



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

OPTIMALIZACE TRAŽOVÉHO ÚSEKU NÝŘANY – HEŘMANOVA HUŤ V KM 2,7 - 5,5

OPTIMISATION OF THE TRACK SECTION NÝŘANY – HEŘMANOVA HUŤ KM 2,7 - 5,5

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Trong Tan Nguyen

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. ERIK DUŠEK

BRNO 2021



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	Trong Tan Nguyen
Název	Optimalizace traťového úseku Nýřany – Heřmanova Huť v km 2,7 - 5,5
Vedoucí práce	Ing. Erik Dušek
Datum zadání	30. 11. 2020
Datum odevzdání	28. 5. 2021

V Brně dne 30. 11. 2020

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

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

PODKLADY A LITERATURA

Digitalizovaná Jednotná železniční mapa dotčeného úseku

Nákresný přehled trati

Vzorové listy železničního spodku

Předpisy SŽDC S3 Železniční svršek a SŽ S4 Železniční spodek

ČSN 73 6360-1 Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její

prostorová poloha – Část 1: Projektování

Vyhláška 369/2001 Sb. ve znění pozdějších úprav

ČSN 73 6301 – Projektování železničních drah

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

V rámci práce navrhnete optimalizaci úseku trati mezi stanicemi Nýřany – Heřmanova Huť v km 2,7 - 5,5.

V rámci práce navrhnete:

- úpravu geometrických parametrů koleje, respektujte přitom těleso železničního spodku a jeho objekty
- rekonstrukci železničního svršku
- úpravu konstrukce zemního tělesa a konstrukčních vrstev
- obnovu odvodnění tělesa železničního spodku
- technologii práce
- výkaz výměr.

Při řešení rekonstrukce zvažte možnost zvýšení traťové rychlosti a posuďte zvýšení rychlosti pro vozidla projíždějící oblouky s nedostatkem převýšení vyšším než 100 mm.

Předepsané přílohy:

1. Technická zpráva
2. Situace 1:1000
3. Podélný řez 1:2000/200
4. Charakteristické příčné řezy 1:50
5. Výkaz výměr
6. Návrh technologického postupu

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. Erik Dušek
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem optimalizace jednokolejné trati č. 712 Nýřany-Heřmanova Huť v úseku mezi km 2,7 a 5,5. Součástí práce jsou úpravy směrových a výškových poměrů, které mají za cíl zvýšení traťové rychlosti. Práce také řeší návrh skladby železničního svršku a spodku, odvodnění a rekonstrukce přejezdů a nástupišť.

KLÍČOVÁ SLOVA

optimalizace trati, odvodnění, rekonstrukce přejezdů a nástupišť

ABSTRACT

The aim of this thesis is optimizing of the single track line no. 712 Nýřany-Heřmanova Huť in the track section between km 2,7-5,5. The thesis includes modifications of the profile and alignment of the line which aim to raising of the track speed. The thesis also deals with track geometry adjustment, railway superstructure and railway substructure reconstruction, track drainage renewal and level crossings and platforms reconstruction.

KEYWORDS

railway track optimisation, track drainage, level crossings and platforms reconstruction

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Trong Tan Nguyen *Optimalizace traťového úseku Nýřany – Heřmanova Huť v km 2,7 - 5,5*. Brno, 2021. 31 s., 15 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav železničních konstrukcí a staveb. Vedoucí práce Ing. Erik Dušek

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Optimalizace traťového úseku Nýřany - Heřmanova Hut' v km 2,7 - 5,5* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 28. 5. 2021

Trong Tan Nguyen
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Optimalizace traťového úseku Nýřany - Heřmanova Hut' v km 2,7 - 5,5* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 28. 5. 2021

Trong Tan Nguyen
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval Ing. Eriku Duškovi za odbornou pomoc a čas, který mi věnoval při konzultacích při zpracování bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat doc. Ing. Vladislavu Horákovi, CSc. za odbornou pomoc při analýze geologických vrtů. V neposledním řadě bych chtěl poděkovat své rodině a svým kamarádům za pevné nervy a podporu.

Trong Tan Nguyen



PRŮVODNÍ A TECHNICKÁ ZPRÁVA

NÝŘANY – HEŘMANOVA HUŤ

km 2,7 – 5,5

Obsah

1	Úvod, cíle, podklady.....	1
1.1	Základní údaje.....	1
1.2	Cíle.....	1
1.3	Podklady.....	1
2	Stávající stav.....	2
2.1	Směrové poměry.....	2
2.2	Sklonové poměry.....	2
2.3	Železniční svršek.....	3
2.3.1	Skladba železničního svršku.....	3
2.3.2	Rozdělení pražců a bezстыková kolej.....	3
2.4	Železniční spodek.....	3
2.4.1	Stávající podloží.....	3
2.4.2	Stavby železničního spodku.....	4
2.4.3	Železniční přejezdy.....	4
2.5	Křížení inženýrských sítí.....	4
3	Nový stav.....	5
3.1	Směrové poměry.....	5
3.2	Sklonové poměry.....	7
3.3	Železniční svršek.....	8
3.3.1	Skladba železničního svršku.....	8
3.3.2	Kolejové lože.....	8
3.4	Železniční spodek.....	9
3.4.1	Skladba železničního spodku.....	9
3.4.2	Plán tělesa železničního spodku a zemní plán.....	9
3.4.3	Svahy zemního tělesa.....	9
3.4.4	Odhumusování a ohumusování.....	10
4	Odvodnění.....	11
4.1	Nezpevněné příkopy.....	11
4.2	Zpevněné příkopy.....	11
4.3	Příkopové žlaby.....	11
4.4	Levostranný příkop.....	12
4.5	Pravostranný příkop.....	13

5	Objekty a křížení.....	14
5.1	Propustky	14
5.2	Přejezdy	14
5.3	Ocelový most.....	15
5.4	Nástupiště	15
5.5	Inženýrské sítě	15
6	Přeložky a demolice	16
7	Závěr	17
8	Seznam použité literatury	18
9	Přílohy.....	1
9.1	Návrh konstrukce pražcového podloží	1
9.2	Posouzení zemní pláně proti účinkům mrazu.....	3

1 Úvod, cíle, podklady

1.1 Základní údaje

Cílem práce je optimalizace jednokolejné trati č. 712 celostátní dráhy Nýřany–Heřmanova Hut' mezi km 2,7–5,5. V úseku se nachází zastávka Blatnice u Nýřan a Rochlov, 6 železničních přejezdů, 8 propustků a 1 most.

1.2 Cíle

Cílem práce je úprava směrových a sklonových poměrů a návrh železničního svršku a spodku. Bylo provedeno vyrovnaní trati a byla navržena niveleta s cílem minimalizace směrových posunů a výškových zdvihů, aby mohlo být zachováno stávající zemní těleso bez výrazných změn a zároveň byla zvýšena traťová rychlost. V rámci práce se také řeší obnova stávajícího odvodnění trati, rekonstrukce přejezdů a nástupišť a návrh technologického postupu.

1.3 Podklady

- Geodetické zaměření trati
- Nákrešný přehled železničního svršku
- Geologické mapy
- Místní prohlídka železniční trati
- Ortofotomapa z Geoportálu ČÚZK

2 Stávající stav

Traťová rychlost na celém úseku se pohybuje kolem 50–60 km/h, lokálně jsou rychlosti u přejezdů a zastávek snižené až na 10 km/h.

2.1 Směrové poměry

Stávající směrové poměry byly získány z nákresného přehledu železničního svršku.

Staničení [km]	Popis
2,700 000	Začátek úseku
2,700 000-2,826 000	Přímý úsek, dl. 126 m
2,826 000-3,085 000	Levostranný oblouk s přechodnicemi, R=290 m, D=69 mm
3,085 000-3,282 000	Přímý úsek, dl. 197 m
3,282 000-3,500 000	Levostranný oblouk s přechodnicemi, R = 305 m, D=66 mm
3,500 000	Inflexní bod
3,500 000-3,697 000	Pravostranný oblouk s přechodnicemi, R = 340 m, D=59 mm
3,697 000-4,096 000	Přímý úsek, dl. 399 m
4,096 000-4,272 000	Pravostranný oblouk s přechodnicemi, R = 417 m, D=48 mm
4,272 000-4,505 000	Přímý úsek, dl. 233 m
4,505 000-4,722 000	Levostranný oblouk s přechodnicemi, R = 380 m, D=52 mm
4,722 000-5,500 000	Přímý úsek, dl. 778 m
5,500 000	Konec úseku

2.2 Sklonové poměry

Stávající sklonové poměry byly získány z nákresného přehledu železničního svršku.

Staničení [km]	Popis
2,700 000	Začátek úseku, výška 359,314 m n. m.
2,700 000-3,898 000	Stoupá +3,29 ‰, dl. 1198 m
3,898 000-5,500 000	Stoupá +8,00 ‰, dl. 1602 m
5,500 000	Konec úseku, výška 376,046 m n. m.

2.3 Železniční svršek

Při prohlídce trati bylo nalezeno 1 zblácené místo ve štěrkovém kolejovém loži v místě přejezdu P651. V prvních 2 směrových obloucích byly nalezeny skluzové vlny.

2.3.1 Skladba železničního svršku

Stávající skladba železničního svršku byla získána z nákresného přehledu železničního svršku.

Staničení [km]	Popis
2,700 000-4,070 000	betonové pražce SB 8P, kolejnice S49, žebrová podkladnice, upevnění „K“ (tuhá svěrka ŽS4)
4,070 000-5,500 000	dřevěné pražce, kolejnice XI, rozponová podkladnice, tuhé upevnění (výjimečně klínové podkladnice s přímým upevněním)

2.3.2 Rozdělení pražců a bezстыková kolej

V úseku je navrženo rozdělení pražců „c“. Na betonových pražcích je navržena bezстыková kolej a na dřevěných pražcích styková kolej.

2.4 Železniční spodek

2.4.1 Stávající podloží

2.4.1.1 Shrnutí archivních podkladů

Geologické podloží celého traťového úseku je budováno karbonskými sedimenty – prachovitými jílovci, pískovci a arkózami, ve větší hloubce i slepenci se slojkami uhlí. Tyto horniny jsou do hloubky kolem 2,5 až 3 m pod terénem velmi silně zvětralé až zcela zvětrané. Jsou charakteru zemin, převážně písčitých, ve velké části s významnou jemnozrnnou příměsí.

2.4.2 Stavby železničního spodku

2.4.2.1 Propustky

V úseku se nachází 8 propustků.

Staničení [km]	Popis
km 2,802 709	Trubní propustek DN 400
km 2,899 810	Rámový propustek sv. 1,80 m, vol. v. 1,05 m
km 3,183 240	Rámový propustek sv. 0,86 m, vol. v. 0,60 m
km 3,302 009	Rámový propustek sv. 1,95 m, vol. v. 0,45 m
km 3,721 413	Trubní propustek DN 500
km 4,578 598	Rámový propustek sv. 1,00 m, vol. v. 0,60 m
km 4,904 990	Trubní propustek DN 800
km 5,120 740	Trubní propustek DN 1000

2.4.2.1 Mosty

V úseku se nachází ocelový most s prvkovou mostovkou délky 5,45 m; šířky 3,79 m a volné výšky 0,8 m. Most je odhadem ze začátku minulého století s nýtovanými spoji.

2.4.3 Železniční přejezdy

V úseku se nachází 6 železničních přejezdů.

Číslo přejezdu	Staničení [km]	Zabezpečení	Druh komunikace
P648	2,807 604	Výstražný kříž	Polní cesta
P649	3,616 332	Výstražný kříž	Polní cesta
P650	3,984 228	Výstražný kříž	Místní komunikace
P651	4,054 732	Výstražný kříž	Silnice III/2035
P652	4,585 223	Výstražný kříž	Místní komunikace
P653	5,254 155	Výstražný kříž	Místní komunikace

2.5 Křížení inženýrských sítí

Při prohlídce trati a z dostupných zdrojů bylo zjištěno křížení nadzemního elektrického vedení v km 2,792 465. Velikost napětí nebyla nalezena, ale pravděpodobně se jedná o nízké napětí.

3 Nový stav

Tato trať byla navržena podle ČSN 73 6360-1 na parametry mezní. Při návrhu byla snaha se udržet na pozemku dráhy. Traťová rychlost byla zvýšena až o 10 km/h, dále byla navržena rychlost V_{130} , která se pohybuje 70-80 km/h. Směrová a výšková úprava a odvodnění je řešené také před i za traťovým úsekem z důvodu napojení na stávající stav.

3.1 Směrové poměry

Ze zaměřených geodetických bodů osy stávajícího stavu bylo provedeno vyrovnání osy pomocí metody nejmenších čtverců. Byla snaha minimalizovat příčné posuny, aby zásahy do zemního tělesa byly co nejmenší. Největší příčný posun je v km 4,534, kde je největší posun 90 mm. Posun oproti původnímu stavu vznikl z důvodu dodržení sklonu lineární vzestupnice, který podle ČSN 73 6360-1 nemá být větší než 1:500.

Staničení [km]	Popis
2,700 000	Začátek úseku
2,700 000-2,822 608	Přímý úsek dl. 122,608 m
2,822 608-2,872 608	Přechodnice a vzestupnice; klotoida $n=9,44V$; $n_{130}=8,10V_{130}$; $L_k=51$ m; $A=121$ m; $m=0,380$ m; $T=130,059$ m
2,872 608-3,044 456	Pravostranný oblouk, $R=285$ m $V=60$ km/h; $V_{130}=70$ km/h; $D=90$ mm; $I=60$ mm; $I_{130}=113$ mm; $\alpha_s=48,2691g$; $d_0=171,848$ m
3,044 456-3,084 456	Přechodnice a vzestupnice; klotoida $n=8,33V$; $n_{130}=7,14V_{130}$; $L_k=45$ m; $A=113$ m; $m=0,296$ m; $T=136,273$ m
3,084 456-3,282 547	Přímý úsek dl. 198,091 m
3,282 547-3,327 547	Přechodnice a vzestupnice; klotoida $n=8,72V$; $n_{130}=7,48V_{130}$; $L_k=45$ m; $A=116$ m; $m=0,284$ m; $T=112,817$ m
3,327 547-3,460 107	Pravostranný oblouk, $R=297$ m $V=60$ km/h; $V_{130}=70$ km/h; $D=86$ mm; $I=57$ mm; $I_{130}=109$ mm; $\alpha_s=37,5942g$; $d_0=132,560$ m

3,460 107-3,500 763	Přechodnice a vzestupnice; klotoida n=7,83V; n ₁₃₀ =6,71V ₁₃₀ ; L _k =40,418 m; A=110 m; m=0,229 m; T=110,708 m
3,500 763	Inflexní bod
3,500 763-3,535 747	Přechodnice a vzestupnice; klotoida n=7,83V; n ₁₃₀ =6,71V ₁₃₀ ; L _k =34,779 m; A=110 m; m=0,146 m; T=99,390 m
3,535 747-3,658 804	Levostranný oblouk, R=346 m V=60 km/h; V ₁₃₀ =70 km/h; D=74 mm; I=49 mm; I ₁₃₀ =94 mm; α _s =29,5807g, d ₀ =123,057 m
3,658 804-3,698 804	Přechodnice a vzestupnice; klotoida n=9,01V; n ₁₃₀ =7,72V ₁₃₀ ; L _k =40 m; A=118 m; m=0,193 m; T=101,802 m
3,698 804-4,091 238	Přímý úsek dl. 392,434 m
4,091 238-4,135 238	Přechodnice a vzestupnice; klotoida n=7,39V; n ₁₃₀ =6,47V ₁₃₀ ; L _k =44 m; A=134 m; m=0,198 m; T=94,170 m
4,135 238-4,234 029	Levostranný oblouk, R=407 m V=70 km/h; V ₁₃₀ =80 km/h; D=85 mm; I=58 mm; I ₁₃₀ =101 mm; α _s =22,3351 g, d ₀ =98,791 m
4,234 029-4,278 029	Přechodnice a vzestupnice; klotoida n=7,39V; n ₁₃₀ =6,47V ₁₃₀ ; L _k =44 m; A=134 m; m=0,198 m; T=94,170 m
4,278 029-4,500 636	Přímý úsek dl. 221,857 m
4,500 636-4,545 636	Přechodnice a vzestupnice; klotoida n=7,14V; n ₁₃₀ =6,25V ₁₃₀ ; L _k =46 m; A=132 m; m=0,234 m; T=116,399 m
4,545 636-4,683 158	Pravostranný oblouk, R=377 m V=70 km/h; V ₁₃₀ =80 km/h; D=92 mm; I=62 mm; I ₁₃₀ =109 mm α _s =30,9035g, d ₀ =137,522 m

4,683 158-4,728 158	Přechodnice a vzestupnice; klotoida n=7,14V; n ₁₃₀ =6,25V ₁₃₀ ; L _k =46 m; A=132 m; m=0,234 m; T=116,399 m
4,728 158-5,500 000	Přímý úsek dl. 771,842 m
5,500 000	Konec úseku

3.2 Sklonové poměry

V návrhu byla použita výška nivelety temene kolejnicového pásu (TK). V novém stavu je navrženo 5 lomů sklonu. Každý lom sklonu je zaoblen poloměrem 4500 m z důvodu plánované elektrizace trati v následujících letech. Žádný lom sklonu ani jeho zaoblení nezasahuje do zaoblení přechodnice ani do mostu s prvkovou mostovkou. Výšky jsou vztaženy k výškovému systému Balt po vyrovnání. Začátek a konec úseku je výškově navázán na původní stav. Niveleta byla navržena s cílem zajištění minimálních výškových zdvihů nebo poklesů oproti původnímu stavu.

Největší pokles vzniká v místě zastávky Blatnice u Nýřan, který činí 140 mm oproti původnímu stavu. Tento pokles je způsoben přítomností mostu s prvkovou mostovkou, ve kterém nesmí být vložen lom sklonu. Tím pádem musel být lom sklonu posunut mimo tento most.

Staničení [km]	Popis	Výška nivelety [m]
2,700 000	Začátek úseku	359,347
2,700 000-2,820 945	Stoupá 3,80 ‰; dl. 120,945 m	
2,820 945	Lom sklonu R _v =4500 m; t _z =1,500 m; y _v =0,000 m	359,806
2,820 945-3,187 784	Stoupá 3,13 ‰; dl. 366,839 m	
3,187 784	Lom sklonu R _v =4500 m; t _z =1,426 m; y _v =0,000 m	360,955
3,187 784-3,545 219	Stoupá 3,77 ‰; dl. 357,435 m	
3,545 219	Lom sklonu R _v =4500 m; t _z =3,376 m; y _v =0,001 m	362,301
3,545 219-3,873 805	Stoupá 2,27 ‰; dl. 328,585 m	
3,873 805	Lom sklonu R _v =4500 m; t _z =12,306 m; y _v =0,017 m	363,046

3,873 805-4,430 207	Stoupá 7,73‰; dl. 556,402 m	
4,430 207	Lom sklonu $R_v=4500$ m; $t_z=1,679$ m; $y_v=0,000$ m	367,350
4,430 207-4,801 294	Stoupá 8,48‰; dl. 371,087 m	
4,801 294	Lom sklonu $R_v=4500$ m; $t_z=1,199$ m; $y_v=0,000$ m	370,497
4,801 294-5,500 000	Stoupá 7,95‰; dl. 698,706 m	
5,500 000	Konec úseku	376,050

3.3 Železniční svršek

V celé délce rekonstruovaného úseku je navržena bezстыková kolej dle předpisu SŽ S3/2. Pro zajištění stability bezстыkové koleje bude v každém směrovém oblouku provedeno nadvýšení a rozšíření kolejového lože bez pražcových kotev.

3.3.1 Skladba železničního svršku

Železniční svršek sestavený na betonových pražcích B 03 s úklonem úložné plochy 1:40 se bude skládat z kolejnic 49 E1 s pružným upevněním W14 bez podkladnice obsahujícím:

- pryžovou podložku WU 7
- podložku Uls 7
- úhlovou vodící vložku Wfp 14K
- vrtule R1
- svěrky Skl 14

Přejezdové konstrukce budou sestaveny na betonových pražcích B 91 S/2, protože nelze použít pryžové panely v kombinaci s pražci B 03.

Rozdělení betonových pražců bude „d“, tj. 611 mm.

3.3.2 Kolejové lože

Tvar kolejového lože bude lichoběžníkový se základní šířkou v úrovni úložné plochy pražců 1,700 m. V každém směrovém oblouku bude kolejové lože rozšířené na hodnotu 1,750 m od osy koleje a bude nadvýšeno o 0,1 m na vnější straně oblouku od osy koleje. Svahy kolejového lože budou ve sklonu 1:1,25. Pro kolejové lože bude použit štěrk

fr. 31,5/63 mm v tloušťce min. 0,350 m pod ložnou plochou betonových pražců pod kolejnicovým pásem.

3.4 Železniční spodek

Bylo provedeno posouzení pražcového podloží na deformační odolnost a posouzení zemní pláně proti účinkům mrazu. Zemní pláň bude doplněna nebo odebrána na projektovanou výšku a bude upraven její sklon do jednostranného sklonu 5 %.

3.4.1 Skladba železničního spodku

Tloušťka konstrukční vrstvy je navržena podle předpisu SŽ S4 Železniční spodek. Konstrukční vrstva bude zřízena ze štěrkodrti frakce 0/32 mm tloušťky 0,250 m v celém řešeném úseku.

3.4.1.1 Zesílená konstrukce pražcového podloží

Zesílená konstrukce pražcového podloží bude zřízena na přejezdových konstrukcích. Podkladní vrstva bude provedena stabilizací cementem tloušťky 0,30 m a konstrukční vrstva bude ze štěrkodrti fr. 0/32 mm tloušťky 0,250 m.

3.4.2 Pláň tělesa železničního spodku a zemní pláň

Šířka pláně tělesa železničního spodku bude v přímé min. 3,100 m osy koleje, celková šířka je min. 6,200 m. U stezky bude dodržena minimální šířka 0,55 m. Zemní pláň i pláň tělesa železničního spodku bude ve sklonu 5 %. V místě jednostranného sklonu pláně tělesa železničního spodku budou drážní stezky skloněné od koleje.

Staničení [km]	Směr sklonu zemní pláně
2,700 000-3,854 776	Levostranný 5 %
3,854 776-3,860 151	Mostní konstrukce
3,860 151-5,046 000	Levostranný 5 %
5,046 000-5,500 000	Pravostranný 5 %

3.4.3 Svahy zemního tělesa

Sklony svahů v místech příkopových tvárnic TZZ4a budou ve sklonu max. 1:1,5. Sklony stávajících svahů za příkopovými žlaby J-velký a U budou zachovány. Sklony svahů u nezpevněných příkopů se nebudou měnit.

3.4.4 Odhumusování a ohumusování

Odhumusování bude prováděno pouze mimo stávající kolejové lože na šířku nových stavebních úprav a to tloušťky 0,30 m. Tloušťka byla zvolena dle geotechnického posudku z geologických vrtů po konzultaci s geotechnikem.

Ohumusování bude prováděno v místech s příkopovými tvárnicemi TZZ4a a také v místech s nezpevněných příkopů v tloušťce 0,1 m rozprostřením ornice a osetím travním semenem.

4 Odvodnění

V původním stavu jsou příkopy v nevyhovujícím trojúhelníkovém tvaru, někde chybí úplně. Na rekonstruovaném úseku bylo navrženo nové odvodnění trati, které je přizpůsobeno poloze stávajících propustků. Na úseku se budou vyskytovat nezpevněné příkopy, zpevněné příkopy z tvárnic TZZ4a a příkopové žlaby J-velký a U. V místech přejezdů budou zřízeny podélné propustky DN 400.

Byla snaha o udržení se na pozemku dráhy. To se ukázalo místy velmi obtížné, místy dokonce nemožné. V některých případech nelze vyloučit chybný zákres pozemku dráhy do katastrální mapy. Pro dostatečné odvodnění bylo proto navrženo vyústění odvodnění i za hranice drážního pozemku.

4.1 Nezpevněné příkopy

Nezpevněné příkopy budou lichoběžníkového tvaru s šířkou dna 0,4 m. Svislá vzdálenost dna příkopu bude minimálně 0,15 m od vyústění zemní pláně a 0,35 m od skloněné pláně tělesa železničního spodku. Sklony svahů budou ve sklonu maximálně 1:1,5. Podélný sklon nezpevněného příkopu musí být v rozmezí od 4 do 25 ‰.

4.2 Zpevněné příkopy

Všechny zpevněné příkopy budou tvořeny příkopovými tvárnicemi TZZ4a uloženou do šterkodrti fr. 0/4 mm tloušťky 0,10 m.

4.3 Příkopové žlaby

Příkopové žlaby J-velký nebo U budou navrženy v zářezech, kde je žádoucí snížení objemu zemních prací. Dále budou navrženy v místech, kde je třeba snížit šířku pláně tělesa železničního spodku kvůli hranici drážního pozemku. Prefabrikát bude uložen na podkladní beton C12/15 tloušťky 0,150 m. Sklony svahů výkopů budou ve sklonu 5:1. Do výše odvodňovacích otvorů bude proveden zásyp ze šterkodrti frakce 0/4 mm o minimální tloušťce 0,400 m u příkopových žlabů U, resp. min. 0,330 m u příkopových žlabů J-velký. Zbývající prostor okolo prefabrikátů bude vyplněn zásypem ze šterku frakce 31,5/63 mm. Přes odvodňovací otvory bude nalepena filtrační geotextilie.

4.4 Levostranný příkop

Staničení	Sklon	Typ příkopu
2,700 000-2,829 500	+3,80 ‰	TZZ4a
2,829 500-2,887 000	+2,50 ‰	
2,887 000-2,898 100	-45,791 ‰	
2,901 500-2,941 600	+14,893 ‰	Příkopový žlab U
2,941 600-2,999 300	+6,468 ‰	
2,999 300-3,089 000	+3,13 ‰	
3,089 000-3,139 900	+6,511 ‰	Nezpevněný příkop
3,139 900-3,182 500	-4,00 ‰	
3,185 100-3,236 500	+8,176 ‰	
3,236 500-3,332 300	+4,00 ‰	
3,332 300-3,441 600	+5,364 ‰	Příkopový žlab J-velký
3,441 600-3,670 300	+2,91 ‰	
3,989 000-4,046 000	+7,587 ‰	
4,058 600-4,264 200	+7,03 ‰	
4,264 200-4,363 600	+7,935 ‰	
4,603 500-4,815 300	+7,324 ‰	
4,815 300-4,902 500	+8,48 ‰	
4,907 000-4,996 400	+14,957 ‰	Příkopový žlab U
4,996 400-5,037 000	+8,48 ‰	
5,122 000-5,170 000	+7,95 ‰	Příkopový žlab J-velký
5,302 000-5,460 300		Nezpevněný příkop

4.5 Pravostranný příkop

Staničení	Sklon	Typ příkopu
2,700 000-2,801 800	+3,80 ‰	Příkopový žlab J-velký
2,810 800-2,873 800		
2,873 800-2,896 000		
2,901 200-2,941 600	+20,868 ‰	TZZ4a
2,941 600-3,002 000	+6,468 ‰	
3,002 000-3,088 000	+3,13 ‰	Příkopový žlab J-velký
3,088 000-3,134 400	+4,00 ‰	Nezpevněný příkop
3,134 400-3,181 300	-6,723 ‰	
3,184 000-3,236 500	+10,533 ‰	Příkopový žlab J-velký
3,236 500-3,441 600	+5,47 ‰	
3,441 600-3,675 200	+2,641 ‰	
3,675 200-3,720 000	-5,093 ‰	
3,722 400-3,811 100	+6,426 ‰	
3,811 100-3,853 400	+2,511 ‰	
3,863 300-3,881 300	+53,922 ‰	
3,987 000-4,051 000	+7,571 ‰	Příkopový žlab J-velký
4,065 500-4,364 500		
4,364 500-4,382 900	+12,328 ‰	Nezpevněný příkop
4,382 900-4,514 400	+7,166 ‰	
4,514 400-4,574 600	+10,438 ‰	
4,591 700-4,627 900	+16,243 ‰	Příkopový žlab J-velký
4,627 900-4,815 300	+6,641 ‰	
4,815 300-4,902 700	+8,48 ‰	
4,907 000-4,953 700	+15,903 ‰	Příkopový žlab U
4,953 700-5,139 500	+8,48 ‰	
5,139 500-5,227 500	+13,029 ‰	Příkopový žlab J-velký
5,230 300-5,249 300		
5,257 000-5,500 000	+7,95 ‰	

5 Objekty a křížení

5.1 Propustky

Na rekonstruovaném úseku trati se nachází 8 stávajících propustků. Pouze 1 propustek bude zachován, 3 propustky budou zrušeny a 4 propustky budou zdemolovány a následně zrekonstruovány. Nové propustky budou zřízeny a provedeny z železobetonových trub uložených na základovou desku z betonu C16/20-X0. Propustky budou na vtoku a výtoku provedeny s kolmými čely.

Staničení	Popis
km 2,899 810	Trubní propustek DN 600; dl. 8,045 m; sklon 0,6 %
km 3,183 240	Trubní propustek DN 600; dl. 7,00 m; sklon 0,5 %
km 3,721 413	Trubní propustek DN 600; dl. 7,00 m; sklon 0,5 %
km 4,578 598	Trubní propustek DN 1000; dl. 7,280 m; sklon 5 %
km 4,904 990	Stávající trubní propustek DN 800; dl. 6,115 m; sklon 1,44 %

5.2 Přejezdy

Na rekonstruovaném úseku bude 5 úroňových přejezdů s pozemní komunikací. Stávající panely Roserail nebudou ponechány, protože tvarově odpovídají pouze pražcům SB 8P. Všechny přejezdy budou zabezpečeny zabezpečovacím zařízením a zřízeny z pryžové konstrukce STRAIL.

Staničení	Číslo přejezdu	Druh komunikace	Popis
2,807 604	P648	Polní cesta	Přejezdové zabezpečovací zařízení Pryžová konstrukce
3,984 228	P650	Místní komunikace	Přejezdové zabezpečovací zařízení vč. závor Pryžová konstrukce
4,054 732	P651	Silnice III/2035	Přejezdové zabezpečovací zařízení vč. závor Pryžová konstrukce
4,585 223	P652	Místní komunikace	Přejezdové zabezpečovací zařízení Pryžová konstrukce
5,254 155	P653	Účelová komunikace	Přejezdové zabezpečovací zařízení Pryžová konstrukce

5.3 Ocelový most

V km 3,585 445 se nachází most s prvkovou mostovkou délky 5,45 m a šířky 3,79 m a volné výšky 0,8 m. Jednopruhový chodník bude umístěn 3 m vpravo od osy koleje. Jeho podrobný návrh není předmětem této bakalářské práce.

5.4 Nástupiště

V řešeném úseku se nachází zastávka Blatnice u Nýřan a Rochlov. V zastávkách bude vnější nástupiště typu SUDOP délky 80 m. Nástupiště byla navržena na délku jednotky Alstom Coradia LINT. Obě nástupiště budou půdorysně v přímé. Výška nástupní hrany bude 0,55 m nad TK a vzdálenost nástupní hrany od osy koleje 1,670 m. Konzolová deska bude ve sklonu 2 % směrem od koleje. K nástupištní hraně bude zajištěn přístup pro osoby s omezenou schopností pohybu a orientace, od konce přejezdu bude přístup na nástupiště ze stávající místní komunikace.

Vnější hrana chodníku bude ukončena obrubníky, které přesahují o 0,06 m. Mezi obrubníky budou umístěny proluky po 0,10 m.

V části nástupiště v zastávce Rochlov bude na vnější straně umístěna monolitická zídka šířky 0,30 m a délky 38 m kvůli udržení se na pozemku dráhy.

V zastávce Blatnice u Nýřan bude vybudován nový nástupištní přístřešek šířky 2,7 m a délky 11 m. K začátku nástupiště bude vést chodník přes most s prvkovou mostovkou.

Konstrukce nástupiště:

- konzolová nástupištní deska KS 230
- cementová malta MC tl. 10 mm
- nástupištní tvárnice Tischer B
- cementová malta MC tl. 10 mm
- úložný blok U 95
- podkladní beton C12/15 tl. 100 mm

5.5 Inženýrské sítě

Při prohlídce trati a z dostupných zdrojů bylo zjištěno křížení nadzemního elektrického vedení v km 2,792 465. Velikost napětí nebyla nalezena. Z důvodu nedostatku informací nebylo možné rozhodnout, zda je nutné elektrické vedení posunout.

6 Přeložky a demolice

Při rekonstrukci dojde k odstranění stávajícího přejezdu, původního zastávkového přístřešku v Blatnici u Nýřan a 3 propustků.

Propustky budou zrušeny, protože nejsou ve vyhovujícím stavu a nejsou potřeba při odvodnění traťového úseku.

Přejezd P649 bude trvale zrušen z důvodu nevyhovujících rozhledových poměrů na přejezdu a zároveň je traťová rychlost v původním stavu v místě přejezdu snížena až na 10 km/h. Místo toho bude zřízena nová náhradní objízdna trasa délky 1 km, která vede po stávající nebezpečné komunikaci, kterou bude nutné zrekonstruovat.

Staničení	Zrušený objekt
km 2,802 709	Trubní propustek sv. 0,40 m
km 3,302 009	Rámový propustek sv. 1,95 m, vol. v. 0,45 m
km 3,616 332	P649; křížení s polní cestou
km 3,930 530	Původní zastávkový přístřešek v Blatnici u Nýřan
km 5,120 740	Zrušený trubní propustek sv. 1,00 m

7 Závěr

Úkolem bakalářské práce byl návrh optimalizace traťového úseku Nýřany-Heřmanova Huť v km 2,7-5,5. Byly navrženy úpravy geometrických parametrů koleje pomocí výškového a směrového vyrovnaní. Byla navržena rekonstrukce železničního svršku a spodku včetně odvodnění.

Současný požadavek na šířku pláň tělesa železničního spodku pro bezстыkovou kolej 3,1 m od osy koleje v přímé a úprava trojúhelníkových příkopů do lichoběžníkového tvaru zvýšily nároky na zábor pozemků, proto bylo těžší se udržet na pozemku dráhy. Proto bylo nutné v návrhu hojně využívat příkopové žlaby J-velký a U.

Rekonstrukcí a zabezpečením přejezdů lze předpokládat snížení počtu nehod na přejezdech. Při nehodách na přejezdech dochází k vysokým škodám na majetku, vážným komplikacím v dopravě a v neposledním řadě znamenají následky na zdraví lidí.

Stav trati po rekonstrukci bude zajišťovat větší pohodlí cestujících při cestování, zmenší náklady a nároky na údržbu trati, zvýší bezpečnost a prodlouží životnost trati.

V Brně dne 25.05.2021

.....

Trong Tan Nguyen

8 Seznam použité literatury

1. ČSN 73 6360-1 *Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha–Část 1: Projektování*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2020, 53 s. Třídící znak 736360
2. *Geologická mapa 1:500 000*. In: *Geovědní mapy 1:500 000 [online]*. Praha: Česká geologická služba [cit. 2021-05-28]. Dostupné z:
<https://mapy.geology.cz/geocr500/>
3. *Vrtná prozkoumanost*. In: *Vrtná prozkoumanost [online]*. Praha: Česká geologická služba [cit. 2021-05-28]. Dostupné z:
https://mapy.geology.cz/vrtna_prozkoumanost/
4. *Mapy Google. Google [online]*. c2021 [cit. 2021-05-28]. Dostupné z:
<http://maps.google.com/>
5. *Geoportál ČÚZK [online]*. 2010 [cit. 2021-05-28]. Dostupné z:
<https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/>
6. SŽ S4 *Železniční spodek*. Praha: Správa železnic, státní organizace, 2021, 352 s.
7. SŽ S3 *Železniční svršek*. Praha: Správa železnic, státní organizace, 2021, 446 s.
8. ČSN 73 6301 *Projektování železničních drah*. Praha: Český normalizační institut, 1997, 20 s. Třídící znak 736301
9. PLÁŠEK, Otto. VUT, Fakulta stavební, Ústav železničních konstrukcí a staveb. *Přednášky z předmětu BN001 Železniční stavby I*
10. SVOBODA, Richard. VUT, Fakulta stavební, Ústav železničních konstrukcí a staveb. *Přednášky z předmětu BN002 Železniční stavby II*
11. SVOBODA, Richard. VUT, Fakulta stavební, Ústav železničních konstrukcí a staveb. *Přednášky z předmětu BN052 Mechanizace a provádění železničních staveb*

9 Přílohy

9.1 Návrh konstrukce pražcového podloží

Zatřídění zeminy podle ČSN 73 6133

Zatřídění zeminy: S3 S-F

Namrzavost: namrzavý

Ulehlost: středně ulehlý

Modul přetvárnosti: $E_0 = 15 \text{ MPa}$

$V_{\max} = 80 \text{ km/h}$

Provozní zatížení: $< 2 \text{ hrt/rok}$

$h_s = 0,711 \text{ m}$

$h_{pv} \geq h_{pr} + 2 \cdot h_s = 1,006 + 2 \cdot 0,711$

$2,45 \geq 2,428 \rightarrow \text{vodní režim příznivý}$

Návrh skladby železničního spodku

1. Návrh skladby konstrukce pražcového podloží mimo přejezdy

$E_{or} = 15 \text{ MPa}$

$E_{zp,pož} = 15 \text{ MPa} \quad 15 \geq 15 \quad \checkmark \quad \text{vyhovuje}$

$E_{pl,pož} = 30 \text{ MPa} \quad 15 < 30 \quad \times \quad \text{nevyhovuje}$

Návrh konstrukční vrstvy z **ŠD 0/32 kv, tl. 0,25 mm** (dle tab. 3 v příl. 6 SŽ S4)

Modul deformace $E_{mat} = 70 \text{ MPa}$

Součinitel únosnosti:

$$k_1 = \frac{E_{or}}{E_{mat,1}} = \frac{15}{70} = 0,214$$

Součinitel tloušťky:

$$k_2 = \frac{h_2}{0,3} = \frac{0,25}{0,3} = \frac{5}{6}$$

Výpočet konstrukční vrstvy

$$E_{e,1} = \frac{E_{e,0}}{1 - \frac{2}{\pi} \cdot (1 - k_1^{1,4}) \cdot \arctg(k_2 \cdot k_1^{-0,4}) \text{ rad}} = \frac{15}{1 - \frac{2}{\pi} \cdot (1 - 0,214^{1,4}) \cdot \arctg(\frac{5}{6} \cdot 0,214^{-0,4})}$$

$E_{e,1} = 34,159 \text{ MPa}$

$E_{e,1} \geq E_{pl,pož} \rightarrow 34,159 > 30 \quad \checkmark \quad \text{vyhovuje}$

2. Návrh skladby zesílené konstrukce pražcového podloží na přejezdech

$$E_{or} = 15 \text{ MPa}$$

$$E_{zp,pož} = 15 \text{ MPa} \quad 15 = 15 \quad \checkmark \quad \text{vyhovuje}$$

$$E_{pl,pož} = 70 \text{ MPa} \quad 15 < 30 \quad \times \quad \text{nevyhovuje}$$

Návrh podkladní vrstvy: **stabilizace cementu tl. 0,30 mm**

$$\text{Modul deformace } E_{mat} = 140 \text{ MPa}$$

Součinitel únosnosti:

$$k_1 = \frac{E_{or}}{E_{mat,1}} = \frac{15}{140} = 0,107$$

Součinitel tloušťky:

$$k_2 = \frac{h_2}{0,3} = \frac{0,3}{0,3} = 1$$

Výpočet podkladní vrstvy

$$E_{e,1} = \frac{E_{e,0}}{1 - \frac{2}{\pi} \cdot (1 - k_1^{1,4}) \cdot \arctg(k_2 \cdot k_1^{-0,4}) \text{ rad}} = \frac{15}{1 - \frac{2}{\pi} \cdot (1 - 0,107^{1,4}) \cdot \arctg\left(\frac{3}{3} \cdot 0,107^{-0,4}\right)}$$

$$E_{e,1} = 53,55 \text{ MPa}$$

$$E_{e,1} \geq E_{pl,pož} \rightarrow 53,55 > 15 \quad \checkmark \quad \text{vyhovuje}$$

Návrh konstrukční vrstvy ze **ŠD 0/32 tl. 0,25 m** (dle tab. 3 v příl. 6 SŽ S4)

$$\text{Modul deformace } E_{mat} = 70 \text{ MPa}$$

Součinitel únosnosti:

$$k_1 = \frac{E_{or}}{E_{mat,1}} = \frac{15}{70} = 0,214$$

Součinitel tloušťky:

$$k_2 = \frac{h_2}{0,3} = \frac{0,25}{0,3} = \frac{5}{6}$$

Výpočet konstrukční vrstvy

$$E_{e,2} = \frac{E_{e,1}}{1 - \frac{2}{\pi} \cdot (1 - k_1^{1,4}) \cdot \arctg(k_2 \cdot k_1^{-0,4}) \text{ rad}} = \frac{53,55}{1 - \frac{2}{\pi} \cdot (1 - 0,214^{1,4}) \cdot \arctg\left(\frac{5}{6} \cdot 0,214^{-0,4}\right)}$$

$$E_{e,1} = 121,95 \text{ MPa}$$

$$E_{e,1} \geq E_{pl,pož} \rightarrow 121,95 > 70 \quad \checkmark \quad \text{vyhovuje}$$

9.2 Posouzení zemní pláně proti účinkům mrazu

Index mrazu: Doporučuje se brát maximum z hodnot:

- V tabulce: $I_m = 424 \text{ °C/den}$ (dle tab. 1 v příl. 7 SŽ S4)
- V mapě: $I_m = 500 \text{ °C/den}$ (dle obr. 2 v příl. 7 SŽ S4)

$$I_m = 500 \text{ °C/den}$$

Hloubka promrzání:

$$h_{pr} = 0,045 \cdot \sqrt{I_m} = 0,045 \cdot \sqrt{500} = 1,006 \text{ m}$$

Výsledné posouzení pražcového podloží

$$h_{pr} \leq h_{kl} + \sum h_{n,i} + \sum h_{n,p} + h_{z,dov} = (0,25+0,3)+0,25+0+0,5$$

($h_{z,dov}$ dle tab. 1 v příl. 7 SŽ S4)

$$1,006 < 1,300 \quad \checkmark \quad \text{vyhovuje}$$