



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV ŽELEZNIČNÍCH KONSTRUKCÍ A STAVEB

INSTITUTE OF RAILWAY STRUCTURES AND CONSTRUCTIONS

STUDIE PRODLOUŽENÍ TRAMVAJOVÉ TRATĚ DO MODŘIC

STUDY OF TRAM TRACK EXTENSION TO THE MODŘICE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Martin Kuchár

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jan Valehrach, Ph.D.

BRNO 2023

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav železničních konstrukcí a staveb
Student: **Bc. Martin Kuchár**
Vedoucí práce: **Ing. Jan Valehrach, Ph.D.**
Akademický rok: 2022/23
Studijní program: N0732A260026 Stavební inženýrství – konstrukce a dopravní stavby

Děkan Fakulty Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Studie prodloužení tramvajové tratě do Modřic

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Přílohy:

1. Průvodní a technická zpráva
2. Situace
3. Vytyčovací výkres
4. Podélný profil
5. Vzorové příčné řezy

Cíle a výstupy diplomové práce:

V rámci diplomové práce navrhnete prodloužení tramvajové tratě ze stávající smyčky Komárov do Modřic. Navrhnete kolejové řešení ukončení tramvajové tratě a rozmístění nových zastávek.

Seznam doporučené literatury a podklady:

Digitální mapa města Brna (polohopisné a výškopisné zaměření)

Volně dostupné mapové podklady

ČSN 73 6405 Projektování tramvajových tratí

ČSN 73 6412 Geometrické uspořádání koleje tramvajových tratí

ČSN 28 0318 Průjezdne průřezy tramvajových tratí a obrysy pro vozidla provozovaná na tramvajových dráhách

a další platné právní předpisy a normy

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 15. 3. 2022

L. S.

doc. Ing. Otto Plášek, Ph.D.
vedoucí ústavu

Ing. Jan Valehrach, Ph.D.
vedoucí práce

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr. h. c.
děkan

ABSTRAKT

Cílem práce je navrhnout prodloužení tramvajové tratě ze stávající smyčky Komárov do Modřic. Součástí návrhu je ukončení tramvajové tratě v Modřicích, rozmístění nových zastávek a propojení se stávající tratí na ul. Vídeňská. Prodloužení tratě je navrženo na maximální rychlost 50 km/h s možností budoucího zvýšení maximální rychlosti na 80 km/h v lokalitách tomu uzpůsobených. Délka trasy je cca 6 km.

KLÍČOVÁ SLOVA

Studie, tramvajová trať, propojení, prodloužení, tramvajová zastávka

ABSTRACT

The objective of the master's thesis is to design an extension of the tram line from the existing Komárov loop to Modřice. Part of the design is the end of the tram line in Modřice, the positioning of new stops and the interconnection to the existing line in Vídeňská street. The extension of the tram line is designed for a maximum speed of 50 km/h with possibility of increase in the future to 80 km/h in selected locations. The length of the line is about 6 km.

KEYWORDS

Study, tram line, interconnection, extension, tram stop

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KUCHÁR, Martin. *Studie prodloužení tramvajové tratě do Modřic*. Brno, 2023. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav železničních konstrukcí a staveb. Vedoucí Ing. Jan Valehrach, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Studie prodloužení tramvajové tratě do Modřic* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 13. 1. 2023

Bc. Martin Kuchár
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval především mému vedoucímu práce doktoru Janu Valehrachovi za trpělivost, cenné informace, odborné vedení, snahu zodpovědět veškeré mé dotazy a množství času, strávených při konzultacích po celou dobu tvoření diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat i všem ostatním, kteří mě podporovali a jakkoliv přispěli svými nápady a radami.

Děkuji



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV ŽELEZNIČNÍCH KONSTRUKCÍ A STAVEB

INSTITUTE OF RAILWAY STRUCTURES AND CONSTRUCTIONS

PRŮVODNÍ A TECHNICKÁ ZPRÁVA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Martin Kuchár

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jan Valehrach, Ph.D.

BRNO 2023

Obsah

1. ZÁKLADNÍ INFORMACE	8
2. POŽADOVANÉ CÍLE.....	8
3. PODKLADY A LITERATURA	9
4. STÁVAJÍCÍ STAV ŘEŠENÉHO ÚZEMÍ.....	10
4.1. Městská část Brno – Komárov	11
4.2. Městská část Brno – Horní Heršpice	13
4.3. Městská část Brno – Dolní Heršpice.....	14
4.4. Městská část Brno – Přízřenice	15
4.5. Město Modřice	15
5. ÚZEMNÍ PLÁN MĚSTA BRNA.....	17
5.1. Platný Územní plán města Brna	17
5.2. Připravovaný Územního plán města Brna.....	18
6. NÁVRH PRODLOUŽENÍ.....	19
6.1. Část první.....	19
6.2. Část druhá	20
7. VARIANTY	21
7.1. Variantní řešení vedení tramvajové tratě v zastavěném území.....	21
7.1.1. Vedení podél ul. Hněvkovského	21
7.1.2. Vedení přes Horní Heršpice.....	23
7.2. Variantní řešení propojení tramvajových tratí v zastavěném území.....	25
7.2.1. Propojení u OC Futurum.....	25
7.2.2. Propojení Moravanská	26
7.3. Řešená varianta	28
7.3.1. Ukončení tramvajové tratě v Modřicích.....	29
8. SMĚROVÉ ŘEŠENÍ	30
8.1. Osová vzdálenost.....	32
9. VÝŠKOVÉ ŘEŠENÍ	33
10. TRAMVAJOVÝ SVRŠEK	34
10.1. Tramvajová trať na sdruženém zemním tělese ve společném dopravním prostoru.....	34
10.2. Tramvajová trať na společném zemním tělese ve vozovce	34
10.3. Výhybky a výměny.....	35
10.4. Zarážedla	35
11. ŽELEZNIČNÍ SPODEK	36

11.1.	Odvodnění	36
12.	ZASTÁVKY	36
13.	ZÁVĚR.....	43
14.	SEZNAM OBRÁZKŮ	44
15.	SEZNAM ZKRATEK.....	45
16.	SEZNAM PŘÍLOH	45
17.	ZDROJE.....	46

1. ZÁKLADNÍ INFORMACE

Název stavby:	Studie prodloužení tramvajové tratě do Modřic
Stupeň dokumentace:	Studie proveditelnosti
Místo stavby:	Brno – Komárov, Brno – Horní Heršpice, Brno – Dolní Heršpice, Brno – Přízřenice, Modřice
Katastrální území:	Brno – Komárov 611026, Brno – Horní Heršpice 612065, Brno – Dolní Heršpice 612111, Brno – Přízřenice 612146, Modřice 697931
Projektant:	Bc. Martin Kuchár
Vedoucí práce:	Ing. Jan Valehrach, Ph.D.

2. POŽADOVANÉ CÍLE

Cílem práce byl návrh a prověření možnosti záměru prodloužení tramvajové tratě ze stávající smyčky Komárov do Modřic. Součástí návrhu je ukončení tramvajové tratě v Modřicích a rozmístění nových zastávek.

Navrhované prodloužení spojuje městskou část Brno – Komárov s okrajem města Brna a dále se severní částí města Modřice. Prodloužení tratě navazuje na stávající trať ukončenou pomocí smyčky Komárov. Dále pokračuje přes zastavěné území až k dálnici D1, kde dálnici podjede stávajícím podjezdem na ul. Kšírova. Za tímto podjezdem se odpojuje od této místní komunikace. Trať pokračuje přes momentálně nezastavěnou část Brna podle návrhu územního plánu města Brna. V této lokalitě je v budoucnu plánována výstavba bytových domů, průmyslového vybavení, sportovních areálů apod. Dále trať překříží místní komunikaci Moravanská a pokračuje až do severní části Modřic se zakončením u železniční stanice Modřice. Zakončení tramvajové tratě je navrženo kusými kolejemi včetně propojení obou kolejí pomocí jednoduchých kolejových spojek.

Prodloužení stávající tratě z Komárova je výhodné z mnoha důvodů: Možný rozvoj zájmového území, budování nových obytných zástaveb, možnost parkovišť P+R dále od centra, popřípadě propojení tramvajových tras. Pro větší kapacity obyvatel je tramvajová doprava zatím nejkapacitnější.

Dále bylo navrženo propojení této nové tratě se stávající tramvajovou tratí na ul. Vídeňské. Propojení by bylo významné jak při mimořádných situacích na obou tratích, tak při propojení budoucí výstavby zájmového území se západní částí Brna pomocí MHD.

3. PODKLADY A LITERATURA

Digitální mapa města Brna (polohopisné a výškové zaměření)

ČSN 73 6405 Projektování tramvajových tratí, platnost od 09/2022

ČSN 73 6412 Geometrické uspořádání koleje tramvajových tratí, platnost od 03/2017

ČSN 28 0318 Průjezdne průřezy tramvajových tratí a obrysy pro vozidla provozovaná na tramvajových dráhách, platnost od 03/2015

ČSN 73 6320 Prostorová průchodnost na dráze celostátní, dráhách regionálních a místních a vlečkách normálního rozchodu – Národní požadavky, platnost od 02/2019

ČSN 73 6201 Projektování mostních objektů, platnost od 10/2008

ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací, platnost od 01/2006

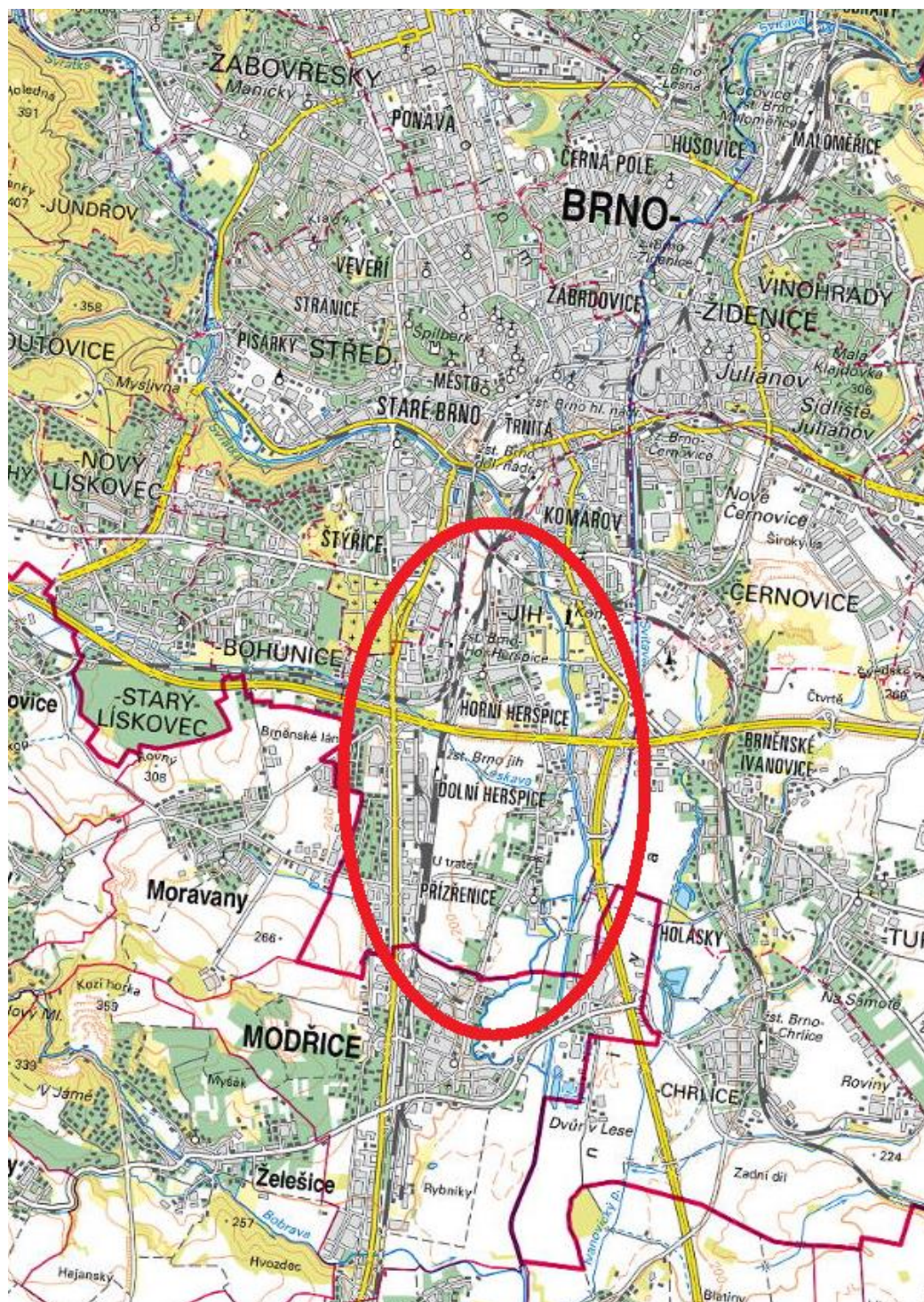
ČSN 73 6101 Projektování silnic a dálnic, platnost od 09/2018

Mapové podklady z Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního
(mapa 1:10 000, ortofotomapa, atd.)

Směrnice T09r0 – Technické podmínky pro výstavbu a rekonstrukce tramvajových tratí DPMB včetně příloh, platnost od 1. 1. 2019

4. STÁVAJÍCÍ STAV ŘEŠENÉHO ÚZEMÍ

Řešené území studie se nachází na jižní straně města Brna a na severní části města Modřice. Dotčenými městskými částmi jsou Brno – Komárov, Brno – Horní Heršpice, Brno – Dolní Heršpice, Brno – Přízřenice a město Modřice. Až na pár výjimek je dotčené území rovinaté.



Obrázek 1 - Mapa zájmového území

4.1. Městská část Brno – Komárov

Komárov byl poznamenán rozvojem průmyslu a výstavbou panelového sídliště. Najdeme zde i rodinnou zástavbu se zelení.

Území je z velké části zastavěné a bez vodních ploch. V městské části Komárov žije přibližně 6 100 obyvatel.

Na jih od stávající železniční tratě procházející Komářovem je postaveno spousta nových obchodů podél stávající komunikace Hněvkovského. Společně s místní komunikací Kšírova jsou vysoce frekventovanými PK, na kterých se často tvoří dopravní zácpy.

V Komárově se nachází stávající tramvajová trať ukončená smyčkou. Obsluha tratě je tramvají č. 12 z Komárova přes centrum na sever Brna. Zastavují zde denní autobusové linky č. 40, 48, 49, 50, 63, 64 a 67 i noční linky N94 a N95, se kterými se dostanete jak do okolních obcí, tak do vzdálenějších míst města Brna. Také tudy projíždí meziměstské linky č. 109 a 509.

Díky nynější lokalizaci ukončení stávající tramvajové tratě jsou lidé nuceni dojíždět automobily nebo přestupovat v relativní blízkosti centra. Z tohoto důvodu se jeví jako vhodnější přesunout tento přestupní uzel dále na okraj města.



Obrázek 2 - Stávající ukončení smyčkou Komárov s možností přestupu



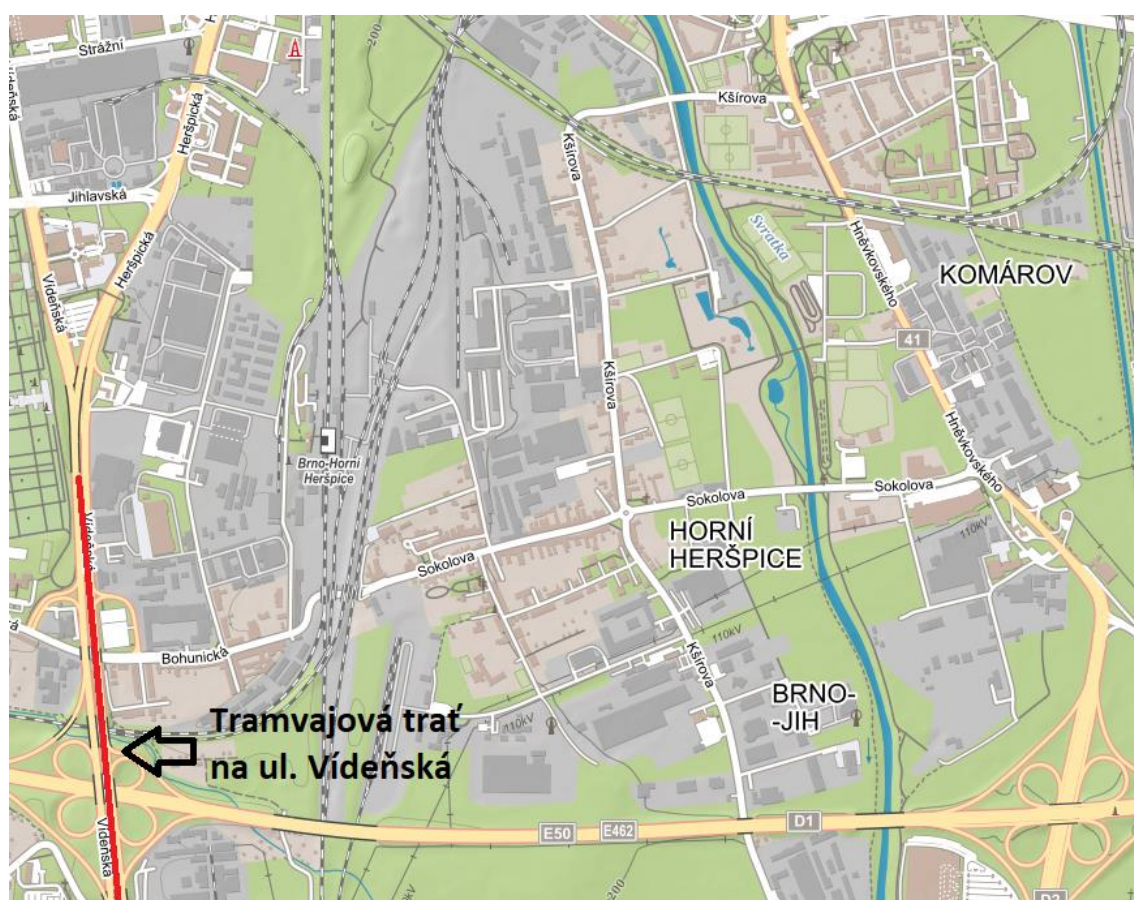
Obrázek 3 - Městská část Brno – Komárov

4.2. Městská část Brno – Horní Heršpice

Území Horních Heršpic je z podstatné části zastavěné a protéká tudy řeka Svratka. Nachází se zde mnoho průmyslových i obchodních firem např. OBI, ale najdeme zde i kostel sv. Klementa Maria Hofbauera. Žije zde cca 2 000 obyvatel.

Prochází tudy důležitá železniční trasa z Brna do Břeclavi, která rozděluje zástavbu na dvě části. Na tuto trať navazuje západní trať do Rosic a východní trať do Přerova. Horními Heršpicemi vede pozemní komunikace Sokolova spojující PK Hněvkovského a Kšírova.

Na jihozápadní straně území se dálnice D1 kříží s pozemní komunikací Vídeňskou. PK Vídeňská společně s tramvajovou tratí, která vede jejím středem, pokračuje od centra města Brna směrem na jih skrz zájmové městské části Brno – Dolní Heršpice, Brno – Přízřenice až do města Modřice. Obsluha tramvajové tratě je pomocí linky č. 2.

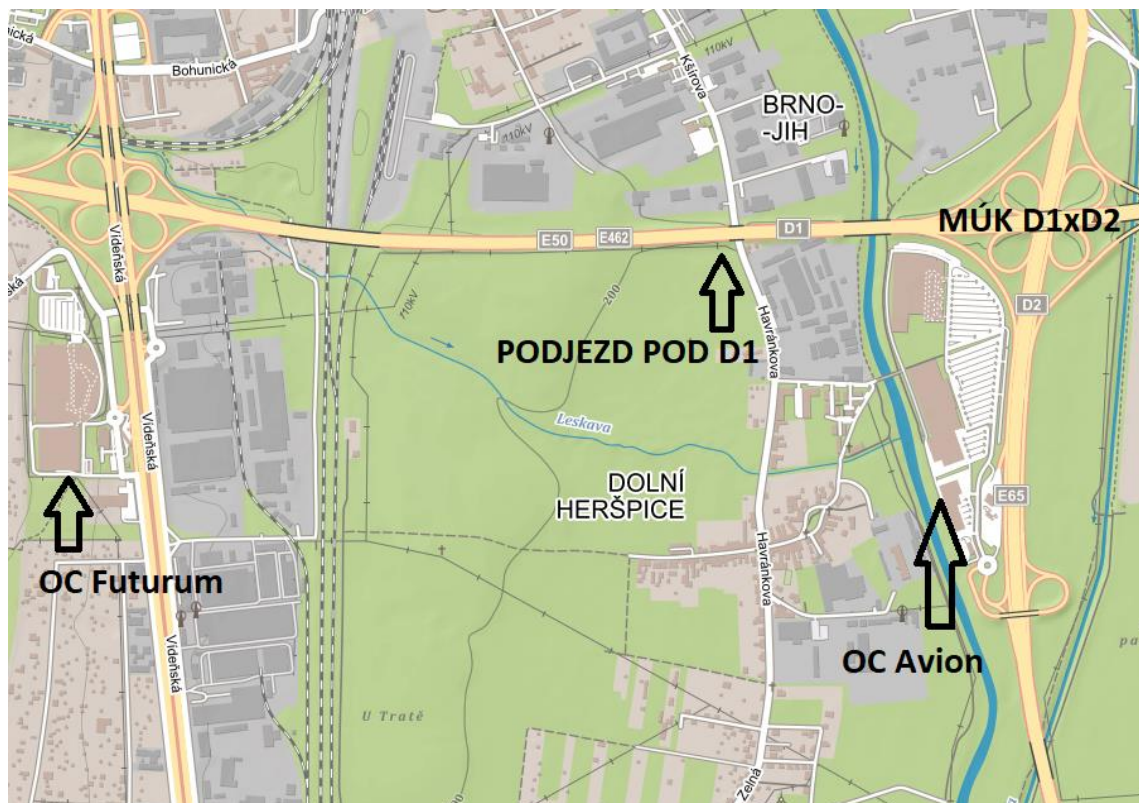


Obrázek 4 - Městská část Brno – Horní Heršpice

4.3. Městská část Brno – Dolní Heršpice

Zástavba Dolních Heršpic se skládá ze dvou výrazně oddělených částí. Západní část je převážně obchodní (OC Futurum Brno) a průmyslová podél ul. Vídeňské. Východní část je tvořena pravým a levým břehem řeky Svatky. Na pravém břehu se nachází původní vesnice, kde můžeme najít kapličku sv. Kateřiny Sienské. Na levém břehu můžeme najít OC Avion Shopping Park Brno. Po obou březích prochází cyklostezka. Západní a východní část rozdělují rozsáhle plochy orné půdy. V této části Brna žije okolo 600 obyvatel.

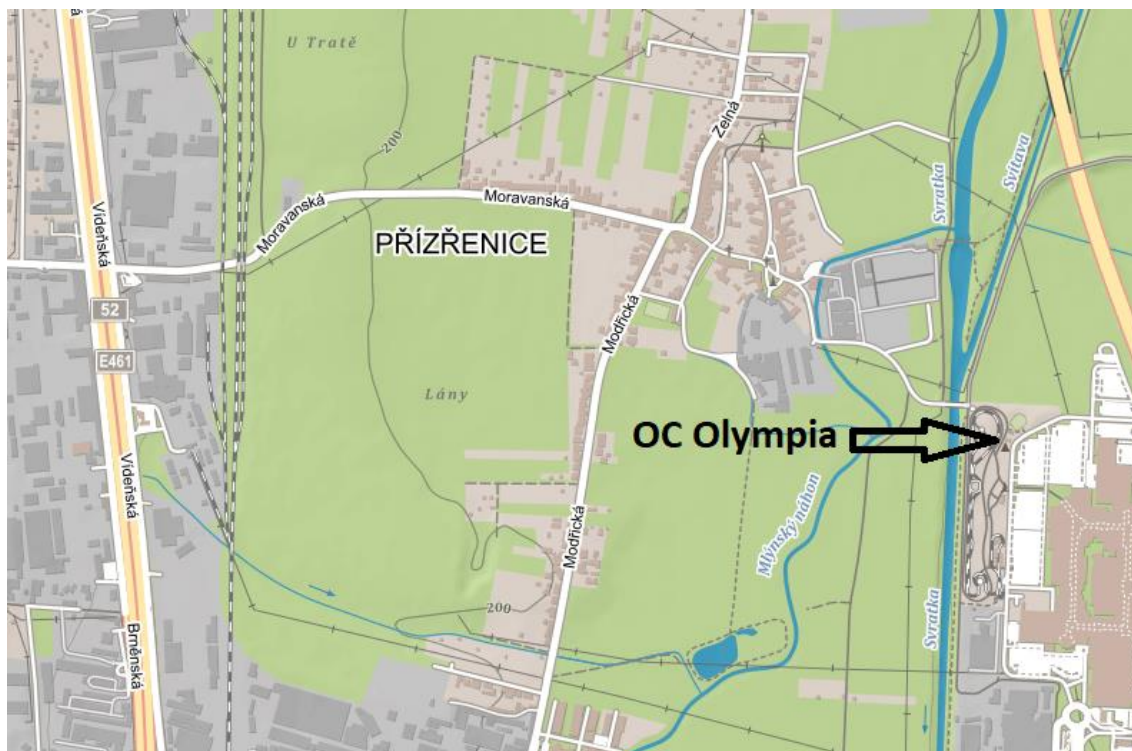
Na přelomu Horních a Dolních Heršpic prochází dálnice D1, která se kříží na západní straně s dálnicí D2. Pod dálnicí D1 podjíždí stávajícím podjezdem výše zmíněná PK Kšírova a pokračuje dále na jih až do Modřic.



Obrázek 5 - Městská část Brno – Dolní Heršpice

4.4. Městská část Brno – Přízřenice

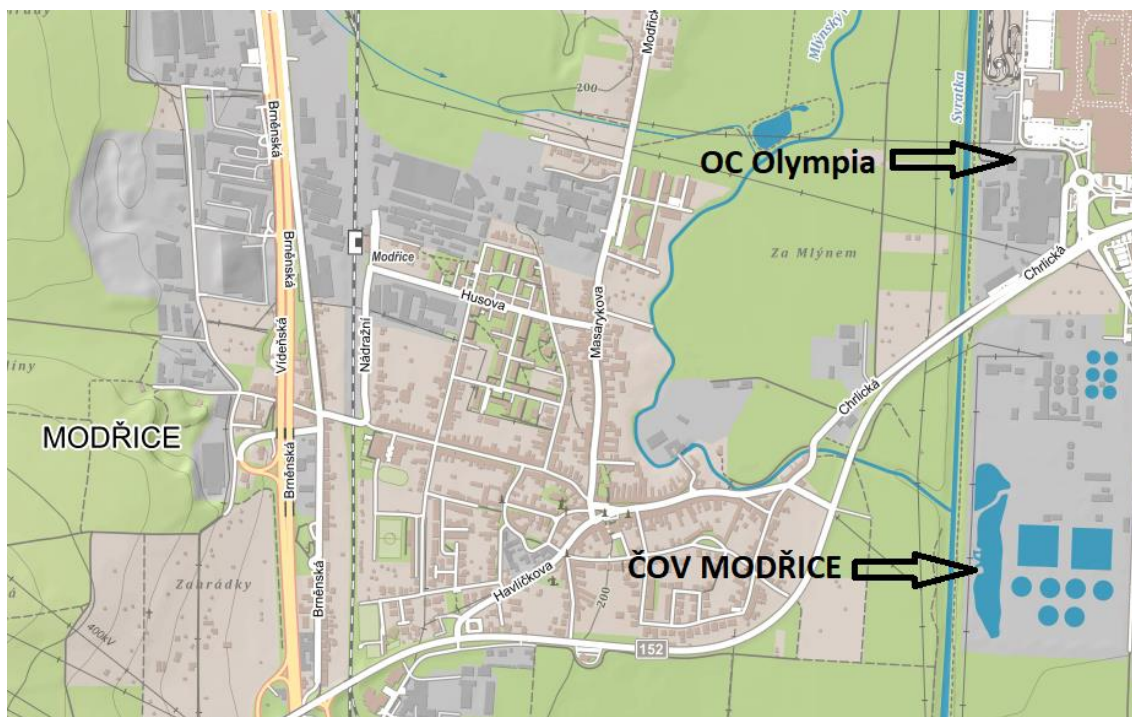
Přízřenice se rozkládají blízko soutoku řek Svatky a Svitavy. Rozložení zástavby je téměř identické s Dolními Heršpicemi. Zasahuje zde část OC Olympia Brno. V této lokalitě žije asi 900 obyvatel. Vede tudy místní komunikace Moravanská, která propojuje PK Vídeňskou s místní křižovatkou.



Obrázek 6 - Městská část Brno – Přízřenice

4.5. Město Modřice

Město Modřice se nachází v okrese Brno – venkov a bezprostředně sousedí s městem Brno. Západní část je obdobně jako u předešlých dvou území tvořena z průmyslových a obchodních ploch. Východní částí protéká řeka Svatka a nachází se zde ČOV Modřice a zbylá část OC Olympia Brno. Žije zde asi 5 300 obyvatel. Území města Modřice protíná železniční trať Brno – Břeclav, PK Vídeňská a tramvajová trať, která je zde ukončena smyčkou.



Obrázek 7 - Město Modřice

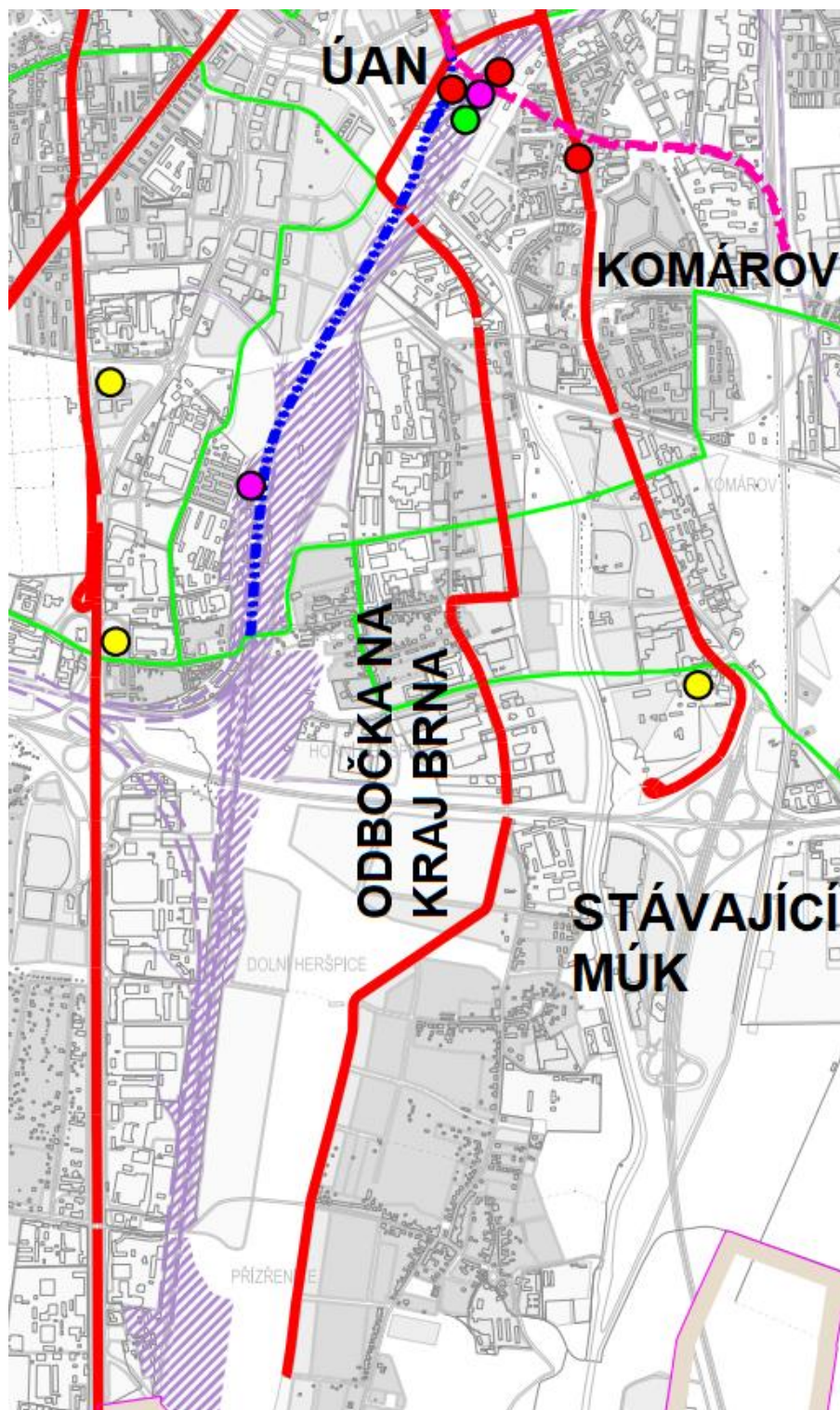


Obrázek 8 - Ukončení tramvajové tratě v Modřicích

5. ÚZEMNÍ PLÁN MĚSTA BRNA

5.1. Platný Územní plán města Brna

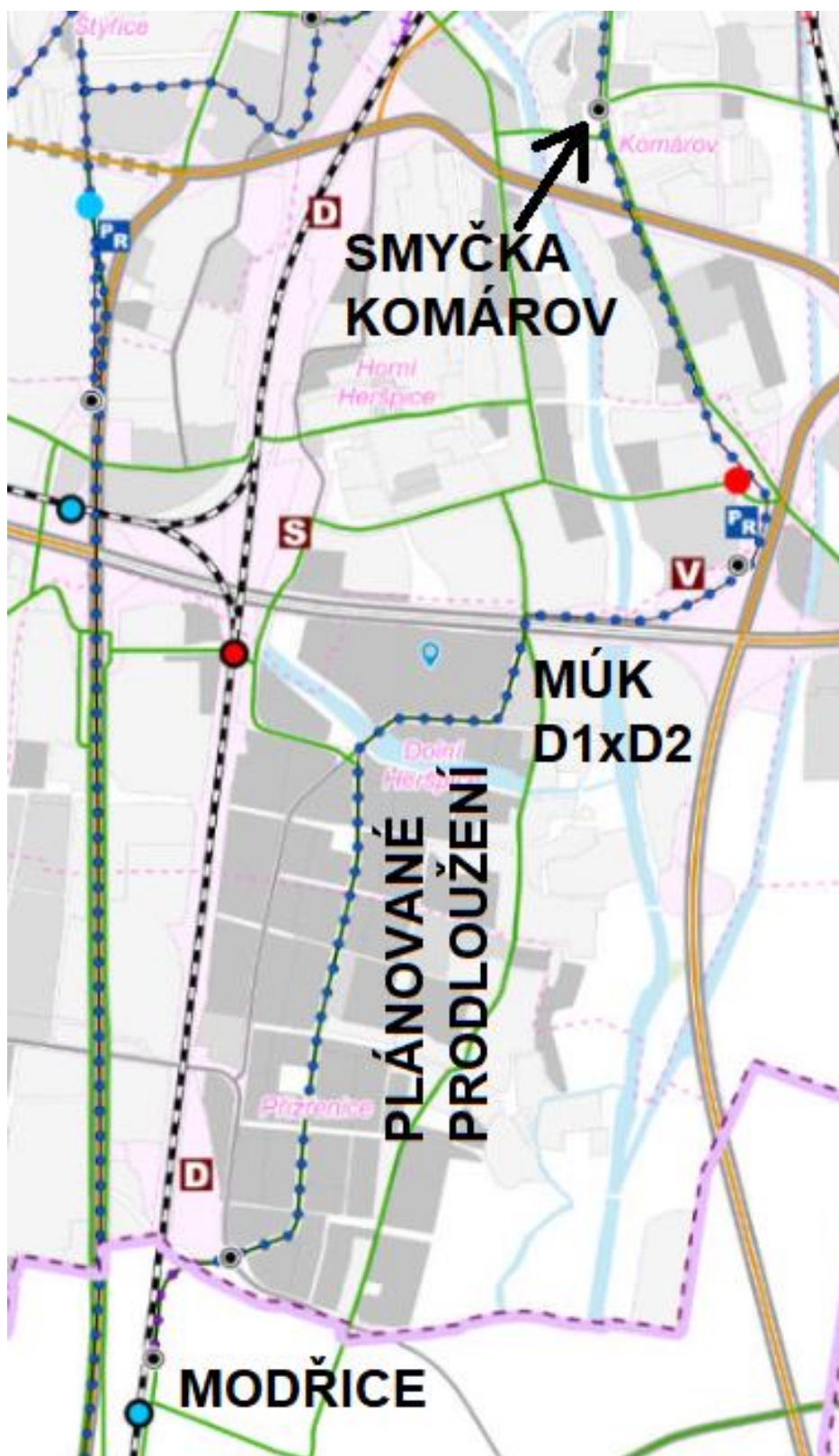
V aktuálně platném ÚPmB je záměr prodloužení tramvajové tratě z Komárova výhledově pouze k stávající MÚK dálnice D1 a dálnice D2. Vedení tramvajové tratě na kraj Brna je výhledově jako odbočení tratě u ÚAN Zvonařka s vedením přes Horní a Dolní Heršpice.



Obrázek 9 - Platný ÚPmB

5.2. Připravovaný Územní plán města Brna

V návrhu nového ÚPmB je vložen dopravní mód, který počítá s prodloužením tramvajové tratě ze smyčky Komárov kolem MÚK dálnice D1 a dálnice D2, s pokračováním přes Dolní Heršpice až do Modřic.



Obrázek 10 - Návrh nového ÚPmB

6. NÁVRH PRODLOUŽENÍ

6.1. Část první

První část návrhu tratě (od stávající smyčky Komárov k podjezdu dálnice D1) je vedena v zastavěné části města Brna. Vedení nové tratě úrovněově křižuje několik místních či účelových komunikací podle typu varianty, které jsou podrobněji popsány v další kapitole.



Obrázek 11 - smyčka Komárov, pohled směr dálnice D1



Obrázek 12 - podjezd ul. Kšířova pod dálnicí D1, pohled směr Komárov

6.2. Část druhá

Druhá část (od podjezdu pod dálnicí D1 až do Modřic) je až na výjimky v nezastavěné části města Brna a Modřic s budoucím záměrem výstavby pro bytové domy, občanskou vybavenost, sportovní zázemí apod. Momentálně se tato část používá pro zemědělské účely. V této části je navrženo propojení nové tramvajové tratě se stávající tramvajovou tratí na ul. Vídeňská ve dvou variantách, které jsou popsány v další kapitole.



Obrázek 13 - podjezd ul. Kšírova pod dálnicí D1, pohled směr Modřice



Obrázek 14 - ul. Moravanská, pohled směr Modřice

7. VARIANTY

Při návrhu vhodného řešení tramvajového prodloužení je uvažováno se dvěma variantami vedení v zastavěné části a se dvěma možnými propojeními se stávající tratí na ul. Vídeňská.

7.1. Variantní řešení vedení tramvajové tratě v zastavěném území

7.1.1. Vedení podél ul. Hněvkovského

Tato varianta spočívala v prověření prodloužení tramvajové tratě dle ÚPmB podél stávající komunikace Hněvkovského až k MÚK dálnice D1 a dálnice D2, kde v budoucnu pravděpodobně proběhne rozsáhlá výstavba VMO Brno včetně vozovny. Trať se dále stáčí podél spojovací rampy stávající MÚK přes řeku Svatou, až k místní komunikaci Kšírova, kterou překříží, a společně s touto komunikací podjíždí dálnici D1.

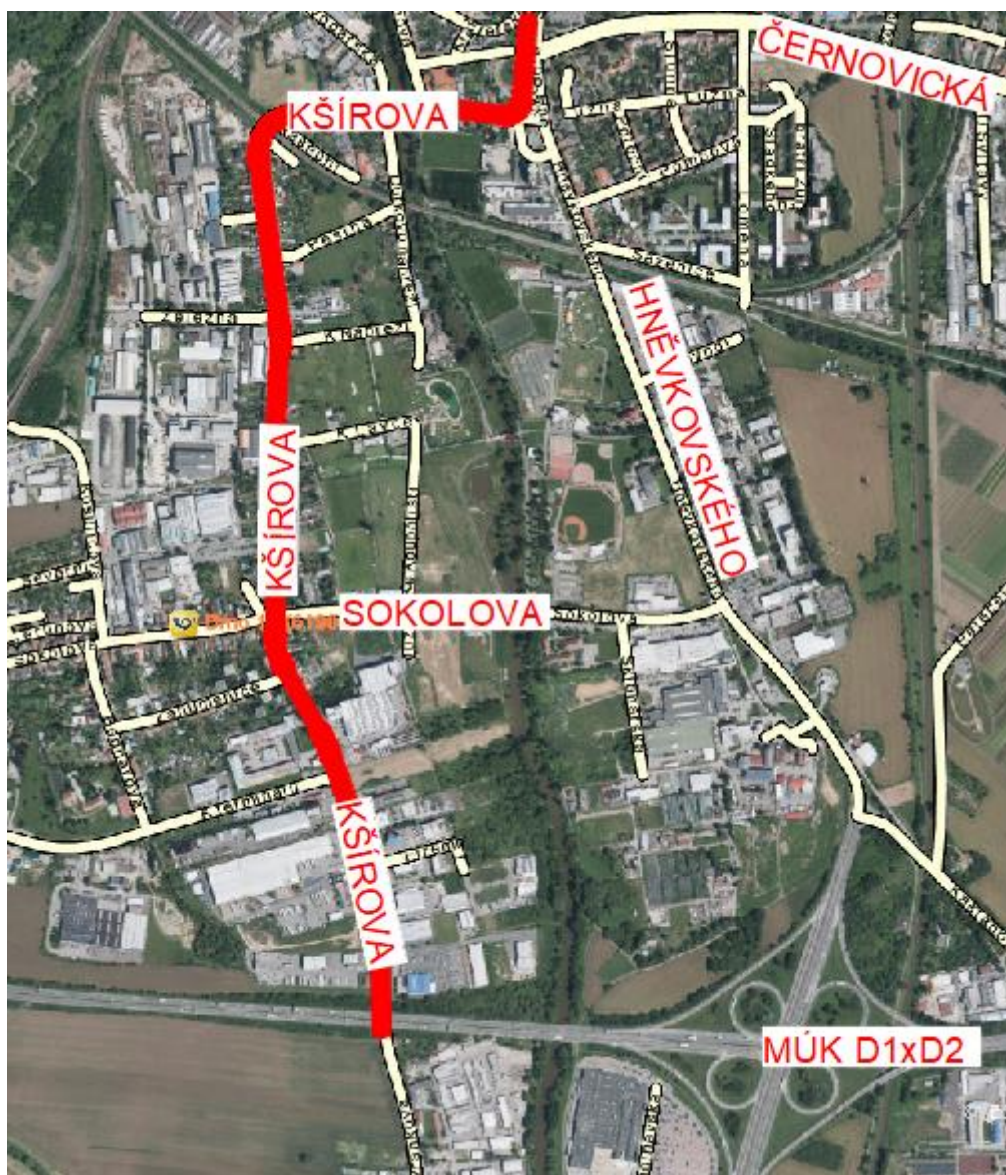


Obrázek 15 - Varianta vedení podél ul. Hněvkovského



7.1.2. Vedení přes Horní Heršpice

V této variantě spočívalo vedení tramvajové tratě přes Horní Heršpice až k podjezdu pod dálnici D1. Jelikož město Brno plánuje dle ÚPmB postavit novou významnou pozemní komunikaci o pár desítek metrů vedle stávající komunikace Kšírova, bylo rozhodnuto vést tramvajovou trať po výše zmíněné stávající komunikaci. Při vedení tratě po této komunikaci je počítáno s tím, že se větší část dopravy přesune z ul. Kšírova na nově postavenou PK, a tím pádem se uvolní potřebná kapacita pro vedení tramvajové tratě.



Obrázek 17 - Varianta vedení přes Horní Heršpice



7.2. Variantní řešení propojení tramvajových tratí v zastavěném území

7.2.1. Propojení u OC Futurum

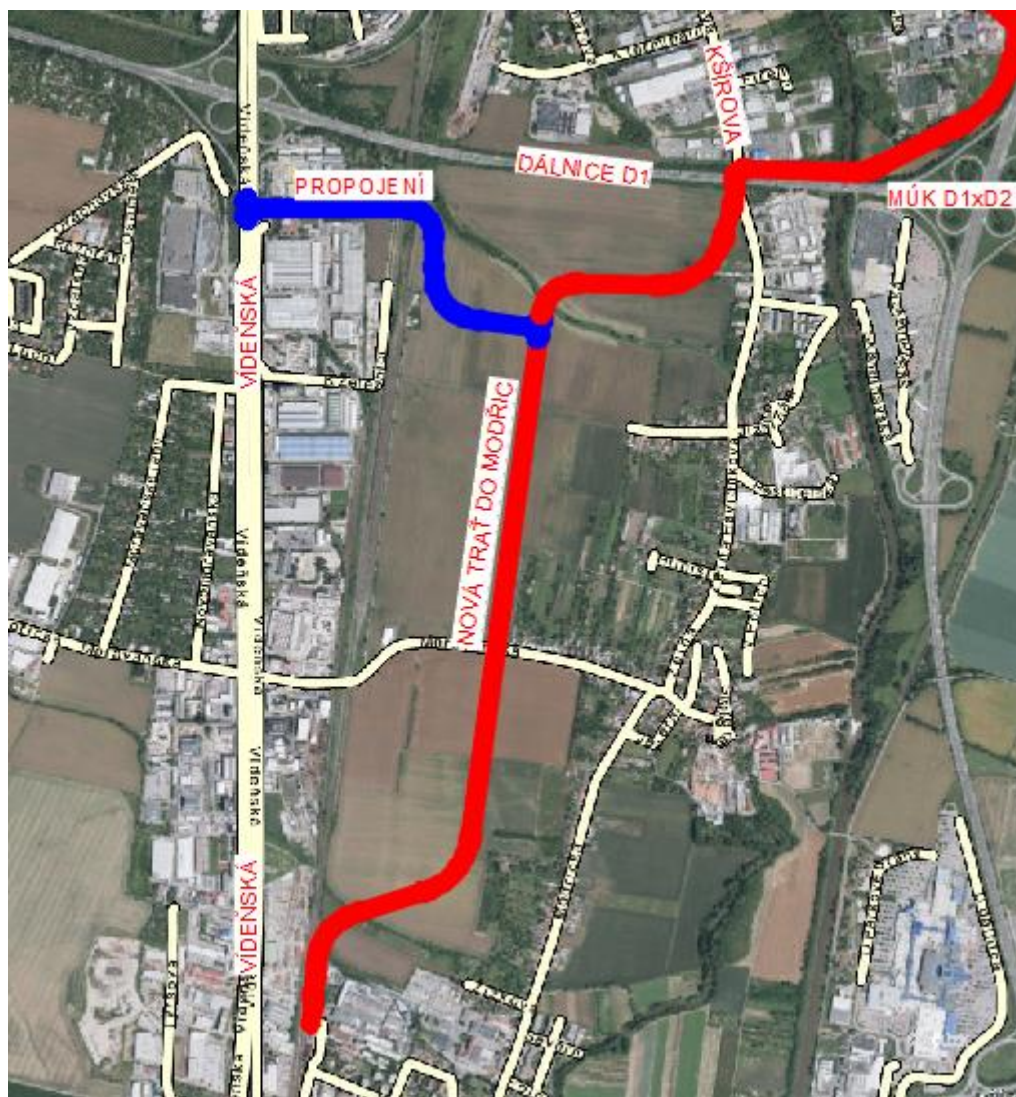
Tato varianta propojení nové tramvajové tratě se stávající tratí na ul. Vídeňská u OC Futurum byla navržena jakožto doplnění přestupu z tramvaje na vlak do přestupního uzlu, který má město Brno v plánu dle připravovaného ÚPmB.

Propojení od nové tratě začíná u zastávky Chleborádova. Propojení je provedeno pomocí tramvajového trojúhelníku. Dále je propojení vedeno k výše zmíněnému přestupnímu uzlu, kde propojení mimoúrovňově kříží stávající železniční trať z Brna do Břeclavi. Propojení pokračuje mezi průmyslovými objekty, kde mimoúrovňově překříží momentálně nevyužívané vlečkové koleje, stávající místní komunikace a jeden směr důležité silnice I/52 (ul. Vídeňská).

Napojení na stávající tramvajovou trať na ul. Vídeňské je pomocí tramvajového trojúhelníku u stávající zastávky Ořechovská. Stávající tramvajová zastávka Ořechovská včetně jejího přístupu se vhodně výškově upraví pro umožnění vhodného mimoúrovňového překřížení jednoho směru silnice I/52.



Obrázek 19 - Zjednodušený podélný řez napojením na stávající tramvajovou trať u OC Futurum



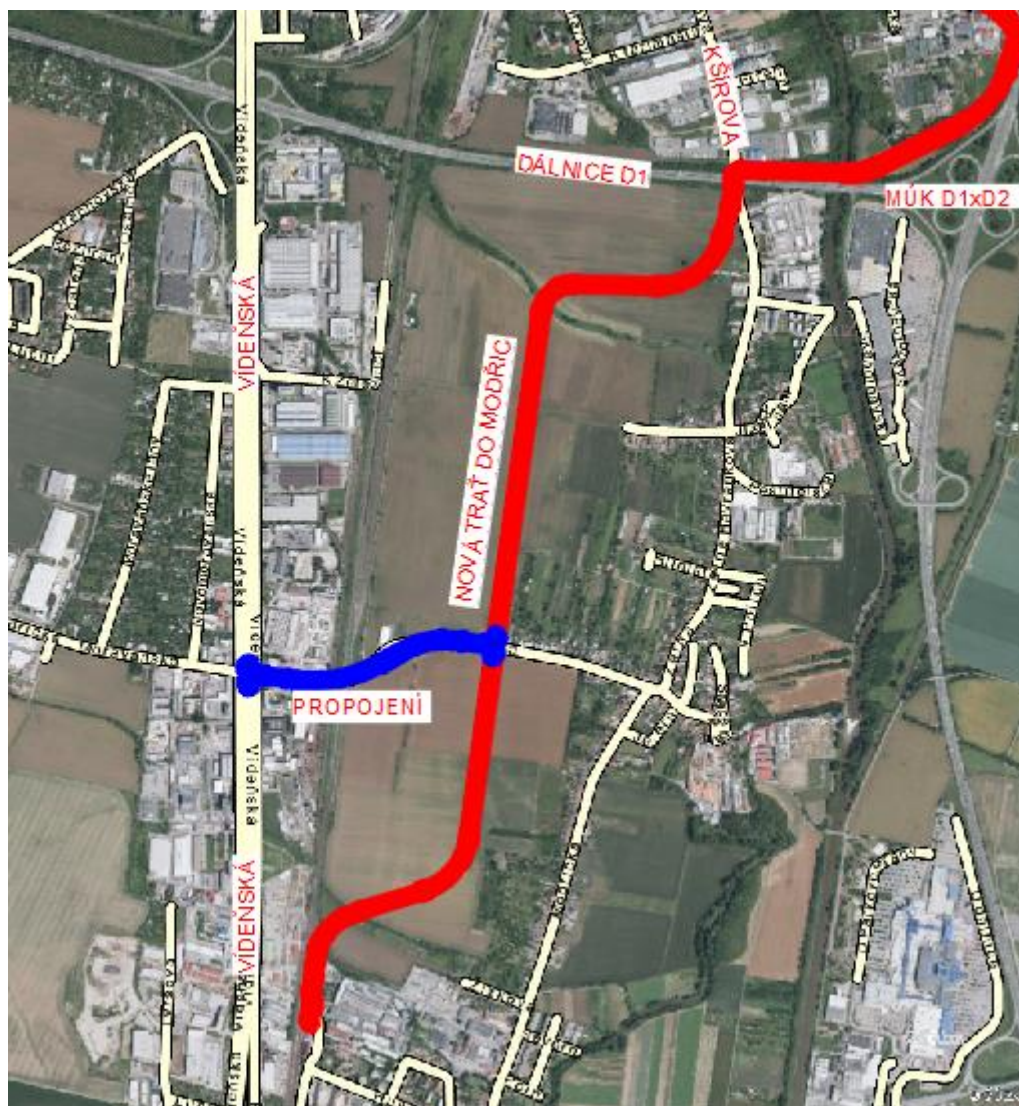
Obrázek 20 - Propojení u OC Futurum

7.2.2. Propojení Moravanská

Jako druhá možnost propojení obou tratí byla navržena trasa vedena nad stávající komunikací Moravanská. Jelikož v blízkosti propojení se nachází hlavně průmyslové objekty, je bráno toto propojení spíše jako manipulační bez pravidelných linek pro případy mimořádných situací na obou tratích.

Propojení od nové tratě začíná u nové zastávky Penzion Zdena blízko stávající komunikace Moravanská. Propojení je provedeno pomocí tramvajového trojúhelníku. Dále propojení směřově kopíruje PK Moravanskou směrem k ul. Vídeňské, kde mimoúrovňově kříží stávající železniční trať z Brna do Břeclavi. Před napojením na stávající tramvajovou trať propojení mimoúrovňově překříží jeden směr důležité silnice I/52 (ul. Vídeňská).

Napojení na stávající tramvajovou trať na ul. Vídeňské je pomocí tramvajového trojúhelníku u stávající zastávky Moravanská. Stávající tramvajová zastávka Moravanská včetně jejího přístupu se vhodně výškově upraví pro umožnění vhodného mimoúrovňového překřížení jednoho směru silnice I/52.



Obrázek 21 - Propojení Moravanská



Obrázek 22 - Zjednodušený podélný řez napojením na stávající tramvajovou trať u zast. Moravanská

7.3. Řešená varianta

Dále v této studii bude detailněji řešena varianta 7.1.1 Vedení podél ul. Hněvkovského z důvodu vhodnějšího řešení jak z pohledu prostorového uspořádání uličního prostoru, tak z pohledu obyvatel na veřejný prostor jako je bezpečnost a hluk. Zároveň byl brán v potaz návrh prodloužení podle ÚPmB a potřeb DPMB jako je nová vozovna v této variantě.

Návrh trasy vycházel převážně z připravovaného ÚPmB.

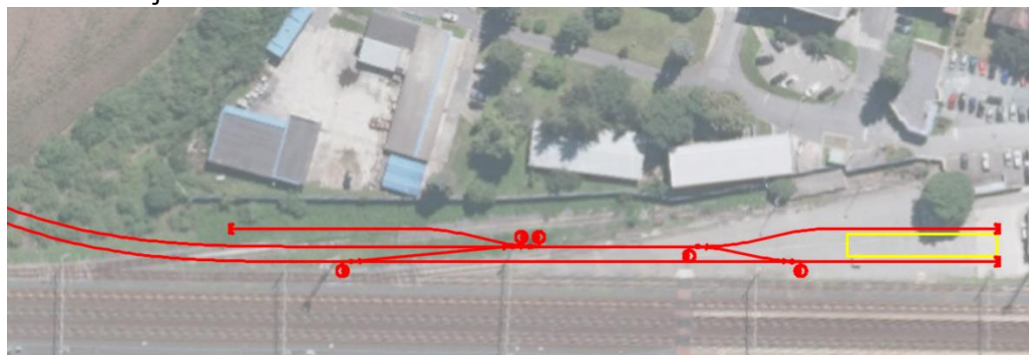
Smyčka Komárov byla zrušena z důvodu budoucí výstavby nové vozovny o cca 1,5 km dále u MÚK dálnice D1 a dálnice D2. Zůstalo se u vedení tramvajového pásu podél místní komunikace Hněvkovského po okraji uličního prostoru tak, jak je to provedeno na stávající trati do smyčky Komárov, aby se zbytečně nezasahovalo do zmíněné komunikace. Jelikož se trať následně odpojuje od stejné komunikace na stejnou stranu, ze které by se do komunikace zasáhlo, jeví se toto řešení jako smysluplnější. V místě napojení na ul. Kšírova trať současně podjede s touto komunikací stávajícím podjezdem pod dálnicí D1 a následně se od této komunikace odpojí a pokračuje přes momentálně nezastavěnou část Brna až do Modřic, kde se trať ukončí kusými kolejemi u nynější železniční stanice Modřice.



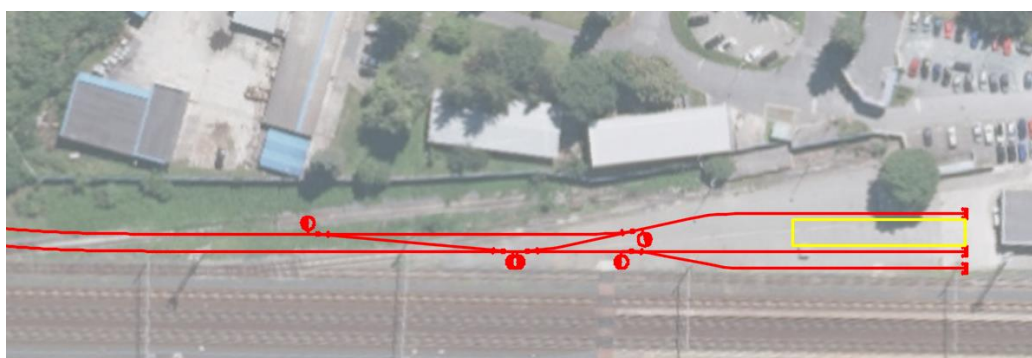
Obrázek 23 - Řešená varianta

7.3.1. Ukončení tramvajové tratě v Modřicích

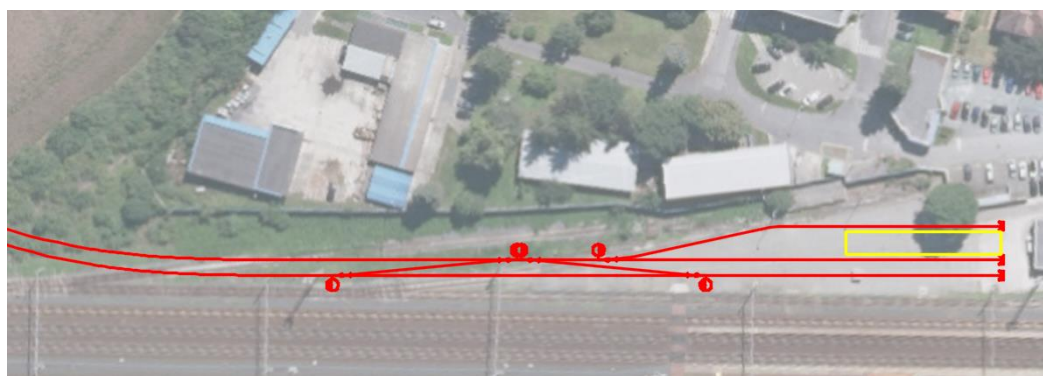
Ukončení tramvajové tratě je řešeno pomocí dvou kusých kolejí se dvěma kolejovými spojkami. Konfigurace prostoru zastávky s jednou manipulační kolejí pro mimořádné události se bude odvíjet od budoucích úprav přednádražního prostoru stávající železniční stanice Modřice.



Obrázek 24 – Manipulační kolej mimo prostor zastávky



Obrázek 25 – Manipulační kolej odsunuta od hlavní koleje



Obrázek 26 – Manipulační kolej v návaznosti na hlavní kolej



Obrázek 27 – Manipulační kolej v prostoru mezi hlavními kolejemi

8. SMĚROVÉ ŘEŠENÍ

Při návrhu směrového řešení byla snaha vyvážit poměr mezi bezpečností, pohodlím cestujících, spokojeností místních obyvatel a možností projednatelnosti.

V úseku zastavěné části byl návrh omezen místní infrastrukturou.

Dále byl dbán zřetel na minimalizování zásahu do stávající infrastruktury a vodotečí.

Při navrhování oblouků byla snaha kombinovat vhodné parametry tak, aby tramvaj využila všech dostupných výhod jako je optimální převýšení při dané rychlosti. Zároveň byla snaha výrazně nezasahovat do místních podmínek např. při křížení se stávající PK. Návrh rychlosti v jednotlivých úsecích byl volen tak, aby tramvaj měla plynulou a bezpečnou jízdu.

Při návrhu směrového řešení nebyly překročeny žádné mezní hodnoty.

Řídící kolej pro tento návrh je kolej č. 2, což je pravá osa ve směru staničení.

Staničení roste od centra města Brna směrem do města Modřice.

Popis směrových prvků osy č. 2 je uveden v následující tabulce:

Kolej č. 2

Označení bodu	Číslo oblouku	Staničení [km]	Směrový prvek	Délka [m]
ZÚ		0,000 000	Přímá	71,720
ZP	R2,1	0,071 720	Přechodnice; m=0,052m; klotoida	16,000
ZO		0,087 720	Oblouk levostranný; R2,1=204m; V=50km/h; D=0mm; l=145mm; alfas=27,574155g	72,359
KO		0,160 079		
KP		0,176 079	Přechodnice; m=0,052m; klotoida	16,000
			Přímá	299,318
ZP	R2,2	0,475 397	Přechodnice; m=0,022m; klotoida	23,200
ZO		0,498 597	Oblouk pravostranný; R2,2=1000m; V=50km/h; D=0mm; l=30mm; alfas=4,733952g	51,161
KO		0,549 758		
KP		0,572 958	Přechodnice; m=0,022m; klotoida	23,200
			Přímá	121,427
ZP	R2,3	0,694 385	Přechodnice; m=0,052m; klotoida	16,000
ZO		0,710 358	Oblouk levostranný; R2,3=204m; V=50km/h; D=0mm; l=145mm; alfas=10,248764g	16,841
KO		0,727 226		
KP		0,743 226	Přechodnice; m=0,052m; klotoida	16,000
			Přímá	45,725
ZP	R2,4	0,788 951	Přechodnice; m=0,022m; klotoida	23,200
ZO		0,812 151	Oblouk pravostranný; R2,4=1000m; V=50km/h; D=0mm; l=30mm; alfas=8,221781g	105,947
KO		0,918 099		
KP		0,941 299	Přechodnice; m=0,022m; klotoida	23,200
			Přímá	188,386
ZP	R2,5	1,129 685	Přechodnice; m=0,023m; klotoida	13,000
ZO		1,142 685	Oblouk levostranný; R2,5=304m; V=50km/h; D=0mm; l=97mm; alfas=12,096105g	44,762
KO		1,187 477		
KP		1,200 447	Přechodnice; m=0,023m; klotoida	13,000
			Přímá	37,889
ZO	R2,6	1,238 336	Oblouk pravostranný; R2,6=625m; V=50km/h; D=0mm; l=48mm; alfas= 5,632095g	55,293
KO		1,293 629		
			Přímá	36,826

ZP	R2,7	1,330 454	Přechodnice; n=8,00V; m=0,701m; klotoida	52,560
ZO		1,383 014	Oblouk levostranný; R2,7=164m; V=45km/h; D=146mm; l=1mm; alfas=32,988826g	32,423
KO		1,415 437		
KP		1,467 997	Přechodnice; n=8,00V; m=0,701m; klotoida	52,560
			Přímá	66,598
ZP	R2,8	1,534 596	Přechodnice; n=7,00V; m=0,406m; klotoida	27,930
ZO		1,562 526	Oblouk pravostranný; R2,8=80m; V=30km/h; D=133mm; l=1mm; alfas= 77,918687g	69,986
KO		1,632 511		
KP		1,660 441	Přechodnice; n=7,00V; m=0,406m; klotoida	27,930
			Přímá	34,482
ZP	R2,9	1,694 923	Přechodnice; n=8,00V; m=0,213m; klotoida	39,200
ZO		1,734 123	Oblouk pravostranný; R2,9=300m; V=350km/h; D=99mm; l=1mm; alfas=51,935571g	205,541
KO		1,939 664		
KP		1,978 864	Přechodnice; n=8,00V; m=0,213m; klotoida	39,200
			Přímá	259,445
ZP	R2,10	2,238 309	Přechodnice; n=7,00V; m=0,406m; klotoida	35,280
ZO		2,273 589	Oblouk pravostranný; R2,10=150m; V=40km/h; D=126mm; l=1mm; alfas=31,945751g	39,990
KO		2,313 579		
KP		2,348 859	Přechodnice; n=7,00V; m=0,406m; klotoida	35,280
			Přímá	317,961
ZO	R2,11	2,666 820	Oblouk levostranný; R2,11=29m; V=15km/h; D=0mm; l=92mm; alfas=103,779512g	47,275
KO		2,714 095		
			Přímá	24,059
ZO	R2,12	2,738 153	Oblouk pravostranný; R2,12=215m; V=35km/h; D=0mm; l=68mm; alfas=18,771664g	63,396
KO		2,801 549		
			Přímá	92,531
ZP	R2,13	2,894 080	Přechodnice; n=10,00V; m=0,067m; klotoida	18,000
ZO		2,912 080	Oblouk pravostranný; R2,13=200m; V=50km/h; D=36mm; l=112mm; alfas=84,246070g	246,667
KO		3,158 747		
KP		3,176 747	Přechodnice; n=10,00V; m=0,067m; klotoida	18,000
			Přímá	244,476
ZP	R2,14	3,421 223	Přechodnice; n=10,00V; m=0,064m; klotoida	12,600
ZO		3,433 823	Oblouk levostranný; R2,14=103,5m; V=20km/h; D=-36mm; l=118mm; alfas=92,757957g	138,203
KO		3,572 027		
KP		3,584 627	Přechodnice; n=10,00V; m=0,064m; klotoida	12,600
			Přímá	1632,779
ZP	R2,15	5,217 406	Přechodnice; n=10,00V; m=0,067m; klotoida	18,000
ZO		5,235 406	Oblouk pravostranný; R2,15=200m; V=25km/h; D=-36mm; l=109mm; alfas=71,818604g	207,625
KO		5,443 030		
KP		5,461 030	Přechodnice; n=10,00V; m=0,064m; klotoida	18,000
			Přímá	199,272
ZP	R2,16	5,660 303	Přechodnice; n=8,00V; m=0,064m; klotoida	52,560
ZO		5,712 863	Oblouk levostranný; R2,16=164m; V=45km/h; D=146mm; l=1mm; alfas=73,721146g	137,353
KO		5,850 216		
KP		5,902 776	Přechodnice; n=8,00V; m=0,064m; klotoida	52,560
			Přímá	72,945

ZV2		5,980 421	JNT1-5°19'02"-50-zlp-P-b	-4,700
			Přímá	1,000
ZV3		5,981 421	JNT1-5°19'02"-50-zlp-L-b	4,700
KÚ		6,085 310	Přímá	99,189

Staničení koleje č. 1 je vztaženo ke koleji č. 2.

8.1. Osová vzdálenost

Osová vzdálenost kolejí v úseku od staničení km 0,000 000 až po km 2,738 153 a v úseku od staničení km 5,850 216 až po KÚ km 6,085 310 je 4 m z důvodu umístění trakčního vedení na stožárech mezi kolejemi.

Osová vzdálenost kolejí v úseku od staničení km 2,801 549 až po km 5,660 303 je 3,5 m z důvodu možného vedení nekolejové hromadné dopravy po tramvajovém pásu. Přechody mezi těmito osovými vzdálenostmi je provedeno pomocí nesoustředných oblouků.

9. VÝŠKOVÉ ŘEŠENÍ

Při návrhu výškového řešení byla snaha omezit množství zemních prací a podobně jako u směrového řešení vyvážit poměr mezi komfortem jízdy a spokojeností místního obyvatelstva.

V úseku zastavěných částí byl návrh omezen místní infrastrukturou.

Byl dbán zřetel na minimalizování zásahu do stávající infrastruktury.

Výškově se návrh napojuje na stávající trať končící v Komárově. Pokračuje tak, aby v místech úrovněového křížení byl co nejmenší výškový rozdíl mezi stávajícími komunikacemi a návrhem tratě. V místě podjezdu pod dálnicí D1 byl dodržen potřebný průjezdný prostor, aniž by se jakkoliv narušila stávající konstrukce podjezdu. Dále při vedení návrhu přes nyní nezastavěnou část až do konce tratě v Modřicích bylo uvažováno s budoucí výstavbou dotčeného území. Proto byl navržen minimální podélný sklon pro vedení ve vozovce při novostavbách 5 ‰.

V místě ukončení tratě v Modřicích byl navržen protisklon proti možnému ujetí tramvaje do tratě.

Při návrhu jednotlivých podélných sklonů tratě byla snaha o plynulou a bezpečnou jízdu tramvaje.

Při návrhu výškového řešení nebyly nepřekročeny žádné mezní hodnoty.

Pro niveletu řídicí koleje pro tento návrh je kolej č. 2, což je pravá osa ve směru staničení.

Výškový systém uvažuji Balt po vyrovnání (B. p. v.)

Popis lomů sklonu nivelety koleje č.2 (hodnoty vztažené k niveletě TK) je uveden v následující tabulce:

Niveleta TK koleje č. 2

Bod	Staničení [km]	Výška lomu [m]	Sklon [‰]	Délka [m]	Rv [m]	t _z [m]	y _v [m]
ZÚ	0.000 000	198,440	-1,91	633,671			
	0.633 671	197,230	+2,35	476,014	3000	6,389	0,007
	1,109 685	198,348	0,00	1327,441	3000	3,524	0,002
	2,437 126	198,348	-7,10	155,867	3000	10,645	0,019
	2,592 994	197,242	-0,95	248,742	3000	9,222	0,015
	2,841 736	197,006	+5,00	871,880	3000	8,922	0,013
	3,713 616	201,365	-5,00	1003,171	3000	15,000	0,037
	4,716 787	196,350	+9,31	1145,778	3000	21,472	0,077
	5,862 565	207,002	-5,00	222,745	3000	21,472	0,007
KÚ	6,085 310	205,908					

10. TRAMVAJOVÝ SVRŠEK

Pro skladbu tramvajového svršku byly zvoleny dvě skladby podle toho, jestli se trať nachází na sdruženém zemním tělese nebo jako součást vozovky. Podle toho se odvíjí, jestli je trať s krytem nebo bez krytu a typy krytu.

10.1. Tramvajová trať na sdruženém zemním tělese ve společném dopravním prostoru

V úseku od staničení km 0,000 000 do km 2,666 820 byl navržen kolejový svršek bez krytu na betonových pražcích B03-DP01.

Skladba svršku

Kolejnice	49E1
Upevnění	W14
Pražec	B03-DP01
Kolejové lože	Štěrk fr. 31,5/63 mm

10.2. Tramvajová trať na společném zemním tělese ve vozovce

V úseku od staničení km 2,666 820 do KÚ km 6,085 310 byl navržen kolejový svršek z ŽB monolitické desky se zákrytem tvořeným asfaltovými vrstvami.

Skladba svršku

Kolejnice	NT3
Upevnění	W-Tram s krytkami
ŽB monolitická deska	C30/37

ŽB deska uložena na navržených vrstvách

Antivibrační rohož	30 mm
Štěrkodrt	fr. 0/32 mm
Separační geotextilie	200 g/m ²
Štěrkopísek	fr. 0/32 mm

Zákrytové vrstvy

Asfaltový beton ACO 11+	tl. 50 mm
Spojovací postřík PS-E	0,40 kg/m ²
Asfaltový beton ACL 16+	tl. 70 mm
Spojovací postřík PS-E	0,40 kg/m ²
Asfaltový beton ACP 16+	tl. 80 mm

10.3. Výhybky a výměny

Dle směrnice T09r0 – DPMB byly použity typizované výměny ze žlábkových kolejnic.

Výměny

Číslo	Druh	Svršek	Úhel	Poloměr	Směr	Př.	Pr.
1	J	NT1	5°19'02"	50	P	l	ŽB deska
2	J	NT1	5°19'02"	50	P	l	ŽB deska
3	J	NT1	5°19'02"	50	L	p	ŽB deska
4	J	NT1	5°19'02"	50	P	l	ŽB deska

10.4. Zarážedla

Na konci tramvajové tratě budou zřízena 2 zarážedla, každé na konci hlavní koleje obdobně jako v projektu Prodloužení tramvajové trati z Osové ke Kampusu MU v Bohunicích.



Obrázek 28 - Zarážedlo v tramvajové zastávce Nemocnice Bohunice

11. ŽELEZNIČNÍ SPODEK

Zemní pláň je řešena s příčným sklonem 4%.

Detailnější návrh železničního spodku nebyl dále řešen.

11.1. Odvodnění

V rámci této práce bylo uvažováno odvodnění provedené drenáží DN150.

Výškové a směrové řešení odvodnění a jeho vyústění nebylo dále řešeno.

12. ZASTÁVKY

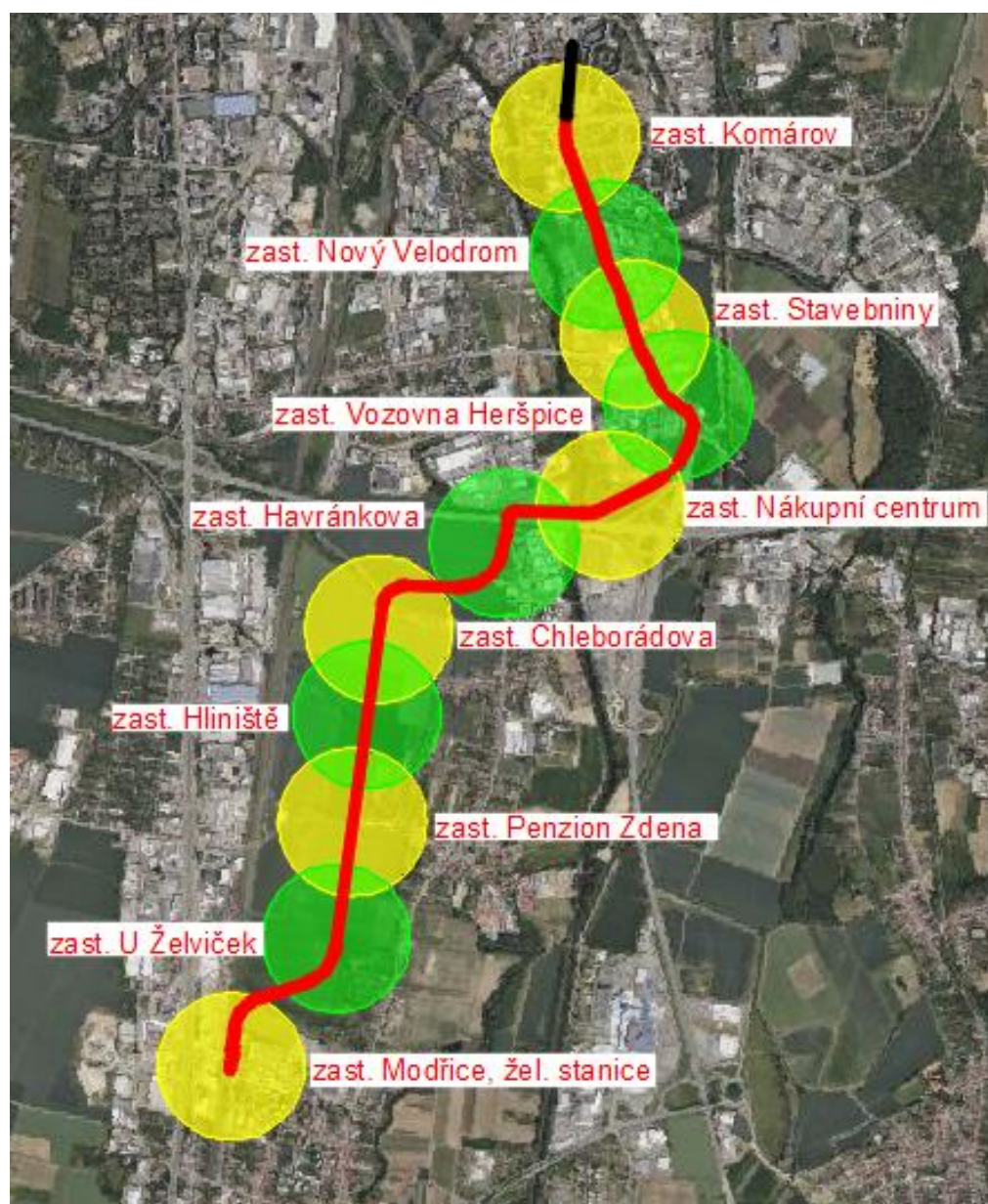
V rámci návrhu bylo také za úkol rozmístění nových zastávek.

Umístění zastávek

Název zastávky	Staničení [km]	Délka nástupní hrany [m]
Komárov	0,078 173	65,00
Nový Velodrom	0,659 385	65,00
Stavebniny	1,065 027	65,00
Vozovna Heršpice	1,468 851	65,00
Nákupní centrum	2,167 309	65,00
Havránkova	2,809 903	65,00
Chleborádova	3,670 813	65,00
Hliniště	4,078 538	65,00
Penzion Zdena	4,666 222	65,00
U Želviček	5,146 406	65,00
Modřice, železniční stanice	6,045 310	40,00

Skladba zastávky

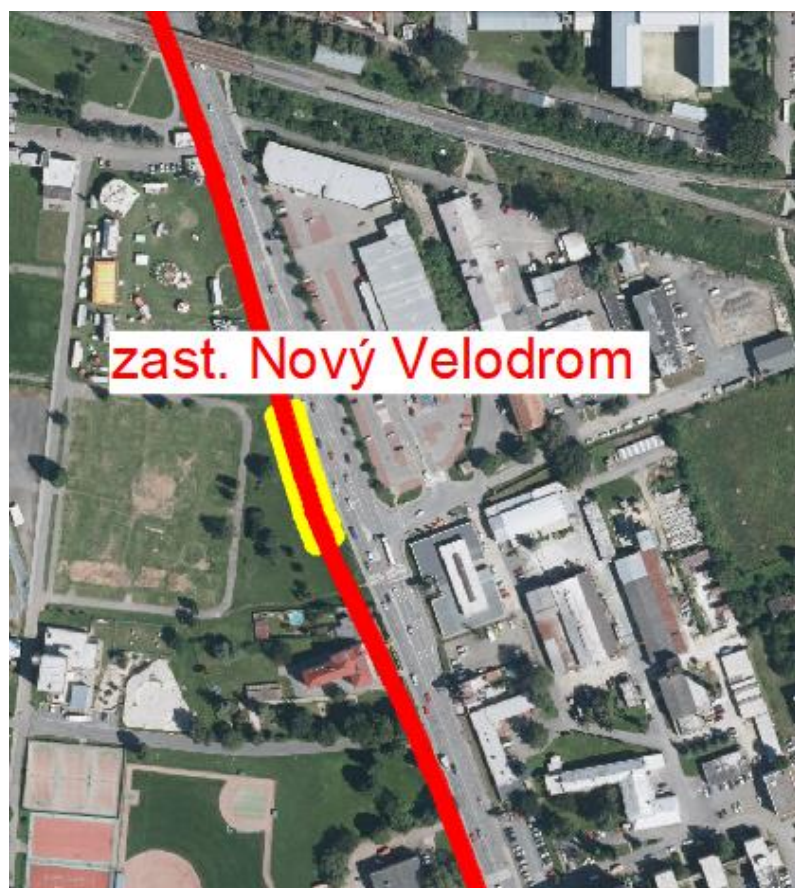
Betonová zámková dlažba	tl. 60 mm
Kamenná drť fr. 4/8 mm	tl. 40 mm
Směs z kameniva	tl. 100 mm
Štěrkodrt' fr. 0/32 mm	tl. 150 mm
Zemní pláň	



Obrázek 29 - Docházkové vzdálenosti 350m



Obrázek 30 - Zastávka Komárov v km 0,078 173



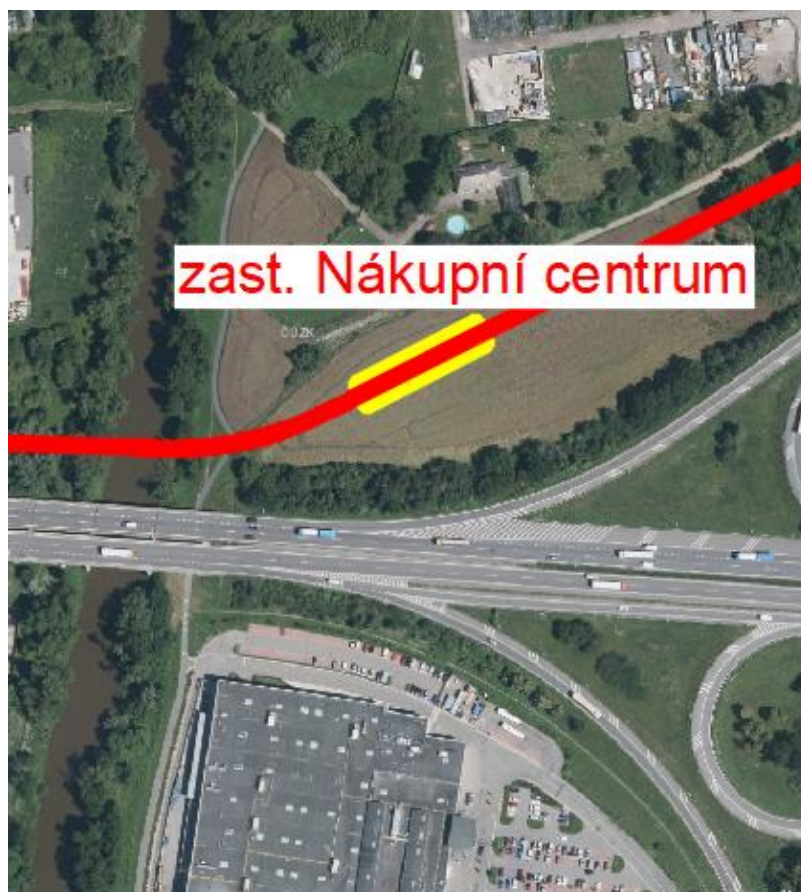
Obrázek 31 - Zastávka Nový Velodrom v km 0,659 385



Obrázek 32 - Zastávka Stavebniny v km 1,065 027



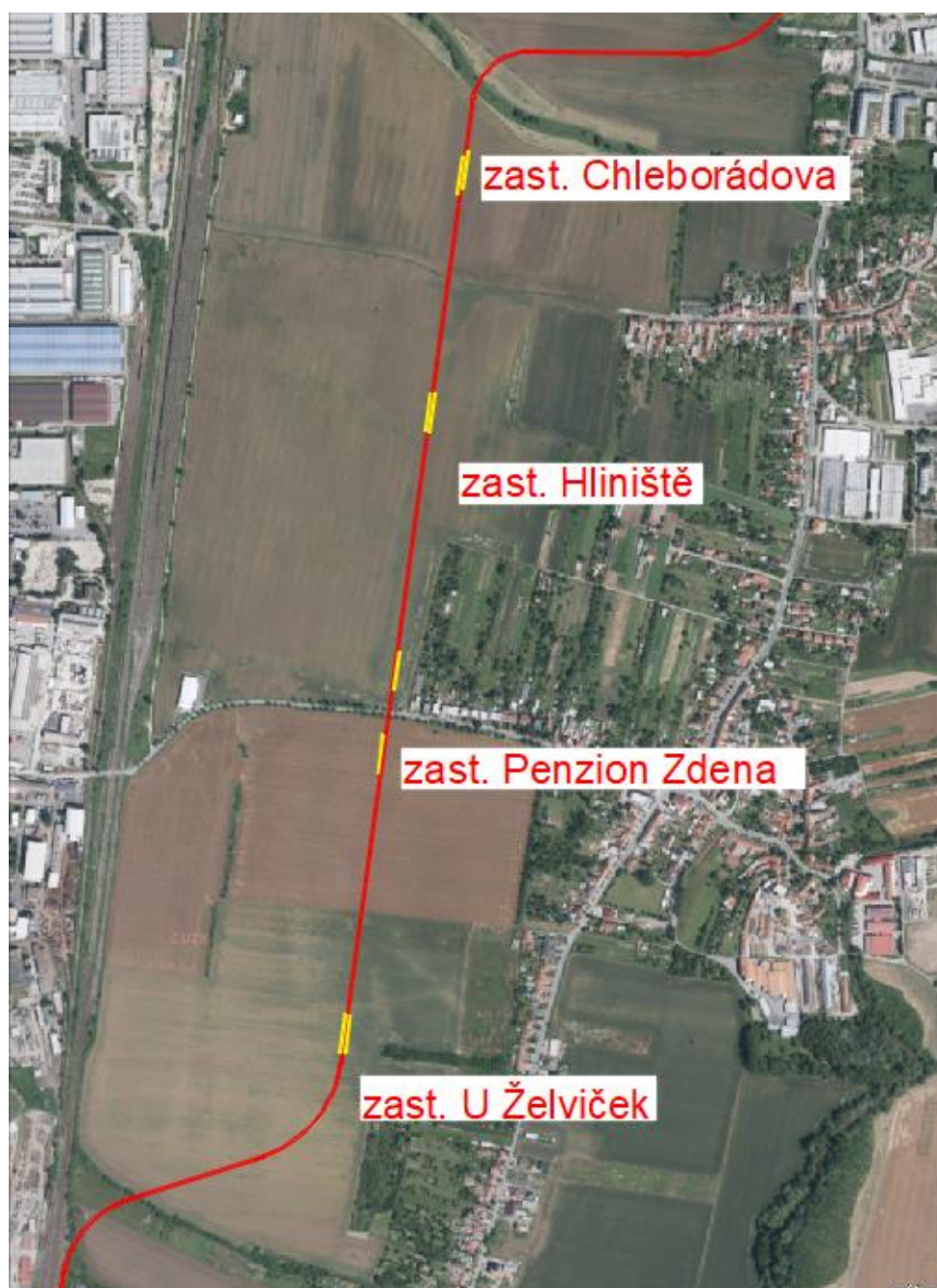
Obrázek 33 - Zastávka Vozovna Heršpice v km 1,468 851



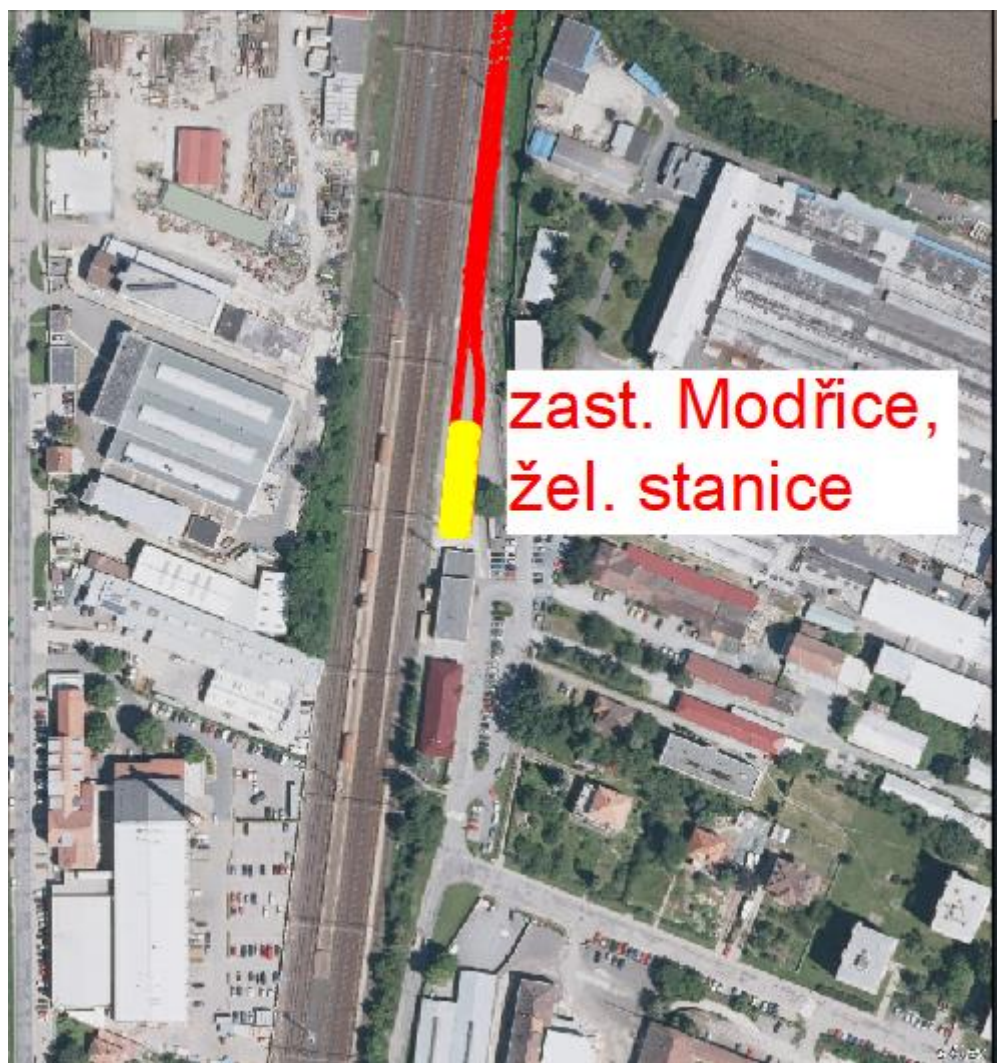
Obrázek 34 - Zastávka Nákupní centrum v km 2,167 309



Obrázek 35 - Zastávka Havránkova v km 2,809 903



Obrázek 36 - Zastávky v nezastavěné části



Obrázek 37 - Zastávka Modřice, železniční stanice v km 6,045 310

13. ZÁVĚR

Cílem práce byl návrh prodloužení tramvajové tratě ze stávající smyčky Komárov do Modřic. Součástí návrhu bylo ukončení tramvajové tratě v Modřicích a rozmístění nových zastávek.

Všechny zadané parametry byly splněny.

Problémovými úseky bylo zejména vyřešení šířkového uspořádání uličního prostoru v místě plánovaného Velodromu s blízko ležící Mateřskou školou Hněvkovského a poté podjezd pod dálnicí D1 na ul. Kšírova, a to z důvodu stísněných poměrů a zároveň co nejmenšího zásahu do stávající infrastruktury.

Práce prokázala, že je možné prodloužit stávající trať do Modřic bez větších zásahů do místní infrastruktury s využitím rozvoje zájmového území.

V Brně dne 13. 1. 2023

Bc. Martin Kuchár

14. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Mapa zájmového území	10
Obrázek 2 - Stávající ukončení smyčkou Komárov s možností přestupu	11
Obrázek 3 - Městská část Brno – Komárov.....	12
Obrázek 4 - Městská část Brno – Horní Heršpice.....	13
Obrázek 5 - Městská část Brno – Dolní Heršpice	14
Obrázek 6 - Městská část Brno – Přízřenice	15
Obrázek 7 - Město Modřice	16
Obrázek 8 - Ukončení tramvajové tratě v Modřicích	16
Obrázek 9 - Platný ÚPmB.....	17
Obrázek 10 - Návrh nového ÚPmB	18
Obrázek 11 - smyčka Komárov, pohled směr dálnice D1	19
Obrázek 12 - podjezd ul. Kšírova pod dálnicí D1, pohled směr Komárov	19
Obrázek 13 - podjezd ul. Kšírova pod dálnicí D1, pohled směr Modřice.....	20
Obrázek 14 - ul. Moravanská, pohled směr Modřice	20
Obrázek 15 - Varianta vedení podél ul. Hněvkovského.....	21
Obrázek 16 - Plánovaný VMO	22
Obrázek 17 - Varianta vedení přes Horní Heršpice	23
Obrázek 18 - Nová pozemní komunikace dle ÚPmB.....	24
Obrázek 19 - Zjednodušený podélný řez napojením na stávající tramvajovou trať u OC Futurum	25
Obrázek 20 - Propojení u OC Futurum	26
Obrázek 21 - Propojení Moravanská	27
Obrázek 22 - Zjednodušený podélný řez napojením na stávající tramvajovou trať u zast. Moravanská.....	27
Obrázek 23 - Řešená varianta.....	28
Obrázek 24 – Manipulační kolej mimo prostor zastávky	29
Obrázek 25 – Manipulační kolej odsunuta od hlavní koleje	29
Obrázek 26 – Manipulační kolej v návaznosti na hlavní kolej.....	29
Obrázek 27 – Manipulační kolej v prostoru mezi hlavními kolejemi.....	29
Obrázek 28 - Zarážedlo v tramvajové zastávce Nemocnice Bohunice.....	35
Obrázek 29 - Docházkové vzdálenosti 350m	37
Obrázek 30 - Zastávka Komárov v km 0,078 173.....	38
Obrázek 31 - Zastávka Nový Velodrom v km 0,659 385	38
Obrázek 32 - Zastávka Stavebniny v km 1,065 027.....	39
Obrázek 33 - Zastávka Vozovna Heršpice v km 1,468 851	39
Obrázek 34 - Zastávka Nákupní centrum v km 2,167 309.....	40
Obrázek 35 - Zastávka Havránkova v km 2,809 903	40
Obrázek 36 - Zastávky v nezastavěné části	41
Obrázek 37 - Zastávka Modřice, železniční stanice v km 6,045 310.....	42

15. SEZNAM ZKRATEK

ČOV	čistička odpadních vod
ČSN	Česká státní norma
D	převýšení
I	nedostatek převýšení
KÚ	konec úseku
MHD	městská hromadná doprava
MÚK	mimoúrovňová křižovatka
OC	obchodní centrum
PK	pozemní komunikace
R	poloměr
TP	technický předpis
ÚAN	ústřední autobusové nádraží
ÚPmB	Územní Plán města Brna
V	návrhová rychlost

16. SEZNAM PŘÍLOH

1A – Vytyčovací výkres – 1. část	M 1:1000
1B – Vytyčovací výkres – 2. část	M 1:1000
1C – Vytyčovací výkres – 3. část	M 1:1000
1D – Vytyčovací výkres – 4. část	M 1:1000
1E – Vytyčovací výkres – 5. část	M 1:1000
2A – Situace – 1. část	M 1:2000
2B – Situace – 2. část	M 1:2000
2C – Situace – 3. část	M 1:2000
3A – Situace – Analogické řešení – 1. část	M 1:2000
3B – Situace – Analogické řešení – 2. část	M 1:2000
04 – Situace – Propojení u OC Futurum	M 1:2000
05 – Situace – Propojení Moravanská	M 1:2000
6A – Podélný profil trati Komárov – Modřice – 1. část	M 1:1000/100
6B – Podélný profil trati Komárov – Modřice – 2. část	M 1:1000/100
07 – Podélný profil Analogického řešení	M 1:1000/100
08 – Podélný profil – Propojení u OC Futurum	M 1:1000/100
09 – Podélný profil – Propojení Moravanská	M 1:1000/100
10 – Charakteristický příčný řez č. 1	M 1:50
11 – Charakteristický příčný řez č. 2	M 1:50
12 – Charakteristický příčný řez č. 3	M 1:50
13 – Charakteristický příčný řez č. 4	M 1:50
14 – Charakteristický příčný řez č. 5	M 1:50
15 – Charakteristický příčný řez č. 6	M 1:50

17. ZDROJE

- [1] Geologické mapy ČR online. <http://www.geologicke-mapy.cz/regiony/okres-CZ0642/> (accessed Jan 12, 2023).
- [2] Portál UPmB. <https://upmb.brno.cz/> (accessed Jan 12, 2023).
- [3] Mapy.cz.
<https://mapy.cz/zakladni?q=brno&source=muni&id=5740&ds=2&x=16.5779098&y=49.2075088&z=11> (accessed Jan 12, 2023).
- [4] Mapy Google.
<https://www.google.com/maps/place/Brno/@49.201985,16.4375334,11z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x4712943ac03f5111:0x400af0f6614b1b0!8m2!3d49.1950602!4d16.6068371> (accessed Jan 12, 2023).
- [5] Geoprohlížeč. <https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/?p=91> (accessed Jan 12, 2023).
- [6] Analýza výškopisu. <https://ags.cuzk.cz/av/> (accessed Jan 12, 2023).