

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA SPECIÁLNÍ GEODÉZIE



GEODETICKÁ DOKUMENTACE KONTEJNEROVÉHO PŘEKLADIŠTĚ

GEODETIC DOCUMENTATION OF THE CONTAINER TRANSHIPMENT YARD

Bakalářská práce

Studijní program: Geodézie a kartografie

Studijní obor: Geodézie, kartografie a geoinformatika

Vedoucí práce: Ing. Jaroslav Braun, Ph.D.

Praha 2022

David Ambrož

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Ambrož	Jméno: David	Osobní číslo: 493635
Zadávající katedra: K154 - Katedra speciální geodézie		
Studijní program: Geodézie a kartografie		
Studijní obor: Geodézie a kartografie		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Geodetická dokumentace kontejnerového překladiště	
Název bakalářské práce anglicky: Geodetic documentation of the container transshipment yard	
Pokyny pro vypracování: Proveďte kontrolu a doplnění prostorové měřické sítě v prostoru kontejnerového překladiště. Proveďte zaměření skutečného stavu lokality. Vyhotovejte výkres polohopisu a výškopisu areálu překladiště. Při zpracování se řiďte obecně platnými zákony, předpisy a technologickými normami.	
Seznam doporučené literatury: [1] Hampacher, M. - Štroner, M.: Zpracování a analýza měření v inženýrské geodézii. 2. vyd. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, ČVUT v Praze, 2015. 336 s. ISBN 978-80-01-05843-5. [2] ČSN 01 3410 Mapy velkých měřítek - Základní a účelové mapy, 2014.	
Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Jaroslav Braun, Ph.D.	
Datum zadání bakalářské práce: 14.2.2022	Termín odevzdání BP v IS KOS: 15.5.2022 <small>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</small>
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

14.2.2022	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

Prohlášení

Prohlašuji, že bakalářskou práci jsem vypracoval zcela samostatně. Veškerou použitou literaturu jsem uvedl v seznamu zdrojů.

V Praze dne

.....

David Ambrož

Poděkování

Rád bych poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Jaroslavu Braunovi, Ph.D. za poskytnuté rady, připomínky, konzultace, zapůjčenou literaturu a nápomoc při zpracování. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Petrovi Jaškovi, Ph.D. za možnost realizace tohoto tématu, nápomoc při měřických pracích a za poskytnuté podklady. Geodetické kanceláři Nedoma a Řezník, s.r.o. za vypůjčení měřických přístrojů a vybavení. Ondrovi Grešlovi za nápomoc při měřických pracích.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá zhuštěním a následným zaměřením měřické sítě v lokalitě kontejnerového překladiště. Vyrovnání volné prostorové sítě je realizováno pomocí metody vyrovnání zprostředkujících s podmínkami MNČ. Z doplněné a vyrovnané měřické sítě byl následně zaměřen, s využitím totální stanice, polohopis a výškopis kontejnerového překladiště s prvky objektů železničních dopravních cest. Výstupem práce je výkres účelové železniční mapy a přílohy s ním spojené.

Klíčová slova

Měřická síť

Vyrovnání volné prostorové sítě

Totální stanice

Polohopis a výškopis

Objekty železniční dopravy

Výkres

Účelová mapa

Abstract

The bachelor's thesis deals with the compaction and subsequent focus of the measuring network in a container transshipment yard. Adjustment of free spatial network is realized by means of balancing methods mediated by LSM. With the help of balanced coordinates of the measuring network, the topography and elevation of the container transshipment yard with elements of railway transport objects were subsequently measured using the total station. The output of the work is a drawing of a purpose-built railway map and annexes associated with it.

Keywords

Measuring network

Free spatial network adjustment

Total station

Topography and terrain mapping

Railway transport objects

Drawing

Purpose map

Obsah

1	Úvod	9
2	Lokalita	10
3	Metodika měření a zpracování	11
3.1	Zaměrování objektů železniční dopravní cesty	11
3.2	Metodický pokyn pro tvorbu prostorových dat mapy velkého měřítka	11
3.3	Zaměrování prvků polohopisu a výškopisu	12
4	Měřická síť.....	13
4.1	Zhuštění a vytvoření kompletní měřické sítě	13
4.2	Zaměření měřické sítě	16
4.2.1	Kontrolní zaměření bodů stávající sítě	16
4.2.2	Zaměření nových bodů sítě	16
5	Vyrovnaní měřické sítě.....	18
5.1	Zpracování naměřených dat.....	18
5.2	Vyrovnaní volné prostorové sítě	18
5.2.1	Vyrovnaní zprostředkujících měření.....	19
5.2.2	Helmertova transformace	23
5.2.3	Výsledné rovnice výpočtu.....	25
5.2.4	Použitý program	26
5.3	Výsledky.....	26
6	Měření polohopisu a výškopisu okolí kolejiště	27
6.1	Prvky polohopisu a výškopisu.....	28
7	Objekty železniční dopravy	30
7.1	Měření objektů železniční dopravní cesty	31
7.1.1	Objekty železničního svršku.....	31
7.1.2	Objekty železničního spodku	32
7.1.3	Kabelová vedení.....	33
7.1.4	Potrubní vedení	33
7.2	Zaměrování kolejí	33
7.2.1	Zaměrování výhybek.....	35
8	Účelová železniční mapa velkého měřítka	36
8.1	Prvky objektů železniční dopravy	37

8.1.1	Kolejiště	37
8.2	Prvky polohopisu a výškopisu.....	38
9	Použité přístroje a vybavení.....	40
9.1	Přístroje	40
9.1.1	GNSS aparatura Trimble R12i	40
9.1.2	Totální stanice Leica NOVA TS60	41
9.1.3	Totální stanice Leica TS16.....	41
9.1.4	Totální stanice Leica MS50 1 R2000	42
9.2	Vybavení.....	42
9.2.1	Stativ	42
9.2.2	Leica odrazné hranoly.....	43
9.2.3	Rozchodka.....	43
10	Zpracování.....	44
10.1	Programy	44
10.1.1	Groma	44
10.1.2	Kokeš.....	44
10.1.3	GNU Gama	44
10.1.4	AutoCAD 2021	45
10.2	Využití výsledků	45
11	Závěr.....	46
12	Seznam literatury	47
13	Seznam tabulek.....	50
14	Seznam obrázků	51
15	Seznam příloh.....	52
16	Seznam elektronických příloh	53

1 Úvod

Téma bakalářské práce se zabývá zaměřením a zpracováním dat železniční vlečky v areálu sloužícího pro překládání námořních kontejnerů ze železniční dopravy na dopravu silniční (kamionový převoz). Překladiště obsahuje 7 kolejí pro vlakové soupravy, 2 kolejnice pro pohyb portálových jeřábů sloužících k manipulaci s kontejnery a síť různých typů výhybek. Toto téma bylo zvoleno vzhledem k netradičnosti zaměřované lokality a komplexnosti geodetických prací.

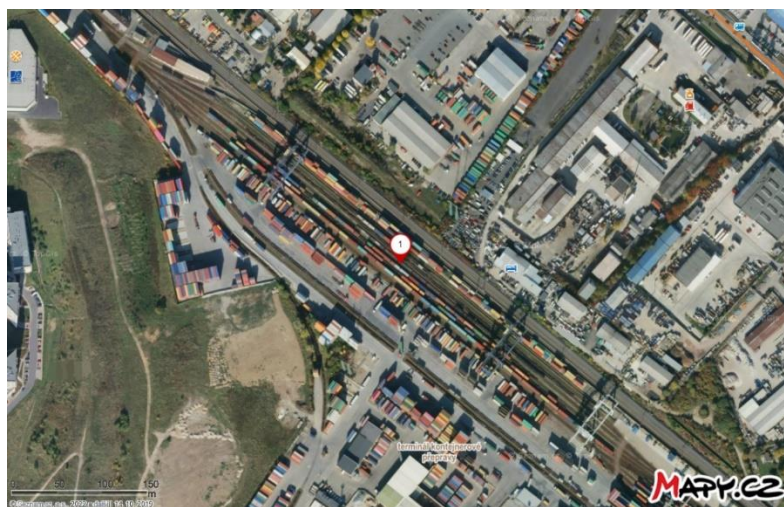
Cílem práce je navržení měřické sítě v areálu kontejnerového překladiště s dostatečnou hustotou pro zaměřování výše uvedených prvků, její následné zaměření a vyrovnání, které je provedeno jako vyrovnání volné sítě, iteračně, metodou nejmenších čtverců. Zaměření bodů, jež reprezentují v účelové mapě zájmové prvky lokality a v neposlední řadě také grafický výstup z měřických činností.

Výstupem je geodetická dokumentace kontejnerového překladiště. Přesněji se práce zabývá vytvořením účelové mapy velkého měřítka s prvky objektů vlečky, železniční dráhy sloužící pro vlastní potřebu provozovatele, a prvky polohopisu a výškopisu zaměřovaného v nejbližším okolí kolejiště.

Geodetická dokumentace je zprostředkována formou protokolů o výpočtu, seznamů souřadnic a výkresu účelové mapy v měřítku 1:1500, se všemi náležitostmi, jež má výkres obsahovat a vyhotovenou legendou použitých bodových prvků a typů čar. Součástí dokumentace je také seznam zaměřených výhybek s jejich specifikacemi a výkres měřické sítě v měřítku 1:2000.

2 Lokalita

Zájmová lokalita se nachází na území Prahy. Jedná se o areál železniční vlečky určené k překládání námořních kontejnerů. Příslušné překladiště zaujímá 0,42 km² plochy. Zaměřovaná železniční síť v areálu představuje 7 kolejí dlouhých 600 metrů, které jsou doplňovány třemi portálovými jeřáby pohybujícími se po 2 kolejnicích. Rozměry zaměřované části areálu jsou 800 metrů v délce a 70 metrů v šířce. Okolí železnice zahrnuje prvky silniční dopravy s místy vyhrazenými na odkládání a manipulaci s kontejnery.



Obrázek 1 – Lokalita měření [23]



Obrázek 2 – Lokalita měření 2

3 Metodika měření a zpracování

Kapitola zahrnuje metodické pokyny neboli pravidla pro zaměřování a vyhotovení výkresu pro tvorbu geodetické dokumentace kontejnerového překladiště.

3.1 Zaměřování objektů železniční dopravní cesty

Těmito pravidly se zabývá dokument a jeho přílohy s názvem SŽ M20/MP006 (Správa železnic, státní organizace, rok vydání 2020/metodický pokyn s číslem 006).

Předpis stanovuje standard pro způsob zaměření objektů železniční dopravní cesty, pro zobrazení zaměřených objektů ve výkresovém souboru a pro stanovení procesu správy a doplňování objektů železniční dopravní cesty do tohoto pokynu [2].

Dokument je dělen do 2 základních částí. Obecné zásady pro způsob zaměřování, ve kterém jsou uvedeny veškeré prvky železniční dopravy a k nim přidána pravidla zaměřování v terénu a jejich názorné fotografie. Část druhá popisuje jejich zakreslování do výkresového souboru s příponou DGN.

3.2 Metodický pokyn pro tvorbu prostorových dat mapy velkého měřítka

Metodický pokyn je tvořen dokumenty a jejich přílohami s názvy SŽ M20/MP005 a SŽ M20/MP010 (Správa železnic, státní organizace, rok vydání 2020/metodický pokyn s číslem 005 a 010).

Tyto pokyny určují standard digitálních prostorových dat pro mapy velkého měřítka především v oblastech formátu předávaných seznamů souřadnic podrobných bodů, knihoven značek, čar, fontů a atributů prvků [3].

Metodické pokyny určují pravidla především pro rozdělení zaměřovaných objektů do jednotlivých kategorií podle prvků účelových map (příkladem kategorií jsou železniční svršek, železniční spodek, či stavby) a jejich rozdělení do jednotlivých číselných

vrstev výkresu, ve kterých se tyto prvky zakreslují. Pokyny také určují smluvené značky pro bodově zaměřované objekty, či knihovnu čar pro objekty liniové.

3.3 Zaměřování prvků polohopisu a výškopisu

Polohopis je obraz předmětů šetření a měření na mapě, ukazující jejich polohu, rozměr a tvar, bez závislosti na terénním reliéfu. Je to soubor zobrazených bodů, čar a mapových značek na mapě. Pod pojmem podrobné polohopisné měření se rozumí zaměření podrobných polohových bodů, které se zobrazují v mapě samostatně [24].

Výškopis je obraz terénního reliéfu v mapě, charakterizuje terén nejčastěji pomocí vrstevnic, kótovaných bodů, šrafováním, stínováním, či hypsometrií. Výškopisné prvky jsou doplňující informací pro polohopisné prvky mapy a dodávají jim třetí (prostorový) rozměr.

Pravidla pro zobrazování prvků polohopisu a výškopisu lze převzít z technických norem ČSN 01 3410 Mapy velkých měřítek - Základní a účelové mapy [25] a ČSN 01 3411 Mapy velkých měřítek - Kreslení a značky [26].

Zaměřování předmětů polohopisu a výškopisu bylo provedeno prostorovou polární metodou realizovanou z volných stanovisek. Výškopis je v mapě vyobrazen pomocí kótovaných bodů.

4 Měřická síť

Areál, ve kterém bylo prováděno zaměřování skutečného stavu vlečky kontejnerové překladiště a jejího okolí se rozpíná do celkové délky přes 800 metrů a šířky 70 metrů. Při zaměřování se po kolejích pohybovaly nákladní vlaky. Z tohoto důvodu bylo zapotřebí vybudovat vhodně rozmístěné body poměrně rozsáhlé měřické sítě.

Měřická síť měla sloužit pro měření polohopisných a výškopisných prvků, a také pro zaměřování objektů železniční dopravní cesty, jako jsou například osy kolejí, výhybky, návěstidla a další zařízení kolejiště.

4.1 Zhuštění a vytvoření kompletní měřické sítě

První den měření byla provedena rekognoskace překladiště a nalezení veškerých dochovaných bodů z dřívějších geodetických prací, jež v tomto areálu probíhaly.

Jako podklad pro vyhledávání bodů měřické sítě sloužila převzatá ortofoto mapa s jejich orientačně vyznačenou polohou. Po rekognoskaci překladiště bylo nalezeno 10 z celkového dřívějšího počtu 11 bodů o známých souřadnicích XYZ, které byly stabilizovány měřickými geodetickými hřeby s kovovou podložkou.

Body stávající měřické sítě byly očíslovány jako 20xx, kde xx je číslo bodu. Dochované body byly také označeny příslušnými čísly pomocí značkovacího fluorescenčního spreje (obr. 3).



Obrázek 3 – Stabilizace bodů stávající měřické sítě

Rozmístění bodů stávající sítě bylo z pohledu kladného směru staničení kolejí především na jejich levé straně. Bylo třeba provést zhuštění měřické sítě na pravé straně z pohledu kladného směru staničení kolejí o body nové, a to především na počátku a konci zaměřované lokality.

Nové body byly označovány čísly 30xx, kde xx je příslušné číslo bodu. Body byly stabilizovány různými způsoby (tab. 1). Bod s číslem 2001 je doplňkový bod, který byl stabilizován na místě nedochovaného bodu stávající sítě s identickým číslem.

Tabulka 1 – Stabilizace nových bodů měřické sítě

Číslo bodu	Způsob stabilizace	Místo stabilizace
2001	geodetický hřeb	beton
3001	odrazný štítek	příhradový stožár
3002	odrazný štítek	příhradový stožár
3003	odrazný štítek	příhradový stožár
3004	odrazný štítek	lampa
3005	odrazný štítek	okenní rám
3006	roxor s křížkem	terén
3007	roxor s křížkem	terén
3008	geodetický hřeb	asfalt

Z důvodu nemožné realizace dostatečného upevnění některých bodů pomocí standardních geodetických metod byly body s čísly 3006 a 3007 stabilizovány s použitím ocelových roxorů dlouhých 1,5 metru, které byly zatlučeny do terénu jen s mírným přesahem a opevněny kameny pro zvýšení stability okolní zeminy. Na hlavičku roxorů byl vyřezán křížek pro přesné určení polohy bodu (obr. 2).



Obrázek 4 – Stabilizace bodu 3007 pomocí roxorů

Pro účely zaměřování oplocení a betonových podstavců sloužících k odkládání kontejnerů byla kvůli nepřístupnosti základní měřické sítě, vytvořena měřická síť pomocná označena čísly 400x. Pomocná síť obsahuje 4 body stabilizované na betonových podstavcích pomocí nastřelovacích geodetických hřebů.



Obrázek 5 – Zaměřovaný prostor za přepravními kontejnery

4.2 Zaměření měřické sítě

Zaměření sítě lze rozdělit do dvou kroků. Prvním krokem bylo ověření správnosti očíslování stávajících bodů spojené s jejich kontrolním zaměřením pomocí aparatury GNSS. Druhou, rozsáhlejší částí tvorby měřické sítě, bylo zaměření devíti nových zhušťovacích bodů sítě.

4.2.1 Kontrolní zaměření bodů stávající sítě

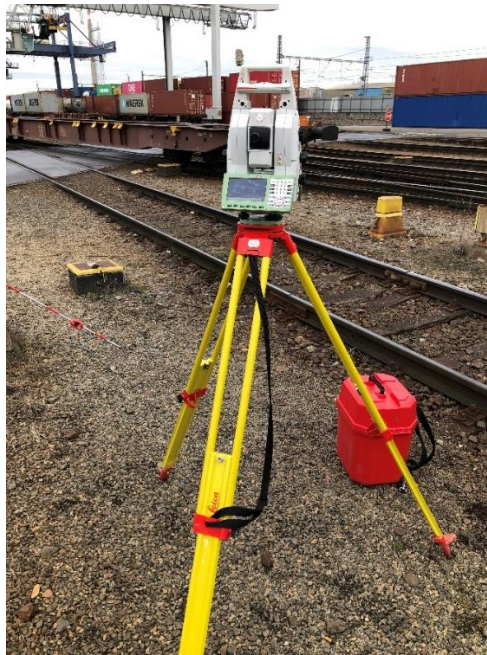
Kontrola stávajících bodů sítě byla provedena pomocí GNSS systému Trimble R12i. Měřeno bylo metodou Real-Time Kinematic positioning (RTK) s dobou měření 10 sekund a připojením do sítě CZEPOS. RTK je metoda zajišťující pomocí sítě trvalých referenčních stanic přenos přijímaných korekcí a určující okamžitou polohu přijímače s přesností do jednotek centimetrů.

Kontrolní zaměření metodou GNSS-RTK se vůči převzatým souřadnicím lišilo o konstantní hodnoty pohybujících se okolo 4 cm v poloze a 1 cm ve výšce u všech zaměřovaných bodů. Kontrolně zaměřované body byly 2005, 2006, 2010 a 2011. Tyto odchylky se dají přisoudit přesnosti GNSS přijímače, konfiguraci a počtu viditelných družic při měření.

Dále byly původní souřadnice brány jako správné a vstupují do měření a následného vyrovnání.

4.2.2 Zaměření nových bodů sítě

Zaměřování sítě nových bodů probíhalo tentýž den, kdy došlo k jejich stabilizaci. K měření sítě byla použita totální stanice Leica NOVA TS60, Leica stativ, a Leica mini-hranol s mini-výtyčkou a hrotem.



Obrázek 6 – Totální stanice Leica NOVA TS60 s mini-hranolem

Měření bylo provedeno z 6 volných stanovišek s číslováním 990x (kde x je číslo stanoviška). Z jednotlivých stanovišek bylo vždy měřeno na viditelné body měřické sítě (viz výkres MS – el. příloha 14). Měření bodů stabilizovaných pomocí hřebů bylo realizováno cílením na Leica mini-hranol s výškou 0,4, 1,0, nebo 1,3 metru umístěném na určovaném bodě. Body se stabilizací pomocí odrazných štítků byly měřeny napřímo.

Na každém stanovisku byl na body měřen vodorovný směr, šikmá délka a zenitový úhel. Měřeno na každý bod bylo vždy ve 2 polohách a 3 skupinách.

Z daného měření byla vytvořena volná síť s celkovým počtem 36 záměr pro vodorovné směry, zenitové úhly a šikmé délky.

Body pomocné měřické sítě byly zaměřeny pouze ve dvou polohách a jedné skupině pomocí prostorové polární metody a z důvodu využití pouze pro účely zaměřování betonových podstavců a oplocení areálu nebyly tyto body zahrnuty do vyrovnání měřické sítě. Seznam souřadnic viz příloha 3.

5 Vyrovnání měřické sítě

Naměřených dat pro určení souřadnic měřické sítě bylo celkových 108 hodnot (vodorovné směry, zenitové úhly a šikmé délky měřené ve dvou polohách dalekohledu). Při zpracování naměřených dat byl dalším krokem výpočet souřadnic všech bodů sítě pomocí vyrovnání volné prostorové sítě metodou nejmenších čtverců (MNC - vyrovnání měření zprostředkujících s podmínkami).

5.1 Zpracování naměřených dat

Naměřená data byla exportována z totální stanice a nahrána do programu GROMA jako zápisník měření typem MAPA2, formátem Standard. Měřítka byla ponechána na základní hodnotě 1. Tato hodnota byla ponechána, jelikož výstupem práce je mapa sloužící pro potřeby objednavatele, ve které je nutno nezkruslovat délky. Mapa nebude také nijak napojována na státní mapové dílo, či mapy jiné a měřítko není zapotřebí pro danou polohu v S-JTSK přesněji počítat.

Zpracována byla v tomto pořadí: měření ve dvou polohách, zprůměrována opakovaná měření na stejné body, redukce převýšení na spojnicí stabilizačních značek. Poslední zmiňovaná redukce převýšení pozměnila ve výsledném zpracovaném zápisníku zenitové úhly a šikmé délky z původních hodnot určených k výšce mini-hranolu nad daným bodem tak, aby byly brány jako spojnice stanoviska a přímé polohy stabilizační značky bodu měřické sítě.

Takto zpracovaná data byla exportována jako zápisník do textového souboru.

5.2 Vyrovnání volné prostorové sítě

Vyrovnání souřadnic měřické sítě bylo dosaženo pomocí iteračního vyrovnání volné prostorové sítě metodou nejmenších čtverců. Vyrovnávaná síť obsahuje celkový počet 108 měřených veličin. Počet určených neznámých souřadnic je pro každý bod sítě X , Y a H , tedy 3. Celkový počet bodů sítě je 19. Počet neznámých je pak 57. Dále pro

každé stanovisko souřadnice X, Y, H a orientační posun. Těchto stanovisek, ze kterých byla síť měřena je 6, pak je těchto neznámých 24. Při sečtení neznámých pro stanoviska a body sítě je celkový počet 81.

Počet nadbytečných měření odpovídá:

$$108 - 81 = 27 \quad (1)$$

Obecný postup vyrovnání volné prostorové sítě je podrobně popsán níže. Všechny uvedené vztahy a vzorce byly převzaty z publikace „Zpracování a analýza měření v inženýrské geodézii“ [4] a návodu pro vyrovnání volné sítě pro předmět Teorie chyb a vyrovnávací počet 1 [5].

Vyrovnáním budou hledány nejspolehlivější hodnoty neznámých, jejich směrodatné odchylky a také vyrovnaná zprostředkující měření a jejich střední chyby [4].

5.2.1 Vyrovnání zprostředkujících měření

Vyrovnání volné prostorové sítě je realizováno pomocí vyrovnání zprostředkujících měření, které pracuje s metodou nejmenších čtverců. Tato metoda stanovuje podmínku, že suma čtverců oprav měření je minimální:

$$v^T \cdot P \cdot v = \min, \quad (2)$$

kde P je váhová matice a v je vektor oprav, který se spočte jako rozdíl vyrovnaných měření $\bar{l}(x^T)$ a hodnot přímo naměřených v terénu l :

$$v = \bar{l}(x^T) - l. \quad (3)$$

l je matice měření s rozměrem $(n, 1)$, kde n je počet měření:

$$l = (\varphi^1 \ \varphi^2 \ \dots \ \varphi^m \ sd^1 \ sd^2 \ \dots \ sd^m \ \zeta^1 \ \zeta^2 \ \dots \ \zeta^m)^T, \quad (4)$$

m představuje počet naměřených vodorovných směrů, šikmých délek a zenitových úhlů.

Neznámými jsou určované souřadnice X, Y, Z všech bodů sítě a orientační posuny op pro stanoviska z nichž byla síť zaměřována:

$$x = (X_1 \ Y_1 \ Z_1 \ \dots \ X_s \ Y_s \ Z_s \ op_1 \ \dots \ op_k)^T, \quad (5)$$

kdy s je počet určovaných bodů sítě a k počet stanovisek v síti.

Každé měření je funkcí neznámých, kdy pro jednotlivé typy měření mají rovnice vztah:

$$\varphi_{ij} = \arctan\left(\frac{Y_j - Y_i}{X_j - X_i}\right) + o_{pi} + o_k, \quad (6)$$

$$sd_{ij} = \sqrt{(X_j - X_i)^2 + (Y_j - Y_i)^2 + (Z_j - Z_i)^2}, \quad (7)$$

$$d_{ij} = \sqrt{(X_j - X_i)^2 + (Y_j - Y_i)^2}, \quad (8)$$

$$\zeta_{ij} = \arccos\left(\frac{Z_j - Z_i}{\sqrt{(X_j - X_i)^2 + (Y_j - Y_i)^2 + (Z_j - Z_i)^2}}\right), \quad (9)$$

kde i značí stanovisko, j značí cíl, o_{pi} orientační posun stanoviska i a o_k je oprava do správného kvadrantu.

Kromě měření je třeba také znát pro výpočet přibližné hodnoty neznámých X_0 . Tyto hodnoty jsou určeny bez vyrovnání, pouze z naměřených hodnot a známých souřadnic.

Předpokladem pro získání jednoduchých rovnic k výpočtu neznámých je lineární tvar rovnic oprav, kde jednotlivé neznámé jsou vzájemně odděleny. Linearizace se provede rozvojem funkčního vztahu (3) v Taylorovu řadu pouze s prvky prvního řádu. Dále je potřeba pro účely výpočtu vyjádřit vyrovnané neznámé:

$$x = x_0 + dx, \quad (10)$$

kde dx je vektor přírůstků přibližných hodnot neznámých. Následně můžeme dosadit do rovnic oprav (3) a provést rozvoj s členy prvního řádu Taylorova polynomu:

$$v = \bar{l}(x^T_0) + \frac{\partial \bar{l}(x)}{\partial x} \Big|_{x=x_0} \cdot dx - l. \quad (11)$$

Zavedeme nové označení l' pro redukovaná měření jako:

$$l' = \bar{l}(x^T_0) - l, \quad (12)$$

a matici A , jako matici derivací:

$$A = \frac{\partial \bar{l}(x)}{\partial x} \Big|_{x=x_0}. \quad (13)$$

Po zavedení nového označení (11), (12) a dosazení do rovnice (10) dostáváme výslednou rovnici oprav v :

$$v = A \cdot dx + l'. \quad (14)$$

Matice derivací A je maticí o celkovém rozměru (n, m) , kde n je počet měření a m počet určovaných neznámých. Matice derivací obsahuje derivace všech měřených veličin podle jednotlivých neznámých. Taková matice derivací bude pak ve tvaru:

$$A = \begin{pmatrix} \frac{\partial \varphi_1}{\partial X_1} & \dots & \frac{\partial \varphi_1}{\partial X_n} & \frac{\partial \varphi_1}{\partial Y_1} & \dots & \frac{\partial \varphi_1}{\partial Y_n} & \frac{\partial \varphi_1}{\partial Z_1} & \dots & \frac{\partial \varphi_1}{\partial Z_n} & \frac{\partial \varphi_1}{\partial \rho_1} & \dots & \frac{\partial \varphi_1}{\partial \rho_k} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial \varphi_m}{\partial X_1} & \dots & \frac{\partial \varphi_m}{\partial X_n} & \frac{\partial \varphi_m}{\partial Y_1} & \dots & \frac{\partial \varphi_m}{\partial Y_n} & \frac{\partial \varphi_m}{\partial Z_1} & \dots & \frac{\partial \varphi_m}{\partial Z_n} & \frac{\partial \varphi_m}{\partial \rho_1} & \dots & \frac{\partial \varphi_m}{\partial \rho_k} \\ \frac{\partial sd_1}{\partial X_1} & \dots & \frac{\partial sd_1}{\partial X_n} & \frac{\partial sd_1}{\partial Y_1} & \dots & \frac{\partial sd_1}{\partial Y_n} & \frac{\partial sd_1}{\partial Z_1} & \dots & \frac{\partial sd_1}{\partial Z_n} & \frac{\partial sd_1}{\partial \rho_1} & \dots & \frac{\partial sd_1}{\partial \rho_k} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial sd_m}{\partial X_1} & \dots & \frac{\partial sd_m}{\partial X_n} & \frac{\partial sd_m}{\partial Y_1} & \dots & \frac{\partial sd_m}{\partial Y_n} & \frac{\partial sd_m}{\partial Z_1} & \dots & \frac{\partial sd_m}{\partial Z_n} & \frac{\partial sd_m}{\partial \rho_1} & \dots & \frac{\partial sd_m}{\partial \rho_k} \\ \frac{\partial \zeta_1}{\partial X_1} & \dots & \frac{\partial \zeta_1}{\partial X_n} & \frac{\partial \zeta_1}{\partial Y_1} & \dots & \frac{\partial \zeta_1}{\partial Y_n} & \frac{\partial \zeta_1}{\partial Z_1} & \dots & \frac{\partial \zeta_1}{\partial Z_n} & \frac{\partial \zeta_1}{\partial \rho_1} & \dots & \frac{\partial \zeta_1}{\partial \rho_k} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial \zeta_m}{\partial X_1} & \dots & \frac{\partial \zeta_m}{\partial X_n} & \frac{\partial \zeta_m}{\partial Y_1} & \dots & \frac{\partial \zeta_m}{\partial Y_n} & \frac{\partial \zeta_m}{\partial Z_1} & \dots & \frac{\partial \zeta_m}{\partial Z_n} & \frac{\partial \zeta_m}{\partial \rho_1} & \dots & \frac{\partial \zeta_m}{\partial \rho_k} \end{pmatrix}, \quad (15)$$

jednotlivé derivace mají tvar:

Pro vodorovné směry φ_{ij}

$$\frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial X_i} = \frac{\Delta Y_{ij}}{d_{ij}^2} \quad \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial X_j} = -\frac{\Delta Y_{ij}}{d_{ij}^2}, \quad (16)$$

$$\frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial Y_i} = -\frac{\Delta X_{ij}}{d_{ij}^2} \quad \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial Y_j} = \frac{\Delta X_{ij}}{d_{ij}^2}, \quad (17)$$

$$\frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial \rho_i} = -1. \quad (18)$$

Pro šikmé délky sd_{ij}

$$\frac{\partial sd_{ij}}{\partial X_i} = -\frac{\Delta X_{ij}}{sd_{ij}} \quad \frac{\partial sd_{ij}}{\partial X_j} = \frac{\Delta X_{ij}}{sd_{ij}}, \quad (19)$$

$$\frac{\partial sd_{ij}}{\partial Y_i} = -\frac{\Delta Y_{ij}}{sd_{ij}} \quad \frac{\partial sd_{ij}}{\partial Y_j} = \frac{\Delta Y_{ij}}{sd_{ij}}, \quad (20)$$

$$\frac{\partial sd_{ij}}{\partial Z_i} = -\frac{\Delta Z_{ij}}{sd_{ij}} \quad \frac{\partial sd_{ij}}{\partial Z_j} = \frac{\Delta Z_{ij}}{sd_{ij}}, \quad (21)$$

Pro zenitové úhly ζ_{ij}

$$\frac{\partial \zeta_{ij}}{\partial X_i} = -\frac{\Delta X_{ij} \Delta Z_{ij}}{d_{ij} s d_{ij}^2} \quad \frac{\partial \zeta_{ij}}{\partial X_j} = \frac{\Delta X_{ij} \Delta Z_{ij}}{d_{ij} s d_{ij}^2}, \quad (22)$$

$$\frac{\partial \zeta_{ij}}{\partial Y_i} = -\frac{\Delta Y_{ij} \Delta Z_{ij}}{d_{ij} s d_{ij}^2} \quad \frac{\partial \zeta_{ij}}{\partial Y_j} = \frac{\Delta Y_{ij} \Delta Z_{ij}}{d_{ij} s d_{ij}^2}, \quad (23)$$

$$\frac{\partial \zeta_{ij}}{\partial Z_i} = \frac{d_{ij}}{s d_{ij}^2} \quad \frac{\partial \zeta_{ij}}{\partial Z_j} = -\frac{d_{ij}}{s d_{ij}^2}. \quad (24)$$

Souřadnicové rozdíly v uvedených vzorcích jsou vždy značeny s indexy i a j , kde index i značí příslušné stanovisko a j příslušný cíl měření. Taktéž je tomu u značení jednotlivých typů délek, tyto délky vycházejí ze vztahů (7) a (8).

Pro výpočet musí být zavedena tzv. matice vah P , tato matice charakterizuje směrodatné odchylky jednotlivých měření. Do vyrovnání vstupují měřené délky a úhly, pro které jsou směrodatné odchylky odlišné a dále mají ve výpočtu jiný vliv na určení výsledných vyrovnaných souřadnic. Váha jednotlivých měření je dána vztahem:

$$p_i = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2}, \quad (25)$$

kde σ_0 je apriorní směrodatná odchylka jednotková, v tomto případě je volena jako $\sigma_0 = 1$ a σ_i je směrodatná odchylka měření.

Následně lze sestavit diagonální váhovou matici P :

$$P = \text{diag} (p_{\varphi_1} \quad p_{\varphi_1} \quad \dots \quad \dots \quad p_{\zeta_m}), \quad (26)$$

Směrodatné odchylky měření byly stanoveny z důvodu nepříznivých měřických podmínek jako méně přesné, než je přesnost přístroje udávaná výrobcem. Pro měření délek byla směrodatná odchylka nastavena na 2 mm, a pro měření úhlů na 5". Dále byly podle hodnot maximálních normovaných oprav, přesahujících kritickou hodnotu, tato měření postupně znehodnocována. Těmto měřením byly přiřazovány větší směrodatné odchylky (pro délky 10 mm a pro úhly 30").

Z důvodu hrubé chyby měření vodorovného úhlu ze stanoviska 9901 na bod 2004 byl tento vodorovný úhel zcela vyloučen z hodnot vstupujících do vyrovnání. Po této úpravě se změnila rovnice pro počet nadbytečných měření (1), na nových:

$$107 - 81 = 26, \quad (27)$$

dáno jako rozdíl počtu měření a určovaných neznámých.

Vzhledem k vyloučení jednoho měření se upraví předchozí vzorce a matice.

5.2.2 Helmertova transformace

Z důvodu vyrovnávání volné prostorové sítě, kde jsou všechny souřadnice považovány za neznámé, není síť umístěna v prostoru. Je proto nutné doplnit dostatečný počet podmínek pro toto umístění. Těchto podmínek je v prostorové (3D) síti potřeba alespoň čtyř.

Umístění do prostoru bude v tomto vyrovnání zprostředkovávat Helmertova transformace. Podmínkou v této variantě řešení je minimalizace posunů bodů použitých pro podmínku tak, aby nedošlo k deformaci sítě.

Díličí podmínkou minimalizace posunů je rovnice:

$$dx^T \cdot dx = \min, \quad (28)$$

tento tvar není pro podmínku výpočtu zcela ideální a síť je nutné na přibližné souřadnice sítě umístit transformací tak, aby se nedeformovala. Pro toto umístění se využije rovnice pro Helmertovu transformaci, která je v základním tvaru popsána jako:

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = q \cdot \begin{pmatrix} t_x \\ t_y \\ t_z \end{pmatrix} \cdot R(\alpha, \beta, \gamma) \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}, \quad (29)$$

kde X, Y, Z jsou souřadnice v soustavě, do které transformujeme, q je měřítko transformace, v případě tohoto vyrovnání je $q = 1$. t_x, t_y, t_z jsou posuny v jednotlivých osách. Souřadnice x, y, z jsou v soustavě, ze které je transformováno a jež jsou známé. R je matice rotace, která zprostředkovává rotační vztahy mezi jednotlivými osami, tedy jejich vzájemné pootočení. Úhly otočení jsou v tomto případě velmi malé a platí, že

hodnoty sinu se přibližně rovnají hodnotám argumentů v radiánech a kosiny těchto úhlu hodnotě 1. Výsledná matice rotace R , má pak tvar:

$$R = \begin{pmatrix} 1 & \gamma & -\beta \\ -\gamma & 1 & \alpha \\ \beta & -\alpha & 1 \end{pmatrix}. \quad (30)$$

Pokud se zapíše rovnice pro souřadnice X, Y, Z jako funkce s parametry transformačního klíče a souřadnic x, y, z :

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = fce \left(\begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \\ \gamma \\ t_x \\ t_y \\ t_z \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} \right), \quad (31)$$

a výslednými rovnicemi pro výpočet jednotlivých transformovaných souřadnic:

$$\begin{matrix} X & t_x \\ Y & t_y \\ Z & t_z \end{matrix} = q \cdot \begin{pmatrix} x & \gamma y & -\beta z \\ -\gamma x & y & \alpha \\ \beta x & -\alpha y & z \end{pmatrix}, \quad (32)$$

následnou úpravou s ohledem na to, že transformované souřadnice jsou prakticky diferenciální, se do výsledného tvaru dostává:

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & -z & y & 1 & 0 & 0 & x \\ z & 0 & -x & 0 & 1 & 0 & y \\ -y & x & 0 & 0 & 0 & 1 & z \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} t_x \\ t_y \\ t_z \\ \alpha \\ \beta \\ \gamma \\ q \end{pmatrix}. \quad (33)$$

Rovnice lze pak zapsat:

$$X = F(x) + h, \quad (34)$$

po následné linearizaci a úpravách se dostává tvar:

$$F^T \cdot dX = 0, \quad (35)$$

tato podmínka se využije při vyrovnání měření zprostředkujících s podmínkami pro neznámé. Přírůstky transformovaných bodů o známých souřadnicích jsou minimální. Zavádí se značení $B^T = F^T$.

Finální matice B^T je pro prostorovou volnou síť volena s uvedením minimalizačních podmínek pro všechny body stávající měřické sítě. Matice B^T má rozměr (r, p) , kde r představuje počet parametrů Helmertovy transformace, tyto parametry jsou pouze 4, jelikož v prostorové síti se neuplatní rotace kolem osy X, Y a měřítko q je známo. p je pak celkový počet souřadnic (75).

$$B^T = \begin{pmatrix} Y_{1,0} & -X_{1,0} & 0 & Y_{2,0} & -X_{2,0} & \dots & Y_{n,0} & -X_{n,0} & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & \dots & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & \dots & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad (36)$$

$Y_{1,0}, X_{1,0}$ až $Y_{n,0}, X_{n,0}$ jsou přibližné souřadnice opěrných bodů. Zbytek matice je na svůj celkový rozměr pro všechny určované body doplněn nulami.

5.2.3 Výsledné rovnice výpočtu

Výpočetní vztah pro přírůstky neznámých dx se vypočte s pomocí soustavy normálních rovnic:

$$\begin{pmatrix} d_x \\ k \end{pmatrix} = - \begin{pmatrix} A^T \cdot P \cdot A & B \\ B^T & 0 \end{pmatrix}^{-1} \cdot \begin{pmatrix} A^T \cdot P \cdot l' \\ b \end{pmatrix}, \quad (37)$$

kde k je vektor korelát, 0 představuje nulovou matici s rozměry doplňujícími matici na příslušný rozměr a b je vektor absolutních členů linearizovaných podmínek neznámých veličin, $b = 0$.

Rovnice pro výpočet vyrovnaných neznámých a rovnice pro výpočet oprav jsou již výše zmiňované ve vztazích (10 a 14).

$$x = x_0 + dx, \quad (38)$$

$$v = A \cdot dx + l'. \quad (39)$$

Směrodatné odchylky vyrovnaných souřadnic jsou dány vzorcem:

$$M_x = \sigma_0^2 \cdot \begin{pmatrix} A^T \cdot P \cdot A & B \\ B^T & 0 \end{pmatrix}^{-1} = \sigma_0^2 \cdot \begin{pmatrix} \bar{Q}_{xx} & \bar{Q}_{kx}^T \\ \bar{Q}_{kx} & \bar{Q}_{kk} \end{pmatrix}, \quad (40)$$

příslušné směrodatné odchylky jsou poté odmocniny z diagonálních prvků části kovarianční matice \bar{Q}_{xx} .

Aposteriorní směrodatná odchylka jednotková:

$$s_0 = \sqrt{\frac{v^T \cdot P \cdot v}{n+r-k}}, \quad (41)$$

kde n je počet měření, r je počet neznámých a k je počet podmínek pro umístění do prostoru.

Vyrovnaní volné sítě je nutné provádět iteračním výpočtem. Tento postup výpočtu spočívá v postupném pokládání vyrovnaných veličin neznámých za přibližné. Iterace se provádí pro přesnější odhad výsledných neznámých.

5.2.4 Použitý program

Pro vyrovnaní souřadnic byl zvolen program GNU Gama verze 1.07. V tomto výpočetním programu se na vstupu volí hodnota pro apriorní směrodatnou odchylku jednotkovou (ve výpočtu = 1) a hladina významnosti pro výpočet ($\alpha=5\%$).

Určují se také směrodatné odchylky pro měřený vodorovný směr, zenitový úhel a šikmou délku. Na vstupu se definují všechna čísla bodů neznámých a pro opěrné body se určí jejich souřadnice (x, y, z).

V neposlední řadě se vypíše jednotlivá stanoviska a z nich měřené vodorovné směry, zenitové úhly a šikmé délky na body sítě.

Při vyrovnavání byly měřeným hodnotám přesahujícím kritickou hodnotu oprav přiřazeny větší směrodatné odchylky měření, toto přiřazení způsobilo jejich menší vliv na určení vyrovnaných souřadnic bodů. Jednalo se o 6 zenitových úhlů a 6 šikmých délek.

5.3 Výsledky

Výsledkem jsou vyrovnané souřadnice 19 bodů měřické sítě, které jsou dále používány pro výpočet souřadnic volných stanovisek, z nichž byly zaměřovány podrobné body při mapování kontejnerového překladiště. Aposteriorní směrodatná odchylka jednotková: $s_0 = 0,90$. Průměrná polohová chyba: $\sigma_p = 2,2$ mm. Seznam souřadnic je uveden v příloze 2.

6 Měření polohopisu a výškopisu okolí kolejiště

Pro vyhotovení účelové mapy kontejnerového překladiště bylo podstatnou součástí zaměření polohopisných a výškopisných prvků lokality. Polohopis zahrnuje zobrazení přírodních a socio-geografických objektů, které se ve výkresu zobrazují jako bodové, liniové, či plošné objekty. Výškopisné prvky jsou v této účelové mapě znázorňovány pomocí kótovaných bodů s jejich příslušnými nadmořskými výškami v systému Balt po vyrovnání (Bpv).

Zaměřování bylo provedeno z volných stanovišek, kde souřadnice příslušného stanoviška byly určeny pomocí metody protínání zpět, s měřením na známé souřadnice vyrovnané měřické sítě kontejnerového překladiště. Volná stanoviška byla vždy určena s pomocí minimálně dvou měřených směrů a délek, pro výpočet protnutí, na body sítě.

Podrobné body byly měřeny totální stanicí Leica TS16. Stanice je vybavena technologií vyhledávání a automatickým sledováním odrazného hranolu. Jako cíl byl použit odrazný 360° hranol společnosti Leica s výtyčkou a dálkovým ovládáním zprostředkovaném pomocí Leica kontroleru. Podrobným bodům byly přiřazovány kódy pro rozlišení prvků zaměřování a následné spojování linií ve výkresu.



Obrázek 7 – Totální stanice Leica TS16, zaměřování výškopisu a polohopisu

6.1 Prvky polohopisu a výškopisu

Zaměřovány byly zejména zpevněné plochy. Tyto plochy byly měřeny jejich obvodem, či rozhraním více různých typů zpevněných ploch. V areálu byly zaměřovány asfaltové, betonové a dlážděné plochy. Jednotlivé objekty byly určovány zaměřováním jejich viditelných lomových bodů.

Rozhraní mezi kolejištěm a okolními komunikacemi, či zpevněnými plochami bylo často rozdělováno betonovými obrubníky. Obrubníky byly měřeny pomocí vnitřního i vnějšího obvodu.

Zaměřované kolejiště obsahovalo také asfaltové železniční přejezdy, zaměřovány byly všemi svými lomovými body, které charakterizují přesný tvar přejezdu.

Dalším častým prvkem v celém území překladiště byly různě velké zpevněné betonové plochy, které nebyly blíže specifikovány ani užívány. Tyto plochy byly měřené obvodem. Zpevněných ploch, které již měli svůj daný účel bylo v lokalitě mnoho, jednalo se například o betonové podstavce, sloužící jako podstavcová plocha pro stání překládových kontejnerů. Betonové kvádry, sloužící jako zarážecí svodidla pro zastavení kamionů a na jejich následnou překládku kontejnerů. Veškeré tyto betonové plochy byly měřeny svým obvodem.

Polohopisné prvky překladiště tvoří také palisády (plot betonového charakteru s velmi malou výškou, sloužící jako ochrana objektů, především k jejich zviditelnění a zdůraznění jejich polohy v terénu alespoň částečnou ochranou). Gabiony (neboli drátokamenné prvky, sloužící jako opěrné, či zárubní stěny), které jsou v lokalitě využity pro přenesení opěrných tlaků, či lepší stabilizaci zeminy v jejím větším sklonu. Tyto prvky byly zaměřovány svým obvodem.

Kontejnerové překladiště je z jedné strany ohraničeno betonovou zdí navazující na plechový plot. Tyto ploty byly zaměřovány pomocí průběžných bodů a následně spojeny do jedné linie vykreslující tyto mapové prvky.

Částí vlečky jsou také budovy dispečinku a garáž pro posunovací lokomotivy společnosti. Budovy byly měřeny lomovými body. Pro tvorbu mapy byly zaměřeny pouze

body blíže kolejišti a naznačen směr obvodu zdiva kolmého k zaměřované stěně, z důvodu nevelkých kladených priorit na tyto prvky pro výsledný podklad účelové mapy.

Přírodním zaměřovaným prvkem lokality byla terénní hrana nacházející se na pravé straně vlečky z pohledu stoupajícího staničení trati. Terénní hrana vyznačuje v mapě výškový rozdíl ploch pohybujících se s hodnotou 1,2 m a s vyznačením sklonu pomocí smluvené značky ve výsledném výkresu.

Prvkem s vysokou prioritou zaměřování byly polohy os kolejnic sloužících pro pohyb portálových jeřábů. Osa kolejnice byla zaměřována každých 15 metrů její délky.



Obrázek 8 – Kolejnice portálových jeřábů

Důležitou součástí polohopisu a výškopisu jsou kanalizační poklopy a vpusti. Zaměřované kanalizační poklopy slouží v areálu především pro podzemní vedení vody, či odpadu. Poklopy byly měřeny bodem v jejich optickém středu a bodem obvodovým, který následně sloužil jako pomocný pro zachování reálného rozměru daného poklopu.

Prvky polohopisu a výškopisu okolí železniční vlečky jsou neopominutelnou součástí pro tvorbu účelové mapy. Tyto prvky zasazují objekty železniční dopravy do, díky nim, lépe představitelného terénu a charakteristiky lokality.

7 Objekty železniční dopravy

Hlavním cílem této bakalářské práce je vytvoření účelové mapy kontejnerového překladiště. V této mapě jsou hlavními zájmovými prvky objekty železniční dopravní cesty. Zaměřování a následné vynášení těchto objektů do zákresu skutečného stavu neboli účelové mapy, se řídí speciálními pravidly a předpisy stanovené správou železnic. Předpisy vydává státní organizace, Správa železniční dopravní cesty, odbor traťového hospodářství.

Objekty železniční dopravní cesty se rozdělují podle datového modelu Správy železnic, který je stanoven předpisem SŽ M20/MP005, do hlavních kategorií: svršek, spodek, stavby, kabelové vedení, potrubní vedení, terén, železniční katastr nemovitostí (ŽKN), pomocný výkres katastru nemovitostí (PV_KN) a body [2].

Železniční svršek je část trati, která plní nosnou a vodící funkci pro jízdu drážního vozidla [9]. Vodící funkcí je myšleno dopravní značení, signalizace, či staničení tratí. Souhrnně mohou být tyto prvky označovány jako návěstidla neboli technické pomůcky k předávání pokynů v železniční dopravě. Nosnou funkce trati zastávají kolejnice, kolejnicové podpory, kolejové lože a další součásti s nimi spojené.

Železniční spodek tvoří tělesa železničního spodku (sokly, rampy, zarážedla, zpevněné plochy), stavby železničního spodku (nástupiště, mosty, podchody), dopravní plochy a komunikace a drobná zařízení železničního spodku.

Kategorie s kabelovým vedením obsahuje veškeré objekty, které jsou kabelové charakteristiky, či potřebují pro svou činnost přívod elektřiny. Kategorie potrubního vedení obsahuje všechny objekty, jež jsou určeny pro dopravu a přepravu kapalin, plynů a sypkých materiálů. Do kategorie spadají také šoupata, poklopy, nebo plynoměry.

Železniční katastr nemovitostí a pomocný výkres pro katastru nemovitostí (KN) slouží ve výkresu pro vykreslení linie drážních, či katastrálních hranic, parcelních čísel, kultur pozemků a jiných označení spadajících do oboru KN.

Pravidla pro zaměřování objektů, které byly obsahem dané práce, budou blíže specifikována v kapitole 7.1, která popisuje objekty mimo koleje a kapitole 7.2, jež se týká zaměřování kolejí, výhybek, jejich typů a způsobů zakreslení.

7.1 Měření objektů železniční dopravní cesty

Objekty železniční dopravy byly zaměřovány totální stanicí Leica MS50 1 R2000, jako cíl byl použit Leica 360° odrazný hranol, nebo byl cíl nastaven na libovolný povrch a bylo měřeno přímo na objekty. Pro zaměřování byla využita volná stanoviska. Určení souřadnic stanovisek bylo provedeno s pomocí protínání zpět. Kdy jako cíle sloužily body vyrovnané základní měřické sítě.

Prvky železniční dopravy byly měřeny dle pokynů přílohy foto-katalogu 2021 Z4 [7] z předpisu „Opatření k zaměřování objektů železniční dopravní cesty“ [6].

7.1.1 Objekty železničního svršku

Základními prvky železničního svršku, který slouží z velké části pro vodící funkci, jsou světelná návěstidla. Světelná návěstidla jsou v areálu vlečky dvojího typu. Návěstidla světelná stožárová a návěstidla trpasličí. Měří se jedním bodem v ose návěstidla na patce.

Námezník. Značka, která stanovuje hranici mezi dvěma kolejemi, přes kterou nesmí přesahovat vozidlo, aby nebyla ohrožena jízda vozidel po sousední koleji [1]. Námezník se měří středem nahoře.



Obrázek 9 – Návěstidlo světelné stožárové, námezník, návěstidlo trpasličí [1]

Konec kolejového obvodu – napájecí či přijímačový. Traťové zabezpečovací zařízení, které slouží k zabezpečení jízdy vlaků mezi výhybkami. Jedná se o kabelový objekt, detekující volnost koleje. Pokud je kolej obsazena vlakem, dochází k úbytku proudu procházejícím tímto přijímačem a dojde k přenosu signálu, že je tento úsek obsazen a pro ostatní vlaky je pak blokován. Měří se střed krabice.

Přestavník, záporník. Přestavník slouží k ústřednímu přestavování výhybek a výkolejek, záporník se vyskytuje pouze u výhybek a danou výhybku zabezpečuje. Bývá součástí stejné krabice spolu s přestavníkem [1]. Měří se střed krabice.

Přechod typů pražců. Značí místo, kde se mění materiál pražce z jednoho typu na druhý. Měří se v ose koleje. V případě předkládané práce se vždy jedná o přechod mezi pražci betonovými a dřevěnými (viz obrázek 11).



Obrázek 10 - konec kolejového obvodu, přestavník + záporník a pražce [1]

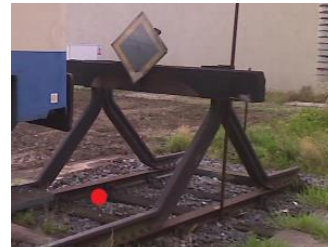
Obrázek 11 – přechod typů pražců

7.1.2 Objekty železničního spodku

Objekty železničního spodku nejčastěji se vyskytujícími v lokalitě železniční vlečky jsou zpevněné plochy betonové. Zaměřují se horním obvodem.

Sokl, patky, betonové podstavce. Tyto objekty slouží zejména jako základy pro ukotvení stožárů, či návěstidel. Měří se v případě, pokud některá z jejich stran přesahuje délku 50 cm.

Kolejnicová zarážedla. Zařízení sloužící k nouzovému zbrzdění, či zastavení vlaku na konci koleje. Měří se v ose koleje, ve výšce temene nepřevýšeného kolejnicového pásu [1].



Obrázek 12 – sokl, kolejnicové zarážedlo [1]

7.1.3 Kabelová vedení

Z kategorie kabelových vedení bylo zaměřováno především velké množství kabelových objektů zabezpečovacích zařízení (ZZ). Tyto zařízení slouží ke kontrole správné polohy odvratných výhybek a výkolejek. Měří se jedním bodem na střed krabičky.

Dalším méně častým prvkem je kabelová skříň, kabelový rozvaděč zabezpečovacího zařízení, kabelový rozvaděč neurčený, vstupní šachta kabelových kanálů, či osvětlovací stožár. Všechny tyto objekty se měří pomocí jednoho bodu v jejich středu.



Obrázek 13 – kabelový objekt ZZ, kabelová skříň [1]

7.1.4 Potrubní vedení

Mezi prvky potrubního vedení spadalo zaměřování objektů šachet kabelových/drátových vedení ZZ, šachet hranatých bez rozlišení a poklopy kanalizace. Měří se pomocí jednoho bodu udávajícího střed.

7.2 Zaměřování kolejí

Zaměřování kolejiště bylo v terénu realizováno s výpomocí geodetické firmy M.Částka, s.r.o a jejich vybavením určeným pro zaměřování kolejí.

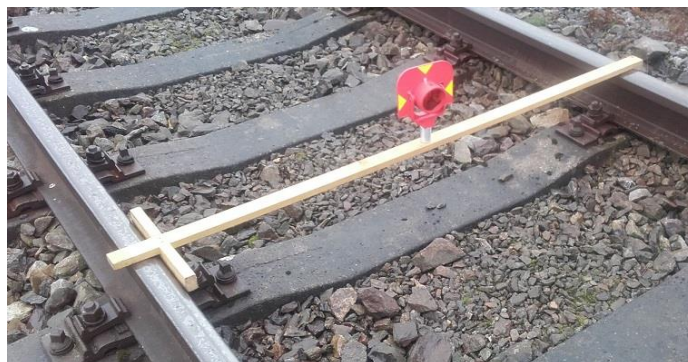
Poloha koleje je do výkresu skutečného stavu zanášena její osou. Přesná poloha osy koleje se určuje podle speciální geodetické pomůcky zvané „rozchodka“. Rozchodka je zařízení určené k měření rozchodu kolejí. Pro účely zaměřování byla použita jednoduchá dřevěná rozchodka, která má svůj počáteční bod stanoven zarážedlem pro

přesné přiložení ke vnitřní hraně kolejnice. Rozchodka dále obsahuje dva pevně ukotvené mini-hranoly nacházející se v úrovni vnitřní hranice koleje na pojízdné hraně, ve výšce temena hlavy kolejnice a v ose koleje. Vzdálenost těchto dvou hranolů je známa.

Rozchod kolejí, který vyjadřuje vzdálenost mezi vnitřními hranami kolejnic (obrázek 14), je pro území České republiky stanoven na neměnnou hodnotu 1435 mm. Díky tomuto údaji lze poté polohově určit osu koleje, vzdálenou o polovinu hodnoty rozchodu koleje, pouze s využitím této jednoduché geodetické pomůcky.



Obrázek 14 – Rozchod koleje

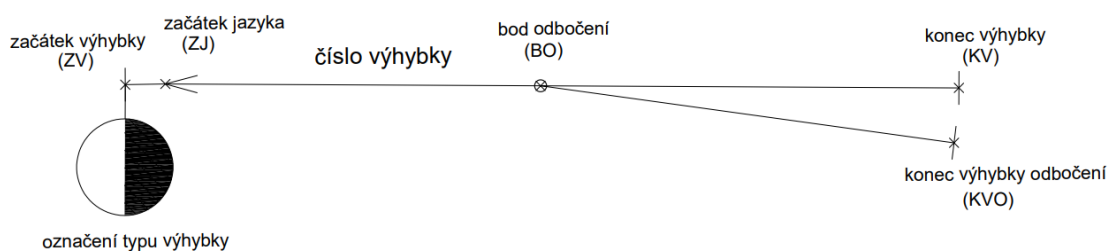


Obrázek 15 – Rozchodka [10]

Maximální vzdálenost měřených bodů v ose koleje: v přímé, oblouku a přechodnici o poloměru $R > 500$ m musí být do 25 m. V oblouku a přechodnici $190 \text{ m} \leq R \leq 500$ m cca 12,5 m. V oblouku a přechodnici o $R < 190$ m musí být do 10 m. Pro dílčí oblouky a přechodnice nutno měřit minimálně tři body v ose koleje [10].

7.2.1 Zaměřování výhybek

Pro zaměřování os výhybek platí stejná pravidla, jako pro zaměřování os kolejí. Dále mají výhybky určená místa pro měření. Měří se: v místě nejbližšího svaru/styku před hrotem jazyka (ZV), začátek hrotu jazyka (ZJ), body ve větvích výhybky (obvykle minimálně 2 v každé větvi) a v místě svaru/styku za srdcovkou v obou větvích (KV, KVO) [10].



Obrázek 16 – Části výhybky

Izolovaný styk je konstrukční prvek železničních drah, který spojuje jednotlivé kolejnice pomocí svařování, či šroubovanými spoji. Jeho poloha se měří pomocí rozchodky v ose koleje.

8 Účelová železniční mapa velkého měřítká

Výkres účelové mapy velkého měřítká je zpracován dle pokynů z předpisu SŽ M20/MP005 - Metodický pokyn pro tvorbu prostorových dat pro mapy velkého měřítká [8], a CPS mapování – zpracování výkresu [11].

Účelová mapa se dělí na zaměřené prvky polohopisu a výškopisu v okolí železniční vlečky a na polohové určení os kolejí s objekty železniční dopravy. Prvky železnice byly zaměřovány na začátku a konci zájmové lokality, kde jsou všechny příslušné výhybky a rozvětvení do celkových 7 kolejí. Střední část lokality, jejíž délka se pohybuje okolo 500 metrů, obsahující pouze kolejiště, nebyla z důvodu špatné přístupnosti zaměřována, tato část byla pro účely vyhotovení kompletního výkresu areálu převzata z dřívější geodetické dokumentace. Přesnost napojení se pohybuje okolo 10 cm, taková přesnost je pro požadavky práce v povolených mezích. Kontrola přesnosti napojení byla provedena na 6 bodech určující osy kolejí.

Výkres byl doplněn o pole souřadnicových křížků, směrovku systému S-JTSK, popisové pole s informacemi o výkresu, legendou zobrazených bodových znaků a typy linií s příslušným popisem.

Pro vytvoření plnohodnotného výkresu je třeba se řídit dle daného rozdělení jednotlivých prvků do příslušně očíslovaných vrstev. Tyto vrstvy jsou rozděleny podle kategorií zaměřovaných objektů (viz tabulka 2).

Tabulka 2 – Rozdělení vrstev dle kategorií

Kategorie	Číslo vrstev
Svršek	1 - 11
Spodek	12 - 22
Stavby	23 - 24
Kabelové vedení	25 - 36
Potrubní vedení	37 - 47
Terén	48 - 51
ŽKN	53 a 55
PV_KN	52 - 59
Body	60 - 63

Pro výkres také platí: Značky a zkratky se ve výkrese orientují (není-li vyznačeno jinak) rovnoběžně s osou koleje, staničení kolmo k ose koleje směrem stoupajícího kilometrování tak, že jsou čitelné (vzpřímené) při poloze mapy, při níž stoupá staničení trati zleva doprava. Není-li možno ze závažných důvodů tuto zásadu dodržet, přizpůsobí se natočení značky či umístění zkratky nebo popisu kresbě [6].

Zákres všech návěstidel a železničních zařízení je natočen podle směru jízdy, pro které tyto značení platí. Popisy jednotlivých ploch a objektů se zakreslují do stejné vrstvy jako popisovaný objekt.

8.1 Prvky objektů železniční dopravy

8.1.1 Kolejiště

Osa vlečkové koleje se kreslí pomocí šrafované čáry. Výhybky a všechny náležitosti s nimi spojené se vykreslují typem plné čáry.

Areál vlečky obsahuje široké spektrum různých typů výhybek. Pravá (levá) výhybka odbočující vpravo (vlevo) od přímého směru, nebo od oblouku většího poloměru. Vyznačí se vyplněním pravé (levé) poloviny kroužku u jednoduchých výhybek nebo dolní (horní) poloviny kroužku u oboustranných a obloukových výhybek - při pohledu na mapu tak, aby kilometráž stoupala zleva doprava. Vyplnění poloviny kroužku se provádí inverzní barvou vůči barvě pozadí (bílá - černá, černá - bílá).

Půlený kroužek se kreslí na začátku výhybky, a to na té straně kolejí, kde je umístěn výměník (bakule, či závaží pro přehazování výhybky). U křižovatkových výhybek se kreslí úhlopříčně dělený obdélník ve středu výhybky, a to na té straně koleje, kde je ve skutečnosti výměník umístěn. Číslo výhybky se píše mezi kroužek a bod odbočení, u křižovatkových výhybek se píše vpravo nebo vlevo od obdélníku. Číslo musí být čitelné ve směru stoupajícího staničení zleva doprava [6]. Směr odbočení výhybky se určuje z pohledu proti hrotu jazyka.

	výhybka celá, křižovatková
	výhybka pravá
	výhybka levá
	výhybka oblouková pravá
	výhybka oblouková levá
	výhybka symetrická

Obrázek 17 – Seznam typů výhybek

Seznam jednotlivých čísel výhybek vykreslených v účelové mapě, jejich názvy a přesnější specifikace, vysvětlivky jednotlivých zkratk a značení jsou uvedeny v příloze „Seznam výhybek“ (příloha č. 4), či (el. příloha č. 12).

Staničení trati se do výkresu zakresluje popisem zelené barvy po celých kilometrech, či celých stovkách metrů. Staničení se může také zakreslit průmětem smluveného znaku návěstidla označujícího místo na trati. Stoupá od smluveného počátku daného provozovatelem.

Pro světelná návěstidla je také do výkresu psáno jejich popisné označení daného semaforu a příslušný počet světel. Píše se zkratka „Se“ a podrobné číslo semaforu. Ve výsledné podobě příkladově jako „Se119“. Počet světel se zapisuje příslušným počtem písmen „A“. Tedy pro 2 světla je popisným atributem „A A“.

Číslijí se také výhybky a koleje. Tato čísla jsou předem známa ze seznamů provozovatele vlečky. Číslování je uvedeno ve výkresu kontejnerového překladiště.

8.2 Prvky polohopisu a výškopisu

Také prvky polohopisu a výškopisu mají své určené číslo vrstvy, které se musí pro výkres zachovávat. Pro některé zobrazované zpevněné plochy jsou přidány do výkresu popisné atributy pro větší přehlednost výkresu. Polohopisné a výškopisné prvky jsou podle jednotlivých typů také rozlišeny barevně.

Využité vrstvy:

Tabulka 3 – Použité výkresové vrstvy

Vrstva	Popis
1	Osa koleje a její popis
2	Výhybky
3	Součásti železničního svršku
4	Přejezd, kolejové lože
6	Návěstidla
7	Návěstidla označující místo na trati
12	Sokly, patky, rampy
13	Opěrné zdi, příkopy
15	Zarážedla
16	Zpevněné plochy a upravené svahy
17	Ploty, zdi, zábradlí, svodidla, vchody
21	Zařízení pro provoz, údržbu a opravy dráhy
23	Stavby
25	Silová zařízení a vedení nadzemní
27	Zabezpečovací vedení nadzemní
28	Zabezpečovací vedení podzemní
43	Kanalizace nadzemní
47	Potrubní vedení a zařízení bez rozlišení
49	Terénní hrany a čáry
53	Hraniční znaky
55	Hranice traťových úseků
60	Podrobné body
61	Výšky bodů
62	Kódy bodů
63	Speciální body

9 Použité přístroje a vybavení

Vybavení pro účely měření bylo zapůjčeno společností: Geodetická kancelář Nedoma a Řezník, s.r.o. Bylo vypůjčena GNSS aparatura Trimble R12i, totální stanice Leica NOVA TS60, totální stanice Leica TS16, odrazný mini-hranol, odrazný hranol kulatý, odrazný 360° hranol, stativ od výrobce Leica a výtýčka s dálkovým kontrolerem Leica.

Pro zaměřování kolejiště bylo použito vybavení společnosti M.Částka, s.r.o. Totální stanice Leica MS50 1 R2000 a rozchodka s odraznými mini-hranoly.

9.1 Přístroje

9.1.1 GNSS aparatura Trimble R12i

Pro kontrolní zaměřování stávající měřické sítě byla použita GNSS aparatura Trimble R12i. Jedná se o moderní určování polohy vyhodnocováním konstelace satelitů s technologií kompenzace náklonu.



Obrázek 18 – GNSS aparatura Trimble R12i [12]

Technické parametry [19]

RTK měření

Horizontální přesnost:

8 mm + 1 ppm RMS

Vertikální přesnost:

15 mm + 1 ppm RMS

9.1.2 Totální stanice Leica NOVA TS60

Tento přístroj byl použit pro zaměřování měřické sítě. Jedná se vysoce přesnou robotickou totální stanicí společnosti Leica. Totální stanice je vybavena samo-vyhledávacím systémem a auto-docilováním na odrazný hranol.



Obrázek 19 – Totální stanice Leica NOVA TS60 [13]

Technické parametry přístroje [14]

Přesnost měření úhlů:		0,5" (0,15 mgon)
Přesnost měření vzdáleností:	hranol	0,6 mm + 1 ppm
	Libovolný povrch	2 mm + 2 ppm

9.1.3 Totální stanice Leica TS16

Totální stanice byla využita pro měření polohopisných a výškopisných prvků. Jedná se o robotickou totální one-man stanicí společnosti Leica s funkcí Dynamic-Lock umožňující automatické sledování pohybujícího se odrazného hranolu.



Obrázek 20 – Totální stanice Lieca TS16 [15]

Technické parametry přístroje [16]

Přesnost měření úhlů:		1" (0,3 mgon)
Přesnost měření vzdáleností:	hranol	1 mm + 1,5 ppm
	Libovolný povrch	2 mm + 2 ppm

9.1.4 Totální stanice Leica MS50 1 R2000

Přístroj byl využit k zaměření kolejí a prvků železniční dopravy. Jedná se přesnou robotickou totální stanicí vyrobenou společností Leica.



Obrázek 21 – Totální stanice Leica MS50 1 R2000 [17]

Technické parametry přístroje [18]

Přesnost měření úhlů:		1" (0,3 mgon)
Přesnost měření vzdáleností:	hranol	1 mm + 1,5 ppm
	Libovolný povrch	2 mm + 2 ppm

9.2 Vybavení

9.2.1 Stativ

Použité přístroje byly stabilizovány pomocí těžkých dřevěných stativů GST120-9 společnosti Leica.



Obrázek 22 – Leica stativ GST120-9 [20]

9.2.2 Leica odrazné hranoly

Při měření byly pro cílení využity následující typy hranolů: Leica GRZ4 360° odrazný hranol, Leica GPR1 kulatý hranol a Leica GMP111 mini-hranol.



Obrázek 23 – Leica GRZ4 360° hranol, Leica GPR1 kulatý hranol, Leica GMP111 mini-hranol

9.2.3 Rozchodka

Rozchodka je jednoduchá geodetická pomůcka určená k zaměřování a určení přesné polohy osy koleje, na základě známého rozchodu kolejnic. Rozchodka viz obrázek 15 – kapitola 7.2 Zaměřování kolejí.

10 Zpracování

Zpracování naměřených surových dat by se neobešlo bez pomocných geodetických programů. Takové programy slouží pro zpracování měření, potřebné výpočty, editaci a výkresové práce.

10.1 Programy

10.1.1 Groma

Groma je geodetický systém pracující v prostředí MS Windows. Systém je určen ke komplexnímu zpracování geodetických dat od surových údajů přenesených z totální stanice až po výsledné seznamy souřadnic, výpočetní protokoly a kontrolní kresbu [22].

Pro účely bakalářské práce byl program použit ke zpracování naměřených hodnot ve 2 polohách, více skupinách a dalším potřebným výpočtům k jejich následnému vyrovnání.

10.1.2 Kokeš

Geodetický program Kokeš je produktem společnosti Gepro, s.r.o., a je orientován pro obor geodézie. Systém Kokeš zahrnuje editaci geografických dat uložených ve výkresech, či rastrových podkladech.

Kokeš byl pro účely práce použit pro načtení seznamů souřadnic a jejich transformaci do podoby podporované softwarem AutoCAD.

10.1.3 GNU Gama

GNU Gama je výpočetní programu věnovaný vyrovnání geodetických volných sítí. GNU Gama je napsána v jazyce C++ a podporuje pouze vyrovnání v lokální kartézské soustavě [21]. Pomocí GNU Gama byly vyrovnávány naměřené hodnoty délek, úhlů a

následně také souřadnice bodů měřické sítě. Program GNU Gama vystavuje také protokoly o vyrovnání.

10.1.4 AutoCAD 2021

AutoCAD je software pro 2D i 3D projektování, modelování, či konstruování vyvinutý firmou Autodesk. Formátem výkresů AutoCADu je souborový formát DWG, popřípadě DXF.

Pro výkres kontejnerového překladiště byla použita verze AutoCAD 2021, do kterého byly importovány podrobné body polohopisu, výškopisu a prvků železniční dopravy spolu s osami kolejí.

10.2 Využití výsledků

Předkládaná práce s výsledným výkresem účelové mapy kontejnerového překladiště slouží jako podklad pro pozdější projektové práce v dané lokalitě. V areálu bude probíhat výstavba nových kolejnic pro portálové jeřáby. Tato renovace bude probíhat z důvodu propadů podkladní zeminy pod kolejnicemi starých drah. Účelová mapa bude sloužit jako podklad pro volbu nové polohy kolejnicových drah a polohové zasazení do S-JTSK.

Pro následné geodetické práce v terénu při realizaci nové výstavby bude také možno využití vyrovnaných souřadnic měřické sítě.

11 Závěr

Výstupem předkládané bakalářské práce je geodetická dokumentace kontejnerové překladiště. Tento výsledek je prezentován formou výkresu areálu obsahujícího prvky železniční dopravy a kolejiště doplněné o prvky polohopisu a výškopisu.

Pro vyhotovení cílů práce byla provedena rekognoskace areálu železniční vlečky, doplnění jejího bodového pole o nové, v terénu pevně stabilizované body, jež následně tvořily se stávajícím bodovým polem výslednou měřickou síť pro zájmovou lokalitu. Body měřické sítě byly proměřeny z volných stanovisek a měření bylo vyrovnáno pomocí metody nejmenších čtverců, jako volná prostorová síť.

Zaměřování podrobných bodů kontejnerového překladiště bylo realizováno prostorovou polární metodou z volných přechodných stanovisek, k jejichž určení souřadnic bylo využito měření na body měřické sítě. Pro účely měření byly využity nejmodernější robotické totální stanice a potřebné vybavení od společnosti Leica a GNSS aparatura společnosti Trimble.

K výpočtům byly využity geodetické programy sloužící jako pomůcka při zpracovávání naměřených dat z terénu a konstrukční programy pro vytvoření požadovaného cíle práce. Při vytváření dokumentace kontejnerového překladiště byly dodržovány předpisy a metodiky z oblasti železniční správy spadajících pro oblast geodézie.

Předkládaná práce může dále sloužit jako podklad pro budoucí projekty realizované v lokalitě, i spolu s možným využitím měřické sítě. Předkládaný výkres může také sloužit jako aktualizace skutečného stavu železniční vlečky a jejího okolí pro potřeby provozovatele.

Cílem práce bylo vyhotovení dokumentace zadaného tématu. Tento cíl byl dle požadavků splněn a spolu s dalšími přílohami týkajícími se dokumentace a prací k výsledku vedoucími je geodetická dokumentace kontejnerového překladiště vyhotovena.

12 Seznam literatury

- [1] Fotokatalog geodetické dokumentace. *Správa železnic, státní organizace - Centrum telematiky a diagnostiky* [online]. [cit. 2022-04-06]. Dostupné z: https://www.tudc.cz/index.php/dokumenty/geo_doc/.
- [2] SŽ M20/MP006 - Opatření k zaměřování objektů železniční dopravní cesty: SZ_M20_MP006_sezm4_20210901. *Správa železnic* [online]. [cit. 2022-04-06]. Dostupné z: <https://www.spravazeleznice.cz/szg/dokumenty-ke-stazeni/externi>.
- [3] SŽ M20/MP005 - Metodický pokyn pro tvorbu prostorových dat pro mapy velkého měřítko: SZ_M20_MP005_sezm5_20210901. *Správa železnic* [online]. [cit. 2022-04-06]. Dostupné z: <https://www.spravazeleznice.cz/szg/dokumenty-ke-stazeni/externi>.
- [4] HAMPACHER, Miroslav – ŠTRONER, Martin. *Zpracování a analýza měření v inženýrské geodézii*. České vysoké učení technické v Praze: Česká technika – nakladatelství ČVUT (CTU), 2011, 312 s. ISBN 978-80-01-04900-6.
- [5] ŠTRONER, Martin. *155TCV1 - Cvičení č. 10: Vyrovnání volné sítě*. Fakulta stavební ČVUT v Praze, 2019.
- [6] SŽ M20/MP006 - Opatření k zaměřování objektů železniční dopravní cesty: ObecneZasady2021_Z4. *Správa železnic* [online]. [cit. 2022-04-06]. Dostupné z: <https://www.spravazeleznice.cz/szg/dokumenty-ke-stazeni/externi>.
- [7] SŽ M20/MP006 - Opatření k zaměřování objektů železniční dopravní cesty: Fotokatalog2021_Z4. *Správa železnic* [online]. [cit. 2022-04-06]. Dostupné z: <https://www.spravazeleznice.cz/szg/dokumenty-ke-stazeni/externi>.
- [8] SŽ M20/MP005 - Metodický pokyn pro tvorbu prostorových dat pro mapy velkého měřítko: Sprava_Zeleznic_DM2021_Z5. *Správa železnic* [online]. [cit. 2022-04-06]. Dostupné z: <https://www.spravazeleznice.cz/szg/dokumenty-ke-stazeni/externi>.
- [9] PLÁŠEK, Otto. *Úvod do železničních staveb*. Vysoké učení technické v Brně, fakulta stavební [online]. Ústav železničních konstrukcí a staveb [cit. 2022-04-06]. Dostupné z: https://www.fce.vutbr.cz/zcl/plasek.o/studium/5_zeleznice_uvod.pdf.
- [10] HRABCOVÁ, Hana. *CPS_mapování: Měření v terénu*. Správa železnic, 2021.

- [11] HRABCOVÁ, Hana. *CPS_mapování: zpracování výkresu*. Správa železnic, 2021.
- [12] *Geocom - Trimble R12i: GNSS* [online]. [cit. 2022-04-06]. Dostupné z: <https://www.geocom.cl/products/trimble-r12i-gnss>.
- [13] *Gefos - Leica TS60: Totální stanice* [online]. [cit. 2022-04-06]. Dostupné z: <https://www.gefos-leica.cz/o-produktech/geodeticke-pristroje/totalni-stanice/ts60>.
- [14] *Gefos - Leica Nova TS60: Technické specifikace*. Gefos [online]. [cit. 2022-04-06]. Dostupné z: <https://www.gefos-leica.cz/data/original/totalni-stanice/leica-nova-ts60-ds-933426-0220-cs-lr.pdf>.
- [15] *Gefos - Leica TS16: Totální stanice* [online]. [cit. 2022-04-06]. Dostupné z: <https://www.gefos-leica.cz/o-produktech/geodeticke-pristroje/totalni-stanice/ts16>.
- [16] *Gefos - Leica TS16: Technické specifikace*. Gefos [online]. [cit. 2022-04-06]. Dostupné z: <https://www.gefos-leica.cz/data/original/totalni-stanice/leica-ts16-ds-939072-1120-cs-lr.pdf>.
- [17] *Geoprema - Leica MS50 1" R2000: Multistanice* [online]. [cit. 2022-04-06]. Dostupné z: https://geoprema.com/products/used-equipment/used_total_stations/leica-ms50-1-r2000/.
- [18] *Gefos - Leica Nova MS50: Technické specifikace*. Gefos [online]. [cit. 2022-04-06]. Dostupné z: https://www.gefos-leica.cz/ftp/Totalni_stanice/NOVA/Leica_Nova_MS50_letak_CZ.pdf.
- [19] *Trimble R12i: GNSS systém - technický popis*. Trimble [online]. [cit. 2022-04-06]. Dostupné z: <https://www.r12i.trimble.com/r12i/img/Datasheet%20-%20Trimble%20R12i%20GNSS%20Receiver%20-%20Czech%20-%20Screen.pdf>.
- [20] *Gefos - Leica GST120-9: těžký dřevěný stativ se šrouby* [online]. [cit. 2022-04-06]. Dostupné z: https://www.gefos-leica.cz/e-shop/prislusenstvi-geodeticke/stativy/leica-gst120-9-tezky-dreveny-stativ-se-srouby-bukove-drevo___667301.
- [21] *GNU Gama* [online]. ČVUT [cit. 2022-04-06]. Dostupné z: https://geo.fsv.cvut.cz/gwiki/GNU_Gama.
- [22] *Groma - Geodetický software* [online]. [cit. 2022-04-06]. Dostupné z: <https://www.groma.cz/cz/>.

- [23] *Mapy.cz* [online]. [cit. 2022-04-06]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni>.
- [24] PROCHÁZKA, Jaromír. *Podrobné polohopisné měření: SYLABUS 7. a 8. PŘEDNÁŠKY Z GEODÉZIE 2*. Fakulta stavební ČVUT v Praze, 2019.
- [25] ČSN 01 3410 (013410): *Mapy velkých měřítek - Základní a účelové mapy*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [26] ČSN 01 3411: *Mapy velkých měřítek. Kreslení a značky*. Český normalizační institut, Praha, 1991.

13 Seznam tabulek

Tabulka 1 – Stabilizace nových bodů měřické sítě	14
Tabulka 2 – Rozdělení vrstev dle kategorií	36
Tabulka 3 – Použité výkresové vrstvy	39

14 Seznam obrázků

Obrázek 1 – Lokalita měření [23].....	10
Obrázek 2 – Lokalita měření 2	10
Obrázek 3 – Stabilizace bodů stávající měřické sítě	14
Obrázek 4 – Stabilizace bodu 3007 pomocí roxoru	15
Obrázek 5 – Zaměřovaný prostor za přepravními kontejnery.....	15
Obrázek 6 – Totální stanice Leica NOVA TS60 s mini-hranolem.....	17
Obrázek 7 – Totální stanice Leica TS16, zaměřování výškopisu a polohopisu	27
Obrázek 8 – Kolejnice portálových jeřábů	29
Obrázek 9 – Návěstidlo světelné stožárové, námezník, návěstidlo trpasličí [1]	31
Obrázek 10 - konec kolejového obvodu, přestavník + závorník a pražce [1]	32
Obrázek 11 – přechod typů pražců	32
Obrázek 12 – sokl, kolejnicové zarážedlo [1].....	32
Obrázek 13 – kabelový objekt ZZ, kabelová skříň [1]	33
Obrázek 14 – Rozchod koleje.....	34
Obrázek 15 – Rozchodka [10]	34
Obrázek 16 – Části výhybky	35
Obrázek 17 – Seznam typů výhybek	38
Obrázek 18 – GNSS aparatura Trimble R12i [12].....	40
Obrázek 19 – Totální stanice Leica NOVA TS60 [13].....	41
Obrázek 20 – Totální stanice Lieca TS16 [15]	41
Obrázek 21 – Totální stanice Leica MS50 1 R2000 [17].....	42
Obrázek 22 – Leica stativ GST120-9 [20]	43
Obrázek 23 – Leica GRZ4 360° hranol, Leica GPR1 kulatý hranol, Leica GMP111 mini-hranol.....	43

15 Seznam příloh

Příloha 1 Zpracované měření

- Zpracovaná naměřená data pro určení souřadnic měřické sítě

Příloha 2 SS základní měřické sítě

- Seznam souřadnic vyrovnané základní měřické sítě

Příloha 3 SS pomocné měřické sítě

- Seznam souřadnic pomocné měřické sítě

Příloha 4 Seznam výhybek

- Seznam zaměřovaných výhybek kontejnerového překladiště

Příloha 5 Výkres MS

- Výkres základní měřické sítě

Příloha 6 Účelová mapa kontejnerového překladiště

- Účelová mapa pro dokumentaci kontejnerového překladiště

16 Seznam elektronických příloh

Příloha 1 Protokol_GNSS.txt

- Protokol o kontrolním zaměření stávajících bodů měřické sítě

Příloha 2 Mereni_zapisnik.asc

- Naměřená data pro určení souřadnic bodů měřické sítě

Příloha 3 MS_priblizna.txt

- Přibližné souřadnice stávající měřické sítě vstupujících do vyrovnání

Příloha 4 Zpracovane_mereni.asc

- Zpracovaná naměřená data pro určení souřadnic měřické sítě

Příloha 5 Groma_protokol.pro

- Protokol z Gromy o zpracování měřického zápisníku

Příloha 6 Vstup_vyrovnnani.txt

- Vstupní soubor pro vyrovnání měřické sítě

Příloha 7 Gama_protokol.txt

- Protokol o vyrovnání měřické sítě z Gamy

Příloha 8 SS_mericka_sit.xml

- Seznam souřadnic vyrovnané měřické sítě a její kovarianční matice

Příloha 9 SS_polohopis_vyskopis.stx

- Seznam souřadnic podrobných bodů polohopisu a výškopisu

Příloha 10 SS_vlecka.txt

- Seznam souřadnic podrobných bodů železničních objektů a kolejiště

Příloha 11 Vykres_MS.dwg

- Výkres měřické sítě

Příloha 12 Seznam_vyhybek.xlsx

- Seznam výhybek kontejnerového překladiště a vysvětlivky ke značení

Příloha 13 Ucelova_mapa_konteneroveho_prekladiste.dwg

- Účelová mapa pro dokumentaci kontejnerového překladiště

Příloha 14 Vykres_MS.pdf

- Výkres měřické sítě

Příloha 15 Ucelova_mapa_konteneroveho_prekladiste.pdf

- Účelová mapa pro dokumentaci kontejnerového překladiště

Příloha 1

Zpracovaná naměřená data pro výpočet souřadnic základní měřické sítě

Zakazka: ZAPISNIK_MERENI

```
1 9901      0.0000
-1
2005      2 6.02352 0.0000 179.34416 116.05929
3008      2 23.98919 0.0000 325.03783 104.66621
2006      2 60.96891 0.0000 125.65327 101.61112
2001      2 46.28651 0.0000 77.43993 101.48366
2002      2 107.20537 0.0000 83.85910 101.20343
2003      2 175.68884 0.0000 83.75855 100.74770
2004      2 251.53315 0.0000 83.73756 100.52201
/
1 9902      0.0000
-1
2002      2 171.02458 0.0000 266.23507 100.59294
2003      2 102.53870 0.0000 266.19604 101.00976
2004      2 26.72870 0.0000 265.67125 103.86561
2020      2 113.06765 0.0000 66.49093 100.90960
2009      2 169.33450 0.0000 66.40179 100.61577
2011      2 395.37034 0.0000 66.37837 100.16652
3001      2 39.03705 0.0000 399.77571 79.58343
3002      2 39.05889 0.0000 1.50710 79.52828
/
1 9903      0.0000
-1
2012      2 54.81320 0.0000 202.10222 93.63912
3005      2 98.91192 0.0000 158.65732 98.02580
3004      2 51.15372 0.0000 25.33128 99.20516
2011      2 67.74266 0.0000 139.93599 101.05423
2010      2 25.29309 0.0000 93.71507 103.77131
2009      2 158.30664 0.0000 340.03902 100.69873
2020      2 214.57457 0.0000 339.99444 100.50986
/
1 9904      0.0000
-1
3005      2 73.34383 0.0000 195.46542 97.56697
2012      2 12.78890 0.0000 249.67038 73.32138
3003      2 335.89102 0.0000 16.34147 97.73635
3006      2 185.94839 0.0000 2.90339 100.68102
3007      2 369.41718 0.0000 2.97644 100.34193
2006      2 579.57268 0.0000 3.15120 100.16490
/
1 9905      0.0000
-1
3002      2 70.54931 0.0000 207.11237 88.52854
3006      2 144.78210 0.0000 306.69149 100.58174
3007      2 38.71374 0.0000 105.55456 102.14847
2006      2 248.84827 0.0000 106.65432 100.20849
/
1 9906      0.0000
-1
2001      2 39.85456 0.0000 234.96461 102.10488
2005      2 41.61944 0.0000 157.01690 102.66602
2006      2 16.82773 0.0000 329.71832 106.75154
3007      2 226.33941 0.0000 313.71203 100.64238
/
-2
```

Příloha 2

Seznam souřadnic základní měřické sítě

Bod č.	Y [m]	X [m]	Z [m]
2001	732363.109	1049805.473	285.155
2002	732401.464	1049757.623	284.208
2003	732448.439	1049707.779	284.175
2004	732500.384	1049652.511	284.179
2005	732324.297	1049831.648	284.730
2006	732334.061	1049775.253	284.691
2009	732634.796	1049509.851	284.168
2010	732768.336	1049392.242	284.409
2011	732789.652	1049345.188	284.784
2012	732731.250	1049341.267	291.374
2020	732596.157	1049550.759	284.186
3001	732554.944	1049641.715	298.107
3002	732555.180	1049640.735	298.149
3003	732556.316	1049639.607	298.111
3004	732771.455	1049437.113	286.545
3005	732787.234	1049305.974	288.973
3006	732603.106	1049487.936	284.182
3007	732477.252	1049621.424	284.189
3008	732325.761	1049859.717	284.477

Příloha 3

Seznam souřadnic pomocné měřické sítě

Bod č.	Y [m]	X [m]	Z [m]
4001	732324.466	1049765.333	284.902
4002	732411.519	1049672.098	283.060
4003	732532.880	1049543.165	283.013
4004	732650.005	1049418.889	283.060

Příloha 4

Seznam zaměřovaných výhybek areálu kontejnerového překladiště

Číslo výhybky	Tvar výhybky	Délka výhybky [m]	Vzdálenost námezníku [m]
106	JS49 1:7,5-190 Pp	25,24	46,40
107	JS49 1:7,5-190 Lpd	25,30	42,00
109	Obl-os49 1:7,5-190 Ppd	25,63	45,15
110	Obl-os49 1:7,5-190 (675/269) Lpd	25,15	44,10
111	JS49 1:9-190 Lpd	26,27	56,40
112	Obl-os49 1:7,5-190 Lpd	25,19	50,35
113	JS49 1:9-190 Lld	26,87	38,60
114	JS49 1:7,5-190 Ppd	24,85	48,60
119	JS49 1:7,5-190 Ppd	25,23	53,25
119a	JS49 1:7,5-190 Ppd	25,15	42,10
120	JS49 12:9-300 Ppd	33,21	53,25
121	Obl-os49 1:7,5-190 Ppd	25,23	43,40
122	JS49 1:7,5-190 Lpd	25,25	43,90
123ab	CS49 1:9-190 Ld	35,70	31,70
124	JS49 1:7,5-190 Lld	25,24	43,10
125	JS49 1:7,5-190 Lld	25,22	43,05
126	JS49 1:7,5-190 Lpd	25,30	48,40
126A	JS49 1:9-190 Lld	26,99	46,30
127	JS49 1:7,5-190 Lpd	25,10	41,20