



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

Bc. Daniel Karch

**STUDIE PROPOJENÍ TT EDEN – BOHDALEC –
MICHLE**

Diplomová práce

2017



K612..... Ústav dopravních systémů

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Daniel Karch

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

N 3710 – DS – Dopravní systémy a technika

Název tématu (česky): **Studie propojení TT Eden – Bohdalec – Michle**

Název tématu (anglicky): Design of a Tram Connection Eden - Bohdalec - Michle

Zásady pro vypracování

Při zpracování diplomové práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- navrhnete ve variantách propojení stávajících tramvajových tratí ve Vršovicích a v Záběhlicích,
- vyřešte umístění zastávek a vhodné vedení tramvajové trati v zastavěném i nezastavěném území,
- vyberte optimální variantu a k ní doporučte návrh linkového vedení a bilanci potřeby dopravních prostředků,
- vypracujte vybrané detailní přílohy kritických uzlů projektu (křížení, napojení na stávající tramvajovou síť).

Rozsah grafických prací: stanoví vedoucí diplomové práce

Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)

Seznam odborné literatury:

- Kubát, Pejša, Jacura, Trešl „Městská a příměstská kolejová doprava“ (Kluwer 2010)
- Kubát, Penc „Městská kolejová doprava“ (ČVUT 2000)
- Příslušné ČSN (zejména 28 0318, 73 6110, 73 6405, 73 6412, 73 6425)

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Miroslav Penc, Ph.D.

Ing. Martin Jacura, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce:

30. června 2015

(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:

30. listopadu 2016

- 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

prof. Ing. Pavel Příbyl, CSC.
vedoucí
Ústavu dopravních systémů



prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek, dr. h. c.
děkan fakulty



Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.

Bc. Daniel Karch
jméno a podpis studenta

V Praze dne 29. června 2016

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval Ing. Miroslavu Pencovi, Ph.D. za vedení diplomové i bakalářské práce a za vstřícnost při odborných konzultacích. Dále chci poděkovat všem, kteří mne při studiu podporovali, zvláště pak své rodině.

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užití 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 30. 11. 2016

.....

podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta dopravní

STUDIE PROPOJENÍ TT EDEN – BOHDALEC – MICHLE

diplomová práce

listopad 2016

Autor: Bc. Daniel Karch

Vedoucí práce: Ing. Miroslav Penc, Ph.D

Abstrakt

Předmětem diplomové práce „Studie propojení TT Eden – Bohdalec – Michle“ je navrhnout systémové propojení tramvajové sítě v oblasti Vršovic a Záběhlic, které zajistí i přímou obsluhu území podél nové tratě a řeší vazby na ostatní druhy dopravy. Byly navrženy 3 varianty, ze kterých byla vybrána optimální výsledná. Všechny varianty zohledňují územní plán i Zásady územního rozvoje a polohu klíčových inženýrských sítí. Dále byla pozornost věnována ochraně životního prostředí a bezpečnosti pěších.

Abstract

The subject of diploma thesis “Design of a Tram Connection TT Eden – Bohdalec – Michle” is suggestion of system connection of tram network in area of Vršovice and Záběhlíce, which provides direct service along new track and solves bonds on other means of transport. Final option was chosen from three proposed options. All option are taking account of local plan and principles of regional planning as well as situation of crucial utilities. Attention was also paid to environmental protection and safety of pedestrians.

Klíčová slova

městská hromadná doprava, tramvajová trať, směrové a výškové vedení trati, místní komunikace, bezpečnost provozu, rozvojové území

Keywords

public transport, tram track, horizontal and vertical layout of track, local communications, traffic safety, developing area

Obsah

Obsah	5
Seznam použitých zkratk	6
1. Úvod	7
2. Popis řešené oblasti	8
3. Historie oblasti	11
4. Současný stav linkového vedení	13
5. Navrhované úpravy	16
5.1. Obecné zásady návrhu	16
5.2. Varianta 1	18
5.3. Varianta 2	25
5.4. Varianta 3	31
6. Zhodnocení variant	39
7. Výsledná varianta	40
7.1. Směrové prvky	40
7.2. Sklonové prvky	45
7.3. Přechodnice a převýšení	46
8. Úpravy linkového vedení	49
9. Závěr	50
10. Fotodokumentace	51
11. Použité zdroje	62
12. Seznam příloh	63

Seznam použitých zkratk:

ČSN	Česká státní norma
MHD	Městská hromadná doprava
IAD	Individuální automobilová doprava
SSZ	Světelné signalizační zařízení
MK	Místní komunikace
SŽDC	Správa železniční dopravní cesty, státní organizace
IS	Inženýrské sítě
ÚP	Územní plán
ZÚR	Zásady územního rozvoje
MP	Metropolitní plán

1. Úvod

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout propojení tramvajové sítě v ose Eden – Bohdalec – Michle v několika variantách. V severní části je území ohraničeno třídou Vršovická a na jihu ulicemi U Plynárny a Záběhlickou. Práce se zároveň zabývá i přímou obsluhou území okolo nové tratě. V současnosti je oblast obsluhována autobusovou dopravou, která je silná převážně ve směru od Slavia směrem na jih. V oblasti Bohdalce se dnes nachází především průmyslové, firemní a dopravní areály, na Slatinách zase zahrádky. V obou místech je také velké množství zanedbaných a neudržovaných ploch. Dále územím prochází železniční trať 220, 221, která v nejbližší době projde rekonstrukcí s názvem „Optimalizace traťového úseku Praha Hostivař – Praha hlavní nádraží“ včetně vybudování nové zastávky „Praha Eden“. Železnice je nyní velkou územní bariérou, což by se po rekonstrukci mělo zlepšit, převážně z důvodu redukce kolejiště o dnes již nepoužívané koleje a plochy po bývalých kolejích v prostoru bývalého Seřaďovacího nádraží Praha – Vršovice.

Celá oblast Slatin a Bohdalce je považována za rozvojovou a do budoucna se zde počítá s masivní bytovou zástavbou, což bude znamenat i nutnost posílení veřejné dopravy. Dále se do budoucna počítá s tzv. „Východní tramvajovou tangentou“, která povede ve směru od Palmovky přes Želivského na Jižní město. Budou využity převážně současné tratě, ale také bude nutnost vybudovat nové. Propojení řešené v této práci je jednou z nich.

Byly navrženy tři varianty, ze kterých byla vybrána optimální výsledná varianta. Všechny se na severu napojují na Vršovickou třídu na křižovatkách Koh-i-noor, Slavia a Kubánské náměstí, na jihu na křižovatku U Plynárny / Chodovská / Záběhlická. První varianta byla uvažována jako přímé propojení ve směru na centrum (náměstí Míru, I. P. Pavlova), druhá varianta obsluhuje i okolí Edenu a tramvaje by nahradily množství autobusů projíždějících přes Bohdalec a třetí varianta je brána jako rozvojová, navíc je přímo ve směru výše zmíněné uvažované tangenty.

Návrh variant byl komplikovaný z důvodu velmi stísněných poměrů a převážně kvůli výškovému vedení. Všechny tři varianty byly navrženy podle platných norem ČSN, dále zohledňují polohu klíčových inženýrských sítí, územní plán a Zásady územního rozvoje, bezpečnost provozu i pěších, hlukovou zátěž i ochranu životního prostředí.

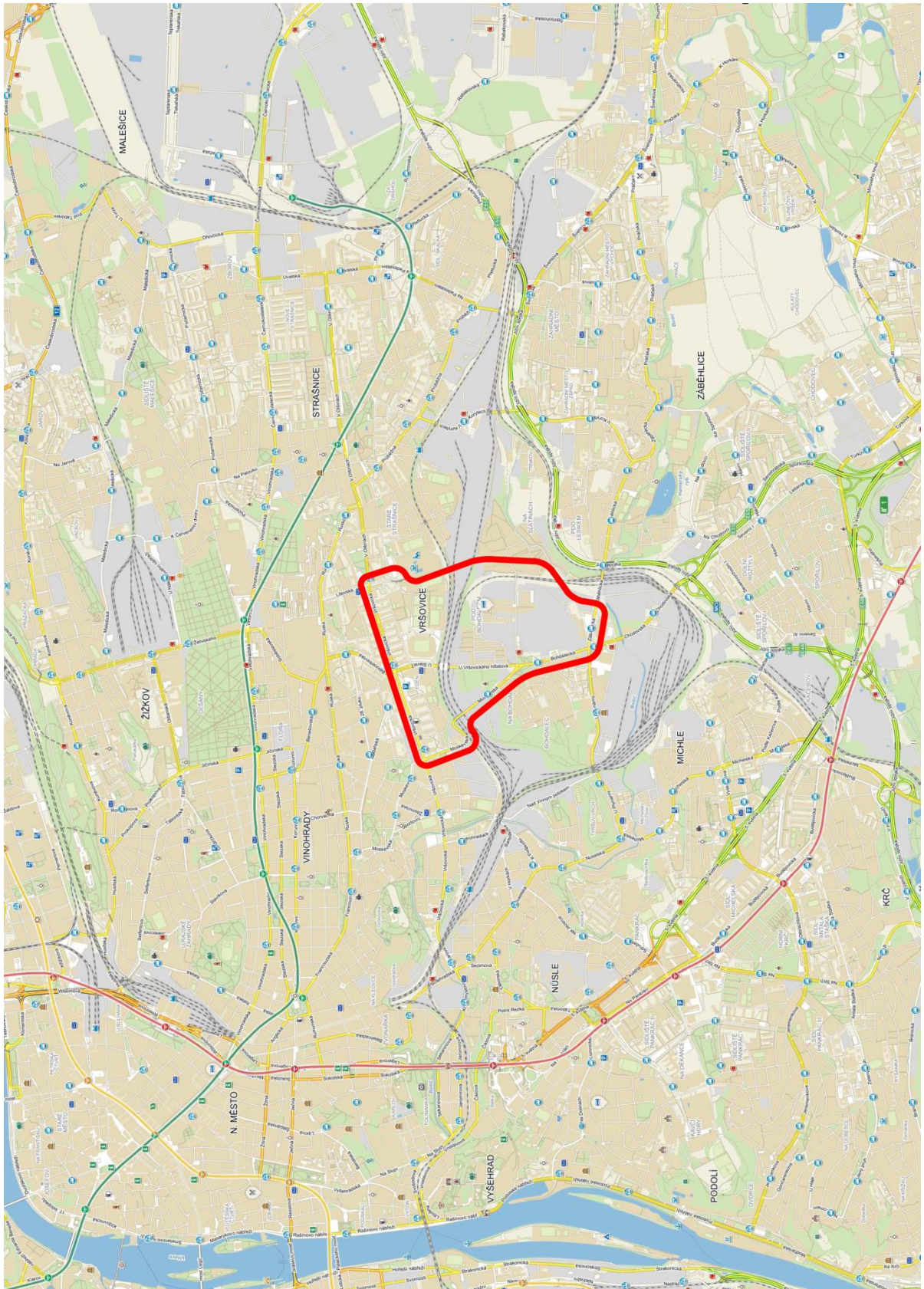
2. Popis řešené oblasti

Vybraná oblast se nachází v jihovýchodní části Prahy ve správním území Prahy 10 a zasahuje do městských částí Vršovice, Strašnice a Michle. Ze severu je ohraničena Vršovickou třídou, ze západu ulicemi Moskevskou a Bohdaleckou, z jihu Záběhlickou a z východu Odstavným nádražím jih a Slatinami.

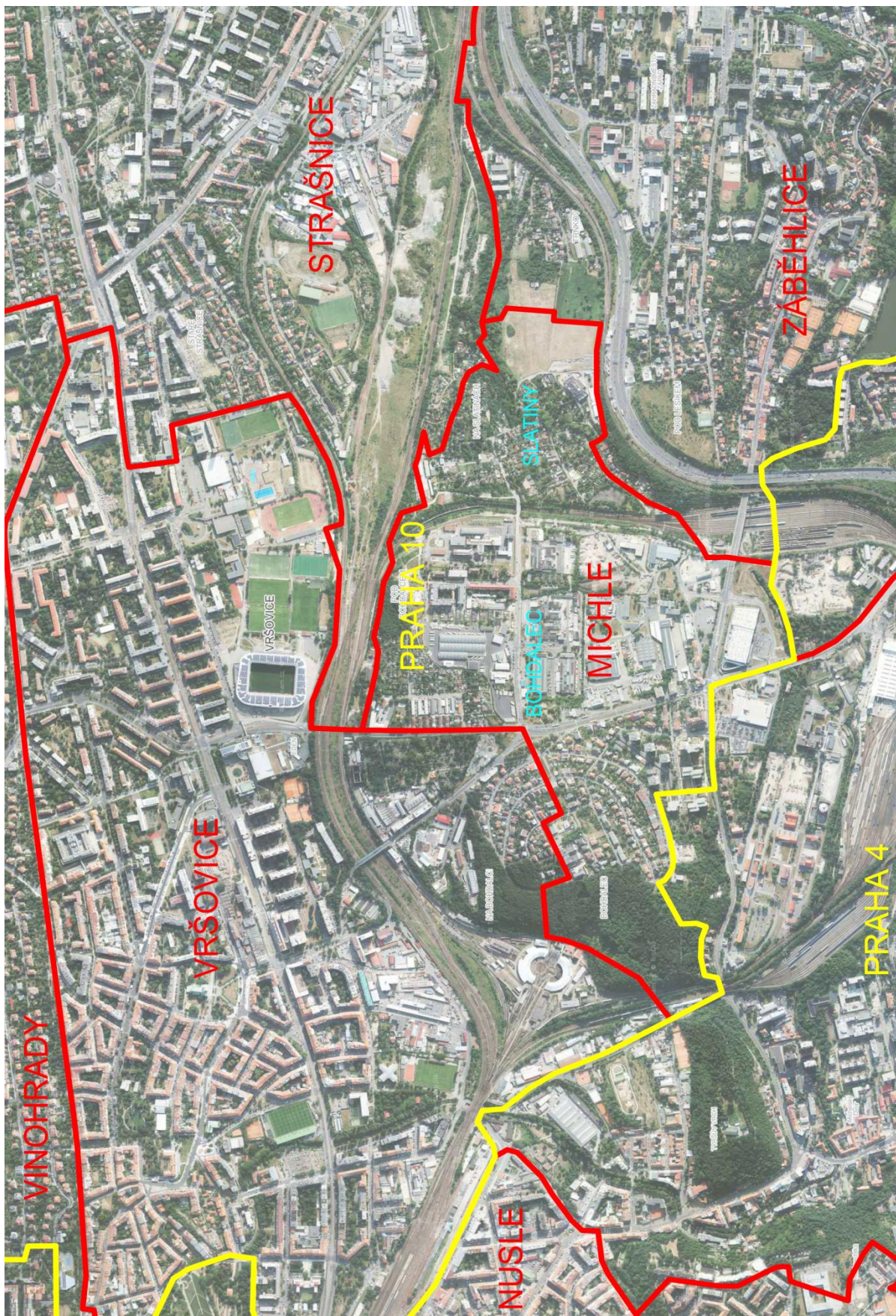
Primárně jde o oblast Bohdalce, což je návrší ohraničené ze všech stran železničními tratěmi. Je nejvyšším místem Prahy 10, nad okolní terén se zvedá až o 80 m. Bohdalec je rozdělen vytíženou komunikací U Vršovického hřbitova a Bohdalecká na dvě téměř stejně velké poloviny. Západní polovinu tvoří převážně zástavba rodinných domů, vil a několika bytových domů. Dále se zde nachází lesní porost. Východní polovina je průmyslová. Nachází se zde mnoho firemních areálů, které oblast tvoří neprostupnou. Mnoho firem navíc využívá kamionovou dopravu, což způsobuje dopravní problémy. Dále se zde nachází autobusové garáže. Jižní část Bohdalce z velké části zabírá areál plynárny, vyskytují se zde i dva hypermarkety.

Východně od Bohdalce se za železniční spojkou na odstavné nádraží nachází oblast zvaná Slatiny, což je nouzová kolonie, která vznikla nedlouho po 1. Světové válce v údolí Slatinského potoka. Pro celou oblast Slatin i Bohdalce platí stavební uzávěra., jelikož se počítá s novým využitím území.

Na severu jsou Bohdalec i Slatiny ohraničeny kolejištěm trati 220, 221, která v nejbližší době projde rekonstrukcí včetně vybudování nové zastávky „Praha Eden“



Obr. 1.1. Řešené území v širších souvislostech (podklad mapy.cz)



Obr. 1.2. Vyznačení hranic městských částí (červená) a správních obvodů (žlutá) v řešeném území (podklad mapy.cz)

3. Historie oblasti

Historie Prahy 10

Pod Prahou 10, nacházející se v jihovýchodní části Prahy, rozumíme území Vršovic, Strašnic, Malešic a části území Vinohrad, Záběhlic, Michle. Dále pod Prahu 10 spadají nepatrné území na Žižkově, v Hrdlořezech a v Hloubětíně. Podoba Prahy 10 se měnila – poprvé vznikla na základě obvodu Praha XX, zřízeného roku 1947 a to v roce 1949 jako jeden ze šestnácti obvodů. V té době spadaly pod tento obvod Staré Strašnice, Malešice, Hostivař a Zahradní Město (které patří pod Záběhlice). V dubnu 1960 se původních 16 obvodů zredukovalo na 10 a tak se Praha 10 rozrostla o část zaniklého obvodu Praha 13. Spádové centrum tohoto obvodu se nacházelo ve Vršovicích. Na začátku roku 1968 se k obvodu připojily Petrovice, Štěrboholy, Měcholupy a Horní Měcholupy a roku 1974 dalších 11 obcí. Roku 1990 byly od Prahy 10 odebrány části k ní připojené v letech 1968 a 1974. V roce 1994 se pak Hostivař stal součástí Prahy 15 a Praha 10 se tak ocitla v dnešních hranicích.

Vršovice

Osídlení na místě dnešních Vršovic je datováno již do doby prvních českých knížat. První písemná zmínka o Vršovicích pak pochází z roku 1088. Ve středověku se zde nacházela tvrz, která byla situována u říčky Botič. Vršovice byly vlastněny mnoha majiteli. Od Vyšehradské kapituly, přes Řád německých rytířů až po rod Wimmerů. Ten zde na počátku 19. století zakládal manufaktury a zintenzivnil zemědělství. Železniční trať tudy vede od roku 1871, přičemž nádraží bylo postaveno roku 1882. O tři roky později, roku 1885 byly Vršovice povýšeny na městec a o dalších 17 let později, roku 1902 se staly městem. Do Velké Prahy pak byly začleněny roku 1922, kdy měly přibližně 33 000 obyvatel.

Michle

Sousední Michle jsou poprvé zmiňovány v písemných pramenech z 12. století. Roku 1420 si Michle přivlastnili pražané, což byla radikální odnož husitského hnutí. Na začátku 16. století byla obec vypálena. Do roku 1848 obec patřila Karlo-Ferdinandově univerzitě a od té doby Michle ztratila zemědělský ráz a stala se sídlem průmyslových podniků. Stejně jako Vršovice byla roku 1922 připojena k Velké Praze a v té době měla přes 9000 obyvatel. V období první republiky došlo na území Michle ke vzniku chudinských čtvrtí, takzvaných kolonií.

Strašnice

Ves, jejíž jméno pochází ze jména Strašen, které mělo odhánět zlé duchy, je zmiňována již ve 12. století. V průběhu sedmileté války, roku 1757 byly Strašnice zpuštěny a o roku 1781 obnoveny jako Staré Strašnice a o pouhý kilometr dále vznikly Nové Strašnice. Roku 1922 byly Strašnice s 4800 obyvateli připojeny k Velké Praze. Z původních Starých Strašnic nezůstaly žádné objekty a z Nových Strašnic se zachovalo několik domů.

Záběhlice

Stejně jako o Vršovicích, i o Záběhlicích je první zmínka v zakládací listině Vyšehradské kapituly z roku 1088. Ze 14. století pochází 2 tvrze, přičemž jedna z nich stála uprostřed nynějšího Hamerského rybníka a na této tvrzi pobýval král Václav IV. a druhá patřila litomyšlskému biskupovi, založený jako tvrz litomyšlského biskupa. V roce 1444 byly Záběhlice vypáleny. V 17. století se tvrz (původně litomyšlského biskupa) přeměnila na Záběhlický zámek. Ve druhé polovině 19. století, kdy měly Záběhlice přibližně 1300 obyvatel, zde vznikly chudinské kolonie. Roku 1922 se připojily k Velké Praze a po druhé světové válce vyrostly ve Spořilově a Zahradním Městě rodinné domky. Dnes mají Záběhlice přes 33 000 obyvatel

4. Současný stav linkového vedení

Hlavní dopravní tepnou ve Vršovicích je Vršovická třída. Je zde vedeno několik tramvajových linek. Trať v Michli je významná méně, dnes jsou tratě vedeny dvě linky. Tramvajovou síť ještě doplňují autobusové linky. A nesmí se opomenout vlaková linka S9, která oblastí projíždí a v budoucnu bude mít stanici u stadionu Eden.

4.1. Parametry současných linek

V následujících tabulkách jsou uvedeny provozní parametry linek tramvají, autobusů i jedné vlakové linky. Oblastí projíždí i noční linky, ale pouze tramvajové. Data poskytl Regionální organizátor Pražské integrované dopravy.

Denní linky tramvají:

Linka	PRACOVNÍ DEN				
	Typ Vozů	ráno	sedlo	odpol.	večer
4	1 2TN_R, 1 15T, 10 2T	12/8	-	12/8	-
6	4 KT8N, 9 1T, 12 2T	16/8	14/10	16/8	10
7	2 2TN_R, 3 15T, 9 1T, 9 2T	14/8	11/10	14/8	10
11	4 15T, 2 1T, 7 2T	11/8	8/10	11/8	20
14	6 KT8N, 3 15T, 5 1T, 4 2T	13/8	10/10	13/8	20
22	2 2TN_R, 10 15T, 25 2T	37/4	32/5	37/4	10
24	2 KT8N, 14 2T	16/8	15/10	16/8	-

Linka	SOBOTA			NEDĚLE		
	Typ Vozů	dopol.	odpol.	Typ Vozů	dopol.	odpol.
4	-	-	-	-	-	-
6	2 1TN, 21 1T	11/7,5	11/7,5	2 1TN, 18 1T	10/10	11/7,5
7	2 1TN, 15 1T	8/7,5	8/7,5	2 1TN, 15 1T	6/10	8/7,5
11	8 1T	7/15	8/15	8 1T	7/15	8/15
14	2 1TN, 9 1T	5/15	5/15	2 1TN, 9 1T	5/20	6/15
22	4 2TN_R, 9 15T, 8 2T	21/7,5	21/7,5	4 2TN_R, 9 15T, 8 2T	17/10	21/7,5
24	-	-	-	-	-	-

Noční linky tramvají:

Linka	PRACOVNÍ DEN		SOBOTA		NEDELE	
	Typ Vozů	noc	Typ Vozů	noc	Typ Vozů	noc
55	7 1T	7/30	9 1T	9/20	9 1T	9/20
56	5 1T	5/30	7 1T	7/20	7 1T	7/20
57	7 1T	7/30	9 1T	9/20	9 1T	9/20
59	7 1T	7/30	9 1T	9/20	9 1T	9/20

Denní linky autobusů:

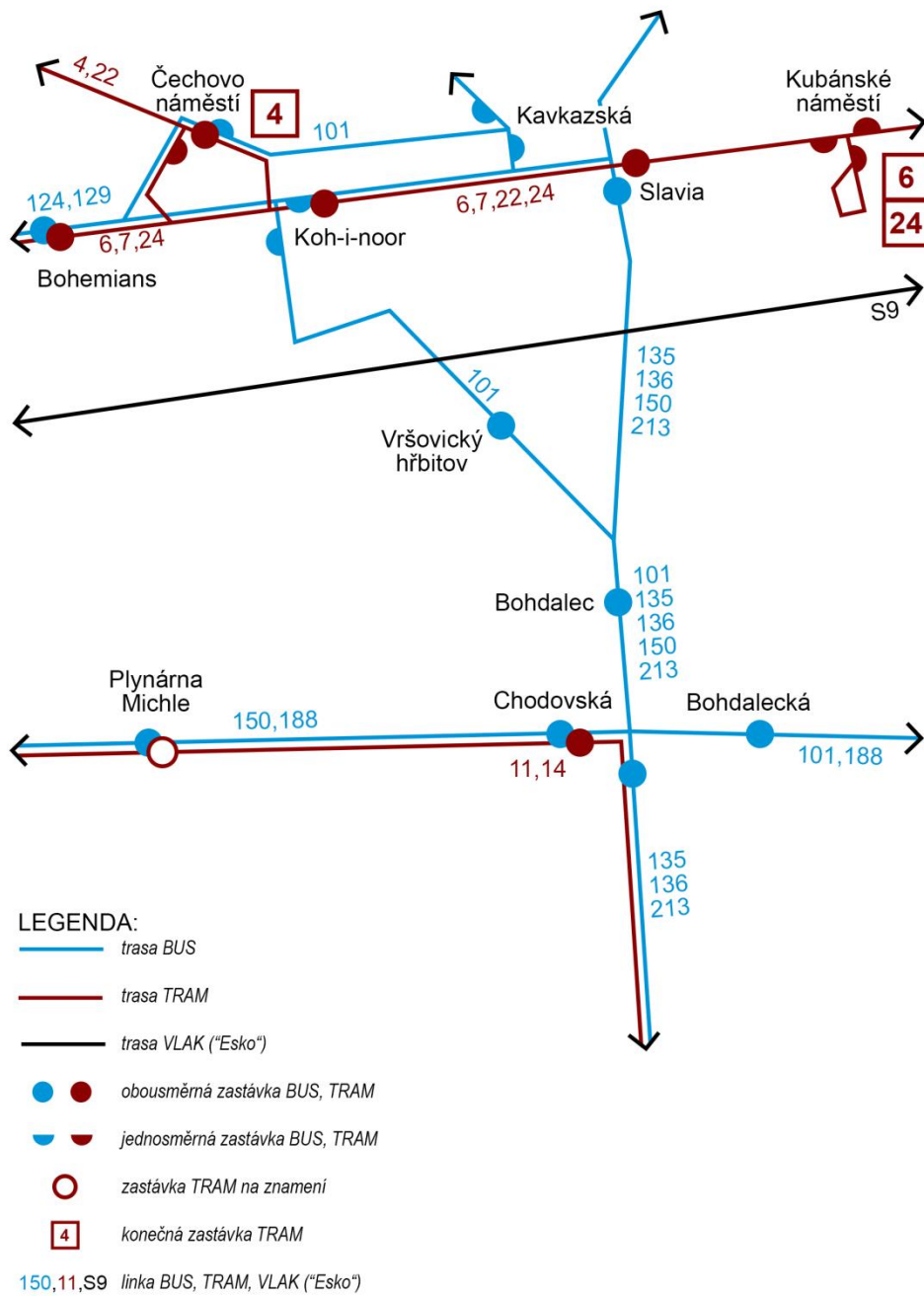
Linka	PRACOVNÍ DEN				
	Typ Vozů	ráno	sedlo	odpol.	večer
101	6 SdN	6/12	3/30	6/15	40
124	8 Sd, 12 SdN	16/6(12)	10/15(30)	15/7,5(15)	20(40)
135	3 Kb, 15 KbN	17/6	12/12	16/7,5	20
136	5 Kb, 25 KbN	29/6	21/12	25/7,5	15-20
139	5 Kb, 12 KbN	17/6	8/15	16/7,5	20
150	9 Kb, 9 KbN	14/6	5/15	15/7,5	20
188	4 Kb, 14 KbN	18/6	10/15	16/7,5	20
213	13 SdN	13/6	7/12	13/7,5	15-20

SOBOTA			NEDELE		
Typ Vozů	dopol.	odpol.	Typ Vozů	dopol.	odpol.
3 MdN	3/30,0	3/30,0	4 MdN	2/40,0	3/30,0
7 SdN	7/15(30)	7/15(30)	7 SdN	7/20(40)	7/15(30)
1 Kb, 7 KbN	7/15	7/15	1 Kb, 7 KbN	6/20	7/15
1 Kb, 11 KbN	11/15	11/15	1 Kb, 11 KbN	10/15,0	11/15,0
8 KbN	8/15	8/15	8 KbN	7/30-20	8/15
1 Kb, 4 KbN	4/15	4/15	1 Kb, 4 KbN	4/20	4/15
9 SdN	8/15	8/15	8 SdN	7/20,0	8/15,0
6 SdN	6/15	6/15	6 SdN	5/20	6/15

Vlaky:

Linka	PRACOVNÍ DEN				
	Typ Vozů	ráno	sedlo	odpol.	večer
S9	10 vlakN	10/15	6/30	10/15	30

SOBOTA			NEDELE		
Typ Vozů	dopol.	odpol.	Typ Vozů	dopol.	odpol.
5 vlakN	5/30	5/30	5 vlakN	5/30	5/30



Obr. 4.1. Schéma současného linkového vedení (listopad 2016)

5. Navrhovaná řešení

V platném územním plánu není v oblasti vymezen koridor pro umístění nové tramvajové trati. Ovšem v Zásadách územního rozvoje (ZÚR) a v připravovaném Metropolitním plánu (MP) návrh trasy existuje. Uvažované vedení by bylo z křižovatky Slavia směrem do podjezdu pod železniční tratí, za podjezdem by trať pokračovala levostranným obloukem směrem do ulice Nad Slávií. Dále by pravostranným obloukem zabočila směrem k ulici Novobohdalecká a vedla by v místě dnešních automobilových garáží mezi zmiňovanou ulicí a autobusovými garážemi. Po překonání ulice Nad Vršovskou horou a nezastavěnou plochou podél průmyslové zóny by se napojila na přeložku současné tratě v Záběhlické ulici. Pokračování by bylo za prodejnu Baumax a napojení na současnou trať by proběhlo poblíž zastávky Teplárna Michle.

Záměrem této práce je ovšem prověřit a navrhnout jiná řešení. Vybraná oblast Bohdalce a Slatin je ale na trasování nové trati náročná jak směrově, tak sklonově. Ze směrového hlediska převážně z důvodu stísněných poměrů. Velkou bariérou je železniční trať, dále užší místní komunikace a zástavba. Sklonový návrh komplikuje členitý terén, Bohdalec se totiž nachází na kopci. Vrchol se nachází mezi ulicemi Na Bohdalci, Na Pahorku a Na Sychrově

Byly navrženy tři pracovní varianty, každá v měřítku 1:5000. Následně byla podle různých kritérií vybrána nejoptimálnější výsledná varianta, která byla zpracována detailněji. Zásadní otázka před začátkem navrhování byla, zda budou splněny sklonové podmínky. Nakonec splněny byly, i když u dvou variant velmi těsně. U prvních dvou variant směrové i výškové vedení podléhalo konfiguraci stávající uliční sítě, což znamenalo použití větších hodnot podélných sklonů (ve variantě 1 až 6,98 %) a menších poloměrů směrových oblouků.

5.1. Obecné zásady návrhu

Směrové řešení

Ve třech pracovních variantách byla navržena pouze osa tratě, nikoliv osy jednotlivých kolejí, což návrh zjednodušilo a usnadnilo. Ve výsledné variantě už ovšem byly projektovány obě koleje. Základním směrovým prvkem při projektování trasy tramvajové tratě, je kolej v přímé. Dále se navrhují směrové oblouky, které slouží ke změně směru trasy. Na tratích, které jsou provozovány s cestujícími, tak by směrové oblouky neměly mít poloměr menší než $R = 50$ m. U rekonstruovaných stávajících tratí mohou být i oblouky až o poloměru 25 m.

V křižovatkách, rozvětveních nebo staré zástavbě výjimečně i 20 m. Délka oblouku by neměla být menší než $V/4$. U rekonstruovaných stávajících tratí mohou být i oblouky až o poloměru 25 m. V křižovatkách, rozvětveních nebo staré zástavbě výjimečně i 20 m. Délka oblouku by neměla být menší než $V/4$, minimum je 6 m s převýšením a 4 m bez převýšení. Při následování oblouků o stejných směrech se navrhuje vynechání mezipřímé. Pokud to není možné, vkládá se mezipřímá alespoň o délce $V/4$, minimálně 6 m. Když za sebou následují oblouky opačných směrů, tak se mohou stýkat v bodě obratu při stejných poloměrech, pokud je ovšem $R \geq 30\text{m}$, minimum je $R \geq V^3/200$. Při různých poloměrech platí vzorec: $R \geq \frac{V^3}{200R_2a}$ zároveň $\geq \frac{R_1 \cdot V^3}{200 \cdot R_1 - V^3}$ a současně $R_1 \cdot R_2 \geq 900$

Nelze li tyto podmínky splnit, tak se vkládá mezipřímá o délce alespoň $V/2$, nejméně 7,5 m. Při návrhu tras byly tyto podmínky dodrženy.

U všech variant jsou detailně popsány směrové i výškové oblouky pomocí tabulek. Při výpočtu směrových oblouků jsou použity tyto parametry:

R = poloměr kružnicového oblouku [m]

α = středový úhel oblouku [grad]

α = středový úhel oblouku [°]

ZO = staničení začátku oblouku [km]

KO = staničení konce oblouku [km]

O = délka oblouku [m]

t = délka tětivy [m]

T = délka tečny [m]

z = vzepětí kružnicového oblouku [m]

Výškové řešení

Maximální sklon, který lze u nových tratí navrhnout, je 70 ‰. Nejvyšší podélný sklon v zastávkách je 50 ‰. Lomy podélného sklonu se zaoblují výškovými zakružovacími oblouky. Poloměr by měl být co největší, aspoň 2000 m / 30V. Nejmenší povolený je 500 m, mimořádně 300 m.

Při výpočtu výškových oblouků jsou použity tyto parametry:

R = poloměr zakružovacího oblouku [m]

Typ oblouku = vrcholový / polnicový

ZZO = staničení začátku zakružovacího oblouku [km]

VVP = staničení vrcholu výškového polygonu [km]

KZO = staničení konce zakružovacího oblouku [km]

VV = výška vrcholu výškového polygonu [m]

T = délka tečny [m]

y = vzepětí zakružovacího oblouku [m]

s₁ = vstupní sklon [‰]

s₂ = výstupní sklon [‰]

Přechodnice, převýšení ani osově rozšíření kolejí nebylo v pracovních variantách uvažováno, jelikož se jedná pouze o zjednodušený návrh. Tyto prvky jsou použity až ve výsledné variantě.

5.2. Varianta 1 (Koh-i-noor)

Trasa začíná na současné křižovatce Koh-i-noor, která by se stala tzv. úplnou, což znamená možnost z každého směru odbočit do všech zbývajících směrů. Trať je vedena ulicí Moskevská směrem na jih. Za křižovatkou Koh-i-noor je umístěna zastávka stejného názvu. Severní konec zastávky je napojen na přechod pro chodce. V případě, že by linka vedená po nové trati vedla pouze v přímém směru z centra, tak pro přestup na linky jezdící v přímém směru po Vršovické by museli cestující překonat dva světelně řízené přechody, první přes jeden jízdní pruh Moskevské a druhý přes dva jízdní pruhy Vršovické, případně i obě trati. V Moskevské ulici by byla trať mírně vyosená směrem doprava ve směru staničení z důvodu zachování dvou řadicích pruhů před křižovatkou. Autobusová zastávka by byla zrušena, jelikož autobusovou linku nahradí tramvajová linka. Přechod u zastávky je řešen jako světelně řízený, ve směru z centra by překonával jeden jízdní pruh a ve směru do centra dva řadicí, včetně dvou vyčkávacích ostrůvků napojených na nástupiště a trati. Délka zastávky je navržena na délku jedné soupravy, tj. délka nástupní hrany je 35m.

Za křižovatkou s ulicí Přípotoční je umístěn další přechod pro chodce, ale pouze přes jízdní pruhy. Přes trať je vyznačeno místo pro přecházení. V místě je příznivá šířka komunikace kvůli středovému pásu, který má šířku 13 m, tudíž vyčkávací plochy pro chodce by byly u

obou kolejí. Osová vzdálenost je kvůli kolejovému rozvětvení na křižovatce a následujícímu oblouku udržována v celém přímém úseku 3,4 m. Za křižovatkou s ulicí Baškirská pokračuje ulice Moskevská v přímém směru, před železniční tratí uhýbá ostrým levosměrným obloukem ve stoupání, krátce poté opět ostrým obloukem doprava na most přes železniční trať. Toto vedení je pro tramvajovou trať naprosto nevhodné. Výsledná trasa byla určena severněji v místě dnešního chodníku podél areálu společnosti Pražské služby a.s. Zde ale vzniká největší problém této varianty. Z přímého směru trať na křižovatce s ulicí Baškirská levým obloukem R1 odbočuje směrem ke zmíněnému chodníku. Jenže aby byl mezi touto křižovatkou a začátkem přemostění přes železnici splněn maximální podélný sklon pro tramvajové tratě 70 ‰, tak musela být výrazně zvednuta niveleta tratě oproti současné vozovce v místě křižovatky. V jednom místě až o 2,29 m. Naštěstí ale současná vozovka ve směru do centra výrazně klesá a v přímém úseku Moskevské je oproti protějšímu jízdniému pruhu níže až o 0,7 m. I tak by ale došlo k velkým stavebním úpravám v místě křižovatky. Ulice Baškirská bude zaslepena a příjezd do ní bude přes Magnitogorskou. V následujícím úseku tudíž trať maximální povolený sklon nepřesáhne, i když jen těsně. Sklon je 6,98 ‰. Tento úsek je také kritický z důvodu masivních terénních úprav, musel by být rozšířen současný vysoký násep, případně postavena opěrná zeď. Dalším velkým problémem je, že při stoupání k mostu přes železnici niveleta dosáhne prvního až druhého patra blízkého obytného panelového domu, v nejbližším místě, sice na ještě na úrovni přízemí, by byla vzdálena od domu 14 m. Pravděpodobně by nebyly splněny hlukové limity, což by se dalo řešit protihlukovou zdí, která by ale narazila na problémy při schvalování, jelikož v současné době Institut plánování a rozvoje hlavního města Prahy není stavbě takových objektů ve městě příliš nakloněn.

Po vystoupení a překonání oblouku R2 se trať dostane na hranu zářezu podél železniční trati, kterou bude nutno překonat novostavbou mostu. Nový most by se těsně přimykal k současnému silničnímu a nacházel by se východně od současného. O možnosti nahrazení silničního mostu novým, který by byl sdružený pro tramvaje a IAD nebylo uvažováno. Jedná se o unikátní příhradový nýtovaný ocelový most, který byl postaven v roce 1913, a v roce 2005 proběhla náročná rekonstrukce. Most má délku 78 m a šířku 13 m. V rámci Prahy se jedná o jednu z posledních konstrukcí tohoto typu. U nového tramvajového mostu by bylo vhodné, aby byl vzhledově co nejpodobnější. Kvůli tomuto řešení zůstane trať až po křižovatku Moskevská / U Vršovického hřbitova / Nad Vršovskou horou / Bohdalecká v bočním vedení. Ihned za mostem dojde k demolici přízemní budovy a na ni navazující rozvodny, která bude přemístěna. Dále bude odstraněna přístavba vrátnice od budovy firmy NAREX VRŠOVICE, s.r.o. Po celé délce od konce mostu až po křižovatku s Bohdaleckou dojde i k úpravám komunikace Moskevská. Celá komunikace bude odsunuta ve směru

staničení trati o jeden metr doprava. V tomto pásu se nyní nacházejí zbytky nepoužívaného chodníku. Šířka jízdních pruhů je navrhována na 3,25 m. Mezi komunikací a tramvajovým tělesem je zelený pás šířky 2,0 m, do šerého je možnost umístit vyčkávací plochy pro chodce u přechodů. Osová vzdálenost kolejí je 3,1 m. Mezi tramvajovým tělesem a budovou Narexu bude chodník. Dnes ulicí jezdí autobusová linka 101, která má zastávku s názvem Vršovický hřbitov na úrovni budovy Narexu. Tramvajová zastávka v tomto úseku nemůže být umístěna, jelikož podélný sklon trati v tomto místě dosahuje 59,0 ‰, ovšem maximální povolený sklon u nově budovaných zastávek je 50 ‰. Tímto ovšem vzniká velmi dlouhý mezizastávkový úsek, jelikož další zastávka je navrhována až v místě dnešní autobusové zastávky Bohdalec. Dále trasa pokračuje dnes nevyužitým zanedbaným pásem mezi komunikací a zdí Vršovického hřbitova. Dále bude muset dojít k záboru části pozemku ve vlastnictví Hlavního města Prahy, který je dnes využíván jako skladová plocha stavebního materiálu. V tomto úseku dojde k zahloubení tratě do zářezu o maximální hloubce 2,0 m a délce přibližně 100 m z důvodu výhodnějšího výškového vedení.

Nyní se trať dostává do dalšího kritického místa a tím je křižovatka Moskevská / U Vršovického hřbitova / Nad Vršovskou horou / Bohdalecká. Ulicí U Vršovického hřbitova projde za 24 hodin celkem 34 792 vozidel, Bohdaleckou 43 003 vozidel. Ulice Moskevská nebyla sledována. Data byla získána na podzim 2015 a jsou na webových stránkách Technické správy komunikací hl. m. Prahy. Tramvajová trať bude kvůli bočnímu vedení páteřního ramena vedoucí do křižovatky, což by mohlo způsobovat kapacitní potíže. Z důvodu velkého sklonu v ulici Moskevská by bylo obtížné trať převést z bočního na středové vedení. Alternativně je možno křižovatku překonat podjezdem. Bohdaleckou ulicí je trať vedena středem v klesání -41‰, což není příliš ideální z důvodu výrazného snížení kapacity této velmi vytížené komunikace. Z dnešních dvou pruhů v jednom směru by zůstal jeden. Ve směru od Chodovské je pravý jízdní pruh vyhrazen pro autobusy, což by bylo zrušeno. Autobusy ve směru Slavia - Chodovská by jezdily po tramvajovém tělese, které je uvažováno jako konstrukce typu W-tram. Společná zastávka pro autobusy a tramvaje by se nacházela v místě dnešní zastávky Bohdalec poblíž čerpací stanice Shell. Na současnou tramvajovou síť by se trasa napojila na křižovatce U Plynárny / Bohdalecká / Chodovská / Záběhlická. Ve směru od Bohdalce by z dnešních tří řadicích pruhů zůstaly dva. Napojení je přímým směrem do Chodovské a obloukem do ulice U Plynárny. Došlo i k úpravě zastávek v ulici U Plynárny a v Chodovské z důvodu, aby byly lépe splněny izochrony pěší dostupnosti. Byla uvažována rychlost chůze 1 m/s, tj. 3,6 km/h. Pro tramvajové a autobusové zastávky v intravilánu se jako maximální pohodlná dostupnost udává 300 m. Tuto vzdálenost chodec ujde výše uvedenou rychlostí za 5 minut. Pokud by současná tramvajová zastávka Chodovská zůstala na svém stávajícím místě v ulici U Plynárny, tak by pro linky jezdící

v přímém směru z Bohdalecké do Chodovské vznikl velmi dlouhý mezizastávkový úsek mezi zastávkami Bohdalecká a Teplárna Michle o délce přibližně 880 m. Proto byla tramvajová zastávka Chodovská přemístěna na úroveň dnešní autobusové zastávky v Chodovské ulici. Nová zastávka bude společná pro tramvaje i autobusy. Zároveň došlo k mírnému posunu zastávky Plynárna Michle východním směrem o přibližně 90 m.

V této variantě není uvažována přeložka současné tratě do Záběhlické. Tato varianta je brána jako nejkratší a nejvýhodnější z hlediska přímého napojení ve směru z centra od náměstí Míru.

5.2.1. Směrové vedení - varianta 1

Tab. 5.1. – 5.9. Parametry směrových oblouků ve variantě 1

R1 [m]	50,00
α [grad]	83,68
α [°]	75,31
ZO [km]	0,151556
KO [km]	0,217277
O [m]	65,72
t [m]	61,09
T [m]	38,58
z [m]	13,16

R2 [m]	130,00
α [grad]	66,47
α [°]	59,82
ZO [km]	0,290908
KO [km]	0,426646
O [m]	135,73
t [m]	129,65
T [m]	74,79
z [m]	19,98

Oblouk R1 se nachází na křižovatce ulic Moskevská a Baškirská, oblouk R2 na konci stoupání před mostem přes železniční trať.

R3 [m]	200,00
α [grad]	6,81
α [°]	6,13
ZO [km]	0,497638
KO [km]	0,519016
O [m]	21,39
t [m]	21,38
T [m]	10,70
z [m]	0,29

R4 [m]	200,00
α [grad]	6,31
α [°]	5,68
ZO [km]	0,534749
KO [km]	0,554578
O [m]	19,83
t [m]	19,82
T [m]	9,92
z [m]	0,25

Oblouky R3 a R4 jsou protisměrné se stejnými poloměry za mostem přes železniční trať.

R5 [m]	500,00
α [grad]	10,34
α [°]	9,31
ZO [km]	0,677538
KO [km]	0,758726
O [m]	81,19
t [m]	81,10
T [m]	40,68
z [m]	1,65

R6 [m]	120,00
α [grad]	45,10
α [°]	40,59
ZO [km]	0,944331
KO [km]	1,029335
O [m]	85,00
t [m]	83,24
T [m]	44,37
z [m]	7,94

Oblouk R5 je vložen z důvodu udržení stopy tratě podél Moskevské ulice, obloukem R6 trať překonává křižovatku Moskevská / U Vršovického hřbitova / Nad Vršovskou horou / Bohdalecká.

R7 [m]	350,00
α [grad]	12,85
α [°]	11,57
PS [km]	1,056465
KS [km]	1,127097
O [m]	70,63
t [m]	70,51
T [m]	35,44
z [m]	1,79

R8 [m]	150,00
α [grad]	6,34
α [°]	5,71
PS [km]	1,480311
KS [km]	1,498807
O [m]	14,95
t [m]	14,94
T [m]	7,48
z [m]	0,19

R9 [m]	150,00
α [grad]	7,85
α [°]	7,07
PS [km]	1,520697
KS [km]	1,535642
o [m]	18,50
t [m]	18,48
T [m]	9,26
z [m]	0,29

Tab. 5.10. Délky přímých úseků ve variantě 1

úsek	délka [m]
ZÚ - ZO1	151,556
KO1 - ZO2	73,631
KO2 - ZO3	70,992
KO3 - ZO4	15,733
KO4 - ZO5	122,96
KO5 - ZO6	185,605
KO6 - ZO7	27,13
KO7 - ZO8	353,214
KO8 - ZO9	21,89
KO9 - KÚ	14,977

5.2.2 Sklonové prvky - varianta 1

Tab. 5.11. – 5.16. Parametry výškových oblouků ve variantě 1

R1 [m]	1200,00	R2 [m]	750,00
typ oblouku	údolnicový	typ oblouku	vrcholový
ZZO [km]	0,124751	ZZO [km]	0,380551
VVP [km]	0,166643	VVP [km]	0,405649
KZO [km]	0,208534	KZO [km]	0,430748
VV [m]	206,919	VV [m]	223,602
T [m]	41,89	T [m]	25,099
y [m]	0,73	y [m]	0,420
s ₁ [‰]	0,00	s ₁ [‰]	69,80
s ₂ [‰]	69,80	s ₂ [‰]	2,90

Stoupání začíná na křižovatce ulic Moskevská a Baškirská a končí před mostem přes železniční trať.

R3 [m]	1100,00
typ oblouku	údolnicový
ZZO [km]	0,470179
VVP [km]	0,501067
KZO [km]	0,531955
VV [m]	223,876
T [m]	30,89
y [m]	0,43
s ₁ [‰]	2,90
s ₂ [‰]	59,00

R4 [m]	3000,00
typ oblouku	vrcholový
ZZO [km]	0,704695
VVP [km]	0,790007
KZO [km]	0,875320
VV [m]	240,932
T [m]	85,31
y [m]	1,21
s ₁ [‰]	59,00
s ₂ [‰]	2,20

Dále stoupání začíná ihned za mostem přes železniční trať a končí zakružovacím obloukem R4, který se nachází podél hřbitova.

R5 [m]	2300,00
typ oblouku	vrcholový
ZZO [km]	0,999281
VVP [km]	1,049113
KZO [km]	1,098945
VV [m]	241,491
T [m]	49,83
y [m]	0,54
s ₁ [‰]	2,20
s ₂ [‰]	-41,20

R6 [m]	3000,00
typ oblouku	údolnicový
ZZO [km]	1,373544
VVP [km]	1,415808
KZO [km]	1,458073
VV [m]	226,393
T [m]	42,26
y [m]	0,18
s ₁ [‰]	-41,20
s ₂ [‰]	-24,30

Po překonání křižovatky Moskevská / U Vršovického hřbitova / Nad Vršovskou horou / Bohdalecká trať začíná klesat. Poslední výškový oblouk R6 je před křižovatkou s ulicí U Plynárny kvůli zachování podobné nivelety, jako má navazující komunikace.

5.2.3 Inženýrské sítě ovlivňující variantu 1

Jelikož se jedná o stavbu v těsné blízkosti centra, tak přirozeně dochází ke střetávání s mnoha inženýrskými sítěmi. Cílem návrhu bylo pokud možno vyhnout se těm nejdůležitějším a nejobtížněji přeložitelným sítím, např. velmi vysoké napětí. Příčné přetnutí většinou není problém, při podélném vedení už komplikace vznikají. Takže jednou za zásad návrhu tras bylo se takovému vedení vyhnout.

Od křižovatky Koh-i-noor až po křižovatku na Bohdalci trasa přichází v podélném vedení do styku s převážně spojovacími a sdělovacími kabely. Kanalizace, vodovod i plynovod jsou po celou uvedenou trasu vždy mimo navrhované těleso tramvajové trati. Na křižovatce Moskevská / Bohdalecká trasa kříží plynovod. Přibližně od dnešních autobusových zastávek Bohdalec až po konec trasy na křižovatce s Chodovskou je téměř pod středem komunikace kromě obvyklých kabelů i kanalizace. Přímo ve stopě trasy je kanalizace o délce přibližně 100 m, ve zbývajících částech je vedena pod okrajem vozovky.

5.3. Varianta 2 (Eden)

Varianta 2 je nejkratší, ale podobně jako předchozí varianta je velmi náročná z výškového hlediska. Trasa začíná na křižovatce ulic U Slavie/ Vršovická a Bělocerkevská u nákupního centra Eden. Na současnou trať se napojuje dvěma oblouky, aby byla možnost vést linky jak ve směru od Kubánského náměstí, tak ve směru od Koh-i-nooru. Na jaře roku 2016 byla provedena rozsáhlá rekonstrukce tramvajové tratě na Vršovické třídě. V rámci této rekonstrukce byla v místě křižovatky výrazně rozšířena osová vzdálenost kolejí a zřízeny protisměrné oblouky, jelikož se v budoucnu počítá se stavbou propojení přes Bohdalec, ovšem v jiné stopě, než je řešena v této variantě. Toto řešení bylo podrobně popsáno v předchozí kapitole a na začátku současné.

Těsně za křižovatkou se nachází nástupiště zastávky Slavia ve směru od Bohdalce. Ze současné zastávky zůstane zachováno nástupiště ve směru do centra. Nástupiště ve směru z centra se přesune před křižovatkou. Toto řešení bylo zvoleno kvůli optimálnímu rozložení nástupišť v křižovatce a přestupním vazbám. Křižovatka je světelně řízená, tudíž vyčkávací plochy pro chodce budou zřízeny vždy při napojení na nástupiště. Současná autobusová zastávka v ulici U Slavie ve směru od Bohdalce bude zrušena. V protisměru zůstane zachována. Dnes je v místě silný autobusový provoz severojižním směrem, jsou zde vedeny 4 linky – 135, 136, 150 a 213. Po zprovoznění tramvajové tratě by intenzita autobusové dopravy výrazně klesla. Tento omezený počet linek by využíval tramvajovou zastávku Slavia ve směru do centra jako společnou i pro autobusy. V místě silná intenzita dopravy, celkem 34792 vozidel včetně 1200 pomalých za 24 hodin pracovního dne ve směru od Bohdalce. Data byla získána na podzim 2015 a jsou na webových stránkách Technické správy komunikací hl. m. Prahy. Kvůli tomuto silnému provozu by bylo vhodné zachovat současné tři řadicí pruhy, což by znamenalo rozšířit komunikaci za cenu zúžení současného 10 m širokého chodníku.

Za křižovatkou s ulicí Vladivostockou začíná stavebně i finančně nejobtížnější část trasy. Varianta vést trasu podjezdem pod železniční tratí byla zavrhnuta, jelikož stoupání za podjezdem v ulici U Vršovického hřbitova dosahuje až 12%, ovšem maximální povolený pro tramvajovou trať je 7%. Tudíž bylo zvoleno vedení nad železniční tratí pomocí estakády. Niveleta koleje musí být ve výšce alespoň 8,5 m nad temenem kolejnice železniční koleje. Jedná se totiž o elektrizovanou trať, tudíž se počítá s průjezdným průřezem 7,5 m včetně 1 m na tloušťku mostní konstrukce. Mostní konstrukce bude přibližně ve výšce střechy stadionu Eden. Ihned za křižovatkou s Vladivostockou začne niveleta strmě stoupat. Sklon dosáhne 66,4%. Jelikož dojde po rekonstrukci železniční trati k redukci šířky železničních ploch směrem od severu, tak výškový oblouk zasahuje nad dnešní koleje, které budou posunuty jižněji. Během stoupání se osa trati dostane mimo střed komunikace do bočního vedení. Bude rozsáhle upravena polovina komunikace ve směru od podjezdu ke křižovatce. Estakáda bude tuto komunikaci šikmo přetínat, ale ještě nestačí dostatečně vystoupat, tudíž bude nutno snížit niveletu vozovky, aby byla zachována průjezdná výška. Dále kvůli opěrám estakády bude nutno komunikaci protisměrnými oblouky posunout do upravené stopy. Za výškovým obloukem R2 o poloměru 750,00 m se niveleta dostane do vodorovné polohy. V tomto místě přesně tak železnicí bude umístěna zastávka Nádraží Eden, která bude řešit přestupní vazby na vlaková spojení. Železnice projde v nejbližší době rekonstrukcí a Správa železniční dopravní cesty má úmysl vybudovat novou železniční zastávku Praha Eden. Přístup na tuto zastávku bude z podchodu pro pěší šikmými rampami, což ale komplikuje jednoduché napojení tramvajové zastávky. Je navrženo ze severního konce zastávky vést schodiště (případně eskalátory) a výtahy a tento přístup napojit na komunikaci pro pěší před začátkem podchodu pod železniční tratí.

Za zastávkou estakáda dále pokračuje a ještě mírně vystoupá. Na přibližnou úroveň terénu se niveleta dostane před křižovatkou ulic U Vršovického hřbitova a Pod Bohdalcem I. Celková délka estakády je 400m. V tomto místě bude nutno zbourat obytný dům. Dále trať pokračuje v bočním vedení ve stoupání 43,7 ‰ podél řadových domků, což ale bude opět problém kvůli hlukové zátěži. Možností zmírnění hluku je protihluková zeď a odhlučňená konstrukce trati. Aby byly v tomto úseku splněny šířkové poměry, bude muset dojít i k úpravám komunikace, což bude obnášet mírné rozšíření (zhruba o 1 m) směrem ke hřbitovní zdi. Ještě před křižovatkou s ulicí Za Sedmidomky bude trať vyvedena z bočního vedení na středové dvěma protisměrnými oblouky. Toto řešení je uplatněno kvůli vytížené křižovatce Moskevská / U Vršovického hřbitova / Nad Vršovskou horou / Bohdalecká. V předchozí variantě vytváří trať vedená bočním vedením v Moskevské ulici páté rameno, což může způsobovat kapacitní problémy. V této variantě bylo cílem se takové situaci vyhnout. Tramvaje tudíž pojednou v jedné fázi zároveň s vozidly jedoucími přímým směrem.

Přejezd z bočního na středové vedení bude kvůli vytíženosti komunikace vhodné osadit signalizačním zařízením ve směru ke Slavii. Druhý směr ovlivněn není. Kvůli středovému vedení dojde k záboru pásu pozemku mezi ulicemi Za Sedmidomky a nad Vršovskou horou kvůli rozšíření komunikace. U autobusových garáží se jedná o nevyužitou plochu, zbytek zabírá autobazar.

Po překonání křižovatky na Bohdalci trať vede ve stejné stopě jako v předchozí variantě. Bohdaleckou ulicí je trať vedena středem v klesání -41‰. Středové vedení není příliš ideální z důvodu výrazného snížení kapacity této velmi vytížené komunikace, ačkoliv na křižovatce je řešení ideálnější než ve variantě 1. Z dnešních dvou pruhů v jednom směru by zůstal jeden. Ve směru od Chodovské je pravý jízdní pruh vyhrazen pro autobusy, jelikož by ale v místě zůstal jeden pruh, tak by se vrátil do běžného stavu. Autobusy ve směru Slavia – Chodovská a od Koh-i-nooru by jezdily po tramvajovém tělese, které je uvažováno jako konstrukce typu W-tram. Oproti dnešnímu stavu by ale intenzita autobusové dopravy výrazně klesla, jelikož cílem této varianty je i nahradit tyto spoje. Společná zastávka pro autobusy a tramvaje by se nacházela v místě dnešní zastávky Bohdalec poblíž čerpací stanice Shell. Na současnou tramvajovou síť by se trasa napojila na křižovatce U Plynárny / Bohdalecká / Chodovská / Záběhlická. Ve směru od Bohdalce by z dnešních tří řadících pruhů zůstaly dva. Napojení je přímým směrem do Chodovské a obloukem do ulice U Plynárny. Došlo i k úpravě zastávek v ulici U Plynárny a v Chodovské ze stejných důvodů, které jsou detailně popsány ve variantě 1. V této variantě, stejně jako v předchozí, není uvažována přeložka současné tratě do Záběhlické.

5.3.1 Směrové vedení - varianta 2

Tab. 5.17. – 5.25. Parametry směrových oblouků ve variantě 2

R1 [m]	200,00	R2 [m]	100,00
α [grad]	7,31	α [grad]	37,81
α [°]	6,58	α [°]	34,03
ZO [km]	0,140293	ZO [km]	0,194709
KO [km]	0,163260	KO [km]	0,254100
O [m]	22,97	O [m]	59,39
t [m]	22,95	t [m]	58,52
T [m]	11,50	T [m]	30,60
z [m]	0,33	z [m]	4,58

První oblouk začíná ihned za křižovatkou s ulicí Vladivostockou a je s obloukem R2 protisměrný. Oba jsou na estakádě z důvodu převedení trati ze středového na boční vedení.

R3 [m]	500,00
α [grad]	11,71
α [°]	10,54
ZO [km]	0,382553
KO [km]	0,474561
O [m]	92,01
t [m]	91,88
T [m]	46,13
z [m]	2,12

R4 [m]	500,00
α [grad]	2,46
α [°]	2,21
ZO [km]	0,563270
KO [km]	0,582627
O [m]	19,36
t [m]	19,36
T [m]	9,68
z [m]	0,09

Oblouk R3 se nachází na estakádě za zastávkou Nádraží Eden a R4 je na konci estakády.

R5 [m]	50,00
α [grad]	19,02
α [°]	17,12
ZO [km]	0,663511
KO [km]	0,678448
O [m]	14,94
t [m]	14,88
T [m]	7,52
z [m]	0,56

R6 [m]	50,00
α [grad]	19,43
α [°]	17,49
ZO [km]	0,692169
KO [km]	0,707432
O [m]	15,26
t [m]	15,20
T [m]	7,69
z [m]	0,59

Krátké protisměrné oblouky R5 a R6 jsou na trase z důvodu převedení trati z bočního na středové vedení.

R7 [m]	300,00
α [grad]	14,81
α [°]	13,33
PS [km]	0,941520
KS [km]	1,011319
O [m]	69,80
t [m]	69,64
T [m]	35,06
z [m]	2,04

R8 [m]	150,00
α [grad]	7,85
α [°]	7,07
PS [km]	1,364912
KS [km]	1,383407
O [m]	18,50
t [m]	18,48
T [m]	9,26
z [m]	0,29

Oblouk R7 je před zastávkou Bohdalec a dva protisměrné oblouky se stejnými poloměry R8 a R9 se nacházejí v rámci kolejového křížení na křižovatce Bohdalecká / U Plynárny / Chodovská.

R9 [m]	150,00
α [grad]	6,34
α [°]	5,71
PS [km]	1,405298
KS [km]	1,420243
o [m]	14,95
t [m]	14,94
T [m]	7,48
z [m]	0,19

Tab. 5.26. Délky přímých úseků ve variantě 2

úsek	délka [m]
ZÚ - ZO1	140,293
KO1 - ZO2	31,449
KO2 - ZO3	128,453
KO3 - ZO4	88,709
KO4 - ZO5	80,884
KO5 - ZO6	13,721
KO6 - ZO7	234,088
KO7 - ZO8	353,593
KO8 - ZO9	21,891
KO9 - KÚ	14,979

5.3.2 Sklonové prvky - varianta 2

Tab. 5.27. – 5.31. Parametry výškových oblouků ve variantě 2

R1 [m]	750,00
typ oblouku	údolnicový
ZZO [km]	0,112316
VVP [km]	0,141498
KZO [km]	0,170680
VV [m]	213,138
T [m]	29,18
y [m]	0,57
s ₁ [‰]	-11,50
s ₂ [‰]	66,40

R2 [m]	750,00
typ oblouku	vrcholový
ZZO [km]	0,307489
VVP [km]	0,332360
KZO [km]	0,357231
VV [m]	225,803
T [m]	24,871
y [m]	0,412
s ₁ [‰]	66,40
s ₂ [‰]	0,00

Strmé stoupání začíná za křižovatkou s ulicí Vladivostocká a niveleta stoupá po estakádě až nad hranu železničního náspu. Zde je vrcholový oblouk a niveleta se dostane do vodorovné polohy nad železnicí. V této poloze je umístěna zastávka Nádraží Eden.

R3 [m]	4700,00
typ oblouku	údolnicový
ZZO [km]	0,416736
VVP [km]	0,519320
KZO [km]	0,621904
VV [m]	225,809
T [m]	102,58
y [m]	1,12
s ₁ [‰]	0,00
s ₂ [‰]	43,70

R4 [m]	1800,00
typ oblouku	vrcholový
ZZO [km]	0,828060
VVP [km]	0,904281
KZO [km]	0,980501
VV [m]	242,627
T [m]	76,22
y [m]	1,61
s ₁ [‰]	43,70
s ₂ [‰]	-41,00

Za zastávkou začíná opět stoupání, vrcholovým obloukem trasa překoná křižovátku křižovatce Moskevská / U Vršovického hřbitova / Nad Vršovskou horou / Bohdalecká. Poslední zakružovací oblouk se nachází před křižovatkou s ulicí U Plynárny kvůli zachování podobné nivelety, jako má navazující komunikace.

R5 [m]	4000,00
typ oblouku	údolnicový
ZZO [km]	1,266525
VVP [km]	1,300000
KZO [km]	1,333475
VV [m]	226,401
T [m]	33,48
y [m]	0,14
s ₁ [‰]	-41,00
s ₂ [‰]	-24,30

5.3.3 Inženýrské sítě ovlivňující variantu 2

V krátkém úseku mezi Vršovickou třídou a křižovatkou s ulicí Vladivostockou je pod navrhovaným tělesem tramvajové trati teplovod. Poté, co se trať dostane pomocí estakády mimo střed komunikace, tak na rohu ulic U Slavie a Pod Altánem přichází podpěry estakády do kolize s vodovodním vedením. Za přemostěním železnice trasa dále pokračuje podél ulice U Vršovického hřbitova. Zde vedou spojovací, sdělovací a energetické kabely. Po přechodu z bočního do středového vedení se osa trasy dostane na plynovod. Ten uhýbá k okraji komunikace za křižovatkou Moskevská / Bohdalecká. Dále je stejný problém jako ve variantě 1, a to přibližně 100 kanalizace vedených pod středem komunikace.

5.4. Varianta 3

Třetí a zároveň poslední navržená varianta je nejdelší, ale na rozdíl od dvou předchozích sklonově nejpříznivější, jelikož je vedena okolo bohdaleckého kopce. Varianty 1 a 2 jsou vedeny téměř přes jeho vrchol, který se nachází nedaleko západním směrem od křižovatky ulic Bohdalecké s Moskevskou, kudy obě varianty prochází. Tato varianta na rozdíl od předchozích není primárně určena k nahrazení autobusových linek nebo nejkratšímu napojení na centrum, ale je vedena přes oblast Slatin a východní část Bohdalce, která je jednou z velkých a perspektivních rozvojových území v Praze. V budoucnu lze očekávat masivní, převážně bytová, zástavba. Již v současné době vznikají první architektonicko-urbanistické studie. Hovoří se až o třiceti tisících nových obyvatel. Danou oblast bude nutno kvalitně obsloužit kvalitní a kapacitní veřejnou dopravou a tramvajová doprava je pro tento účel ideální. Navíc dopravní infrastrukturu je vhodné plánovat s větším předstihem před začátkem bytové výstavby. Další výhodou této varianty je přímé napojení na uvažovanou

východní tramvajovou tangentu, která bude ve směru od Želivského vedena kolem areálu Vinohradské nemocnice a přivedena na křižovatku Kubánské náměstí.

Začátek trasy je určen za současnou nástupní zastávkou Kubánské náměstí. Tato zastávka zůstane zachována beze změn. Za křižovatkou s Vladivostockou ulicí dnešní trať uhýbá mírně doprava přímo do koncové smyčky. Vjezdy a výjezd je jednokolejný, ale ve smyčce je umístěna předjízdna kolej, aby byla kapacita i pro druhou linku. Toto řešení je využito v současné době, jelikož jsou zde ukončeny linky 6 a 24. V okolí smyčky se nachází rozsáhlý sportovní areál Slavie. Cestující ovšem nejsou přivezeni až sem, ale výstupní zastávka je již na Vršovické ulici. V minulosti ve smyčce výstupní zastávka byla, což je dodnes patrné lávkami pro pěší, které jsou vedeny od budov sportovního areálu přímo ke kolejím obratiště.

Smyčka v současné podobě bude zrušena a celé okolí včetně navazujících komunikací projde výraznou proměnou. Nová trať bude vedena přibližně po jihovýchodním okraji současného obratiště. Převážně kvůli manipulačním důvodům ale v místě zůstane smyčka zachována. Stane se mezilehlým jednokolejným obratištěm s jednou předjízdnu kolejí. Bude možnost soupravy obracet z obou směrů, jak od Bohdalce, tak od Vršovické.

Další vedení trati respektuje polohu a dispozici sportovního areálu, i když se objevují úvahy o jeho zrušení a přemístění. Dnešní komunikace areálem není veřejná, ale vjezd je na povolení. To by se muselo změnit, jenže stejně by komunikace vedená po tramvajových kolejích byla slepá, takže by intenzity IAD v daném místě nestoupily. Za smyčkou trasa projde obloukem mezi zahradou mateřské školy, sportovní halou a hotelem. Dále trať pokračuje stopou dnešní účelové komunikace uvnitř areálu. Za obloukem je navržena zastávka s názvem Sportovní areál. Nyní přichází stavebně nejobtížnější úsek varianty. Tribuna lehkooatletického areálu je totiž postavena na velkém, pravděpodobně uměle vytvořeném, zemním valu. Byly zvažovány dvě možnosti – buď odstranit celý val a tribunu postavit nově nebo odstranit jen polovinu valu a postavit zárubní zeď podél trati. Bylo zvoleno druhé řešení, jelikož zeď by v nejvyšším místě měla přibližně tři metry, což není ze stavebního hlediska příliš náročné. Navíc by mohla být v budoucnu odstraněna při případném zrušení areálu a nahrazení například bytovou zástavbou. Je navržena i kratší zárubní zeď na západní straně kvůli budově restaurace. I tato zeď by nebyla příliš vysoká a mohla by být v budoucnu odstraněna. Cílem této práce není totiž uvažovat o urbanismu nové čtvrti, ale jen najít trasu pro tramvajovou trať. Aby trať mohla pokračovat ven z areálu, bude nutno rozebrat dvoupatrový objekt ze stavebních buněk (unimobuněk).

Za sportovním areálem začínají rozsáhlé drážní pozemky. V současném stavu by bylo velmi obtížné trať tudy protáhnout. Největší překážkou je dnes dvoukolejná železniční trať ve směru od Nádraží Vršovice k zastávce „Praha - Strašnice zastávka“. Řešením by bylo niveletu velmi zahloubit, což by ovšem stavbu výrazně prodražilo. Železnice ale projde v nejbližších letech výraznou proměnou. Vlaky osobní dopravy budou projíždět v dnešní pro osobní dopravu nepoužívanou část tratě přes bývalé seřaďovací nádraží. Obě koleje vedoucí do zastávky Strašnice budou zrušeny a zároveň dojde k redukci dráhou zabraných ploch. Železnici tramvajová trať překoná pomocí podjezdu, ve zbývajících místech bude v zářezu. Po celou dobu také mírně stoupá niveleta. Za podjezdem musí trať překonat ostroh mezi hlavní tratí a tratí vedoucí na Odstavné nádraží jih. V jednom místě je rozdíl mezi niveletou a výškou terénu téměř 15 metrů. Jelikož se ale jedná pouze o lokální vyvýšeninu, tak dojde k úpravám a snížení okolního terénu tak, aby trasa mohla být v zářezu. Trať vede souběžně se spojkou na odstavné nádraží a dostane se do oblasti zvané Slatiny. Zde je navrhována zastávka. Jelikož ovšem v současné době se v tomto místě nachází převážně zahrádky, tak by buď byla na znamení, nebo by proběhla pouze stavební příprava a k dostavbě by došlo až po zástavbě okolí. V místě zastávky a v navazujících úsecích trati by muselo dojít k demolicím zahrádek, chatek a nouzových staveb, tzv. „nouzovek“. Dále Slatinami by trať vedla na necelé dva metry vysokém náspu z důvodu přemostění železniční trati. Tato trať slouží jako spojka na Odstavné nádraží jih. Je také elektrizovaná, kvůli čemuž musí být mostovka umístěna výše. Minimální výška spodku mostovky musí být alespoň 7,5 m nad temenem kolejnice. Tramvajová trať se pravostranným obloukem dostane na úroveň ulice Na Slatinách a železnici překoná šikmo. Nyní se trasa nachází průmyslové zóně v oblasti Bohdalce. Dnes v těchto místech působí různorodé společnosti, např. kamionoví dopravci nebo sklad stavebních materiálů. V místě za mostem je navrhována nová zastávka Elektrárenská, která byla pojmenována podle nedaleké ulice stejného názvu, která by v případě prodloužení okolo nouzových dřevěných staveb dosáhla místa uvažované zastávky. Dále trať pokračuje levým obloukem přes dnešní zelenou plochu a na křižovatce s ulicí U Plynárny pokračuje krátkou spojkou na křižovatku se Záběhlickou. Původně bylo uvažováno o vedení ulicí U Plynárny, ale tato možnost by byla neprůchodná kvůli přílišné blízkosti obytných budov. Pokud by tyto budovy nebyly obytné, tak by tato možnost byla výhodná z důvodu, že by minula vytiženou Záběhlickou ulici. Nevýhodou by bylo napojení na uvažovanou přeložku současné tratě do Záběhlické. Tato varianta na rozdíl od přechozích s přeložkou počítá. Při vedení do Záběhlické by se na tuto ulici trať dostala levým obloukem o malém poloměru. S tímto místem je ale do budoucna počítáno jako s tramvajovou křižovatkou. Přeložka a následně uvažovaná trať na Jižní město by měly vést zatím nepojmenovanou ulicí za obchodním domem Baumax. Současná trať v Chodovské by se stala pouze manipulační. Jenže toto řešení není zatím jisté, takže varianta je ukončena na

křižovatce Záběhlická / Chodovská / U Plynárny, kde by vznikl tramvajový trojúhelník. Úsek v Záběhlické a tato křižovatka jsou jediná dopravou zatížená místa, která varianta přímo ovlivňuje. Jinak vede převážně nezastavěnou a neurbanizovanou plochou, ovšem s dobrými sklonovými poměry. Maximální podélný sklon je 29,3 ‰, což je obrovský rozdíl oproti dvěma předchozím variantám, kde každá v určitém místě málem přesáhla nejvyšší dovolený sklon. Jenže je zase nejdelší. Tato varianta je brána jako rozvojová.

5.4.1 Směrové vedení - varianta 3

Tab. 5.32. – 5.40. Parametry směrových oblouků ve variantě 3

R1 [m]	55,00	R2 [m]	55,00
α [grad]	92,92	α [grad]	76,62
α [°]	83,63	α [°]	68,96
ZO [km]	0,065682	ZO [km]	0,185915
KO [km]	0,145961	KO [km]	0,252114
O [m]	80,28	O [m]	66,20
t [m]	73,34	t [m]	62,27
T [m]	49,20	T [m]	37,77
z [m]	18,80	z [m]	11,72

Oblouk R1 je situován mezi vjezdy a výjezdy z obousměrné mezilehlé smyčky Kubánské náměstí. Oblouk R2 je veden mezi sportovní halou a zahradou mateřské školy. Na konci oblouku ve směru na Bohdalec je napojena výjezdová kolej ze smyčky.

R3 [m]	500,00	R4 [m]	1000,00
α [grad]	15,13	α [grad]	13,67
α [°]	13,62	α [°]	12,30
ZO [km]	0,305578	ZO [km]	0,490898
KO [km]	0,424407	KO [km]	0,705620
O [m]	118,83	O [m]	214,72
t [m]	118,55	t [m]	214,31
T [m]	59,70	T [m]	107,78
z [m]	3,55	z [m]	5,79

Pomocí dvou táhlých oblouků R3 a R4 trať míří k zastávce Slatiny.

R5 [m]	500,00
α [grad]	25,59
α [°]	23,03
ZO [km]	0,753113
KO [km]	0,954063
O [m]	200,95
t [m]	199,60
T [m]	101,85
z [m]	10,27

R6 [m]	125,00
α [grad]	82,15
α [°]	73,94
ZO [km]	1,123435
KO [km]	1,284739
O [m]	161,30
t [m]	150,34
T [m]	94,09
z [m]	31,45

Před zastávkou je další oblouk o velkém poloměru. Za zastávkou a po překonání mezipřímé se trasa pravostranným obloukem R6 dostane nad železniční trať, přes kterou bude postaven most.

R7 [m]	170,00
α [grad]	69,61
α [°]	62,65
PS [km]	1,436549
KS [km]	1,622426
O [m]	185,88
t [m]	176,76
T [m]	103,46
z [m]	29,01

R8 [m]	30,00
α [grad]	104,64
α [°]	94,18
PS [km]	1,739750
KS [km]	1,789059
O [m]	49,31
t [m]	43,94
T [m]	32,27
z [m]	14,06

Za mostem se nachází zastávka Elektrárenská a poté další oblouk. Za levým obloukem R8 o menším poloměru je trať vedena středem Záběhlické a poslední oblouk se nachází v rámci kolejového rozvětvení na křižovatce Záběhlická / U Plynárny / Chodovská.

R9 [m]	200,00
α [grad]	15,84
α [°]	14,26
PS [km]	1,982209
KS [km]	2,031960
o [m]	49,75
t [m]	49,62
T [m]	25,00
z [m]	1,56

Tab. 6.41. Délky přímých úseků ve variantě 3

úsek	délka [m]
ZÚ - ZO1	65,682
KO1 - ZO2	39,954
KO2 - ZO3	53,464
KO3 - ZO4	66,491
KO4 - ZO5	47,493
KO5 - ZO6	169,372
KO6 - ZO7	151,810
KO7 - ZO8	117,324
KO8 - ZO9	193,150
KO9 - KÚ	28,941

5.4.2 Sklonové prvky - varianta 3

Tab. 5.42. – 5.48. Parametry výškových oblouků ve variantě 3

R1 [m]	3600,00
typ oblouku	údolnicový
ZZO [km]	0,032007
VVP [km]	0,080666
KZO [km]	0,129326
VV [m]	212,859
T [m]	48,66
y [m]	0,33
s ₁ [‰]	-29,30
s ₂ [‰]	-2,30

R2 [m]	7000,00
typ oblouku	údolnicový
ZZO [km]	0,253626
VVP [km]	0,302856
KZO [km]	0,352086
VV [m]	212,352
T [m]	49,23
y [m]	0,17
s ₁ [‰]	-2,30
s ₂ [‰]	11,80

První údolnicový oblouk se nachází na úrovni ulice Na Hroudě v oblasti smyčky Kubánské náměstí, za druhým obloukem začíná trať mírně stoupat směrem do podjezdu pod železniční tratí.

R3 [m]	20000,00
typ oblouku	údolnicový
ZZO [km]	0,663475
VVP [km]	0,748794
KZO [km]	0,834112
VV [m]	217,607
T [m]	85,32
y [m]	0,18
s ₁ [‰]	11,80
s ₂ [‰]	20,30

R4 [m]	15000,00
typ oblouku	vrcholový
ZZO [km]	0,979771
VVP [km]	1,121233
KZO [km]	1,262694
VV [m]	225,173
T [m]	141,46
y [m]	0,67
s ₁ [‰]	20,30
s ₂ [‰]	1,50

Pomocí dvou vrcholových oblouků o velkých poloměrech trasa překoná železniční trať. Kvůli průjezdnému průřezu u elektrizované tratě musí být niveleta koleje tramvajové tratě přibližně 1 – 2 m nad terénem v oblasti Slatin.

R5 [m]	10000,00
typ oblouku	vrcholový
ZZO [km]	1,383350
VVP [km]	1,479727
KZO [km]	1,576104
VV [m]	225,694
T [m]	96,38
y [m]	0,46
s ₁ [‰]	1,50
s ₂ [‰]	-17,80

R6 [m]	5000,00
typ oblouku	údolnicový
ZZO [km]	1,706539
VVP [km]	1,808128
KZO [km]	1,909718
VV [m]	219,842
T [m]	101,59
y [m]	1,03
s ₁ [‰]	-17,80
s ₂ [‰]	22,80

Poslední dva oblouky jen kopírují profil terénu. Na konci projektovaného úseku se tramvajové těleso nachází na úrovni vozovky ve středovém vedení.

R7 [m]	2500,00
typ oblouku	vrcholový
ZZO [km]	1,985379
VVP [km]	2,010942
KZO [km]	2,036504
VV [m]	224,469
T [m]	25,56
y [m]	0,13
s ₁ [‰]	22,80
s ₂ [‰]	2,40

5.4.3 Inženýrské sítě ovlivňující variantu 3

Ze všech tří variant byl z tohoto hlediska návrh trasy nejnáročnější. Ačkoliv sklonově byla tato varianta příznivá, tak z prostorového hlediska obzvlášť ve své první polovině velmi omezená. Bylo cílem respektovat umístění a dispozici sportovního areálu. Jenže poté je možná jediná trasa a tou je osu vést po současné účelové komunikaci. Pod touto komunikací je ale umístěn teplovod. Nakonec se podařilo posunout trasu a teplovod se nachází na hraně tramvajového tělesa v délce přibližně asi 20 m a pod nástupištěm tramvajové zastávky „Sportovní areál“ ve směru na Bohdalec. Dále je teplovod je umístěn těsně podél boční koleje nové smyčky.

Za železnicí byla původně zvažována trasa rovnou na Bohdalec. Za podjezdem by trasa pomalu vystoupala podél železniční spojky a poté měla vést na horní hraně železničního zářezu. Jenže po celé délce tímto místem vede zmiňovaný teplovod a navíc před mostem v ulici Nad Vršovskou horou se nachází velká rozvodna, do které je zapojeno vedení velmi vysokého napětí. Bylo tedy nutno trasu posunout do oblasti Slatin. Jenže v těchto místech je umístěno vedení velmi vysokého napětí, tudíž musela být při podélném vedení splněna podmínka minimální vzdálenosti od krajního vodiče. Kolmé převedení trasy problémy nezpůsobuje. Z těchto důvodů je trasa v oblasti Slatin mírně odsunuta východním směrem.

V dalším úseku se již kolize s významnými inženýrskými sítěmi nevyskytují.

6. Porovnání variant

Každá ze tří variant má svá pozitiva i negativa. Navíc každá varianta má jiný účel. Varianta 1 je nejvýhodnější z hlediska přímého napojení z centra směrem od náměstí míru a I. P. Pavlova. Varianta 2 slouží jako náhrada za současný intenzivní provoz autobusů mezi Edenem a Bohdalcem. Varianta 3 vede převážně přes dnes zpustlá a zanedbaná území, na kterých se ale očekává mohutná výstavba, proto je brána jako rozvojová.

Ze směrového hlediska jsou na tom varianty podobně, každá prochází stísněnými (městskými) poměry. Z výškového hlediska je na tom nejlépe varianta 3, které bohdalecký kopec obchází, za to první dvě jsou vedeny téměř přes jeho vrchol. Obě se v určitých místech přibližují maximálnímu povolenému sklonu 7,00 %.

Ohledně omezení na stávajících komunikacích jsou na tom opět v nevýhodě první dvě varianty. Vedou např. středem ulice Bohdalecká, která je velmi vytížená a po postavení trati by byla v každém směru zúžena na jeden jízdní pruh, což by bylo nedostačující. Varianta 3 je vedena mimo stávající komunikace.

Nejvíce demolic proběhlo ve variantě 3, ale byly to jen chatky, zahrádky a nouzové stavby. Menší demolice proběhly i ve zbývajících variantách

Ze stavebního hlediska jsou náročné všechny tři podobně. V první je nutno postavit vysokou opěrnou zeď, ve druhé estakádu nad kolejemi a ve třetí podjezdy pod železnicí.

Hlukové limity by asi splnila jen třetí varianta. První by narazila na problém kvůli panelovému domu při stoupání k železničnímu mostu, druhá zase kvůli těsné blízkosti u řadových domů v ulici U vršovického hřbitova.

Na základě výše uvedených zjištění byla jako nejoptimálnější vybrána varianta 3, která vede z Kubánského náměstí. Oblast, kudy varianta prochází má velký potenciál do budoucna, navíc je ideálně navázána na další uvažované tramvajové tratě, např. mezi Kubánským náměstím a Želivského. Největší výhodou oproti dvěma předchozím je, že neomezuje kapacitu stávajících vytížených komunikací, jelikož je v převážné části vedena po vlastním tělese. Dále je sklonově nepříznivější. Navíc předchozí dvě by kvůli např. estakádě nebo těsné blízkosti u obytných domů nebyly příliš průchodné a byly by obtíže oří schvalování stavby.

7. Výsledná varianta

Trasa výsledné varianty se od pracovní téměř neliší. Byla projektována i druhá kolej, tím pádem bylo nutno počítat s rozšířením osově vzdálenosti v oblouku a s přechodnicemi

7.1. Směrové vedení

Parametry používané v následujících tabulkách:

R = poloměr kružnicového oblouku [m]

α = středový úhel oblouku [grad]

α = středový úhel oblouku [°]

L = délka přechodnice [m]

ZO = staničení začátku oblouku [km]

KO = staničení konce oblouku [km]

O = délka oblouku [m]

A = parametr klotoidy [m]

T = délka tečny [m]

z = vzepětí kružnicového oblouku [m]

Oproti pracovní variantě bylo řešeno více parametrů, kde bylo navíc osově rozšíření kolejí v oblouku a přechodnice. V návrhu pouze osy tratě se přechodnice nevyplatí navrhovat, určují se pro každou kolej zvlášť. Přechodnice jsou křivky o proměnné křivosti, které se vkládají mezi přímý úsek koleje a kružnicový oblouk z důvodu, aby nevznikal ráz a najetí do oblouku bylo co nejplynulejší. U tramvajových tratí se nejčastěji používá tvar klotoidy, která se vypočítá ze vztahu: $A^2 = L \cdot R$

Nejkratší délka přechodnice se navrhuje 6 m, výjimečně 4 m. Přechodnice se nepoužívají např. v kolejových rozvětveních, na obratištích nebo ve vozovkách.

Tab. 7.1. – 7.21. Parametry směrových oblouků výsledné varianty

R1 [m]	59,339
α [grad]	94,3767
α [°]	84,9390
ZO [km]	0,060390
KO [km]	0,148358
T [m]	54,316
O [m]	87,968
z [m]	21,106

R1 [m]	55,000
α [grad]	76,9988
α_0 [grad]	8,6812
α [°]	69,2989
α_0 [°]	7,8131
L1 [m]	15,000
L2 [m]	15,000
ZP [km]	0,053626
KP=ZO [km]	0,068626
KO=ZP [km]	0,135148
KP [km]	0,150148
O o [m]	66,522
A [m]	28,723
T1 [m]	57,983
T2 [m]	57,983
z [m]	19,786

R2 [m]	55,000
α [grad]	59,4512
α_0 [grad]	8,6812
α [°]	53,5061
α_0 [°]	7,8131
L1 [m]	15,000
L2 [m]	15,000
ZP [km]	0,177275
KP=ZO [km]	0,192275
KO=ZP [km]	0,243638
KP [km]	0,258638
O o [m]	51,362
A [m]	28,723
T1 [m]	45,507
T2 [m]	45,507
z [m]	11,999

R2 [m]	55,950
α [grad]	36,7693
α [°]	33,0924
ZO [km]	0,180337
KO [km]	0,212652
T [m]	16,622
O [m]	32,315
z [m]	2,326

R3 [m]	54,406
α [grad]	28,0813
α_0 [grad]	8,7769
α [°]	25,2732
α_0 [°]	7,8992
L1 [m]	0,000
L2 [m]	15,000
ZO [km]	0,217383
KO=ZP [km]	0,241378
KP [km]	0,256378
O o [m]	23,996
A [m]	28,567

T1 [m]	16,518
T2 [m]	23,435
z [m]	1,318

R3 [m]	500,000
α [grad]	12,5832
α_0 [grad]	1,2732
α [°]	11,3249
α_0 [°]	1,1459
L1 [m]	20,000
L2 [m]	20,000
ZP [km]	0,294752
KP=ZO [km]	0,314752
KO=ZP [km]	0,413581
KP [km]	0,433581
O o [m]	98,829
A [m]	100,000
T1 [m]	69,699
T2 [m]	69,699
z [m]	3,585

R4 [m]	504,150
α [grad]	12,5832
α_0 [grad]	1,2628
α [°]	11,3249
α_0 [°]	1,1365
L1 [m]	20,000
L2 [m]	20,000
ZP [km]	0,292241
KP=ZO [km]	0,312241
KO=ZP [km]	0,412056
KP [km]	0,432056
O o [m]	99,815
A [m]	100,414
T1 [m]	70,195
T2 [m]	70,195
z [m]	3,614

R4 [m]	900,000
α [grad]	11,5476
α_0 [grad]	1,0610
α [°]	10,3928
α_0 [°]	0,9549
L1 [m]	30,000
L2 [m]	30,000
ZP [km]	0,485373
KP=ZO [km]	0,515373
KO=ZP [km]	0,678623
KP [km]	0,708623
O o [m]	163,250
A [m]	164,317
T1 [m]	112,002
T2 [m]	112,002
z [m]	5,258

R5 [m]	903,000
α [grad]	11,5546
α_0 [grad]	1,0576
α [°]	10,3991
α_0 [°]	0,9518
L1 [m]	30,000
L2 [m]	30,000
ZP [km]	0,485330
KP=ZO [km]	0,515330
KO=ZP [km]	0,679224
KP [km]	0,709224
O o [m]	163,894
A [m]	164,590
T1 [m]	112,326
T2 [m]	112,326
z [m]	5,271

R5 [m]	403,000
α [grad]	20,8622
α_0 [grad]	2,3696
α [°]	18,7760
α_0 [°]	2,1326
L1 [m]	30,000
L2 [m]	30,000
ZP [km]	0,758420
KP=ZO [km]	0,788420
KO=ZP [km]	0,920484
KP [km]	0,950484
O o [m]	132,064
A [m]	109,955
T1 [m]	97,160
T2 [m]	97,160
z [m]	8,381

R6 [m]	400,000
α [grad]	20,8267
α_0 [grad]	2,3873
α [°]	18,7440
α_0 [°]	2,1486
L1 [m]	30,000
L2 [m]	30,000
ZP [km]	0,759018
KP=ZO [km]	0,789018
KO=ZP [km]	0,919876
KP [km]	0,949876
O o [m]	130,858
A [m]	109,545
T1 [m]	95,549
T2 [m]	95,549
z [m]	8,320

R6 [m]	126,500
α [grad]	72,0710
α_0 [grad]	5,0326
α [°]	64,8639
α_0 [°]	4,5293
L1 [m]	20,000
L2 [m]	20,000
ZP [km]	1,109858
KP=ZO [km]	1,129858
KO=ZP [km]	1,273067
KP [km]	1,293067
O o [m]	143,209
A [m]	50,299
T1 [m]	105,288
T2 [m]	105,288
z [m]	31,980

R7 [m]	125,000
α [grad]	71,9502
α_0 [grad]	5,0930
α [°]	64,7552
α_0 [°]	4,5837
L1 [m]	20,000
L2 [m]	20,000
ZP [km]	1,107914
KP=ZO [km]	1,127914
KO=ZP [km]	1,269188
KP [km]	1,289188
O o [m]	141,274
A [m]	50,000
T1 [m]	104,160
T2 [m]	104,160
z [m]	35,496

R7 [m]	170,000
α [grad]	61,2590
α_0 [grad]	3,7448
α [°]	55,1331
α_0 [°]	3,3703

R8 [m]	173,950
α [grad]	61,4291
α_0 [grad]	3,6598
α [°]	55,2862
α_0 [°]	3,2938

L1 [m]	20,000
L2 [m]	20,000
ZP [km]	1,423478
KP=ZO [km]	1,443478
KO=ZP [km]	1,607061
KP [km]	1,627061
O o [m]	163,583
A [m]	58,310
T1 [m]	111,949
T2 [m]	111,949
z [m]	28,312

L1 [m]	20,000
L2 [m]	20,000
ZP [km]	1,418283
KP=ZO [km]	1,438283
KO=ZP [km]	1,606132
KP [km]	1,626132
O o [m]	167,849
A [m]	58,983
T1 [m]	114,316
T2 [m]	114,316
z [m]	28,967

R8 [m]	27,000
α [grad]	104,1618
α [°]	93,7456
ZO [km]	1,743925
KO [km]	1,788102
T [m]	28,825
O [m]	44,177
z [m]	12,496

R9 [m]	25,000
α [grad]	104,1618
α [°]	93,7456
ZO [km]	1,740446
KO [km]	1,78135
T [m]	26,690
O [m]	40,904
z [m]	11,570

R10 [m]	5000,000
α [grad]	0,3247
α [°]	0,2922
ZO [km]	1,825010
KO [km]	1,850507
T [m]	12,749
O [m]	25,497
z [m]	0,016

R11 [m]	5000,000
α [grad]	0,3247
α [°]	0,2922
ZO [km]	1,903451
KO [km]	1,928948
T [m]	12,749
O [m]	25,497
z [m]	0,016

R9 [m]	200,000
α [grad]	9,5493
αo [grad]	3,1831
α [°]	8,5944
αo [°]	2,8648
L1 [m]	20,000
L2 [m]	20,000
ZP [km]	1,971019
KP=ZO [km]	1,991019

R12 [m]	203,750
α [grad]	10,0011
αo [grad]	3,1246
α [°]	9,0010
αo [°]	2,8121
L1 [m]	20,000
L2 [m]	20,000
ZP [km]	1,962709
KP=ZO [km]	1,982709

KO=ZP [km]	2,022070
KP [km]	2,042070
O o [m]	31,051
A [m]	63,246
T1 [m]	35,675
T2 [m]	35,675
z [m]	0,603

KO=ZP [km]	2,014718
KP [km]	2,034718
O o [m]	32,009
A [m]	63,836
T1 [m]	36,156
T2 [m]	36,156
z [m]	0,629

7.2 Sklonové prvky

Tab. 7.22. – 7.29. Parametry výškových oblouků

R1 [m]	3500,00
typ oblouku	údolnicový
ZZO [km]	0,070898
VVP [km]	0,105000
KZO [km]	0,139102
VV [m]	212,179
T [m]	34,102
y [m]	0,166
s ₁ [‰]	-24,5
s ₂ [‰]	-1,6

R2 [m]	8200,00
typ oblouku	údolnicový
ZZO [km]	0,243257
VVP [km]	0,308915
KZO [km]	0,374573
VV [m]	212,164
T [m]	65,658
y [m]	0,263
s ₁ [‰]	-1,6
s ₂ [‰]	12,7

R3 [m]	25000,00
typ oblouku	údolnicový
ZZO [km]	0,696690
VVP [km]	0,772051
KZO [km]	0,847112
VV [m]	218,159
T [m]	75,061
y [m]	0,113
s ₁ [‰]	12,7
s ₂ [‰]	18,9

R4 [m]	13000,00
typ oblouku	vrcholový
ZZO [km]	1,036298
VVP [km]	1,154357
KZO [km]	1,272416
VV [m]	225,403
T [m]	118,059
y [m]	0,536
s ₁ [‰]	18,9
s ₂ [‰]	0,8

R5 [m]	4500,00
typ oblouku	vrcholový
ZZO [km]	1,369315
VVP [km]	1,414488
KZO [km]	1,459660
VV [m]	225,608
T [m]	45,172
y [m]	0,227
s ₁ [‰]	0,8
s ₂ [‰]	-19,3

R6 [m]	6500,00
typ oblouku	údolnicový
ZZO [km]	1,600014
VVP [km]	1,665061
KZO [km]	1,730107
VV [m]	220,774
T [m]	65,047
y [m]	0,325
s ₁ [‰]	-19,3
s ₂ [‰]	0,7

R7 [m]	3000,00
typ oblouku	údolnicový
ZZO [km]	1,829157
VVP [km]	1,866511
KZO [km]	1,903864
VV [m]	220,920
T [m]	37,354
y [m]	0,233
s ₁ [‰]	0,7
s ₂ [‰]	25,6

R8 [m]	2000,00
typ oblouku	vrcholový
ZZO [km]	1,981516
VVP [km]	2,005000
KZO [km]	2,028484
VV [m]	224,469
T [m]	23,484
y [m]	0,138
s ₁ [‰]	25,6
s ₂ [‰]	2,1

7.3 Výpočty převýšení a přechodnic

Výpočty délek přechodnic

$$p = \frac{11,5 \cdot V^2}{R} - 150 \cdot a_n$$

$$l_v = \frac{n \cdot p}{1\,000}$$

$$n = \frac{1000 \cdot l_v}{p}$$

1. kolej

Pro oblouk $R_4 = 900,00$ m předpokládáme teoretické převýšení p a nevyrovnané příčné zrychlení $a_n = 0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$. Předpokládaná rychlost je $V = 60 \text{ km/h}$. Po dosazení dostaneme

$$p = \frac{11,5 \cdot 60^2}{900} - 150 \cdot 0 = 46 \text{ mm}$$

Koeficient n bude mít pro délku přechodnice $l_v = 30$ m hodnotu, tedy

$$n = \frac{1000 \cdot 30}{46} \cong 650$$

Je větší než 500 a tedy je délka přechodnice přípustná.

Pro oblouk $R_5 = 403,00$ m předpokládáme teoretické převýšení p a nevyrovnané příčné zrychlení $a_n = 0,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$. Předpokládaná rychlost je $V = 50 \text{ km/h}$. Po dosazení dostaneme

$$p = \frac{11,5 \cdot 50^2}{403} - 150 \cdot 0,1 \cong 56,4 \text{ mm}$$

Koeficient n bude mít pro délku přechodnice $l_p = 30$ m hodnotu, tedy

$$n \cong \frac{1000 \cdot 30}{56,4} \cong 532,5$$

Je větší než 500 a tedy je délka přechodnice přípustná.

Pro oblouk $R_6 = 126,50$ m předpokládáme snížené převýšení p a nevyrovnané příčné zrychlení $a_n = 0,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$. Předpokládaná rychlost je $V = 35 \text{ km/h}$. Po dosazení dostaneme

$$p = \frac{11,5 \cdot 35^2}{126,5} - 150 \cdot 0,6 \cong 21,4 \text{ mm}$$

Koeficient n bude mít pro délku přechodnice $l_p = 20$ m hodnotu, tedy

$$n \cong \frac{1000 \cdot 20}{21,4} \cong 936$$

Je větší než 500 a tedy je délka přechodnice přípustná.

Pro oblouk $R_7 = 170,00$ m předpokládáme snížené převýšení p a nevyrovnané příčné zrychlení $a_n = 0,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$. Předpokládaná rychlost je $V = 40 \text{ km/h}$. Po dosazení dostaneme

$$p = \frac{11,5 \cdot 40^2}{170} - 150 \cdot 0,6 \cong 18,2 \text{ mm}$$

Koeficient n bude mít pro délku přechodnice $l_p = 20$ m hodnotu, tedy

$$n \cong \frac{1000 \cdot 20}{18,2} \cong 1\,097$$

Je větší než 500 a tedy je délka přechodnice přípustná.

2. kolej

Pro oblouk $R_5 = 903,00$ m předpokládáme teoretické převýšení p a nevyrovnané příčné zrychlení $a_n = 0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$. Předpokládaná rychlost je $V = 60 \text{ km/h}$. Po dosazení dostaneme

$$p = \frac{11,5 \cdot 60^2}{903} - 150 \cdot 0 \cong 45,85 \text{ mm}$$

Koeficient n bude mít pro délku přechodnice $l_p = 30$ m hodnotu, tedy

$$n = \frac{1000 \cdot 30}{45,85} \cong 654$$

Je větší než 500 a tedy je délka přechodnice přípustná.

Pro oblouk $R_6 = 400,00$ m předpokládáme teoretické převýšení p a nevyrovnané příčné zrychlení $a_n = 0,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$. Předpokládaná rychlost je $V = 50 \text{ km/h}$. Po dosazení dostaneme

$$p = \frac{11,5 \cdot 50^2}{403} - 150 \cdot 0,1 \cong 56,9 \text{ mm}$$

Koeficient n bude mít pro délku přechodnice $l_p = 30$ m hodnotu, tedy

$$n \cong \frac{1000 \cdot 30}{56,9} \cong 527,5$$

Je větší než 500 a tedy je délka přechodnice přípustná.

Pro oblouk $R_7 = 125,00$ m předpokládáme snížené převýšení p a nevyrovnané příčné zrychlení $a_n = 0,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$. Předpokládaná rychlost je $V = 35 \text{ km/h}$. Po dosazení dostaneme

$$p = \frac{11,5 \cdot 35^2}{125} - 150 \cdot 0,6 = 22,7 \text{ mm}$$

Koeficient n bude mít pro délku přechodnice $l_p = 20$ m hodnotu, tedy

$$n \cong \frac{1000 \cdot 20}{22,7} \cong 881$$

Je větší než 500 a tedy je délka přechodnice přípustná.

Pro oblouk $R_8 = 173,95$ m předpokládáme snížené převýšení p a nevyrovnané příčné zrychlení $a_n = 0,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$. Předpokládaná rychlost je $V = 40 \text{ km/h}$. Po dosazení dostaneme

$$p = \frac{11,5 \cdot 40^2}{173,95} - 150 \cdot 0,6 \cong 15,8 \text{ mm}$$

Koeficient n bude mít pro délku přechodnice $l_p = 20$ m hodnotu, tedy

$$n \cong \frac{1000 \cdot 20}{15,8} \cong 1\,268$$

Je větší než 500 a tedy je délka přechodnice přípustná.

8. Úpravy linkového vedení

Pro vybranou variantu by se dalo najít mnoho různých řešení změn a úprav linkového vedení. Zásadní otázkou je, jak by vypadalo okolí tratě a pokud by existovaly i navazující úseky tzv. Východní tramvajové tangenty. V případě plánované masivní výstavby by byla vysoká i místní poptávka a při případné realizaci navazujících úseků mezi Želivského a Kubánským náměstím a tratí ze Spořilova na Jižní město by vzniklo kapacitní a kvalitní kolejové propojení okrajovějších částí Prahy, aniž by cestující musel zajíždět do centra (převážně v případě použití metra) a došlo by k náhradě velkého množství autobusů

Není ale známo, v jakém časovém období by se měly navazující úseky realizovat, stejně jako není znám počet budoucích obyvatel v oblasti Slatin a Bohdalce. Někdy se hovoří až o třiceti tisících obyvatel. Daly by se zvolit dvě varianty návrhu – minimalistická a maximalistická.

V maximalistické variantě by došlo k dostavbě zbývajících části východní tangenty a rozsáhlé obytné výstavbě na Bohdalci a Slatinách. To by si ovšem žádalo obrovské linkové změny, které by se dotkly mnoha částí Prahy. Takové změny jsou ovšem nad rámec zadání této práce. Proto byla jako optimální zvolena minimalistická varianta. V této variantě se uvažuje jen o tomto samostatném propojení a buď ještě žádné nové zástavbě nebo počínající. Tudíž by zatím stačila jedna linka o intervalu 8 minut. Trasa linky by se v co největší možné míře snažila kopírovat trasu východní tangenty. Vedení linky by bylo v trase Kobylišy – Palmovka – Ohrada – Želivského – Strašnická – Kubánské náměstí – Bohdalecká – Spořilov. Délka linky by byla přibližně 12,7 km. Průměrná cestovní rychlost tramvaj se ve velkých městech udává 15 – 18 km/h. Jelikož ale linka bude vedena mimo centrum a z velké části na samostatném tělese, tak se využije horní hranice. Z toho vychází doba na jednu jízdu na 42,36 min, použije se hodnota 43 minut. Jeden oběh by tedy trval 86 min. Z toho vychází při špičkovém intervalu počet pořadí, tj. tramvajových vlaků, na 11. Plus jeden kvůli čerpání přestávek, takže celkový počet tramvajových vlaků pro novou linku by byl 12.

Omezení autobusů se zatím neuvažuje, to by bylo nutné při vybrání varianty 2. Tato varianta je ale od začátku brána primárně jako rozvojová a ne jako nahrazení autobusové dopravy.

K omezení autobusů by mohlo dojít po zprovoznění nové linky a vytvoření přepravních průzkumů. Pokud by byla linka dobře využívána, tak by mohlo dojít k mírnému omezení autobusů jezdících severojižním směrem přes východní části Prahy.

9. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo najít trasy pro několik variant propojení tramvajových tratí mezi Vršovickou třídou a tramvajovou tratí v Michli. Následně byla optimální a nejvýhodnější varianta.

Byly navrženy tři pracovní varianty. K nim byly vytvořeny podélné řezy. Po pečlivém zvážení všech pozitiv a negativ byla jako výsledná vybrána varianta číslo 3, která je vedena z Kubánského náměstí.

Věřím, že některé získané poznatky při tvorbě této diplomové práce a navržená řešení využiji i ve své další praxi.

10. Fotodokumentace



Obr. 10.1. Varianta 1 - křižovatka Moskevská / Baškirská



Obr. 10.2. Varianta 1 – stoupání navrhované trati směrem k železničnímu mostu



Obr. 10.3. Varianta 1 – silniční most přes železnici, tramvajový bude vlevo od něj



Obr. 10.4. Varianta 1 – stoupání navrhované trati za mostem. Těleso trati bude přibližně místo parkujících vozidel



Obr. 10.5. Varianta 1 – trasa varianty vede vlevo od komunikace přes neudržovaný travnatý pás



Obr. 10.6. Varianta 1 – pohled opačným směrem



Obr. 10.7. Varianta 1/2 – křižovatka Moskevská / Bohdalecká / U Vršovického hřbitova / Nad Vršovskou horou – varianta 1 bude přivedena zleva, varianta 2 přímo



Obr. 10.8. Varianta 1/2 – obě varianty budou vedeny středem Bohdalecké



Obr. 10.9. Varianta 2 – trasa varianty vede středem komunikace od křižovatky Vršovická / U Slavie



Obr. 10.10. Varianta 2 – trasa varianty vede vlevo od komunikace a stoupá po estakádě nad železnici. Pohled z lávky pro pěší nad křižovatkou U Slavie / Vladivostocká



Obr. 10.11. Varianta 2 – trasa varianty vede vpravo od komunikace a v tomto místě končí estakáda



Obr. 10.12. Varianta 2 – pohled opačným směrem, trať je navržena v bočním vedení



Obr. 10.13. Varianta 3 – současná smyčka Kubánské náměstí



Obr. 10.14. Varianta 3 – trasa varianty vede středem komunikace



Obr. 10.15. Varianta 3 – trasa varianty skrz zemní val



Obr. 10.16. Varianta 3 – objekt ze stavebních buněk bude rozebrán, trasa varianty vede v zázřezu



Obr. 10.17. Varianta 3 – trasa vede vlevo přibližně ve stopě stávající účelové komunikace



Obr. 10.18. Varianta 3 – železniční spojka na odstavné nádraží, tramvajový most bude přibližně nad odstavenými lokomotivami



Obr. 10.19. Varianta 3 – průmyslová zóna na Bohdalci, trasa vede podél této komunikace



Obr. 10.20. Varianta 3 – trasa vede přibližně středem fotky



Obr. 10.21. Varianta 3 – Záběhlická v místě plánované zastávky Bohdalecká



Obr. 10.22. Křižovatka Bohdalecká / U Plynárny / Michelská / Záběhlická, na kterou budou přivedeny všechny varianty

11. Použité zdroje

11.1. Literatura

- [1] ČSN 28 0318 Průjezdne průřezy tramvajových tratí
- [2] ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací
- [3] ČSN 73 6412 Geometrické uspořádání koleje tramvajových tratí
- [4] ČSN 73 6425 Autobusové, trolejbusové a tramvajové zastávky
- [5] Kubát, B. - Penc, M.: Městská kolejová doprava. Praha, ČVUT, 2000
- [6] Kubát, B. – Pejša, J. – Jacura, M. – Trešl, O.: Městská a příměstská kolejová doprava. Praha, Wolters Kluwer, 2010

11.2. Internetové zdroje

- [1] www.dpp.cz
- [2] www.ropid.cz
- [3] www.szdc.cz
- [4] www.cuzk.cz
- [6] www.nahlizenidokn.cuzk.cz
- [7] geoportal.cuzk.cz
- [8] www.praha10.cz
- [9] www.tsk-praha.cz
- [10] www.iprpraha.cz
- [11] cs.wikipedia.org
- [12] www.prazsketramvaje.cz

12. Seznam příloh

1. Přehledná situace, 1:10 000
- 2.1. Situace Varianta 1, 1:5 000
- 2.2. Situace Varianta 2, 1:5 000
- 2.3. Situace Varianta 3, 1:5 000
- 3.1. Pracovní podélný řez Varianta 1, 1:5 000/500
- 3.2. Pracovní podélný řez Varianta 2, 1:5 000/500
- 3.3. Pracovní podélný řez Varianta 3, 1:5 000/500
4. Situace výsledné varianty, 1:2 000
5. Podélný řez výsledné varianty, 1:2 000/200
6. Vytyčovací schéma, 1:200
- 7.1. Situace vybraného uzlu 1, 1:500
- 7.2. Situace vybraného uzlu 2, 1:500
8. Vzorový příčný řez, 1:50