



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV ŽELEZNIČNÍCH KONSTRUKCÍ A STAVEB

INSTITUTE OF RAILWAY STRUCTURES AND CONSTRUCTIONS

STUDIE KŘÍŽENÍ VRT S KONVENČNÍ TRATÍ U VRANOVIC

STUDY OF FLY-OVER CROSSING HIGH SPEED TRACK WITH CONVENTIONAL LINE NEAR VRANOVICE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Roman Drcmánek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Richard Svoboda, Ph.D.

BRNO 2024

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav železničních konstrukcí a staveb
Student: **Roman Drcmánek**
Vedoucí práce: **Ing. Richard Svoboda, Ph.D.**
Akademický rok: 2023/24
Studijní program: B0732A260005 Stavební inženýrství
Studijní obor: Konstrukce a dopravní stavby

Děkan Fakulty Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Studie křížení VRT s konvenční tratí u Vranovic

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Projekt křížení vysokorychlostní tratě s tratí konvenční bude vypracován ve 3D s přípravou pro BIM a s respektováním požadavků na vysokorychlostní tratě a s případnou nutnou úpravou konvenční tratě dle platných norem a předpisů Správy železnic.

Cíle a výstupy bakalářské práce:

Cílem práce je návrh řešení křížení vysokorychlostní tratě s konvenční tratí mezi obcemi Vranovice a Přibice.

Seznam doporučené literatury a podklady:

ČSN 736360-1

Vzorové listy železničního spodku

Předpisy SŽDC S3 Železniční svršek a SŽDC S4 Železniční spodek a další platné právní předpisy

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 28. 11. 2023

L. S.

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

Ing. Richard Svoboda, Ph.D.
vedoucí práce

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr. h. c.
děkan

ABSTRAKT

Cílem práce bylo navrhnout křížení VRT Jižní Morava s konvenční tratí železniční vlečky Pohořelice – Vranovice. Dále vymodelovat křížení ve 3D, který bude sloužit jako příprava pro BIM. Začátek úseku řešené vlečky se nachází na okraji obce Vranovice a konec úseku u obce Přibice. Řešení je navrženo ve 2 variantách, které byly následně porovnány i s možností úplného zrušení provozu na železniční vlečce.

KLÍČOVÁ SLOVA

Studie, VRT, železniční vlečka, křížení, porovnání

ABSTRACT

The aim of the work was to design a crossing of the VRT South Moravia with the conventional line of the railway siding Pohořelice - Vranovice. Furthermore, to model the crossing in 3D, which serves as a preparation for BIM. The beginning of the section of the designed siding is located on the outskirts of the village of Vranovice and the end of the section near the village of Přibice. The solution is proposed in 2 variants, which were then compared with the possibility of complete cancellation of the railway siding.

KEYWORDS

Documentation, HST, railway siding, crossing, comparison

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

DRCMÁNEK, Roman. *Studie křížení VRT s konvenční tratí u Vranovic*. Brno, 2024. 26 s. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav železničních konstrukcí a staveb. Vedoucí Ing. Richard Svoboda, Ph.D.

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval mému vedoucímu práce Ing. Richardu Svobodovi, Ph.D. a Ing. Andrejovi Matejovovi za jejich cenné informace, trpělivost, odborné vedení a snahu zodpovědět mé dotazy během zpracování práce a množství času strávených při konzultacích. Dále bych chtěl poděkovat všem ostatním, kteří mě podporovali a přispěli svými nápady a radami.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Studie křížení VRT s konvenční tratí u Vranovic* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 24. 5. 2024

Roman Drcmánek

autor

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Studie křížení VRT s konvenční tratí u Vranovic* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 24. 5. 2024

Roman Drcmánek

autor

Seznam použitých zkratk

VRT – vysokorychlostní trať

ZP – začátek přechodnice

KP – konec přechodnice

ZO – začátek oblouku

KO – konec oblouku

V – traťová rychlost

R – poloměr směrového oblouku

D – převýšení koleje

I – nedostatek převýšení

Δu – rozšíření rozchodu

L_k – délka přechodnice ve tvaru klotoidy

m – odsazení kružnicového oblouku od tečny přechodnice v jejím počátku

n – součinitel sklonu vzestupnice

n_i – součinitel sklonu přechodnice

d_0 – délka kružnicové části

α_s – směrový úhel oblouku

R_v – poloměr zaoblení lomu sklonu

t_z – vodorovná délka tečny zaoblení lomu sklonu

y_v – y-ová souřadnice vrcholu zaoblení lomu sklonu

h_{pr} – hloubka promrzání

h_{kl} – výška kolejového lože

h_{pv} – výška podkladní vrstvy

h_{kv} – výška konstrukční vrstvy

$h_{z,dov}$ – dovolená hloubka promrzání

I_{mn} – index mrazu

Lu_1, Lu_2 – výběh pro rozšíření rozchodu

Obsah

1. Úvod.....	7
2. Navrhované varianty řešení.....	8
2.1 Varianta A	9
2.2 Varianta B.....	9
2.3 Varianta C.....	9
3. Zpracování řešení.....	10
4. Porovnání Variant	18
4.1 Porovnání technických variant.....	18
4.2 Analýza varianty C.....	19
5. Závěr.....	21
Seznam použitých zdrojů a literatury	22
Seznam příloh.....	23

1. Úvod

V práci je řešen návrh křížení vlečky s navrhovaným stavem vysokorychlostní tratě Jižní Morava v Jihomoravském kraji. Řešená trať má v současnosti statut vlečky a je využívána pro přepravu železa a jiných strojírenských výrobků z kovošrotu v Pohořelicích. Tedy se jedná o vlečku Pohořelice – Vranovice s kódovým označením 321 760. Navrhovaná VRT Jižní Morava prochází územím směrem od Brna a dále pokračuje směrem k obci Šakvice.

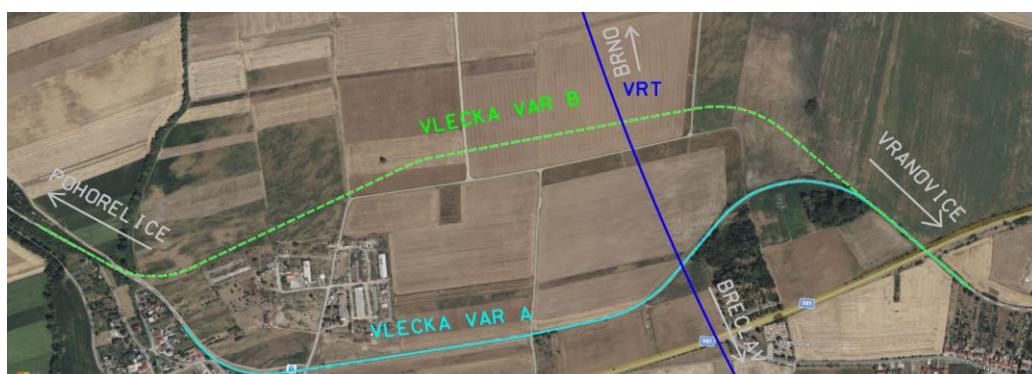
Koncept vysokorychlostních tratí dorazil do České republiky před několika lety a je stále čím dál více aktuální, zejména vzhledem k přehlcené kapacitě současných konvenčních tratí, kdy na hlavních koridorových trasách jezdí osobní vlaky v několika minutovém taktu, a tak nezůstává moc velká kapacita pro nákladní dopravu [10]. Výstavbou vysokorychlostních tratí by se ušetřilo dost kapacity na konvenčních tratích, neboť by osobní přeprava byla převedena právě na ni. V současnosti je ve stádiu návrhu několik vysokorychlostních tratí, jež jsou omezeny spoustou okrajových podmínek, jakými jsou ekonomie, geografie, dále ekologie, ze které plynou chráněná území a tratě jsou poté navrženy na estakády nebo úplně přetrasovány. Hlavní nevýhodou těchto tratí je hlavně velký zásah do krajiny, který postihne okolní obce, kde je trasa vedena, neboť pro obyvatelé těchto obcí VRT nemá pozitivní přínos v podobě hluku a záboru pozemků, krajina v okolí tratě se stane nevyužitelná. Při samotném návrhu často dochází ke kolizím se stávajícími stavebními objekty a také s liniovými stavbami, např. křížení se stávající železniční tratí, které je tématem této práce.

V rámci řešení této práce byly poskytnuty směrové a výškové podklady obou železničních tratí, jak železniční vlečky, tak VRT. Nicméně práce se zabývá křížením z pohledu vlečky, pokud se v průběhu řešení pozmění niveleta VRT, tak je to pouze informace, kterou je potřeba zavést do dalších stádií projektové dokumentace pro vysokorychlostní trať.

Při návrhu křížení byly zpracovány dvě varianty, které následně byly mezi sebou porovnány a současně bylo provedeno srovnání i s možností úplného zrušení provozu na železniční vlečce. Na přiloženém obrázku je vidět směr a poloha navrhovaných tras, včetně trasy VRT.



Obrázek 1 - Pohled na schematickou situaci



Obrázek 2- Bližší pohled na schematickou situaci

2. Navrhované varianty řešení

Při návrhu obou variant je nutné si nejprve stanovit okrajové podmínky pro vstup do řešení problému. Prvně je nutné zmínit, že směr trasy vysokorychlostní tratě je pevně daný, tudíž její směrové řešení nelze měnit. Co se týče výškového řešení, tak niveleta by neměla být pozměněna v jakémkoli bodě trasy o více než 2 metry.

Okrajových podmínek pro návrh řešení vlečky je o mnoho více. V případě zachování osy koleje v původní trase železniční vlečky, tedy ve stávajícím stavu, je požadavkem zachování přejezdu P6990. Z toho plyne, že niveleta vlečky by se

měla zapojit do stávajícího stavu ještě před tímto přejezdem. Další podmínkou pro vstup do návrhu je, že maximální přípustný sklon nivelety nesmí překročit 17,00‰.

Tyto vyjmenované okrajové podmínky platí pro obě varianty řešení, nicméně pro Variantu B platí ještě jedna zásada, a to co nejméně zasahovat do struktury polních cest mezi obcemi Vranovice a Přibice a vyhnout se stávajícím stavebním objektům.

Do porovnání vstupuje ještě třetí možnost a to Varianta C. Všechny tyto varianty budou následně porovnány a bude vyveden závěr, která z variant je nejvhodnější.

2.1 Varianta A

Tato varianta řeší problém křížení ponechání osy železniční vlečky ve stávající trase. Současně ponechává železniční přejezd a její maximální podélný sklon je roven přímo okrajové podmínce, a to 17,00‰. Nicméně niveleta VRT byla pozměněna směrem výše a v místě křížení byla posunuta o 1,621 m. Bylo navrženo nové odvodnění pro železniční vlečku, které v současném stavu je nevyhovující. Jedná se 1085 metrů dlouhý úsek návrhového stavu vlečky pro Variantu A.

2.2 Varianta B

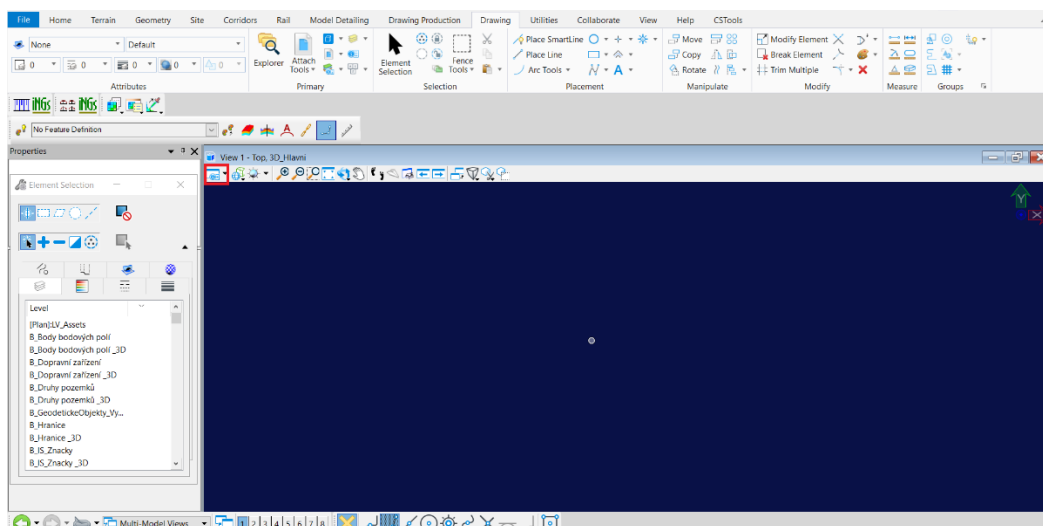
Varianta B navrhuje řešení trasy železniční vlečky takové, že většina její trasy je vedena mimo stávající stav. (Obr. 2) Při návrhu byla snaha, co nejvíce zamezit kolizím se současnými polními cestami, aby vznikalo, co nejméně křížení. Trasa obchází obec Přibice severněji, kde se posléze zapojuje do stávajícího stavu. Podélný sklon pro nastoupání ze zářezu z místa křížení s VRT je 16,07‰, nicméně podélný sklon potřebný k napojení na stávající stav činí 16,90‰. Niveleta VRT je nepozměněna. Současně s návrhem trasy bylo navrženo i odvodnění.

2.3 Varianta C

Poslední varianta, která byla je možnost úplného zrušení provozu na železniční vlečce. Dle získaných informací je vypraven 1x nákladní vlak z Pohořelic s kovošrotem a jinými strojírenskými výrobky do Vranovic. Tento nákladní vlak s motorovou lokomotivou táhne 3 ložené vozy typu Eas-u, kdy v každém voze je 50 t hmotnosti materiálu.

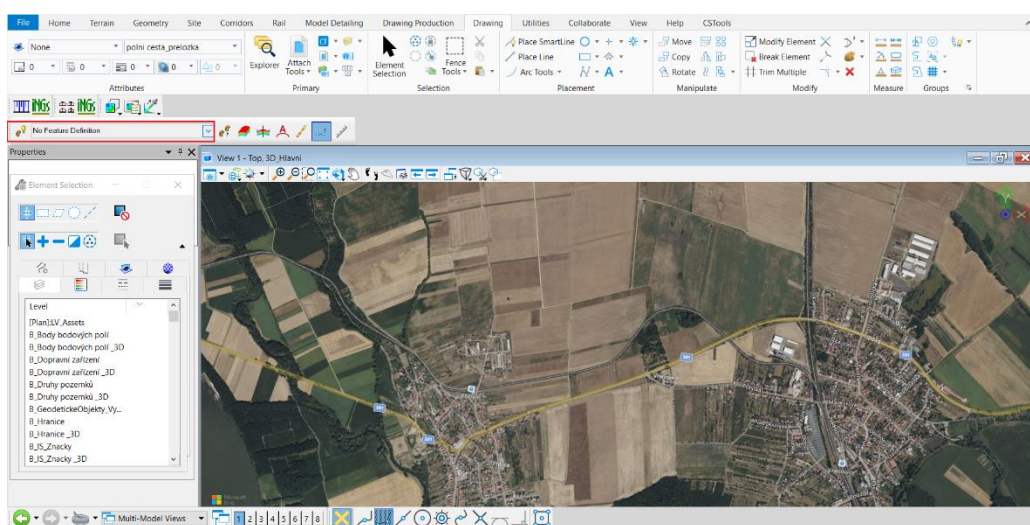
3. Zpracování řešení

Při zpracovávání řešení byly technicky navrženy 2 varianty, konkrétně Varianta A a Varianta B. Pro zpracování jsme použili program OpenRail Designer (zkráceně ORD) od společnosti Bentley. Nyní bude ukázána krátká prohlídka prostředí v programu včetně základních postupů pro zpracování.



Obrázek 3 - Základní pracovní prostředí ORD

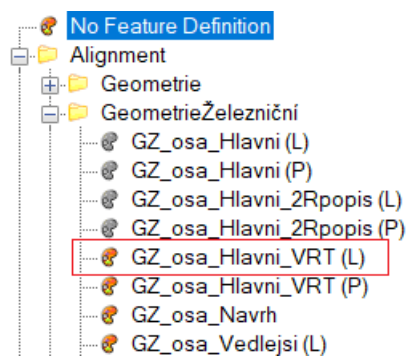
Základní pracovní prostředí je možné vidět na Obr. 3 V červeně zakresleném rámečku jsme klikli na ikonu a v kolonce *Background map Type* jsme zvolili možnost *Hybrid*, tím se zobrazí mapa jako podklad a pracovní prostředí s podkladovou mapou je možné vidět na Obr. 4.



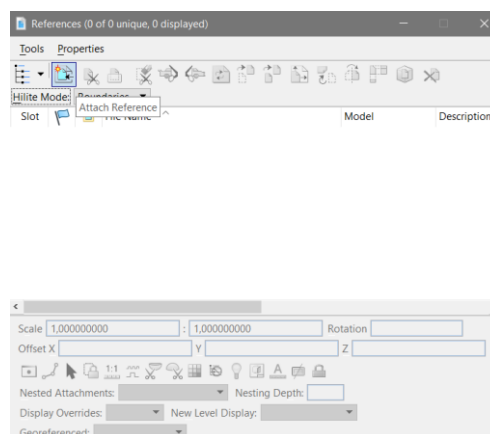
Obrázek 4 - Pracovní prostředí s podkladní mapou

Na následujícím obrázku je možné vidět, jak vytvořit samotnou trasu a k ní i podélný profil. Ve vyobrazeném červeném rámečku je nejprve nutné zvolit *Feature definition*. Touto funkcí se přidávají základní vlastnosti námi vybraného prvku (např. Železniční osa, feature definition: *GZ_osa_Hlavni_VRT (L)*) Pokud by nebyla zvolena, tak by se osa nechovala jako osa, ale jako obyčejná úsečka. Ještě je nutné dát *Feature definition* aktivní, kliknutím na ikonu vedle názvu vlevo námi zvolené *Feature definition*.

Poté je třeba nahrát terén, v našem případě je nejvhodnější, pokud jej máme ve formě *.dgn*, ho nahrát skrze reference. Na kartě *Drawing*, v panelu *Primary*, jsme klikli na funkci *Attach tools*, zobrazí se okno a dle *Obr. 6* jsme klikli na tlačítko *Attach reference*, najdeme umístění souboru *.dgn* a vložíme jej do výkresu.

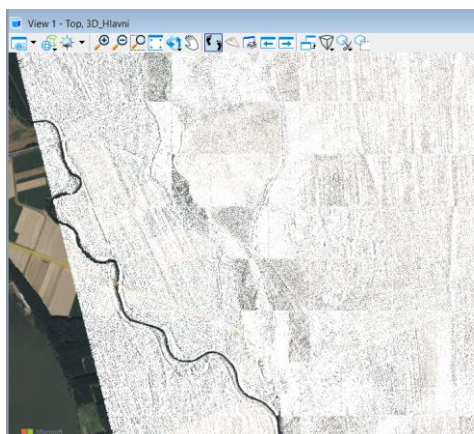


Obrázek 5 - Future definiton

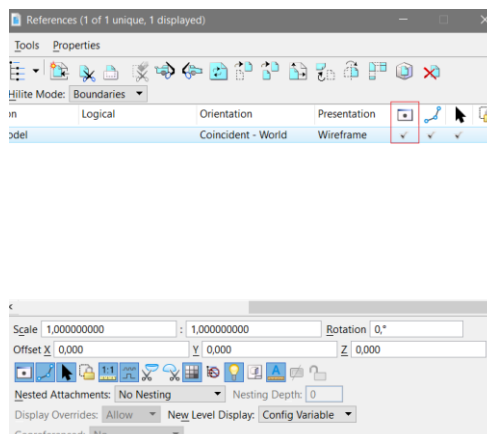


Obrázek 6 - Nahrání reference

Terén se následně zobrazí v pracovním prostředí ORD (*Obr. 7*), ale je nutné jej prvně aktivovat, na kartě *Terain*, v panelu *Edit*, jsme vybrali funkci *Active* a klikli jsme na náš terén. Nyní je terén aktivní pro přehlednost a zlepšení odezvy jej lze vypnout, avšak ve výkrese stále zůstane aktivní (*Obr. 8*).



Obrázek 7 - Zobrazený terén ve výkrese

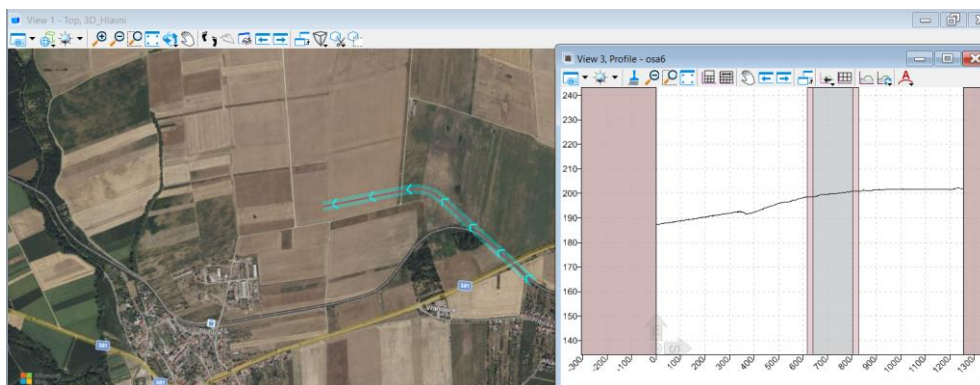


Obrázek 8 - Vypnutí terénu

Nyní lze narýsovat osu. Na kartě *Geometry*, v panelu *Horizontal*, jsme klikli na funkci *Lines*. Zobrazí se okno, kde lze zadávat, délku a směr linie.

K tomu, aby bylo možné vykreslovat přechodnice, kružnicové oblouky, tak je zapotřebí si je předem napočítat, program sám od sebe neví, jaké dáváme oblouku převýšení, neboť se při zadání volí pouze délka přechodnice a poloměr oblouku. Zadání převýšení se zpracuje až v následujícím kroku. Na kartě *Geometry*, v panelu *Horizontal* jsme zvolili ikonu *Arcs*, *Arcs between elements*, *Spiral Arc Spiral*. Vyplnili jsme okno a vybereme tečny. Oblouk se nám vykreslil. Pravým kliknutím myši potvrdíme. Dále je nutné jednotlivé prvky spojit, to jsme provedli příkazem rovněž v panelu *Horizontal*, funkcí *Complex geometry*, dle směru staničení vybíráme jednotlivé prvky, po výběru posledního jsme klikli levým a následně potvrdili pravým tlačítkem myši. Nyní máme osu v situaci.

Dále jsme přešli k zobrazení výškové geometrie, na kartě *Geometry*, v panelu *Vertical* jsme vybrali funkci *Open Profile Model*, vybrali jsme osu a dole na liště jsme vybrali ikonu 1 – 8 podle toho, do jakého pracovního okna jsme chtěli profil zobrazit, následně jsme klikli do okna a zobrazil se nám průběh terénu podle osy. (Obr. 9)



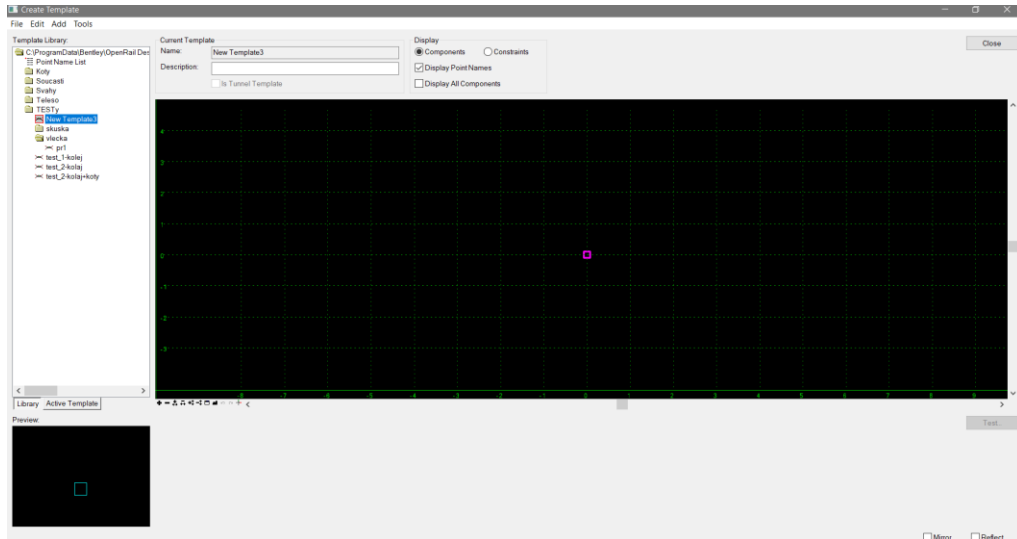
Obrázek 9 - Osa v situaci a podélný profil

Dále jsme pokračovali s návrhem nivelety námi vytvořené osy, předtím je ale třeba si opět zvolit *Feature Definition*, rozklikneme stejnou nabídku a ve složce *Geometrie* jsme vybrali jednu z možností začínající *G_V_osa*. V panelu *Vertical*, klikneme na funkci *Lines* a v podélném profilu si narýsujeme tečny. Dále pomocí funkce *Curves*, jsme vytvořili zaoblení lomu sklonu. Spojili jsme ji opět pomocí funkce *Complex Geometry* v panelu *Vertical*. Dále jsme vybrali myšičí niveletu a zaktivujeme ji. Výsledek je vidět na Obr. 10 v situaci.



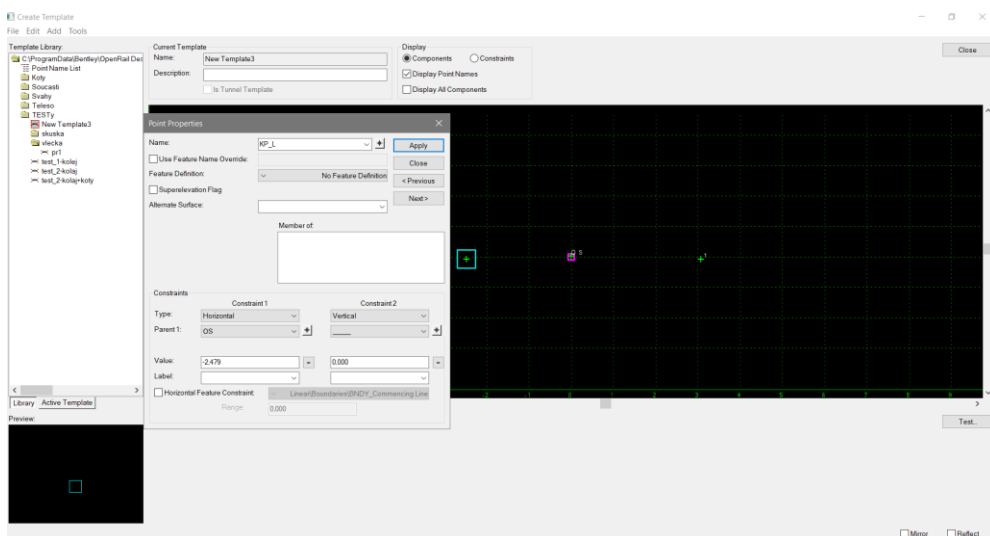
Obrázek 10 - Pohled na situaci s aktivovanou niveletou

K tomu, aby mohl být vytvořen 3D model trasy, je zapotřebí vytvořit koridor a následně šablonu neboli *Template*. Na kartě *Corridors*, v panelu *Create* jsme klikli na funkci *New Corridor*, vybrali jsme osu, následně niveletu a koridor jsme si pojmenovali. Na stejném panelu jsme vybrali funkci *Template* a vytvořili jsme si tak šablonu příčného řezu, která se nám bude tahat po délce koridoru. Zobrazí se nové pracovní okno (Obr. 11), kde jsme si vytvořili nový *template* neboli šablonu.



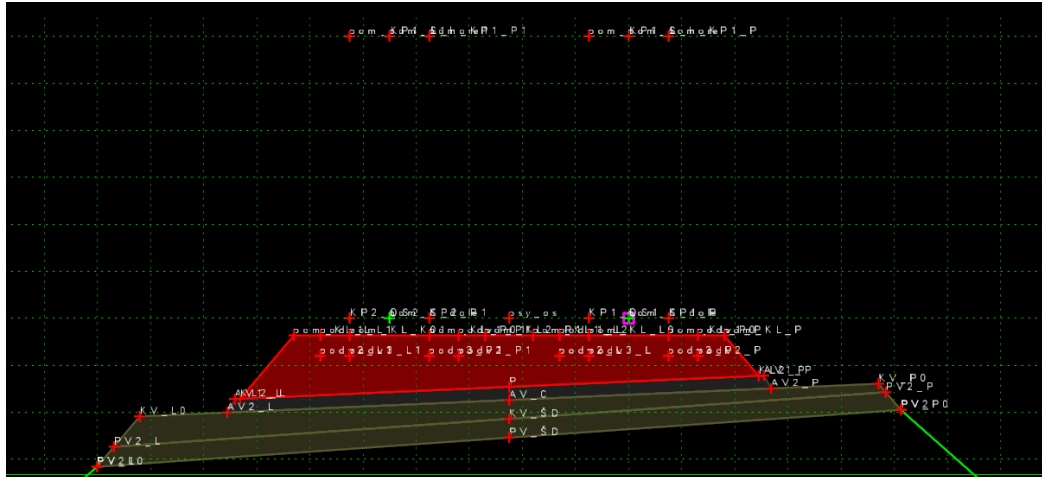
Obrázek 11- Pracovní okno pro tvorbu šablon

Klikli jsme pravým do prostoru, dále na funkci *Add New Component* a vytvořili jsme *Null Point*, který jsme umístili do fialového středu, to je bod osy koleje v jednotlivém daném řezu. Po dvojkliknutí na vytvořený bod se zobrazí okno, kde je možné měnit jednotlivé závislosti bodu mezi ostatními. První bod jsme si pojmenovali např. OS. Vytvořili jsme další body a navázali je na OS, případně na další jiné vytvořené. Každému bodu je možné přiřadit *Constraint*, což je funkce, jakou se bod drží od jiného bodu, může být např. horizontální nebo vertikální. Tato funkce má svého „Rodiče“, což znamená, od kterého bodu má tento bod držet svoji polohu. (Obr. 12)



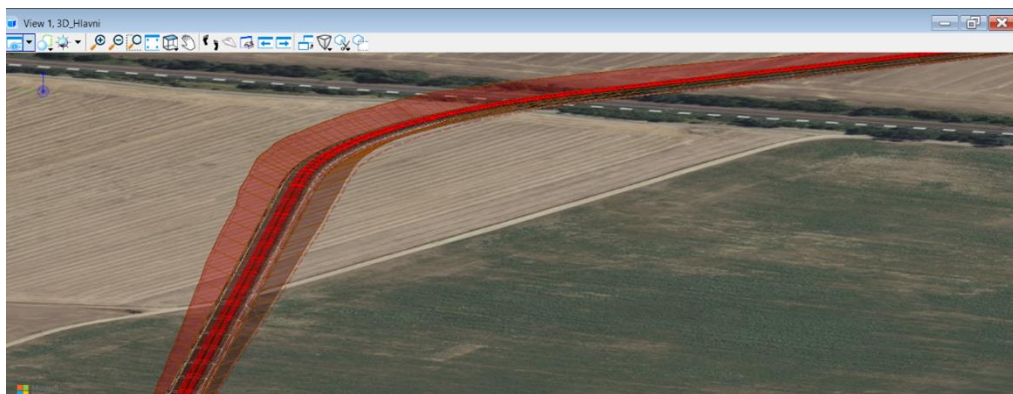
Obrázek 12 - Definice bodu

Šablona příčného řezu může poté vypadat následovně. Každý bod je navázaný na nějaký a při pohybu šablony po ose bod zanechává po sobě linii, to lze například využít k vynesení příkopů do podélného profilu a následně jejich úpravu. (Obr. 13)



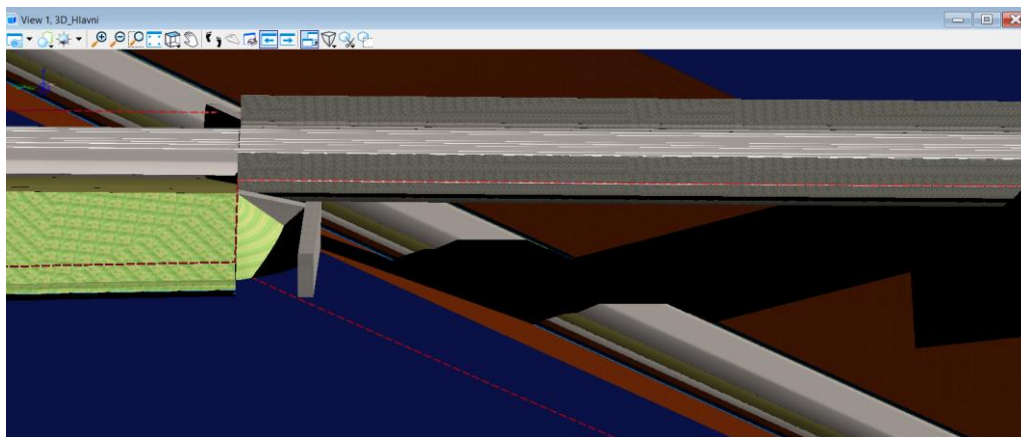
Obrázek 13 - Šablona příčného řezu

K tomu, aby se nám vykreslil 3D model je nutné na kartě *Corridors*, v panelu *Create*, vybrat funkci *New Template Drop*. Vybrali jsme osu a šablonu, kterou má program vykreslit po dané délce. Výsledek lze vidět na následujícím obrázku. (Obr. 14)

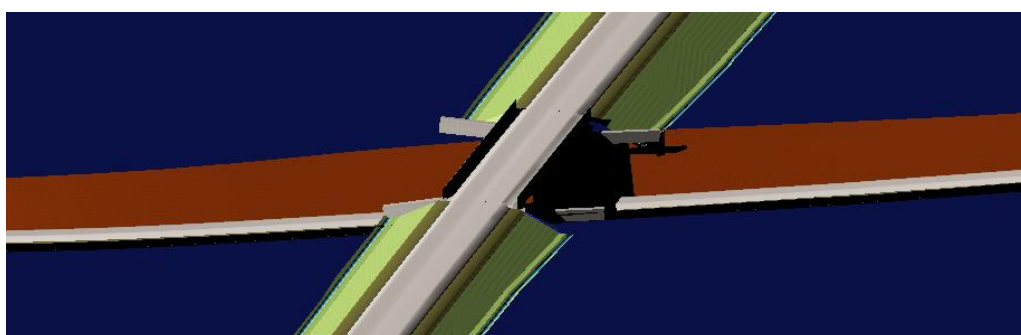


Obrázek 14 - Základní 3D model

Při nadefinování všech parametrů a vyřešení všech technických záležitostí výsledný model křížení lze vidět na následujících obrázcích (Obr.15 a Obr. 16).

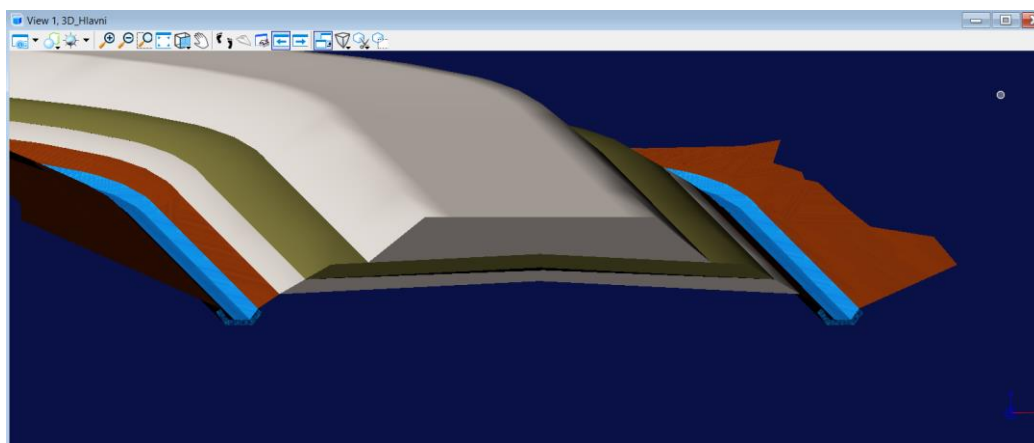


Obrázek 15 – Bližší pohled na 3D model křížení



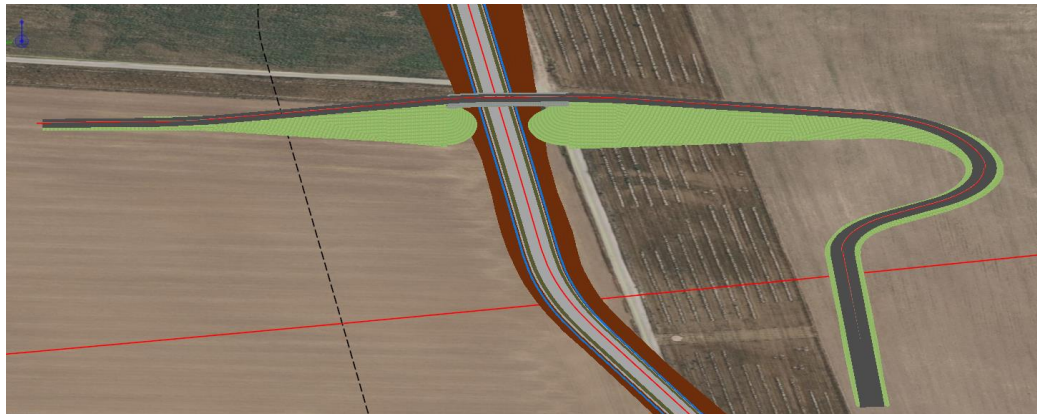
Obrázek 16- Pohled na 3D model křížení

Na následujícím obrázku je možné vidět pohled na skladbu železničního tělesa v zářeze železniční vlečky, včetně vykreslení pražcového podloží a navrhovaného odvodnění (Obr. 17).



Obrázek 17 - Detailní pohled na železniční těleso v 3D

Součástí řešení je i přeložka polní cesty obsluhující okolí. Vytvořili jsme pro ni 3D model a křížení se železniční vlečkou je řešeno mimoúrovňově. Řešení je možné vidět na následujícím obrázku (Obr. 18).



Obrázek 18 - Pohled na nadjezd pro polní cestu

4. Porovnání Variant

Technicky řešené varianty, tedy A a B, jsou porovnány mezi sebou z hlediska ekonomického a dále dle metodiky. Přepravovaný materiál na železniční vlečce je v rámci Varianty C přepočten na přepravu při použití silniční dopravy a dále spočítána návratnost investice, tudíž v jakém časovém horizontu je nutné přepravovat kovošrot nákladními auty, aby se vrátila investice do železniční vlečky v případě obou Variant.

4.1 Porovnání technických variant

V první řadě je zapotřebí vyprojektované řešení nacenit. To bylo provedeno dle Ceníku SPOŽES 2023 [10] s cenovými úrovněmi z roku 2023. Nutno podotknout, že výsledné investiční náklady jsou pouze orientační, ačkoliv je k oběma přičtena 10% rezerva.

	Cenová úroveň	Příloha č.4 SPOŽES 2023 - VZOROVÁ TABULKA PROPOČTU					
	2023						
Profese	Podskupina	Č.řádku	Položka	m.j.	sazba [m]	m.j.	mil. Kč
Železniční svršek	Úpravy koleje	E21	Obnova kolejového svršku	m koleje	0.0203	1083.74	22.000
		E22	Demontáž a zpětná montáž kolejového roštu	m koleje	0.0090	1083.74	9.754
		E23	Propracování koleje vč. úpravy GPK	m koleje	0.0094	1083.74	10.187
				CELKEM			
Železniční spodek	Konstrukce koleje	F02	Konstrukční vrstvy v trati - traťová rychlost do 100 km/h	m koleje	0.0115	1083.74	12.463
		F07	Odtěžení starých konstrukčních vrstev	m koleje	0.0060	1083.74	6.502
	Těleso dráhy	F08	Výkopy	m3	0.0012	71102.94	85.324
		F09	Násypy	m3	0.0008	0.00	0.000
		F10	Ozelenění tělesa	m2	0.0002	18271.00	3.654
		F11	Odvodnění (zpevněný příkop)	bm	0.0027	1083.74	2.926
	Jiné	F15	Úprava porostu v okolí tratě	km	1.1341	1.0837	1.229
			CELKEM				112.098
Vedlejší stavební náklady	Rezerva	R01	REZERVA	%	10		15.404
			CELKEM				15.404
Rekapitulace nákladů pro výpočet CBA	Celková investiční náročnost		Celkové investiční náklady	mil. Kč			169.443

Obrázek 19 - Nacení Varianty A

	Cenová úroveň	Příloha č.4 SPOŽES 2023 - VZOROVÁ TABULKA PROPOČTU					
	2023						
Profese	Podskupina	Č.řádku	Položka	m.j.	sazba [m]	m.j.	mil. Kč
Železniční svršek	Kolej	E06	Kolej 49E1, nová, štěrkové lože	m koleje	0.0204	2055	41.922
		E21	Obnova kolejového svršku	m koleje	0.0203	95.26	1.934
	Úpravy koleje	E22	Demontáž a zpětná montáž kolejového roštu	m koleje	0.0090	95.26	0.857
		E23	Propracování koleje vč. úpravy GPK	m koleje	0.0094	95.26	0.895
				CELKEM			
Železniční spodek	Konstrukce koleje	F02	Konstrukční vrstvy v trati - traťová rychlost do 100 km/h	m koleje	0.0115	2150.00	24.725
		F07	Odtěžení starých konstrukčních vrstev	m koleje	0.0060	95.27	0.572
	Těleso dráhy	F08	Výkopy	m3	0.0012	198970.50	238.765
		F09	Násypy	m3	0.0008	70.80	0.057
		F10	Ozelenění tělesa	m2	0.0002	47912.00	9.582
		F11	Odvodnění (zpevněný příkop)	bm	0.0027	2150.00	5.805
	Jiné	F15	Úprava porostu v okolí tratě	km	1.1341	2.15	2.438
			CELKEM				281.944
Mosty, propustky, zdi	Propustky	H08	Nový propustek	m2	0.0821	0.16	0.013
		H10	Demolice propustku	m2	0.0071	0.16	0.001
	Mosty pozem. Kom.	H24	Silniční mosty a nadjezdy - nové	m2	0.0584	211.54	12.354
			CELKEM				12.368
Vedlejší stavební náklady	Rezerva	R01	REZERVA	%	10		32.755
			CELKEM				32.755
Rekapitulace nákladů pro výpočet CBA	Celková investiční náročnost		Celkové investiční náklady	mil. Kč			360.307

Obrázek 20 - Nacení varianty B

Celkové investiční náklady pro Variantu A činí 169,443 mil. Kč, zatímco částka pro Variantu B je znatelně vyšší, a to 360,307 mil. Kč. Varianta A je cenově výhodnější o 113 %, značný nárůst v investicích ve Variantě B činí větší množství výkopových prací. A to z důvodu nižší polohy nivelety VRT v místě křížení, než je ve Variantě A.

Nacenení variant [12] je použit jako jeden ze vstupů pro jejich další porovnání. V rámci metodiky byla vypracována tabulka s parametry, které se vyskytují v obou variantách. Těmto parametrům byly přiřazeny koeficienty na základě výpočtu a následně stanovena funkce užítka. Funkce užítka je parametrem hodnotícím vhodnost dané varianty, čím větších hodnot nabývá, tím je daná varianta vhodnější.

		VARIANTA						VARIANTA		VARIANTA	
		A			B			A	B	A	B
		m.j.	m.j.	m.j.	$D(P_j)$	$P_{j,kon}$	$P_{j,poc}$	U_{ji}	w_{ji}	U_i	U_i
Vstupní parametry	Míra nesouladu zemních prací	10^3 m^3	71.103	198.9	12.78	211.68	58.32	0.083	0.917	0.176	
	Technická náročnost	RJ	5	3	0.20	5.20	2.80	0.917	0.083	0.120	
	Počet mimoúrovňových křížení	ks	0	2	0.20	2.20	-0.20	0.083	0.917	0.100	
	Délka rekonstrukce	bm	1084	95.26	98.87	1182.87	-3.61	0.917	0.083	0.128	
	Délka nové koleje	bm	0	2054.74	205.47	2260.21	-205.47	0.917	0.083	0.088	
	Investiční náklady	mil. Kč	169.44	360.307	19.09	379.39	150.36	0.917	0.083	0.308	
Vyhodnocení	Splnění okrajových podmínek	RJ	4	3	0.10	4.10	2.90	0.917	0.083	0.080	
Funkce užítka										0.687	0.313

Obrázek 21 - Metodické porovnání variant

Z hodnot funkce užítka pro obě varianty lze vyvodit závěr, že Varianta A je z hlediska technického, ekonomického a míry stavebních prací výhodnější variantou než Varianta B.

4.2 Analýza varianty C

Jak již bylo zmíněno v úvodu této kapitoly provoz na železniční vlečce není nikterak hustý, jednou týdně ji využívá kovošrot v Pohořelicích pro přepravu vysbíraného materiálu do železniční stanice Vranovice. V průměru celková hmotnost nákladu za týden činí 150 tun.

V rámci analýzy této možnosti dochází k přepočtu počtu železničních vozů na počet nákladních automobilů. Trasa je předpokládána z kovošrotu v Pohořelicích do železniční stanice Vranovice. Výsledkem této analýzy bude návratnost investice obou technicky navržených variant.

Jako předpoklad pro výpočet se brala v úvahu nosnost silničního vozidla 12 t. Pro výpočet ceny železniční přepravy po trase železniční vlečky se do výsledné částky započítal ještě příplatek 1124 Kč za její.

Srovnání silniční a železniční dopravy					
	Počet vozů	t/vůz	Kč/km	km	Celková cena [Kč]
Železniční doprava	3	50	288	8	3428
Silniční doprava	13	12	36	10	4680

Obrázek 22 - Srovnání ceny za silniční a železniční přepravu

	Varianta	
	A	B
Investiční náklady [mil. Kč]	169.443	360.307
Silniční doprava [Kč]	4680	
Návratnost [rok]	697	1481

Obrázek 23 - Návratnost investice

Na Obr. 23 je možné vidět počet let, při kterém se náklady investované do rekonstrukce vrátí. Návratnost dosahuje extrémních hodnot v obou variantách, během této doby by se samotné řešení zpracované v této práci muselo několikrát rekonstruovat, neboť životnost některých prvků stavby dosahuje bezmála pár desítek let.

5. Závěr

Cílem práce bylo navrhnout řešení křížení stávající konvenční trati železniční vlečky s vysokorychlostní tratí. Dále bylo požadavkem vytvořit 3D model železničních těles. Vstupními parametry pro vypracování řešení byl nespočet okrajových podmínek.

První z navržených variant je ponechání osy železniční vlečky ve stávajícím stavu pouze se změnou její nivelety. V této variantě došlo ke změně nivelety VRT. Dochází k nižšímu prohlubování železničního tělesa vlečky, a naopak vyšším naspům železničního tělesa VRT.

Druhou variantou je přeložení trasy vlečky se zapojením až za obcí Přibice. Vedlejším cílem této varianty bylo zamezit několika kolizím se stávajícími polními cestami, avšak tomuto požadavku nešlo úplně vyhovět. Při řešení nedochází ke změně nivelety VRT, zářez na železničním tělese vlečky dosahuje vyšší hloubky.

Po technickém zpracování variant následovalo jejich porovnání, a to jak mezi sebou, tak i s Variantou C, která bere v úvahu možnost úplného zrušení provozu na železniční vlečce. V první řadě byly technické varianty naceněny a dále porovnány pomocí metodiky. Výsledkem metodiky byla hodnota, která určovala výhodnost dané varianty.

V neposlední řadě došlo k porovnání mezi železniční a silniční dopravou mezi obcemi Pohořelice a Vranovice. Z analýzy bylo zjištěno, že v současnosti je výhodnější přepravovat kovošrot a jiné strojírenské výrobky po železnici. Dále byly cenové náklady na přepravu po silnici porovnány s investičními náklady na vyhotovení obou technických variant. Výsledkem bylo zjištění, že návratnost této investice při realizaci, buď Varianty A nebo Varianty B, je několik stovek let.

Závěrem lze podotknout, že pokud i nadále bude na železniční vlečce, tak nízký provoz, tak je nevýhodou investovat do rekonstrukce, případně její přeložky. K tomu, aby technické řešení bylo výhodné, tak by se nejspíš na železniční trati Pohořelice – Vranovice musel vrátit provoz osobní přepravy.

Seznam použitých zdrojů a literatury

- [1] ČSN 73 6360-1 Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha – Část 1: Projektování, platnost od prosinec 2020.
- [2] ČSN 73 6320 Prostorová průchodnost na dráze celostátní, drahách regionálních a místních a vlečkách normálního rozchodu – Národní požadavky, platnost od únor 2019.
- [3] Předpis S4 Železniční spodek. Správa železnic, účinnost od 1.ledna 2021
- [4] Předpis SŽDC S3 Železniční svršek Díl XI Uspořádání stykované a bezstykové koleje. Správa železniční dopravní cesty, účinnost od 1. října 2008 ve znění změny č.3, účinnost od 1. března 2019
- [5] Předpis SŽDC S3 Železniční svršek Díl VII Sestavy železničního svršku a jejich použití. Správa železniční dopravní cesty, účinnost od 1. října 2008, ve znění opravy č.1, účinnost od 1. ledna 2022
- [6] Předpis SŽDC S3 Železniční svršek Díl X Kolejové lože a jeho uspořádání. Správa železniční dopravní cesty, účinnost od 1. října 2008, ve znění opravy č.1, účinnost od 1. ledna 2022
- [7] Předpis SŽDC S3 Železniční svršek Díl XVII Železniční svršek na železničních drahách s rychlostí vyšší než 200 km/h
- [8] Katastrální mapa ČR [online]. Dostupné z <http://services.cuzk.cz/dgn/ku>
- [9] Geovědní mapa ČR 1:50 000 [online]. Dostupné z <http://mapy.geology.cz/geocr50>
- [10] Informace k přípravě vysokorychlostních tratí. Online. 2021. Dostupné z <https://www.smocr.cz/cs/cinnost/doprava/a/aktualni-informace-k-priprave-vysokorychlostnich-trati-vrt>
- [11] Sborník pro oceňování železničních staveb ve stupni studie. Online. 2023. Dostupné z <https://www.sfdi.cz/pravidla-metodiky-a-ceniky/cenove-databaze/>
- [12] Ministerstvo dopravy ČR: *Metodický pokyn hodnocení variant tras pozemních komunikací z technického, dopravního a ekonomického hlediska*. Praha, 1995. 31 str.

Seznam příloh

1A – Technická zpráva Varianta A

1B – Technická zpráva Varianta B

1.1 – Situace varianta A	M1:1000
2.1 - Situace varianta B 1.část	M1:1000
2.2 – Situace varianta B 2.část	M1:1000
3.1 - Podélný profil vlečky varianta A	M1:1000/100
4.1 - Podélný profil vlečky varianta B 1.část	M1:1000/100
4.2 - Podélný profil vlečky varianta B 2.část	M1:1000/100
5.1 - Schématický podélný profil VRT	M1:3000/300
6.1 - Charakteristický příčný řez 1	M1:50
7.1 - Charakteristický příčný řez 2	M1:50
8.1 - Charakteristický příčný řez 3	M1:50