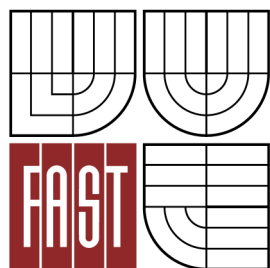




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV ŽELEZNIČNÍCH KONSTRUKCÍ A
STAVEB

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

INSTITUTE OF RAILWAY STRUCTURES AND CONSTRUCTIONS

ZVÝŠENÍ RYCHLOSTI V TRAŽOVÉM ÚSEKU STŘELICE - MORAVSKÝ KRUMLOV

SPEED INCREASING OF THE STŘELICE - MORAVSKÝ KRUMLOV SECTION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

JIŘÍ DVOŘÁK

VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MIROSLAVA HRUZÍKOVÁ

BRNO 2012

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 Jiří Dvořák

Název Zvýšení rychlosti v traťovém úseku Střelice -
Moravský Krumlov

Vedoucí bakalářské práce Ing. Miroslava Hružíková

**Datum zadání
bakalářské práce** 30. 11. 2011

**Datum odevzdání
bakalářské práce** 25. 5. 2012

V Brně dne 30. 11. 2011

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

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

Nákresný přehled železničního svršku zadaného úseku tratě
ČSN 73 6360-1
a další platné právní předpisy

Zásady pro vypracování

Pro traťový úsek Střelice - Moravský Krumlov prověřte možnost zvýšení rychlosti.

Zvýšení rychlosti posuzujte:

- se současnými geometrickými parametry koleje;
- s navrhovanými změnami geometrických parametrů koleje. Navrhované změny nesmí způsobit výrazné zásahy do tělesa tratě.

V obou případech je potřeba brát ohled na omezení rychlosti v místech železničních přejezdů, kolejových rozvětvení, poloh návěstidel apod.

Předepsané přílohy

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací

1. Průvodní zpráva s výpočty navrhovaného stavu
2. Grafy průběhu stávající a navrhované rychlosti

.....
Ing. Miroslava Hruzíková
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Tato práce si klade za cíl prověřit možnosti zvýšení rychlosti pro traťový úsek Střelice – Moravský Krumlov. Zvýšení rychlosti je posuzováno se současnými geometrickými parametry koleje. Ojedinele je proveden posudek s navrhovanými změnami geometrických parametrů koleje. Navrhované změny nesmí způsobit výrazné zásahy do tělesa tratě. V obou případech je brán ohled na omezení rychlosti v místech železničních přejezdů, kolejových rozvětvení, poloh návěstidel apod. Návrh je zpracován za pomoci nákresného přehledu železničního svršku.

Abstract

The aim of this thesis is to examine the possibilities of increase of speed on a railway track section between Střelice and Moravský Krumlov. The increase of speed is examined according to contemporary geometric parameters of the railway track. Sporadically an assessment with proposed changes of geometric parameters of the railway track is conducted. The proposed changes cannot cause any profound transformations of the body of the railway track. In both cases a restriction of speed by level crossing, a track branching and position of semaphores are taken into consideration. A proposal is elaborated with help of an overview of railway top.

Klíčová slova (Keywords)

- Zvýšení (increase)
- Rychlost (speed)
- Trať (railway track)
- Úsek (section)
- Střelice
- Moravský Krumlov
- Geometrické (geometric)
- Parametry (parameters)

Bibliografická citace VŠKP

DVOŘÁK, Jiří. *Zvýšení rychlosti v traťovém úseku Střelice - Moravský Krumlov*. Brno, 2012. 38 stran, 9 příloh. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav železničních konstrukcí a staveb. Vedoucí práce Ing. Miroslava Hruzíková.

Prohlášení:

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

V Brně dne 25.5.2012

.....

Jiří Dvořák

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

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

V Brně dne 25. 5. 2012

.....
Jiří Dvořák

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucí mé práce ing. Miroslavě Hruzíkové za shovívavost a obětavou pomoc při zpracování bakalářské práce a za poskytnuté cenné informace potřebné k jejímu zpracování.

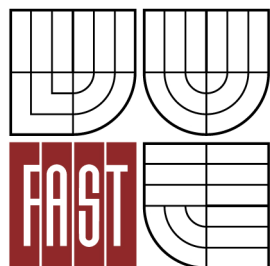
V Brně dne 25. 5. 2012

.....
Jiří Dvořák



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV ŽELEZNIČNÍCH KONSTRUKCÍ A
STAVEB

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

INSTITUTE OF RAILWAY STRUCTURES AND CONSTRUCTIONS

ZVÝŠENÍ RYCHLOSTI V TRAŤOVÉM ÚSEKU STŘELICE - MORAVSKÝ KRUMLOV

SPEED INCREASING OF THE STŘELICE - MORAVSKÝ KRUMLOV SECTION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

JIŘÍ DVOŘÁK

VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MIROSLAVA HRUZÍKOVÁ

BRNO 2012

Obsah

1	Úvod.....	3
2	Současný stav	4
2.1	Seznámení s úsekem.....	4
2.2	Geometrické parametry oblouků	8
2.3	Metodika práce	12
3	Zvýšení traťové rychlosti	13
	Ve výpočtech byly použity vzorce a hodnoty:.....	13
3.1	Posouzení stávajícího stavu.....	15
3.2	Navrhovaný stav pro standardní hodnoty.....	18
3.3	Navrhovaný stav pro mezní hodnoty.....	19
3.4	Posouzení zvýšení rychlosti při $I > 100$ mm	22
3.5	Zvýšení rychlosti s úpravou geometrických parametrů koleje.....	25
4	Omezující Prvky.....	26
4.1	Posouzení inflexního motivu.....	26
4.2	Délka kružnicových částí oblouků a přímých mezi vzestupnicemi	27
4.3	Kontrola náhlé změny nedostatku převýšení.....	28
4.4	Železniční přejezdy	29
4.5	Mostní konstrukce	31
4.6	Návěstidla.....	32
4.7	Sklonové poměry.....	33
5	Závěr	34
6	Seznam použitých zdrojů	36
7	Seznam zkratk	37
8	Seznam příloh.....	38

1 Úvod

Práce si klade za cíl najít nejvhodnější řešení pro zvýšení traťové rychlosti daného úseku. Řešení by mělo s minimálními náklady a minimálními změnami na trati vytvořit plynulý úsek se smysluplným využitím vyšších rychlostí. Zvyšování rychlosti je provedeno v krocích po 5 km/h.

Hlavní podmínkou práce je využití současných geometrických parametrů koleje. V ojedinělých případech je zkoumáno zvýšení rychlosti s minimálními zásahy do tělesa trati. Důvodem je efektivní vyrovnání výsledného grafu rychlosti.

Počítáno je s vypracováním posudku na zavedení rychlosti odpovídající nedostatku převýšení $I_{\max} > 100$ mm.

Ve všech případech je brán ohled na další omezující prvky.

Cílem práce je vytvořit graf rychlosti s využitím standardních a mezních hodnot geometrických parametrů koleje. Tento graf vhodně upravit, aby na trati docházelo k efektivním změnám rychlosti.

2 Současný stav

2.1 Seznámení s úsekem

Řešený traťový úsek Střelice (km 142,300) – Moravský Krumlov (km 122,700) se nachází jihozápadně od Brna. Je součástí tratě Střelice (km 142,371) – Hrušovany nad Jevíškou (km 93,074), označené v jízdním řádu pro cestující jako č. 244.

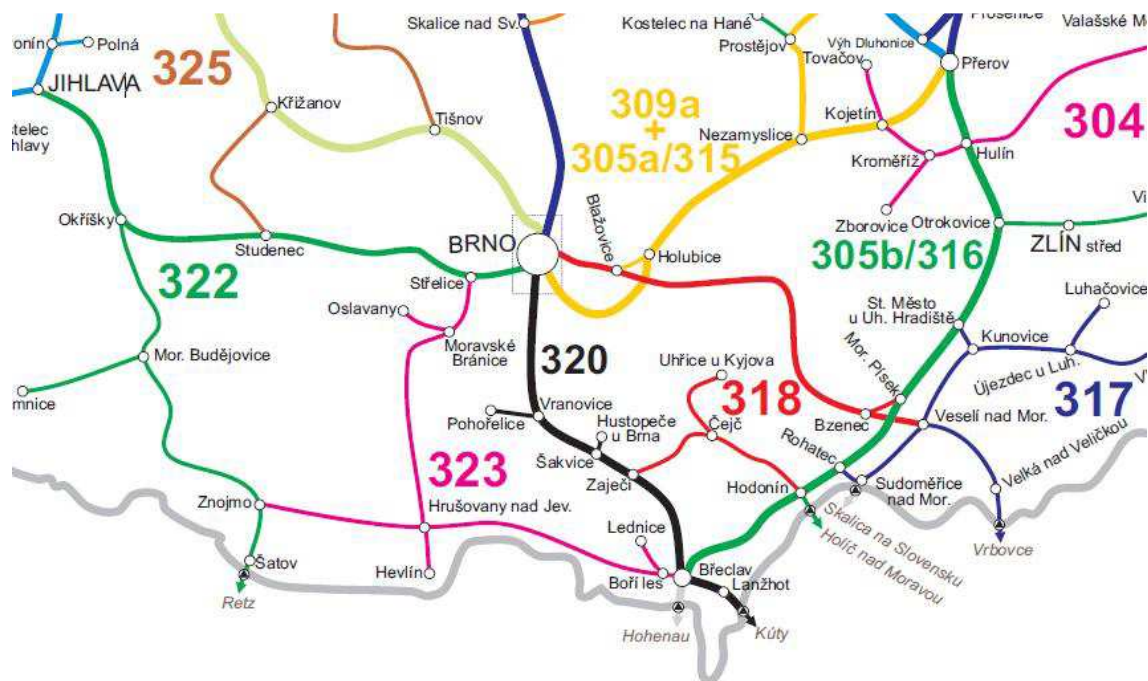
Délka úseku je 19,600 km. Jedná se o jednokolejnou neelektrifikovanou regionální dráhu se stavební úpravou pro případné položení druhé koleje.



Obr. 2.1-1: Mapa s vyznačením řešeného úseku. [1]

Provoz na trati byl zahájen 15. 9. 1870, kdy tvořila součást hlavní trati c.k. privilegované Rakouské společnosti státní dráhy z Vídně do Brna. Trať byla zestátněna v roce 1908 a provozována Rakouskými státními drahami. Po 2. Světové válce v roce 1918 se trať stala vlastnictvím Československých státních drah. V roce 1993 se staly vlastníkem a provozovatelem České dráhy. Od 1. 1. 2003 je jejím provozovatelem SŽDC a trať spadá pod Stavební správu východ, oblastní ředitelství Brno a provozní

obvod Jihlava. [2] Zde je vedena pod traťovým označením REG084 a označena dle nákrešného jízdního řádu a tabulky traťových poměrů TTP číslem 323A.



Obr. 2.1-2: Mapa číslování tratí podle nákrešných přehledů. [1]

Osobní dopravu na trati zajišťují České dráhy, a. s. Trať spadá do Integrovaného dopravního systému Jihomoravského kraje IDS JMK a je označena číslem linky S41. Jezdí zde osobní vlaky (Os) a spěšné vlak (Sp). V daných obdobích zde jezdí speciálně vypravovaný vlak Sp 1828/9 „Velo Podýjí“. Pro všechny běžné osobní a spěšné vlaky jsou používány vozy řady 765, 842, 954. [3]



Obr. 2.1-3: vlak Os 4422 ve stanici Moravské Bránice s vozy řady 842 a 945

Trať se nachází v členitém terénu. Od Moravského Krumlova prochází trať Krumlovským lesem. Trať pokračuje přes údolí řeky Jihlavy tzv. Novým Ivančickým viaduktem. Dostává se do okolí Moravských Bránic, kde se setkává s jednokolejnou tratí ze směru Oslavany. Odsud vede trať přes Přírodní park Bobrava až do Střelice. V přírodním parku trať vstupuje do Velkého a Malého Prštického tunelu. Za ním následuje památkově chráněný železniční most přes řeku Bobravu tzv. Železnák. Traťový úsek je převážně veden v hlubokých zářezích nebo vysokých náspech. Z tohoto důvodu zde dochází k minimálním úrovnovým křížením s komunikacemi.

Železniční stanice (žst) a zastávky (z):

- Km 121,971, žst Moravský Krumlov
- Km 125,745, z Budkovice
- Km 131,862, žst Moravské Bránice
- Km 136,203, žst Silůvky
- Km 139,427, z Radostice
- Km 142,637, žst Střelice

Železniční tunely:

- Km 127,643 – km 127,783, Budkovický tunel délky 139,86 m
- Km 128,136 – km 128,283, Na Réně délky 147,32 m
- Km 138,817 – km 139,139, Velký Prštický tunel délky 322,15 m
- Km 139,991 – km 140,076, Malý Prštický tunel délky 85,07 m

Železniční přemostění:

- Km 130,188, tzv. Nový Ivančický viadukt
- Km 140,903, tzv. Železnák

Železniční přejezdy:

- Km 125,733, přejezd zabezpečený pouze výstražným křížem
- Km 131,477, přejezd vybavený přejezdovým zabezpečovacím zařízením
- Km 132,165, přejezd vybavený přejezdovým zabezpečovacím zařízením
- Km 133,220, přejezd vybavený přejezdovým zabezpečovacím zařízením

- Km 134,452, přejezd vybavený přejezdovým zabezpečovacím zařízením
- Km 136,227, přejezd vybavený přejezdovým zabezpečovacím zařízením

Podrobnější informace o přejezdech jsou v samostatné kapitole 4.2 Železniční přejezdy.

Železniční svršek tvoří kolejové lože ze štěrku. V celém řešeném úseku se nachází kolejnice tvaru S49. Tyto kolejnice jsou od km 122,700 do km 131,556 místy nahrazeny kolejnicí tvaru T. Kolejnice jsou upevněné na betonové pražce:

- SB 5, rozdělení c, rok výroby 1970, km 122,7 – km 131,483
- SB8, rozdělení c, rok výroby 1963, km 131,483 – km 135,862; km 136,444 - km 142,300
- B91S, rozdělení d, rok výroby 2010, km 135,862 – km 136,444

Trať je zařazena do dovolené traťové třídy zatížení C3 (20 t / 7,2 t). Maximální traťová rychlost v řešeném úseku je 80 km/h.

2.2 Geometrické parametry oblouků

V řešeném úseku se nachází 52 směrových oblouků. Z toho 28 oblouků je levostranných a 24 oblouků pravostranných. Oblouky jsou pro přehlednost očíslovány, a to podle staničení.

Poloměry oblouků se pohybují v rozmezí 250 – 770 m. Výjimku tvoří oblouk s číslem 35, kde je poloměr 2000 m. Jedná se o kružnicový oblouk bez přechodnic.

V úseku se nachází dva složené kružnicové oblouky bez mezilehlé přechodnice. Kružnicové části složených oblouků jsou z důvodu výpočtů očíslovány zvlášť. První složený oblouk se skládá z částí č. 18 a 19. Druhý složený oblouk je tvořen třemi poloměry č. 37, 38 a 39.

Úsek má velké množství inflexních motivů:

- č. 2, 3, 4
- č. 5, 6, 7, 8, 9, 10
- č. 14, 15, 16, 17
- č. 27, 28, 29
- č. 36, 37
- č. 39, 40
- č. 41, 42
- č. 45, 46
- č. 47, 48
- č. 49, 50

Geometrické parametry oblouků současného stavu trati jsou převzaty z nákrešného přehledu železničního svršku [8]. Podrobně je popisuje Tabulka 1: Současný stav

v příloze č. 1. V tabulce 2.2-1 je pro ukázkou uvedena její zkrácená verze. Je základem pro pozdější výpočty zvyšování rychlosti traťového úseku.

Tab. 2.2-1: Současný stav (zkrácená verze)

oblouk ¹ číslo	staničení ² začátek - konec km	směr ³ L/P	poloměr ⁴ R m	převýšení ⁵ D mm	strmost vz. ⁹		rychl. ¹⁰ V km/h
					n1	n2	
1	122,654 - 123,098	L	380	76		605	60
2 - inf 2-3	123,631 - 124,173	P	282	102	727	578	60
3 - inf 3-4	124,173 - 124,564	L	285	101	578	608	60
4	124,564 - 124,887	P	276	104	608	578	60
5 - inf 5-6	124,905 - 125,123	L	290	99	576	547	60
6 - inf 6-7	125,123 - 125,312	P	287	100	547	409	60
7 - inf 7-8	125,312 - 125,554	L	286	81	511	584	60
8 - inf 8-9	125,554 - 125,743	P	280	83	628	584	60
9 - inf 9-10	125,743 - 125,958	L	285	81	628	527	60
10	125,958 - 126,281	P	285	101	528	605	60
11	126,325 - 126,646	L	280	140	623	702	70
12	126,737 - 127,002	L	348	113	700	700	70
13	127,069 - 127,473	P	283	138	566	705	70
14 - inf 14-15	127,535 - 127,959	L	291	99	962	456	60
15 - inf 15-16	127,959 - 128,429	P	280	103	456	795	60
16 - inf 16-17	128,429 - 129,204	L	286	101	793	478	60
17	129,204 - 129,375	P	281	103	478	505	60
18 - sk 18-19	129,536 - 129,709	P	272	106	500		60
19	129,709 - 129,811	P	275	104		480	60
20	129,847 - 130,009	L	400	78	597	571	60
21	130,449 - 130,608	L	500	58	586	569	60
22	130,776 - 130,947	P	325	89	483	483	60
23	130,979 - 131,081	L	350	82	488	488	60
24	131,154 - 131,480	P	284	81	494	494	60
25	131,592 - 131,672	L	600	20	1000	1000	60
26	131,994 - 132,047	L	360	25	560	560	50
27 - inf 27-28	132,114 - 132,191	L	250	60	300	497	50
28 - inf 28-29	132,191 - 132,486	P	279	103	497	508	50
29	132,486 - 132,901	L	290	99	488	505	70
30	133,003 - 133,505	P	283	105	609	609	70
31	133,760 - 133,937	L	600	65	708	708	80
32	134,042 - 134,429	L	395	99	666	666	80
33	134,537 - 134,942	L	300	132	597	597	75
34	135,176 - 135,757	P	282	137	583	539	75
35	135,929 - 135,971	P	2000	0			70
36 - inf 36-37	136,228 - 136,510	L	305	44	568	557	60
37 - sk 37-38	136,510 - 136,795	P	278	85	445		60
38 - sk 38-39	136,795 - 136,924	P	305	85			60
39 - inf 39-40	136,924 - 137,114	P	257	85		649	60
40	137,114 - 137,259	L	250	103	648	543	60
41 - inf 41-42	137,294 - 137,753	L	285	133	525	532	75
42	137,753 - 138,197	P	376	77	533	584	75
43	138,222 - 138,453	L	770	37	1135	1135	80
44	138,983 - 139,226	P	525	49	673	673	80
45 - inf 45-46	139,447 - 139,881	L	284	104	729	484	70
46	139,881 - 140,182	P	273	112	484	491	70
47 - inf 47-48	140,215 - 140,470	L	285	103	485	608	70
48 - sk 48-49	140,470 - 140,619	P	280	107	608		70
49 - inf 49-50	140,619 - 140,766	P	290	107		509	70
50	140,766 - 140,919	L	300	93	509	645	70
51	141,179 - 141,601	L	357	112	518	518	80
52	141,956 - 142,277	L	766	0	0	0	80

Hlavní sloupce tabulky dle indexu:

- 1 Oblouky: číselné označení řešených oblouků s vyznačením složených oblouků a inflexního motivu. V případě složeného oblouku je označen jako sk X-Y (složený oblouk z části X a Y) zeleným textem. Inflexní motiv je popsán inf X-Y (inflexní bod mezi obloukem X a Y) červeným textem.
- 2 Staničení: uveden začátek a konec staničení oblouku v kilometrech.
- 3 Směr: rozděluje oblouky označením L = levostranné a P = pravostranné.
- 4 Poloměr: hodnota poloměru oblouku R v metrech.
- 5 Převýšení: velikost převýšení v milimetrech.
- 9 Strmost. vz.: strmost vzestupnice n1 = první a n2 = druhé.
- 10 Rychl.: stávající rychlost V v kilometrech za hodinu.

2.3 Metodika práce

Při návrhu zvýšení traťové rychlosti v úseku postupujeme nejprve prověřováním možností daného úseku bez zásahu do tělesa trati. Postupným zvyšováním traťové rychlosti prověřujeme, zda nám vyhoví geometrické parametry koleje (GPK). Zároveň je potřeba brát ohled na omezující části úseku, kterými mohou být železniční přejezdy, kolejová rozvětvení, polohy návěstidel apod. Pokud nedojde k výraznému zásahu do tělesa trati, je možné navrhnout změny geometrických parametrů koleje. Výstupem práce je návrh grafu rychlosti se zahrnutím ekonomické otázky.

V práci je možné postupovat těmito základními kroky:

- Prostudování nákrešného přehledu železničního svršku a tabulky traťových poměrů stávajícího stavu. Sestavení geometrických parametrů oblouků stávajícího stavu.
- Posouzení stávajícího stavu na standardní a mezní hodnoty GPK.
- Vytvoření grafu rychlosti stávajícího stavu.
- Návrh zvýšení rychlosti pomocí propočítání parametrů oblouků. Ověření se provede pro standardní hodnoty a pro mezní hodnoty GPK. Návrh zvýšení rychlosti úpravou nedostatku převýšení.
- Zahrnutí omezujících částí v řešeném úseku. Jedná se o zajištění dostatečných rozhledových poměrů na železničních přejezdech, posouzení polohy návěstidel apod. Výsledná omezení se zapracují do navrhovaného zvýšení rychlosti.
- Stanovení oblouků, které významně omezují možnost zvýšení rychlosti. Návrh zvýšení rychlosti v těchto obloucích je řešen úpravou GPK (změnou převýšení, délek přechodnic/vzestupnic), která nevyvolá výrazné zásahy do tělesa tratě (minimalizace směrových a výškových posunů). Snahou je zajistit plynulý a efektivní průběh grafu rychlosti.
- Posledním krokem je stanovení variant zvýšení rychlosti v traťovém úseku: bez úpravy GPK a s úpravou GPK.
- V závěru práce byla prověřena možnost zvýšení rychlosti s využitím maximální hodnoty nedostatku převýšení pro vozidla s omezenými silovými účinky na trať.

3 Zvýšení traťové rychlosti

Ve výpočtech byly použity vzorce a hodnoty [5]:

Nový návrh hodnoty převýšení z požadované rychlosti:

$$D = \frac{7,1 \cdot V_{\text{lim}}^2}{R} \quad (\text{mm}) \quad \text{pro } V \leq 120 \text{ km/h} \quad (1)$$

Maximální převýšení:

$$D_{\text{lim}} = 150 \quad (\text{mm}) \quad (2)$$

$$D_{\text{lim}} = \frac{R - 50}{1,5} \quad (\text{mm}) \quad \text{pro } R \leq 290 \text{ m} \quad (3)$$

Nedostatek převýšení:

$$I = D_{eq} - D = \frac{11,8 \cdot V^2}{R} - D \quad (\text{mm}) \quad (4)$$

Standardní hodnoty: $I_n = 80 \text{ mm}$

Mezní hodnoty: $I_{\text{lim}} = 100 \text{ mm}$

Maximální hodnoty: $I_{130} = 100 \text{ mm}$

Přebytek převýšení:

$$E = D - D_{eq} = D - \frac{11,8 \cdot V_{\text{nákl.}}^2}{R} \quad (\text{mm}) \quad (5)$$

Standardní hodnoty: $E_n = 50 \text{ mm}$

Mezní hodnoty: $E_{\text{lim}} = 80 \text{ mm}$

Délka přechodnice:

$$L_k \geq \frac{n_{I_{\text{lim}}} \cdot I}{1000} = \frac{4 \cdot V \cdot I}{1000} \quad (\text{m}) \quad (6)$$

Délka vzestupnice:

$$L_d = \frac{n \cdot D}{1000} \quad (\text{m}) \quad (7)$$

n = stávající hodnota strmosti vzestupnice

Strmost vzestupnice:

$$n_n = 10 \cdot V \quad (8)$$

$$n_{\text{lim}} = 7 \cdot V \quad \text{pro } 80 \text{ km/h} < V \leq 120 \text{ km/h} \quad (9)$$

$$n_{\text{lim}} = 6 \cdot V \quad \text{pro } V \leq 80 \text{ km/h} \text{ a } n \geq 445 \quad (10)$$

$$n_{\text{max}} = 6 \cdot V \quad \text{pro } V \leq 120 \text{ km/h} \text{ a } n \geq 445 = n_{\text{lim}} \quad (11)$$

Nová strmost vzestupnice:

$$n_{1(2)} = (n_{\text{stáv}} \cdot D_{\text{původní}}) / D_{\text{nové}} \quad (12)$$

3.1 Posouzení stávajícího stavu

Před samotným zvyšováním rychlosti byl posouzen stávající stav na standardní a mezní hodnoty GPK.

Úsek ve většině případů překračuje standardní hodnoty, oblouky č. 6 a 27 nevyhoví ani na mezní hodnoty.

V případě oblouku č. 6 je nevyhovující mezní hodnota strmosti vzestupnice. Oblouk vyhoví pouze na maximální hodnotu. Při návrhu tedy není možnost bez úpravy GPK rychlost v tomto oblouku zvýšit.

V případě oblouku č. 27 je nevyhovující mezní hodnota strmosti vzestupnice. Oblouk nevyhoví ani na maximální hodnotu. V oblouku nelze rychlost zvýšit bez úpravy GPK.

Posudek je uveden v tabulce 2: Současný stav – posouzení parametrů koleje, která je umístěna v příloze č. 2. Její zkrácená verze je tab. 3.1-2.

Tabulka je rozdělena do hlavních sloupců podle indexů uvedených u názvu sloupce.

Tab. 3.1-2: Současný stav – posouzení parametrů koleje (zkrácená verze)

oblouk ¹	přev. ⁴	strmost vzestupnice ¹⁰								rychlost ¹¹		posudek ¹²		
		číslo	D	nn	nlim	n1			n2		V	Vnákl	celkový	
						stáv.	n	lim	stáv.	n			lim	n
1	76	600	445				605	A	A	60	40	A	A	
2 - inf 2-3	102	600	445	727	A	A	578	N	A	60	40	N	A	
3 - inf 3-4	101	600	445	578	N	A	608	A	A	60	40	N	A	
4	104	600	445	608	A	A	578	N	A	60	40	N	A	
5 - inf 5-6	99	600	445	576	N	A	547	N	A	60	40	N	A	
6 - inf 6-7	100	600	445	547	N	A	409	N	N	60	40	N	N	
7 - inf 7-8	81	600	445	511	N	A	584	N	A	60	40	N	A	
8 - inf 8-9	83	600	445	628	A	A	584	N	A	60	40	N	A	
9 - inf 9-10	81	600	445	628	A	A	527	N	A	60	40	N	A	
10	101	600	445	528	N	A	605	A	A	60	40	N	A	
11	140	700	445	623	N	A	702	A	A	70	40	N	A	
12	113	700	445	700	A	A	700	A	A	70	40	N	A	
13	138	700	445	566	N	A	705	A	A	70	40	N	A	
14 - inf 14-15	99	600	445	962	A	A	456	N	A	60	40	N	A	
15 - inf 15-16	103	600	445	456	N	A	795	A	A	60	40	N	A	
16 - inf 16-17	101	600	445	793	A	A	478	N	A	60	40	N	A	
17	103	600	445	478	N	A	505	N	A	60	40	N	A	
18 - sk 18-19	106	600	445	500	N	A				60	40	N	A	
19	104	600	445				480	N	A	60	40	N	A	
20	78	600	445	597	N	A	571	N	A	60	40	N	A	
21	58	600	445	586	N	A	569	N	A	60	40	N	A	
22	89	600	445	483	N	A	483	N	A	60	40	N	A	
23	82	600	445	488	N	A	488	N	A	60	40	N	A	
24	81	600	445	494	N	A	494	N	A	60	60	N	A	
25	20	600	445	1000	A	A	1000	A	A	60	40	A	A	
26	25	500	445	560	A	A	560	A	A	50	40	A	A	
27 - inf 27-28	60	500	445	300	N	N	497	N	A	50	40	N	N	
28 - inf 28-29	103	500	445	497	N	A	508	A	A	50	40	N	A	
29	99	700	445	488	N	A	505	N	A	70	40	N	A	
30	105	700	445	609	N	A	609	N	A	70	40	N	A	
31	65	800	480	708	N	A	708	N	A	80	40	N	A	
32	99	800	480	666	N	A	666	N	A	80	40	N	A	
33	132	750	450	597	N	A	597	N	A	75	40	N	A	
34	137	750	450	583	N	A	539	N	A	75	40	N	A	
35	0	700	445							70	40	A	A	
36 - inf 36-37	44	600	445	568	N	A	557	N	A	60	40	N	A	
37 - sk 37-38	85	600	445	445	N	A				60	40	N	A	
38 - sk 38-39	85	600	445							60	40	A	A	
39 - inf 39-40	85	600	445				649	A	A	60	40	A	A	
40	103	600	445	648	A	A	543	N	A	60	40	N	A	
41 - inf 41-42	133	750	450	525	N	A	532	N	A	75	40	N	A	
42	77	750	450	533	N	A	584	N	A	75	40	N	A	
43	37	800	480	1135	A	A	1135	A	A	80	40	A	A	
44	49	800	480	673	N	A	673	N	A	80	40	N	A	
45 - inf 45-46	104	700	445	729	A	A	484	N	A	70	40	N	A	
46	112	700	445	484	N	A	491	N	A	70	40	N	A	
47 - inf 47-48	103	700	445	485	N	A	608	N	A	70	40	N	A	
48 - sk 48-49	107	700	445	608	N	A				70	40	N	A	
49 - inf 49-50	107	700	445				509	N	A	70	40	N	A	
50	93	700	445	509	N	A	645	N	A	70	40	N	A	
51	112	800	480	518	N	A	518	N	A	80	40	N	A	
52	0	800	480	0			0			80	40	N	A	

Hlavní sloupce tabulky dle indexu:

- 1 Oblouky: číselné označení řešených oblouků s vyznačením složených oblouků a inflexního motivu.
- 4 Převýšení: stávající velikost převýšení v milimetrech.

10 Strmost vzestupnice:

$$n_n = 10 \cdot V \quad (8)$$

$$n_{\text{lim}} = 7 \cdot V \quad \text{pro } 80 \text{ km/h} < V \leq 120 \text{ km/h} \quad (9)$$

$$n_{\text{lim}} = 6 \cdot V \quad \text{pro } V \leq 80 \text{ km/h} \text{ a } n > 445 \quad (10)$$

- 11 Rychlost: Rozdělení sloupce na stávající rychlost V , rychlost pro pomalé (nákladní) vlaky $V_{\text{nákl.}}$
- 12 Posudek: Celkový posudek všech počítaných hodnot pro standardní hodnoty (n) a pro mezní hodnoty (lim).

3.2 Navrhovaný stav pro standardní hodnoty

Navrhovaný stav pro standardní hodnoty u většiny oblouků nevyhovuje stávajícím hodnotám. Z tohoto důvodu se návrhem zvýšení rychlosti pro standardní hodnoty nemá smysl zabývat.

Zvýšení rychlosti s využitím standardních hodnot je možné pouze v obloucích:

- č. 25, poloměr $R=600$ m, o 10 km/h
- č. 26, poloměr $R=360$ m, o 5 km/h
- č. 35, poloměr $R=2000$ m, o 45 km/h
- č. 43, poloměr $R=770$ m, o 5 km/h

Pouze pro zajímavost je vypracován posudek v tabulce 3: Navrhovaný stav - standardní hodnoty. Tabulka je uvedena v příloze č. 3.

3.3 Navrhovaný stav pro mezní hodnoty

Návrh se zabývá zvýšením rychlosti bez zásahu do současných geometrických parametrů koleje. Je proveden změnou hodnot nedostatku převýšení, tak aby vyhověly mezní hodnotě nedostatku převýšení $I_{lim} = 100$ mm. Zároveň je přepočítána strmost vzestupnice, která musí vyhovovat mezní hodnotě. Zvýšení je provedeno vždy v krocích po 5 km/h.

Z provedených výpočtů vyplývá, že zvýšení rychlosti je možné jen v části úseku. Hodnoty se pohybují mezi 5 - 15 km/h. Výjimečná situace je v oblouku č. 21, kde je možné zvýšit rychlost o 20 km/h.

V úseku se nachází 2 oblouky, u kterých není možné zvýšení rychlosti a ani nevyhovují na mezní hodnoty. Jedná se o již zmíněné oblouky č. 6 a č. 27. Důvody jsou již popsány v kapitole 3.1.

Posudek je uveden v tabulce 4: Navrhovaný stav – mezní hodnoty, která je uvedena v příloze č. 4. Její zkrácená verze je tab. 3.3-4.

Tab. 3.3-4: Navrhovaný stav – mezní hodnoty (zkrácená verze)

oblouk ¹ číslo	poloměr ³ R m	přev. ⁴ D mm	nedostatek přev. ⁶		rychlost ¹¹			
			I _{lim} = 100mm		V	V _{lim}	zvýšení	
			Deq - D	lim	km/h	km/h	km/h	
1	380	76	99	A	60	75	A	15
2 - inf 2-3	282	102	75	A	60	65	A	5
3 - inf 3-4	285	101	74	A	60	65	A	5
4	276	104	77	A	60	65	A	5
5 - inf 5-6	290	99	100	A	60	70	A	10
6 - inf 6-7	287	100	48	A	60	60	N	0
7 - inf 7-8	286	81	93	A	60	65	A	5
8 - inf 8-9	280	83	95	A	60	65	A	5
9 - inf 9-10	285	81	94	A	60	65	A	5
10	285	101	74	A	60	65	A	5
11	280	140	97	A	70	75	A	5
12	348	113	78	A	70	75	A	5
13	283	138	97	A	70	75	A	5
14 - inf 14-15	291	99	100	A	60	70	A	10
15 - inf 15-16	280	103	75	A	60	65	A	5
16 - inf 16-17	286	101	73	A	60	65	A	5
17	281	103	74	A	60	65	A	5
18 - sk 18-19	272	106	77	A	60	65	A	5
19	275	104	77	A	60	65	A	5
20	400	78	88	A	60	75	A	15
21	500	58	93	A	60	80	A	20
22	325	89	89	A	60	70	A	10
23	350	82	83	A	60	70	A	10
24	284	81	95	A	60	65	A	5
25	600	20	91	A	60	75	A	15
26	360	25	93	A	50	60	A	10
27 - inf 27-28	250	60	83	A	50	55	N	5
28 - inf 28-29	279	103	76	A	50	65	A	15
29	290	99	100	A	70	70	A	0
30	283	105	99	A	70	70	A	0
31	600	65	94	A	80	90	A	10
32	395	99	92	A	80	80	A	0
33	300	132	89	A	75	75	A	0
34	282	137	98	A	75	75	A	0
35	2000	0	29	A	70	70	A	0
36 - inf 36-37	305	44	95	A	60	60	A	0
37 - sk 37-38	278	85	94	A	60	65	A	5
38 - sk 38-39	305	85	78	A	60	65	A	5
39 - inf 39-40	257	85	80	A	60	60	A	0
40	250	103	96	A	60	65	A	5
41 - inf 41-42	285	133	100	A	75	75	A	0
42	376	77	100	A	75	75	A	0
43	770	37	87	A	80	90	A	10
44	525	49	95	A	80	80	A	0
45 - inf 45-46	284	104	100	A	70	70	A	0
46	273	112	100	A	70	70	A	0
47 - inf 47-48	285	103	100	A	70	70	A	0
48 - sk 48-49	280	107	100	A	70	70	A	0
49 - inf 49-50	290	107	92	A	70	70	A	0
50	300	93	100	A	70	70	A	0
51	357	112	100	A	80	80	A	0
52	766	0	99	A	80	80	A	0

Hlavní sloupce tabulky dle indexu:

- 1 Oblouky: číselné označení řešených oblouků s vyznačením složených oblouků a inflexního motivu.
- 3 Poloměr: hodnota poloměru oblouku R v metrech.
- 4 Převýšení: stávající velikost převýšení v milimetrech.

Nový návrh hodnoty převýšení z požadované rychlosti:

$$D = \frac{7,1 \cdot V_{\text{lim}}^2}{R} \quad (\text{mm}) \quad \text{pro } V \leq 120 \text{ km/h} \quad (1)$$

- 6 Nedostatek převýšení:

$$I = Deq - D = \frac{11,8 \cdot V^2}{R} - D \quad (\text{mm}) \quad (4)$$

Standardní hodnoty: $I_n = 80 \text{ mm}$

Mezní hodnoty: $I_{\text{lim}} = 100 \text{ mm}$

Maximální hodnoty: $I_{130} = 100 \text{ mm}$

- 11 Rychlost: Rozdělení sloupce na stávající rychlost V, rychlost pro pomalé (nákladní) vlaky $V_{\text{nákl}}$, návrhovou rychlost V_x , posouzení a hodnotu zvýšení v km/h.

V_x : V_n – navrhovaná rychlost pro standardní hodnoty

V_{lim} – navrhovaná rychlost pro mezní hodnoty

V_{max} – navrhovaná rychlost pro nedostatek převýšení $I > 100\text{mm}$

3.4 Posouzení zvýšení rychlosti při $I > 100$ mm

Posouzení pro nedostatek převýšení větší než 100 mm se použila hodnota $I_{\max} = 130$ mm. Tuto hodnotu lze využít pro poloměry směrových oblouků rovny nebo větší než 250 m, což je v řešeném úseku dodrženo. K posouzení strmosti vzestupnic je použito n_{\lim} . Maximální možné zvýšení je do rychlosti 120 km/h z důvodu užití kolejnice tvaru S 49 a T.

Využití I_{130} je umožněno v těchto případech (dle požadavků SŽDC) [7]:

- Možnost zvýšení rychlosti v ucelených úsecích vzhledem k využitelnosti rychlosti a možnosti jejího návěštění
- Vyhovující podmínky projektovaných parametrů GPK a kvality GPK za provozu
- Splněny podmínky pro konstrukce železničního svršku
- Splněny podmínky pro konstrukce železničního spodku
- Splněna prostorová průchodnost

Jedná se o posudek informativního charakteru. Pro zvýšení rychlosti při nedostatku převýšení větším jak 100 mm, by musely na trati proběhnout rozsáhlejší úpravy. Momentálně trať neodpovídá podmínkám pro zavedení vyššího nedostatku převýšení než je mezní hodnota a to z těchto důvodů:

- V úseku není zřízena bezstyková kolej, poloměry oblouku její zavedení umožňují
- V úseku je použito žebrové podkladnice se svěrkami

Závěrem bylo zjištěno, že v úseku trati je nevyhovující oblouku č. 27 a č. 6 (nevyhovuje součinitel strmosti vzestupnice – nesplňuje minimální hodnotu dle ČSN 73 6360). V oblouku bude zachována původní rychlost.

Posudek je uveden v tabulce 5: Navrhovaný stav - $I > 100$ mm, která je uvedena v příloze č. 5. Její zkrácená verze je tab. 3.4-5.

Tab. 3.4-5: Navrhovaný stav - I > 100 mm (zkrácená verze)

oblouk ¹ číslo	poloměr ³ R m	přev. ⁴ D mm	nedostatek přev. ⁶ I130 = 130 mm		rychlost ¹¹		
			Deq - D	max	V	V _{max}	zvýšení
					km/h	km/h	km/h
1	380	76	123	A	60	80	A 20
2 - inf 2-3	282	102	103	A	60	70	A 10
3 - inf 3-4	285	101	102	A	60	70	A 10
4	276	104	105	A	60	70	A 10
5 - inf 5-6	290	99	130	A	60	75	A 15
6 - inf 6-7	287	100	48	A	60	60	N 0
7 - inf 7-8	286	81	121	A	60	70	A 10
8 - inf 8-9	280	83	124	A	60	70	A 10
9 - inf 9-10	285	81	122	A	60	70	A 10
10	285	101	102	A	60	70	A 10
11	280	140	130	A	70	80	A 10
12	348	113	104	A	70	80	A 10
13	283	138	129	A	70	80	A 10
14 - inf 14-15	291	99	129	A	60	75	A 15
15 - inf 15-16	280	103	104	A	60	70	A 10
16 - inf 16-17	286	101	101	A	60	70	A 10
17	281	103	103	A	60	70	A 10
18 - sk 18-19	272	106	107	A	60	70	A 10
19	275	104	106	A	60	70	A 10
20	400	78	111	A	60	80	A 20
21	500	58	113	A	60	85	A 25
22	325	89	115	A	60	75	A 15
23	350	82	108	A	60	75	A 15
24	284	81	123	A	60	70	A 10
25	600	20	122	A	60	85	A 25
26	360	25	113	A	50	65	A 15
27 - inf 27-28	250	60	58	A	50	50	N 0
28 - inf 28-29	279	103	104	A	50	70	A 20
29	290	99	130	A	70	75	A 5
30	283	105	130	A	70	75	A 5
31	600	65	112	A	80	95	A 15
32	395	99	117	A	80	85	A 5
33	300	132	120	A	75	80	A 5
34	282	137	98	A	75	75	A 0
35	2000	0	124	A	70	145	A 75
36 - inf 36-37	305	44	119	A	60	65	A 5
37 - sk 37-38	278	85	123	A	60	70	A 10
38 - sk 38-39	305	85	105	A	60	70	A 10
39 - inf 39-40	257	85	109	A	60	65	A 5
40	250	103	128	A	60	70	A 10
41 - inf 41-42	285	133	100	A	75	75	A 0
42	376	77	124	A	75	80	A 5
43	770	37	116	A	80	100	A 20
44	525	49	113	A	80	85	A 5
45 - inf 45-46	284	104	130	A	70	75	A 5
46	273	112	100	A	70	70	A 0
47 - inf 47-48	285	103	130	A	70	75	A 5
48 - sk 48-49	280	107	130	A	70	75	A 5
49 - inf 49-50	290	107	122	A	70	75	A 5
50	300	93	128	A	70	75	A 5
51	357	112	127	A	80	85	A 5
52	766	0	125	A	80	90	A 10

Hlavní sloupce tabulky dle indexu:

- 1 Oblouky: číselné označení řešených oblouků s vyznačením složených oblouků a inflexního motivu.
- 3 Poloměr: hodnota poloměru oblouku R v metrech.
- 4 Převýšení: stávající velikost převýšení v milimetrech.

Nový návrh hodnoty převýšení z požadované rychlosti:

$$D = \frac{7,1 \cdot V_{\text{lim}}^2}{R} \quad (\text{mm}) \quad \text{pro } V \leq 120 \text{ km/h} \quad (1)$$

- 6 Nedostatek převýšení:

$$I = Deq - D = \frac{11,8 \cdot V^2}{R} - D \quad (\text{mm}) \quad (4)$$

Standardní hodnoty: $I_n = 80 \text{ mm}$

Mezní hodnoty: $I_{\text{lim}} = 100 \text{ mm}$

Maximální hodnoty: $I_{130} = 100 \text{ mm}$

- 11 Rychlost: Rozdělení sloupce na stávající rychlost V, rychlost pro pomalé vlaky $V_{\text{nákl}}$, návrhovou rychlost V_x , posouzení a hodnotu zvýšení v km/h.

V_x : V_n – navrhovaná rychlost pro standardní hodnoty

V_{lim} – navrhovaná rychlost pro mezní hodnoty

V_{max} – navrhovaná rychlost pro nedostatek převýšení $I > 100\text{mm}$

3.5 Zvýšení rychlosti s úpravou geometrických parametrů koleje

Vybrané oblouky jsou prověřeny na zvýšení rychlosti se zásahem do geometrických parametrů koleje. Konkrétně je cílem provést zásah do hodnoty převýšení. Jedná se o oblouky, které nám vytváří rychlostní poklesy v grafu rychlosti. Změnou hodnoty převýšení můžeme dosáhnout vyšších rychlostí oblouku. Hodnota navrhnutého převýšení na zvolenou rychlost je ověřena na hodnotu maximálního převýšení, nedostatek převýšení a mezní hodnotu strmosti vzestupnice. Nová strmost vzestupnice je počítána z původní strmosti, původního převýšení a navrhnutého převýšení dle vzorce (12).

Posudek se zabývá pouze návrhem s mezními hodnotami.

Řešeny jsou tyto oblouky:

- č. 22 ($R= 325$ m, $D_{\text{původní}} = 89$ mm, $D_{\text{nové}} = 96$ mm, $n_1 = n_2 = 483$), $V_{\text{lim}}=70$ km/h
- č. 23 ($R= 350$ m, $D_{\text{původní}} = 82$ mm, $D_{\text{nové}} = 89$ mm, $n_1 = n_2 = 488$), $V_{\text{lim}}=70$ km/h
- č. 24 ($R= 284$ m, $D_{\text{původní}} = 81$ mm, $D_{\text{nové}} = 88$ mm, $n_1 = n_2 = 494$), $V_{\text{lim}}=65$ km/h

Posudek je uveden v tabulce 6: Úprava geometrických parametrů koleje, která je uvedena v příloze č. 6.

Tato možnost zvýšení rychlosti v případě posuzovaných oblouků nevede k požadované hodnotě rychlosti. Změna hodnoty převýšení není v navrhovaném stavu použita.

4 Omezující Prvky

4.1 Posouzení inflexního motivu

Inflexní motiv oblouků opačných směrů musí vyhovět podmínce, kdy poměr převýšení oblouku x a y je roven poměru přilehlých délek přechodnic L_{kx} a L_{ky} . Tato podmínka je řešena v tabulce 7: Současný stav – posouzení inflexního motivu, která je přílohou č.7.

Posouzení inflexního motivu [5]:

$$Dx / Dy = Lkx / Lky \quad (12)$$

Do těchto oblouků není v navrhovaném stavu zasahováno, převýšení a délky vzestupnic jsou zachovány dle stávajícího stavu.

4.2 Délka kružnicových částí oblouků a přímých mezi vzestupnicemi

Pro ověření délky kružnicových částí oblouků a přímých mezi vzestupnicemi byla použita stávající maximální rychlost řešeného traťového úseku $V = 80$ km/h. Pro tuto rychlost musí být splněna délka $L_{s,lim} = 20$ m, $L_{s,min} = 15$ m [5]

Ve většině případů délky kružnicových částí oblouků a přímých mezi vzestupnicemi vyhovují pro rychlost 80 km/h na mezní hodnotu.

Jedinou výjimkou je přímá o délce 18,19 m mezi obloukem č. 4 a č. 5. Zde je navrhována nová rychlost 70 km/h. Přímá vyhoví pouze na $L_{s,min} = 15$ m.

4.3 Kontrola náhlé změny nedostatku převýšení

Kontrola náhle změny nedostatku převýšení je provedena v případech, kdy není splněna plynulá změna nedostatku převýšení. Při návrhu zvýšení rychlosti s hodnotami nedostatku převýšení vyhovujícím mezní hodnotě nedostatku převýšení $I_{lim} = 100$ mm, musí být splněna hodnota náhlé změny nedostatku převýšení [5]:

$$\Delta I_{lim} \leq 85mm \quad \text{pro } V \leq 120 \text{ km/h}$$

V řešeném úseku je třeba ověřit složené oblouky a kružnicový oblouk bez přechodnic pomocí následujících vzorců:

Napojení dvou kružnicových oblouků poloměru R_1 a R_2 stejného směru:

$$\Delta I_{lim} = \frac{11,8 \cdot V^2 \cdot (R_1 - R_2)}{R_1 \cdot R_2} \quad (\text{mm}) \quad (14)$$

Napojení kružnicového oblouku R a přímé:

$$\Delta I_{lim} = \frac{11,8 \cdot V^2}{R} \quad (\text{mm}) \quad (15)$$

Složené oblouky:

- č. 18 - č. 19: $\Delta I_{lim} = 2mm$ vyhoví
- č. 37 - č. 38: $\Delta I_{lim} = 16mm$ vyhoví
- č. 38 - č. 39: $\Delta I_{lim} = 2mm$ vyhoví
- č. 48 - č. 49: $\Delta I_{lim} = 8mm$ vyhoví

Kružnicový oblouk bez přechodnic:

- č. 35: $\Delta I_{lim} = 85mm$ vyhoví

4.4 Železniční přejezdy

Železniční přejezdy na řešeném úseku prošly modernizací v roce 2010. Jedná se tedy o přejezdy vybavené přejezdovým zabezpečovacím zařízením. Výjimkou je přechod pro pěší v blízkosti zastávky Budkovice zabezpečený pouze výstražným křížem. [4]

Železniční přejezd se zabezpečovacím zařízením je omezujícím prvkem pokud se nachází v oblouku. U stávajících přejezdů v obloucích je zachována hodnota převýšení.

V případě přechodu pro pěší s výstražným křížem musí být zajištěny dostatečné rozhledové poměry.

Železniční přejezdy nacházející se v řešeném úseku [6]:

- Km 125,733 - přejezd zabezpečený pouze výstražným křížem
Jedná se o přejezd vybavený pouze výstražným křížem. Nachází na konci přechodnice a jedná se o křížení s účelovou komunikací (přechod pro pěší).
 - OMEZENÍ – zachování stávající rychlosti z důvodu nedostatečných rozhledových poměrů pro zvýšení rychlosti, Stávající rychlost 60 km/h a rozhledová vzdálenost splňující 98 m
- Km 131,477 - přejezd vybavený přejezdovým zabezpečovacím zařízením
Jedná se o přejezd vybavený světelným zabezpečovacím zařízením bez závor. Nachází se na konci přechodnice a jedná se o křížení s komunikací II.tř./152.
 - OMEZENÍ – ponecháme stávající směrové poměry včetně převýšení (Příloha č. 8 foto č. 1)
- Km 132,165, přejezd vybavený přejezdovým zabezpečovacím zařízením
Jedná se o přejezd vybavený světelným zabezpečovacím zařízením bez závor. Nachází se v oblouku č. 27 a jedná se o křížení s účelovou komunikací.
 - OMEZENÍ – ponecháme stávající směrové poměry včetně převýšení (Příloha č. 8 foto č. 2)
- Km 133,220, přejezd vybavený přejezdovým zabezpečovacím zařízením
Jedná se o přejezd vybavený světelným zabezpečovacím zařízením se závorami. Nachází se v oblouku č. 30 a jedná se o křížení s komunikací II.tř./152.

- OMEZENÍ – ponecháme stávající směrové poměry včetně převýšení (Příloha č. 8 foto č. 3)
- Km 134,452, přejezd vybavený přejezdovým zabezpečovacím zařízením
Jedná se o přejezd vybavený světelným zabezpečovacím zařízením bez závor.
Nachází se v přímé a jedná se o křížení s komunikací II.tř./152.
 - BEZ OMEZENÍ (Příloha č. 8 foto č. 4)
- Km 136,227, přejezd vybavený přejezdovým zabezpečovacím zařízením
Jedná se o přejezd vybavený světelným zabezpečovacím zařízením se závorami.
Nachází se v přímé a jedná se o křížení s účelovou komunikací.
 - BEZ OMEZENÍ (Příloha č. 8 foto č. 5)

4.5 Mostní konstrukce

Zvýšení rychlosti vyvolá změnu namáhání mostních konstrukcí. Posouzení změny namáhání není součástí zadání bakalářské práce.

Mostní konstrukce tohoto úseku jsou zdokumentovány v příloze č. 8.

V úseku se nachází tyto mostní konstrukce:

- Km 130,188, tzv. Nový Ivančický viadukt (foto č. 6) – návrh zvýšení rychlosti z 60 km/h na 80 km/h
- Km 140,903, tzv. Železnák (foto č. 7) – nedojde ke zvýšení rychlosti (70 km/h)

4.6 Návěstidla

Omezení z hlediska zábrzdných vzdáleností návěstidel na řešeném úseku nehrozí.

Zábrzdné vzdálenosti návěstidel [5]

- 400 m $\leq 60\text{km/h}$
- 700 m $60\text{km/h} < V \leq 100\text{km/h}$
- 1000 m

Dle TTP 323A Tabulky 1 a nákrešného přehledu železničního svršku je zajištěna v celém úseku trati zábrzdná vzdálenost 700 m. Tato vzdálenost je platná do rychlostí menších než 100 km/h. Tato rychlost při novém návrhu nebude překročena. Není tedy důvod nového posudku.

4.7 Sklonové poměry

Zvýšení rychlosti má vliv také na sklonové poměry. Jedná se o poloměr zaoblení lomů sklonu a vzdálenost lomů sklonu.

Současná nejnižší traťová rychlost v řešeném úseku je 60 km/h. Pro tuto rychlost by měly být splněny tyto sklonové poměry dle normy [5]:

- Poloměr zaoblení lomu sklonu

$$R_{v,\text{lim}} \geq 0,40 \cdot V^2 \quad (\text{m}) \quad \text{pro } 60 \text{ km/h } R_{v,\text{lim}} \geq 1440\text{m} \quad (16)$$

$$R_{v,\text{min}} \geq 0,25 \cdot V^2 \quad (\text{m}) \quad \text{pro } 60 \text{ km/h } R_{v,\text{min}} \geq 900\text{m} \quad (17)$$

- Vzdálenost lomů sklonu

$$L_{n,\text{lim}} \geq 4 \cdot V \quad (\text{m}) \quad \text{pro } 60 \text{ km/h } L_{n,\text{lim}} \geq 240 \quad (18)$$

$$L_{n,\text{min}} \geq 200\text{m} \quad \text{pro } 60 \text{ km/h} \quad (19)$$

- Lomy sklonu by se měly nacházet v přímé. Pokud je to nezbytné lze umístit lom sklonu do kružnicového oblouku nebo přechodnice. Pokud se jedná o oblouk s $R < 500$ m nebo o přechodnici s $n < 1/500$ m, musí být splněno:

$$R_{v,\text{min}} \geq 0,4 \cdot V^2 \quad (\text{m}) \quad \text{minimálně } 2000 \text{ m}$$

Navrhované zvýšení rychlosti vyvolá změnu sklonových poměrů. Změna je viditelná v porovnání nejnižší traťové rychlosti (60 km/h) s aktuální maximální traťovou rychlostí (80 km/h). Pro stávající maximální traťovou rychlost řešeného úseku $V = 80$ km/h musí odpovídat poloměr zaoblení lomu sklonu $R_{v,\text{lim}} = 2560$ m. Vzdálenost lomů sklonu musí být $L_{n,\text{lim}} = 320$ m a minimálně $L_{n,\text{min}} = 200$ m.

V řešeném traťovém úseku se nachází 56 lomů sklonu (16 v přímé, 31 v oblouku, 9 v přechodnici). Přepočítání stávajících parametrů není součástí práce. Jejich parametry nejsou součástí podkladů pro zpracování bakalářské práce.

5 Závěr

Práce si kladla za cíl efektivně zvýšit rychlost v traťovém úseku Střelice – Moravský Krumlov. Zásadou pro vypracování bylo posouzení rychlosti se současnými geometrickými parametry koleje a s navrhovanými geometrickými změnami koleje. V současné době je teoreticky možné řešený úsek dlouhý 19,6 km projet přibližně za 17 minut.

V případě zvýšení rychlosti se současnými parametry koleje vyhovujícími mezním hodnotám bylo docíleno zvýšení rychlosti v 50,74 % tratě. Výsledný návrh zvýšení rychlosti nám teoreticky zkrátí dobu jízdy na 15 minut.

Tuto skutečnost nám znázorňuje graf rychlosti vedený jako příloha č. 9. Zde jsou vyobrazeny 3 křivky. Stávající stav (červená křivka), hrubý návrh zvýšení rychlosti s omezujícími prvky (zelená křivka) a upravený hrubý návrh zvýšení rychlosti do plynulejší výsledné křivky (modrá křivka).

Návrh za pomoci změn geometrických parametrů koleje GPK nebyl použit.

Pro daný úsek byla zpracována studie pro nedostatek převýšení větší než 100 mm. Výsledkem je graf rychlosti vedený jako příloha č. 10. Zde je možné porovnat stávající stav (červená křivka) s návrhem maximální možné rychlosti pro nedostatek převýšení větší než 100 mm (zelená křivka).

Ve vypracovaných grafech nejsou zahrnuty brzdné a rozjezdové možnosti vozidel.

Nejvhodnější variantou pro řešený úsek by mohla být kombinace mezních hodnot s rychlostmi pro nedostatek převýšení větší než 100 mm. Došlo by k zásadnímu zrychlení řešeného úseku.

Změny v rychlostech jsou zaznamenány v tabulce 5-1: Rychlostní úseky.

Tab. 5-1: Rychlostní úseky

staničení začátek - konec km	rychlost		
	Vpůvodní km/h	Vlim km/h	Vmax km/h
122,654 - 123,631	60	75	80
123,631 - 124,905		65	70
124,905 - 125,123			75
125,123 - 125,312		60	60
125,312 - 125,554			70
125,554 - 125,743			60
125,743 - 126,281		65	70
126,281 - 127,535	70	75	80
127,535 - 127,959	60	70	75
127,959 - 129,811		65	70
129,811 - 130,009		75	80
130,009 - 130,776			85
130,776 - 131,154		70	75
131,154 - 131,480		65	70
131,480 - 131,994			85
131,994 - 132,114	50	60	65
132,114 - 132,191		50	50
132,191 - 132,486		65	70
132,486 - 133,505	70	70	75
133,505 - 134,042	80	80	95
134,042 - 134,537			85
134,537 - 135,176	75	75	80
135,176 - 135,600			75
135,600 - 135,929	70		145
135,929 - 136,228			
136,228 - 136,510	60	60	65
136,510 - 136,924			70
136,924 - 137,114			65
137,114 - 137,259			65
137,294 - 137,753	75	75	75
137,753 - 138,197			80
138,222 - 138,983	80	80	100
138,983 - 139,447			85
139,447 - 139,881	70	70	75
139,881 - 140,182			70
140,182 - 140,919			75
140,919 - 141,601	80	80	85
141,601 - 142,277			90

6 Seznam použitých zdrojů

[1] – www.szdc.cz

[2] – www.zelpage.cz

[3] – www.cd.cz

[4] – www.wikipedia.cz

[5] – ČSN 73 6360-1

[6] – ČSN 73 6380

[7] – Příloha č.1 č.j. D29206/11 ze dne 16.6.2011

[8] – Nákrešný přehled železničního svršku Střelice – Hrušovany nad Jevíškou,
24.11.2011

7 Seznam zkratek

TTP- tabulka traťových poměrů

IDS JMK- Integrovaný dopravní systém Jihomoravského kraje

Os- osobní vlaky

Sp- spěšné vlaky

Žst- železniční stanice

Z- zastávka

Sk X-Y- složený oblouk z části X a Y

inf X-Y- inflexní bod mezi obloukem X a Y

GPK - geometrické parametry koleje

SŽDC- Železniční dopravní cesty

C3 (20 t / 7,2 t) - dovolené traťové třídy zatížení (zatížení na nápravu / na běžný metr)

L- levostranné

P - pravostranné

R- hodnota poloměru oblouku

D- převýšení

V- rychlost

$V_{\text{nákl.}}$ -rychlost pro pomalé vlaky

V_n – navrhovaná rychlost pro standardní hodnoty

V_{lim} – navrhovaná rychlost pro mezní hodnoty

V_{max} – navrhovaná rychlost pro nedostatek převýšení $I > 100\text{mm}$

I- nedostatek převýšení

E- přebytek převýšení

L_k - délka přechodnice

L_d - délka vzestupnice

n- strmost vzestupnice

8 Seznam příloh

Příloha č. 1 – Tabulka 1: Současný stav

Příloha č. 2 – Tabulka 2: Současný stav – posouzení parametrů koleje

Příloha č. 3 – Tabulka 3: Navrhovaný stav – standardní hodnoty

Příloha č. 4 – Tabulka 4: Navrhovaný stav – mezní hodnoty

Příloha č. 5 – Tabulka 5: Navrhovaný stav – $I > 100$ mm

Příloha č. 6 – Tabulka 6: Úprava geometrických parametrů koleje

Příloha č. 7 – Tabulka 7: Současný stav – posouzení inflexního motivu

Příloha č. 8 – Fotodokumentace

Příloha č. 9 – Graf Rychlosti

Příloha č. 10 – Graf Rychlosti $I > 100$ mm