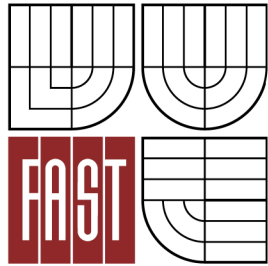


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV ŽELEZNIČNÍCH KONSTRUKCÍ A STAVEB

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF RAILWAY STRUCTURES AND CONSTRUCTIONS

NÁVRH OPTIMALIZACE TRAŤOVÉHO ÚSEKU MEZI ŽELEZNIČNÍMI STANICEMI BYLNICE - VLÁRSKÝ PRŮSMYK

DESIGN OF OPTIMIZATION OF TRACK SECTION BYLNICE - VLÁRSKÝ PRŮSMYK

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

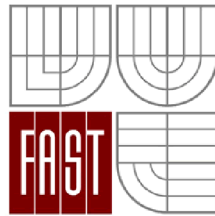
Jan Štěpán

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. OTTO PLÁŠEK, Ph.D.

BRNO 2012

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ



NÁVRH OPTIMALIZACE TRAŽOVÉHO ÚSEKU
PRŮVODNÍ A TECHNICKÁ ZPRÁVA

NÁVRH OPTIMALIZACE TRAŤOVÉHO ÚSEKU
Bylnice – Vlárský průsmyk

OBSAH

1. ÚVOD, ZADÁNÍ, PODKLADY.....	4
1.1 Cíle	4
1.2 Podklady	4
2. SMĚROVÉ POMĚRY.....	5
2.1 Stávající stav	5
2.2 Nový stav	5
3. SKLONOVÉ POMĚRY.....	11
3.1 Stávající stav.....	11
3.2 Nový stav.....	13
4. ŽELEZNIČNÍ SVRŠEK.....	14
4.1 Stávající železniční svršek.....	14
4.2 Nový železniční svršek.....	15
5. ŽELEZNIČNÍ SPODEK.....	15
5.1 Návrh konstrukční vrstvy pražcového podloží.....	15
5.1.1 Výpočet tloušťky konstrukční vrstvy.....	15
5.1.2 Posouzení na promrzání.....	16
5.2 Náspy	16
5.3 Zářezy.....	16
5.4 Odvodnění.....	16
5.4.1 Plošné odvodnění.....	17
5.4.2 Nezpevněné příkopy.....	17
5.4.3 Zpevněné příkopy.....	17
5.4.4 Ostatní odvodňovací prvky.....	17
5.5 Ostatní zemní práce.....	19
6. STAVEBNÍ OBJEKTY A KŘÍŽENÍ.....	19
6.1 Přejezdy.....	19
6.2 Propusty.....	20
6.3 Mosty.....	20
6.4 Nástupiště.....	20
7. ROZHLEDOVÉ TROJÚHELÍNKY.....	21
7. ZÁVĚR.....	22
8. POUŽITÁ LITERATURA.....	23

NÁVRH OPTIMALIZACE TRAŤOVÉHO ÚSEKU PRŮVODNÍ A TECHNICKÁ ZPRÁVA

1. ÚVOD, ZADÁNÍ, PODKLADY

Řešený úsek se nachází ve Zlínském kraji mezi železničními stanicemi Bylnice a Vlárský průsmyk ve staničení km 158, 127 290 – 162, 505 600 (dle stávajícího stavu, mezi krajními výhybkami dotčených stanic). Je součástí tratě č. 341 Staré Město u Uherského Hradiště – Vlárský průsmyk a prochází katastrálním územím Bylnice, Svatý Štěpán a Sidonie. Jde o jednokolejnou neelektrizovanou trať se stávající návrhovou rychlostí 70 km/h. Kolej je provedena jako stykovaná. Trať kříží silnice I/57 a dvě místní komunikace. Trať prochází pod dvěma silničními nadjezdy a překonává jeden železniční ocelový most. Celá oblast je součástí Karpatského flyše a nelze vyloučit, že místní zeminy jsou náchylné k sesuvům.

1.1 Cíle

Návrh úpravy geometrických parametrů koleje a rekonstrukce železničního svršku a železničního spodku se řídí dle normy ČSN 73 6360-1. Cílem návrhu je navýšení traťové rychlosti na co nejvyšší hodnotu pomocí vyrovnání směrových a sklonových poměrů vedení trasy při co nejmenších posunech stávající osy (směrových i výškových) a dodržení limitních návrhových hodnot. V odůvodněných případech lze použít hodnoty minimální či maximální. Dále návrh konstrukčních vrstev pražcového podloží tak, aby odpovídaly dopravnímu zatížení a požadavkům na odolnost proti promrzání. Součástí rekonstrukce je vyřešení odvodnění. Změny zemního tělesa jsou požadovány minimální s ohledem na požadavek nezasahovat mimo drážní pozemek a zvýšení pracnosti a nákladů na provedení. Pozornost je věnována i přípravě technologie práce při snaze o co nejkratší dobu trvání výluky a uzavření železničních přejezdů. U přejezdů budou vyřešeny rozhledové trojúhelníky.

1.2 Podklady

Podkladem pro zpracování bylo geodetické zaměření části úseku, nákresný přehled a podélný profil technického projektu z předchozí obnovy železničního svršku. Geodetické zaměření nebylo úplné. Výškové body byly uvedeny jen asi na prvních 250 m v řezech po cca 20 m. Zbytek výškového řešení a geometrie terénu byly stanoveny odhadem na základě

nákresného přehledu a podélného profilu stávajícího stavu. Pro stavbu železničního spodku nejsou dostačující podklady, část návrhu je odhadnuta na základě geomorfologie oblasti.

2. SMĚROVÉ POMĚRY

Souřadnicový systém je S-JTSK. Z geodetického zaměření trati bylo provedeno vyrovnání směrových oblouků a přímých úseků. To částečně posloužilo pro návrh nového směrového řešení. Rekonstruovaný úsek je délky 4,378 310 km.

2.1 Stávající stav

V úseku se nachází deset směrových oblouků. Jejich geometrické parametry umožňují nejvyšší rychlost 70 km/h. Přechodnice jsou ve tvaru kubických parabol.

Směrové poměry stávajícího stavu jsou uvedeny v následující tabulce

Staničení [km]	Popis
158,127 290	začátek úseku
158,127 290 – 158,132 320	přímá
158,132 320 – 158,320 740	pravostranný oblouk R = 400 m
158,320 740 – 158,588 320	přímá
158,588 320 – 158,771,920	pravostranný oblouk R = 300 m
158,771,920 – 159,012 530	přímá
159,012 530 – 159,511 950	levostranný oblouk R = 420 m
159,511 950 – 195,636 290	přímá
195,636 290 – 160,158 250	pravostranný oblouk R = 400 m
160,158 250 – 160,200 000	přímá
160,200 000 – 160,664 260	levostranný oblouk R = 400 m
160,664 260 – 160,718 960	přímá
160,718 960 – 160,925 850	přímá
160,987 670 – 161,170 220	levostranný oblouk R = 410 m
161,170 220 – 161,619 640	přímá
161,619 640 – 161,886 500	levostranný oblouk R = 400 m
161,886 500 – 161,984 990	přímá
161,984 990 – 162,498 350	pravostranný složený oblouk s mezilehlou přechodnicí R1 = 420 m; R2 = 300 m
162,498 350 – 162,505 600	přímá
162,505 600	konec úseku

2.2 Nový stav

Nový tečnový polygon byl navržen pomocí vyrovnání zaměřených bodů osy stávajícího stavu v mezipřímých a v obloucích. Byla snaha dosáhnout co nejmenších posunů

NÁVRH OPTIMALIZACE TRAŤOVÉHO ÚSEKU Bylnice – Vlárský průsmyk

osy, jejich rovnoměrného rozdělení na její obě strany. Minimální posuny jsou důležité především v oblastech železničních přejezdů a mostů, kde by působily problémy. K největším posunům došlo v oblouku č. 7 (km 161,095 613 až 0,353 m) z důvodu nevyhovující polohy osy vůči tělesu. Žádný nevyžaduje zásahy do zemního tělesa.

Rychlost v obloucích byla stanovena dle vzorců $V = \sqrt{\frac{D * R}{7,1}}$ a $I = \left(\frac{11,8 * V^2}{R} \right) - D$, přičemž

bylo třeba dodržet limitní hodnoty převýšení $D_{lim} \leq 150$ mm, nedostatku převýšení $I_{lim} \leq 100$ mm a součinitele sklonu vzestupnice $n_{lim} = 6V$ s dodržáním jejího sklonu nejvýše 1:445.

Kvůli výhybkám na začátku a na konci úseku bylo nutno posuzovat náhlou změnu nedostatku převýšení u krajních oblouků, přitom současný stav již nevyhovuje požadavkům normy v platném znění. Kvůli stísněným podmínkám bylo umožněno dodržet jen minimální délku přímé mezi začátkem, resp. koncem úseku a začátkem, resp. koncem přechodnice prvního a posledního směrového oblouku. Tato délka je $L_{s,min} = 10$ m. Tím byly omezeny délky krajních přechodnic a tudíž zvýšeny jejich strmosti.

Takto byla navýšena traťová na 80 km/h. Jen v krajních obloucích zůstává 70 km/h. Tady by její navýšení vyžadovalo překročení limitní hodnoty převýšení nebo výraznou změnu poloměru a s tím související velké posuny osy.

Vlivem úpravy osy koleje došlo ke zkrácení úseku o 3,721 m. Staničení konce úseku se proto změnilo na km 162,501 879.

V oblouku č. 6 se nachází nástupiště v zastávce Svatý Štěpán. Z tohoto důvodu je převýšení v tomto oblouku omezeno na 110 mm.

Směrové poměry nového stavu jsou uvedeny v následující tabulce

<u>označení</u>	<u>staničení</u>	<u>směr. prvek</u>	<u>parametry prvku</u>
ZÚ	158,127 290	přímá	10,810 m
ZP	158,138 096	přechodnice	$L_k = 38,042$ m $n = 6,55V$ $m = 0,144$ m $T = 85,980$ m $A = 126$ klotoida
ZO	158,138 096	pravostranný oblouk	$R = 420$ m $V = 70$ km/h $D = 83$ mm $I = 80$ mm $\alpha_s = 18,0045^g$

NÁVRH OPTIMALIZACE TRAŽOVÉHO ÚSEKU
Bylnice – Vlárský průsmyk

			$d_0 = 87,021 \text{ m}$
KO	158,263 159	přechodnice	$L_k = 51,875 \text{ m};$ $n = 8,93V$ $m = 0,267 \text{ m}$ $T = 92,116 \text{ m}$ $A = 148$ klotoida
KP	158,315 034	přímá	265,808 m
ZP	158,580 842	přechodnice	$L_k = 84,500 \text{ m};$ $n = 7,04V$ $m = 0,981 \text{ m}$ $T = 96,326 \text{ m}$ $A = 160$ klotoida
ZO	158,665 342	pravostranný oblouk	$R = 303 \text{ m}$ $V = 80 \text{ km/h}$ $D = 150 \text{ mm}$ $I = 100 \text{ mm}$ $\alpha_s = 20,1840^g$ $d_0 = 22,240 \text{ m}$
KO	158,687 582	přechodnice	$L_k = 84,500 \text{ m};$ $n = 7,04V$ $m = 0,981 \text{ m}$ $T = 96,326 \text{ m}$ $A = 160$ klotoida
KP	158,772 082	přímá	235,554 m
ZP	159,007 636	přechodnice	$L_k = 80,741 \text{ m};$ $n = 9,26V$ $m = 0,646 \text{ m}$ $T = 270,811 \text{ m}$ $A = 184$ klotoida
ZO	159,088 377	levostranný oblouk	$R = 420,4 \text{ m}$ $V = 80 \text{ km/h}$ $D = 109 \text{ mm}$ $I = 71 \text{ mm}$ $\alpha_s = 57,3694^g$ $d_0 = 338,069 \text{ m}$
KO	159,426 446	přechodnice	$L_k = 85,000 \text{ m};$ $n = 9,75V$

NÁVRH OPTIMALIZACE TRAŽOVÉHO ÚSEKU
Bylnice – Vlárský průsmyk

			$m = 0,716 \text{ m}$ $T = 270,811 \text{ m}$ $A = 189$ klotoida
KP	159,511 446	přímá	115,312 m
ZP	159,626 729	přechodnice	$L_k = 94,500 \text{ m};$ $n = 10,36V$ $m = 0,931 \text{ m}$ $T = 291,536 \text{ m}$ $A = 194$ klotoida
ZO	159,721 259	pravostranný oblouk	$R = 399,5 \text{ m}$ $V = 80 \text{ km/h}$ $D = 114 \text{ mm}$ $I = 76 \text{ mm}$ $\alpha_s = 62,8564^g$ $d_0 = 353,522 \text{ m}$
KO	160,074 781	přechodnice	$L_k = 75,000 \text{ m};$ $n = 8,22V$ $m = 0,931 \text{ m}$ $T = 291,536 \text{ m}$ $A = 173$ klotoida
KP	160,149 781	přímá	115,312 m
ZP	160,198 039	přechodnice	$L_k = 78,000 \text{ m};$ $n = 8,55V$ $m = 0,633 \text{ m}$ $T = 246,395 \text{ m}$ $A = 177$ klotoida
ZO	160,276 039	levostranný oblouk	$R = 400,3 \text{ m}$ $V = 80 \text{ km/h}$ $D = 114 \text{ mm}$ $I = 75 \text{ mm}$ $\alpha_s = 54,7062^g$ $d_0 = 304,208 \text{ m}$
KO	160,580 247	přechodnice	$L_k = 78,000 \text{ m};$ $n = 8,55V$ $m = 0,633 \text{ m}$ $T = 246,395 \text{ m}$ $A = 177$ klotoida

NÁVRH OPTIMALIZACE TRAŽOVÉHO ÚSEKU
Bylnice – Vlárský průsmyk

KP	160,658 247	přímá	48,259 m
ZP	160,711 090	přechodnice	$L_k = 77,632$ m; $n = 8,82V$ $m = 0,647$ m $T = 108,572$ m $A = 174$ klotoida
ZO	160,788 721	pravostranný oblouk	$R = 388$ m $V = 80$ km/h $D = 110$ mm $I = 85$ mm $\alpha_s = 20,3543^g$ $d_0 = 60,205$ m
KO	160,848 926	přechodnice	$L_k = 77,632$ m; $n = 8,82V$ $m = 0,647$ m $T = 108,572$ m $A = 174$ klotoida
KP	160,926 558	přímá	66,549 m
ZP	160,993 107	přechodnice	$L_k = 60,403$ m; $n = 7,06V$ $m = 0,357$ m $T = 83,732$ m $A = 160$ klotoida
ZO	161,053 510	levostranný oblouk	$R = 426$ m $V = 80$ km/h $D = 107$ mm $I = 71$ mm $\alpha_s = 14,3139^g$ $d_0 = 46,022$ m
KO	161,099 532	přechodnice	$L_k = 60,403$ m; $n = 7,06V$ $m = 0,357$ m $T = 83,732$ m $A = 160$ klotoida
KP	161,159 935	přímá	450,235 m
ZP	161,610 171	přechodnice	$L_k = 84,456$ m;

NÁVRH OPTIMALIZACE TRAŽOVÉHO ÚSEKU
Bylnice – Vlárský průsmyk

			$n = 9,10V$ $m = 0,752 \text{ m}$ $T = 141,931 \text{ m}$ $A = 183$ klotoida
ZO	161,694 627	levostranný oblouk	$R = 395 \text{ m}$ $V = 80 \text{ km/h}$ $D = 116 \text{ mm}$ $I = 76 \text{ mm}$ $\alpha_s = 28,2642^\circ$ $d_0 = 109,381 \text{ m}$
KO	161,804 008	přechodnice	$L_k = 86,491 \text{ m};$ $n = 9,10V$ $m = 0,752 \text{ m}$ $T = 142,802 \text{ m}$ $A = 185$ klotoida
KP	161,890 499	přímá	84,851 m
ZP	161,975 350	přechodnice	$L_k = 76,000 \text{ m};$ $n = 9,22V$ $m = 0,571 \text{ m}$ $T = 210,283 \text{ m}$ $A = 179$ klotoida
ZO	162,051 350	pravostranný oblouk	$R = 421 \text{ m}$ $V = 80 \text{ km/h}$ $D = 103 \text{ mm}$ $I = 77 \text{ mm}$ $\alpha_s = 44,6483^\circ$ $d_0 = 290,068 \text{ m}$
KO/ZO	162,341 418	pravostranný oblouk	$R = 310 \text{ m}$ $V = 70 \text{ km/h}$ $D = 103 \text{ mm}$ $I = 84 \text{ mm}$ $\alpha_s = 23,2217^\circ$ $d_0 = 102,841 \text{ m}$
KO	162,444 259	přechodnice	$L_k = 45,600 \text{ m};$ $n = 6,32V$ $m = 0,279 \text{ m}$ $T = 85,840 \text{ m}$ $A = 119$ klotoida
KP KÚ	162,489 859 162,501 879	přímá	12,020m

3. SKLONOVÉ POMĚRY

Výškový systém je Balt po vyrovnání (Bpv). Trať klesá v celé své délce. Z geodetického zaměření nebylo možno určit výškové řešení stávajícího stavu. Jeho niveleta a lomy sklonu byly určeny z podélného profilu a z nákrešného přehledu úseku.

3.1 Stávající stav

V úseku se nachází 18 lomů sklonu. Maximální sklon je -10,70‰, minimální sklon -1,10‰. Celkové převýšení je 22,324 m. Trať kříží místní pozemní komunikace a silnice I/57 pomocí dvou silničních nadjezdů. Světlá výška pod nimi činí 5,26 m, resp. 5,72 m.

Sklonové poměry stávajícího stavu jsou uvedeny v následující tabulce

<u>staničení</u>	<u>sklon</u>	<u>délka</u>	<u>popis lomu sklonu</u>	<u>výška nivelety TK</u>
158,127 290	-2,50‰	131,420 m		303,153 m.n.m.
158,258 710	-4,60‰	132,480 m	$R_v = 6500$ m $t_z = 6,804$ m $y_v = 0,004$ m	302,284 m.n.m.
158,367 500	-9,60‰	197,130 m	$R_v = 5000$ m $t_z = 12,502$ m $y_v = 0,016$ m	302,215 m.n.m.
158,588 320	-4,80‰	183,600 m	$R_v = 8000$ m $t_z = 19,197$ m $y_v = 0,023$ m	300,323 m.n.m.
158,771 920	-3,20‰	213,670 m	$R_v = 6000$ m $t_z = 4,792$ m $y_v = 0,002$ m	299,442 m.n.m.
158,985 590	-3,50‰	191,330 m	$R_v = 5000$ m $t_z = 0,752$ m $y_v = 0,000$ m	298,758 m.n.m.
159,167 600	-1,10‰	142,200 m	$R_v = 6500$ m $t_z = 7,815$ m $y_v = 0,005$ m	298,088 m.n.m.
159,319 120	-2,60‰	850,480 m	$R_v = 5000$ m $t_z = 3,757$ m $y_v = 0,001$ m	297,932 m.n.m.

NÁVRH OPTIMALIZACE TRAŽOVÉHO ÚSEKU
Bylnice – Vlárský průsmyk

160,179 000	-7,80‰	101,650 m	$R_v = 5000$ m $t_z = 13,007$ m $y_v = 0,017$ m	295,695 m.n.m.
160,280 850	-10,70‰	180,790 m	$R_v = 6500$ m $t_z = 9,427$ m $y_v = 0,007$ m	294,905 m.n.m.
160,461 640	-7,40‰	90,400 m	$R_v = 6500$ m $t_z = 10,733$ m $y_v = 0,009$ m	292,970 m.n.m.
160,552 040	-8,50‰	139,570 m	$R_v = 6500$ m $t_z = 3,566$ m $y_v = 0,001$ m	292,301 m.n.m.
160,691 610	-5,30‰	398,540 m	$R_v = 5000$ m $t_z = 7,995$ m $y_v = 0,006$ m	292,301 m.n.m.
161,090 150	-6,40‰	507,120 m	$R_v = 6500$ m $t_z = 3,580$ m $y_v = 0,001$ m	298,003 m.n.m.
160,552 040	-7,70‰	124,110 m	$R_v = 5000$ m $t_z = 3,255$ m $y_v = 0,001$ m	285,757 m.n.m.
161,721 380	-4,30‰	95,070 m	$R_v = 6500$ m $t_z = 11,052$ m $y_v = 0,009$ m	284,801 m.n.m.
161,816 450	-6,20‰	234,580 m	$R_v = 6500$ m $t_z = 6,136$ m $y_v = 0,003$ m	284,392 m.n.m.
162,051 030	-5,10‰	389,270 m	$R_v = 6500$ m $t_z = 3,572$ m $y_v = 0,001$ m	282,938 m.n.m.
162,440 300	-2,00‰	65,300 m	$R_v = 5000$ m $t_z = 7,733$ m $y_v = 0,006$ m	280,953 m.n.m.
162,505 600			KÚ	280,829 m.n.m.

NÁVRH OPTIMALIZACE TRAŤOVÉHO ÚSEKU

Bylnice – Vlárský průsmyk

Je patrné, že současný stav nevyhovuje normě v platném znění z hlediska délek částí úseku o jednom sklonu. Většina nesplňuje požadavek ani na minimální délku $L_{n,min} = 200$ m. Zaoblení některých lomů sklonu navíc nepřipustně zasahují do vzestupnic směrových oblouků.

3.2 Nový stav

Byla snaha o co nejmenší výškové změny. To však kvůli nápravě nedostatků zmíněných výše bylo velmi obtížné a bylo nutné uvažovat se zdvihy nivelety většími než 100 mm. Při dodržení minimální délky úseků o jednom sklonu $L_{n,min} = 200$ m a umístění lomů sklonu tak, aby jejich zaoblení nezasahovalo do vzestupnic, činí největší výškové posuny až 0,133 m směrem nahoru v km 158,600 00 a až 0,108 m dolů v km 160,280 850.

Je navrženo 12 lomů sklonu. Nejmenší poloměr zakružovacích oblouků ve stísněných prostorech je navržen dle vzorce $R_{v,lim} = 0,4 * V^2 = 2560 \cong 2600m$. Ostatní jsou stanoveny na $R_v = 5000$ m.

Sklony na začátku a na konci úseku jsou navrženy stejné jako u stávajícího stavu kvůli návaznosti na zbytek trati. Největší sklon je -9,50‰, nejmenší -1,83‰. Celkové převýšení zůstává stejné 22,324 m.

Světlá výška pod silničními nadjezdy uvedenými výše zůstává i nadále dostačující pro průjezdný profil vlaku.

Sklonové poměry stávajícího stavu jsou uvedeny v následující tabulce

<u>staničení</u>	<u>sklon</u>	<u>délka</u>	<u>popis lomu sklonu</u>	<u>výška nivelety TK</u>
158,127 290	-2,50‰	208,194 m	ZÚ	303,153 m.n.m.
158,335 484	-8,85‰	232,843 m	$R_v = 5000$ m $t_z = 15,884$ m $y_v = 0,025$ m	302,633 m.n.m.
158,568 327	-5,29‰	197,130 m	$R_v = 3000$ m $t_z = 5,339$ m $y_v = 0,005$ m	300,571 m.n.m.
158,788 872	-3,31‰	388,023 m	$R_v = 3000$ m $t_z = 2,971$ m $y_v = 0,001$ m	299,403 m.n.m.
159,176 895	-1,83‰	400,615 m	$R_v = 5000$ m	298,118 m.n.m.

NÁVRH OPTIMALIZACE TRAŽOVÉHO ÚSEKU
Bylnice – Vlárský průsmyk

			$t_z = 3,713$ m	
			$y_v = 0,001$ m	
159,577 509	-2,65‰	596,437 m	$R_v = 2000$ m	297,385 m.n.m.
			$t_z = 2,048$ m	
			$y_v = 0,000$ m	
160,173 946	-9,50‰	313,045 m	$R_v = 2600$ m	295,791 m.n.m.
			$t_z = 8,912$ m	
			$y_v = 0,015$ m	
160,486 991	-8,15‰	204,541 m	$R_v = 5000$ m	292,830 m.n.m.
			$t_z = 3,394$ m	
			$y_v = 0,001$ m	
160,691 532	-5,32‰	395,081 m	$R_v = 5000$ m	291,160 m.n.m.
			$t_z = 7,007$ m	
			$y_v = 0,005$ m	
161,086 613	-6,55‰	655,244 m	$R_v = 5000$ m	289,064 m.n.m.
			$t_z = 3,077$ m	
			$y_v = 0,001$ m	
161,741 857	-5,72‰	323,572 m	$R_v = 5000$ m	284,773 m.n.m.
			$t_z = 2,075$ m	
			$y_v = 0,000$ m	
162,065 429	-5,28‰	370,150 m	$R_v = 5000$ m	282,923 m.n.m.
			$t_z = 1,088$ m	
			$y_v = 0,000$ m	
162,435 579	-2,00‰	66,300 m	$R_v = 3000$ m	280,964 m.n.m.
			$t_z = 4,793$ m	
			$y_v = 0,004$ m	
162,501 879			KÚ	280,829 m.n.m.

4. ŽELEZNIČNÍ SVRŠEK

4.1 Stávající železniční svršek

Kolejové lože je místy zblácené a nemá požadovaný tvar ani šířku, což bylo zjištěno při prohlídce a ze zaměření trati.

Kolejnice 49 E1 jsou upevněny pomocí podkladnic TR 5 a rozponových svřek na betonových pražcích SB 5. Na ocelovém mostě v km 160, 489 100 je zřízena otevřená prvková mostovka v délce 5,0 m.

Kolej je provedena jako stykovaná.

4.2 Nový železniční svršek

Kolejové lože má tvar lichoběžníku v tloušťce 350 mm pod pražcem, frakce 31,5/63. Sklon svahu lože je 1:1,25. Vzdálenost horní hrany od osy koleje 1,700 m. Pokud je otevřené kolejové lože, je tato vzdálenost v oblouku na vnější straně 1,750 m s navýšením. Tento tvar bude proveden ve všech obloucích s výjimkou prvního (všechny mají poloměr $R < 500$ m).

Současné pražce budou nahrazeny novými betonovými pražci B 91 S/2 v rozdělení „u“ – 600 mm

Budou použity nové kolejnice 49 E1 s bezpodkladnicovým pružným upevněním typu W14 v sestavě – pryžová podložka WS, pružné svěrky Skl 14, úhlová vodící vložka Wfp 14k.

Není třeba zřizovat rozšíření rozchodu koleje. Kolej bude provedena jako bezстыková.

5. ŽELEZNIČNÍ SPODEK

Geotechnické parametry místních zemin a sklony stávajícího zemního tělesa jsou stanoveny z běžně dostupných veřejných podkladů. V podkladech téměř zcela chybí výškové zaměření bodů trati i okolního terénu. Sklony svahů náspů a zářezů jsou odhadnuty jako 1:2.

5.1 Návrh konstrukční vrstvy pražcového podloží

Traťový úsek se nachází v oblasti Karpatského flyše. Zdejší zeminy jsou jílovitého až písčitého charakteru s tendencí k sesuvům. Na základě těchto informací je místní zemina stanovena jako písčité hlína F3 MS, tuhá, vysoce namrzavá s nepříznivým vodním režimem a modulem přetvárnosti $E_0 = 25$ MPa.

5.1.1 Výpočet tloušťky konstrukční vrstvy

Pro tuto kategorii tratě je požadována minimální hodnota modulu přetvárnosti na zemní pláni $E_{0,pož} = 20$ MPa a na pláni tělesa žel. spodku $E_{pl,pož} = 50$ MPa. Redukční součinitel $z = 0,8$. Výpočet je proveden pomocí metody DORNII

Výpočet: $E_{0,r} = z \cdot E_0 = 0,8 \cdot 25 = 20$ MPa $\geq E_{0,pož} = 20$ MPa \rightarrow typ podloží 2

Konstrukční vrstva: Štěrkodrt' 0/32, relativní ulehlost $I_D = 0,95$,

modul deformace $E_1 = 80$ MPa,

tloušťka vrstvy $h = 0,40$ m

$k_1 = E_{0,r} / E_1 = 20/80 = 0,25$

$k_2 = h/D = 0,4/0,3 = 1,33$

$$k_3 = 0,67 - \text{stanoveno z diagramu DORNII}$$

$$E_{\text{ekv}} = k_3 * E_1 = 0,67 * 80 = 52,6 \text{ MPa} \geq E_{\text{pl,pož}} = 50 \text{ MPa} \rightarrow \text{Vyhoví}$$

5.1.2 Posouzení na promrzání

Z mapy návrhových hodnot je index mrazu určen $I_{\text{mn}} = 500^\circ\text{C} \cdot \text{den}$

Posuzujeme dle vzorce $h_{\text{pr}} \leq h_{\text{k}} + h_{\text{šp}} + h_{\text{z,dov}}$

$$\text{Hloubka promrzání } h_{\text{pr}} = 0,0045 * \sqrt{I_{\text{mn}}} = 0,0045 * \sqrt{500} = 1,01 \text{ m}$$

$$\text{Tloušťka kolejového lože } h_{\text{k}} = 0,55 \text{ m}$$

Ekvivalentní tloušťka vrstvy, odpovídající tloušťce

$$\text{šterkopískové vrstvy } h_{\text{šp}} = h_1 * \lambda_{\text{šp}} / \lambda_1 = 0,4 * 2,3 / 2,0 = 0,46 \text{ m}$$

Dovolená tloušťka promrznutí zemní pláně pro tento druh tratě, vodní režim a namrzavost $h_{\text{dov}} = 0,3 \text{ m}$

$$1,01 \leq 0,55 + 0,46 + 0,3 = 1,31 \rightarrow \text{Vyhoví na promrzání}$$

Pod kolejovým ložem bude zřízena konstrukční vrstva ze šterkodrti frakce 0/32 v minimální tloušťce 0,4 m v šířce 3,0 m na obě strany od osy koleje. V obloucích bude vnější strana rozšířena na minimálně 3,2 m tak, aby zůstala zachována okrajová stezka vedle kolejového lože v šířce 0,4 m. Rozšíření bude provedeno plynule na délce 2 metrů. Sklon svahu vrstvy je 1:1,50. Pokud je na celé šířce zemního tělesa, zůstává stejný jako sklon svahu tělesa.

Pod konstrukční vrstvu bude uložena separační geotextilie o hmotnosti 300 g/m^2 .

5.2 Náspy

Sklon svahů náspů jsou odhadnuty jako 1:2. Ochrana svahů proti promrzání bude ponechána původní. Na straně s odvodňovacím příkopem bude u paty svahu zřízena lavička široká 1,0 m s příčným sklonem 5,00%.

5.3 Zářezy

Sklon vnějších svahů jsou odhadnuty jako 1:2. Vnitřní svahy jsou dány sklonem konstrukční vrstvy a nezpevněného příkopu. Tento sklon je 1:1,50.

5.4 Odvodnění

Součástí rekonstrukce je i obnova odvodnění, které buď chybí, nebo už neplní svou funkci kvůli zanesení příkopů. Podklady ke stávajícímu odvodňovacímu systému zcela chybí.

Nový stav je odhadnut na základě sklonu nivelety, navržených příčných řezů a polohy stávajících propustů. Kvůli zajištění bezproblémového odvodu vody jsou všechny podélné odvodňovací prvky navrženy ve sklonu minimálně 2,50‰.

5.4.1 Plošné odvodnění

Plošné odvodnění v zářezích je zajištěno oboustranným příčným sklonem zemní pláně 5,00‰. Vrchol střechovitého sklonu je v ose koleje a pláň vyúsťuje přímo do odvodňovacích příkopů. U náspů je sklon jednostranný a voda je odváděna na svah zemního tělesa.

5.4.2 Nezpevněné příkopy

Příkopy, jejichž podélný sklon je větší než 4 ‰ a menší než 25 ‰ jsou řešeny jako nezpevněné, lichoběžníkového tvaru se šířkou dna 0,4 m. Sklon svahů příkopu je 1:1,50. Hloubka dna je minimálně 0,15 m pod vyústěním zemní pláně nebo 0,5 m pod úrovní pláně tělesa železničního spodku u zářezů. U náspů je hloubka minimálně 0,5 m pod úrovní lavičky a okolního terénu.

5.4.3 Zpevněné příkopy

Při sklonu menším než 4 ‰ a větším než 25 ‰ je potřeba zřídit zpevněný příkop. Toho je dosaženo použitím betonových příkopových tvárnic TZZ 4b. Uloženy budou na lože z betonu C 12/15 tloušťky 100 mm. V zářezích horní hrana tvárnice navazuje na vyústění zemní pláně, u náspů na hranu lavičky.

5.4.4 Ostatní odvodňovací prvky

V km 160,150 800 – 160,199 100 je na pravé straně potřeba z důvodu stísněného prostoru pod silničním nadjezdem zřídit podélný trativod v délce 48,3 m se sklonem 5 ‰ v protispádu vzhledem k niveletě koleje. Trativod je situován bod okrajovou stezkou. Hlavním prvkem je perforovaná trativodní trubka z PVC o průměru 150 mm. Trubka je uložena na vyrovnávací vrstvě ze štěrkopísku v tloušťce 0,05 m. Trativodní rýha je široká 0,45 m a její dno je v hloubce minimálně 1,2 m pod niveletou koleje. Na výplň rýhy je použito drcené kamenivo frakce 0/32 a celá je obalena filtrační geotextilií. Trativod vyúsťuje do zpevněného příkopu.

NÁVRH OPTIMALIZACE TRAŤOVÉHO ÚSEKU
Bylnice – Vlárský průsmyk

Příkopy mezi začátkem úseku a železničním přejezdem jsou vyspádovány do dvou vpustí o rozměru 1x1 m v km 158,283 000. Jsou opatřeny mříží a lapačem nečistot a jsou napojeny na stávající propust vedoucí pod zemním tělesem.

V km 158,550 350 je levý příkon napojen na stávající podélný propustek pod autobusovou zastávkou. Ten potom vyústí uje do příčného propustu.

Tabulka sklonů podélného odvodnění

Staničení levá strana [km]	sklon	Staničení pravá strana [km]	sklon
158,171 000 – 158,237 800	-2,50‰	158,204 300 – 158,237 800	-2,50‰
158,237 800 – 158,283 000	-8,52‰	158,237 800 – 158,283 000	+16,14‰
158,283 000 – 158,364 500	+2,50‰	158,283 000 – 158,352 500	+2,50‰
158,370 500 – 158,391 190	-8,85‰	158,370 500 – 158,391 190	-8,85‰
158,391 190 – 158,400 440	-24,36‰	158,391 190 – 158,400 440	-24,36‰
158,401 440 – 158,419 620	+10,71‰	158,401 440 – 158,419 620	+10,71‰
158,419 620 – 158,579 890	-8,85‰	158,419 620 – 158,579 890	-8,65‰
158,579 890 – 158,589 900	-37,01‰	158,579 890 – 158,589 900	-39,77‰
158,590 900 – 158,597 050	+13,80‰		
158,597 050 – 158,788 870	-5,29‰		
158,788 870 – 158,841 690	-3,31‰		
158,841 690 – 158,849 200	-24,85‰		
158,841 690 – 158,849 200	-24,85‰		
158,850 200 – 158,858 550	+21,81‰		
158,858 550 – 158,992 300	-3,31‰		
158,992 300 – 159,004 700	-56,08‰		
159,005 700 – 159,021 700	+43,10‰		
159,005 700 – 159,273 800	-3,31‰	159,030 800 – 159,273 800	-3,33‰
159,273 800 – 159,511 500	-3,31‰	159,273 800 – 159,300 000	-23,29‰
159,511 500 – 159,751 300	-11,70‰		
159,751 300 – 160,118 650	-2,65‰		
160,120 150 – 160,143 630	+77,21‰	160,120 150 – 160,150 800	+10,71‰
160,143 630 – 160,197 790	+2,87‰	160,150 800 – 160,199 100	+5,00‰
160,197 790 – 160,466 490	-9,50‰	160,199 100 – 160,458 110	-9,50‰
160,466 490 – 160,486 600	-43,37‰	160,458 110 – 160,486 600	-33,36‰
160,491 600 – 160,502 980	+7,34‰		
160,502 980 – 160,691 530	-8,15‰		
160,691 530 – 160,743 330	-5,32‰		
160,743 330 – 160,753 200	-20,90‰		
160,823 560 – 160,962 700	-5,32‰		
160,970 000 – 161,000 000	+24,72‰		
161,000 000 – 161,030 350	+5,38‰		
161,066 500 – 161,191 390	-8,82‰		
161,191 390 – 161,366 160	-6,55‰		
161,366 160 – 161,667 500	-4,76‰		
161,668 100 – 161,758 800	-4,12‰		
161,768 500 – 162,065 430	-5,72‰		

NÁVRH OPTIMALIZACE TRAŤOVÉHO ÚSEKU
Bylnice – Vlárský průsmyk

162,065 430 – 162,207 300	-5,28‰
162,207 900 – 162,435 400	-5,28‰
162,435 400 – 162,501 900	-2,50‰

Tabulka zpevnění příkopů

Staničení levá strana [km]	zpevnění	Staničení pravá strana[km]	zpevnění
158,171 000 – 158,364 500	TZZ 4b	158,204 300 – 158,364 500	TZZ 4b
158,370 500 – 158,550 350	nezpevněný	158,370 500 – 159,030 800	nezpevněný
158,550 350 – 158,580 850	prop. DN 500		
158,590 900 – 158,788 900	nezpevněný		
158,788 900 – 159,511 500	TZZ 4b	159,030 800 – 159,273 800	TZZ 4b
		159,273 800 – 159,300 000	nezpevněný
159,511 500 – 159,751 300	nezpevněný		
159,751 300 – 160,199 100	TZZ 4b	160,119 400 – 160,150 800	TZZ 4b
		160,180 800 – 160,199 100	trativod
160,199 100 – 160,486 600	nezpevněný	160,199 100 – 160,486 600	nezpevněný
160,491 600 – 160,753 200	nezpevněný		
160,823 560 – 160,962 700	nezpevněný		
160,970 000 – 161,030 350	nezpevněný		
161,066 500 – 161,758 800	nezpevněný		
161,768 500 – 162,435 400	nezpevněný		
162,435 400 – 162,501 900	TZZ 4b		

5.5 Ostatní zemní práce

Na pravé straně zemního tělesa ve staničení km 158,150 000 – km 158,211 000 bude proveden odřez svahu, po kterém bude umožněn odtok vody ze zemní pláně.

6. STAVEBNÍ OBJEKTY A KŘÍŽENÍ

6.1 Železniční přejezdy

Na úseku se nacházejí dva železniční přejezdy.

Přejezd č. 1 tvoří křížení s místní komunikací v km 158,367 500. Je zabezpečen výstražnými kříži a závorami na vyžádání. Konstrukce je tvořena betonovými panely a dřevěnými trámy (pražci) v šířce 6 m. Bude rozebrána a nahrazena konstrukcí asfaltobetonovou v šířce komunikace.

Přejezd č. 2 tvoří křížení se silnicí I/57 v km 161,765 500. Je vybaven přejezdovým zabezpečovacím zařízením. Konstrukce je tvořena celopryžovými panely Strail. Při rekonstrukci úseku bude přejezd pouze snesen a poté se zpět zřídí.

6.2 Propusty

V úseku se nachází celkem 12 propustů. Známý je pouze jejich staničení, případně konstrukce a rozměr. Výškové zaměření není k dispozici. Pro nutnost případné rekonstrukce bude každý posouzen zvlášť.

Seznam propustů

Staničení [km]	popis
158,283 000	parametry propustu nejsou známy
158,401 400	propust deskový 0,95 m sv. š.
158,550 350 – 158,580 850	podélný trubní propust DN 500, dl. 30,5 m
158,591 400	propust deskový 1,00 m sv.š.
158,849 700	propust deskový
159,005 200	propust trubní 0,95 m
160,119 400	propust deskový 1,50 m sv. š.
160,753 500	propust deskový 0,60 m sv. š.
160,967 800	propust trubní 3x0,75 m
161,667 800	propust deskový 0,60 m sv. š.
161,759 300	propust deskový šikmý 1,00 m sv.š.
162,207 600	propust deskový 0,60 m sv. š.

6.3 Mosty

Trať v úseku přechází přes jeden ocelový most s prvkovou mostovkou (dl. 5,00 m, sv. k. 4,00m, v.v. 2,95 m) ve staničení 160,489 100. Je v zachovalém stavu. Během prací na něm budou provedeny drobné opravy a nový nátěr.

6.4 Nástupiště

Nástupiště v zastávce Svatý Štěpán nevyhovuje současným požadavkům normy na šířku a výšku nástupní hrany. Proto bude součástí prací jeho rekonstrukce. Kvůli stísněnému prostoru pro z důvodu přilehlého silničního příkopu na vnější straně a malé dopravní vytíženosti zastávky je možné navrhnout šířku nástupiště 2,5 m. Celá délka nástupiště se nachází ve směrovém oblouku.

Nová konstrukce bude provedena ze dvou protilehlých prefabrikovaných zídek typu L. Budou uloženy na lože z betonu C 12/15 tl. 150 mm. Prostor mezi nimi bude vyplněn zásepem ze zhutněného nenamrzavého materiálu. do výšky 700 mm. Na něj bude položena vrstva zhutněné šterkodrti tl. min. 600 mm. Na povrch bude uložen zpevněný povrch ze zámkové dlažby opatřený hmatově a opticky vnímatelným varovným pásem širokým 400 mm

ve vzdálenosti 800 mm od nástupištní hrany. Příčný sklon povrchu bude 2 %. Nástupištní hrana bude ve výšce 550 mm nad spojnicí temen kolejnic a ve vzdálenosti 1680 mm od osy koleje.

Nástupiště bude provedeno v délce 100 m ve staničení 160,789 000 – 160,889 000.

7. ROZHLEDOVÉ TROJÚHELNÍKY

Železničního přejezd v km 158,367 500 je zabezpečen závorami na vyžádání. Nicméně u něj byl prověřen bezpečný rozhled pomocí rozhledových trojúhelníků. Byly posuzovány pro nejpomalejší silniční vozidlo.

Pro výpočet je použit vzorec $L_p = \frac{V_{\dot{z}}}{V_{sn}} (D_p + D_s)$

L_p – rozhledová délka pro nejpomalejší silniční vozidlo

$V_{\dot{z}}$ – traťová rychlost v úseku trati přilehlém k přejezdu

$$V_{\dot{z}} = 80 \text{ km/h}$$

V_{sn} – rychlost nejpomalejšího silničního vozidla

$$V_{sn} = 5 \text{ km/h}$$

D_p – délka v m, měřená v ose jízdního pruhu pozemní komunikace od úrovně výstražného kříže k hranici nebezpečného pásma na opačné straně přejezdu

$$D_p = 6,5 \text{ m}$$

D_s – délka nejdelšího silničního vozidla připuštěného k provozu na pozemní komunikaci vedené přes přejezd

$$D_s = 22,0 \text{ m}$$

Po dosazení do vzorce získáme $L_p = 456,0 \text{ m}$.

Volný rozhled ve směru staničení je pouze cca 330 m. Proto je nutno přepočítat maximální možnou délku vozidla, kterému bude umožněno přejezd využívat. Po dosazení zpět do vzorce získáme hodnotu $D_s = 14,125 \text{ m}$.

Na přejezd nebude umožněn přístup vodidlům delším než 14 m.

Rozhledové poměry jsou znázorněny v příloženém výkrese.

7. ZÁVĚR

Úkolem byl návrh úprav geometrických parametrů koleje tak, aby vyhovovaly požadavkům normy ČSN 73 6360-1 a aby došlo k co největšímu navýšení traťové rychlosti, přičemž byla snaha minimalizovat zásahy do stávajícího zemního tělesa. Dodržení předepsaných hodnot si vyžádalo poměrně značné výškové posuny nivelety. Rychlost se podařilo zvýšit na většině úseku na 80 km/h. Byla navržena kompletní výměna železničního svršku. Budou použity nové pražce, upevnění i kolejnice. Stykovaná kolej bude nahrazena bezstykovou. Tomu bude uzpůsoben i tvar nového kolejového lože.

Byla navržena konstrukční vrstva pražcového podloží, která odpovídá požadavkům pro daný druh trati a promrzání. Odvodnění je zajištěno obnovou stávajících propustů a příkopů a návrhem nových v místech, kde je současný systém nedostačující. V zastávce Svatý Štěpán je navržena rekonstrukce nevyhovujícího nástupiště.

Celý projekt je vypracován na základě nekompletních a téměř nedostačujících podkladů. Některé návrhové parametry (zejména co se týče železničního spodku) jsou stanoveny pouze odborným odhadem podle informací z běžně dostupných veřejných zdrojů. Pro přesnější vypracování proto doporučuji přesnější geodetické zaměření úseku a podrobný geotechnický průzkum.

8. POUŽITÁ LITERATURA

NORMY, PŘEDPISY

[1] ČSN 73 6360-1

Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a jejich prostorová poloha, Část 1: Projektování, platná od roku 2008

[2] Předpis SŽDC S3 – Železniční svršek

[3] Předpis SŽDC (ČD) S3/1 – Práce na železničním svršku

[4] Předpis SŽDC S4 – Železniční spodek

KNIHY, SKRIPTA

5. PLÁŠEK, Otto. *Železniční stavby – návody do cvičení*, 1. vyd. Brno: akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2003. 110 s. ISBN 80-7204-267-X

6. PLÁŠEK, Otto, ZVĚŘINA, Pavel, SVOBODA, Richard, MOCKOVČIAK, Milan. *Železniční stavby: Železniční spodek a svršek*, 2.vyd. Brno: akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2004. 291 s. ISBN 80-214-2621-7

ELEKTRONICKÉ DOKUMENTY

7. Katalog betonových výrobků, ŽPSV OHL GROUP, (<http://www.zpsv.cz/>)

V Brně, květen 2012

Jan Štěpán