

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

NÁVRH REKONSTRUKCE ŽELEZNIČNÍ TRATĚ CHRUDIM – BOROHRÁDEK MEZI KM 35,000 A 38,621 VČETNĚ TECHNOLOGIE PRACÍ

DESIGN CONCEPT OF CHRUDIM – BOROHRÁDEK RAILWAY
RECONSTRUCTION (SECTION BETWEEN KM 35,000 AND KM 38,621)
WITH TECHNOLOGICAL PROCEDURE OF WORK

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Josef Marek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN VALEHRACH

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	Josef Marek
Název	Návrh rekonstrukce železniční tratě Chrudim - Borohrádek mezi km 35,0000 a 38,621 včetně technologie prací
Vedoucí práce	Ing. Jan Valehrach
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

Geodetické zaměření tratě

ČSN 736360-1

Vzorové listy železničního spodku

Předpisy SŽDC S3 Železniční svršek a SŽDC S4 Železniční spodek a další platné právní předpisy

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Navrhnete úpravu geometrických parametrů koleje a rekonstrukci železničního svršku v úseku km 35,000 - 38,621 železniční tratě Chrudim - Borohrádek.

Při rekonstrukci je potřeba řešit také železniční přejezdy.

V rámci práce navrhnete také obnovu odvodnění tratě a technologii práce.

Obsah práce:

1. Průvodní a technická zpráva
2. Situace 1:1000
3. Podélný řez 1:2000/200
4. Vzorové 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. Jan Valehrach
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce bylo navrhnutí optimalizace geometrických parametrů koleje na železniční trati Chrudim – Borohrádek v km 35,000 – 38,621. Rekonstrukce železničního svršku a návrh obnovy odvodnění tratě. Práce dále řeší rozhledové poměry na přejezdech. Součástí práce je také řešení technologie prací.

KLÍČOVÁ SLOVA

Geometrické parametry koleje, železniční svršek, železniční spodek, odvodnění, železniční přejezdy, technologie práce, rekonstrukce

ABSTRACT

The objective of this bachelor's thesis was to design the optimization of the geometric parameters of railway track Chrudim – Borohrádek in km 35,000 – 38,621. Reconstruction of the railway superstructure and the design of the track drainage renewal was done. The bachelor's thesis also deals with the view conditions at the crossings. A solution to the work technological procedure is included.

KEYWORDS

Track geometry parameters, railway superstructure, railway substructure, drainage, railway crossing, technological procedure of work, reconstruction

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Josef Marek *Návrh rekonstrukce železniční tratě Chrudim - Borohrádek mezi km 35,0000 a 38,621 včetně technologie prací*. Brno, 2020. 30 s., 116 s. příl.
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav železničních konstrukcí a staveb. Vedoucí práce Ing. Jan Valehrach

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Návrh rekonstrukce železniční tratě Chrudim - Borohrádek mezi km 35,0000 a 38,621 včetně technologie prací* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 5. 6. 2020

Josef Marek

autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Návrh rekonstrukce železniční tratě Chrudim - Borohrádek mezi km 35,0000 a 38,621 včetně technologie prací* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

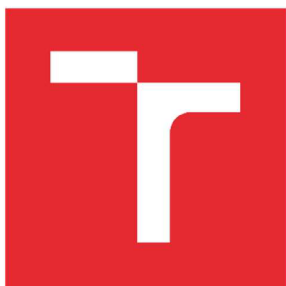
V Brně dne 5. 6. 2020

Josef Marek

autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval Ing. Janu Valehrachovi za odbornou pomoc a čas, který mi věnoval při konzultacích po celou dobu tvoření práce a především v posledních dnech.



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

NÁVRH REKONSTRUKCE ŽELEZNIČNÍ TRATĚ CHRUDIM – BOROHRÁDEK MEZI KM 35,000 A 38,621 VČETNĚ TECHNOLOGIE PRACÍ

DESING CONCEPT OF CHRUDIM – BOROHRÁDEK RAILWAY
RECONSTRUCTION (SECTION BETWEEN KM 35,000 AND KM 38,621)
WITH TECHNOLOGICAL PROCEDURE OF WORK

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Josef Marek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN VALEHRACH

BRNO 2020

Obsah

1	Seznam použitých zkratk	11
2	Základní informace	14
2.1	Identifikační údaje stavby	14
2.2	Zásady pro vypracování	14
2.3	Obsah dokumentace	14
2.4	Podklady	15
3	Stávající stav	15
3.1	Směrové poměry	15
3.2	Sklonové poměry	15
3.3	Železniční svršek	15
3.4	Železniční spodek	16
3.5	Odvodnění	16
3.6	Stavby železničního spodku	16
3.7	Úrovňová křížení	16
3.8	Křížení inženýrských sítí	17
4	Navrhovaný stav	17
4.1	Směrové poměry	17
4.2	Sklonové poměry	19
4.3	Železniční svršek	21
4.3.1	Skladba železničního svršku	21
4.3.2	Kolejové lože	21
4.3.3	Rozšíření rozchodu koleje	22
4.4	Železniční spodek	22
4.4.1	Návrh pražcového podloží	22
4.4.2	Konstrukční vrstva	23
4.4.3	Plán tělesa železničního spodku	23

4.4.4	Zemní plán	23
4.4.5	Svahy zemního tělesa	24
4.4.6	Ochrana svahů	24
4.5	Odvodnění	24
4.5.1	Příkopové žlaby UCH 0 a UCB 0 s poklopem	24
4.5.2	Příkopové tvárnice TZZ 3	25
4.5.3	Nezpevněný příkop.....	26
4.5.4	Trativody.....	26
4.5.5	Plnostěnné potrubí PE-HD	27
4.6	Přejezdy	27
4.7	Zábory pozemků	28
4.8	Přeložky a demolice	28
5	Použitá literatura	30

1 Seznam použitých zkratek

R	poloměr oblouku	[m]
n	strmost vzestupnice	[-]
Lk	délka krajní přechodnice tvaru klotoidy měřená v ose koleje	[m]
A	parametr klotoidy	[-]
m	odsazení kružnicového oblouku od tečny přechodnice v jejím počátku	[m]
T	délka tečny	[m]
V	návrhová rychlost	[km·h ⁻¹]
D	převýšení koleje	[mm]
l	nedostatek převýšení	[mm]
α_s	středový úhel	[g]
d_0	délka oblouku	[m]
ZÚ	začátek úseku	[-]
ZP	začátek přechodnice	[-]
ZO	začátek oblouku	[-]
KO	konec oblouku	[-]
KP	konec přechodnice	[-]
KÚ	konec úseku	[-]
sv.	světlá výška	[-]
sv. kol.	světlost kolmá	[-]
vol. v.	volná výška	[-]
dl.	délka	[-]
PTŽS	plán tělesa železničního spodku	[-]
t_z	délka tečny zaoblení lomu sklonu	[m]
y_v	y-ová souřadnice vrcholu zaoblení lomu sklonu	[m]
R_v	poloměr zaoblení lomu sklonu	[m]
Δu_1	rozšíření rozchodu koleje	[mm]
L_u	délka výběhu rozšíření rozchodu koleje	[m]
$E_{0,pož}$	minimální požadovaná hodnota modulu přetvárnosti na zemní pláni	[MPa]
$E_{pl,pož}$	minimální požadovaná hodnota modulu přetvárnosti na pláni tělesa železničního spodku	[MPa]

z	opravný součinitel pro jemnozrnné zeminy	[-]
$E_{0,r}$	redukovaný modul přetvárnosti na zemní pláni	[MPa]
h_{kl}	tloušťka kolejového lože	[m]
$h_{z,dov}$	dovolená hloubka promrzání	[m]
l_{mn}	index mrazu	[°C·den]
h_{pr}	hloubka promrzání	[m]
$h_{šp}$	tloušťka šterkopísku	[m]
$h_{šd}$	tloušťka konstrukční vrstvy	[m]
$\lambda_{šp}$	součinitel tepelné vodivosti šterkopísku	[W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]
$\lambda_{šD}$	součinitel tepelné vodivosti šterkodrti	[W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]
g_n	normální tíhové zrychlení	[m·s ⁻²]
f_v	výpočtový součinitel brzdného tření na mokré vozovce	[-]
s	podélný sklon jízdního pásu	[%]
b_v	bezpečnostní odstup vozidla od překážky	[m]
t_1	doba postřehu a reakce řidiče	[s]
V_s	rychlost silničního vozidla před přejezdem	[km·h ⁻¹]
D_z	délka rozhledu pro zastavení	[m]
$V_{ž}$	traťová rychlost na úseku dráhy přilehlém k přejezdu	[km·h ⁻¹]
V_{sn}	rychlost nejpomalejšího silničního vozidla	[km·h ⁻¹]
D_p	délka, měřená v ose pozemní komunikace od úrovně výstražného kříže k hranici nebezpečného pásma na opačné straně přejezdu	[m]
D_s	délka nejdelšího silničního vozidla připouštěného k provozu na pozemní komunikaci vedené přes přejezd	[m]
L_p	rozhledová délka pro nejpomalejší silniční vozidlo	[m]
a	střední zpomalení	[m·s ⁻²]
L_r	rozhledová délka pro silniční vozidlo	[m]
t_z	doba potřebná pro zastavení silničního vozidla před přejezdem	[m]
t_2	doba potřebná pro zastavení vozidla na brzdné dráze	[m]
l_2	brzdná dráha kterou urazí vozidlo za dobu t_2	[m]
B. p. v.	Balt po vyrovnaní	[-]
S-JSTK	systém jednotné sítě trigonometrické katastrální	[-]
ČSN	česká státní norma	[-]

VN vysoké napětí

[kV]

2 Základní informace

2.1 Identifikační údaje stavby

Název stavby:	Rekonstrukce železniční tratě Chrudim – Borohrádek v km 35,000 – 38,621
Druh stavby:	Rekonstrukce
Zadavatel:	Ústav železničních konstrukcí a staveb Vysoké učení technické v Brně Fakulta stavební, Veveří 331/95, 602 00 Brno
Místo stavby:	Trať 016 Chrudim – Borohrádek km 35,000 – km 38,621
Katastrální území:	Dolní Roveň, Holice
Okres:	Pardubice
Kraj:	Pardubický
Projektant:	Josef Marek
Vedoucí projektu:	Ing. Jan Valehrach

2.2 Zásady pro vypracování

Cílem bakalářské práce je návrh geometrických parametrů koleje a rekonstrukce železničního svršku železniční tratě Chrudim – Borohrádek mezi km 35,000 – 38,621 se snahou o zvýšení traťové rychlosti. Zahrnuje úpravu geometrických parametrů koleje a rekonstrukci železničního svršku. Při rekonstrukci jsou řešeny železniční přejezdy podle platných právních předpisů. V rámci práce se také řeší obnova stávajícího odvodnění tratě, úprava konstrukce zemního tělesa a technologie práce.

2.3 Obsah dokumentace

1. Průvodní a technická zpráva
2. Situace 1:1000
3. Podélný řez 1:2000/200
4. Vzorové příčné řezy 1:50
5. Technologie práce
6. Rozhledové poměry
7. Přílohy
8. Výkaz výměr

2.4 Podklady

Geodetické zaměření tratě

Katastrální mapy

Geotechnické mapy

Prohlídka železniční tratě na místě

Záznam trati z jedoucí soupravy Trať 016 Chrudim - Borohrádek -

YouTube. YouTube [online]. Dostupné

z: <https://www.youtube.com/watch?v=kZ9qle4nxpo>

3 Stávající stav

K původnímu stavu nejsou k dispozici nákresné přehledy, pouze záznam trati z jedoucí soupravy. Z tohoto videa lze zjistit, že svršek je tvořen z části dřevěnými a betonovými prážci (bližší specifikaci nelze určit z důvodu kvality videa). Typ kolejnic a druh upevnění nelze tímto způsobem určit. Z videa je možné pozorovat zabláčené kolejové lože a zanešené odvodňovací zařízení. V současné době je trať již po rekonstrukci. Úsek je dlouhý 3,621 km. Původní traťová rychlost 60 km/h v místech oblouků s malými poloměry je snížena na 45 km/h. Na úseku se nachází 7 úrovnových přejezdů viz tabulka 3.

Nákresný přehled původního stavu nebyl k dispozici.

3.1 Směrové poměry

Stávající směrové poměry byly zjištěny z geodetického zaměření tratě. Dle geodetického zaměření byly zjištěny orientační parametry stávajících oblouků, které posloužily k návrhu nového stavu.

3.2 Sklonové poměry

Stávající sklonové poměry byly získány z geodetického zaměření tratě. Trať v prvních 1200 m mírně stoupá. Dále následují 2 lomy sklonů ve vzdálenosti 200 m trať a následně trať přechází do prudšího stoupání. Asi po 1400 m při vjezdu do Holic se trať láme a začíná klesat až do železniční stanice.

3.3 Železniční svršek

V úseku se nachází dřevěné a betonové prážce, tvar kolejnic a typ upevnění nebylo možné určit.

3.4 Železniční spodek

Údaje o železničním spodku nebyly k dispozici. Dle geologických map se v úseku nachází podloží tvořené vápenitými jílovci, slínovci a prachovci.

3.5 Odvodnění

Původní odvodnění bylo tvořeno otevřenými drážními příkopy, které jsou značně zanesené materiálem. Převod vody z jedné strany drážního tělesa na druhou je zajištěn pomocí propustků.

Staničení propustků je vztaženo k původnímu staničení

Staničení [km]	Typ propustku	Rozměry
35,307 000	Trubní propustek	sv. 0,60 m
36,142 000	Trubní propustek	sv. 1,00 m
37,192 000	Trubní propustek	sv. 1,00 m
37,675 000	Propustek	sv. 0,60 m
38,451 000	Trubní propustek	sv. 0,60 m

Tabulka č. 1 – Propustky stávajícího stavu

3.6 Stavby železničního spodku

Na úseku se nachází dva železniční mosty s průběžným kolejovým ložem. Menší most kříží vodní tok jménem Roveňská svodnice. Větší most kříží nadjezdem silnici I/35.

Staničení staveb železničního spodku je vztaženo k původnímu staničení

Staničení [km]	Typ	Popis
35,660 000	Most	sv. kol. 3,50 m, vol. v. 2,65 m
37,397 000	Most	sv. kol. 22,80 m, vol. v. 7,75 m

Tabulka č. 2 – Stavby železničního spodku

3.7 Úrovňová křížení

Na úseku se nachází celkem sedm úrovňových přejezdů. Jednotlivý popis každého přejezdu je popsán v tabulce níže.

Staničení [km]	Číslo přejezdu	Zabezpečení	Druh komunikace
35,315 000	P5060	Výstražný kříž	Polní cesta
35,983 000	P5061	Výstražný kříž	Polní cesta
37,636 000	P5062	Výstražný kříž	Místní účelová komunikace
38,069 000	P5063	Přejezdové zabezpečovací zařízení	Místní komunikace
38,075 000	P5064	Přejezdové zabezpečovací zařízení	Silnice I/35
38,480 000	P5065	Přejezdové zabezpečovací zařízení	Místní komunikace
38,586 000	P5066	Přejezdové zabezpečovací zařízení	Silnice I/36

Tabulka č. 3 – Úrovňová křížení

3.8 Křížení inženýrských sítí

Při prohlídce trati a z dostupných zdrojů bylo zjištěno křížení nadzemní elektrické sítě VN u přejezdu P5063 km 38,044 578, km 37,441 294 a km 38,578 816. Velikost napětí nebyla nalezena. V intravilánu lze předpokládat křížení s dalšími podzemními inženýrskými sítěmi, které nebyly zaměřeny.

4 Navrhovaný stav

4.1 Směrové poměry

Ze zaměřených bodů osy stávajícího stavu bylo provedeno vyrovnání přímých a kružnicových úseků pomocí metody nejmenších čtverců. V rámci mezí byla snaha co nejvíce minimalizovat hodnoty příčných posunů. Největší příčné posuny vznikají v prvních 80 metrech pátého oblouku o poloměru $R_5 = 201,260$ m. Největší posun zde činí 278 mm. Nejdříve byla snaha tyto posuny minimalizovat složeným obloukem, který by se skládal ze dvou poloměrů. Od této varianty bylo nakonec upuštěno, protože jeden z poloměrů vycházel okolo 180 m. Dalším místem, kde dochází k větším posunům, je šestý oblouk o poloměru $R_6 = 483,340$ m. Největší posun zde činí 72 mm. Tyto posuny jsou zapříčiněny

z důvodu, že se oblouk nachází za přejezdem a v samotné obloukové části se nachází přejezd druhý. Byla snaha, co nejméně minimalizovat příčné posuny přejezdů. Z důvodu, že v obloukové části se nachází již zmíněný přejezd, je oblouk navržen jako nepřevýšený. Ve zbylých částech úseku se příčné posuny pohybují v řádech jednotek milimetrů. V úseku je ponechána stávající traťová rychlost 60 km/h.

Označení	Staničení [km]	Popis
ZÚ	35,000 000	Přímá dl. 581,424 m
ZP	35,581 446	Přechodnice; $n = 23,61V$; $L_k = 38,253$ m; $A = 192$; $m = 0,063$ m; $T = 199,021$ m; klotoida
ZO	35,619 699	Pravostranný oblouk; $R_1 = 968,000$ m; $V = 60$ km/h; $D = 27$ mm; $l = 17$ mm; $\alpha_s = 21,0544$ g; $d_0 = 317,457$ m
KO	35,937 156	Přechodnice; $n = 23,61V$; $L_k = 38,253$ m; $A = 192$; $m = 0,063$ m; $T = 199,021$ m; klotoida
KP	35,975 408	Přímá dl. 644,734 m
ZP	36,620 142	Přechodnice; $n = 8,64V$; $L_k = 44,600$ m; $A = 115$; $m = 0,278$ m; $T = 182,369$ m; klotoida
ZO	36,664 742	Levostranný oblouk; $R_2 = 297,700$ m; $V = 60$ km/h; $D = 86$ mm; $l = 57$ mm; $\alpha_s = 56,5123$ g; $d_0 = 251,779$ m
KO	36,916 521	Přechodnice; $n = 7,58V$; $L_k = 39,100$ m; $A = 108$; $m = 0,214$ m; $T = 179,741$ m; klotoida
KP	36,955 621	Přímá dl. 104,117 m
ZP	37,059 738	Přechodnice; $n = 9,58V$; $L_k = 29,300$ m; $A = 121$; $m = 0,071$ m; $T = 134,759$ m; klotoida
ZO	37,089 038	Pravostranný oblouk; $R_3 = 502,500$ m; $V = 60$ km/h; $D = 51$ mm; $l = 34$ mm; $\alpha_s = 26,8673$ g; $d_0 = 203,433$ m
KO	37,292 472	Přechodnice; $n = 11,47V$; $L_k = 35,100$ m; $A = 133$; $m = 0,102$ m; $T = 137,529$ m; klotoida
KP	37,327 572	Přímá dl. 67,124 m

ZP	37,394 696	Přechodnice; $n = 7,96V$; $L_k = 47,300$ m; $A = 111$; $m = 0,359$ m; $T = 98,063$ m; klotoida
ZO	37,441 996	Levostranný oblouk; $R_4 = 259,600$ m; $V = 60$ km/h; $D = 99$ mm; $l = 65$ mm; $\alpha_s = 31,9841$ g; $d_0 = 99,116$ m
KO	37,541 112	Přechodnice; $n = 7,46V$; $L_k = 44,300$ m; $A = 107$; $m = 0,315$ m; $T = 96,718$ m; klotoida
KP	37,585 412	Přímá dl. 116,296 m
ZP	37,701 708	Přechodnice; $n = 10,00V$; $L_k = 21,200$ m; $A = 65$; $m = 0,093$ m; $T = 186,930$ m; klotoida
ZO	37,722 908	Pravostranný oblouk; $R_5 = 201,260$ m; $V = 45$ km/h; $D = 72$ mm; $l = 47$ mm; $\alpha_s = 82,4112$ g; $d_0 = 266,982$ m
KO	37,989 890	Přechodnice; $n = 10,00V$; $L_k = 23,800$ m; $A = 69$; $m = 0,117$ m; $T = 188,202$ m; klotoida
KP	38,013 690	Přímá dl. 88,443 m
ZP	38,102 132	Přechodnice; $n = 10,00V$; $L_k = 20,000$ m; $A = 98$; $m = 0,034$ m; $T = 224,711$ m; klotoida
ZO	38,122 132	Levostranný oblouk; $R_6 = 483,340$ m; $V = 55$ km/h; $D = 0$ mm; $l = 74$ mm; $\alpha_s = 47,8886$ g; $d_0 = 378,732$ m
KO	38,500 865	Přechodnice; $n = 10,00V$; $L_k = 30,500$ m; $A = 121$; $m = 0,080$ m; $T = 229,858$ m; klotoida
KP	38,531 365	Přímá dl. 95,006 m
KÚ	38,626 370	Výhybka č. 1

Tabulka č. 4 – Směrové poměry

4.2 Sklonové poměry

V novém stavu je navrženo 8 lomů sklonu. Zaoblení lomu sklonu jsou umístěna do přímých částí nebo obloukových částí směrového řešení. Žádné zaoblení lomu sklonu nezasahuje do zaoblení vzestupnic. Začátek a konec úseku je výškově navázán na předešlý a navazující úsek dle geodetického zaměření tratě. Niveleta je navržena s minimálními výškovými posuny oproti stávajícímu stavu. Na konci oblouku R_5 je největší výškový posun o 0,449 m směrem dolů

z důvodu co nejmenšího výškového posunu přilehlého železničního přejezdu. Byla snaha, co nejméně minimalizovat veškeré výškové posuny v místech přejezdů a umělých staveb.

Všechny hodnoty vztahující se ke sklonovému řešení jsou uvedeny ve výškovém systému Balt po vyrovnání.

Staničení [km]	Výška [m]	Popis
35,000 000	232,999	ZÚ, napojení na stávající stav
35,000 000 – 35,150 000		stoupá 1,95 ‰; dl. 150,000 m
35,150 000	233,291	Zaoblení lomu sklonu $R_v = 2000$ m; $t_z = 0,626$ m; $y_v = 0,000$ m
35,150 000 – 35,850 000		stoupá 1,32 ‰; dl. 700,000 m
35,850 000	234,218	Zaoblení lomu sklonu $R_v = 2000$ m; $t_z = 1,844$ m; $y_v = 0,001$ m
35,850 000 – 36,186 500		klesá 0,52 ‰; dl. 336,500 m
36,186 500	234,043	Zaoblení lomu sklonu $R_v = 2000$ m; $t_z = 7,017$ m; $y_v = 0,012$ m
36,186 500 – 36,386 500		stoupá 6,50 ‰; dl. 200,000 m
36,386 500	235,342	Zaoblení lomu sklonu $R_v = 2000$ m; $t_z = 8,413$ m; $y_v = 0,018$ m
36,386 500 – 37,506 500		stoupá 14,91 ‰; dl. 1120,000m
37,506 500	252,042	Zaoblení lomu sklonu $R_v = 2000$ m; $t_z = 0,610$ m; $y_v = 0,000$ m
37,506 500 – 37,871 500		stoupá 14,30 ‰; dl. 365,000m
37,871 500	257,261	Zaoblení lomu sklonu $R_v = 6200$ m; $t_z = 86,158$ m; $y_v = 0,599$ m
37,871 500 – 37,399 272		klesá 13,49 ‰; dl. 527,772 m
37,399 272	250,140	Zaoblení lomu sklonu $R_v=8000$ m; $t_z = 43,299$ m; $y_v = 0,117$ m
37,399 272 – 38,621 370		klesá 2,67 ‰; dl. 222,099m
38,621 370	249,547	Zaoblení lomu sklonu $R_v = 2000$ m; $t_z = 2,788$ m; $y_v = 0,002$ m
38,621 370 – 38,626 370		klesá 0,12 ‰; dl. 5,000 m

38,626 370	249,548	KÚ, napojení na stávající stav
------------	---------	--------------------------------

Tabulka č. 5 – Sklonové poměry

4.3 Železniční svršek

Na rekonstruovaném úseku je nově navržena bezстыková kolej dle předpisu SŽDC S3/2 Bezстыková kolej. Pro zajištění stability bezстыkové koleje v obloucích malého poloměru je navrženo nadvýšení, rozšíření kolejového lože a pražcové kotvy.

4.3.1 Skladba železničního svršku

Železniční svršek sestává z betonových pražců B 03, kolejnic 49E1, pružného bezpodkladnicového upevnění W14 (svěrek Skl 14, vrtulí R1, podložek Uls 7 pod patami kolejnic a vodících vložek Wfp 14K). Je použito rozdělení pražců „d“ tj. 611 mm. Zřízena bude bezстыková kolej. Materiál kolejového lože bude štěrk frakce 31,5/63, tl. min 350 mm pod úložnou plochou pražce.

4.3.2 Kolejové lože

Tvar kolejového lože je v lichoběžníkovém tvaru se základní šířkou v úrovni úložné plochy pražců 1,700 m od osy koleje. V obloucích o malém poloměru bude zřízeno rozšíření kolejového lože na 1,750 m od osy koleje na vnější stranu a zároveň i nadvýšení kolejového lože o 100 mm.

Pláň tělesa železničního spodku je provedena v jednostranném sklonu 5,0 %, stejně jako zemní pláň viz tabulka č. 10. Svahy kolejového lože jsou provedeny ve sklonu 1:1,25.

Profil kolejového lože

Staničení [km]	Vlevo od osy	Vpravo od osy
35,000 000 – 35,581 446	1,700 m	1,700 m
35,581 446 – 35,975 408	1,700 m	1,700 m
35,975 408 – 36,620 142	1,700 m	1,700 m
36,620 142 – 36,955 621	1,700 m	1,750 m + nadvýšení 100 mm
36,955 621 – 37,059 738	1,700 m	1,700 m
37,059 738 – 37,327 572	1,700 m	1,700 m

37,327 572 – 37,394 696	1,700 m	1,700 m
37,394 696 – 37,585 412	1,700 m	1,750 m + nadvýšení 100 mm
37,585 412 – 37,701 708	1,700 m	1,700 m
37,701 708 – 37,013 690	1,750 m + nadvýšení 100 mm	1,700 m
37,013 690 – 38,102 132	1,700 m	1,700 m
38,102 132 – 38,531 365	1,700 m	1,750 m
38,531 365 – 38,626 370	1,700 m	1,700 m

Tabulka č. 6 – Profil kolejového lože

Pražcové kotvy

Staničení [km]	Poloměr	Popis
37,722 908 – 37 989 890	$R_5 = 201,260$ m	Pražcové kotvy na každém pražci

Tabulka č. 7 – Pražcové kotvy

4.3.3 Rozšíření rozchodu koleje

Rozšíření rozchodu koleje se navrhuje u oblouků s poloměrem menším než 275 m. Rozšíření rozchodu je provedeno posunutím vnitřního kolejnicového pásu směrem do středu oblouku o hodnotu Δu_1 (výpočet viz příloha 1.3).

Navržené rozšíření rozchodu oblouků.

Poloměr [m]	Rozšíření Δu_1 [mm]	Délka výběhu
$R_4 = 259,600$	1,6	$L_{u1,1} = 3$ m $L_{u1,2} = 3$ m
$R_5 = 201,260$	9,6	$L_{u1,1} = 6$ m $L_{u1,2} = 7$ m

Tabulka č. 8 – Rozšíření rozchodu koleje

4.4 Železniční spodek

4.4.1 Návrh pražcového podloží

Podle geologických map je podloží tvořeno vápenitými jílovci, prachovci a vápenitými prachovci. Vzhledem k tomu, že nebyly k dispozici žádné konkrétní geotechnické podklady k tomuto úseku, byla zemina orientačně zatříděna. Výpočet pražcového podloží viz příloha 1.1. Bylo navrženo výztužné

geosyntetikum a bylo provedeno posouzení na účinky mrazu viz příloha 1.2. Z důvodu přibližného zatřídění zeminy je potřeba navržené hodnoty pražcového podloží ověřit laboratorními zkouškami.

4.4.2 Konstrukční vrstva

Tloušťka konstrukční vrstvy je navržena tak, aby vyhovovala nutné tloušťce pro ochranu zemní pláně před účinky mrazu. Konstrukční vrstva je tvořena štěrkodrtí frakce 0/32 mm v tloušťce 0,200 m a je doplněna výztužnou geotextilií 30 kN/m.

4.4.3 Pláň tělesa železničního spodku

Pláň tělesa železničního spodku je navržena v jednostranném slonu 5 %. Šířka pláně tělesa železničního spodku je 3,100 m od osy koleje na každou stranu. Celková šířka pláně tělesa železničního spodku je 6,200 m. V místech s nedostatečnou šířkou pláně tělesa železničního spodku bude pláň tělesa železničního spodku rozšířena z vyzískaných pražců, které budou uloženy na suchém betonovém podkladu z betonu C12/15 o tloušťce 0,100 m o sklonu 5 %. Pražce budou zpevněné ocelovými sponami a budou skládány do dvou řad ve třech úrovních.

Rozšíření pláně tělesa železničního spodku

Staničení [km]	Popis
37,175 720 – 37,195 720	Pražcová rovnanina dl. 20,0 m, vpravo
37,200 000 – 37,225 000	Pražcová rovnanina dl. 25,0 m, vpravo
38,200 000 – 38,342 000	Pražcová rovnanina dl. 145,0 m, vpravo

Tabulka č. 9 – Rozšíření pláně tělesa železničního spodku

4.4.4 Zemní pláň

Zemní pláň je navržena v jednostranném sklonu 5 %. Změna sklonu zemní pláně se provede na délce 5,000 m. Sklon zemní pláně je navržen tak, aby kopíroval směrové oblouky. Výjimku tvoří levostranný oblouk R_6 s opačným sklonem z důvodu odvodnění, protože na levé straně se nachází blízko zdi sousedního objektu.

Popis zemní pláně

Staničení [km]	Popis sklonu	Délka [m]
35,000 000 – 36,500 000	Skloněná vpravo 5 %	1 500,0
36,500 000 – 37,000 000	Skloněná vlevo 5 %	500,0
37,000 000 – 37,375 000	Skloněná vpravo 5 %	375,0
37,375 000 – 37,650 000	Skloněná vlevo 5 %	275,0
37,650 000 – 38,626 370	Skloněná vpravo 5 %	976,37

Tabulka č. 10 – Zemní pláň

4.4.5 Svahy zemního tělesa

Svahy zemního tělesa se upraví do sklonu max 1:2,0 v místech úprav svahů. Slony svahů za příkopovými žlaby UCH 0 a UCB 0 zůstanou zachovány. Stejně tak i sklony tělesa náspu.

4.4.6 Ochrana svahů

Odhumusování a ohumusování nebude prováděno, protože veškeré práce budou probíhat na stávajícím tělese.

4.5 Odvodnění

Odvodnění je řešeno pomocí příkopových žlabů UCH 0 a UCB 0 z důvodu snížení objemu zemních prací a záboru pozemků. V místech nedostatečného sklonu stávajících příkopů byly nově navrženy příkopy zpevněné z příkopových tvárnic TZZ 3 s minimálním sklonem 2,5 ‰. Mezi km 36,145 000 a 36,920 000 nebylo nutné zřizovat odvodnění z důvodu výhodného sklonu okolních pozemků, které se na obou stranách svažují od drážního tělesa a svými sklony plynule odvádí vodu až k propustku ve staničení km 36,144 106.

4.5.1 Příkopové žlaby UCH 0 a UCB 0 s poklopem

Příkopové žlaby UCH 0 jsou navrženy v místech větších zářezů z důvodů snížení výkopových prací. UCB 0 jsou navrženy v místech menších zářezů nebo úzkého pozemku, kde není možné zřídít otevřené příkopy. Příkopové žlaby budou osazeny do podkladního betonu C12/15 tl. 0,150 m. Hrany výkopů budou zřízené ve sklonu 5:1. Výkopy budou zasypány po úroveň odvodňovacích otvorů nepropustným materiálem. Od úrovně odvodňovacích otvorů budou zasypány vhodným propustným materiálem. Zásyp bude obalen filtrační geotextilií, kvůli

zamezení vyplavování nečistot do žlabu a promísení materiálu. Hrana žlabu musí být umístěna minimálně 2,350 m od osy koleje.

Staničení [km]	Sklon [‰]	Strana	Délka [m]
35,364 900 – 35,479 900	Stoupá 2,5	Vpravo	115,0
36,920 720 – 37,175 720	Stoupá 14,9	Vpravo	255,0
37,427 106 – 37,477 106	Stoupá 14,3	Vpravo	50,0
37,758 477 – 37,788 477	Stoupá 14,3	Vpravo	30,0
38,093 957 – 38,123 957	Klesá 13,5	Vpravo	30,0
37,771 476 – 37,801 476	Stoupá 14,3	Vlevo	30,0
37,991 476 – 38,033 976	Klesá 13,5	Vlevo	42,5

Tabulka č. 11 – Příkopové žlaby UCB 0 s poklopem

Staničení [km]	Sklon [‰]	Strana	Délka [m]
37,477 106 – 37,637 106	Stoupá 14,9	Vpravo	160,0
37,788 477 – 37,800 000	Stoupá 14,3	Vpravo	245,0
37,800 000 – 37,871 500	Stoupá 6,2		
37,871 500 – 37,957 658	Klesá 6,5		
37,957 658 – 38,033 477	Klesá 13,5		
37,495 368 – 37,635 368	Stoupá 14,9	Vlevo	140,0
37,801 476 – 37,871 500	Stoupá 6,2	Vlevo	190,0
37,871 500 – 37,957 658	Klesá 6,5		
37,957 658 – 37,991 476	Klesá 13,5		

Tabulka č. 12 – Příkopové žlaby UCH 0 s poklopem

4.5.2 Příkopové tvárnice TZZ 3

Zpevněné příkopy jsou navrženy z příkopových tvárníc TZZ 3 uložených na podkladní beton C 12/15 tl. 0,100 m.

Staničení [km]	Sklon [‰]	Strana	Délka [m]
35,000 000 – 35,200 000	Stoupá 2,5	Vpravo	307,8
35,200 000 – 35,283 000	Klesá 4,5		
35,283 000 – 35,307 800	Klesá 31,6		
35,479 900 – 35,500 000	Stoupá 2,5	Vpravo	159,3
35,500 000 – 35,639 200	Klesá 4,4		

35,665 900 – 35,700 000	Stoupá 27,4	Vpravo	239,1
35,700 000 – 35,800 000	Stoupá 5,5		
35,800 000 – 35,905 000	Stoupá 2,5		
37,175 120 – 37,197 620	Klesá 30,5	Vpravo	22,5
37,200 000 – 37,250 100	Stoupá 43,8	Vpravo	50,1
35,665 900 – 35,700 000	Stoupá 31,1	Vlevo	264,0
35,700 000 – 35,800 000	Stoupá 6,9		
35,800 000 – 35,929 900	Stoupá 2,5		
35,988 500 – 36,123 000	Klesá 2,5	Vlevo	152,7
36,123 000 – 36,141 200	Klesá 74,4		

Tabulka č. 13 – Příkopové tvárnice TZZ 3

4.5.3 Nezpevněný příkop

Staničení [km]	Sklon [‰]	Strana	Délka [m]
37,250 100 – 37,394 696	Stoupá 14,9	Vpravo	125,48
38,123 957 – 38,200 000	Klesá 13,5	Vpravo	226,471
38,200 000 – 38,350 428	Klesá 18,8		

Tabulka č. 14 – Nezpevněné příkopy

4.5.4 Trativody

Trativody jsou navrženy v místech přejezdů k odvodnění pláně tělesa železničního spodku v těchto místech.

Trativod bude zřízen v rýze šířky 0,4 m. Rýha bude opatřena filtrační geotextilií a bude zasypána materiálem frakce 16/31,5. Trativodní potrubí bude uloženo na vyrovnávací vrstvu štěrkodrti tl. 50 mm. Průměr trativodního potrubí PE-HD je 150 mm. Bude dodržena minimální hloubka uložení pod terénem 1,2 m a minimální osová vzdálenost potrubí od osy koleje 2,2 m.

Označení	Staničení [km]	Popis	Délka [m]	Sklon [‰]
ŠP1	35,313 990	Tr. šachta DN 400, vyústění trativodu do vodoteče	9,0	Stoupá 5,0
ŠV2	35,323 990	Tr. šachta DN 400		

ŠV3	35,978 247	Tr. šachta DN 400	15,0	Klesá
ŠP4	35,993 247	Tr. šachta DN 400, vyústění trativodu na terén		5,0
ŠP5	37,635 368	Tr. šachta DN 600, napojení trativodu na příkop UCB 0	9,0	Klesá
ŠV6	37,644 368	Tr. šachta DN 400		14,3
ŠV7	38,033 477	Šachta DN 1000	30,0	Klesá
ŠK10	38,630 957	Tr. šachta DN 400		13,5
ŠP11	38,093 957	Tr. šachta DN 600, napojení trativodu na příkop UCB 0		
ŠV12	38,477 640	Tr. šachta DN 400	15,0	Klesá
ŠP13	38,492 640	Tr. šachta DN 400, vyústění trativodu do vodoteče		5,0
ŠP14	38,576 370	Tr. šachta DN 400, vyústění trativodu do vodoteče	50,0	Stoupá
ŠK15	38,601 370	Tr. šachta DN 400		5,0
ŠV16	38,626 370	Tr. šachta DN 400		

Tabulka č. 15 – Trativody

4.5.5 Plnostěnné potrubí PE-HD

Svodné potrubí slouží k převedení vody z příkopových žlabů z jedné strany na druhou a následně odvádí vodu do dešťové kanalizace na ulici Vysokomýtská u přejezdu P5064. Svodné potrubí má vnitřní průměr 0,4 m.

Označení	Staničení [km]	Popis
ŠV7	38,330 477	Šachta DN 1000, připojení UCH 0 na svodné potrubí vpravo ve směru staničení
ŠP8	38,330 976	Šachta DN 1000, připojení UCB 0 na svodné potrubí vlevo ve směru staničení
ŠK9	38,043 976	Kontrolní šachta svodného potrubí DN 1000

Tabulka č. 16 – Svodné potrubí

4.6 Přejezdy

Na rekonstruovaném úseku se nachází 7 přejezdů. Pro všechny přejezdy byly ověřeny rozhledové poměry a vypočítány délky pro zastavení viz příloha 1.4.

Přejezd km 35,316 691 (P5060), km 35,985 195 (P5061)

Křížení s polní cestou, přejezd zabezpečen výstražným křížem. Přejezd s polymerbetonovou přejezdovou konstrukcí typových řad BODAN.

Přejezd km 37,639 241 (P5062)

Křížení s místní účelovou komunikací, přejezd zabezpečen výstražným křížem. Přejezd s polymerbetonovou přejezdovou konstrukcí typových řad BODAN. Maximální délka vozidla bude omezena na 12 m, stejně jako ve stávajícím stavu.

Přejezd km 38,044 578 (P5063)

Křížení s místní komunikací, přejezd zabezpečen světelným zabezpečovacím zařízením bez závor. Přejezd s polymerbetonovou přejezdovou konstrukcí typových řad BODAN. Z důvodů špatných rozhledových poměrů bude maximální délka vozidla omezena na 3,5 m.

Přejezd km 38,080 315 (P5064)

Křížení se silnicí I/36, přejezd zabezpečen světelným zabezpečovacím zařízením. Pryžová konstrukce typových řad STRAIL.

Přejezd km 38,484 398 (P5065)

Křížení s místní komunikací, přejezd zabezpečen světelným zabezpečovacím zařízením. Pryžová konstrukce typových řad STRAIL.

Přejezd km 38,591 111 (P5066)

Křížení se silnicí I/36, přejezd zabezpečen světelným zabezpečovacím zařízením. Pryžová konstrukce typových řad STRAIL.

4.7 Zábory pozemků

Současná digitální mapa pozemků je místy posunutá o několik metrů, z toho důvodu nelze určit, jestli při návrhu došlo k záboru pozemků. V další fázi projektování bude zapotřebí podrobnější zaměření drážního pozemku.

4.8 Přeložky a demolice

Nedojde k žádným přeložkám ani demolicím.

5 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout rekonstrukci úseku železniční tratě Chrudim – Borohrádek mezi km 35,000 000 – 38,621 000. Navrženy byly úpravy geometrických parametrů koleje pomocí směrového a výškového vyrovnání. Byla snaha, co nejvíce minimalizovat výškové a směrové posuny. Navržena byla rekonstrukce železničního svršku, spodku včetně odvodnění a také byly ověřeny stávající rozhledové poměry na železničních přejezdech. Rekonstrukce by měla zajistit větší komfort při cestování, zvýšení bezpečnosti, lepší odvodnění a s tím související snížení nákladů na údržbu a prodloužení životnosti trati.

V Havlíčkově Brodě dne 5. 6. 2020

.....

Josef Marek

6 Použitá literatura

1. ČSN 73 6360-1. Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha – Část 1: Projektování. Praha: Český normalizační institut, 2008
2. ČSN 73 6380. Železniční přejezdy a přechody. Praha: Český normalizační institut, 2004
3. Vzorové listy železničního spodku Ž1 – Základní rozměry pláň tělesa železničního spodku
4. Vzorové listy železničního spodku Ž2 – Zemní těleso
5. Vzorové listy železničního spodku Ž3 – Odvodňovací zařízení
6. Vzorové listy železničního spodku Ž4 – Pražcové podloží
7. Vzorové listy železničního spodku Ž11 – Železniční přejezdy a přechody
8. PLÁŠEK, Otto. VUT, Fakulta stavební, Ústav železničních konstrukcí a staveb. Přednášky z předmětu BN001 – Železniční stavby 1
9. PLÁŠEK, Otto. VUT, Fakulta stavební, Ústav železničních konstrukcí a staveb. Přednášky z předmětu BN002 – Železniční stavby 2
10. SVOBODA, Richard. VUT, Fakulta stavební, Ústav železničních konstrukcí a staveb. Přednášky z předmětu BN052 – Mechanizace a provádění železničních staveb
11. ŽPSV a.s.. Katalog produktů firmy ŽPSV OHL Group. [online]. [cit. 2020-05-27]. Dostupné z: <http://www.zspv.cz/>
12. Mapy ze serveru mapy.cz. Seznam. [online]. [cit. 2020-05-27]. Dostupné z: <https://www.mapy.cz>