccddc8ad73c12/>. [cit. 2024-05-03]
21. Urban Arrow. Online. Dostupné z: <https://ekolo.cz/urban-arrow-cargo-xl-alu-box>. [cit. 2024-05-03].
22. NÁKLADNÍ ELEKTORKOLO. Online. Dostupné z: <https://www.cargobikedaddy.cz/professional-dolly-cargo/>. [cit. 2024-05-03]. Nákladní el- tříkolka. Online. Dostupné z: <https://www.eroute.cz/cargo-tj150-80ah/>. [cit. 2024-05-03].
23. Nákladní el- tříkolka. Online. Dostupné z: <https://www.leramotors.cz/domu/240-leramotors-cargo-g5-2000w-coc-cerna.html>. [cit. 2024-05-03].
24. KANGOO VAN E-TECH. Online. Dostupné z: <https://cdn.group.renault.com/ren/cz/pdf/pricelists/kangoo-van-e-tech-price.pdf.asset.pdf/6a2e495dd0.pdf>. [cit. 2024-05-03].
25. CENY NABÍJNÍ ELEKTROMOBILŮ. Online. Dostupné z: <https://www.usetreno.cz/clanky/cena-nabijeni-elektromobil/>. [cit. 2024-05-03].
26. NISSAN TOWN STAR. Online. Dostupné z: https://www-europe.nissan-cdn.net/content/dam/Nissan/cz/brochures/Pricelists/Townstar_Ev_Van_CZ.pdf. [cit. 2024-05-03].

27. NABÍJECÍ STANICE NISSAN. Online. Dostupné z: <https://www.evexpert.cz/>. [cit. 2024-05-03].
28. GOOGLE MAPY. Online. Dostupné z: <https://www.google.com/maps/@50.2112208,15.8081397,100m/data=!3m1!1e3?hl=cs-CZ&entry=ttu>. [cit. 2024-05-03].
29. CENY ELEKTROINSTALACE. Online. Dostupné z: <https://stavomag.cz/orientacni-cenik/>. [cit. 2024-05-03].
30. DOJEZD ELEKTROMOBILU. Online. Dostupné z: <https://business.renault.cz/elektricke-vozy/kangoo-van-e-tech-elektricky.html>. [cit. 2024-05-03].
31. MNOŽSTVÍ CO₂ PŘI VÝROBĚ VOZIDEL. Online. Dostupné z: (31) <https://www.auto.cz/jizda-cista-ale-co-vyroba-kolik-co2-vznikne-pri-vyrobe-elektromobilu-131387>. [cit. 2024-05-30].
32. KRYCÍ PLACHTY. Online. Dostupné z: <https://www.pvcbannery.cz/produkt/extra-tisk-4-4/>. [cit. 2024-05-30].

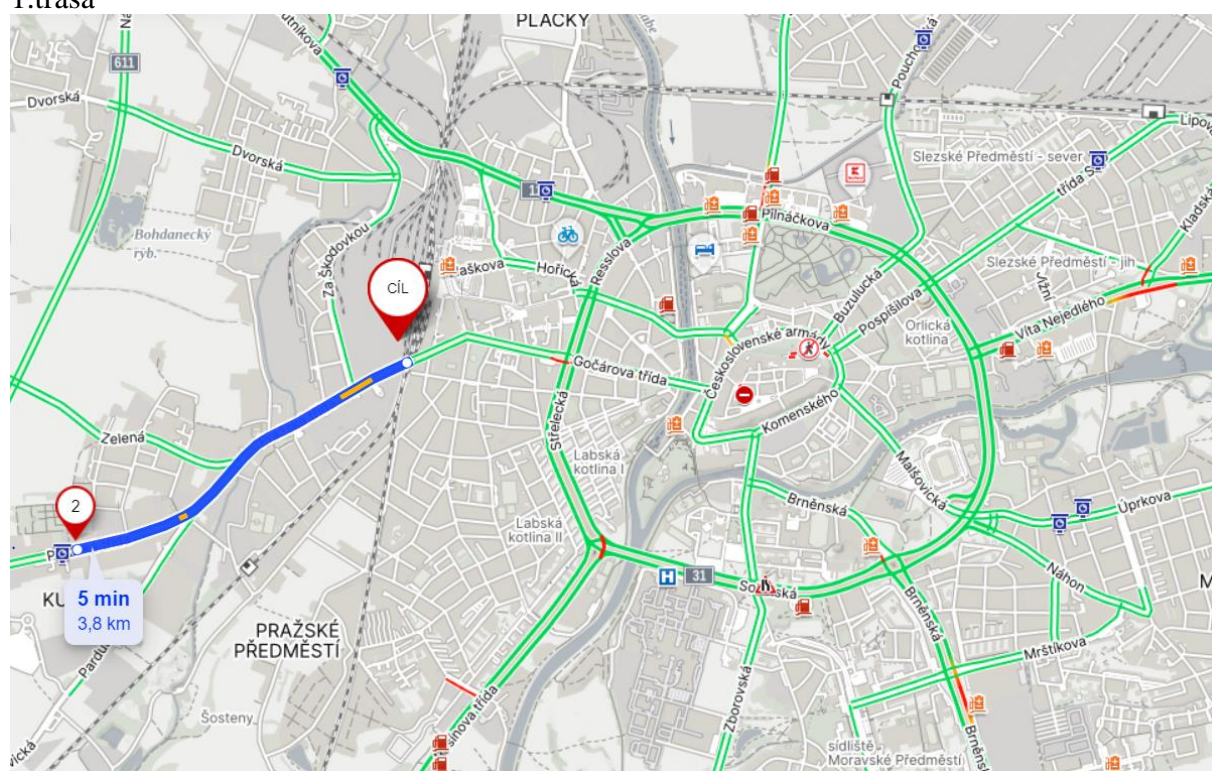
SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A – mapy tras rozvozu po městě Hradec Králové

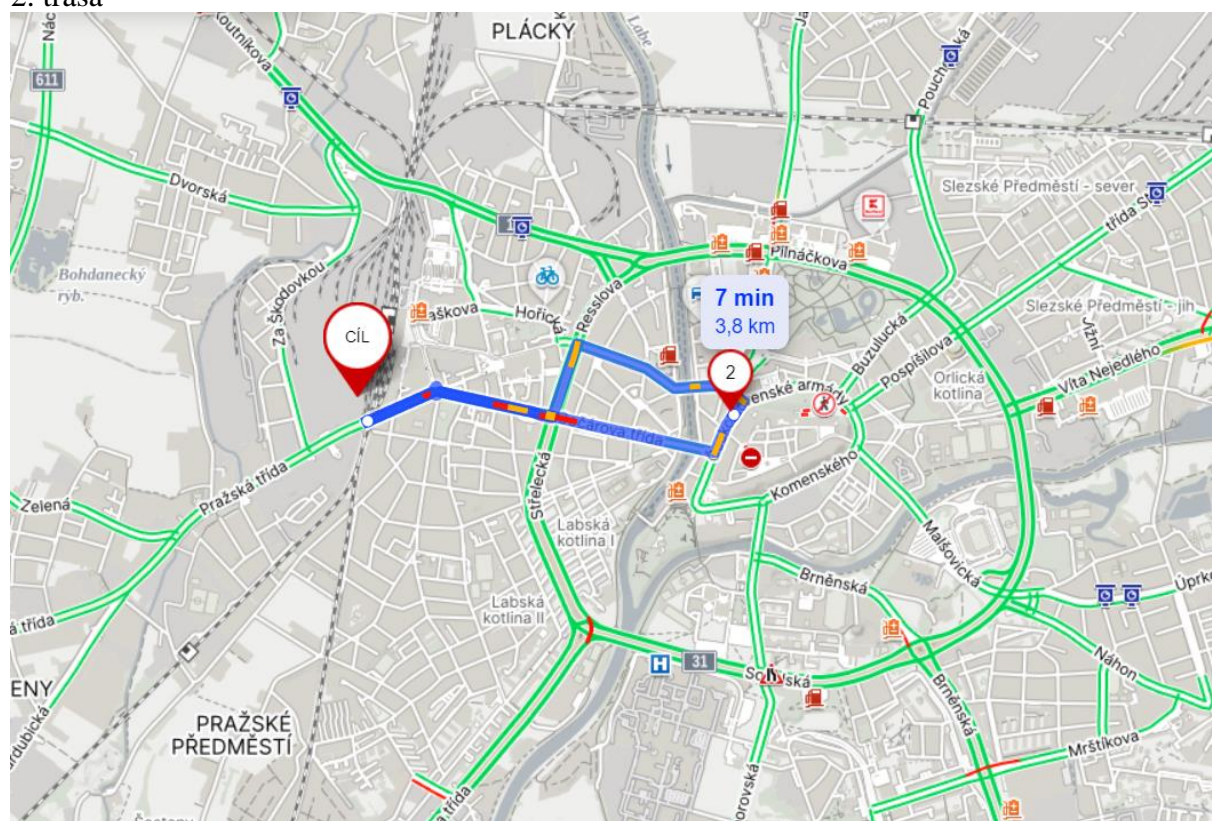
Příloha B – mapy tras rozvozu mimo město Hradec Králové

ŘÍLOHA A

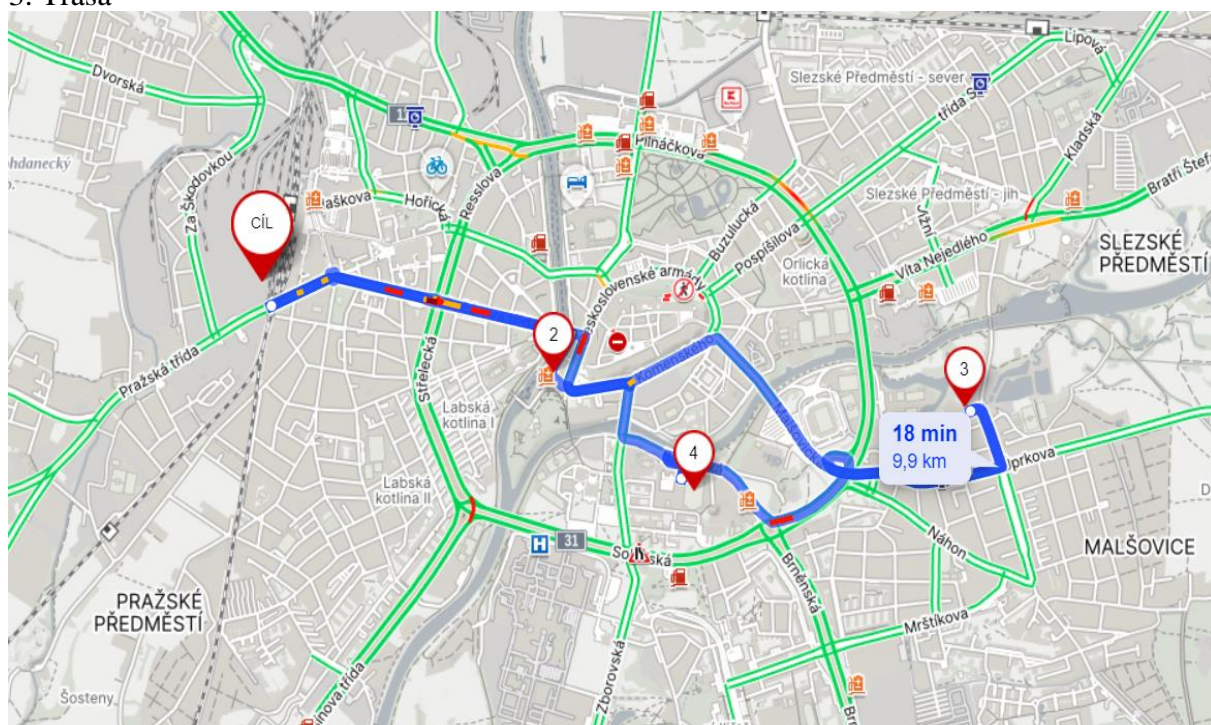
1. trasa



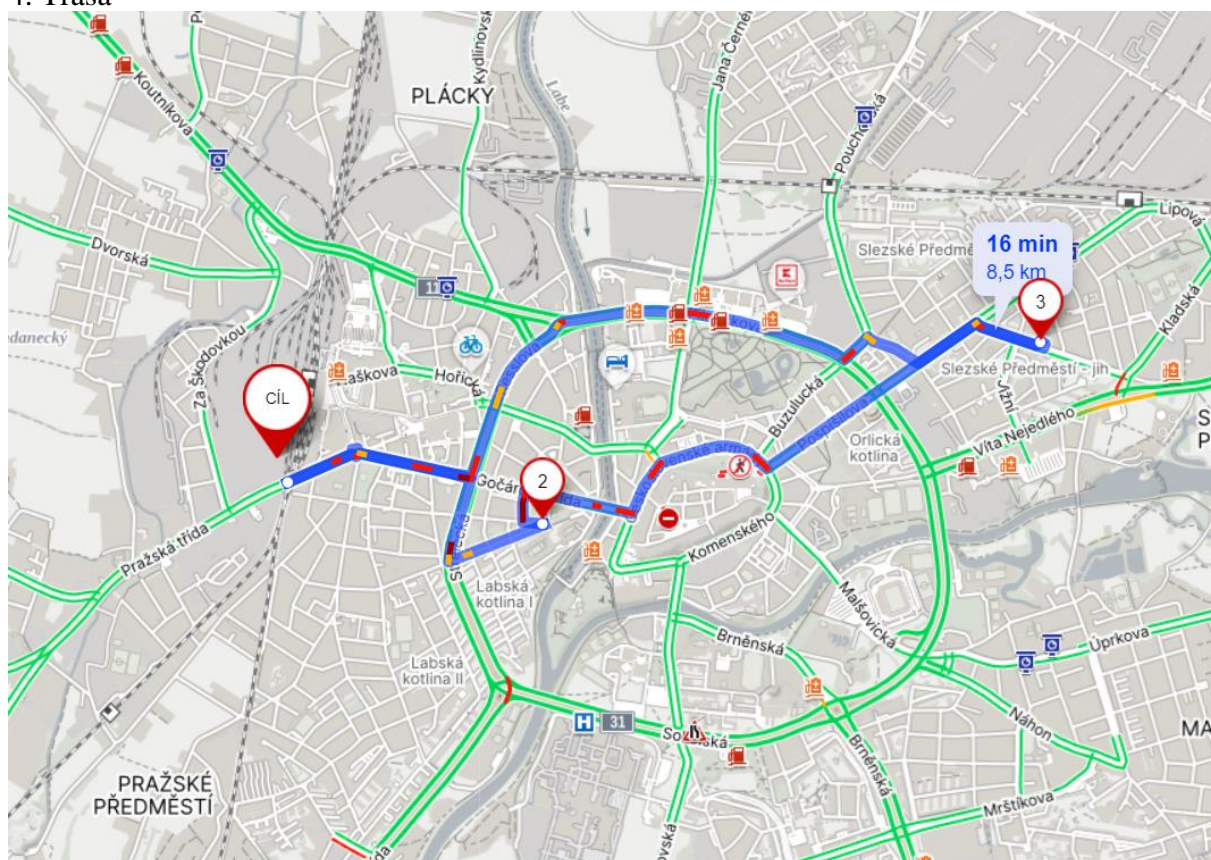
2. trasa



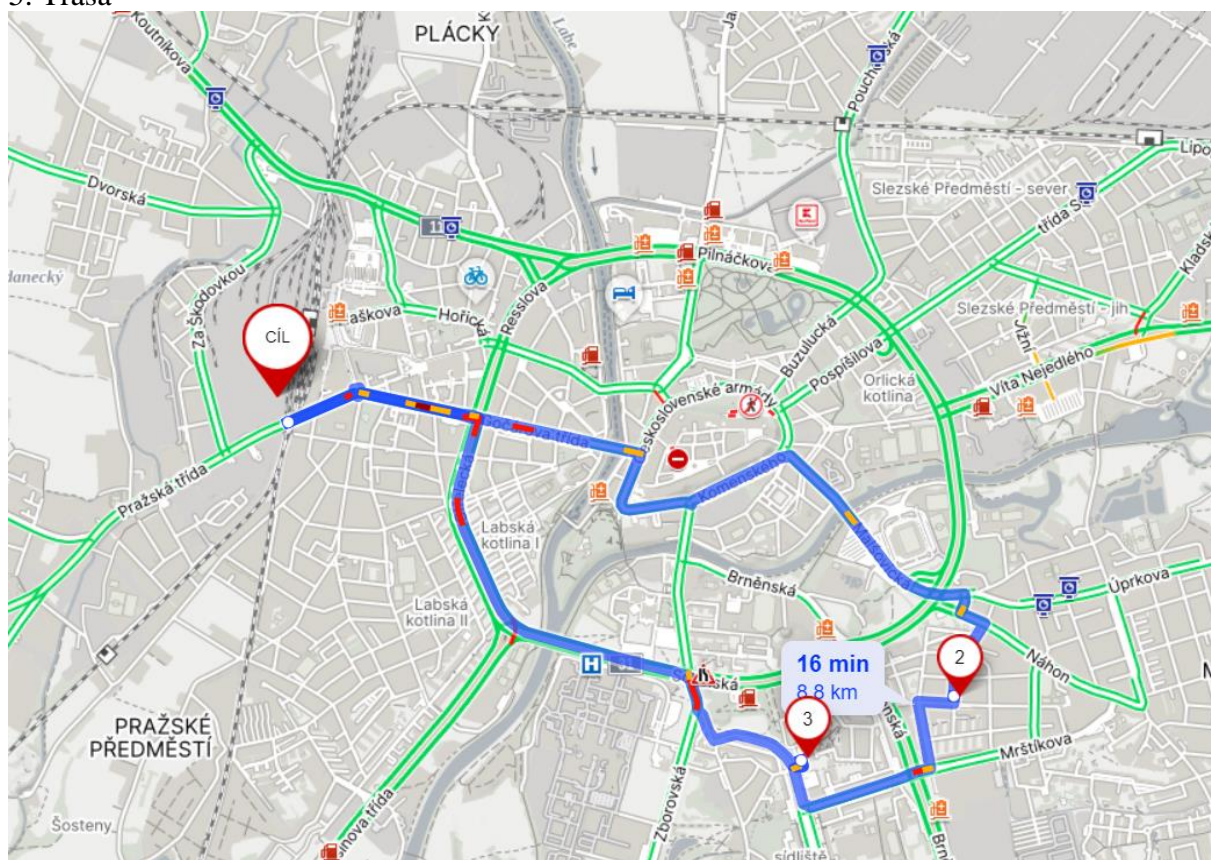
3. Trasa



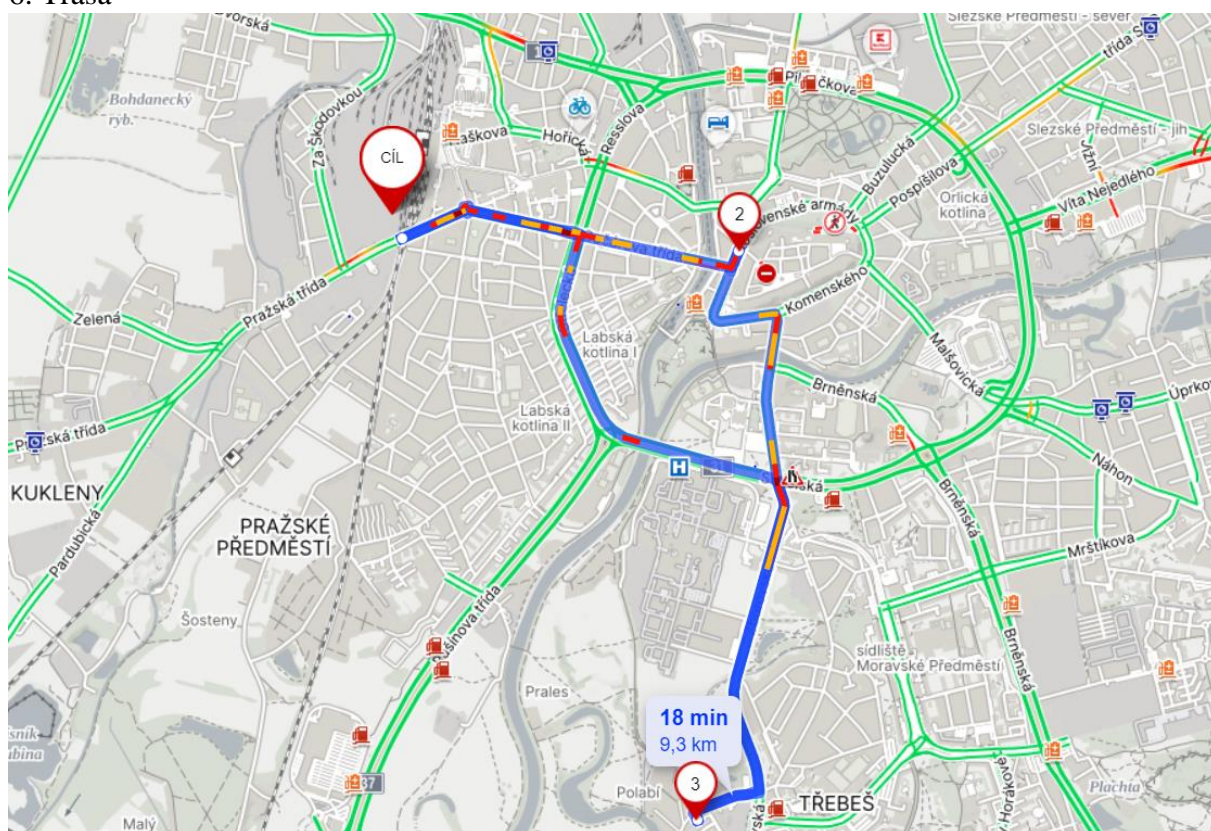
4. Trasa



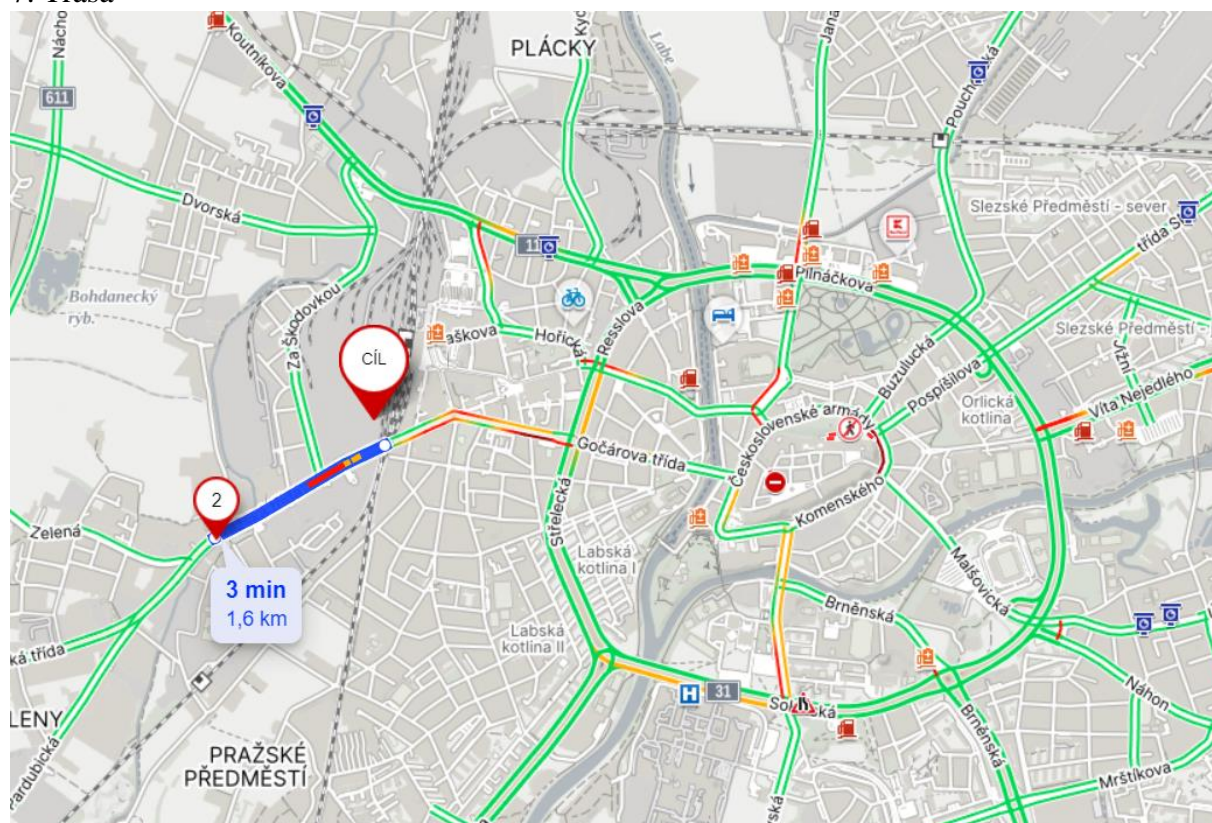
5. Trasa



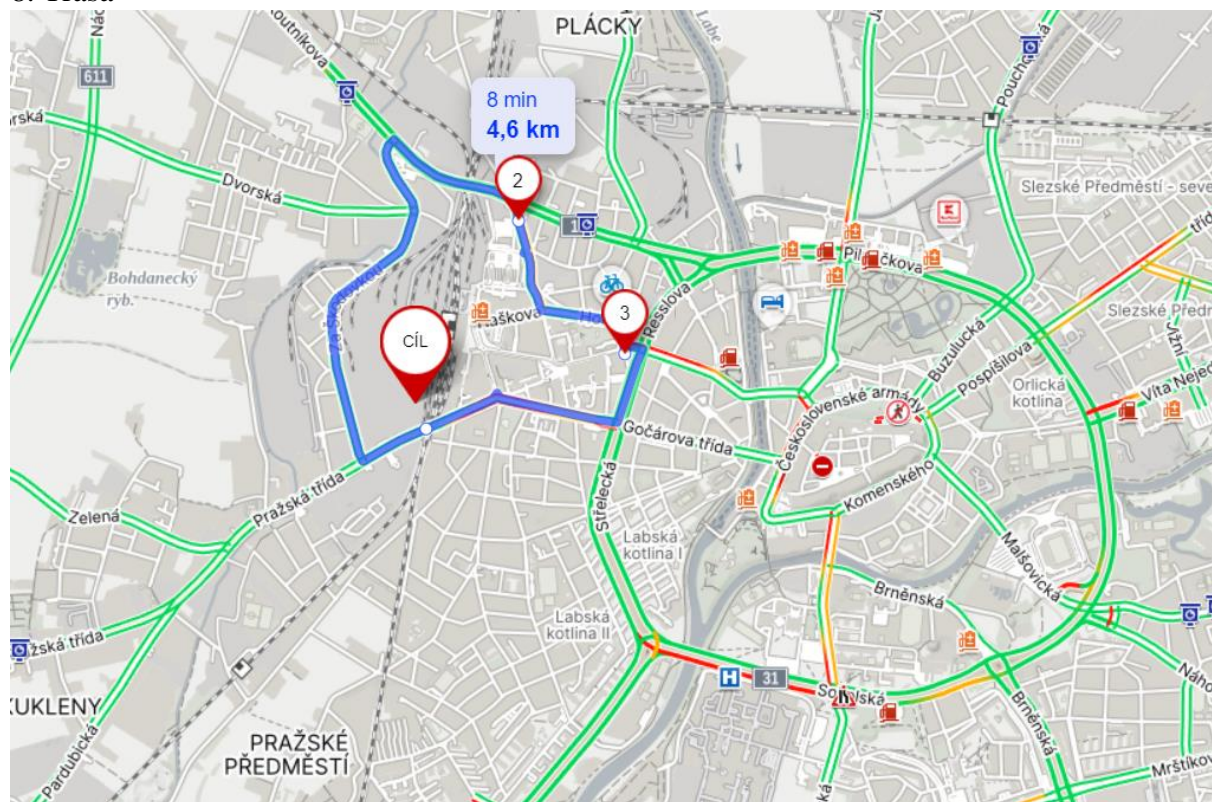
6. Trasa



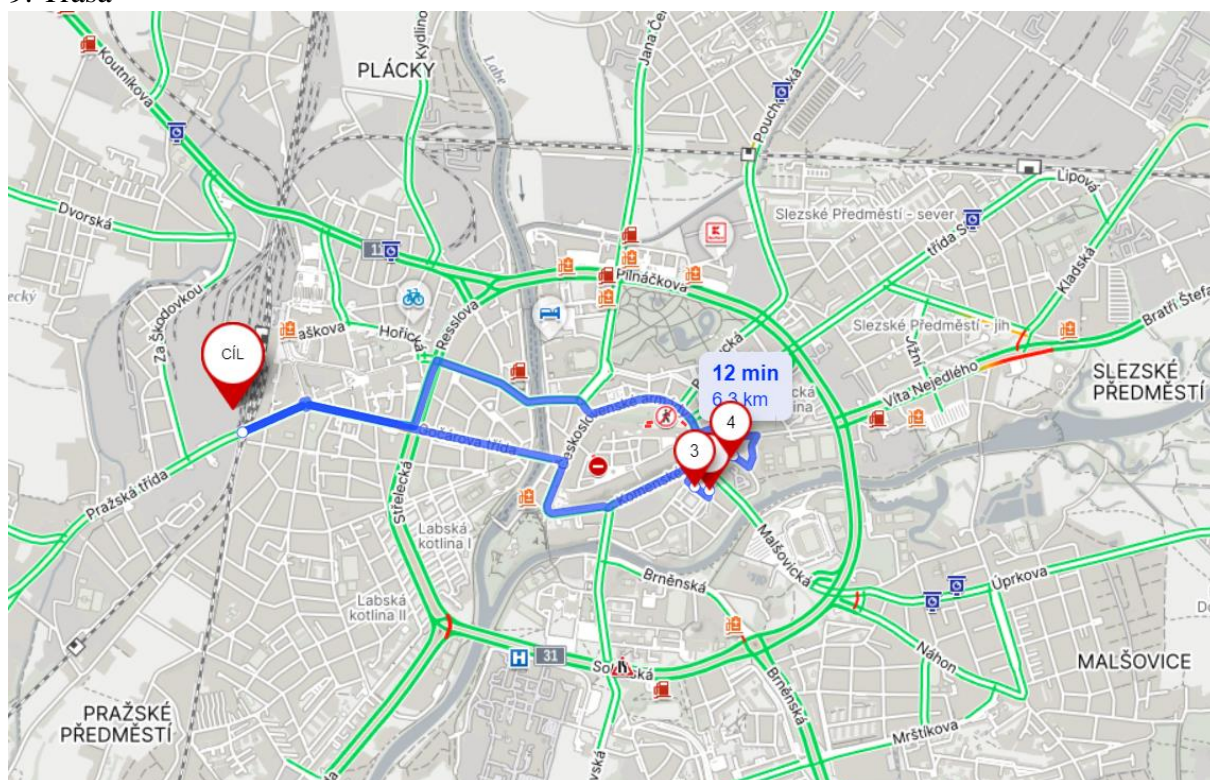
7. Trasa



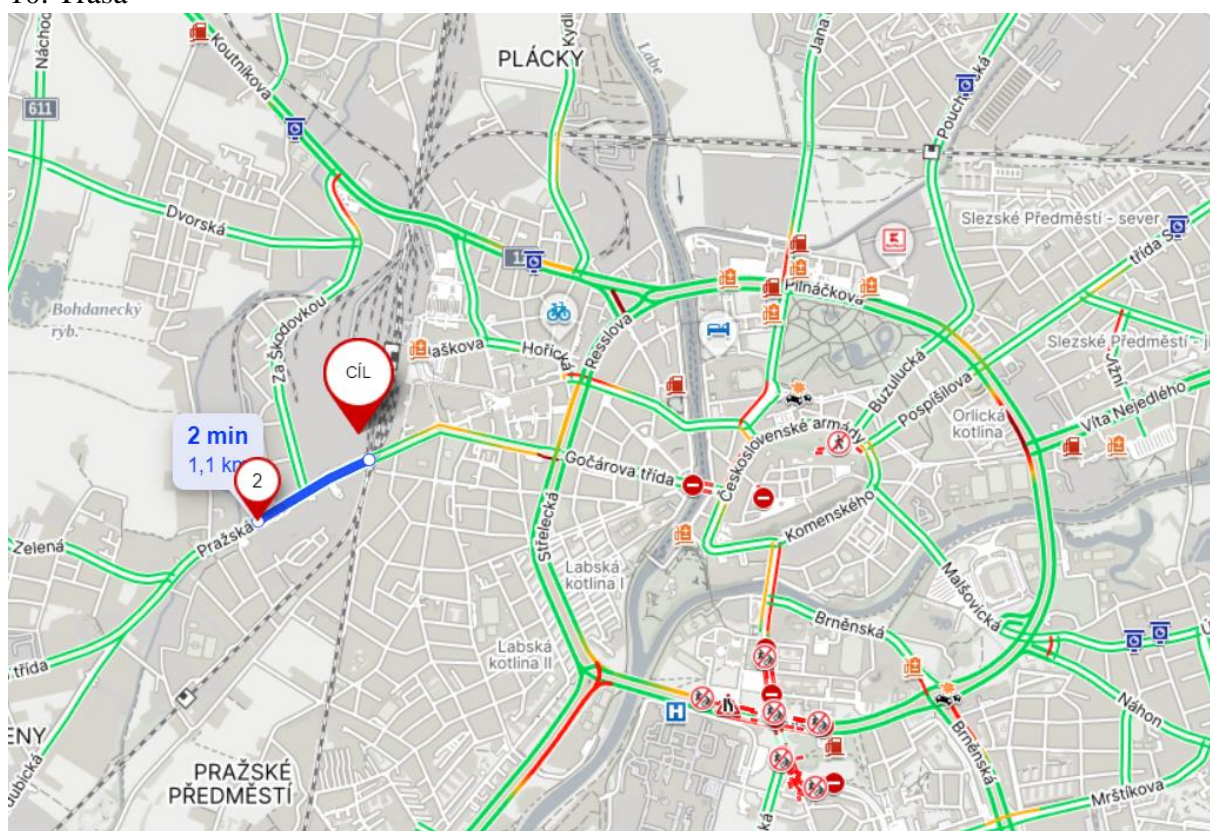
8. Trasa



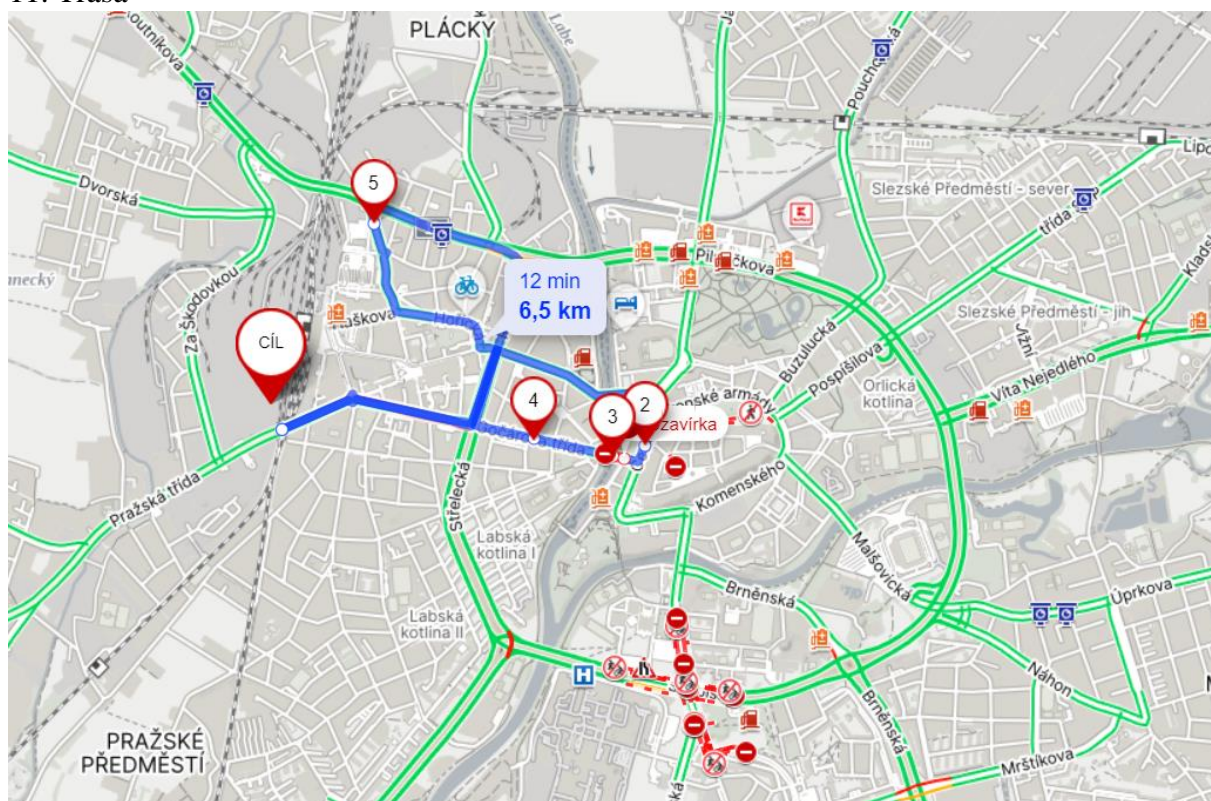
9. Trasa



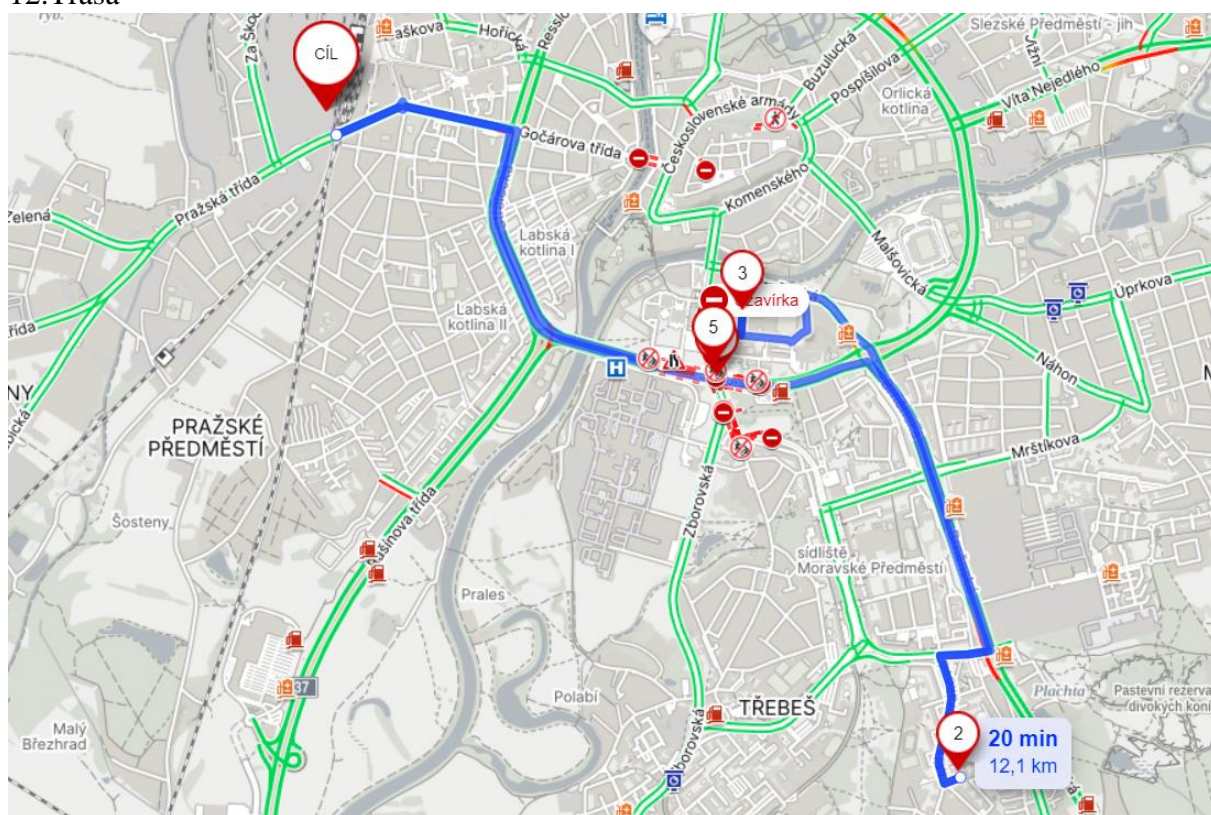
10. Trasa



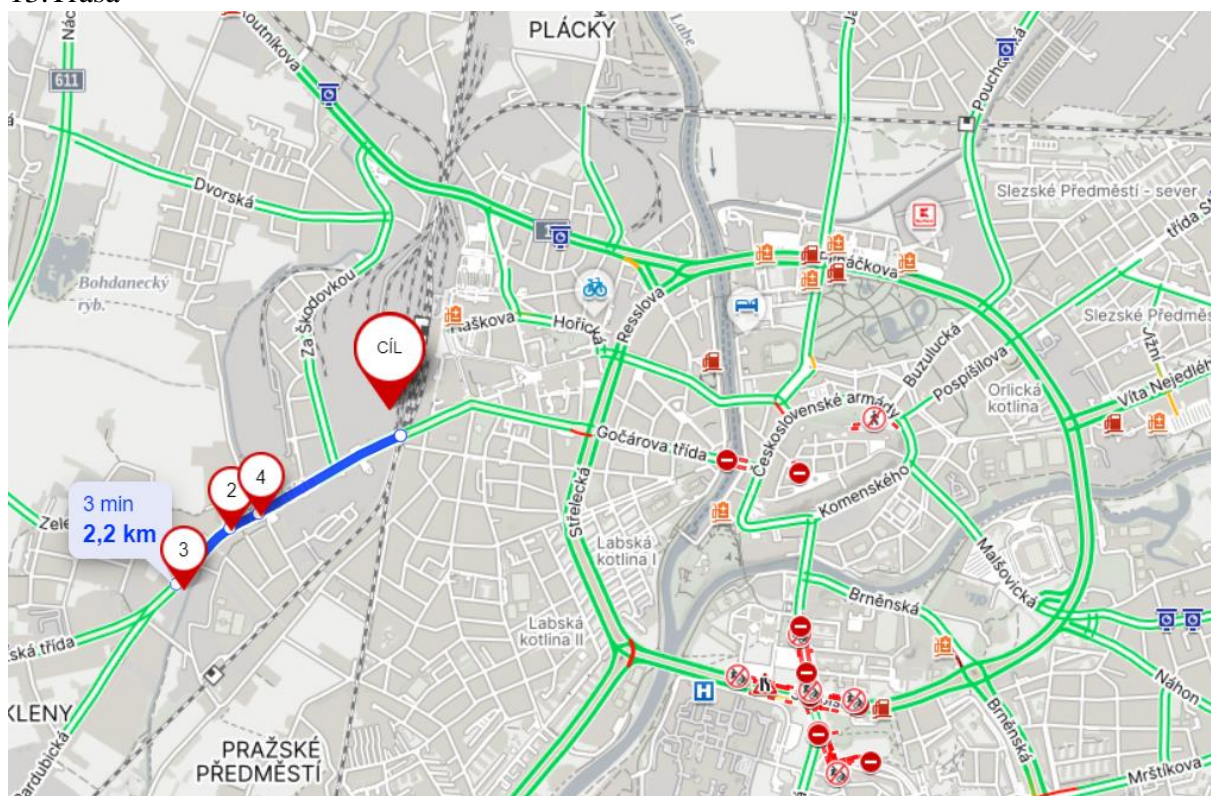
11. Trasa



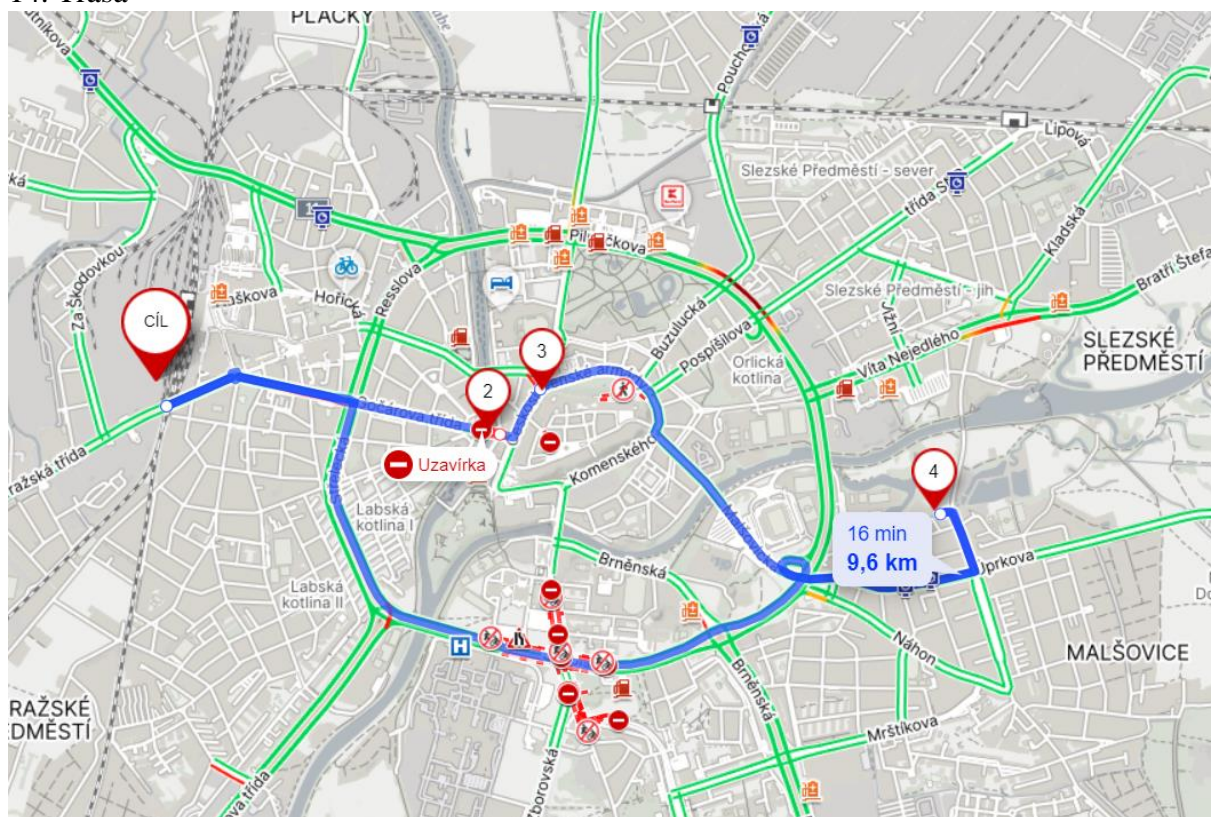
12. Trasa



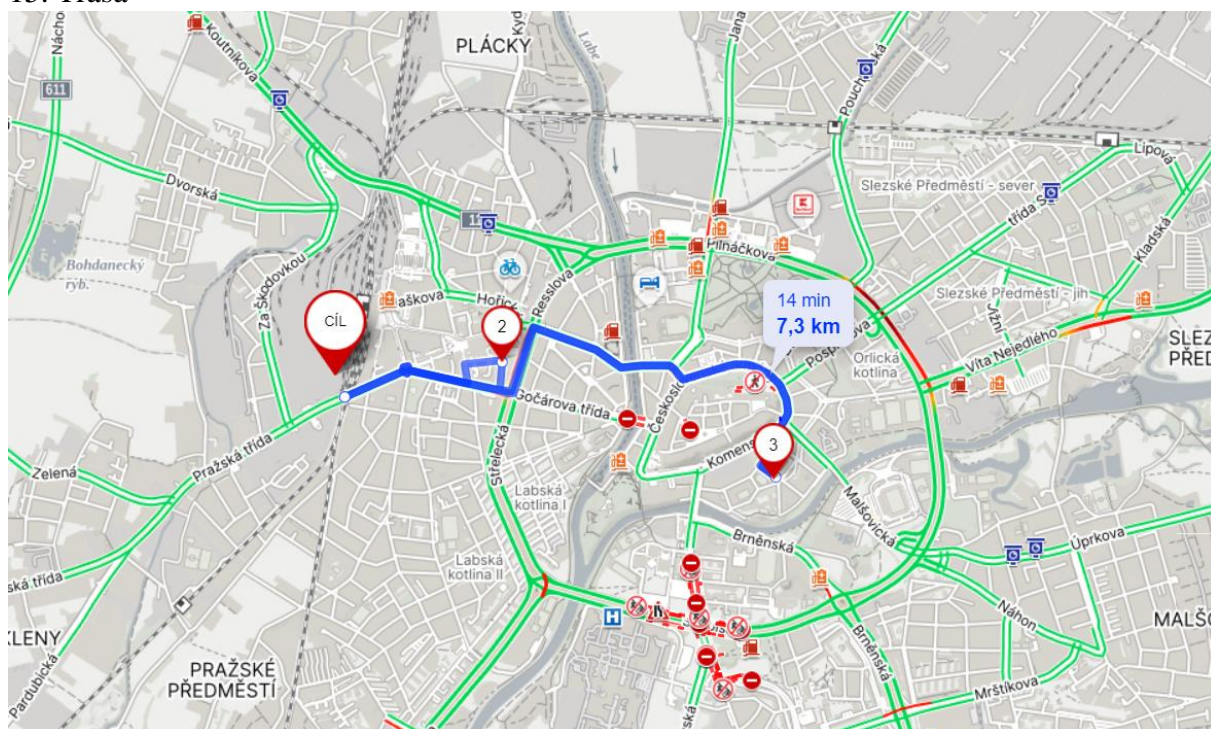
13. Trasa



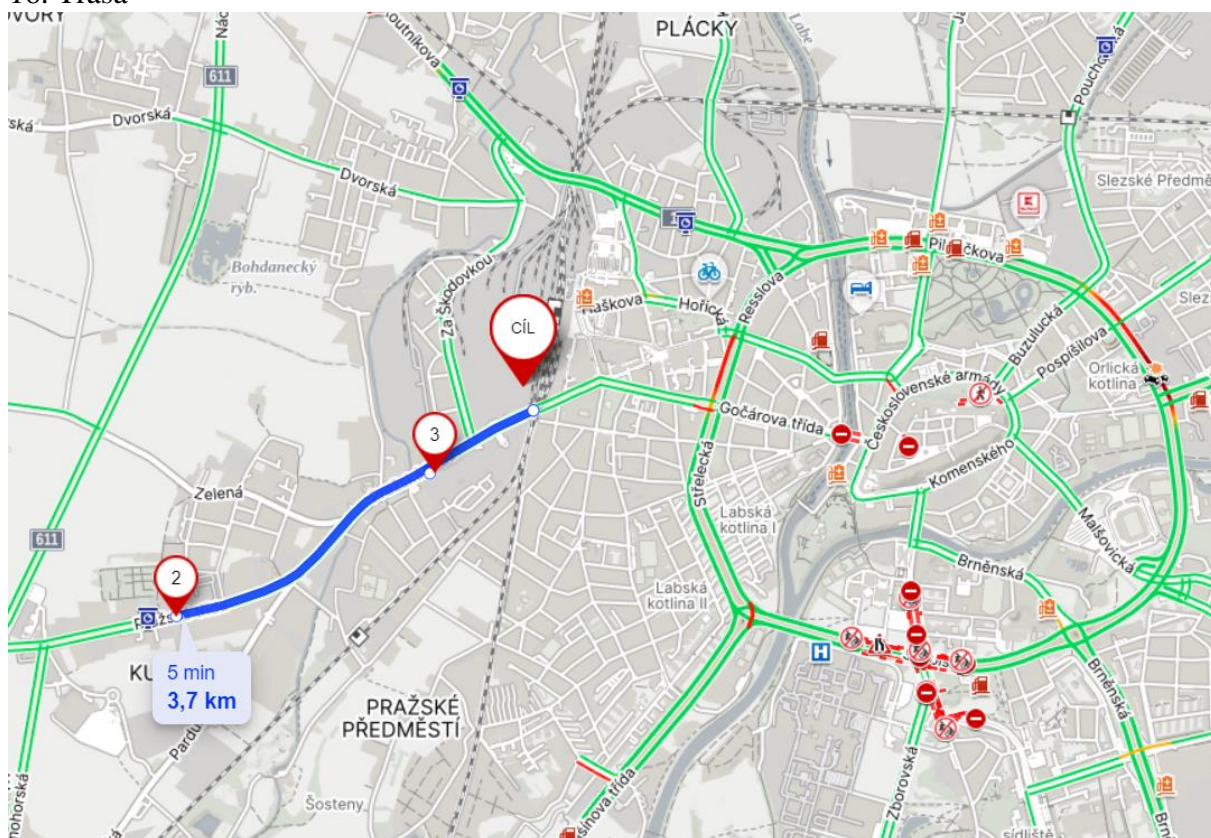
14. Trasa



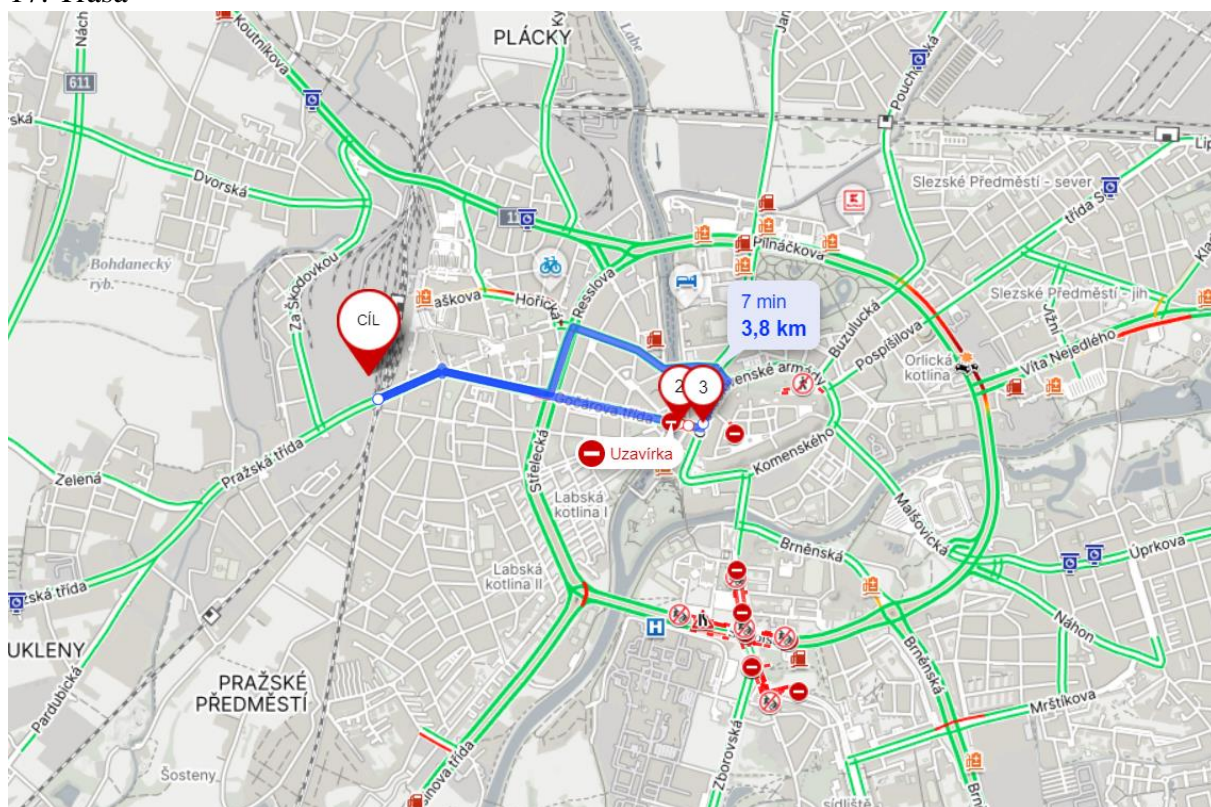
15. Trasa



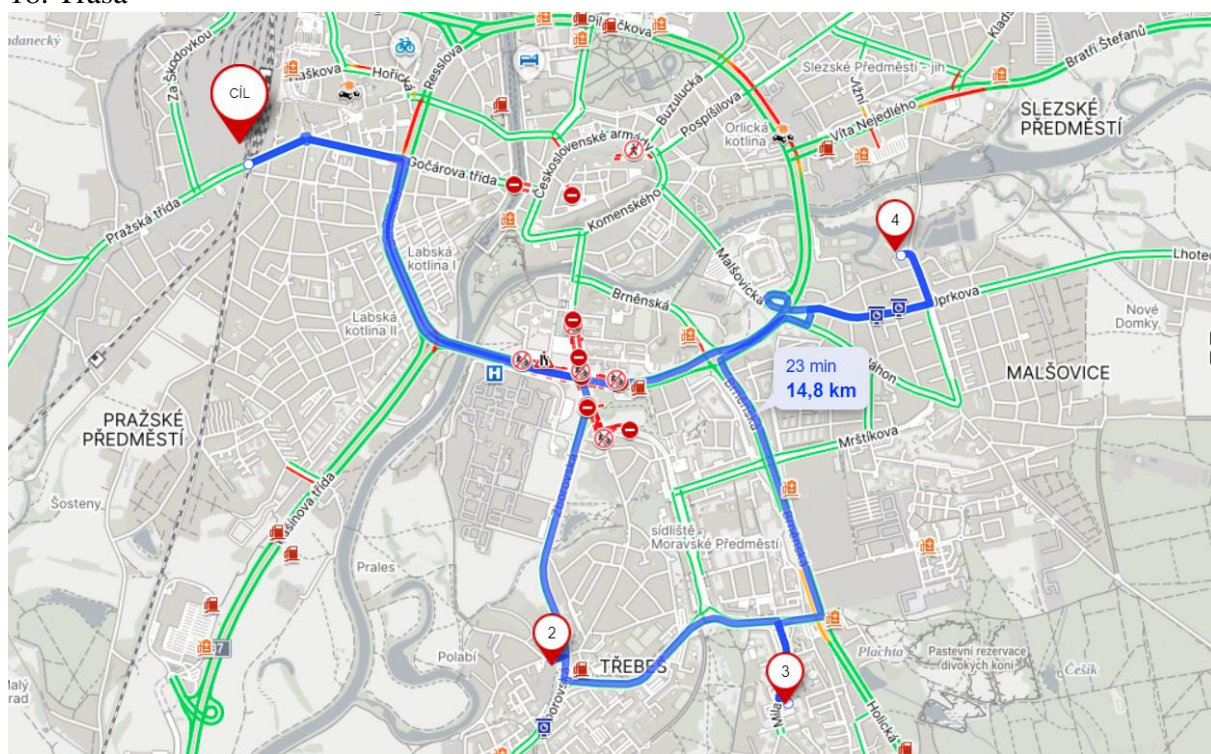
16. Trasa



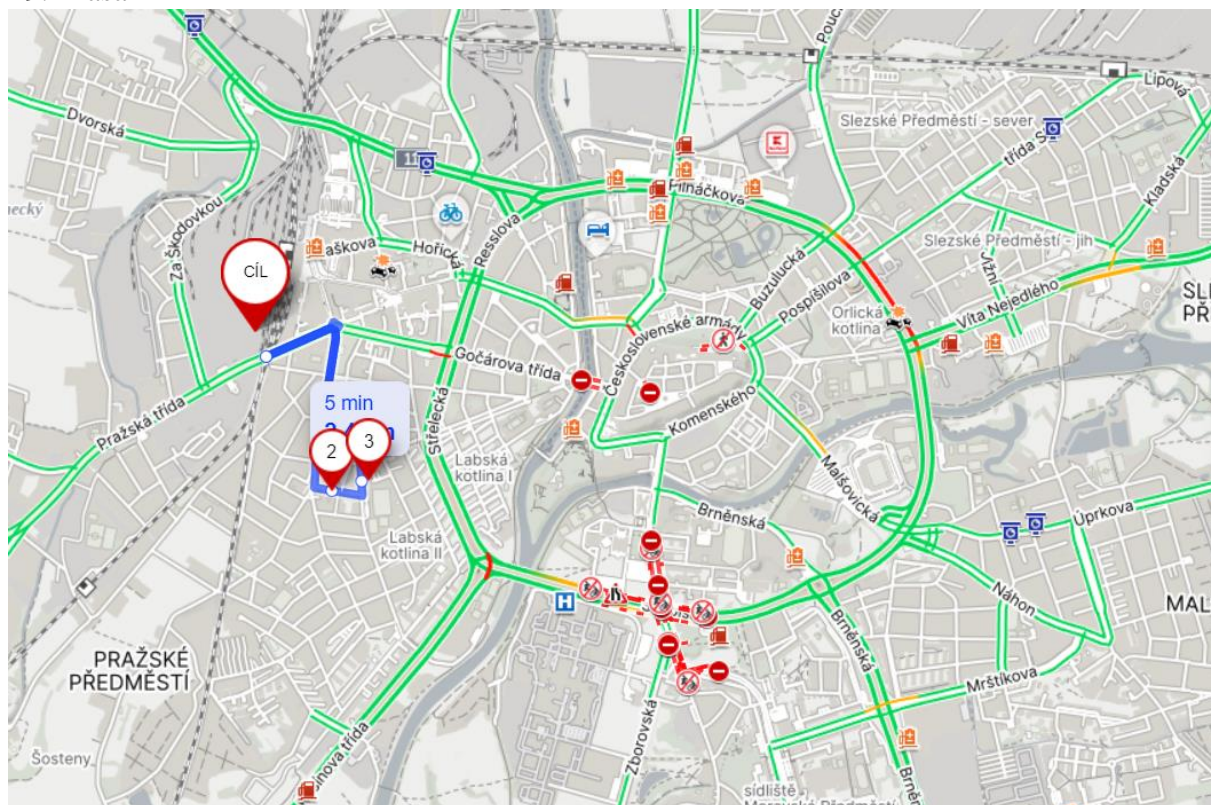
17. Trasa



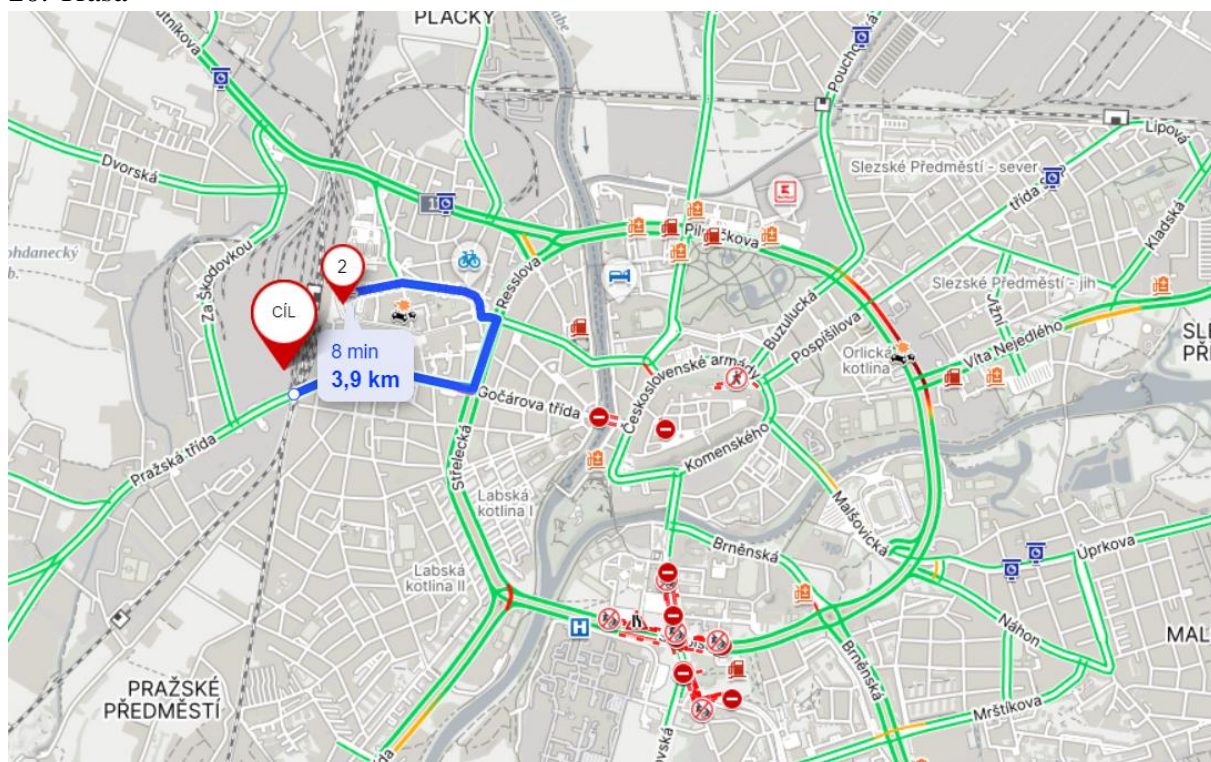
18. Trasa



19. Trasa

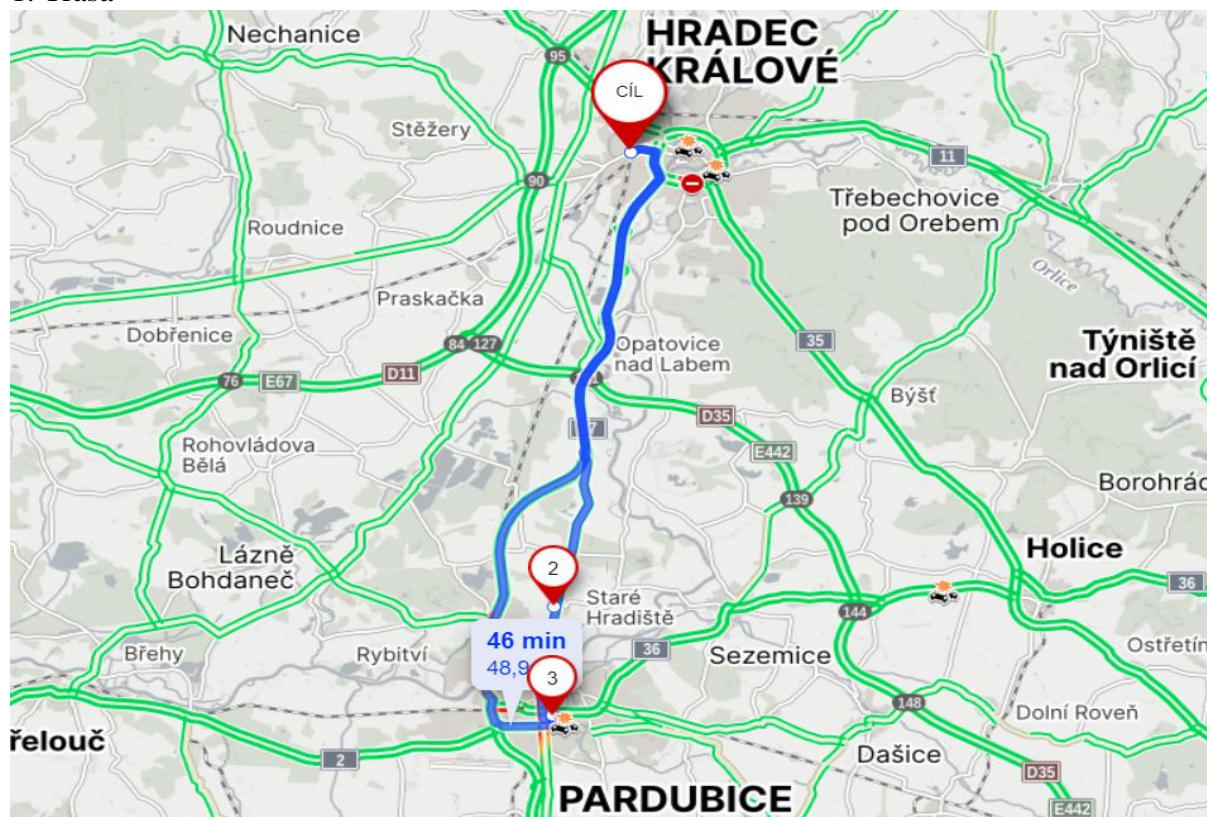


20. Trasa

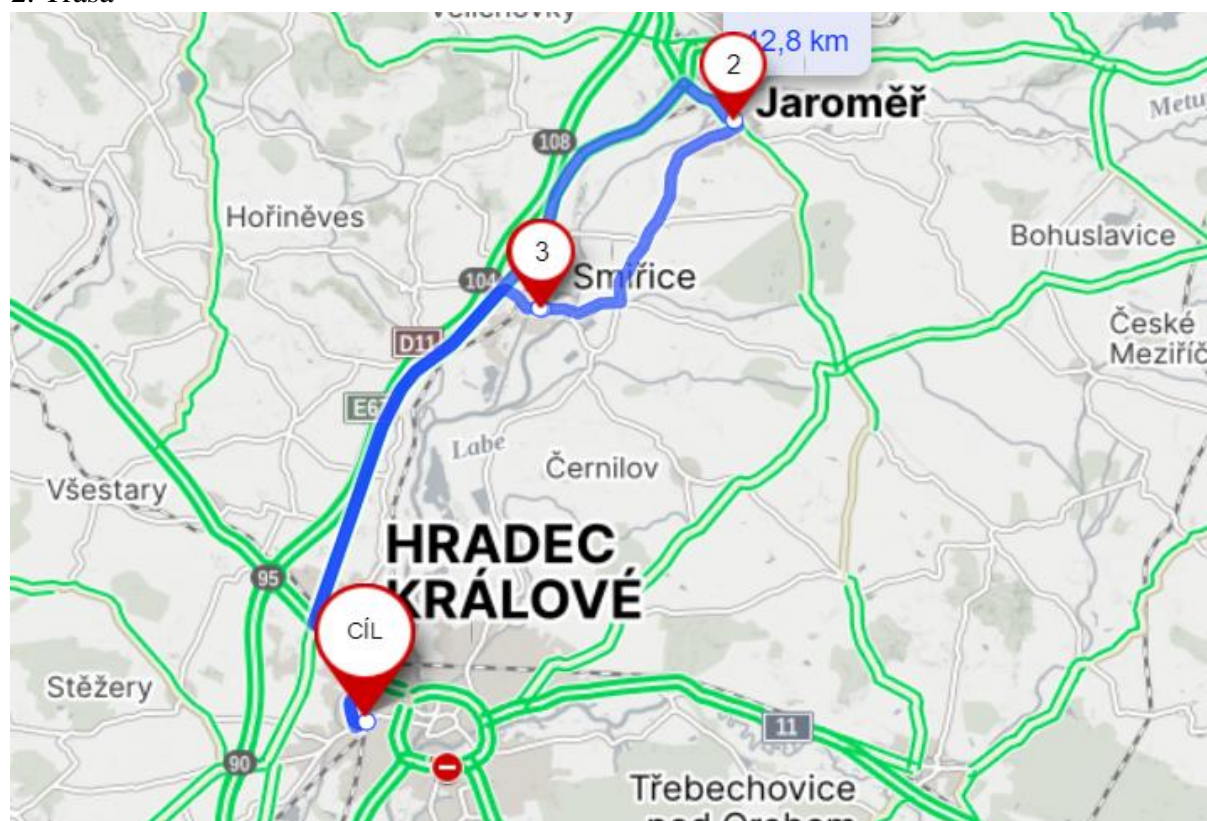


PŘÍLOHA B

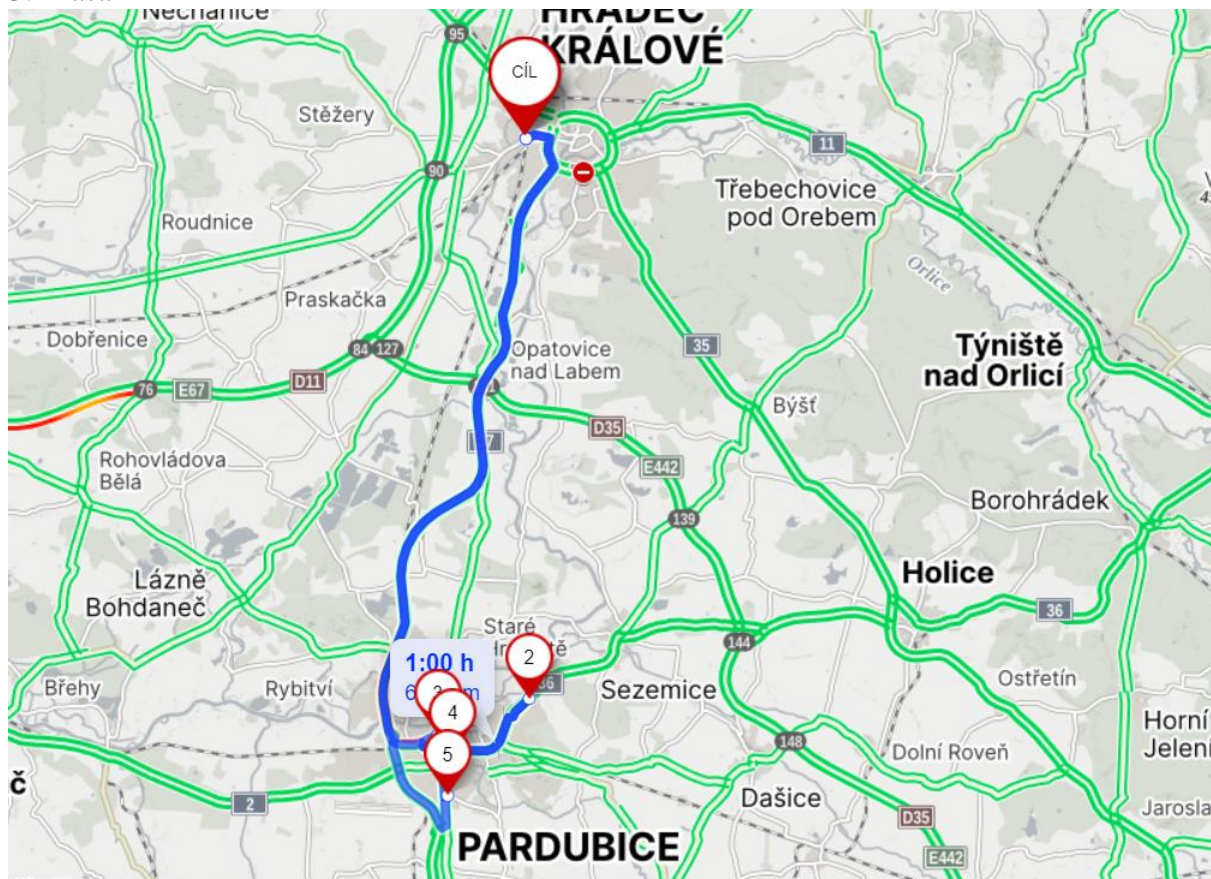
1. Trasa



2. Trasa



3. Trasa



4. Trasa

