



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

REKONSTRUKCE ŽELEZNIČNÍ TRATĚ BAKOV NAD JIZEROU - ČESKÁ LÍPA MEZI KM 18,812 A KM 21,800

BAKOV NAD JIZEROU - CESKA LIPA RAILWAY TRACK RECONSTRUCTION (SECTION
BETWEEN KM 18,812 AND KM 21,800)

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Michal Dohnal

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. TOMÁŠ ŘÍHA

BRNO 2018



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	Michal Dohnal
Název	Rekonstrukce železniční tratě Bakov nad Jizerou - Česká Lípa mezi km 18,812 a km 21,800
Vedoucí práce	Ing. Tomáš Říha
Datum zadání	30. 11. 2017
Datum odevzdání	25. 5. 2018

V Brně dne 30. 11. 2017

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

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.,
MBA
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

Navrhňte úpravu geometrických parametrů koleje a rekonstrukci železničního svršku železniční tratě Bakov nad Jizerou - Česká Lípa v úseku od km 18,812 (od ZV 7 v žst. Bezděz) do km 21,800.

V rámci vaší práce navrhňte také obnovu odvodnění tratě.

Obsah práce:

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

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

Ing. Tomáš Říha
Vedoucí bakalářské práce

POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Vedoucí práce	Ing. Tomáš Říha
Autor práce	Michal Dohnal
Škola	Vysoké učení technické v Brně
Fakulta	Stavební
Ústav	Ústav železničních konstrukcí a staveb
Studijní obor	3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Název práce	Rekonstrukce železniční tratě Bakov nad Jizerou - Česká Lípa mezi km 18,812 a km 21,800
Název práce v anglickém jazyce	Bakov nad Jizerou - Ceska Lipa Railway Track Reconstruction (section between km 18,812 and km 21,800)
Typ práce	Bakalářská práce
Přidělovaný titul	Bc.
Jazyk práce	Čeština
Datový formát elektronické verze	PDF
Abstrakt práce	Cílem bakalářské práce je návrh rekonstrukce jednokolejné železniční tratě Bakov nad Jizerou – Česká Lípa mezi km 18,812 (od ZV 7 ve stanici Bezděz) a km 21,800. Práce řeší návrh geometrických parametrů koleje. V rámci práce je také navržena obnova odvodnění tratě.
Abstrakt práce v anglickém jazyce	The aim of bachelor thesis is to design a reconstruction of the single track railway Bakov nad Jizerou – Česká Lípa in the section between km 18,812 (starting after the turnout 7 in Bezděz railway station) and km 21,800. The thesis deals with the design of track geometric parameters and with the renewal of the drainage system.

Klíčová slova rekonstrukce, železniční trať, odvodnění tratě, geometrické parametry koleje, železniční svršek

Klíčová slova v anglickém jazyce reconstruction, railway, drainage, track geometric parameters, railway superstructure

Abstrakt

Cílem bakalářské práce je návrh rekonstrukce jednokolejné železniční tratě Bakov nad Jizerou – Česká Lípa mezi km 18,812 (od ZV 7 ve stanici Bezděz) a km 21,800. Práce řeší návrh geometrických parametrů koleje. V rámci práce je také navržena obnova odvodnění tratě.

Klíčová slova

rekonstrukce, železniční trať, odvodnění tratě, geometrické parametry koleje, železniční svršek

Abstract

The aim of bachelor thesis is to design a reconstruction of the single track railway Bakov nad Jizerou – Česká Lípa in the section between km 18,812 (starting after the turnout 7 in Bezděz railway station) and km 21,800. The thesis deals with the design of track geometric parameters and with the renewal of the drainage system.

Keywords

reconstruction, railway, drainage, track geometric parameters, railway superstructure

Bibliografická citace VŠKP

Michal Dohnal *Rekonstrukce železniční tratě Bakov nad Jizerou - Česká Lípa mezi km 18,812 a km 21,800*. Brno, 2018. 28 s., 69 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav železničních konstrukcí a staveb. Vedoucí práce Ing. Tomáš Říha

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 22. 5. 2018

Michal Dohnal
autor práce

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlášení

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 22. 5. 2018

Michal Dohnal
autor práce

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat panu Ing. Tomáši Říhovi za poskytování rad, přátelský přístup, vysvětlování veškeré problematiky a především za čas, který mi věnoval při konzultacích. Poděkování patří taktéž mé rodině a mým nejbližším, kteří mě podporovali nejen při zpracování bakalářské práce, ale i při studiu.

V Brně dne 22. 5. 2018

Michal Dohnal
autor práce

Seznam použitých zdrojů

- [1] ČSN 73 6360-1. *Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha – Část 1: Projektování*. Praha: Český normalizační institut, říjen 2008.
- [2] PLÁŠEK, Otto. *Železniční stavby: železniční spodek a svršek*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004. ISBN 80-214-2620-9.
- [3] Vzorový list železničního spodku Ž1 Základní rozměry pláně tělesa železničního spodku
- [4] Vzorový list železničního spodku Ž2 Zemní těleso
- [5] Vzorový list železničního spodku Ž3 Odvodňovací zařízení
- [6] Vzorový list železničního spodku Ž4 Pražcové podloží
- [7] Vzorový list železničního spodku Ž11 Železniční přejezdy a přechody
- [8] Předpis SŽDC S3 – Železniční svršek
- [9] Předpis SŽDC S3/2 – Bezstyková kolej
- [10] Předpis SŽDC S4 – Železniční spodek
- [11] Mapový portál mapy.cz [online] [cit. 2018-02-02]
Dostupné z: <http://www.mapy.cz/>
- [12] Google mapy [online] [cit. 2018-02-02]
Dostupné z: <http://www.google.cz/maps>
- [13] Česká geologická služba, geovědní mapa 1:50 000 [online] [cit. 2018-03-01]
Dostupné z: <http://mapy.geology.cz/geocr50/>
- [14] Český úřad zeměměřický a katastrální, nahlížení do katastru nemovitostí [online] [cit. 2018-02-23] Dostupné z: <http://nahlizeni.dokn.cuzk.cz>
- [15] ŽPSV, katalog betonových výrobků 2015 [online] [cit. 2018-03-04]
Dostupné z: <http://www.zpsv.cz/ohl-group/katalogy/ZPSV-katalog-2015.pdf>

SEZNAM PŘÍLOH

Náležitosti VŠKP

Titulní list VŠKP
Zadání bakalářské práce
Popisný soubor
Abstrakt a klíčová slova v českém a anglickém jazyce
Bibliografická citace
Prohlášení autora o původnosti práce
Prohlášení o shodě listinné
Poděkování
Seznam použitých zdrojů
Seznam příloh

1. Průvodní a technická zpráva

1. Průvodní a technická zpráva

2. Situace M 1:1000

2.1 Situace km 18,812 – 19,600
2.2 Situace km 19,600 – 20,300
2.3 Situace km 20,300 – 21,100
2.4 Situace km 21,100 – 21,800

3. Podélný řez M 1:2000/200

3 Podélný řez km 18,812 – 21,800

4. Vzorové příčné řezy M 1:50

4.1 Příčný řez km 19,000 000
4.2 Příčný řez km 19,050 000
4.3 Příčný řez km 19,800 000
4.4 Příčný řez km 19,970 446
4.5 Příčný řez km 20,250 000
4.6 Příčný řez km 20,574 000
4.7 Příčný řez km 20,700 000
4.8 Příčný řez km 21,080 092
4.9 Příčný řez km 21,100 000

5. Výkaz výměr

5. Výkaz výměr

6. Graf průběhu rychlosti M 1:10000

6. Graf průběhu rychlosti



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

TECHNICAL REPORT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Michal Dohnal

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. TOMÁŠ ŘÍHA

BRNO 2018



Obsah

1. Úvod	4
1.1 Identifikační údaje stavby	4
1.2 Zásady pro vypracování	4
1.3 Podklady a literatura	4
2. Stávající stav	5
3. Směrové poměry	5
3.1 Popis úseku	5
3.2 Napojení na stávající stav	6
3.3 Parametry směrového řešení	6
4. Sklonové poměry	9
4.1 Popis úseku	9
4.2 Napojení na stávající stav	9
4.3 Parametry sklonového řešení	9
5. Železniční svršek	10
5.1 Skladba železničního svršku	10
5.2 Kolejové lože	10
5.3 Pražcové kotvy	11
5.4 Rozšíření rozchodu koleje	11
6. Železniční spodek	11
6.1 Konstrukční vrstva	11
6.2 Svahy zemního tělesa	12
6.3 Zemní pláň	12
6.4 Pláň tělesa železničního spodku	13
6.5 Rozšíření pláně tělesa železničního spodku pomocí vyzískaných pražců	14
6.6 Ochrana skalních svahů	14
6.7 Vegetační ochrana svahů	14
6.8 Lavičky	14
6.9 Stavby železničního spodku	15
7. Odvodnění	15
7.1 Příkopové žlaby	17
7.2 Trativod	17
7.3 Nezpevněný příkop	19
7.4 Zpevněný příkop	19
7.5 Lapač splavenin	19
7.6 Propustky	19
8. Přejezdy	20



9. Mosty	21
10. Křížení s inženýrskými sítěmi a jiná křížení	21
11. Použitá literatura	22
12. Seznam použitých zkratk	23
13. Příloha A: Návrh pražcového podloží včetně posouzení na účinky mrazu	24



1. Úvod

1.1 Identifikační údaje stavby

Název stavby:	Rekonstrukce železniční tratě Bakov nad Jizerou – Česká Lípa mezi km 18,812 a km 21,800
Druh stavby:	Rekonstrukce
Zadavatel:	Ústav železničních konstrukcí a staveb Vysoké učení technické v Brně Fakulta stavební, Veveří 331/95, Brno 602 00
Místo stavby:	Trať 080 Bakov nad Jizerou – Jedlová, km 18,812 (výhybka č. 7 v žst. Bezděz) – km 21,800, traťový úsek Bezděz – Okna
Katastrální území:	Bělá pod Bezdězem (601705), Bezděz (603686), Žďár v Podbezdězí (795143)
Okres:	Mladá Boleslav, Česká Lípa
Kraj:	Středočeský, Liberecký
Projektant:	Michal Dohnal
Vedoucí projektu:	Ing. Tomáš Říha

1.2 Zásady pro vypracování

Cílem bakalářské práce je návrh úpravy geometrických parametrů koleje a rekonstrukce železničního svršku v úseku jednokolejné železniční tratě Bakov nad Jizerou – Česká Lípa. Zpracováváný úsek je mezi stanicemi Bezděz a Okna. Je brán ohled na zvýšení traťové rychlosti. Při rekonstrukci je řešen jeden železniční přejezd podle platných právních předpisů. V rámci práce je také uvažován návrh obnovy odvodnění v celé délce řešeného úseku.

Obsah práce:

1. Průvodní a technická zpráva
2. Situace 1:1000
3. Podélný řez 1:2000/200
4. Vzorové příčné řezy 1:50
5. Výkaz výměr
6. Graf průběhu rychlosti

1.3 Podklady a literatura

Geodetické zaměření tratě

Vizuální prohlídka tratě dne 6. 4. 2018



ČSN 73 6360-1 Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha – Část 1: Projektování [1]

Vzorové listy železničního spodku [3], [4], [5], [6], [7]

Předpis SŽDC S3 Železniční svršek, účinnost od 1. října 2008 [8]

Předpis SŽDC S4 Železniční spodek, účinnost od 1. října 2008 [10]

2. Stávající stav

Jedná se o úsek celostátní trati vedoucí z Bakova nad Jizerou do Jedlové. Trať je jednokolejná, neelektrifikovaná. Z podkladů i prohlídky trati bylo zjištěno, že podle aktuálních právních předpisů nesplňuje minimální šířku stezky 0,4 m a není dodržena šířka pláně tělesa železničního spodku 3 m od osy koleje. Provedením rekonstrukce trati se zvýší bezpečnost provozu, rychlost cestování a obnovou odvodňovacích zařízení bude prodloužena životnost trati.

K původnímu směrovému i výškovému řešení trati nebyly k dispozici žádné podklady, návrh nového stavu vychází pouze z geodetického zaměření, kdy byla zaměřena poloha osy koleje a niveleta temene kolejnice.

Z vizuální prohlídky byla zjištěna skladba železničního svršku, a to kolejnice S 49 na žebrových podkladnicích s tuhými svérkami ŽS 4. Pražce jsou v celém úseku betonové SB 6. Kolejové lože je ze šterku frakce 31,5/63, místy poměrně znečištěné.

O železničním spodku nejsou žádné bližší údaje, podle geologických map a informací z vrtů je patrné, že se v úseku nachází písčité podloží.

3. Směrové poměry

3.1 Popis úseku

Při návrhu úpravy geometrických parametrů koleje jsem se snažil maximálně respektovat normu ČSN 73 6360-1 s ohledem na možné zvýšení traťové rychlosti a s přihlédnutím na minimální příčné posuny osy koleje od stávajícího stavu.

V některých místech jsem prověřil více možností, jak zvýšit traťovou rychlost, ovšem řešení vyvolala příliš velké posuny osy koleje, nebo již nesplňovala parametry normy ČSN 73 6360-1 [1].

Na trati se nachází 6 směrových oblouků proložených přímými úseky trati. 4 kružnicové oblouky s krajními přechodnicemi, 1 složený oblouk ze dvou poloměrů s mezilehlou a krajními přechodnicemi a 1 složený oblouk ze čtyř poloměrů pouze s krajními přechodnicemi. Jsou navrženy lineární vzestupnice a přechodnice s lineárním nárůstem křivosti – klotoidy. Délka vzestupnice je vždy shodná s délkou přechodnice.

Poloměry oblouků jsou navrženy tak, aby co nejvíce respektovaly vedení stávající trasy. Stejně tak i délky přechodnic a vzestupnic jsou navrženy v souladu s normou ČSN 73



6360-1 a s ohledem na stávající trasu. Žádný z poloměrů nemá hodnotu menší než 275 m, tudíž není nutné v obloucích řešit rozšíření rozchodu.

Trafová rychlost je zvýšena z původní traťové rychlosti 90 km/h na 100 km/h přibližně ve dvou třetinách řešeného úseku. V prvním směrovém motivu je ponechána stávající rychlost 70 km/h pouze v prvním kružnicovém oblouku včetně mezilehlé přechodnice, v druhém kružnicovém oblouku prvního směrového motivu je rychlost zvýšena ze 70 km/h na 80 km/h již na konci mezilehlé přechodnice – začátku kružnicové části oblouku s větším poloměrem $R = 728$ m (km 18,915 215), oproti stávajícímu stavu, kde je traťová rychlost přechází ze 70 km/h na 90 km/h až za celým složeným motivem. Je také navržena rychlost pro soupravy s povoleným nedostatkem převýšení 130 mm, a to 105 km/h. V místě složeného oblouku ze čtyř poloměrů a předcházejícímu směrovému oblouku nebylo možné z důvodu nepříznivých směrových poměrů zvýšit traťovou rychlost, a tak je ponechána rychlost $V = 90$ km/h. Rychlost V_{130} je v tomto nepříznivém úseku 95 km/h. Průběh rychlost je patrný z přílohy č. 6.

Maximální příčné posuny osy koleje vůči stávajícímu stavu jsou do 50 milimetrů.

V úseku se nachází železniční přejezd P3214, jehož konstrukce bude snesena a nahrazena novou živičnou konstrukcí. Přejezd se otevírá pouze na požádání, jinak je trvale uzavřený.

Souřadnicový systém S-JTSK.

3.2 Napojení na stávající stav

Řešený úsek začíná na začátku výhybky č. 7 ve stanici Bezděz (km 18,812 000). Konec řešeného úseku je pak přibližně ve dvou třetinách mezistaničního úseku Bezděz – Okna (km 21,800 000). Směrová úprava začíná v těchto místech začíná v km 18,812 000 a končí v km 21,815 000.

3.3 Parametry směrového řešení

Počáteční staničení: km 18,812 000
Koncové staničení: km 21,800 000
Délka úseku: 2 988 m

č. oblouku	Označení	Staničení [km]	Popis
	ZÚ	18,812 000	přímá dl. 7,114 m $n=6,43V$; $n_{130}=6,00V$; $L_k=31,500m$; $A=107$; $m=0,114m$; $T=49,822m$; klotoida
1	ZP	18,819 114	
	KP = ZO	18,850 614	



			$R=363,5m$; $V=70km/h$; $V_{130}=75km/h$; $D=70mm$; $l=90mm$; $l_{130}=113mm$; $\alpha_s=12,0496^\circ$; $d_0=41,501m$
	KO = ZPm	18,892 115	$n=8,95V$; $n_{130}=8,35V$; $L_k=23,100m$; $A=130$; $m=0,031m$; $T=34,948m$; mezilehlá klotoida
2	KPm = ZO	18,915 215	$R=728m$; $V=80km/h$; $V_{130}=80km/h$; $D=55mm$; $l=49mm$; $l_{130}=49mm$; $\alpha_s=6,5418^\circ$; $d_0=47,258m$
	KO = ZP	18,962 474	$n=7,27V$; $n_{130}=7,27V$; $L_k=32,000m$; $A=153$; $m=0,059m$; $T=52,868m$; klotoida
	KP	18,994 474	
			přímá dl. 76,400 m
3	ZP	19,070 874	$n=8,09V$; $n_{130}=7,70V$; $L_k=93,000m$; $A=226$; $m=0,656m$; $T=173,080m$; klotoida
	KP = ZO	19,163 874	$R=549,3m$; $V=100km/h$; $V_{130}=105km/h$; $D=115mm$; $l=100mm$; $l_{130}=122mm$; $\alpha_s=28,7697^\circ$; $d_0=152,736m$
	KO = ZP	19,316 610	$n=8,52V$; $n_{130}=8,12V$; $L_k=98,000m$; $A=232$; $m=0,728m$; $T=175,263m$; klotoida
	KP	19,414 610	
			přímá dl. 114,786 m
4	ZP	19,529 396	$n=9,61V$; $n_{130}=9,15V$; $L_k=74,000m$; $A=235$; $m=0,305m$; $T=228,747m$; klotoida
	KP = ZO	19,603 396	$R=748,8m$; $V=100km/h$; $V_{130}=105km/h$; $D=77mm$; $l=81mm$; $l_{130}=97mm$; $\alpha_s=31,9117^\circ$; $d_0=302,349m$
	KO = ZP	19,905 745	$n=9,35V$; $n_{130}=8,91V$; $L_k=72,000m$; $A=232$; $m=0,288m$; $T=227,811m$; klotoida
	KP	19,977 745	
			přímá dl. 75,905 m
5	ZP	20,053 651	$n=9,32V$; $n_{130}=8,83V$; $L_k=80,500m$; $A=203$; $m=0,525m$; $T=147,611m$; klotoida
	KP = ZO	20,134 151	
	KO = ZP	20,274 305	$R=513,9m$; $V=90km/h$; $V_{130}=95km/h$; $D=96mm$; $l=90mm$; $l_{130}=112mm$; $\alpha_s=26,3127^\circ$; $d_0=140,155m$



			$n=7,41V$; $n_{130}=7,02V$; $L_k=64,000m$; $A=181$; $m=0,332m$; $T=140,287m$; klotoida
	KP	20,338 305	přímá dl. 27,160 m
6	ZP	20,365 465	$n=7,40V$; $n_{130}=7,01V$; $L_k=89,200m$; $A=191$; $m=0,810m$; $T=100,264m$; klotoida
	KP = ZO	20,454 665	$R=409,3m$; $V=90km/h$; $V_{130}=95km/h$; $D=134mm$; $l=100mm$; $l_{130}=127mm$; $\alpha_s=18,0627^\circ$; $d_0=71,530m$
	KO = ZO	20,526 196	$R=423m$; $V=90km/h$; $V_{130}=95km/h$; $D=134mm$; $l=92mm$; $l_{130}=118mm$; $\alpha_s=20,8587^\circ$; $d_0=138,595m$
7	KO = ZO	20,664 790	$R=480,5m$; $V=90km/h$; $V_{130}=95km/h$; $D=134mm$; $l=65mm$; $l_{130}=88mm$; $\alpha_s=27,0121^\circ$; $d_0=203,878m$
8	KO = ZO	20,868 669	$R=437m$; $V=90km/h$; $V_{130}=95km/h$; $D=134mm$; $l=85mm$; $l_{130}=110mm$; $\alpha_s=17,7152^\circ$; $d_0=71,604m$
9	KO = ZP	20,940 273	$n=8,29V$; $n_{130}=7,86V$; $L_k=100,000m$; $A=209$; $m=0,953m$; $T=107,840m$; klotoida
	KP	21,040 273	přímá dl. 165,158 m
10	ZP	21,205 431	$n=7,82V$; $n_{130}=7,45V$; $L_k=91,500m$; $A=223$; $m=0,640m$; $T=206,049m$; klotoida
	KP = ZO	21,296 931	$R=544,8m$; $V=100km/h$; $V_{130}=105km/h$; $D=117mm$; $l=100mm$; $l_{130}=122mm$; $\alpha_s=36,3967^\circ$; $d_0=219,972m$
	KO = ZP	21,516 902	$n=7,82V$; $n_{130}=7,45V$; $L_k=91,500m$; $A=223$; $m=0,640m$; $T=206,049m$; klotoida
	KP	21,608 402	přímá dl. 191,598 m
	KÚ	21,800 000	



4. Sklonové poměry

4.1 Popis řešení

V novém stavu je navrženo 10 lomů sklonu. První lom sklonu má poloměr $R_v = 3\,500$ m z důvodu jeho umístění v kružnicové části oblouku a zároveň jeho kopírování stávající výškové trasy. Zbytek lomů sklonu je navržen s poloměrem oskulační kružnice $R_v = 10\,000$ m z důvodu zajištění komfortu jízdy cestujících.

Ze stávajícího stavu je patrná trasa konstantního odporu, kterou se v návrhu výškového řešení snažím respektovat tak, aby byly výškové rozdíly nově navrženého stavu co nejmenší vůči stávající niveletě a pokud možno kladné směrem nahoru. Zároveň jsem se snažil plynule navázat na stávající řešení. Nejmenší vzdálenost nově navržených lomů sklonu je v celém úseku větší, než 200 m.

Niveleta klesá v celém úseku ve směru staničení do stanice Okna. Sklon se pohybuje převážně mezi 8 – 12 ‰. Pouze prvních 60 metrů trati stoupá ve sklonu 1,4 ‰.

Všechny výškové hodnoty jsou uvedeny ve výškovém systému B.p.v.

4.2 Napojení na stávající stav

Nově navržená niveleta se plynule napojuje na stávající stav. Výšková úprava geometrických parametrů koleje začíná v km 18,812 000 a končí na konci řešeného úseku v km 21,800 000.

4.3 Parametry sklonového řešení

Staničení [km]	Délka [m]	Sklon [‰]	LN [m n. m.]	Popis
18,812 000			319,114	
	61,098	+1,43		
18,873 098			319,202	$R_v=3500m; t_z=16,733m; y_v=0,040m$
	375,064	-8,13		
19,248 161			316,153	$R_v=10000m; t_z=19,133m; y_v=0,018m$
	378,113	-11,96		
19,626 274			311,632	$R_v=10000m; t_z=3,607m; y_v=0,001m$
	207,036	-11,23		
19,833 310			309,307	$R_v=10000m; t_z=3,673m; y_v=0,001m$
	207,862	-11,97		
20,041 172			306,819	$R_v=10000m; t_z=6,430m; y_v=0,002m$
	501,709	-10,68		
20,542 882			301,460	$R_v=10000m; t_z=0,610m; y_v=0,000m$
	314,613	-10,80		



20,857 495			298,060	$R_v=10000\text{m}; t_z=3,958\text{m}; y_v=0,001\text{m}$
	288,144	-11,60		
21,145 639			294,719	$R_v=10000\text{m}; t_z=2,315\text{m}; y_v=0,000\text{m}$
	260,116	-11,13		
21,405 755			291,823	$R_v=10000\text{m}; t_z=2,246\text{m}; y_v=0,000\text{m}$
	268,217	-11,58		
21,673 971			288,717	$R_v=10000\text{m}; t_z=10,043\text{m}; y_v=0,005\text{m}$
	126,029	-9,57		
21,800 000			287,510	

5. Železniční svršek

V celé délce rekonstruovaného úseku je navrženo zřízení bezстыkové koleje dle předpisu SŽDC S3/2 Bezстыková kolej [9]. Aby byla zajištěna stabilita bezстыkové koleje v místech oblouků s menšími poloměry, bude zřízeno nadvýšení a rozšíření kolejového lože.

V celém úseku pak není nutné používat pražcové kotvy.

5.1 Skladba železničního svršku

Skladba železničního svršku bude stejná po celé délce úseku. Budou použity kolejnice 49E1, betonové pražce B03, pružné bezpodkladnicové upevnění Vossloh W14. Upevnění se skládá z pružných svěrek Skl 14, vrtulí R 1, úhlových vodících vložek Wfp 14K, podložek Uls 7 a pryžových podložek WU 7. Rozdělení pražců je navrženo „c“ 674,5 mm.

5.2 Kolejové lože

Kolejové lože bude mít lichoběžníkový tvar. Sklony svahů kolejového lože jsou 1:1,25. Základní šířka horní hrany kolejového lože od osy koleje je 1,700 m v přímých úsecích a v obloucích s poloměrem větším než 500 m, v obloucích menších poloměrů bude provedeno rozšíření kolejového lože, případně nadvýšení kolejového lože dle následující tabulky.

Staničení [km]	Šířka KL od osy [m]		Poznámka
	vlevo	vpravo	
18,819 114 - 18,915 215	1,70	1,75	nadvýšení 100 mm
20,365 465 - 20,664 790	1,70	1,75	nadvýšení 100 mm
20,664 790 - 20,868 669	1,70	1,75	
20,868 669 - 21,040 273	1,70	1,75	nadvýšení 100 mm



Pláň tělesa železničního spodku je provedena jako vodorovná. Materiál kolejového lože bude štěrk frakce 31,5/63 mm v tloušťce minimálně 350 mm pod úložnou plochou pražce.

5.3 Pražcové kotvy

V řešeném úseku má nejmenší poloměr oblouku hodnotu $R = 363,5$ m. Při rozdělení betonových pražců „c“ a použití kolejnic 49E1 je nutnost použití pražcových kotev až v obloucích s poloměrem 320 metrů a menším.

V celé délce rekonstruovaného úseku tak není zapotřebí používat pražcové kotvy.

5.4 Rozšíření rozchodu koleje

Žádný z poloměrů oblouků v trati nemá hodnotu menší než 275 metrů, není tak žádoucí řešit rozšíření rozchodu koleje.

6. Železniční spodek

Z geologického hlediska se trať nachází v České křídové pánvi. Podloží je tvořeno sedimentárními horninami křídového stáří. Jedná se o křemenné pískovce, které v některých místech vystupují až na povrch a tvoří skalní zářezy.

Pro návrh pražcového podloží je uvažována zemina S3 S-F písek s příměsí jemnozrnné zeminy, namrzavá, ulehlá a s příznivým vodním režimem. V místech skalních zářezů je předpokládáno skalní podloží, tvořené zvětralým pískovcem.

6.1 Konstrukční vrstva

Požadovaná hodnota únosnosti zemní pláně je $E_{o,req} = 20$ MPa, požadovaná hodnota únosnosti pláně tělesa železničního spodku je $E_{pl,req} = 40$ MPa. Podle těchto hodnot je navrženo pražcové podloží typ 2 – použití konstrukční vrstvy.

Jako konstrukční vrstva je navržena vrstva štěrkodrti.

Skladba vrstvy: Štěrkodrt frakce 0/32 mm, tloušťka 200 mm

Index ulehlosti $I_D = 0,95$

Modul přetvárnosti $E_{def} = 80$ MPa

Konstrukční vrstva splňuje požadavky na ochranu proti nepříznivým účinkům vody a mrazu a splňuje rovněž požadovanou deformační odolnost.

V úsecích, kde se nachází skalní zářezy je navrženo pražcové podloží typ 5 – podloží s konstrukční vrstvou, asfaltovou deskou a vyrovnávací vrstvou.

Skladba vrstvy: Štěrkodrt frakce 0/32 mm, tloušťka 150 mm

Index ulehlosti $I_D = 0,95$

Modul přetvárnosti $E_{def} = 80$ MPa



Asfaltový beton ACL 16+, tloušťka 2 x 50 mm

Vyrovňovací vrstva – písek frakce 0/4 mm, tloušťka 100 mm

Konstrukce pražcového podloží v úseku je popsána v následující tabulce.

Staničení [km]	Pražcové podloží
18,812 000 - 20,200 000	typ 2
20,200 000 - 20,434 786	typ 5
20,480 000 - 20,800 000	typ 2
20,800 000 - 20,900 000	typ 5
20,880 000 - 21,355 000	typ 2
21,355 000 - 21,408 000	typ 5
21,408 000 - 21,800 000	typ 2

6.2 Svahy zemního tělesa

Svahy zemního tělesa jsou navrženy ve sklonu 1:1,75, protože je zemní těleso tvořeno nesoudržnými zeminami – písky s příměsí jemnozrnné zeminy.

Svahy skalních zářezů jsou ponechány ve stávajícím sklonu.

6.3 Zemní pláň

Zemní pláň bude provedena v jednostranném sklonu 5 %. V místech, kde se nachází pražcové podloží typ 5, je příčný jednostranný sklon zemní pláně 3 %. Změna sklonu zemní pláně z levostranného na pravostranný a obráceně bude provedena na délce 5 m. Zemní pláň bude po odtěžení stávajícího kolejového lože a konstrukčních vrstev zhutněna a srovnána do požadovaného sklonu a požadované deformační odolnosti zemní pláně 20 MPa.

Staničení [km]	Popis sklonu	Délka [m]	Sklon [%]
18,812 000 - 20,200 000	levostranný	1388,000	5
20,200 000 - 20,205 000	změna sklonu	5,000	
20,205 000 - 20,270 000	pravostranný	65,000	3
20,270 000 - 20,275 000	změna sklonu	5,000	
20,275 000 - 20,434 000	levostranný	159,000	3
20,434 000 - 20,800 000	levostranný	366,000	5
20,800 000 - 20,900 000	levostranný	100,000	3
20,900 000 - 21,355 000	levostranný	455,000	5
21,355 000 - 21,408 000	levostranný	53,000	3
21,408 000 - 21,800 000	levostranný	392,000	5



6.4 Plán tělesa železničního spodku

Téměř celý úsek se nachází v zářezu. Z tohoto důvodu je plán tělesa železničního spodku navržena jako vodorovná, 550 mm pod horní plochou pražce. Šířka pláň tělesa železničního spodku je v základním stavu 3 m od osy koleje na každou stranu. V místech nedostatečné šířky pláň tělesa železničního spodku bude rozšířena pomocí konstrukce zhotovené z vyzískaných pražců. Při použití odvodňovacích žlabů J-velký, které jsou umístěny 2,450 m od osy koleje bude plán tělesa železničního spodku ukončena horní hranou žlabů. Rovněž při použití odvodňovacích žlabů UCB 0 umístěných 2,35 m od osy koleje v přímé, 2,38 m (2,48 m) od osy koleje v oblouku na vnější straně, bude plán tělesa železničního spodku ukončena hranou žlabů.

Vzdálenost hrany pláň tělesa železničního spodku od osy koleje je dána následující tabulkou.

Staničení [km]	Šířka pláň tělesa železničních spodku	
	Vlevo [m]	Vpravo [m]
18,812 000 - 18,834 016	3,000	3,000
18,834 016 - 18,880 000	3,000	3,100 (změna profilu KL)
18,880 000 - 18,978 474	2,350 (UCH 0)	2,380 (UCH 0)
18,978 474 - 19,117 874	2,350 (UCH 0)	2,350 (UCH 0, UCB 0)
19,117 874 - 19,365 610	2,480 (UCH 0)	2,350 (UCH 0)
19,365 610 - 19,566 396	2,350 (UCH 0)	2,350 (UCH 0)
19,566 396 - 19,650 000	2,350 (UCH 0)	2,380 (UCH 0)
19,650 000 - 19,809 915	3,000	3,100 (změna profilu KL)
19,809 915 - 19,815 115	3,375 (propustek)	3,325 (propustek)
19,815 115 - 19,836 000	3,000	3,100 (změna profilu KL)
19,836 000 - 19,900 000	2,350 (UCH 0)	2,380 (UCH 0)
19,900 000 - 19,941 745	3,000	3,100 (změna profilu KL)
19,941 745 - 19,967 646	3,000	3,000
19,967 646 - 19,973 246	3,125 (propustek)	3,125 (propustek)
19,973 246 - 20,093 651	3,000	3,000
20,093 651 - 20,306 305	3,200 (změna profilu KL)	3,000
20,306 305 - 20,410 465	3,000	3,000
20,410 465 - 20,990 273	3,000	3,200 (změna profilu KL)
20,990 273 - 21,090 000	3,000	3,000
21,090 000 - 21,251 431	3,000	2,450 (J "velký")
21,251 431 - 21,355 000	3,200 (změna profilu KL)	2,450 (J "velký")
21,355 000 - 21,562 902	3,200 (změna profilu KL)	3,000
21,562 902 - 21,800 000	3,000	3,000



6.5 Rozšíření pláně tělesa železničního spodku pomocí vyzískaných pražců

Rozšíření pláně tělesa železničního spodku je provedeno pouze v části náspu železničního tělesa pomocí vyzískaných pražců SB 6. Rozšíření bude provedeno vlevo ve směru staničení od osy koleje. Konstrukce se skládá z třech pražců ve dvou řadách, spojených ocelovou sponou $\varnothing 16$ mm, délky 1,88 m. Pražce budou uloženy na suchou betonovou směs C12/15 minimální tloušťky 100 mm. Obsyp pražců bude proveden štěrskem frakce 4/8 mm. Horní plocha pražců bude pokryta konstrukční vrstvou štěrkokodrti a bude ve spádu 5 %.

Staničení [km]	Rozšíření - vlevo	Délka úseku [m]
20,536 000 - 20,610 000	pomocí vyzískaných pražců	74,000 m

6.6 Ochrana skalních svahů

V několika místech řešeného úseku jsou zářezy tvořeny skalními horninami. Jedná se o navětralé až silně zvětralé pískovce. V projektu neuvažují s žádnou ochranou svahů (sítě, kotvení, apod.). Kvalita těchto hornin bude před stavbou posouzena geotechnickým posudkem a případně budou navržena odpovídající opatření, protože se skály nachází v některých místech i v nejbližší vzdálenosti 3 metry od osy koleje.

6.7 Vegetační ochrana svahů

Ohumusování bude provedeno v místech, kde došlo v důsledku stavebních prací k jeho odstranění a také bude provedeno na nově zřízených svazích. V částech úseku, kde se nachází nezpevněné drážní příkopy, bude ohumusování zřízeno 0,5 m od vnější hrany dna příkopu. V částech úseku, kde bude použit zpevněný příkop z tvárnic TZZ5 bude ohumusování provedeno již od hrany odvodňovací tvárnice. Lavičky se nebudou ohumusovávat.

Ohumusování bude provedeno rozprostřením ornice o tloušťce 0,15 m a osetím travního semene.

6.8 Lavičky

Mezi patou náspu a příkopem budou zřízeny lavičky o šířce 1 m a příčném sklonu 5 % směřující do příkopu.

Staničení [km]	Umístění	Délka úseku [m]
20,434 000 - 20,571 306	vpravo	137,306
20,577 962 - 20,789 166	vpravo	211,204



6.9 Stavby železničního spodku

V km 18,986 000 až km 19,046 000 se v blízkosti trati nachází rodinný dům. Z tohoto důvodu bude zřízena gabionová zeď. Bude provedena na betonový základ, vybetonovaný z betonu C20/25 tloušťky 600 mm, ihned za příkopový žlab UCB 0. Šířka základu bude 981 mm. Samotná zeď bude provedena ze tří košů rozměrů 1 x 1 m a jednoho koše 0,5 x 0,5 m. Koše budou vzájemně odsazeny o 0,1 m a skloněny směrem do svahu ve sklonu 5:1. Poslední koš menšího rozměru je odsazen 0,4 m od hrany třetího koše. Za koši bude umístěna separační geotextilie 250 g/m². Prostor svahu nad gabionovou zdí bude opatřen vegetační ochranou ohumusováním a osetím travním semenem. Délka zdi je 60 m.

7. Odvodnění

V celém úseku trati bude provedena obnova odvodnění. Odvodnění bude zřízeno pomocí zpevněných i nezpevněných příkopů, příkopových žlabů a trativodů. Nově bude také zřízen jeden propustek.

Levý příkop			
Staničení [km]	Typ příkopu	Sklon [‰]	Délka [m]
18,812 000 - 18,852 703	zpevněný TZZ5	+1,43	40,703
18,852 703 - 18,880 000		-8,13	27,297
18,880 000 - 19,248 161	příkopový žlab UCH 0	-8,13	368,161
19,248 161 - 19,626 274		-11,96	378,113
19,626 274 - 19,650 000		-11,23	23,726
19,650 000 - 19,681 282	nezpevněný příkop	-5,00	31,282
19,681 282 - 19,809 915		-11,23	128,633
19,809 915 - 19,812 515	odláždění vtoku propustku	-356,20	2,600
19,812 515	propustek		
19,812 515 - 19,815 115	odláždění vtoku propustku	+210,15	2,600
19,815 115 - 19,836 000	nezpevněný příkop	-5,28	20,885
19,836 000 - 19,900 000	příkopový žlab UCH 0	-11,97	64,000
19,900 000 - 19,967 646	nezpevněný příkop	-11,97	67,646
19,967 646 - 19,970 446	odláždění vtoku propustku	-427,70	2,800
19,970 446	propustek		
19,970 446 - 19,973 246	odláždění vtoku propustku	+473,40	2,800
19,973 246 - 20,041 172	nezpevněný příkop	-11,97	67,926
20,041 172 - 20,086 000		-10,68	44,828
20,200 000 - 20,270 458	trativod	-10,68	70,458
20,800 000 - 20,857 495	trativod	-10,80	57,495



20,857 495 - 20,900 000		-11,60	42,505
20,900 000 - 20,957 611	nezpevněný příkop	-5,00	57,611
20,957 611 - 21,145 639		-11,60	188,027
20,074 092 - 21,116 521	trativod přejezdu	-5,00	42,429
21,145 639 - 21,355 000	nezpevněný příkop	-11,13	209,360
21,355 000	propustek		
21,358 000 - 21,408 000	trativod	-11,13	50,000
21,408 000 - 21,465 732	nezpevněný příkop	-5,00	57,732
21,465 732 - 21,673 971		-11,58	208,239
21,673 971 - 21,800 000		-9,57	126,029

Pravý příkop			
Staničení [km]	Typ příkopu	Sklon [‰]	Délka [m]
18,812 000 - 18,840 362	zpevněný TZZ5	+1,43	28,362
18,840 362 - 18,880 000		-8,13	39,638
18,880 000 - 18,986 000	příkopový žlab UCH 0	-8,13	106,000
18,986 000 - 19,046 000	příkopový žlab UCB 0	-8,13	60,000
19,046 000 - 19,248 161	příkopový žlab UCH 0	-8,13	202,161
19,248 161 - 19,626 274		-11,96	378,113
19,626 274 - 19,650 000		-11,23	23,726
19,650 000 - 19,700 211	nezpevněný příkop	-5,00	50,211
19,700 211 - 19,809 915		-11,23	109,704
19,809 915 - 19,812 515	odláždění vtoku propustku	-324,31	2,600
19,812 515	propustek		
19,812 515 - 19,815 115	odláždění vtoku propustku	+186,60	2,600
19,815 115 - 19,836 000	nezpevněný příkop	-11,97	20,885
19,836 000 - 19,900 000	příkopový žlab UCH 0	-11,97	64,000
19,900 000 - 19,967 646	nezpevněný příkop	-11,97	67,646
19,967 646 - 19,970 446	odláždění vtoku propustku	-376,63	2,800
19,970 446	propustek		
19,970 446 - 19,973 246	odláždění vtoku propustku	+464,48	2,800
19,973 246 - 20,041 172	nezpevněný příkop	-11,97	67,926
20,041 172 - 20,200 000		-10,68	158,828
20,200 000 - 20,434 000	trativod	-10,68	234,000
20,434 000 - 20,571 306	zpevněný TZZ5	-55,60	137,306
20,574 000	propustek		
20,577 962 - 20,789 166	nezpevněný příkop	+20,72	211,204
20,800 000 - 20,857 495	trativod	-10,80	57,495



20,857 495 - 20,900 000		-11,60	42,505
20,900 000 - 20,949 424	nezpevněný příkop	-5,00	49,424
20,949 424 - 21,084 000		-11,60	188,027
21,084 000 - 21,090 000	zaústění příkopu do žlabu odlážděním	-63,64	6,000
21,090 000 - 21,145 639	příkopový žlab J "velký"	-11,60	55,639
21,145 639 - 21,355 000		-11,13	209,360
21,358 000 - 21,405 755	trativod	-11,13	47,755
21,405 755 - 21,423 000		-11,58	17,245
21,423 000 - 21,475 073	nezpevněný příkop	-5,00	52,073
21,475 073 - 21,673 971		-11,58	198,898
21,673 971 - 21,800 000		-9,57	126,029

7.1 Příkopové žlaby

Příkopové žlaby budou uloženy na podkladní beton C12/15 tloušťky 0,15 m a budou zasypány nepropustnou vrstvou štěrkodrti frakce 0/4 mm do výšky odvodňovacích kanálků, ve sklonu 5 % ke stěně žlabu. Na nepropustnou vrstvu se položí filtrační geotextilie 300 g/m², zabraňující vyplavování jemných částic do žlabu. Zbytek výkopu bude zasypán okolní zeminou. Zemina je dobře propustná, protože se jedná o písek. Výkop pro žlab J „velký“ bude široký 1,5 m, tedy 0,4 m vně na každou stranu žlabu. Hrana žlabu je navržena ve vzdálenosti 2,45 m od osy koleje. Výkop pro žlab UCH 0 bude široký 1,67 m. Hrana žlabu musí být vždy minimálně 2,35 m od osy koleje. Výkop pro žlab UCB 0 bude široký 1,27 m, zásyp z nepropustné vrstvy bude proveden pouze směrem k ose koleje, vnější strana žlabu bude sloužit jako bednění pro základ gabionové zdi. Sklony svahů výkopu jsou 5:1. Žlaby spolu s horní krycí deskou slouží pro rozšíření pláň tělesa železničního spodku a jako drážní stezka.

Všechny příkopové žlaby budou opatřeny hydroizolačním nátěrem.

7.2 Trativod

Podélné trativody byly navrženy ve skalních zářezích z důvodu omezení výkopových prací. Jsou navrženy po obou stranách zářezu. Průměr těchto trativodů je 150 mm. Dále je potom navržen trativod pro odvodnění přejezdu P3214, jehož dimenze je 200 mm. Trativodní rýhy budou provedeny minimálně 2,55 m od osy koleje. Jejich hloubka je minimálně 0,4 m pod konstrukčními vrstvami a šířka dna je 0,45 m. Vyrovnávací vrstva bude provedena z písku frakce 0/4 mm v tloušťce 0,1 m. Filtrační geotextilie 300 g/m² se přetáhne o 0,3 m přes okraj rýhy na zemní pláň, na opačné straně rýhy se přikotví ke skále. Perforovaná plastová trubka DN 150 se osadí doprostřed trativodní rýhy. Zásyp trativodu bude proveden štěrskem frakce 16/32 mm. V nejvyšším místě trativodu se umístí vrcholová šachta trativodu o průměru 0,315 m. Průměr kontrolních šachet je také



0,315 m. Trativod je mezi šachtami přímý. Kontrolní šachty trativodu jsou maximálně ve vzdálenosti 50 m. Převážná část trativodních šachet je ovšem ve směrových obloucích a jejich vzdálenost je proto 25 m. Šachty jsou plastové s plastovým poklopem v úrovni stezky. Trativody budou vyústěny do příkopů vždy minimálně 0,2 m nad dnem příkopu.

Výpis trativodních šachet je dán následujícími tabulkami pro levý i pravý trativod.

Levý trativod			
Staničení [km]	Typ	Označení	Výška dna [m n. m.]
20,200 000	vrcholová	Šv1-L	303,794
20,225 000	kontrolní	Šk2-L	303,527
20,250 000	kontrolní	Šk3-L	303,260
20,267 208	kontrolní	Šk4-L	303,076
20,570 458	vyústění	Tv5-L	303,042
20,800 000	vrcholová	Šv16-L	297,182
20,825 000	kontrolní	Šk17-L	296,911
20,850 000	kontrolní	Šk18-L	296,641
20,875 000	kontrolní	Šk19-L	296,357
20,894 000	kontrolní	Šk20-L	296,137
20,900 000	vyústění	Tv21-L	296,067
20,074 092	vrcholová	Šv28-L	293,999
21,115 462	kontrolní	Šk29-L	293,792
21,116 521	vyústění	Tv30-L	293,787
21,358 000	vrcholová	Šv31-L	290,855
21,383 000	kontrolní	Šk32-L	290,577
21,402 525	kontrolní	Šk33-L	290,359
21,408 000	vyústění	Tv34-L	290,297

Pravý trativod			
Staničení [km]	Typ	Označení	Výška dna [m n. m.]
20,200 000	lapač splavenin	Ls6-P	303,622
20,210 400	kontrolní	Šk7-P	303,511
20,225 000	kontrolní	Šk8-P	303,355
20,250 000	kontrolní	Šk9-P	303,088
20,275 000	kontrolní	Šk10-P	302,821
20,300 000	kontrolní	Šk11-P	302,554
20,350 000	kontrolní	Šk12-P	302,020
20,400 000	kontrolní	Šk13-P	301,486
20,432 350	kontrolní	Šk14-P	301,140



20,434 000	vyústění	Tv15-P	301,123
20,800 000	vrcholová	Šv22-P	297,354
20,825 000	kontrolní	Šk23-P	297,083
20,850 000	kontrolní	Šk24-P	296,813
20,875 000	kontrolní	Šk25-P	296,529
20,894 000	kontrolní	Šk26-P	296,309
20,900 000	vyústění	Tv27-P	296,239
21,358 000	vrcholová	Šv35-P	291,027
21,383 000	kontrolní	Šk36-P	290,749
21,408 000	kontrolní	Šk37-P	290,531
21,414 073	kontrolní	Šk38-P	290,364
21,423 000	vyústění	Tv39-P	290,261

7.3 Nezpevněný příkop

Nezpevněné drážní příkopy jsou navrženy lichoběžníkového tvaru. Šířka dna je 0,4 m. Minimální hloubka příkopu od pláně tělesa železničního spodku je 0,5 m. Vyústění zemní pláně nad dnem příkopu je minimálně 0,15 m. Vnitřní sklon příkopu je 1:1,5, vnější sklon příkopu je 1:1,75. Vzdálenost příkopu od osy koleje se řídí požadavky na výše zmíněné hodnoty hloubek a vzdáleností.

7.4 Zpevněný příkop

Zpevněný příkop bude proveden tvárnicemi TZZ5. Jsou navrženy v místech, kde není možné použít nezpevněný příkop, protože to neumožňuje sklon příkopu. Tvárnice budou osazeny do vrstvy betonu C12/15 tloušťky 0,10 m. Příčné spáry mezi tvárnicemi budou vyplněny cementovou maltou MC10. Dno tvárnice je v hloubce minimálně 0,50 m pod plání tělesa železničního spodku. Ohumusování svahu vnějšího příkopu bude začínat ihned u hrany tvárnice.

7.5 Lapač splavenin

V km 20,200 000 bude zhotoven monolitický lapač splavenin. Bude zhotoven z betonu C16/20. Jeho vnitřní rozměry budou 1 x 0,8 m. Tloušťky stěn jsou 0,25 m. Do lapače bude zaústěn nezpevněný drážní příkop. Vtok do lapače je opatřen kamenným filtrem. Lapač je opatřen ocelovou mříží, která zamezuje vniknutí větších splavenin do lapače. Usazovací prostor má hloubku 0,3 m. Výška dna je 303,322 m n. m.

7.6 Propustky

V traťovém úseku se nachází 3 propustky.

Staničení [km]	Typ propustku	Rozměry
19,812 515	rámový	světlost 0,76 m, volná výška 1,1 m



19,970 446	trubní	DN 750
20,574 000	klenutý	světlost 1,26 m, výška 2,5 m

Propustky v km 19,812 515 a km 19,970 446 nesplňují šířku pláň tělesa železničního spodku, a proto budou jejich čela rozšířena obetonováním. Obetonování bude provedeno betonem C20/25. Bude na ně osazeno zábradlí 3,125 m od osy koleje výšky 1100 mm. Propustky jsou v dobrém technickém stavu, bude provedeno jejich vyčištění. Zaústění nezpevněných příkopů do propustků bude provedeno skluzy z lomového kamene.

Propustek v km 20,574 000 slouží zároveň jako podchod pod tratí, je jím provedena červená turistická trasa.

Nově bude zřízen propustek v km 21,355 000 a to z důvodu odvodu vody z příkopových žlabů mezi km 21,090 000 a km 21,355 000 a ušetření výkopových prací ve skalním zářezu. Propustek bude trubní z plastové roury průměru 600 mm. Čela budou obetonována lomovým kamenem. Odvod vody z propustku je řešen vyústěním na hranici drážního pozemku nezpevněným příkopem kolmo k ose koleje.

V místě železničního přejezdu budou zřízeny 2 propustky podélně k ose koleje pro protažení nezpevněných příkopů pod konstrukcí přejezdu. Tyto propustky budou provedeny z perforovaných trubek průměru 400 mm, uložených na podkladní beton C12/15 tloušťky 0,1 m a příčně zajištěných monolitickými betonovými opěrkami z betonu C12/15. Délka propustků je 7 m. Podélný sklon propustků je stejný jako sklon koleje v přejezdu, a to klesající ve směru staničení 11,60 ‰.

8. Přejezdy

V řešeném úseku trati se nachází jeden úrovnový železniční přejezd P3214, zabezpečený výstražným křížem. Přejezd je trvale uzavřený a leží v přímém úseku trati ve staničení 21,080 092. Trať v místě kříží lesní cestu.

Stávající živičná konstrukce přejezdu bude snesena a nahrazena novou živičnou konstrukcí. Konstrukce je navržena na základě rychlostního pásma a dopravního zatížení na účelových komunikacích. Bude zhotovena z asfaltových vrstev ACO11+ a ACP16+ a vrstev šterkodrti. V oblasti kolejnice jsou použity vnitřní a vnější příložky.

Skladba vrstvy účelové komunikace:

ACO11+	40 mm
Spojovací postřik z emulze PSE	0,5 kg/m ²
ACP16+	50 mm
Výztužná tahová vložka	
Šterkodrt' frakce 0/32	150 mm
Šterkodrt' frakce 0/32	150 mm
Separční geotextilie	250 g/m ²



Zabezpečení výstražnými kříži a závorovými břevny bude ponecháno.
Odvádění vody z povrchu účelové komunikace je zajištěno jejím podélným sklonem.
Odvodnění konstrukční vrstvy je zajištěno trativodem DN 200. Převedení nebezpečných příkopů je provedeno trubními propustky po obou stranách přejezdu. Vnitřní průměr propustků je 400 mm.

9. Mosty

V traťovém úseku se nenachází žádný mostní objekt.

10. Křížení s inženýrskými sítěmi a jiná křížení

V celé délce úseku se nenachází elektrické vedení ani není známa žádná inženýrská síť, která by křížila trať.

V km 18,903 421 se nachází silniční ocelový nadjezd. Výška nivelety převáděné komunikace v ose koleje je 325,358 m n. m. Posun osy v tomto místě je 0,003 m vlevo od stávající trasy a zdvih (pokles) nivelety temene kolejnice je 0,006 pod stávající polohu nivelety.

V Havlíčkově Brodě dne 22. 5. 2018

.....
Vypracoval: Michal Dohnal



11. 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, říjen 2008.
- [2] PLÁŠEK, Otto. *Železniční stavby: železniční spodek a svršek*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004. ISBN 80-214-2620-9.
- [3] Vzorový list železničního spodku Ž1 Základní rozměry pláňě tělesa železničního spodku
- [4] Vzorový list železničního spodku Ž2 Zemní těleso
- [5] Vzorový list železničního spodku Ž3 Odvodňovací zařízení
- [6] Vzorový list železničního spodku Ž4 Pražcové podloží
- [7] Vzorový list železničního spodku Ž11 Železniční přejezdy a přechody
- [8] Předpis SŽDC S3 – Železniční svršek
- [9] Předpis SŽDC S3/2 – Bezstyková kolej
- [10] Předpis SŽDC S4 – Železniční spodek
- [11] Mapový portál mapy.cz [online] [cit. 2018-02-02]
Dostupné z: <http://www.mapy.cz/>
- [12] Google mapy [online] [cit. 2018-02-02]
Dostupné z: <http://www.google.cz/maps>
- [13] Česká geologická služba, geovědní mapa 1:50 000 [online] [cit. 2018-03-01]
Dostupné z: <http://mapy.geology.cz/geocr50/>
- [14] Český úřad zeměměřický a katastrální, nahlížení do katastru nemovitostí [online] [cit. 2018-02-23] Dostupné z: <http://nahlizeni.dokn.cuzk.cz>
- [15] ŽPSV, katalog betonových výrobků 2015 [online] [cit. 2018-03-04]
Dostupné z: <http://www.zpsv.cz/ohl-group/katalogy/ZPSV-katalog-2015.pdf>



12. Seznam použitých zkratk

α_s	středový úhel směrového oblouku [°]
A	parametr klotoidy [-]
B.p.v.	Balt po vyrovnání
ČSN	česká státní norma
D	převýšení koleje [mm]
dl.	délka [m]
d_0	délka kružnicové části směrového oblouku [m]
l	nedostatek převýšení [mm]
l_{130}	nedostatek převýšení pro vozidla s povoleným nedostatkem převýšení 130 mm [mm]
KL	kolejové lože
KO	konec oblouku
KP	konec přechodnice
KPm	konec mezilehlé přechodnice
KÚ	konec úseku
L_k	délka krajní přechodnice tvaru klotoidy měřená v ose koleje [m]
$L_{k,m}$	délka mezilehlé přechodnice tvaru klotoidy měřená v ose koleje [m]
LN	lom sklonu koleje
m	odsazení kružnicové části oblouku od tečny přechodnice v jejím počátku [m]
m_m	vzájemné odsazení kružnicových oblouků o poloměrech R_1 a R_2 u mezilehlé přechodnice [m]
n	součinitel strmosti vzhledem k vodorovnici [-]
n_{130}	součinitel strmosti vzhledem k vodorovnici pro vozidla s povoleným nedostatkem převýšení 130 mm [-]
R	poloměr kružnicového oblouku [m]
R_v	poloměr zaoblení lomu sklonu [m]
S-JTSK	systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
SŽDC	Správa železniční dopravní cesty
T	délka tečny [m]
t_z	délka tečny zaoblení lomu sklonu [m]
V	traťová rychlost [km/h]
V_{130}	rychlost pro vozidla s povoleným nedostatkem převýšení 130 mm [km/h]
y_v	y-ová souřadnice vrcholu zaoblení lomu sklonu [m]
ZO	začátek oblouku
ZP	začátek přechodnice
ZPm	začátek mezilehlé přechodnice
ZÚ	začátek úseku
žst.	železniční stanice



13. Příloha A: Návrh pražcového podloží včetně posouzení na účinky mrazu

Návrh pražcového podloží

Druh tratě: Stávající trať – hlavní traťová kolej na celostátní trati ostatní pro rychlost menší než 120 km/h

Minimální požadované hodnoty modulu přetvárnosti: (tabulka 1. v příloze 6 předpisu SŽDC S4)

zemní pláň	$E_{o,req} = 20 \text{ MPa}$
pláň tělesa železničního spodku	$E_{pl,req} = 40 \text{ MPa}$

Podloží:

Písek jemnozrný	S3 S-F
ulehlost	ulehlá
modul přetvárnosti	$E_o = 25 \text{ MPa}$,
namrzavost	namrzavá
vodní režim	příznivý

Opravný součinitel pro písčité zeminy S3 až S5:

$$z = 0,9$$

Redukovaný modul přetvárnosti:

$$E_{o,r} = E_o \cdot z = 25 \cdot 0,9 = 22,5 \text{ MPa}$$

Návrh konstrukční vrstvy:

vrstva ze štěrkodrti	
frakce	0/32 mm
relativní ulehlost	$I_D = 0,95$
modul přetvárnosti	$E_{def} = 80 \text{ MPa}$

$$k_1 = \frac{E_{o,r}}{E_{def}} = \frac{22,5}{80} = 0,281$$

navržená tloušťka konstrukční vrstvy	$h_{kv} = 0,20 \text{ m}$
průměr zatěžovací desky	$D = 0,3 \text{ m}$

$$k_2 = \frac{h_{kv}}{D} = \frac{0,20}{0,3} = 0,67$$

odečtení hodnoty k_3 z nomogramu DORNII (obr. 8 v příloze 6 předpisu SŽDC S4)

$$E_{pl} = k_3 \cdot E_{def} = 0,51 \cdot 80 = 40,8 \text{ MPa}$$

Posouzení:

$$E_{pl} \geq E_{pl,req} [\text{MPa}]$$

$$40,8 \text{ MPa} \geq 40 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE



Konstrukce tělesa železničního spodku z hlediska deformační odolnosti vyhovuje.

Posouzení na účinky mrazu

index mrazu	$I_{mr} = 500 \text{ °C} \cdot \text{den}$
tloušťka kolejového lože	$h_{kl} = 0,55 \text{ m}$
dovolená tloušťka promrzání zemní pláně	$h_{z,dov} = 0,60 \text{ m}$

Hloubka promrzání:

$$h_{pr} = 0,045 \cdot \sqrt{I_{mr}} = 0,045 \cdot \sqrt{500} = 1,01 \text{ m}$$

Určení ekvivalentní tloušťky vrstvy, odpovídající tloušťce štěrkopískové vrstvy:

$$h_{\xi P} = h_{kv} \cdot \frac{\lambda_{\xi P}}{\lambda_{\xi D}} = 0,20 \cdot \frac{2,30}{2,00} = 0,23 \text{ m}$$

Posouzení:

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

$$1,01 \leq 0,55 + 0,60 + 0,23$$

$$1,01 \text{ m} \leq 1,38 \text{ m}$$

VYHOVUJE

Navrhované konstrukční vrstvy z hlediska ochrany zemní pláně před nepříznivými účinky mrazu vyhovují.



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

VÝKAZ VÝMĚR

BILL OF QUANTITIES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Michal Dohnal

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. TOMÁŠ ŘÍHA

BRNO 2018



Železniční spodek

Číslo položky	Položka	Jednotka	Množství
1	Konstrukční vrstva (šterkodrt 0/32)	m ³	5963
2	ACL16+	m ³	202
3	Písek frakce 0/4	m ³	234
4	Skrývka ornice	m ³	1560
5	Odtěžená zemina	m ³	20880
6	Odtěžená hornina	m ³	1744
7	Ohumusování	m ³	1737
8	Příkopový žlab J velký	ks	106
9	Příkopový žlab UCH 0	ks	640
10	Příkopový žlab UCB 0	ks	24
11	Poklop příkopového žlabu J velký	ks	858
12	Poklop příkopových žlabů U	ks	5380
13	Příkopová tvárnice TZZ 5	ks	912
14	Cementová malta MC10	m ³	1,2
15	Podkladní beton C12/15	m ³	411
16	Mříž lapače splavenin	ks	1
17	Trativodní trubka DN 150	m	619,458
18	Trativodní trubka DN 200	m	42,429
19	Perforovaná trubka DN 400	m	14
20	Perforovaná trubka DN 600	m	8
21	Šachta vrcholová DN 300	ks	6
22	Šachta kontrolní DN 300	ks	25
23	Suchá betonová směs C12/15	m ³	4,5
24	Vyzískané pražce SB 6	ks	422
25	Ocelová spona 1,88 m	ks	108
26	Geotextilie 250 g/m ²	m ²	40
27	Geotextilie 300 g/m ²	m ²	4826
28	Výztužná tahová vložka	m ²	40
29	Příložka vnější	m	8
30	Příložka vnitřní	m	8
31	ACO11+	m ³	1,5
32	ACP16+	m ³	2
33	Spojovací postřík z emulze PSE	kg	20
34	Gabionový koš 1 x 1 m	ks	180
35	Gabionový koš 0,5 x 0,5 m	ks	60



36	Lomový kámen (výplň gabionů)	m ³	187,5
37	beton C20/25 (obetonování propustků)	m ³	40
38	beton C16/20 (lapač splavenin)	m ³	1,5

Železniční svršek

Číslo položky	Položka	Jednotka	Množství
39	kolejnice 49E1 - nové	m	5976
40	Snesená kolejová pole	m	2988
41	Odtěžené kolejové lože	m ³	5220
42	Nové kolejové lože	m ³	7420
43	Pražce B03 - nové	ks	4430
44	Bezpodkladnicové upevnění Vossloh W14	ks	8860

V Havlíčkově Brodě dne 22. 5. 2018

.....

Vypracoval: Michal Dohnal