



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

ZAPOJENÍ ŽELEZNIČNÍ VLEČKY BVV DO ŽELEZNIČNÍHO UZLU BRNO

BVV BRANCH LINE INTEGRATION TO THE BRNO RAILWAY HUB

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Filip Tomašov

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. TOMÁŠ ŘÍHA

BRNO 2020



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav železničních konstrukcí a staveb

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Filip Tomašov
Název	Zapojení železniční vlečky BWV do Železničního Uzlu Brno
Vedoucí práce	Ing. Tomáš Říha
Datum zadání	30. 11. 2019
Datum odevzdání	22. 5. 2020

V Brně dne 30. 11. 2019

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

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Polohopisná a výškopisná data

Studie projektu odstavného nádraží Brno-Jih

ČSN 73 6360-1

Vzorové listy železničního spodku

Předpisy SŽDC S3 Železniční svršek a SŽDC S4 Železniční spodek

a další platné právní předpisy

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Navrhnete zapojení železniční vlečky BVV do nově plánovaného odstavného nádraží Brno-Jih, jakožto součásti nového Železničního Uzlu Brno. Vlečka se ze současné polohy odpojí za železničním mostem přes řeku Svratku a bude odkloněna jižním směrem, kde se napojí do odstavného nádraží. V případě potřeby řešte úlohu variantně.

Obsah práce:

1. Průvodní a technická zpráva
2. Situace 1:1000
3. Podélný řez 1:2000/200
4. Charakteristické příčné řezy 1:50

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

Ing. Tomáš Říha
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Cílem práce bylo vyřešit napojení železniční vlečky BVV do nově plánovaného odstavného nádraží Brno-Jih, které bude součástí nového Železničního Uzlu Brno. Dílčím požadavkem zadavatele bylo ověřit možnost napojení vlečky pomocí nového mostu přes řeku Svratku. Byly navrženy dvě varianty napojení, jedna bez využití nového mostu a druhá s využitím mostu přes řeku Svratku.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vlečka, studie, odstavné nádraží Brno-Jih, Železniční Uzel Brno, Brno, geometrické parametry koleje

ABSTRACT

The bachelor's thesis is focused on possible connection of the current railway siding at BVV to the planned parking terminal Brno-Jih which will be a part of the new Railway Junction Brno. A particular criterion set by the contracting authority was to assess the possibility of connecting the siding via a new bridge across the Svratka river.

KEYWORDS

railway siding, study, parking station Brno-Jih, Railway Junction Brno, Brno, geometric parameters of the track

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Filip Tomášov *Zapojení železniční vlečky BVV do Železničního Uzlu Brno*. Brno, 2020. 25 s., 59 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav železničních konstrukcí a staveb. Vedoucí práce Ing. Tomáš Říha

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Zapojení železniční vlečky BVV do Železničního Uzlu Brno* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 29. 5. 2020

Filip Tomašov
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Zapojení železniční vlečky BVV do Železničního Uzlu Brno* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 29. 5. 2020

Filip Tomašov
autor práce



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

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Filip Tomašov

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. TOMÁŠ ŘÍHA

BRNO 2020

OBSAH:

1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE	9
2. POŽADOVANÉ CÍLE	9
3. PODKLADY A LITERATURA	9
4. STÁVAJÍCÍ STAV ÚZEMÍ	9
5. POPIS PLÁNOVANÝCH ZMĚN ÚZEMÍ	10
6. POPIS VARIANT	10
6.1 VARIANTA A	10
6.2 VARIANTA B	10
7. POROVNÁNÍ VARIANT	11
8. VARIANTA A	11
8.1 SMĚROVÉ ŘEŠENÍ	11
8.2 VÝŠKOVÉ ŘEŠENÍ	12
8.3 ŽELEZNIČNÍ SVRŠEK	13
8.4 ŽELEZNIČNÍ SPODEK	13
8.4.1 TĚLESO V ZÁŘEZU	13
8.4.1.A VÝPOČET PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ	13
8.4.2 TĚLESO V NÁSEPU	14
8.4.2.A VÝPOČET PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ	15
8.5 ODVODNĚNÍ	16
8.6 STAVBY ŽELEZNIČNÍHO SPODKU	18
8.7 PŘEJEZDY	19
8.8 DALŠÍ STAVBY	19
9. VARIANTA B	20
9.1 SMĚROVÉ ŘEŠENÍ	20
9.2 VÝŠKOVÉ ŘEŠENÍ	21
9.3 ŽELEZNIČNÍ SVRŠEK	22
9.4 ŽELEZNIČNÍ SPODEK	22
9.5 ODVODNĚNÍ	22
9.6 STAVBY ŽELEZNIČNÍHO SPODKU	22
9.7 PŘEJEZDY	23
9.8 DALŠÍ STAVBY	23
10. ZÁVĚR	23
11. SEZNAM PŘÍLOH	24
12. ZDROJE	25
13. POUŽITÉ ZKRATKY	26

1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE:

Název stavby:	Zapojení železniční vlečky BVV do Železničního Uzlu Brno
Účel dokumentace:	Technická studie
Místo stavby:	Město: Brno
	Okres: Brno-město, Brno-jih
	Kraj: Jihomoravský
Projektant:	Filip Tomašov
Vedoucí práce:	Ing. Tomáš Říha

2. POŽADOVANÉ CÍLE

Hlavním cílem práce bylo vyřešit napojení železniční vlečky BVV do nově plánovaného odstavného nádraží Brno-Jih, které bude součástí nového Železničního Uzlu Brno (dále jako ŽUB). Dílčím požadavkem zadavatele bylo ověřit možnost napojení vlečky pomocí nového mostu přes řeku Svratku.

3. PODKLADY A LITERATURA

Polohopisná a výškopisná data katastrálního území Brno Trnitá, Brno Štýřice, Brno Horní Heršpice

Studie projektu odstavného nádraží Brno-Jih v rámci ŽUB

Studie technického řešení dopravní infrastruktury v rámci ŽUB

ČSN 73 6360-1 Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha – Část 1: Projektování, platnost od 11/2008

Vzorové listy železničního spodku, platnost od 1.2.2002

Předpis SŽDC S3 Železniční svršek, Schváleno generálním ředitelem SŽDC dne 3.6.2008 č.j.: 9675/08-OP, účinnost od 1.10.2008

Předpis SŽDC S4 Železniční spodek Schváleno generálním ředitelem SŽDC dne 6.6.2008 č.j.: S 263/03-OP

4. STÁVAJÍCÍ STAV ÚZEMÍ

Vlečka se ve stávajícím stavu za mostem stáčí pravostranným obloukem. V oblouku je zřízeno zhlaví. Za zhlavím se vlečka stáčí pravostranným obloukem do objektu patřícímu již pod Brno dolní nádraží, do kterého se vlečka napojuje.

Stávající stav území vymezuje na levé straně vlečky ulice Opuštěná a na pravé straně cyklostezka vedoucí podél řeky Svratky. Mezi ulicemi Opuštěná a cyklostezkou se nachází rozsáhlý rovinný prostor. Na tomto prostoru se nachází volejbalové hřiště a vodárenský objekt. Jihovýchodně za touto plochou se již nachází objekty, které patří k současnému dolnímu nádraží. Na levé straně řeky Svratky se nachází pozemky se zahrádkami. Tyto pozemky jsou z jihovýchodní a jihozápadní strany ohraničeny stávajícími částmi nádraží. Dále jižním směrem

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
STUDIE ZAPOJENÍ ŽELEZNIČNÍ VLEČKY BVV DO ŽELEZNIČNÍHO UZLU BRNO

je stávající území tvořeno rovinatou zalesněnou plochou s ojediněle uměle vytvořenými násypy.

V rámci návrhu nového a odstavného nádraží dojde k přebudování a výstavbě nových komunikací, proto stávající stav nebyl pro návrh trasy vlečky příliš závazný. Ze stávajících staveb, které budou po výstavbě nádraží ponechány, jsem se řídil polohou cyklostezky podél řeky Svratky a samotnou řekou, kterou bylo nutno překonat.

5. POPIS PLÁNOVANÝCH ZMĚN ÚZEMÍ

Při návrhu zapojení vlečky jsem se řídil primárně návrhem nové infrastruktury okolo nového hlavního a odstavného nádraží.

V rámci návrhu jsem byl omezen plánovaným rozšířením ulice Opuštěná, do které se bude napojovat nově projektovaná ulice Uhelná, která bude spojoval ulici Opuštěná s ulicí Rosická. Dále je plánovaná výstavba nového mostu přes řeku Svratku. Tento most převede přes řeku ulici Rosickou, most bude určen pouze pro městskou hromadnou dopravu. Dále jsem se při návrhu řídil obslužnou komunikací, která vede podél nádraží a spojuje hlavní nádraží a odstavné nádraží. Tato obslužná komunikace se napojuje před odstavným nádražím na komunikaci, která slouží k příjezdu automobilů na nakládku automobilů do vlaků. U prostoru na nakládání automobilů se nachází parkoviště pro automobily. Dále při návrhu varianty B jsem se řídil obslužnou komunikací, která vede podél odstavného nádraží.

6. POPIS VARIANT

V rámci návrhu zapojení vlečky jsem se snažil vybrat co nejefektivnější řešení, zároveň jsem se snažil ověřit požadavek, zda bude možno vést vlečku přes nový most pro městskou hromadnou dopravu přes řeku Svratku. V rámci mého řešení jsem dospěl ke dvěma variantám A a B.

6.1 VARIANTA A

Jedná se o variantu délky 936,497 m, v rámci této varianty vlečka kříží mimoúrovňově ulici Rosickou a za mostem přes řeku Svratku se napojuje na násepové těleso nového odstavného nádraží. Pro napojení do odstavného nádraží byla využita odstavná kolej u nakládky na automobily. Tato varianta se skládá pouze z pravostranných oblouků s nulovým převýšením bez přechodnic.

Na začátku úsek za železničním mostem se vlečka pravostranným obloukem stáčí jižním směrem, ve kterém na jeho začátku trať začíná získávat potřebnou výšku na mimoúrovňové křížení s ulicí Rosická. Z důvodu přílišné šířky násepů bylo nutné navrhnout před přemostěním opěrnou zeď. Most vlečky přes ulici Rosická je uvažován s průběžným kolejovým ložem. Mezi mosty přes ulici Rosická a řeku Svratku je navržena taktéž opěrná zeď z důvodu zasahování násepů do cyklostezky. Na konci mostu přes řeku Svratku, který je taktéž uvažován s kolejovým ložem, se vlečka dostává na stejné násepové těleso jako odstavné nádraží a posléze i do potřebného podélného sklonu -0,99 ‰. Po pravé straně je navržena opěrná zeď až po most přes ulici Vodařská, z důvodu akceptování návrhu v projektu odstavného nádraží. Z prostorových důvodů bylo nutné za mostem přes ulici Rosická převést přejezdem obslužnou komunikaci podél nádraží z levé strany vlečky na pravou a zároveň upravit její napojení na přilehlou komunikaci. Vlečka před napojením na kolej odstavného nádraží křížuje návrh parkoviště u nakládky automobilů a nakládací rampu. Zde byla provedena úprava parkoviště

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
STUDIE ZAPOJENÍ ŽELEZNIČNÍ VLEČKY BVV DO ŽELEZNIČNÍHO UZLU BRNO

tak, aby byl umožněn nájezd vozidel na nakládání z druhé strany koleje a zároveň nebyl zmenšen počet parkovacích míst. Napojení vlečky do odstavného nádraží je provedeno na km 141,891 400 odstavného nádraží, přičemž z důvodu udržení osové vzdálenosti 6 m od vedlejší koleje bude nutné odstavnou kolej, do které se vlečka napojuje, zkrátit o 19,51m.

6.2 VARIANTA B

Tato varianta je délky 1307,560m. V rámci této varianty jsem se snažil ověřit, zda je možné vlečku přivést k odstavnému nádraží pomocí nově projektovaného mostu přes řeku Svratku na ulici Rosická, po které povede dvoukolejná tramvajová trať.

Na začátku úseku za železničním mostem se vlečka stáčí jižním směrem a srovnává se rovnoběžně na vzdálenost 3,75m od osy vlečky s chodníkem podél ulice Uhelná. Napojení na ulici Rosickou probíhá v oblouku s mezním poloměrem $R=150$ m, přičemž křížení s osou tramvaje č.1 a napojení na osu tramvaje č.2 probíhá na mostě. V rámci řešení práce nebylo požadavkem vyřešit technickou proveditelnost křížení a napojení os, které bude velmi problematické a limitující pro proveditelnost této varianty. Po napojení na osu tramvaje č.2 vede vlečka po svršku této tramvajové trati, odpojení nastává levostranným obloukem vlečky ve stejném bodě, kde osy tramvaj se stáčí pravostrannými oblouky. Osa vlečky se směrově srovnává s obslužnou komunikací pravostranným obloukem, v němž je také umístěn lom sklonu, který osu srovnává na požadovaný sklon 0,00 ‰ na napojení do odstavného nádraží. Před napojením do odstavného nádraží je nutné zřídit přejezd obslužné komunikace. Způsob křížení a napojení do odstavného nádraží byl omezen přílehlou stavbou. Napojení do odstavného nádraží je realizováno výhybkou J49-1:6,6-190-P,p,b na km 141,503 450 odstavného nádraží.

7. POROVNÁNÍ VARIANT

Při porovnání variant A a B, jsem vyhodnotil jako příznivější variantu pro podrobnější vypracování variantu A, hlavně z důvodu její jednodušší realizace díky mimoúrovňovému křížení ulice Rosická s tramvajovou tratí, která převážila nevýhodu této varianty z hlediska finanční náročnosti způsobené potřebnými stavbami pro její provedení.

Podrobnější řešení varianty B bylo také omezeno tím, že v době vypracování této práce mi nebylo známé kompletní výškové vedení os tramvaje na ulici Rosická a přílehlých komunikací. Z výše uvedených důvodů je projektová dokumentace vypracována ve vyšší podrobnosti ve variantě A, varianta B je vypracována méně detailně.

8. VARIANTA A

8.1 SMĚROVÉ ŘEŠENÍ

Směrové vedení varianty jsem se snažil vést tak, aby vlečka byla co nejefektivněji vedena vůči okolním stavbám v rámci stavby nového železničního uzlu. Všechny oblouky jsou navrženy pravostranné, bez přechodnic z důvodu prostorové úspory a bez převýšení z důvodu menších požadavků na údržbu koleje. Návrhová rychlost je 40 km/h, což představuje zvýšení o 5 km/h oproti stávajícímu stavu. Oblouky č.1 až č.3 budou, vzhledem k sestavě železničního svršku, rozšířeny o 10 mm.

Řešený úsek pokračuje ve stávajícím stavu přímou kolejí v délce 70,711m. Mezi km 0,070 711 a km 0,250 895 je navržený oblouk o $R=190$ m, úhel tečen byl volen tak, aby vlečka vedla co nejvíce uprostřed volného prostoru mezi plánovanou ulicí Uhelná a cyklostezkou. Tím byla

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
STUDIE ZAPOJENÍ ŽELEZNIČNÍ VLEČKY BVV DO ŽELEZNIČNÍHO UZLU BRNO

omezena délka opěrných zdí na jednotlivých stranách. Následuje přímá délky 219,048m, na tomto úseku se nachází již zmiňovaná opěrná zeď a část mostu přes ulici Rosická. Na tuto přímou navazuje mezi km 0,469 943 a km 0,621 179 pravostranný oblouk R=190 m. Tento oblouk zasahuje do zbytku mostu přes ulici Rosickou, a zároveň je na něm most přes řeku Svratku. Mezi těmito mosty se nachází opěrná zeď po obou stranách. Úhel tečen pro tento oblouk byl volen tak, aby následně vlečka pokračovala co nejlépe rovnoběžně s násepovým tělesem nově projektovaného nádraží a zároveň, aby byly minimalizovány další oblouky vlečky. Následuje přímá mezi km 0,621 179 a km 0,838 453 délky 217,274m, na které se nachází nově navrhnutý železniční přejezd na km 0,758 006. Následující pravostranný oblouk o poloměru R=190 m se nachází mezi km 0,838 453 a km 0,865 062. Úhel tečen oblouku byl volen, tak aby se vlečka již začala přibližovat k nejbližší koleji nádraží. Následuje přímá délky 56,196m mezi km 0,865 062 a km 0,921 258. Poslední oblouk na trati mezi km 0,921 258 a km 0,936 497 je o poloměru R=333 m. Na konci tohoto oblouku se vlečka napojuje na odstavnou kolej odstavného nádraží. Poloměr R=333 m byl volen tak, aby byla udržena vzdálenost 6 m od vedlejší koleje. Jelikož konec odstavné koleje, do které se vlečka napojuje nespĺňuje osovou vzdálenost 6 m od vedlejší koleje, bylo nutné napojení na tuto kolej posunout o 19,51 m. O tuto vzdálenost se tato odstavná kolej zkrátí.

Podrobné informace o směrových poměrech jsou zapsány v následující tabulce.

Staničení [km]	SMĚROVÝ PRVEK
0,000 000 - 0,070 711	Přímá 70,711 m
0,070 711 - 0,250 895	Oblouk: R=190 m; V=40 km/h; D=0 mm; l=100 mm; Δu=10 mm; alfas=56,1208 g; Li,o=180,184 m; n=0V; Lk=0 m; T=89,627 m;
0,250 895 - 0,469 943	Přímá 219,048 m
0,469 943 - 0,621 179	Oblouk: R=190 m; V=40 km/h; D=0 mm; l=100 mm; Δu=10 mm; alfas=50,6650 g; Li,o=151,236 m; n=0V; Lk=0 m; T=79,897 m;
0,621 179 - 0,838 453	Přímá 217,274 m
0,838 453 - 0,865 062	Oblouk: R=190 m; V=40 km/h; D=0 mm; l=100 mm; Δu=10 mm; alfas=6,5984 g; Li,o=26,609 m; n=0V; Lk=0 m; T=8,732 m;
0,865 062 - 0,921 258	Přímá 56,196 m
0,921 258 - 0,936 497	Oblouk: R=333m; V=40 km/h; D=0 mm; l=57 mm; alfas=2,875 g; Li,o=15,239 m; n=0V; Lk=0 m; T=7,708 m;

Tabulka 1 Směrové poměry Varianta A

8.2 VÝŠKOVÉ ŘEŠENÍ

Začátek úseku byl navrhnout v návaznosti na stávající stav, kde se vlečka nachází v mírném zářezu ve stoupání 0,10 ‰. Výškovým lomem sklonu na km 0,107 871 o poloměru Rv=2000 m začíná vlečka stoupat ve sklonu 29,88 ‰ za účelem získání potřebné výšky pro křížení ulice Rosická, zde je z důvodu přílišné šířky násepů navržena oboustranná opěrná zeď mezi km 0,357 808 a km 0,443 142. Na km 0,407 353 tedy po 299,536 m je lom sklonu o Rv=2000 m, ze kterého niveleta klesá ve sklonu 5,28 ‰ po délce 247,050 m. V místě křížení s osami tramvají je rozdíl nivelet 8 m. Na km 0,654 403 se nachází lom sklonu o poloměru Rv=2000 m do finálního sklonu potřebného pro napojení do odstavného nádraží. Jedná se o sklon -0,99 ‰ délky 288,094m.

Podrobné informace o průběhu nivelety jsou znázorněny v následující tabulce.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
STUDIE ZAPOJENÍ ŽELEZNIČNÍ VLEČKY BVV DO ŽELEZNIČNÍHO UZLU BRNO

Označení	Staničení [km]	Nadmořská výška [m]	Délka [m]	Sklon [‰]	Rv [m]	tz [m]	yv [m]
ZÚ	0,000 000	198,995	107,817	+0,10			
LN1	0,107 871	199,006	299,536	+29,88	2000	29,779	0,222
LN2	0,407 353	207,956	247,050	-5,28	2000	34,045	0,290
LN3	0,654 403	206,652	288,094	-0,99	2000	4,288	0,005
KÚ	0,936 497	206,371					

Tabulka 2 Lomy sklonu Varianta A

8.3 ŽELEZNIČNÍ SVRŠEK

Sestava železničního svršku byla zvolena: kolejnice 49 E1
 pružné upevnění W14
 betonový pražec B03
 štěrk 31,5/63 min. tloušťky 250 mm.

Kolejové lože je upraveno do lichoběžníkového tvaru, se sklony svahů 1:1,25. Šířka horní hrany kolejového lože je 1,70 m od osy koleje po celé délce vlečky, vyjma dvou přejezdů na km 0,066 515 a km 0,758 006. Od km 0,820 320 je na levé straně kolejové lože zapuštěné. Všechny mosty jsou předpokládány s průběžným kolejovým ložem. Rozdělení pražců: c. Z důvodu menších nároků na zřízení a předpokládaném nízkém provozu na vlečce bude zřízena stykovaná kolej s převislými styky.

8.4 ŽELEZNIČNÍ SPODEK

Příčný sklon pláň tělesa železničního spodku je jednostranný 5,00 %, orientovaný napravo po celé délce řešeného úseku. Hrana pláň tělesa železničního spodku je 3,10 m od osy koleje na obě strany. Bude provedeno odhumusování v tloušťce 200 mm.

8.4.1 TĚLESO V ZÁŘEZU

Zemní těleso v zářezu se nachází na začátku úseku mezi km 0,000 000 a km 0,138 000. V této oblasti by se měla, dle geologické mapy Brna nacházet hlína písčítá. V dalších stupních projektové dokumentace bude proveden podrobný geotechnický průzkum, který určí zeminu přesněji. Na základě přiloženého výpočtu dle předpisu SŽDC S4 je navrženo zlepšení zeminu vápnem tloušťky 450 mm a konstrukční vrstvy skládající se ze štěrku frakce 0/32 min. tloušťky 400 mm. Sklony svahů byly navrženy ve sklonu 1:2,00 a bude provedeno odhumusování tloušťky 100 mm. Sklony svahů přiléhající k zemnímu tělesu budou ve sklonu 1:1,50.

8.4.1.A VÝPOČET PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ

Zemina:	Hlína písčítá F3 MS
Vodní režim:	Příznivý
Namrzavost:	Namrzavá
Konzistence:	Tuhá
Modul přetvárnosti E _o :	21,3 MPa
Stupeň konzistence:	0,9
Index mrazu:	350 °C*den

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
STUDIE ZAPOJENÍ ŽELEZNIČNÍ VLEČKY BVV DO ŽELEZNIČNÍHO UZLU BRNO

Posudek zemní pláně:

$$E_{or} = E_o * z = 21,3 * 0,8 = 17,04 \text{ Mpa} < E_{o,pož}$$

Návrh Typ 2

Zlepšení zeminy:

Zlepšení zeminy vápnem: $E_{def} = 55 \text{ MPa}$; $h_{zv} = 0,45 \text{ m}$

$$k_1 = 17,04 / 55 = 0,31 \quad k_2 = 0,45 / 0,30 = 1,5 \Rightarrow \quad k_3 = 0,77$$

$$E_{ekv,1} = 0,77 * 55 = 42,35 > E_{ekv,1,min} = 40 \text{ Mpa} \\ > E_{o,pož}$$

Návrh konstrukční vrstvy:

Štěrkodrt 0/32; $E_{šd} = 80 \text{ MPa}$; $h_{šd} = 0,40 \text{ m}$

$$k_1 = E_{def} / E_{šd} = 42,35 / 80 = 0,53 \quad k_2 = h_{šd} / D = 0,30 / 0,40 = 0,75 \Rightarrow \quad k_3 = 0,75$$

$$E_{ekv,1} = k_3 * E_{šd} = 0,75 * 80 = 60 \text{ MPa} > E_{pl,pož}$$

Hodnoty k_3 stanoveny dle diagramu Dorni

Pozn. Vzhledem k tomu, že nebyl proveden podrobný geotechnický průzkum, dle kterého se dle předpisu SŽDC S4 stanovují požadavky na únosnosti $E_{o,pož}$ a $E_{pl,pož}$ u novostaveb regionálních tratí, nebyl proveden posudek na vyhovění těmto hodnotám a případná úprava návrhu. Jedná se tedy o orientační výpočet pro tuto studii.

Posouzení odolnosti vůči mrazu:

$$h_{pr} \leq h_{kl} + h_{šp} + h_{z,dov} \text{ [m]}$$

$$h_{pr} = 0,045 * \sqrt{I_{mn}} = 0,045 * (350^{0,5}) = 0,842 \text{ m}$$

$$h_{kl} = 0,45 \text{ m}$$

$$h_{šp} = h_{šd} * \lambda_{šp} / \lambda_{šd} = 0,40 * 2,3 / 2,0 = 0,46$$

$$h_{z,dov} = 0,0 \text{ m}$$

$$h_{pr} = 0,842 \text{ m} \leq h_{kl} + h_{šp} + h_{z,dov} = 0,910 \text{ m}$$

VYHOVUJE

Návrh zářez: ZZV $E_{def} = 55 \text{ MPa}$; $h_{zv} = 0,45 \text{ m}$

ŠD 0/32 $E_{šd} = 80 \text{ MPa}$; $h_{šd} = 0,30 \text{ m}$

8.4.2 TĚLESO V NÁSEPU

Zemní těleso se nachází v násepu od km 0,138 000 do km 0,936 497. Jako násepový materiál jsem zvolil štěrk hlinitý. Dle přiloženého výpočtu podle SŽDC S4 jsem navrhl konstrukční vrstvu ze štěrkodrti frakce 0/32 o $E_{šd} = 80 \text{ Mpa}$ a výšky $h_{šd} = 0,200 \text{ m}$. Sklony svahů byly navrženy ve sklonu 1:1,75, při výšce vyšší než 6,0 m s odstupňováním o 0,25 na 1:2,00. Svahy násepů budou chráněny proti promrzání vrstvou štěrkodrti frakce 0/32 tl. 0,600 m, na tuto vrstvu bude provedeno ohumusování tl. 0,100m. Byla navržena lavička na obou stranách o šířce 1,00 m a sklonu 5,00 % směrem k příkopům. Svahy k příkopům mají z obou stran příkopu sklon 1:1,50, na jejich vnější straně bude provedeno ohumusování tloušťky 0,100 m.

8.4.2.A VÝPOČET PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ

Zemina:	Štěrk hlinitý G4 GM
Vodní režim:	Příznivý
Namrzavost:	Namrzavá
Konzistence:	Středně ulehlá
Modul přetvárnosti E_o :	42,5 MPa
Stupeň konzistence:	-
Index mrazu:	350 °C*den

Posouzení zemní pláně

$$E_{o,r} = 42,5 * 1,0 = 42,5 \text{ MPa} < E_{o,pož}$$

Návrh konstrukční vrstvy:

$$\text{Štěrkodrt } 0/32; E_{\text{šd}} = 80 \text{ MPa}; h_{\text{šd}} \in (0,15; 0,50) = 0,20 \text{ m}$$

$$k_1 = E_{\text{def}}/E_{\text{šd}} = 42,5/80 = 0,53 \quad k_2 = h_{\text{šd}}/D = 0,20/0,30 = 0,67 \Rightarrow k = 0,72$$

$$E_{\text{ekv}} = k_3 * E_{\text{šd}} = 0,72 * 80 = 57,6 \text{ MPa} > E_{\text{pl,pož}}$$

Hodnoty k_3 stanoveny dle diagramu Dorni

Pozn. Vzhledem k tomu, že nebyl proveden podrobný geotechnický průzkum, dle kterého se dle předpisu SŽDC S4 stanovují požadavky na únosnosti $E_{o,pož}$ a $E_{\text{pl,pož}}$ u novostaveb regionálních tratí, nebyl proveden posudek na vyhovění těmto hodnotám a případná úprava návrhu. Jedná se tedy o orientační výpočet pro tuto studii.

Posouzení odolnosti vůči mrazu:

$$h_{\text{pr}} \leq h_{\text{kl}} + h_{\text{šp}} + h_{\text{z,dov}} \text{ [m]}$$

$$h_{\text{pr}} = 0,045 * \sqrt{I_{\text{mn}}} = 0,045 * (350^{0,5}) = 0,842 \text{ m}$$

$$h_{\text{kl}} = 0,45 \text{ m}$$

$$h_{\text{šp}} = h_{\text{šd}} * \lambda_{\text{šp}}/\lambda_{\text{šd}} = 0,20 * 2,3/2,0 = 0,46$$

$$h_{\text{z,dov}} = 0,70 \text{ m}$$

$$h_{\text{pr}} = 0,842 \text{ m} \leq h_{\text{kl}} + h_{\text{šp}} + h_{\text{z,dov}} = 1,61 \text{ m}$$

VYHOVUJE

Návrh násep: ŠD 0/32 $E_{\text{šd}} = 80 \text{ MPa}$; $h_{\text{šd}} = 0,20 \text{ m}$

8.5 ODVODNĚNÍ

V rámci návrhu varianty A jsem zhotovil návrh odvodnění, jedná se o přibližný návrh způsobu odvodnění bez sklonů příkopů s pouze schematickým zaznačením směru odtoku vody. Odvodnění jsem zpracoval na levé straně po km 0,820 320. Odkud předpokládám, na levé straně, společné odvodnění s přílehlou kolejí odstavného nádraží. Na pravé straně bylo odvodnění vypracováno po km 0,912 530, od tohoto místa bude zřízené společné odvodnění s přílehlou kolejí, která vede k nakládací ploše na automobily.

Způsob úpravy na jednotlivých stranách vlečky a konstrukce potřebné k odvodnění jsou vypsány v následujících tabulkách.

Levá strana

Staničení [km]	Způsob provedení příkopu
0,000 000 0,020 454	Stávající odvodnění
0,020 454 0,063 333	Příkopový žlab UCH 1 délka 43,089 m
0,071 753 0,337 508	Vsakovací příkop délka 269,791 m
0,337 508 0,357 808	Nezpevněný příkop délka 20,300 m
0,357 808 0,443 142	Opěrná zeď monolit. žlab dl. 73,119 m Zpevněný příkop TZZ3 délka 67,779 m
0,443 142 0,488 830	Most přes ulici Rosická délka 45,688 m
0,488 830 0,521 407	Opěrná zeď monolit. žlab dl. 32,572 m Zpevněný příkop TZZ3 délka 26,599 m
0,521 407 0,621 179	Most přes Svratku délka 99,772 m
0,621 179 0,750 257	Příkopový žlab UCH 1 délka 126,620 m
0,762 008 0,820 320	Příkopová žlab UCH 1 délka 54,583 m
0,820 320 0,936 497	Společné odvodnění s vedlejší kolejí

Tabulka 3 Způsob úpravy levých příkopů

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
STUDIE ZAPOJENÍ ŽELEZNIČNÍ VLEČKY BVV DO ŽELEZNIČNÍHO UZLU BRNO

Pravá strana

Staničení [km]	Způsob provedení příkopu
0,000 000 0,020 454	Stávající odvodnění
0,020 454 0,064 015	Vsakovací příkop délka 44,308 m
0,063 333 0,071 753	Trativod délka 5,895 m
0,068 538 0,319 057	Vsakovací příkop délka 251,751 m
0,319 057 0,322 523	Nezpevněný příkop délka 3,466 m
0,322 523 0,357 808	Vsakovací příkop délka 35,285 m
0,357 808 0,443 142	Opěrná zeď monolit. žlab dl. 73,119 m Zpevněný příkop TZZ3 délka 67,779 m
0,443 142 0,488 830	Most přes ulici Rosická délka 45,688 m
0,488 830 0,521 407	Opěrná zeď monolit. žlab dl. 32,572 m Zpevněný příkop TZZ3 délka 15,507 m
0,521 407 0,621 179	Most přes Svratku délka 99,772 m
0,621 179 0,698 008	Opěrná zeď monolitický žlab délka 79,120 m
0,621 179 0,705 598	Zpevněný příkop TZZ3 délka 71,620 m
0,705 598 0,719 909	Most přes ulici Vodařská délka 14,311 m
0,725 062 0,754 183	Zpevněný příkop TZZ3 délka 21,571 m
0,751 816 0,762 008	Trativod délka 10,116 m
0,762 008 0,912 530	Příkopový žlab UCH 1 délka 148,605 m
0,912 530 0,936 497	Společné odvodnění s vedlejší kolejí

Tabulka 4 Způsob úpravy pravých příkopů

Propustky a vpusti

Staničení [km]	Konstrukce
0,063 333	Vpust, vlevo
0,488 083	Vpust, oboustranně
0,698 008	Vpust, vpravo
0,725 062	Vpust, vpravo
0,750 257	Propustek, skluz, vývar vpravo
0,818 120	Propustek
0,840 251	Vpust vpravo

Tabulka 7 Poloha propustků a vpustí

8.6 STAVBY ŽELEZNIČNÍHO SPODKU

Při návrhu varianty A bylo nutné navrhnout opěrné zdi. Od km 0,357 808 do km 0,443 142 je navržena oboustranná opěrná zeď, tato zeď byla navržena za účelem zúžení násepů, který již zasahoval na komunikaci na ulici Uhelná, respektive do prostoru cyklostezky na pravé straně vlečky. Zeď je na km 0,357 808 ukončena náběhy, které slouží k plynulému svedení vody do příkopů a také ke stabilizaci přilehlého násepů. Dále se nachází opěrná zeď mezi km 0,488 830 a km 0,521 407 také na obou stranách. Tato zeď se nachází mezi dvěma mosty. Zeď zužuje násep, aby nezasahoval do cyklostezky a zajišťuje lepší stabilitu opěr mostů. Dále je opěrná zeď navržena na pravé straně mezi km 0,624 759 a km 0,705 598. Tato zeď zde byla navržena z důvodu respektování původního návrhu zdi v projektu stavby nádraží. Provedení opěrné zdi je znázorněno v charakteristickém řezu č.4 km 0,400 000. Způsob odvodnění jednotlivých zdí byl již popsán v kapitole Odvodnění. Polohy opěrných zdí jsou uvedeny v následující tabulce.

Staničení [km]

0,357 808 0,443 142	Opěrná zeď délky 73,119 m
0,488 830 0,521 407	Opěrná zeď délky 32,572 m
0,621 179 0,698 008	Opěrná zeď délky 79,120 m

Tabulka 8 Poloha opěrných zdí

Dále byly navrženy prefabrikované žlab typu UCH 1 za účelem zmenšení záboru pozemků. Jejich provedení je znázorněno v charakteristickém příčném řezu č.1 km 0,050 000. Polohy příkopových zídek jsou znázorněny v následující tabulce.

Staničení [km]

0,020 454 0,063 333	Příkopový žlab UCH 1; vlevo délka 43,089 m
0,621 179 0,750 257	Příkopový žlab UCH 1; vlevo délka 126,620 m
0,762 008 0,820 320	Příkopový žlab UCH 1; vlevo délka 54,583 m
0,762 008 0,912 530	Příkopový žlab UCH 1; vpravo délka 148,605 m

Tabulka 9 Poloha příkopových zídek UCH 1

Dále jsou navrženy dva nové mosty, jeden přes ulici Rosická km 0,443 142 až km 0,488 830 a druhý přes řeku Svatku km 0,521 407 až km 0,621 179. Oba mosty jsem uvažoval s průběžným kolejovým ložem. Třetí most přes ulici Vodařská již byl navrhnut, dojde pouze k jeho rozšíření.

8.7 PŘEJEZDY

V rámci návrhu varianty A bylo nutno navrhnout dva železniční přejezdy. První železniční přejezd na km 0,066 515 slouží k přechodu chodců a cyklistů. Přejezd je dlouhý 4,50 m, široký 4,00 m a křížení s vlečkou je navrženo pod úhlem 90°. Přejezd bude konstruován z panelů veloSTRAIL, které umožní lepší přejezd cyklistům a dětským kočárkům. Zabezpečení přejezdu zajišťují výstražní kříže. Druhý přejezd se nachází na km 0,758 006, tento přejezd slouží k převedení obslužné komunikace spojující hlavní a odstavné nádraží. Přejezd je dlouhý 4,50 m, široký 6,00 m a křížení je navrženo pod úhlem 90°. Přejezd bude konstruován z panelů STRAIL. Tento přejezd bude mít shodné pražcové podloží jako předchozí přejezd, přestože je v násepu, bude zde provedeno zlepšení vápnem $h_{zzv}=0,450$ m a konstrukční vrstva ze ŠD 0/32 $h_{sd}=0,400$ m, zesílená konstrukce pražcového podloží bude provedena za účel zvýšení stability a únosnosti přejezdu. Provedení přejezdu je znázorněno v charakteristickém příčném řezu č.6. Přejezd zabezpečují výstražné kříže, před přejezdem ze směru od hlavního nádraží je umístěna před přejezdem značka P6 „Stůj, dej přednost v jízdě!“ z důvodu nevyhovění rozhledů.

8.8 DALŠÍ STAVBY

Při návrhu varianty A bylo nutné společně s vlečkou navrhnout nové komunikace či chodníky. Na začátku úseku jsem navrhnul chodník s pruhem pro cyklisty, tento chodník má za účel spojit chodník u ulice Opuštěná s cyklostezkou podél Svatky. Tento chodník se dostává přes vlečku přes již zmíněný přejezd na km 0,066 515. Po napojení na společné těleso s nádražím, bylo také nutno posunout zde navrhnutou protihlukovou zeď, která bude nově umístěna na pravé straně vlečky, a to na opěrné zdi. Dále byla nutná změna vedení obslužné komunikace spojující hlavní a odstavné nádraží. Bylo potřeba tuto komunikaci převést na druhou stranu vlečky z důvodu přibližování vlečky k přilehlé koleji. Spojení obslužné komunikace s parkovištěm u nakládky bylo vyřešeno pomocí již výše zmíněného přejezdu, přes který vede nově navrhnutá komunikace. Navrhnutá komunikace má šířku 6,00 m. Ze stávající polohy se komunikace stáčí na přejezd pravým obloukem o vnějším poloměru $R=8,00$ m a za přejezdem se stáčí ke komunikaci u parkoviště levým obloukem o vnějším poloměru $R=13,00$ m. Tyto oblouky by bylo vhodné ve vyšší stupni projektové dokumentace ověřit vlečnými křivkami vozidel, které budou na obslužné komunikaci jezdit. Pro vozidla do délky 10,0 m, která jsem dle šířky této komunikace v původním návrhu předpokládal, by tento poloměr měl být, dle vlečných křivek, průjezdný. Poloměr, kterým se komunikace odpojuje je velmi malý z důvodu, aby bylo docíleno kolmosti křížení. Poloměr by se dal případně zvětšit zmenšením úhlu křížení. Celý tento úsek komunikace jsem navrhoval pouze směrově, jelikož mi nebyl znám výškový průběh přilehlé komunikace. Dále jsem byl nucen upravit parkoviště a nájezdovou rampu v bezprostřední blízkosti vlečky. Nájezd na rampu byl přesunut z původní levé strany koleje na pravou stranu koleje (strany orientovány dle staničení dané koleje). Z důvodu změny strany nájezdu na nakládací rampu automobilů jsem pozměnil uspořádání parkovacích míst. Dvě parkovací místa pro invalidy jsem přesunul co nejbližší původní poloze a zároveň poupravil uspořádání zbylých parkovacích míst, aby se parkovací místa, měla kam umístit.

9. VARIANTA B

9.1 SMĚROVÉ ŘEŠENÍ

Při návrhu této varianty jsem se snažil ověřit požadavek na využití nového mostu přes řeku Svratku na ulici Rosická. Všechny oblouky jsou v této variantě navrženy bez převýšení a bez přechodnic. Návrhová rychlosti na úseku je 40 km/h mezi začátkem úseku a obloukem, kterým se vlečka napojuje na osu tramvaje, dále tato rychlost je po konci oblouku na km 1,002 546 až po konec úseku na km 1,307 560. Na zbytku úseku je návrhová rychlost vlečky 35 km/h, jedná se o úsek mezi km 0,390 853 a km 1,002 546. Všechny oblouky budou, vzhledem k sestavě železničního svršku, rozšířeny o 10 mm.

Nový řešený úsek směrově navazuje na předchozí přímou vlečky další přímou v délce 94,974m. Na tuto přímou navazuje pravostranný oblouk o poloměru $R=190$ m, úhel tečen tohoto oblouku byl volen tak, aby vlečka vedla rovnoběžně s novou ulicí Uhelná. Vlečka povede mezi km 0,282 636 a km 0,390 853 podél ulice ve vzdálenosti 3,75m. Na tuto přímou navazuje pravostranný oblouk o poloměru $R=150$ m, během tohoto oblouku se vlečka kříží s první kolejí tramvaje na km 0,500 000 a na jeho konci na km 0,552 583 se osa vlečky napojuje na osu tramvaje. Napojení na osu tramvaje, dle návrhu ulic Uhelná a Rosická, bylo docíleno pouze limitním poloměrem $R=150$ m, který nemusí být průchodný pro všechny typy vlaků, zároveň bylo nutné upravit rozměry mostu přes řeku Svratku. Po napojení na osu tramvaje vlečka pokračuje do km 0,795 761 přímou. K odpojení os dochází na km 0,795 761 levostranný obloukem, začátek oblouku o poloměru $R=160$ m je umístěn v bodě, kde začíná pravostranný oblouk tramvaje. Tento oblouk končí na km 0,892 172, kde následuje do km 0,904 189 přímá. Na přímou navazuje mezi km 0,904 189 a km 1,002 546 oblouk o poloměru $R=160$ m, úhel tečen tohoto oblouku byl volen tak, aby následující přímá vedle rovnoběžně se sousední obslužnou komunikací. Tato přímá mezi km 1,002 546 až km 1,181 804 vede ve vzdálenosti 5,12m od obslužné komunikace. Vlečka se ke koleji, do které se bude napojovat, přibližuje pomocí dvojice oblouků. První oblouk se nachází mezi km 1,181 804 a km 1,217 351. Jedná se o levostranný oblouk o poloměru $R=190$ m. Mezi oblouky se na km 1,217 351 a km 1,229 793 nachází přímá. Na tuto přímou navazuje pravostranný oblouk o poloměru $R=190$ m. Během přímé a pravostranného oblouku dochází ke křížení vlečky s obslužnou komunikací vedoucí podél nádraží. Toto křížení není ideální kvůli ostrému úhlu křížení, díky kterému je přejezd velice rozměrný a nejsou na něm ideální rozhledové parametry. Na konci oblouku na km 1,265 654 se nachází výhybka, kterou se vlečka napojuje do zhlaví odstavného nádraží. Jedná se o výhybku J49-1:6,6-P,p,b.

Směrový průběh varianty B je znázorněn v následující tabulce.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
STUDIE ZAPOJENÍ ŽELEZNIČNÍ VLEČKY BVV DO ŽELEZNIČNÍHO UZLU BRNO

Staničení [km]	SMĚROVÝ PRVEK
0,000 000 - 0,094 974	Přímá 94,974 m
0,094 974 - 0,282 636	Oblouk: R=190 m; V=40 km/h; D=0 mm; l=100 mm; Δu=10 mm; alfas=51,3614 g; Li,o=187,662 m; n=0V; Lk=0 m; T=102,121 m;
0,282 636 - 0,390 853	Přímá 108,217 m
0,390 853 - 0,552 583	Oblouk: R=150 m; V=35 km/h; D=0 mm; l=97 mm; Δu=10 mm; alfas=60,2265 g; Li,o=161,730 m; n=0V; Lk=0 m; T=76,781 m;
0,552 583 - 0,795 761	Přímá 243,178 m
0,795 961 - 0,892 172	Oblouk: R=160 m; V=35 km/h; D=0 mm; l=91 mm; Δu=10 mm; alfas=41,4985 g; Li,o=96,411 m; n=0V; Lk=0 m; T=50,801 m;
0,892 172 - 0,904 189	Přímá 12,017 m
0,904 189 - 1,002 546	Oblouk: R=160 m; V=35 km/h; D=0 mm; l=91 mm; Δu=10 mm; alfas=38,5574 g; Li,o=98,357 m; n=0V; Lk=0 m; T=51,888 m;
1,002 546 - 1,181 804	Přímá 177,258 m
1,181 804 - 1,217 351	Oblouk: R=190 m; V=40 km/h; D=0 mm; l=100 mm; Δu=10 mm; alfas=10,6391 g; Li,o=35,547 m; n=0V; Lk=0 m; T=17,825 m;
1,217 351 - 1,229 793	Přímá 12,442 m
1,229 793 - 1,265 654	Oblouk: R=190 m; V=40 km/h; D=0 mm; l=100 mm; Δu=10 mm; alfas=12,5368 g; Li,o=35,861 m; n=0V; Lk=0 m; T=17,984 m;
1,265 654 - 1,277 521	Přímá 11,867 m
1,277 521 - 1,307 560	J49-1:6,6-190-P,p,b; km 1,277 521 - km 1,307 560

Tabulka 10 Směrové poměry varianty

9.2 VÝŠKOVÉ ŘEŠENÍ

Výškový průběh varianty B navazuje na předchozí stav, niveleta stoupá 164,866 m ve sklonu 0,10‰. Na km 0,164 866 se nachází lom sklonu o poloměru zaoblení $R_v=2000$ m, ze kterého niveleta stoupá ve sklonu 3,06‰ 208,710 m. V tomto sklonu niveleta vlečky vystoupá do výšky 199,650 m, ve které se nachází osy tramvaje. Na km 0,373 576 niveleta dosáhne výšky 199,650 m a je zde umístěn další lom sklonu o zaoblení $R_v=2000$ m. Tímto lomem se vlečka dostává na sklon 0,00‰, v kterém se bude osa vlečky křížit a napojovat do osy tramvaje. Průběh nivelety tramvaje jsem zde předpokládal stejný. Na km 0,581 074 následuje další lom sklonu o zaoblení $R_v=2000$ m, z tohoto lomu pokračuje vlečka ve sklonu 18,94‰, tento sklon byl volen tak, aby vlečka na km 0,655 890 byla ve výšce 201,067 m, kde dochází ke křížení ulic Rosická po které vede vlečka a ulice Vodařská. Tento bod a výška tramvaje 199,650 m na levém břehu Svatky jsou jedinými výškovými údaji na ulici Rosická, které mi byli v době návrhu známi. Výškový průběh na úseku vedoucím po ulici Rosická by se měl, v případě využití této varianty, poupravit dle výškového návrhu ulice Rosická, který mi nebyl znám. Na km 0,916 349, tedy již po opuštění ulice Rosická, se nachází lom sklonu o zaoblení $R_v=2000$ m, který niveletu vlečky srovnává na sklon 0,00‰, který je potřebný pro napojení do odstavného nádraží.

Průběh sklonů a polohy lomů sklonu jsou znázorněny v následující tabulce.

Označení	Staničení [km]	Nadmožská výška [m]	Délka [m]	Sklon [‰]	R_v [m]	tz [m]	yv [m]
ZÚ	0,000 000	198,995	164,866	+0,10			
LN1	0,164 866	199,012	208,71	+3,12	2000	2,957	0,002
LN2	0,373 576	199,650	207,498	0,00	2000	3,057	0,002
LN3	0,581 074	199,650	335,275	+18,94	2000	18,864	0,089
LN4	0,916 349	206,000	391,211	0,00	2000	18,864	0,089
KÚ	1,307 560	206,000					

Tabulka 11 Průběh sklonů varianty B

9.3 ŽELEZNIČNÍ SVRŠEK

Sestava železničního svršku byla zvolena: kolejnice 49 E1
pružné upevnění W14
betonový pražec B03
šterk 31,5/63 min. tloušťky 250 mm

Kolejové lože je upraveno do lichoběžníkového tvaru, se sklony svahů 1:1,25. Šířka horní hrany kolejového lože je 1,70 m od osy koleje po celé délce tratě, kromě úseků mezi km 0,552 583 a km 0,795 761, kde vede vlečka po ulici Rosické, mezi km 1,226 438 až km 1,256 022 a mezi km 1,226 438 až 1,256 022, zde budou zřízeny přejezdy. Na úseku mezi km 0,552 583 a km 0,795 761 povede vlečka na společném svršku jako tramvaj. Za přejezdem od km 1,256 022 bude kolejové lože zapuštěné. Způsob řešení křížení vlečky na km 0,500 000, napojení vlečky na km 0,552 583 a odpojení vlečky od tramvaje na km 0,795 761 nebylo součástí této práce. Rozdělení pražců: c. Z důvodu menších nároků na zřízení bude zřízena stykovaná kolej s převislými styky. Na konci úseku mezi km 1,277 521 a km 1,307 560 se nachází výhybka J49-1:6,6-190-P,p,b.

9.4 ŽELEZNIČNÍ SPODEK

Vlečka se nachází mezi km 0,000 000 až km 0,248 847 v mírném zářezu. V této oblasti by se měla, dle geologické mapy Brna nacházet hlína písčité. V dalších stupních projektové dokumentace bude proveden podrobný geotechnický průzkum, který určí zeminu přesněji. Dále mezi km 0,248 847 a km 0,338 560 se vlečka nachází v mírném násepu. Mezi km 0,338 560 a km 0,467 900 je vlečka v zářezu. Lze však předpokládat, že vzhledem k výstavbě nových komunikací bude terén srovnán a vlečka od km 0,248 847 až po napojení na most na km 0,467 900 povede souběžně s teréne, tedy v mírném zářezu. Na úseku od km 0,464 024 do 0,797 891 se vlečka nachází na ulici Rosická a sdílí železniční spodek s ní. Od km 0,797 891 do km 1,226 438 se vlečka nachází v násepu, přičemž úsek mezi km 0,953 368 a km 1,000 000, kde se nachází násep původního terénu bude v rámci stavby nového nádraží dle podkladů odstraněn. Mezi km 1,226 438 a km 1,256 022 se nachází železniční přejezd. Za přejezdem od km 1,256 022 do konce úseku na km 1,307 560 se vlečka nachází na stejném železničním spodku jako odstavné nádraží.

Výpočet pražcového podloží pro tuto variantu nebyl proveden, lze však předpokládat stejné hodnoty návrhu jako u varianty A.

9.5 ODVODNĚNÍ

V rámci vypracování této varianty nebylo navrženo odvodnění.

9.6 STAVBY ŽELEZNIČNÍHO SPODKU

V rámci varianty B byly mnou navrženy na úsecích km 0,020 416 až km 0,065 020 a km 0,248 847 až km 0,463 283 příkopové prefabrikované žlaby typu UCH 1. Tyto žlaby zde byly navrhnuty za účelem zúžení zabraného prostoru zemním tělesem vlečky.

9.7 PŘEJEZDY

Ve variantě B se nachází dva železniční přejezdy. První železniční přejezd na km 0,066 515 slouží k přechodu chodců a cyklistů. Přejezd je dlouhý 4,50 m, široký 4,00 m a křížení s vlečkou je navrženo pod úhlem 90°. Přejezd bude konstruován z panelů veloSTRAIL, které umožní lepší přejezd cyklistům a dětským kočárkům. Zabezpečení přejezdu zajišťují výstražní kříže. Druhý přejezd se nachází na km 1,226 438 až km 1,256 022, tento přejezd je v důsledku malého úhlu křížení 10,78° dlouhý 29,584 m. Způsobem provedení tohoto přejezdu jsem se nezabýval, předpokládám však provedení z panelů STRIAL.

9.8 DALŠÍ STAVBY

Při návrhu varianty B bylo nutné společně s vlečkou navrhnout nový chodník. Na začátku úseku jsem navrhnul chodník s pruhem pro cyklisty, tento chodník má za účel spojit chodník u ulice Opuštěná s cyklostezkou podél Svratky. Tento chodník se dostává přes vlečku přes již zmíněný přejezd na km 0,066 515. Dále bylo nutné změnit schéma návrhu mostu přes řeku Svratku na ulici Rosická tak, aby bylo možné vlečku napojit na osu tramvaje. Úprava je vyznačena v situaci B č.1.

10. ZÁVĚR

Cílem práce bylo vyřešit napojení železniční vlečky BVV do nově plánovaného odstavného nádraží Brno-Jih, které bude součástí nového Železničního Uzlu Brno. Dílčím požadavkem zadavatele bylo ověřit možnost napojení vlečky pomocí nového mostu přes řeku Svratku. Tyto požadavky se mi povedlo splnit.

Při porovnání variant A a B jsem usoudil jako výhodnější variantu A. Hlavním důvodem pro toto rozhodnutí bylo, že oproti variantě B tato varianta mimoúrovňově kříží ulici Rosickou a také to, že se dříve zapojuje do odstavného nádraží.

Jako velký problém u varianty B bude řešení křížení, napojení a odpojení vlečky od tramvaje, jelikož se všechny odehrávají pod nevhodným úhlem. Bude tedy nutné ověřit realizovatelnost tohoto řešení, toto však nebylo požadavkem na moji práci. Dále v rámci varianty B bude nutné upravit provozní řád vlečky s ohledem na plánovaný provoz tramvaje.

Závěrem je nutné konstatovat, že ani jedno napojení vlečky do odstavného nádraží není úplně ideální z finančního hlediska. Hlavně varianta A je finančně velmi náročná z důvodu dvou nových mostů a opěrných zdí. Bude tedy nutné zvážit finanční náročnost stavby vlečky s ohledem na její budoucí využití.

11. SEZNAM PŘÍLOH

1. VARIANTA A+B

Situace variant A+B část 1. M 1:1000

Situace variant A+B část 2. M 1:1000

2. VARIANTA A

Situace varianta A část 1. M 1:1000

Situace varianta A část 2. M 1:1000

Podélný profil varianty A M 1:2000/200

Charakteristické příčné řezy 7x M 1:50

3. VARIANTA B

Situace varianta B část 1. M 1:1000

Situace varianta B část 2. M 1:1000

Podélná profil varianty B M 1:2000/200

12. ZDROJE

- [1] ČSN 73 6360-1 Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha – Část 1: Projektování, platnost od 11/2008
- [2] Vzorové listy železničního spodku platnost od 1.2.2002
Vzorové listy železničního spodku Ž11 Železniční přejezdy a přechody
- [3] Předpis SŽDC S3 Železniční svršek, Schváleno generálním ředitelem SŽDC dne 3.7.2008, č.j.: 9675/08-OP, účinnost od 1.10.2011
- [4] Předpis SŽDC S4 Železniční spodek, Schváleno generálním ředitelem SŽDC dne 6.6.2008 č.j.: S 263/08-OP, účinnost od 1.10.2008
- [5] PLÁŠEK, O., ZVĚŘINA, P., SVOBODA, R, MOCKOVČIAK, M.: Železniční stavby: Železniční spodek a svršek. 1. vydání, Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o, 2004. 291 str. ISBN 80-214-2620-9
- [6] ŽPSV.cz
<https://www.zpsv.cz/inzenyrske-stavby/prefabrikaty-pro-odvodneni/prikopovy-zlab-uch-1/>
- [6] STRAIL.cz
<http://www.vitessestrail.cz/produkty/>
- [7] TP 171 – Vlečné křivky
- [8] Geologické mapy ČR online
<http://www.geologicke-mapy.cz/regiony/okres-CZ0642/>
- [9] Mapy.cz
<https://mapy.cz/zakladni?x=16.6107503&y=49.1808915&z=16>
- [10] Mapy Google
<https://www.google.cz/maps/@49.1836588,16.6076773,17z>

13. SEZNAM ZKRATEK

V	návrhová rychlost	[km/h]
R	poloměr oblouku	[m]
D	převýšení	[mm]
I	nedostatek převýšení	[mm]
α_s	středový úhel	[g]
Li	délka oblouku	[m]
n	strmost vzestupnice	[-]
Lk	délka přechodnice	[m]
Ld	délka vzestupnice	[m]
T	délka tečny	[m]
ZÚ	začátek úseku	[km]
KÚ	konec úseku	[km]
ZO	začátek oblouku	[km]
KO	konec oblouku	[km]
Rv	poloměr zaoblení lomu sklonu	[m]
tz	délka tečny zaoblení lomu sklonu	[m]
yv	maximální svislá pořadnice zaoblení lomu sklonu	[m]
dl.	délka	[m]
tl.	tloušťka	[m]
hpr	hloubka promrzání	[m]
hz,dov	dovolená hloubka promrznutí	[m]
hkl	tloušťka kolejového lože	[m]
Imn	Index mrazu	[°C.den]
λ_{sp}	součinitel tepelné vodivosti štěrkopísku	[W.m-1.K-1]
λ_{sd}	součinitel tepelné vodivosti štěrkodrti	[W.m-1.K-1]
S-JTSK	systém jednotné trigonometrické sítě	[-]
B.p.v	Balt po vyrovnání	[m]
ČSN	česká státní norma	[-]