

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

Eduard Binko

**TRAŽOVÁ SPOJKA MLADÁ BOLESLAV DEBŘ –
MLADÁ BOLESLAV MĚSTO**

Bakalářská práce

2017



K612..... Ústav dopravních systémů

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Eduard Binko

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

B 3710 – DOS – Dopravní systémy a technika

Název tématu (česky): **Traťová spojka Mladá Boleslav Debř - Mladá Boleslav město**

Název tématu (anglicky): The Railway Connection Mladá Boleslav Debř - Mladá Boleslav město

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Poloha zadaného spojení v železniční síti
- Analýza dopravy ve stávajícím stavu
- Využití nové traťové spojky ve výhledu
- Zapojení do žst. Bakov nad Jizerou
- Návrh úprav ve variantě úsporné
- Návrh úprav ve variantě velkorysé

- Rozsah grafických prací: stanoví vedoucí bakalářské práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: ČSN 73 6360-1 Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha
KUBÁT, Bohumil, TÝFA, Lukáš: Železniční tratě a stanice.
KUBÁT, Bohumil, TREŠL, Ondřej: Stavby kolejové dopravy.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Ondřej Trešl

Datum zadání bakalářské práce:

30. června 2016

(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce:

28. srpna 2017

- a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

prof. Ing. Pavel Příbyl, CSc.
vedoucí
Ústavu dopravních systémů



prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek, dr. h. c.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

Eduard Binko
jméno a podpis studenta

V Praze dne 30. června 2016

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mi poskytli podklady pro vypracování této práce. Zvláště pak děkuji Ing. Ondřeji Trešlovi za odborné vedení a konzultování bakalářské práce a za rady, které mi poskytoval po celou dobu mého studia a dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Pavlu Blažkovi za umožnění přístupu k mnoha důležitým informacím a materiálům. V neposlední řadě je mou milou povinností poděkovat svým rodičům a blízkým za morální a materiální podporu, které se mi dostávalo po celou dobu studia.

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon)

V Praze dne 16. listopadu 2016

.....
podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

TRAŤOVÁ SPOJKA MLADÁ BOLESLAV DEBŘ – MLADÁ
BOLESLAV MĚSTO

bakalářská práce

červen 2017

Eduard Binko

ABSTRAKT

Předmětem bakalářské práce „Traťová spojka Mladá Boleslav Debř – Mladá Boleslav město“ je analyzovat současný stav kolejové infrastruktury a na základě této analýzy navrhnout opatření, která umožní nové přímé spojení jmenovaných stanic a zlepší provozní podmínky.

ABSTRACT

The subject of the bachelor thesis „Railroad connection between Mladá Boleslav Debř – Mladá Boleslav město“ is analysis of current state of railroad infrastructure. Base on this analysis design changes which allow new direct connection between these stations and make better traffic conditions.

Obsah

1.	Seznam použitých zkratk	- 7 -
1.1.	Jednotky	- 7 -
2.	Úvod	- 8 -
2.1.	Komentář k zadání	- 8 -
2.2.	Charakteristika úsporné varianty	- 8 -
2.3.	Charakteristika velkorysé varianty	- 8 -
3.	Poloha zadaného spojení v železniční síti	- 9 -
4.	Analýza dopravy ve stávajícím stavu	- 12 -
4.1.	Řazení vlaků v současnosti	- 13 -
5.	Využití traťové spojky ve výhledu	- 15 -
6.	Zapojení do železniční stanice Bakov nad Jizerou	- 16 -
7.	Úsporná varianta návrhu	- 17 -
7.1.	Popis návrhu	- 17 -
7.2.	Směrový oblouk ve směru Mladá Boleslav hlavní nádraží – Mladá Boleslav město	- 17 -
7.2.1.	Vstupní údaje	- 17 -
7.2.2.	Návrh a posouzení	- 17 -
7.2.3.	Vyhodnocení	- 19 -
7.3.	Směrový oblouk ve směru Mladá Boleslav město – Mladá Boleslav Debř	- 19 -
7.3.1.	Vstupní údaje	- 19 -
7.3.2.	Návrh a posouzení	- 19 -
7.3.3.	Vyhodnocení	- 21 -
7.4.	Závěr	- 21 -
8.	Velkorysá varianta návrhu	- 22 -
8.1.	Popis návrhu	- 22 -
8.2.	Směrový oblouk na traťové koleji číslo 1 ve směru Mladá Boleslav hlavní nádraží – Mladá Boleslav město	- 23 -

8.2.1.	Vstupní údaje:	- 23 -
8.2.2.	Návrh a posouzení:	- 23 -
8.2.3.	Vyhodnocení:	- 24 -
8.3.	Směrový oblouk na traťové koleji číslo 2 ve směru Mladá Boleslav hlavní nádraží – Mladá Boleslav Debř	- 25 -
8.3.1.	Vstupní údaje:	- 25 -
8.3.2.	Návrh a posouzení:	- 25 -
8.3.3.	Vyhodnocení:	- 26 -
8.4.	Směrový oblouk ve směru Mělník – Mladá Boleslav město.....	- 27 -
8.4.1.	Vstupní údaje:	- 27 -
8.4.2.	Návrh a posouzení:	- 27 -
8.4.3.	Vyhodnocení:	- 28 -
8.5.	Směrový oblouk ve směru Mladá Boleslav město – Mladá Boleslav Debř (staničení ZO km 0,153275)	- 29 -
8.5.1.	Vstupní údaje:	- 29 -
8.5.2.	Návrh a posouzení:	- 29 -
8.5.3.	Vyhodnocení:	- 30 -
8.6.	Směrový oblouk ve směru Mladá Boleslav město – Mladá Boleslav Debř (staničení ZO km 0,647182)	- 31 -
8.6.1.	Vstupní údaje:	- 31 -
8.6.2.	Návrh a posouzení:	- 31 -
8.6.3.	Vyhodnocení:	- 32 -
8.7.	Směrový oblouk ve směru Mladá Boleslav město – Mladá Boleslav Debř (staničení ZO km 1,326679)	- 33 -
8.7.1.	Vstupní údaje:	- 33 -
8.7.2.	Návrh a posouzení:	- 33 -
8.7.3.	Vyhodnocení:	- 34 -
8.8.	Směrový oblouk ve směru Mladá Boleslav město – Mladá Boleslav Debř (staničení ZO km 1,941581)	- 35 -
8.8.1.	Vstupní údaje:	- 35 -

8.8.2.	Návrh a posouzení:	- 35 -
8.8.3.	Vyhodnocení:	- 36 -
8.9.	Směrový oblouk ve směru Mladá Boleslav město – Mladá Boleslav Debř (staničení ZO km 2,952997)	- 37 -
8.9.1.	Vstupní údaje:	- 37 -
8.9.2.	Návrh a posouzení:	- 37 -
8.9.3.	Vyhodnocení:	- 38 -
8.10.	Směrový oblouk ve směru Mladá Boleslav město – Mladá Boleslav Debř (staničení ZO km 3,499770)	- 39 -
8.10.1.	Vstupní údaje:.....	- 39 -
8.10.2.	Návrh a posouzení:.....	- 39 -
8.10.3.	Vyhodnocení:.....	- 40 -
9.	Podélné řešení traťové spojky	- 41 -
10.	Komentář k dalším možnostem zlepšení	- 42 -
10.1.	Východní zhlaví stanice Mladá Boleslav hlavní nádraží.....	- 42 -
10.2.	Okolí mostu přes řeku Jizeru na trati 064	- 42 -
10.3.	Směrové vedení trati 070 v okolí obce Dalešice	- 43 -
10.4.	Zjednodušení dispozice stanice Mladá Boleslav Debř.....	- 44 -
10.5.	Rekonstrukce železniční stanice Mladá Boleslav hlavní nádraží a okolí	- 45 -
11.	Souhrnná tabulka směrových oblouků pro obě varianty návrhu	- 46 -
12.	Souhrnná tabulka výhybek pro obě varianty návrhu	- 47 -
13.	Závěr.....	- 48 -
14.	Zdroje.....	- 49 -
15.	Seznam příloh	- 50 -

1. Seznam použitých zkratek

SŽDC	Správa železniční dopravní cesty
KORID LK	Krajský organizátor regionální integrované dopravy libereckého kraje
GPK	geometrické parametry koleje
TKPE	Turnovsko-kralupsko-pražské dráhy
MB	Mladá Boleslav
PZZ	přejezdové zabezpečovací zařízení

1.1. Jednotky

km/h	kilometr za hodinu
m	metr
mm	milimetr

2. Úvod

2.1. Komentář k zadání

Projekt Dopravní obslužnost má sjednanou spolupráci se společností KORID LK, spol. s r.o. Díky této spolupráci poslouží tato práce jako studie na základě zadání jmenované společnosti. Dne 7. dubna 2017 se skupina studentů z projektu Dopravní obslužnost doplněná o vedoucí pracovníky Ing. Ondřeje Trešla a Ing. Martina Jacuru Ph.D. zúčastnila jednání v sídle společnosti KORID LK, spol. s r.o., kde její členové byli seznámeni s konkrétními požadavky týkajícími se závěrečných prací. Jednatel společnosti pan Ing. Pavel Blažek na jednání konkretizoval podrobnosti týkající se každé zadané práce. V mém případě je požadováno vypracování úsporné a velkorysé varianty traťové spojky mezi stanicemi Mladá Boleslav město a Mladá Boleslav – Debř.

2.2. Charakteristika úsporné varianty

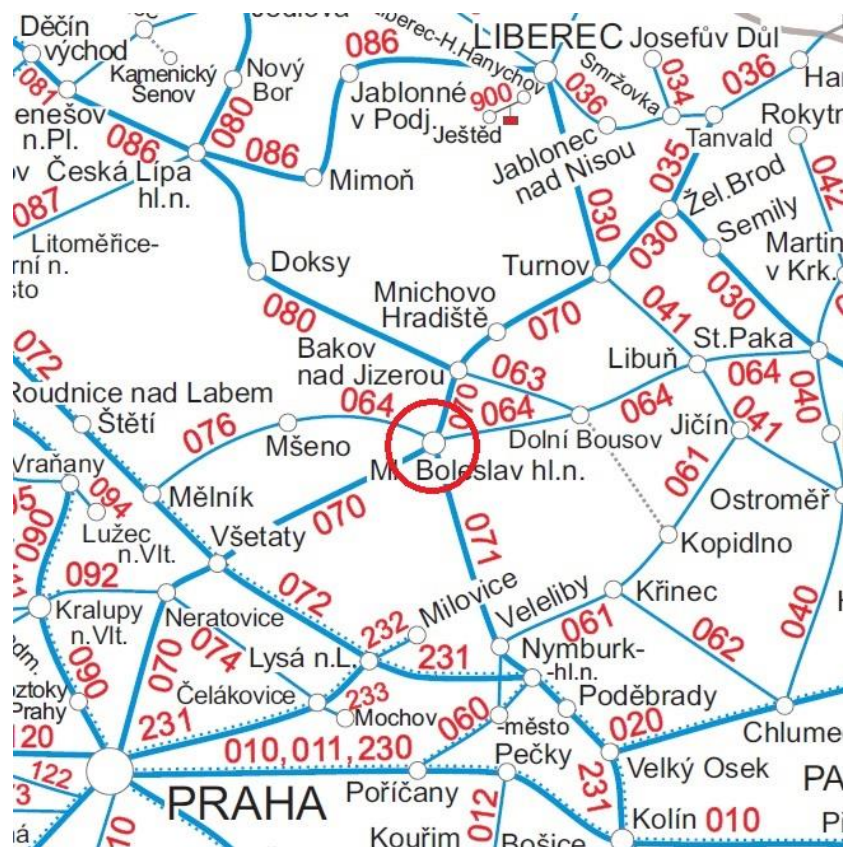
Úsporná varianta počítá pouze s realizací samotné spojky s mostem přes řeku Jizeru v blízkosti čističky odpadních vod, což umožní plánované zakončování regionálních vlaků z Libereckého kraje ve stanici Mladá Boleslav město.

2.3. Charakteristika velkorysé varianty

Velkorysá varianta k této spojnici dále zahrnuje odstranění přesmyku tratí 070 a 064, čímž dojde k odstranění ztraceného spádu. Dále je požadováno navržení zdvoukolejnění úseku od nově navržené spojky směrem ke stanici Mladá Boleslav město. Toto zkapacitní vytížený úsek trati využívaný zejména nákladními vlaky ze závodu ŠKODA AUTO. Spolu s výstavbou druhé koleje v úseku bude navržena úprava výškového vedení trasy, aby bylo dosaženo co největší redukce ztracených spádů.

3. Poloha zadaného spojení v železniční síti

V této kapitole bych Vás rád seznámil s vývojem železniční sítě v okolí od samotných počátků výstavby tratí, protože tím lze objasnit nesystematické uspořádání železničního uzlu Mladá Boleslav.



Obrázek 1. Poloha uzlu Mladá Boleslav ve stávající železniční síti (<http://gvd.cz/cz/data/mapy/mapy.html>)

Jak je patrné ze současného schematického zobrazení železniční sítě (obrázek 1), tak se stanice Mladá Boleslav hlavní nádraží nachází na křížení tratí 064 a 070, navíc plní funkci stanice koncové pro trať 071 do Nymburku. Stanice Mladá Boleslav město se nachází na druhém břehu řeky Jizery v centru města na trati 064 ve směru Dolní Bousov, stanice Mladá Boleslav Debř naopak leží na trati 070 severně od stanice Mladá Boleslav hlavní nádraží. Pokud by někdo chtěl využít železnici k cestování ve směru zadané relace, tak by se musel spokojit s jízdou úvratí, což s sebou přináší významné časové i provozní komplikace. Pokud chce železnice vytvářet alespoň nějakou konkurenci pro dopravu silniční v dnešní době, tak je tento stav nepřijatelný. Dále si řekneme pár slov k historii každé trati zastoupené v okolí.

3.1. Trať 070 Praha - Turnov

V současnosti nejdůležitější trať procházející řešeným úsekem zahájila provoz již dne 15.10.1865 v úseku Turnov – Neratovice. Trať byla v počátcích provozována Turnovskokralupskopražskou dráhou (TKPE). Koncesi na výstavbu trati získal hrabě Ernst von Waldstein od císaře 28.8.1863. Díky přívětivému terénu nebyla výstavba příliš náročná, dokud se dostala k údolí řeky Jizery, zde musely být konstruovány vysoké terasy a několik mostních objektů. V koncesi bylo zahrnuto také výhradní právo na vybudování odbočky do Prahy, nicméně následný provoz byl zaveden roku až 1872.

3.2. Trať 071 Nymburk – Mladá Boleslav

Trať původního provozovatele Rakouské severozápadní dráhy byla otevřena 29.10.1870 v celé délce. Do stanice Mladá Boleslav hlavní nádraží trať vstupuje od západu pravostranným obloukem po překročení řeky Jizery (obrázek 2). V dnešní době je toto spojení důležité zejména pro nákladní dopravu.



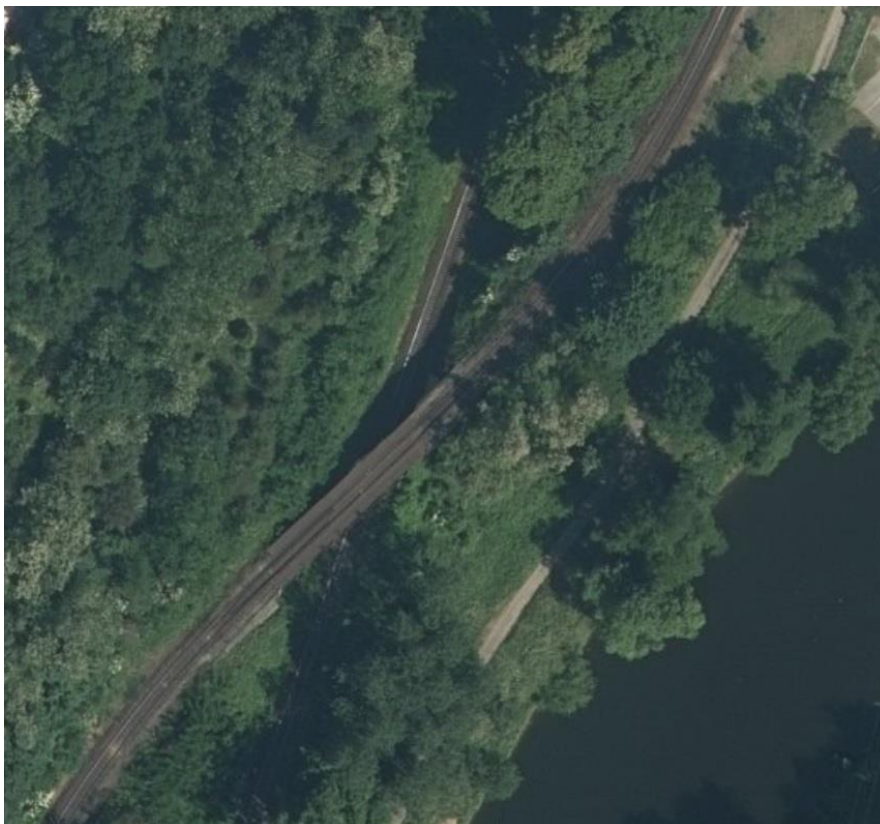
Obrázek 2. Pohled na západní zhlaví žst Mladá Boleslav hlavní nádraží (Mapový podklad © Český úřad zeměměřický a katastrální, www.cuzk.cz)

3.3. Trať 064 Mladá Boleslav – Stará Paka

Trať byla slavnostně otevřena roku 1905 v úseku Mladá Boleslav hlavní nádraží – Sobotka. Původním provozovatelem dráhy byly Rakouské státní dráhy. Trať se následujícího roku dočkala prodloužení až do Staré Paky. V úseku Mladá Boleslav hlavní nádraží – Mladá Boleslav město trať překonává řeku Jizeru. Dále se na ní nachází charakteristický přesmyk traťové koleje přes trať 070. Z dnešního pohledu prvek nesystematický, ale konkurenční prostředí na dráze v té době nedávalo mnoho příležitostí k domluvě řešení vyloženě výhodného pro všechny zúčastněné.

3.4. Trať 076 Mladá Boleslav - Mělník

Spojení do Mladé Boleslavi na této trati bylo otevřeno až po 8 letech provozu v úseku Mělník – Skalsko dne 26.11.1905. Trať byla provozována Rakouskými státními dráhami. Zajímavostí trati je, že ze stanice Mladá Boleslav hlavní nádraží vlaky musí na trať vyjíždět úvratí přes východní zhlaví. Toto má 2 důvody. Trať historicky patřila stejné společnosti jako trať číslo 064 a byla zcela oddělená od tratí 070 a 071, pozůstatkem k dnešnímu dni je přesmyk traťových koleji (obrázek 3). Také pak hraje roli výškové vedení trati od Boleslavi směrem na Mělník. Dnes je číslování tratí mírně odlišné od původního stavu.



Obrázek 3. Pohled přesmyk tratí 064 a 070 (Mapový podklad © Český úřad zeměměřický a katastrální, www.cuzk.cz)

4. Analýza dopravy ve stávajícím stavu

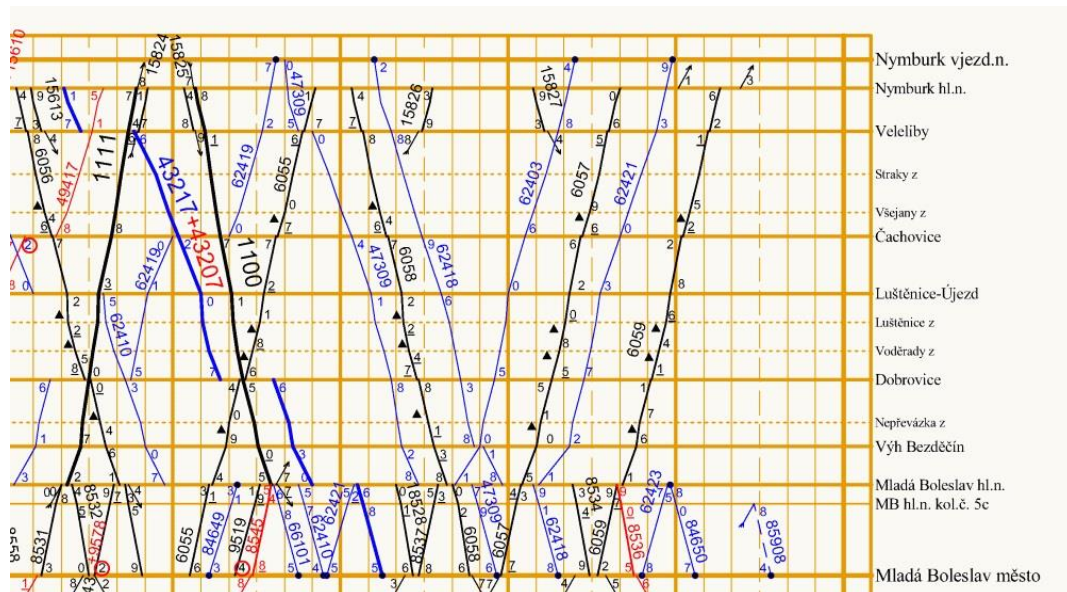
Město Mladá Boleslav se nachází ve Středočeském kraji u řeky Jizery 65 km severovýchodně od Prahy. Ve středu města stojí továrna firmy ŠKODA AUTO, která zde vyrábí osobní automobily. Přítomnost takto významného průmyslového objektu znamená velmi vysokou poptávku po přepravě osob a materiálu. V blízkosti města prochází dálnice D10 spojující Prahu a Turnov (následně pokračující jako I/35 do Liberce).

Ohledně kolejové dopravy je současný stav značně nevyhovující. Historickým vývojem daný tvar železničního uzlu Mladá Boleslav reálně neodpovídá požadavkům dnešní doby. Významné železniční spoje zastavují pouze ve stanici Mladá Boleslav hlavní nádraží, které se nachází v západní části města na opačném břehu řeky Jizery než samotné město. Pokud chce cestující do centra města, tak musí volit cestu s přestupem. Možností je pak navazující osobní vlak nebo autobus MHD linky A.

Z aktuálně platného grafikonu vlakové dopravy vycházejí tyto údaje (tabulka 1):

Tabulka 1. Počet spojů za den pro rok 2017

Relace	Počet spojů za den		
	R	Os	Nákladní (Nex, Mn)
Praha – MB hl.n.	7	11	0
MB hl.n. – MB město	0	31	20
Nymburk – MB hl.n.	6	10	16
Turnov – MB hl.n.	7	11	5
Mělník – MB hl.n.	0	11	1
Dolní Bousov – MB město	0	21	0
MB hl.n. – Praha	7	14	0
MB město – MB hl.n.	0	36	18
MB hl.n. - Nymburk	6	11	14
MB hl.n. – Turnov	6	11	4
MB hl.n. – Mělník	0	10	2
MB město – Dolní Bousov	0	19	0



Obrázek 4. Ukázka nákrresného jízdního řádu (http://gvd.cz/cz/data/njr/png/L502a_541/index.html)

Jak je patrné, tak relace Mladá Boleslav hlavní nádraží – Mladá Boleslav město je v momentálním stavu na hranici kapacity infrastruktury (obrázek 4).

4.1. Řazení vlaků v současnosti

Vzhledem k absenci elektrického vedení není umožněno nasazení vozidel elektrické trakce. Aktuální vozový park se tak skládá na trati 070 zejména z hnacího vozidla řady 854 (obrázek 5) doplněného řídicím vozem ABfbrdtn a vozem 2. třídy Bdtn, který je nasazován pro vykrytí spojů se špičkovou poptávkou. Vyskytují se také hnací vozidla řady 843 s vozy Btn.



Obrázek 5. Hnací vozidlo řady 854 a motorová souprava řady 814 v žst Turnov (<http://www.vlaky.net/upload/galeria/003050/059054.jpg>)

Na tratích 064 a 076 mimo úsek Mladá Boleslav hlavní nádraží – Mladá Boleslav město jsou nasazovány vozy řady 810 nebo 814 (obrázek 5).



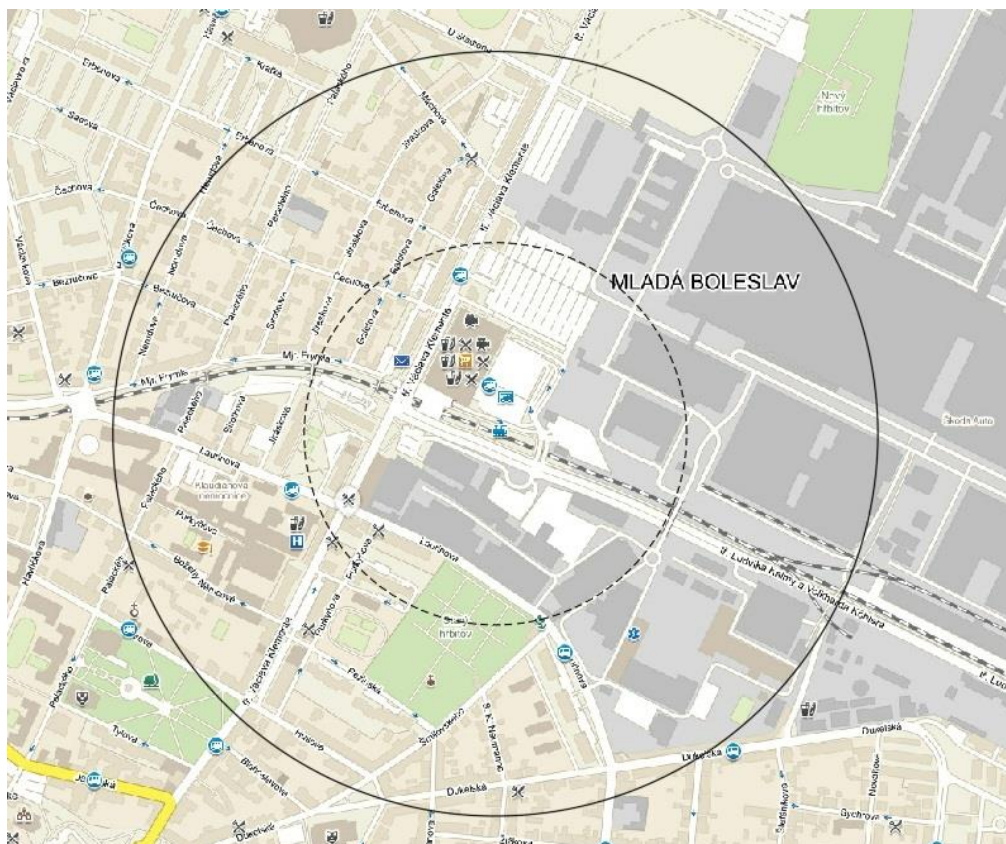
Obrázek 6. Hnací vozidlo řady 742 (<http://www.atlaslokomotiv.net/katalog/742/742-406.jpg>)

Na nákladní vlaky z areálu ŠKODA AUTO do stanice Mladá Boleslav hlavní nádraží jsou běžně nasazeny lokomotivy řady 742 (obrázek 6) v tandemu. Na hlavním nádraží jsou tato hnací vozidla vyměněna za lokomotivu řady 750 (obrázek 7), která vlak dopravuje zejména ve směru do Nymburka, kde je náklad rozřazen a dále distribuován již jako součást vlaků s hnacím vozidlem s elektrickou trakcí.



Obrázek 7. Hnací vozidlo řady 750 (<http://www.k-report.net/discus/obrazky/44/98/1134498.jpg>)

přestup na Os 9556 ve směru Mladá Boleslav město s příjezdem do cíle v 15:30 a dobou přestupu 4 minuty, pro následující příklad spoje Os 9573 s odjezdem 15:58 z Bakova je pak



Obrázek 9. Izochrony pěší dostupnosti pro žst MB město (Binko 2017)

příjezd do cíle v 16:29, když doba mezi příjezdem na stanici Mladá Boleslav hlavní nádraží a odjezdem následujícího spoje je 13 minut. V současné nabídce se nachází i 2 spoje jedoucí z Turnova s konečnou zastávkou Mladá Boleslav město. Kvůli absenci traťové spojky tyto spoje musí absolvovat delší pobyt (13 minut) na hlavním nádraží v Mladé Boleslavi, protože odjíždějí úvraťově, celková jízdní doba z Bakova je pak 30 minut. Toto bude sníženo na cca 10 minut, když bude umožněno přímé spojení.

6. Zapojení do železniční stanice Bakov nad Jizerou

Tato práce se zabývá zejména zlepšením situace v okolí železničního uzlu Mladá Boleslav. Samotná stanice Bakov nad Jizerou je předmětem jiné práce a hraničním prvkem těchto prací byla dle zadání určena stanice Mladá Boleslav Debrž.

7. Úsporná varianta návrhu

7.1. Popis návrhu

Jak již bylo řečeno v úvodním komentáři, v rámci úsporné varianty je realizován pouze návrh samotné spojky mezi tratěmi 064 a 070 umožňující vlakům ze směru Bakov nad Jizerou vjezd do stanice Mladá Boleslav město bez úvratě přes Mladá Boleslav hlavní nádraží. Prakticky jediným limitním požadavkem této spojky je realizace směrového oblouku s parametry umožňujícími pozvolnou akceleraci vlaků odjíždějících ze stanice Mladá Boleslav město ve směru Mladá Boleslav Debř, totéž platí i pro deceleraci vlaků ve směru opačném. Stávající GPK na trati 070 umožňují v navazujícím úseku traťovou rychlost 100 km/h, na trati 064 v dotčeném úseku pak 40 km/h, u této hodnoty se výhledově počítá s navýšením na hodnotu v rozmezí 55-60 km/h. V rámci návrhu bude upraveno směrové vedení krátkého úseku trati 064 z důvodu umístění výhybky pro nově budovanou spojku.

7.2. Směrový oblouk ve směru Mladá Boleslav hlavní nádraží – Mladá Boleslav město

7.2.1. Vstupní údaje:

- Hodnota převýšení v místě napojení na stávající infrastrukturu:

$$D = 0 \text{ mm}$$

- Oba konce navrhovaného úseku jsou zakončeny přímou
- Návrhová rychlost:

$$v_n = 40 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

- Předpokládaná rychlost pomalých vozidel:

$$v = 40 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

7.2.2. Návrh a posouzení:

V úseku je navržen směrový oblouk o poloměru:

$$R = 190,000 \text{ m},$$

se symetrickými klotoidovými přechodnicemi a lineárními vzestupnicemi, který vyhovuje směrovým požadavkům na zadanou lokalitu.

Hodnota teoretického převýšení:

$$D_{eq} = 11,8 \frac{v_n^2}{R} = 11,8 \frac{40^2}{190} = 100 \text{ mm}$$

Doporučená hodnota převýšení:

$$D_n = 7,1 \frac{v_n^2}{R} = 7,1 \frac{40^2}{190} = 60 \text{ mm}$$

Navrhovaná hodnota převýšení:

$$D = 60 \text{ mm}$$

Nedostatek převýšení:

$$I = D_{eq} - D = 100 - 60 = 40 \text{ mm}$$

Standardní hodnota pro nedostatek převýšení:

$$I_n = 80 \text{ mm} > I = 40 \text{ mm}$$

Navržená hodnota převýšení **splňuje** podmínku pro nedostatek převýšení.

Přebytek převýšení:

$$E = D - 11,8 \frac{v^2}{R} = 60 - 11,8 \frac{40^2}{190} = -39 \text{ mm}$$

Mezní hodnota přebytku převýšení:

$$E_{lim} = 80 \text{ mm} > E = -39 \text{ mm}$$

Navržená hodnota převýšení **splňuje** podmínku pro přebytek převýšení.

Součinitel sklonu lineární vzestupnice:

$$n = 10v_n = 10 * 40 = 400$$

Délka lineární vzestupnice:

$$L_d = \frac{n * D}{1000} = \frac{400 * 60}{1000} = 24,000 \text{ m}$$

Součinitel změny nedostatku převýšení:

$$n_l = 10v_n = 10 * 40 = 400$$

Délka klotoidové přechodnice:

$$L_k = \frac{n_l * I}{1000} = \frac{400 * 40}{1000} = 16,000 \text{ m}$$

Jelikož platí:

$$L_d > L_k = 24,000 > 16,000,$$

Tak volíme:

$$L_k = L_d = 24,000 \text{ m}$$

Minimální délka přechodnice:

$$L_{k,min} = \max(0,7\sqrt{R}; 20) = \max(0,7\sqrt{190}; 20) = \max(10; 20) = 20,000 < 24,000 \text{ m}$$

Navržená délka přechodnice tedy **splňuje** podmínku pro minimální délku přechodnice.

7.2.3. Vyhodnocení:

Návrh směrového oblouku o poloměru $R = 190,000 \text{ m}$ **vyhovuje** všem návrhovým podmínkám v standardních hodnotách, které jsou zahrnuty v ČSN 73 6360-1.

7.3. Směrový oblouk ve směru Mladá Boleslav město – Mladá Boleslav Debř

7.3.1. Vstupní údaje:

- Hodnota převýšení v místě napojení na stávající infrastrukturu:

$$D = 0 \text{ mm}$$

- Oba konce navrhovaného úseku jsou zakončeny přímou
- Návrhová rychlost:

$$v_n = 80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

- Předpokládaná rychlost pomalých vozidel:

$$v = 40 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

7.3.2. Návrh a posouzení:

V úseku je navržen směrový oblouk o poloměru:

$$R = 350,000 \text{ m},$$

se symetrickými klotoidovými přechodnicemi a lineárními vzestupnicemi, který vyhovuje směrovým požadavkům na zadanou lokalitu.

Hodnota teoretického převýšení:

$$D_{eq} = 11,8 \frac{v_n^2}{R} = 11,8 \frac{80^2}{350} = 216 \text{ mm}$$

Doporučená hodnota převýšení:

$$D_n = 7,1 \frac{v_n^2}{R} = 7,1 \frac{80^2}{350} = 130 \text{ mm}$$

Navrhovaná hodnota převýšení:

$$D = 119 \text{ mm}$$

Nedostatek převýšení:

$$I = D_{eq} - D = 216 - 119 = 97 \text{ mm}$$

Standardní hodnota pro nedostatek převýšení:

$$I_{n,lim} = 100 \text{ mm} > I = 97 \text{ mm}$$

Navržená hodnota převýšení **splňuje** podmínku pro limitní nedostatek převýšení.

Přebytek převýšení:

$$E = D - 11,8 \frac{v^2}{R} = 119 - 11,8 \frac{40^2}{350} = 66 \text{ mm}$$

Mezní hodnota přebytku převýšení:

$$E_{lim} = 80 \text{ mm} > E = -66 \text{ mm}$$

Navržená hodnota převýšení **splňuje** podmínku pro přebytek převýšení.

Součinitel sklonu lineární vzestupnice:

$$n = 10v_n = 10 * 80 = 800$$

Délka lineární vzestupnice:

$$L_d = \frac{n * D}{1000} = \frac{800 * 119}{1000} = 95,200 \text{ m}$$

Součinitel změny nedostatku převýšení:

$$n_I = 10v_n = 10 * 80 = 800$$

Délka klotoidové přechodnice:

$$L_k = \frac{n_I * I}{1000} = \frac{800 * 97}{1000} = 77,600 \text{ m}$$

Jelikož platí:

$$L_d > L_k = 95,200 > 77,600,$$

Tak volíme:

$$L_k = L_d = 95,200 \text{ m}$$

Minimální délka přechodnice:

$$L_{k,min} = \max(0,7\sqrt{R}; 20) = \max(0,7\sqrt{350}; 20) = \max(13; 20) = 20,000 < 95,200 \text{ m}$$

Navržená délka přechodnice tedy **splňuje** podmínku pro minimální délku přechodnice.

7.3.3. Vyhodnocení:

Návrh směrového oblouku o poloměru $R = 350,000\text{ m}$ **vyhovuje** všem návrhovým podmínkám, které jsou zahrnuty v ČSN 73 6360-1.

7.4. Závěr

Návrh splňuje hlavní bod zadání, nicméně vzhledem k současnému zatížení úseku Mladá Boleslav město – Mladá Boleslav hlavní nádraží by výstavba samotné traťové spojky znamenala výraznou organizační komplikaci. Aby mohlo dojít k požadovanému zakončení regionálních spojů ze strany Libereckého kraje, tak by musela proběhnout reorganizace spojů využívajících tento traťový úsek k dnešnímu dni, protože z velké části už je dosaženo maximální možné kapacity úseku.

8. Velkorysá varianta návrhu

8.1. Popis návrhu

V rámci velkorysé varianty návrhu podle zadání je navrženo nové zaústění traťových kolejí do východního zhlaví stanice Mladá Boleslav hlavní nádraží, velkorysejší parametry traťové spojky, nový návrh směrového vedení trati od řeky Jizery do stanice Mladá Boleslav město spolu s návrhem zdvoukolejnění úseku a také zdvoukolejnění úseku od traťové spojky až do stanice Mladá Boleslav Debř.

Nové vedení v úseku od zastávky Mladá Boleslav město směrem k řece Jizeře je navrženo tak, aby dostatečně kopírovalo stávající vedení trasy. Toto minimalizuje náklady spojené se zahlubováním trasy v blízkosti centra města. V rámci této úpravy vedení bude změněno také výškové vedení trati, protože ve stávající podobě je na trati ztracený spád. Vlaky ze stanice Mladá Boleslav město jedou ve stoupání 388 metrů o sklonu 22,38‰, aby následně k řece klesaly celkem 488 metrů s průměrným sklonem 24,55‰. Jelikož je podíl nákladní dopravy v úseku velmi vysoký, tak by redukce tohoto ztraceného spádu měla výrazný dopad na hospodárnost provozu. Vystavění druhé traťové koleje v úseku výrazně uvolní kapacitně extrémně zatížený úsek a umožní bezproblémové zavedení požadovaných spojů ze směru od Libereckého kraje. **Směrové oblouky jednotlivých kolejí v návrhu dvoukolejného vedení mají shodné směrové parametry.** Pro zajištění bezpečnosti provozu je před mostem přes Jizeru navržena odvrtná kolej, aby bylo zamezeno pohybu volných vozů po traťové koleji.

Použitý návrh traťové spojky ve velkorysé variantě koresponduje s novým vedením tratě 064 od centra města a nabízí dostatečné parametry pro častý provoz osobních vlaků oběma směry. Návrh počítá se zachováním úrovnového přejezdu v místě křížení s Ptáčkou ulicí.

Nový návrh zaústění traťových kolejí do východního zhlaví stanice Mladá Boleslav hlavní nádraží koresponduje se zrušením historicky vzniklého přesmyku tratí 064 a 070 a s tím spojené odstranění dalšího ztraceného spádu v úseku se stoupáním délky 281 o sklonu 26,40‰ a následným klesáním o hodnotě sklonu 25,30‰ a délce 199 m. Samotné zhlaví v tomto návrhu upraveno nebude, protože změna vedení trati 064 ve směru Mělník by byla velmi časově, prostorově i finančně náročná. K jediné úpravě by mohlo dojít v místě napojení koleje číslo 2 ze směru Mladá Boleslav Debř z důvodu odlišné výškové polohy ve stávajícím stavu. Směrově by však k žádné úpravě nedošlo. Samotné směrové oblouky jsou navrženy tak, že korespondují s traťovou rychlostí v mezilehlém úseku trati severním směrem i nižší traťovou rychlostí na zhlaví stanice.

Odstranění přesmyku by bylo výhodnější řešit spolu s kompletní rekonstrukcí stanice Mladá Boleslav hlavní nádraží. Bylo by tak umožněno vstřícnější směrové řešení a výraznější navýšení traťové rychlosti. Navržená úprava řeší pouze redukci ztraceného spádu na trati 064.

8.2. Směrový oblouk na traťové koleji číslo 1 ve směru Mladá Boleslav hlavní nádraží – Mladá Boleslav město

8.2.1. Vstupní údaje:

- Hodnota převýšení v místě napojení na stávající infrastrukturu:

$$D = 0 \text{ mm}$$

- Návrhová rychlost:

$$v_n = 50 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

- Předpokládaná rychlost pomalých vozidel:

$$v = 30 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

8.2.2. Návrh a posouzení:

V úseku je navržen směrový oblouk o poloměru:

$$R = 300,000 \text{ m},$$

s mezilehlou klotoidovou přechodnicí a lineární vzestupnicí ve staničení ZO km 0,025000 a klotoidovou přechodnicí a lineární vzestupnicí na konci směrového oblouku ve směru staničení, který vyhovuje směrovým požadavkům na zadanou lokalitu.

Hodnota teoretického převýšení:

$$D_{eq} = 11,8 \frac{v_n^2}{R} = 11,8 \frac{50^2}{300} = 99 \text{ mm}$$

Doporučená hodnota převýšení:

$$D_n = 7,1 \frac{v_n^2}{R} = 7,1 \frac{50^2}{300} = 59 \text{ mm}$$

Navrhovaná hodnota převýšení:

$$D = 50 \text{ mm}$$

Nedostatek převýšení:

$$I = D_{eq} - D = 99 - 50 = 49 \text{ mm}$$

Standardní hodnota pro nedostatek převýšení:

$$I_n = 80 \text{ mm} > I = 49 \text{ mm}$$

Navržená hodnota převýšení **splňuje** podmínku pro nedostatek převýšení.

Přebytek převýšení:

$$E = D - 11,8 \frac{v^2}{R} = 50 - 11,8 \frac{30^2}{300} = 15 \text{ mm}$$

Mezní hodnota přebytku převýšení:

$$E_{lim} = 80 \text{ mm} > E = 15 \text{ mm}$$

Navržená hodnota převýšení **splňuje** podmínku pro přebytek převýšení.

Součinitel sklonu lineární vzestupnice:

$$n = 10v_n = 10 * 50 = 500$$

Délka lineární vzestupnice:

$$L_d = \frac{n * D}{1000} = \frac{500 * 50}{1000} = 25,000 \text{ m}$$

Součinitel změny nedostatku převýšení:

$$n_l = 10v_n = 10 * 50 = 500$$

Délka klotoidové přechodnice:

$$L_k = \frac{n_l * I}{1000} = \frac{500 * 49}{1000} = 24,500 \text{ m}$$

Jelikož platí:

$$L_d > L_k = 25,000 > 24,500,$$

Tak volíme:

$$L_k = L_d = 25,000 \text{ m}$$

Minimální délka přechodnice:

$$L_{k,min} = \max(0,7\sqrt{R}; 20) = \max(0,7\sqrt{300}; 20) = \max(12,1; 20) = 20,000 < 25,000 \text{ m}$$

Navržená délka přechodnice tedy **splňuje** podmínku pro minimální délku přechodnice.

8.2.3. Vyhodnocení:

Navržený směrový oblouk o poloměru $R = 300,000 \text{ m}$ **vyhovuje** všem návrhovým podmínkám ve standardních hodnotách, které jsou zahrnuty v ČSN 73 6360-1.

8.3. Směrový oblouk na traťové koleji číslo 2 ve směru Mladá Boleslav hlavní nádraží – Mladá Boleslav Debř

8.3.1. Vstupní údaje:

- Hodnota převýšení v místě napojení na stávající infrastrukturu:

$$D = 0 \text{ mm}$$

- Návrhová rychlost:

$$v_n = 60 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

- Předpokládaná rychlost pomalých vozidel:

$$v = 30 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

8.3.2. Návrh a posouzení:

V úseku je navržen směrový oblouk o poloměru:

$$R = 300,000 \text{ m},$$

s mezilehlou klotoidovou přechodnicí a lineární vzestupnicí ve staničení ZO km 0,045000 a klotoidovou přechodnicí a lineární vzestupnicí na konci směrového oblouku ve směru staničení, který vyhovuje směrovým požadavkům na zadanou lokalitu.

Hodnota teoretického převýšení:

$$D_{eq} = 11,8 \frac{v_n^2}{R} = 11,8 \frac{60^2}{300} = 142 \text{ mm}$$

Doporučená hodnota převýšení:

$$D_n = 7,1 \frac{v_n^2}{R} = 7,1 \frac{60^2}{300} = 85 \text{ mm}$$

Navrhovaná hodnota převýšení:

$$D = 75 \text{ mm}$$

Nedostatek převýšení:

$$I = D_{eq} - D = 142 - 75 = 67 \text{ mm}$$

Standardní hodnota pro nedostatek převýšení:

$$I_n = 80 \text{ mm} > I = 67 \text{ mm}$$

Navržená hodnota převýšení **splňuje** podmínku pro nedostatek převýšení.

Přebytek převýšení:

$$E = D - 11,8 \frac{v^2}{R} = 75 - 11,8 \frac{30^2}{300} = 40 \text{ mm}$$

Mezní hodnota přebytku převýšení:

$$E_{lim} = 80 \text{ mm} \geq E = 40 \text{ mm}$$

Navržená hodnota převýšení **splňuje** podmínku pro přebytek převýšení.

Součinitel sklonu lineární vzestupnice:

$$n = 10v_n = 10 * 60 = 600$$

Délka lineární vzestupnice:

$$L_d = \frac{n * D}{1000} = \frac{600 * 75}{1000} = 45,000 \text{ m}$$

Součinitel změny nedostatku převýšení:

$$n_l = 10v_n = 10 * 60 = 600$$

Délka klotoidové přechodnice:

$$L_k = \frac{n_l * I}{1000} = \frac{600 * 67}{1000} = 40,200 \text{ m}$$

Jelikož platí:

$$L_d > L_k = 45,000 > 40,200,$$

Tak volíme:

$$L_k = L_d = 45,000 \text{ m}$$

Minimální délka přechodnice:

$$L_{k,min} = \max(0,7\sqrt{R}; 20) = \max(0,7\sqrt{300}; 20) = \max(12,1; 20) = 20,000 < 45,000 \text{ m}$$

Navržená délka přechodnice tedy **splňuje** podmínku pro minimální délku přechodnice.

8.3.3. Vyhodnocení:

Navržený směrový oblouk o poloměru $R = 300,000 \text{ m}$ **vyhovuje** všem návrhovým podmínkám v standardních hodnotách, které jsou zahrnuty v ČSN 73 6360-1.

8.4. Směrový oblouk ve směru Mělník – Mladá Boleslav město

8.4.1. Vstupní údaje:

- Hodnota převýšení v místě napojení na stávající infrastrukturu:

$$D = 0 \text{ mm}$$

- Návrhová rychlost:

$$v_n = 40 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

- Předpokládaná rychlost pomalých vozidel:

$$v = 30 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

8.4.2. Návrh a posouzení:

V úseku je navržen směrový oblouk o poloměru:

$$R = 300,000 \text{ m},$$

bez přechodnic a vzestupnic, který vyhovuje směrovým požadavkům na zadanou lokalitu.

Hodnota teoretického převýšení:

$$D_{eq} = 11,8 \frac{v_n^2}{R} = 11,8 \frac{40^2}{300} = 63 \text{ mm}$$

Doporučená hodnota převýšení:

$$D_n = 7,1 \frac{v_n^2}{R} = 7,1 \frac{40^2}{300} = 38 \text{ mm}$$

Navrhovaná hodnota převýšení:

$$D = 0 \text{ mm}$$

Nedostatek převýšení:

$$I = D_{eq} - D = 63 - 0 = 63 \text{ mm}$$

Standardní hodnota pro nedostatek převýšení:

$$I_n = 80 \text{ mm} > I = 63 \text{ mm}$$

Navržená hodnota převýšení **splňuje** podmínku pro nedostatek převýšení.

Přebytek převýšení:

$$E = D - 11,8 \frac{v^2}{R} = 0 - 11,8 \frac{30^2}{300} = -35 \text{ mm}$$

Mezní hodnota přebytku převýšení:

$$E_{lim} = 80 \text{ mm} > E = -35 \text{ mm}$$

Navržená hodnota převýšení **splňuje** podmínku pro přebytek převýšení.

Součinitel sklonu lineární vzestupnice:

$$n = 10v_n = 10 * 40 = 400$$

Délka lineární vzestupnice:

$$L_d = \frac{n * D}{1000} = \frac{400 * 0}{1000} = 0,000 \text{ m}$$

Součinitel změny nedostatku převýšení:

$$n_l = 10v_n = 10 * 40 = 400$$

Délka klotoidové přechodnice:

$$L_k = 0,000 \text{ m}$$

Jelikož oblouk je realizován bez převýšení, tak posouzení na minimální délku přechodnice není nutné.

8.4.3. Vyhodnocení:

Navržený směrový oblouk o poloměru $R = 300,000 \text{ m}$ **vyhovuje** všem návrhovým podmínkám v standardních hodnotách, které jsou zahrnuty v ČSN 73 6360-1.

8.5. Směrový oblouk ve směru Mladá Boleslav město – Mladá Boleslav Debř (staničení ZO km 0,153275)

8.5.1. Vstupní údaje:

- Hodnota převýšení v místě napojení na stávající infrastrukturu:

$$D = 0 \text{ mm}$$

- Návrhová rychlost:

$$v_n = 70 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

- Předpokládaná rychlost pomalých vozidel v úseku Mladá Boleslav město – železniční přejezd v ulici Ptácká pro obě traťové koleje:

$$v = 40 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

8.5.2. Návrh a posouzení:

V úseku je navržen směrový oblouk o poloměru:

$$R = 400,000 \text{ m},$$

se symetrickými klotoidovými přechodnicemi a lineárními vzestupnicemi, který vyhovuje směrovým požadavkům na zadanou lokalitu.

Hodnota teoretického převýšení:

$$D_{eq} = 11,8 \frac{v_n^2}{R} = 11,8 \frac{70^2}{400} = 145 \text{ mm}$$

Doporučená hodnota převýšení:

$$D_n = 7,1 \frac{v_n^2}{R} = 7,1 \frac{70^2}{400} = 87 \text{ mm}$$

Navrhovaná hodnota převýšení:

$$D = 75 \text{ mm}$$

Nedostatek převýšení:

$$I = D_{eq} - D = 145 - 75 = 70 \text{ mm}$$

Standardní hodnota pro nedostatek převýšení:

$$I_n = 80 \text{ mm} > I = 70 \text{ mm}$$

Navržená hodnota převýšení **splňuje** podmínku pro nedostatek převýšení.

Přebytek převýšení:

$$E = D - 11,8 \frac{v^2}{R} = 75 - 11,8 \frac{40^2}{400} = 28 \text{ mm}$$

Mezní hodnota přebytku převýšení:

$$E_{lim} = 80 \text{ mm} > E = 28 \text{ mm}$$

Navržená hodnota převýšení **splňuje** podmínku pro přebytek převýšení.

Součinitel sklonu lineární vzestupnice:

$$n = 10v_n = 10 * 70 = 700$$

Délka lineární vzestupnice:

$$L_d = \frac{n * D}{1000} = \frac{700 * 75}{1000} = 52,500 \text{ m}$$

Součinitel změny nedostatku převýšení:

$$n_l = 10v_n = 10 * 70 = 700$$

Délka klotoidové přechodnice:

$$L_k = \frac{n_l * I}{1000} = \frac{700 * 70}{1000} = 49,000 \text{ m}$$

Jelikož platí:

$$L_d > L_k = 52,500 > 49,000,$$

Tak volíme:

$$L_k = L_d = 52,500 \text{ m}$$

Minimální délka přechodnice:

$$L_{k,min} = \max(0,7\sqrt{R}; 20) = \max(0,7\sqrt{400}; 20) = \max(14; 20) = 20,000 < 52,500 \text{ m}$$

Navržená délka přechodnice tedy **splňuje** podmínku pro minimální délku přechodnice.

8.5.3. Vyhodnocení:

Navržený směrový oblouk o poloměru $R = 400,000 \text{ m}$ **vyhovuje** všem návrhovým podmínkám v standardních hodnotách, které jsou zahrnuty v ČSN 73 6360-1.

8.6. Směrový oblouk ve směru Mladá Boleslav město – Mladá Boleslav Debr
(staničení ZO km 0,647182)

8.6.1. Vstupní údaje:

- Hodnota převýšení v přilehlých přímých úsecích:

$$D = 0 \text{ mm}$$

- Návrhová rychlost:

$$v_n = 70 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

- Předpokládaná rychlost pomalých vozidel:

$$v = 40 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

8.6.2. Návrh a posouzení:

V úseku je navržen směrový oblouk o poloměru:

$$R = 400,000 \text{ m},$$

se symetrickými klotoidovými přechodnicemi a lineárními vzestupnicemi, který vyhovuje směrovým požadavkům na zadanou lokalitu.

Hodnota teoretického převýšení:

$$D_{eq} = 11,8 \frac{v_n^2}{R} = 11,8 \frac{70^2}{400} = 145 \text{ mm}$$

Doporučená hodnota převýšení:

$$D_n = 7,1 \frac{v_n^2}{R} = 7,1 \frac{70^2}{400} = 87 \text{ mm}$$

Navrhovaná hodnota převýšení:

$$D = 75 \text{ mm}$$

Nedostatek převýšení:

$$I = D_{eq} - D = 145 - 75 = 70 \text{ mm}$$

Standardní hodnota pro nedostatek převýšení:

$$I_n = 80 \text{ mm} > I = 70 \text{ mm}$$

Navržená hodnota převýšení **splňuje** podmínku pro nedostatek převýšení.

Přebytek převýšení:

$$E = D - 11,8 \frac{v^2}{R} = 75 - 11,8 \frac{40^2}{400} = 28 \text{ mm}$$

Mezní hodnota přebytku převýšení:

$$E_{lim} = 80 \text{ mm} > E = 28 \text{ mm}$$

Navržená hodnota převýšení **splňuje** podmínku pro přebytek převýšení.

Součinitel sklonu lineární vzestupnice:

$$n = 10v_n = 10 * 70 = 700$$

Délka lineární vzestupnice:

$$L_d = \frac{n * D}{1000} = \frac{700 * 75}{1000} = 52,500 \text{ m}$$

Součinitel změny nedostatku převýšení:

$$n_l = 10v_n = 10 * 70 = 700$$

Délka klotoidové přechodnice:

$$L_k = \frac{n_l * I}{1000} = \frac{700 * 70}{1000} = 49,000 \text{ m}$$

Jelikož platí:

$$L_d > L_k = 52,500 > 49,000,$$

Tak volíme:

$$L_k = L_d = 52,500 \text{ m}$$

Minimální délka přechodnice:

$$L_{k,min} = \max(0,7\sqrt{R}; 20) = \max(0,7\sqrt{400}; 20) = \max(14; 20) = 20,000 < 52,500 \text{ m}$$

Navržená délka přechodnice tedy **splňuje** podmínku pro minimální délku přechodnice.

8.6.3. Vyhodnocení:

Navržený směrový oblouk o poloměru $R = 400,000 \text{ m}$ **vyhovuje** všem návrhovým podmínkám v standardních hodnotách, které jsou zahrnuty v ČSN 73 6360-1.

8.7. Směrový oblouk ve směru Mladá Boleslav město – Mladá Boleslav Debr
(staničení ZO km 1,326679)

8.7.1. Vstupní údaje:

- Hodnota převýšení v místě napojení na stávající infrastrukturu:

$$D = 0 \text{ mm}$$

- Návrhová rychlost:

$$v_n = 80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

- Předpokládaná rychlost pomalých vozidel:

$$v = 50 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

8.7.2. Návrh a posouzení:

V úseku je navržen směrový oblouk o poloměru:

$$R = 500,000 \text{ m},$$

se symetrickými klotoidovými přechodnicemi a lineárními vzestupnicemi, který vyhovuje směrovým požadavkům na zadanou lokalitu. V rámci oblouku bude zřízena mostní konstrukce pro překonání řeky Jizery splňující technické požadavky dané příslušnými normami ČSN.

Hodnota teoretického převýšení:

$$D_{eq} = 11,8 \frac{v_n^2}{R} = 11,8 \frac{80^2}{500} = 152 \text{ mm}$$

Doporučená hodnota převýšení:

$$D_n = 7,1 \frac{v_n^2}{R} = 7,1 \frac{80^2}{500} = 91 \text{ mm}$$

Navrhovaná hodnota převýšení:

$$D = 76 \text{ mm}$$

Nedostatek převýšení:

$$I = D_{eq} - D = 152 - 76 = 76 \text{ mm}$$

Standardní hodnota pro nedostatek převýšení:

$$I_n = 80 \text{ mm} > I = 76 \text{ mm}$$

Navržená hodnota převýšení **splňuje** podmínku pro nedostatek převýšení.

Přebytek převýšení:

$$E = D - 11,8 \frac{v^2}{R} = 76 - 11,8 \frac{50^2}{500} = 17 \text{ mm}$$

Mezní hodnota přebytku převýšení:

$$E_{lim} = 80 \text{ mm} > E = 17 \text{ mm}$$

Navržená hodnota převýšení **splňuje** podmínku pro přebytek převýšení.

Součinitel sklonu lineární vzestupnice:

$$n = 10v_n = 10 * 80 = 800$$

Délka lineární vzestupnice:

$$L_d = \frac{n * D}{1000} = \frac{800 * 76}{1000} = 60,800 \text{ m}$$

Součinitel změny nedostatku převýšení:

$$n_l = 10v_n = 10 * 80 = 800$$

Délka klotoidové přechodnice:

$$L_k = \frac{n_l * l}{1000} = \frac{800 * 76}{1000} = 60,800 \text{ m}$$

Jelikož platí:

$$L_d \geq L_k = 60,800 \geq 60,800,$$

Tak volíme:

$$L_k = L_d = 60,800 \text{ m}$$

Minimální délka přechodnice:

$$L_{k,min} = \max(0,7\sqrt{R}; 20) = \max(0,7\sqrt{500}; 20) = \max(15,65; 20) = 20,000 < 60,800 \text{ m}$$

Navržená délka přechodnice tedy **splňuje** podmínku pro minimální délku přechodnice.

8.7.3. Vyhodnocení:

Navržený směrový oblouk o poloměru $R = 500,000 \text{ m}$ **vyhovuje** všem návrhovým podmínkám v standardních hodnotách, které jsou zahrnuty v ČSN 73 6360-1.

8.8. Směrový oblouk ve směru Mladá Boleslav město – Mladá Boleslav Debr
(staničení ZO km 1,941581)

8.8.1. Vstupní údaje:

- Hodnota převýšení v místě napojení na stávající infrastrukturu:

$$D = 0 \text{ mm}$$

- Návrhová rychlost:

$$v_n = 95 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

- Předpokládaná rychlost pomalých vozidel:

$$v = 80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

8.8.2. Návrh a posouzení:

V úseku je navržen směrový oblouk o poloměru:

$$R = 900,000 \text{ m},$$

se symetrickými klotoidovými přechodnicemi a lineárními vzestupnicemi, který vyhovuje směrovým požadavkům na zadanou lokalitu.

Hodnota teoretického převýšení:

$$D_{eq} = 11,8 \frac{v_n^2}{R} = 11,8 \frac{95^2}{900} = 119 \text{ mm}$$

Doporučená hodnota převýšení:

$$D_n = 7,1 \frac{v_n^2}{R} = 7,1 \frac{95^2}{900} = 71 \text{ mm}$$

Navrhovaná hodnota převýšení:

$$D = 70 \text{ mm}$$

Nedostatek převýšení:

$$I = D_{eq} - D = 119 - 70 = 49 \text{ mm}$$

Standardní hodnota pro nedostatek převýšení:

$$I_n = 80 \text{ mm} > I = 49 \text{ mm}$$

Navržená hodnota převýšení **splňuje** podmínku pro nedostatek převýšení.

Přebytek převýšení:

$$E = D - 11,8 \frac{v^2}{R} = 70 - 11,8 \frac{80^2}{900} = -13 \text{ mm}$$

Mezní hodnota přebytku převýšení:

$$E_{lim} = 80 \text{ mm} > E = -13 \text{ mm}$$

Navržená hodnota převýšení **splňuje** podmínku pro přebytek převýšení.

Součinitel sklonu lineární vzestupnice:

$$n = 10v_n = 10 * 95 = 950$$

Délka lineární vzestupnice:

$$L_d = \frac{n * D}{1000} = \frac{950 * 70}{1000} = 66,500 \text{ m}$$

Součinitel změny nedostatku převýšení:

$$n_l = 10v_n = 10 * 95 = 950$$

Délka klotoidové přechodnice:

$$L_k = \frac{n_l * I}{1000} = \frac{950 * 49}{1000} = 46,550 \text{ m}$$

Jelikož platí:

$$L_d > L_k = 66,500 > 46,550,$$

Tak volíme:

$$L_k = L_d = 66,500 \text{ m}$$

Minimální délka přechodnice:

$$L_{k,min} = \max(0,7\sqrt{R}; 20) = \max(0,7\sqrt{900}; 20) = \max(21,00; 20) = 21,000 < 66,500 \text{ m}$$

Navržená délka přechodnice tedy **splňuje** podmínku pro minimální délku přechodnice.

8.8.3. Vyhodnocení:

Navržený směrový oblouk o poloměru $R = 900,000 \text{ m}$ **vyhovuje** všem návrhovým podmínkám v standardních hodnotách, které jsou zahrnuty v ČSN 73 6360-1.

8.9. Směrový oblouk ve směru Mladá Boleslav město – Mladá Boleslav Debr
(staničení ZO km 2,952997)

8.9.1. Vstupní údaje:

- Hodnota převýšení v místě napojení na stávající infrastrukturu:

$$D = 0 \text{ mm}$$

- Návrhová rychlost:

$$v_n = 100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

- Předpokládaná rychlost pomalých vozidel:

$$v = 80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

8.9.2. Návrh a posouzení:

V úseku je navržen směrový oblouk o poloměru:

$$R = 560,000 \text{ m},$$

se symetrickými klotoidovými přechodnicemi a lineárními vzestupnicemi, který vyhovuje směrovým požadavkům na zadanou lokalitu.

Hodnota teoretického převýšení:

$$D_{eq} = 11,8 \frac{v_n^2}{R} = 11,8 \frac{100^2}{560} = 211 \text{ mm}$$

Doporučená hodnota převýšení:

$$D_n = 7,1 \frac{v_n^2}{R} = 7,1 \frac{100^2}{560} = 127 \text{ mm}$$

Navrhovaná hodnota převýšení:

$$D = 134 \text{ mm}$$

Nedostatek převýšení:

$$I = D_{eq} - D = 211 - 134 = 77 \text{ mm}$$

Standardní hodnota pro nedostatek převýšení:

$$I_n = 80 \text{ mm} > I = 77 \text{ mm}$$

Navržená hodnota převýšení **splňuje** podmínku pro nedostatek převýšení.

Přebytek převýšení:

$$E = D - 11,8 \frac{v^2}{R} = 134 - 11,8 \frac{80^2}{560} = 0 \text{ mm}$$

Mezní hodnota přebytku převýšení:

$$E_{lim} = 80 \text{ mm} > E = 0 \text{ mm}$$

Navržená hodnota převýšení **splňuje** podmínku pro přebytek převýšení.

Součinitel sklonu lineární vzestupnice:

$$n = 10v_n = 10 * 100 = 1000$$

Délka lineární vzestupnice:

$$L_d = \frac{n * D}{1000} = \frac{1000 * 134}{1000} = 134,000 \text{ m}$$

Součinitel změny nedostatku převýšení:

$$n_l = 10v_n = 10 * 100 = 1000$$

Délka klotoidové přechodnice:

$$L_k = \frac{n_l * l}{1000} = \frac{1000 * 77}{1000} = 77,000 \text{ m}$$

Jelikož platí:

$$L_d > L_k = 134,000 > 77,000,$$

Tak volíme:

$$L_k = L_d = 134,000 \text{ m}$$

Minimální délka přechodnice:

$$L_{k,min} = \max(0,7\sqrt{R}; 20) = \max(0,7\sqrt{560}; 20) = \max(16,57; 20) = 20,000 < 134,000 \text{ m}$$

Navržená délka přechodnice tedy **splňuje** podmínku pro minimální délku přechodnice.

8.9.3. Vyhodnocení:

Navržený směrový oblouk o poloměru $R = 560,000 \text{ m}$ **vyhovuje** všem návrhovým podmínkám v standardních hodnotách, které jsou zahrnuty v ČSN 73 6360-1.

8.10. Směrový oblouk ve směru Mladá Boleslav město – Mladá Boleslav Debr
(staničení ZO km 3,499770)

8.10.1. Vstupní údaje:

- Hodnota převýšení v místě napojení na stávající infrastrukturu:

$$D = 0 \text{ mm}$$

- Návrhová rychlost:

$$v_n = 100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

- Předpokládaná rychlost pomalých vozidel:

$$v = 80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

8.10.2. Návrh a posouzení:

V úseku je navržen směrový oblouk o poloměru:

$$R = 740,000 \text{ m},$$

se symetrickými klotoidovými přechodnicemi a lineárními vzestupnicemi, který vyhovuje směrovým požadavkům na zadanou lokalitu.

Hodnota teoretického převýšení:

$$D_{eq} = 11,8 \frac{v_n^2}{R} = 11,8 \frac{100^2}{740} = 160 \text{ mm}$$

Doporučená hodnota převýšení:

$$D_n = 7,1 \frac{v_n^2}{R} = 7,1 \frac{100^2}{740} = 96 \text{ mm}$$

Navrhovaná hodnota převýšení:

$$D = 95 \text{ mm}$$

Nedostatek převýšení:

$$I = D_{eq} - D = 160 - 95 = 65 \text{ mm}$$

Standardní hodnota pro nedostatek převýšení:

$$I_n = 80 \text{ mm} > I = 65 \text{ mm}$$

Navržená hodnota převýšení **splňuje** podmínku pro nedostatek převýšení.

Přebytek převýšení:

$$E = D - 11,8 \frac{v^2}{R} = 95 - 11,8 \frac{80^2}{740} = -7 \text{ mm}$$

Mezní hodnota přebytku převýšení:

$$E_{lim} = 80 \text{ mm} > E = -7 \text{ mm}$$

Navržená hodnota převýšení **splňuje** podmínku pro přebytek převýšení.

Součinitel sklonu lineární vzestupnice:

$$n = 10v_n = 10 * 100 = 1000$$

Délka lineární vzestupnice:

$$L_d = \frac{n * D}{1000} = \frac{1000 * 95}{1000} = 95,000 \text{ m}$$

Součinitel změny nedostatku převýšení:

$$n_l = 10v_n = 10 * 100 = 1000$$

Délka klotoidové přechodnice:

$$L_k = \frac{n_l * I}{1000} = \frac{1000 * 65}{1000} = 65,000 \text{ m}$$

Jelikož platí:

$$L_d > L_k = 95,000 > 65,000,$$

Tak volíme:

$$L_k = L_d = 95,000 \text{ m}$$

Minimální délka přechodnice:

$$L_{k,min} = \max(0,7\sqrt{R}; 20) = \max(0,7\sqrt{740}; 20) = \max(19,04; 20) = 20,000 < 95,000 \text{ m}$$

Navržená délka přechodnice tedy **splňuje** podmínku pro minimální délku přechodnice.

8.10.3. Vyhodnocení:

Navržený směrový oblouk o poloměru $R = 740,000 \text{ m}$ **vyhovuje** všem návrhovým podmínkám v standardních hodnotách, které jsou zahrnuty v ČSN 73 6360-1.

9. Podélné řešení traťové spojky

Pro obě varianty návrhu byl vypracován schématický podélný řez nově navrženou traťovou spojkou tratí 064 a 070. Spojka je navržena s potřebným stoupáním pro vyrovnání výškového rozdílu dotčených rozvětvení. Pro úspornou variantu návrhu je navrženo konstantní stoupání 6,35‰ ve směru Mladá Boleslav Debř. Pro velkorysou variantu je navrženo stoupání o hodnotě 6,17‰ ve směru Mladá Boleslav Debř. Samotné řezy jsou obsaženy v příloze 1.7. Pro zmíněné návrhy vychází výška přemostění (respektive kóty nivelety) 7,664 m pro úspornou variantu a 7,486 m pro velkorysou variantu nad hladinou řeky Jizery. Reálná volná výška nad hladinou bude záviset na zvolené mostní konstrukci.

10. Komentář k dalším možnostem zlepšení

Samotný návrh v obou variantách řeší jen nejnútnejší nedostatky ve stávajícím stavu infrastruktury. Dalšími potenciálními úlohami k řešení jsou například:

10.1. Východní zhlaví stanice Mladá Boleslav hlavní nádraží

Aktuální stav neumožňuje vyšší rychlost průjezdu než 50 km/h ve směru Mladá Boleslav Debř a 40 km/h ve směru Mladá Boleslav město. Vzhledem k nově navrhovanému směrovému vedení v rámci velkorysé varianty je současný stav výhledově omezujícím faktorem. Pro umožnění napojení nově navrhovaného vedení na stávající stav zhlaví stanice není možné dosáhnout lepších provozních parametrů. Proto by bylo záhodno v případě zvolení velkorysé varianty zvážit i rekonstrukci stanice Mladá Boleslav hlavní nádraží.

10.2. Okolí mostu přes řeku Jizeru na trati 064

Traťová rychlost je přes mostní objekt navíc ještě dodatečně snížena. Důvodem pro snížení traťové rychlosti je zřízené úrovně křížení s místní obslužnou komunikací. Komunikace slouží pro přístup motorových vozidel ke dvěma domům nacházejícím se u trati. Kvůli hrubě nedostačujícím rozhledovým poměrům křížení (obrázky 10 a 11) a absenci přejezdového zabezpečovacího zařízení vyšší kategorie zde vlaky mohou projíždět rychlostí pouhých 10 km/h. Dané objekty přitom mají ještě druhou přístupovou cestu opačným směrem, takže přítomnost přejezdu není bezpodmínečná, a tudíž by se dalo uvažovat o jeho zrušení. Pro pěší by mohlo být zřízeno mimoúrovňové křížení trati. Druhou možností je instalace světelného PZZ.



Obrázek 10. Přejezd trati 064 v Mladé Boleslavi (Strunz 2017)



Obrázek 11. Pohled z druhé strany na přejezd trati 064 v Mladé Boleslavi (Strunz 2017)

10.3. Směrové vedení trati 070 v okolí obce Dalešice

V úseku mezi zastávkami Mladá Boleslav Debř a Bakov nad Jizerou prochází trať kombinací 2 pravotočivých oblouků a 1 levotočivého oblouku kolem obcí Josefův Důl a Dalešice, zároveň tak kopíruje meandrující tvar údolí řeky Jizery (obrázek 12). Vzhledem k GPK v tomto úseku je traťová rychlost snížena na 85 respektive 70 km/h, tudíž je zde prostor na hledání způsobu, jak situaci vylepšit, aby v celém úseku Mladá Boleslav Debř – Bakov nad Jizerou trati 070 bylo dosaženo konstantní traťové rychlosti 100 km/h.



Obrázek 12. Trať 070 u obce Dalešice (Mapový podklad © Český úřad zeměměřický a katastrální, www.cuzk.cz)

10.4. Zjednodušení dispozice stanice Mladá Boleslav Debř

Při navýšení traťové rychlosti okolních úseků budou pro křížení vlaků využívány stanice Bakov nad Jizerou a Mladá Boleslav hlavní nádraží, takže může proběhnout výrazná redukce počtu předjízdných a manipulačních kolejí ve stanici Mladá Boleslav Debř (obrázek 13).



Obrázek 13. Letecký pohled na ŽST Mladá Boleslav Debř (Mapový podklad © Český úřad zeměměřický a katastrální, www.cuzk.cz)

10.5. Rekonstrukce železniční stanice Mladá Boleslav hlavní nádraží a okolí
Vystavěním traťové spojky sice poklesne obrát cestujících v této stanici ze směru Mladá Boleslav Debř, ale vlaky v relaci Praha – Tanvald, Mělník – Stará Paka a Nymburk – Mladá Boleslav zde budou stavět i nadále. Současný stav výpravní budovy, nástupišť a přednádražního prostoru (obrázek 14) již zdaleka neodpovídá dnešním požadavkům na úroveň kvality veřejných služeb.



Obrázek 14. Přednádražní prostor u žst Mladá Boleslav hl. n. (Strunz 2017)

11. Souhrnná tabulka směrových oblouků pro obě varianty návrhu

V návrhu je celkem navrženo 9 konfigurací směrových oblouků (tabulka 2) z nichž 5 je využito pro 2 souběžné traťové koleje, jmenovitě oblouky MB město – MB Debř (0,112526), MB město – MB Debř (0,606433), MB město – MB Debř (1,900832), MB město – MB Debř (2,912248) a MB město – MB Debř (3,459021).

Tabulka 2. Souhrnné vyhodnocení navrhovaných směrových oblouků

Poloha oblouku	Varianta návrhu	Poloměr [m]	Návrhová rychlost [km/h]	Převýšení [mm]	Podmínka pro nedostatek převýšení	Podmínka pro přebytek převýšení	Podmínka pro minimální délku přechodnice	Vyhodnocení návrhu
Traťová spojka 064 a 070	Ú	350	80	119	ok	ok	ok	vyhověl
MB hl – MB město	Ú	190	40	60	ok	ok	ok	vyhověl
Kolej 1 MB hl – MB město	V	300	50	50	ok	ok	ok	vyhověl
Kolej 2 MB hl – MB Debř	V	300	60	75	ok	ok	ok	vyhověl
Mělník – MB město	V	300	40	0	ok	ok	ok	vyhověl
MB měs. – MB Debř (0,153275)	V	400	70	75	ok	ok	ok	vyhověl
MB měs. – MB Debř (0,647182)	V	400	70	75	ok	ok	ok	vyhověl
MB měs. – MB Debř (1,326679)	V	500	80	76	ok	ok	ok	vyhověl
MB měs. – MB Debř (1,941581)	V	900	95	70	ok	ok	ok	vyhověl
MB měs. – MB Debř (2,952997)	V	560	100	134	ok	ok	ok	vyhověl
MB měs. – MB Debř (3,499770)	V	740	100	95	ok	ok	ok	vyhověl

12. Souhrnná tabulka výhybek pro obě varianty návrhu

V návrhu je celkem navrženo 10 jednoduchých výhybek, 2 v úsporné variantě (tabulka 3) a 8 ve variantě velkorysé (tabulka 4). Při návrhu výhybek byl kladen důraz na dosažení dostatečné maximální rychlosti v odbočné větvi pro zajištění ideálních podmínek provozu.

Tabulka 3. Parametry výhybek pro úspornou variantu

Číslo	Tvar	Typ pražce	Poměr	Max. rychlost v odbočné větvi [km/h]	Poloměr odbočné větve [m]
1	J	S49	1:9	40	190
2	J	S49	1:14	80	760

Tabulka 4. Parametry výhybek pro velkorysou variantu

Číslo	Tvar	Typ pražce	Poměr	Max. rychlost v odbočné větvi [km/h]	poloměr odbočné větve [m]
1	J	S49	1:9	40	190
2	J	S49	1:12	60	500
3	J	S49	1:12	60	500
4	J	S49	1:9	40	190
5	J	S49	1:18,5	100	1200
6	J	S49	1:18,5	100	1200
7	J	S49	1:18,5	100	1200
8	J	S49	1:18,5	100	1200

13. Závěr

V této práci byl popsán návrh kolejové spojky mezi železničními stanicemi Mladá Boleslav město a Mladá Boleslav Debř. Návrh byl vypracován ve dvou variantách, úsporné a velkorysé. Úsporná varianta návrhu zpracovává pouze samotný návrh vyhovující kolejové spojky přes řeku Jizeru se směrovým napojením na stávající infrastrukturu, v rámci velkorysého návrhu je zpracováno ještě odstranění ztracených spádů na trati 064 v úseku Mladá Boleslav město – Mladá Boleslav hlavní nádraží v rámci výstavby druhé traťové koleje ze stanice Mladá Boleslav město až k nově navrhované traťové spojnici a úprava trasování od stávajícího mostu přes řeku Jizeru až po východní zhlaví stanice Mladá Boleslav hlavní nádraží, kde se historicky nachází dnes již nepotřebný přesmyk tratí 064 a 070. Tato rozšiřující opatření by zvýraznila dopad úprav na kvalitu dopravy v úseku.

Součástí příloh je schématické zobrazení železničního uzlu Mladá Boleslav ve všech třech variantách (stávající stav, úsporná varianta návrhu, velkorysá varianta). Dále pak výkres situace pro obě navrhované varianty zakreslený do aktuální ortofoto mapy pro dosažení ideální názornosti reálných dopadů vedení trasy nově navrhovaných úseků. Pro samotnou traťovou spojku je také pro obě varianty vypracovaný schématický podélný řez s vyznačeným mostním objektem.

Celá bakalářská práce by měla sloužit jako vstupní podklad pro následné řešení úpravy stávající situace za účelem lepší dostupnosti centra města Mladá Boleslav s využitím železničního spojení ze směru Mladá Boleslav Debř.

Pro zpracování výkresové dokumentace byl použit program Autodesk AutoCAD 2017, textová část byla vypracována v programu MS Word a výpočet návrhových parametrů tratí byl proveden v programu MS Excel.

Věřím, že mnou vypracované návrhy budou využity k dalším stupňům realizace lepšího spojení Mladé Boleslavi a Libereckého kraje.

14. Zdroje

- [1] 508+537a. In: *Pomůcky GVD* [online]. Praha, 2017 [cit. 2017-06-19]. Dostupné z: http://gvd.cz/cz/data/njr/png/L508_537a/index.html
- [2] 537. In: *Pomůcky GVD* [online]. Praha, 2017 [cit. 2017-06-19]. Dostupné z: <http://gvd.cz/cz/data/njr/png/L537/index.html>
- [3] 542. In: *Pomůcky GVD* [online]. Praha, 2017 [cit. 2017-06-19]. Dostupné z: <http://gvd.cz/cz/data/njr/png/L542/index.html>
- [4] 502a+541. In: *Pomůcky GVD* [online]. Praha, 2017 [cit. 2017-06-19]. Dostupné z: http://gvd.cz/cz/data/njr/png/L502a_541/index.html
- [5] *Jizdnirady.cz* [online]. Praha, 2017 [cit. 2017-06-19]. Dostupné z: <http://jizdnirady.idnes.cz/vlakyautobusymhdvse/spojeni/>
- [6] *Mapy.cz* [online]. Praha, 2017 [cit. 2017-06-19]. Dostupné z: <https://mapy.cz>
- [7] Nákrešné přehledy železničních svršků dotčených tratí poskytnuté pracovníky SŽDC
- [8] ČSN 73 6360-1: *Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha*. ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT. Praha, 2008.
- [9] *Vagonweb* [online]. 2017 [cit. 2017-06-19]. Dostupné z: <http://www.vagonweb.cz/razeni/>
- [10] Lokomotiva řady 742. In: Atlas lokomotiv [online]. [cit. 2017-06-19]. Dostupné z: <http://www.atlaslokomotiv.net/katalog/742/742-406.jpg>
- [11] Lokomotiva řady 750. In: *K-report* [online]. [cit. 2017-06-19]. Dostupné z: <http://www.k-report.net/discus/obrazky/44/98/1134498.jpg>
- [12] Hnací vozidlo řady 854 a motorová souprava řady 814. In: *Vlaky.net* [online]. [cit. 2017-06-19]. Dostupné z: <http://www.vlaky.net/upload/galeria/003050/059054.jpg>
- [13] Mapový podklad © Český úřad zeměměřický a katastrální, www.cuzk.cz
- [14] Největší traťové rychlosti. In: SŽDC [online]. Praha, 2017 [cit. 2017-06-26]. Dostupné z: <http://provoz.szdc.cz/PORTAL/ViewArticle.aspx?oid=594598>
- [15] SCHREIER, Pavel. *Zrození železnic v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*. Praha: Baset, 2004, 293 s. ISBN 80-7340-034-0

15. Seznam příloh

Název přílohy	Měřítko výkresu	Formát papíru
Traťové schéma – stávající stav	-	A4
Traťové schéma – úsporná varianta	-	A4
Traťové schéma – velkorysá varianta	-	A4
Výkres situace část 1	1:2500	8xA4 (840x380mm)
Výkres situace část 2	1:2500	A3
Výkres situace část 3	1:2500	6xA4
Schématické podélné řezy traťovou spojkou	-	A4