



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

Bc. Štefan Drozd
VYUŽITÍ NÁKLADNÍ TRAMVAJE PRO DORUČOVÁNÍ
ZÁSILEK V PRAZE

Diplomová práce

2023

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

děkan

Konviktská 20, 110 00 Praha 1



K617..... Ústav logistiky a managementu dopravy

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Štefan Drozd

Studijní program (obor/specializace) studenta:

navazující magisterský – LA – Logistika a řízení dopravních procesů

Název tématu (česky): **Využití nákladní tramvaje pro doručování zásilek v Praze**

Název tématu (anglicky): The use of cargo tram for the parcel delivery in Prague

Zásady pro vypracování

Při zpracování diplomové práce se řiďte následujícími pokyny:

- Úvod do fungování logistické sítě poštovních doručovatelů v Praze
- Možnosti využití tramvaje pro přepravu nákladu
- Analýza tramvajové infrastruktury a výběr vhodných lokalit pro obsluhu nákladní tramvaj
- Návrh konceptu obsluhy vybraných lokalit
- Zhodnocení technologických a ekonomických aspektů projektu



- Rozsah grafických prací: dle požadavků vedoucích diplomové práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: MERVART, M. et al. City logistika. Vydání první. Praha: Wolters Kluwer, 2021. 115 stran. ISBN 978-80-7676-212-1.
- Pietrzak, O., Pietrzak, K., Cargo tram in freight handling in urban areas in Poland, Sustainable Cities and Society, Volume 70, 2021, doi:10.1016/j.scs.2021.102902

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Petr Fridrišek**
doc. Ing. Vít Janoš, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: **30. června 2022**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)


Datum odevzdání diplomové práce: **15. května 2023**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia


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




.....
prof. Ing. Ondřej Příbyl, Ph.D.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.


.....
Bc. Štefan Drozd
jméno a podpis studenta

V Praze dne.....30. června 2022

Poděkování

Za vynikající vedení práce, podněty, rady a připomínky děkuji panu Ing. Petru Fridriškovi, Ing. Stanislavu Metelkovi a doc. Ing. Vítu Janošovi, Ph.D. Poděkování patří také kolegům na České poště, kteří mi pomohli při zpracování částí věnovaných provozu. Chtěl bych také poděkovat Dopravnímu podniku hlavního města Prahy za spolupráci při analýze tramvajové sítě. Největší poděkování patří mé rodině, která mi umožnila zpracovávat diplomovou práci i na úkor rodinného života.

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci zpracovanou na závěr studia na Dopravní fakultě ČVUT. Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací. Nemám závažný důvod proti užívání tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 15. 5. 2023



.....
Podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

Ústav logistiky a managementu dopravy

Využití nákladní tramvaje pro doručování zásilek v Praze

Diplomová práce

Bc. Štefan Drozd

květen 2023

Abstrakt

Závěrečná práce se zabývá využitím nákladní tramvaje jako prostředku pro doručování zásilek v Praze. Práce je rozdělena do pěti hlavních kapitol zabývajících se analýzou a návrhem obsluhy balíkových stanic v tramvajových obratištích v Praze. V první části se práce věnuje analýze stávajících procesů doručování zásilek České pošty a dalších firem zajišťujících doručování zásilek. Druhá část analyzuje využití tramvají pro city logistiku v Evropě. Další kapitoly klasifikují pražskou tramvajovou síť dle autorem navržené metody. Následně jsou pomocí této metody vybrány vhodné lokality a je navržena technologie jejich obsluhy. Poslední část obsahuje zhodnocení navrženého řešení včetně ekonomického posouzení.

Klíčová slova

Praha, city logistika, nákladní tramvaj, zásilka, Česká pošta, balíková stanice, doručování

Abstract

The master's thesis deals with the use of the freight tram as a means of delivering parcels in Prague. The thesis is divided into five main chapters dealing with the analysis and design of parcel service stations in tram roundabouts in Prague. In the first part, the thesis analyses the existing parcel delivery processes of the Czech Post and other parcel delivery companies. The second part analyses the use of trams for city logistics in Europe. The next chapters classify the Prague tram network according to the method proposed by the author. Then, using this method, suitable locations are selected, and the technology of their service is proposed. The last part contains an evaluation of the proposed solution including an economic assessment.

Keywords

Prague, city logistic, freight tram, packet, Czech Post, packet station, delivery

Obsah

Seznam použitých pojmů a zkratek.....	8
1. Úvod do fungování logistické sítě poštovních doručovatelů v Praze	9
1.1. Česká pošta s.p.	9
1.1.1. Vliv ČTÚ na fungování České pošty	11
1.1.2. Logistická síť ČP.....	12
1.2. Další logistické firmy zabývající se doručováním zásilek v Praze	13
1.2.1. Dachser Czech Republic a.s.....	13
1.2.2. DHL Express.....	14
1.2.3. DoDo Group SE.....	14
1.2.4. Direct Parcel Distribution CZ s. r. o.....	14
1.2.5. General Logistics Systems Czech Republic s.r.o.	15
1.2.6. Messenger a.s.	15
1.2.7. PPL CZ s.r.o.	15
1.2.8. WE DO CZ s.r.o.....	16
1.2.9. Zásilkovna	16
1.2.10. Vzájemné porovnání logistických firem	17
2. Možnosti využití tramvaje pro přepravu nákladu	18
2.1. Analýza využití systému nákladních tramvajů v Evropě.....	18
2.1.1. CarGoTram Drážďany	18
2.1.2. Cargo-Tram Curych	19
2.1.3. Paketbahn Schwerin.....	20
2.1.4. Využití nákladní tramvaje v městských oblastech v Polsku	22
2.1.5. Shrnutí zahraničních konceptů	23
3. Analýza tramvajové infrastruktury a výběr vhodných lokalit pro obsluhu nákladní tramvajů	24
3.1. Technické parametry tramvajové sítě v Praze	24
3.2. Tramvajová obřiššě v Praze.....	25
3.2.1. Sektor Severovýchod.....	26
3.2.2. Sektor Jihovýchod	29
3.2.3. Sektor Jihozápad	33
3.2.4. Sektor Severozápad	34
3.3. Metodika hodnocení jednotlivých smyček pro využití v rámci konceptu doručování zásilek	37

3.4. Hodnocení konkrétních smyček a úvratí	41
4. Návrh konceptu obsluhy vybraných lokalit.....	47
4.1. Vozidlo určené pro obsluhu vybraných míst.....	47
4.2. Stavební úpravy vybraných lokalit.....	51
4.3. Technologický popis v místě obsluhy	56
4.3.1. Manipulace v prostoru depa	56
4.3.2. Manipulace v obratištích	57
4.4. Technologický popis obsluhy míst.....	58
5. Zhodnocení technologických a ekonomických aspektů projektu.....	65
5.1. Zhodnocení technologie	65
5.2. Ekonomické zhodnocení	66
5.2.1. Investiční náklady	66
5.2.2. Provozní náklady	69
Závěr	71
Použité zdroje.....	73
Seznam obrázků	79
Seznam tabulek.....	80
Seznam grafů	81
Seznam příloh	82

Seznam použitých pojmů a zkratek

B2C – Business to Consumer, jde o obchodní styk mezi právnickou a fyzickou osobou

ČP – Česká pošta

ČR – Česká republika

ČSFR – Československá federativní republika

ČTÚ – Český telekomunikační úřad

DSPU – Depo a sběrný přepravní uzel

E-commerce – jedná se o obchodní segment, kde se velká část procesů odehrává v elektronické podobě

HPS – Hlavní přepravní síť

IAD – Individuální automobilová doprava

ICT – Information and Communication Technologies

PDA – Personal Digital Assistant, jedná se o dotykové zařízení vybavené čtečkou čárových kódů, používané při doručování zásilek

P+R – Park & Ride

s.p. – státní podnik

SPU – Sběrný přepravní uzel

SSZ – Světelné signalizační zařízení

VRP – Vehicle routing problém, jedná se o typ optimalizační úlohy

Závěr – jde o interní označení stavu, kdy jsou zásilky konsolidovány v přepravním obalu a již s nimi není v na konkrétním DSPU manipulováno

1. Úvod do fungování logistické sítě poštovních doručovatelů v Praze

První kapitola se věnuje analýze doručovacích operátorů na území Prahy. Jako první je zmíněna Česká pošta, protože je největším subjektem na trhu jak listovních, tak i balíkových zásilek v hlavním městě. Své místo zde však mají i ostatní logistické firmy, které se zabývají doručováním zásilek.

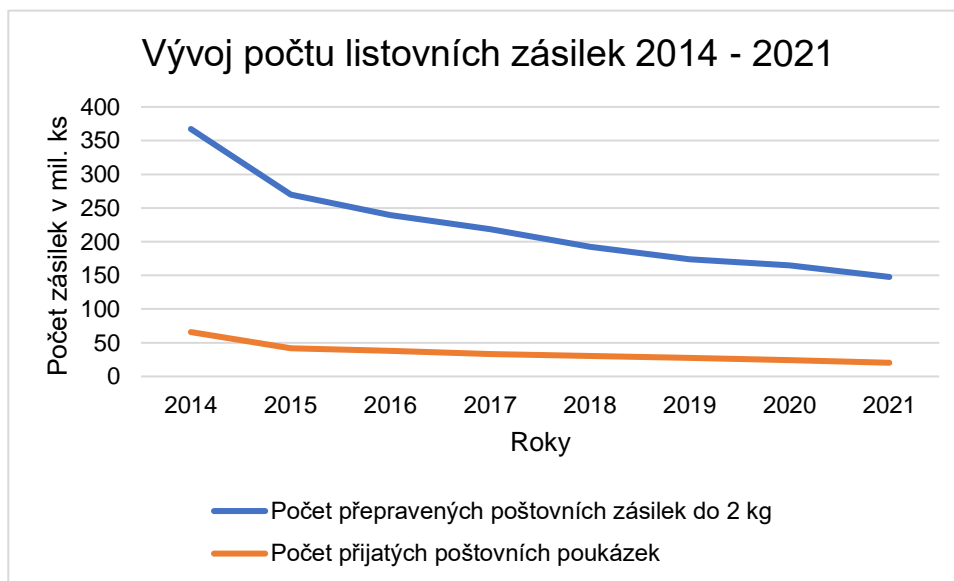
1.1. Česká pošta s.p.

Česká pošta je státním podnikem, jejím zřizovatelem je Ministerstvo vnitra České republiky. ČP je také držitelem poštovní licence, které se věnuje kapitola 1.1.1. Historii samostatné československé pošty můžeme mapovat již od roku 1918, kdy vznikla Československá poštovní správa. Zásadním milníkem v novodobé historii bylo datum 1.1.1992, kdy na Ministerstvu hospodářství ČSFR, vznikla samostatná divize Česká pošta, která od 1.1.1993 přešla do právní formy státního podniku. Od roku 2021 pak probíhá celopodniková transformace, která má za cíl, přeměnit ekonomicky neefektivní státní podnik, v prosperující firmu pro 21. století. Tento proces má být dokončen v roce 2024. [1]

Česká pošta se aktuálně skládá ze 3 hlavních divizí – Divize státní poštovní služby, Divize logistika a Divize finanční služby a prodej. Dále jsou pak zřízeny úseky spadající přímo pod post generálního ředitele. Divize státní poštovní služby má na starosti personální, procesní, obchodní a ekonomické činnosti v pobočkové síti. Divize finanční služby a prodej odpovídá za řízení a koordinaci činností v oblasti finančních služeb a prodeje, provoz peněžních služeb a mezinárodních peněžních služeb. [2]

Největší divizí v podniku je pak Divize logistika, která disponuje unikátní distribuční sítí, skrze kterou je možné doručovat v rámci ČR každý den na každou adresu, což je podmínkou pro držitele poštovní licence. Třídění zásilek zajišťuje 7 logistických center rozmístěných po celé ČR. ČP má ve svém portfoliu všechny varianty doručování, tedy na adresu, na výdejní místo nebo paletovou přepravu. Divize logistika má v provozu více než 5 000 aut a obsluhuje databázi převyšující 5,5 milionu adres. Dále zajišťuje mezinárodní poštovní provoz a doručuje do více než 220 zemí.

Česká pošta jako celek se aktuálně pohybuje ve dvou odvětvích přepravy zásilek. Prvním je přeprava v rámci závazku, který vyplývá ze zákona, to se týká především listovních zásilek. Druhým odvětvím je balíkový trh, který je již zcela liberalizovaný a tím pádem se pošta nachází ve velmi tvrdém konkurenčním prostředí. Objem listovních zásilek neustále klesá již od roku 2014 a tím klesají i výnosy. Zároveň dochází k poklesu přijatých poštovních poukázek, které rovněž ovlivňují výnosy z listovních zásilek. Tento pokles je zobrazen v grafu 1.



Graf 1 – Vývoj počtu listovních zásilek 2014–2021, Zdroj: ČTÚ

Tuto ztrátu se ČP snaží sanovat rozvojem služeb v oblasti přepravy balíčků, kdy objem balíčků v přepravě naopak permanentně roste. K tomuto rozvoji velmi přispěla pandemie COVID-19 (označení nemoci dle WHO), kdy bylo obyvatelstvo po celém světě kvůli lockdownům odkázáno na oblast e-commerce. V tomto období množství zásilek narostlo z počátku i o více jak 25 %. Tento trend, i přes mírné zpomalení tempa růstu, pokračuje, ještě lépe je patrný v grafu 2.



Graf 2 – Vývoj počtu balíkových zásilek 2017–2022, Zdroj: Česká pošta

1.1.1. Vliv ČTÚ na fungování České pošty

Jak již bylo zmíněno, Česká pošta je historicky aktuálně jediným držitelem poštovní licence v ČR. Tu uděluje Český telekomunikační úřad, který je podle zákona o poštovních službách pověřen k zajišťování ochrany uživatelů a dalších účastníků trhu poštovních služeb. Povinností ČTÚ je také dohled, zda provozovatelé plní své povinnosti podle tohoto zákona. Poštovní službou je podle § 2 odst. 1 písm. a) zákona o poštovních službách činnost, která zpravidla zahrnuje poštovní podání, třídění a přepravu poštovní zásilky prostřednictvím poštovní sítě a je prováděna za účelem dodání poštovní zásilky příjemci. [3] Za poštovní službu se považuje i dodání poukázané peněžní částky. Pravomocí ČTÚ je také stanovování čistých nákladů na poskytování a zajišťování základních služeb, vydává rozhodnutí o určení předběžných čistých nákladů a o určení čistých nákladů představujících nespravedlivou finanční zátěž, dále rozhoduje o povinnosti držitele poštovní licence vrátit do státního rozpočtu neoprávněně uhrazené náklady.

Další pravomocí ČTÚ je vydávání rozhodnutí o ceně základních služeb a vykonává kontrolu cen v oblasti poštovních služeb, včetně poštovních služeb do zahraničí a cen za přístup k poštovní infrastruktuře. ČTÚ také spolupracuje s orgány Evropské unie a s regulačními orgány členských států Evropské unie s obdobnou věcnou působností zejména při předávání a získávání údajů a informací stanovených zákonem, rozhodnutími vydanými na základě zákona nebo právními akty Evropské unie a plní

další úkoly, které pro oblast regulace poštovních služeb vyplývají z členství České republiky v Evropské unii. Zároveň je příslušným národním regulačním orgánem podle nařízení o službách přeshraničního dodávání balíků.

1.1.2. Logistická síť ČP

Logistickou síť ČP tvoří tři hlavní části. První z nich je hlavní přepravní síť (HPS), která propojuje sběrné přepravní uzly a její součástí je přeprava závěrů s vyměňovací poštou a také přeprava závěrů v mezinárodním styku. Aktuálně (stav k 03/2023) je v HPS zapojeno 7 SPU, a to Ostrava-Mošnov, Brno, Pardubice, Praha, Ústí nad Labem, Plzeň a České Budějovice. Přeprava mezi těmito SPU probíhá zejména formou silničních kurzů, v relaci Praha-Ostrava pak probíhá přeprava i po železnici.

Na HPS přímo navazuje druhá část, oblastní přepravní síť, která propojuje pošty bez přepravní funkce spolu s depy a SPU, nebo přímo s DSPU. V tomto segmentu obsluhy je přeprava realizována výhradně po silnici. Třetí částí logistické sítě je účelová přepravní síť. Tuto část lze již také nazvat jako přepravu na poslední míli. Jsou zde zahrnuty sběrné jízdy od hromadných podavatelů, speciální jízdy pro sběr schránek, rozvoz zásilek na pošty, Balíkovny, či samoobslužné balíkoboxy. Významný podíl na této části mají jízdy určené k rozvozu zásilek koncovým zákazníkům. Všechny zmíněné části logistické sítě se řídí plánem poštovní přepravy, který je zpracováván na období jednoho roku ve spolupráci ČP a externích dopravců. Plán je operativně v určitém rozmezí během roku měněn.

Přepravní síť, nejen na České poště, využívá technologii cross-docking. Tento princip je založen na seskupování zásilek v příslušných směrech. Tím lze dosáhnout především úspor z rozsahu realizovaných přeprav. Při používání této technologie je také dosaženo úspor finančních prostředků v oblasti skladování zásilek, neboť při správném nastavení třídících plánů na jednotlivých provozovnách a správném nastavení příjezdů a odjezdů silničních kurzů nedochází k nadměrnému hromadění zásilek v jednotlivých přepravních uzlech. [4]

Další používanou technologií v přepravě zásilek je Hub and Spoke. Technologie je založena především na infrastruktuře prvků, kdy pod pojmem Hub, jsou v prostředí ČP

myšlena DSPU a depa spojená po silniční, či železniční infrastruktuře. Mezi jednotlivými Huby je přeprava realizována velkokapacitními nákladními automobily, ve kterých jsou zásilky sdružené v přepravních obalech, nejčastěji v přepravních klecích, kdy každá takováto klec pojme 1,4 m³ objemu zásilek. Do standardního automobilového návěsu s ložnou plochou 32,5 m² je možno umístit 24 těchto klecí. V city logistice se vyskytuje také označení Hubu jako gateway. Jedná se o uzel, ze kterého je realizována rozvážka zásilek na poslední míli, v prostředí ČP se pro pojem gateway užívá název depo. Tato technologie je alternativou pro point-to-point typy přeprav, kdy je přeprava realizována od odesílatele přímo k adresátovi. Tento způsob je využíván například mezi výrobními závody, kdy množství zboží mezi dvěma body naplní kapacitu celého vozidla. [4]

1.2. Další logistické firmy zabývající se doručováním zásilek v Praze

Česká pošta i přes své dominantní postavení na balíkovém trhu, zejména co se počtu přepravených zásilek týče, není jediným logistickým operátorem působícím v hlavním městě ČR. Kvůli liberalizaci balíkového trhu tak zejména v posledních 10 letech vzniklo velké množství kurýrních firem. Pro potřeby této diplomové práce bylo vybráno devět firem, které jsou významnými a logistickými operátory v Praze.

1.2.1. Dachser Czech Republic a.s.

Mateřská společnost DACHSER Group SE & Co. KG je německá přepravní společnost fungující od roku 1930. Na českém trhu firma působí od roku 1992, a to především v oblasti přepravy celokontejnerových zásilek. Mezi její významné zákazníky se řadí společnost LEGO. Společnost Dachser má v ČR celkem 8 poboček a v roce 2022 přepravila 1,2 mil. zásilek. [5] Společnost ve svém portfoliu produktů nabízí i služby s přidanou hodnotou, mezi něž patří i doručení zásilky na konkrétní adresu. Jako společensky odpovědná firma zavádí postupně do měst svůj koncept DACHSER Emission-Free Delivery. [6] Jedná se o postupné zavádění bezemisní dopravních prostředků pro doručování zásilek ve městech a tím se zasazuje o lepší ovzduší. V Praze se společnost v roce 2020 zapojila do projektu DEPOT.BIKE. V rámci tohoto projektu již byla zřízena dvě depa, na Florenci a na Smíchově, odkud jsou zásilky

doručovány nákladními koly. Společnost Dachser je součástí obou těchto pokrokových dep. [7]

1.2.2. DHL Express

DHL Express se řadí mezi 3 hlavní divize mateřské společnosti Deutsche Post DHL Group. Společnost se zabývá především kurýrními službami v oblasti balíkových zásilek. Specializuje se především na expresní doručování, a to v rámci své celosvětové sítě. [8] Zásilky je možné odesílat na pobočkách a přes vlastní výdejní boxy. Podobně jako společnost Dachser i DHL Express využívá k doručování nákladní kola a pro tyto účely vytvořená depa. Prvním městem v ČR, kde byl koncept nákladního kola zkoušen byly České Budějovice v roce 2017 a o dva roky později, tedy v roce 2019, byl pak spuštěn pilotní provoz na pražském Chodově, kdy pro doručování a vyzvedávání zásilek v místním administrativním centru využívala společnost elektrokolo Cubicycle. Tento typ kola uveze až 150 zásilek, přičemž maximální dojezd na jedno nabití je až 50 km. Díky tomuto konceptu bylo v Německu a Nizozemsku uspořeno až 150 t CO₂ ročně. [9]

1.2.3. DoDo Group SE

Společnost DoDo se prezentuje jako logistická služba působící v oblasti e-commerce, retail a food logistic. Jedná se o český start-up založený v roce 2015 zabývající se výhradně city logistikou, zejména tou expresní. Hlavním produktem firmy je expresní doručování jídla, například pro KFC, ale také drobných zásilek. Přístup k udržitelnosti firma definuje za pomoci 3E. Pojmem 3E označuje efektivitu, elasticitu a ekologii. Firma se tak snaží sdružovat různé typy zásilek, aby byly doručeny co nejdříve, to se týká zejména jídla, a co nejefektivněji, což platí nejvíce například pro spotřební elektroniku. [10]

1.2.4. Direct Parcel Distribution CZ s. r. o.

Společnost Direct Parcel Distribution CZ je veřejnosti známá spíše pod zkratkou DPD. Díky akvizici společnosti Geis Parcel se tak DPD stala největším soukromým balíkovým přepravcem na českém trhu. Společnost DPD patří do skupiny Geopost, která působí ve 230 zemích a teritoriích po celém světě. V ČR má společnost celkem 21 dep a dva centrální HUBy. Firma zároveň vyzdvihuje své inovace v oblasti ekologie

a udržitelnosti, kdy uvádí, že kompenzuje 100 % vyprodukované uhlíkové stopy. [11] Pro rozvážení zásilek na poslední míli také využívá elektrovozidla a v centru Prahy i nákladní kola, která mají svá zázemí v projektu DEPOT.BIKE. [12] Firma v rámci své logistické sítě využívá i doručovacích boxů. Nejedná se však o vlastní boxy, pronajímá si kapacitu od společnosti Alza.cz a OX Point. Celkem tak společně pomocí boxů a doručování na adresu bylo v roce 2021 doručeno 34 mil. zásilek. [13] To odpovídá obecnému nárůstu počtu přepravených zásilek v tomto odvětví v letech 2020 a 2021.

1.2.5. General Logistics Systems Czech Republic s.r.o.

Firma, jež má na svých vozidlech zkratku GLS, je dalším přepravcem, který se zabývá nejen city logistikou. Společnost se zaměřuje spíše na B2C zásilky, a to jak v rámci vnitrostátní přepravy, tak i mezinárodní. Centrální logistický HUB má společnost umístěný v Jihlavě. Z tohoto centra obsluhuje celkem dalších 28 regionálních dep a disponuje také přibližně 2700 výdejními místy, mezi které patří, jak doručovací boxy, tak i vlastní Parcel Shopy. Podobně jako konkurence se společnost zabývá udržitelností pod názvem Climate Protect. [14] V rámci tohoto projektu doručují zásilky v historickém centru Prahy pomocí nákladních kol a zaměřují se i na další aktivity. [15]

1.2.6. Messenger a.s.

Jako první v ČR začala doručování zásilek na kole využívat firma Messenger, a to již v roce 1991. Jako expresní kurýrní služba se však zaměřuje pouze na doručování malých zásilek v rámci měst, avšak 24 hodin denně a 7 dní v týdnu. Zároveň byla tato firma první, která začala k přepravě větších zásilek v roce 2009 využívat nákladní kola. Celkem každý den najede kurýr v průměru 60-100 km. V portfoliu je nabízena také přeprava zásilek až do rozměru 240x140x140 cm a hmotnosti až 1 t. [16]

1.2.7. PPL CZ s.r.o.

Firma PPL působí na českém trhu již od roku 1995 a je jedním z nejdéle působících společností na balíkovém trhu. Od roku 2006 je pak součástí skupiny Deutsche Post DHL, kde se zaměřuje především na řešení logistiky v oblasti e-commerce. [17] V rámci produktové nabídky nabízí také řešení pro soukromé osoby. V současné době má k dispozici 25 dep po celé republice a dva centrální logistické HUBy, v Říčanech u Prahy a Hradci Králové. Podobně jako ostatní firmy doručuje společnost PPL nejen

přímo na adresu, ale také do svých ParcelShopů. Nově také zavádí vlastní výdejní boxy a doručování v centru Prahy za pomoci nákladních kol především pro menší zásilky. [18]

1.2.8. WE|DO CZ s.r.o.

Společnost WE|DO je jednou z nejmladších firem působících v oblasti doručování na poslední míli. Zaměřuje se především na e-commerce. Nabízí tedy doručování zásilek zejména z e-shopů. Firma vznikla v roce 2019 spojením přepravní společnosti inTime a Uloženska. Obě tyto firmy již na trhu dříve působily. Firma WE|DO je de facto součástí Allegro Group, pod kterou spadá například e-shop mall.cz. Zákazník si při výběru dopravy na e-shopu může u této firmy vybrat ze 3 možností, a to doručení přímo na adresu, do odběrného místa či do doručovacích boxů. [19]

1.2.9. Zásilkovna

Packeta group, pod kterou společnost Zásilkovna patří, je jednou z nejvíce se rozvíjejících společností v logistice zásilek. Je také považována za největšího konkurenta pro Českou poštu, zejména v oblasti přepravy balíků. Firma se specializuje jak na přepravu B2C zásilek, tak i na přepravu zásilek mezi soukromými osobami. Primárně je však logistická síť založena na výdejních boxech a obslužných místech, která jsou nejčastěji součástí jiných provozoven, například tabáků, potravin, nebo trafik. [20] Nicméně Zásilkovna nabízí i doručení přímo na adresu, kdy takových zásilek společnost v roce 2022 doručila okolo 3 milionů. V ČR má firma více jak 9000 výdejních míst, z toho je 6200 boxů. [21]

Podobně jako konkurence, tak i Zásilkovna investuje do udržitelných dopravních prostředků pro doručování. Na rozdíl od firem, které jsou součástí cyklo depa na Florenci a Smíchově, se firma rozhodla pro jiný model. V dubnu 2022 spustila pilotní provoz doručování zásilek na kole ze svého výdejního místa v obchodním centru VIVO! v Hostivaři. Kurýr je schopen denně takto doručit přibližně 70 zásilek, přičemž urazí okolo 80 km. Díky nulovým emisím CO₂ tak Zásilkovna ušetří díky jednomu kolu 2,5 t tohoto skleníkového plynu. Dalším ekologickým dopravním prostředkem je dodávka poháněná vodíkem, kterou má společnost ve flotile jednu. [22]

1.2.10. Vzájemné porovnání logistických firem

Na základě provedené analýzy ostatních firem zabývajících se distribucí zásilek v Praze lze provést srovnání s Českou poštou. Co se týká počtu doručených zásilek, má ČP největší podíl na trhu. Bohužel však v současné době není tím, kdo by udával trendy v city logistice. I přesto, že byla ČP první společností, která již v roce 2010 testovala první doručovací boxy, neinvestuje pošta velké prostředky do alternativních způsobů přepravy zásilek. Jak je uvedeno v předchozích podkapitolách, ostatní společnosti jsou v tomto směru technologicky vyspělejší než ČP. Firmy investují nemalé finanční prostředky do svého rozvoje, ať už se jedná o oblast elektromobility, nebo dokonce využití vodíku. Tím se připravují na ekologická omezení a zároveň průběžně transformují způsoby přepravy zásilek. Důležitou oblastí je také doručování nikoli na konkrétní adresu, ale do výdejních míst. V tomto se ČP díky projektu Balíkovna přibližuje ke konkurenci, jak cenově, tak i co do počtu výdejních míst. Z analýzy firem je také patrné, že si jednotlivé firmy konkurují, ale také nabízejí specifické služby, které jsou pro ně typické. Především se jedná o expresní přepravy v rámci jednoho dne. Poptávka na pražském trhu je v této oblasti natolik silná, že umožňuje působení více subjektům.

2. Možnosti využití tramvaje pro přepravu nákladu

Druhá kapitola se zaměřuje na způsoby využití tramvají nejen k přepravě osob. Tento koncept zatím nebyl v České republice využíván, přestože v Evropě jsou provozovány nebo byly uskutečněny úspěšné projekty zaměřené na přepravu nákladu po tramvajové síti. Města s tímto konceptem pracují především z ekologických důvodů. Tramvaj využívá elektrickou trakci, čímž eliminuje lokální emise oxidů dusíku, síry a polévatého prachu a tím zlepšuje ovzduší ve městech. Dalším důvodem je zavádění bezemisních zón v centrech měst, s čímž se musejí dopravci vypořádat, například pomocí přechodu na jiný typ dopravního prostředku. V západních zemích již tyto zóny existují a Praha se na jejich zavedení v nejbližších letech připravuje.

2.1. Analýza využití systému nákladních tramvají v Evropě

Jak již bylo uvedeno výše, koncept, při kterém je využita tramvaj k přepravě materiálu, je využíván především v zahraničí. Z tohoto důvodu bylo nutné provést analýzu provozů v zemích, kde již disponují určitými zkušenostmi. Jedná se především o Německo a Švýcarsko.

2.1.1. CarGoTram Drážďany

Nejznámější tramvajový systém využívající nákladní tramvaje se nachází v Drážďanech. V tomto případě se však nejedná o využití pro svoz či rozvoz kusových zásilek, ale o zásobování výrobního závodu firmy Volkswagen. Toto řešení bylo zvoleno především z důvodu, že výrobní závod se nacházel přímo v centru města a bylo tedy nežádoucí obsluhovat toto místo nákladními automobily.

Dvě tramvajové soupravy byly objednány na jaře roku 2000. Výrobce nákladní tramvaje na míru byl Schalker Eisenhütte a cena byla v této době přibližně 6,5 milionu německých marek, což odpovídá v přepočtu 3,32 milionu euro. Souprava se skládá z 5 vozů, 2 řídících a 3 čistě nákladních vozů. První zkušební jízdy byly dokončeny k 3.1.2001, a následně byla tramvaj uvedena do ostrého provozu. Trasa CarGoTram vedla z logistického centra v drážďanské části Friedrichstadt do výrobního závodu Volkswagenwerke Gläserne Manufaktur, který se nacházel přímo u zoologické zahrady a trasa tak vedla přímo skrz historickou část města. Trasa byla dlouhá 5,5 km a dle

původních plánů měla být realizována 30krát za den, avšak už o 3 roky později bylo realizováno maximálně 10 jízd denně a frekvence v průběhu let neustále klesala. Od roku 2017 byly přepravy realizovány pouze příležitostně a v prosinci roku 2020 byl provoz ze strany Volkswagenu definitivně ukončen, což souviselo s přesunem výroby do jiných závodů mimo Drážďany.

Technologie vozidel byla navržena tak, aby nebylo nutné stavebně příliš přizpůsobovat existující infrastrukturu a obě jednotky byly obousměrné s pohonem všech náprav. Kapacita jedné jednotky byla přibližně 214 m³, což představuje cca 3 standardní automobilové návěsy. Řídící vozy měly užitečné zatížení maximálně 7,5 t mezilehlé pak 15 t, celkem mohla tramvaj přepravit až 60 t nákladu. [23]



Obrázek 1 – Nákladní tramvaj Drážďany, zdroj: Volkswagen

2.1.2. Cargo-Tram Curych

Další úspěšný projekt na využití tramvaje pro přepravu nákladu se nachází ve švýcarském Curychu. V tomto případě se však nejedná o komerční využití tramvajové infrastruktury pro přepravu nákladu, ale naopak se zde využívá nákladní tramvaj jako prostředek pro realizaci reverzní logistiky. Konkrétně se jedná o svoz velkoobjemového odpadu. Jedná se o službu ve veřejném zájmu, kdy přímo město Curych chce umožnit život v centru města bez nutnosti využívání automobilů. Občané zde mohou bezplatně odevzdat velkoobjemový odpad, a to až do hmotnosti 40 kg nebo délky 2,5 m.

Je povoleno téměř vše vyjma například stavebního odpadu nebo bioodpadu. Služba ve městě funguje již od roku 2003 a je dostupná pro přibližně 48 % všech domácností. Podmínkou pro přijetí odpadu je také skutečnost, že odpad nebyl na sběrné místo dopraven automobilem. Celkem se na území Curychu nachází 11 sběrných míst, do kterých tramvaj zajíždí dle platného jízdního řádu pro daný rok. V těchto místech je pak odstavena ve všední dny v čase od 15:00 do 19:00 a v sobotu od 7:30 do 14:00.



Obrázek 2 – Nákladní tramvaj Curich, zdroj: Bergische Museumsbahnen

Souprava je složena z hlavního řídicího vozu, který je kromě místa řidiče vybaven pracovním stolem pro ostatní členy posádky. Posádku kromě řidiče tvoří ještě dva specialisté na nakládání s odpady a jeden pracovník zabezpečující plynulost odbavení. Samotný vůz je přestavěný historický vůz BE 4/4 z roku 1940. K tomuto vozu jsou dle potřeby připřaženy jeden nebo dva plošinové vlečné vozy, na které lze umístit podle potřeby různé typy výměnných nástaveb. Průměrně pak takto složená souprava ročně přepraví přibližně 425 t odpadu. [24]

2.1.3. Paketbahn Schwerin

Německý Schwerin je hlavní město spolkové země Meklenbursko-Přední Pomořansko, počtem obyvatel, který je přibližně 95 000, je srovnatelné s českým městem Ústí nad Labem. Projekt na přepravu zásilek tramvají zde realizuje společnost Deutsche Post DHL a ve spolupráci s místní samosprávou a ministerstvem

hospodářství, které projekt formou dotace podpořilo. Pilotní provoz byl spuštěn 28.10.2022. Koncept obsluhy stanic je postaven na rychlé obsluze vybraných stanic, čímž se projekt výrazně liší od projektu, který je velice úspěšný v Curychu. Společnost Deutsche Post DHL se dlouhodobě snaží snižovat svou uhlíkovou stopu při doručování zásilek, kdy právě využití tramvají do tohoto konceptu zapadá. Zároveň chce i dopravní podnik města Schwerin do roku 2035 mít plně uhlíkově neutrální provoz. [25]

K distribuci speciálních kontejnerů je využívána běžná tramvajová souprava, primárně určena pro cestující, což velmi snižuje hodnotu vstupní investice. Jedná se o typ SN 2001, který byl vyroben společností Bombardier Transportation Deutsche Wagonbau GmbH. Tramvaj je tříčlánková s celkovou délkou 29,7 m. Celkem jsou vždy přepravovány 3 přepravní kontejnery v zadní části vozu, v prostoru primárně určeném pro kočárky. Tyto kontejnery jsou naplněny ve vozovně Haselholz, kam zásilky přiváží dodávkový automobil poháněný elektrickou energií z regionálního depa společnosti. Celkem do kontejnerů lze umístit průměrně 450 zásilek za den. Z tramvajového depa je souprava vypravována v pracovní dny v 11:17, tedy v dopoledním sedle. Celkem obsluhuje 3 zastávky, kde jsou umístěny speciální boxy, do kterých je vždy na jedné zástavce vyložen jeden plný kontejner, a jeden prázdný je naložen. Následně se souprava vrací zpět do vozovny, kde je vyložena, a následně může být vypravována zpět do provozu s cestujícími.

Proces nakládky a vykládky kontejnerů je navržen tak, aby v jednotlivých zastávkách nedocházelo ke zdržování pravidelného tramvajového provozu. Samotný pobyt v zastávce tak trvá přibližně 4 minuty, během kterých je nutné, aby operátor, který doprovází zásilky, nainstaloval rampu, zobrazenou na obrázku 3, odjistil kontejner, zajistil výměnu prázdného kontejneru za plný, prázdný kontejner umístil ve vozidle a složil rampu. Poté je ještě nutné zajistit kontejner uvnitř vozidla, což je vyřešeno prostým zabrzděním a připoutáním kontejneru k záchytným prvkům, které jsou součástí standardního vybavení. [25]

Poté, co jsou plné kontejnery takto rozmístěny, k nim vyjíždí obsluha balíkových, které jsou na vybraných zastávkách taktéž umístěny, aby zásilky naskladnila a adresáti si je mohli přijít vyzvednout. Zásilky v kontejneru si na těchto místech rovněž přebírají cyklo doručovatelé a zásilky následně rozvázejí na jednotlivé adresy. Výše nákladů na tento

způsob dopravy na poslední míli je dle dostupných zdrojů stanovena 62 centů, což je v přepočtu 15 Kč za zásilku. [26]



Obrázek 3 – Nakládka nákladní tramvaje ve městě Schwerin, zdroj: DHL

2.1.4. Využití nákladní tramvaje v městských oblastech v Polsku

Koncept nákladní tramvaje, kterou lze využít pro doručování zásilek, ve svém článku rozebírají Oliwia Pietrzak a Krystian Pietrzak působící na fakultě ekonomiky a dopravy na štětínské univerzitě. Účelem článku je identifikace podmínek za účelem realizace tohoto konceptu v polských městech. Pro výzkum bylo vybráno město Štětín a byla použita popisná metoda, analýza relevantní literatury, metoda Delphi a případová studie. Závěry článku mohou být dle autorů využity i v jiných polských městech.

Pro účely výzkumu byly stanoveny dvě následující hypotézy. První: „V dopravních systémech, které fungují v jednotlivých městech v Polsku, existují různé faktory, které usnadňují nebo brzdí implementaci nákladních tramvají.“ [27] Druhou hypotézou je: „Realizace konkrétního řešení nákladní tramvaje v jakékoli městské oblasti v Polsku by měla být přizpůsobena místním podmínkám tak, aby nebyl narušen systém tramvajové dopravy při zajišťování své základní funkce, tedy obsluhující veřejnou osobní dopravu.“ [27]

Dle autorů mezi hlavní výhody tramvají patří elektrický pohon, vyšší kapacita ve srovnání s autobusy a trolejbusy, vyšší nezávislost na silničním provozu a kongescích, nižší úroveň znečištění ovzduší v místě realizace přepravy, velká kapacita dopravního prostředku a možnost dosažení vyšších průměrných rychlostí ve srovnání s autobusy a trolejbusy.

Tramvajová doprava byla v roce 2018 založena výhradně na jednosměrných vozidlech. Všechna obratiště musela tak být realizována jako smyčky, které jsou při výstavbě nákladnější nežli úvratě. Město Štětín tak nechalo v roce 2018 zpracovat analýzu na zavedení obousměrných tramvají, jejíž součástí byl i výzkum konceptu nákladní tramvaje.

Byly analyzovány tři varianty provedení nákladní přepravy, kdy první variantou byla souprava osobního vozu a speciálního nákladního vozu. Druhá varianta počítala s přepravou nákladu uvnitř osobního vozu. Třetí varianta se zabývá samostatným nákladním vozem. Jako nejvhodnější možnost byla vyhodnocena varianta 3, která nejméně zasahuje do osobní dopravy a kterou lze díky své univerzálnosti použít na stávající i plánované infrastrukturu. [27]

2.1.5. Shrnutí zahraničních konceptů

Jak je již uvedeno v úvodu kapitoly 2.1, byly analyzovány pouze projekty ze zahraničí, protože v ČR žádné podobné relevantní koncepty uplatňovány nebyly. Pouze dva ze čtyř výše zmíněných projektů jsou aktuálně v provozu, ačkoli provoz drážďanského CarGo Tram nebyl ukončen z ekonomických důvodů, ale protože pro něj nebylo využití ze strany výrobního závodu společnosti Volkswagen. Nejúspěšnějším je projekt z Curychu, a to především kvůli jeho dlouhému trvání. V tomto případě se však nejedná o projekt, který by řešil distribuci zásilek. Projekt popisovaný v kapitole 2.1.4 existuje zatím pouze v teoretické rovině, avšak závěry výzkumníků ukazují, že pro distribuci zásilek tramvají není výhodné kombinovat nákladní a osobní přepravu. Projekt, který má podobný cíl a je tedy využitelný pro rozvoz zásilek v Praze je schwerinský Paketbahn.

3. Analýza tramvajové infrastruktury a výběr vhodných lokalit pro obsluhu nákladní tramvají

V České republice existuje 7 tramvajových provozů: Olomouc, Liberec, společný provoz pro Most a Litvínov, Plzeň, Ostrava, Brno a Praha. Pro účely této diplomové práce bude analyzována síť v Praze. Především je to z důvodu její velikosti a také z možného množství potenciálních zákazníků, kteří by tuto síť mohli využívat. Způsob, jakým je analyzována pražská tramvajová síť a následný návrh obsluhy, je však vytvářen tak, aby bylo možné tento postup aplikovat na jiná města v ČR, ale i v Evropě.

3.1. Technické parametry tramvajové sítě v Praze

Technologie použité v rámci tramvajové sítě v Praze odpovídají technologickým postupům používaným v době výstavby, či při jejich modernizacích. Před rokem 2010 byla značná část tratí tvořena BKV panely. Jedná se o betonové panely s rovnoběžnými žlaby, do kterých jsou spolu s pryžovými pásy uloženy kolejnice. Trať z těchto panelů může být zároveň využívána silniční dopravou. Tato technologie se používá od roku 1977. Po roce 2010 je však stále častěji nahrazována technologií W-tram nebo klasickým uložením na pražce. V případě tohoto klasického uložení jsou tramvajové tratě realizovány s živičným povrchem, nebo je prostor tramvajové tratě vydlážděn tak, aby mohl být pojížděn i silniční dopravou. Úseky, kde není nutné vést silniční dopravu společně s tramvajovou, může být svršek ponechán otevřený, nebo zatravněný, což snižuje hlukové emise.

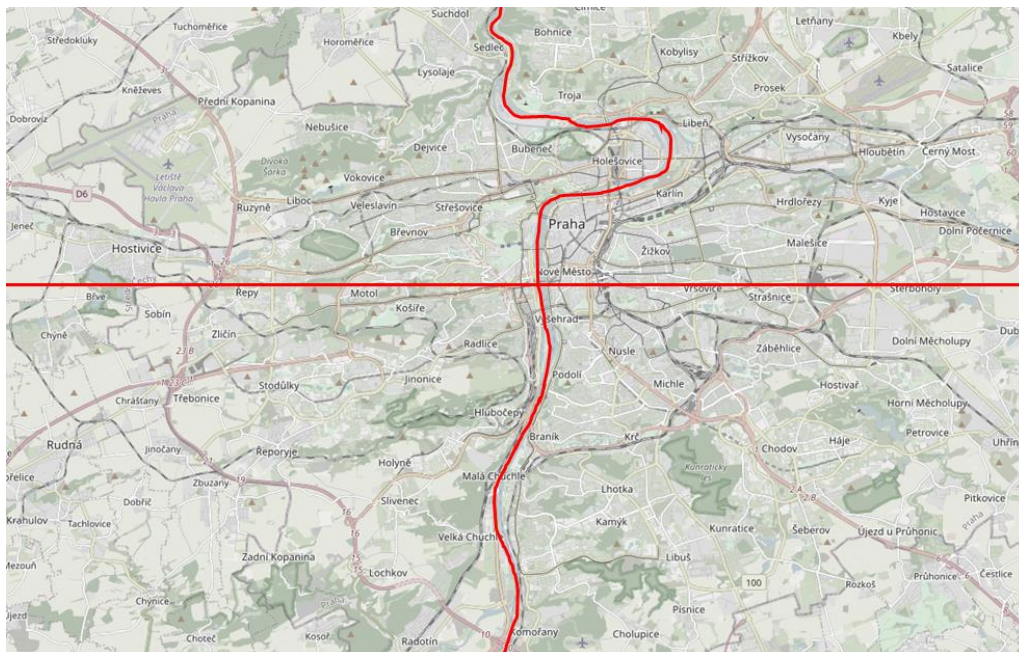
Rozchod kolejnic je standardních 1435 mm. Již od počátku 20. století se zde používají žlábkové kolejnice typu NT1. Stále častěji se na tramvajové síti objevují i kolejnice bezžlábkové typu S49, a to především kvůli nižší pořizovací ceně. Technicky náročnější, než samotné kolejnice jsou kolejová rozvětvení. Dnes se pro běžně pojížděné úseky již standardně používají dálkově ovládané výhybky ovládané, buď tlačítkem z kabiny, nebo automaticky palubním počítačem. Ruční stavění probíhá pouze ve vozovnách, nebo při poruše pomocí stavěcího klíče.

Neméně podstatnou součástí tramvajové infrastruktury je trolejové vedení. To je nejčastěji uchyceno na sloupy veřejného osvětlení, či v centru města na přilehlé domy. Využívají se také samostatné sloupy, na kterých je umístěn napínací systém. Trolejové vedení, skrze které jsou napájeny samotné tramvaje využívá napájení skrze měničny. Těch se v Praze nachází celkem 40. Tato síť je sdílená spolu s trolejbusy nebo elektrobusy, které jsou z trolejí nabíjeny ve svých koncových zastávkách. Troleje jsou napájeny stejnosměrným napětím 600 V.

Pro koncept doručování zásilek nákladní tramvají jsou však velmi podstatná tramvajová obratiště, ať už se jedná o smyčky, či o úvratě. Tramvajovým obratištím a jejich vhodnosti pro koncept nákladní tramvaje se věnuje kapitola 3.2.

3.2. Tramvajová obratiště v Praze

Na pražské tramvajové síti se aktuálně (stav k 04/2023) nachází 47 tramvajových smyček a úvratí. Mezi tento počet nejsou započítány smyčky v rámci vozoven, s výjimkou vozovny Střešovice, ve které se nachází smyčka, kdy při jejím využití není nutné projíždět technickým zázemím vozovny. Nyní již lze také počítat s třemi novými obratišti, a to tramvajovými smyčkami Dědina a Slivenec a úvratí Libuš. U druhé jmenované však jejím zprovozněním dojde ke zrušení úvratí Holyně. V rámci analýzy obratišť je uvažován pouze denní provoz, protože pro potřeby rozvozu zásilek je zbytečné uvažovat s nočním provozem, protože právě v noci probíhá přeprava mezi DSPU nebo třídění zásilek v rámci provozu DSPU. Pokud je tedy uváděno, že smyčka je bez pravidelného provozu, znamená to bez pravidelného denního provozu. Vzhledem k vysokému počtu obratišť byla Praha rozdělena do 4 sektorů: Severovýchod, Jihovýchod, Severozápad a Jihozápad. Přírozenou hranicí mezi západem a východem je řeka Vltava a hranice mezi severní a jižní částí je vytvořena uměle tak, aby dané poloviny obsahovaly přibližně stejný počet obratišť. Situace včetně mapy je znázorněna na obrázku 4.



Obrázek 4 – Mapa Prahy rozdělena na sektory, zdroj: openstreetmap.cz, úpravy: autor

3.2.1. Sektor Severovýchod

V těsné blízkosti Olšanských hřbitovů se nachází stejnojmenná smyčka. Její hlavní část se nachází přímo na Náměstí Jiřího z Lobkovic. Jde o dvoukolejnou smyčku, kdy vnější kolej disponuje i nástupní hranou, která slouží především jako výstupní zastávka pro linky 11 a 15. Její výhodou je především pěší dostupnost z okolní hustě obydlené části Vinohrad.

V blízkosti úrovnové křižovatky ulic Poděbradská a Průmyslová se nachází tramvajová smyčka nazvaná Starý Hloubětín. Byť se jedná o velkou, v hlavní části oblouku, dokonce trojkolejnou smyčku, aktuálně je pojížděna pouze linkou 8, která zde má konečnou/výchozí zastávku. Obratiště disponuje dvěma páry nástupišť, v případě tramvajových vozů s dveřmi pouze na jedné straně může tramvajový vlak využít v daném směru vždy dvě nástupní hrany. Zákryt tramvajového svršku je zde tvořen dlažbou. Do smyčky se lze dostat ze směru od vozovny Hloubětín nebo z ulice Poděbradská ve směru z centra. Do těchto směrů je možné i vyjet.

Název Vozovna Kobylisy nese další z pražských tramvajových smyček. Nejedná se však o smyčku v areálu vozovny, ale v její blízkosti. Na vjezd je smyčka jednokolejná a zde se nachází i jedno nástupišť. Za touto nástupní hranou se koleje rozdělují a dále

vedou paralelně až za dvojici nástupišť, která se využívají jako nástupní. Smyčku využívá linka 24 a část spojů linky 17. Více jak polovina obratiště je tvořena živičným povrchem, ve zbytku jsou využity BKV panely.

Blokovou smyčku vedoucí ulicemi Březiněvská a Zdibská využívají ostatní spoje linky 17, které nezajíždějí až do smyčky Vozovna Kobylisy, a dále také linka 3. Do obratiště lze vjet z ulice Střelničná nebo Klappkova. Součástí je v ulici Zdibská dvoukolejný úsek, který má kapacitu až 4 soupravy tramvaje Škoda 15T. Smyčka nedisponuje žádným nástupištěm, pouze ve dvoukolejném úseku ke kolejišti přiléhá zvýšený chodník. Zákryt tramvajového svršku je tvořen živičným povrchem.

Tramvajová smyčka Vozovna Žižkov se nachází mezi samotnou vozovnou a ulicí Koněvova. Jedná se z větší části o jednokolejnou smyčku, s dvoukolejným úsekem v délce 42 m. Pro pravidelný provoz je využívána v kombinaci se smyčkou přímo uvnitř vozovny. Tuto smyčku nyní využívají linky 5 a 13. Samotná smyčka nedisponuje vlastním nástupištěm. Součástí je pouze nástupní zastávka, cestující zde však nastupují z úrovně silnice. Pouze ve dvoukolejném úseku jedna z kolejí vede podél zvýšeného chodníku. Zákryt tramvajového svršku je tvořen živičným povrchem.

Smyčka Vysočanská patří mezi malá jednokolejná obratiště. Nachází se mezi zastávkami Nádraží Vysočany a Špitálská. Součástí smyčky jsou i dvě nástupiště. Jedno, ležící v ulici Kolbenova, je aktuálně využíváno pro výstup na konečné zastávce linky 6 a jako běžná zastávka linky 14. Druhé, v ulici Pod Pekárkami, je výchozí zastávkou linky 6. Součástí je nepoužívaná kusá kolej v ulici Pod Pekárkami, na kterou se lze dostat zpětným pohybem z výchozí zastávky linky 6. Nenachází se zde však nástupiště a aktuálně je na kolejích vyznačena modrá zóna pro parkování. Smyčku nelze opustit směrem do Hloubětína. Zákryt svršku je tvořen dlažbou.

Tramvajová smyčka Spojovací patří mezi nejvytíženější obratiště v Praze, a to především kvůli krátkému intervalu na lince 9. Mimo tu využívají smyčku ještě linky 10 a 19. Vjezd do smyčky se nachází přímo v křižovatce ulic Pod Lipami, Českobrodská, Spojovací, Učňovská a Koněvova. Nástupní i výstupní zastávka jsou součástí smyčky. Mezi těmito nástupišti se nachází trojkolejný úsek, který má kapacitu až 6 souprav Škoda 15T. Zákryt kolejového svršku je částečně živičný a částečně z BKV panelů.

Smyčka Ústřední dílny DP se nachází přímo před vjezdem do stejnojmenné vozovny v pražské Hostivaři. Součástí jsou i dva páry nástupišť, které využívá linka 16. Celé obratiště včetně nástupišť je zakryto živичným povrchem.

Bloková smyčka Harfa leží mezi zastávkami Nádraží Libeň a Kabešova. Obratiště má jednu výstupní a jednu nástupní zastávku. Součástí je také dvoukolejný úsek, kde je možno měnit sled tramvají. Výhodou je možnost opustit smyčku jak ve směru na Balabenku, tak i směrem do Hloubětína. Aktuálně není využívána žádnou z pravidelných linek.

Na severním okraji Prahy se nachází další tramvajová smyčka Sídliště Ďáblice. Jde o jednu z větších smyček i přes to, že je aktuálně užívána pouze linkou 1. Vjezd a výjezd je jednokolejný, kdy pro každý směr je vybudována vlastní kolej. Je zde také jedno výstupní a jedno nástupní nástupiště. Mezi nimi je trojkolejný úsek až pro 6 souprav tramvají typu 15T. K výchozí zastávce přímo přiléhá obratiště pro autobusy. Střed smyčky je osazen zelení a samotné kolejiště je zakryto živичným materiálem.

Součástí mimoúrovňové křižovatky ulic Poděbradská a Kolbenova je tramvajová smyčka Lehovec. Jde o kapacitní tramvajové obratiště s jednou výstupní a dvěma výchozími zastávkami, mezi kterými je trojkolejný úsek. Přečody mezi jednotlivými nástupišti i konečnou zastávkou jsou mimoúrovňové. Dle trvalého platného stavu je tato smyčka, využívána linkami 14 a 25. K nástupištím přiléhá P+R parkoviště a dvě autobusové zastávky. Povrch kolejiště je dlážděný a nemalá část je živичná.

Nejblíže centru města se nachází smyčka Florenc. Nachází se v těsné blízkosti současného cyklodepa, a zároveň mezi zastávkami Florenc, Bílá labuť a Těšnov. Právě zastávka Těšnov je jediná, na kterou se nedá ze smyčky přímo vyjet. Obratiště je jednokolejné, ale lze do něj vjet ze všech dostupných směrů. Po celé své délce však není žádné nástupiště. Zákryt kolejového svršku je zde tvořen částečně živичnou směsí a částečně dlažbou. Zároveň není smyčka využívána v pravidelném provozu.

Depo Hostivař byla původně pouze standardní nácestná zastávka na trati mezi smyčkou Nové Strašnice a Ústřední dílny DP. V rámci podpory rozvoje veřejné dopravy

však bylo vhodné přiblížit tramvajovou trať stanici metra Depo Hostivař a také autobusovým zastávkám, které se nacházejí u stanice metra. Zastávka tramvaje byla od vestibulu vzdálena přes 350 m. V blízkosti se také nachází parkoviště P+R. S ohledem na tato fakta byla postavena nová kapacitní tramvajová smyčka. Součástí jsou také tři nová nástupiště. Obratiště pro průjezd využívá linka 16 a jako konečnou/výchozí zastávku ji užívají spoje linky 7. Od nástupiště C pak vedou dvě manipulační koleje zpět před toto nástupiště, nebo před nástupiště B. Smyčka je také užívána pro autobusovou dopravu, proto v místech křížení kolejí a vozovky je povrch živičný. V ostatních částech je kombinována dlažba a travní porost.

Za smyčku lze považovat i soustavu kolejí na Palmovce. Pro koncept obsluhy nákladní tramvaj je významná především část v Sokolovské ulici. Tento úsek není v současné době využíván v pravidelném provozu. Nachází se zde jedno nástupiště v každém směru. Konkrétně se jedná o ostrovní nástupiště mezi kolejemi a vozovkou, která jsou velmi úzká a tím pádem nevhodná pro manipulaci s klecemi pro přepravu zásilek. Zákryt kolejového svršku je živičný.

3.2.2. Sektor Jihovýchod

Speciálním případem smyčky je bloková smyčka Čechovo náměstí, nazývaná též jako Minská, a to podle ulice, po které vede její část. Tato smyčka je konečná/výchozí zastávka pro linku 13, avšak její část je využívána při průjezdu také linkami 4 a 22. Nachází se zde celkem 3 nástupiště, jedno v ulici Minská a jeden pár v ulici Moskevská.

V pravidelném provozu nevyužívaná tramvajová smyčka Dvorce se nachází mezi ulicemi Modřanská a Podolská, nedaleko od stejnojmenné zastávky. Jedná se o jednokolejné obratiště, které lze využít pro oba směry jak do centra, tak do Modřan. Na výjezdu do centra disponuje jedním nástupištěm.

Smyčka Nové Strašnice byla využívána jako obratiště tramvaj na lince 7 až do 13.8.2022, kdy byla dokončena smyčka Depo Hostivař. Od té doby není obratiště využíváno v pravidelném provozu. Nevýhodou smyčky je také její výjezd pouze směrem do centra, nikoli směrem k Depo Hostivař. Jsou zde dvě nástupiště, jedno

výstupní a jedno nástupní. Mezi těmito nástupišti je smyčka dvoukolejná. Povrch je dlážděný a nepoužívaný střed je částečně osázen zelení.

Smyčka Radošovická je další aktuálně v pravidelném provozu nevyužívaným obratištěm. Nachází se v blízkosti stejnojmenné zastávky na trati směrem na Nádraží Hostivař. Zastávky na této trati nejsou součástí smyčky. Obratiště funguje pouze pro vozy či soupravy jedoucí z centra. Ty mohou využít jedno nástupiště, které je jeho součástí a leží v ulici Radošovická. Smyčka je z větší části jednokolejná, ale obsahuje i 50 m dlouhý dvoukolejný úsek. Povrch je z části dlážděný, zbytek tvoří živičný povrch.

V ulici Vladivostocká se nachází smyčka nazvaná Kubánské náměstí. Jedná se o smyčku napojenou do obou možných směrů jak na Slavii, tak i směrem k zastávce Průběžná. Samotná smyčka disponuje jedním nástupištěm umístěným poblíž ulice Vršovická. Jsou zde k dispozici dvě koleje po celém obvodu smyčky. Povrch je živičný, ale prostor mezi jednotlivými kolejnicemi je vyplněn kamenivem.

Bloková tramvajová smyčka Náměstí bratří Synků se nachází na stejnojmenném náměstí. Části obratiště jsou využívány pro průjezd linek 11, 14, 18 a 19. Jako konečnou zastávku ho využívá linka 24. Výstupní zastávka se nachází v ulici Na Zámecké, nástupní pak přímo v severní části náměstí. Povrch je tvořen jak dlažbou, tak živičným povrchem, ale i BKV panely. Smyčku lze využít pro vjezd i výjezd ze všech směrů.

Další Blokovou smyčkou je Podolská vodárna. Ta se nachází na stejné trati jako smyčka Dvorce, avšak o 1,6 km blíže k centru města. V pravidelném provozu není využívána tramvajovým provozem. Nedisponuje však žádným nástupištěm. Výhodou této smyčky je velká koncentrace cestujících. To je způsobeno provozem linky 134, která spojuje Pankrác, stanici metra Pražského povstání a tramvajovou trať vedoucí po nábřeží. Zákryt svršku je tvořen dlažbou, ale i živičným povrchem. Trať vedoucí po podolském nábřeží je pak vedena s otevřeným svrškem.

Smyčka Nádraží Braník je největší smyčkou v Praze, co se rozsahu týče. Vjezd do tramvajového obratiště je vzdálený od samotné odbočky z hlavní tratě téměř 500 m. Důvodem je to, že hlavní tramvajová trať zde vede po betonové estakádě. Sjezd do

smyčky se nachází ještě před nájezdem na betonovou rampu, kdy 150 m pokračuje souběžně a následně kříží ulici Modřanskou. Následuje výstupní zastávka pro linku 2 a část spojů linky 3, které smyčku používají. Hlavní část obratiště je trojkolejná. Před výjezdem se nacházejí dvě nástupiště. Výhodou této smyčky je velké množství cestujících, kteří přestupují jak mezi vlakem a tramvají, tak i mezi IAD z P+R parkoviště a tramvají.

Při výjezdu z vozovny Pankrác se nachází stejnojmenná tramvajová smyčka. Obratiště je jednosměrné a využívá se v případě obratu a jízdy zpět, nikoli při jízdě do vozovny. Z tohoto důvodu se zde nachází celkem tři výstupní zastávky, dvě sloužící obratišti a jedna pro jízdy, kdy tramvaj zajíždí do vozovny. Společná výchozí zastávka je pro spoje výchozí ze smyčky i pro spoje, které vyjíždějí z vozovny. Obratiště využívají spoje linky 18. Za výstupními zastávkami je smyčka jednokolejná, její kapacita je pouze 2 soupravy. Zákryt svršku je tvořen dlažbou a lze ho pojíždět automobilem.

Proti okolním terénu je mírně zahlobena smyčka Nádraží Hostivař. Toto obratiště využívá část spojů linky 22, které nejsou zkráceny do smyčky Zahradní Město. Dále také spoje linky 26. K tomu slouží dvě výstupní nástupiště a celkem tři nástupní. Ze smyčky tramvaje vyjíždějí podjezdem pod ulicí Průmyslovou, kterou dále pokračují ve středovém pásu a otevřeném kolejovém svršku. Povrch svršku ve smyčce je živičný a ve výhybkách kombinovaný s dlažbou, avšak kvůli zahlobení vede do prostoru smyčky pouze jediná přístupová cesta, a to přes chodník z ulice Plukovníka Mráze.

Společná konečná zastávka pro linky 11 a 14 se nachází ve smyčce Spořilov. Jedná se o dlážděnou dvoukolejnou smyčku se dvěma kolejovými přejezdy. Je zde jedno nástupiště pro výstup a jedno pro nástup cestujících. Nachází se zde ještě dvě manipulační koleje, obě kopírují nástupní a výstupní nástupiště.

Smyčka Levského je prozatím konečnou smyčkou na trati v pražských Modřanech. Zastávka Levského je však pouze nástupní, protože jako výstupní před obratištěm se využívá zastávka Sídliště Modřany. Za touto zastávkou se nachází tři souběžné manipulační koleje, na které se vejde až 6 souprav tramvají Škoda 15T. Následuje samotný směrový oblouk, na jehož konci se nachází zmíněná nástupní zastávka.

Smyčka je využívána částí spojů linky 3, dále pak linkami 17 a 21. Povrch je dlážděný a živičný.

Na smyčku Levského navazuje prodloužení trati do Libuše, které je aktuálně ve výstavbě s očekávaným dokončením v červnu 2023. V zastávce Libuš bude dočasně zřízena úvrať, která bude ve fázi 2 nahrazena smyčkou Nové Dvory, toto prodloužení je ale teprve v projekční fázi. Do Libuše bude po zprovoznění prodloužena linka 17. [28]

Smyčka Zahradní Město se řadí mezi nejnovější v pražské tramvajové síti. Toto obratiště se nachází z velké části pod Lanovým mostem, který je součástí Jižní spojky. Součástí výstavby bylo i vybudování P+R parkoviště. Samotná smyčka nedisponuje žádným nástupištěm. Do sítě je zapojena jednosměrně, ve směru do centra. Smyčka je dvokolejná, využívaná částí spojů linky 22, které nepokračují do Nádraží Hostivař. Povrch je za části kryt drobným šterkem a zbylá část je pokryta živičnou směsí, i proto může být pojížděna silniční dopravou.

Úvrať Pankrác se nachází na křížení ulic Hvězdova a Na Pankráci. Tuto úvrať využívá v pravidelném provozu linka 19, na kterou jsou nasazena obousměrná vozidla. Těmito vozy se do tohoto obratiště lze dostat přímo ze zastávky Kotorská. Pokud by bylo nutné do zastávky dojet jednosměrný vůz či soupravu, musela by tato souprava zajet do ulice Na Veselí a na následně se zpětným pohybem přes kolejovou kombinaci (úplný trojúhelník v křižovatce) přestavit o 200 m zpět až do zastávky Pankrác, kde se nachází jedno nástupiště. Tato úvrať je plánována jako dočasná, protože se předpokládá s prodloužením tramvajové trati do ulice Budějovická. [29]

Na rozdíl od úvratí Pankrác je úvrať Zvonařka tvořena k tomuto účelu vybudovaným kolejovým trojúhelníkem. Tramvaj nejprve najede jízdou vpřed do jednoho ramena (v ulici Záhřebská) a následně se zpětným pohybem přestaví do druhého ramena (v ulici U Zvonařky), odkud může vyjet zpět na trať. Konečná zastávka se nachází v ulici Záhřebská, výchozí pak v ulici U Zvonařky, a to především kvůli tomu, že dle předpisů není možné vykonávat zpětný pohyb s cestujícími. Povrch je zde dlážděný a cestující vystupují a nastupují z chodníku. V bezvýlukovém stavu je úvrať užívána linkou 23.

3.2.3. Sektor Jihozápad

Jediná bloková smyčka v sektoru Jihozápad se nachází na Smíchově. Jedná se o blokovou smyčku Ženské domovy. Nejedná se o typickou smyčku jako v případě Čechova náměstí, protože zde jsou 3 ze 4 úseků smyčky trvale pojižděny a celková délka smyčky je pak 1,4 km. Nevyužívaným úsekem je tedy pouze část vedoucí ulicí Za Ženskými domovy, mezi ulicemi Radlická a Nádražní. V této ulici se v obou směrech nachází nástupiště a povrch tramvajového svršku je tvořen BKV panely.

Tramvajová smyčka Kotlářka leží u křížení ulic Plzeňská a Pod Kotlářkou. Vjezd do smyčky se nachází přibližně 200 m od této křižovatky směrem do centra. V těsné blízkosti za tímto vjezdem se nachází první pár nástupišť, následuje kolejové křížení a druhý pár nástupišť. Smyčku využívá linka 15 a linka 16, v časech mimo dopravní špičku je prodloužena až na Sídliště Řepy. Povrch nástupišť i kolejového svršku je tvořen živičným povrchem.

Technologické řešení smyčky Hlubočepy je téměř totožné s tramvajovou smyčkou Dvorce. Obratiště Hlubočepy se nachází těsně před nájezdem na tramvajový most vedoucí na Barrandov. Disponuje jedním nástupištěm ve směru z centra. Zákryt kolejového svršku je tvořen dlažbou a střed smyčky slouží jako odstavné parkoviště autobusů. Aktuálně není využíváno žádnou pravidelnou linkou.

Tramvajová smyčka Sídliště Řepy se nachází na pomezí Zličína a Řep v těsné blízkosti nádraží Praha-Zličín. Samotná smyčka disponuje celkem čtyřmi nástupišti, dvěma pro výstup a dvěma pro nástup cestujících. Mezilehlý úsek je pak trojkolejný. Tato kapacita je nutná především kvůli počtu linek, které zde mají svou konečnou/výchozí zastávku. Jsou to linky 9, 10 a část spojů linky 16.

Tramvajová smyčka Smíchovské nádraží se nachází mezi zastávkami Plzeňka a Smíchovské nádraží. Toto obratiště je napojeno do obou směrů, tedy jak směrem na Lihovar, tak i na Anděl. Má také své jedno nástupiště přímo u výpravní budovy. Souběžně vede manipulační kolej. Celá smyčka je dlážděná, čehož využívají

autobusoví dopravci, neboť tímto obratištěm není vedený pravidelný provoz. Kolejiště je využíváno pro odstavení autobusů.

Smyčka Sídliště Barrandov byla až do dubna 2022 konečnou zastávkou na této trati. Nyní zde končí linky 4, 12 a 20. Výstupní a výchozí zastávka je umístěna ještě před vjezdem do smyčky. Ta je v oblouku trojkolejná a na trať napojena pouze jednosměrně. Celý povrch je dlážděný.

Na zastávku Sídliště Barrandov navázala první etapa prodloužení trati do Slivence. V rámci tohoto prodloužení byla vybudována zastávka Náměstí Olgy Scheinpflugové a Holyně. Tento úsek byl uveden do provozu 8.4.2022. Již při projektování této první etapy však bylo počítáno s prodloužením o smyčku Slivenec za zastávkou Holyně, a tak byl vybudován kolejový přejezd pro obousměrné tramvaje. Výstavba smyčky Slivenec byla zahájena v únoru 2023 a její předpokládané dokončení je v říjnu 2023.

[30]

V blízkosti zastávky metra Radlická se nachází také stejnojmenná tramvajová smyčka. Jedná se o jednosměrnou koncovou smyčku, která je součástí přestupního uzlu Radlická. Je zde jedno výstupní a nástupní nástupiště, mezi kterými je dvoukolejný úsek. Obratiště využívají pravidelně linky 7 a 21. V těsné blízkosti se kromě stanice metra nachází i rozsáhlý kancelářský komplex. Smyčka je vydlážděná a nástupiště jsou tvořena živičnou směsí.

3.2.4. Sektor Severozápad

Tramvajová smyčka Výstaviště je využívána linkou 12 jako konečná/výchozí zastávka. Smyčka je na rozdíl od většiny pražských smyček odlišná tím, že se zde nachází kusá kolej, na kterou se lze dostat zpětným pohybem. Součástí smyčky jsou i dva dvoukolejné úseky, které však nejsou vybaveny nástupištěm a povrch kolejového svršku je tvořen travním porostem.

Další tramvajovou smyčkou je Vozovna Střešovice. Jedná se o jednokolejnou smyčku, která obchází administrativní budovu vozovny, která dnes slouží převážně jako muzeum MHD hlavního města Prahy. Smyčka zároveň kříží ulici Patočkova ve směru

na Břevnov. Ve stejném směru se nachází i stejnojmenná zastávka, kterou využívají linky 1, 2 a 25. Ani jedna z těchto linek však nevyužívá samotnou smyčku. Tu však lze využít pouze ze směru od zastávky Prašný most. Samotná smyčka nedisponuje nástupištěm, avšak uvnitř vozovny je zákryt svršku trati tvořen dlažbou.

Třetí tramvajovou smyčkou v sektoru Severozápad je tramvajové obratiště na Bílé hoře. Jedná se o místo, které je již velmi vzdálené od centra města v nepříliš hustě obydlené oblasti. Právě z tohoto důvodu zde končí jen část spojů linky 22, ostatní jedoucí tímto směrem končí již v zastávce Vypich. Dále zde také končí linka 25. Povrch je opět tvořen dlažbou a živičným povrchem. Jsou zde k dispozici dva páry nástupišť. Celkově se do této smyčky mohou krátkodobě odstavit až 4 soupravy typu Škoda 15T. Obratištěm končí i tramvajová trať, která už dále nepokračuje a vozy se zde tak otáčejí zpět do centra.

Tramvajová smyčka Divoká Šárka se nachází na západním okraji Prahy v těsné blízkosti ulice Evropská. Celá smyčka je jednokolejná a nachází se zde jedna výstupní a jedna nástupní zastávka. Povrch svršku je tvořen z většiny dlažbou. Aktuálně je využívána jako konečná/výchozí zastávka pro linky 20 a 26. Obratiště pro tyto dvě linky však mají být dle strategických dokumentů [31] po dokončení stavby tramvajové trati Divoká Šárka – Dědina posunuty až do nově vybudované smyčky Dědina. Toto prodloužení má být dokončeno do konce roku 2023.

Nově budovaná tramvajová smyčka Dědina se bude nacházet vedle ulice Drnovská v sousedství sídliště Na Dědině, poblíž pražského okruhu. Součástí bude i nová měnárna. Bude se jednat o koncovou smyčku s jednokolejným vjezdem a výstupním nástupištěm. Za tímto nástupištěm dojde ke zdvoukolejnění o délce 120 m. Následně se obě manipulační koleje spojí, kdy za tímto spojením se bude nacházet nástupiště.

Nepříliš využívanou tramvajovou smyčkou je kapacitní obratiště Královka. Byla vybudována za účelem obsluhy strahovského stadionu a je typická svými modrými lávkami, sloužící pro mimoúrovňový přechod kolejí. Vjezd a výjezd ze smyčky je jednokolejný, ale hlavní část je trojkolejná, kdy každá kolej má své nástupiště s živičným povrchem. Kolejiště je pak vydlážděné. Obratiště je využíváno pouze linkou 23, která má 30minutový interval obsluhy. Ze smyčky lze vyjet směrem do centra i na Bílou horu.

Nedaleko se nachází další kapacitní tramvajová smyčka Dlabačov. Ta byla vybudována za stejným účelem jako Královka, tedy kvůli obsluhy strahovského stadionu. Opět se zde nacházejí tři nástupiště v trojkolejném úseku spojená pomocí lávek. Vjezd a výjezd je jednokolejný a ze smyčky se lze dostat pouze směrem do centra. Nástupiště jsou živičná a povrch tramvajového svršku je tvořen travnatým povrchem. V současné době není obratiště využíváno pravidelně žádnou linkou. Je zde zaparkován pouze jeden vůz Tatra T3, který je využíván jako kiosek.

Na Heyrovského náměstí se nachází tramvajová smyčka Sídliště Petřiny. Jedná se o klasické koncové tramvajové obratiště. Vjezd je dvoukolejný, kdy každá z kolejí má i svou výstupní hranu. Koleje dále vedou paralelně skrz většinu oblouku a spojují se až před nástupním místem, za kterým se napojují zpět na hlavní trať do centra. Smyčky využívají pravidelně linky 1 a 2. Celá smyčka je oddělena od vozovky užívané silniční dopravou.

Součástí obratiště Vypich je odstavná plocha pro regionální autobusy, kdy po jejím obvodu jsou trasovány paralelně dvě koleje tramvajové smyčky, jejíž součástí není žádné nástupiště. Jako konečnou zastávku má toto obratiště část spojů linky 22, které nepokračují do smyčky Bílá hora. Zákryt kolejového svršku je tvořen zhutněným kamenivem. Do obratiště se lze dostat pouze ze směru z centra, stejné pravidlo platí i pro výjezd.

Na západním okraji Letenské pláně se nachází tramvajová smyčka Špejchar. Ta je napojena úplným trojúhelníkem na tramvajovou síť napojena mezi zastávkami Hradčanská a Sparta. Celá smyčka je postavena jako jednosměrná. Má tedy jednu výstupní zastávku, dvě nástupní, kdy každá se nachází u jedné z kolejí. Dále se zde nachází jedna samostatná manipulační kolej. Obratiště není v současné době využíváno k pravidelnému provozu. Celý povrch kolejíště je z živičné směsi.

Tramvajová smyčka Nádraží Podbaba se nachází mezi ulicemi Pod Paňankou a Podbabská. Součástí obratiště není žádné nástupiště, protože výstupní i nástupní místo se nachází před vjezdem do smyčky přímo na ulici Podbabská. V těsném sledu za vjezdem se nachází výhybka rozdělující kolej na dva 35 m dlouhé úseky, ty se následně opět spojí a pokračují 110 m jednokolejně, v tomto úseku dochází k obratu

vozidel. Poté se opakuje dvoukolejný úsek pro změnu sledu tramvají (jako na vjezdu do smyčky), za kterým se nachází výjezd ze smyčky. Kapacita je tedy až pro 4 soupravy. Povrch obratiště je dlážděný a v pravidelném provozu ho využívají spoje linky 8 a 18.

V blízkosti ulice Evropská se nedaleko Nádraží Veleslavín nachází smyčka Červený vrch. Je obousměrně zapojena, lze ji tedy využít jak při příjezdu od Veleslavína, tak i směrem od Bořislavky. Vjezd i výjezd je jednokolejný s úplným trojúhelníkem. Hlavní oblouk smyčky je dvoukolejný s celkovou délkou 80 m. Obratiště se nevyžívá v pravidelném provozu a nedisponuje ani žádným nástupištěm. Povrch je živičný.

3.3. Metodika hodnocení jednotlivých smyček pro využití v rámci konceptu doručování zásilek

Pro hodnocení jednotlivých smyček bylo vytvořeno speciální hodnocení, založené na bodovém hodnocení konkrétních smyček a úvratí. Celý proces posuzování je založen na dvou kolech. V prvním kole jsou posuzována všechna obratiště. Pro první kolo bylo zvoleno celkem 7 různých parametrů. Ty se týkají jak provozních aspektů v tramvajovém provozu, tak jsou zde zastoupeny i parametry hodnotící smyčky z pohledu vhodnosti míst pro přepravu a manipulaci se zásilkami. Jednotlivé parametry jsou pak v druhé fázi bodovány příslušným počtem dle metodiky uvedené níže. Čím více bodů konkrétní obratiště získá, tím je vhodnější pro posuzovaný koncept.

Prvním posuzovaným kritériem z provozního pohledu je, zdali je smyčka součástí pravidelného provozu. Rozhodovací kritérium je v tomto případě možnost odstavit vůz, či soupravu ve smyčce, nebo úvratí tak, aby nebyla omezena průjezdnost linek, které oblast obsluhují. V následném bodovém hodnocení je přidělován příslušný počet bodů. V případě, že obratiště je zahrnuto do pravidelného provozu je obodováno počtem 5 bodů. V opačném případě je uděleno bodů 10.

Druhým důležitým parametrem je vytížení jednotlivých obratišť. Kritériem je v tomto případě počet vozů/souprav, které za hodinu musí využít obratiště. Nejprve bylo nutné jednotlivým smyčkám a úvratím přiřadit linky, které je využívají. K tomuto byla využito schéma linek, která zobrazuje všechny denní linky metra a tramvají. Jedná se o stav

platný od 13.2.2023, tedy platný v době tvorby této diplomové práce. [32] Následně bylo nutné k linkám přiřadit jejich interval provozu (). Ten se dělí v průběhu dne celkem do šesti skupin. Tyto skupiny včetně časů začátku a konce shrnuje tabulka 1. Časy přelomů mezi jednotlivými obdobími se mírně liší napříč jednotlivými linkami v závislosti na obězích konkrétních linek.

Tabulka 1 – Rozdělení dne na intervaly podle intenzity obsluhy, zdroj: Dopravní podnik hl. m. Prahy

Denní doba	Ráno	Ranní špička	Denní sedlo	Odpolední špička	Odpoledne	Večer
Orientační čas	5:00-7:00	7:00-9:00	9:00-15:00	15:00-19:00	19:00-22:00	22:00-24:00

Díky tomuto přiřazení lze zjistit, kolik spojů, a tedy i vozů/souprav, musí využít jednotlivá obratiště. Pro potřeby práce byl tento počet vztažen k jedné hodině. Toto kritérium na rozdíl od předchozího je založeno na základě nepřímé úměrnosti. Bylo tedy nutno sestavit výpočet počtu bodů tak, aby při rostoucím vytížení klesal počet přidělených bodů. Výpočet bodového hodnocení pracuje s podílem maximálního vytížení ze všech obratišť a vytížením konkrétního obratiště. Tento podíl je následně násoben třemi. Tato konstanta je volena tak, aby všechna kritéria měla podobnou váhu. Tento výpočet by se správně nechoval v případě obratišť, která mají vytížení 0 spojů za hodinu, proto algoritmus v těchto případech rovnou přiřadí konkrétnímu obratišti 20 bodů.

Dalším důležitým kritériem je počet dostupných kolejí pro pobyt ve smyčce/úvrati. Tato podmínka je důležitá pro plynulost běžného provozu, tak aby při nakládce a vykládce nákladní tramvaj neblokovala přepravu osob, což jistě není žádoucí. Případně, aby mohla být tramvaj na určitou dobu odstavena, než dostane přidělené časové okno pro obsluhu vybrané zastávky. Hodnocení toho parametru je v celku triviální, za každou dostupnou kolej je uděleno 5 bodů.

Čtvrtým kritériem je poloha smyčky/úvrati v síti. Tento parametr se chová jako penalizační. Jedná se o posouzení, zda je obratiště součástí vozovny. Pokud tomu tak není, je uděleno 10 bodů, pokud však jakýmkoli způsobem do vozovny zasahuje, je uděleno pouze 7 bodů. Důvodem je náročnější a veřejnosti omezený vstup do areálů dopravního podniku.

Další kritéria již souvisí s konceptem nákladní tramvaje určené pro rozvoz zásilek. V tomto směru je velmi důležité kritérium vzdálenosti obratiště od depa, ze kterého je oblast obsluhována. Jako výchozí depo uvažujeme DSPU Praha Malešice, součástí kterého je i depo 701, ze kterého je obsluhována velká část Prahy. Odtud vyjíždějí i nákladní automobily do 3,5 t, které aktuálně zajišťují distribuci balíkových zásilek po Praze. Čím větší je pak vzdálenost od depa, tím větší jsou provozní náklady doručení na poslední míli. To však neplatí u elektrických tramvajů, zde jsou vysoké fixní náklady, avšak variabilní náklady vztažené na kilometr a zásilku jsou nižší. Toto kritérium je natolik důležité, že bodové hodnocení je dvojnásobek hodnoty počtu kilometrů přímou spojnici depa a smyčky.

Další dvě kritéria hodnotí vybavenost obratišť. První řeší existenci nástupišť, která jsou nutná pro vykládku a nakládku přepravních klecí. V případě, že by dané obratiště nedisponovalo žádným nástupištěm, bylo by nutné takové zařízení vybudovat, což je považováno za nevýhodu, protože by při realizaci bylo nutné investovat do úpravy infrastruktury. Zároveň je bodové hodnocení nastaveno tak, že čím více dostupných nástupišť obratiště má, tím více body je ohodnoceno. Počet bodů je stanoven jako počet nástupišť krát 3. V případě, že součástí žádné nástupiště není počet bodů je 0. Posledním kritériem pro první kolo posuzování je současná existence doručovacích boxů, do kterých doručuje Česká pošta, v daných obratištích. Místa, kde se již nyní boxy nacházejí jsou zvýhodněna 10 body. Podmínkou pro přiřazení boxu k obratišti je jeho vzdálenost od nejbližšího nástupiště, a to maximálně do 100 metrů. Všechna kritéria jsou pak shrnuta v tabulce 2.

Tabulka 2 – Seznam kritérií pro první kolo posuzování vhodnosti obratišť, zdroj: autor

Pořadí kritéria	Název kritérií
1	Pravidelný provoz
2	Vytíženost obratiště
3	Počet pojížděných kolejí
4	Obratiště v rámci vozovny
5	Vzdálenost od depa
6	Počet nástupišť
7	Dostupnost balíkoboxu

Po přidělení bodů všem obratištím ve všech kritériích následuje prostý součet, kdy výsledek je komplexním hodnocením jednotlivých smyček a úvratí pro potřeby konceptu doručování zásilek. Výsledkem prvního kola posuzování je rozdělení obratišť do dvou kategorií. První kategorií jsou obratiště, která již po první fázi nejsou vhodná pro projekt a lze je tedy vyloučit z dalšího posuzování. Druhou skupinou jsou obratiště, u kterých je nutné další posouzení. Intervaly pro rozdělení obratišť do zmíněných skupin jsou vypočteny z konkrétního bodového hodnocení dané množiny obratišť. Pro výpočet je potřebná znalost minimálního a maximálního bodového hodnocení. Z těchto dvou hodnot je vypočítán rozdíl, který je rozdělen počtem intervalů, tedy třemi pro potřeby hodnocení ve druhém kole. Hranice mezi vyloučením a dalším posuzováním je vypočítána jako minimální bodové ohodnocení, ke kterému je přičtena třetina rozdílu maximálního a minimálního hodnocení.

Ve druhém kole hodnocení byl hodnocen zákaznický potenciál. Jedná se o veličinu, která je stanovena odborným odhadem. Na rozhodnutí, zda má konkrétní místo potenciál, má vliv hustota obyvatel v okolí smyčky, ať už se jedná například o velká sídliště, nebo velké kancelářské komplexy. Je zde prověřována zejména jejich poloha. Zákaznický potenciál mají rovněž lokality nacházející se v přestupních uzlech. Zde jsou všechna obratiště, která byla postoupena do druhého kola individuálně hodnocena.

Zákaznický potenciál je hodnocen jako binární veličina, hodnotitel tedy posuzuje, zda obratiště má, nebo nemá potenciál. Výpočet celkového bodového hodnocení v druhém kole vychází z počtu bodů získaných v prvním kole, ke kterému je podle rozhodnutí o potenciálu přičteno 15 bodů, v opačném případě je 5 bodů odečteno. Následně mohou nastat dva možné scénáře. První možný scénář, kdy se obratiště dostane přes danou bodovou hranici a stane se tak vhodným kandidátem pro obsluhu nákladní tramvají. Pokud však tuto bodovou hranici nepřekoná, dojde k vyloučení daného obratiště a nadále s ním není pracováno. Bodová hranice pro druhé kolo při jejímž překonání je obratiště vhodným kandidátem je vypočtena jako maximální bodové hodnocení mínus třetina rozdílu maximálního a minimálního hodnocení.

Výsledkem tohoto dvoukolového systému je seznam vhodných obratišť. Tento seznam je nutné v dalších fázích, kapitola 4.2, posoudit ještě z hlediska vhodnosti pro konkrétní

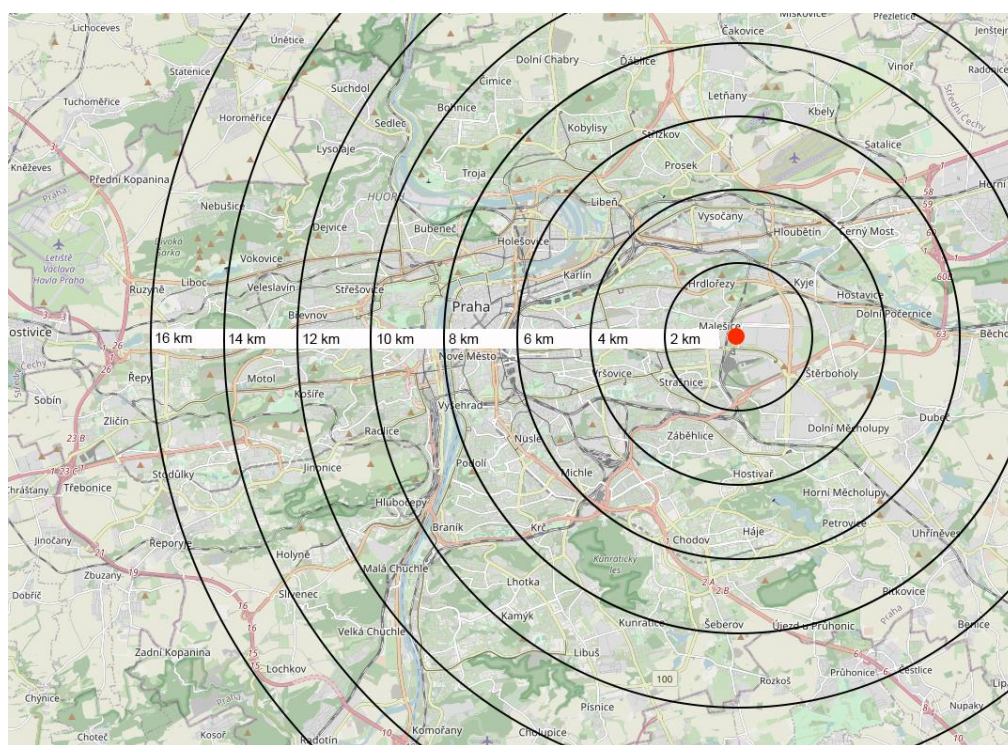
vozidlo. Celý tento posuzovací algoritmus je navržen tak, aby ho bylo možné využít na kteroukoli tramvajovou síť.

3.4. Hodnocení konkrétních smyček a úvratí

Jak je již uvedeno výše, pro koncept doručování zásilek nákladní tramvají byla vybrána Praha. V souladu s postupem z kapitoly 3.3 bylo nejprve nutné sestavit seznam tramvajových obratišť na pražské tramvajové síti. Do seznamu byly zahrnuty jak klasické smyčky, tak i blokové smyčky a vybrané úvratě. Do seznamu byla zařazena pouze ta obratiště, která jsou v současné době schopna provozu, nebo se využívají například při výlukách. Dalším vstupním faktorem je stanovená doba obsluhy vybraných obratišť. Vzhledem k technologickým postupům v rámci doručovací sítě ČP, bude obsluha vybraných bodů probíhat v čase denního sedla, což má pozitivní vliv i na manipulace v obratištích.

Konkrétní hodnocení částečně vychází z podkladu v kapitole 3.2, jedná se o kritéria – pravidelný provoz, počet poježděných kolejí, obratiště v rámci vozovny a počet nástupišť. Hodnota kritéria, které se zabývá vytížeností obratiště, je stanovena dle kapitoly 3.3. Jako příklad lze uvést smyčku Sídliště Barrandov. Ta je využívána třemi linkami. Linka 4 je v provozu pouze ve špičkách, a tedy počet průjezdů v denním sedle je 0. Dále je využívána linkami 12 a 20. Obě tyto linky mají mezi 9. a 15. hodinou interval 10 minut, z čehož vyplývá, že každá linka zaznamená 6 průjezdů za hodinu. Celkem smyčku využije k obratu 12 souprav za hodinu. Dle daného výpočtu je maximum ze všech obratišť, tedy 24 průjezdů za hodinu ve smyčce Spojovací, vyděleno právě 12. Výsledkem tohoto podílu je udělený počet bodů smyčce Sídliště Barrandov. Pokud je však součet všech průjezdů roven 0, jako například u smyčky Červený Vrch, je na základě definice kritéria uděleno obratišti 20 bodů.

Hodnocení kritéria vzdálenosti obřatiště od depa pak vychází z přímé vzdálenosti depo-obřatiště, kdy je hodnota zaokrouhlena na stovky metrů. Dle postupu je pak tato vzdálenost násobena 2, aby došlo k vyrovnání vah jednotlivých kritérií. Určení vzdálenosti probíhá pomocí nástroje měření vzdálenosti v rámci webové aplikace mapy.cz. Znázornění jednotlivých vzdáleností s vyznačením obřatiště a depa ilustruje obrázek 5.



Obrázek 5 – Mapa Prahy se zobrazením vzdáleností od depa 701, zdroj: openstreetmap.cz, úpravy: autor

Posledním hodnoceným kritériem v prvním kole posuzování je dostupnost doručovacího boxu v daném obřatišti. Byly prověřovány pouze boxy společností, do kterých doručuje Česká pošta, což jsou doručovací boxy společnosti Alza.cz a OX Point. Podmínku, že se box musí nacházet do 100 metrů od nástupiště, splnilo pouze 5 obřatišť a tato obřatiště tak mohla být ohodnocena 10 body.

Na základě bodového hodnocení v prvním kole, je možné vyloučit obřatiště, která nezískala více jak 53 bodů. Zmíněná hranice vzniká kumulací několika faktorů, kdy největší vliv na hodnocení mají vzdálenost od depa a intenzita provozu. Pro možnosti implementace postupu na jiný tramvajový provoz z toho dále vyplývá, že obecně hranice 50 bodů je potřebné minimum pod které jsou obřatiště neperspektivní právě

s ohledem na kumulaci negativních faktorů. Tento proces je graficky znázorněn v příloze 2. Bodové hranice jsou stanoveny jako meze mezi první a druhou třetinou, pro druhé kolo pak druhou a třetí třetinou. Celek je vypočítán jako rozdíl mezi nejvyšším bodovým hodnocením a tím nejnižším. Tato obratiště jsou shrnuta v tabulce 3. Konkrétní bodové hodnocení jednotlivých kritérií je uvedeno v příloze 1.

Tabulka 3 – Obratiště nevhodná pro doručování zásilek, zdroj: autor

Pořadové číslo	Název smyčky	SUMA 1. kolo
4	Tramvajová smyčka Olšanské hřbitovy	41
10	Tramvajová smyčka Kobylisy/Střelná/Březiněveská	44
13	Tramvajová smyčka Vozovna Žižkov	32
15	Tramvajová smyčka Vysočanská	42
20	Tramvajová smyčka Spojovací	43
31	Tramvajová smyčka Lehovec	52
35	Tramvajová smyčka Spořilov	45
37	Tramvajová smyčka Levského	51
41	Tramvajová smyčka Nádraží Podbaba	50
43	Nová tramvajová smyčka Zahradní Město	42
44	Tramvajová smyčka Depo Hostivař	52
45	Tramvajová úvrať Libuš (ve výstavbě)	51

U obratišť, která nebyla vyloučena, je nutné provést druhé kolo hodnocení, které je založeno na zákaznickém potenciálu. Ten je u každého obratiště posuzován individuálně, především na základě parametrů uvedených v kapitole 3.3.

Smyčka Výstaviště je součástí parku Stromovka a nachází se v blízkosti výstavního areálu. Oba tyto areály jsou využívány celoročně, a z toho důvodu je zde potenciál využití doručovacích boxů, které mohou být obsluhovány nákladní tramvají. Další smyčkou, která má potenciál, je bloková smyčka Čechovo náměstí nacházející se v hustě obydlené části Vršovic. Totéž platí pro obratiště Kubánské náměstí, nuselské Náměstí Bratří Synků a úvrať Zvonařka.

Bloková tramvajová smyčka Ženské domovy má zákaznický potenciál díky poloze v bezprostřední blízkosti autobusového nádraží Na Knížecí. Tento potenciál navíc bude ještě vzrůstat po dostavbě kancelářsko-bytového komplexu Smíchov City, kde má vzniknout přes 400 nových bytů a 8 000 m² administrativních ploch. [33] Další

smyčkou s potenciálem je Divoká Šárka. I přesto, že se nenachází v blízkosti centra města, je výchozí stanicí pro vstup do stejnojmenného parku. Nachází se zde také přestupní uzel mezi tramvají a autobusem na letišti. Následují dvě smyčky s podobnými vlastnostmi, a to Královka a Dlabačov. Byť se nenacházejí v příliš hustě obydlené oblasti, mají potenciál především jako překladiště pro koncept doručování pomocí nákladních kol, to však není součástí této práce, výhodou smyčky Dlabačov je pak už existující Alzabox.

Další skupinu smyček definují opět stejné vlastnosti. Poloha v blízkosti panelových domů, kde žije velké množství obyvatel / osob, kteří tráví v průběhu dne čas v práci a nemohou si zásilky převzít kdykoli během dne. Díky této skutečnosti je možné přidělit těmto místům zákaznický potenciál. Konkrétně se jedná o smyčky Sídliště Petřiny, Sídliště Řepy, Sídliště Barrandov, Sídliště Ďáblice a Dědina.

Blokovou smyčku Podolská vodárna, Nádraží Braník, Nádraží Hostivař, Florenc a Smíchovské nádraží spojuje jedna společná vlastnost. Tou je fakt, že se jedná o přestupní uzly. Právě tato vlastnost vytváří v těchto obratištích zákaznický potenciál, protože adresát zásilky nemusí trávit čas cestou do výdejního místa, ale může využít právě například doby čekání na přípoj k vyzvednutí zásilky.

Společným jmenovatelem obratišť Ústřední dílny DP, Radlická a Pankrác jsou pak pracovní příležitosti v oblasti. První jmenovaná smyčka se nachází v těsné blízkosti velkého areálu dopravního podniku, kde pracuje značné množství osob. Druhé a třetí jmenované obratiště leží u významných administrativních oblastí. Díky tomu lze prohlásit tato místa za obratiště se zákaznickým potenciálem.

Ostatní tramvajová obratiště byla vyhodnocena jako bez dostatečného zákaznického potenciálu. Tyto smyčky jsou shrnuty v tabulce 4.

Tabulka 4 – Obratiště bez dostatečného zákaznického potenciálu, zdroj: autor

Pořadové číslo	Název smyčky
2	Tramvajová smyčka Vozovna Střešovice
5	Tramvajová smyčka Starý Hloubětín
6	Tramvajová smyčka Bílá Hora
8	Tramvajová smyčka Vozovna Kobylisy
16	Tramvajová smyčka Dvorce
17	Tramvajová smyčka Nové Strašnice
18	Tramvajová smyčka Radošovická
19	Tramvajová smyčka Kotlářka
21	Tramvajová smyčka Vypich
26	Tramvajová smyčka Hlubočepy
28	Bloková tramvajová smyčka Harfa
30	Tramvajová smyčka Vozovna Pankrác
32	Tramvajová smyčka Špejchar
42	Tramvajová smyčka Červený Vrch
46	Tramvajová smyčka Slivenec (ve výstavbě)
50	Bloková smyčka Palmovka (ul. Sokolovská)

Výsledkem posouzení, jež je graficky znázorněno v příloze 3, je 15 kandidátů na vhodnou lokalitu k obsluze pomocí nákladní tramvaje. Tento výběr je však nutné dále prověřit, například dle technických parametrů zvoleného vozidla, zejména pak může nastat problém u některých úvratí, v případě výběru vozidla, které má výstup pouze na jednu stranu. Vybrané kandidáty shrnuje tabulka 5, ve které jsou jednotlivá obratiště seřazena dle bodového zisku v druhém kole.

Tabulka 5 – Obratiště vhodná pro doručování zásilek, zdroj: autor

Pořadové číslo	Název smyčky	SUMA 2. kolo
11	Tramvajová smyčka Královka	109
12	Tramvajová smyčka Dlabačov	109
38	Tramvajová smyčka Smíchovské nádraží	94
36	Tramvajová smyčka Sídliště Řepy	93
7	Bloková tramvajová smyčka Ženské domovy	87
40	Tramvajová smyčka Radlická	87
9	Tramvajová smyčka Divoká Šárka	86
48	Úvrať Zvonařka, 52 m, 56 m	86
24	Bloková tramvajová smyčka Podolská vodárna	85
49	Tramvajová smyčka Dědina (ve výstavbě)	82
14	Tramvajová smyčka Sídliště Petřiny	80
25	Tramvajová smyčka Nádraží Braník	80
29	Tramvajová smyčka Sídliště Ďáblice	76
32	Tramvajová smyčka Špejchar	75
39	Tramvajová smyčka Sídliště Barrandov	75

Nyní bylo nutné individuálně vyhodnotit výsledek posuzování vzhledem k místním poměrům. Smyčky Dlabačov a Královka získaly nejvyšší bodové hodnocení, avšak vzhledem k jejich malé vzájemné vzdálenosti, 350 m, není nutné obsluhovat obě obratiště. Je nezbytné přihlídnout k faktu, že obratiště Dlabačov má již nyní doručovací box a nachází se blíže ke Strahovskému klášteru či Strahovskému stadionu. Jeho nevýhodou je však pouze jednosměrné napojení na síť. Při další analýze lze dojít k závěru, že výjezd směrem na Bílou horu není v provozu nezbytný, protože ani Vypich, ani zmíněná Bílá hora nejsou mezi vhodnými kandidáty. Výjezd a výjezd do tohoto směru by byl žádoucí pouze v případě realizace plánované tramvajové trati Vozovna Motol – Vypich, kdy by došlo k úspoře času i kilometrů při cestě z/do zastávky Sídliště Řepy. V této práci autor vychází ze současného stavu sítě či již započatých staveb. Z této úvahy tak vychází, že vhodnějším kandidátem je smyčka Dlabačov.

V množině kandidátů se vyskytuje i jedna úvrať, kdy je opět nutné zvážit její vhodnost v souvislosti se zvoleným typem vozidla, avšak vzhledem k její konstrukci a faktu, že i v současnosti je využívána jednosměrnou soupravou, by v tomto neměl být problém. Ostatní tramvajové smyčky i přes svá specifika není nutné dále prověřovat.

4. Návrh konceptu obsluhy vybraných lokalit

Obecně je koncept založen na obsluze balíkových stanic, ze kterých budou zásilky dále distribuovány do balíkových, nebo konkrétním zákazníkům pomocí elektrokol, nebo jiným ekologickým způsobem. Zastavovací politika je pak založena na co nejkratší době pobytu ve vytížených smyčkách s pravidelným provozem, kdy nakládka a vykládka by měla zabrat co nejméně času. Nákladní tramvaj je tedy pouze jedním z článků doručování na poslední míli.

4.1. Vozidlo určené pro obsluhu vybraných míst

Při výběru vhodného vozidla je nutné brát na vědomí nejen jeho technické vlastnosti, ale také možnost manipulace s nákladem. Dopravní podnik hlavního města Prahy, který je jediným provozovatelem tramvají na pražské síti, aktuálně provozuje 13 typů vozidel. Jedná se o vozy dvou výrobců, a to Škody Transportation a Tatra. Případný vývoj nového vozidla určeného pro rozvoz zásilek by byl časově náročný, v řádu let a pravděpodobně také velmi drahý, a z toho důvodu nerentabilní.

I přesto, že dopravní podnik v posledních letech modernizuje své vozy typu T3 a KT, nejsou vhodné pro přepravu nákladu. Důvodem je jejich vysoká podlaha, kdy k nástupu i výstupu je nutné užití schodů. Některé vozy jsou sice již modernizovány, ale přesto nejsou ani z větší části nízkopodlažní. Jako částečně, nebo kompletně nízkopodlažní jsou navrženy vozy značky Škoda, kdy se jedná o modely 14T a 15T. Opět nevýhodou vozu 14T je, že není zcela bezbariérový, i přesto, že se jedná o nízkopodlažní vozidlo, zůstává stále větší část vozu oddělena schodem. Nejvhodnějším typem z pohledu aktuálně provozovaných tramvají v Praze je tedy Škoda 15T.

Za úvahu určitě stojí také využití zahraničních konceptů, ať už speciálního vozu CarGo Tram Drážďany, nebo vozu používaného v Curychu. Zde je opět nutné posoudit vhodnost vozidla z pohledu způsobu nakládky a vykládky. Pro pražský provoz je kvůli výše zmíněnému způsobu především vykládky nutné mít vozidlo, kde bude možné přepravní obal vyložit bez použití další techniky. Právě tato podmínka vylučuje drážďanské vozidlo, které k naložení a vyložení potřebuje vysokozdvíhový vozík. Nákladní tramvaj v Curychu funguje na odlišném principu. V tomto případě by bylo

nutné za hnací vozidlo zapojit takový vlečný vůz, aby splňoval podmínky pro vykládku. I tak by však muselo být využito nějaké vhodné hnací vozidlo.

Na základě výše zmíněných argumentů je tak navrženo jít cestou modelu Paketbahn jako v německém Schwerinu. Vzhledem k počtu obřatišť, která jsou na pražské síti zvolena, bude nutné vybraný typ vozidla upravit pro přepravu nákladu. Nejvhodnějším typem pro Prahu je tedy Škoda 15T, obchodním názvem ForCity Alfa, který je zobrazen na obrázku 6, kde je také vidět rozdíl mezi vozy dodanými mezi lety 2009 až 2015 a vozy, které byly vyrobeny po roce 2015. Ty navíc disponují klimatizací v prostoru pro cestující, novým nátěrem, LED světly, a upraveným designem především čela tramvaje.



Obrázek 6 – Tramvaje typu 15T, zdroj: Flickr

Technicky se jedná o tříčlánkovou tramvaj, která je kompletně nízkopodlažní. Tyto tři články jsou vzájemně propojeny spojovacími díly, které jsou nad dvěma ze čtyř podvozků. Třetí podvozek se nachází pod kabinou řidiče a čtvrtý na úplném konci vozu. Všechny podvozky jsou otočné. Délka vozidla je 31,4 m a šířka 2,46 m. Výška přes sběrač je 3,6 m. Maximální rychlost tramvaje je $60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Vozidlo je poháněno pomocí 16 elektromotorů s celkovým výkonem 720 kW. [34]

Ve standardním uspořádání se uvnitř vozu nachází 61 míst na sezení. Z tohoto počtu bude nutné 40 sedaček demontovat, aby bylo možné plně využít vozidlo pro přepravu nákladu. Dále je potřeba namísto sedaček instalovat postranní držáky pro upevnění

přepravních klecí během jízdy, protože jednotlivé zásilky jsou pro přepravu konsolidovány do přepravních klecí. Do jedné klece se průměrně umísťuje 90 zásilek. Pro koncept nákladní tramvaje je vybrána standardní klec využívaná na ČP.

Klec přepravní malá (KPM), na obrázku 7, je určena kromě vnitroobjektové také pro meziobjektovou přepravu a skladování drobných poštovních zásilek. Klec se skládá z trubkové konstrukce s výplněmi z drátěného pletiva (rozteč drátů pletiva 25x25 mm) a podvozku, který je osazen dvěma páry otočných kol. Jeden pár kol lze aretovat pro



Obrázek 7 – Klec přepravní malá (KPM), zdroj: Česká pošta

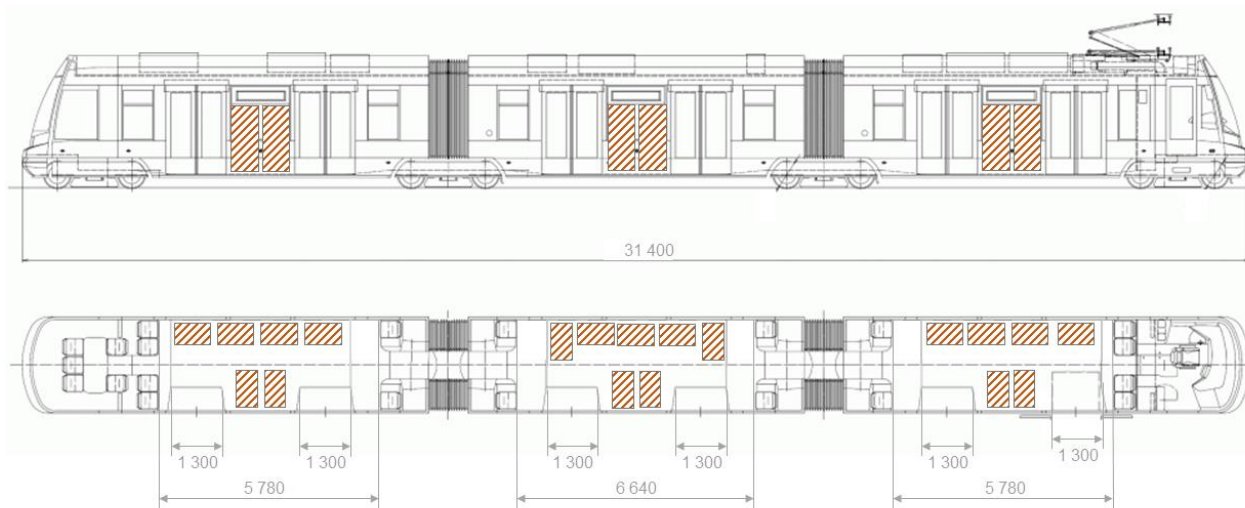
jízdu do přímého směru a druhý pár kol lze zabrzdit pomocí pákové brzdy umístěné na boku klece. Standardně je klec opatřena dělenými dvířky a otevíratelnou střechou. Klec lze pevně uzavřít a uzamknout nebo zaplombovat, takže jí lze používat v přepravě jako „uzávěr“. Klec dále musí být vybavena sklopnou ojí a spřáhlem, což umožňuje spojení více klecí do soupravy k mechanizované manipulaci tahačem.

Standardní provedení výrobku je povrchově upraveno jednovrstvým nátěrem v korporátních barvách ČP. Každá klec je opatřena technologickou informační tabulkou podle platné dokumentace České pošty a štítkem s údaji o výrobcu, který obsahuje měsíc a rok výroby, nosnost a vlastní hmotnost. Technické parametry toho typu klece jsou uvedeny v tabulce 6.

Tabulka 6 – Technické parametry klece, zdroj: Česká pošta

Vnitřní rozměry d/š/v	950/640/1680 mm
Vnější rozměry d/š/v	900/560/1440 mm
Nosnost	250 kg
Hmotnost prázdné klece	76 kg

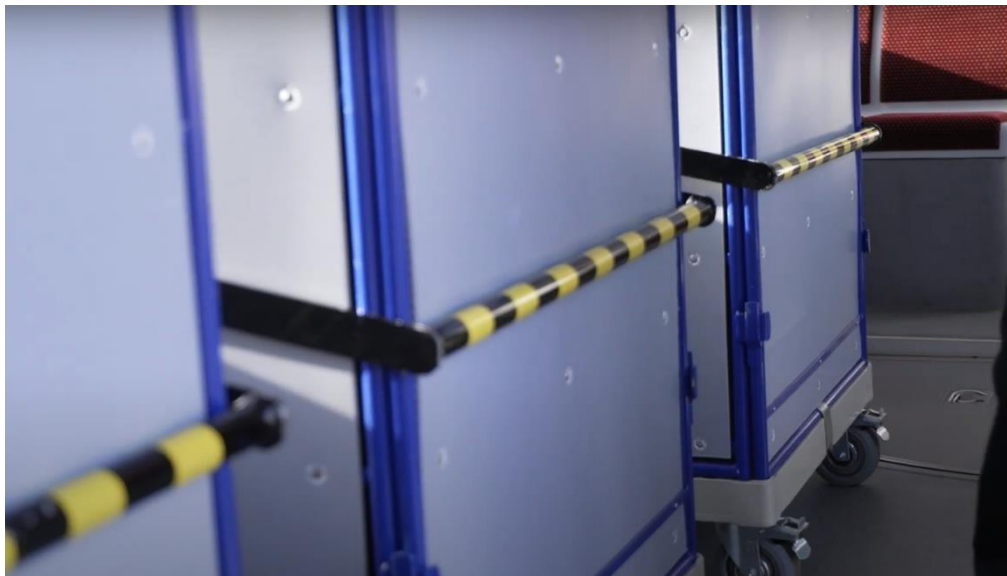
Na základě dostupných rozměrů vozidla, kde bylo nutné přihlídnout také k tvaru a sklonu podlahy, bylo navrženo vhodné rozmístění klecí v rámci vozidla. Toto rozvržení je znázorněno oranžovým šrafováním na obrázku 8. Do první třetiny vozu lze tak podélně umístit 4 klece a mezi dveře pak ještě další dvě. Stejné rozvržení lze použít i v poslední části vozu, vzhledem ke stejným rozměrům. Do střední části, která je o 86 cm delší, lze přidat ještě jednu klec navíc, oproti krajním článkům vozu. Rozvržení je navrženo s ohledem na skutečnost, že vždy musí zůstat volná jedna delší strana klece, kde je umístěno brzdění klece. Také je ponecháno šest párů dveří, díky kterým se výrazně urychlí obsluha. Hmotnost plně naložené klece je maximálně 326 kg, což při počtu 19 klecí odpovídá maximální celkové hmotnosti klecí vč. nákladu 6 194 kg. Maximální kapacita tramvaje 15T v uspořádání pro přepravu cestujících je 61 míst k sezení a 119 k stání, při počtu 4 os/m² [34], což při průměrné hmotnosti 80



Obrázek 8 – Rozložení klecí uvnitř vozidla typu 15T, zdroj: Dopravní podnik hl. m. Prahy, úpravy: autor
 kg na osobu činí celkovou hmotnost cestujících 14 400 kg. Z hlediska hmotnosti nákladu je tedy přeprava nákladu možná a nepřekročí se tak konstrukční hmotnost vozidla.

Kromě prvních dveří, které již nyní disponují vyklápěcí rampou pro vozíčkáře, je nutné vozidlo dovybavit ještě přenosnou rampou, kterou bude moci obsluha přemisťovat mezi jednotlivými dveřmi, podle toho, odkud se bude konkrétní klec vykládat. Provedení rampy může být podobné jako na obrázku 3. Během jízdy je pak kromě zabrzdění nutné klece ukotvit ke konstrukci tramvaje, k tomu lze využít postranních

držáků namontovaných na stěnách. K těmto držákům lze pak jednoduše klece připevnit nasazovací konstrukcí, zobrazenou na obrázku 9.



Obrázek 9 – Bezpečnostní zarážka klecí, zdroj: DHL

Posádka vozu musí být minimálně dvoučlenná. Jedním členem je řidič tramvaje a druhým je obsluha, která má na starosti vykládku a nakládku. Součástí může být i větší počet personálu, což je vysvětleno v kapitole 4.3.

4.2. Stavební úpravy vybraných lokalit

V rámci přípravy konceptu je také nutné prověřit stavební připravenost v jednotlivých vybraných smyčkách. Většina vybraných smyček je vhodně vybavena pro manipulaci s klecí. Nástupiště jsou především asfaltová nebo dlážděná. Osobně byly autorem prověřeny všechny vybrané smyčky, kdy problém byl zjištěn na třech z nich, a to na obratišti Sídliště Petřiny, obratišti Podolská vodárna a v úvrati Zvonařka.

V obratišti Sídliště Petřiny bude nutné vyřešit výšku obrubníku nebo nájezd, neboť tento obrubník odděluje plochu nástupiště od zbytku vyasfaltované plochy, na které by bylo vhodné umístit balíkovou stanicí.

Obratiště Podolská vodárna bude vyžadovat největší investici z vybraných smyček. Z obrázku 10 je patrné, že zde bude nutné vybudovat nový povrch, neboť velké dlažební kostky jsou zcela nevhodné pro pohyb klecí. Zároveň bude nutné se vypořádat s úrovní okolní silnice, protože zde není žádné nástupiště. Nejjednodušším řešením by bylo vybudovat zastávku vídeňského typu, kdy by byla úroveň vozovky zvýšena na úroveň chodníku a koleje by zůstaly ve stávající poloze. Případně krátký příčný práh, pro možnost vyložení klece předem definovanými dveřmi. Touto stavební úpravou by tak vzniklo nové nástupiště vhodné i k vykládce klecí.



Obrázek 10 – Vodárenská ulice, zdroj: autor

Úvrať Zvonařka se nachází ve staré, hustě zastavěné části Vinohrad, čemuž odpovídá i povrch nástupiště. To je tvořeno především starým asfaltem. Při osobním průzkumu bylo zjištěno, že v nedávné době zde proběhla rekonstrukce sítí, díky čemuž je část chodníku již opravena. Bohužel část přiléhající ke kolejím je nerovná a pro snadnou manipulaci s klecí by bylo potřeba narovnat obrubníky a dodělat nový povrch chodníku. Současnou situaci ukazuje obrázek 11.



Obrázek 11 – Nástupiště na zastávce Zvonařka, zdroj: autor

Tyto nutné stavební úpravy je potřeba vyřešit před spuštěním provozu. Řešení je závislé na komunikaci mezi dopravním podnikem a ČP, v případě, kdy není vlastníkem pozemku, ani jeden z těchto subjektů, tak je nezbytné zainteresovat i správce komunikace či chodníku. S těmito náklady je pak nutné počítat při tvorbě rozpočtu. Jeho součástí musí dále být vybavení všech 14 zastávek zamykatelnými balíkovými stanicemi, do kterých budou klece umísťovány během obsluhy.

Významným investičním nákladem, jak co se týče rozsahu, tak i finanční náročnosti, je napojení DSPU Malešice na současnou dopravní síť. Toto napojení je nutné pro možnost realizace nakládky přímo v areálu DSPU, tím tak bude eliminována nutnost vypravovat další vozidlo do nejbližší tramvajové smyčky. V případě plného naložení tramvaje by tak muselo být vypraveno vozidlo s užžitnou hmotností 9,5 t, které je k dispozici pouze v konfiguraci se vznětovým motorem, čímž by se snižoval ekologický přínos projektu. Nově navržená manipulační kolej by odbočovala ze současné trati v ulici Černokostelecká ještě před odbočením do smyčky Depo Hostivař. Po vjezdu na manipulační kolej (znázorněna červeně) následuje směrový oblouk o poloměru 30 m. Za tímto obloukem následuje přímý úsek o délce 55 m. Do tohoto úseku vjede tramvaj

jízdu vpřed. Zde musí přejít řidič do zadní části vozu, aby mohl zpětným pohybem zajet do oblasti nakládky, při tomto pohybu projede dalším směrovým obloukem o poloměru 30 m. Za obloukem následuje úrovnové křížení s neelektrifikovanou vlečkou a 140 m dlouhý úsek do zmíněné oblasti nakládky. Při výjezdu pak vozidlo již vyjíždí standardně jízdou vpřed a vyjede na současnou síť směrem do centra. Při vyjíždění a vyjíždění na trať bude nutné vyřešit napojení na současnou SSZ, které se nachází před navrhovaným napojením manipulační koleje. Situaci v mapě ilustruje obrázek 12.



Obrázek 12 – Situace napojení DSPU Praha na tramvajovou síť, zdroj: openstreetmap.cz, úpravy: autor

Alternativním řešením k vedení zobrazenému na obrázku 12 může být využití obousměrného vozidla. V tom případě by nebylo nutné budovat úvrať, což by se projevilo ve výši investičních nákladů, které jsou shrnuty v tabulce 9, v kapitole 5.2.1. Situace v případě tohoto zjednodušení je zobrazena na obrázku 13. Tuto úsporu by však bylo nutné srovnat s navýšením ceny vozidla v případě nákupu obousměrného typu.



Obrázek 14 – Situace napojení DSPU Praha na tramvajovou síť ve variantě pro obousměrné vozidlo, zdroj: openstreetmap.cz, úpravy: autor

Prostor pro nakládku a vykládku klecí je zvýrazněn oranžovo-bílým šrafováním, kdy současný stav je na obrázku 14. Aktuálně je tato plocha využívána pouze pro krátkodobé odstavení nákladních vozidel mezi vykládkou a nakládkou.



Obrázek 13 – Plocha pro vykládku a nakládku tramvaje v DSPU Praha, zdroj: autor

Navrhovaná trasa je vedena po pozemcích Hlavního města Prahy a České pošty, což výrazně zjednodušuje případné výkupy pozemků. Jediným problémem jak technickým, tak i pozemkovým je křížení s železniční vlečkou, jejímž vlastníkem je společnost Ferona.

Celkově se jedná o výstavbu 3-4 výhybek, v závislosti na typu vozidla, a přibližně 230 m kolejí. V areálu depa není nutné provádět velké stavební úpravy. Při výstavbě kolejí by bylo vhodné v oblasti určené pro vykládku vystavět nástupiště.

Úprava míst pro vykládku je podmínkou pro spuštění provozu. Výstavbou manipulační koleje není podmíněno spuštění provozu, protože dočasně to lze řešit nakládkou ve smyčce Nové Strašnice, což však není z dlouhodobého hlediska žádoucí.

4.3. Technologický popis v místě obsluhy

Kapitola 4.3 se věnuje popisu postupu nakládky a vykládky. Dále je kapitola rozdělena na dvě části, první se zabývá manipulací uvnitř DSPU a druhá manipulací s klecí v obratišti. Popis se věnuje výhradně vykládce a nakládce klecí, nikoli konkrétnímu nakládání s jednotlivými zásilkami. Ty, jak už bylo zmíněno v úvodu kapitoly 4, budou dále distribuovány pověřeným pracovníkem k dalšímu doručování.

Doručování může následně probíhat formou doručovacích boxů, kdy si pověřený pracovník vyzvedne klec se zásilkami určenými pro doručovací box, přesune si ji k boxu a ten naskladní, případně vyskladní odesílané zásilky. Následně pak klec vrátí zpět, do balíkové stanice.

Dalším způsobem je doručování pomocí nákladního kola. Postup je velmi podobný: Doručovatel si vyzvedne klec z balíkové stanice, nasnímá příslušné zásilky do PDA, naloží je na kolo a může začít doručovat.

4.3.1. Manipulace v prostoru depa

Způsob distribuce zásilek nákladní tramvají spadá pod depo 701, které je součástí DSPU Praha. Depo přijímá zásilky od SPU Praha, kam se dostávají ze všech ostatních dep a DSPU. V prostorech depa jsou zásilky roztrženy na jednotlivé okrsky. V případě

obsluhovaných obratišť bude zavedena logika 1 obratiště = 1 okrsek. Tím tak bude zajištěno, že každá jedna klec bude přiřazena právě jedné balíkové stanici v obratišti.

V momentě, kdy jsou vytřízeny všechny zásilky, dochází k výpravě jednotlivých doručovatelů na pochůzku. V tento moment je možné připravené klece uzavřít a pomocí mechanizace je odvézt k nakládce na určené místo. Manipulační trasa v rámci DSPU je zakreslena oranžově na obrázku 15.



Obrázek 15 – Manipulační trasa v rámci DSPU Praha, zdroj: openstreetmap.cz, úpravy: autor

Nakládku klecí do přistavené tramvaje si řídí pověřený pracovník, který následně provádí i obsluhu v obratištích. Ten zároveň odpovídá za naložení všech klecí a jejich zajištění proti pohybu uvnitř vozu. Po návratu zpět do depa odpovídá opět i za vykládku vozidla.

4.3.2. Manipulace v obratištích

Tato podkapitola popisuje proces nakládky a vykládky po zastavení vozu v dané zastávce až po odjezd z dané zastávky. Postup je stejný pro všechna vybraná obratiště. Výchozím předpokladem je zastavení ve správné zastávce a otevírání příslušných dveří na žádost obsluhy klecí. Druhá podmínka je zavedena z bezpečnostních důvodů.

Po příjezdu do příslušné zastávky a zastavení vozidla, obsluha demontuje bezpečnostní zárazku, zobrazenou na obrázku 9, následně otevře tlačítkem nejbližší dveře. Poté do příslušných dveří nainstaluje rampu, pokud se jedná o první dveře, které jsou rampou vybaveny již z výroby, využije tuto rampu. Následně odbrzdí danou klec, která má být vyložena v dané zastávce a vyloží ji z vozidla. Poté klec odveze k balíkové stanici na obrázku 16, kterou odemkne, vyjme klec, která je určená k odvozu a místo ní zaparkuje klec plnou zásilek. Stanici opět zajistí a zamkne. Stanice na obrázku je s kapacitou 2 klece. S klecí, která míří zpět na depo, dojde k vozu a naloží ji stejnými dveřmi a umístí na stejné místo odkud vykládal plnou klec a zabrzdí ji. Poté demontuje rampu. Díky kamerovému systému může řidič tramvaje v tento moment zavřít dveře. Před odjezdem ještě obsluha musí zajistit danou klec bezpečnostní zárazkou. Nakonec dá obsluha řidiči znamení, že je vše připraveno k odjezdu.



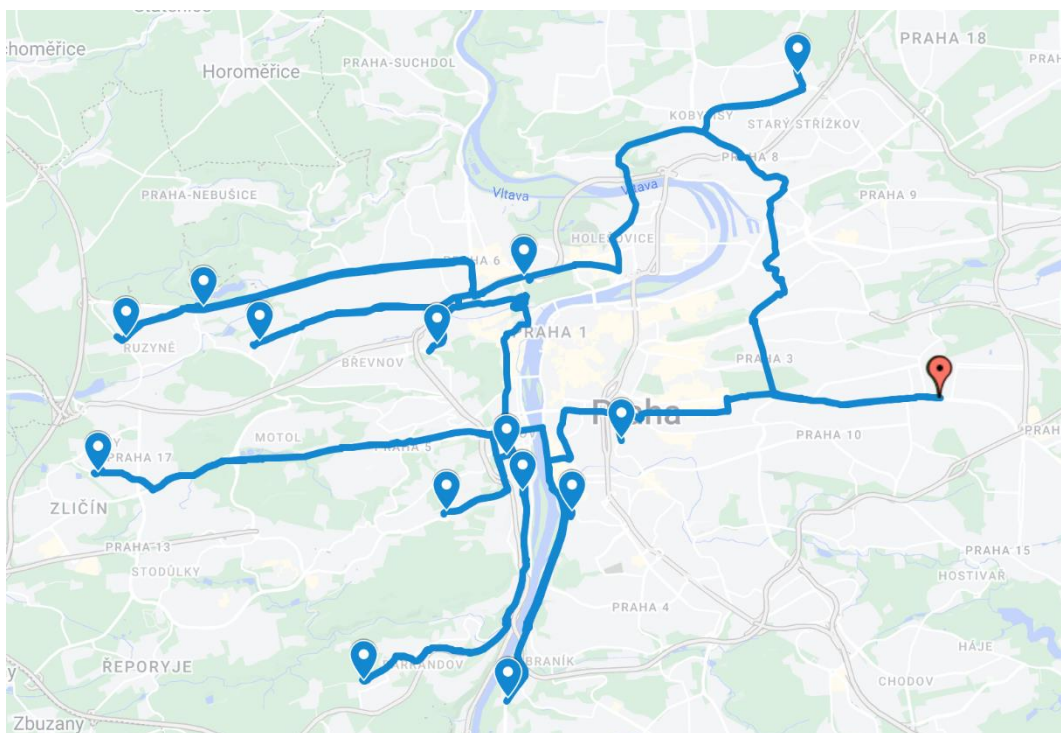
Obrázek 16 – Model balíkové stanice v zastávce Sídliště Petřiny, zdroj: autor

4.4. Technologický popis obsluhy míst

Kapitola 4.4 se věnuje obsluze jednotlivých vybraných míst. Jejich pořadí je sestaveno v návaznosti na tramvajovou síť, jednotlivá křižení a možné výjezdy z obratišť. Konkrétní posloupnost zastávek je považována za výchozí řešení, které by mohlo být optimalizováno za pomoci využití úlohy obchodního cestujícího. To však není cílem

této práce, kdy posloupnost slouží především jako podklad pro hodnocení smysluplnosti projektu z hlediska času i financí.

Je navržena trasa nákladní tramvaje o délce 110 km s výchozím a cílovým bodem v DSPU Praha. Celá trasa je znázorněna na obrázku 17. Součástí je 14 zastávek, jež odpovídají 14 obratištím, která mají být obsluhována. Vzhledem ke kapacitě vozidla mohou být na některých vybraných zastávkách vykládány dvě nebo více klecí, což je vhodné zejména pro vzdálenější smyčky, jako například Sídliště Řepy nebo Sídliště Petřiny. Toto rozhodnutí však závisí na konkrétní poptávce v dané lokalitě a tyto údaje jsou obchodním tajemstvím. Při standardní vykládce, tedy pouze jedné klece, by obsluha konkrétního místa nakládky / vykládky měla činit maximálně 5 minut. Pro případné nepravidelnosti je pro každou zastávku přiřazena časová rezerva pro vyrovnání v délce 5 minut. Toto stanovení vychází ze zkušeností s podobným konceptem ve Schwerinu. [26]



Obrázek 17 – Trasa nákladní tramvaje pro variantu jedné jízdy, zdroj: googlemaps.com

Vytvořený jízdní řád v tabulce 7 je pouze orientační, protože nelze přesně určit v kolik hodin bude vozidlo připraveno k odjezdu z výchozí stanice. Cestovní doba mezi jednotlivými zastávkami se v případě nákladní tramvaje nerovná jízdní době, protože v době obsluhy jsou součástí provozu na tramvajové síti i vozidla linek pro cestující.

Právě tato vozidla blokují volný průjezd nákladní tramvaji, která po dojetí vozidla před sebou bude muset toto vozidlo následovat až do doby, kdy se jejich trasy rozdělí. Cestovní doba je tedy odvozena od cestovních dob běžných linek pro cestující, neboť se předpokládá, že nákladní tramvaj popojíždí neustále ve sledu s tramvajovou linkou pro cestující.

Tabulka 7 – Orientační jízdní řád pro variantu 1, zdroj: autor

Pořadí zastávky	Název zastávky	Příjezd	Odjezd
Výchozí zastávka	DSPU Praha	-	9:00
1	Úvrať Zvonařka	9:26	9:36
2	Bloková tramvajová smyčka Podolská vodárna	9:50	10:00
3	Tramvajová smyčka Nádraží Braník	10:10	10:20
4	Tramvajová smyčka Smíchovské nádraží	10:40	11:10
5	Tramvajová smyčka Sídliště Barrandov	11:21	11:31
6	Bloková tramvajová smyčka Ženské domovy	11:45	11:55
7	Tramvajová smyčka Radlická	12:05	12:15
8	Tramvajová smyčka Sídliště Řepy	12:43	13:03
9	Tramvajová smyčka Dlabačov	13:42	13:52
10	Tramvajová smyčka Sídliště Petřiny	14:04	14:14
11	Tramvajová smyčka Divoká Šárka	14:39	14:49
12	Tramvajová smyčka Dědina (ve výstavbě)	14:59	15:09
13	Tramvajová smyčka Špejchar	15:30	15:40
14	Tramvajová smyčka Sídliště Ďáblice	16:06	16:16
Konečná zastávka	DSPU Praha	16:46	-

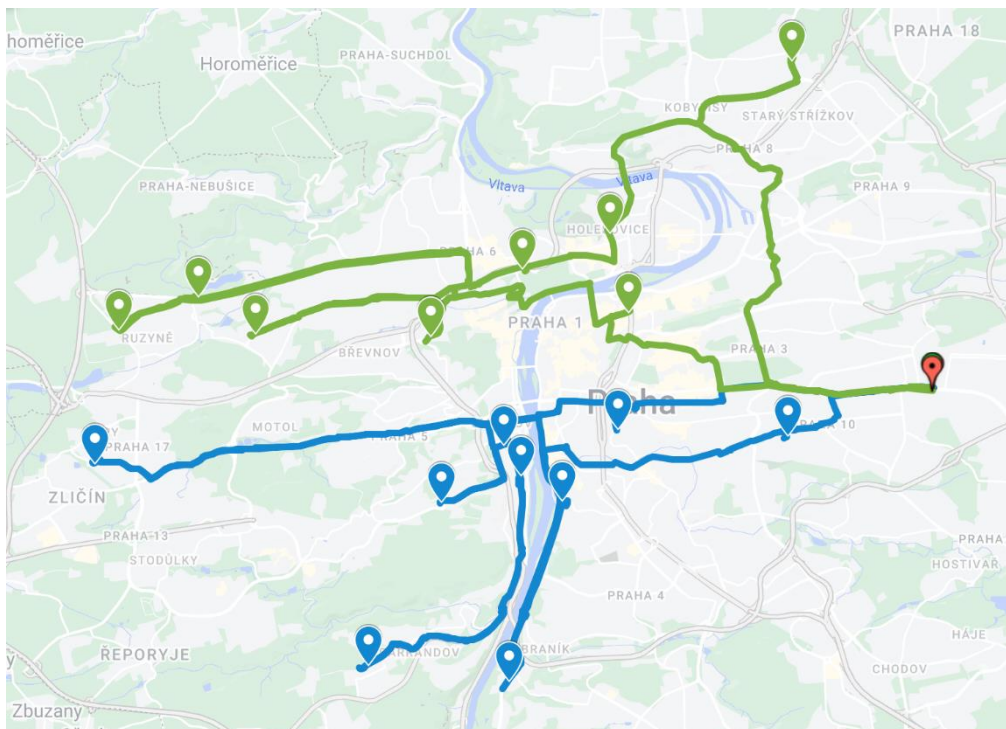
Již v analýze bylo stanoveno technologické omezení a tím je nejdříve možný odjezd, a to v 9:00 po skončení ranní špičky, a také po roztrídění všech zásilek určených k doručení v konkrétní den. Dalšími omezeními jsou povinné přestávky řidiče tramvaje a obsluhy. Čerpání první přestávky v délce 20 min je plánováno do zastávky Smíchovské nádraží a druhá v délce 10 minut do zastávky Sídliště Řepy. Pauza po dalších čtyřech hodinách je plánována po návratu do DSPU. Původně stanovené omezení je také návrat zpět do výchozí stanice do 15:00. Tuto podmínku nelze dodržet vzhledem k jízdním dobám mezi jednotlivými zastávkami. Omezení návratu do 15. hodiny, je především kvůli vytížení smyček v odpolední špičce. Dle jízdního řádu je po 15. hodině plánována manipulace v obřatištích Dědina a Špejchar, přičemž druhá

jmenovaná je smyčka bez pravidelného provozu, a tedy není nutné vyhýbat se odpolední špičce. Poslední zastávkou je Sídliště Ďáblice. Zde je nutné vypořádat se s 8minutovým intervalem linky 1 ve špičce, avšak vzhledem k vysoké kapacitě smyčky lze udělit výjimku. Tím, že je celý proces obsluhy uvažován v pracovní dny, je možné jej realizovat i o víkendu, kdy dochází ke snížení počtu spojů pro cestující a tím je více volné kapacity v síti.

Při takto zvolené posloupnosti zastávek vzniká problém při výjezdu ze smyčky Divoká Šárka směrem do smyčky Dědina. Problém lze řešit vyjetím směrem do centra a následným obratem ve vozovně Vokovice. Díky její blízkosti se tak jízdní doba prodlouží pouze o 5 minut a ujetá vzdálenost o 1,1 km. Dalším problémem mohou být výluky. V takovém případě bude nutné operativně přeplánovat trasu, nebo konkrétní zastávky, které nebudou dostupné nákladní tramvají, bude nezbytné zásobovat jiným způsobem, například malým nákladním automobilem.

Alternativou pro tuto jednu okružní jízdu může být rozdělení na dvě nebo více jízd, a to v případě zvýšení poptávky po doručování do výdejních boxů. To by mohl způsobit přebytek poptávky nad nabídkou, a tedy potřebu doručovat do zastávek více klecí. Tento stav by však způsobil nárůst počtu neproduktivně realizovaných kilometrů, avšak v důsledku by to mohlo snížit náklady přepočtené na zásilku. Následně je také nutné zvažovat obsluhu vzdálených smyček, vzhledem k objemu zásilek, které jsou do nich vezeny.

V případě rozdělení na dvě okružní jízdy, zobrazené na obrázku 18, dojde ke zdvojnásobení počtu přepravených klecí, který je nákladní tramvaj schopna během dne přepravit. Celkový počet klecí / den se tak navýší na až 38 klecí. Toto výrazně zasáhne do ekonomického zhodnocení. Dále je díky vyšší kapacitě možné do počtu obsluhovaných zastávek zahrnout i obratiště, která se pohybovala těsně pod hranicí 73 bodů a leží na trase mezi vybranými stanovišti. Jedná se o smyčky Florenc, Výstaviště, a Kubánské náměstí. Je však nutné počítat s náklady na výstavbu tří balíkových stanic navíc.



Obrázek 18 – Trasa nákladní tramvaje pro variantu dvou jízd za den, zdroj: googlemaps.com

Výchozí rozdělení bylo vytvořeno na základě severojižního dělení smyček popsaného v podkapitole 3.2. První okružní jízda v této variantě je zobrazena modře, druhá jízda je zobrazena zeleně. Tato posloupnost je zvolena s ohledem na využití obratišť v odpolední špičce, během které probíhá obsluha druhé okružní jízdy. Toto horizontální dělení je výhodnější i z hlediska umístění depa, jež je umístěno téměř na hranici mezi zónami. Přiřazení obratišť konkrétním okružním jízdám lze optimalizovat za využití VRP úlohy. Díky rozdělení na dvě jízdy bylo možné zařadit další obratiště, přičemž bylo upraveno trasování. Rozdělení odpovídá i počtu obratišť v jednotlivých polovinách, kdy v první jízdě bude obslouženo 9 obratišť, při druhé jízdě 8 obratišť.

Jízdní řád pro první část obsluhy obsahuje tabulka 8. V této první jízdě je možné navíc obsloužit zastávku Kubánské náměstí. Povinná přestávka bude rozložena na 2krát 15 minut. První část bude čerpána v zastávce Smíchovské nádraží, druhá pak zastávce Ženské domovy. První jízda trvá 4 hodiny a 53 minut a je dlouhá 65 km.

Tabulka 8 – Jízdní řád první jízdy ve variantě 2, zdroj: autor

Pořadí zastávky	Název zastávky	Příjezd	Odjezd
Výchozí zastávka	DSPU Praha	-	9:00
1	Smyčka Kubánské náměstí	9:10	9:20
2	Bloková tramvajová smyčka Podolská vodárna	9:39	9:49
3	Tramvajová smyčka Nádraží Braník	9:59	10:09
4	Tramvajová smyčka Smíchovské nádraží	10:29	10:54
5	Tramvajová smyčka Sídliště Barrandov	11:05	11:15
6	Bloková tramvajová smyčka Ženské domovy	11:29	11:54
7	Tramvajová smyčka Radlická	12:04	12:14
8	Tramvajová smyčka Sídliště Řepy	12:39	12:49
9	Úvrať Zvonařka	13:21	13:31
Konečná zastávka	DSPU Praha	13:53	-

Po návratu do depa následuje 30minutové časové okno pro vykládku a nakládku. Během tohoto procesu řidič i obsluha ve vozidle čerpá přestávku. Po kompletním naložení následuje druhá jízda. V průběhu této jízdy budou obslouženy vybraná obratiště, ke kterým jsou ve variantě 2 přidána ještě obratiště Florenc a Výstaviště . V rámci této druhé okružní jízdy se však již nelze vyhnout odpolední špičce a bude tedy nutná větší koordinace s ostatními linkami v obratištích. Povinnou přestávku je nutné čerpat na trase. Nejvhodnější je pro čerpání přestávky smyčka Špejchar, kde není pravidelný provoz, a bude zde čerpána přestávka v délce 30 minut. Orientační jízdní řád druhé okružní jízdy obsahuje tabulka 9.

Tabulka 9 – Jízdní řád první jízdy ve variantě 2, zdroj: autor

Pořadí zastávky	Název zastávky	Příjezd	Odjezd
Výchozí zastávka	DSPU Praha	-	14:23
1	Tramvajová smyčka Florenc	14:47	14:57
2	Tramvajová smyčka Dlabačov	15:17	15:27
3	Tramvajová smyčka Sídliště Petřiny	15:43	15:53
4	Tramvajová smyčka Divoká Šárka	16:17	16:27
5	Tramvajová smyčka Dědina (ve výstavbě)	16:37	16:47
6	Tramvajová smyčka Špejchar	17:08	17:48
7	Tramvajová smyčka Výstaviště	17:58	18:08
8	Tramvajová smyčka Sídliště Ďáblice	18:24	18:34
Konečná zastávka	DSPU Praha	19:04	-

Z ekonomického hlediska je navýšení přepravní kapacity jistě výhodnější, avšak z technologického hlediska je zásah do odpolední špičky problémem, neboť může docházet ke zpoždění z důvodu vyčerpané kapacity smyček a některých míst na trase. Nevýhodou tohoto trasování je průjezd zatíženými sítě v oblastí Palmovky, nebo křížení ulic Vinohradská a Želivského.

V případě realizace balíkových stanic, ale nikoli jejich obsluhy nákladní tramvají, by bylo nutné místa obsluhovat nákladním automobilem. K obsluze stanovišť by bylo využito stávající vozidlo, které ČP využívá pro zásobování poboček. Jedná se o vozidlo IVECO Daily řady 6000 s hydraulickým čelem, pro manipulaci s těžkými břemeny. Do tohoto vozidla dle konzultací s odborníky z úseku dopravy ČP lze umístit 6 přepravních klecí, definovaných v podkapitole 4.1. Trasu pro tato vozidla na základě zadaných parametrů vytváří a optimalizuje na základě dopravních dat software Quintiq. Na základě porovnání kapacit vozidla a nákladní tramvaje lze stanovit, že nákladní automobil nedokáže obsloužit v rámci jedné jízdy všechna stanoviště. S tím souvisí počet neproduktivně najetých kilometrů, ale také čas strávený na trase. V modelovém příkladu, kdy by bylo nutné rozvést 19 klecí, budou muset být realizovány 4 okružní jízdy. Jejich celková vzdálenost je 178 km. V případě, že by byl realizován projekt ve variantě 2, tedy převoz 38 klecí, bylo by nutné pro stejný počet klecí vypravit 7 nákladních vozidel značky IVECO řady 6000. Suma vzdáleností těchto 7 okružních jízd je 244 km. Na základě prostorových parametrů obsluhovaných lokalit není možná obsluha větším nákladním vozidlem.

5. Zhodnocení technologických a ekonomických aspektů projektu

Pražská tramvajová síť poskytuje pro koncept obsluhy území pomocí nákladní tramvaje velké množství možností. Především kvůli svému rozsahu, ale i počtu zastávek a obratišť. To umožňuje vytvářet různé trasy pro obsluhu.

5.1. Zhodnocení technologie

Zvolené technologické postupy vycházejí ze zahraničních zkušeností s využitím tramvají pro jiné účely, než je přeprava osob. Konkrétní návrh je pak spojením curyšského využití pro svoz odpadu a modelu Paketbahn testovaného ve Schwerinu. Důvodem obsluhy tramvajových smyček je potřeba času na vykládku a nakládku klecí. Tu nelze provádět na širé trati, protože by docházelo k zastavení běžného provozu, což není žádoucí. Smyčky a úvratě jsou také vhodné díky své rozloze. I přes nutné stavební úpravy v některých smyčkách je možné je využívat pro odstavení plných klecí. Samotné zastávky na síti totiž nedisponují takovým množstvím volného prostoru.

Výběr vhodného vozidla je dalším důležitým krokem k úspěšnému fungování projektu. Konkrétní odůvodnění výběru vozidla je součástí kapitoly 4.1. Z provozního hlediska se jedná o moderní vůz, u kterého je předpoklad nižších nákladů na údržbu, ale také provozních nákladů při jízdě vozidla. Nutností je nízkopodlažnost, kvůli manipulaci s nákladem, což vozidlo Škoda 15T splňuje.

Celý návrh je postaven na výběru nejvhodnějších obratišť pro obsluhu. To však nebrání možnému rozšíření o další smyčky či úvratě. V tomto případě by ale bylo nutné řešit kapacitu vozidla. Obsluha by musela být řešena pomocí více okružních jízd. Tím však dochází ke zpoždění při doručování, protože jak vyplývá z návrhu jízdních řádů ve variantě 2, je obsluha některých obratišť plánována až ve večerních hodinách. U daného typu zásilek, které jsou určeny do výdejních boxů je tento zpožděný čas dodání akceptovatelný.

Na základě výše popsaných variant lze vypočítat počty najetých kilometrů a přepravených zásilek za rok. Tato data obsahuje tabulka 10. Pro výpočet počtu

zásilek je stanovena zaplněnost klecí na 80%. Tento koeficient pokrývá výkyvy v počtu zásilek v jednotlivých dnech v týdnu.

Tabulka 10 – Přehled ujetých kilometrů, přepravených zásilek a klecí, zdroj: autor

	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3a	Varianta 3b
Počet ujetých kilometrů za den	110	125	178	244
Počet okružních jízd za den	1	2	4	7
Počet obslužených lokalit za den	14	17	14	17
Počet přepravovaných klecí za den	19	38	19	38
Počet přepravených zásilek za den	1 368	2 736	1 368	2 736
Počet najetých km za rok	33 220	37 750	53 756	73 688
Počet přepravených klecí za rok	5 738	11 476	5 738	11 476
Počet přepravených zásilek za rok	413 136	826 272	413 136	826 272

Varianta 1 je skládá z jedné okružní jízdy s maximálně naloženou nákladní tramvají. Celkem je umístěno 19 klecí do 14 zastávek. Druhá varianta se skládá ze dvou okružních jízd, při kterých je rozvezeno nákladní tramvají 38 klecí do 17 zastávek. Varianty 3a a 3b jsou zásobování balíkových stanic nákladním automobilem. 3a je alternativou k variantě 1 a 3b k variantě 2. V důsledku kapacity vozidla je nutné realizovat více okružních jízd. Díky kapacitě vozidla je možné do některých zastávek přepravit i více než jednu klec. Standardně je každá zastávka vybavena balíkovou stanicí pro dvě klece, a je tedy možné počet vykládaných klecí na jednotlivých zastávkách měnit dle poptávky. Zastávky jsou vybaveny druhou balíkovou stanicí, kdy kapacita stanoviště je tak až 4 klece. Pro následné ekonomické hodnocení je počítáno s využitím plné kapacity vozidel, což odpovídá poptávce v daných lokalitách.

5.2. Ekonomické zhodnocení

Ekonomické vyhodnocení projektu je postaveno na dvou hlavních pilířích. Prvním jsou nutné investiční náklady, které je potřeba vynaložit, aby mohl být projekt realizován. Druhým pilířem jsou pak provozní náklady.

5.2.1. Investiční náklady

Největší část investičních nákladů je potřeba vyčlenit pro výstavbu manipulační koleje do DSPU Praha. Tuto položku lze odhadnout z cen, za které jsou aktuálně stavěny jiné tramvajové tratě v Praze, to shrnuje tabulka 11. Celkovou částku pak je možno jednoduše vztáhnout k 1 metru tratě. Zde se částka pohybuje průměrně okolo 265 000

Kč v přepočtu na metr tratě. V kapitole 4.2 je vypočtena délka trati na 250 m, což při výše uvedené ceně za metr vychází na 66 327 276Kč bez DPH. Tato cena by v případě manipulační koleje byla pravděpodobně nižší, protože na prověřovaných tratích jsou součástí ceny i náklady na budování zastávek pro cestující. Při odhadu výše investice do výstavby manipulační koleje je nutné kalkulovat také se stavbou výhybek, jelikož jsou drahou součástí infrastruktury. Dále také záleží na nutnosti úprav tramvajového spodku a výstavby SSZ.

Tabulka 11 – Délka a cena vybraných tramvajových tratí, zdroj: Dopravní podnik hl. m. Prahy

Název trati	Délka	Cena bez DPH
Tramvajová trať Sídliště Modřany – Libuš	1700 m	497 437 180 Kč
Tramvajová trať Sídliště Barrandov – Slivenec	1500 m	357 012 157 Kč

Další investiční náklady jsou potřebné na úpravu nástupišť, v tomto případě je počítáno s rezervou 2 mil. Kč. Jedná se o náklady na opravu chodníků a povrchů pro vykládku a nakládku.

Dále je nutné vybudovat zabezpečená stání pro klece v jednotlivých obratištích. Tady lze vycházet z cen volně dohledatelných plechových přístřešků [35]. Zde je průměrná cena 20 000 Kč včetně montáže. K této částce je nutné dále uvažovat s nákupem pozemku, nebo jeho pronájmem. Při pronájmu od městské části je dle vyhlášky č. 5/2011 Sb., hl. m. Prahy, o místním poplatku, [36] stanoven poplatek ve výši 10 Kč za m² za den. Plocha 1 klece je 0,504 m². Pokud budou všude rozmístěny boxy pro dvě klece, bude maximální nájemné na jedno místo 30 Kč za den, tedy nájem za 3 m². Opět dle zvolené varianty by byl náklad započítán jako investiční, nebo provozní. Zvolené varianty shrnuté v tabulce 12 navazují na tabulku 10, kdy varianta A přísluší variantám 1 a 3a. Varianta B přísluší variantám 2 a 3b.

Tabulka 12 – Orientační přehled nákladů na stanoviště, zdroj: autor

	Varianta A	Varianta B
Počet přepravovaných klecí za den	19	38
Počet zastávek	14	17
Počet balíkových stanic	14	19
Cena jedné balíkové stanice	20 000 Kč	20 000 Kč
Cena za zábor pozemku za den	420 Kč	570 Kč
Celková cena za umístění balíkových stanic	280 000 Kč	380 000 Kč
Roční nájemné za plochy pro balíkové stanice	126 840 Kč	172 140 Kč

Posledním možným investičním nákladem jsou finanční prostředky na nákup vozidla. Dle dostupných zdrojů se pořizovací cena jednoho vozidla pohybovala kolem 60 mil. Kč. [37] Celkem se nabízejí 3 možné varianty financování vozidla. První možností je nákup zcela nového vozidla, druhou variantou je odkup stávajícího vozidla od Dopravního podniku hl. m. Prahy, pro potřeby kalkulace je v tabulce 12 uvedena orientační cena 30 mil. Kč. Třetí možností, pro ČP nejjednodušší variantou, je přesunout tuto položku do provozních nákladů, což znamená, že by si ČP vozidlo pronajímala. Tato varianta však může být problematická z hlediska přestavby stávajícího vozidla. Pokud by dopravní podnik nakupoval jedno upravené vozidlo, tak by cena mohla být vyšší než 60 mil. Kč. Nejlepší možností by tak bylo nakoupit nákladní tramvaj jako součást větší zakázky na nákup vozidel pro přepravu osob. Možnost kombinovat funkci vozidla pro přepravu nákladu i osob byla zamítnuta ze dvou důvodů. Prvním je nedostatečná kapacita vozidla v případě ponechání prostoru pro cestující. Druhým je pak navázání na zkušenosti a analýzu provedenou v podkapitole 2.1.4. Souhrn investičních nákladů, včetně nákladů na pořízení vozidla, je shrnut v tabulce 13.

Tabulka 13 – Orientační přehled investičních nákladů na projekt nákladní tramvaje v Praze (částka je v tis. Kč), zdroj: autor

částky jsou v tis. Kč	Varianta úvrať, 14 balíkových stanic	Varianta úvrať, 17 balíkových stanic	Varianta obousměrné vozidlo, 14 stanic
Vybudování manipulační koleje do DSPU Praha	66 327	66 327	47 756
Stavební úpravy obratišť	2 000	2 000	2 000
Náklady na stanoviště	433	588	433
Náklady na pořízení vozidla	30 000/60 000	30 000/60 000	60 000
Suma			

5.2.2. Provozní náklady

Do této kategorie lze zařadit náklady na trakci, mzdové náklady na personální zajištění a náklady na údržbu. Samozřejmě pokud by vozidlo bylo zajišťováno formou nájmu, mohl by být tento náklad zahrnut v části provozních nákladů, neboť by se pravděpodobně jednalo o částku odvozenou od počtu najetých kilometrů. Výši pronájmu lze můžeme stanovit jako provozní náklady, od kterých je nutné odečíst výši odpisů. To v případě nákladní tramvaje v Praze činí přibližně 80 Kč, protože výše odpisů se dle odborníků z oboru pohybuje okolo 20% z celkové ceny. Na základě tohoto výpočtu pak lze stanovit výši nájemného jako dvojnásobek výše odpisu na kilometr, ke kterému se přičtou provozní náklady a marže. Celkem se cena za pronájem může pohybovat okolo 130 Kč za km. Pro tuto konkrétní kalkulaci však neuvažujeme o pronájmu vozidla, ale o jeho nákupu. Přehled provozních nákladů obsahuje tabulka 14. Varianty jsou shodné s tabulkou 10.

Tabulka 14 – Porovnání variant obsluhy jednotlivých zastávek, zdroj: autor

	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3a	Varianta 3b
Náklady na km	100 Kč	100 Kč	21,00 Kč	21,00 Kč
Počet km	110	125	178	244
Náklady na jednu jízdu	11 000 Kč	12 500 Kč	3 738 Kč	5 124 Kč
Počet klecí	19	38	19	38
Počet zásilek na klec	72	72	72	72
Počet zásilek na vozidlo	1368	2736	1368	2736
Náklady na zásilku	8,04 Kč	4,57 Kč	2,73 Kč	1,87 Kč

Náklady na kilometr nákladní tramvaje jsou odvozeny z veřejně dostupného zdroje informací, kterým je článek v magazínu Centra Architektury a Městského Plánování v Praze, který se věnuje tramvajové síti. [38] Dále pak tato částka byla konzultována s odborníky, kteří uvádějí pro mimopražský provoz částku 97 Kč za kilometr. Tato částka je složena z nákladů na trakční energii, odpisů, nákladů na opravy a udržování, mezd řidičů a režijních nákladů. Rozdíl mezi mzdovými náklady v Praze a jiných regionech pak činí průměrně 10%. Mzdové náklady tvoří přibližně 25% celkové částky, což při započtení k nákladům na provoz tramvají na km v jiných regionech navýší částku o 3 Kč, a tím tak vychází provoz tramvají na 100 Kč na kilometr. Náklady na km pro lehká nákladní vozidla pak vycházejí ze studie připravenosti měst na rozvoj kurýrních expresních a balíkových služeb v prostředí projektů Smart Cities. [39] Počty

kilometrů jsou stanoveny na základě výpočtu aplikace mapy.cz. Dalšími vstupními údaji jsou počet klecí na vozidlo a počet zásilek na klec. Zde je opět kalkulováno s naplněností na 80%. Zbylé hodnoty jsou dopočítány ze vstupních dat.

Z vypočtených provozních nákladů na zásilku vyplývá, že náklady na rozvoz zásilek nákladní tramvají jsou vyšší než nákladním automobilem. Ve variantě 2, kdy dochází k rozdělení na dvě okružní jízdy, a proto zdvojnásobení rozvozové kapacity za den. Provozní náklady na přepravu jedné zásilky se díky tomu snížily. Nevýhodou je také vysoká vstupní investice, která může značně komplikovat realizaci projektu. Aby byly tyto vstupní i provozní náklady obhajitelné, muselo by dojít ke změně legislativy povolující vjezd nákladních automobilů do měst. Konkrétně Praha uvažuje o omezení provozu všech automobilů v centru města. Dalším faktorem, který by mohl ovlivnit možnost realizace, by byla dotační podpora státu nebo města, tak jak se tomu děje například v Německu.

Závěr

Proces doručování zásilek na poslední míli je důležitým prvkem při uspokojování lidských potřeb. Česká pošta, ale i ostatní firmy, jež se zabývají doručováním, jsou si vědomy své společenské odpovědnosti při zatěžování životního prostředí, v případech, kdy jsou zásilky doručovány vozidly, která jsou poháněna motory spalujícími fosilní paliva. Stále častěji se tak lze v ulicích, především velkých měst, setkat s různými alternativními způsoby distribuce zásilek. Nejčastěji se jedná o dodávky poháněné elektrickou energií nebo vodíkem, nákladní kola, a především ve Spojených státech amerických jsou realizovány i projekty s doručováním autonomními roboty. Cílem této práce bylo posoudit možnosti využití tramvají a tramvajové infrastruktury, jako dalšího způsobu pro distribuci zásilek. Díky rozsahu tramvajové sítě byla vybrána Praha, ale postupy lze aplikovat i na jiná města s tramvajovým provozem.

Autor se nejprve věnoval fungování logistické sítě České pošty, neboť následný koncept obsluhy balíkových stanic byl tvořen právě pro tuto společnost. Samotný popis procesu přepravy zásilek je podstatný pro další části této práce, protože doručování na poslední míli je závislé na předchozích částech logistického řetězce.

Druhá kapitola byla zaměřena na možnosti využití tramvají pro distribuci nákladu v Evropě. Postupně se autor věnuje celkem čtyřem různým konceptům: CarGo Tram pro přepravu komponentů výroby automobilů v Drážďanech, Cargo-Tram v Curychu, který se naopak zabývá svozem odpadu, distribuci zásilek Paketbahn v německém Schwerinu a konceptu tramvají pro distribuci zásilek v polském Štětíně. Poznatky a zkušenosti získané ze zahraničních projektů byly následně využity při aplikaci doručování zásilek nákladní tramvají v Praze.

Třetí část práce se zabývá konkrétní analýzou pražské tramvajové infrastruktury. Shrnuje základní parametry sítě, následně se autor věnuje jednotlivým obratištím. Podstatnou částí je návrh metodiky k hodnocení tramvajových obratišť pro účely doručování zásilek, zvolená metoda je aplikovatelná i na jiné tramvajové provozy. Následně byly posuzovány konkrétní obratiště pražské tramvajové sítě. Při aplikaci metodiky vyplynul konkrétní seznam obratišť vhodných k obsluze nákladní tramvají.

Byl definován konkrétní popis obsluhy jednotlivých obratišť, současně byl v této části popsán proces obsluhy v jednotlivých místech vykládky a nakládky. Důležitý je rovněž aspekt volby vhodného vozidla, kdy bylo vybráno vozidlo Škoda 15T s ohledem na nízkopodlažnost tohoto vozidla. Autor se také zabýval nutnými úpravami interiéru tohoto typu vozidla, aby v něm bylo možné přepravovat zásilky v efektivním rozsahu (počtu), což bylo zpracováno do podrobnosti rozmístění klecí ve vozidle. Pro následný efektivní provoz a snížení počtu překládek v logistickém řetězci byla navržena výstavba manipulační koleje do DSPU Praha. Součástí jsou i dílčí úpravy prostor pro vykládku v jednotlivých obratištích.

Poslední kapitola obsahuje technické a ekonomické hodnocení navrženého konceptu. Po technologické stránce autor shledává, že navržený koncept je v současných podmínkách realizovatelný, avšak z ekonomického hlediska, je nutná nemalá vstupní investice. Samotná výše provozních nákladů souvisí s množstvím přepravených zásilek, což je přímo svázáno s poptávkou po službách poštovního doručovatele, České pošty. Celkem byly prověřeny čtyři varianty, dvě s využitím nákladní tramvaje a dvě s využitím nákladního automobilu. Varianty s nákladní tramvají vykazují vyšší provozní náklady než při využití nákladního automobilu. Při porovnání varianty 1 a 3a jsou provozní náklady nákladní tramvaje na jednu zásilku o 5,31 Kč vyšší. Při porovnání variant 2 a 3b je tento rozdíl 2,70 Kč. Důležitý je také environmentální aspekt projektu, který nebyl do provozních nákladů započítán, což však nesnižuje jeho důležitost.

Díky naplnění jednotlivých cílů v konkrétních kapitolách lze konstatovat, že práce může sloužit jako vhodný podklad pro případnou realizaci projektu. V případě realizace projektu by došlo k významnému posunu v oblasti ekologického doručování zásilek. Realizace by také měla vliv na snížení množství vypouštěných emisí v obytné zástavbě, což by mělo jistě pozitivní efekt na obyvatele této oblasti. Při zpracování práce bylo využito nástrojů MS Office a editoru Adobe Photoshop. Závěrem autor hodnotí práci jako přínosnou jak pro oblast doručování zásilek na poslední míli, tak i pro samotného autora, neboť jej obohatila o cenné zkušenosti, které může využít v praxi v oblasti logistiky.

Použité zdroje

- [1] Historie České pošty. In: Česká pošta [online]. Praha: Česká pošta, 2022 [cit. 2023-04-23]. Dostupné z: <https://www.ceskaposta.cz/o-ceske-poste/historie>
- [2] Výroční zpráva 2022 Česká pošta. In: Veřejný rejstřík a Sběrka listin [online]. Praha: Česká pošta s.p., 2023 [cit. 2023-05-09]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/content/download?id=5814867f314543f6b8a76a8aac3f0dff>
- [3] Poštovní služby. In: Český telekomunikační úřad [online]. Praha: Český telekomunikační úřad, 2018 [cit. 2023-05-09]. Dostupné z: <https://www.ctu.cz/postovni-sluzby>
- [4] City logistika. In: MERVART, Michal, Bedřich RATHOUSKÝ, Petr KOLÁŘ a Radek NOVÁK. City logistika. 1. Praha: Wolkers Kluwer ČR, 2021, s. 150. ISBN 978-80-7676-213-8.
- [5] 21_DAS_Annual_report_final_CZ. In: Veřejný rejstřík a Sběrka listin [online]. Kladno: DACHSER Czech Republic, 2022 [cit. 2023-05-09]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/content/download?id=fe6a7f9068ef4ab4a83e0d1f2dff7555>
- [6] DACHSER plánuje zóny zásobované s nulovými emisemi v dalších deseti městech. In: Dachser [online]. Praha: Dachser, 2023 [cit. 2023-04-23]. Dostupné z: <https://www.dachser.cz/cs/mediaroom/DACHSER-planuje-zony-zasobovane-s-nulovymi-emisemi-v-dalsich-deseti-mestech-21478>
- [7] Nákladní kola se v Praze osvědčila, město otevře druhé depo na Smíchově. In: E15 [online]. Praha: CZECH NEWS CENTER, 2021, 10.9.2021 [cit. 2023-04-23]. Dostupné z: <https://www.e15.cz/byznys/doprava-a-logistika/nakladni-kola-se-v-praze-osvedcila-mesto-otevire-druhe-depo-na-smichove-1383436>

- [8] DHL Express Výroční zpráva YE 2022. In: Veřejný rejstřík a Sbírka listin [online]. Ostrava: DHL Express (Czech Republic), 2023 [cit. 2023-05-09]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/content/download?id=158df885dcf04aafa858f6258bb3de43>
- [9] DHL EXPRESS PŘEDSTAVUJE PRVNÍ NÁKLADNÍ ELEKTROKOLO DHL CUBICYCLE V ČESKÉ REPUBLICE. In: DHL [online]. Praha: DHL, 2019, 6.5.2019 [cit. 2023-04-23]. Dostupné z: <https://www.dhl.com/cz-cs/home/tisk/tiskovy-archiv/2019/dhl-express-predstavuje-prvni-nakladni-elektrokolo-dhl-cubicycle.html>
- [10] Naše 3E udržitelného přístupu. In: Idodo.cz [online]. Praha: DoDo, 2023 [cit. 2023-04-23]. Dostupné z: [https://www.idodo.cz/udrziteNaše 3E udržitelného přístupu. In: Idodo.cz \[online\]. Praha: DoDo, 2023 \[cit. 2023-04-23\]. Dostupné z: https://www.idodo.cz/udrzitelnost/lnost/](https://www.idodo.cz/udrziteNaše 3E udržitelného přístupu. In: Idodo.cz [online]. Praha: DoDo, 2023 [cit. 2023-04-23]. Dostupné z: https://www.idodo.cz/udrzitelnost/lnost/)
- [11] 2021 Výroční zpráva. In: Veřejný rejstřík a Sbírka listin [online]. Říčany u Prahy: Direct Parcel Distribution CZ, 2022 [cit. 2023-05-09]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/content/download?id=e2771cd07f444b759783b34376ee7ff0>
- [12] DPD v Česku i za hranicemi. In: Dpd.com [online]. Praha: DPD, 2022 [cit. 2023-04-23]. Dostupné z: <https://www.dpd.com/cz/cs/o-nas/>
- [13] Objem doručených balíků společností DPD roste, loňský rok byl celkově rekordní. In: Dpd.com [online]. Praha: DPD, 2022 [cit. 2023-04-23]. Dostupné z: <https://www.dpd.com/cz/cs/2022/02/10/objem-dorucenych-baliku-spolecnost-dpd-roste-lonsky-rok-byl-celkove-rekordni/>
- [14] Výroční zpráva za hospodářský rok od 1.4.2021 do 31.3.2022. In: Veřejný rejstřík a Sbírka listin [online]. Jihlava: General Logistics Systems Czech Republic, 2022 [cit. 2023-05-09]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/content/download?id=664adc7cce2f46519ee9ae644c382766>

- [15] GLS Czech Republic O nás. In: GLS Czech Republic [online]. Praha: GLS, 2023 [cit. 2023-04-23]. Dostupné z: <https://gls-group.com/CZ/cs/o-nas/gls-czech-republic>
- [16] Přeprava po Praze. In: Messenger [online]. Praha: Messenger, 2020 [cit. 2023-04-23]. Dostupné z: <https://www.messenger.cz/sluzby/preprava-po-praze.html>
- [17] PPL CZ s.r.o. - Výroční zpráva 2021. In: Veřejný rejstřík a Sbírka listin [online]. Říčany: PPL CZ, 2022 [cit. 2023-05-09]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/content/download?id=22de73403f4544e4809cbe7b885e78ec>
- [18] PPL O nás. In: PPL [online]. Praha: PPL, 2023 [cit. 2023-04-23]. Dostupné z: <https://www.ppl.cz/o-nas>
- [19] WE|DO Kdo jsme. In: WE|DO [online]. Praha: WE|DO, 2023 [cit. 2023-04-23]. Dostupné z: <https://www.wedo.cz/kdo-jsme>
- [20] Výroční zpráva včetně výroku auditora 2021_Zásilkovna s.r.o. In: Veřejný rejstřík a Sbírka listin [online]. Praha: Zásilkovna, 2022 [cit. 2023-05-09]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/content/download?id=ba87f18d486f425898a40f1cafacc8c0>
- [21] Zásilkovna O nás. In: Zásilkovna s.r.o. [online]. Praha: Zásilkovna, 2023 [cit. 2023-04-23]. Dostupné z: <https://www.zasilkovna.cz/o-nas>
- [22] Zásilkovna spustila pilotní projekt doručování zásilek na elektrokole. In: Zásilkovna Blog [online]. Praha: Zásilkovna, 2022, 29.4.2022 [cit. 2023-04-23]. Dostupné z: <https://www.zasilkovna.cz/blog/zasilkovna-spustila-pilotni-projekt-dorucovani-zasilek-na-elektrokole>

- [23] Die Cargo-Tram ist wieder da. In: Saechsische.de [online]. Dresden: DDV Mediengruppe GmbH & Co., 2017, 25.3.2017 [cit. 2023-04-23]. Dostupné z: https://www.saechsische.de/die-cargo-tram-ist-wieder-da-3644803.html?utm_source=szonline
- [24] Zurich's cargo tram. In: Tautonline [online]. Peterborough: Mainspring, 2021, 22.12.2021 [cit. 2023-04-23]. Dostupné z: <http://www.tautonline.com/zurichs-cargo-tram/>
- [25] Deutsche Post DHL startet Pakettransport per Straßenbahn in Schwerin. In: <https://www.dpdhl.com/> [online]. Schwerin: Deutsche Post AG Pressestelle Hamburg, 2022 [cit. 2023-04-23]. Dostupné z: <https://www.dpdhl.com/content/dam/dpdhl/de/media-relations/press-releases/2022/pm-paketbahn-schwerin-20221028.pdf>
- [26] Hoher Aufwand für DHL-Pakete per Straßenbahn in Schwerin. In: Paketda! [online]. Hamburg: Paketda!, 2022 [cit. 2023-04-23]. Dostupné z: <https://www.paketda.de/news-kurznachrichten-20220216.html>
- [27] PIETRZAK, Oliwia a Krystian PIETRZAK. Cargo tram in freight handling in urban areas in Poland. Sustainable Cities and Society [online]. Amsterdam: Elsevier, 2021, 2021(70), 2 [cit. 2023-04-27]. ISSN 2210-6707. Dostupné z: [doi:https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102902](https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102902)
- [28] Tramvajová trať Sídliště Modřany – Libuš. In: Dopravní podnik hl. m. Prahy, akciová společnost [online]. Praha: Dopravní podnik hl. m. Prahy, akciová společnost, 2023 [cit. 2023-04-26]. Dostupné z: <https://www.dpp.cz/spolecnost/nove-stavby/tramvajove-trate-a-vozovny/tramvajova-trat-sidliste-modrany-libus>
- [29] Strategie rozvoje tramvajových tratí do roku 2030. 2017-12-31. Praha: Institut plánování a rozvoje hl. m. Prahy, 2017.

- [30] Tramvajová trať Sídliště Barrandov – Holyně – Slivenec. In: Dopravní podnik hl. m. Prahy, akciová společnost [online]. Praha: Dopravní podnik hl. m. Prahy, akciová společnost, 2023 [cit. 2023-04-26]. Dostupné z: <https://www.dpp.cz/spolecnost/nove-stavby/tramvajove-trate-a-vozovny/tramvajova-trat-sidliste-barrandov-holyne-slivenec>
- [31] TT Dědinská – Schéma linek po dokončení. In: Dopravní podnik Prahy [online]. Praha: DPP, 2021 [cit. 2023-04-26]. Dostupné z: <https://www.dpp.cz/cs/data/Ostatn%C3%AD/TTDedinska/Ropid-schema-linek-po-dokonceni.png>
- [32] Praha tramvaje metro denní zastávky od 13.2.2023. In: Dopravní podnik hl. m. Prahy [online]. Praha: Dopravní podnik hl. m. Prahy, akciová společnost, 2023 [cit. 2023-04-27]. Dostupné z: https://www.dpp.cz/cs/data/Dopravn%C3%AD%20sch%C3%A9mata/Trval%C3%BD%20stav/Praha_tramvaje_metro_denni_zastavky_23.02.13.pdf
- [33] SMÍCHOV CITY — SEVER. In: SekyraGroup.cz [online]. Praha: Sekyra Group, 2023 [cit. 2023-04-27]. Dostupné z: <https://sekyragroup.cz/pages/developersky-projekt-praha5-smichov-city-sever>
- [34] Tramvaj Forcity alfa Praha. In: ŠKODA TRANSPORTATION a.s. [online]. Plzeň: ŠKODA TRANSPORTATION, 2022 [cit. 2023-05-09]. Dostupné z: <https://www.skodagroup.com/cs/reference/tramvaj-forcity-alfa-praha>
- [35] Přístřešek 140×90 cm. In: Ultom Sp. z o. o. [online]. Myślenice, Polsko: Ultom Sp. z o. o., 2022 [cit. 2023-05-13]. Dostupné z: <https://plechovepristresky.cz/obchod/plechove-pristresky/pristresek-na-popelnice-140x90-cm-barva-ral/>

- [36] Obecně závazná vyhláška č. 5/2011 Sb. hl. m. Prahy. In: . Praha: Hlavní město Praha, 2011, ročník 2011, číslo 5. Dostupné také z: https://www.praha.eu/jnp/cz/o_meste/vyhlasiky_a_narizeni/vyhledavani_v_pravnich_predpisech/rok_2011-vyhlasika_cislo_5_ze_dne_26_05_2011.html
- [37] V Praze je první tramvaj 15T ForCity. In: Praha.eu [online]. Praha: Hlavní město Praha, 2009 [cit. 2023-05-09]. Dostupné z: https://www.praha.eu/jnp/cz/o_meste/magistrat/tiskovy_servis/archiv_tiskovych_zprav/v_praze_je_prvni_tramvaj_15t_forcity.html
- [38] Pražská tramvajová síť je dlouhá 148 kilometrů, který typ vozu je nejoblíbenější?. In: Centrum architektury a městského plánování [online]. Praha: CAMP, 2020 [cit. 2023-05-09]. Dostupné z: <https://praha.camp/magazin/detail/prazska-tramvajova-sit-je-dlouha-148-kilometru-ktery-typ-vozu-je-nejoblibenejsi>
- [39] Studie připravenosti měst na rozvoj kurýrních expresních a balíkových služeb v prostředí projektů Smart Cities. In: Akademie městské mobility [online]. Praha: Technologická agentura České republiky, 2019 [cit. 2023-05-09]. Dostupné z: <https://www.akademiemobility.cz/aktuality/988/studie-pripravenosti-mest-na-rozvoj-kuryrnich-expresnich-a-balikovych-sluzeb-v-prostredi-projektu-smart-cities>

Seznam obrázků

Obrázek 1 – Nákladní tramvaj Drážďany

Obrázek 2 – Nákladní tramvaj Curich

Obrázek 3 – Nakládka nákladní tramvaje ve městě Schwerin

Obrázek 4 – Mapa Prahy rozdělena na sektory

Obrázek 5 – Mapa Prahy se zobrazením vzdáleností od depa 701

Obrázek 6 – Tramvaje typu 15T

Obrázek 7 – Klec přepravní malá (KPM)

Obrázek 8 – Rozložení klecí uvnitř vozidla typu 15T

Obrázek 9 – Bezpečnostní zarážka klecí

Obrázek 10 – Vodárenská ulice

Obrázek 11 – Nástupiště na zastávce Zvonařka

Obrázek 12 – Situace napojení DSPU Praha na tramvajovou síť

Obrázek 13 – Situace napojení DSPU Praha na tramvajovou síť ve variantě pro
obousměrné vozidlo

Obrázek 14 – Plocha pro vykládku a nakládku tramvaje v DSPU Praha

Obrázek 15 – Manipulační trasa v rámci DSPU Praha

Obrázek 16 – Model balíkové stanice v zastávce Sídliště Petřiny

Obrázek 17 – Trasa nákladní tramvaje pro variantu jedné jízdy

Obrázek 18 – Trasa nákladní tramvaje pro variantu dvou jízd za den

Seznam tabulek

Tabulka 1 – Rozdělení dne na intervaly podle intenzity obsluhy

Tabulka 2 – Seznam kritérií pro první kolo posuzování vhodnosti obratišť

Tabulka 3 – Obratiště nevhodná pro doručování zásilek

Tabulka 4 – Obratiště bez dostatečného zákaznického potenciálu

Tabulka 5 – Obratiště vhodná pro doručování zásilek

Tabulka 6 – Technické parametry klece

Tabulka 7 – Orientační jízdní řád pro variantu 1

Tabulka 8 – Jízdní řád první jízdy ve variantě 2

Tabulka 9 – Jízdní řád první jízdy ve variantě 2

Tabulka 10 – Přehled ujetých kilometrů, přepravených zásilek a klecí

Tabulka 11 – Délka a cena vybraných tramvajových tratí

Tabulka 12 – Orientační přehled nákladů na stanoviště

Tabulka 13 – Orientační přehled investičních nákladů na projekt nákladní tramvaje
v Praze

Tabulka 14 – Porovnání variant obsluhy jednotlivých zastávek

Seznam grafů

Graf 1 – Vývoj počtu listovních zásilek 2014–2021

Graf 2 – Vývoj počtu balíkových zásilek 2017–2022

Seznam příloh

- Příloha 1 Bodové hodnocení obratišť
- Příloha 2 Proces bodového hodnocení obratišť 1. kolo
- Příloha 3 Proces vyhodnocení bodování obratišť