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	Petra Machová
Název	Rekonstrukce železniční tratě Hanušovice - Jeseník mezi km 9,400 a km 12,329
Vedoucí práce	Ing. Tomáš Říha
Datum zadání	30. 11. 2018
Datum odevzdání	24. 5. 2019

V Brně dne 30. 11. 2018

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

Navrhněte úpravu geometrických parametrů koleje a rekonstrukci železničního svršku železniční tratě Hanušovice - Jeseník v úseku od km 9,400 do km 12,329 (po ZV 5 v žst. Branná).
Při rekonstrukci je potřeba také řešit železniční přejezdy P4280 a P4281 podle platných právních předpisů.
V rámci vaší práce navrhněte 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

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 HANUŠOVICE - JESENÍK MEZI KM 9,400 A KM 12,329

HANUSOVICE - JESENIK RAILWAY TRACK RECONSTRUCTION (SECTION BETWEEN KM 9.400 AND KM 12.329)

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE — Petra Machová
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE — Ing. TOMÁŠ ŘÍHA
SUPERVISOR

BRNO 2019

ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce je rekonstrukce jednokolejné železniční trati Hanušovice - Jeseník v km 9,400 - 12,329. Úkolem je navrhnout úpravu geometrických parametrů koleje a rekonstrukci železničního svršku. Při rekonstrukci je nutné řešit železniční přejezdy podle platných právních předpisů a navrhnout obnovu odvodnění.

KLÍČOVÁ SLOVA

Rekonstrukce železniční trati, geometrické parametry, železniční svršek, železniční spodek, železniční přejezd, odvodnění

ABSTRACT

The objective of my bachelors thesis is the reconstruction of single-line railway track Hanušovice – Jeseník in km 9,400 - 12,329 track section. Design of track geometry parameters and permanent way assembly is the main part of this work. Solve problems with railway crossings and drainage system is necessary during the reconstruction.

KEYWORDS

Reconstruction railway track, geometry parameters, railway substruckture, railway superstructure, railway crossing, drainage

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Petra Machová *Rekonstrukce železniční tratě Hanušovice - Jeseník mezi km 9,400 a km 12,329.* Brno, 2019. 32 s., 60 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav železničních konstrukcí a staveb. Vedoucí práce Ing. Tomáš Říha

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Rekonstrukce železniční tratě Hanušovice - Jeseník mezi km 9,400 a km 12,329* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 14. 5. 2019

Petra Machová
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Rekonstrukce železniční tratě Hanušovice - Jeseník mezi km 9,400 a km 12,329* zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 14. 5. 2019

Petra Machová
autor práce

PODĚKOVÁNÍ
Děkuji vedoucímu své bakalářské práce, Ing. Tomáši Říhovi, za odborné vedení, cenné rady, za jeho vstřícnost a milý přístup v průběhu zpracovávání této práce.

Děkuji také své rodině a nejbližším za pevné nervy a podporu při studiu.

Obsah

1. ZÁKLADNÍ INFORMACE 8
1.1. Identifikační údaje stavby 8
1.2. Zásady pro vypracování 8
1.3. Podklady a literatura 8
2. STÁVAJÍCÍ STAV 9
2.1. Směrové poměry 9
2.2. Sklonové poměry 11
2.3. Železniční svršek 11
2.4. Železniční spodek 11
2.4.1. Odvodnění 11
2.5. Stavby železničního spodku 12
2.6. Úrovňová křížení 12
2.7. Křížení inženýrských sítí 12
3. NAVRHOVANÝ STAV 13
3.1. Popis nového stavu 13
3.2. Směrové poměry 14
3.3. Sklonové poměry 17
3.4. Železniční svršek 18
3.4.1. Skladba železničního svršku 18
3.4.2. Kolejové lože 19
3.4.3. Rozšíření rozchodu koleje 20
3.5. Železniční spodek 21
3.5.1. Konstrukční vrstva 21
3.5.2. Pláň tělesa železničního spodku 21
3.5.3. Zemní pláň 21
3.5.4. Nevhodná poloha trati a silnice II./369 Nové Losiny – Branná 22
3.5.5. Svahy zemního tělesa 23
3.5.6. Ochrana svahů 23
3.5.7. Odvodnění 24
3.5.7.1. Příkopové žlaby 25
3.5.7.2. Trativod 25
3.5.7.3. Příčný převod vody 25
3.5.7.4. Horská vpusť 26
3.5.7.5. Nezpevněné drážní příkopy 26

3.5.7.6. Propustky 26
3.5.8. Stavby železničního spodku 27
3.6. Přejezdy 27
3.6.1. Přejezd P4280 v km 1,730 645 27
3.6.2. Přejezd P4281 v km 2,440 991 28
4. ZÁBORY POZEMKŮ 28
5. ZÁVĚR 28
6. POUŽITÁ LITERATURA 29
7. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK 30
8. PŘÍLOHY 31
8.1. Posouzení podloží na účinky mrazu 31
8.2. Rozšíření rozchodu koleje 32

1. Základní informace

1.1. Identifikační údaje stavby

Název stavby:	Rekonstrukce železniční tratě Hanušovice-Jeseník v km 9,400 – 12,329
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 292 Hanušovice-Jeseník km 9,400 – km 12,329 (výhybka č. 5 žst. Branná)
Katastr:	Katastrální území Vikantice, Branná
Okres:	Šumperk
Kraj:	Olomoucký
Projektant:	Petra Machová
Vedoucí projektu:	Ing. Tomáš Říha

1.2. Zásady pro vypracování

Cílem bakalářské práce je návrh úpravy geometrických parametrů koleje a rekonstrukce železničního svršku železniční tratě Hanušovice – Jeseník se snahou o zvýšení traťové rychlosti. Při rekonstrukci jsou řešeny železniční přejezdy podle platných právních předpisů. V rámci práce navrhuji 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

1.3. Podklady a literatura

Nákresný přehled železničního svršku
Geodetické zaměření tratě
ČSN 73 6360-1 Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha – Část 1:Projektování, platnost od 11/2008
Vzorové listy železničního spodku, platnost od 1.2.2002
Předpis SŽDC S3 Železniční svršek, platnost od 1.9.2008
Předpis SŽDC S4 Železniční spodek, platnost od 1.9.2008
ČSN 73 6301 – Projektování železničních drah, platnost od 04/1998
Záznam trati z jedoucí soupravy [online]. [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: www.pohledzvlaku.cz

2. Stávající stav

Z geodetického zaměření bylo zjištěno, že trať vede ve stísněných prostorech, které nevyhovují podle aktuálních platných předpisů. Nevyhovují parametry kolejového lože s minimální šířkou stezky 0,4 m a minimální šířkou pláně tělesa železničního spodku 3 m od osy tratě. Na trati jsou použity dřevěné bukové pražce a kolejnice S49 a T. Provedením rekonstrukce úseku se zvýší bezpečnost provozu a zvýší se rychlost cestování. Obnovou odvodnění se prodlouží životnost, únosnost a také stabilita podloží.

2.1. Směrové poměry

Stávající směrové poměry byly získány z geodetického zaměření tratě a z nákresného přehledu železničního svršku. Souřadnicový systém S-JTSK. Rekonstruovaný úsek je dlouhý 2,929 km (vztaženo k původnímu staničení).

Staničení vztaženo ke stávajícímu stavu

Označení	**Staničení [km]**	**Popis**
ZÚ	9,400 000	Přímá dl. 185,65 m
ZP	9,567 000	Přechodnice dl. 54,120 m; vzestupnice dl. 54,120m
KP-ZO	9,621 000	Pravostranný oblouk R=187,000 m; V=40 km/h; D=107 mm; Li=119,860 m
KO-ZP	9,741 000	Přechodnice dl. 54,120m; vzestupnice dl. 54,120 m
KP	9,795 000	Přímá dl. 201,900 m
ZP	9,997 000	Přechodnice dl. 21,000 m; vzestupnice dl. 21,000 m
KP-ZO	10,018 000	Levostranný oblouk R=480,000 m; V=40 km/h; D=42 mm, Li=104,550 m
KO-ZP	10,123 000	Přechodnice dl. 21,000 m; vzestupnice dl. 21,000 m
KP	10,144 000	Přímá dl. 144,450 m
ZP	10,288 000	Přechodnice dl. 39,050 m; vzestupnice dl. 39,050 m
KP-ZO	10,327 000	Levostranný oblouk R=180,000 m; V=40 km/h; D=91 mm; Li=60,520 m
KO-ZP	10,388 000	Přechodnice dl. 39,050 m; vzestupnice dl. 39,050 m
KP	10,427 000	Přímá dl. 15,380 m
ZP	10,442 000	Přechodnice dl. 18,000 m; vzestupnice dl. 18,000 m
KP-ZO	10,460 000	Pravostranný oblouk R=621,000 m; V=40 km/h; D=31 mm; Li=340,590 m

KO-ZP	10,801 000	Přechodnice dl. 18,000 m; vzestupnice dl. 18,000 m
KP	10,819 000	Přímá dl. 151,410 m
ZP	10,970 000	Přechodnice dl. 39,050 m; vzestupnice dl. 39,050 m
KP-ZO	11,009 000	Levostranný oblouk R=172,000 m; V=40 km/h; D=97 mm; Li=50,820 m
KO-ZP	11,060 000	Přechodnice dl. 39,050 m; vzestupnice dl. 39,050 m
KP	11,099 000	Přímá dl. 24,080 m
ZP	11,123 000	Přechodnice dl. 52,110 m; vzestupnice dl. 52,110 m
KP-ZO	11,175 000	Pravostranný oblouk R=185,000 m; V=40 km/h; D=108 mm; Li=15,430 m
KO-ZP	11,190 000	Přechodnice dl. 52,110 m; vzestupnice dl. 52,110 m
KP	11,243 000	Přímá dl. 98,350 m
ZP	11,341 000	Přechodnice dl. 30,010 m; vzestupnice dl. 30,010 m
KP-ZO	11,371 000	Levostranný oblouk R=342,000 m; V=40 km/h; D=59 mm; Li=97,880 m
KO-ZP	11,469 000	Přechodnice dl. 30,010 m; vzestupnice dl. 30,010 m
KP	11,499 000	Přímá dl. 113,100 m
ZP	11,612 000	Přechodnice dl. 22,000 m; vzestupnice dl. 22,000 m
KP-ZO	11,634 000	Pravostranný oblouk R=375,000 m; V=40 km/h; D=53 mm, Li=91,160 m
KO-ZP	11,725 000	Přechodnice dl. 22,000 m; vzestupnice dl. 22,000 m
KP	11,747 000	Přímá dl.16,840 m
ZP	11,764 000	Přechodnice dl. 29,020 m; vzestupnice dl. 29,020 m
KP-ZO	11,793 000	Levostranný oblouk R=190,000 m; V=40 km/h; D=65 mm; Li=15,110 m
KO-ZP	11,808 000	Přechodnice dl. 29,020 m; vzestupnice dl. 29,020 m
KP	11,837 000	Přímá dl. 16,850 m
ZP	11,854 000	Přechodnice dl. 47,080 m; vzestupnice dl. 47,080 m
KP-ZO	11,901 000	Pravostranný oblouk R=184,000 m; V=40 km/h; D=88 mm; Li=130,060 m
KO-ZP	12,031 000	Přechodnice dl. 47,080 m; vzestupnice dl. 47,080 m
KP	12,078 000	Přímá dl. 20,780 m

ZP	12,099 000	Přechodnice dl. 40,050 m; vzestupnice dl. 40,050 m
KP-ZO	12,139 000	Levostranný oblouk R=179,000 m; V=40 km/h; D=70 mm; Li=140,150 m
KO-ZP	12,279 000	Přechodnice dl. 40,050 m; vzestupnice dl. 40,050 m
KP	12,319 000	Přímá dl. 10,000 m
KÚ	12,329 000	Výhybka č. 15 – žel. st. Branná

2.2. Sklonové poměry

Výškový systém je použit Balt po vyrovnání. Trať stoupá v celém úseku po směru staničení. Z geodetického zaměření známe pouze výšky nivelety temene kolejnice a z nákresného přehledu železničního svršku známe umístění lomů sklonu a také sklon trati v promilích.

2.3. Železniční svršek

V daném úseku se nachází kolejnice tvaru S49 a T na dřevěných pražcích, kolej je stykovaná.

2.4. Železniční spodek

Údaje o železničním spodku nebyly k dispozici. Podle geologických map je podloží tvořeno ze dvou hornin. Ve směru staničení se jako první do poloviny čtvrtého oblouku vyskytuje muskovit. Od druhé poloviny čtvrtého oblouku je v podloží rula se sillimanitem. Jelikož se některé části nachází v násypu, předpokládám, že železniční těleso je tvořeno písčitou hlínou. Šířka pláně tělesa železničního spodku je známa z geodetického zaměření trati.

2.4.1. Odvodnění

Odvodnění je řešeno převážně drážními příkopy, které jsou značně zanesené vyplaveným materiálem nebo zcela chybí.

Propustky

Převod vody z jedné strany drážního tělesa na druhou je zajištěn pomocí 10 propustků.

Staničení je vztaženo ke stávajícímu stavu

Staničení [km]	Typ propustku	Rozměry
9,448 000	Rámový propustek	sv.k.0,80 m vol.v.0,90 m
9,568 000	Rámový propustek	sv.k.0,80 m vol.v.1,00 m
9,964 000	Rámový propustek	sv.k.0,80 m vol.v.1,10 m
10,384 000	Rámový propustek	sv.k.0,75 m vol.v.1,00 m
10,578 000	Rámový propustek	sv.k.0,70 m vol.v.1,00 m
10,870 000	Rámový propustek	sv.k.1,00 m vol.v.1,60 m
11,414 000	Rámový propustek	sv.k.0,60 m vol.v.0,80 m

11,637 000	Rámový propustek	sv.k.1,00 m vol.v.1,15 m
11,905 000	Rámový propustek	sv.k.1,00 m vol.v.0,62 m
12,186 000	Rámový propustek	sv.k.2,00 m vol.v.1,75 m

2.5. Stavby železničního spodku

Staničení není z výchozích dokumentů patrné

Typ konstrukce	**Popis**
Zárubní zeď	Betonová zeď vpravo od osy dl.16,042 m
Opěrná zeď	Strmý svah směrem k řece, betonová římsa se zábradlím dl. 115,288 m
Železniční most	sv.k. 9,600 m vol.v. 3,500 m – km 10,984 000
Opěrná zeď	Strmý svah obložen kamennými kvádry se zábradlím vlevo od osy, dl 20,678 m
Opěrná zeď	Strmý svah směr obytná část obce, opatřena zábradlím, vlevo, dl.130,811 m
Gabion	vpravo od osy, dl.16,042 m
Gabion	Vpravo od osy, dl. 11,744 m

2.6. Úrovňová křížení

Na řešeném úseku se nacházejí dva železniční přejezdy. Přejezd P4280 a P4281 jsou zabezpečeny výstražným křížem a světelnou signalizací s bezpečnostním zvukovým signálem bez závor.

Staničení je vztaženo ke stávajícímu stavu

Staničení [km]	**Číslo přejezdu**	**Stávající zabezpečení**	**Komunikace**
11,128 000	P4280	Výstražný kříž, světelná signalizace	II./369
11,838 000	P4281	Výstražný kříž, světelná signalizace	Místní účelová komunikace

2.7. Křížení inženýrských sítí

Při prohlídce trati ani z dostupných podkladů nebylo zjištěno žádné křížení s inženýrskými sítěmi.

3. Navrhovaný stav

3.1. Popis nového stavu

V rekonstruovaném úseku trati jsou nově navržené geometrické parametry koleje dle normy ČSN 736360-1 (ČSN 73 6360-1*. Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha - Část 1: Projektování.* Praha: Český normalizační institut, 2008). Projekt obsahuje návrh směrového řešení osy koleje a výškové řešení polohy nivelety temene kolejnice pod nepřevýšeným kolejnicovým pásem. Přechodnice směrových oblouků jsou navrženy jako klotoidy (lineární změna křivosti) a vzestupnice jsou s lineárním nárůstem převýšení.

Návrh směrového a výškového vedení trasy je proveden s co nejmenším množstvím zemních prací, převážně v místech skalních zářezů a odřezů. Se stejným záměrem byla navržena obnova odvodnění trati. Přihlédnuto bylo také k umístění trati ve svahu a horskému terénu s výskytem značného množstvím vody a sněhu.

Směrové řešení je ovlivněno snahou o vyrovnání trati na stávajícím tělese železničního spodku s cílem posunutí trati na stranu bezpečnou, se snahou dodržet normové hodnoty a zároveň zvýšení traťové rychlosti aby zásahy do stávajících zářezů a náspů bylo co nejmenší.

Rekonstruovaný úsek začíná v přímé v kilometru 9,400 na kterou navazuje první pravostranný oblouk R1. Již první oblouk umožnil zvýšení rychlosti ze 40 km/h na 50 km/h.

Následuje další mezipřímá s levostranným obloukem R2 a mezipřímou v téže rychlosti 50 km/h za minimálních posunů.

Od počátku levostranného oblouku R3 se postupně odchyluji od stávajícího stavu směrem doleva a to z důvodu nevhodné vzájemné polohy trati a silnice II./369 Nové Losiny – Branná (*kapitola 3.5.4 Nevhodná poloha trati a silnice II./369 Nové Losiny – Branná*). S ohledem na zvýšení bezpečnosti a se snahou o oddělení trati od pozemní komunikace byly zde největší posuny až 1,739 m od původní osy koleje, umožňující vložení zábradelního svodidla o délce 127,024 m na hranici drážního pozemku. Svodidlo následně ve směru staničení navazuje na stávající svodidlo. V oblouku R3 o poloměru 167,0 m je zachována nová rychlost 50km/h ale nedostatek převýšení je na limitní hodnotě 99 mm.

Mezi obloukem R3 a R4 vznikl nově navržen inflexní motiv, který pomáhá plynulejšímu vyrovnání vychýlené osy na původní těleso železničního spodku. Oba oblouky mají krajní přechodnice, tudíž se neřeší náhlá změna nedostatku převýšení.

Podařilo se udržet novou rychlost 50 km/h i v oblouku R5 o poloměru 171,180 m za limitních hodnot nedostatku změny převýšení 98 mm. Střední část první přechodnice se nachází na železničním mostě. V celé délce oblouku R5 dochází k maximálním posunům 13 mm.

V obloucích R6, R7 a přilehlých mezipřímých nedochází k žádným změnám a navržená rychlost 50 km/h stále přetrvává.

Navazující série oblouků R8, R9 a R10 jsou nově spojeny inflexními motivy a to z důvodu nedostatečného místa pro levostranný oblouk R9 kde dochází k natočení původní druhé tečny směrem do oblouku. Zmenšením vnitřního úhlu se povedlo navrhnout oblouk s normovými délkami přechodnic a samotného oblouku. V inflexním bodě R8 a R9 je snížená rychlost z 50 km/h na 45 km/h a maximální posuny vlevo dosahují hodnoty až 0,185 m.

Natočením druhé tečny oblouku R9 došlo k natočení první tečny oblouku R10 a tedy i k větším posunům směrem doprava po celé délce oblouku R10.

Odvodnění v místě druhého přejezdu na začátku oblouku R10 je řešeno horskou vpustí s příčným převodem a následné vyústění do podélného trativodu.

Celý oblouk R10 prochází ve skalním zářezu, který zcela nevyhovuje platným normám.

Skalní zářez o délce 124,245 m je rozšířen, navrženo odvodnění pomocí monolitických betonových L žlabů s tvárnicí Tischer a je také opatřen ochrannou sítí zakotvenou hřeby.

Za obloukem R10 je navržena krátká mezipřímá a poslední oblouk R11, který je zleva z první poloviny zpevněn vysokou opěrnou zdí.

Do stanice Branná vede krátká přímá opatřená zprava dvěma gabiony při traťové rychlosti 45 km/h.

Navržené odvodnění sestává zejména z příkopových žlabů J-velký s poklopem. Terén však neumožnil zřízení odvodnění ve vysokých příkrých náspech kvůli špatné dostupnosti a v místech opěrných zdí.

3.2. Směrové poměry

Nové staničení ZÚ km 9,400 000=ZÚ km 9,400 000 původní staničení

Označení	**Staničení [km]**	**Popis**
ZÚ	9,400 000	Přímá dl. 185,65 m
ZP	9,564 123	Přechodnice; n=13,03V; n130=11,84V130; Lk=58,618 m; Ld=58,618 m; A=105; m=0,766 m; T=123,516 m; klotoida
KP-ZO	9,622 741	Pravostranný oblouk R1=186,670 m; V=50 km/h; V130=55 km/h; D=90 mm; I=69 mm; I130=102 mm; αs=59,3121 g; Li=115,297 m; Δu=13 mm; Lu=9,500 m
KO-ZP	9,738 039	Přechodnice; n=13,03V; n130=11,84V130; Lk=58,618 m; Ld=58,618 m; A=105; m=0,766 m; T=123,516 m; klotoida
KP	9,796 657	Přímá dl. 201,900 m
ZP	9,997 132	Přechodnice; n=10,81V; n130=9,83V130; Lk=20,000 m; Ld=20,000 m; A=98; m=0,034 m; T=73,935 m; klotoida
KP-ZO	10,017 132	Levostranný oblouk R2=483,8 m; V=50 km/h; V130=55 km/h; D=37 mm; I=24 mm; I130=37 mm; αs=16,7070 g; Li=104,258 m

KO-ZP	10,121 390	Přechodnice; n=13,74V; n130=12,49V130; Lk=25,414 m; A=111; m=0,056 m; T=76,482 m, klotoida
KP	10,146 804	Přímá dl. 134,697 m
ZP	10,281 501	Přechodnice; n=14,31V; n130=14,29V130; Lk=55,797 m; Ld=55,77 m; A=97; m=0,776 m; T=76,200 m; klotoida
KP-ZO	10,337 298	Levostranný oblouk R3=167,000 m; V=50 km/h; V130=50 km/h; D=78 mm; I=99 mm; I130=99 mm; αs=35,8957 g; Li=40,061 m; Δu=16 mm; Lu=11,000 m a Lu=7,000 m
KO-ZP	10,378 359	Přechodnice; n=12,92V; n130=12,91V130; Lk=50,406 m, Ld=50,406 m, A=92; m=0,633 m; T=74,004 m, klotoida
KP-ZP=BO	10,428 765	Přechodnice; n=14,48V; n130=14,84V130; Lk=21,000 m, Ld=21,000 m, A=115; m=0,029 m; T=200,227 m, klotoida
KP-ZO	10,449 765	Pravostranný oblouk R4=627,455 m; V=50 km/h; V130=50 km/h; D=29 mmm; I=19 mm; I130=19 mm; αs=37,3749 g; Li=342,868 m
KO-ZP	10,792 633	Přechodnice; n=20,69V; n130=20,69V130; Lk=30,000 m, Ld=30,000 m; A=137; m=0,060 m; T=204,626 m; klotoida
KP	10,822 633	Přímá dl. 148,162 m
ZP	10,970 795	Přechodnice; n=11,11V; n130=11,11V130; Lk=41,670 m; A=84; m=0,422 m; T=66,186 m; klotoida
KP-ZO	11,012 465	Levostranný oblouk R5=171,180 m; V=50 km/h; V130=50 km/h; D=75 mm; I=98 mm; I130=98 mm; αs=33,1149 g, Li=51,520 m; Δu=16 mm; Lu=8,000 m, Lu=7,000 m
KO-ZP	11,063 985	Přechodnice; n=8,90V; n130=8,90V130; Lk=33,375 m; Ld=33,375 m; A=76; m=0,271 m; T=62,612 m, klotoida
KP	11,097 360	Přímá dl. 30,317 m
ZP	11,127 677	Přechodnice; n=11,33V; n130=11,33V130; Lk=43,058 m; A=92; m=0,394 m; T=57,687 m; klotoida
KP-ZO	11,170 735	Pravostranný oblouk R6=196,000 m; V=50 km/h; V130=50 km/h; D=76 mm; I=75 mm; I130=75 mm; αs=23,1550 g; Li=27,731 m ; Δu=11 mm; Lu=7,00 m

KO-ZP	11,198 465	Přechodnice; n=11,59V; n130=11,59V130; Lk=44,058 m; A=93; m=0,412 m; T=58,086 m; klotoida
KP	11,242 523	Přímá dl. 97,158 m
ZP	11,339 721	Přechodnice n=14,50V; n130=14,50V130; Lk=38,419 m; A=114; m=0,181 m; T=83,256 m; klotoida
KP-ZO	11,378 139	Levostranný oblouk R7=339,600 m; V=50 km/h; V130=50 km/h; D=53 mm; I=34 mm; I130=34 mm; αs =23,7569 g; Li=90,254 m
KO-ZP	11,468 394	Přechodnice n=13,03V; n130=13,03V130; Lk=34,531 m; A=108; m=0,146 m; T=81,498 m; klotoida
KP	11,502 925	Přímá dl. 108,155 m
ZP	11,611 080	Přechodnice n=13,75V; n130=13,75V130; Lk=33,688 m; A=111; m=0,130 m; T=72,359 m; klotoida
KP-ZO	11,644 768	Pravostranný oblouk R8=363,000 m; V=50 km/h; V130=50 km/h; D=49 mm; I=33 mm; I130=33 mm; αs=19,1567 g; Li=68,220 m
KO-ZP	11,712 988	Přechodnice n=19,73V; n130=19,73V130; Lk=48,335 m; A=132; m=0,268 m; T=78,771 m; klotoida
KP=ZP=BO	11,761 323	Přechodnice n=11,63V; n130=10,46V130; Lk=34,530 m; A=87; m=0,225 m; T=43,734 m; klotoida
KP-ZO	11,795 853	Levostranný oblouk R9=220,500 m; V=45 km/h; V130=50 km/h; D=66 mm; I=43 mm; I130=68 mm; αs =15,3463 g; Li=21,205 m; Δu=7 mm; Lu=4,000 m
KO-ZP	11,817 058	Přechodnice n=9,89V; n130=8,90V130; Lk=29,367 m; A=80; m=0,163 m; T=41,668 m; klotoida
KP=ZP=BO	11,846 425	Přechodnice n=17,94V; n130=16,15V130; Lk=62,971 m; A=108; m=0,895 m; T=128,785 m; klotoida
KP-ZO	11,909 396	Pravostranný oblouk R10=184,500 m; V=45 km/h; V130=50 km/h; D=78 mm; I=52 mm; I130=82 mm; αs =61,8139 g; Li=124,245 m; Δu=13 mm; Lu1=4,000 m, Lu2= 8,000 m
KO-ZP	12,033 641	Přechodnice n=13,34V; n130=12,01V130; Lk=46,827 m; A=93; m=0,495 m; T=121,489 m; klotoida
KP	12,080 468	Přímá dl. 22,744 m

ZP	12,103 212	Přechodnice n=10,47V; n130=9,40V130; Lk=38,149 m; A=82; m=0,340 m; T=117,375 m; klotoida
KP-ZO	12,141 362	Levostranný oblouk R11=178,0350 m; V=45 km/h; V130=50 km/h; D=81 mm; I=53 mm; I130=86 mm; αs =63,9705 g; Li=138,290 m; Δu=15 mm; Lu=8,000 m
KO-ZP	12,279 652	Přechodnice n=11,99V; n130=10,77V130; Lk=43,699 m; A=88; m=0,446 m; T=119,953 m; klotoida
KP	12,323 350	Přímá dl. 8,421 m
KÚ	12,331 771	Výhybka č. 15 – žel.st. Branná

3.3. Sklonové poměry

V novém stavu je navrženo 11 lomů sklonu. Téměř každý lom sklonu je zaoblen jiným poloměrem, aby co nejlépe kopíroval stávající stav. Z důvodu stísněných podmínek některé lomy sklonu leží v přechodnici avšak zaoblení lomu sklonu nezasahuje do zaoblení vzestupnic a klene se přes celou délku přechodnice. Žádné zaoblení nezasahuje do zaoblení vzestupnic, výhybek ani do mostu s prvkovou mostovkou. Začátek a konec úseku je výškově navázán na stávající stav podle geodetického zaměření tratě. Výškové rozdíly vychází nulové. Niveleta je navržena s minimálními výškovými posuny oproti stávajícímu stavu. V místě železničního mostu dochází k posunu směrem nahoru o 0,032 m. Největší posuny vznikají v oblouku R3 kde je posunuta celá osa koleje doleva a niveleta nadvýšena o 0,567 m. Od km 11,900 dochází taktéž k větším posunům z důvodu dodržení normových vzdáleností mezi protichůdnými lomy sklonu.

Všechny hodnoty vztahující se ke sklonovému řešení jsou uvedeny ve výškovém systému B.p.v.

Lomy sklonu nový stav km 9,400 000 = stávající stav km 9,400 000

Staničení [km]	Výška	Popis
9,400 000	515,531	ZÚ, napojení na stávající stav
9,400 000-9,673 087		stoupá 20,23 ‰; dl. 273,087 m
9,673 087	521,056	Zaoblení lomu sklonu Rv: 3000m; tz: 5,824m; yv: 0,006m
9,673 087-9,914 922		stoupá 24,11 ‰; dl. 241,836 m
9,914 922	526,887	Zaoblení lomu sklonu Rv: 3000m; tz: 1,395m; yv: 0,000m
9,914 922-10,115 022		stoupá 25,04 ‰; dl. 200,100 m
10,115 022	531,898	Zaoblení lomu sklonu Rv: 4300m; tz: 41,174m; yv: 0,197m
10,115 022-10,356 793		stoupá 5,90 ‰; dl. 241,771m
10,356 793	533,322	Zaoblení lomu sklonu Rv: 3000m; tz: 15,458m; yv: 0,040m
10,356 793-10,630 203		stoupá 16,23 ‰; dl. 273,410m

10,630 203	537,750	Zaoblení lomu sklonu Rv: 15000m; tz: 57,202m; yv: 0,109m
10,630 203-10,830 303		stoupá 23,82 ‰; dl. 200,100 m
10,830 303	542,518	Zaoblení lomu sklonu Rv: 3000m; tz: 4,194m; yv: 0,003m
10,803 303-11,270 230		stoupá 26,62 ‰; dl. 466,927 m
11,270 230	554,228	Zaoblení lomu sklonu Rv: 2000m; tz: 2,556m; yv: 0,002m
11,270 230-11,869 951		stoupá 29,18 ‰; dl. 599,721 m
11,869 951	571,725	Zaoblení lomu sklonu Rv: 29000m; tz: 82,839m; yv: 0,118m
11,869 951-12,092 620		stoupá 23,46 ‰; dl. 222,669 m
12,092 620	576,950	Zaoblení lomu sklonu Rv: 2000m; tz: 2,904m; yv: 0,002m
12,092 620-12,293 102		stoupá 26,37 ‰; dl. 200,482 m
12,293 102	582,236	Zaoblení lomu sklonu Rv: 3500m; tz: 35,766m; yv: 0,183m
12,293 102-12,331 771		stoupá 5,93 ‰; dl. 38,670 m
12,331 771	582,552	KÚ; napojení na stávající stav

3.4. Železniční svršek

Na rekonstruovaném úseku je nově navržena bezstyková kolej dle předpisu SŽDC S3/2 Bezstyková kolej. Pro zajištění stability bezstykové koleje v místech oblouků malých poloměrů bude provedeno nadvýšení, rozšíření kolejového lože a montáž pražcových kotev.

3.4.1. Skladba železničního svršku

Sestava železničního svršku na betonových pražcích B 03 v celém úseku s úklonem úložné plochy 1:40, se skládá z kolejnice 49 E1 s pružným bezpodkladnicovým upevněním kolejnic W14 obsahujícím:

- pryžovou podložku WU 7
- podložky Uls 7
- vodící vložky Wfp 14K
- vrtule R1
- svěrky Skl 24
- Rozdělení betonových pražců je navrženo „d“ tj. 611 mm podle předpisu SŽDC S3/2 Bezstyková kolej pro malé poloměry oblouků.

Na mostu s prvkovou mostovkou bude železniční svršek tvořen novými dřevěnými mostnicemi a kolejnicemi 49E1 na žebrových podkladnicích S4M s úklonem úložné plochy 1:20 a šířkou 200 mm. Kolejnice budou upevněny pružnými svěrkami Skl 24. Podkladnice budou uloženy na polyetylénové podložky a upevněny vrtulemi R1. Přechod z úklonu 1:40 do úklonu 1:20 nevyžaduje žádné speciální úpravy.

3.4.2. Kolejové lože

Pro základní šířku v úrovni úložné plochy pražců 1,700 m je tvar kolejového lože lichoběžníkový. Pro kolejové lože s betonovými pražci v obloucích o poloměru menším než:

- 500 m se kolejové lože rozšíří na hodnotu 1,750 m na vnější straně oblouku
- 420 m se kolejové lože rozšíří na hodnotu 1,750 m a nadvýší o 100 mm na vnější straně oblouku od osy koleje.
- 280 m se kolejové lože rozšíří na hodnotu 1,750 m a nadvýší o 100 mm na vnější straně oblouku od osy koleje s použitím pražcových kotev na každém třetím pražci.
- 210 m se kolejové lože rozšíří na hodnotu 1,750 m a nadvýší o 100 mm na vnější straně oblouku od osy koleje s použitím pražcových kotev na každém pražci.

Pláň tělesa železničního spodku je vodorovná. Svahy kolejového lože jsou ve sklonu 1:1,25. Pro kolejové lože bude použit štěrk frakce 31,5/63 mm v tloušťce min. 0,350 m pod ložnou plochou betonových pražců.

Profil kolejového lože

Staničení [km]	**Vlevo od osy**	**Vpravo od osy**
9,400 000 – 9,622 741	1,700 m	1,700 m
9,622 741 – 9,738 039	1,750 m + nadvýšení 100 mm	1,700 m
9,738 039 – 10,017 132	1,700 m	1,700 m
10,017 132 – 10,121 390	1,700 m	1,750 m
10,121 390 – 10,337 298	1,700 m	1,700 m
10,337 298 – 10,378 359	1,700 m	1,750 m + nadvýšení 100 mm
10,378 359 – 11,012 465	1,700 m	1,700 m
11,012 465 – 11,063 985	1,700 m	1,750 m + nadvýšení 100 mm
11,063 985 – 11,170 735	1,700 m	1,700 m
11,170 735 – 11,198 465	1,750 m + nadvýšení 100 mm	1,700 m
11,198 465 – 11,378 139	1,700 m	1,700 m
11,378 139 – 11,468 394	1,700 m	1,750 m + nadvýšení 100 mm
11,468 394 – 11,644 768	1,700 m	1,700 m
11,644 768 – 11,712 988	1,750 m + nadvýšení 100 mm	1,700 m
11,712 988 – 11,795 853	1,700 m	1,700 m
11,795 853 – 11,817 058	1,700 m	1,750 m + nadvýšení 100 mm
11,817 058 – 11,909 396	1,700 m	1,700 m

11,909 396 – 12,033 641	1,750 m + nadvýšení 100 mm	1,700 m
12,033 641 – 12,141 362	1,700 m	1,700 m
12,141 362 – 12,279 652	1,700 m	1,750 m + nadvýšení 100 mm
12,279 652 – 12,331 771	1,700 m	1,700 m

Pražcové kotvy

Staničení [km]	**Poloměr**	**Popis**
9,622 741 – 9,738 039	R = 186,67 m	Pražcové kotvy na každém pražci
10,337 298 – 10,378 359	R = 167 m	Pražcové kotvy na každém pražci
11,012 465 – 11,063 985	R = 171,18 m	Pražcové kotvy na každém pražci
11,170 735 – 11,198 465	R = 196 m	Pražcové kotvy na každém pražci
11,795 853 – 11,817 058	R = 220,5 m	Pražcové kotvy na každém třetím pražci
11,909 396 – 12,033 641	R = 184,5 m	Pražcové kotvy na každém pražci
12,141 362 – 12,279 652	R = 178,35 m	Pražcové kotvy na každém pražci

3.4.3. 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 2).

Navržené rozšíření rozchodu oblouků:

Poloměr [m]	**Rozšíření Δu_1 [mm]**	**Délka výběhu**
R1 = 186,670	13	L_{u1} = 9,500 m L_{u2} = 9,500 m
R3 = 167,000	16	L_{u1} = 11,000 m L_{u2} = 7,000 m (vyrovnání v oblouku R4)
R5= 171,180	16	L_{u1} = 8,000 m L_{u2} = 7,000 m
R6 = 196,000	11	L_{u1} = 7,000 m L_{u2} = 7,000 m
R9 = 220,500	7	L_{u1} = 4,000 m L_{u2} = 4,000 m (vyrovnání v oblouku R10)
R10 = 184,500	13	L_{u1} = 4,000 m L_{u2} = 8,000 m
R11 = 178,350	15	L_{u1} = 7,000 m L_{u2} = 8,000 m

3.5. Železniční spodek

Podle geologických map je podloží tvořeno ze dvou hornin. Ve směru staničení se jako první do poloviny čtvrtého oblouku vyskytuje muskovit. Od druhé poloviny čtvrtého oblouku je v podloží rula se sillimanitem. Jelikož se některé části nachází v násypu, předpokládám, že železniční těleso je tvořeno písčitou hlínou. Šířka pláně tělesa železničního spodku je známa z geodetického zaměření trati.

3.5.1. Konstrukční vrstva

Tloušťka konstrukční vrstvy je navržena tak, aby odpovídala nutné tloušťce pro ochranu zemní pláně před účinky mrazu.

V oblastech náspu bude konstrukční vrstva zřízena ze štěrkodrtě frakce 0/32 mm v tloušťce min. 0,350 m a bude doplněna o výztužnou geotextilii 30 kN/m.

Konstrukční vrstva ve skalním zářezu je tvořena ze štěrkodrtě frakce 0/32 o tloušťce 0,150 m, ze dvou vrstev asfaltového betonu o tloušťce 0,050 m a z recyklovaného kameniva na vyrovnání nerovností o tloušťce 0,100 m.

3.5.2. Pláň tělesa železničního spodku

Pláň tělesa železničního spodku je navržena jako vodorovná. Šířka pláně tělesa železničního spodku v přímé je 3,000 m od osy koleje na každou stranu. V místech nedostatečné šířky zemního tělesa je navrženo rozšíření pomocí pražcových rovnanin. Pražcové rovnaniny budou zřízeny z vyzískaných pražců SB8 na suchém betonovém podkladu z betonu C12/15 o tloušťce 0,100 m o sklonu 5,0%. Pražce budou zpevněné ocelovými sponami. Při použití dvou řad pražců při úpravě propustku bude zřízen vyrovnávací klín z betonu C12/15 o sklonu 5,0% s případným zasypání štěrkodrtí frakce 0/32.

Rozšíření pláně tělesa železničního spodku:

Staničení [km]	Popis
9,571 124 – 9,789 077	Rozšíření tělesa pražci vpravo dl. 217,953 m
9,964 462 – 9,967 062	Rozšíření tělesa pražci vlevo dl. 2,600 m
10,996 712 – 11,111 610	Rozšíření tělesa pražci vpravo dl. 114,898 m
11,001 793 – 11,120 339	Rozšíření tělesa pražci vlevo dl. 118,546 m
11,205 179 – 11,425 602	Rozšíření tělesa pražci vlevo dl. 220,423 m

3.5.3. Zemní pláň

Zemní pláň je navržená jednostranná ve sklonu 5,00%. Změna sklonu zemní pláně se provede na délce 5,000 m.

Ve skalních zářezech se bude jednat o sklon 3,00%.

Zemní pláň bude po odtěžení stávajícího kolejového lože a konstrukčních vrstev zhutněna a srovnána do požadovaného sklonu a požadované deformační odolnosti zemní pláně 40 MPa.

Popis zemní pláně

Staničení [km]	Popis sklonu	Délka [m]
9,400 000 – 11,846 425	levostranný	2446,425
11,846 425 – 11,851 425	změna sklonu	5,000
11,851 425 – 12,075 468	pravostranný	224,043
12,075 468 – 12,080 468	změna sklonu	5,000
12,080 468 – 12,331 771	levostranný	251,303

3.5.4. Nevhodná poloha trati a silnice II./369 Nové Losiny – Branná

Od začátku přechodnice v km 10,281501 dochází k postupnému odchýlení směrem doleva od stávajícího stavu. Jedná se o pravostranný oblouk R3 o poloměru R=167,0 m ve kterém je zachována nová rychlost 50 km/h ale nedostatek převýšení je na limitní hodnotě 99 mm.

Odchýlení je navrženo z důvodu nevhodné polohy trati a silnice II./369 Nové Losiny – Branná ve směru staničení. Při úpravě železničního spodku jsou dodrženy normové hodnoty a také hodnoty dle vzorových listů.

Vlevo je použita příkopová zídka J - velká s poklopem na podkladním betonu C12/15 o tloušťce 0,150 m. Dále je použita nepropustná zemina o tloušťce 0,330 m s filtrační geotextilií ve sklonu 4,0%. Štěrkodrtí frakce 0/32 dosypeme příkopovou zídku do výšky původního terénu. Rýhu pro usazení zídky provedeme ve sklonu 5:1 o šířce 1,460 m.

Na zemní pláň o levostranném sklonu 5,0% pokládáme výztužnou geotextilii o pevnosti v tahu 30 kN/m. Konstrukční vrstva je tvořena štěrkodrtí frakce 0/32 s tloušťkou 0,350 m.

Železniční trať se snažím oddělit od pozemní komunikace nejdříve největším posunem až 1,739 m od původní osy koleje. Tento krok mi umožňuje vložit zábradelní svodidlo na hranici drážního pozemku, které navazuje na stávající svodidlo.

Zábradelní svodidlo ZMS4/H2 je ukotveno na betonovém podkladu C30/37 o tloušťce 0,260 m, který leží na betonovém základu C20/25 tloušťky 0,800 m a šířky 0,680 m. Kolem betonového podkladu a základu vložíme filtrační geotextilii.

Aby byla konstrukce zábradelního svodidla možná, je nutno odebrat vrstvy pozemní komunikace o šířce dle odborníků a také vykopat rýhu o šířce 0,600 m ve sklonu 2:1. V řezu číslo 3 v km 10,434 765 jsou hodnoty orientační.

Odtěžení vrstev pozemní komunikace a výkopu rýhy započne v km 10,400 389. Tytéž práce skončí v km 10,527 413.

Velké posuny se postupně snižují a na konci oblouku R4 dosahují maximálních hodnot 0,042 m.

Obrázek 1

Fotografie pořízená na trati Hanušovice – Jeseník ve staničení km 10,400. Na snímku vidíme již zrekonstruovaný úsek, který nevyhlíží zcela bezpečně. Konkrétně v místě, kde končí svodidla uprostřed oblouku komunikace. Jelikož výšky komunikace a tratě nejsou příliš rozdílné, hrozí zde nebezpečí vjezdu automobilu na trať při náledí.

Při rekonstrukci jsem se rozhodla použít zábradelní svodidlo kvůli absenci chodníků pro chodce.

3.5.5. Svahy zemního tělesa

Sklony svahů zemního tělesa se upraví do sklonu max. 1:1,5 v místech úprav svahů. U skalních zářezů bude použit sklon 5:1. Navržené sklony odpovídají stávajícímu sklonu svahů. Při prohlídce úseku nebyly zjištěny poruchy zemního tělesa, které by vedly ke ztrátě stability svahů v těchto sklonech.

3.5.6. Ochrana svahů

Na rekonstruovaném úseku nebude provedeno odhumusování.

Vegetační ochrana svahů nebude provedena.

Po celé délce skalního zářezu bude provedeno očištění skal a také opatření ochrannou sítí zakotvenou hřeby. Spodní linie hřebů bude provedena 1,000 m nad betonovým příkopem tvaru L a dále po sklonu zářezu po 1,500 m.

3.5.7. Odvodnění

K odvodnění železničního tělesa jsou použity prefabrikované příkopové žlaby J – velký, betonové dno a stěna ve tvaru L. Dále také nezpevněné příkopy lichoběžníkového tvaru a trativody vedené v místech křížení s komunikací – podélný i příčný převod vody. Pravý monolitický příkop L skalního zářezu ústí do horské vpusti, následně je příčně odvedena voda do podélného trativodu. Odvodnění povrchu vozovky v místě přejezdu P4281 je řešeno štěrbinovým žlabem. Sklon i staničení u štěrbinového žlabu řešíme až na místě, nutno přizpůsobit stávajícímu stavu komunikace.

Popis odvodnění

Staničení [km]	**Typ příkopu**	**Sklon [‰]**	**Strana**	**Délka [m]**
9,400 000 – 9,689 245	Nezpevněný příkop	+20,23 +24,12	vlevo	289,245
9,689 245 – 9,908 808	Příkopový žlab J-velký	+24,12	vlevo	219,563
9,908 808 – 10,093 775	Nezpevněný příkop	+24,12 +24,82	vlevo	184,967
10,093 775 – 10,383 128	Příkopový žlab J-velký	+20,32 +5,90 +8,07 +15,77	vlevo	289,353
10,120 195 – 10,256 331	Příkopový žlab J-velký	+20,32 +5,90	vpravo	136,136
10,387 936 – 10,571 889	Příkopový žlab J-velký	+16,23	vlevo	183,953
10,579 582 – 10,636 382	Nezpevněný příkop	+16,76	vpravo	56,800
10,579 582 – 10,875 238	Nezpevněný příkop	+19,75 +23,82	vlevo	295,656
10,882 246 – 10,978 334	Nezpevněný příkop	+26,62	vlevo	92,088
11,120 855 – 11,143 879	Trativod	+26,62	vlevo	23,024
11,120 855 – 11,637 572	Příkopový žlab J-velký	+26,62 +29,18	vpravo	516,717
11,641 211 – 11,828 470	Příkopový žlab J-velký	+29,18	vpravo	187,259
11,838 660– 11,864 697	Trativod	+5,12	vlevo	26,037
11,852 215	Příčný převod vody	Min. 5,00	Zprava doleva	5,577
11,851 778 – 11,853 188	Horská vpusť	0	vpravo	1,410
11,853 188 – 12,185 411	Betonová stěna a dno tvaru L	+24,99 +23,69 +26,37	vpravo	332,223
	Štěrbinový žlab	Dle sklonu	vpravo	7,500

		komuni - kace		
11,865 710 – 12,067 741	Betonová stěna a dno tvaru L	+24,99 +23,69	vlevo	202,031
12,195 548 – 12,223 040	Příkopový žlab J-velký	+26,37	vpravo	27,492
12,233 459 – 12,290 758	Příkopový žlab J-velký	+26,37	vpravo	57,299

3.5.7.1. Příkopové žlaby

Žlab se uloží na podkladní beton C12/15 tloušťky 150 mm a bude zasypán nepropustnou vrstvou do výšky odvodňovacích otvorů, ve sklonu 4,0% ke stěně žlabu. Na nepropustnou vrstvu materiálu se umístí filtrační geotextilie 250g/m^2 proti vyplavování jemných částic do žlabu a zbytek výkopu se zasype štěrkem frakce 31,5/63. Výkop pro žlab J-velký bude široký 1,460 m. Pro skalní zářezy se provede v šířce 1,200 m s umístěním žlabu 100 mm od kraje výkopu přiléhajícího ke skále. Sklony svahů výkopů jsou ve sklonu 5:1.

Hrana žlabu musí být ve vzdálenosti nejméně 2,350 m od osy koleje.

3.5.7.2. Trativod

Trativodní rýhy budou provedeny min 1,6 m od osy koleje s hloubkou dna min. 0,50 m pod konstrukční vrstvou a šířka dna 0,50 m. Podsyp se provede ze štěrkodrti frakce 0/32 tloušťky 0,05 m. Filtrační geotextilie 250g/m^2 se přetáhne přes okraj výkopu o min. 0,20 m na zemní pláň. Plastová trativodní (drenážní) trubka DN150 se osadí doprostřed rýhy, která se zasype propustným materiálem – štěrk frakce 16/32. V nejvyšším místě trativodu se umístí kontrolní trativodní šachta o průměru min. 0,30 m. Koncová trativodní šachta se umístí na konci trativodu, s min. vnitřním průměrem 0,40 m. Šachty jsou plastové s plastovým poklopem v úrovni stezky.

Popis šachet:

Staničení [km]	**Označení**	**Šachta**
11,120 855	Š1	Koncová
11,143 879	Š2	Vrcholová
11,838 660	Š3	Koncová
11,864 697	Š4	Vrcholová
11,852 215	Š5	Přípojná

3.5.7.3. Příčný převod vody

Začátek příčného převodu bude vpravo 2,765 m od osy koleje. Rýha pro příčný převod vody bude provedena min. 0,55 m pod konstrukční vrstvou kolmo na osu koleje o šířce 0,5 m. Povede z horské vpusti do podélného trativodu v min. sklonu 5‰. Délka příčného převodu je 5,577m v ose.

Řešen bude jako hlavní sběrač. Dno rýhy vyrovnáme vrstvou podsypem ze štěrkodrtě tloušťky 0,05 m frakce 0/32. Následuje vrstva podkladního betonu

C12/15 tloušťky 0,10 m na kterou umístíme betonový pokladní práh o šířce 0,15 m a tloušťce 0,10m. Plastová trubka DN150 se usadí doprostřed podkladního rýhy, obetonuje se betonem C16/20 aby se zabránilo poškození potrubí. Rýha se zasype vykopanou zeminou, která se následně zhutní. Další vrstvou je konstrukční vrstva s geotextilií.

Převod vyústí v přípojné šachtě, kterou se napojujeme na podélný trativod o sklonu 5,12‰. Vodu odvedeme na povrch.

3.5.7.4. Horská vpusť

Horská vpusť o hloubce 1,645 m sestavená z prefabrikovaných dílců bez otvorů opatřena lehkou dvojitou mříží B125 z litiny a kramlovými stupadly s ocelovým jádrem.

Prefabrikované dílce budou usazeny na podkladní beton C16/20 o tloušťce 0,10 m kvůli vyrovnání jámy a zabezpečení dna proti prolomení či naklonění.

Otvor pro usazení odtokového potrubí DN150 bude proveden jádrovým vývrtem na místě. Kolem potrubí je nutné umístit těsnění.

Dílce jsou vyrobeny z betonu třídy C30/37, horní plocha pro uložení mříže ve sklonu 0°.

Vnější délka horské vpusti je navržena na 1,500 m a vnější šířka 0,880 m.

Staničení je vztaženo k novému stavu:

Staničení [km]	**Označení**	**Délka**
11,851 688 – 11,853 188	HV	1,500 m

3.5.7.5. Nezpevněné drážní příkopy

Nezpevněné drážní příkopy budou mít základní lichoběžníkový tvar, se sklonem svahů 1:1,5. Dno příkopu má šířku 0,400 m a je ve vzdálenosti minimálně 0,150 m pod vyústěním zemní pláně s hloubkou minimálně 0,50 m pod plání tělesa železničního spodku. Zůstávají na původním místě, v rámci rekonstrukce dochází k vyčištění.

3.5.7.6. Propustky

Nově byl navržen propustek u přejezdu P4281, celkem se na trati nachází 11 propustků. U stávajících propustků dojde k vyčištění, k případné úpravě dle nově navrženého odvodnění. Při změně polohy osy koleje budou propustky prodlouženy a opatřeny pražcovými rovnaninami i gabiony.

Staničení je vztaženo k novému stavu

Staničení [km]	Typ propustku	**Rozměry**
9,448 099	Rámový propustek	sv.k.0,80 m vol.v.0,90 m
9,568 325	Rámový propustek	sv.k.0,80 m vol.v.1,00 m
9,965 762	Rámový propustek	sv.k.0,80 m vol.v.1,10 m
10,384 808	Rámový propustek	sv.k.0,75 m vol.v.1,00 m
10,579 582	Rámový propustek	sv.k.0,70 m vol.v.1,00 m
10,878 511	Rámový propustek	sv.k.1,00 m vol.v.1,60 m
11,416 372	Rámový propustek	sv.k.0,60 m vol.v.0,80 m
11,639 591	Rámový propustek	sv.k.1,00 m vol.v.1,15 m

11,907 499	Rámový propustek	sv.k.1,00 m vol.v.0,62 m
12,189 415	Rámový propustek	sv.k.2,00 m vol.v.1,75 m

3.5.8. Stavby železničního spodku

Opěrné a zárubní zdi jsou vystavěny z rovnaniny opracovaných kamenů, kladenými nasucho. Případné spáry jsou vyklínovány menšími kameny. Opěrné a zárubní zdi jsou v dobrém stavu a vyhovují tak účelu používání a není potřeba jejich rekonstrukce.

Staničení je vztaženo k novému stavu

Staničení [km]	**Typ konstrukce**	**Popis**
9,964 762 – 9,966 762	Gabion	vpravo od osy, dl. 2,000 m
10,209 425 - 10,225 467	Zárubní zeď	Betonová zeď vpravo od osy dl.16,042 m
10,400 389 – 10,527 413	Zábradelní svodidlo	Bezpečnostní prvek vpravo od osy, dl. 127,024 m
10,771 553 – 10,886 841	Opěrná zeď	Strmý svah směrem k řece, betonová římsa se zábradlím dl. 115,288 m
Km 10,986 842	Železniční most	sv.k. 9,600 m vol.v. 3,500 m
11,793 314 – 11,813 992	Opěrná zeď	Strmý svah obložen kamennými kvádry se zábradlím vlevo od osy, dl. 20,678 m
12,082 972 – 12,213 783	Opěrná zeď	Strmý svah směr obytná část obce, opatřena zábradlím, vlevo, dl. 130,811 m
12,223 218 – 12,232 790	Gabion	vpravo od osy, dl.16,042 m
12,290 773 – 12,302 517	Gabion	Vpravo od osy, dl. 11,744 m

3.6. Přejezdy

Na trati se nacházejí 2 přejezdy, které se osadí konstrukcí z celopryžových desek firmy STRAIL.

Staničení je vztaženo k novému stavu

Staničení [km]	**Číslo přejezdu**	**Nové zabezpečení**	**Komunikace**
11,130 645	P4280	Výstražný kříž, světelná signalizace	II./369
11,840 991	P4281	Výstražný kříž, světelná signalizace	Místní účelová komunikace

3.6.1. Přejezd P4280 v km 1,730 645

Přejezd přes silnici II./369 je zabezpečený výstražným křížem a světelnou signalizací bez závor. Konstrukce přejezdu bude vytvořena z celopryžových desek innoStrail. Délka přejezdu je 14,400 m, protože desky vnitřních a vnějších

panelů jsou v modulu 0,900 m. Horní plochy dílců jsou navrženy v úrovni temene kolejnice. Přilehlá komunikace bude upravena podle nové nivelety osy koleje dle stávajícího stavu navrženého TP170. Vzdálenost od osy koleje na levé straně bude 6,707 m a vpravo 7,436 m. Odvod povrchové vody je veden do stávajícího odvodnění komunikace.

V řezu není navržena zesílená konstrukce pražcového podloží z důvodu vysokých nákladů na zajištění zlepšení zeminy. Pokud však bude provozovatel komunikace nebo SŽDC, s. o. trvat na zvýšení únosnosti přejezdu, je možné tuto úpravu provést. Byla by provedena v osové vzdálenosti 2,500 m na obě strany v hloubce 0,250 m a příčném levém sklonu 5,0%.

3.6.2. Přejezd P4281 v km 2,440 991

Přejezd přes místní komunikaci je zabezpečený výstražným křížem a světelnou signalizací bez závor. Konstrukce přejezdu bude vytvořena z celopryžových desek innoStrail. Délka přejezdu je 9,90 m, protože desky vnitřních a vnějších panelů jsou v modulu 0,900 m. Horní plochy dílců jsou navrženy v úrovni temene kolejnice. Přilehlá komunikace bude upravena dle nové nivelety osy koleje dle stávajícího stavu navrženého TP170.

Odvodnění povrchové vody z komunikace bude řešeno štěrbinovým žlabem o délce 7,500 m. Vhodné umístění bude provedeno na stavbě dle stávajícího stavu komunikace. Vyústění žlabu bude provedeno skluzem do vývařiště napojeného přímo na žlab J-velký, který odvede vodu ve sklonu 29,18‰.

4. Zábory pozemků

Při návrhu trati došlo k záběru pozemků – zejména v oblasti skalního zářezu a v oblasti přejezdů. Je nutné pozemkové vyrovnání.

5. Závěr

Úkolem byl návrh rekonstrukce traťového úseku Hanušovice – Jeseník v km 9,4 až km 12,329. Práce obsahuje úpravu geometrických parametrů koleje, návrh rekonstrukce železničního svršku, spodku a návrh odvodnění trati. Směrové a výškové řešení bylo zpracováno tak, aby došlo k minimálním zásahům do zemního tělesa, při dodržení stávajících předpisů s ohledem na umístění příkopových žlabů, tak aby byl zajištěn dostatečný odvod vody z železničního tělesa. Větší úpravy jsem zvolila kvůli bezpečnosti nejen na železniční trati ale i kvůli silniční dopravě. Při návrhu se povedlo zvýšit traťovou rychlost v celém traťovém úseku. Rekonstrukce by měla zlepšit provozní podmínky na trati, zvýšit komfort cestování a zajistit delší životnost trati.

V Brně dne 14. 5. 2019 . . . . . .

Vypracovala: Petra Machová

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. Předpis SŽDC S3 – Železniční svršek, platnost 11/2008
3. Předpis SŽDC S4 – Železniční spodek, platnost 1.9.2008
4. Předpis SŽDC S3/2 Bezstyková kolej, platnost 1.9.2008
5. Vzorové listy železničního spodku, platnost 1.2.2002
6. PLÁŠEK, Otto. VUT, Fakulta stavební, Ústav železničních konstrukcí a staveb. *Přednáška Svršek na mostech z předmětu CN01 Železniční konstrukce I*
7. Mapy on-line. *Česká geologická služba*. [online]. [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: http://www.geology.cz/extranet
8. ŽPSV a.s. *Katalog produktů firmy ŽPSV OHL Group.* [online]. [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: http://www.zpsv.cz
9. Mapy seznam. *Google.* [online]. [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: http://www.mapy.cz
10. Produkty firmy STRAIL. [online]. [cit. 2019-05-14]. Dostupné z http://www.strail.cz/produkty-strail-detail-8.
11. Český úřad zeměměřičský a katastrální. Nahlížení do katastru nemovitostí. [online]. [cit. 2019-05-14]. Dostupné z http://nahlizenidokn.cuzk.cz/
12. Záznam trati z jedoucí soupravy [online]. [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: www.pohledzvlaku.cz
13. Produkt firmy PREFA. [online]. [cit. 2019-05-14]. Dostupné z https://www.prefa.cz/kanalizace/vpusti/horske-vpusti/

7. Seznam použitých zkratek

V	návrhová rychlost	[km/h]
V130	návrhová rychlost souprav s dovoleným nedostatkem převýšení 130 mm	[km/h]
R	poloměr oblouku	[m]
D	převýšení	[mm]
I	nedostatek převýšení	[mm]
I130	nedostatek převýšení souprav s dovoleným nedostatkem převýšení 130 mm	[mm]
αs	středový úhel	[g]
Li	délka oblouku	[m]
n	strmost vzestupnice	[-]
n130	strmost vzestupnice pro soupravy s dovoleným nedostatkem převýšení 130 mm	[-]
Lk	délka přechodnice	[m]
Ld	délka vzestupnice	[m]
A	parametr přechodnice	[-]
m	odsazení kružnicového oblouku od tečny přechodnice	[m]
T	délka tečny	[m]
ZÚ	začátek úseku	[-]
KÚ	konec úseku	[-]
ZP	začátek přechodnice	[-]
ZO	začátek kružnicové části oblouku	[-]
KO	konec kružnicové části oblouku	[-]
KP	konec přechodnice	[-]
BO	bod obratu	[-]
Rv	poloměr zaoblení lomu sklonu	[m]
tz	délka tečny zaoblení lomu sklonu	[m]
yv	maximální svislá pořadnice zaoblení lomu sklonu	[m]
dl.	délka	[m]
B.p.v.	Balt po vyrovnání	[-]
h_{pr}	hloubka promrzání	[m]
$h_{z,dov}$	dovolená hloubka promrznutí	[m]
h_{kl}	tloušťka kolejového lože	[m]
I_{mn}	Index mrazu	[°C.den]
$\lambda_{šP}$	součinitel tepelné vodivosti štěrkopísku	[$W.m^{-1}.K^{-1}$]
$\lambda_{šD}$	součinitel tepelné vodivosti štěrkodrti	[$W.m^{-1}.K^{-1}$]
S-JTSK	systém jednotné trigonometrické sítě katastrální	[-]
ČSN	česká státní norma	[-]

8. Přílohy

8.1. Posouzení podloží na účinky mrazu

Posouzení hloubky promrzání v oblasti betonových pražců

Tloušťka kolejového lože h_{kl} = 0,350m

Dovolená hloubka promrzání $h_{z,dov}$ = 0,400 m

Hloubka promrzání $h_{pr} = 0,045 . \sqrt{I_{mn}} = 0,045 . \sqrt{600} = 1,102$ m

Ekvivalentní tloušťka $h_{šd} = h_{šd} . \lambda_{šP}/\lambda_{šD} = 0,35 . 2,3/2,0 = 0,4025$ m

Posouzení promrzání

$h_{pr} \leq h_{kl} + h_{šd} + h_{z,dov}$

$1,102 \leq 0,350 + 0,400 + 0,4025$

$1,102$ m $\leq 1,153$ m

VYHOVUJE

8.2. Rozšíření rozchodu koleje

Rozšíření rozchodu koleje se provádí u oblouků menších než 275 m. U složeného oblouku bez mezilehlé přechodnice bude rozdíl rozchodů koleje jeho částí vyrovnán v oblouku o větším poloměru.

Výpočet rozšíření rozchodu koleje byl proveden dle vzorce

$$\Delta u_1 = \frac{7150}{R} - 26$$

kde Δu_1 je délka výběhu rozšíření rozchodu,
R je poloměr oblouku,

Výpočet délky výběhu rozšíření rozchodu koleje pro oblouky s přechodnicí byl proveden dle vzorce

$$L_{u1} = L_k \left(1 - \frac{R}{275}\right)$$

kde L_{u1} je délka výběhu rozšíření rozchodu,
L_k je délka přechodnice,
R je poloměr oblouku,

Délka výběhu rozšíření rozchodu koleje bude provedena v délce 2 mm na 1 m délky koleje.

Číslo oblouku [m]	**Délka přechodnice [m]**	**Vypočtené rozšíření rozchodu [mm]**	**Navržené rozšíření rozchodu [mm]**	**Vypočtená délka výběhu [m]**	**Zaokrouhlená délka výběhu [m]**
R1 = 186,670	58,618	12,303	13	18,303	19
R3 = 167,000	55,7967	16,814	16	16,814	22
R5= 171,180	41,670	15,769	16	15,769	16
R6 = 196,000	44,058	10,480	11	10,480	13
R9 = 220,500	34,530	6,426	7	6,426	7
R10 = 184,500	62,970	12,753	13	12,753	21
R11 = 178,350	43,700	14,090	15	14,090	16