



# 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 OLOMOUC - ŠUMPERK MEZI KM 35,2 A KM 38,2

OLOMOUC - ŠUMPERK RAILWAY TRACK RECONSTRUCTION (SECTION BETWEEN  
KM 35.2 AND KM 38.2)

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jana Benáčková

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. TOMÁŠ ŘÍHA

BRNO 2019



# 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	Jana Benáčková
Název	Rekonstrukce železniční tratě Olomouc - Šumperk mezi km 35,2 a km 38,2
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**

Navrhnete úpravu geometrických parametrů koleje a rekonstrukci železničního svršku železniční tratě Olomouc - Šumperk v úseku od km 35,2 do km 38,2.

Při rekonstrukci je potřeba také řešit železniční přejezdy P4232 a P4233 podle platných právních předpisů.

V rámci vaší práce navrhnete 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

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem úpravy geometrických parametrů koleje a rekonstrukcí železničního svršku na trati Olomouc – Šumperk v úseku km 35,2 – 38,2. Při rekonstrukci je potřeba řešit železniční přejezdy podle platných předpisů a obnovu odvodnění tratě.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Železniční trať, železniční spodek, železniční svršek, rekonstrukce, odvodnění, geometrické parametry koleje

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis is focused on the design of the modification of the geometric parameters of the track and the reconstruction of the railway superstructure on the Olomouc – Šumperk line on the section km 35,2 – 38,2. During the reconstruction it is also necessary to solve railway crossing according to the regulations and the reconstruction of the drainage.

## **KEYWORDS**

Railway track, railway substructure, railway superstructure, reconstruction, drainage, track geometry parameters

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

Jana Benáčková *Rekonstrukce železniční tratě Olomouc - Šumperk mezi km 35,2 a km 38,2*. Brno, 2019. 42 s., 57 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 Olomouc - Šumperk mezi km 35,2 a km 38,2* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 24. 5. 2019

---

Jana Benáčková  
autor práce

## **PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Rekonstrukce železniční tratě Olomouc - Šumperk mezi km 35,2 a km 38,2* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 24. 5. 2019

---

Jana Benáčková  
autor práce

## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto bych chtěla poděkovat panu Ing. Tomášovi Říhovi za ochotu a vstřícnosti při konzultacích a za celkové vedení bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat své rodině, spolužákům a kamarádům za podporu při studiu. Především chci poděkovat svým rodičům, kteří mě podporovali psychicky i finančně a vždy při mně stáli.



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV ŽELEZNIČNÍCH KONSTRUKCÍ A STAVEB

INSTITUTE OF RAILWAY STRUCTURES AND CONSTRUCTIONS

# PRŮVODNÍ A TECHNICKÁ ZPRÁVA

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jana Benáčková

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. TOMÁŠ ŘÍHA

BRNO 2019



# Obsah

1.	ZÁKLADNÍ INFORMACE .....	3
1.1.	Identifikační údaje stavby .....	3
1.2.	Zadání práce.....	3
1.3.	Podklady .....	3
1.4.	Požadované přílohy .....	3
2.	STÁVAJÍCÍ STAV .....	4
2.1.	Směrové poměry .....	4
2.2.	Sklonové řešení.....	5
2.3.	Železniční svršek.....	5
2.4.	Železniční spodek .....	5
2.4.1.	Odvodnění.....	6
2.4.2.	Stavby železničního spodku .....	6
2.5.	Úrovňová křížení.....	7
2.6.	Křížení inženýrských sítí .....	7
3.	NAVRŽENÝ STAV.....	8
3.1.	Směrové poměry .....	8
3.2.	Sklonové řešení.....	10
3.3.	Železniční svršek.....	11
3.3.1.	Skladba železničního svršku.....	11
3.3.2.	Kolejové lože .....	11
3.3.3.	Rozšíření rozchodu koleje .....	12
3.4.	Železniční spodek .....	12
3.4.1.	Geotechnické podklady .....	12
3.4.2.	Návrh pražcového podloží.....	12
3.4.3.	Zemní plán a plán tělesa železničního spodku.....	14
3.4.4.	Rozšíření pláň tělesa železničního spodku .....	14
3.4.5.	Svahy zemního tělesa .....	15

3.4.6. Odhumusování a ohumusování .....	15
3.4.7. Stávající konstrukce železničního spodku .....	15
3.5. Odvodnění .....	16
3.5.1. Drážní příkopy nezpevněné .....	16
3.5.2. Drážní příkopy zpevněné .....	16
3.5.3. Příkopové žlaby .....	17
3.5.4. Příčné propustky .....	17
3.5.5. Podélné propustky a trativody .....	17
3.5.6. Levostranný příkop .....	18
3.5.7. Pravostranný příkop .....	18
3.6. Železniční přejezdy .....	19
4. ZÁBORY POZEMKŮ .....	20
5. ZÁVĚR .....	21
6. POUŽITÁ LITERATURA .....	22
7. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....	23
8. PŘÍLOHY .....	24
8.1. Návrh pražcového podloží	
8.2. Posouzení parametrů oblouků	
8.3. Graf rychlostí	

# 1. Základní informace

## 1.1. Identifikační údaje stavby

Název stavby:	Rekonstrukce železniční tratě Olomouc – Šumperk v km 35,2 – 38,2
Druh stavby:	Dopravní, rekonstrukce
Zadavatel:	Vysoké učení technické v Brně Fakulta stavební, Veveří 331/95, 602 00 Brno Ústav železničních konstrukcí a staveb
Místo stavby:	Trať č. 311A Krnov – Jindřichov ve Sl. st. hr. – Hanušovice – Olomouc hl. n. km 35,2 – 38,2 Úsek mezi obcemi Hrabšíín a Nový Malín
Katastrální území:	Hrabšíín, Nový Malín
Okres:	Šumperk
Kraj:	Olomoucký
Projektant:	Jana Benáčková
Vedoucí práce:	Ing. Tomáš Říha

## 1.2. Zadání práce

Cílem bakalářské práce je rekonstrukce železniční tratě Olomouc – Šumperk v km 35,2 – 38,2. Tento úsek se nachází mezi obcemi Hrabšíín a Nový Malín. Práce se zabývá návrhem odvodnění trati a řeší železniční přejezdy.

## 1.3. Podklady

Geodetické zaměření tratě  
Nákresný přehled železničního svršku  
Prohlídka terénu železniční tratě

## 1.4. Požadované přílohy

1. Situace 1:1000
2. Podélný profil 1:2000/200
3. Vzorové příčné řezy 1:50
4. Výkaz výměr

## 2. Stávající stav

Jedná se o jednokolejnou trať, která začíná i končí v přímé. Rekonstruovaný úsek je dlouhý 3,000 km, na kterém je po celé délce traťová rychlost 65 km/h. Trať je neelektrifikovaná, tvořená částečně stykovanou a částečně bezstykovou kolejí.

Důvodem rekonstrukce je nevyhovující stav geometrických parametrů koleje a špatné odvodnění.

### 2.1. Směrové poměry

Informace o směrových poměrech byly získány z nákrešného přehledu železničního svršku, kde je staničení uvedeno s přesností na metry. Úsek se skládá ze 4 směrových oblouků z toho je jeden oblouk složený ze čtyř poloměrů.

Označení	Staničení [km]	Směrový prvek (R[m]; D[mm])	Délka [m]
ZÚ	35,200 000	Přímá	171,00
ZP	35,371 000	Přechodnice	72,000
ZO	35,443 000	Oblouk; R=379; D=89	375,00
KO	35,818 000	Přechodnice	72,000
KP	35,890 000	Přímá	91,000
ZP	35,981 000	Přechodnice	43,000
ZO	36,024 000	Oblouk, R=642; D=52	204,000
KO	36,228 000	Přechodnice	43,000
KP	36,271 000	Přímá	456,000
ZP	36,727 000	Přechodnice	60,000
ZO	36,787 000	Oblouk; R=553; D=71	255,000
KO	37,042 000	Oblouk; R=586; D=71	159,000
KO	37,201 000	Oblouk; R=557; D=71	75,000
KO	37,276 000	Oblouk; R=568; D=71	74,000
KO	37,350 000	Přechodnice	76,000
KP	37,426 000	Přímá	170,000
ZP	37,596 000	Přechodnice	65,000
ZO	37,661 000	Oblouk, R=348; D=93	94,000
KO	37,755 000	Přechodnice	65,000
KP	37,820 000	Přímá	380,000
KÚ	38,200 000		

## 2.2. Sklonové řešení

Z nákresného přehledu železničního svršku byly získány informace o lomech sklonu, jejich vzdálenosti a sklony nivelety.

Staničení [km]	Sklon [‰]	Délka [m]
35,200 000	-7,00	100,000
35,300 000	-6,09	590,000
35,890 000	-5,24	94,000
35,984 000	-2,44	152,000
36,136 000	+0,27	364,000
36,500 000	-16,60	200,000
36,700 000	-13,56	238,000
36,938 000	-15,28	103,000
37,041 000	-16,21	489,000
37,530 000	-15,11	595,000
38,125 000	-12,80	74,000
38,199 000	-9,08	1,000

## 2.3. Železniční svršek

Dle nákresného přehledu železničního svršku je po celém úseku použita kolejnice tvaru 49E1 (S49), kromě km 36,580 – 36,630 a 37,200 – 37,230 kde je kolejnice tvaru T. Dřevěné bukové pražce najdeme v km 35,200 – 37,230 a 38,156 – 38,189, betonové pražce SB6 v km 37,230 – 38,156 a 38,189 – 38,200. U dřevěných pražců je tuhé upevnění s rozponovými podkladnicemi. U betonových pražců je tuhé upevnění s žebrovými podkladnicemi S 4. Kolejové lože je tvořeno štěrskem. V km 35,953 a 38,154 je trať bez kolejového lože, protože jsou zde mosty s prvkovou mostovkou.

## 2.4. Železniční spodek

Z geologické mapy ČR 1:25 000 bylo zjištěno pražcové podloží. Na daném úseku výrazně převažuje podloží, které tvoří hlíny deluviální hlinitokamenité.

Geotechnické parametry nebyly podkladem ke zpracování bakalářské práce.

## 2.4.1. Odvodnění

Stav odvodnění byl zjištěn během vizuální prohlídky rekonstruovaného úseku. Stávající příkopy jsou zanesené a zarostlé křovinami, na mnoha místech chybí úplně, avšak by zde vzhledem k okolnímu terénu být měly.

## 2.4.2. Stavby železničního spodku

V rekonstruovaném úseku se nachází 4 příčné a 1 podélný propustek, 1 trativod. Dále se na úseku nachází 7 mostů.

Všechny stavby železničního spodku jsou shrnuty v následující tabulce.

Staničení [km]	Stavba	Poznámka
35,239 000	most	sv. kol. 4,10m vol. v. 3,95m
35,480 000	most	silniční most - účelová komunikace
35,700 000	most	sv. kol. 3,85m vol. v. 4,20m
35,887 000	propustek	sv. kol. 0,40m
35,953 000	most	sv. kol. 3,70m vol. v. 3,65m
36, 129 000	most	sv. kol. 3,50m vol. v. 4,30m
36,789 000	propustek	sv. kol. 1,00m
37,069 000	propustek	sv. kol. 0,80m vol. v. 0,95m
37,377 000	propustek	sv. kol. 1,00m vol. v. 1,00m
37,578 000	most	sv. kol. 4,10m vol. v. 2,60m
37,947 000	propustek	podélný propustek na pravé straně u železničního přejezdu
38,154 000	most	sv. kol. 3,80m vol. v. 2,50m
38,160 000	trativod	podélný trativod

## 2.5. Úrovňová křížení

Na úseku se nachází dvě úrovňová křížení s pozemní komunikací s označením P4232 a P4233. V prvním případě se jedná o křížení s účelovou komunikací, užívanou převážně zemědělskou technikou. Druhé křížení je se silnicí III. třídy. Přejezdy jsou zabezpečeny výstražným křížem (dopravní značení – A32a „Výstražný kříž pro železniční přejezd jednokolejný“, značkou stop (dopravní značení – P6 „Stůj, dej přednost v jízdě“) nebo světelným signalizačním zařízením bez závor (dopravní značení – PZS bez závor „Přejezdová zabezpečovací signalizace“). Jejich specifikace jsou uvedeny v následující tabulce.

Staničení [km]	Označení	Poznámka	Zabezpečení
37,947 000	P4232	Účelová komunikace	A32a + P6
38,175 000	P4233	Pozemní komunikace	A32a + PZS bez závor

## 2.6. Křížení inženýrských sítí

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

### 3. Navržený stav

Nově navržený stav byl navržen dle normy ČSN 73 6360-1. Trasa o celkové délce 3,208 213 km ve staničení km 35,200 000 – 38,208 213 se snaží směrově a výškově co nejvíce přiblížit stávajícímu stavu. Traťová rychlost bude zvýšena až na rychlost 90 km/h (viz. kapitola směrové poměry).

#### 3.1. Směrové poměry

Snahou bylo navrhnout posuny maximálně do 5 cm nicméně v některých místech to nebylo možné. Maximální směrový posun je tedy 96 mm ve staničení 36,885 177 km. Všechny posuny osy byly navrženy tak, aby nebylo nutné výrazně měnit zemní těleso.

S ohledem na geometrické parametry koleje byla zvýšena traťová rychlost ze stávajících 65 km/h na rychlost 85 km/h ve staničení km 35,200 000- 36,285 079, na rychlost 90 km/h ve staničení km 36,285 079 – 37,600 861 a na rychlost 80 km/h ve staničení km 37,600 861 – 38,208 213.

Rychlost pro soupravy s povoleným nedostatkem převýšení 130 mm je  $V_{130} = 85$  km/h ve staničení km 35,200 000 – 35,978 381,  $V_{130} = 95$  km/h ve staničení km 35,978 381 – 36,285 079,  $V_{130} = 100$  km/h ve staničení km 36,285 079 – 37,600 861,  $V_{130} = 80$  km/h ve staničení 37,600 861 – 38,208 213.

Na úseku se nachází 4 směrové oblouky, z toho jeden složený ze 3 poloměrů. Parametry jednotlivých prvků směrového motivu jsou uvedeny v následující tabulce.

Označení	Staničení [km]	Směrový prvek a jeho parametry	Délka[m]
ZÚ	35,200 000	<b>Přímá</b>	166,922
ZP	35,366 922	<b>Přechodnice</b> ; $n=7,27V$ ; $n_{130}=7,27V_{130}$ ; $L_k=84,000$ m; $A=178$ ; $m=0,780$ m; $T=296,358$ m; klotoida	84,000
ZO	35,450 922	<b>Kružnicová část oblouku</b> ; $R=376,520$ m; $V=85$ km/h; $V_{130}=85$ km/h; $D=136$ mm; $l=90$ mm; $l_{130}=90$ mm; $\alpha_s=67,9646^\circ$ ; $L_i=361,345$ m	361,345
KO	35,812 267	<b>Přechodnice</b> ; $n=7,49V$ ; $n_{130}=7,50V_{130}$ ; $L_k=86,570$ m; $A=181$ ; $m=0,829$ m; $T=297,569$ m; klotoida	86,570



KP	35,898 837	<b>Přímá</b>	79,544
ZP	35,978 381	<b>Přechodnice</b> ; $n=8,19V$ ; $n_{130}=7,33V_{130}$ ; Lk=55,000 m; A=189; m=0,195 m; T=153,084 m; klotoida	55,000
ZO	36,033 381	<b>Kružnicová část oblouku</b> ; R=646,700 m; V=85 km/h; $V_{130}=95$ km/h; D=79 mm; l=52 mm; $l_{130}=86$ mm; $\alpha_s=21,9453^\circ$ ; Li=188,698 m	188,698
KO	36,222 079	<b>Přechodnice</b> ; $n=9,38V$ ; $n_{130}=8,39V_{130}$ ; Lk=63,000 m; A=202; m=0,256 m; T=156,770 m; klotoida	63,000
KP	36,285 079	<b>Přímá</b>	443,475
ZP	36,728 554	<b>Přechodnice</b> ; $n=7,83V$ ; $n_{130}=7,05V_{130}$ ; Lk=74,000 m; A=201; m=0,418 m; T=170,256 m; klotoida	74,000
ZO	36,802 554	<b>Kružnicová část oblouku</b> ; R=545,500 m; V=90 km/h; $V_{130}=100$ km/h; D=105 mm; l=70 mm; $l_{130}=112$ mm; $\alpha_s=27,6145^\circ$ ; Li=225,911 m	225,911
ZO	37,028 465	<b>Kružnicová část oblouku</b> ; R=589,919 m; V=90 km/h; $V_{130}=100$ km/h; D=105 mm; l=58 mm; $l_{130}=96$ mm; $\alpha_s=13,5881^\circ$ ; Li=139,903 m	139,903
ZO	37,168 368	<b>Kružnicová část oblouku</b> ; R=563,308 m; V=90 km/h; $V_{130}=100$ km/h; D=105 mm; l=65 mm; $l_{130}=105$ mm; $\alpha_s=22,8969^\circ$ ; Li=186,301 m	186,301
KO	37,354 669	<b>Přechodnice</b> ; $n=8,21V$ ; $n_{130}=7,39V_{130}$ ; Lk=77,623 m; A=209; m=0,446 m; T=151,829 m; klotoida	77,623
KP	37,432 292	<b>Přímá</b>	168,569
ZP	37,600 861	<b>Přechodnice</b> ; $n=6,82V$ ; $n_{130}=6,82V_{130}$ ; Lk=72,000 m; A=158; m=0,625 m; T=116,587 m; klotoida	72,000
ZO	37,672 861	<b>Kružnicová část oblouku</b> ; R=345,500 m; V=80 km/h; $V_{130}=80$ km/h; D=132 mm; l=87 mm; $l_{130}=87$ mm; $\alpha_s=26,2414^\circ$ ; Li=87,239 m	87,238
KO	37,760 099	<b>Přechodnice</b> ; $n=6,63V$ ; $n_{130}=6,63V_{130}$ ; Lk=70,000 m; A=156; m=0,591 m; T=115,735 m; klotoida	70,000

KP	37,830 099	Přímá	378,114
KÚ	38,208 213		

## 3.2. Sklonové řešení

Všechny hodnoty výšek jsou uvedeny ve výškovém systému Balt po vyrovnání (Bpv). Návrh nové nivelety temene kolejnice byl proveden tak, aby se co nejvíce přiblížil nynějšímu stavu a minimalizovaly se výškové posuny. Lomy sklonu byly navrženy s ohledem na normu ČSN 73 6360-1. Snahou bylo umístit lomy sklonu mimo přechodnice a mimo zaoblení vzestupnice. Maximální výškový posun je 56 mm ve staničení 36,976 908 km.

Poloměry zakružovacích oblouků byly zvoleny s ohledem na normu 4000 m a 2000 m. Vstupní a koncová tečna byly opět voleny s ohledem na napojení na původní nivelety koleje.

V přímých úsecích je niveleta koleje na spojnici temen kolejnicových pásů. V obloucích je niveleta upravena o hodnoty poloviny převýšení na hodnotu nivelety temene kolejnice nepřevýšeného kolejnicového pásu. Tyto hodnoty nivelety jsou zakresleny ve vzorových příčných řezech.

Přehled jednotlivých lomů sklonu je shrnutý v následující tabulce.

Ozn.	Staničení [km]	Výška [m]	Sklon [‰]	Délka [m]	Rv [m]	$\tau_z$ [m]	y <sub>v</sub> [m]
ZÚ	35,200 000	406,779	-7,00	14,222			
LN1	35,214 222	406,680	-5,71	257,758	4000	2,588	0,001
LN2	35,466 980	405,237	-6,02	291,084	4000	0,636	0,000
LN3	35,758 064	403,484	-5,94	209,848	4000	0,171	0,000
LN4	35,967 912	402,238	-4,53	104,302	4000	2,824	0,001
LN5	36,072 214	401,771	-1,05	115,423	4000	6,960	0,006
LN6	36,187 637	401,647	+1,01	200,000	4000	4,109	0,002
LN7	36,387 637	401,845	-0,74	112,547	4000	3,500	0,002
LN8	36,500 184	401,659	-15,15	200,000	4000	28,805	0,104
LN9	36,700 184	398,735	-13,59	271,748	4000	3,106	0,001
LN10	36,971 932	395,037	-16,08	610,076	4000	4,976	0,003
LN11	37,582 008	385,230	-15,11	542,992	4000	1,935	0,000
LN12	38,125 000	377,027	-12,80	74,000	4000	4,625	0,003
LN13	38,199 000	376,080	-9,08	9,213	2000	3,720	0,003
KÚ	38,208 213	375,993					

### 3.3. Železniční svršek

V celém rekonstruovaném úseku je navržena bezстыková kolej s ohledem na předpis SŽDC S3/2.

#### 3.3.1. Skladba železničního svršku

Byla navržena sestava železničního svršku pro bezpodkladnicové pružné upevnění kolejnic tvaru 49 E1 (S49) s betonovými pražci B 03. Rozdělení pražců „d“ (osová vzdálenost pražců 611 mm). Toto rozdělení pražců nevyžaduje pražcové kotvy při poloměru oblouku větším než 280 m.

Přehled svrškového materiálu:

- Kolejnice 49 E1
- Pražce B 03
- Pružné bezpodkladnicové upevnění W 14 typu VOSSLOH (vrtule R1, svěrky Skl 14, pryžové podložky WS 7 pod patu kolejnice, úhlové vodící vložky Wfp 14K 600)

#### 3.3.2. Kolejové lože

Kolejové lože má lichoběžníkový tvar se sklony svahů 1:1,25. Základní šířka horní hrany od osy koleje v přímých úsecích je 1,70 m, z důvodu zřízení bezстыkové koleje dojde v některých obloucích k rozšíření kolejového lože na 1,75 m a o nadvýšení o 0,100 m. Minimální šířka stezky na pláni tělesa železničního spodku je navržena 0,40 m.

Materiál kolejového lože je štěrk frakce 31,5/63 mm. Tloušťka kolejového lože pod ložnou plochou pražce je minimálně 350 mm.

V následující tabulce je uveden popis šířky kolejového lože a použití pražcových kotev v jednotlivých úsecích rekonstruovaného úseku.

Od staničení [km]	Do staničení [km]	Tvar kolejového lože	Pražcové kotvy
35,200 000	35,430 177	Šířka 1,70 m od osy	bez
35,430 177	35,442 226	Šířka 1,75 m na vnější stranu	bez
35,442 226	35,827 119	Šířka 1,75m na vnější stranu, nadvýšení 0,1m	bez
35,827 119	35,838 594	Šířka 1,75 m na vnější stranu	bez
35,838 594	37,650 613	Šířka 1,70 m od osy	bez

37,650 613	37,660 090	Šířka 1,75 m na vnější stranu	bez
37,660 090	37,772 516	Šířka 1,75 m na vnější stranu, nadvýšení 0,1m	bez
37,772 516	37,781 729	Šířka 1,75 m na vnější stranu	bez
37,781 729	38,208 213	Šířka 1,70 m od osy	bez

### 3.3.3. Rozšíření rozchodu koleje

Na trati se nenachází oblouky o poloměru menší než 275 m, proto nebude potřeba provádět rozšíření rozchodu.

## 3.4. Železniční spodek

### 3.4.1. Geotechnické podklady

Z geologické mapy ČR 1:25 000 bylo zjištěno pražcové podloží. Na daném úseku výrazně převažuje podloží, které tvoří hlíny deluviální hlinitokamenité. Dle normy ČSN 1001 Základová půda pod plošnými základy jsem zjistila z tabulky č. 11 Směrové normové charakteristiky jemnozrnných zemin, že se jedná o zeminu F5-MI – hlíny se střední plasticitou, pevnou konzistencí a stupněm nasycení  $S_r < 0,8$ . Modul přetvárnosti  $E_{def} = 7-10$  MPa, zvolila jsem  $E_{def} = 8$  MPa. Dle ČSN 73 6133 Návrh provádění zemního tělesa pozemních komunikací jsem určila, že daná zemina je nebezpečně namrzavá.

### 3.4.2. Návrh pražcového podloží

Provedla jsem předběžný návrh pražcového podloží, před prováděním bude potřeba udělat geologický průzkum. Pražcové podloží je navrženo jako typ 6 zlepšená zemina vápnem a cementem v tloušťce 0,50 m. Vrstva zlepšené zeminy bude provedena na vzdálenost 2,5 m od osy koleje. V místě rozšíření pláně tělesa železničního spodku se vzdálenost zlepšení od osy koleje zmenší na 2,35 m. Zlepšení zeminy není dostatečné pro únosnost pláně tělesa železničního spodku, proto na zlepšené zemině bude zřízena vrstva ze štěrkodrti frakce 0/32 v tloušťce 0,20 m. Další konstrukční vrstva je ze štěrkodrti frakce 0/32 v tloušťce 0,15 m.

Šířky zlepšení zeminy od osy koleje dle tabulky.

Od staničení [km]	Do staničení [km]	Šířka zlepšení od osy koleje [m]	
		vlevo	vpravo
35,200 000	35,309 300	2,50	2,50
35,309 300	35,327 180	2,35	2,50
35,327 180	35,642 000	2,50	2,50
35,642 000	35,677 760	2,50	2,35
35,677 760	35,858 000	2,50	2,50
35,858 000	35,887 800	2,50	2,35
35,887 800	35,910 400	2,50	2,50
35,910 400	35,943 180	2,35	2,50
35,943 180	36,084 000	2,50	2,50
36,084 000	36,107 840	2,35	2,50
36,107 840	36,191 900	2,50	2,50
36,191 900	36,194 880	2,50	2,35
36,194 880	36,721 000	2,50	2,50
36,721 000	36,738 880	2,50	2,35
36,738 880	36,956 800	2,50	2,50
36,956 800	37,001 500	2,35	2,50
37,001 500	37,056 000	2,50	2,50
37,056 000	37,067 920	2,35	2,50
37,067 920	37,114 000	2,50	2,50
37,114 000	37,140 820	2,35	2,50
37,140 820	37,173 800	2,50	2,50
37,173 800	37,200 620	2,35	2,50
37,200 620	37,226 000	2,50	2,50
37,226 000	37,279 640	2,35	2,50
37,279 640	37,301 000	2,50	2,50
37,301 000	37,360 600	2,35	2,50
37,360 600	37,520 000	2,50	2,50
37,520 000	37,579 600	2,50	2,35
37,579 600	38,096 800	2,50	2,50
38,096 800	38,126 600	2,50	2,35
38,126 600	38,132 840	2,50	2,50
38,132 840	38,159 660	2,35	2,50
38,159 660	38,213 208	2,50	2,50

### 3.4.3. Zemní pláň a pláň tělesa železničního spodku

Zemní pláň je navržena v jednostranném příčném sklonu 5 %. Změna sklonu zemní pláně se provede na délce 6 m.

Základní šířka pláně tělesa železničního spodku je 3,1 m od osy koleje. V případech úpravy tvaru kolejového lože je pláň tělesa železničního spodku rozšířena tak, aby byla zachována stezka v minimální šířce 0,4 m.

Přehled sklonů zemní pláně je uveden v tabulce.

Od staničení [km]	Do staničení [km]	Sklon [%]	Směr sklonu
35,200 000	35,907 000	5,00	levostranný
35,907 000	35,913 000	překlápění	
35,913 000	37,437 000	5,00	pravostranný
37,437 000	37,443 000	překlápění	
37,443 000	38,208 213	5,00	levostranný

### 3.4.4. Rozšíření pláně tělesa železničního spodku

V náspu je provedeno rozšíření pomocí krabicového dílu opěrné zdi U3. Pro snížení zemních prací a záborů pozemků jsou v zářezech použity příkopové žlaby tvaru J – velký.

Krabicový díl opěrné zdi U3 bude položen do suché betonové směsi C12/15 tloušťky 0,15m, která bude ve spádu 5%. Vnější hrana bude od osy koleje 3,300m. Z vnitřní části bude díl U3 zasypán propustným materiálem. V horní části bude zřízena vrstva ze štěrkodrti.

Rozšíření pláně je provedeno dle tabulky.

Od staničení [km]	Do staničení [km]	Směr rozšíření
35,309 300	35,327 180	levostranné
35,642 000	35,677 760	pravostranné
35,858 000	35,887 800	pravostranné
35,910 400	35,943 180	levostranné
36,084 000	36,107 840	levostranné
36,191 900	36,194 880	pravostranné
36,721 000	36,738 880	pravostranné
36,956 800	37,001 500	levostranné

37,056 000	37,067 920	levostranné
37,114 000	37,140 820	levostranné
37,173 800	37,200 620	levostranné
37,226 000	37,279 640	levostranné
37,301 000	37,360 600	levostranné
37,520 000	37,579 600	pravostranné
38,096 800	38,126 600	pravostranné
38,132 840	38,159 660	levostranné

### 3.4.5. Svahy zemního tělesa

Svahy zemního tělesa byly navrženy ve sklonu 1:1,50 a 1:2,00 s ohledem na typ zeminy.

### 3.4.6. Odhumusování a ohumusování

Stavební práce budou probíhat z velké části na stávajícím tělese, kde nebude nutné odhumusování.

Ohumusování nebude provedeno z důvodu malé rozlohy nově zřízených svahů.

### 3.4.7. Stávající konstrukce železničního podku

Na úseku bude využito stávajících propustků, mostů a trativodu. Staničení vztahené k nově navrženému stavu dle tabulky.

Staničení [km]	Stavba	Poznámka
35,238 451	most	sv. kol. 4,10m vol. v. 3,95m
35,480 488	most	silniční most účelová komunikace
35,700 612	most	sv. kol. 3,85m vol. v. 4,20m
35,886 520	propustek	sv. kol. 0,40m
35,952 999	most	sv. kol. 3,70m vol. v. 3,65m
36,131 513	most	sv. kol. 3,50m vol. v. 4,30m
36,794 619	propustek	sv. kol. 1,00m

37,075 867	propustek	sv. kol. 0,80m vol. v. 0,95m
37,378 368	propustek	sv. kol. 1,00m vol. v. 1,00m
37,585 644	most	sv. kol. 4,10m vol. v. 2,60m
37,951 148 – 37,959 136	propustek	podélný propustek na pravé straně u železničního přejezdu
38,164 000	most	sv. kol. 3,80m vol. v. 2,50m
38, 089 130 - 38,162 130	trativod	podélný trativod

### 3.5. Odvodnění

Na rekonstruovaném úseku je navrženo nové odvodnění tratě, které je přizpůsobeno poloze stávajících propustků. Mezi km 36,797 267 – 37,071 115 je využit stávající nezpevněný příkop. Na úseku se vyskytují nezpevněné příkopy, zpevněné příkopy pomocí tvárnice TZZ3 a příkopové žlaby J – velké. V místě přejezdu se nachází podélný propustek. U druhého přejezdu je nově navržený podélný žlab z polymerického betonu pro svedení vody z komunikace mimo železniční přejezd.

Pro dostatečné odvodnění tratě, bylo navrženo odvodnění i za hranice drážního pozemku. Bude potřeba vykoupení pozemků a majetkové vyrovnání.

#### 3.5.1. Drážní příkopy nezpevněné

Nezpevněné příkopy jsou lichoběžníkového tvaru se šířkou dna 0,4 m. Vzdálenost dna příkopu je navržena minimálně 0,35 m od skloněné pláně tělesa železničního spodku a minimálně 0,15 m od vyústění zemní pláně. Sklony svahů jsou dány typem zeminy 1:1,5 nebo 1:2,0. Podélný sklon příkopu musí být v rozmezí od 4 do 25 ‰.

#### 3.5.2. Drážní příkopy zpevněné

Všechny pevněné drážní příkopy jsou tvořeny příkopovou tvárnici TZZ3 uloženou do štěrkopískové vrstvy frakce 0/32 mm, tloušťky 0,10 m.



### 3.5.3. Příkopové žlaby

Příkopové žlaby tvaru J – velké jsou navrženy převážně v zářezech, kde bylo žádoucí snížení objemu zemních prací. Dále jsou navrženy v místech, kde bylo třeba snížit vzdálenost zemních prací od osy koleje, kvůli hranici drážního pozemku. Vzdálenost od osy k vnitřní hraně příkopového žlabu je navržena 2,550m.

Uložení prefabrikátů bude na podkladní beton C12/15 tloušťky 0,150 m. Sklony svahů výkopů budou ve sklonu 5:1. Do výše odvodňovacích otvorů bude proveden zásyp z nepropustného materiálu. Zbývající prostor okolo prefabrikátů bude vyplněn propustným materiálem. Mezi vrstvy bude uložena filtrační geotextilie. Příkopový žlab bude z vnější strany opatřen hydroizolačním nátěrem.

### 3.5.4. Příčné propustky

V rekonstruovaném úseku se vyskytují 4 původní příčné propustky, které bude nutné vyčistit od případného zanesení.

Staničení propustků vztažené k novému stavu.

Staničení [km]	Stavba	Poznámka
35,886 520	propustek	sv. kol. 0,40m
36,794 619	propustek	sv. kol. 1,00m
37,075 867	propustek	sv. kol. 0,80m vol. v. 0,95m
37,378 368	propustek	sv. kol. 1,00m vol. v. 1,00m

### 3.5.5. Podélné propustky a trativody

Stávající podélný propustek a trativod bude třeba vyčistit od zanesení. V místě železničního přejezdu bude zřízen na pravé straně žlab z polymerického betonu sestaveného z dílců Monoblock PD200V o celkové délce 7 m pro svedení vody z komunikace mimo železniční přejezd. Na levé straně u železničního přejezdu bude zřízen podélný trativod.

Staničení [km]	Stavba	Poznámka
37,951 148 – 37,959 136	propustek	podélný propustek na pravé straně u železničního přejezdu
38,089 130 - 38,162 130	trativod	podélný trativod
38,165 300 – 38,188 830	trativod	podélný trativod na levé straně u železničního přejezdu
38,180 970 – 38,187 970	žlab	podélný žlab Monoblock PD200V

### 3.5.6. Levostranný příkop

Staničení a typ levostranného příkopu dle tabulky.

Od staničení [km]	Do staničení [km]	Sklon [‰]	Délka [m]	Typ příkopu
35,341 000	35,466 980	-5,71	125,980	žlab J - velký
35,466 980	35,639 800	-8,02	172,820	žlab J - velký
36,253 000	36,387 460	+2,50	134,460	žlab J - velký
36,387 460	36,511 000	-2,50	123,540	žlab J - velký
36,511 000	36,688 750	-16,15	177,750	žlab J - velký
37,665 160	37,846 930	-15,11	181,770	žlab J - velký
38,165 300	38,188 830	+5,00	23,530	trativod

### 3.5.7. Pravostranný příkop

Staničení a typ pravostranného příkopu dle tabulky.

Od staničení [km]	Do staničení [km]	Sklon [‰]	Délka [m]	Typ příkopu
35, 341 000	35,466 980	-5,71	125,980	žlab J - velký
35,466 980	35,639 800	-8,02	172,820	žlab J - velký
35,704 000	35,751 370	+4,00	47,370	nezpevněný
35,751 370	35,815 270	-12,74	63,900	TZZ3
35,815 270	35,888 600	-12,74	73,330	nezpevněný
36,253 000	36,384 460	+2,50	134,460	žlab J - velký
36,387 460	36,511 000	-2,50	123,540	žlab J - velký
36,511 000	36,701 000	-15,15	190,200	žlab J - velký
36,701 200	36,793 300	-48,36	92,100	TZZ3
36,797 267	36,946 128	-13,59	148,861	nezpevněný

36,946 128	37,071 115	-24,69	124,987	nezpevněný
37,080 000	37,336 310	-16,08	256,310	žlab J - velký
37,336 310	37,376 310	-44,42	40,000	žlab J - velký
37,378 350	37,507 000	-16,40	128,650	nezpevněný
37,507 000	37,579 940	-25,00	72,940	nezpevněný
37,705 000	37,874 320	-15,11	169,320	žlab J - velký
37,874 320	37,951 148	-15,11	76,828	nezpevněný
37,951 148	37,959 136	-15,11	7,988	podélný propustek
37,959 136	38,089 130	-15,11	129,994	nezpevněný
38,089 130	38,162 130	-15,11	73,000	podélný trativod
38,180 970	38,187 970	-12,80	7,000	žlab z polymerického betonu

### 3.6. Železniční přejezdy

Na rekonstruovaném úseku se nachází 2 železniční přejezdy. Jedná se o přejezdy s účelovou komunikací a silnicí III. třídy.

Staničení [km]	Popis
37,955 037	Železniční přejezd s účelovou komunikací – P4232
38,184 317	Železniční přejezd s pozemní komunikací – P4233

Přejezd P4232 je na stávající trati zabezpečen pouze výstražným křížem s dopravní značkou Stůj, dej přednost v jízdě. Přejezd P4233 je vybavený světelným signalizačním zařízením bez závor.

Přejezd P4232 bude tvořen z přejezdové konstrukce STRAIL. Přejezd P4233 bude z betonových panelů.

Z důvodu zvýšení traťové rychlosti v místech přejezdů na 80 km/h, bude přejezd P4232 vybaven světelným signalizačním zařízením bez závor. Přejezd P4233 bude vybaven světelným signalizačním zařízením se závorami.

## 4. Zábory pozemků

Při návrhu trati došlo k zásahu mimo drážní pozemek. Je nutné pozemkové vyrovnání.

Staničení zásahu mimo drážní pozemek v tabulce.

Od staničení [km]	Do staničení [km]	Plocha [m <sup>2</sup> ]
35,766 000	35,811 000	16,745
36,754 200	36,793 300	24,044

## 5. Závěr

Cílem bakalářské práce byla rekonstrukce železniční tratě Olomouc – Šumperk v km 35,2 – 38,2. Navrhla jsem úpravy geometrických parametrů koleje pomocí směrového a výškového vyrovnání, tak aby posuny kolejového roštu byly co nejmenší. Dále došlo k návrhu rekonstrukce železničního svršku a železničního spodku včetně odvodnění. Navrhla jsem zvýšení traťové rychlosti a rychlost pro vozidla s nedostatkem převýšení I130. Rekonstrukce by měla zajistit větší komfort cestování, lepší odvodnění a prodloužení životnosti trati.

Při návrhu jsem postupovala podle platných českých a technických norem a předpisů SŽDC, s. o.

Všechny cíle bakalářské práce byly splněny. Vypracovala jsem všechny předepsané přílohy.

Bakalářská práce mi přinesla hlubší seznámení s problematikou železničních staveb a také s normami a předpisy souvisejícími se železničními stavbami.

V Brně dne 24. 5. 2019

.....  
Vypracovala: Jana Benáčková

## 6. Použitá literatura

1. ČSN 73 6360-1. *Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha - Část 1: Projektování*. Praha: Český normalizační institut, 2008
2. ČSN 1001 Základová půda pod plošnými základy, z roku 1987
3. ČSN 73 6133 Návrh provádění zemního tělesa pozemních komunikací
4. Předpis SŽDC S3 – Železniční svršek, platnost 11/2008
5. Předpis SŽDC S4 – Železniční spodek, platnost 1.9.2008
6. Předpis SŽDC S3/2 Bezстыková kolej, platnost 1.9.2008
7. Vzorové listy železničního spodku, platnost 1.2.2002
8. PLÁŠEK, Otto. VUT, Fakulta stavební, Ústav železničních konstrukcí a staveb. *Přednáška Svršek na mostech z předmětu CN01 Železniční konstrukce I*
9. Mapy on-line. Česká geologická služba. Dostupné z: [https://mapy.geology.cz/geocr\\_25/](https://mapy.geology.cz/geocr_25/)
10. ŽPSV a.s. *Katalog produktů firmy ŽPSV OHL Group*. Dostupné z: <http://www.zpsv.cz>
11. Mapy seznam. *Google*. Dostupné z: <http://www.mapy.cz>
12. Produkty firmy STRAIL. Dostupné z <http://www.strail.cz/produkty-strail-detail-8>.
13. Český úřad zeměměřičský a katastrální. Nahlížení do katastru nemovitostí. Dostupné z <http://nahlizenidokn.cuzk.cz/>
14. Produkty firmy ACO DRAIN. Dostupné z <http://www.aco.cz/produkty/liniovezlaby/aco-monoblock-pd/>

## 7. Seznam použitých zkratek

Značka	Popis	Jednotka
V	návrhová rychlost	[km/h]
V <sub>130</sub>	návrhová rychlost souprav s dovoleným nedostatkem převýšení 130 mm	[km/h]
R	poloměr oblouku	[m]
D	převýšení	[mm]
I	nedostatek převýšení	[mm]
I <sub>130</sub>	nedostatek převýšení souprav s dovoleným nedostatkem převýšení 130 mm	[mm]
$\alpha_s$	středový úhel	[g]
Li	délka oblouku	[m]
n	strmost vzestupnice	[-]
n <sub>130</sub>	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	[-]
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	[-]
S-JTSK	system jednotné trigonometrické sítě katastrální	[-]
ČSN	česká státní norma	[-]
PTŽS	Pláň tělesa železničního spodku	[-]
NPŽSv	Nákresný přehled železničního svršku	[-]

## 8. Přílohy

### 8.1. Návrh pražcového podloží

Zemina F5 MI – hlína se střední plasticitou

$E_0 = 8 \text{ MPa}$ ,  $z=0,5$ , vysoce namrzavá zemina, příznivý vodní režim

$$E_{0r} = z * E_0 = 0,5 * 8 = 4,0 \text{ MPa}$$

Pro stávající tratě – celostátní ostatní pro rychlost menší než 120 km/h

$$E_{0,pož} = 20 \text{ MPa}$$

$$E_{pl,pož} = 40 \text{ MPa}$$

$$E_{0r} \geq E_{0,pož} \quad \rightarrow \quad 4,0 \text{ MPa} > 20 \text{ MPa} \quad \text{NEVYHOVUJE}$$

$$E_{0r} \geq E_{pl,pož} \quad \rightarrow \quad 4,0 \text{ MPa} > 40 \text{ MPa} \quad \text{NEVYHOVUJE}$$

$$E_{0r} = 4,0 \text{ MPa} \geq 0,6 * E_{0,pož} = 0,6 * 20 = 12 \text{ MPa} \quad \text{NEVYHOVUJE}$$

→ PP TYP 6 – ZLEPŠENÍ ZEMINY V PODLOŽÍ TRATI

Zlepšení zeminy vápnem a cementem (ZZVC),  $E_0 = 45 \sim 90 \text{ MPa}$

zlepšení zeminy vápnem a cementem:  $E_1 = 90 \text{ MPa}$ ,  $h_1 = 0,50 \text{ m} \leq 0,5 \text{ m}$

Diagram DORNI:  $k_1 = E_{0r} / E_1 = 4 / 90 = 0,044$

$$k_2 = h_1 / D = 0,50 / 0,30 = 1,67$$

$$k_3 = 0,37$$

$$E_{e1} = k_3 * E_1 = 0,37 * 90 = 33,3 \text{ MPa} \geq 40 \text{ MPa} \quad \text{NEVYHOVUJE}$$

$$\geq E_{0,pož} = 20 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\geq E_{pl,pož} = 40 \text{ MPa} \quad \text{NEVYHOVUJE}$$



→ NÁVRH KONSTRUKČNÍ VRSTVY 1

ŠD 0/32,  $E_2 = 60 \text{ MPa}$ ,  $h_2 = 0,20 \text{ m}$

Diagram DORNI:  $k_1 = E_{e1} / E_2 = 33,3 / 60 = 0,555$

$$k_2 = h_2 / D = 0,20 / 0,30 = 0,667$$

$$k_3 = 0,74$$

Únosnost pláňě tělesa železničního spodku

$$E_{e2} = k_3 * E_2 = 0,74 * 60 = 44,4 \text{ MPa} \geq E_{pl,pož} = 40 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE}$$

NÁVRH KONSTRUKČNÍ VRSTVY 2

ŠD 0/32,  $E_2 = 80 \text{ MPa}$ ,  $h_2 = 0,15 \text{ m}$

Diagram DORNI:  $k_1 = E_{e1} / E_2 = 44,4 / 80 = 0,555$

$$k_2 = h_2 / D = 0,15 / 0,30 = 0,5$$

$$k_3 = 0,70$$

Únosnost pláňě tělesa železničního spodku

$$E_{e2} = k_3 * E_2 = 0,7 * 80 = 56,0 \text{ MPa} \geq E_{pl,pož} = 40 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Ochrana zemního tělesa před účinky mrazu

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

$$h_{pr} = 0,045 * \sqrt{Im} = 0,045 * \sqrt{450} = 0,95 \text{ m}$$

$$h_{z,dov} = 0,0 \text{ m} - \text{platí pro zlepšené zeminy (ZZ)}$$

$$h_{šp} = h * \lambda_{šp} / \lambda = 0,35 * 2,3 / 2 = 0,40 \text{ m}$$

$$h_{kl} = 0,45 \sim 0,55 = 0,55 \text{ m}$$

$$h_{pr} \leq h_{z,dov} + h_{kl} + h_{šp} \quad \rightarrow \quad 0,95 \leq 0,0 + 0,55 + 0,40$$

$$\rightarrow \quad 0,95 \leq 0,95$$

VYHOVUJE

# 8.2 Posouzení parametrů oblouků

oblouk č.1

Rychlost V= 85 km/h  
 Poloměr R= 376,520 m  
 > 275m -> není třeba rozšíření rozchodu  
 > 290m -> není třeba posoudit D ≤ (R-50)/1,5

Teoretické převýšení koleje	D = Deq = $(11,8 \cdot \sqrt{V^2})/R$	Deq =	226 mm	≤ D <sub>lim</sub> = 250mm
Doporučené převýšení	D = D <sub>N1</sub> = $(7,1 \cdot \sqrt{V^2})/R$	D <sub>N1</sub> =	136 mm	≤ D <sub>lim</sub> = 150mm
Navržené převýšení		D =	136 mm	≤ D <sub>lim</sub> = 150mm
Nedostatek převýšení	I = Deq - D <sub>N1</sub>	I =	90 mm	≤ I <sub>lim</sub> = 100mm
Přebytek převýšení	E = D <sub>N1</sub> - Deq	E = nepočítám		≤ E <sub>lim</sub> = 80mm

Výpočet pro vozidla s nedostatkem převýšení I <sub>130</sub>	
Nedostatek převýšení I <sub>130</sub> =	130 mm
Rychlost pro vozidla s I <sub>130</sub>	V <sub>130</sub> = ODMOCNINA(((R*(I <sub>130</sub> +D))/11,8)
Navržená rychlost	V <sub>130</sub> = 92,13 km/h
Nedostatek převýšení pro I <sub>130</sub>	I <sub>130</sub> = 85 km/h I <sub>130</sub> = 90 mm
	zakrouhlit dolů na celých 5km/h ≤ 130mm

Navržená délka 1. vzetupnice	L <sub>d1</sub> = 84,000 m
Navržená délka 1. přechodnice	L <sub>k1</sub> = 84,000 m
Navržená délka 2. vzetupnice	L <sub>d2</sub> = 86,570 m
Navržená délka 2. přechodnice	L <sub>k2</sub> = 86,570 m

Posouzení strmostí	n (L <sub>d1</sub> ) = (L <sub>d1</sub> *1000)/(V*D)	n (L <sub>d1</sub> ) = 7,27 *V	80 km/h < V ≤ 120 km/h	sklon vzetupnice	
	n (L <sub>d2</sub> ) = (L <sub>d2</sub> *1000)/(V*D)	n (L <sub>d2</sub> ) = 7,49 *V	≥ n <sub>lim</sub> = 7*V	> 1:445	
	n <sub>i</sub> (L <sub>k1</sub> ) = (L <sub>k1</sub> *1000)/(V*I)	n <sub>i</sub> (L <sub>k1</sub> ) = 10,96 *V	≥ n <sub>lim</sub> = 7*V		
	n <sub>i</sub> (L <sub>k2</sub> ) = (L <sub>k2</sub> *1000)/(V*I)	n <sub>i</sub> (L <sub>k2</sub> ) = 11,29 *V	V ≤ 160 km/h		
			≥ n <sub>lim</sub> = 4*V		
			≥ n <sub>lim</sub> = 4*V		
	n <sub>130</sub> (L <sub>d1</sub> ) = (L <sub>d1</sub> *1000)/(V <sub>130</sub> *D)	n <sub>130</sub> (L <sub>d1</sub> ) = 7,27 *V <sub>130</sub>	80 km/h < V ≤ 120 km/h	sklon vzetupnice	
	n <sub>130</sub> (L <sub>d2</sub> ) = (L <sub>d2</sub> *1000)/(V <sub>130</sub> *D)	n <sub>130</sub> (L <sub>d2</sub> ) = 7,49 *V <sub>130</sub>	≥ n <sub>lim</sub> = 7*V	> 1:445	
			≥ n <sub>lim</sub> = 7*V		
	n <sub>130</sub> (L <sub>k1</sub> ) = (L <sub>k1</sub> *1000)/(V <sub>130</sub> *I)	n <sub>130</sub> (L <sub>k1</sub> ) = 10,96 *V <sub>130</sub>	V ≤ 160 km/h		
	n <sub>130</sub> (L <sub>k2</sub> ) = (L <sub>k2</sub> *1000)/(V <sub>130</sub> *I)	n <sub>130</sub> (L <sub>k2</sub> ) = 11,29 *V <sub>130</sub>	≥ n <sub>lim</sub> = 4*V		
			≥ n <sub>lim</sub> = 4*V		

Rychlost  $V=$  85 km/h  
 Poloměr  $R=$  646,700 m  
 $> 275\text{m} \rightarrow$  není třeba rozšíření rozchodu  
 $> 290\text{m} \rightarrow$  není třeba posoudit  $D \leq (R-50)/1,5$

Teoretické převýšení koleje	$D = \text{Deq} = (11,8 \cdot V^2)/R$	Deq =	132 mm	$\leq D_{\text{lim}} = 250\text{mm}$
Doporučené převýšení	$D = D_{\text{D1}} = (7,1 \cdot V^2)/R$	$D_{\text{D1}} =$	79 mm	$\leq D_{\text{lim}} = 150\text{mm}$
Navržené převýšení		$D =$	79 mm	$\leq D_{\text{lim}} = 150\text{mm}$
Nedostatek převýšení	$I = \text{Deq} - D_{\text{D1}}$	$I =$	53 mm	$\leq I_{\text{lim}} = 100\text{mm}$
Přebytek převýšení	$E = D_{\text{D1}} - \text{Deq}$	nepočítám		$\leq E_{\text{lim}} = 80\text{mm}$

Výpočet pro vozidla s nedostatkem převýšení $I_{130}$				
Nedostatek převýšení $I_{130} =$	130 mm			
Rychlost pro vozidla s $I_{130}$	$V_{130} = \text{ODMOCNINA}(((R \cdot (I_{130} + D))/11,8)$	$V_{130} =$	107,02 km/h	
Navržená rychlost		$V_{130} =$	95 km/h	zakrouhlit dolů na celých 5km/h
Nedostatek převýšení pro $I_{130}$	$I_{130} = ((11,8 \cdot (V_{130}^2))/R) - D$	$I_{130} =$	86 mm	$\leq 130\text{mm}$

Navržená délka 1. vzetupnice	$L_{d1} =$	55,000 m
Navržená délka 1. přechodnice	$L_{k1} =$	55,000 m
Navržená délka 2. vzetupnice	$L_{d2} =$	63,000 m
Navržená délka 2. přechodnice	$L_{k2} =$	63,000 m

Posouzení strmostí	$n(L_{d1}) = (L_{d1} \cdot 1000)/(V \cdot D)$	$n(L_{d1}) =$	8,19 *V	80 km/h $< V \leq 120$ km/h	sklon vzetupnice
	$n(L_{d2}) = (L_{d2} \cdot 1000)/(V \cdot D)$	$n(L_{d2}) =$	9,38 *V	$\geq n_{\text{lim}} = 7^*V$	$> 1:445$
	$n_i(L_{k1}) = (L_{k1} \cdot 1000)/(V \cdot I)$	$n_i(L_{k1}) =$	12,32 *V	$\geq n_{\text{lim}} = 7^*V$	$> 1:445$
	$n_i(L_{k2}) = (L_{k2} \cdot 1000)/(V \cdot I)$	$n_i(L_{k2}) =$	14,12 *V	$V \leq 160$ km/h	
	$n_{130}(L_{d1}) = (L_{d1} \cdot 1000)/(V_{130} \cdot D)$	$n_{130}(L_{d1}) =$	7,33 * $V_{130}$	$\geq n_{\text{lim}} = 4^*V$	sklon vzetupnice
	$n_{130}(L_{d2}) = (L_{d2} \cdot 1000)/(V_{130} \cdot D)$	$n_{130}(L_{d2}) =$	8,39 * $V_{130}$	$\geq n_{\text{lim}} = 7^*V$	$> 1:445$
	$n_{1130}(L_{k1}) = (L_{k1} \cdot 1000)/(V_{130} \cdot I)$	$n_{1130}(L_{k1}) =$	11,03 * $V_{130}$	$V \leq 160$ km/h	
	$n_{1130}(L_{k2}) = (L_{k2} \cdot 1000)/(V_{130} \cdot I)$	$n_{1130}(L_{k2}) =$	12,63 * $V_{130}$	$\geq n_{\text{lim}} = 4^*V$	$> 1:445$

Rychlost  $V=$  90 km/h  
 Poloměr  $R=$  545,500 m  
 $> 275\text{m} \rightarrow$  není třeba rozšíření rozchodu  
 $> 290\text{m} \rightarrow$  není třeba posoudit  $D \leq (R-50)/1,5$

Teoretické převýšení koleje	$D = \text{Deq} = (11,8 \cdot V^2) / R$	Deq =	175 mm	$\leq D_{\text{lim}} = 250\text{mm}$
Doporučené převýšení	$D = D_{\text{D1}} = (7,1 \cdot V^2) / R$	$D_{\text{D1}} =$	105 mm	$\leq D_{\text{lim}} = 150\text{mm}$
Navržené převýšení		$D =$	105 mm	$\leq D_{\text{lim}} = 150\text{mm}$
Nedostatek převýšení	$I = \text{Deq} - D_{\text{D1}}$	$I =$	70 mm	$\leq I_{\text{lim}} = 100\text{mm}$
Přebytek převýšení	$E = D_{\text{D1}} - \text{Deq}$	$E =$	nepočítám	$\leq E_{\text{lim}} = 80\text{mm}$

Výpočet pro vozidla s nedostatkem převýšení $l_{130}$				
Nedostatek převýšení $l_{130} =$	130 mm			
Rychlost pro vozidla s $l_{130}$	$V_{130} = \text{ODMOCNINA}(((R \cdot (l_{130} + D)) / (11,8)))$	$V_{130} =$	104,23 km/h	
Navržená rychlost		$V_{130} =$	100 km/h	zakrouhlit dolů na celých 5km/h
Nedostatek převýšení pro $l_{130}$	$l_{130} = ((11,8 \cdot (V_{130}^2)) / R) - D$	$l_{130} =$	111 mm	$\leq 130\text{mm}$

Navržená délka 1. vzetupnice	$L_{d1} =$	74,000 m
Navržená délka 1. přechodnice	$L_{k1} =$	74,000 m
Navržená délka 2. vzetupnice	$L_{d2} =$	0,000 m
Navržená délka 2. přechodnice	$L_{k2} =$	0,000 m

Posouzení strmostí	$n(L_{d1}) = (L_{d1} \cdot 1000) / (V \cdot D)$	$n(L_{d1}) =$	7,83 *V	80 km/h $< V \leq 120$ km/h	sklon vzetupnice
				$\geq n_{\text{lim}} = 7^*V$	$> 1:445$
	$n_i(L_{k1}) = (L_{k1} \cdot 1000) / (V \cdot I)$	$n_i(L_{k1}) =$	11,78 *V	$V \leq 160$ km/h	
				$\geq n_{\text{lim}} = 4^*V$	
	$n_{130}(L_{d1}) = (L_{d1} \cdot 1000) / (V_{130} \cdot D)$	$n_{130}(L_{d1}) =$	7,05 * $V_{130}$	80 km/h $< V \leq 120$ km/h	sklon vzetupnice
				$\geq n_{\text{lim}} = 7^*V$	$> 1:445$
	$n_{i130}(L_{k1}) = (L_{k1} \cdot 1000) / (V_{130} \cdot I)$	$n_{i130}(L_{k1}) =$	10,60 * $V_{130}$	$V \leq 160$ km/h	
				$\geq n_{\text{lim}} = 4^*V$	

Rychlost  $V=$  90 km/h  
 Poloměr  $R=$  589,919 m  
 $> 275\text{m} \rightarrow$  není třeba rozšíření rozchodu  
 $> 290\text{m} \rightarrow$  není třeba posoudit  $D \leq (R-50)/1,5$

Teoretické převýšení koleje	$D = \text{Deq} = (11,8 \cdot V^2) / R$	$\text{Deq} =$	162 mm	$\leq D_{\text{lim}} = 250\text{mm}$
Doporučené převýšení	$D = D_{N1} = (7,1 \cdot (V^2)) / R$	$D_{N1} =$	97 mm	$\leq D_{\text{lim}} = 150\text{mm}$
Navržené převýšení	$I = \text{Deq} - D_{N1}$	$D =$	105 mm	$\leq D_{\text{lim}} = 150\text{mm}$
Nedostatek převýšení	$E = D_{N1} - \text{Deq}$	$I =$	57 mm	$\leq I_{\text{lim}} = 100\text{mm}$
Přebytek převýšení		nepočítám		$\leq E_{\text{lim}} = 80\text{mm}$

Výpočet pro vozidla s nedostatkem převýšení $l_{130}$				
Nedostatek převýšení $l_{130} =$	130 mm			
Rychlost pro vozidla s $l_{130}$	$V_{130} = \text{ODMOCNINA}(((R \cdot (l_{130} + D)) / 11,8)$	$V_{130} =$	108,39 km/h	
Navržená rychlost		$V_{130} =$	100 km/h	zakrouhlit dolů na celých 5km/h
Nedostatek převýšení pro $l_{130}$	$l_{130} = ((11,8 \cdot (V_{130}^2)) / R) - D$	$l_{130} =$	95 mm	$\leq 130\text{mm}$

Navržená délka 1. vzeštnice	$L_{d1} =$	0,000 m
Navržená délka 1. přechodnice	$L_{k1} =$	0,000 m
Navržená délka 2. vzeštnice	$L_{d2} =$	0,000 m
Navržená délka 2. přechodnice	$L_{k2} =$	0,000 m

Rychlost  $V=$  90 km/h  
 Poloměr  $R=$  563,308 m  
 $> 275\text{m} \rightarrow$  není třeba rozšíření rozchodu  
 $> 290\text{m} \rightarrow$  není třeba posoudit  $D \leq (R-50)/1,5$

Teoretické převýšení koleje	$D = \text{Deq} = (11,8 \cdot V^2)/R$	Deq =	170 mm	$\leq D_{\text{lim}} = 250\text{mm}$
Doporučené převýšení	$D = D_{\text{D1}} = (7,1 \cdot V^2)/R$	$D_{\text{D1}} =$	102 mm	$\leq D_{\text{lim}} = 150\text{mm}$
Navržené převýšení		$D =$	105 mm	$\leq D_{\text{lim}} = 150\text{mm}$
Nedostatek převýšení	$I = \text{Deq} - D_{\text{D1}}$	$I =$	65 mm	$\leq I_{\text{lim}} = 100\text{mm}$
Přebytek převýšení	$E = D_{\text{D1}} - \text{Deq}$	nepočítám		$\leq E_{\text{lim}} = 80\text{mm}$

Výpočet pro vozidla s nedostatkem převýšení $l_{130}$				
Nedostatek převýšení $l_{130} =$	130 mm			
Rychlost pro vozidla s $l_{130}$	$V_{130} = \text{ODMOCNINA}(((R \cdot (l_{130} + D))/11,8)$	$V_{130} =$	105,92 km/h	
Navržená rychlost		$V_{130} =$	100 km/h	zakrouhlit dolů na celých 5km/h
Nedostatek převýšení pro $l_{130}$	$l_{130} = ((11,8 \cdot (V_{130}^2))/R) - D$	$l_{130} =$	104 mm	$\leq 130\text{mm}$

Navržená délka 1. vzeštnice	$L_{d1} =$	0,000 m
Navržená délka 1. přechodnice	$L_{k1} =$	0,000 m
Navržená délka 2. vzeštnice	$L_{d2} =$	77,623 m
Navržená délka 2. přechodnice	$L_{k2} =$	77,623 m

Posouzení strmostí	$n(L_{d2}) = (L_{d2} \cdot 1000)/(V \cdot D)$	$n(L_{d2}) =$	8,21 *V	80 km/h $< V \leq 120$ km/h	sklon vzeštnice
				$\geq n_{\text{lim}} = 7^*V$	$> 1:445$
	$n_i(L_{k2}) = (L_{k2} \cdot 1000)/(V \cdot I)$	$n_i(L_{k2}) =$	13,34 *V	$V \leq 160$ km/h	
				$\geq n_{\text{lim}} = 4^*V$	
	$n_{130}(L_{d2}) = (L_{d2} \cdot 1000)/(V_{130} \cdot D)$	$n_{130}(L_{d2}) =$	7,39 * $V_{130}$	80 km/h $< V \leq 120$ km/h	sklon vzeštnice
				$\geq n_{\text{lim}} = 7^*V$	$> 1:445$
	$n_{i,130}(L_{k2}) = (L_{k2} \cdot 1000)/(V_{130} \cdot I)$	$n_{i,130}(L_{k2}) =$	12,00 * $V_{130}$	$V \leq 160$ km/h	
				$\geq n_{\text{lim}} = 4^*V$	

Rychlost  $V=$  80 km/h  
 Poloměr  $R=$  345,500 m

$> 275\text{m} \rightarrow$  není třeba rozšíření rozchodu  
 $> 290\text{m} \rightarrow$  není třeba posoudit  $D \leq (R-50)/1,5$

Teoretické převýšení koleje	$D = \text{Deq} = (11,8 \cdot V^2)/R$	Deq =	219 mm	$\leq D_{\text{lim}} = 250\text{mm}$
Doporučené převýšení	$D = D_{\text{D1}} = (7,1 \cdot V^2)/R$	D <sub>D1</sub> =	132 mm	$\leq D_{\text{lim}} = 150\text{mm}$
Navržené převýšení		D =	132 mm	$\leq D_{\text{lim}} = 150\text{mm}$
Nedostatek převýšení	$I = \text{Deq} - D_{\text{D1}}$	I =	87 mm	$\leq I_{\text{lim}} = 100\text{mm}$
Přebytek převýšení	$E = D_{\text{D1}} - \text{Deq}$	E =	nepočítám	$\leq E_{\text{lim}} = 80\text{mm}$

Výpočet pro vozidla s nedostatkem převýšení  $I_{130}$

Nedostatek převýšení  $I_{130} =$  130 mm

Rychlost pro vozidla s  $I_{130}$   $V_{130} = \text{ODMOCNINA}(((R \cdot (I_{130} + D))/11,8)$

$V_{130} =$  87,59 km/h

$V_{130} =$

80 km/h

$I_{130} =$

87 mm

zakrouhlit dolů na celých 5km/h  
 $\leq 130\text{mm}$

Navržená délka 1. vzetupnice

$L_{d1} =$  72,000 m

Navržená délka 1. přechodnice

$L_{k1} =$  72,000 m

Navržená délka 2. vzetupnice

$L_{d2} =$  70,000 m

Navržená délka 2. přechodnice

$L_{k2} =$  70,000 m

Posouzení strmostí

$n(L_{d1}) = (L_{d1} \cdot 1000)/(V \cdot D)$	$n(L_{d1}) =$	6,82 *V	$V \leq 80 \text{ km/h}$	sklon vzetupnice
$n(L_{d2}) = (L_{d2} \cdot 1000)/(V \cdot D)$	$n(L_{d2}) =$	6,63 *V	$\geq n_{\text{lim}} = 6^*V$	$> 1:445$
$n_i(L_{k1}) = (L_{k1} \cdot 1000)/(V \cdot I)$	$n_i(L_{k1}) =$	10,34 *V	$\geq n_{\text{lim}} = 6^*V$	$> 1:445$
$n_i(L_{k2}) = (L_{k2} \cdot 1000)/(V \cdot I)$	$n_i(L_{k2}) =$	10,05 *V	$V \leq 160 \text{ km/h}$	
$n_{130}(L_{d1}) = (L_{d1} \cdot 1000)/(V_{130} \cdot D)$	$n_{130}(L_{d1}) =$	6,82 *V <sub>130</sub>	$\geq n_{\text{lim}} = 4^*V$	sklon vzetupnice
$n_{130}(L_{d2}) = (L_{d2} \cdot 1000)/(V_{130} \cdot D)$	$n_{130}(L_{d2}) =$	6,63 *V <sub>130</sub>	$\geq n_{\text{lim}} = 6^*V$	$> 1:445$
$n_{1130}(L_{k1}) = (L_{k1} \cdot 1000)/(V_{130} \cdot I)$	$n_{1130}(L_{k1}) =$	10,34 *V <sub>130</sub>	$V \leq 160 \text{ km/h}$	
$n_{1130}(L_{k2}) = (L_{k2} \cdot 1000)/(V_{130} \cdot I)$	$n_{1130}(L_{k2}) =$	10,05 *V <sub>130</sub>	$\geq n_{\text{lim}} = 4^*V$	$> 1:445$

Náhlí změna nedostatku převýšení  $\Delta l$

$V = 90$ km/h	Oblouk č. 3	$l_{3a} = 70$ mm $l_{3b} = 57$ mm $l_{3c} = 65$ mm	$\Delta l =  l_{3a} - l_{3b} $ $\Delta l =  l_{3c} - l_{3b} $	$\Delta l = 13$ mm $\Delta l = 8$ mm	$V \leq 100$ km/h $\geq \Delta l_{lim} = 85$ mm $\geq \Delta l_{lim} = 85$ mm
$V_{130} = 100$ km/h	Oblouk č. 3	$l_{130,3a} = 111$ mm $l_{130,3b} = 95$ mm $l_{130,3c} = 104$ mm	$\Delta l_{130} =  l_{130,3a} - l_{130,3b} $ $\Delta l_{130} =  l_{130,3c} - l_{130,3b} $	$\Delta l_{130} = 16$ mm $\Delta l_{130} = 9$ mm	$V \leq 100$ km/h $\geq \Delta l_{lim} = 85$ mm $\geq \Delta l_{lim} = 85$ mm



délka mezi vzeštnicemi a přechodnicemi		80 < V ≤ 200 [km/h]	
V = 100 km/h		V ≤ 80km/h	
ZP <sub>1,2</sub> - KP <sub>1,1</sub> =	361,345 m	≥ L <sub>lim</sub> = 20m	≥ L <sub>lim</sub> = 0,2*V = 20 m
ZP <sub>2,1</sub> - KP <sub>1,2</sub> =	79,544 m	≥ L <sub>lim</sub> = 20m	≥ L <sub>lim</sub> = 0,2*V = 20 m
ZP <sub>2,2</sub> - KP <sub>2,1</sub> =	188,698 m	≥ L <sub>lim</sub> = 20m	≥ L <sub>lim</sub> = 0,2*V = 20 m
ZP <sub>3a,1</sub> - ZP <sub>2,2</sub> =	443,475 m	≥ L <sub>lim</sub> = 20m	≥ L <sub>lim</sub> = 0,2*V = 20 m
ZP <sub>3c,2</sub> - KP <sub>3a,1</sub> =	552,115 m	≥ L <sub>lim</sub> = 20m	≥ L <sub>lim</sub> = 0,2*V = 20 m
ZP <sub>4,1</sub> - KP <sub>3c,2</sub> =	168,569 m	≥ L <sub>lim</sub> = 20m	≥ L <sub>lim</sub> = 0,2*V = 20 m
ZP <sub>4,2</sub> - KP <sub>4,1</sub> =	87,238 m	≥ L <sub>lim</sub> = 20m	≥ L <sub>lim</sub> = 0,2*V = 20 m

délky mezíprímých úseků		50 < V ≤ 120 [km/h]	
V = 100 km/h			
ZP <sub>1,1</sub> - ZÚ =	166,922 m	≥ L <sub>s,lim</sub> = 0,25*V = nejméně však	25 m
ZP <sub>3a,1</sub> - KP <sub>2,2</sub> =	443,475 m	≥ L <sub>s,lim</sub> = 0,25*V = nejméně však	25 m
ZP <sub>4,1</sub> - KP <sub>3c,2</sub> =	168,569 m	≥ L <sub>s,lim</sub> = 0,25*V = nejméně však	25 m
KÚ - KP <sub>4</sub> =	378,114 m	≥ L <sub>s,lim</sub> = 0,25*V = nejméně však	25 m

délky kružnicové části oblouků		50 < V ≤ 120 [km/h]	
V = 100 km/h			
KO <sub>1</sub> - ZO <sub>1</sub> =	361,345 m	≥ L <sub>s,lim</sub> = 0,25*V = nejméně však	25 m
KO <sub>2</sub> - ZO <sub>2</sub> =	188,698 m	≥ L <sub>s,lim</sub> = 0,25*V = nejméně však	25 m
KO <sub>3,a</sub> - ZO <sub>3,a</sub> =	225,911 m	≥ L <sub>s,lim</sub> = 0,25*V = nejméně však	25 m
KO <sub>3,b</sub> - ZO <sub>3,b</sub> =	139,903 m	≥ L <sub>s,lim</sub> = 0,25*V = nejméně však	25 m
KO <sub>3,c</sub> - ZO <sub>3,c</sub> =	186,301 m	≥ L <sub>s,lim</sub> = 0,25*V = nejméně však	25 m
KO <sub>4</sub> - ZO <sub>4</sub> =	87,238 m	≥ L <sub>s,lim</sub> = 0,25*V = nejméně však	25 m

# 8.3 Graf rychlostí

