

UNIVERZITA PARDUBICE
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2021

Michal Starsy

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Návrh tras pro kontrolu zastávek ve Žďáru nad Sázavou

Michal Starsy

Bakalářská práce

2021

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Michal Starsy**
Osobní číslo: **D19316**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Technologie a řízení dopravy: Technologie a řízení dopravních systémů**
Téma práce: **Návrh tras pro kontrolu zastávek ve Žďáru nad Sázavou**
Zadávající katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

Zásady pro vypracování

Úvod
1 Kontrolní činnost na zastávkách
2 Aspekty navrhování tras pro kontrolu zastávek
3 Variantní návrh tras
Závěr

Rozsah pracovní zprávy: **30 – 40**
Rozsah grafických prací: **3-4**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

ČERNÁ, Anna a Jan ČERNÝ. Manažerské rozhodování o dopravních systémech. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2014. ISBN 978-80-7395-849-7.
PASTOR, Otto a Antonín TUZAR. Teorie dopravních systémů. Praha: ASPI, 2007. ISBN 978-80-7357-285-3.
VOLEK, Josef a Bohdan LINDA. Teorie grafů – aplikace v dopravě a veřejné správě. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2012. ISBN 978-80-7395-225-9.
STUHLÝ, Vladimír. Teória údržby. Žilina: Vysoká škola dopravy a spojov, 1993. ISBN 80-7100-056-6.
MOJŽÍŠ, Vlastislav, Milan GRAJA a Pavel VANČURA. Integrované dopravní systémy. Praha: Powerprint, 2008. ISBN 978-80-904011-0-5.
DRDLA, Pavel. Osobní doprava regionálního a nadregionálního významu. Vydání: 2. upravené. Pardubice: Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, 2018. ISBN 978-80-7560-189-6.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Josef Bulíček, Ph.D.**
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání bakalářské práce: **1. února 2021**
Termín odevzdání bakalářské práce: **23. srpna 2021**

L.S.

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

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

V Pardubicích dne 1. února 2021

PROHLÁŠENÍ AUTORA

Prohlašuji:

Práci s názvem „Návrh tras pro kontrolu zastávek ve Žďáru nad Sázavou“ jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

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

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

V Pardubicích dne 23. 8. 2021

Michal Starsy v.r.

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval panu doc. Ing. Josefovi Bulíčkoví Ph.D. za cenné rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích a vypracování bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat Bc. Lukášovi Němcovi, z oddělení dopravní obslužnosti krajského úřadu Kraje Vysočina, za vstřícnost, ochotu a pomoc při získání potřebných informací a podkladů. Mé poděkování patří též mé rodině a blízkým přátelům za pomoc a podporu během studia.

ANOTACE

Tato práce se zabývá zhodnocením a nalezením optimální varianty trasy pro kontrolu všech zastávek městské hromadné dopravy ve městě Žďár nad Sázavou. V této práci jsou definovány zastávky z hlediska vybavenosti a jejich kategorizace. Jsou také uvedeny aspekty pro navrhování tras. Práce je dále zaměřena různé varianty kontroly. Zkoumány jsou možnosti pro cestu pěšky, na jízdním kole, vozidlem, veřejnou dopravou nebo přípustné kombinace.

KLÍČOVÁ SLOVA

algoritmus Clarka a Wrighta, Floyd-Warshallův algoritmus, kontrola zastávek, městská hromadná doprava, Žďár nad Sázavou

TITLE

Design of routes to check stops in Žďár nad Sázavou

ANNOTATION

This bachelor thesis deals with the evaluation and finding the most optimal route variant for checking all urban public transport stops in the town of Žďár nad Sázavou. In this work, stops are defined in terms of equipment and their categorization. Aspects for route design are also given. The bachelor theses is further focused on different variants of checks. Options for traveling on foot, by bicycle, by vehicle, public transport or various combinations are explored.

KEYWORDS

Clark and Wright algorithm, Floyd-Warshall algorithm, check of stops, public transport, Zdar and Sazavou

OBSAHP

SEZNAM OBRÁZKŮ.....	8
SEZNAM TABULEK	9
SEZNAM ZKRATEK	10
ÚVOD.....	11
1 KONTROLNÍ ČINNOST NA ZASTÁVKÁCH.....	13
1.1 Kontrola na zastávkách a časová dotace na kontrolu zastávku.....	13
1.2 Zastávky dle standardů Veřejné dopravy Vysočiny.....	16
1.3 SWOT analýza kontroly zastávek.....	20
2 ASPEKTY NAVRHOVÁNÍ TRAS PRO KONTROLU ZASTÁVEK	21
2.2 Požadavky na řešení.....	21
2.3 Jednotlivé složky času.....	22
2.4 Teoretické možnosti řešení	22
2.5 Jednotlivé limity.....	27
2.6 Variantní přístupy.....	28
3 VARIANTNÍ NÁVRH TRAS.....	36
3.1 Po dokončené integraci	36
3.2 Současný stav integrace	43
3.3 Zimní varianty obchůzky	46
3.4 Porovnání variant obchůzky.....	48
ZÁVĚR	50
SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	51
SEZNAM PŘÍLOH.....	52

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Označnick staršího typu v ulici Brodská, ve Žďáru nad Sázavou	14
Obrázek 2 - Označnick nového typu v ulici Studentská, ve Žďáru nad Sázavou	15
Obrázek 3 - Náhled tabulky pro záznam kontroly závad na zastávkách	20

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - SWOT analýza kontroly zastávek	20
Tabulka 2 - Matice vzdáleností D v metrech	25
Tabulka 3 – Matice výhodnostních koeficientů v metrech	25
Tabulka 4 – Triviální řešení v metrech	26
Tabulka 5 - Nově vytvořená trasa, 1. iterace v metrech	26
Tabulka 6 - Nově vytvořená trasa, 2. iterace v metrech	26
Tabulka 7 - Nově vytvořená trasa, 3. iterace	27
Tabulka 8 - Nově vytvořená trasa, 4. iterace	27
Tabulka 9 – Referenční návrh pro chůzi převzatý z prezentovaného modelu v Bratislavě.....	37
Tabulka 10 - Trasa pěšky a MHD č.6	39
Tabulka 11 - Trasa pěšky a MHD č.7	40
Tabulka 12 – Trasa za použití osobního automobilu	42
Tabulka 13 - Použití jízdního kola.....	43
Tabulka 14 - Základní návrh obchůzky pěšky	44
Tabulka 15 - Použití městské hromadné dopravy na lince 7	45
Tabulka 16 - Použití osobního automobilu.....	45
Tabulka 17 - Použití jízdního kola.....	46
Tabulka 18 - Varianta obchůzky pěšky v zimě.....	47
Tabulka 19 - Použití městské hromadné dopravy na lince 7 v zimě	48
Tabulka 20 - Porovnání variant obchůzky	49

SEZNAM ZKRATEK

ČR	Česká republika
DFJP	Dopravní fakulta Jana Pernera
MHD	Městská hromadná doprava
VDV	Veřejná doprava Vysočiny

ÚVOD

Uvažuje se integrace městské hromadné dopravy ve Žďáru nad Sázavou do integrovaného dopravního systému Veřejná doprava Vysočiny. Pokud by k této integraci došlo, kromě plnění jiných kvalitativních standardů se bude muset ze strany vlastníka zastávek provádět jejich kontrola ve stanovených časových lhůtách. Vlastníkem všech označníků pro městskou hromadnou dopravu je město Žďár nad Sázavou. Tato práce se zabývá nalezením efektivních tras, v rámci různých variant obchůzek, pro kontrolu zastávek ve městě Žďár nad Sázavou. Některé označníky jsou používány i pro veřejnou linkovou dopravu.

Pomocí vybraných metod z teorie grafů, konkrétně Floyd–Warshallova a Clarke–Wrightova algoritmu, je možné nalezení nejkratší trasy, případně nejrychlejší obchůzky. Tyto trasy je možné hledat i pro varianty obchůzky pěšky, s využíváním spojů městské hromadné dopravy, motorovým vozidlem, jízdou na kole nebo možnou kombinací zmíněných způsobů.

Právě na posouzení uvedených variant provádění obchůzek je zaměřena tato bakalářská práce. Zmíněné možnosti budou vyhodnoceny a s cílem nalézt vhodná doporučení městu Žďár nad Sázavou. Navržené obchůzky bude možné využít primárně v rámci plnění uvedených standardů kvality. Z větší části využitelné budou i pro další kontrolní činnosti. Tedy i v případě, pokud by k integraci městské hromadné dopravy do Veřejné dopravy Vysočiny nedošlo. Uvedené řešení může sloužit i jako posouzení nároků, které jsou s naplňováním podobně založených standardů kvality spojeny. Řešení této problematiky bylo na Katedře technologie a řízení dopravy zahájeno v roce 2019, kdy byl doc. Bulíčkem a doc. Drdlou v aplikaci Microsoft Excel vytvořen optimalizační model pro tvorbu kontrolních obchůzek. Tímto modelem byl pro Žďár nad Sázavou sestaven základní plán pěších obchůzek zastávek MHD a publikován ve formě konferenčního příspěvku (1) na konferenci Verejná osobná doprava v Bratislavě roku 2019. Záměrem této bakalářské práce je s využitím tohoto modelu prozkoumat další možnosti řešení (použitím jízdního kola, motorového vozidla a MHD). Role daného modelu v rámci zpracování bakalářské práce je obdobná jako role využívání jiných softwarových aplikací, které jsou ve škole dostupné a které jsou v jiných závěrečných pracích také využívány. Přínos bakalářské práce nespočívá v opakovaném hledání samotného principu řešení, uplatněném v modelu, ale právě v posouzení a hledání dalších popsaných variant obchůzek, které nebyly předmětem příspěvku (1) ani uvedeného původního zpracování.

Cílem práce je vytvoření návrhu nejlepších tras pro kontrolu zastávek ve městě Žďár nad Sázavou a to i ve variantách spojených s využitím jízdního kola, osobního automobilu i městské hromadné dopravy samotné.

1 KONTROLNÍ ČINNOST NA ZASTÁVKÁCH

V této kapitole se bude autor zabývat analýzou kontroly na zastávkách. Uvede vybavenost zastávek a SWOT analýzu kontrol zastávek. Cílem kontrol je zjištění a případné zajištění bezvadného stavu zastávky v rámci standardů VDV.

1.1 Kontrola na zastávkách a časová dotace na kontrolu zastávku

Zastávka je místo, určené pro zastavování vozidel veřejné dopravy za účelem nástupu, výstupu a přestupu cestujících. Zastávky jsou zpravidla umísťovány do blízkosti lokalit důležitých pro cestující. Předmětem kontroly se rozumí kontrola jednotlivého vybavení na zastávkách. Mezi hlavní ukazatele kvality zastávky je její vybavenost a přítomnost bezbariérového prostředí pro osoby s omezenou schopností pohybu a orientace v prostoru. Příkladem v rámci závad bezbariérového prostředí zastávky lze uvést nepřítomnost štítku v Braillově písmě nebo možná překážka v bezbariérové trase (lavička). Dále mezi funkce některých zastávek patří ochrana před nepříznivým počasím, jako například přístřešky (2), zajištění aktuálního odpočinku například pro seniory (lavičky).

1.1.1 Vybavenost zastávek

Mezi typické vybavení zastávky může patřit:

- označnick,
- jízdní řád,
- tabulka s dalšími dopravními informacemi,
- přístřešek,
- lavička,
- koš.

1.1.1.1 Označnick

Jedná se o označení zastávky. Součástí označnicku je dopravní značka „Zastávka“ buď IJ 4a, v případě městské hromadné dopravy (MHD), nebo IJ 4b, v případě veřejné linkové dopravy (VLD). Ta je umístěna na zastávkovém sloupku nebo na obdobné nosné konstrukci. Další součástí označnicku jsou zastávkové informační prvky (název a typ zastávky, označení tarifního pásma apod), dále tabule pro jízdní řády a další informace, případně další vybavení jako je například koš. Označnicky ve Žďáru na Sázavou jsou převážně dvojího typu, které je možné označit jako starý a nový. Označnick starého typu ve Žďáru nad Sázavou je znázorněn na obrázku 1 a jedná se o označnick na zastávce Brodská, obch. domy. Součástmi tohoto označnicku je dopravní značka IJ 4a, tabulka s názvem zastávky, tabulka s čísly linek MHD

a s čísly linek příměstské dopravy, tabulka se zastávkovými jízdními řády MHD a linkovými jízdními řády příměstské dopravy a koš na odpadky.



Obrázek 1 – Označník staršího typu v ulici Brodská, ve Žďáru nad Sázavou

Zdroj: (10)

Postupnou modernizací jsou tyto označníky nahrazovány označníky nového typu. Pouze zastávka Studentská byla v rámci modernizace přesunuta o 165 metrů před prodejnu Lidlu a je znázorněna na obrázku 2. Město se tak snaží přibližovat zastávky do výhodnějších poloh pro cestující.



Obrázek 2 - Označnick nového typu v ulici Studentská, ve Žďáru nad Sázavou

Zdroj: (11)

1.1.1.2 Jízdní řád

Jízdní řády se vylepují na tabulku, která je umístěna většinou na konstrukci označnicku, jako je tomu ve Žďáru nad Sázavou. V jízdním řádu lze nalézt název linky, označení dopravce, platnost jízdního řádu, názvy zastávek, odjezdy, rozsah provozu spojů. Na označnicích ve Žďáru nad Sázavou jsou v rámci městské hromadné dopravy jsou využívány zastávkové jízdní řády a v rámci veřejné linkové dopravy jsou využívány linkové jízdní řády.

Minimálně jednou za rok je také potřeba vyměnit v rámci aktualizace na příští časové období. Výměna jízdního řádu může nastat i v případě mimořádných událostí, jako je Covid-19. Při této situaci byl například upraven jízdní řád téměř u všech linek. Některé linky byly dokonce i na určité období zrušené (linka 6). V pohledu výměny jízdních řádů lze zařadit také změnu dopravce, uzavírku atd.

1.1.1.3 Tabulka s dalšími dopravními informacemi

Jedná se o tabulku na které jsou zveřejněny další dopravní informace, které se týkají samotné zastávky a příslušného integrovaného dopravního systému. V případě systému VDV, tabulka obsahuje následující informace:

- logo VDV,
- číslo a název zóny,
- označení nástupiště (pokud je v příslušné zastávce více nástupišť),

- název zastávky,
- čísla linek a rámcový popis vedení trasy v příslušném směru.

1.1.1.4 Přístřešek, lavička a koš

Přístřešek bývá většinou samostatně stojící konstrukce. Lavička je umístěna v přístřešku a s přístřeškem nemusí být součástí každé zastávky. Koš v případě zastávky staršího designu na obrázku 1 je umístěn na konstrukci označnicku a v případě nového designu na obrázku 2 je umístěn samostatně. Na přístřešku, lavičce a koši se kontrolují různá poškození, celistvost a čistota.

1.2 Zastávky dle standardů Veřejné dopravy Vysočiny

V této kapitole je uvedena charakteristika zastávek dle technických a provozních standardů VDV. O zdroj (9) se opírá celá kapitola 1.2.

1.2.1 Kategorie zastávek

Zastávky dle technických a provozních standardů VDV jsou členěny do skupin A a B a kategorizovány do tříd I. a II.

1.2.1.1 Skupiny

Skupina A - zastávky, na kterých zastavuje alespoň jedna linka s licencí pro městskou hromadnou dopravu.

Skupina B - zastávky, na kterých nezastavuje žádná linka městské hromadné dopravy.

Rozdělení zastávek dle skupin je z důvodu jejich označení. Zastávky skupiny B jsou pouze na linkách veřejné linkové dopravy (VLD) a musí mít označení v souladu s grafickým manuálem VDV. U skupiny A zastavují autobusy MHD nebo MHD a VLD společně. Jejich podoba je stanovena po dohodě VDV s příslušným objednatelem MHD (případně s dopravci) v dotčených městech.

1.2.1.2 Třídy

Zastávky I. třídy - jedná se o zastávky, které jsou umístěny na významných přestupních uzlech a autobusových nádražích (některé mohou být i mimo obec), v centrech obcí a významné zastávky na území měst Kraje Vysočina.

Zastávky II. třídy – jedná se o zastávky mimo nebo na okrajích obcí a méně významné zastávky ve městech. Jinak lze uvést, že se jedná o ostatní zastávky oproti zastávkám I. třídy.

Jediným podstatným rozdílem je jiná frekvence provádění kontrol takových zastávek.

1.2.2 Pravidelná kontrola a údržba zastávek

Za údržbu, aktualizaci a obnovu dopravních značek označujících zastávku odpovídá vlastník (správce) komunikace. Za označení a vybavení zastávky tabulkou s dalšími dopravními informacemi pro zveřejňování jízdních řádů zodpovídá vlastník tohoto zařízení (dopravce) v dané oblasti.

1.2.3 Termíny pro kontrolu

Minimální počet kontrol vybavení zastávek je stanoven u zastávky I. třídy jednou za dva týdny a u II. třídy jednou za čtvrt roku.

Pro nápravu závad na zastávkách jsou stanoveny určité termíny. Chybějící nebo nečitelný plán nástupišť, jízdní řády, tarifní mapu nebo název zastávky je nutné nahradit u zastávky I. třídy do dvou pracovních dnů a u zastávky II. třídy do sedmi pracovních dnů, od zjištění skutečnosti nebo po dohodě s objednatelem. Kontrola zastávek musí být provedena nejméně jednou za čtvrt roku. Významnější zastávky se kontrolují častěji.

1.2.4 Standardy aplikované na Žďár nad Sázavou

Zastávky městské hromadné dopravy ve Žďáru nad Sázavou jsou zařazeny skupiny A a téměř všechny do II. třídy. Do I. třídy je zařazena pouze jedna zastávka, a to Aut. nádr., zast.. To znamená, že jednou za 14 dnů bude kontrolovaná zastávka na autobusovém nádraží a jednou za čtvrt roku bude kontrolován zbytek zastávek. Výhodné je při provádění kontroly zastávek II. tříd zařadit do obchůzky také Aut. nádr. zast. z důvodu efektivity, která by byla kontrolovaná jinak samostatně.

V současném stupni integrace (květen 2021), kdy systémy městské hromadné dopravy nejsou do Veřejné dopravy Vysočiny ještě úplně zaintegrovány, tak se kontrolují pouze všechny zastávky I. třídy a další zastávky MHD, které jsou obsluhované s veřejnou linkovou dopravou. Jedná se o tyto zastávky:

- Bezručova stadion,
- Bezručova u pily,
- Brněnská,
- Brodská obch. domy,
- Horní,
- Jihlavská HETTICH,
- Jihlavská ZDAR,
- Strojírenská u Hajčmanů,

- Strojírenská ŽĎAS,
- Studentská,
- TOKOZ,
- Zámek.

Současně se na území města nacházejí i zastávky skupiny B a II. třídy pouze pro VLD, ale ty nejsou ve vlastnictví města, a tak nejsou předmětem řešení této bakalářské práce.

1.2.5 Nalezení nutných dob pro kontrolu zastávky

Potřebnou dobu pro kontrolu zastávky lze rozdělit na dvě části. Jednou částí se rozumí samotné provedení kontroly a druhou čas na nutné provedení dalších úkonů, jako například výlep nových jízdních řádů nebo pořízení potřebných záznamů o kontrole. Uvažovaná doba pro kontrolu zastávky musí zohledňovat počet označnicků na zastávce, velikost zastávky a případnou nutnost přesunu pro kontrolu zastávky druhého směru přes pozemní komunikaci. Pro základní prohlídku jednosměrné zastávky, která je vybavena pouze typickým žďárským označnickem (žlutý a obsahuje i jízdní řády a koš), lze uvažovat průměrnou dobu 3 minuty. V případě, že zastávka je vybavena i přístřeškem a lavičkou, je zde přírážka jedna minuta. V případě, že jsou nástupiště obou směrů od sebe vzdálena 60 m a více, ve výpočtu pak vystupuje každé nástupiště jako samostatná zastávka i přes stejný název. Je to z důvodu přesnosti v modelu. V opačném případě, když jsou označnický v blízkosti sebe, např. téměř naproti sobě přes silnici nebo za sebou na autobusovém nádraží, tak se v modelu uvažuje pouze o jednom místě, kde je sečten čas na kontrolu obou označnicků a přírážka pro přechod mezi nimi. Doba pro kontrolu se v praxi může i prodloužit z důvodu potřeby zdokumentovat více závad, anebo drobných oprav.

1.2.6 Obsah kontroly dle standardů

Během kontroly se zjišťuje, jestli zastávka splňuje standardy VDV. Jde o povinné minimální vybavení a jeho stav, nutnost oprav nebo doplnění jeho vybavení. Mezi minimální vybavení patří označnick, jízdní řád a tabulka s dalšími dopravními informacemi. V praxi by měla být samozřejmostí i kontrola nepovinného vybavení (koš, lavička, přístřešek a další). Rámcově zkontrolovány mohou být i stav a čistota pochozích ploch, úprava zeleně v bezprostředním okolí apod.

Především se jedná o kontrolu celistvosti a čitelnosti údajů, čistoty, různých poškození, například od povětrnostní mimořádné události nebo vandalismu.

1.2.7 Jiné způsoby pro zjištění závad na zastávkách

Pro zjišťování závad je také vhodné umožnit cestujícím nahlásit podezření na závadu. Toho však lze dosáhnout zřízením speciální telefonní linky, jejíž telefonní číslo bude uvedeno na zastávce. Linka by byla propojena s pracovníkem městského úřadu, který má na starosti kontrolu zastávek. Stejného efektu, jako je zřízení linky, lze dosáhnout tím, že by komunikace probíhala po emailu nebo přes speciálně vytvořenou webovou stránku.

Zjistit případné závady lze i od řidičů MHD. V tomto případě je třeba kontaktovat dopravce MHD, aby zajistil informovanost řidičů o nahlašování závad. Toto je také v zájmu dopravce, aby byly zastávky udržované. Řidiči by také měli být povinni přijmout nahlášení závad od cestujících. V případě, že by řidič cestujícího nevyslechl, popř. ho odkázal na telefon, je zde nebezpečí, že by se tím ten cestující dále nemusel zajímat. Následně v případě zjištění závady by řidiči měli ji povinně hlásit například vysílačkou na dispečink.

V případě dopravní nehody nebo nahlášeného vandalismu v rámci zastávek na policii (může to být místní městská policie nebo Policie ČR), tak policie musí upozornit majitele zastávky o způsobené škodě.

1.2.8 Vyhodnocení kontroly

Po kontrole je nutné udělat vyhodnocení a dát podmět pověřené osobě k odstranění vad. Z toho důvodu je potřebné si v rámci kontroly dělat poznámky, které je nutné z důvodu možných časových úspor při obchůzce zaznamenávat do předem připraveného formuláře, případně tabulky. Možný návrh tabulky je znázorněn na obrázku 3 a celý návrh je uveden v příloze A. Výhodné je v případě závady pořídit také foto záznam. Může to být do připraveného fotoaparátu nebo na chytrý telefon. Foto záznamy by byly později uloženy do počítače, kde by byly uschovány nebo vytisknuty jako přílohy k záznamu z vykonané kontroly.

Kontrolu provádějící personál by měl být předem poučen i o způsobu pořizování fotografií s ohledem na případně zde přítomné cestující nebo další osoby, aby nedošlo k zásahu do jejich osobních práv, resp. obecně, aby nedošlo tímto způsobem k jejich obtěžování. V zásadě by měly být pořizovány fotografie prázdných zastávek, příp. detaily infrastruktury zastávek bez zachycení těchto osob, popř. jiných osobních údajů (např. registračních značek okolo stojících automobilů). Stejně tak by mělo být tolerováno, pokud by pracovník z tohoto důvodu fotografie (do určitého podílu případů) nepořídil. Jinak může hrozit zdržení, popř. nutnost návratu na zastávku, což by bylo proti smyslu prováděné racionalizace obchůzek.

Tabulka pro záznam kontroly závad na zastávkách						
Jméno pracovníka:			Datum kontroly:			
Zastávka	Označnick	Jízdní řád	Jiné informace	Lavička, koš a přístřešek	Závady	
A	Aut. nádr.	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
	Bezručova stadion (ozn. jih)	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
	Bezručova stadion (ozn. sever)	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
	Bezručova u pily (ozn. jih)	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
	Bezručova u pily (ozn. sever)	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
B	Brněnská Nákupní park	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	

Obrázek 3 - Náhled tabulky pro záznam kontroly závad na zastávkách

Zdroj: autor

1.2.9 Následná údržba

V případě zjištěné odchylky od bezvadného stavu zastávky, je nutné ji uvést do původního bezchybného stavu. V případě souvislosti odchylky, která se týká jízdních řádů nebo tabulky s dalšími dopravními informacemi, tak je vhodné informovat dopravce, který za to odpovídá. Pokud by byla nalezena závada na ostatním vybavení, které je v majetku města, tak se musí postarat o údržbu městský úřad.

Po zjištění závad může vyvstat potřeba znovu navštívit určitou podmnožinu zastávek a tyto závady odstranit. Způsob plánování takové obchůzky je z principiálně obdobný, děje se tak jen vymezením podmnožiny zastávek a změnou doby pobytu na jednotlivých zastávkách. Použitý model tak toto umožňuje.

1.3 SWOT analýza kontroly zastávek

V rámci nutnosti kontrol zastávek je příležitostně vytvořit SWOT analýzu. Cílem této analýzy je aplikace nových standardů kontroly kvality zastávek. Příslušná SWOT analýza je uvedena v tabulce 1.

Tabulka 1 - SWOT analýza kontroly zastávek

Silné stránky	Slabé stránky
<ul style="list-style-type: none"> Udržení kvality v rámci MHD Žďár nad Sázavou a VDV 	<ul style="list-style-type: none"> Náklady na kontrolu a následnou údržbu
Příležitosti	Hrozby
<ul style="list-style-type: none"> S možnou častější údržbou přichází vyšší udržovanost města Zvýšení atraktivity (kvality) MHD 	<ul style="list-style-type: none"> V rámci práce „v terénu“ souvisí nebezpečí možného úrazu pracovníka

Zdroj: autor

2 ASPEKTY NAVRHOVÁNÍ TRAS PRO KONTROLU ZASTÁVEK

V této kapitole jsou uvedeny požadavky na řešení, teoretické možnosti matematického řešení, možné varianty obchůzky, příslušná legislativa a další.

2.1.1 Popis města

Město Žďár nad Sázavou, s počtem obyvatel blížících se k 21 tisícům a celkovou rozlohou 37 km², leží v kraji Vysočina. Ve městě Žďár nad Sázavou je systém městské hromadné dopravy tvořen 9 linkami. Na linkách převažuje interval 60 minut. Linky jsou vedeny v prokladu a některé jsou okružní. V celém městě je 69 označků na 45 zastávkových lokalitách.

Při tvorbě sítě bylo definováno 368 vrcholů a 606 hran. Celková délka sítě má 78 km. Jedná se o síť komunikací vhodných pro pohyb mezi zastávkami při kontrolách.

2.2 Požadavky na řešení

Do požadavků na kontrolu zastávek patří:

- minimalizace finančních nákladů,
- nízká časová náročnost,
- vysoká efektivita kontroly,
- jednoduchost možné úpravy podmínek v modelu.

Minimalizace finančních nákladů, nízká časová náročnost a vysoká efektivita kontroly spolu úzce souvisí. Do nákladů kontroly lze započítat plat zaměstnance, cestovní náklady při přesunu městskou hromadnou dopravou, osobním automobilem nebo na jízdním kole. V rámci nízké časové náročnosti je důvod například, že pracovníkovi zabere kontrole méně času a může se více věnovat ostatním pracovním povinnostem. Vysoká efektivita kontroly znamená za co nejméně času zkontrolovat co nejvíce zastávek. Efektivita se vztahuje na samotnou kontrolu a i na trasu obchůzky. Jednoduchost úprav v modelu znamená například si sestavit individuální trasu pro opravu některých vybraných zastávek, možnost změnit dopravní mód (pěšky, osobním automobilem, MHD, jízdní kolo) a další obdobné úpravy.

2.2.1 Podmínky

Při navrhování tras je potřeba se zaměřit na omezující podmínky, jako je maximální vzdálenost a čas jednotlivé trasy při obchůzce. Těmito podmínkami je vhodné se zabývat, aby bylo možné delší obchůzku rozdělit na dvě kratší obchůzky a tím zajistit například pracovní

dobu v souladu se zákoníkem práce. V tomto případě se jedná o to, že obchůzka může být dlouhá přibližně 12 hodin u základního návrhu. Dále je třeba stanovit průměrnou rychlost chůze pro výpočet času.

V prezentovaném modelu bylo myšleno i na různé situace, pro nutnost vyřazení některých hran, z důvodu nemožnosti jejich použití, jako je například zimní období nebo nějaká uzavírka. Uzavírky lze z hlediska plánování rozdělit na taktické a operační. V zimním období se jedná o uzavírky taktické, kdy neudržované úseky nelze používat (jedná se o různé stezky pro chodce, parky, a obdobné úseky, které nejsou natolik důležité pro chůzi) zaznamenané v síti, je tedy vyřazeno 62 hran o celkové délce 13,4 km. Toto by bylo v případě vrstvy sněhu nebo náledí, na kterém by nebyl pohyb bezpečný. Obdobným způsobem na úrovni operačního plánování lze také vyřadit některé pozemní komunikace, které mají uzavírku, například při jízdě automobilem. Dále je možnost v některých hranách definovat jinou rychlost, například v automobilu maximální povolenou rychlost na pozemní komunikaci nebo třeba v MHD, jak je to uvedeno v kapitole 2.6.1. Prezentovaný model je připraven na možnost těchto omezení a na úrovni operačního nebo taktického plánování lze model upravit.

2.3 Jednotlivé složky času

Celkový čas obchůzky lze vypočítat podle vzorce (1). Dle vzorce lze čas obchůzky zkrátit: zkrácením trasy, zrychlením pohybu po trase, snížením počtu zastávek nebo zkrácením samotné kontroly zastávky. Samotná kontrola se však může i prodloužit. Toto nastává v případě více závad nebo při provádění drobných úprav/oprav. V teoretické rovině je čas kontroly stanoven odborným odhadem dle rozsahu vybavení a rozmístění stanovišť pro jednotlivé směry. Zůstává tedy možnost zkrácení trasy a zrychlení pohybu po trase.

$$t_c = \frac{l}{v} + n_z \cdot t_z \quad [h] \quad (1)$$

kde: t_c celkový čas obchůzky [h]

l délka trasy [km]

v rychlost pohybu po trase [$\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$]

n_z počet zastávek [-]

t_z průměrný čas kontroly jedné zastávky [h]

2.4 Teoretické možnosti řešení

Mezi možnosti řešení trasy je možno využít algoritmy z oblasti teorie grafů. V modelu je z hlediska matematického použit Floyd-Warshallův algoritmus a algoritmus Clarka

a Wrighta. Floydova metoda je určením využita pro vyhledání nejefektivnějších cest. Metoda Clarka a Wrighta je sestavena pro samotné okružní trasy. Výsledkem je pak seznam obslužených vrcholů v daném pořadí. Jsou zde uvedeny časové a vzdálenostní údaje (1).

2.4.1 Algoritmus na určení matice vzdálenosti (Floyd-Warshallův algoritmus)

Algoritmus je v modelu implementován v jeho rozšířené podobě s doplněním pomocné matice pro identifikaci směřování tras.

Tento algoritmus najde efektivní cesty mezi všemi dvojicemi vrcholů navzájem pomocí různého ohodnocení hran ve grafu. Délky hran mezi sousedními vrcholy jsou zadané v matici délek hran, která je postupně transformována na distanční matici. Vývojový diagram pro další postup metody je uveden v příloze B.

Popíše se princip pomocí obecného kroku. Nazve se vrchol v_i jako vrchol *z* nebo též *odkud*, vrchol v_i se nazve vrcholem *do* nebo též *kam*, konečně vrchol v_k se označí jako vrchol *přes*. Vrcholem *z*, *do* i *přes* může být kterýkoliv vrchol grafu, musí se však vždy jednat o tři různé vrcholy grafu.

Algoritmus začíná tím, že parametry cyklů i, j, k se položí rovny 1. Prvních 6 bloků algoritmu slouží k tomu, aby se našla trojice různých vrcholů *z*, *do* a *přes*. Sedmý blok umožňuje zjistit, jestli je známá v dané situaci nějaká cesta z vrcholu *z* do vrcholu *přes*. Pokud cestu je neznámá, prvek matice $d_{ik} = \infty$. Následuje změna vrcholu *z* inkrementací parametru i o jednotku (v matici D se přejde do dalšího řádku). Osmý blok analogicky zjišťuje aktuální znalost cesty z vrcholu *přes* do vrcholu *do*. Pokud cesta momentálně není známá a tudíž $d_{jk} = \infty$, přejde se na další vrchol *do* inkrementací parametru j o jednotku (přejde se do další sloupce matice D). V devátém bloku se porovnává délka aktuální cesty z vrcholu *z* do vrcholu *do* se součtem délek cest z vrcholu *z* do vrcholu *do* přes vrchol *přes*. Je-li délka aktuální cesty delší než cesta přes vrchol *přes*, položí se $d_{ij} = d_{ik} + d_{kj}$, jinak se přejde na další vrchol *do* zvýšením parametru cyklu j o jednotku.

Bloky 11, 13 a 15 inkrementují parametry cyklů j, i a k . Bloky 12, 14 a 16 představují podmínky pro ukončení jednotlivých cyklů. Algoritmus končí poté, co parametr k přesáhne hodnotu n , kde n je počet vrcholů grafu (3).

2.4.2 Metoda určování okružních jízd (algoritmus Clarka a Wrighta)

Tato metoda dokáže určit okružní trasy při minimalizaci celkově překonané vzdálenosti nebo času (podle zvoleného kritéria) mezi zastávkami pomocí dostupných hran při zadaných vstupních podmínkách.

Při dané síti hran a vrcholů příslušného grafu se znalostí umístění kontrolovaných vrcholů. Síť je vyjádřena formou neorientovaného, souvislého vrcholově a hranově ohodnoceného grafu $G = (V, X)$. Ohodnocení hran vyjadřuje délku (může to být vyjádřeno mimo jiné i časem) příslušných úseků sítě, ohodnocení vrcholů požadavek na jejich obsluhu. Na síti je vypočtena Floydovým algoritmem matice nejkratších vzdáleností $D = (d_{ij})_{i,j=0}^n$, která je v neorientovaném grafu maticí symetrickou ($d_{ij} = d_{ji}$). Algoritmus Clarka a Wrighta lze popsat pomocí následujících šesti kroků (3):

1. Vypočítají se výhodnostní koeficienty $\lambda_{ij} = d_{i0} + d_{0j} - d_{ij}$ pro všechna $i, j = 1, 2, \dots, n$, která jsou sestavena do trojúhelníkové matice ve formě tabulky.
2. Nastává kontrola omezujících podmínek, jestli je možné obsloužit všechny samostatné vrcholy. Pokud ne, tak řešení z matematického hlediska neexistuje a výpočet tímto končí. Jednalo by se například o to, pokud by bylo potřeba pro samostatnou obsluhu více času, než je k dispozici pro celou okružní trasu.
3. Inicializačním řešením algoritmu je výše popsané triviální řešení. Řešení obsahuje celkem n triviálních cyklů: $\{\{v_0, v_1, v_0\}, \{v_0, v_2, v_0\}, \dots, \{v_0, v_i, v_0\}, \{v_0, v_j, v_0\}, \dots, \{v_0, v_n, v_0\}\}$. Položí se $\gamma_i = 1$, $i = 1, 2, \dots, n$ ¹⁹.
4. V tabulce úspor lze zjistit, existuje-li ještě nějaké $\lambda_{ij} \geq 0$, které nebylo dosud vybráno. Zde je uvedena možnost sloučit dva vrcholy, při které sice nenastává úspora, ale lze tyto dva vrcholy obsloužit bez návratu na základnu. Mohou nastat dvě možnosti:
 - 4a) $\lambda_{ij} \geq 0$ ještě existuje, pokračuje se krokem 4,
 - 4b) žádné $\lambda_{ij} \geq 0$ již neexistuje, pokračuje se krokem 6.
5. Je určeno $\max_{i,j} \{\lambda_{ij}\} \geq 0$, které nebylo dosud vybráno. Pro další postup je rozhodující splnění, omezujících podmínek.
 - 5a) Podmínky α a β jsou označeny příslušné $\lambda_{ij} \geq 0$ jako použitelné, pokračuje se krokem 5,
 - 5b) alespoň jedna podmínka není splněna, označí se příslušné $\lambda_{ij} \geq 0$ jako nepoužitelné, pokračuje se krokem 4.
6. Jsou sjednoceny cykly obsahující v_i a v_j do jednoho cyklu, určí se znova příslušná γ_i pro $i = 1, 2, \dots, n$, pokračujeme krokem 3.
7. Obdržené řešení je (sub)optimálním řešením okružních jízd na síti.

2.4.2.1 Názorný příklad algoritmu Clarka a Wrighta

Zde autor s použitím metody Clarka a Wrighta znázorní praktický příklad opravy zastávek (následně po kontrole), kde je využito pro zjednodušení pouze šest vrcholů (zastávek; V_i , kde $i = 0, 1, 2, \dots, n$). Ovšem by mohl být tento příklad převeden i obdobné úkony nebo na jiné záležitosti v souvislosti s obchůzkami. Toto je i princip práce v modelu. Úkolem je určit trasu tak, aby, při splnění všech požadavků, byla délka trasy vycházející z vrcholu V_0 minimální a zkontrolovat všechny zastávky na vrcholech V_i , kde $i = 1, 2, \dots, n$. Výchozím bodem V_0 je městský úřad ve Žďáru nad Sázavou. Vybranými zastávkami jsou: Sázavská, Dagmarky, Horní, Vnitřní, Zámek. Princip uvedený na tomto příkladu, je možné v praxi využívat i pro jiné účely, kdy je třeba z nějakého důvodu potřeba obsloužit jen vybrané zastávky.

Je daná neorientovaná, souvislá a hranově ohodnocená síť $S = (V, H)$, ze které se Floyd-Warshallovým algoritmem získá matice nejkratších vzdáleností D jednotlivých hran mezi vybranými zastávkami, která je uvedena v tabulce 2.

Tabulka 2 - Matice vzdáleností D v metrech

i/j	Městský úřad	Sázavská	Dagmarky	Horní	Vnitřní	Zámek
Městský úřad	0	1400	970	854	1300	2400
Sázavská	1400	0	1200	1700	1300	2400
Dagmarky	970	1200	0	1300	2100	3200
Horní	854	1700	1300	0	1600	2700
Vnitřní	1300	1300	2100	1600	0	1900
Zámek	2400	2400	3200	2700	1900	0

Zdroj: autor

Podle kroku 1. je vytvořena matice výhodnostních koeficientů λ_{ij} v tabulce 3.

Tabulka 3 – Matice výhodnostních koeficientů v metrech

i/j	Sázavská	Dagmarky	Horní	Vnitřní	Zámek
Sázavská	0	1170	554	1400	1400
Dagmarky		0	524	170	170
Horní			0	554	554
Vnitřní				0	1800
Zámek					0

Zdroj: autor

Podle kroku 2. je vytvořena tabulka 4 triviálních řešení (počátečních tras).

Tabulka 4 – Triviální řešení v metrech

Trasa			Vzdálenost
Městský úřad	Sázavská	Městský úřad	2800
Městský úřad	Dagmarky	Městský úřad	1940
Městský úřad	Horní	Městský úřad	1708
Městský úřad	Vnitřní	Městský úřad	2600
Městský úřad	Zámek	Městský úřad	4800
Celkem			13848

Zdroj: autor

1. Iterace: Dle tabulky 3 nastala možnost 3a), kde existuje $\lambda_{ij} > 0$, takže následuje bod 4. Z tabulky 3 se určí $\max_{i,j}\{\lambda_{ij}\} > 0$, které je v matici na pozici $Z = (\text{Vnitřní}; \text{Zámek})$, tj. hodnota 1800 m. Dle bodu 4a) jsou podmínky splněny a následuje krok 5. V kroku 5 jsou sjednoceny zastávky Vnitřní a Zámek.

Tabulka 5 - Nově vytvořená trasa, 1. iterace v metrech

Trasa			Vzdálenost
Městský úřad	Sázavská	Městský úřad	2800
Městský úřad	Dagmarky	Městský úřad	1940
Městský úřad	Horní	Městský úřad	1708
Městský úřad	Vnitřní	Zámek	5600
Celkem			12048

Zdroj: autor

Pro kontrolu výhodnosti trasy dle tabulky 2 je spočítán součet jednotlivých tras a porovnán s tabulkou 4 ($2600 + 4800 = 7400$) $>$ 5600. Dle kontroly je spojení trasy 3 a 4 výhodné. Vytvoří se tedy nový návrh tras do tabulky 5 a pokračuje se krokem 3:

2. Iterace: Dle tabulky 3 se zjistí další $\max_{i,j}\{\lambda_{ij}\} > 0$, které se nachází $Z = (\text{Sázavská}; \text{Zámek})$, což je 1400. Vytváří se trasa Městský úřad – Vnitřní – Zámek – Sázavská – Městský úřad a následuje kontrola její správnosti dle tabulky 1, 2 a 4. ($2800 + 1940 + 1708 + 5600 = 12048$) $>$ ($1940 + 1708 + 7000 = 10648$). Je jedno, jestli se výhodnost spojení vrcholu s dalšími kontroluje součtem dotčených tras nebo součtem všech tras.

Tabulka 6 - Nově vytvořená trasa, 2. iterace v metrech

Trasa			Vzdálenost		
Městský úřad	Dagmarky		Městský úřad	1940	
Městský úřad	Horní		Městský úřad	1708	
Městský úřad	Vnitřní	Zámek	Sázavská	Městský úřad	7000
Celkem				10648	

Zdroj: autor

3. Iterace: Bylo by výhodné dle tabulky 3 jako další vybrat prvek $Z = (\text{Sázavská}; \text{Vnitřní})$, ale zastávka Sázavská byla již sloučena se zastávkou Zámek. Takže dalším výhodnostním koeficientem je prvek $Z = (\text{Sázavská}; \text{Dagmarky})$. Po sloučení rozvinuté trasy se zastávkou Dagmarky kontrola ukazuje, že nově vzniklá trasa je výhodnější než předchozí trasy. Aktualizovaná tabulka 7 se dvěma trasami, které vyhovují vstupním podmínkám:

Tabulka 7 - Nově vytvořená trasa, 3. iterace

Trasa					Vzdálenost	
Městský úřad	Horní				Městský úřad	1708
Městský úřad	Vnitřní	Zámek	Sázavská	Dagmarky	Městský úřad	7770
					Celkem	9478

Zdroj: autor

4. Iterace: Poslední zastávku Horní je dle tabulky je výhodné sloučit se zastávkou Vnitřní. Kontrola nově vytvořené trasy vychází pozitivně. Nově vytvořená trasa je znázorněna v tabulce 8.

Tabulka 8 - Nově vytvořená trasa, 4. iterace

Trasa						Vzdálenost	
Městský úřad	Horní	Vnitřní	Zámek	Sázavská	Dagmarky	Městský úřad	8924
						Celkem	8924

Zdroj: autor

V tabulce 8 je napsána optimální varianta trasy pro možnou obchůzku zastávek vybraných do tohoto příkladu. Na tomto algoritmu funguje vytvořený model pro Žďár nad Sázavou.

2.5 Jednotlivé limity

Mezi základní kritéria limitů a omezení patří doba trvání obchůzky a celková vzdálenost překonaná při obchůzkách. Dále je možno se zaměřit i na jiná kritéria, jako jsou například finanční náklady. Prezentovaný model zohledňuje jako hlavní kritérium čas, do kterého se započítává samotný čas strávený kontrolou zastávek a čas nutný pro překonání trasy, určený podle cestovní rychlosti, kterou lze nastavit i v jednotlivých konkrétních úsecích. V podmínce pro časové omezení může být třeba denní pracovní doba, případně časová denní dotace. Další omezením může být maximální překonaná vzdálenost, obzvlášť v případě přesunu po síti pěšky. Touto podmínkou sice může být dotčena kvalita řešení (nemusí být umožněno najít řešení

s minimální délkou. Jedná se ale o rozumný kompromisní požadavek, aby nevzniklo riziko vytvoření takových tras, které by byly pro pěšky se pohybující kontrolující osobu příliš náročné (dlouhé). V případě finančních nákladů lze zahrnout časové ohodnocení zaměstnance. Při přesunu autem náklady na jízdní kilometr, parkovné a jiné. Při přesunu MHD je třeba počítat s jízdným. Fakticky se pak jedná o měnitelné nastavení koeficientů pro určení multikriteriálního ohodnocení hran a vrcholů, umožňující tato kritéria takto kombinovat.

2.6 Variantní přístupy

Především tyto variantní přístupy jsou cílem této práce. Zde jsou uvedeny možné způsoby, jak lze zrychlit pohyb po trase. Možnými způsoby jsou: využití spojů MHD, použití osobního motorového vozidla a použití jízdního kola.

2.6.1 Městská hromadná doprava

Využitím přesunů pomocí městské hromadné dopravy (MHD) v návrhu trasy přináší výsledné zrychlení pohybu na trase. Cestovní rychlost všech linek MHD ve Žďáru nad Sázavou odpovídá přibližně 22 km/h. Cestovní rychlost je rychlost pohybu na lince a do doby jízdy se započítávají i pobyty na všech obslužených zastávkách, a je uvedena ve vzorci (2). Cestovní rychlost je zde uvedena z toho důvodu, aby si každý mohl představit, jaké jsou složky této rychlosti a proč je nižší, než rychlost technická ve vzorci (4).

$$v_c = \frac{s}{t_j + n_z \cdot t_z} \quad [\text{km} \cdot \text{h}^{-1}] \quad (2)$$

kde: v_c cestovní rychlost [$\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$]

s ujetá vzdálenost [km]

t_j doba jízdy vč. přírážky na rozjezd a zastavení [h]

n_z počet zastávek [-]

t_z čas pobytu na jedné zastávce [h]

Při zavádění spoje do obchůzky je nutné zohlednit dostupnost spoje (interval linky). V tomto je ale zároveň spatřováno i největší úskalí této varianty realizace obchůzek. Vzdálenosti zastávek nejsou příliš velké, doba provádění kontrolní činnosti relativně krátká a doba čekání vlivem intervalu relativně dlouhá. Následkem je to, že i zvýšená rychlost přesunu čekání na spoj dostatečně nevykompenzuje. Z toho důvodu není tato varianta uvažována jako prostředek pohybu mezi všemi dvojicemi zastávek, ale její využití je omezeno jen na relativně rychlé přesuny mezi vzdálenějšími lokalitami v kombinaci s realizací zbytku obchůzky pěšky tak, aby bylo dosaženo efektivního řešení.

Do modelu lze jízdu MHD zařadit, a to přidáním fiktivní hrany mezi dvěma zastávkami, u kterých lze očekávat, že využití MHD pro přesun bude výhodné. To proto, že při přesunech pomocí MHD nelze kontrolovat zastávky, které jsou sice obsluhovány MHD, během jedné jízdy z důvodu, protože kontrola zastávky trvá určitý čas a zároveň vozidlo MHD má vyhraněný čas pro obsluhu zastávky několikanásobně nižší, než je čas kontroly. Proto je fiktivní hrana při použití MHD vytvořena z vrcholu nástupu až do vrcholu výstupu. Jako vzdálenost je třeba uvést jen nepatrnou délku této hrany, například 1 metr. To proto, že se fyzicky nepřekonává vzdálenost pěšky a v rámci omezení překonané vzdálenosti v modelu, toto by mohlo udávat nepřesné výsledky, v případě zadané délky trasy MHD. Opakem toho pro přesný čas, se kterým bude počítáno při přesunu, je nutné spočítat ekvivalentní rychlost při stejném čase, ale na dráze 1 m, která se přiřadí v modelu k hraně překonávané MHD. Výpočet ekvivalentní rychlosti je znázorněn ve vzorci (3). Tento poměrně nepřehledný princip souvisí s převzatým softwarovým řešením modelu v programu Microsoft Excel. Tento model byl připraven pro jeden mód – chůze, zároveň ale umožňuje sledovat různé parametry obchůzek současně (nejen zvolené multikritérium samotné). Nalezení uvedeného řešení (vyjádření) s ohledem na změnu podmínek při zachování maximální funkčnosti tak patří k přínosům této bakalářské práce po technické stránce věci.

$$v_{ekv} = \frac{0,001 \cdot v_c}{s} \quad [\text{km}\cdot\text{h}^{-1}] \quad (3)$$

kde: v_{ekv} ekvivalentní rychlost [$\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$]

0,001 konstanta umožňující převod na ekvivalentní rychlost při zadané délce těchto hran 1 m [km]

v_c cestovní rychlost MHD [$\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$]

s délka trasy přesunu MHD [km]

Jako efektivní se jeví využít MHD při zahájení obchůzky, tj. mezi městským úřadem a obsluhovanou oblastí. Zde je možné se flexibilně přizpůsobit jízděmu řádu a zahájit obchůzku podle odjezdu příhodného spoje. Oproti tomu, když by byl přesun MHD jako jeden z posledních bodů itineráře trasy, bylo by s ohledem na možné odchylky od zamýšleného harmonogramu velmi obtížné stanovit čas začátku obchůzky. Důsledkem by mohlo být například nestihnutí spoje při drobném zdržení. Případně lze stihnout obchůzku rychleji než obvykle a na spoj tak zbytečně dlouho čekat. Obě situace jsou spojeny s časovou ztrátou a snížením komfortu. Žďár nad Sázavou není město s tak vysokým počtem obyvatel, a tak

intervaly nejsou tak krátké, jako je tomu například u krajských měst, kde by podle toho mohl být v odůvodněných případech zvolen i jiný přístup. Ve Žďáru nad Sázavou jsou pouze 4 linky s hodinovým intervalem a dalších 5 linek bez hodinového intervalu (od 1 do 7 spojů na lince za den). Tyto důvody jsou velmi vážné pro naplánování přesunu MHD na první část trasy.

Předpokladem je tedy cestovat do co nejdálší lokality, z důvodu možné největší úspory, a jako klíč k výběru volit jednotlivé linky obsluhující zastávku Žižkova. Zastávka Žižkova byla vybrána z toho důvodu, že čas chůze z městského úřadu činí pouze 1,2 minuty, a tak lze téměř přesně naplánovat občůzku dle spoje. Dále je nutné na linkách, procházejících zastávkou Žižkova, zvolit cílový bod jízdy MHD. Dosažené řešení tak nemusí být optimální, ale je z praktických důvodů racionální.

Pokud pracovník zahájí občůzku na jiném místě, např. v lokalitě bydlíšťe, oproti plánu tím může dojít jak k úspoře času, ale i k jeho ztrátě. Nicméně, plán vychází ze situace, že městský úřad je místem zahájení výkonu práce a k tomuto se plánování občůzek vztahuje. Zohledňování individuálně domluvených míst zahájení občůzky by znamenalo i individuální tvorbu tohoto plánu občůzek. V případě potřeby by ale bylo možné navržený postup i v takové situaci využít. Výpočet by musel být opakován a obecně lze očekávat i odlišný výsledek ve srovnání s řešením uvažovaných v bakalářské práci.

2.6.2 Osobní automobil

Na občůzce se lze také pohybovat pomocí silničního vozidla. Nicméně, je nutné zmínit, že přesněji řečeno se jedná o kombinaci jízdy vozidlem a pohybu pěšky. Toto je z důvodu nutného parkování v blízkosti zastávky a nutnosti docházky pěšky k zastávce. Na zastávce nelze parkovat, protože dle zákona č. 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích, paragrafu 27, řidič nesmí na zastávce autobusu zastavit a stát.

Technické řešení občůzky za pomoci vozidla spočívá v jízdě mezi parkovišti a následné dílčí občůzky jedné nebo více zastávek. Pro dílčí občůzku jedné zastávky je poznávacím znakem blízkost parkoviště od zastávky a větší vzdálenost mezi zastávkami. Pro více zastávek jsou poznávacími znaky: 2 a více zastávek v blízkosti sebe a parkování v blízkosti jedné z nich nebo v blízkosti trasy (mezi zastávkami).

Technická rychlost automobilu ve městě se pohybuje mezi 20 až 35 km/h. Technická rychlost je rychlost pohybu mezi zastávkami, je uvedena ve vzorci (4). Autor u jízdy automobilem uvádí technickou rychlost oproti cestovní u MHD, z toho důvodu, že automobil neobsluhuje zastávky pro nástup a výstup cestujících tak jako MHD a tak v případě zanedbání

zastávek ($n_z = 0$) ze vzorce (2) vznikne vzorec (4) označovaný jako technická rychlost. Z toho samého důvodu je většinou technická rychlost vyšší než cestovní. Slovo „většinou“ je v předchozí větě uvedeno z toho důvodu, protože je možné zohlednit čas pro hledání parkovacího místa, avšak u MHD je místo zastavení vždy předem dané a velmi často volné, to je v případě, že zastávka nebude obsazena jiným vozidlem. Rychlost 20 km/h odpovídá vysoce členité trase (hodně zatáček a křižovatek). Oproti tomu technická rychlost 35 km/h odpovídá jízdě méně členitou trasou (minimum zatáček a křižovatek, zpomalení a zastavení vozidla) například ve městě na hlavním tahu.

$$v_t = \frac{s}{t_j} \quad [\text{km}\cdot\text{h}^{-1}] \quad (4)$$

kde: v_t technická rychlost [$\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$]

s ujetá vzdálenost [km]

t_j doba jízdy vč. přírážky na rozjezd a zastavení [h]

Úpravou vzorce (4) vznikne vzorec (5), který udává, jakým způsobem je v modelu vypočítán čas pro přesun mezi jednotlivými vrcholy. Tento vzorec je stejný i u chůze nebo jízdy na jízdním kole.

$$t_j = \frac{s}{v_t} \quad [\text{h}] \quad (5)$$

kde: t_j doba jízdy vč. přírážky na rozjezd a zastavení [h]

s ujetá vzdálenost [km]

v_t technická rychlost [$\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$]

Zahájení obchůzky v jiném místě než je městský úřad je možné, a tak by byl předpoklad se připojit na trasu v takovém místě, které je nejbližší skutečnému místu zahájení. Poté je dle itineráře trasa je vykonána až do konce (městský úřad) a následně začne od začátku (městského úřadu) až do místa připojení na trasu. To znamená, že pro tento případ není nutné trasu upravovat. Obchůzka je prodloužena maximálně o dvojnásobek vzdálenosti mezi místem skutečného začátku a místem zahájení obsluhy na trase obchůzky. V některých případech lze toto prodloužení dále snížit tím, pokud by bylo výhodnější se do místa skutečného začátku vrátit z poslední kontrolované zastávky (předposlední před návratem do výchozího místa na trase). Toto ale závisí na konkrétních podmínkách jednotlivých tras.

Do modelu je jízda osobním automobilem zaimplementována v základní verzi (jízda mezi zastávkami). Podle prvního a druhého odstavce této kapitoly (2.6.2 Osobní automobil) je nutné do obchůzky připočítat čas pro jednotlivé dílčí obchůzky (kontrola zastávky při jednom zaparkování vozidla). Pro přepnutí modelu do módu osobního automobilu je nutné vyřadit hrany, které jsou určeny pouze pro chůzi a zároveň upravit rychlost pohybu po síti. Autor zvolil pro rychlost pohybu po síti 30 km/h. Pro modifikaci je nutné do obchůzky započítat čas který je nutný pro chůzi mezi jednotlivými místy parkování a zastávkami. Tento čas je možné vypočítat pomocí vzorce (5), pokud je stanovena vzdálenost a rychlost chůze. Vzdálenost se určí vytipováním určitých parkovišť nebo parkovacích míst v blízkosti zastávek a následnému zjištění příslušných vzdáleností pomocí „Ručního měření“ na webové stránce Mapy.cz. Rychlost chůze se běžně pohybuje mezi 2 a 6 km/h. Autor zde pracuje se 3 km/h. V případě obsluhy pouze jedné zastávky u jedné dílčí obchůzky se vzdálenost násobí koeficientem 2 (cesta tam a zpět) a u více obslužených zastávek u jednoho parkoviště je vzdálenost rovna součtu vzdáleností: mezi místem parkování a první zastávkou, mezi jednotlivými zastávkami při dílčí obchůzce a mezi poslední zastávkou a místem parkování. Následně je nutné ke každému parkování připočítat koeficient pro výstup, nástup, nastartování atd. Autor stanovil tento koeficient zkoušením na 0,5 min. Nakonec je každý jednotlivý čas připočten k příslušným časům pro obsluhu určených zastávek. V případě více zastávek v dílčí obchůzce se vybere na obsluhu pouze jedna a čas na obsluhu této zastávky je potřeba navýšit o čas ostatních zastávek a ty ostatní z obchůzky vyřadit. Tabulka s jednotlivými přírážkami je uvedena v příloze C. Jsou zde uvedeny i součty časů pro obsluhu zastávky. Časový rozdíl základní verze obsluhy a modifikací obchůzky uvedené v tomto odstavci činí 79,1 minut.

Legislativa

V rámci použití silničního vozidla se pro zaměstnavatele a zaměstnance vyplývají některé povinnosti. U zaměstnance je nutnost vlastnit řidičské oprávnění pro skupinu B. V případě, že by obchůzka byla prováděna na jiném dopravním prostředku (např. na motocyklu), bylo by potřeba řidičské oprávnění k tomu určené. Pro potřeby obchůzky může být zaměstnancem použito vozidlo služební (tj. ve vlastnictví městského úřadu), soukromé (vlastníkem je zaměstnanec) nebo třetí strany (například autopůjčovna). Zde budou citovány některé důležité úryvky ze zákoníku práce (Zákon č. 262/2006 Sb.):

podle § 103

- odst. 1 písm. f) *Zaměstnavatel je povinen zajistit zaměstnancům, ..., informace a pokyny o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci, ..., zejména formou seznámení s riziky, ..., která se týkají jejich práce, ...*
- odst. 2 *Zaměstnavatel je povinen zajistit zaměstnancům školení o právních a ostatních předpisech k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, ...*
- odst. 3 *Zaměstnavatel je povinen určit obsah a četnost školení o právních a ostatních předpisech k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, způsob ověřování znalostí zaměstnanců a vedení dokumentace o provedeném školení. ,...*

podle § 349

- odst. 1 *Právní a ostatní předpisy k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci jsou, ..., dopravní předpisy, ...*

podle § 157

- odst. 3 *Použije-li zaměstnanec na žádost zaměstnavatele silniční motorové vozidlo, s výjimkou vozidla poskytnutého zaměstnavatelem, přísluší mu za každý 1 km jízdy základní náhrada a náhrada výdajů za spotřebovanou pohonnou hmotu.*
- odst. 4 písm. b) *Sazba základní náhrady za 1 km jízdy činí nejméně u osobních silničních motorových vozidel 4,40 Kč.*

podle §158

- odst. 2 *Náhradu za spotřebovanou pohonnou hmotu určí zaměstnavatel násobkem ceny pohonné hmoty a množství spotřebované pohonné hmoty.*

Zde se jedná pouze o důležité úryvky, které souvisí s řízením vozidla. Nedůležité informace jsou vyňaty pro přehlednost.

V praxi tyto části zákona (§ 103 a § 349) znamenají povinné školení řidičů (řidič referent), kteří řídí motorové vozidlo v souvislosti s plněním pracovních úkolů, ale řízení vozidla nemá uvedeno jako hlavní náplň práce v pracovní smlouvě. Přestože je pojem *řidič referent* běžně používaný, v právních předpisech neexistuje. Zákon však nestanovuje požadavky na obsah, četnost, způsob provádění školení, vedení dokumentace o školení, ani kvalifikaci školitele. Tyto záležitosti určuje zaměstnavatel. Zaměstnavatelé většinou zařizují školení u třetích stran, tj. od autoškoly nebo v současné době oblíbenou (období Covidu-19, rok

2020/2021) formou e-learningu. Toto školení se vztahuje na všechny již zmíněná používaná vozidla (služební, soukromé a autopůjčovna) při konání úkolů od zaměstnavatele.

Dle § 157, pokud zaměstnanec použije na žádost zaměstnance jeho soukromé vozidlo, náleží mu náhrady. Je to základní náhrada nejméně 4,40 Kč za 1 km a náhrada výdajů za spotřebované pohonné hmoty (dále jen PHM). Dle § 158 je náhrada za spotřebované PHM je určená násobkem ceny a množstvím spotřebovaných PHM.

2.6.3 Jízdní kolo

Použití jízdního kola přináší jisté výhody. Hlavní výhodou je několikanásobně větší rychlost oproti občůzce pěšky. Další výhodou je možnost se pohybovat po větším počtu hran než automobil (cyklostezky, pozemní komunikace se zákazem vjezdu motorových vozidel apod.). Jako další výhodu lze považovat možnost parkování téměř na zastávce. Jako nevýhodu lze uvést možné špatné povětrnostní podmínky a roční období. Další relativní nevýhodou je zranitelnost cyklisty. Doporučená výbava, nad rámec povinné výbavy, jízdního kola určeného pro občůzky je stojánek, nosič (případně koš) na kolo, zámek na kolo, držák mobilního telefonu určeného k navigaci, výbavu pro opravu defektu, cyklistická přilba a reflexní vesta.

Technická rychlost jízdního kola se pohybuje mezi 10 až 25 km/h, ale záleží na více okolnostech, jako jsou povětrnostní podmínky, druh terénu, kvalita a druh jízdního kola a výkonnostní předpoklady kontrolující osoby.

Dalším přínosem by mohlo být použití elektrokola. Jako výhodu elektrokola lze uvést jízdní komfort cyklisty, tím pádem by nejspíš mohlo dojít ke částečnému zrychlení občůzky, není to ovšem zárukou a záleží to na dalších podmínkách. Dojezd bývá dle typu kola různý od 40 km výše, takže pro podmínky Žďáru nad Sázavou (délka občůzek je mezi 20 až 25 km) je dojezd v případě plného nabití zcela dostatečný. Jako obdobný příklad občůzky na jízdním kole lze uvést doručovatele poštovních zásilek. Přidanou hodnotou použití jízdního kola je provoz šetrný k životnímu prostředí.

Legislativa

V případě jízdy na kole je potřeba, aby zaměstnanec znal alespoň částečně zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích, a především pasáží, které se týkají jízdy na jízdním kole. V lepším případě je třeba, aby zaměstnanec vlastnil aspoň nějaké řídičské oprávnění (zákon č. 361/2000 Sb. již zná). V opačném případě je nutné zaměstnance v určité míře se zákonem seznámit.

Dle zákoníku práce, v podkapitole Legislativa, kapitoly 2.5.2 Osobní automobil, je nutné také pro jízdu na jízdním kole při výkonu úkolů v zaměstnání potřebné školení (řidič referent).

Zaměstnanec, který bude používat soukromé jízdní kolo, tak odpovídá za jeho technický stav a povinnou výbavu dle vyhlášky č. 341/2000 Sb., o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu na pozemních komunikacích. V případě služebního kola by měl za jeho stav odpovídat zaměstnavatel. Kolo by mělo být kontrolováno zaměstnavatelem, zda je ve způsobilém stavu. Pokud by nebylo, může zaměstnavatel zaměstnanci jízdu na kole zakázat z důvodu zachování jeho bezpečí. Stejně je tomu tak například u revizí elektrických zařízení apod.

Zaměstnavatel může stanovit podmínky, jako jsou například použití cyklistické přilby, reflexních odrazových prvků nebo reflexní vesty, apod. ke snížení počtu příčin a zmírnění následků nehody nebo úrazu.

3 VARIANTNÍ NÁVRH TRAS

Předmětem této kapitoly jsou variantní návrhy tras obchůzky provedené autorem bakalářské práce. Graf je tvořen vrcholy, z nichž jsou jen některé obsluhované (zastávky), ostatní vrcholy tvoří křižovatky nebo jiné významné body (např. mohou rozdělovat úsek sítě, kdy každá jeho část má jiné parametry a je modelována samostatnou hranou). Pro usnadnění výkladu v návrzích tras budou uvedeny pouze názvy zastávek, byť i ostatní vrcholy byly součástí výpočtu. V případě, pokud by obchůzky prováděl někdo bez znalostí místopisu nebo pokud by bylo potřebné s těmito trasami dále pracovat (např. vykreslit je v mapě), s využitím uvedeného softwarového řešení v Excelu je možné získat i detailní rozpis na úrovni jednotlivých vrcholů sítě, na druhou stranu, pro zjednodušení prezentace byla tato rozlišovací úroveň shledána jako plně vyhovující. Autor bude nejdříve prezentovat varianty obchůzek, které jsou po dokončené integraci do VDV a následně prezentuje varianty obchůzek současného stavu integrace.

3.1 Po dokončené integraci

Předmětem této podkapitoly jsou obchůzky, na kterých se kontrolují všechny zastávky MHD a jedná se o stav dokončené integrace MHD Žďár nad Sázavou do VDV.

3.1.1 Referenční návrh

Tento základní návrh pouze pro chůzi je převzatý z prezentovaného modelu v Bratislavě (1) a bude jako výchozí pro porovnání s dalšími návrhy. Při omezení maximální vzdálenosti jedné trasy 12 km a maximálním časem 8 hodin, vychází jako základní varianta dvě obchůzky, které lze rozdělit na obchůzku severní a jižní částí města. Trasa 1 dle tabulky 9 vychází na 10,6 km a 5,9 hodiny, trasa 2 vychází na 11,5 km a 6,1 hodiny. Celkově trasy tvoří dohromady vzdálenost 22,1 km a čas 12 hodiny. Itineráře jednotlivých tras jsou uvedeny v tabulce 9 a jsou znázorněny na mapě v příloze D.

Tabulka 9 – Referenční návrh pro chůzi převzatý z prezentovaného modelu v Bratislavě

varianta	1 (sever)		2 (jih)		Celkem
čas	352,5 min	5,9 hod	368,4 min	6,1 hod	720,9 min
délka	10,630 km		11,542 km		22,172 km
1	Žižkova, zast.		Brodská obch. domy, zast. (MHD)		
2	Studentská, zast. (nová u Lidlu)		Strojírenská u mostu, zast.		
3	Neumannova, zast. (označnick západ)		Dagmarky, zast.		
4	Neumannova, zast. (označnick východ)		Okružní dolní, zast.		
5	Vodojem Jamborova, zast.		Okružní rozc. Hamry, zast.		
6	Novoměstská, zast.		Okružní horní, zast.		
7	Brněnská policie, zast.		Libická, zast. (označnick sever)		
8	Jamská I, zast.		Libická, zast. (označnick jih)		
9	Jamská II, zast.		Sázavská, zast.		
10	Brněnská, zast.		Bezručova stadion, zast. (označnick jih)		
11	Brněnská Nákupní park, zast.		Bezručova stadion, zast. (označnick sever)		
12	Jihlavská ZDAR, zast.		Bezručova u pily, zast. (označnick jih)		
13	Jihlavská HETTICH, zast.		Bezručova u pily, zast. (označnick sever)		
14	Aut. nádr., zast.		Sychrova, zast.		
15	Strojírenská ŽĎAS, zast.		TOKOZ, zast. (parkoviště)		
16	Strojírenská u Hajčmanů (označnick západ)		Pilská nádrž, zast.		
17	Strojírenská u Hajčmanů (označnick východ)		TOKOZ, zast.		
18	Nádražní, zast.		Zámek, zast.		
19	Horní, zast.		Zelená hora, hřbitov, zast.		
20	Havlíčkovo nám., zast.		Vejmluvova, zast.		
21			Nová, zast.		
22			Květná, zast.		
23			Vnitřní, zast.		
24			Wonkova, zast.		
25			Libušinská, zast.		

Zdroj: autor

3.1.2 Použití městské hromadné dopravy

Z již zmíněné teorie v kapitole 2.5.1 je třeba vybrat linky projíždějící zastávkou Žižkova. Dle přílohy E se jedná se o linky 4, 6 a 7. Podle mapy základní trasy a schématu linek MHD ve Žďáru nad Sázavou (příloha E) vychází vzdušnou čarou jako nejvzdálenější zastávka Strojírenská ŽĎAS na lince 4, Vodojem Jamborova a Zelená hora, hřbitov na lince 6 (mimo těch, které leží také na lince 7) a TOKOZ na lince 7.

Sice dle linky 6, jako dle linky 7, je výhodná zastávka TOKOZ, ale na rozdíl od linky 7 dle jízdního řádu trasa trvá delší čas (6, 7). Na lince 4 obsluhuje zastávku Strojírenská ŽĎAS pouze jeden spoj, a to v 5:34 (8), takže je to pro běžnou pracovní dobu zaměstnance městského úřadu nepoužitelné. Při porovnání zastávek TOKOZ a Zelená hora, hřbitov, které leží ve stejné části města (lze použít pouze jeden spoj pro variantu obchůzky), tak vzdálenější je zastávka TOKOZ. Z toho důvodu se výpočet pro zastávku Zelená hora, hřbitov neuskuteční.

V následujících dvou podkapitolách budou zpracovány a uvedeny varianty se zařazením linky č. 6 a linky č. 7 do obchůzek. Poté bude rozhodnuto o tom, která a jak bude využita.

3.1.2.1 Linka 6

Další návrh vzniká při zavedení linky č. 6 mezi zastávkami Žižkova a Vodojem Jamborova do modelu. Limitním omezením bylo pro každou trasu 12 km a 8 hodin. Dle tabulky 10 vychází varianta 1 na 5,9 h a 10,3 km a varianta 2 na 6,1 h a 11,5 km. Přesun pomocí MHD je v tabulce znázorněn mezi zastávkami, které jsou vyznačeny červeně. V porovnání se základní trasou pěšky tento návrh sice o 279 m kratší, ale je časově delší o necelé tři minuty. Celková délka obchůzky (oproti modelu pěšky se může zkrátit maximálně o dráhu překonanou pomocí MHD. Toto možné zkrácení je ale vyváženo tím, že se také musí zkontrolovat i zastávky na trase, kterou nahrazuje trasa MHD. V případě časového hlediska je časová úspora při zkrácení trasy vyvážena dobou strávenou v MHD. K přihlídnutí, že je nutné připočítat přírážku 5 minut na čekání na spoj a připočíst jízdné, tak tento návrh není relevantní. Trasa pěšky v kombinaci s linkou č. 6 je znázorněna v příloze F. Z důvodu, že linka č. 6 nepřinesla zrychlení obchůzky, tak s ní dále nebude počítáno. Přesun pomocí MHD je v tabulce znázorněn mezi zastávkami, které jsou vyznačeny červeně.

Tabulka 10 - Trasa pěšky a MHD č.6

varianta	1 (sever)	2 (jih)	Celkem
čas	355,0 min 5,9 h	368,4 min 6,1 h	723,4 min
délka	10,351 km	11,542 km	21,893 km
1	Žižkova, zast.	Brodská obch. domy, zast. (MHD)	
2	Vodojem Jamborova, zast.	Strojírenská u mostu, zast.	
3	Neumannova, zast. (označnick východ)	Dagmarky, zast.	
4	Neumannova, zast. (označnick západ)	Okružní dolní, zast.	
5	Studentská, zast. (nová u Lidlu)	Okružní rozc. Hamry, zast.	
6	Horní, zast.	Okružní horní, zast.	
7	Novoměstská, zast.	Libická, zast. (označnick jih)	
8	Jamská I, zast.	Libická, zast. (označnick sever)	
9	Jamská II, zast.	Sázavská, zast.	
10	Brněnská, zast.	Bezručova stadion, zast. (označnick jih)	
11	Brněnská Nákupní park, zast.	Bezručova stadion, zast. (označnick sever)	
12	Brněnská policie, zast.	Bezručova u pily, zast. (označnick jih)	
13	Jihlavská ZDAR, zast.	Bezručova u pily, zast. (označnick sever)	
14	Jihlavská HETTICH, zast.	Sychrova, zast.	
15	Aut. nádr., zast.	TOKOZ, zast. (parkoviště)	
16	Strojírenská ŽĎAS, zast.	Pilská nádrž, zast.	
17	Strojírenská u Hajčmanů (označnick západ)	TOKOZ, zast.	
18	Strojírenská u Hajčmanů (označnick východ)	Zámek, zast.	
19	Nádražní, zast.	Zelená hora, hřbitov, zast.	
20	Havlíčkovo nám., zast.	Vejmluvova, zast.	
21		Nová, zast.	
22		Květná, zast.	
23		Vnitřní, zast.	
24		Wonkova, zast.	
25		Libušínská, zast.	

Zdroj: autor

3.1.2.2 Linka 7

Další návrh vzniká při zavedení linky č. 7 mezi zastávkami Žižkova a TOKOZ do modelu. Limitním omezením pro jednotlivé trasy bylo 12 km a 8 hodin. Překonaná vzdálenost pomocí MHD je 3,7 km a jízda trvá 6 minut. Dle tabulky 11 vychází varianta 1 na 5,7 h a 9,4 km a varianta 2 na 6,0 h a 11,2 km. Celkový čas občůzky je totiž 11,7 hodiny a 20,6 km. Přesun pomocí MHD je v tabulce znázorněn mezi zastávkami, které jsou vyznačeny červeně. Mapa této trasy je znázorněna v příloze G.

Tabulka 11 - Trasa pěšky a MHD č.7

varianta	1 (sever)		2 (jih)		Celkem
čas	339,3 min	5,7 h	358,6 min	6,0 h	697,9 min
délka	9,383 km		11,235 km		20,618 km
1	Žižkova, zast.		Libušínská, zast.		
2	TOKOZ, zast.		Studentská, zast. (nová u Lidlu)		
3	Pilská nádrž, zast.		Neumannova, zast. (označník západ)		
4	TOKOZ, zast. (parkoviště)		Neumannova, zast. (označník východ)		
5	Zámek, zast.		Vodojem Jamborova, zast.		
6	Zelená hora, hřbitov, zast.		Novoměstská, zast.		
7	Sychrova, zast.		Brněnská policie, zast.		
8	Bezručova u pily, zast. (označník sever)		Jamská I, zast.		
9	Bezručova u pily, zast. (označník jih)		Jamská II, zast.		
10	Vejmlovova, zast.		Brněnská, zast.		
11	Nová, zast.		Brněnská Nákupní park, zast.		
12	Bezručova stadion, zast. (označník sever)		Jihlavská ZDAR, zast.		
13	Bezručova stadion, zast. (označník jih)		Jihlavská HETTICH, zast.		
14	Květná, zast.		Aut. nádr., zast.		
15	Vnitřní, zast.		Strojírenská ŽĎAS, zast.		
16	Wonkova, zast.		Strojírenská u Hajčmanů (označník západ)		
17	Sázavská, zast.		Strojírenská u Hajčmanů (označník východ)		
18	Libická, zast. (označník jih)		Nádražní, zast.		
19	Libická, zast. (označník sever)		Horní, zast.		
20	Okružní horní, zast.		Havlíčkovo nám., zast.		
21	Okružní rozc. Hamry, zast.				
22	Okružní dolní, zast.				
23	Dagmarky, zast.				
24	Strojírenská u mostu, zast.				
25	Brodská obch. domy, zast. (MHD)				

Zdroj: autor

3.1.3 Použití osobního automobilu

Při použití osobního automobilu pro potřeby obchůzky autor počítá s technickou rychlostí 30 km/h. Počítá také s upraveným časem potřebným pro kontrolu jednotlivých zastávek z přílohy C. Některé zastávky jsou z důvodu vzájemné blízkosti a jednomu zaparkování sjednoceny a jsou v tabulce 12 označeny červeným písmem. Při slučování zastávek bylo vytipování nejbližších parkovišť k jednotlivým zastávkám a následné určení příslušných vzdáleností. Hlavním kritériem pro sloučení je maximální vzdálenost mezi zastávkami 180 m. V případě Žďáru nad Sázavou se jedná pouze o ty zastávky, na nichž jsou nástupiště vzdálena více jak 60 m (každé nástupiště na zastávce má svůj vrchol). Z důvodu vyšší rychlosti jízdy (oproti variantě pěšky) je zvolena omezující podmínka na maximální vzdálenost 25 km a 8 hodin, aby bylo možné stihnout obchůzku za jeden pracovní den. Z modelu byly vyřazeny hrany, na kterých nelze používat automobil. Parkoviště nemají v modelu samostatný vrchol. Jak je uvedeno v kapitole 2.6.2, tak je to kompenzováno tak, že se sice v modelu jedná o „jízdu

mezi zastávkami“, ale fakticky se jedná o jízdu mezi místy pro parkování (parkovišti) a zároveň je ke každé zastávce nebo množině zastávek zvolena časová přírážka pro chůzi podle vzdálenosti zastávky od místa parkování. Časová i vzdálenostní odchylka mezi místem parkování a zastávkou při jízdě autem (parkování) je zanedbatelná.

V tabulce 12 je uveden itinerář trasy, celkově překonaná vzdálenost osobním automobilem jako 22,9 km a čas obchůzky 6,8 h. Dle přílohy C je překonaná vzdálenost při docházce z parkovišť na zastávky 1,5 km. Na obou trasách je celková trasa pěšky 3 km. Dále je uvedeno, že doba strávená cestou pěšky činí 59,6 min a doba potřebná pro příjezd a odjezd činí 19,5 min. Zmíněná část obchůzky pomocí chůze nevychází z modelu, nýbrž se jedná pouze o konstanty, které byly stanoveny měřením a jsou přičteny k samotným časům pro kontrolu (obsahu) zastávek. To znamená, že se může pohyb pěšky uskutečnit i na hranách, které nejsou součástí modelu. V případě červeně napsaného názvu zastávky, se jedná o kontrolu množiny zastávek, na kterých je potřeba přesun chůzi i na další zastávky. Mapa této trasy je znázorněna v příloze H.

Tabulka 12 – Trasa za použití osobního automobilu

čas	402,7 min	6,7 h
délka	23,157 km	
	1 Žižkova, zast.	
	2 Havlíčkovo nám., zast.	
	3 Libušinská, zast.	
	4 Wonkova, zast.	
	5 Vnitřní, zast.	
	6 Květná, zast.	
	7 Nová, zast.	
	8 Vejmluvova, zast.	
	9 Zámek, zast.	
	10 Pilská nádrž, zast.	
	11 TOKOZ, zast. (parkoviště)	
	12 Sychrova, zast.	
	13 Zelená hora, hřbitov, zast.	
	14 Bezručova u pily, zast. (označnick sever)	
	15 Bezručova stadion, zast. (označnick sever)	
	16 Studentská, zast. (nová u Lidlu)	
	17 Neumannova, zast. (označnick západ)	
	18 Vodojem Jamborova, zast.	
	19 Novoměstská, zast.	
	20 Jamská I, zast.	
	21 Jamská II, zast.	
	22 Brněnská, zast.	
	23 Brněnská Nákupní park, zast.	
	24 Jihlavská ZDAR, zast.	
	25 Jihlavská HETTICH, zast.	
	26 Aut. nádr., zast.	
	27 Brněnská policie, zast.	
	28 Horní, zast.	
	29 Nádražní, zast.	
	30 Strojírenská u Hajčmanů (označnick západ)	
	31 Strojírenská ŽĎAS, zast.	
	32 Strojírenská u mostu, zast.	
	33 Dagmarky, zast.	
	34 Okružní dolní, zast.	
	35 Okružní rozc. Hamry, zast.	
	36 Okružní horní, zast.	
	37 Sázevská, zast.	
	38 Libická, zast. (označnick sever)	
	39 Brodská obch. domy, zast. (MHD)	

Zdroj: autor

3.1.4 Použití jízdního kola

Při použití jízdního kola autor uvažuje rychlost 15 km/h. Uvažuje se zastavení v těsné blízkosti zastávky. I při této relativní rychlosti je počítáno, aby se nechala stihnout obchůzka za jednu pracovní směnu. Takže omezující podmínky jsou stejné jako u osobního automobilu 25 km a 8 hodin. Dle tabulky 13 jízda na kole trvá 6,1 hodiny a překonaná vzdálenost je 21,7 km. Mapa této trasy je znázorněna v příloze I.

Tabulka 13 - Použití jízdního kola

čas	364,8 min	6,08 h
délka	21,862 km	
	1 Žižkova, zast.	
	2 Brodská obch. domy, zast. (MHD)	
	3 Strojírenská u mostu, zast.	
	4 Dagmarky, zast.	
	5 Okružní dolní, zast.	
	6 Okružní rozc. Hamry, zast.	
	7 Okružní horní, zast.	
	8 Libická, zast. (označnick jih)	
	9 Libická, zast. (označnick sever)	
	10 Sázevská, zast.	
	11 Bezručova stadion, zast. (označnick jih)	
	12 Bezručova stadion, zast. (označnick sever)	
	13 Bezručova u pily, zast. (označnick jih)	
	14 Bezručova u pily, zast. (označnick sever)	
	15 Sychrova, zast.	
	16 TOKOZ, zast. (parkoviště)	
	17 Pilská nádrž, zast.	
	18 TOKOZ, zast.	
	19 Zámek, zast.	
	20 Zelená hora, hřbitov, zast.	
	21 Vejmluvova, zast.	
	22 Nová, zast.	
	23 Květná, zast.	
	24 Vnitřní, zast.	
	25 Wonkova, zast.	
	26 Studentská, zast. (nová u Lidlu)	
	27 Neumannova, zast. (označnick západ)	
	28 Neumannova, zast. (označnick východ)	
	29 Vodojem Jamborova, zast.	
	30 Novoměstská, zast.	
	31 Jamská I, zast.	
	32 Jamská II, zast.	
	33 Brněnská, zast.	
	34 Brněnská Nákupní park, zast.	
	35 Brněnská policie, zast.	
	36 Jihlavská ZDAR, zast.	
	37 Jihlavská HETTICH, zast.	
	38 Aut. nádr., zast.	
	39 Strojírenská ŽĎAS, zast.	
	40 Strojírenská u Hajčmanů (označnick západ)	
	41 Strojírenská u Hajčmanů (označnick východ)	
	42 Nádražní, zast.	
	43 Horní, zast.	
	44 Havlíčkovo nám., zast.	
	45 Libušinská, zast.	

Zdroj: autor

3.2 Současný stav integrace

Předmětem této podkapitoly jsou občůzky, na kterých se kontrolují pouze zastávky, které jsou společné pro VLD a MHD. Je to dáno tím, že VLD je nyní již integrována, tudíž už zde je požadavek na kontroly právě těchto zastávek. Na ostatní by se rozšířil, buď integrací MHD do VDV, případně rozhodnutím města toto provádět i bez případné integrace. Návrh také

počítá s omezením podmínek na 8 hodin podle směny zaměstnance a z důvodu výpadku kontroly zastávek pouze městské hromadné dopravy byla navýšena maximální vzdálenost na 14 km. Současně se počítá s kontrolou zastávek na autobusovém nádraží, protože je výhodné sloužit její kontrolu s ostatními (jedná se o rozdílné třídy).

3.2.1 Základní návrh obchůzky pěšky

Dle tabulky 14 vychází základní návrh obchůzky pěšky na 6,2 hodiny a délka trasy činí 13,1 km. Mapa této trasy je znázorněna v příloze J.

Tabulka 14 - Základní návrh obchůzky pěšky

čas	374,4 min	6,24 h
délka	13,130 km	
	1 Brodská obch. domy, zast. (MHD)	
	2 Strojírenská u Hajčmanů (označnick východ)	
	3 Strojírenská u Hajčmanů (označnick západ)	
	4 Strojírenská ŽĎAS, zast.	
	5 Aut. nádr., zast.	
	6 Jihlavská HETTICH, zast.	
	7 Jihlavská ZDAR, zast.	
	8 Brněnská, zast.	
	9 Horní, zast.	
	10 Studentská, zast. (nová u Lidlu)	
	11 Bezručova stadion, zast. (označnick jih)	
	12 Nová, zast.	
	13 Bezručova u pily, zast. (označnick sever)	
	14 Zámek, zast.	
	15 TOKOZ, zast.	
	16 Bezručova u pily, zast. (označnick jih)	
	17 Bezručova stadion, zast. (označnick sever)	

Zdroj: autor

3.2.2 Použití městské hromadné dopravy na lince 7

Dle tabulky 15 vychází kontrola na 5,5 hodiny a trasa ušlá pěšky je dlouhá 10,4 km. Mapa této trasy je znázorněna v příloze K. Přesun pomocí MHD je v tabulce znázorněn mezi zastávkami, které jsou vyznačeny červeně.

Tabulka 15 - Použití městské hromadné dopravy na lince 7

čas	328,4 min	5,5 h
délka	10,421 km	
	1 TOKOZ, zast.	
	2 Zámek, zast.	
	3 Bezručova u pily, zast. (označnick sever)	
	4 Bezručova u pily, zast. (označnick jih)	
	5 Nová, zast.	
	6 Bezručova stadion, zast. (označnick sever)	
	7 Bezručova stadion, zast. (označnick jih)	
	8 Studentská, zast. (nová u Lidlu)	
	9 Horní, zast.	
	10 Brněnská, zast.	
	11 Jihlavská ZDAR, zast.	
	12 Jihlavská HETTICH, zast.	
	13 Aut. nádr., zast.	
	14 Strojirenská ŽĎAS, zast.	
	15 Strojirenská u Hajčmanů (označnick západ)	
	16 Strojirenská u Hajčmanů (označnick východ)	
	17 Brodská obch. domy, zast. (MHD)	

Zdroj: autor

3.2.3 Použití osobního automobilu

Při použití automobilu je zvolena technická rychlost 30 km/h. Obchůzka je dle tabulky 16 dlouhá 13,6 km a trvá 3,1 hodiny. Mapa této trasy je znázorněna v příloze L. V případě červeně napsaného názvu zastávky, se jedná o kontrolu množiny zastávek, na kterých je potřeba přesun chůzí i na další zastávky.

Tabulka 16 - Použití osobního automobilu

čas	184,04 min	3,1 h
délka	13,620 km	
	1 Studentská, zast. (nová u Lidlu)	
	2 Nová, zast.	
	3 Zámek, zast.	
	4 TOKOZ, zast.	
	5 Bezručova u pily, zast. (označnick sever)	
	6 Bezručova stadion, zast. (označnick sever)	
	7 Horní, zast.	
	8 Brněnská, zast.	
	9 Jihlavská ZDAR, zast.	
	10 Jihlavská HETTICH, zast.	
	11 Aut. nádr., zast.	
	12 Strojirenská u Hajčmanů (označnick západ)	
	13 Strojirenská ŽĎAS, zast.	
	14 Brodská obch. domy, zast. (MHD)	

Zdroj: autor

3.2.4 Použití jízdního kola

Při použití jízdního kola byla zvolena rychlost 15 km/h. Dle tabulky 17 je trasa obchůzky dlouhá 13 km a trvá 2,7 h. Mapa této trasy je znázorněna v příloze M.

Tabulka 17 - Použití jízdního kola

čas	163,96 min	2,7 h
délka	13,040 km	
	1 Brodská obch. domy, zast. (MHD)	
	2 Strojírenská u Hajčmanů (označnick východ)	
	3 Strojírenská u Hajčmanů (označnick západ)	
	4 Strojírenská ŽĎAS, zast.	
	5 Aut. nádr., zast.	
	6 Jihlavská HETTICH, zast.	
	7 Jihlavská ZDAR, zast.	
	8 Brněnská, zast.	
	9 Horní, zast.	
	10 Studentská, zast. (nová u Lidlu)	
	11 Bezručova stadion, zast. (označnick sever)	
	12 Bezručova u pily, zast. (označnick jih)	
	13 Bezručova u pily, zast. (označnick sever)	
	14 Zámek, zast.	
	15 TOKOZ, zast.	
	16 Nová, zast.	
	17 Bezručova stadion, zast. (označnick jih)	

Zdroj: autor

3.3 Zimní varianty obchůzky

Pro zimní varianty obchůzky jsou vyřazeny ze sítě hrany, které nejsou v zimě s velkou pravděpodobností schůdné/sjízdné. Na jízdním kole autor nedoporučuje v zimě jezdit a osobního vozidla se změny nedotknou a tak nejsou součástí výpočtu zimních variant obchůzek. Porovnávají budou pouze chůze a použití MHD linky 7.

3.3.1 Varianta obchůzky pěšky

Dle tabulky 18 vychází zimní obchůzka na 12,4 hodin a celková délka je 23,4 km. Mapa této trasy je znázorněna v příloze N.

Tabulka 18 - Varianta obchůzky pěšky v zimě

varianta	1 (sever)		2 (jih)		Celkem
čas	393,6 min	6,6 hod	351,4 min	5,8 hod	745 min
délka	11,895 km		11,487 km		23,382 km
1	Žižkova, zast.		Brodská obch. domy, zast. (MHD)		
2	Havlíčkovo nám., zast.		Okružní dolní, zast.		
3	Studentská, zast. (nová u Lidlu)		Okružní rozc. Hamry, zast.		
4	Neumannova, zast. (označnick západ)		Okružní horní, zast.		
5	Neumannova, zast. (označnick východ)		Libická, zast. (označnick sever)		
6	Vodojem Jamborova, zast.		Libická, zast. (označnick jih)		
7	Novoměstská, zast.		Sázavská, zast.		
8	Jamská I, zast.		Bezručova stadion, zast. (označnick jih)		
9	Jamská II, zast.		Bezručova stadion, zast. (označnick sever)		
10	Brněnská, zast.		Bezručova u pily, zast. (označnick jih)		
11	Brněnská Nákupní park, zast.		Bezručova u pily, zast. (označnick sever)		
12	Jihlavská ZDAR, zast.		TOKOZ, zast. (parkoviště)		
13	Jihlavská HETTICH, zast.		Pilská nádrž, zast.		
14	Aut. nádr., zast.		TOKOZ, zast.		
15	Brněnská policie, zast.		Zámek, zast.		
16	Horní, zast.		Sychrova, zast.		
17	Nádražní, zast.		Zelená hora, hřbitov, zast.		
18	Strojírenská u Hajčmanů (označnick východ)		Vejmluvova, zast.		
19	Strojírenská u Hajčmanů (označnick západ)		Nová, zast.		
20	Strojírenská ŽDAS, zast.		Květná, zast.		
21	Strojírenská u mostu, zast.		Vnitřní, zast.		
22	Dagmarky, zast.		Wonkova, zast.		
23			Libušínská, zast.		

Zdroj: autor

3.3.2 Použití městské hromadné dopravy na lince 7

Dle tabulky 19 vychází celková vzdálenost ušlá pěšky na 21,4 km a obchůzka trvá celkem 11,9 hodin. Mapa této trasy je znázorněna v příloze O. Přesun pomocí MHD je v tabulce znázorněn mezi zastávkami, které jsou vyznačeny červeně.

Tabulka 19 - Použití městské hromadné dopravy na lince 7 v zimě

varianta	1 (sever)		2 (jih)		Celkem
čas	329,4 min	5,5 hod	383,6 min	6,4 hod	713 min
délka	9,478 km		11,895 km		21,373 km
1	Žižkova, zast.		Havlíčkovovo nám., zast.		
2	TOKOZ, zast.		Studentská, zast. (nová u Lidlu)		
3	Pilská nádrž, zast.		Neumannova, zast. (označnick západ)		
4	TOKOZ, zast. (parkoviště)		Neumannova, zast. (označnick východ)		
5	Zámek, zast.		Vodojem Jamborova, zast.		
6	Zelená hora, hřbitov, zast.		Novoměstská, zast.		
7	Sychrova, zast.		Jamská I, zast.		
8	Bezručova u pily, zast. (označnick sever)		Jamská II, zast.		
9	Bezručova u pily, zast. (označnick jih)		Brněnská, zast.		
10	Vejmluvova, zast.		Brněnská Nákupní park, zast.		
11	Nová, zast.		Jihlavská ZDAR, zast.		
12	Bezručova stadion, zast. (označnick sever)		Jihlavská HETTICH, zast.		
13	Bezručova stadion, zast. (označnick jih)		Aut. nádr., zast.		
14	Květná, zast.		Brněnská policie, zast.		
15	Vnitřní, zast.		Horní, zast.		
16	Wonkova, zast.		Nádražní, zast.		
17	Libušínská, zast.		Strojírenská u Hajčmanů (označnick východ)		
18	Sázavská, zast.		Strojírenská u Hajčmanů (označnick západ)		
19	Libická, zast. (označnick jih)		Strojírenská ŽĎAS, zast.		
20	Libická, zast. (označnick sever)		Strojírenská u mostu, zast.		
21	Okružní horní, zast.		Dagmarky, zast.		
22	Okružní rozc. Hamry, zast.				
23	Okružní dolní, zast.				
24	Brodská obch. domy, zast. (MHD)				

Zdroj: autor

3.4 Porovnání variant obchůzky

V tabulce 20 jsou uvedeny všechny varianty obchůzek. Pořadí je určeno především podle času trvání obchůzky od nejnižšího po největší. V případě rovnosti časů by rozhodovala délka obchůzek. Tomu je sice u chůze a použití MHD na lince 6, ale v případě přihlednutí k okolnostem, které jsou uvedeny v podkapitole 3.1.2.1 Linka 6, tak autor variantu s linkou 6 nedoporučuje. Nejlépe vychází jízdní kolo s nejnižšími časy obchůzek, ale v zimním období ho autor nedoporučuje z důvodu zachování bezpečí. Těsně za jízdním kolem se umístil osobní automobil. Poté jízda městskou hromadnou dopravou na lince 7 a následuje chůze. Autor již zmíněnou linku 6 tedy umístil na poslední místo. U variant s MHD je počítáno s délkou, která je pouze pro chůzi a vzdálenost překonaná vozidlem MHD je zde zanedbána. Ale v případě času se jedná o celkový čas obchůzky (chůze + MHD + kontrola zastávek). V případě osobního

automobilu se počítá s délkou obchůzky překonanou pouze osobním automobilem. Vzdálenost pěšky je nepřímo započítaná v čase obchůzky. Opět se zde jedná o celkový čas obchůzky (chůze + osobní automobil + kontrola zastávek). V případě jízdního kola je chůze zcela zanedbána, to znamená, že veškerá délka obchůzky je překonána pomocí jízdního kola. Zde se také jedná o celkový čas obchůzky (jízdní kolo + kontrola zastávek).

Tabulka 20 - Porovnání variant obchůzky

	dokončená integrace		současná integrace		zima - dokonč. integr.		pořadí
	čas (h)	délka (km)	čas (h)	délka (km)	čas (h)	délka (km)	
chůze	12	22,2	6,24	13,1	12,4	23,4	4
MHD - linka 6	12	21,9	-	-	-	-	5
MHD - linka 7	11,7	20,6	5,5	10,4	11,9	21,4	3
osobní automobil	6,7	23,2	3,1	13,6	6,7	23,2	2
jízdní kolo	6,1	21,7	2,7	13	-	-	1

Zdroj: autor

ZÁVĚR

Tato práce se zabývá analýzou možných řešení hledání optimální trasy pro kontrolu zastávek. Cíl práce se povedlo naplnit.

V první části této práce byla definována kontrolní činnost na zastávkách. Zastávky byly kategorizovány. Bylo uvedeno základní vybavení zastávky, které je předmětem kontroly. Byly uvedeny zastávky, které se kontrolují v současném stavu integrace tj. společné zastávky pro MHD a VLD. Byly uvedeny části z technických a provozních standardů VDV. Byla provedena SWOT analýza související s kontrolou zastávek.

Ve druhé části byly popsány možnosti metody navrhování tras. Pomocí matematického řešení z teorie grafů na základě Floyd-Warshallova algoritmu byly nalezeny nejkratší trasy mezi jednotlivými zastávkami a s pomocí algoritmu Clarka a Wrighta bylo určeno pořadí zastávek pro různé obchůzky. Následně byly uvedené možné varianty obchůzek (modifikace).

V poslední části této práce byly představeny možné jednotlivé varianty obchůzek. Byly přestaveny varianty po dokončení integrace městské hromadné dopravy ve Žďáru nad Sázavou do integrovaného dopravního systému Veřejná doprava Vysočiny, varianty při současném stupni integrace a v zimním období. Jednalo se o chůzi, jízdu městskou hromadnou dopravou na lince 6 a 7, jízdu osobním automobilem a jízdu na jízdním kole. V případě městské hromadné dopravy, první část se cestovalo MHD a zbytek trasy pěšky. V případě jízdy osobním automobilem byla převážná část trasy uražena automobilem a pěšky probíhaly části trasy mezi místy parkování a zastávkami. V případě jízdy na jízdním kole se jednalo jen o pohyb na jízdním kole, pohyb pěšky byl zanedbán. Následně byly všechny tyto varianty porovnány.

Autor doporučuje pro obchůzku použít jízdní kolo. Pokud by to nebylo možné (např. v zimním období), poté doporučuje použít osobní automobil, jízdu městskou hromadnou dopravou a poté chůzi. Všechny itineráře tras jsou uvedeny v kapitole 3 a mapy tras v přílohách.

SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

- (1) BULÍČEK, Josef. Kontrola plnění standardů kvality na zastávkách - optimalizační model. In: KOLEKTIV. Verejná osobná doprava 2019. Kongres STUDIO, spol., 2019, 128 s. ISBN 978-80-89565-40-5.
- (2) ČSN 73 6425-1. Autobusové, trolejbusové a tramvajové zastávky, přestupní uzly a stanoviště - Část 1: Navrhování zastávek. ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, Praha. 2007, 52 s.
- (3) VOLEK, Josef a Bohdan LINDA. Teorie grafů – aplikace v dopravě a veřejné správě. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2012, 192 s. ISBN 978-80-7395-225-9.
- (4) MHD-ZR.XF.CZ. INTERAKTIVNÍ MAPA MĚSTA A MHD (TOPOGRAFICKÁ) [online]. In: . [cit. 2021-03-18]. Dostupné z: <http://www.mhd-zr.xf.cz/intermap.htm>
- (5) MHDZDAR.CZ. MAPA ZASTÁVEK [online]. In: . [cit. 2021-03-24]. Dostupné z: <http://www.mhdzdar.cz/soubory/2015/07/schema-20180101-web-1.jpg>
- (6) IDOS © CHAPS SPOL. S R.O. Jízdní řád - linka 6 - Žďár nad Sázavou. Dostupné také z: http://portal.idos.cz/Down.aspx?f=pdf/L845004_210101_289333.pdf
- (7) IDOS © CHAPS SPOL. S R.O. Jízdní řád - linka 7 - Žďár nad Sázavou. Dostupné také z: http://portal.idos.cz/Down.aspx?f=pdf/L845007_210101_289336.pdf
- (8) IDOS © CHAPS SPOL. S R.O. Jízdní řád - linka 4 - Žďár nad Sázavou. Dostupné také z: http://portal.idos.cz/Down.aspx?f=pdf/L845004_210101_289333.pdf
- (9) KRAJ VYSOČINA. Technické a provozní standardy VDV [online]. 2021. 45 s. [cit. 2021-4-6].
- (10) KORÁBEK, Aleš. Nový typ označníku, zastávka Brodská [online]. In: . [cit. 2021-04-08]. Dostupné z: <http://ales.korabek.sweb.cz/Mhd/obr/Zas01.gif>
- (11) MHD-ZR.XF.CZ. Fotografie (prosinec 2020) [online]. 2020 [cit. 2021-7-27]. Dostupné z: <http://www.mhd-zr.xf.cz/kartymhd/stu1.html>

SEZNAM PŘÍLOH

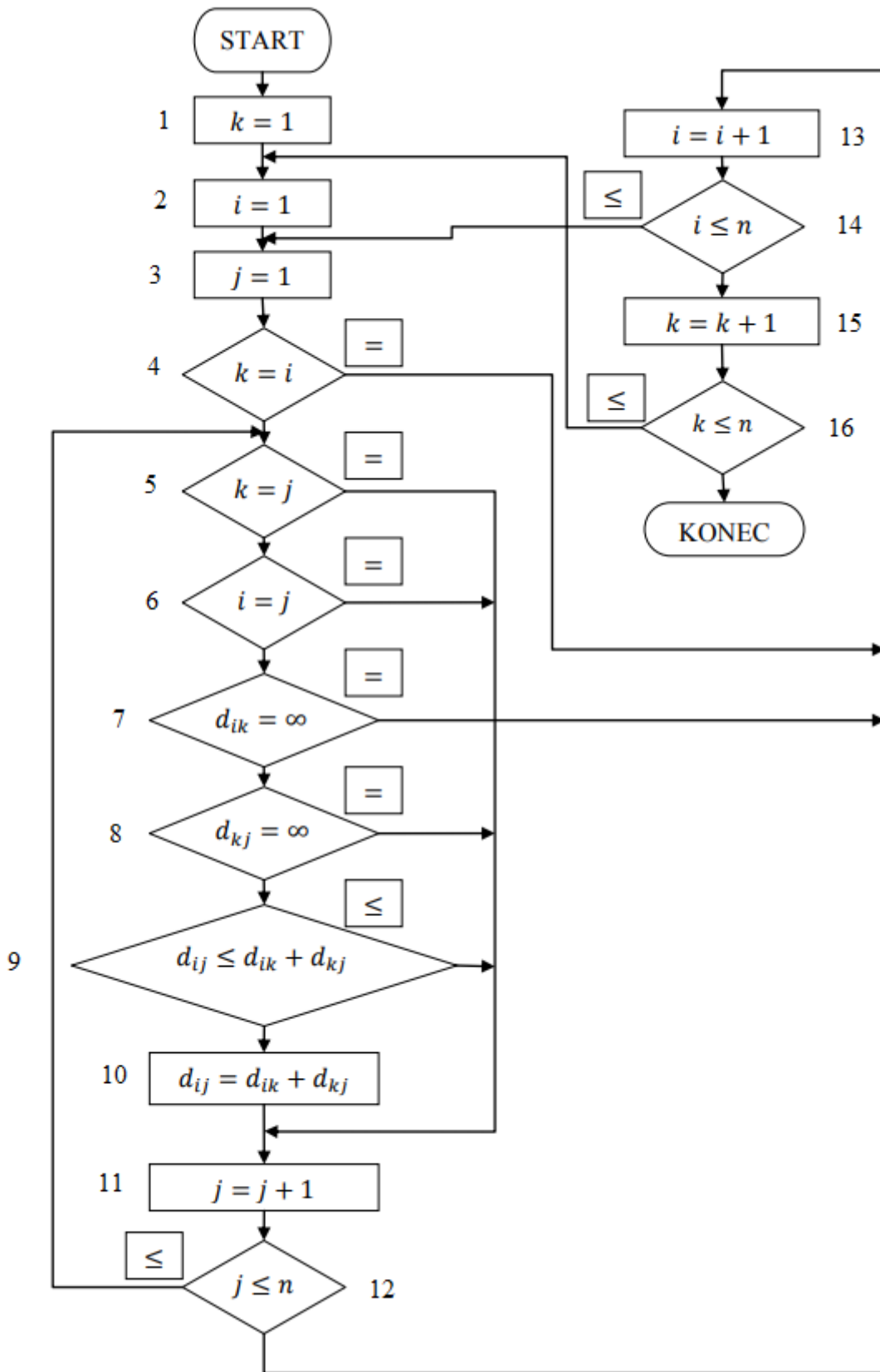
Příloha A- Tabulka pro záznam kontroly závad na zastávkách.....	53
Příloha B- Vývojový diagram Floyd-Warshallova algoritmu	54
Příloha C - Časové přírážky pro jízdu osobním automobilem.....	55
Příloha D - Referenční návrh pro chůzi převzatý z prezentovaného modelu v Bratislavě	56
Příloha E - Schéma linek MHD ve Žďáru nad Sázavou	57
Příloha F - Trasa pěšky a MHD č.6	58
Příloha G - Trasa pěšky a MHD č. 7.....	59
Příloha H – Trasa při použití osobního automobilu.....	60
Příloha I – Trasa při použití jízdního kola	61
Příloha J - Trasa pěšky při současném stupni integrace	62
Příloha K - Trasa pěšky v kombinaci s MHD č. 7 při současném stupni integrace	63
Příloha L - Trasa při použití osobního automobilu při současném stupni integrace	64
Příloha M - Trasa na jízdním kole při současném stupni integrace.....	65
Příloha N - Trasa pěšky v zimě.....	66
Příloha O - Trasa pěšky v kombinaci s MHD č. 7 v zimě	67

Příloha A- Tabulka pro záznam kontroly závad na zastávkách

Tabulka pro záznam kontroly závad na zastávkách						
Jméno pracovníka:			Datum kontroly:			
Zastávka	Označník	Jízdní řád	Jiné informace	Lavička, koš a přístřešek	Závady	
A	Aut. nádr.	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
	Bezručova stadion (ozn. jih)	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
	Bezručova stadion (ozn. sever)	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
	Bezručova u pily (ozn. jih)	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
	Bezručova u pily (ozn. sever)	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
B	Brněnská Nákupní park	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
	Brněnská policie	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
	Brněnská	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
	Brodská obch. domy (MHD)	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
D	Dagmarky	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
H	Havlíčkovo nám.	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
	Horní	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
	Jamská I	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
	Jamská II	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
J	Jihlavská HETTICH	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
	Jihlavská ZDAR	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
K	Květná	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
	Libická (ozn. jih)	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
L	Libická (ozn. sever)	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
	Libušinská	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
	Nádražní	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
	Neumannova (ozn. východ)	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
N	Neumannova (ozn. západ)	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
	Nová	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
	Novoměstská	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
	Okružní dolní	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
O	Okružní horní	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
	Okružní rozc. Hamry	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
P	Piřská nádrž	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
	Sázavská	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
	Strojírenská u Hajčmanů (ozn. východ)	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
	Strojírenská u Hajčmanů (ozn. západ)	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
S	Strojírenská u mostu	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
	Strojírenská ŽDAS	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
	Studentská	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
	Sychrova	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
T	TOKOZ	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
	TOKOZ (parkoviště)	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
	Vejmluvova	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
V	Vnitřní	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
	Vodojem Jamborova	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
W	Wonkova	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
Z	Zámek	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
	Zelená hora, hřbitov	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	
Ž	Žižkova	✓ - X	✓ - X	✓ - X	✓ - X	

Zdroj: autor

Příloha B- Vývojový diagram Floyd-Warshallova algoritmu



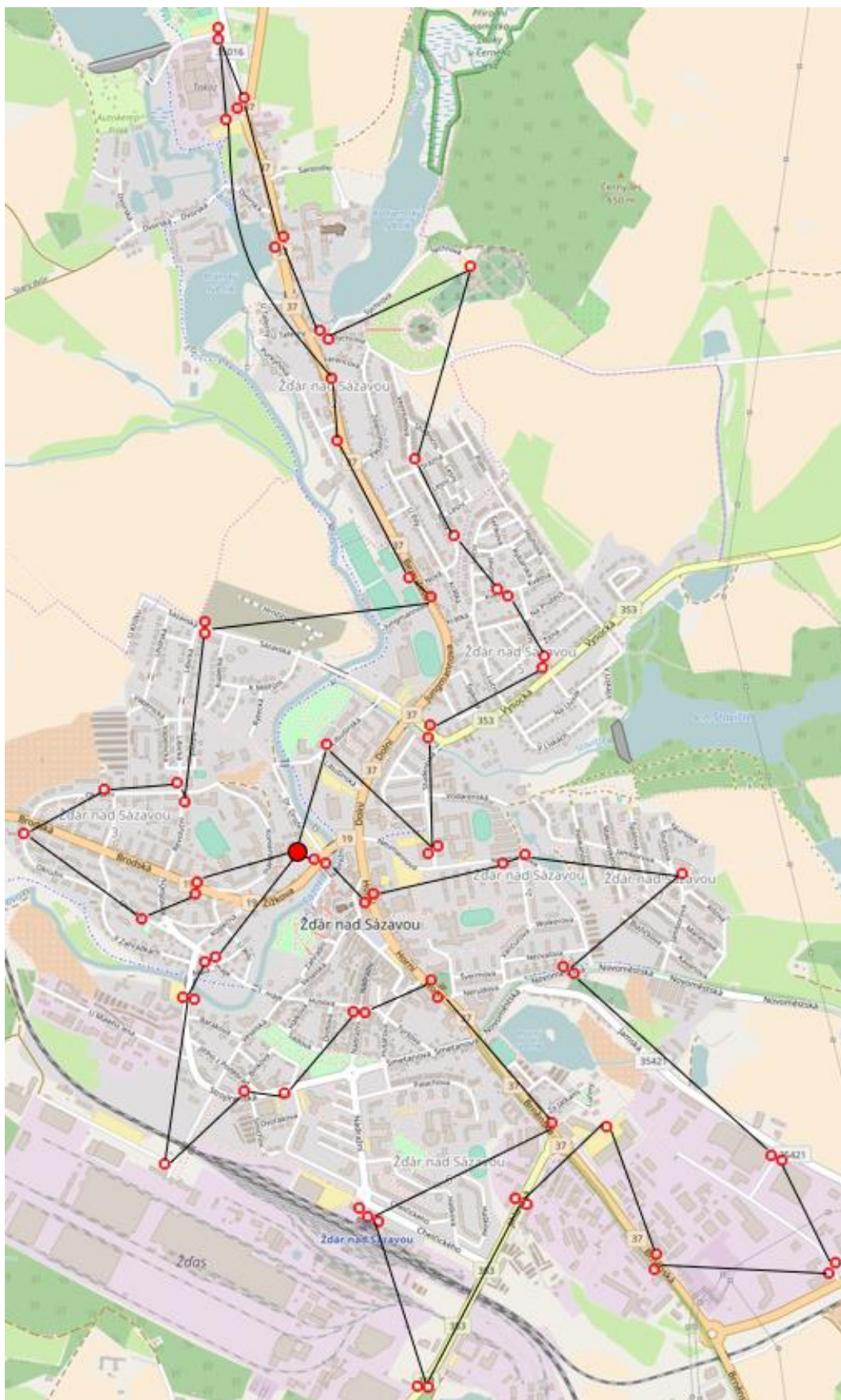
Zdroj: (3)

Příloha C - Časové přírážky pro jízdu osobním automobilem

název zastávky	čas na obsluhu (min)	vzdálenost od parkování (m);(min)	nástup/výstup (min)	celkový čas obsluhy (min)
Pílská nádrž, zast.	7,4	14	0,56	8,46
TOKOZ, zast.	7,3	50	2	13,6
TOKOZ, zast. (parkoviště)	3	20	0,8	
Zámek, zast.	8,2	80	3,2	11,9
Sychrova, zast.	6,4	0	0	6,9
Zelená hora, hřbitov, zast.	4	0	0	4,5
Vejmlovova, zast.	3	15	0,6	4,1
Nová, zast.	3	10	0,4	3,9
Bezručova u pily, zast. (označnick sever)	3,2	120	4,8	14,7
Bezručova u pily, zast. (označnick jih)	4,2	50	2	
Bezručova stadion, zast. (označnick sever)	4,2	10	0,4	11,9
Bezručova stadion, zast. (označnick jih)	3,2	90	3,6	
Květná, zast.	7,3	25	1	8,8
Vnitřní, zast.	7,3	0	0	7,8
Wolkova, zast.	8,2	0	0	8,7
Sázavská, zast.	8,6	40	1,6	10,7
Libická, zast. (označnick sever)	4,2	30	1,2	11,3
Libická, zast. (označnick jih)	4,2	30	1,2	
Libušinská, zast.	4	10	0,4	4,9
Žižkova, zast.	10	10	0,4	10,9
Brodská obch. domy, zast. (MHD)	8,8	0	0	9,3
Okružní horní, zast.	4	10	0,4	4,9
Neumannova, zast. (označnick západ)	4,2	80	3,2	13,3
Neumannova, zast. (označnick východ)	4,2	30	1,2	
Vodojem Jamborova, zast.	4	0	0	4,5
Okružní rozc. Hamry, zast.	4	45	1,8	6,3
Okružní dolní, zast.	4	10	0,4	4,9
Dagmarovy, zast.	6,4	0	0	6,9
Strojirenská u mostu, zast.	9,4	20	0,8	10,7
Strojirenská u Hajčmanů (označnick západ)	4,2	75	3	13,9
Strojirenská u Hajčmanů (označnick východ)	3,2	75	3	
Havlíčkovo nám., zast.	7	30	1,2	8,7
Horní, zast.	12	70	2,8	15,3
Nádražní, zast.	6,4	30	1,2	8,1
Novoměstská, zast.	14	25	1	15,5
Strojirenská ŽĎAS, zast.	3	60	2,4	5,9
Aut. nádr., zast.	14	30	1,2	15,7
Brněnská Nákupní park, zast.	3	30	1,2	4,7
Brněnská policie, zast.	3	100	4	7,5
Jihlavská ZDAR, zast.	9	25	1	10,5
Jihlavská HETTICH, zast.	9	20	0,8	10,3
Jamská I, zast.	8	0	0	8,5
Jamská II, zast.	6,4	30	1,2	8,1
Brněnská, zast.	8	50	2	10,5
Studentská, zast.	7,3	40	1,6	9,4
Celkem	277,4	1489	59,56	356,46

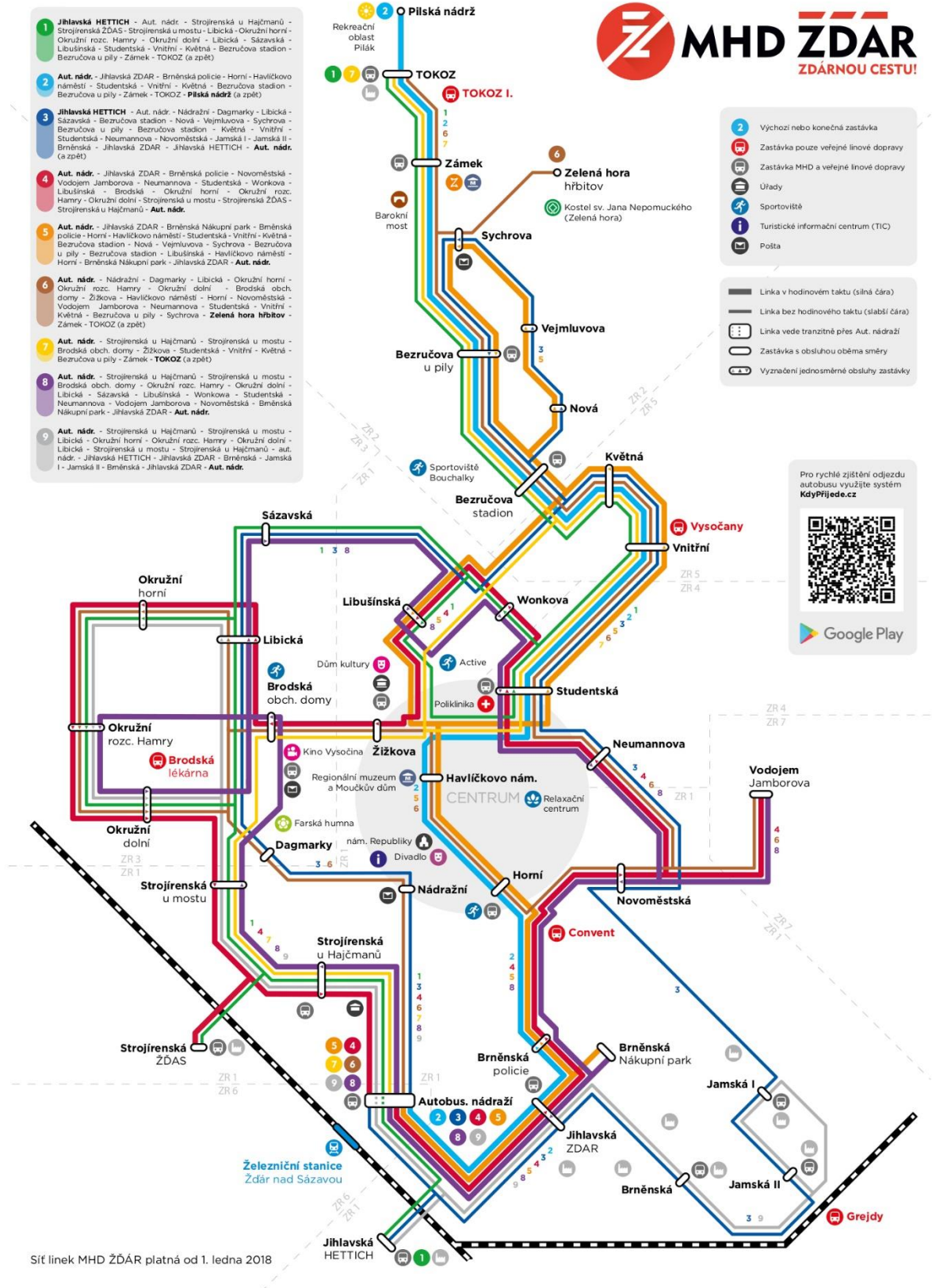
Zdroj: autor na podkladu (1)

Příloha D - Referenční návrh pro chůzi převzatý z prezentovaného modelu v Bratislavě



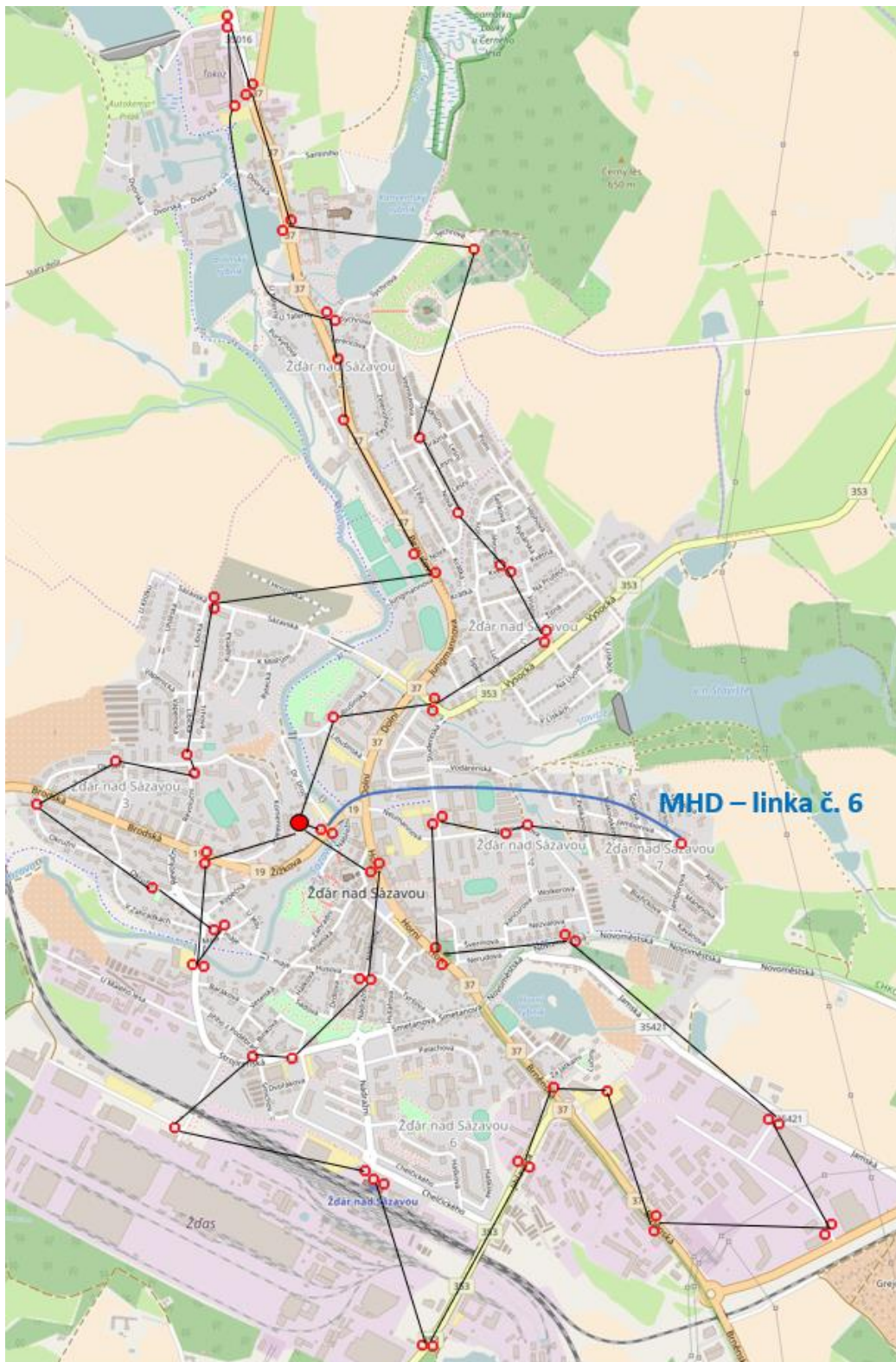
Zdroj: (4), úprava autor

Příloha E - Schéma linek MHD ve Žďáru nad Sázavou



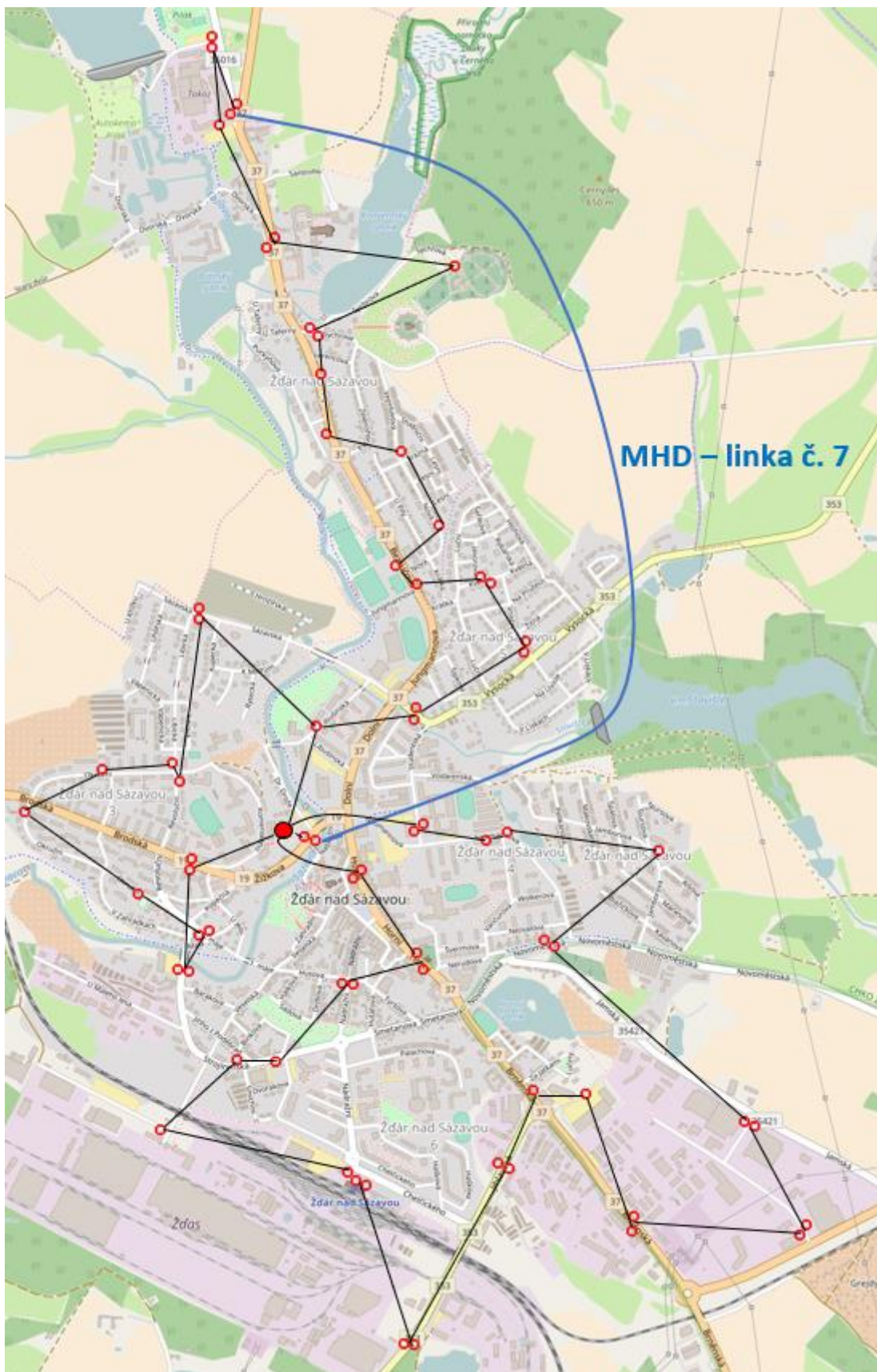
Zdroj: (5)

Příloha F - Trasa pěšky a MHD č.6



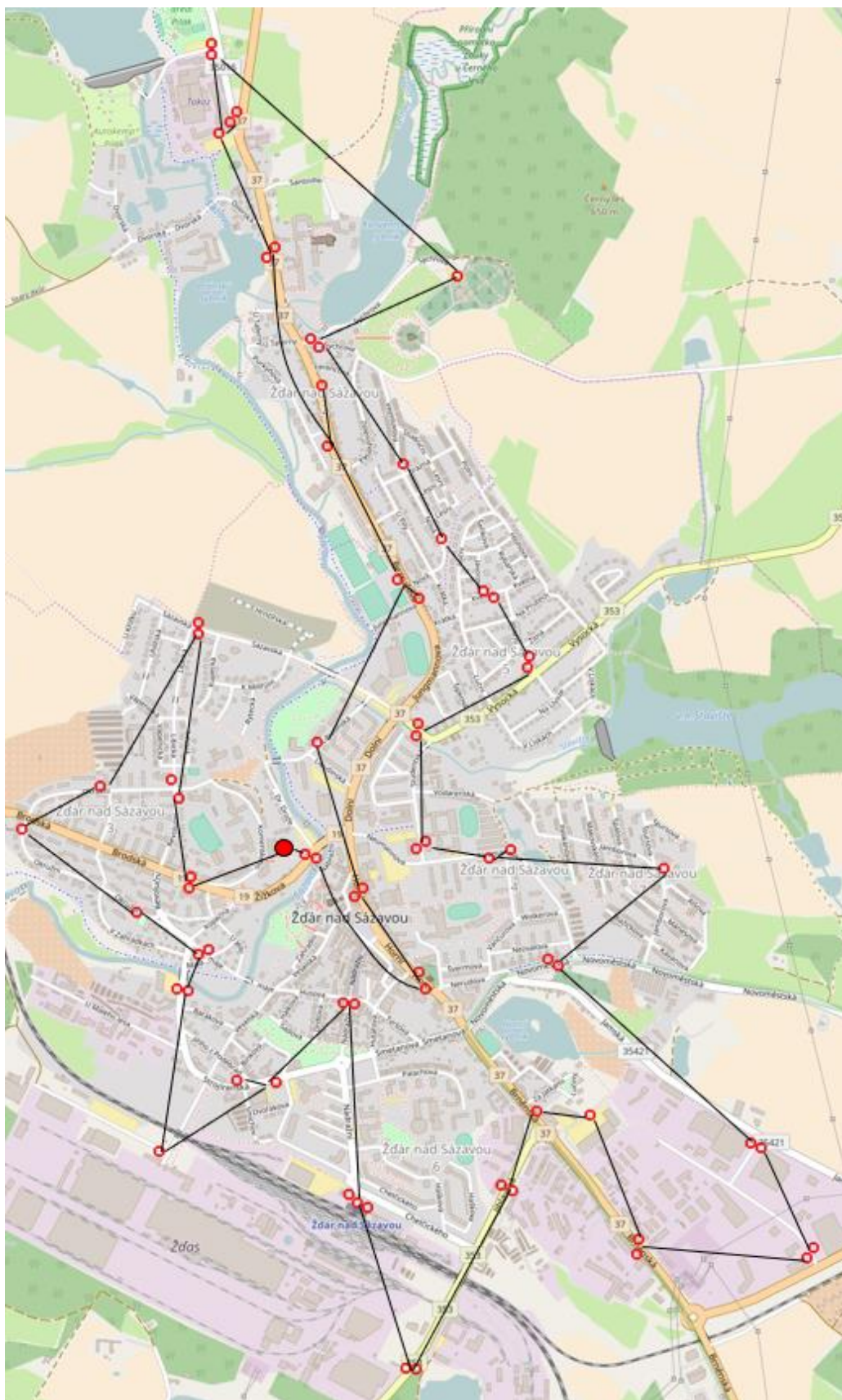
Zdroj: (4), úprava autor

Příloha G - Trasa pěšky a MHD č. 7



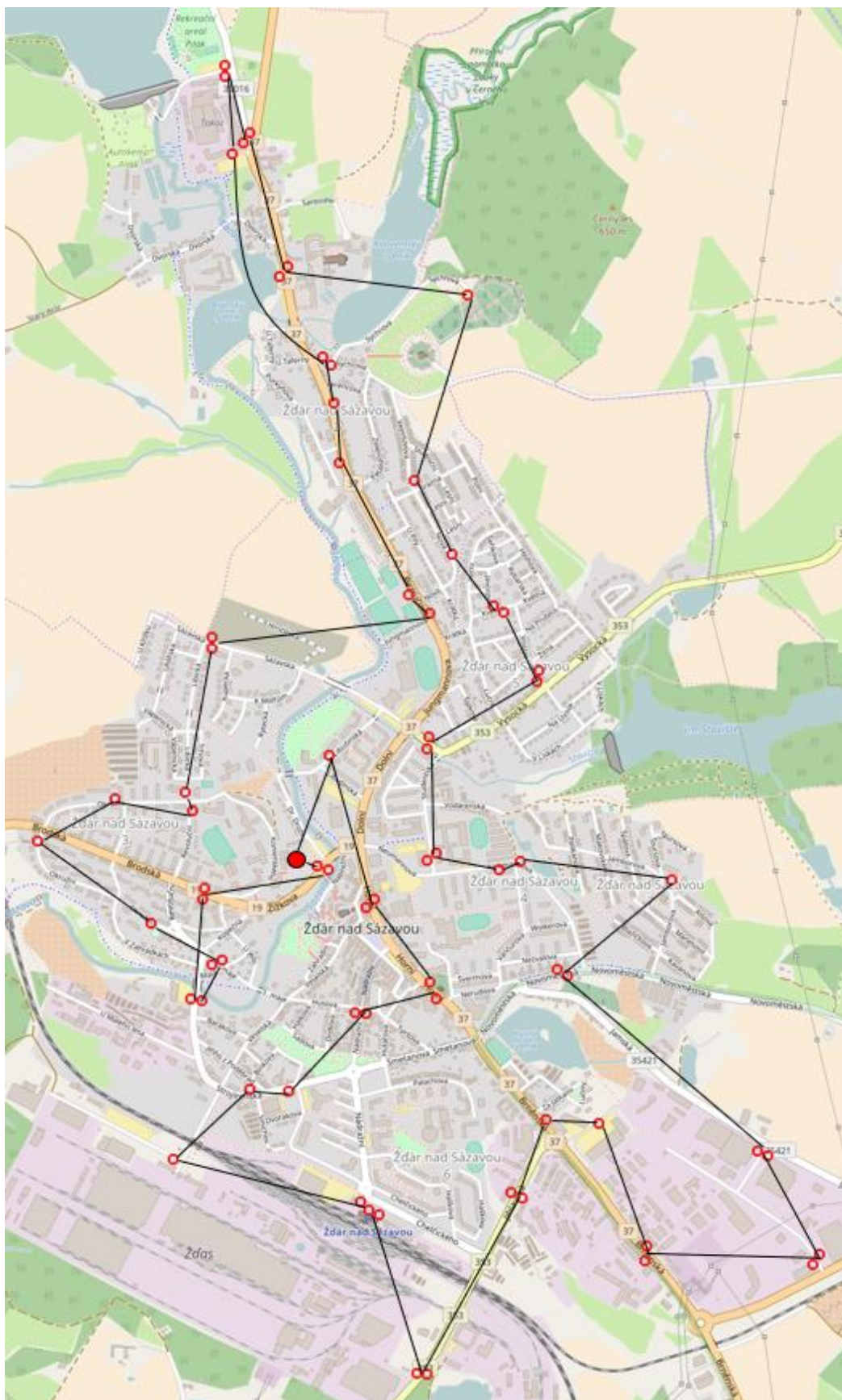
Zdroj: (4), úprava autor

Příloha H – Trasa při použití osobního automobilu



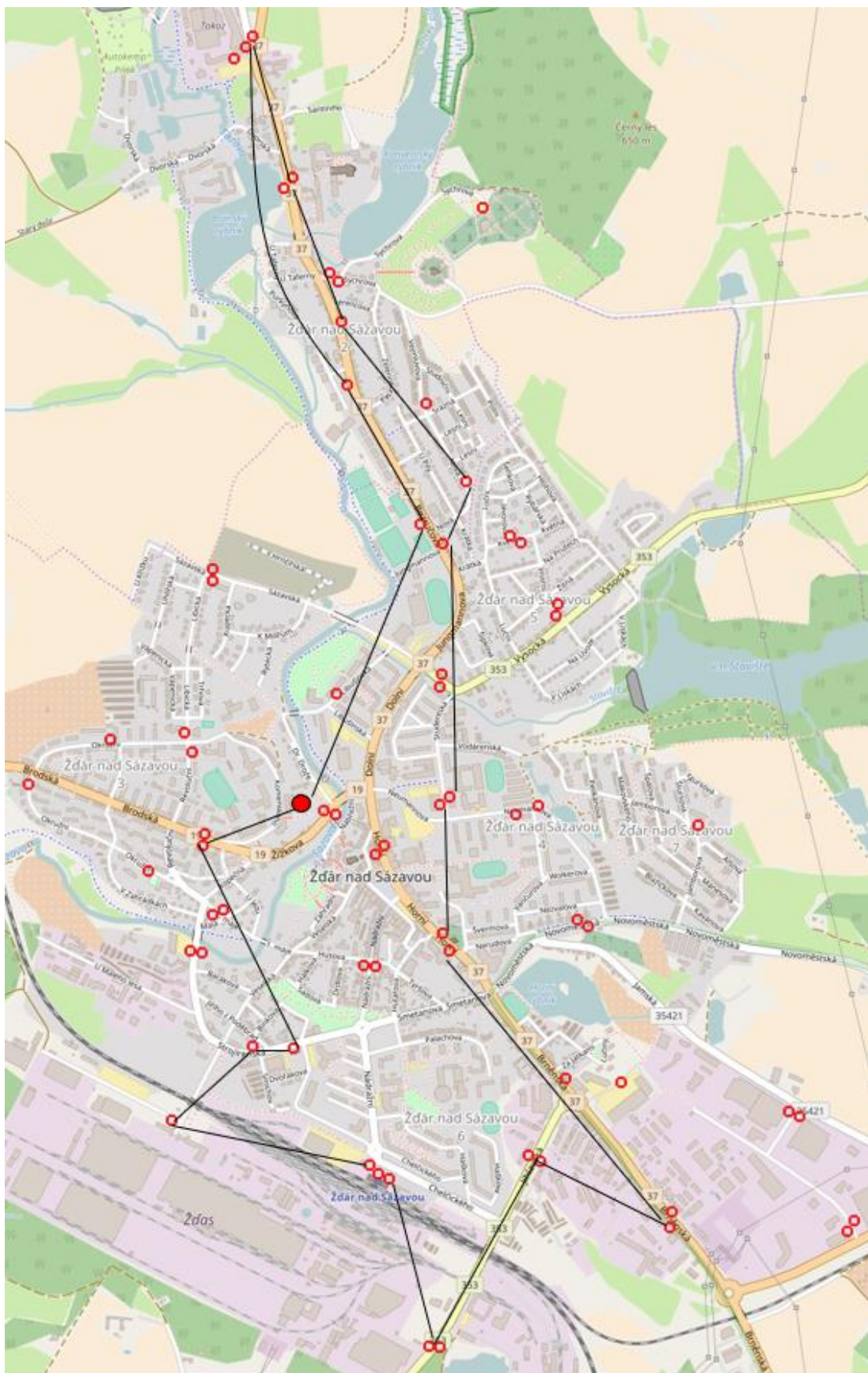
Zdroj: (4), úprava autor

Příloha I – Trasa při použití jízdního kola



Zdroj: (4), úprava autor

Příloha J - Trasa pěšky při současném stupni integrace



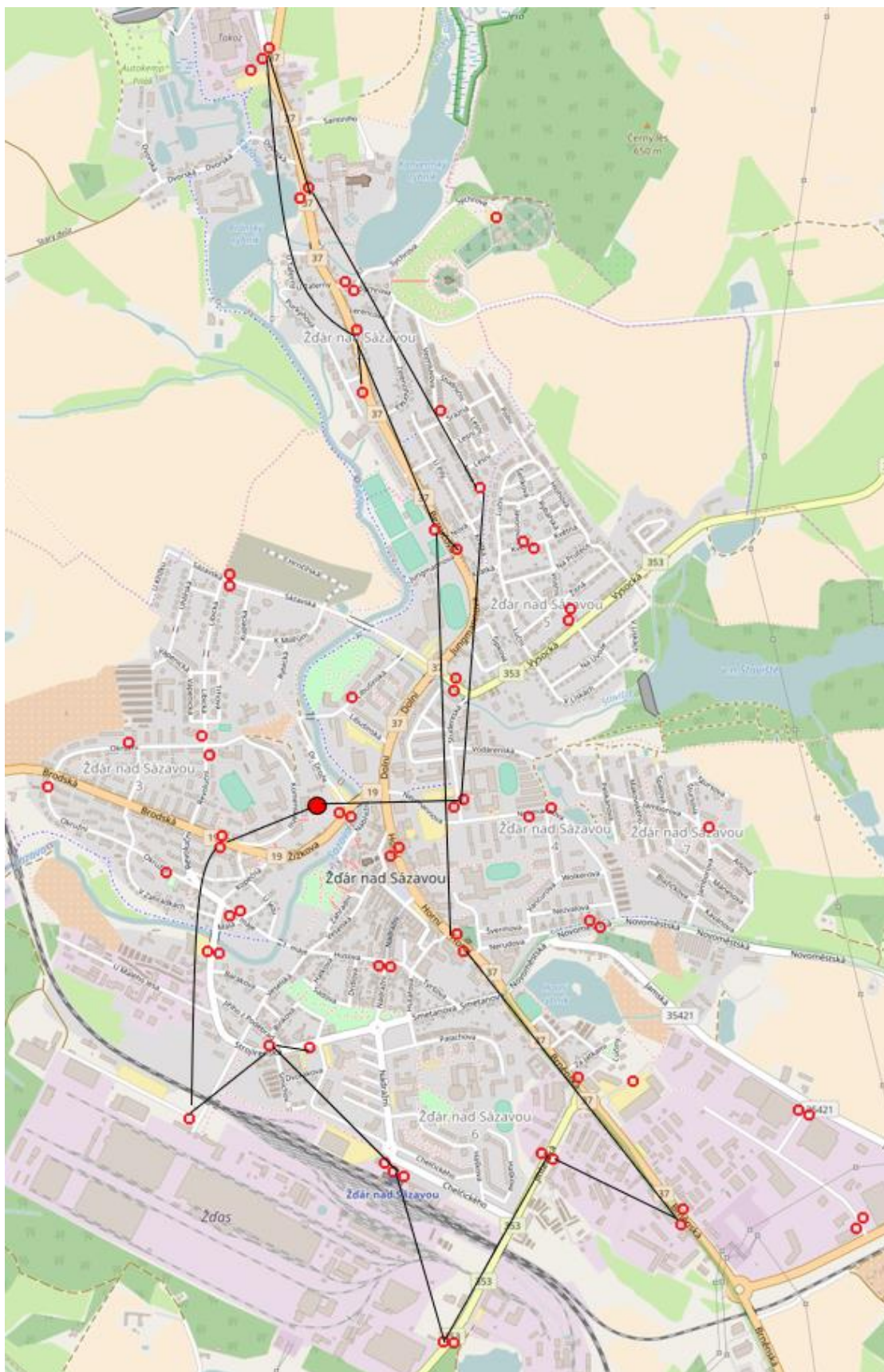
Zdroj: (4), úprava autor

Příloha K - Trasa pěšky v kombinaci s MHD č. 7 při současném stupni integrace



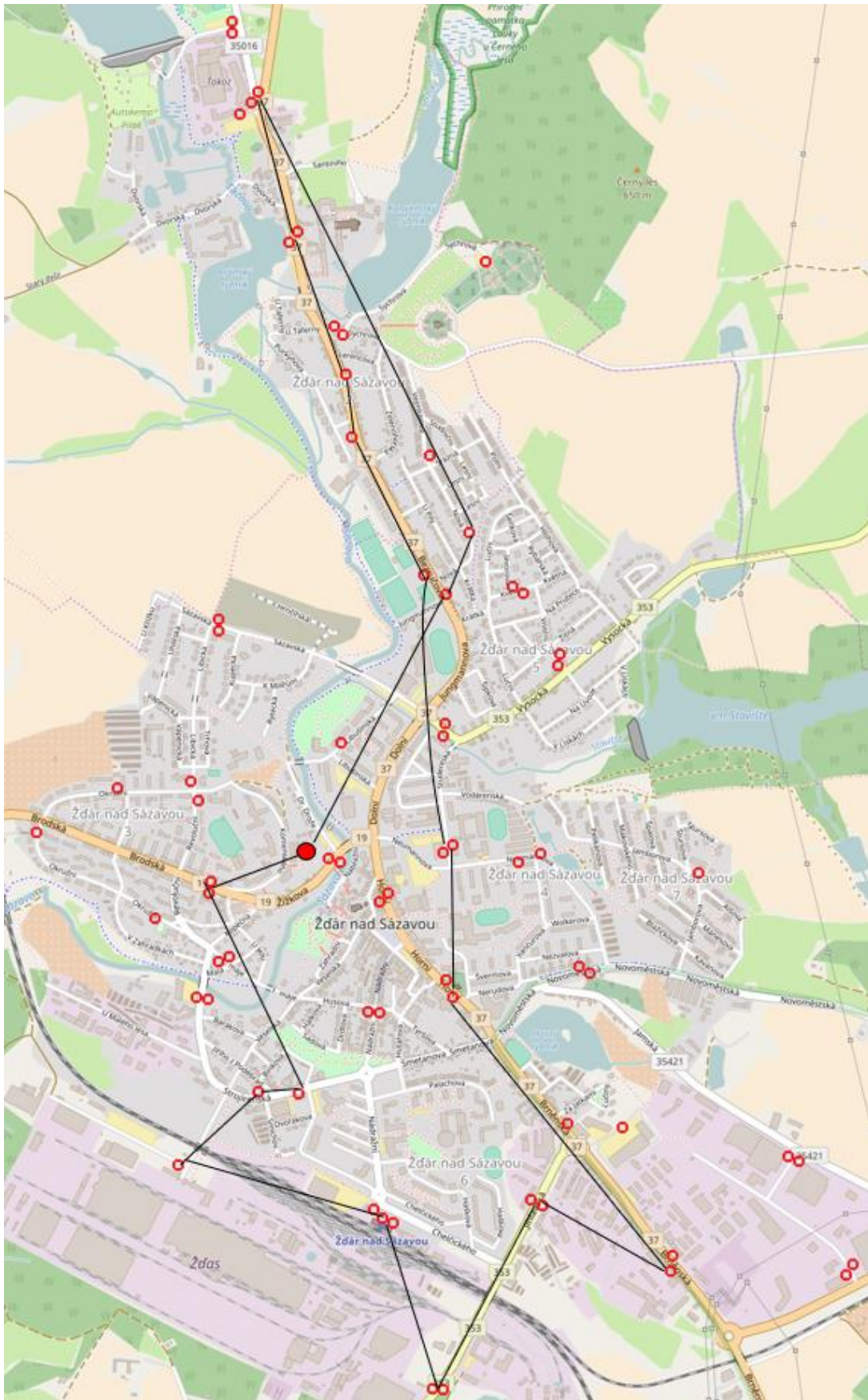
Zdroj: (4), úprava autor

Příloha L - Trasa při použití osobního automobilu při současném stupni integrace



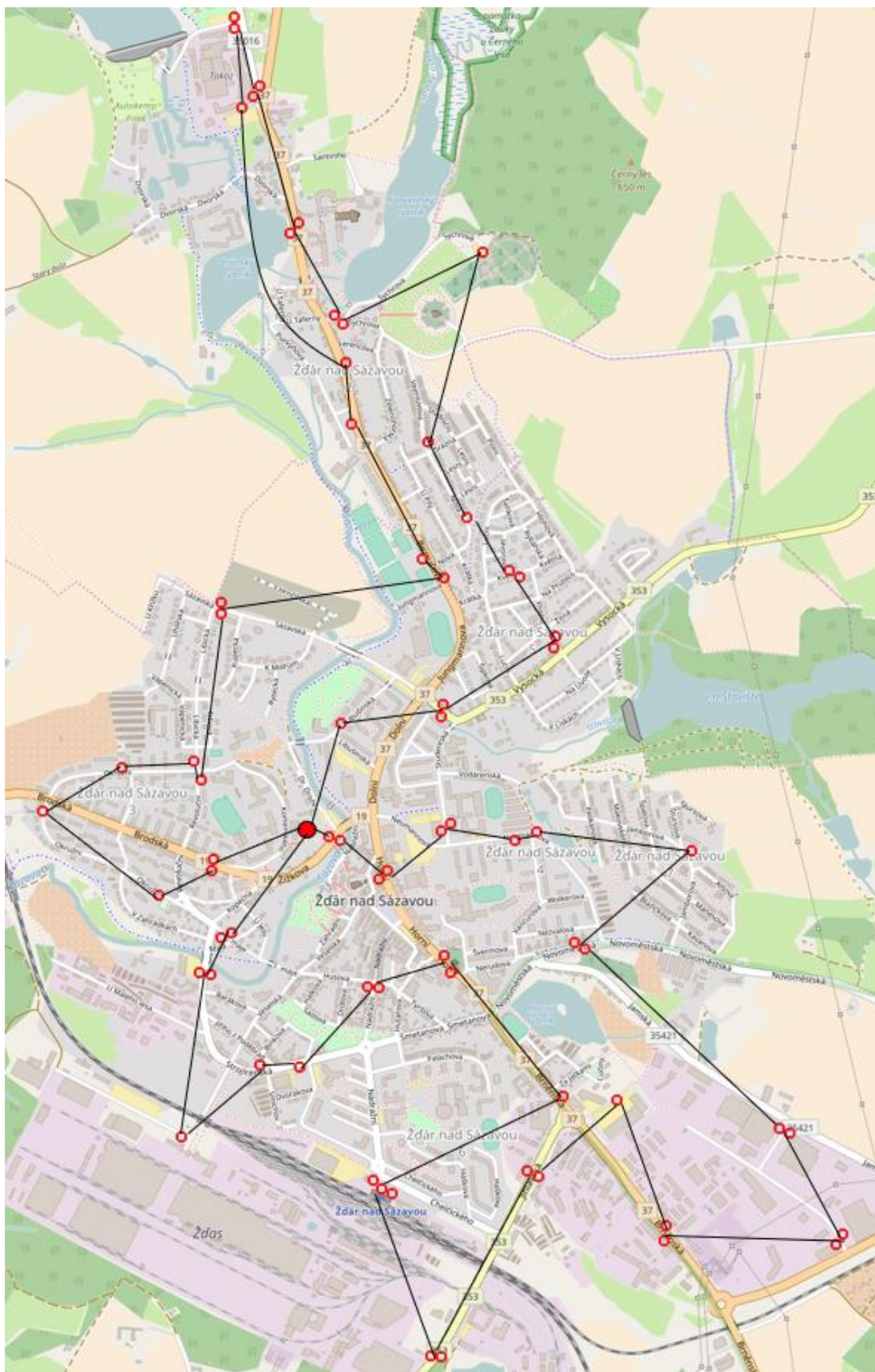
Zdroj: (4), úprava autor

Příloha M - Trasa na jízdním kole při současném stupni integrace



Zdroj: (4), úprava autor

Příloha N - Trasa pěšky v zimě



Zdroj: (4), úprava autor

Příloha O - Trasa pěšky v kombinaci s MHD č. 7 v zimě



Zdroj: (4), úprava autor