



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV GEODEZIE

INSTITUTE OF GEODESY

3D MODEL VYBRANÉHO OBJEKTU

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Tomáš Mrůzek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR KALVODA, Ph.D.

BRNO 2021



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3646 Geodézie a kartografie
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3646R003 Geodézie, kartografie a geoinformatika
Pracoviště	Ústav geodézie

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Tomáš Mrůzek
Název	3D model vybraného objektu
Vedoucí práce	Ing. Petr Kalvoda, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2020
Datum odevzdání	28. 5. 2021

V Brně dne 30. 11. 2020

doc. Ing. Radovan Machotka, Ph.D.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Manuály: FARO Focus 3D Manual, Scene 5.1 Manual

Štroner a kol.: 3D skenovací systémy. Česká technika – nakladatelství ČVUT, Praha, 2013, 396 s, ISBN 978-80-01-05371-3

Shan J. Toth Ch.K.: Topographic laser ranging and scanning. CRC Press 2008, Taylor and Francis G. LLC.

SMÍTKA, Václav. Přesnost 3D skenovacích technologií v geodézii a možnost jejího zvyšování. 2013. ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE. Fakulta stavební, Katedra speciální geodézie. Dostupné z: <http://gama.fsv.cvut.cz/~cepek/proj/dis/2013/vaclav-smitka-dis-2013.pdf>

BORNAZ, L., RINAUDO, F. Terrestrial laser scanner data processing. In: Cite SeerX [online]. The College of information Sciences and Technology, The Pennsylvania State University. [přístup 22.11.2012]. Dostupné z:

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.64.8938&rep=rep1&type=pdf>

ČSN 01 3410. Mapy velkých měřítek: Základní a účelové mapy. 2014.

ČSN ISO 5725-1. Přesnost (správnost a shodnost) metod a výsledků měření. Část 1: Obecné zásady a definice. 2018

Dokumentace k použitému software.

Odborné články v národních i zahraničních časopisech.

VÚGTK. Odborný slovník. Vugtk.cz [online]. 2005-2012 [cit.2012-1-16]. Dostupné z:

<https://www.vugtk.cz/slovník/>

Citační manažer Citace Pro dostupný z: <https://citace.lib.vutbr.cz/>

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Využijte technologii terestrického laserového skenování pro tvorbu 3D modelu zadaného objektu. Pro zajištění další využitelnosti výsledků spolupracujte se spoluřešiteli projektu FAST-S-19-5704.

Vypracujte rešerši aktuálního stavu v oblasti terestrického laserového skenování pro tvorbu 3D modelů objektů.

Analyzujte dosaženou přesnost včetně zastoupení vybočujících a odlehklých měření. Dokumentujte splnění třídy přesnosti dle ČSN 01 3410.

Výsledný model a meziprodukty vzniklé při řešení zadání odevzdejte v míře a formě, která umožní posoudit geometrickou a polohovou správnost a kvalitu práce.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Tomáš Mrůzek *3D model vybraného objektu*. Brno, 2021. 60 s., 44 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce Ing. Petr Kalvoda, Ph.D.

ABSTRAKT

Tato diplomová práce popisuje vyhotovení 3D modelu dvou objektů pomocí laserového skenování. Práce se navíc zabývá hodnocením přesnosti více metod zpracování měřených dat. První dvě metody zpracování jsou výstupy z programu FARO SCENE a další dvě jsou výstupy z programu TRIMBLE REAL WORKS. Pro posouzení přesnosti bylo využito přesné testovací pole bodů dříve vybudované v areálu AdMas. Výsledkem je georeferencované mračno a 3D model dvou objektů s přilehlým okolím.

KLÍČOVÁ SLOVA

laserové skenování, mračno bodů, 3D model objektu, testování přesnosti 3D modelu

ABSTRACT

This diploma thesis describes the implementation of a 3D model of two objects using laser scanning. This paper deals with the accuracy evaluation of several data interpretation. The first two methods are the outputs of the results from the FARO SCENE program and other interpretations are the outputs from the TRIMBLE REAL WORKS program. To assess accuracy and veracity, the exact test field of points previously built in the AdMas complex was used. The result of the project is a georeferenced 3D model of two objects with the surrounding environment.

KEYWORDS

3D object model, laser scanning, accuracy evaluation of 3D object model

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *3D model vybraného objektu* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 19. 5. 2021

Tomáš Mrůzek
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *3D model vybraného objektu* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 19. 5. 2021

Tomáš Mrůzek
autor práce

Poděkování:

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu Ing. Petru Kalvodovi, PhD. za cenné rady a konzultace v průběhu psaní textu diplomové práce. Rovněž děkuji všem zúčastněným na projektu „FAST-J-19-5704 Geometrická přesnost mobilních mapovacích systémů“ za poskytnutí dat nezbytných pro vyhotovení této diplomové práce. Dále si mé poděkování zasluhuje Bc. David Penk a Bc. Michal Jirásek za výpomoc během měření v terénu.

V Brně dne: 19. 5. 2021

.....
podpis autora
Tomáš Mrůzek

OBSAH:

1. ÚVOD	9
2. Současný stav laserového skenování.....	11
2.1. Terminologie.....	11
2.2. Laserové skenování v praxi.....	12
2.3. Princip a technologie TLS.....	13
2.3.1. Princip dálkoměrů	13
2.3.2. Technologie sběru dat	14
3. Skenování vybraných objektů.....	17
3.1. Zájmové objekty a lokalizace.....	17
3.1.1. Podrobné informace o objektu P4	18
3.1.2. Podrobné informace o objektu H	18
3.2. Problematika skenování v exteriéru	18
3.3. Proces skenování vybraných objektů	21
3.3.1. Přístrojové vybavení.....	21
3.3.2. Přesné testovací pole	23
3.3.3. Práce v terénu.....	25
4. Zpracování naskenovaných dat	28
4.1. Exportovaná data.....	29
4.2. Software Trimble Real Works	30
4.2.1. Projekt a import dat.....	30
4.2.2. Registrace mračen	31
4.2.3. Georeference	34
4.3. Software Scene.....	36
4.3.1. Projekt a import dat.....	36
4.3.2. Registrace mračen	36
4.3.3. Georeference	41
4.4. Vlčovací a kontrolní body – testy konfigurací.....	41
4.5. Analýza výsledků různých metod registrace mračen	45
5. Výsledné mračno bodů a 3D model	50
5.1. Výsledné mračno bodů.....	50
5.2. 3D model.....	56
6. Závěr.....	60
Seznam použité literatury.....	61
Seznam použitých zkratk.....	62
Seznam obrázků a tabulek.....	63
Seznam grafů.....	64
Seznam příloh.....	65

1. ÚVOD

Laserové skenování se stává čím dál tím častější metodou sběru dat v oblasti geodetických prací i jiných vědních oborech o Zemi. Když byly na trh představeny první laserové skenery, jejich výkony byly poměrně špatné, obecně měli nejistotu měření v rozmezí několika centimetrů až desítek centimetrů. S vyspělejší technologií však rostla i jejich přesnost a dnes již mají své pevné místo v geodetické praxi. S vyspělejší technologií a s větším množstvím výrobců se na trhu objevily i výkonnější a rozmanitější softwary pro zpracování naskenovaných dat. Každý takový software má pak svůj výpočetní model či osobitý přístup k práci s bodovými mračky, což vede k různým vyhodnocením stejného vstupního souboru.

Cílem textové části této práce je přiblížit čtenáři postup při laserovém skenování a vyhotovení samotného 3D modelu objektu včetně vyjádření dosažené přesnosti. Ve své první části se práce věnuje obecné problematice laserového skenování v praxi, následuje popis zájmového objektu a popis měřických prací. V další části práce je přiblížen podrobný postup při různých způsobech provedení práce v programech FARO SCENE a TRIMBLE REAL WORKS. Dále se zabývá testováním vlivu množství a rozložení vřícovacích bodů na výslednou přesnost georeferencovaného mračka a vyhodnocení výsledků různých metod z obou programů na základě referenčního testovacího pole bodů v areálu AdMas. V poslední části je uveden stručný popis konečných úprav výsledného mračka i jeho analýza a na konec tvorba 3D modelu prostřednictvím Mesh a modelové geometrie.

Práce tedy dokumentuje různé způsoby vyhotovení georeferencovaného mračka objektu a na základě přesnostních a statistických analýz vybírá nejpriznivější výsledek, který bude sloužit jako jeden z podkladů pro budoucí práce v projektu „FAST-J-19-5704 Geometrická přesnost mobilních mapovacích systémů“ Toto mračko je také dále použito k vytvoření 3D modelu, který je umístěn k nahlížení na webové stránce Sketchfab, viz přílohy č. 10 a 11.

2. Současný stav laserového skenování

2.1. Terminologie

V následujících kapitolách se budou často opakovat některé pojmy, proto si ty nejčastější vysvětlíme hned na začátku.

3D model – „produkt 3D modelování, který může být zobrazen jako dvojrozměrný obraz pomocí speciálních procesů (např. 3D rendering) nebo použit k počítačové simulaci fyzického objektu; objekt může být též vytvořen fyzicky pomocí 3D tisku.“ (Slovník VÚGTK, © 2005-2019)

Registrace mračen – z anglického „Cloud Registration“ čili „záznam mračna“ je v textu používáno jako výraz pro spojování jednotlivých skenů do jednoho velkého mračna.

Klastr – z anglického „cluster“ v překladu „shluk“ je spojení dvou nebo více skenů do společné složky nebo skupiny.

Georeferencování – je v tomto textu použito jako transformace z lokálního souřadnicového systému mračna bodů do jiného nejčastěji geodetického souřadnicového systému pomocí tzv. vlíčovacích bodů.

Vlícovací bod – angl. „Control point“, sloužící pro geometrickou transformaci dat do jiného (např. referenčního) souřadnicového systému. (Slovník VÚGTK, © 2005-2019) v textu je dále využívána i zkratka VB

Navazovací bod – angl. „Tie point“. Bod, který lze identifikovat na dvou a více skenech slouží jako referenční bod pro registraci mračen.

Kontrolní bod – angl. „check point“. Body, které mají souřadnice z referenčního souboru i z vyhodnoceného mračna, slouží ke stanovení přesnosti georeferencovaného mračna.

Mesh – je soubor vrcholů, hran a ploch popisující tvar 3D objektu. Na datech z laserového skenování mesh generuje z pravidla hrany a plochy mezi nasnímanými body. Tyto entity se dají editovat a případně i potáhnout texturou.

2.2. Laserové skenování v praxi

Topografické modely s vysokým rozlišením jsou běžně využívány jako základní nástroj v mnoha oborech věd o Zemi a většina těchto modelů je odvozena z měření **LiDAR** (Light Detection and Ranging). (Glennie, 2013)

Pozemní laserové statické skenování (**TLS**), mobilní laserové skenování (**MLS**) se sběrem dat z pohybujících se pozemních vozidel a letecké laserové skenování (**ALS**), kde jsou data shromažďována z letadla, jsou běžnými metodami sběru dat LiDAR. V současnosti je letecké laserové skenování standardním nástrojem většiny aplikací vědních oborů o Zemi, včetně aktivní tektoniky, odhadu hloubky sněhu, monitorování sesuvů půdy atd. ((Meigs, 2013) (Deems, 2013) (Jaboyedoff, 2012))

Pozemní statické laserové skenování na druhou stranu nepatří do tak obšírného využití, ale díky obecně kratší měřicí vzdálenosti a modalitě statického skenování, typické pro TLS, usnadňují tvorbu 3D modelů, které mají jak vyšší přesnost, tak rozlišení než letecké laserové skenování. V důsledku toho má analýza a interpretace datových sad TLS tendenci být specializovanější. Proto si TLS našlo pevné uplatnění v geodetické praxi a v poslední době také při tvorbě a správě **BIM**. Toto skutečné 3D zpracování je také stále důležitější pro analýzu 3D modelů vytvořených běžnou fotogrammetrickou metodou (FM) nebo pomocí technik Structure from Motion (SfM), což je zjednodušeně mobilní fotogrammetrická metoda. Výstup z TLS si totiž zachovává přesnější geometrii než FM (SfM) a není příliš ovlivňován světelnými podmínkami. Přestože modely FM (SfM) jsou odvozeny z fotografií, tak konečným produktem je 3D mračno bodů podobné tomu, které je výsledkem pozorování TLS. Data FM (SfM) vyžadují podobnou specializovanou 3D analýzu, jakou vyžaduje TLS. SfM se v poslední době stal široce používaným nástrojem, protože je velká možnost výběru z platforem, jako jsou bezpilotní letadla, která umožňují zachytit i těžko přístupná místa objektů (Westoby, 2012). Pokud nepožadujeme vyšší přesnost v odlehlých úrovních objektu lze využít klasické blízké fotogrammetrie pro účely vyhotovení 3D modelu.

Vývoj technologie TLS tradičně zaostává za vývojem laserového skenování ve vzduchu (ALS), i když systémy ALS jsou obecně dražší a složitější na provoz, vzhledem k jejich požadavku na integrovanou inerciální pohybovou jednotku (**IMU**) a **GNSS** senzory pro přesnou georeferenci (Petrie, 2008). Předpokládá se, že opožděné přijetí pozemního

laserového skenování může být korelováno vysokými náklady na laserové skenovací systémy ve srovnání s tradičními geodetickými zařízeními, jako jsou totální stanice a přijímače GNSS. Velká část zeměměřické komunity se skládá z malých místních firem s omezenější kupní silou než organizace specializující se na pořizování dat ze vzduchu, kde jsou vysoké náklady na vybavení standardní. Klesající náklady a zvyšující se úroveň výkonnosti však vedly k širokému přijetí technologie TLS i v geodetické komunitě, zejména v posledním desetiletí. (Telling, 2017)

Jak bylo zmíněno, výsledná data se v poslední době často využívají pro tvorbu a správu BIM (Building Information Modelling nebo také Building Information Management) v překladu Informační model budovy. Je to soubor grafických i popisných informací, který dokumentuje proces stavby od návrhu, projektování, realizaci až po údržbu a samotné odstranění stavby. Pro splnění základní myšlenky BIM, tedy zvýšení efektivity řízení, správy a výstavby staveb včetně kooperace mezi různými zpracovateli, byl zaveden jednotný výměnný formát IFC.

Následující část poskytuje stručný přehled o technologii TLS, ale v žádném případě není vyčerpávající prezentací. Pro podrobnější popis vás mohu odkázat na jeden z mnoha dostupných specifických článků o technologii LiDAR, např. (Petrie, 2008).

2.3. Princip a technologie TLS

Polohy bodů získané laserovým skenováním jsou většinou definovány polárními souřadnicemi, které jsou pak převedeny na pravoúhlé souřadnice. Polární souřadnice jsou dány měřenými veličinami, mezi které patří například vertikální úhel, horizontální úhel a šikmá délka. Šikmá délka se určuje pomocí laserových dálkoměrů.

2.3.1. Princip dálkoměrů

Základním principem laserového dálkoměru je měření doby potřebné k tomu, aby laserové světlo cestovalo k cíli a zpět, tj.

$$r = \frac{c \Delta t}{n \cdot 2} \quad (1)$$

kde c je rychlost světla ve vakuu, n je index lomu materiálu, přes které světlo proniká, a Δt je doba tranzitního času z laserového skeneru na měřený povrch a zpět. Ke stanovení Δt se používají dvě primární metody: na bázi pulsu nebo fáze. U pulzního systému je z

laserového zdroje vyzařován krátký puls (obvykle 1 až 10 ns) laserové energie a doba je měřena přesným vnitřním časovacím obvodem v laserovém skeneru. Pomocí této metody je většina komerčních systémů schopna měřit rozsah s přesností přibližně 3 až 15 mm za předpokladu dobrého poměru signálu k šumu. Maximální dosah, který lze měřit pulzními systémy, se od jejich zavedení neustále zvyšuje a dosah několika kilometrů není v moderních systémech neobvyklý.

Spíše než krátký puls laserového světla používají fázové systémy kontinuální vlnovou modulaci, ve které je kontinuální proud laserového světla modulován v amplitudě. Doba tranzitního času se stanoví porovnáním vyzařovaných a odražených paprsků čili měřením fázového rozdílu mezi nimi, protože fázový rozdíl přímo souvisí s Δt .

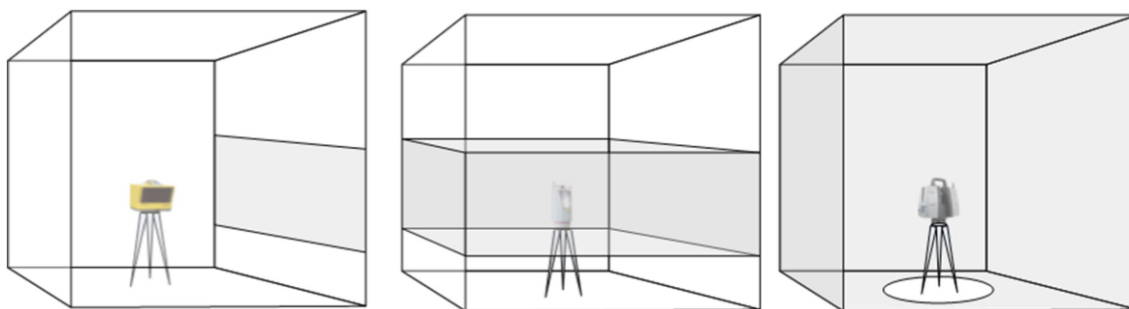
$$\Delta t = \frac{\lambda_m \Delta \phi}{2\pi c} \quad (2)$$

kde $\Delta \phi$ je měřený fázový rozdíl a λ_m je vlnová délka amplitudové modulace. Cílový rozsah se vypočítá vložení Δt do vzorce (1). Zatímco systémy založené na kontinuálních vlnových fázích mají obvykle lepší přesnost dosahu (1–10 mm) než systémy založené na impulsech, jejich dosah je obvykle omezen na několik set metrů požadavky na výkon kontinuální vlny a požadavkem zůstat v rámci jediného fázového posunu amplitudové modulace, aby se zabránilo nejednoznačnosti fáze. (Telling, 2017)

2.3.2. Technologie sběru dat

Pro získání hustého bodového mračka musí být laserový paprsek systematicky rozmetán po povrchu. Pro TLS, protože laserový zdroj je upevněn staticky na stativu, musí skenovací mechanismus nasměrovat laserový paprsek ve dvou směrech, aby vytvořil 3D mračno bodů. Toho lze docílit různými způsoby dle použitého zařízení.

Dvě ortogonálně namontovaná a nezávisle otočená zrcadla mohou poskytnout zorné pole podobné oknu. Tomu se říká „Camera skener“, viz obr.1 (vlevo). Alternativně může být jedno zrcadlo otočeno nebo rotováno v jednom směru, přičemž se celá sestava skeneru otáčí, a to poskytuje úplné 360° skenování kolem svislé osy. Tato metoda se používá jak u hybridních (obr.1 uprostřed), tak u panoramatických skenerů (obr.1 vpravo). Hlavním rozdílem mezi hybridním a panoramatickým skenerem je nedostatečné pokrytí ve směru zenitu u hybridních skenerů, zatímco panoramatické skenery shromažďují plnou "kopuli" měření. (Telling, 2017)



Obrázek 1 Zorné pole skeneru (Scanner field of view, 2017)

V současné době se na trhu objevili i modifikované totální stanice disponující funkcí jednoduchého skenování, viz obr.2. Tato zařízení sice nejsou schopna registrovat velké objemy dat s takovou rychlostí jako předchozí skenery, ale poskytují měřiči výhodu z hlediska návaznosti na ostatní měřické metody, jelikož umožňují volné přepínání mezi módy běžného měření a skenování. Výhodou je také možnost přesné centrace nad známým bodem, což v kombinaci se zaměřením jiného známého orientačního bodu umožňuje exportování souřadnic bodů skenu rovnou v systému, ve kterém měřič pracuje.



Obrázek 2 Totální stanice s režimem skenování (Scanning Total Station)

Současně se skenováním může probíhat i automatické fotografické snímání, které umožňuje bodům převzít barvu povrchu, od kterého se paprsek odráží. Body často nesou i informaci o intenzitě odrazu. Tímto způsobem dochází k efektivnímu sběru dat v dosahu skeneru.

V případě nejčastěji používaných panoramatických skenerů se před samotným skenováním volí úhlový rozsah a také rozlišení a kvalita skenování. Tato nastavení ovlivňují míru pokrytí oblasti skenování a úhlový krok, který zajišťuje hustotu mračna. Výsledkem jsou prostorové souřadnice, které mají počátek svého lokálního systému ve středu zařízení. Souřadnice tvoří takzvaná mračna, která lze spojovat do klastrů nebo jednoho velkého mračna. Toto mračno lze pomocí vřícovacích bodů georeferencovat do požadovaného souřadnicového systému. Ze získaných souřadnic lze vytvořit 3D model terénu nebo objektu.

3. Skenování vybraných objektů

Předmětem skenování byl exteriér vybraných objektů včetně blízkého okolí.

3.1. Zájmové objekty a lokalizace

Zájmové objekty se nacházejí v centru AdMas (Advanced Materials, Structures and Technologies). Jedná se rozsáhlý komplex výzkumného centra pokročilých materiálů, struktur a technologií, který se nachází v severní části města Brna, konkrétně v městské části Medlánky. Toto moderní centrum je společně s dalšími vědeckými centry CEITEC, NETME součástí Fakulty stavební Vysokého učení technického v Brně.

Centrum AdMas bylo vybudováno na základě finanční podpory Operačního programu Výzkum a vývoj pro inovace. Realizace projektu byla zahájena po obdržení dotace v roce 2011, v letech 2012 až 2014 probíhala výstavba a již v roce 2015 byl zahájen provoz centra. (AdMaS, 2018)

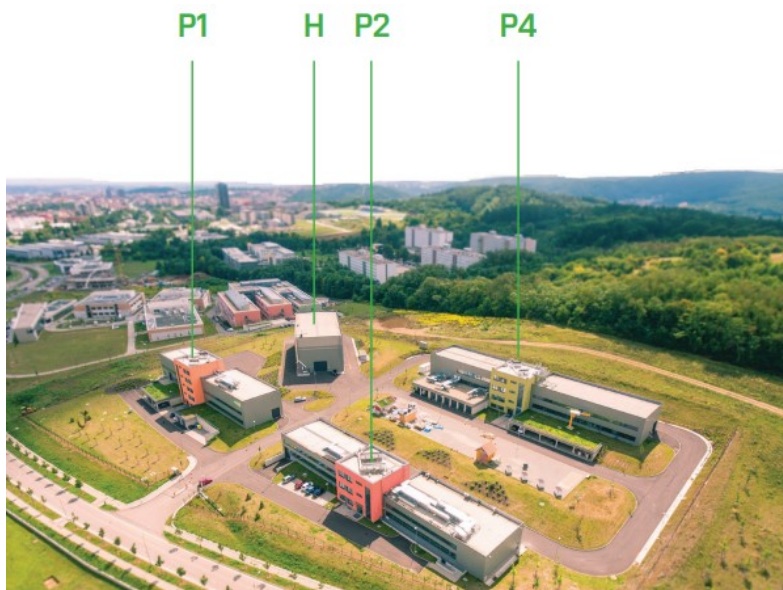
Hlavní úlohou centra je vývoj a výzkum pokročilých stavebních materiálů, technologií a konstrukcí v oblasti stavebnictví, dopravních systémů, infrastruktury měst a obcí. V areálu se nachází čtyři objekty (tři laboratorní pavilony s názvy P1, P2, P4 a testovací hala s označením H). (AdMaS, 2018)



Obrázek 3 Centrum AdMaS (AdMaS, 2018)

Předmětem skenování byly budovy označené jako P4 a H v komplexu zmíněného centra AdMas. Tyto objekty jsou umístěny v západní části komplexu za budovami P1 a P2 jak je

patrné na obrázku níže. Během skenování byly registrovány i přilehlé pozemní komunikace.



Obrázek 4 Komplex centra AdMaS (AdMaS, 2018)

3.1.1. Podrobné informace o objektu P4

Objekt se nachází na adrese Purkyňova 653/143, 612 00 Brno v katastrálním území Medlánky (611743), na parcelním čísle 839/386.

Budova P4 je obdélníkového tvaru s výklenky. Má přibližné rozměry 80 x 25 x 14 m a rozlohou 1600 m². V Budově P4 se kromě kanceláří a laboratoří nachází i prostory pro účely geotechniky a geoinformatiky.

3.1.2. Podrobné informace o objektu H

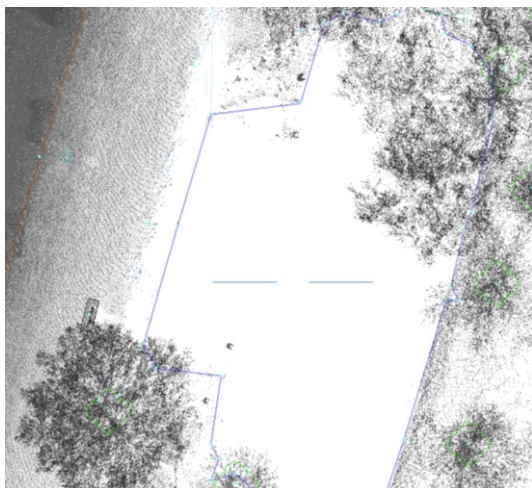
Objekt se nachází na adrese Purkyňova 652/141, 612 00 Brno v katastrálním území Medlánky (611743), na parcelním čísle 839/384.

Budova H je obdélníkového tvaru o rozměrech 43 x 20 x 15,7 m a rozlohou 860 m². Stavba se využívá jako testovací hala.

3.2. Problematika skenování v exteriéru

Při skenování ve venkovních podmínkách mohou nastat situace, které nepříznivě ovlivňují naměřená data a je potřeba mít se před nimi na pozoru. Například sněhová pokrývka může zkreslit výšku bodů na terénu a vodní hladina zcela pohlcuje laserové paprsky skeneru. Často se stává, že je skenovaný zájmový objekt „zastíněn“ jiným objektem bližším k pozici

skeneru a nedojde tak ke kompletnímu naskenování. (BC. Mrůzek, 2019) V případě statického skeneru lze s jeho postavením dobře operovat, ale například mobilní mapovací systém (MMS) může být vázán pouze průjezdem po pozemní komunikaci. Takové situace se řeší doměřením v terénu klasickými terestrickými metodami.



Obrázek 5 Vodní hladina v mračnu, půdorysný pohled



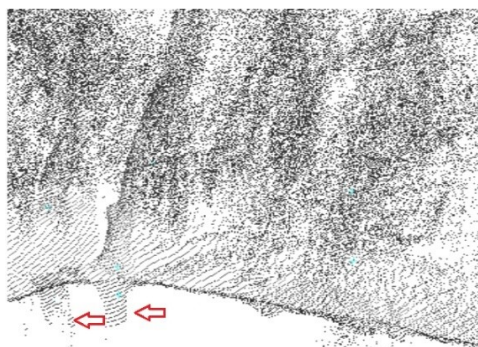
Obrázek 6 Vegetace zakrývající roh budovy

Některé skenery mají problém s registrací bodů z reflexních povrchů nebo z přesvícených či lesklých objektů. S touto problematikou jsem se hojně setkal v souvislosti s použitým skenerem Faro, viz **3.3.1 Přístrojové vybavení**. Obrázek níže je dobrým příkladem špatného záznamu dat. Na reflexním povrchu dopravní značky nedošlo téměř k žádnému zachycení skenovacích paprsků a vidíme tedy jen zadní stranu značky a šum vzniklý rozptylem laserových paprsků od povrchu.



Obrázek 7 Nenaskenovaný reflexní povrch dopravní značky

Nejčastějším jevem, který se běžně stává, naskenování nepotřebných nebo klamných objektů. Do takových dat patří objekty, které nejsou předmětem zájmu jako například vozidla zaparkovaná u chodníku nebo jiné většinou movité věci nacházející se v záběru skenovacího zařízení. Klamnými objekty jsou rozuměny šum a falešný odraz, někdy bývají oba jevy označené komplexně za šum. Šumy mohou vznikat mnoha způsoby, nejčastěji prachným ovzduším, mlhou, částmi nesprávně odražených paprsků apod. Falešné odrazy jsou na každém skenu, který má ve svém poli lesklé povrchy jako jsou okna, voda nebo jiné hladké povrchy. Tyto předměty mohou způsobit nekvalitní nebo špatný odraz laserových paprsků, což zapříčiní vznik šumu nebo objektů, které se zde ve skutečnosti nenacházejí. Všechny tyto negativní vlivy na skenování generují nechtěná data, která se z výsledného registrovaného mračka musí odstranit. Tento proces se nazývá filtrace dat.



Obrázek 8 Falešný odraz pod hladinou vody



Obrázek 9 Sken auta–není předmětem zájmu

3.3. Proces skenování vybraných objektů

3.3.1. Přístrojové vybavení

Pro skenování vybraných objektů byly využity dva pozemní skenery FARO Focus 3D označeny písmeny A a B. Přístroje včetně dalšího příslušenství byl zapůjčen z inventáře VUT FAST ústavu geodézie. Celá následující specifikace přístrojů je převzata překladem z (User Manual for the Focus3D).

FARO®Laser Scanner Focus3D je vysokorychlostní 3D laserový skener pro podrobné měření a dokumentaci. Focus3D využívá laserovou technologii k výrobě mimořádně podrobných trojrozměrných obrazů složitých prostředí a geometrií během několika minut. Výsledné obrázky jsou sestavou milionů 3D měřicích bodů.



Obrázek 10 FARO Focus 3D

Hlavní rysy skeneru jsou:

Hypermodulace,

vysoká přesnost, vysoké rozlišení, vysoká rychlost,

intuitivní ovládání pomocí vestavěného dotykového displeje,

vysoká mobilita díky malým rozměrům, nízké hmotnosti a integrované baterii pro rychlé nabíjení,

fotorealistické 3D barevné skenování díky integrované barevné kameře,
 integrovaný dvouosý kompenzátor pro automatické vyrovnaní zaznamenaných dat skenování,
 integrovaný kompas a výškoměr, který dává skenům informace o orientaci a výšce,
 a WLAN pro dálkové ovládání skeneru.

PARAMETRY MĚŘENÍ VZDÁLENOSTI	
Dosah	0,6 m - 120 m vevnitř nebo venku s nízkou úrovní okolního světla a kolmým dopadem na plochu s 90% odrazivostí
Rychlost měření (bodů za sekundu)	122 000/ 244 000/ 488 000/ 976 000
Rozsah chyby	± 2 mm ve vzdálenosti 10 m a 25 m, u 90% a 10% odrazivosti
PARAMETRY MĚŘENÍ ÚHLŮ	
Zorné pole (vertikální / horizontální)	300° / 360°
Velikost kroku (vertikální / horizontální)	0,009° (40 960 3D Pixel na 360°) / 0,009° (40 960 3D Pixel na 360°)
Max. vertikální rychlost skenování	5,820 rpm nebo 97 Hz
PARAMETRY LASERU	
Výkon laseru (cw Ø)	20 mW (třída laseru 3R)
Vlnová délka	905 nm
Divergence paprsku	Typická 0,19 mrad (0,011°)
Průměr paprsku na výstupu	Typické 3,0 mm, kruhový
BARVA	
Rozlišení	Až 70 megapixelů barvy
Dynamická vlastnost barvy	Automatické přizpůsobení jasu
MULTI - SENSOR	
Dvojosý kompenzátor	Přesnost 0,015°; Rozsah ± 5°
Výškový senzor	Prostřednictvím elektronického barometru mohou být výšky vzhledem k pevnému bodu určeny a přidány do skenu
Kompas	Elektronický kompas poskytuje orientaci skenu

Obrázek 11Technické údaje skeneru

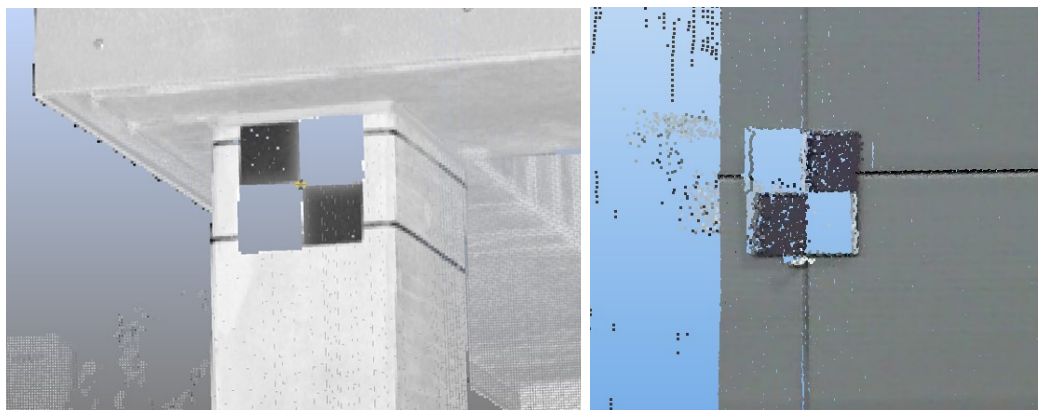
Focus3D patří mezi panoramatické skenery. Pro zopakování to znamená, že vysílá infračervený laserový paprsek do středu svého rotujícího zrcadla. Zrcadlo odchyluje laserový paprsek svislou rotací kolem skenovaného prostředí. Rozptýlené světlo z okolních objektů se pak odráží zpět do skeneru.

K měření vzdálenosti používá Focus3D technologii fázového posuvu, kdy se ze skeneru promítají konstantní vlny infračerveného světla různé délky. Při kontaktu s předmětem se odrazí zpět do skeneru. Vzdálenost od skeneru k objektu je přesně určena měřením fázových posunů ve vlnách infračerveného světla. Hypermodulace výrazně zvyšuje poměr

signál-šum modulovaného signálu pomocí speciální modulační technologie. Souřadnice x , y , z každého bodu se poté vypočítají pomocí úhlových kodérů k měření rotace zrcadla a horizontální rotace Focus3D. Tyto úhly jsou kódovány současně s měřením vzdálenosti. Vzdálenost, svislý úhel a vodorovný úhel tvoří polární souřadnici (δ , α , β), která se poté transformuje na kartézskou souřadnici (x , y , z). Skener pokrývá zorné pole $360^\circ \times 300^\circ$.

Dále Focus3D určuje odrazivost zachycených povrchů měřením intenzity přijatého laserového paprsku. Světlé povrchy obecně odrážejí větší část emitovaného světla než tmavé povrchy. Tato hodnota odrazivosti se používá k přiřazení odpovídající šedé hodnoty každému jednotlivému bodu. V souvislosti s odrazivostí je nutné zmínit, že přístroj má problém se zaznamenáváním reflexních povrchů. Soubor vlíčovacích a kontrolních bodů obsahoval značnou část šachovnicových terčů, které pro potřeby fotogrammetrie mají speciální reflektivní povrchovou úpravu. Tento fakt způsobil nekvalitní naskenování některých cílů, zejména pak světlých polí šachovnicového terče, viz obrázek 12. Na obrázku vpravo je výřez části mračna ze softwaru TRW, všimněte si šumu vyvolaného reflexním povrchem terče.

Pro podrobnější specifikaci přístroje doporučuji pročíst (User Manual for the Focus3D).



Obrázek 12 Neúplné naskenování terče – 3D pohled v softwaru SCENE a TRW

3.3.2. Přesné testovací pole

V rámci projektu „FAST-J-19-5704 Geometrická přesnost mobilních mapovacích systémů“ bylo v areálu AdMaS vybudováno přesné testovací pole, jehož vybrané body byly závazně využity jako vlíčovací body a kontrolní body pro vyhodnocení přesnosti.

V celém areálu se nachází 214 bodů, které byly signalizovány a stabilizovány pomocí šachovnicových terčů. Horizontální cíle (119) byly na asfaltových vozovkách označeny

bílou barvou (obrázek 13). Svislé terče (95) byly vyrobeny z černého matného hliníkového plechu, který byl doplněn reflexní fólií (obrázek 13). Na budovy, svislé dopravní značky, betonové sloupy a další vhodné svislé konstrukce byly umístěny svislé cíle. Terče na budovách byly umístěny ve dvou výškových úrovních nad zemí: 2 m, 10 m. Geodetická síť a pole testovacích bodů byly měřeny s vysokou přesností. Byl použit systém GNSS Trimble R8s a totální stanice Trimble S8 HP. Nejprve byla vytvořena účelová geodetická síť a následně byly stanoveny body testovacího pole. Souřadnice bodů testovacího pole byly vypočítány vyrovnáním sítě metodou nejmenších čtverců (**MNČ**) s kombinací GNSS a terestrického měření. Byl použit Evropský terestrický referenční systém 89 (**ETRS89**) a Evropský terestrický referenční rámec 2000 (**ETRF2000**). Pro výpočet geodetické sítě byla použita minimální omezená úprava sítě. Vstupními daty při úpravě byly polární souřadnice měřené totální stanicí a souřadnice čtyř bodů určené statickou metodou GNSS. Omezené nastavení sítě bylo použito pro výpočet testovacího pole připojeného k pevným bodům (geodetická síť). Celková přesnost testovacího pole určená úpravou může být vyjádřena jako odhad 3D směrodatné odchylky $sX, Y, Z = 2 \text{ mm}$. (Kalvoda, 2020)



Obrázek 13 Šachovnicové terče (Kalvoda, 2020)

Seznam souřadnic bodů včetně přesnosti stanovené směrodatnými odchylkami byly převzaty od vedoucího práce jako jeden z podkladů pro vyhotovení této diplomové práce. Tento soubor je v geocentrickém souřadnicovém systému **ECEF** a pro účely práce byl

transformován do souřadnicového systému **UTM**, ve kterém bylo vyhotoveno i výsledné mračno a 3D model.

3.3.3. Práce v terénu

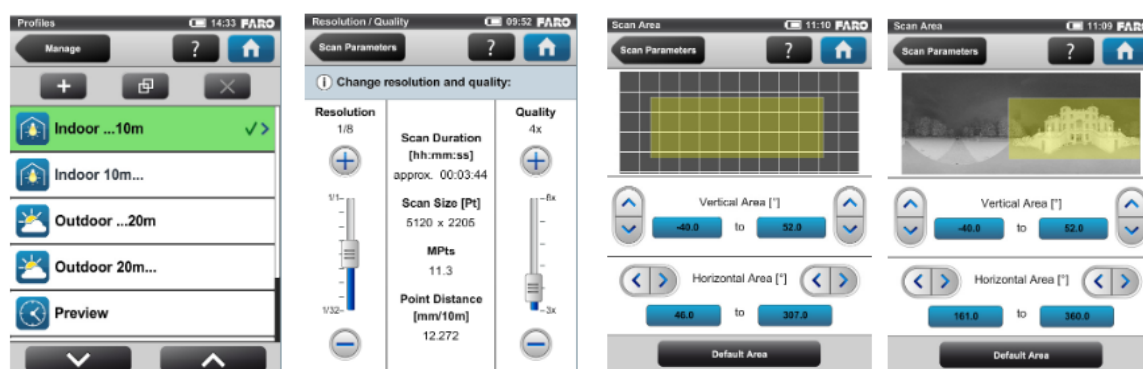
Skenování proběhlo 11. srpna 2020. Při testování bylo polojasno, mírně větrno a teplota dosahovala v průměru 25°C.

Před začátkem vlastního skenování byla provedena rekognoskace v terénu v potřebném rozsahu. Cílem práce bylo naskenovat oba objekty P4 a H ze všech přístupných stran včetně nejbližší pozemní komunikace. Zároveň bylo nezbytné zaznamenat co největší počet terčů přesného testovacího pole, které byly využity jako vlíčovací a kontrolní body. Podle těchto požadavků byly zvoleny místa postavení laserových skenerů.

Nastavení přístroje

Přístroj umožňuje měnit základní nastavení jazyka, jednotek, času atd., popis těchto nastavení je obšírně prezentován v manuálu přístroje a není předmětem této práce.

Jak už bylo v teoretické části zmíněno, před zahájením měření se nastavují parametry sběru dat. Konkrétně se volí režim profilu měření a rozsah. Profil může být buď výrobcem předdefinován nebo lze vytvořit vlastní nastavení profilu, viz obr. 14. V našem případě byl zvolen plný rozsah a bylo vytvořeno vlastní nastavení profilu „Own Scan Profile“, které je zobrazeno v tabulce č.1 níže v porovnání s továrním nastavením „Outdoor >20m“. Pozn.: údaje uvedené v tabulce č. 1 jsou přibližné a reálně provedené skeny se od těchto hodnot mohou lišit.



Obrázek 14 Nastavení parametrů skenování (User Manual for the Focus3D)

Tabulka 1 Přehled nastavení profilu v porovnání s továrním nastavením

Description	Outdoor mod >20m	Own Scan profile
Resolution	1/4	1/2
Quality	4x	3x
Vertical Area	-60° - 90°	-60° - 90°
Hor. Area	0° - 360°	0° - 360°
Inclinometer	ON	ON
Compass	ON	ON
Altimeter	ON	ON
Color	ON	ON
Exposure Metering Mode	Horizon Weighted	Horizon Weighted
Clear Contour	ON	ON
Clear Sky	ON	ON
Poit Distance (mm/10m)	6,136	5,849
NOHD (axial/radial) (m)	12,50/4,20	12,50/5,50
The following values refer to full area scans (360° horizontally/ 360°vertically):		
Resolution (MPts)	44	177,7
Net Scan Duration (hh:mm:ss)	0:08:12	0:14:19
Scan File Size (mb)	171,18	209,28
(Pt/360°)	10,24	20,48

Pro zajištění kvalitního propojení mračen byly využity i umělé navazovací body. Za tímto účelem byla využita střední sada referenčních koulí o průměrech 139 mm a velká sada referenčních koulí o průměrech 198,8mm, viz obr.15. Ty se rozmísťovaly vždy mezi dvě po sobě následující skenovací stanoviště tak, aby došlo k naskenování těchto cílů z obou postavení a zároveň, aby splňovaly následující podmínky. Cíle by neměly být rozmístěny symetricky. Měly by tvořit polygon kolem skeneru a měly by mít různé vzdálenosti od skeneru. Umísťují se do oblasti skenování v různých výškách, vzdálenostech a rovinách. Je potřeba se vyhnout umístění cílů do přímé linie. Referenční koule by měly být při skenování zcela viditelné. Koule by měla mít na svém povrchu minimálně 60 skenovaných bodů. Důležité je, se během celého procesu skenování těchto sfér, vyhnout jejich nechtěnému přemístění.

ATS Medium kit • Technical Data

Nominal sphere diameter	139 mm
Nominal offset height from washer	137 mm
Absolute accuracy for Medium	
ref. Δx , Δy , Δz	± 1 mm
Medium ref. mounts to	Precision washer $\varnothing 36$ mm
Type of mount (medium ref.)	Magnetic
Outer dimensions for case	500 x 420 x 175 mm

ATS Large kit • Technical Data

Nominal sphere diameter	198,8 mm
Nominal offset height from washer	137 mm
Absolute accuracy for large ref.	
Δx , Δy , Δz	± 1 mm
Large ref. mounts to	Precision washer $\varnothing 36$ mm
Type of mount	Magnetic
Outer dimensions for case	575 x 470 x 270 mm

Obrázek 15 Parametry referenčních koulí (ATS AB)



Obrázek 16 Rozmíst'ování referenčních koulí

V celé lokalitě bylo pořízeno 23 skenů přístrojem A a 20 skenů přístrojem B, celkový čas práce v terénu byl přibližně 7 až 8 hodin. Čas procesu skenování přístroje A 5 hodin 29 minut a přístroje B 4 hodiny 46 minut.

Náročnější částí bylo skenování střechy garáží, které jsou součástí objektu P4, kam se obtížněji dostávalo s vybavením. Taky se muselo dbát na správné postavení přístrojů, aby bylo možné provést spojení skenů se zbytkem mračna přes umělé navazovací body.



Obrázek 17 Skenování garáží na objektu P4

4. Zpracování naskenovaných dat

Diplomovou práci jsem vypracovával v softwarech Scene a Trimble Real Works (TRW), u kterých byla vedoucím práce poskytnuta bezplatná školní licence. Oba softwary byly pro mě zcela nové a pro vyhotovení práce jsem musel všechny použité funkce podrobně nastudovat a vyzkoušet na reálných datech. Kromě porovnání výsledků z jednotlivých softwarů jsem provedl porovnání i různých způsobů registrace, konkrétně metodu Target Based, u které jsou využity umělé navazovací body a metodu Cloud to Cloud, kde dochází ke spojování mračen automatizovaně. Vyhodnocení výsledků na kontrolních bodech jsem provedl pomocí Microsoft Excel.

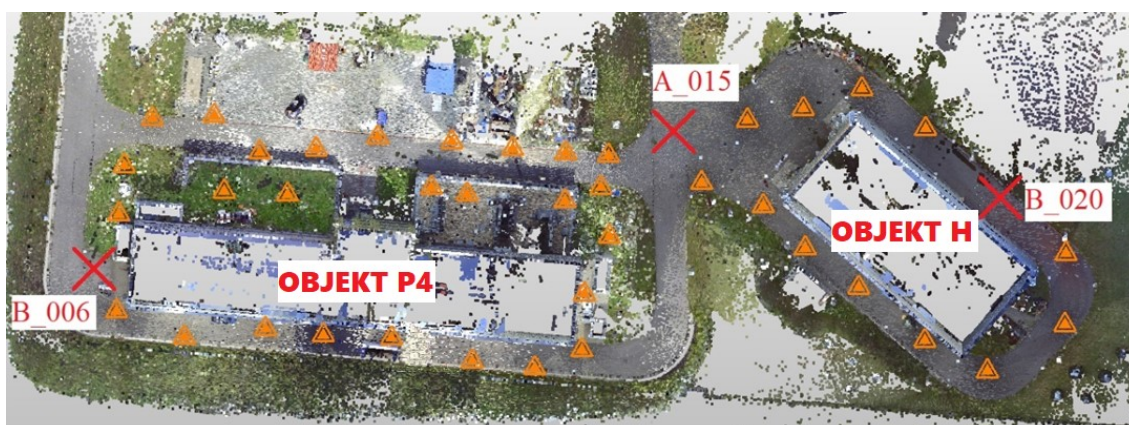
Pro zpracování dat v softwaru Scene byl mimo originálního manuálu využit i metodický postup pro zpracování skenů v programu SCENE, který dříve vypracovali studenti VUT FAST. Pro TRW žádný podobný postup není k dispozici, proto byl během této práce vypracován a je jednou z příloh. Vytvořený postup zahrnuje kroky od založení projektu, metody registrace, přes georeferencování mračen až po tvorbu 3D modelu. Ostatní funkce

softwarů včetně nastavení jejich parametrů jsou podrobně popsány v uživatelských příručkách a nejsou v této diplomové práci dále rozváděny.

4.1. Exportovaná data

Přístroj FARO Focus 3D ukládá skeny na **SD** kartu. Během skenování přístroj generuje několik souborů, které ukládá do jediné složky pojmenované dle volby operátora. Soubory obsahující data mají formát **fls**.

Bylo vyexportováno 43 skenů, z toho 23 z přístroje A (označeny Adm20_A_001 - Adm20_A_023) a 20 skenů z přístroje B (označeny Adm20_B_001 - Adm20_B_020). Během zpracování byly však zjištěny vady ve třech souborech, Adm20_A_015, Adm20_B_006 a Adm20_B_020, které nedovolovaly se skeny dále pracovat. Byl proto proveden opětovný export, ale naskenovaná data se v těchto případech nepodařilo obnovit. Chybějící data vyvolaly jisté problémy, zejména skeny z přístroje B, protože neumožnily využít v těchto částech umělé navazovací body. Nicméně díky celkovému propojení ostatních skenů v kombinaci s přirozenými navazovacími body bylo dosaženo kvalitních výsledků. Chybějící sken z přístroje A měl na vypracování minimální vliv. Na obrázku 18, který byl vytvořen z pohledu na obarvené mračno, lze vidět pozice všech skenovacích stanovišť reprezentovaných oranžovými trojúhelníky. Červenými křížky jsou vyznačeny přibližné pozice stanovišť poškozených skenů.



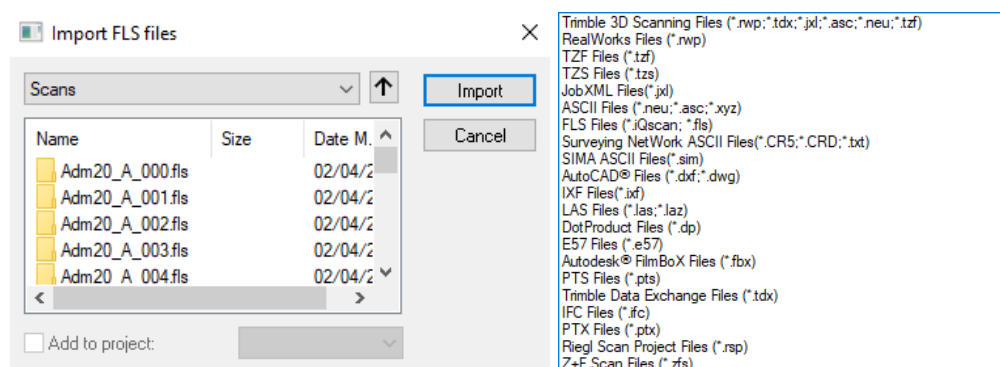
Obrázek 18 Poškozená data ze skenování

4.2. Software Trimble Real Works

Trimble Real Works je software pro zpracování a analýzu mračen bodů pro profesionály v oblasti 3D laserového skenování. Automatizované nástroje a pracovní postupy specifické pro bodová mračen umožňují uživatelům importovat data mračen bodů prakticky z jakéhokoli zdroje a pak rychle zpracovávat, analyzovat a vytvářet vysoce kvalitní dodávky zákazníkům. (Trimble® RealWorks® Software)

4.2.1. Projekt a import dat

Při zpracovávání 3D skenů, fotografií, souřadnic referenčních bodů atd. je využíváno a generováno velké množství dat, proto TRW pracuje v tzv. projektu. Projekt si vytváří vlastní adresář, do kterého si všechna tato data ukládá, aby nezatěžovala vlastní soubor svou velikostí. Obecně platí, že pro každou zakázku by se měl vytvořit vlastní projekt, proto i v našem případě byly založeny dva různé projekty pojmenované ADMAS2020_Target_based.rwp a ADMAS2020_cloudtocloud.rwp. Samotné založení projektu se provede v momentě, kdy uživatel spouští import dat do softwaru. Software umožňuje import fls souborů i jiných běžně používaných formátů, jak je vidět na obrázku níže.



Obrázek 19 TRW import dat

Před registrací mračen se musí vygenerovat pracovní formát mračen **.TZF**, který navíc umožňuje vybrat různé metody vzorkování Sampling by Step, Spatial Sampling, Spatial Sampling (Keep Details). Dále jsou na výběr dva filtry: Filter by Range a Filter by Zone. Každé vzorkování a filtr nabízí jiné řešení pro ředění dat a jejich stručný popis je uveden v příloze 6 „Návod pro postup práce v softwaru Trimble RealWorks“. V našem projektu

bylo využito Filter by Range bez vzorkování, abychom zachovali všechny naskenované body v zadané vzdálenosti 30 m od pozice skenerů.

4.2.2. Registrace mračen

V této podkapitole je stručný popis činností provedených v souvislosti s registrací mračen dvěma způsoby. Prvním způsobem byl „Target Based Registration“, čili registrace mračen pomocí umělých navazovacích bodů. Druhý způsob se věnuje registraci mračen metodou „Cloud to Cloud“, to znamená spojení jednotlivých skenů pomocí automatické metody porovnávání překrytů mračen. Přesný popis funkcí a práce s nimi je podrobně uveden v manuálu TRW, viz (Trimble® RealWorks® Software)

Software nabízí spoustu možností, jak mračna registrovat: Auto-Register using Planes, Cloud-Based Registration, Auto-Extract Targets a Target-Based Registration. Volbu registrace provedeme podle charakteru naskenovaných objektů, velikosti překrytů nebo dle využitelnosti umělých navazovacích bodů. Metody lze i kombinovat. Všechny metody jsou opět rozvedeny v příloze 6 „Návod pro postup práce v softwaru Trimble RealWorks“.

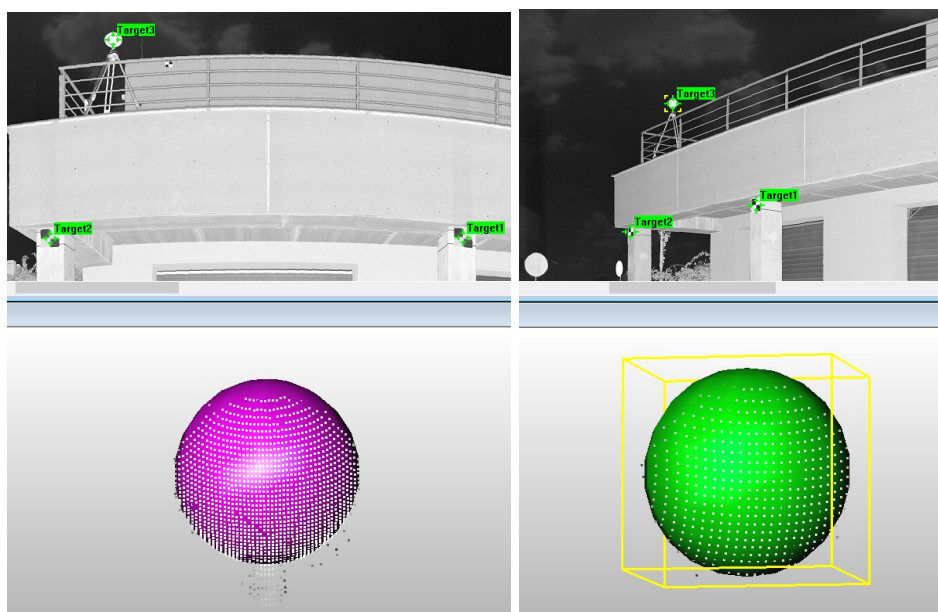
Target Based Registration

Auto-Extract Targets a Target-Based Registration jsou funkce pro spojování mračen přes terče nebo sféry. V kombinaci s načtenými souřadnicemi vlíčovacích bodů lze tyto funkce použít ke georeferencování mračen. Při použití Auto-Extract Targets byly nalezeným terčům a sférám přiřazeny automaticky čísla od hodnoty (Target1), také bylo zjištěno, že software našel několik falešných cílů. Z těchto důvodů byly před potvrzením registrace provedeny kontroly a úpravy. To se provádí funkcí Analysis, která umožňuje odstranit chycené terče, upravit jejich fixaci nebo zavést nové terče.

Na snímcích níže je zachycena registrace dvou skenů pomocí terčů a sfér. Na obrázku 20 vidíme zobrazené skeny před registrací. Podle polohy stanovišť (oranžové trojúhelníky) je patrné, že se skeny umístily do stejného souřadnicového počátku. Obrázek 21 nám poskytuje pohled na extrakci cílů v prostředí funkce Target-Based Registration a na obrázku 22 jsou již spojená mračna.



Obrázek 20 Skeny před registrací - TRW



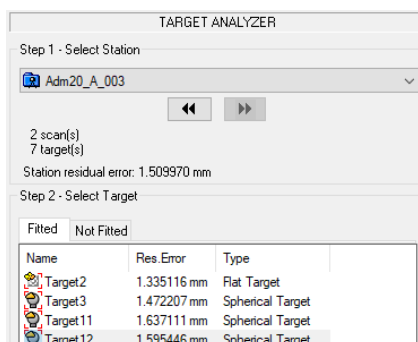
Obrázek 21 Prostředí Target-Based Registration



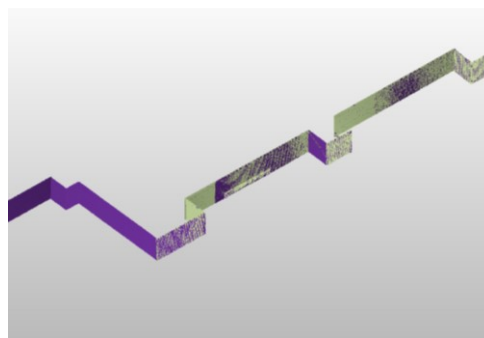
Obrázek 22 Skeny po registraci – TRW

Při analýze terčů byly průběžně kontrolovány i vzájemné odchylky mezi navazovacími body. Přesnost registrace je vyjádřena absolutními prostorovými odchylkami mezi terči

(obr. 23). Odchylky v jednotlivých souřadnicích skeneru lze vyexportovat do souboru .rtf. V celém souboru nepřekročily odchylky mezi navazovacími body hodnotu 3 mm. Další kontrolou kvality registrace je analýza překrytů mračen (obr. 25) a vizuální kontroly úzkých profilů v grafice (obr. 24). Všechny kontroly potvrdili, že registrace touto metodou proběhla bez problému a je připravena na georeferenci.



Obrázek 23 Target analyzer



Obrázek 24 Korepondence skenů v profilu

Registration Report (using TZF Scans)

Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Adm20_A_002			
Adm20_A_003	0.951096 mm	76%	100%
Adm20_A_003			
Adm20_A_002	0.951096 mm	76%	100%

Overall Cloud-to-Cloud Error: 0.951096 mm

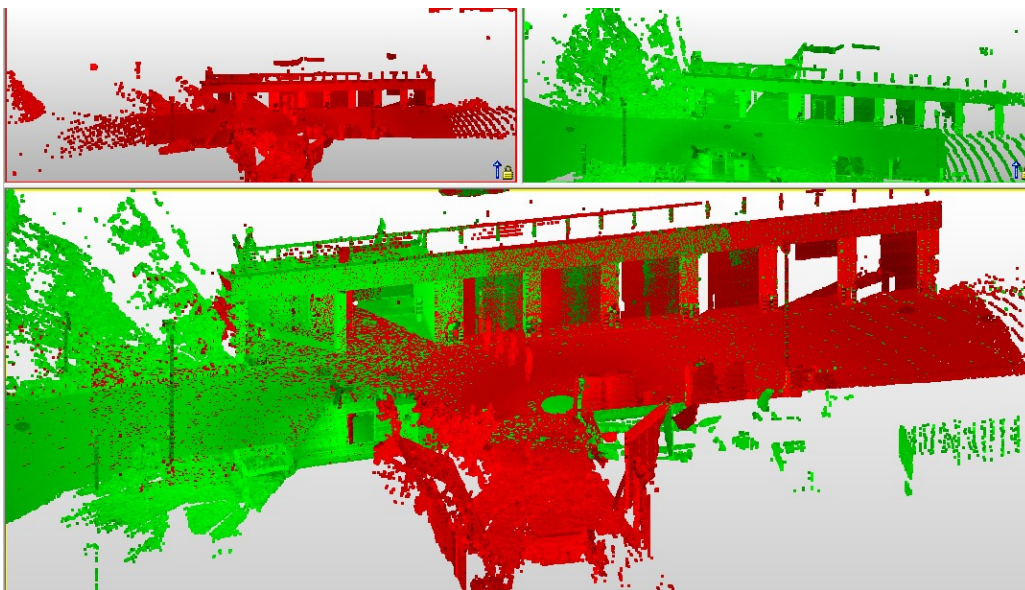
Buttons: Save as RTF, Close, Help

Obrázek 25 Kontrola překrytů mračen

Cloud to Cloud

TRW disponuje funkcí Auto-Register using Planes, která využívá podobnost ploch skenů, to znamená, že je to možné použít v místech, kde jsme nasníмали jednodité plochy např. budovy, místnosti, cesty. V místech s přílišnou vegetací bez jednoznačných ploch je tato funkce nepoužitelná. Rovněž je vyžadován dostatečný překryt skenů. V našem projektu ADMAS2020_cloudtocloud.rwp byla tato funkce využita na celý rozsah souboru. Kvůli slabým překrytům v místech, kde chyběly skeny Adm20_B_006 a Adm20_B_020, došlo k přerušení „řetězce“ a nedošlo k registraci těchto částí. K vyřešení těchto neregistrovaných skenů pomohla metoda Cloud-Based Registration, která mimo jiné umožňuje řídit ručně proces spojení mračen Cloud to Cloud.

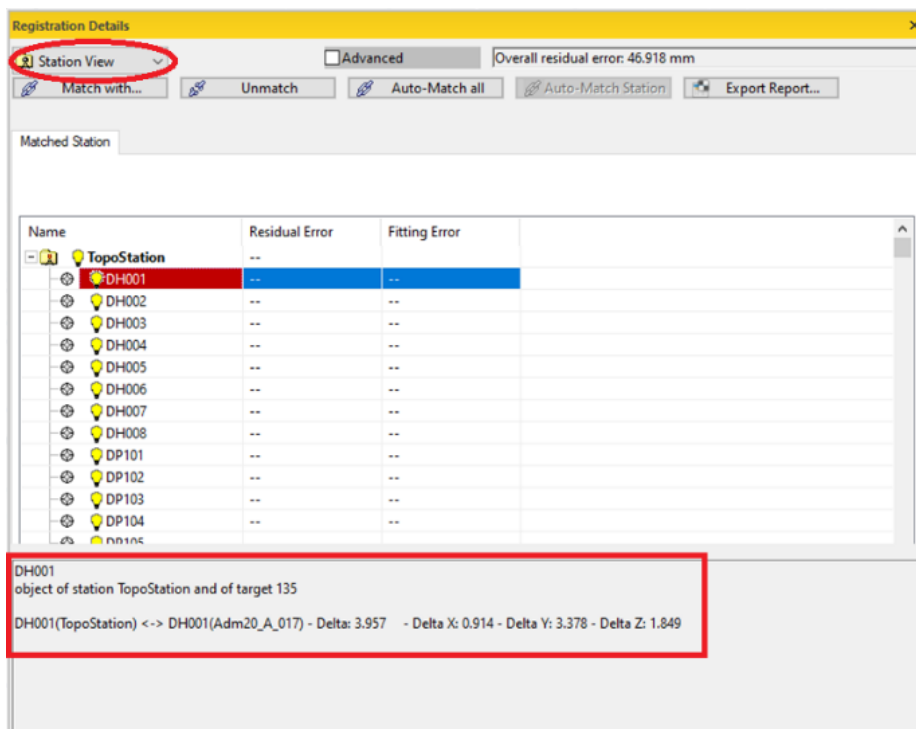
Výsledky byly opět zkontrolovány všemi dostupnými prostředky, které potvrdily kvalitní propojení skenů. Výsledné mračno bylo tímto připraveno ke georeferenci.



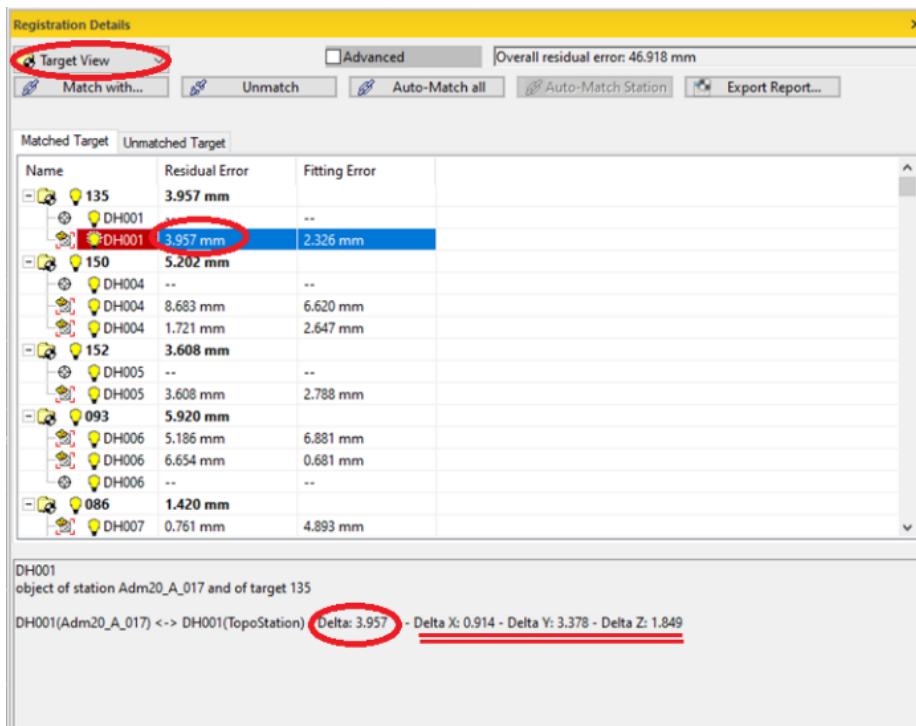
Obrázek 26 Cloud-Based Registration – řízení Cloud to Cloud registrace TRW

4.2.3. Georeference

Jak bylo zmíněno pro transformaci mračen byly využity souřadnice bodů přesného testovacího pole v souřadnicovém systému UTM. Optimální konfigurace vlíčovacích bodů vychází z poznatků **F-testování**. Referenční body byly do projektů importovány ve formátu .txt. Georeferencování v TRW jde pomocí funkce Target-Baset Registration nebo přímo pomocí Georeferencing tool. První možnost může ovlivňovat vnitřní přesnost mračen. Druhá možnost Georeferencing tool dovoluje manuálně vybrat body nebo terče a tlačítkem „by target“ jim přiřadit importované souřadnice. Přitom vidíme odchylky v reálném čase a lze tak manipulovat s množstvím nebo konfigurací vlíčovacích bodů pro nejpriznivější výsledek. Po spuštění transformace byly výsledky kontrolovány v tabulce „Registration detail“, kde se zaktualizovaly odchylky na vlíčovacích i kontrolních bodech. Oba projekty ADMAS2020_Target_based.rwp i ADMAS2020_cloudtocloud.rwp byly úspěšně transformovány do referenčního systému. Na závěr byly exportovány souřadnice kontrolních bodů, které se dále používaly pro analýzu výsledků.



Obrázek 27 Kontrola georeference 1 - TRW



Obrázek 28 Kontrola georeference 2 - TRW

4.3. Software Scene

SCENE je komplexní softwarový nástroj pro zpracování a správu 3D mračen bodů pro profesionální uživatele. Je speciálně navržen pro řízení, správu a práci s rozsáhlými daty 3D skenování získanými z 3D laserových skenerů s vysokým rozlišením, jako je například FARO Focus 3D. SCENE zpracovává a spravuje naskenovaná data vysoce efektivně a snadno tím, že nabízí širší geografické funkce a nástroje, jako jsou filtrování, automatické rozpoznávání objektů, registrace skenování i automatické vybarvení skenování. Jakmile SCENE připraví data skenování, můžete ihned začít s hodnocením a dalším zpracováním. K tomu SCENE nabízí funkce od jednoduchého měření přes 3D vizualizaci až po vytváření a export dat skenování do různých formátů mračen bodů a CAD. (User Manual for SCENE)

4.3.1. Projekt a import dat

Obdobně jako v TRW se i zde pracuje v projektu a ten je potřeba před začátkem práce založit. Pro účely vyhodnocení různých metod registrace byly založeny dva projekty: Admas_2020.lspoj a Admas_CloudToCloud.lspoj. Ovládání softwaru je do jisté míry intuitivní s klasickým „toolbar menu“, takže založení je pro běžného uživatele snadné.

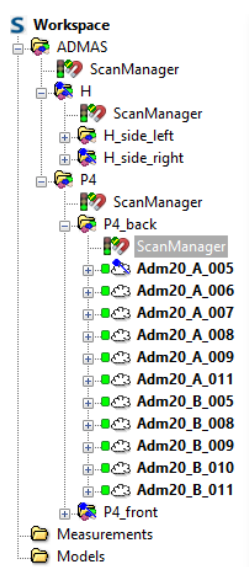
Import dat probíhá buď automatizovaně nebo manuálně. Pokud je do PC vložena SD karta zatímco je spuštěn SCENE, tak by software měl rozeznat fls data a vyžádat si povolení pro import do projektu. Druhá možnost je manuální jednotlivé nebo hromadné přetažení souborů se skeny do pracovního prostředí programu dále jen „Workspace“, nebo využití ikony File – Import.

Import skenů obsahuje jen základní informace a funguje spíše jako odkaz na samotná data, proto se musí ještě spustit načítání skenů a až poté se skeny dají zobrazit a dále s nimi pracovat. Pro lepší plynulost softwaru bylo načítáno pouze 5 až 12 skenů současně a po ukončení práce v tomto úseku byly nahrazovány dalšími skeny.

4.3.2. Registrace mračen

V této podkapitole je obdobně jako u TRW stručný popis činností provedených v souvislosti s registrací mračen dvěma způsoby. Prvním způsobem byl Target Based Registration a druhý způsob se věnuje registraci mračen metodou Cloud to Cloud. Přesný popis funkcí a práce s nimi je podrobně uveden v manuálu Scene, viz (User Manual for SCENE).

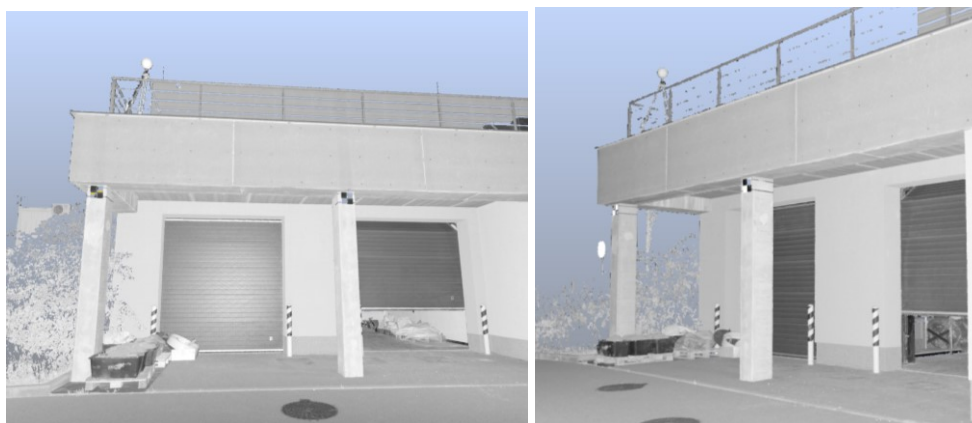
Pro zvýšení přehlednosti v projektech byly vytvořeny dva klastry obsahující budovy P4 a H a následně i podklastry. Dle postupu manuálu musí mít každý klastř svůj ScanManager, který zajišťuje proces registrace mračen.



Obrázek 29 Rozdělení skenů do klastrů

Target Based Registration

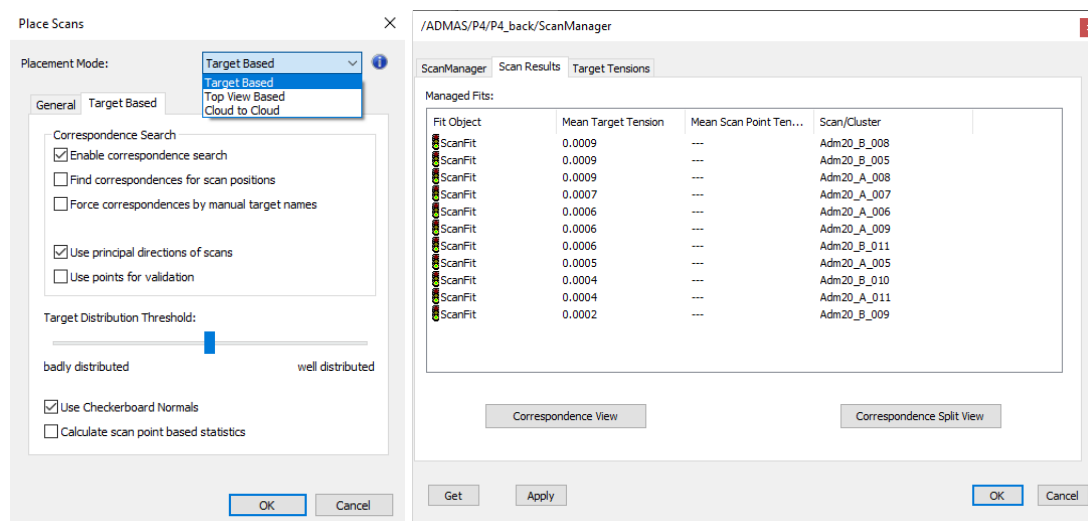
Jak napovídá název, spojení jednotlivých skenů vyžaduje identifikaci společných cílů. Za tímto účelem existují dvě možnosti, automatické vyhledávání nebo manuální označení všech navazovacích bodů. V našem projektu Admas_2020.lspoj byly navazujícími body (objekty, jak je nazývá software) referenční koule a šachovnicové terče.



Obrázek 30 Identifikace cílů – pohled ze dvou stanovišť

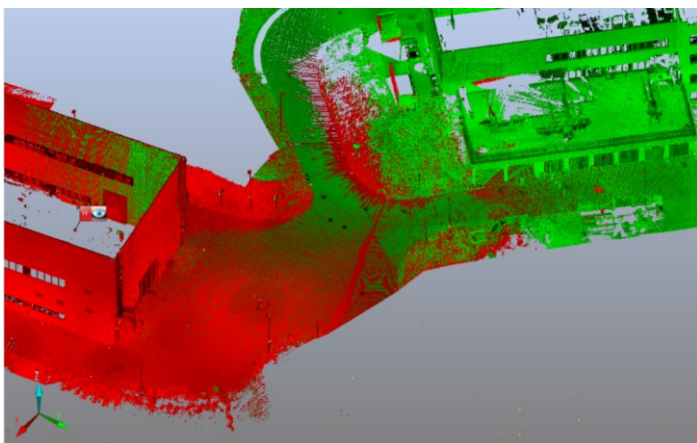
V našem projektu byla nejprve využita metoda automatického vyhledávání, ale vzhledem k povaze této funkce byla provedena kontrola a případné urovnání špatně lokalizovaných

cílů. Cíle, které nebyly rozpoznány, byly vybrány manuálně. V místech, kde byla naskenovaná data poškozena, byly vybrány přirozené navazovací body. Během identifikace bodů je vhodné dbát na správné (totožné) pojmenování jednotlivých objektů, rovněž je vhodné myslet na budoucí georeferenci a názvy či čísla bodů s touto referencí sjednotit. Po nalezení všech použitelných bodů se prostřednictvím ScanManageru spouští proces registrace mračen (obrázek 31 vlevo) a po dokončení výpočtu si můžeme prohlédnout výsledky (obrázek 31 vpravo).



Obrázek 31 Target based registration - SCENE

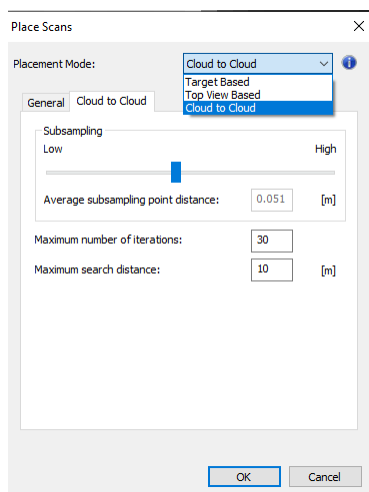
Tabulka s výsledky umožňuje prozkoumat jednotlivé skeny a odchylky mezi jednotlivými navazovacími body. Dle protokolů z registrace byly na navazovacích bodech vykazovány absolutní chyby (tenze) v rozmezí 0,0002 m – 0,0086 m. Nevýhodou softwaru je, že zobrazuje pouze absolutní hodnotu prostorové odchylky a nedává nám informace o směru. K tomu slouží vizuální kontrola v grafice. Na obrázku níže lze vidět korespondenční pohled mezi klastry P4 a H. Vizuální kontrola se provádí na úzkých profilech a kontroluje se, zda nejsou mezi jednotlivými mračny významné odchylky. Po provedení všech kontrol byla registrace metodou Target Based dokončena a výsledné mračno bylo připraveno ke georeferencování, viz **georeference**.



Obrázek 32 Korespondence klastrů P4 a H

Cloud to Cloud

V projektu Admas_CloudToCloud.lsproj byla zvolena metoda registrace Cloud to Cloud. Jedná se o automatizovaný proces, který vyžaduje pouze vstupní data a nastavení parametrů. Zjednodušeně musí software na základě podobnosti naskenovaných oblastí vybrat relativní polohu skenů tak, aby se co nejlépe překrývaly. To se provádí v několika iteracích. Výpočet je ale poměrně zdlouhavý a platí, že čím více jednotlivých skenů vstupuje do tohoto procesu, tím delší bude. Z těchto důvodů byly registrovány jednotlivé klastry zvlášť.



Obrázek 33 Cloud to Cloud – SCENE

Po dokončení procesu registrace, opět vyběhne tabulka s výsledky. Tentokrát se můžeme podívat na střední odchylky a překryty mezi jednotlivými mračky. U menších klastrů s dobrými překryty byl výsledek v celku uspokojivý (obrázek 34), ale u velkých klastrů a u propojení mezi klastry, kde byly menší překryty, docházelo až k několika centimetrovým

odchylkám (obrázek 35). Proces byl několikrát opakován s různě nastavenými parametry i se spojenými skeny v jeden klastř, ale výsledek se nepodařilo optimalizovat. Vizuální kontroly potvrdily v některých částech nedostatečné vyhodnocení. V rámci vyhodnocení bylo takto vytvořené mračno georeferencováno, viz **georeference**.

/ADMAS/H/H_side_left/ScanManager

ScanManager Scan Results Scan Point Tensions

Full Hierarchy ☐

Cluster/Scan 1	Cluster/Scan 2	Mean [mm]	< 4 mm [%]	Overlap [%]	Used Points	Details
Adm20_B_018	Adm20_B_016	5.845	36.3	49.0	18619	
Adm20_B_019	Adm20_B_018	1.773	72.7	86.2	54804	
Adm20_B_017	Adm20_B_016	1.62	85.6	97.4	68943	

Overall Statistics

Mean: [mm] 

< 4 mm: [%]

Get Apply OK Cancel

Obrázek 34 Výsledky Cloud to Cloud registrace menších klastřů

/ADMAS/P4/ScanManager

ScanManager Scan Results Scan Point Tensions

Full Hierarchy ☐

Cluster/Scan 1	Cluster/Scan 2	Mean [mm]	< 4 mm [%]	Overlap [%]	Used Points	Details
P4_back	P4_front	17.008	23.3	71.5	30795	

Overall Statistics

Mean: [mm] 

< 4 mm: [%]

Get Apply OK Cancel

Obrázek 35 Výsledky Cloud to Cloud registrace velkých klastřů

4.3.3. Georeference

Pro transformaci mračen byly využity opět souřadnice bodů přesného testovacího pole v souřadnicovém systému UTM. Optimální konfigurace vlíčovacích bodů vychází z poznatků **F-testování**. Proces georeferencování se v softwaru SCENE provádí jednoduchým způsobem. Vybrané vlíčovací body se importují do projektu, nejčastěji ve formátu **.csv** nebo **.xyz**. Dojde k vytvoření složky references, kterou je nutné umístit na úroveň klastrů obsahujících data. Před transformací je nutné zamknout všechny klastry, aby nedošlo k deformaci již spojeného mračna. Pak už stačí spustit přes ScanManager registraci mračen přes terče. Po dokončení procesu opět vyskočí tabulka s výsledky.

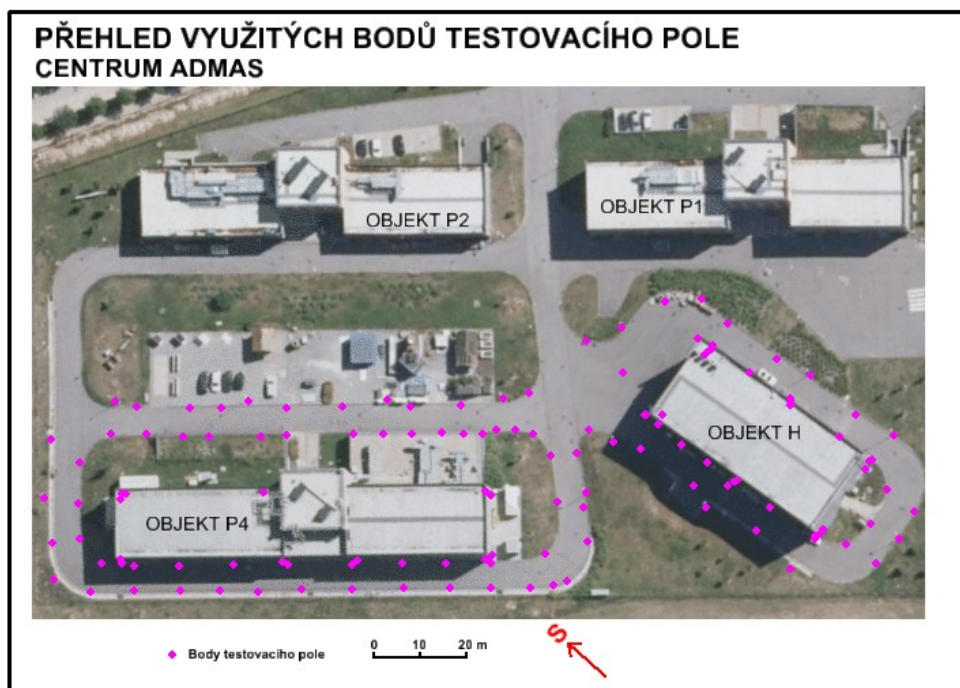
Po provedení georeference mračna vyhotoveného metodou Target Based byly vyexportovány všechny zaznamenané kontrolní body a dále vstupují do analýzy výsledků. V případě mračna vyhotoveného metodou Cloud to Cloud vykazovaly chyby očekávané několika centimetrové hodnoty, které byly ihned patrné i při vizuální kontrole. I přesto, že je na první pohled patrné, že takto metoda bude mít významně nižší přesnost než metody ostatní, byly výsledky rovněž zapojeny do vyhodnocení.

4.4. Vlíčovací a kontrolní body – testy konfigurací

Díky rozsáhlému testovacímu poli ve skenované oblasti (**3.3.2. Přesné testovací pole**) mohl být proveden výzkum optimálního výběru vlíčovacích bodů. Předmětem zkoumání bylo množství a rozložení vlíčovacích bodů na celý rozsah mračna registrovaného metodou Target-Based Registration v softwaru SCENE. Stručný popis registrace je v části **4.4.2. Registrace mračen – Target-Based Registration**.

V oblasti, kde probíhalo skenování, bylo zaznamenáno 110 bodů přesného testovacího pole. Přehled o jejich rozmístění v souvislosti s objekty v komplexu AdMaS je zobrazen na podkladu ortofota **WMS** (obrázek 37). Z těchto bodů byly postupně vybírány kombinace vlíčovacích bodů. Body, které nebyly využity jako vlíčovací, pak převzaly roli kontrolních bodů. Z rozdílů mezi souřadnicemi vyexportovanými z mračen a z referenčního souboru byly stanoveny směrodatné odchylky v jednotlivých osách souřadnicového systému UTM. Odchylky byly dále podrobovány Fisherově testu. Princip testování spočívá ve vzájemném porovnávání vždy dvou souborů získaných z mračna georeferencovaného pomocí různého počtu a rozložení vlíčovacích bodů. Cílem bylo zjistit

jaký vliv má konfigurace vlíčovacích bodů na výsledek a stanovit optimální variantu pro tento rozsah skenování.



Obrázek 36 Přehled využitých bodů testovacího pole

V první části testování se budeme věnovat množství vlíčovacích bodů, které budou vždy umisťovány co nejrovnoměrněji v celém rozsahu mračna. V druhé části budou body vybírány pouze na jedné straně mračna a oba výsledky budou porovnány.

V rámci zkoušky byl první testovaný soubor georeferencován na nejmenší možný počet vlíčovacích bodů. Následující soubory obsahovaly 6, 12 a 18 bodů, u kterých už mohla být lépe kontrolována rovnoměrnost rozložení v poloze i výšce. Různorodý výběr bodů by měl zajistit homogenitu výsledku transformace.

F-test

Fisherův test dvou rozptylů neboli F-test se staví na základě hypotézy $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ ($s_1^2 = s_2^2$), tedy předpokladu, že si přesností odpovídají dva různé výběrové soubory. Oba soubory musí mít normální rozdělení s parametry střední hodnoty a střední chyby.

Byly stanoveny rozdíly v jednotlivých osách UTM mezi referenčními souřadnicemi kontrolních bodů ($\bar{X}_i; \bar{Y}_i; \bar{Z}_i$) a bodů vyexportovaných z mračna ($X_i; Y_i; Z_i$):

$$\delta_X = \bar{X}_i - X_i; \delta_Y = \bar{Y}_i - Y_i; \delta_Z = \bar{Z}_i - Z_i$$

Souřadnice bodů určených geodetickou metodou jsou přesnější než souřadnice určené ze skenování. Můžeme tedy považovat souřadnice $\bar{X}_i, \bar{Y}_i, \bar{Z}_i$ určené geodetickou metodou za skutečné hodnoty. Výpočet směrodatných odchylek byl proveden dle vzorce:

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \delta_x^2}{n}}, s_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \delta_y^2}{n}}, s_z = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \delta_z^2}{n}}$$

Testovací kritérium je stanoveno dle vzorce:

$$F = \frac{\text{větší z rozptylů } (s_i^2)}{\text{menší z rozptylů } (s_j^2)}$$

Před testováním se volí hladina významnosti pro výpočet kritických hodnot Fisherova testu, které byly počítány pomocí předdefinované funkce v Excelu F.INV s patřičně zadanými hodnotami stupňů volnosti pro oba výběry. Hladina významnosti byla zvolena $\alpha=5\%$ a kvantil je tedy 0,975 dle vzorce $1 - \frac{\alpha}{2}$. Testovací kritérium se porovnává s kritickou hodnotou, přičemž mohou nastat tři situace:

$F > F_{\text{krit}}$ nulovou hypotézu $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ **zamítáme** (výběrové soubory se významně liší)

$F = F_{\text{krit}}$ nulovou hypotézu $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ **nezamítáme** (výběrové soubory mají zcela totožnou přenost, což je patrné ze samotných hodnot výběrových středních chyb)

$F < F_{\text{krit}}$ nulovou hypotézu $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ **nezamítáme** (výběrové soubory si přesností odpovídají)

Celý výpočet proběhl v softwaru Microsoft Excel a je dokumentován v příloze č. 3 – Výpočty optimalizace konfigurace vlíčovacích bodů. Příloha rovněž obsahuje malou přehledku konfigurace VB každého souboru.

V následující tabulce (tab. 2) je souhrn výsledků stanovených směrodatných odchylek v jednotlivých osách systému UTM pro různé konfigurace vlíčovacích bodů.

Tabulka 2 Výsledky směrodatných odchylek pro různé konfigurace VB

Č. souboru	Konfigurace	Směrodatná odchylka [m]			Stupeň volnosti n
		v ose x	v ose y	v ose z	
1	3 rovnoměrně rozložené vlíčovací body	0,0266	0,0212	0,0057	106
2	6 rovnoměrně rozložených vlíčovacích bodů	0,0191	0,0135	0,0048	103
3	12 rovnoměrně rozložených vlíčovacích bodů	0,0187	0,0141	0,0051	97
4	18 rovnoměrně rozložených vlíčovacích bodů	0,0156	0,0119	0,0051	91
5	6 nerovnoměrně rozložených vlíčovacích bodů	0,0920	0,0534	0,0175	103

V tabulce (tab. 3), která navazuje na předchozí tabulku, je dokumentován výsledek testování. Je patrné, že nejmenší možný počet vlíčovacích bodů je pro výpočet nevhodný stejně jako nerovnoměrně rozložené VB. Zajímavé výsledky testování však ukazují porovnání následujících dat s 6 až 18 VB, které nebyly testem zamítnuty. Z poznatků vyplývá, že přesnosti mračen georeferencovaných na 6, 12 nebo 18 bodů si vzájemně odpovídají. Testování potvrdilo stěžejní důležitost rovnoměrného rozmístění VB, což je zapotřebí provést v dostatečném rozsahu. Pro použité mračno registrované metodou Target Based v softwaru SCENE je dostatečný počet 6 vlíčovacích bodů a zvyšování jejich počtu by v tomto případě nepřineslo výrazně lepší výsledky. Během měření se však musí pamatovat na dostatečný počet kvalitních kontrolních bodů. Kontrolní body kromě stanovení přesnosti pomáhají odhalit vady v registraci nebo nesprávně určené VB a v případě potřeby lze těchto bodů využít jako náhrada VB.

Tabulka 3 Výsledky F-testu pro různé konfigurace VB

Testované soubory	hladina významnosti	Pravděpodobnost	Kritická hodnota F_{krit}			Testovací kritérium			Výsledek F-testu		
			v ose x	v ose y	v ose z	v ose x	v ose y	v ose z	v ose x	v ose y	v ose z
1 2	5,00%	0,975	1,471291	1,471291	1,471291	1,945403	2,492074	1,377105	zamítáme	zamítáme	nezamítáme
2 3	5,00%	0,975	1,4852724	1,4852724	1,485272	1,037649	1,098254	1,122862	nezamítáme	nezamítáme	nezamítáme
3 4	5,00%	0,975	1,5042901	1,5042901	1,50429	1,433639	1,393049	1,002066	nezamítáme	nezamítáme	nezamítáme
2 4	5,00%	0,975	1,4972934	1,4972934	1,497293	1,487614	1,268421	1,120547	nezamítáme	nezamítáme	nezamítáme
2 5	5,00%	0,975	1,4746017	1,4746017	1,474602	34,57456	20,02456	11,67834	zamítáme	zamítáme	zamítáme

4.5. Analýza výsledků různých metod registrace mračen

Tato kapitola je zaměřená na analýzu výsledků různých metod registrace mračen na základě odchylek na kontrolních bodech. Na závěr kapitoly jsou rozebrány systematické chyby, které byly během zpracování vypořizovány.

Porovnání výsledků jednotlivých metod

Jednotlivá mračna byla registrována vždy pomocí jedné metody. U všech metod je využita stejná konfigurace vřicovacích bodů totožná s konfigurací z předchozí kapitoly. Cílem bylo stanovit, který software a metoda má nejpřiznivější výsledek. Pro porovnání jednotlivých souborů bylo využito opět Fisherova testu dvou rozptylů, viz **F-test**. Zpracování probíhalo rovněž v programu Microsoft Excel a je dokumentováno v příloze č. 4 - Analýza výsledků různých metod registrace. V následující tabulce (tab. 4) je souhrn výsledků stanovených směrodatných odchylek v jednotlivých osách systému UTM pro různé metody registrace.

Tabulka 4 Výsledky směrodatných odchylek různých metod registrace mračen

Č. souboru	Soubor	Směrodatná odchylka [m]			Stupeň volnosti n
		v ose x	v ose y	v ose z	
1	Mračno registrované metodou Cloud to Cloud v TRW	0,0131	0,0101	0,0042	98
2	Mračno registrované metodou Cloud to Cloud v SCENE	0,0172	0,0230	0,0126	98
3	Mračno registrované metodou Target-Based v TRW	0,0115	0,0100	0,0050	98
4	Mračno registrované metodou Target-Based v SCENE	0,0156	0,0119	0,0051	98

Tabulka 5 Výsledky F-testu různých metod registrace mračen

Testované soubory	hladina významnosti	Pravděpodobnost	Kritická hodnota F_{krit}			Testovací kritérium			Výsledek F-testu		
			v ose x	v ose y	v ose z	v ose x	v ose y	v ose z	v ose x	v ose y	v ose z
1	5,00%	0,975	1,4892687	1,4892687	1,489269	1,718969107	5,151459072	8,95466701	zamítáme	zamítáme	zamítáme
2											
1	5,00%	0,975	1,4892687	1,4892687	1,489269	1,308024153	1,024685067	1,43882583	nezamítáme	nezamítáme	nezamítáme
3											
1	5,00%	0,975	1,4892687	1,4892687	1,489269	1,404399182	1,386404702	1,48394213	nezamítáme	nezamítáme	nezamítáme
4											
2	5,00%	0,975	1,4892687	1,4892687	1,489269	2,24845311	5,278623183	6,22359347	zamítáme	zamítáme	zamítáme
3											
2	5,00%	0,975	1,4892687	1,4892687	1,489269	1,223988969	3,715696481	6,03437752	nezamítáme	zamítáme	zamítáme
4											
3	5,00%	0,975	1,4892687	1,4892687	1,489269	1,836988051	1,420628194	1,03135633	zamítáme	nezamítáme	nezamítáme
4											

V F-testu byly vzájemně porovnávány všechny dvojice směrodatných odchylek mračen. Z testování vyplývá:

Cloud to Cloud v softwaru TRW přesností odpovídá výsledkům Target-Based z obou softwarů, ale je významně přesnější než Cloud to cloud v softwaru SCENE.

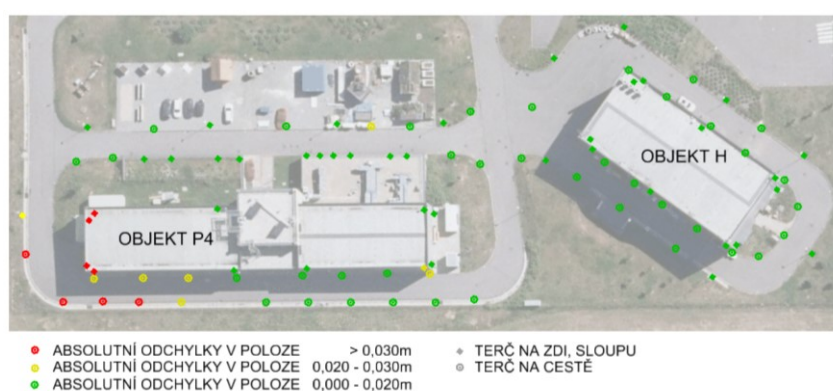
Cloud to Cloud v softwaru SCENE se ukázala jako metoda významně méně přesná než všechny ostatní metody.

Target-Based v softwaru TRW si přesností odpovídá pouze Cloud to Cloud v softwaru TRW, v porovnání s výsledky ze softwaru SCENE je významně přesnější.

Target-Based v softwaru SCENE přesností odpovídá Cloud to Cloud v softwaru TRW, v porovnání s Target-Based v softwaru TRW odpovídá přesností pouze v ose y a z.

Identifikace systematických chyb

Během testování byly v určitých místech vyzorovány opakující se jednostranné odlehle hodnoty na kontrolních bodech. Velikosti odchylek jsou pro lepší přehlednost podbarveny barevnou škálou v příloze č. 3 i v příloze č.4. Při průkumu těchto dat a nezávislých kontrol pomocí dalších metod registrace byly na severovýchodní straně za objektem P4 zaznamenány větší odchylky v poloze (obr. 37).



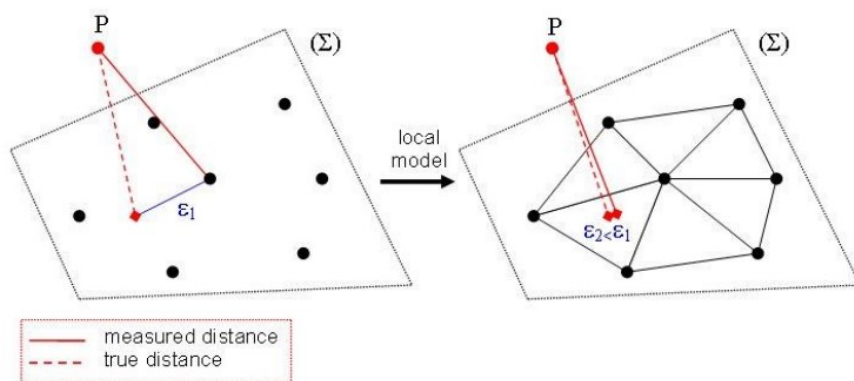
Obrázek 37 Kritické místo mračna pro odchylky v poloze (SCENE)

Polohové chyby byly s největší pravděpodobností způsobeny chybějícím skenem Adm20_B_006, který zde nedovoloval kvalitní propojení přes umělé navazovací body. Není ale vyloučené, že zde došlo k narušení přesnosti testovacího pole a pro jednoznačnost výsledku by mělo proběhnout opakované skenování této oblasti nebo kontrolní zaměření testovacího pole. Kontrolní skenování ani měření již není součástí této práce a dále je předpokládáno, že testovací pole je bezchybné.

V softwaru CloudCompare bylo provedeno porovnání mračen jednotlivých metod s referenčním výsledným mračnem vypracovaným dle následující kapitoly **5. Výsledné mračno bodů a 3D model.**

CloudCompare má několik možností jak mračna porovnávat. Buď určuje vzdálenost mezi nejbližšími body v referenčním mračnu a porovnávaném mračnu nebo si vytváří lokální model z referenčního mračna tak, že se umístí na „nejbližší“ bod a několik jeho sousedů. Vzdálenost od každého bodu porovnávaného mračna k jeho nejbližšímu bodu v

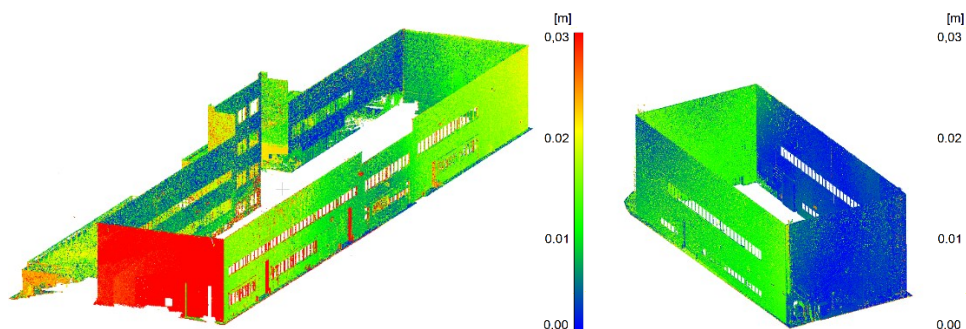
referenčním mračnu je nahrazena vzdáleností k tomuto modelu. To je statisticky přesnější a méně závislé na vzorkování mračna. (CloudCompare - User manual) Pro porovnání mračen v této práci byla využita metoda modelování prostřednictvím funkce 2D1/2 Delaunay triangulation, která má sice delší a složitější výpočet, ale zato lépe interpretuje skutečný tvar objektů.



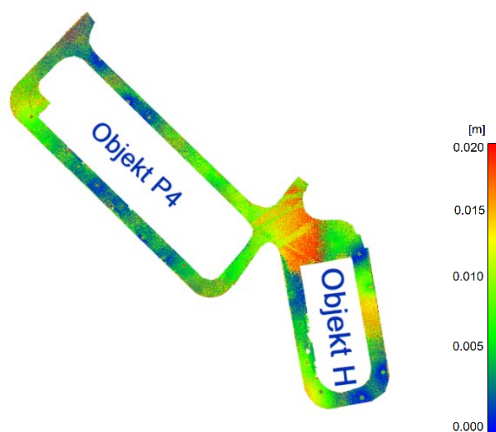
Obrázek 38 Local modeling – CloudCompare (CloudCompare - User manual)

Na obrázcích níže jsou znázorněny absolutní odchylky mezi jednotlivými metodami tvorby mračna a referenčním mračnem pomocí barevného škálování. Orientace pohledu na severozápadní stranu budovy P4 a na severovýchodní stranu budovy H byla zvolena u všech metod obdobně kvůli vyšší přehlednosti. Třetí pohled poskytuje přehled o výškových poměrech v celém rozsahu.

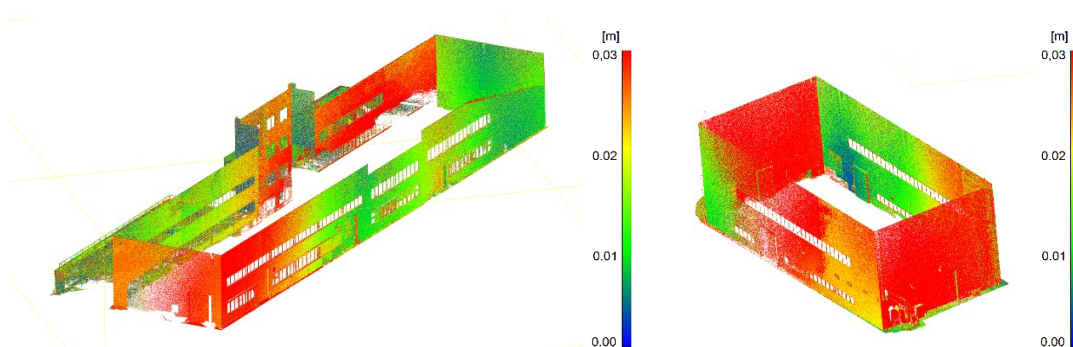
Porovnání nám ukázalo, že různé metody registrace skutečně přináší jiné výsledky a v některých částech až několik centimetrů. Rovněž je z porovnání patrné, že v severní části objektu P4 dochází u všech metod k významnějšímu odchýlení od testovacího pole.



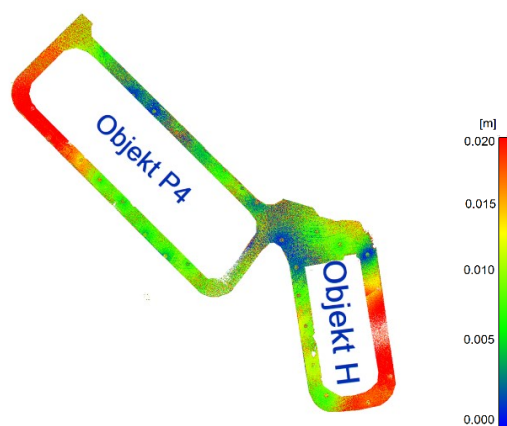
Obrázek 39 Metoda Cloud to Cloud v softwaru TRW



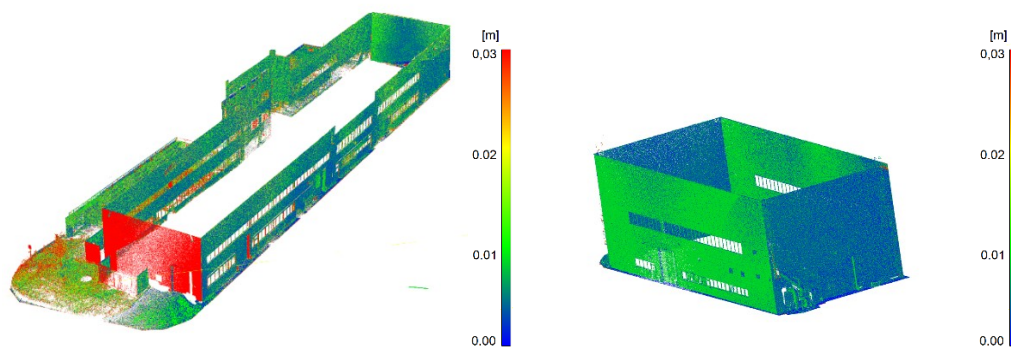
Obrázek 40 Metoda Cloud to Cloud v softwaru TRW – výškové odchylky



Obrázek 41 Metoda Cloud to Cloud v softwaru SCENE



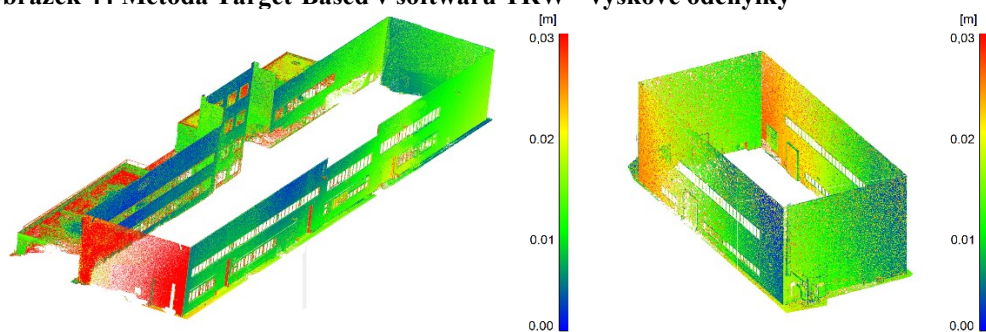
Obrázek 42 Metoda Cloud to Cloud v softwaru SCENE – výškové odchylky



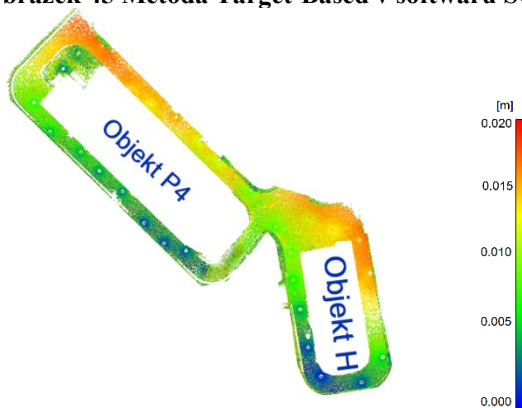
Obrázek 43 Metoda Target-Based v softwaru TRW



Obrázek 44 Metoda Target-Based v softwaru TRW - výškové odchylky



Obrázek 45 Metoda Target-Based v softwaru SCENE



Obrázek 46 Metoda Target-Based v softwaru SCENE – výškové odchylky

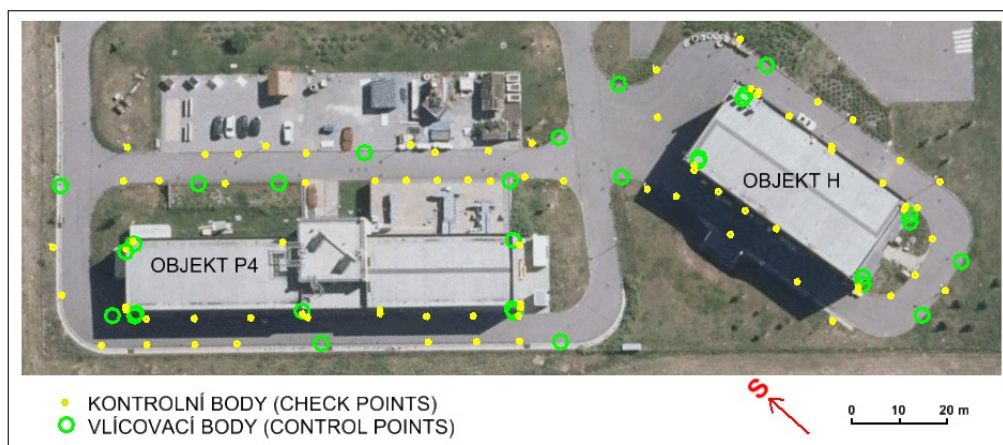
5. Výsledné mračno bodů a 3D model

5.1. Výsledné mračno bodů

Dle požadavků vedoucího diplomové práce v rámci projektu „FAST-J-19-5704 Geometrická přesnost mobilních mapovacích systémů“ byly využity nabyté znalosti a kombinacemi všech metod registrace byly minimalizovány odchylky od bodů testovacího pole. Cílem výstupu je mračno, které může plnit funkci reference pro MMS nebo fotogrametrii v následujících letech.

Registrace a georeference

Byla vybrána varianta Target-Based Registration ze softwaru Trimble Real Works, která vykazovala nejvyšší přesnost z porovnávaných variant, viz **Porovnání výsledků jednotlivých metod**. Pod toto georeferencované mračno bylo podloženo 30 referenčních bodů, které později sloužily jako vřícovací body (obr. 47). Následně bylo mračno upravováno v softwaru TRW prostřednictvím funkcí Cloud-Based Registration a Target-Based Registration. Cloud-Based Registration umožňuje pracovat s jednotlivými skeny nebo již registrovanými celky interaktivně. Panel funkce nabízí škálu utilit jako jsou rotace a translace, dorovnání a quality report. Skeny se zde dají otočit či přesunout tak, aby na sebe přibližně seděly, potom se spouští vyrovnávací nástroj Refine pro minimalizaci odchylek. Dále je zde možnost vložit do obou mračen identické body v 3D prostředí, které mohou také pomoci ke správnému umístění. Výhodou těchto funkcí je, že se dá interaktivně pracovat s jednotlivými skeny, v našem případě to byla kritická místa mračna, která vykazovala největší odchylky po georeferenci. Na některé části mračna bylo také využito metody Target-Based Registration s propojením na referenčními body, které rovněž vstupovaly do vyrovnání. Tato metoda dovoluje provádět iterační vyrovnání vazeb mezi navazovacími body a vřícovacími body. Díky tomu byly minimalizovány odchylky na vřícovacích bodech, ale stále byla udržena vnitřní přesnost mračna. Po registraci vždy následovala kontrola Visual Check a kontrola číselných hodnot odchylek mezi všemi řešenými body v prostředí Target Analyzer. Takto upravené registrované mračno bylo transformované pomocí utility Georeferencing tool.



Obrázek 47 Rozložení vlíčovacích a kontrolních bodů výsledného mračna

Stanovení dosažené přesnosti

Po georeferenci bylo provedeno testování dosažené přesnosti pomocí 80 kontrolních bodů. Výsledné mračno vykazuje střední chyby v jednotlivých souřadnicích (s_x , s_y , s_z) okolo 5 mm a 3D polohová chyba (s_{3D}) je rovna 9 mm (tab. 7). Mimo stanovení směrodatných odchylek v souboru byla provedena i analýza výskytu odlehlých hodnot, která byla v projektu „FAST-J-19-5704,,“ používána již dříve. Tento proces probíhal dle publikace (Kalvoda, 2020) a byl zpracován v Microsoft Excel.

Výskyt hrubých chyb (odlehlých hodnot) je důležitým ukazatelem přesnosti. Lze použít statistické metody analýzy výsledků popsané v normě (ISO 5725-2, 1994). Norma uvádí, že pokud je statistika testu v „numerical outlier test“ (numerickém testu extrémních hodnot) menší nebo rovna jeho 5% kritické hodnotě ($\alpha = 5\%$), je testovaná položka přijata jako správná. Pokud je statistika testu větší než jeho 5% kritická hodnota ($\alpha = 5\%$) a menší nebo rovna 1% kritické hodnotě ($\alpha = 1\%$), testovaná položka se nazývá „straggler“ (opozdilec). Pokud je statistika testu větší než 1% kritická hodnota ($\alpha = 1\%$), položka se nazývá statistická „outlier“ (odlehlá hodnota).

Velikostní parametr elipsoidu spolehlivosti pro $1 - \alpha = 95\%$ pravděpodobnost, že chyba leží uvnitř elipsoidu ($t = 2,8$) a pro $1 - \alpha = 99\%$ pravděpodobnost ($t = 3,4$). Přijaty jsou body s chybami (δ_x , δ_y , δ_z), které leží uvnitř elipsoidu spolehlivosti 95%. Body s chybami (δ_x , δ_y , δ_z), které leží mimo elipsoid spolehlivosti 95% a uvnitř nebo na okrajích elipsoidu spolehlivosti 99%, se nazývají „stragglers“ (opozdilci). Body s chybami (δ_x , δ_y , δ_z), které leží mimo 99% elipsoid spolehlivosti, se nazývají „outliers“ (odlehlé hodnoty).

Tento test lze zjednodušit pomocí koule spolehlivosti místo elipsoidu. 3D chyby, které splňují podmínku $\delta_{3D} \leq 2,8 \cdot s_{3D}$, jsou přijímány. 3D chyby, které splňují podmínku $2,8 \cdot s_{3D} < \delta_{3D} \leq 3,4 \cdot s_{3D}$, se nazývají opozdilci. 3D chyby, které splňují podmínku $\delta_{3D} \geq 3,4 \cdot s_{3D}$, se nazývají odlehlé hodnoty. (Kalvoda, 2020)

Test odlehlých hodnot nebo také Grubbsův test byl proveden na celý rozsah kontrolních bodů ($n=80$). Přičemž kritické hodnoty (G) pro hladinu významnosti 5% a 1% byly počítány na základě Studentova rozdělení:

$$G = \frac{n-1}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{\frac{S_{T(\alpha)}^2}{S_{T(\alpha)}^2 + n - 2}}$$

Kde $S_{T(\alpha)}$ jsou tabulkové hodnoty Studentova rozdělení pro dané hladiny významnosti získané pomocí funkce $T.INV \left(1 - \frac{\alpha}{n}; n - 2\right)$. Testovací kritéria jsou pak počítány jako:

$$G_K = G \cdot s_i$$

Absolutní odchylky jsou porovnávány s kritickou hodnotou a je posouzeno, zda se jedná o opozdilce nebo odlehlou hodnotu. V tabulce č. 6 a 7 jde vidět, že v testovaném souboru se nevyskytují žádné odlehlé hodnoty ani žádní opozdilci.

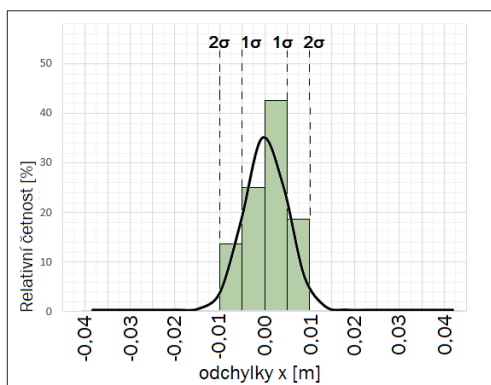
Tabulka 6 Grubbsův test odlehlých hodnot

Grubbsův test odlehlých hodnot	δ_x [m]	δ_y [m]	δ_z [m]	δ_{3D} [m]
Počet kontrolních bodů	80	80	80	80
Maximální záporná odchylka	-0,0089	-0,0099	-0,0085	0,0042
Maximální kladná odchylka	0,0090	0,0087	0,0082	0,0142
Maximální absolutní odchylka	0,0090	0,0099	0,0085	0,0142
Směrodatná odchylka	0,0050	0,0054	0,0043	0,0085
Grubbs (G) 5%/1%	3,1319390	3,5207804		
G_K (5%)	0,0157	0,0170	0,0133	
G_K (1%)	0,0177	0,0191	0,0150	

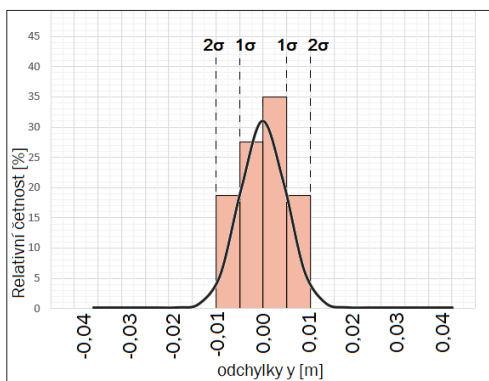
Tabulka 7 Zjednodušený test odlehlých hodnot pro 3D odchylky

3D standard deviation [m]	0,009
probability 95 %	t= 2,8
probability 99 %	t= 3,4
max 95 % [m]	0,024
max 99 % [m]	0,029
Number of stragglers > 95 % < 99 %	0
Number of outliers > 99 %	0

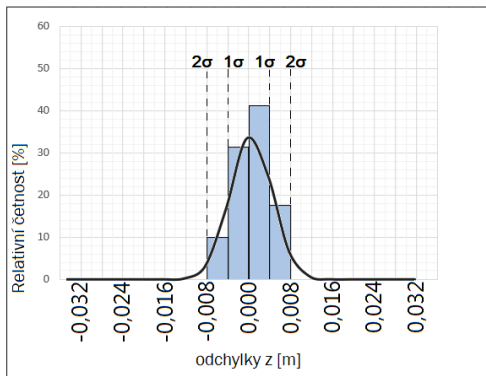
V rámci zpracování bylo provedeno i přísnější posouzení odchylek vůči násobkům příslušných směrodatných odchylek. Základní předpoklad vyplývající z normálního rozdělení pro jednorozměrné veličiny na hladině významnosti $\alpha = 5\%$ je rozložení chyb takové, že do jednonásobku směrodatné odchylky se předpokládá pravděpodobnost výskytu 68% hodnot do t-násobku 95% a překročení t-násobku max 5% hodnot. V souboru se nevyskytla žádná hodnota překračující t-násobek směrodatné odchylky, přičemž pro odchylky v jednotlivých osách UTM byl stanoven součinitel konfidence $t = 2$, viz grafy 1-3.



Graf 1 Histogram odchylek výsledného mračna na kontrolních bodech v ose x



Graf 2 Histogram odchylek výsledného mračna na kontrolních bodech v ose y



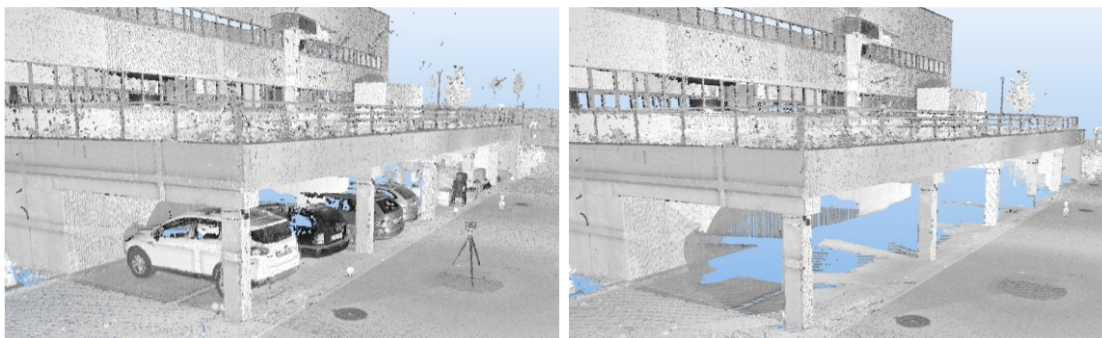
Graf 3 Histogram odchylek výsledného mračna na kontrolních bodech v ose z

Čištění výsledného mračna

Jak bylo zmíněno v kapitole **3.2 Problematika skenování v exteriéru**, během skenování dochází ke sběru mnoha nepotřebných dat. Vzdálené body mimo zájmovou oblast byly odstraněny již při načítání skenů do softwaru. Objekty a šumy, které zůstaly na zpracovávaných skenech, musely být odstraněny pomocí funkcí Segmentation. Existuje ještě možnost využít Auto-Classify Outdoor/Indoor tedy automatické třídění objektů do různých klasifikačních skupin jako jsou například vegetace, podlaha a konstrukce. Skupiny se pak dají jednotlivě prověřovat a segmentačně pročišťovat. V této práci byla využita převážně první varianta, protože nutí uživatele prohlédnout každý kousek mračna a nedochází k chybným klasifikacím, tak jako u automatické metody. Na obrázcích níže je několik málo míst vybraných z mračna, kde proběhlo odstranění překážejících nebo rušivých objektů a šumů.



Obrázek 48 Čištění mračna – překážky v okolí objektů



Obrázek 49 Čištění mračna – objekty v otevřeném garážovém stání



Obrázek 50 Čištění mračna – pohled shora na objekt P4

Přesnost dosažená s nižším počtem VB

Posledním testem v této diplomové práci je ověření, zda platí předpoklad stanovený v části **4.4. Vlíčovací a kontrolní body – testy konfigurací**, že největší vliv na přesnost má správnost registrace mračna nikoliv počet vlíčovacích bodů.

Byl zvolen opět osvědčený F-test. Předmětem testování byl soubor výstupního mračna a kopie tohoto mračna s totožnou registrací, které bylo georeferencováno pouze na 6 vlíčovacích bodů dle **4.4.** Výpočet včetně analýzy je v příloze č. 5. Předpoklad byl tímto testem potvrzen, nicméně je nutné podotknout, že díky většímu počtu vlíčovacích bodů bylo možné model lépe tvarovat, tím dosáhnout i lepší registrace a v konečném důsledku i vyšší absolutní přesnosti. Důkazem je výsledek z předchozí kapitoly.

Tabulka 8 Výsledky směrodatných odchylek různých počtů VB

Č. souboru	Soubor	Směrodatná odchylka [m]			Stupeň volnosti n
		v ose x	v ose y	v ose z	
1	Mračno registrované kombinovanou metodou v TRW	0,0050	0,0054	0,0043	80
2	Mračno registrované kombinovanou metodou v TRW	0,0052	0,0060	0,0051	103

Tabulka 9 Výsledky F-testu při využití různých počtů VB

Testované soubory	hladina významnosti	Pravděpodobnost	Kritická hodnota F_{krit}			Testovací kritérium			Výsledek F-testu		
			v ose x	v ose y	v ose z	v ose x	v ose y	v ose z	v ose x	v ose y	v ose z
1	5,00%	0,975	1,5071699	1,5071699	1,50717	1,07012114	1,21776816	1,41767216	nezamítáme	nezamítáme	nezamítáme
2											

5.2. 3D model

Dle (Slovník VÚGTK, © 2005-2019) je 3D model „*produkt 3D modelování, který může být zobrazen jako dvojrozměrný obraz pomocí speciálních procesů (např. 3D rendering) nebo použit k počítačové simulaci fyzického objektu.*“

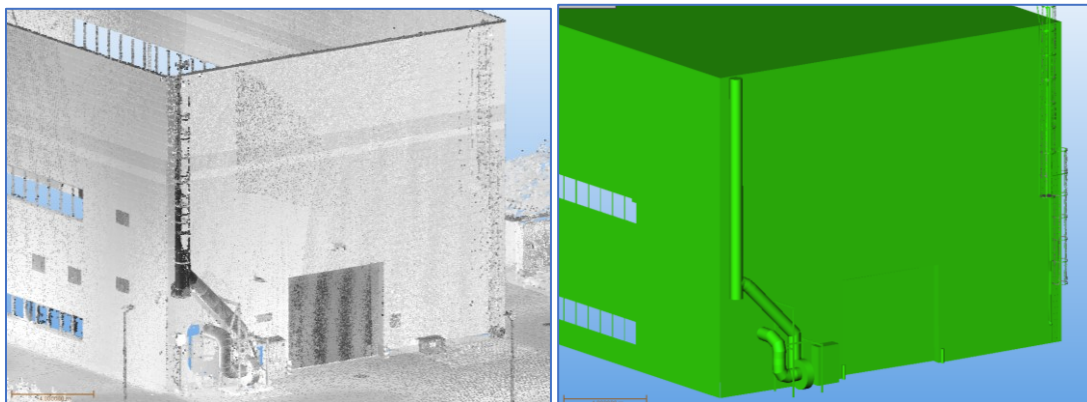
Z definice vyplývá, že jde mimo jiné o virtuální reprezentaci reálného fyzického objektu pomocí 3D modelování. Do této činnosti můžeme však zařadit i samotnou tvorbu mračna bodů. Jednotlivé neorientované skeny nemají vypovídající hodnotu o geometrických parametrech objektu, jejich spojení a georeferencování však může vytvořit dostatečnou 3D virtuální reprezentaci fyzického objektu nebo také 3D model. Z obecného hlediska se však za 3D model považují spíše hraniční modely, které jsou kromě bodů reprezentované i hranami a případně stěnami mnohoúhelníků. Takové produkty vznikají nejčastěji technologií **CSG** (konstruktivní geometrie pevných těles), čili modelování pomocí jednoduchých geometrických těles. Další možností, jak vytvořit takový hraniční model, je tzv. mesh (z anglického překladu síť či mřížka). Mesh umí některé softwary vygenerovat na podkladě bodových mračen nebo alespoň na množině bodů definovaných v prostoru. Ve zjednodušeném principu se propojí blízké body nepravidelnou trojúhelníkovou sítí (**TIN**) a dojde i k vytvoření ploch těchto trojúhelníků. Mnoho softwarů umožňuje i klást různé podmínky pro tvorbu takové sítě a rovněž ji umožňuje upravovat.

V případě této diplomové práce byl vyhotoven zjednodušený 3D model prostřednictvím softwaru TRW sloužící pouze jako 3D vizualizace objektu a hlavním výstupem zůstává georeferencované mračno.

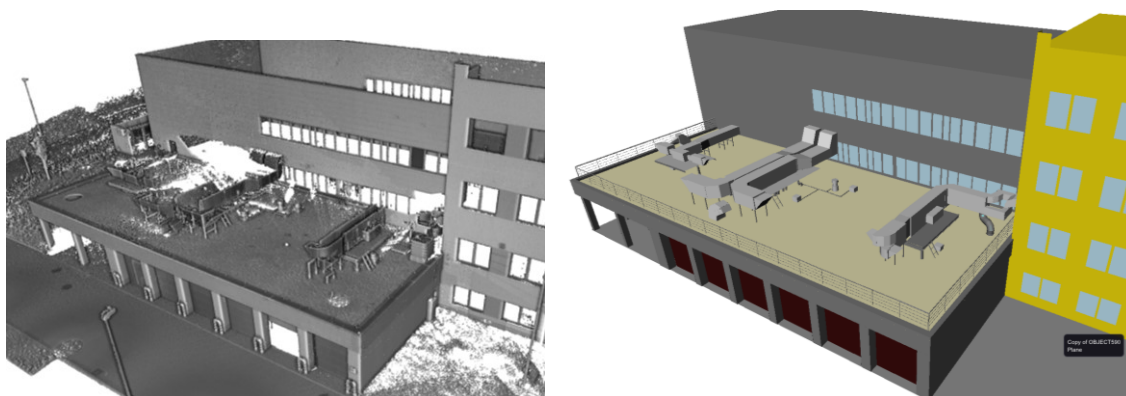
3D model byl tvořen jak pomocí CSG, tak i s využitím vygenerování mesh na podkladu výsledného mračna bodů. TRW nabízí škálu nástrojů pro tvorbu 3D modelu pomocí zjednodušených těles. Mezi nástroji jsou i speciální funkce pro tvorbu ventilace/potrubí, žebříků a zábradlí. Složitější méně pravidelné objekty vyžadují generování mesh.

Rovné stěny objektů definované milióny bodů byly nahrazovány jednoduchými tělesy složených pouze z několika desítek singulárních bodů. Zvýšená pozornost byla věnována i složité vzduchotechnice na obou objektech. Posléze byla tato tělesa konvertována na hrubý mesh. Konverze musela proběhnout kvůli texturám, které na tělesa modelu nelze generovat. Textury byly vytvářeny z fotek získaných ze skenovacího přístroje, a to v některých částech způsobuje barevné rozdíly způsobené odlišnými časy snímání mezi

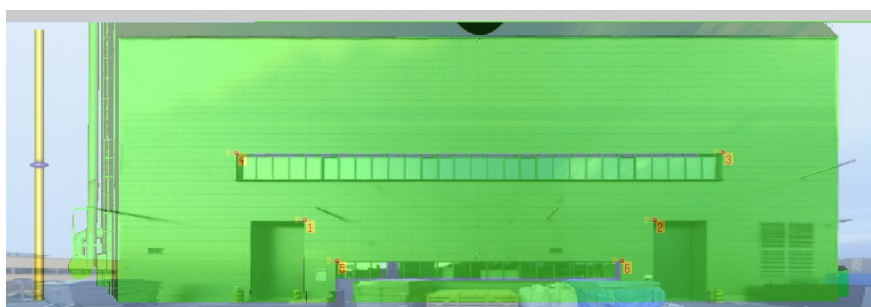
skeny. Výsledný 3D model byl porovnáván s referenčním mračnem (obr. 55 a 56) a výsledky sestaveny do histogramů (graf 4 a 5). Kopie 3D modelů byly umístěny do virtuální knihovny Sketchfab, viz **Seznam příloh**.



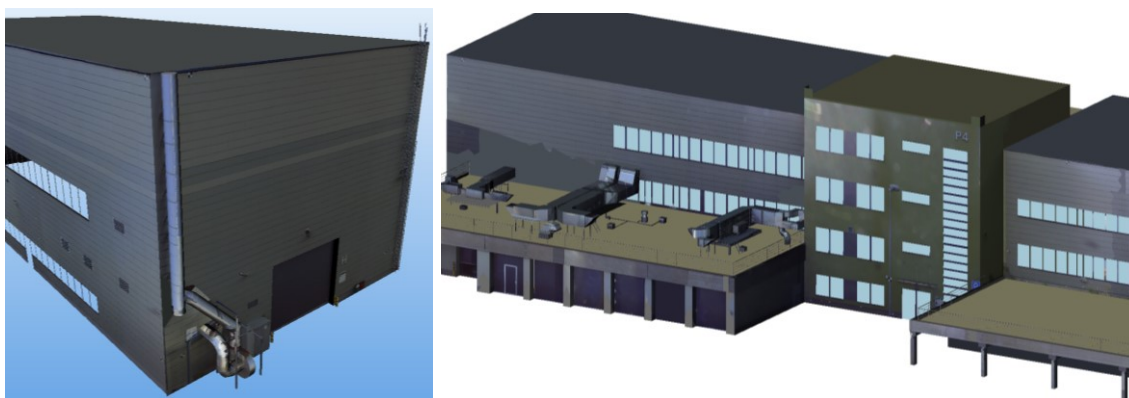
Obrázek 51 Tvorba 3D modelu – objekt H



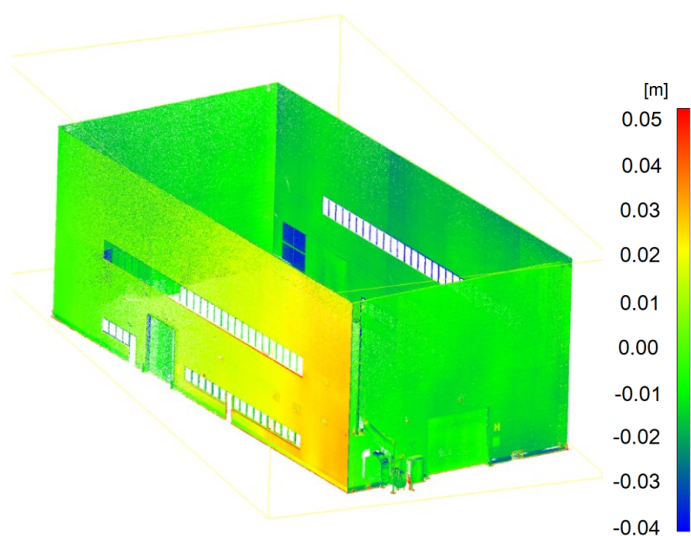
Obrázek 52 Tvorba 3D modelu - objekt P4



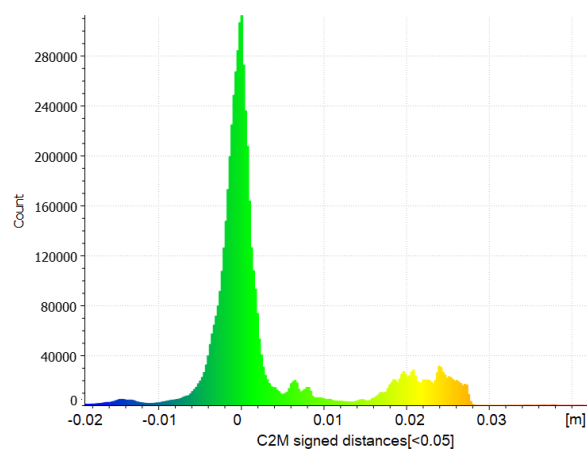
Obrázek 53 Příprava snímků na texturování



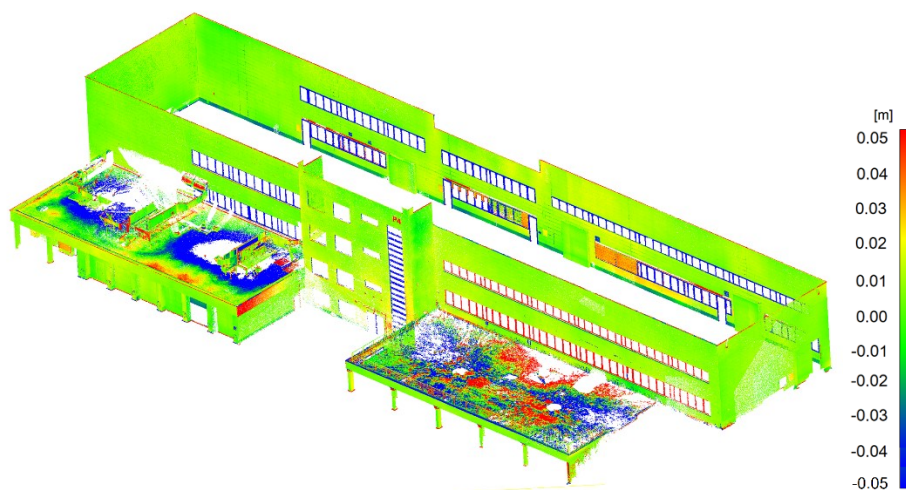
Obrázek 54 3D modely s texturami



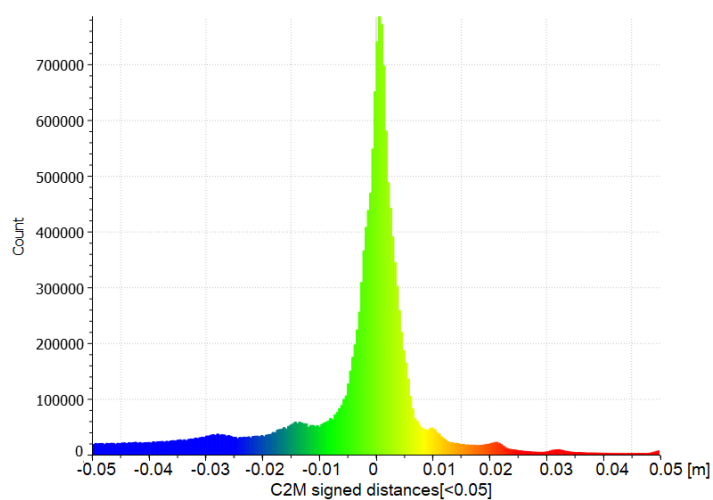
Obrázek 55 Porovnání 3D modelu s referenčním mračením - objekt H



Graf 4 Histogram odchylek mezi body referenčního mračka a povrchem objektu H



Obrázek 56 Porovnání 3D modelu s referenčním mračnem - objekt P4



Graf 5 Histogram odchylek mezi body referenčního mračna a povrchem objektu P4

6. Závěr

Veškeré testování bylo provedeno na stejných datech pořízených pro účel projektu „FAST-J-19-5704 Geometrická přesnost mobilních mapovacích systémů“. Výsledky testů se tedy vážou zejména na tento soubor a pro tyto podmínky. Z testů vyplynulo, že výstupy ze softwaru Trimble RealWorks jsou přesnější než ze softwaru SCENE zejména pak výsledek registrace metodou Cloud to Cloud. Dále bylo ověřeno, že zvyšováním množství vřícovacích bodů bez jejich zahrnutí do vyrovnání nemá na výslednou přesnost významný vliv. Na druhou stranu je důležité jejich rovnoměrné rozmístění po skenované lokalitě.

Laserové skenování byla pro mě nová zkušenost, se kterou jsme se nesetkal ani během studijních programů. Příjemně mě překvapila jednoduchost obsluhy skenovacích zařízení. Na druhou stranu zpracování surových dat z laserového skenování vyžaduje znalosti a zkušenosti, které jsem na začátku práce rovněž postrádal, ale po důkladném studiu problematiky a funkcí nabízených oběma softwary jsem byl schopen dosáhnout požadovaného výsledku. Jsem vděčný, že zkušenosti, které jsem během vypracování získal mohu předat dál díky této diplomové práci.

Seznam použité literatury

- AdMaS: Výzkumné centrum* [online], 2018. [cit. 2021-05-03]. Dostupné z: <https://admas.eu/>
- AdMaS: Základní údaje centra, 2018. In: *AdMaS: Výzkumné centrum* [online]. [cit. 2021-05-03]. Dostupné z: <https://admas.eu/zakladni-udaje-centra/>
- ATS AB* [online]. [cit. 2021-05-04]. Dostupné z: <https://ats.se/products-scan-reference-system.html>
- BC. MRŮZEK, Tomáš, 2019. *Reambulace účelové mapy povrchové situace s využitím mobilního mapovacího systému*. Brno. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Ing. Petr Kalvoda, Ph.D.
- CloudCompare - User manual: Version 2.6.1. In: *CloudCompare* [online]. [cit. 2021-05-22]. Dostupné z: <http://www.cloudcompare.org/doc/qCC/CloudCompare%20v2.6.1%20-%20User%20manual.pdf>
- DEEMS, J.S., T.H. PAINTER a D.C. FINNEGAN, J. GLACIOL, ed., 2013. Lidar measurement of snow depth. *Cambridge university press* [online]. 467–479 [cit. 2021-05-03]. Dostupné z: doi:10.3189/2013JoG12J154
- GLENNIE, C.L., W.E. CARTER, R.L. SHRESTHA a W.E. DIETRICH, 2013. Geodetic imaging with airborne LiDAR: the Earth's surface revealed. *Iopscience* [online]. [cit. 2021-05-03]. Dostupné z: doi:10.1088/0034-4885/76/8/086801
- ISO 5725-2, 1994. *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results: – Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method*.
- JABOYEDOFF, M., T. OPPIKOFER, A. ABELLÁN, M. DERRON, A. LOYE, R. METZGER a A. PEDRAZZINI, 2012. *Use of LIDAR in landslide investigations* [online]. 5-28 [cit. 2021-05-03]. Dostupné z: doi:10.1007/s11069-010-9634-2
- KALVODA, Petr, Jakub NOSEK, Michal KURUC, Tomáš VOLAŘÍK a Petra KALVODOVÁ, 2020. Accuracy Evaluation and Comparison of Mobile Laser Scanning and Mobile Photogrammetry Data. *Iopscience* [online]. (609), 3-9 [cit. 2021-04-08]. Sci: 609 012091. Dostupné z: doi:10.1088/1755-1315/609/1/012091
- MEIGS, Andrew, 2013. Active tectonics and the LiDAR revolution. *Lithosphere 5* [online]. (2), 226–229 [cit. 2021-05-03]. Dostupné z: doi:10.1130/RF.L004.1
- PETRIE, G. a C.K. TOTH, 2008. *Topographic Laser Ranging and Scanning: Terrestrial laser scanners*. Boca Raton: CRC Press, 87–127.
- Scanner field of view, 2017. In: *Sciencedirect* [online]. [cit. 2021-05-03]. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012825216304433?casa_token=4DIK_MigmLMAAAAA:1N2MfyycBWG8wqxeUjwl_5DOtLH4x0mG1FTyJ8IFVnAdGYblj4UR9c0hBEIZZqmoZP4ZMtJwAGI
- Scanning Total Station: Trimble SX10. In: *Trimble.com* [online]. [cit. 2021-05-03]. Dostupné z: <https://geospatial.trimble.com/products-and-solutions/trimble-sx10>
- Slovník VÚGTK, © 2005-2019. In: *VÚGTK.cz* [online]. [cit. 2019-01-30]. Dostupné z: <https://www.vugtk.cz/slovník/>

TELLING, Jennifer, A. LYDA, P. HARTZELL a C. GLENNIE, 2017. *Review of Earth science research using terrestrial laser scanning: Earth-Science Reviews* [online]. 35-68 [cit. 2021-05-03]. ISSN 0012-8252. Dostupné z: doi:10.1016/j.earscirev.2017.04.007

Trimble® RealWorks® Software: STUDENT GUIDE. *Trimble®* [USB Flash disc]. 7-269 [cit. 2021-05-06]. Dostupné z: <https://geospatial.trimble.com/>

User Manual for SCENE. In: *Knowledge.faro.com* [online]. [cit. 2021-05-05]. Dostupné z: https://knowledge.faro.com/Software/FARO_SCENE/SCENE/User_Manual_for_SCENE

User Manual for the Focus3D. In: *Knowledge.faro.com* [online]. [cit. 2021-05-04]. Dostupné z: <https://downloads.faro.com/index.php/s/CY5BS9jd2Jf8YY>

WESTOBY, M.J., J. BRASINGTON, M.J. GLASSER, M.J. HAMBREY a J.M. REYNOLDS, 2012. Structure-from-motion photogrammetry: a low cost, effective tool for geoscience applications. *Geomorphology. Sciencedirect* [online]. 300–314 [cit. 2021-05-03]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169555X12004217>

Seznam použitých zkratek

LiDAR	Light Detection and Ranging
TLS	Terrestrial laser scanning
MLS	Mobilní laserové skenování
ALS	Airborne laser scanning
FM	Fotogrametrická metoda
SfM	Structure from Motion
CSV	Comma-Separated Values
CAD	Computer Aided Design
GNSS	Global Navigation Satellite System
IMU	Inertial measurement unit
GPS	Global Positioning System
3D	Trojrozměrný
VB	Vlícovací bod
BIM	Building Information Modelling
IFC	Industry Foundation Classes
MNČ	Metoda nejmenších čtverců
ETRS89	European Terrestrial Reference System 1989
ETRF2000	European Terrestrial Reference Frame 2000
UTM	Universal Transverse Mercator
ECEF	Earth-Centered, Earth-Fixed

TRW	Trimble Real Works
GIS	Geografický informační systém
SD	Secure Digital
WMS	Web Map Service
KN	Katastr nemovitostí
VÚGTK	Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický
CSG	Constructive solid geometry
TIN	Triangulated irregular network

Seznam obrázků a tabulek

- Obrázek 1 Zorné pole skeneru (Scanner field of view, 2017)
- Obrázek 2 Totální stanice s režimem skenování (Scanning Total Station)
- Obrázek 3 Centrum AdMaS (AdMaS, 2018)
- Obrázek 4 Komplex centra AdMaS (AdMaS, 2018)
- Obrázek 5 Vodní hladina v mračnu, půdorysný pohled
- Obrázek 6 Vegetace zakrývající roh budovy
- Obrázek 7 Nenaskenovaný reflexní povrch dopravní značky
- Obrázek 8 Falešný odraz pod hladinou vody
- Obrázek 9 Sken auta–není předmětem zájmu
- Obrázek 10 FARO Focus 3D
- Obrázek 11 Technické údaje skeneru
- Obrázek 12 Neúplné naskenování terče – 3D pohled v softwaru SCENE a TRW
- Obrázek 13 Šachovnicové terče (Kalvoda, 2020)
- Obrázek 14 Nastavení parametrů skenování (User Manual for the Focus3D)
- Obrázek 15 Parametry referenčních koulí (ATS AB)
- Obrázek 16 Rozmíst'ování referenčních koulí
- Obrázek 17 Skenování garáží na objektu P4
- Obrázek 18 Poškozená data ze skenování
- Obrázek 19 TRW import dat
- Obrázek 20 Skeny před registrací - TRW
- Obrázek 21 Prostředí Target-Based Registration
- Obrázek 22 Skeny po registraci – TRW
- Obrázek 23 Target analyzer
- Obrázek 24 Korespondence skenů v profilu
- Obrázek 25 Kontrola překrytů mračen
- Obrázek 26 Cloud-Based Registration – řízení Cloud to Cloud registrace TRW
- Obrázek 27 Kontrola georeference 1 - TRW
- Obrázek 28 Kontrola georeference 2 - TRW
- Obrázek 29 Rozdělení skenů do klastrů
- Obrázek 30 Identifikace cílů – pohled ze dvou stanovišť
- Obrázek 31 Target based registration - SCENE
- Obrázek 32 Korespondence klastrů P4 a H
- Obrázek 33 Cloud to Cloud – SCENE
- Obrázek 34 Výsledek Cloud to Cloud registrace menších klastrů

Obrázek 35 Výsledky Cloud to Cloud registrace velkých klastrů
 Obrázek 36 Přehled využitých bodů testovacího pole
 Obrázek 37 Kritické místo mračna pro odchylky v poloze (SCENE)
 Obrázek 38 Local modeling – CloudCompare (CloudCompare - User manual)
 Obrázek 39 Metoda Cloud to Cloud v softwaru TRW
 Obrázek 40 Metoda Cloud to Cloud v softwaru TRW – výškové odchylky
 Obrázek 41 Metoda Cloud to Cloud v softwaru SCENE
 Obrázek 42 Metoda Cloud to Cloud v softwaru SCENE – výškové odchylky
 Obrázek 43 Metoda Target-Based v softwaru TRW
 Obrázek 44 Metoda Target-Based v softwaru TRW - výškové odchylky
 Obrázek 45 Metoda Target-Based v softwaru SCENE
 Obrázek 46 Metoda Target-Based v softwaru SCENE – výškové odchylky
 Obrázek 47 Rozložení vlíčovacích a kontrolních bodů výsledného mračna
 Obrázek 48 Čištění mračna – překážky v okolí objektů
 Obrázek 49 Čištění mračna – objekty v otevřeném garážovém stání
 Obrázek 50 Čištění mračna – pohled shora na objekt P4
 Obrázek 51 Tvorba 3D modelu – objekt H
 Obrázek 52 Tvorba 3D modelu - objekt P4
 Obrázek 53 Příprava snímků na texturování
 Obrázek 54 3D modely s texturami
 Obrázek 55 Porovnání 3D modelu s referenčním mračnem - objekt H
 Obrázek 56 Porovnání 3D modelu s referenčním mračnem - objekt P4

Tabulka 1 Přehled nastavení profilu v porovnání s továrním nastavením
 Tabulka 2 Výsledky směrodatných odchylek pro různé konfigurace VB
 Tabulka 3 Výsledky F-testu pro různé konfigurace VB
 Tabulka 4 Výsledky směrodatných odchylek různých metod registrace mračen
 Tabulka 5 Výsledky F-testu různých metod registrace mračen
 Tabulka 6 Grubbsův test odlehlých hodnot
 Tabulka 7 Zjednodušený test odlehlých hodnot pro 3D odchylky
 Tabulka 8 Výsledky směrodatných odchylek různých počtů VB
 Tabulka 9 Výsledky F-testu při využití různých počtů VB

Seznam grafů

Graf 1 Histogram odchylek výsledného mračna na kontrolních bodech v ose x
 Graf 2 Histogram odchylek výsledného mračna na kontrolních bodech v ose y
 Graf 3 Histogram odchylek výsledného mračna na kontrolních bodech v ose z
 Graf 4 Histogram odchylek mezi body referenčního mračna a povrchem objektu H
 Graf 5 Histogram odchylek mezi body referenčního mračna a povrchem objektu P4

Seznam příloh

Příloha č. 1 – Pohledy na objekty P4 a H v mračnu bodů

Příloha č. 2 – Výpočet odchylek na kontrolních bodech výsledného mračna

Příloha č. 3 – Výpočty optimalizace konfigurace vřícových bodů

Příloha č. 4 – Analýza výsledků různých metod registrace

Příloha č. 5 – Analýza výsledků při použití nižšího počtu VB

Příloha č. 6 – Metodický postup pro práci v softwaru Trimble RealWorks

Příloha č. 7 – Mračno bodů georeferencované v souřadnicovém systému UTM (digitálně)

Příloha č. 8 – Seznam souřadnic kontrolních bodů (digitálně)

Příloha č. 9 – Přehledka využitých bodů testovacího pole (digitálně)

Příloha č. 10 – 3D model objektu H (digitálně, dostupné z: <https://skfb.ly/o6zos>)

QR:



Příloha č. 11 – 3D model objektu P4 (digitálně, dostupné z: <https://skfb.ly/o6zqI>)

QR:

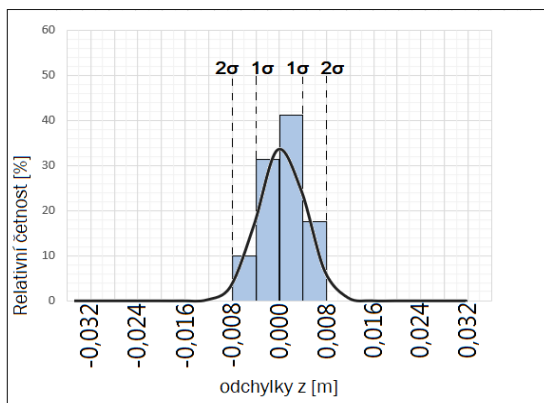
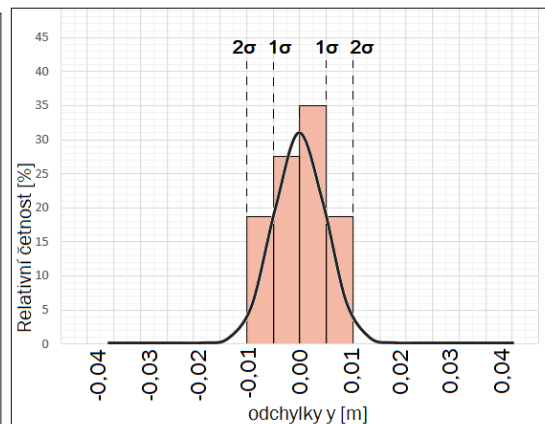
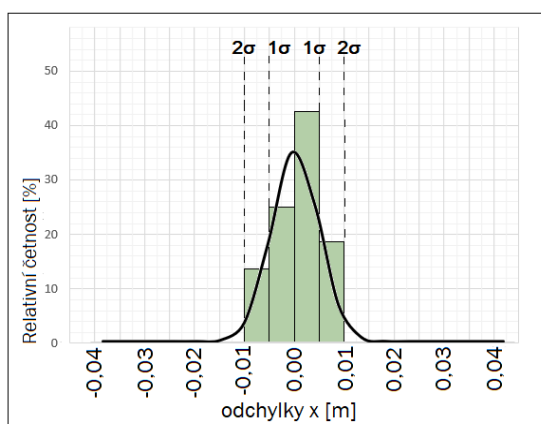
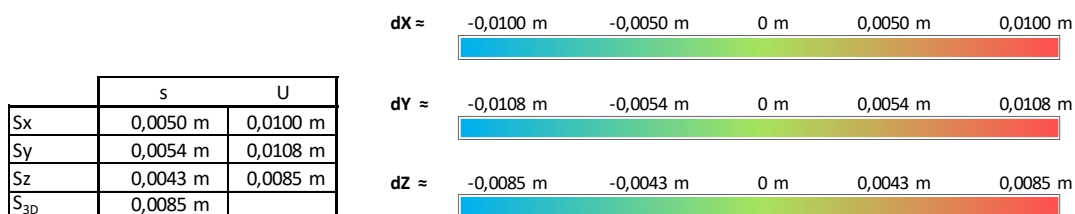


Príloha č. 2 – Výpočet odchylek na kontrolních bodech výsledného mračna

Konfigurace	Výsledné mračno 30 VB	Souřadnicový systém UTM
-------------	-----------------------	-------------------------

Označení bodu	Body exportované z mračna			Referenční seznam souřadnic			Rozdíl reference - mračno		
	X [m]	Y [m]	Z [m]	X [m]	Y [m]	Z [m]	dx [m]	dy [m]	dz [m]
DH001	614403,709	5454742,441	341,687	614403,7051	5454742,4377	341,6906	-0,0039	-0,0033	0,0036
DH002	614410,739	5454701,012	341,690	614410,7355	5454701,0207	341,6929	-0,0035	0,0087	0,0029
DH005	614430,480	5454704,372	341,695	614430,4834	5454704,3672	341,6915	0,0034	-0,0048	-0,0035
DH006	614423,419	5454745,771	341,690	614423,4234	5454745,7674	341,6926	0,0044	-0,0036	0,0026
DP402	614324,530	5454778,880	345,656	614324,5272	5454778,8814	345,6590	-0,0028	0,0014	0,0030
DP403	614336,115	5454767,555	345,656	614336,1185	5454767,5479	345,6590	0,0035	-0,0071	0,0030
DP405	614357,808	5454747,795	345,658	614357,8118	5454747,7908	345,6618	0,0038	-0,0042	0,0038
DP406	614366,874	5454757,080	352,856	614366,8784	5454757,0835	352,8583	0,0044	0,0035	0,0023
DP410	614309,028	5454813,585	345,658	614309,0320	5454813,5873	345,6552	0,0040	0,0023	-0,0028
DP411	614299,960	5454804,293	345,652	614299,9566	5454804,2895	345,6570	-0,0034	-0,0035	0,0050
H004	614435,596	5454713,550	339,574	614435,5913	5454713,5527	339,5719	-0,0047	0,0027	-0,0021
H005	614432,030	5454734,346	339,587	614432,0263	5454734,3489	339,5789	-0,0037	0,0029	-0,0081
H007	614431,170	5454703,997	339,698	614431,1740	5454703,9995	339,6956	0,0040	0,0025	-0,0024
H008	614428,825	5454697,226	339,605	614428,8294	5454697,2235	339,6023	0,0044	-0,0025	-0,0027
H012	614420,913	5454694,374	339,533	614420,9195	5454694,3780	339,5356	0,0065	0,0040	0,0026
H013	614376,153	5454775,600	340,650	614376,1445	5454775,6035	340,6546	-0,0085	0,0035	0,0046
H014	614414,250	5454694,910	339,609	614414,2544	5454694,9142	339,6155	0,0044	0,0042	0,0065
H015	614425,692	5454736,449	339,705	614425,6970	5454736,4449	339,6992	0,0050	-0,0041	-0,0058
H016	614427,507	5454725,748	339,712	614427,5027	5454725,7514	339,7043	-0,0043	0,0034	-0,0077
H019	614399,580	5454727,572	339,576	614399,5843	5454727,5767	339,5750	0,0043	0,0047	-0,0010
H020	614402,467	5454710,811	339,580	614402,4632	5454710,8146	339,5834	-0,0038	0,0036	0,0034
H021	614405,286	5454728,913	339,677	614405,2818	5454728,9178	339,6806	-0,0042	0,0048	0,0036
H023	614368,018	5454783,244	340,668	614368,0095	5454783,2526	340,6710	-0,0085	0,0086	0,0030
H024	614397,187	5454741,256	339,548	614397,1838	5454741,2481	339,5489	-0,0032	-0,0079	0,0009
H026	614348,764	5454802,115	340,665	614348,7688	5454802,1191	340,6688	0,0048	0,0041	0,0038
H027	614338,652	5454812,030	340,670	614338,6567	5454812,0252	340,6676	0,0047	-0,0048	-0,0024
H028	614333,703	5454816,824	340,670	614333,7063	5454816,8196	340,6666	0,0033	-0,0044	-0,0034
H030	614317,613	5454824,913	341,299	614317,6172	5454824,9084	341,2957	0,0042	-0,0046	-0,0033
H031	614323,011	5454819,736	340,923	614323,0156	5454819,7268	340,9199	0,0046	-0,0092	-0,0031
H033	614377,638	5454766,387	340,676	614377,6444	5454766,3956	340,6799	0,0064	0,0086	0,0039
H034	614382,773	5454760,050	340,418	614382,7777	5454760,0547	340,4209	0,0047	0,0047	0,0029
H049	614352,706	5454742,869	343,569	614352,7029	5454742,8763	343,5714	-0,0031	0,0073	0,0024
H050	614346,208	5454749,154	343,572	614346,2131	5454749,1581	343,5752	0,0051	0,0041	0,0032
H051	614339,050	5454756,194	343,578	614339,0534	5454756,1977	343,5817	0,0034	0,0037	0,0037
H056	614310,480	5454784,103	343,570	614310,4864	5454784,1068	343,5724	0,0064	0,0038	0,0024
H057	614304,158	5454790,244	343,567	614304,1652	5454790,2378	343,5709	0,0072	-0,0062	0,0039
H058	614297,003	5454797,281	343,562	614297,0086	5454797,2728	343,5653	0,0056	-0,0082	0,0033
H059	614290,232	5454803,848	343,555	614290,2355	5454803,8381	343,5558	0,0035	-0,0099	0,0008
H061	614342,612	5454760,223	343,683	614342,6141	5454760,2266	343,6830	0,0021	0,0036	0,0000
H062	614349,508	5454753,471	343,685	614349,5141	5454753,4783	343,6819	0,0061	0,0073	-0,0031
H063	614356,288	5454746,758	343,670	614356,2853	5454746,7624	343,6733	-0,0027	0,0044	0,0033
H064	614324,830	5454777,618	343,680	614324,8258	5454777,6139	343,6769	-0,0042	-0,0041	-0,0031
H065	614424,078	5454746,095	339,696	614424,0691	5454746,0915	339,6993	-0,0089	-0,0035	0,0033
H066	614316,330	5454785,942	343,674	614316,3353	5454785,9483	343,6728	0,0053	0,0063	-0,0012
H067	614307,904	5454794,150	343,672	614307,9101	5454794,1452	343,6744	0,0061	-0,0048	0,0024
H068	614300,747	5454801,139	343,669	614300,7506	5454801,1350	343,6731	0,0036	-0,0040	0,0041
H071	614291,785	5454817,082	343,108	614291,7893	5454817,0869	343,1052	0,0043	0,0049	-0,0028
H076	614406,056	5454755,649	339,224	614406,0471	5454755,6460	339,2270	-0,0089	-0,0030	0,0030
H098	614404,135	5454735,711	339,676	614404,1307	5454735,7055	339,6798	-0,0043	-0,0055	0,0038
HH001	614403,701	5454742,447	355,298	614403,6947	5454742,4488	355,2895	-0,0063	0,0018	-0,0085
HH002	614410,738	5454701,014	355,291	614410,7329	5454701,0180	355,2875	-0,0051	0,0040	-0,0035
HH005	614430,473	5454704,359	355,295	614430,4755	5454704,3520	355,2929	0,0025	-0,0070	-0,0021
HH006	614423,406	5454745,772	355,296	614423,4137	5454745,7672	355,2917	0,0077	-0,0048	-0,0043
HP403	614336,116	5454767,557	352,862	614336,1209	5454767,5520	352,8596	0,0049	-0,0050	-0,0024
HP405	614357,808	5454747,783	352,859	614357,8111	5454747,7858	352,8537	0,0031	0,0028	-0,0053
HP408	614332,154	5454792,396	352,873	614332,1630	5454792,4026	352,8649	0,0090	0,0066	-0,0081
HP410	614309,028	5454813,594	352,858	614309,0312	5454813,5982	352,8543	0,0032	0,0042	-0,0037
HP411	614299,951	5454804,305	352,851	614299,9542	5454804,3018	352,8557	0,0032	-0,0032	0,0047

N1	614368,845	5454774,313	341,750	614368,8368	5454774,3205	341,7547	-0,0082	0,0075	0,0047
N2	614364,255	5454778,764	341,745	614364,2509	5454778,7710	341,7524	-0,0041	0,0070	0,0074
N3	614359,623	5454783,314	341,753	614359,6188	5454783,3192	341,7605	-0,0042	0,0052	0,0075
N4	614354,970	5454787,845	341,747	614354,9752	5454787,8502	341,7552	0,0052	0,0052	0,0082
V03	614407,221	5454721,734	342,489	614407,2167	5454721,7298	342,4927	-0,0043	-0,0042	0,0037
V04	614383,663	5454770,351	342,325	614383,6581	5454770,3587	342,3317	-0,0049	0,0077	0,0067
V05	614429,773	5454755,019	341,803	614429,7677	5454755,0124	341,8001	-0,0053	-0,0066	-0,0029
V06	614323,213	5454829,330	343,409	614323,2159	5454829,3221	343,4122	0,0029	-0,0079	0,0032
V08	614297,499	5454825,520	344,740	614297,5052	5454825,5117	344,7379	0,0062	-0,0083	-0,0021
V11	614393,964	5454746,566	342,003	614393,9612	5454746,5603	341,9998	-0,0028	-0,0057	-0,0032
V13	614371,892	5454770,840	343,709	614371,9006	5454770,8317	343,7167	0,0086	-0,0083	0,0077
V14	614426,951	5454725,067	355,301	614426,9533	5454725,0607	355,2943	0,0023	-0,0063	-0,0067
V15	614426,954	5454725,066	342,495	614426,9577	5454725,0709	342,4935	0,0037	0,0049	-0,0015
V18	614423,160	5454687,644	341,704	614423,1557	5454687,6505	341,7063	-0,0043	0,0065	0,0023
V19	614412,837	5454762,815	341,331	614412,8409	5454762,8096	341,3378	0,0039	-0,0054	0,0068
V20	614438,341	5454704,502	341,908	614438,3337	5454704,4990	341,9055	-0,0073	-0,0030	-0,0025
V21	614401,958	5454699,749	341,941	614401,9613	5454699,7577	341,9427	0,0033	0,0087	0,0017
V24	614434,568	5454726,528	341,969	614434,5619	5454726,5301	341,9648	-0,0061	0,0021	-0,0042
V25	614343,934	5454809,099	342,942	614343,9365	5454809,0953	342,9453	0,0025	-0,0037	0,0033
V27	614365,537	5454787,977	342,982	614365,5315	5454787,9806	342,9872	-0,0055	0,0036	0,0052
V30	614328,331	5454813,474	342,872	614328,3358	5454813,4709	342,8765	0,0048	-0,0031	0,0045
V31	614344,360	5454797,818	342,859	614344,3626	5454797,8247	342,8656	0,0026	0,0067	0,0066

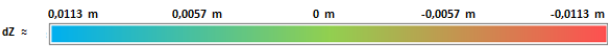
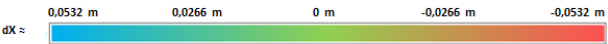


Příloha č. 3 – Výpočty optimalizace konfigurace vlivových bodů

Konfigurace	3 rovnoměrně rozložené body	Souřadnicový systém UTM
-------------	-----------------------------	-------------------------

Označení bodu	Body exportované z mračna			Referenční seznam souřadnic			Rozdíl reference - mračno		
	X [m]	Y [m]	Z [m]	X [m]	Y [m]	Z [m]	dx [m]	dy [m]	dz [m]
DH001	614403,7309	5454742,4485	341,6835	614403,7051	5454742,4377	341,6906	-0,0258	-0,0108	0,0071
DH002	614410,7336	5454701,0008	341,6911	614410,7355	5454701,0207	341,6929	0,0019	0,0199	0,0018
DH003	614411,8249	5454700,7132	341,6848	614411,8264	5454700,7293	341,6880	0,0015	0,0161	0,0032
DH004	614428,5980	5454703,5453	340,8856	614428,5917	5454703,5799	340,8873			
DH005	614430,4881	5454704,3319	341,6885	614430,4834	5454704,3672	341,6915	-0,0047	0,0353	0,0030
DH006	614423,4550	5454745,7634	341,6881	614423,4234	5454745,7674	341,6926	-0,0316	0,0040	0,0045
DH007	614422,3974	5454746,0384	341,6866	614422,3663	5454746,0501	341,6921	-0,0311	0,0117	0,0055
DH008	614405,6185	5454743,2150	341,6901	614405,5978	5454743,2092	341,6935	-0,0207	-0,0058	0,0034
DP401	614299,4603	5454803,3216	345,6560	614299,4986	5454803,3229	345,6560			
DP402	614324,5245	5454778,8962	345,6652	614324,5272	5454778,8814	345,6590	0,0027	-0,0148	-0,0062
DP403	614336,1321	5454767,5655	345,6714	614336,1185	5454767,5479	345,6590	-0,0136	-0,0176	-0,0124
DP404	614356,1797	5454748,0161	345,6653	614356,1488	5454747,9964	345,6581	-0,0309	-0,0197	-0,0072
DP405	614357,8416	5454747,8158	345,6684	614357,8118	5454747,7908	345,6618	-0,0298	-0,0250	-0,0066
DP406	614366,9121	5454757,1171	352,8632	614366,8784	5454757,0835	352,8583	-0,0337	-0,0336	-0,0049
DP409	614309,9402	5454814,0570	345,6573	614309,9697	5454814,0587	345,6540	0,0295	0,0017	-0,0033
DP410	614309,0013	5454813,5883	345,6500	614309,0320	5454813,5873	345,6552	0,0307	-0,0010	0,0052
DP411	614299,9211	5454804,2843	345,6583	614299,9566	5454804,2895	345,6570	0,0355	0,0052	-0,0013
H002	614388,5248	5454767,1829	339,7040	614388,4841	5454767,1499	339,7021	-0,0407	-0,0330	-0,0019
H004	614435,6068	5454713,5235	339,5693	614435,5913	5454713,5527	339,5719	-0,0155	0,0292	0,0026
H005	614432,0608	5454734,3304	339,5744	614432,0263	5454734,3489	339,5789	-0,0345	0,0185	0,0045
H007	614431,1802	5454703,9676	339,6932	614431,1740	5454703,9995	339,6956	-0,0062	0,0319	0,0024
H008	614428,8303	5454697,1886	339,5998	614428,8294	5454697,2235	339,6023	-0,0009	0,0349	0,0025
H009	614429,7189	5454689,5839	339,4348	614429,7270	5454689,6216	339,4373	0,0081	0,0377	0,0025
H010	614416,0386	5454687,3903	339,4338	614416,0557	5454687,4242	339,4387	0,0171	0,0339	0,0049
H012	614420,9112	5454694,3450	339,5325	614420,9195	5454694,3780	339,5356	0,0083	0,0330	0,0031
H013	614376,1765	5454775,6507	340,6591	614376,1445	5454775,6035	340,6546	-0,0320	-0,0472	-0,0045
H014	614414,2433	5454694,8889	339,6089	614414,2544	5454694,9062	339,6155	0,0111	0,0173	0,0066
H015	614425,7285	5454736,4338	339,6937	614425,6970	5454736,4449	339,6992	-0,0315	0,0111	0,0055
H016	614427,5271	5454725,7328	339,7032	614427,5027	5454725,7514	339,7043	-0,0244	0,0186	0,0011
H019	614399,5980	5454727,5789	339,5729	614399,5843	5454727,5767	339,5750	-0,0137	-0,0022	0,0021
H020	614402,4662	5454710,7869	339,5818	614402,4632	5454710,8146	339,5834	-0,0030	0,0277	0,0016
H021	614405,3032	5454728,9171	339,6768	614405,2818	5454728,9178	339,6806	-0,0214	0,0007	0,0038
H023	614368,0374	5454783,2856	340,6741	614368,0095	5454783,2526	340,6710	-0,0279	-0,0330	-0,0031
H024	614397,2076	5454741,2650	339,5451	614397,1838	5454741,2481	339,5489	-0,0238	-0,0169	0,0038
H025	614357,4835	5454793,5951	340,6711	614357,4814	5454793,5630	340,6699	-0,0021	-0,0321	-0,0011
H026	614348,7616	5454802,1437	340,6695	614348,7688	5454802,1191	340,6688	0,0072	-0,0246	-0,0007
H027	614338,6319	5454812,0461	340,6700	614338,6567	5454812,0252	340,6676	0,0248	-0,0209	-0,0024
H028	614333,6823	5454816,8395	340,6739	614333,7063	5454816,8196	340,6666	0,0240	-0,0199	-0,0073
H030	614317,5788	5454824,9197	341,3020	614317,6172	5454824,9084	341,2957	0,0384	-0,0113	-0,0063
H031	614322,9806	5454819,7398	340,9241	614323,0156	5454819,7268	340,9199	0,0350	-0,0130	-0,0042
H032	614405,1726	5454766,2879	338,5308	614405,1300	5454766,2887	338,5269	-0,0426	0,0008	-0,0039
H033	614377,6873	5454766,4338	340,6838	614377,6444	5454766,3956	340,6799	-0,0429	-0,0382	-0,0039
H034	614382,8069	5454760,0827	340,4240	614382,7777	5454760,0547	340,4209	-0,0292	-0,0280	-0,0031
H038	614358,7361	5454736,7542	343,3684	614358,6954	5454736,7437	343,3603	-0,0407	-0,0105	-0,0081
H049	614352,7382	5454742,8889	343,5815	614352,7029	5454742,8763	343,5714	-0,0353	-0,0126	-0,0101
H050	614346,2359	5454749,1779	343,5842	614346,2131	5454749,1581	343,5752	-0,0228	-0,0198	-0,0090
H051	614339,0742	5454756,2126	343,5888	614339,0534	5454756,1977	343,5817	-0,0208	-0,0149	-0,0071
H053	614323,0762	5454771,7872	343,5891	614323,0745	5454771,7737	343,5801	-0,0017	-0,0135	-0,0090
H054	614429,8511	5454747,2292	339,5741	614429,8159	5454747,2375	339,5757	-0,0352	0,0083	0,0016
H056	614310,4688	5454784,1072	343,5842	614310,4864	5454784,1068	343,5724	0,0176	-0,0004	-0,0118
H057	614304,1403	5454790,2368	343,5768	614304,1652	5454790,2378	343,5709	0,0249	0,0010	-0,0059
H058	614296,9755	5454797,2680	343,5690	614297,0086	5454797,2728	343,5653	0,0331	0,0048	-0,0037
H059	614290,1983	5454803,8318	343,5576	614290,2355	5454803,8381	343,5558	0,0372	0,0063	-0,0018
H061	614342,6317	5454760,2426	343,6939	614342,6141	5454760,2266	343,6830	-0,0176	-0,0160	-0,0109
H062	614349,5366	5454753,4985	343,6935	614349,5141	5454753,4783	343,6819	-0,0225	-0,0202	-0,0116
H063	614356,3140	5454746,7832	343,6816	614356,2853	5454746,7624	343,6733	-0,0287	-0,0208	-0,0083
H064	614324,8230	5454777,6328	343,6888	614324,8258	5454777,6139	343,6769	0,0028	-0,0189	-0,0119
H065	614424,1093	5454746,0841	339,6922	614424,0691	5454746,0915	339,6993	-0,0402	0,0074	0,0071
H066	614316,3181	5454785,9574	343,6843	614316,3353	5454785,9483	343,6728	0,0172	-0,0091	-0,0115
H067	614307,8646	5454794,1202	343,6815	614307,9101	5454794,1452	343,6744	0,0455	0,0250	-0,0071
H068	614300,7149	5454801,1325	343,6765	614300,7506	5454801,1350	343,6731	0,0357	0,0025	-0,0034
H069	614296,1870	5454806,6342	343,5962	614296,2263	5454806,6397	343,5949	0,0393	0,0055	-0,0013
H071	614291,7517	5454817,0930	343,1002	614291,7893	5454817,0869	343,1052	0,0376	-0,0061	0,0050

H075	614307,6233	5454833,4176	341,4417	614307,6705	5454833,4246	341,4354	0,0472	0,0070	-0,0063
H076	614406,0832	5454755,6579	339,2289	614406,0471	5454755,6460	339,2270	-0,0361	-0,0119	-0,0019
H098	614404,1560	5454735,7150	339,6785	614404,1307	5454735,7055	339,6798	-0,0253	-0,0095	0,0013
H109	614392,0004	5454752,1396	339,9644	614391,9742	5454752,1194	339,9632	-0,0262	-0,0202	-0,0012
HH001	614403,7250	5454742,4534	355,2987	614403,6947	5454742,4488	355,2895	-0,0303	-0,0046	-0,0092
HH002	614410,7272	5454701,0098	355,2921	614410,7329	5454701,0180	355,2875	0,0057	0,0082	-0,0046
HH003	614412,8188	5454700,8693	355,2717	614412,8099	5454700,8920	355,2801	-0,0089	0,0227	0,0084
HH004	614428,6016	5454703,5452	355,2818	614428,5847	5454703,5734	355,2855	-0,0169	0,0282	0,0037
HH005	614430,4806	5454704,3228	355,2911	614430,4755	5454704,3520	355,2929	-0,0051	0,0292	0,0018
HH006	614423,4418	5454745,7620	355,2918	614423,4137	5454745,7672	355,2917	-0,0281	0,0052	-0,0001
HH007	614421,4083	5454745,8599	355,2834	614421,3806	5454745,8735	355,2879	-0,0277	0,0136	0,0045
HH008	614405,6205	5454743,2232	355,2902	614405,6012	5454743,2153	355,2907	-0,0193	-0,0079	0,0005
HP401	614299,4547	5454803,3209	352,8698	614299,4921	5454803,3197	352,8601	0,0374	-0,0012	-0,0097
HP402	614324,5253	5454778,8908	352,8668	614324,5213	5454778,8725	352,8573	-0,0040	-0,0183	-0,0095
HP403	614336,1295	5454767,5792	352,8708	614336,1209	5454767,5520	352,8596	-0,0086	-0,0272	-0,0112
HP405	614357,8394	5454747,8044	352,8689	614357,8111	5454747,7858	352,8537	-0,0283	-0,0186	-0,0152
HP406	614366,6610	5454758,7640	352,8617	614366,6258	5454758,7312	352,8578	-0,0352	-0,0328	-0,0039
HP408	614332,1503	5454792,4094	352,8649	614332,1630	5454792,4026	352,8649	0,0127	-0,0068	0,0000
HP409	614310,6567	5454813,3612	352,8608	614310,6870	5454813,3662	352,8596	0,0303	0,0050	-0,0012
HP410	614308,9985	5454813,5949	352,8542	614309,0312	5454813,5982	352,8543	0,0327	0,0033	0,0001
HP411	614299,9157	5454804,2979	352,8589	614299,9542	5454804,3018	352,8557	0,0385	0,0039	-0,0032
N1	614368,8642	5454774,3587	341,7537	614368,8368	5454774,3205	341,7547	-0,0274	-0,0382	0,0010
N2	614364,2651	5454778,7979	341,7492	614364,2509	5454778,7710	341,7524	-0,0142	-0,0269	0,0032
N3	614359,6332	5454783,3508	341,7592	614359,6188	5454783,3192	341,7605	-0,0144	-0,0316	0,0013
N4	614354,9739	5454787,8792	341,7528	614354,9752	5454787,8502	341,7552	0,0013	-0,0290	0,0024
V03	614407,2294	5454721,7282	342,4906	614407,2167	5454721,7298	342,4927	-0,0127	0,0016	0,0021
V04	614383,6998	5454770,4093	342,3331	614383,6581	5454770,3587	342,3317	-0,0417	-0,0506	-0,0014
V05	614429,8125	5454755,0042	341,7921	614429,7677	5454755,0124	341,8001	-0,0448	0,0082	0,0080
V06	614323,1757	5454829,3391	343,4143	614323,2159	5454829,3221	343,4122	0,0402	-0,0170	-0,0021
V08	614297,4668	5454825,5220	344,7285	614297,5052	5454825,5117	344,7379	0,0384	-0,0103	0,0094
V11	614393,9882	5454746,5801	341,9975	614393,9612	5454746,5603	341,9998	-0,0270	-0,0198	0,0023
V12	614374,8890	5454767,9868	343,7186	614374,8569	5454767,9509	343,7168			
V13	614371,9314	5454770,8652	343,7176	614371,9006	5454770,8317	343,7167	-0,0308	-0,0335	-0,0009
V15	614426,9846	5454725,0409	355,2903	614426,9533	5454725,0607	355,2943	-0,0313	0,0198	0,0040
V14	614426,9816	5454725,0497	342,4874	614426,9577	5454725,0709	342,4935	-0,0239	0,0212	0,0061
V18	614423,1490	5454687,6120	341,7069	614423,1557	5454687,6505	341,7063	0,0067	0,0385	-0,0006
V19	614412,8832	5454762,8265	341,3358	614412,8409	5454762,8096	341,3378	-0,0423	-0,0169	0,0020
V20	614438,3424	5454704,4662	341,9017	614438,3337	5454704,4990	341,9055	-0,0087	0,0328	0,0038
V21	614401,9492	5454699,7440	341,9394	614401,9613	5454699,7577	341,9427	0,0121	0,0137	0,0033
V24	614434,5944	5454726,5089	341,9624	614434,5619	5454726,5301	341,9648	-0,0325	0,0212	0,0024
V25	614343,9245	5454809,1127	342,9395	614343,9365	5454809,0953	342,9453	0,0120	-0,0174	0,0058
V27	614365,5515	5454788,0199	342,9824	614365,5315	5454787,9806	342,9872	-0,0200	-0,0393	0,0048
V29	614332,3189	5454809,5670	342,8582	614332,3400	5454809,5557	342,8631	0,0211	-0,0113	0,0049
V30	614328,3132	5454813,4868	342,8774	614328,3358	5454813,4709	342,8765	0,0226	-0,0159	-0,0009
V31	614344,3577	5454797,8416	342,8621	614344,3626	5454797,8247	342,8656	0,0049	-0,0169	0,0035
V33	614340,3474	5454801,7441	342,8641	614340,3549	5454801,7265	342,8723	0,0075	-0,0176	0,0082



	s	U
Sx	0,0266 m	0,0532 m
Sy	0,0212 m	0,0425 m
Sz	0,0057 m	0,0113 m
S _{3D}	0,0345 m	



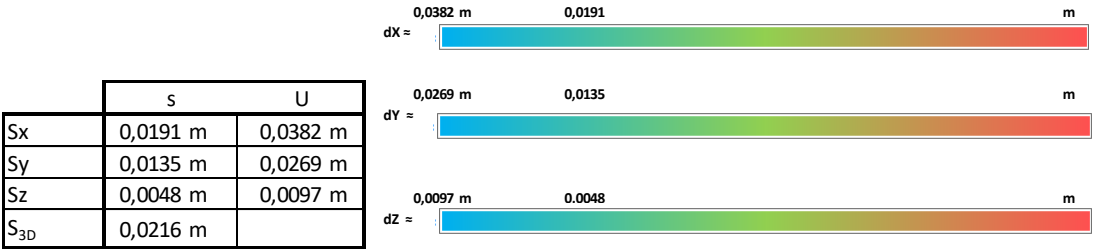
- VLIČOVACÍ BOD - TERČ V PŘÍZEMNÍ ÚROVNI
- VLIČOVACÍ BOD - TERČ V ÚROVNI STŘECHY
- VLIČOVACÍ BOD - TERČ NA CESTĚ

Příloha č. 3 – Výpočty optimalizace konfigurace vlivových bodů

Konfigurace	6 rovnoměrně rozložených bodů	Souřadnicový systém UTM
-------------	-------------------------------	-------------------------

Označení bodu	Body exportované z mračna			Referenční seznam souřadnic			Rozdíl reference - mračno		
	X [m]	Y [m]	Z [m]	X [m]	Y [m]	Z [m]	dx [m]	dy [m]	dz [m]
DH001	614403,7169	5454742,4458	341,6854	614403,7051	5454742,4377	341,6906	-0,0118	-0,0081	0,0052
DH002	614410,7283	5454701,0078	341,6925	614410,7355	5454701,0207	341,6929	0,0072	0,0129	0,0004
DH003	614411,8195	5454700,7102	341,6863	614411,8264	5454700,7293	341,6880	0,0069	0,0191	0,0017
DH004	614428,5928	5454703,5619	340,8885	614428,5917	5454703,5799	340,8873			
DH005	614430,4829	5454704,3535	341,6916	614430,4834	5454704,3672	341,6915	0,0005	0,0137	-0,0001
DH006	614423,4301	5454745,7601	341,6916	614423,4234	5454745,7674	341,6926	-0,0067	0,0073	0,0010
DH007	614422,3804	5454746,0351	341,6901	614422,3763	5454746,0501	341,6921	-0,0041	0,0150	0,0020
DH008	614405,6005	5454743,2122	341,6922	614405,5978	5454743,2092	341,6935	-0,0027	-0,0030	0,0013
DP401	614299,4577	5454803,3219	345,6511	614299,4986	5454803,3229	345,6560			
DP402	614324,5212	5454778,8958	345,6617	614324,5272	5454778,8814	345,6590	0,0060	-0,0144	-0,0027
DP403	614336,1285	5454767,5647	345,6686	614336,1185	5454767,5479	345,6590	-0,0100	-0,0168	-0,0096
DP404	614356,1704	5454748,0148	345,6636	614356,1588	5454747,9964	345,6581	-0,0116	-0,0184	-0,0055
DP405	614357,8204	5454747,8144	345,6668	614357,8118	5454747,7908	345,6618	-0,0086	-0,0236	-0,0050
DP406	614366,8876	5454757,1052	352,8626	614366,8784	5454757,0835	352,8583	-0,0092	-0,0217	-0,0043
DP409	614309,9362	5454814,0547	345,6500	614309,9697	5454814,0587	345,6540	0,0335	0,0040	0,0040
DP410	614308,9991	5454813,5893	345,6480	614309,0320	5454813,5873	345,6552	0,0329	-0,0020	0,0072
DP411	614299,9186	5454804,2846	345,6536	614299,9566	5454804,2895	345,6570	0,0380	0,0049	0,0034
H002	614388,5116	5454767,1607	339,7053	614388,4941	5454767,1499	339,7021	-0,0175	-0,0108	-0,0032
H004	614435,6020	5454713,5399	339,5730	614435,5913	5454713,5527	339,5719	-0,0107	0,0128	-0,0011
H005	614432,0467	5454734,3369	339,5784	614432,0363	5454734,3489	339,5789	-0,0104	0,0120	0,0005
H007	614431,1752	5454703,9841	339,6964	614431,1740	5454703,9995	339,6956	-0,0012	0,0154	-0,0008
H008	614428,8250	5454697,2051	339,6026	614428,8294	5454697,2235	339,6023	0,0044	0,0184	-0,0003
H009	614429,7194	5454689,6205	339,4375	614429,7270	5454689,6216	339,4373	0,0076	0,0011	-0,0002
H010	614416,0431	5454687,4172	339,4353	614416,0557	5454687,4242	339,4387	0,0126	0,0070	0,0034
H012	614420,9099	5454694,3618	339,5346	614420,9195	5454694,3780	339,5356	0,0096	0,0162	0,0010
H013	614376,1635	5454775,6188	340,6597	614376,1545	5454775,6035	340,6546	-0,0090	-0,0153	-0,0051
H014	614414,2479	5454694,8959	339,6104	614414,2544	5454694,9062	339,6155	0,0065	0,0103	0,0051
H015	614425,7144	5454736,4304	339,6973	614425,6970	5454736,4449	339,6992	-0,0174	0,0145	0,0019
H016	614427,5227	5454725,7295	339,7066	614427,5027	5454725,7514	339,7043	-0,0200	0,0219	-0,0023
H019	614399,5936	5454727,5764	339,5741	614399,5843	5454727,5767	339,5750	-0,0093	0,0003	0,0009
H020	614402,4613	5454710,7943	339,5828	614402,4632	5454710,8146	339,5834	0,0019	0,0203	0,0006
H021	614405,2989	5454728,9144	339,6785	614405,2818	5454728,9178	339,6806	-0,0171	0,0034	0,0021
H023	614368,0346	5454783,2640	340,6743	614368,0095	5454783,2526	340,6710	-0,0251	-0,0114	-0,0033
H024	614397,2037	5454741,2625	339,5464	614397,1838	5454741,2481	339,5489	-0,0199	-0,0144	0,0025
H025	614357,4810	5454793,5738	340,6706	614357,4814	5454793,5630	340,6699	0,0004	-0,0108	-0,0007
H026	614348,7594	5454802,1426	340,6685	614348,7688	5454802,1191	340,6688	0,0094	-0,0235	0,0003
H027	614338,6501	5454812,0453	340,6685	614338,6567	5454812,0252	340,6676	0,0066	-0,0201	-0,0009
H028	614333,7005	5454816,8390	340,6722	614333,7063	5454816,8196	340,6666	0,0058	-0,0194	-0,0056
H030	614317,6073	5454824,9195	341,2992	614317,6172	5454824,9084	341,2957	0,0099	-0,0111	-0,0035
H031	614323,0089	5454819,7396	340,9216	614323,0156	5454819,7268	340,9199	0,0067	-0,0128	-0,0017
H032	614405,1405	5454766,2852	338,5335	614405,1300	5454766,2887	338,5269	-0,0105	0,0035	-0,0066
H033	614377,6550	5454766,4119	340,6842	614377,6444	5454766,3956	340,6799	-0,0106	-0,0163	-0,0043
H034	614382,7805	5454760,0707	340,4247	614382,7777	5454760,0547	340,4209	-0,0028	-0,0160	-0,0038
H038	614358,7007	5454736,7528	343,3716	614358,6954	5454736,7437	343,3603	-0,0053	-0,0091	-0,0113
H049	614352,7100	5454742,8877	343,5824	614352,7029	5454742,8763	343,5714	-0,0071	-0,0114	-0,0110
H050	614346,2200	5454749,1769	343,5857	614346,2131	5454749,1581	343,5752	-0,0069	-0,0188	-0,0105
H051	614339,0604	5454756,2118	343,5920	614339,0534	5454756,1977	343,5817	-0,0070	-0,0141	-0,0103
H053	614323,0728	5454771,7869	343,5853	614323,0745	5454771,7737	343,5801	0,0017	-0,0132	-0,0052
H054	614429,8274	5454747,2257	339,5783	614429,8159	5454747,2375	339,5757	-0,0115	0,0118	-0,0026
H056	614310,4658	5454784,1072	343,5798	614310,4864	5454784,1068	343,5724	0,0206	-0,0004	-0,0074
H057	614304,1376	5454790,2371	343,5720	614304,1652	5454790,2378	343,5709	0,0276	0,0007	-0,0011
H058	614296,9729	5454797,2684	343,5639	614297,0086	5454797,2728	343,5653	0,0357	0,0044	0,0014
H059	614290,1960	5454803,8324	343,5520	614290,2355	5454803,8381	343,5558	0,0395	0,0057	0,0038
H061	614342,6280	5454760,2416	343,6914	614342,6141	5454760,2266	343,6830	-0,0139	-0,0150	-0,0084
H062	614349,5327	5454753,4973	343,6914	614349,5141	5454753,4783	343,6819	-0,0186	-0,0190	-0,0095
H063	614356,3099	5454746,7818	343,6798	614356,2853	5454746,7624	343,6733	-0,0246	-0,0194	-0,0065
H064	614324,8198	5454777,6324	343,6854	614324,8258	5454777,6139	343,6769	0,0060	-0,0185	-0,0085
H065	614424,0905	5454746,0808	339,6958	614424,0691	5454746,0915	339,6993	-0,0214	0,0107	0,0035
H066	614316,3152	5454785,9573	343,6804	614316,3353	5454785,9483	343,6728	0,0201	-0,0090	-0,0076
H067	614307,8619	5454794,1500	343,6771	614307,9101	5454794,1452	343,6744	0,0482	-0,0048	-0,0027
H068	614300,7124	5454801,1329	343,6717	614300,7506	5454801,1350	343,6731	0,0382	0,0021	0,0014
H069	614296,1847	5454806,6346	343,5912	614296,2263	5454806,6397	343,5949	0,0416	0,0051	0,0037
H071	614291,7498	5454817,0936	343,0991	614291,7893	5454817,0869	343,1052	0,0395	-0,0067	0,0061

H075	614307,6420	5454833,4178	341,4383	614307,6705	5454833,4246	341,4354	0,0285	0,0068	-0,0029
H076	614406,0557	5454755,6552	339,2313	614406,0471	5454755,6460	339,2270	-0,0086	-0,0092	-0,0043
H098	614404,1409	5454735,7123	339,6802	614404,1307	5454735,7055	339,6798	-0,0102	-0,0068	-0,0004
H109	614391,9907	5454752,1372	339,9656	614391,9742	5454752,1194	339,9632	-0,0165	-0,0178	-0,0024
HH001	614403,7059	5454742,4504	355,3007	614403,6947	5454742,4488	355,2895	-0,0112	-0,0016	-0,0112
HH002	614410,7258	5454701,0066	355,2935	614410,7329	5454701,0180	355,2875	0,0071	0,0114	-0,0060
HH003	614412,8124	5454700,8760	355,2733	614412,8099	5454700,8920	355,2801	-0,0025	0,0160	0,0068
HH004	614428,5952	5454703,5614	355,2847	614428,5847	5454703,5734	355,2855	-0,0105	0,0120	0,0008
HH005	614430,4743	5454704,3390	355,2942	614430,4755	5454704,3520	355,2929	0,0012	0,0130	-0,0013
HH006	614423,4367	5454745,7584	355,2953	614423,4137	5454745,7672	355,2917	-0,0230	0,0088	-0,0036
HH007	614421,4032	5454745,8563	355,2868	614421,3806	5454745,8735	355,2879			
HH008	614405,6154	5454743,2201	355,2923	614405,6012	5454743,2153	355,2907	-0,0142	-0,0048	-0,0016
HP401	614299,4516	5454803,3210	352,8650	614299,4921	5454803,3197	352,8601	0,0405	-0,0013	-0,0049
HP402	614324,5215	5454778,8902	352,8634	614324,5213	5454778,8725	352,8573	-0,0002	-0,0177	-0,0061
HP403	614336,1253	5454767,5702	352,8680	614336,1209	5454767,5520	352,8596	-0,0044	-0,0182	-0,0084
HP405	614357,8306	5454747,8028	352,8673	614357,8111	5454747,7858	352,8537	-0,0195	-0,0170	-0,0136
HP406	614366,6566	5454758,7521	352,8611	614366,6258	5454758,7312	352,8578	-0,0308	-0,0209	-0,0033
HP408	614332,1469	5454792,4086	352,8624	614332,1630	5454792,4026	352,8649	0,0161	-0,0060	0,0025
HP409	614310,6539	5454813,3610	352,8571	614310,6870	5454813,3662	352,8596	0,0331	0,0052	0,0025
HP410	614308,9956	5454813,5948	352,8504	614309,0312	5454813,5982	352,8543	0,0356	0,0034	0,0039
HP411	614299,9126	5454804,2981	352,8541	614299,9542	5454804,3018	352,8557	0,0416	0,0037	0,0016
N1	614368,8611	5454774,3270	341,7537	614368,8368	5454774,3205	341,7547	-0,0243	-0,0065	0,0010
N2	614364,2622	5454778,7864	341,7489	614364,2509	5454778,7710	341,7524	-0,0113	-0,0154	0,0035
N3	614359,6303	5454783,3394	341,7587	614359,6188	5454783,3192	341,7605	-0,0115	-0,0202	0,0018
N4	614354,9712	5454787,8680	341,7520	614354,9752	5454787,8502	341,7552	0,0040	-0,0178	0,0032
V03	614407,2246	5454721,7254	342,4923	614407,2167	5454721,7298	342,4927	-0,0079	0,0044	0,0004
V04	614383,6765	5454770,3572	342,3341	614383,6581	5454770,3587	342,3317	-0,0184	0,0015	-0,0024
V05	614429,7888	5454755,0007	341,7964	614429,7677	5454755,0124	341,8001	-0,0211	0,0117	0,0037
V06	614323,2041	5454829,3388	343,4120	614323,2159	5454829,3221	343,4122	0,0118	-0,0167	0,0002
V08	614297,4950	5454825,5224	344,7301	614297,5052	5454825,5117	344,7379	0,0102	-0,0107	0,0078
V11	614393,9842	5454746,5777	341,9988	614393,9612	5454746,5603	341,9998	-0,0230	-0,0174	0,0010
V12	614374,8855	5454767,9849	343,7188	614374,8569	5454767,9509	343,7168			
V13	614371,9280	5454770,8434	343,7178	614371,9006	5454770,8317	343,7167	-0,0274	-0,0117	-0,0011
V14	614426,9790	5454725,0472	355,2936	614426,9533	5454725,0607	355,2943	-0,0257	0,0135	0,0007
V15	614426,9769	5454725,0563	342,4908	614426,9577	5454725,0709	342,4935	-0,0192	0,0146	0,0027
V18	614423,1433	5454687,6387	341,7090	614423,1557	5454687,6505	341,7063	0,0124	0,0118	-0,0027
V19	614412,8497	5454762,8235	341,3389	614412,8409	5454762,8096	341,3378	-0,0088	-0,0139	-0,0011
V20	614438,3371	5454704,4824	341,9054	614438,3337	5454704,4990	341,9055	-0,0034	0,0166	0,0001
V21	614401,9438	5454699,7413	341,9401	614401,9613	5454699,7577	341,9427	0,0175	0,0164	0,0026
V24	614434,5899	5454726,5152	341,9664	614434,5619	5454726,5301	341,9648	-0,0280	0,0149	-0,0016
V25	614343,9224	5454809,1118	342,9384	614343,9365	5454809,0953	342,9453	0,0141	-0,0165	0,0069
V27	614365,5487	5454788,0003	342,9825	614365,5315	5454787,9806	342,9872	-0,0172	-0,0197	0,0047
V29	614332,3268	5454809,5664	342,8562	614332,3400	5454809,5557	342,8631	0,0132	-0,0107	0,0069
V30	614328,3112	5454813,4863	342,8751	614328,3358	5454813,4709	342,8765			
V31	614344,3552	5454797,8407	342,8607	614344,3626	5454797,8247	342,8656	0,0074	-0,0160	0,0049
V33	614340,3450	5454801,7433	342,8685	614340,3549	5454801,7265	342,8723	0,0099	-0,0168	0,0038



Příloha č. 3– Výpočty optimalizace konfigurace vřícových bodů

Konfigurace	12 rovnoměrně rozložených bodů	Souřadnicový systém UTM
-------------	--------------------------------	-------------------------

Označení bodu	Body exportované z mračna			Referenční seznam souřadnic			Rozdíl reference - mračno		
	X [m]	Y [m]	Z [m]	X [m]	Y [m]	Z [m]	dx [m]	dy [m]	dz [m]
DH001	614403,7169	5454742,4458	341,6854	614403,7056	5454742,4371	341,6899	-0,0113	-0,0087	0,0045
DH002	614410,7283	5454701,0078	341,6925	614410,7360	5454701,0201	341,6922	0,0077	0,0123	-0,0003
DH003	614411,8195	5454700,7102	341,6863	614411,8269	5454700,7287	341,6873	0,0074	0,0185	0,0010
DH004	614428,5928	5454703,5419	340,8885	614428,5922	5454703,5793	340,8866			
DH005	614430,4829	5454704,3535	341,6916	614430,4839	5454704,3666	341,6908	0,0010	0,0130	-0,0008
DH006	614423,4411	5454745,7601	341,6916	614423,4239	5454745,7668	341,6919	-0,0172	0,0067	0,0003
DH007	614422,3734	5454746,0351	341,6901	614422,3668	5454746,0495	341,6914	-0,0066	0,0144	0,0013
DH008	614405,6145	5454743,2122	341,6922	614405,5983	5454743,2086	341,6928	-0,0162	-0,0036	0,0006
DP401	614299,4577	5454803,3219	345,6511	614299,4991	5454803,3223	345,6553			
DP402	614324,5212	5454778,8958	345,6617	614324,5277	5454778,8808	345,6583	0,0065	-0,0150	-0,0034
DP403	614336,1285	5454767,5647	345,6686	614336,1190	5454767,5473	345,6583	-0,0095	-0,0174	-0,0103
DP404	614356,1754	5454748,0148	345,6636	614356,1493	5454747,9958	345,6574			
DP405	614357,8274	5454747,8144	345,6668	614357,8123	5454747,7902	345,6611	-0,0151	-0,0242	-0,0057
DP406	614366,8876	5454757,1052	352,8626	614366,8789	5454757,0829	352,8576	-0,0087	-0,0223	-0,0050
DP409	614309,9362	5454814,0567	345,6500	614309,9702	5454814,0581	345,6533	0,0340	0,0014	0,0033
DP410	614308,9991	5454813,5883	345,6480	614309,0325	5454813,5867	345,6545	0,0334	-0,0016	0,0065
DP411	614299,9186	5454804,2846	345,6536	614299,9571	5454804,2889	345,6563	0,0385	0,0043	0,0027
H002	614388,5216	5454767,1807	339,7053	614388,4846	5454767,1493	339,7014			
H004	614435,6020	5454713,5399	339,5730	614435,5918	5454713,5521	339,5712	-0,0102	0,0122	-0,0018
H005	614432,0367	5454734,3369	339,5784	614432,0268	5454734,3483	339,5782	-0,0099	0,0114	-0,0002
H007	614431,1752	5454703,9841	339,6964	614431,1745	5454703,9989	339,6949	-0,0007	0,0148	-0,0015
H008	614428,8250	5454697,2051	339,6026	614428,8299	5454697,2229	339,6016	0,0049	0,0178	-0,0010
H009	614429,7134	5454689,5985	339,4375	614429,7275	5454689,6210	339,4366	0,0141	0,0225	-0,0009
H010	614416,0331	5454687,3872	339,4353	614416,0562	5454687,4236	339,4380			
H012	614420,9059	5454694,3618	339,5346	614420,9200	5454694,3774	339,5349	0,0141	0,0156	0,0003
H013	614376,1535	5454775,6188	340,6597	614376,1450	5454775,6029	340,6539	-0,0085	-0,0159	-0,0058
H014	614414,2379	5454694,8959	339,6104	614414,2549	5454694,9136	339,6148	0,0170	0,0177	0,0044
H015	614425,7044	5454736,4304	339,6973	614425,6975	5454736,4443	339,6985	-0,0069	0,0139	0,0012
H016	614427,5227	5454725,7295	339,7066	614427,5032	5454725,7508	339,7036	-0,0195	0,0213	-0,0030
H019	614399,5936	5454727,5764	339,5741	614399,5848	5454727,5761	339,5743	-0,0088	-0,0003	0,0002
H020	614402,4613	5454710,7943	339,5828	614402,4637	5454710,8140	339,5827	0,0024	0,0197	-0,0001
H021	614405,2989	5454728,9144	339,6785	614405,2823	5454728,9172	339,6799	-0,0166	0,0028	0,0014
H023	614368,0346	5454783,2640	340,6743	614368,0100	5454783,2520	340,6703	-0,0246	-0,0120	-0,0040
H024	614397,2037	5454741,2625	339,5464	614397,1843	5454741,2475	339,5482	-0,0194	-0,0150	0,0018
H025	614357,4810	5454793,5738	340,6706	614357,4819	5454793,5624	340,6692	0,0009	-0,0114	-0,0014
H026	614348,7594	5454802,1426	340,6685	614348,7693	5454802,1185	340,6681	0,0099	-0,0241	-0,0004
H027	614338,6501	5454812,0453	340,6685	614338,6572	5454812,0246	340,6669	0,0071	-0,0207	-0,0016
H028	614333,7005	5454816,8390	340,6722	614333,7068	5454816,8190	340,6659	0,0063	-0,0200	-0,0063
H030	614317,6073	5454824,9195	341,2992	614317,6177	5454824,9078	341,2950	0,0104	-0,0117	-0,0042
H031	614323,0089	5454819,7396	340,9216	614323,0161	5454819,7262	340,9192	0,0072	-0,0134	-0,0024
H032	614405,1425	5454766,2852	338,5335	614405,1305	5454766,2881	338,5262			
H033	614377,6600	5454766,4119	340,6842	614377,6449	5454766,3950	340,6792	-0,0151	-0,0169	-0,0050
H034	614382,7805	5454760,0707	340,4247	614382,7782	5454760,0541	340,4202	-0,0023	-0,0166	-0,0045
H038	614358,7057	5454736,7528	343,3716	614358,6959	5454736,7431	343,3596	-0,0098	-0,0097	-0,0120
H049	614352,7200	5454742,8877	343,5824	614352,7034	5454742,8757	343,5707	-0,0166	-0,0120	-0,0117
H050	614346,2240	5454749,1769	343,5857	614346,2136	5454749,1575	343,5745	-0,0104	-0,0194	-0,0112
H051	614339,0654	5454756,2118	343,5920	614339,0539	5454756,1971	343,5810	-0,0115	-0,0147	-0,0110
H053	614323,0728	5454771,7869	343,5853	614323,0750	5454771,7731	343,5794	0,0022	-0,0138	-0,0059
H054	614429,8274	5454747,2257	339,5783	614429,8164	5454747,2369	339,5750	-0,0110	0,0112	-0,0033
H056	614310,4658	5454784,1072	343,5798	614310,4869	5454784,1062	343,5717	0,0211	-0,0010	-0,0081
H057	614304,1376	5454790,2371	343,5720	614304,1657	5454790,2372	343,5702	0,0281	0,0001	-0,0018
H058	614296,9729	5454797,2684	343,5639	614297,0091	5454797,2722	343,5646	0,0362	0,0038	0,0007
H059	614290,1960	5454803,8324	343,5520	614290,2360	5454803,8375	343,5551	0,0400	0,0051	0,0031
H061	614342,6280	5454760,2416	343,6914	614342,6146	5454760,2260	343,6823	-0,0134	-0,0156	-0,0091
H062	614349,5327	5454753,4973	343,6914	614349,5146	5454753,4777	343,6812	-0,0181	-0,0196	-0,0102
H063	614356,2999	5454746,7818	343,6798	614356,2858	5454746,7618	343,6726	-0,0141	-0,0200	-0,0072
H064	614324,8198	5454777,6324	343,6854	614324,8263	5454777,6133	343,6762	0,0065	-0,0191	-0,0092
H065	614424,0805	5454746,0808	339,6958	614424,0696	5454746,0909	339,6986	-0,0109	0,0101	0,0028
H066	614316,3152	5454785,9573	343,6804	614316,3358	5454785,9477	343,6721	0,0206	-0,0096	-0,0083
H067	614307,8619	5454794,1500	343,6771	614307,9106	5454794,1446	343,6737	0,0487	-0,0054	-0,0034
H068	614300,7124	5454801,1329	343,6717	614300,7511	5454801,1344	343,6724	0,0387	0,0015	0,0007
H069	614296,1847	5454806,6346	343,5912	614296,2268	5454806,6391	343,5942			
H071	614291,7498	5454817,0936	343,0991	614291,7898	5454817,0863	343,1045	0,0400	-0,0073	0,0054

H076	614406,0597	5454755,6552	339,2313	614406,0476	5454755,6454	339,2263	-0,0121	-0,0098	-0,0050
H098	614404,1419	5454735,7123	339,6802	614404,1312	5454735,7049	339,6791	-0,0107	-0,0074	-0,0011
H109	614391,9967	5454752,1372	339,9656	614391,9747	5454752,1188	339,9625	-0,0220	-0,0184	-0,0031
HH001	614403,7109	5454742,4504	355,3007	614403,6952	5454742,4482	355,2888	-0,0157	-0,0022	-0,0119
HH002	614410,7208	5454701,0066	355,2935	614410,7334	5454701,0174	355,2868	0,0126	0,0108	-0,0067
HH003	614412,8124	5454700,8660	355,2733	614412,8104	5454700,8914	355,2794	-0,0020	0,0254	0,0061
HH004	614428,5952	5454703,5514	355,2747	614428,5852	5454703,5728	355,2848	-0,0100	0,0214	0,0101
HH005	614430,4743	5454704,3390	355,2942	614430,4760	5454704,3514	355,2922	0,0017	0,0124	-0,0020
HH006	614423,4367	5454745,7584	355,2953	614423,4142	5454745,7666	355,2910	-0,0225	0,0082	-0,0043
HH007	614421,4032	5454745,8563	355,2868	614421,3811	5454745,8729	355,2872			
HH008	614405,6154	5454743,2201	355,2923	614405,6017	5454743,2147	355,2900	-0,0137	-0,0054	-0,0023
HP401	614299,9126	5454803,3210	352,8650	614299,926	5454803,3191	352,8594	0,0410	-0,0019	-0,0056
HP402	614324,5215	5454778,8902	352,8634	614324,5218	5454778,8719	352,8566	0,0003	-0,0183	-0,0068
HP403	614336,1253	5454767,5702	352,8680	614336,1214	5454767,5514	352,8589	-0,0039	-0,0188	-0,0091
HP405	614357,8306	5454747,8028	352,8673	614357,8116	5454747,7852	352,8530	-0,0190	-0,0176	-0,0143
HP406	614366,6566	5454758,7621	352,8611	614366,6263	5454758,7306	352,8571			
HP408	614332,1469	5454792,4086	352,8624	614332,1635	5454792,4020	352,8642	0,0166	-0,0066	0,0018
HP409	614310,6539	5454813,3610	352,8571	614310,6875	5454813,3656	352,8589			
HP410	614308,9956	5454813,5948	352,8504	614309,0317	5454813,5976	352,8536	0,0361	0,0028	0,0032
HP411	614299,9126	5454804,2981	352,8541	614299,9547	5454804,3012	352,8550	0,0421	0,0031	0,0009
N1	614368,8511	5454774,3270	341,7537	614368,8373	5454774,3199	341,7540	-0,0138	-0,0071	0,0003
N2	614364,2622	5454778,7864	341,7489	614364,2514	5454778,7704	341,7517	-0,0108	-0,0160	0,0028
N3	614359,6303	5454783,3394	341,7587	614359,6193	5454783,3186	341,7598	-0,0110	-0,0208	0,0011
N4	614354,9712	5454787,8680	341,7520	614354,9757	5454787,8496	341,7545	0,0045	-0,0184	0,0025
V03	614407,2246	5454721,7254	342,4923	614407,2172	5454721,7292	342,4920	-0,0074	0,0038	-0,0003
V04	614383,6765	5454770,3572	342,3341	614383,6586	5454770,3581	342,3310	-0,0179	0,0009	-0,0031
V05	614429,7888	5454755,0007	341,7964	614429,7682	5454755,0118	341,7994	-0,0206	0,0111	0,0030
V06	614323,2041	5454829,3388	343,4120	614323,2164	5454829,3215	343,4115	0,0123	-0,0173	-0,0005
V08	614297,4950	5454825,5224	344,7301	614297,5057	5454825,5111	344,7372	0,0107	-0,0113	0,0071
V11	614393,9842	5454746,5777	341,9988	614393,9617	5454746,5597	341,9991	-0,0225	-0,0180	0,0003
V12	614374,8855	5454767,9849	343,7188	614374,8574	5454767,9503	343,7161			
V13	614371,9180	5454770,8434	343,7178	614371,9011	5454770,8311	343,7160	-0,0169	-0,0123	-0,0018
V14	614426,9690	5454725,0472	355,2936	614426,9538	5454725,0601	355,2936	-0,0152	0,0129	0,0000
V15	614426,9769	5454725,0563	342,4908	614426,9582	5454725,0703	342,4928	-0,0187	0,0140	0,0020
V18	614423,1433	5454687,6387	341,7090	614423,1562	5454687,6499	341,7056	0,0129	0,0112	-0,0034
V19	614412,8497	5454762,8235	341,3389	614412,8414	5454762,8090	341,3371	-0,0083	-0,0145	-0,0018
V20	614438,3371	5454704,4824	341,9054	614438,3342	5454704,4984	341,9048	-0,0029	0,0160	-0,0006
V21	614401,9438	5454699,7413	341,9401	614401,9618	5454699,7571	341,9420	0,0180	0,0158	0,0019
V24	614434,5799	5454726,5152	341,9664	614434,5624	5454726,5295	341,9641	-0,0175	0,0143	-0,0023
V25	614343,9224	5454809,1118	342,9384	614343,9370	5454809,0947	342,9446	0,0146	-0,0171	0,0062
V27	614365,5487	5454788,0003	342,9825	614365,5320	5454787,9800	342,9865	-0,0167	-0,0203	0,0040
V29	614332,3268	5454809,5664	342,8562	614332,3405	5454809,5551	342,8624	0,0137	-0,0113	0,0062
V30	614328,3112	5454813,4863	342,8751	614328,3363	5454813,4703	342,8758			
V31	614344,3552	5454797,8407	342,8607	614344,3631	5454797,8241	342,8649	0,0079	-0,0166	0,0042
V33	614340,3450	5454801,7433	342,8695	614340,3554	5454801,7259	342,8716	0,0104	-0,0174	0,0021



	S	U
Sx	0,0187 m	0,0375 m
Sy	0,0141 m	0,0282 m
Sz	0,0051 m	0,0102 m
S _{3D}	0,0219 m	



- VLIČOVACÍ BOD - TERČ V PŘÍZEMNÍ ÚROVNI
- VLIČOVACÍ BOD - TERČ V ÚROVNI STŘECHY
- VLIČOVACÍ BOD - TERČ NA CESTĚ

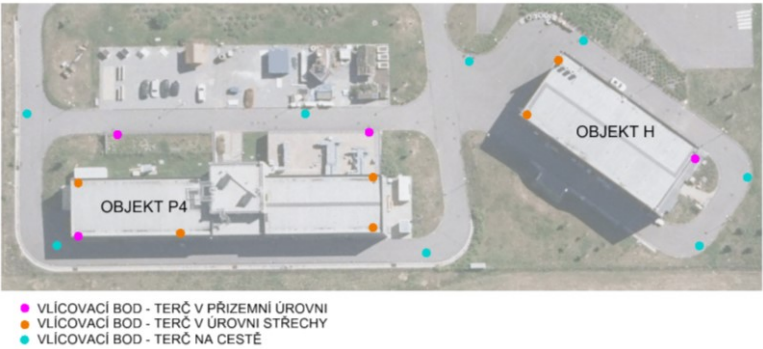
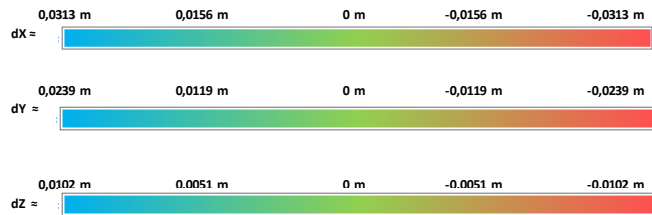
Příloha č. 3 – Výpočty optimalizace konfigurace vlivových bodů

Konfigurace	18 rovnoměrně rozložených bodů	Souřadnicový systém UTM
-------------	--------------------------------	-------------------------

Označení bodu	Body exportované z mračna			Referenční seznam souřadnic			Rozdíl reference - mračno		
	X [m]	Y [m]	Z [m]	X [m]	Y [m]	Z [m]	dx [m]	dy [m]	dz [m]
DH001	614403,7200	5454742,4466	341,6869	614403,7051	5454742,4377	341,6906	-0,0149	-0,0089	0,0037
DH002	614410,7324	5454701,0083	341,6948	614410,7355	5454701,0207	341,6929	0,0031	0,0124	-0,0019
DH003	614411,8136	5454700,7106	341,6886	614411,8264	5454700,7293	341,6880	0,0128	0,0187	-0,0006
DH004	614428,5870	5454703,5414	340,8907	614428,5917	5454703,5799	340,8873			
DH005	614430,4772	5454704,3579	341,6939	614430,4834	5454704,3672	341,6915	0,0062	0,0093	-0,0024
DH006	614423,4353	5454745,7599	341,6901	614423,4234	5454745,7674	341,6926	-0,0119	0,0075	0,0025
DH007	614422,3777	5454746,0350	341,6916	614422,3663	5454746,0501	341,6921	-0,0114	0,0151	0,0005
DH008	614405,6106	5454743,2129	341,6936	614405,5978	5454743,2092	341,6935	-0,0128	-0,0037	-0,0001
DP401	614299,4567	5454803,3278	345,6511	614299,4986	5454803,3229	345,6560			
DP402	614324,5191	5454778,9004	345,6622	614324,5272	5454778,8814	345,6590	0,0081	-0,0190	-0,0032
DP403	614336,1258	5454767,5508	345,6693	614336,1185	5454767,5479	345,6590	-0,0073	-0,0029	-0,0103
DP404	614356,1718	5454748,0179	345,6648	614356,1488	5454747,9964	345,6581			
DP405	614357,8237	5454747,8005	345,6680	614357,8118	5454747,7908	345,6618	-0,0119	-0,0097	-0,0062
DP406	614366,8903	5454757,0909	352,8637	614366,8784	5454757,0835	352,8583	-0,0119	-0,0074	-0,0054
DP409	614309,9357	5454814,0621	345,6498	614309,9697	5454814,0587	345,6540	0,0340	-0,0034	0,0042
DP410	614308,9986	5454813,5937	345,6480	614309,0320	5454813,5873	345,6552	0,0334	-0,0064	0,0072
DP411	614299,9176	5454804,2904	345,6535	614299,9566	5454804,2895	345,6570	0,0390	-0,0009	0,0035
H002	614388,5189	5454767,1822	339,7063	614388,4841	5454767,1499	339,7021			
H004	614435,5967	5454713,5451	339,5781	614435,5913	5454713,5527	339,5719	-0,0054	0,0076	-0,0062
H005	614432,0424	5454734,3462	339,5851	614432,0263	5454734,3489	339,5789	-0,0161	0,0027	-0,0062
H007	614431,1694	5454703,9935	339,6996	614431,1740	5454703,9995	339,6956	0,0046	0,0060	-0,0040
H008	614428,8189	5454697,2147	339,6069	614428,8294	5454697,2235	339,6023	0,0105	0,0088	-0,0046
H009	614429,7070	5454689,6199	339,4400	614429,7270	5454689,6216	339,4373			
H010	614416,0265	5454687,3874	339,4378	614416,0557	5454687,4242	339,4387			
H012	614420,9080	5454694,3617	339,5370	614420,9195	5454694,3780	339,5356	0,0115	0,0163	-0,0014
H013	614376,1512	5454775,6109	340,6604	614376,1445	5454775,6035	340,6546	-0,0067	-0,0074	-0,0058
H014	614414,2427	5454694,8961	339,6128	614414,2544	5454694,9062	339,6155	0,0117	0,0101	0,0027
H015	614425,7102	5454736,4301	339,6989	614425,6970	5454736,4449	339,6992	-0,0132	0,0148	0,0003
H016	614427,5180	5454725,7390	339,7084	614427,5027	5454725,7514	339,7043	-0,0153	0,0124	-0,0041
H019	614399,5890	5454727,5773	339,5758	614399,5843	5454727,5767	339,5750	-0,0047	-0,0006	-0,0008
H020	614402,4559	5454710,7991	339,5849	614402,4632	5454710,8146	339,5834	0,0073	0,0155	-0,0015
H021	614405,2944	5454728,9150	339,6852	614405,2818	5454728,9178	339,6806	-0,0126	0,0028	-0,0046
H023	614368,0327	5454783,2664	340,6748	614368,0095	5454783,2526	340,6710	-0,0232	-0,0138	-0,0038
H024	614397,1997	5454741,2636	339,5479	614397,1838	5454741,2481	339,5489	-0,0159	-0,0155	0,0010
H025	614357,4796	5454793,5768	340,6719	614357,4814	5454793,5630	340,6699			
H026	614348,7583	5454802,1260	340,6667	614348,7688	5454802,1191	340,6688	0,0105	-0,0069	0,0021
H027	614338,6495	5454812,0302	340,6694	614338,6567	5454812,0252	340,6676	0,0072	-0,0050	-0,0018
H028	614333,6992	5454816,8301	340,6720	614333,7063	5454816,8196	340,6666	0,0071	-0,0105	-0,0054
H030	614317,6093	5454824,9205	341,2988	614317,6172	5454824,9084	341,2957	0,0079	-0,0121	-0,0031
H031	614323,0087	5454819,7402	340,9213	614323,0156	5454819,7268	340,9199	0,0069	-0,0134	-0,0014
H032	614405,1468	5454766,2858	338,5345	614405,1300	5454766,2887	338,5269			
H033	614377,6613	5454766,4109	340,6851	614377,6444	5454766,3956	340,6799	-0,0169	-0,0153	-0,0052
H034	614382,7905	5454760,0704	340,4258	614382,7777	5454760,0547	340,4209	-0,0128	-0,0157	-0,0049
H038	614358,7075	5454736,7557	343,3710	614358,6954	5454736,7437	343,3603			
H049	614352,7101	5454742,8810	343,5827	614352,7029	5454742,8763	343,5714	-0,0072	-0,0047	-0,0113
H050	614346,2183	5454749,1760	343,5858	614346,2131	5454749,1581	343,5752	-0,0052	-0,0179	-0,0106
H051	614339,0571	5454756,2107	343,5879	614339,0534	5454756,1977	343,5817	-0,0037	-0,0130	-0,0062
H053	614323,0703	5454771,7905	343,5860	614323,0745	5454771,7737	343,5801	0,0042	-0,0168	-0,0059
H054	614429,8437	5454747,2252	339,5797	614429,8159	5454747,2375	339,5757			
H056	614310,4639	5454784,1125	343,5801	614310,4864	5454784,1068	343,5724	0,0225	-0,0057	-0,0077
H057	614304,1359	5454790,2427	343,5722	614304,1652	5454790,2378	343,5709	0,0293	-0,0049	-0,0013
H058	614296,9716	5454797,2744	343,5609	614297,0086	5454797,2728	343,5653	0,0370	-0,0016	0,0044
H059	614290,2050	5454803,8387	343,5519	614290,2355	5454803,8381	343,5558	0,0305	-0,0006	0,0039
H061	614342,6249	5454760,2304	343,6923	614342,6141	5454760,2266	343,6830	-0,0108	-0,0038	-0,0093
H062	614349,5293	5454753,4907	343,6920	614349,5141	5454753,4783	343,6819	-0,0152	-0,0124	-0,0101
H063	614356,3062	5454746,7709	343,6850	614356,2853	5454746,7624	343,6733	-0,0209	-0,0085	-0,0117
H064	614324,8176	5454777,6200	343,6859	614324,8258	5454777,6139	343,6769	0,0082	-0,0061	-0,0090
H065	614424,0818	5454746,0856	339,6973	614424,0691	5454746,0915	339,6993	-0,0127	0,0059	0,0020
H066	614316,3133	5454785,9603	343,6807	614316,3353	5454785,9483	343,6728	0,0220	-0,0120	-0,0079
H067	614307,8905	5454794,1368	343,6772	614307,9101	5454794,1452	343,6744	0,0196	0,0084	-0,0028
H068	614300,7313	5454801,1386	343,6697	614300,7506	5454801,1350	343,6731	0,0193	-0,0036	0,0034
H069	614296,1838	5454806,6406	343,5911	614296,2263	5454806,6397	343,5949			
H071	614291,7694	5454817,0998	343,0997	614291,7893	5454817,0869	343,1052	0,0199	-0,0129	0,0055
H075	614307,6225	5454833,4232	341,4377	614307,6705	5454833,4246	341,4354			

H076	614406,0540	5454755,6558	339,2325	614406,0471	5454755,6460	339,2270	-0,0069	-0,0098	-0,0055
H098	614404,1476	5454735,7130	339,6818	614404,1307	5454735,7055	339,6798	-0,0169	-0,0075	-0,0020
H109	614391,9933	5454752,1385	339,9669	614391,9742	5454752,1194	339,9632	-0,0191	-0,0191	-0,0037
HH001	614403,7129	5454742,4514	355,2999	614403,6947	5454742,4488	355,2895	-0,0182	-0,0026	-0,0104
HH002	614410,7148	5454701,0072	355,2958	614410,7329	5454701,0180	355,2875	0,0181	0,0108	-0,0083
HH003	614412,8064	5454700,8766	355,2755	614412,8099	5454700,8920	355,2801	0,0035	0,0154	0,0046
HH004	614428,5894	5454703,5613	355,2769	614428,5847	5454703,5734	355,2855	-0,0047	0,0121	0,0086
HH005	614430,4685	5454704,3427	355,2964	614430,4755	5454704,3520	355,2929	0,0070	0,0093	-0,0035
HH006	614423,4329	5454745,7584	355,2968	614423,4137	5454745,7672	355,2917	-0,0192	0,0088	-0,0051
HH007	614421,3994	5454745,8565	355,2883	614421,3806	5454745,8735	355,2879			
HH008	614405,6114	5454743,2210	355,2938	614405,6012	5454743,2153	355,2907	-0,0102	-0,0057	-0,0031
HP401	614299,4506	5454803,3270	352,8649	614299,4921	5454803,3197	352,8601	0,0415	-0,0073	-0,0048
HP402	614324,5193	5454778,8950	352,8639	614324,5213	5454778,8725	352,8573			
HP403	614336,1225	5454767,5724	352,8687	614336,1209	5454767,5520	352,8596	-0,0016	-0,0204	-0,0091
HP405	614357,8309	5454747,8060	352,8640	614357,8111	5454747,7858	352,8537	-0,0198	-0,0202	-0,0103
HP406	614366,6534	5454758,7648	352,8621	614366,6258	5454758,7312	352,8578			
HP408	614332,1453	5454792,4130	352,8627	614332,1630	5454792,4026	352,8649	0,0177	-0,0104	0,0022
HP409	614310,6533	5454813,3665	352,8569	614310,6870	5454813,3662	352,8596			
HP410	614308,9951	5454813,6003	352,8502	614309,0312	5454813,5982	352,8543	0,0361	-0,0021	0,0041
HP411	614299,9216	5454804,3040	352,8540	614299,9542	5454804,3018	352,8557	0,0326	-0,0022	0,0017
N1	614368,8508	5454774,3395	341,7544	614368,8368	5454774,3205	341,7547	-0,0140	-0,0190	0,0003
N2	614364,2600	5454778,7691	341,7495	614364,2509	5454778,7710	341,7524	-0,0091	0,0019	0,0029
N3	614359,6284	5454783,3223	341,7592	614359,6188	5454783,3192	341,7605	-0,0096	-0,0031	0,0013
N4	614354,9695	5454787,8411	341,7525	614354,9752	5454787,8502	341,7552	0,0057	0,0091	0,0027
V03	614407,2197	5454721,7260	342,4941	614407,2167	5454721,7298	342,4927	-0,0030	0,0038	-0,0014
V04	614383,6640	5454770,3690	342,3350	614383,6581	5454770,3587	342,3317	-0,0059	-0,0103	-0,0033
V05	614429,7655	5454755,0002	341,7977	614429,7677	5454755,0124	341,8001	0,0022	0,0122	0,0024
V06	614323,2043	5454829,3435	343,4115	614323,2159	5454829,3221	343,4122	0,0116	-0,0214	0,0007
V08	614297,4950	5454825,5284	344,7436	614297,5052	5454825,5117	344,7379	0,0102	0,0167	-0,0057
V11	614393,9605	5454746,5789	342,0001	614393,9612	5454746,5603	341,9998	0,0007	-0,0186	-0,0003
V12	614374,8828	5454767,9871	343,7197	614374,8569	5454767,9509	343,7168			
V13	614371,9055	5454770,8358	343,7186	614371,9006	5454770,8317	343,7167	-0,0049	-0,0041	-0,0019
V14	614426,9542	5454725,0471	355,2955	614426,9533	5454725,0607	355,2943	-0,0009	0,0136	-0,0012
V15	614426,9622	5454725,0559	342,4926	614426,9577	5454725,0709	342,4935	-0,0045	0,0150	0,0009
V18	614423,1468	5454687,6385	341,7115	614423,1557	5454687,6505	341,7063	0,0089	0,0120	-0,0052
V19	614412,8468	5454762,8239	341,3400	614412,8409	5454762,8096	341,3378	-0,0059	-0,0143	-0,0022
V20	614438,3314	5454704,4816	341,9077	614438,3337	5454704,4990	341,9055	0,0023	0,0174	-0,0022
V21	614401,9498	5454699,7422	341,9424	614401,9613	5454699,7577	341,9427	0,0115	0,0155	0,0003
V24	614434,5702	5454726,5145	341,9683	614434,5619	5454726,5301	341,9648	-0,0083	0,0156	-0,0035
V25	614343,9297	5454809,1150	342,9384	614343,9365	5454809,0953	342,9453	0,0068	-0,0197	0,0069
V27	614365,5400	5454788,0000	342,9829	614365,5315	5454787,9806	342,9872	-0,0085	-0,0194	0,0043
V29	614332,3361	5454809,5706	342,8561	614332,3400	5454809,5557	342,8631	0,0039	-0,0149	0,0070
V30	614328,3107	5454813,4907	342,8749	614328,3358	5454813,4709	342,8765			
V31	614344,3539	5454797,8443	342,8609	614344,3626	5454797,8247	342,8656	0,0087	-0,0196	0,0047
V33	614340,3439	5454801,7471	342,8706	614340,3549	5454801,7265	342,8723	0,0110	-0,0206	0,0017

	S	U
Sx	0,0156 m	0,0313 m
Sy	0,0119 m	0,0239 m
Sz	0,0051 m	0,0102 m
S _{3D}	0,0189 m	

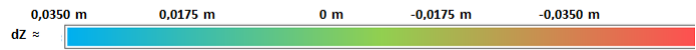
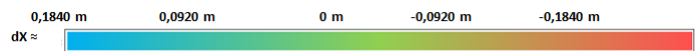


Příloha č. 3 – Výpočty optimalizace konfigurace vltcových bodů

Konfigurace	6 nerovnoměrně rozložených bodů	Souřadnicový systém UTM
-------------	---------------------------------	-------------------------

Označení bodu	Body exportované z mračna			Referenční seznam souřadnic			Rozdíl reference - mračno		
	X [m]	Y [m]	Z [m]	X [m]	Y [m]	Z [m]	dx [m]	dy [m]	dz [m]
DH001	614403,6823	5454742,4613	341,7007	614403,7051	5454742,4377	341,6906	0,0228	-0,0236	-0,0101
DH002	614410,7301	5454701,0212	341,6949	614410,7355	5454701,0207	341,6929	0,0054	-0,0005	-0,0020
DH003	614411,8241	5454700,7321	341,6884	614411,8264	5454700,7293	341,6880	0,0023	-0,0028	-0,0004
DH004	614428,5919	5454703,5827	340,8916	614428,5917	5454703,5799	340,8873			
DH005	614430,4810	5454704,3739	341,6997	614430,4834	5454704,3672	341,6915	0,0024	-0,0067	-0,0082
DH006	614423,4027	5454745,7977	341,7127	614423,4234	5454745,7674	341,6926	0,0207	-0,0303	-0,0201
DH007	614422,3412	5454746,0790	341,7120	614422,3663	5454746,0501	341,6921	0,0251	-0,0289	-0,0199
DH008	614405,5707	5454743,2283	341,7089	614405,5978	5454743,2092	341,6935	0,0271	-0,0191	-0,0154
DP401	614299,3645	5454803,2196	345,6662	614299,4986	5454803,3229	345,6560			
DP402	614324,4349	5454778,8210	345,6715	614324,5272	5454778,8814	345,6590	0,0923	0,0604	-0,0125
DP403	614336,0548	5454767,5030	345,6770	614336,1185	5454767,5479	345,6590	0,0637	0,0449	-0,0180
DP404	614356,1104	5454747,9663	345,6671	614356,1488	5454747,9964	345,6581			
DP405	614357,7859	5454747,7770	345,6734	614357,8118	5454747,7908	345,6618	0,0259	0,0138	-0,0116
DP406	614366,8440	5454757,0854	352,8745	614366,8784	5454757,0835	352,8583	0,0344	-0,0019	-0,0162
DP409	614309,8105	5454813,9656	345,6688	614309,9697	5454814,0587	345,6540	0,1592	0,0931	-0,0148
DP410	614308,8904	5454813,4956	345,6691	614309,0320	5454813,5873	345,6552	0,1416	0,0917	-0,0139
DP411	614299,8038	5454804,1822	345,6666	614299,9566	5454804,2895	345,6570	0,1528	0,1073	-0,0096
H002	614388,4311	5454767,1644	339,7242	614388,4841	5454767,1499	339,7021	0,0530	-0,0145	-0,0221
H004	614435,5903	5454713,5618	339,5855	614435,5913	5454713,5527	339,5719	0,0010	-0,0091	-0,0136
H005	614432,0217	5454734,3748	339,5974	614432,0263	5454734,3489	339,5789	0,0046	-0,0259	-0,0185
H007	614431,1742	5454704,0010	339,7045	614431,1740	5454703,9995	339,6956	-0,0002	-0,0015	-0,0089
H008	614428,8316	5454697,2295	339,6077	614428,8294	5454697,2235	339,6023	-0,0022	-0,0060	-0,0054
H009	614429,7278	5454689,6188	339,4388	614429,7270	5454689,6216	339,4373			
H010	614416,0532	5454687,4208	339,4364	614416,0557	5454687,4242	339,4387			
H012	614420,9157	5454694,3774	339,5369	614420,9195	5454694,3780	339,5356	0,0038	0,0006	-0,0013
H013	614376,0919	5454775,6337	340,6803	614376,1445	5454775,6035	340,6546	0,0526	-0,0302	-0,0257
H014	614414,2471	5454694,9139	339,6114	614414,2544	5454694,9062	339,6155	0,0073	-0,0077	-0,0041
H015	614425,6870	5454736,4713	339,7155	614425,6970	5454736,4449	339,6992	0,0100	-0,0264	-0,0163
H016	614427,4973	5454725,7723	339,7215	614427,5027	5454725,7514	339,7043	0,0054	-0,0209	-0,0172
H019	614399,5662	5454727,5880	339,5832	614399,5843	5454727,5767	339,5750	0,0181	-0,0113	-0,0082
H020	614402,4527	5454710,7991	339,5867	614402,4632	5454710,8146	339,5834	0,0105	0,0155	-0,0033
H021	614405,2699	5454728,9323	339,6894	614405,2818	5454728,9178	339,6806	0,0119	-0,0145	-0,0088
H023	614367,9445	5454783,2597	340,6957	614368,0095	5454783,2526	340,6710	0,0650	-0,0071	-0,0247
H024	614397,1609	5454741,2714	339,5598	614397,1838	5454741,2481	339,5489	0,0229	-0,0233	-0,0109
H025	614357,3795	5454793,5424	340,6929	614357,4814	5454793,5630	340,6699			
H026	614348,6481	5454802,0968	340,6921	614348,7688	5454802,1191	340,6688	0,1207	0,0223	-0,0233
H027	614338,5077	5454811,9881	340,6932	614338,6567	5454812,0252	340,6676	0,1490	0,0371	-0,0256
H028	614333,5528	5454816,7762	340,6974	614333,7063	5454816,8196	340,6666	0,1535	0,0434	-0,0308
H030	614317,4403	5454824,8385	341,3236	614317,6172	5454824,9084	341,2957	0,1769	0,0699	-0,0279
H031	614322,8478	5454819,6647	340,9454	614323,0156	5454819,7268	340,9199	0,1678	0,0621	-0,0255
H032	614405,0792	5454766,3051	338,5542	614405,1300	5454766,2887	338,5269			
H033	614377,6128	5454766,4185	340,7019	614377,6444	5454766,3956	340,6799	0,0316	-0,0229	-0,0220
H034	614382,7394	5454760,0731	340,4414	614382,7777	5454760,0547	340,4209	0,0383	-0,0184	-0,0205
H038	614358,6788	5454736,7180	343,3716	614358,6954	5454736,7437	343,3603			
H049	614352,6885	5454742,8453	343,5830	614352,7029	5454742,8763	343,5714	0,0144	0,0310	-0,0116
H050	614346,1793	5454749,1272	343,5860	614346,2131	5454749,1581	343,5752	0,0338	0,0309	-0,0108
H051	614339,0099	5454756,1540	343,5911	614339,0534	5454756,1977	343,5817	0,0435	0,0437	-0,0094
H053	614322,9958	5454771,7046	343,5897	614323,0745	5454771,7737	343,5801	0,0787	0,0691	-0,0096
H054	614429,7922	5454747,2771	339,6000	614429,8159	5454747,2375	339,5757	0,0237	-0,0396	-0,0243
H056	614310,3741	5454784,0174	343,5881	614310,4864	5454784,1068	343,5724	0,1123	0,0894	-0,0157
H057	614304,0390	5454790,1402	343,5810	614304,1652	5454790,2378	343,5709	0,1262	0,0976	-0,0101
H058	614296,8665	5454797,1635	343,5737	614297,0086	5454797,2728	343,5653	0,1421	0,1093	-0,0084
H059	614290,0822	5454803,7199	343,5626	614290,2355	5454803,8381	343,5558	0,1533	0,1182	-0,0068
H061	614342,5630	5454760,1879	343,6988	614342,6141	5454760,2266	343,6830	0,0511	0,0387	-0,0158
H062	614349,4753	5454753,4513	343,6980	614349,5141	5454753,4783	343,6819	0,0388	0,0270	-0,0161
H063	614356,2600	5454746,7434	343,6857	614356,2853	5454746,7624	343,6733	0,0253	0,0190	-0,0124
H064	614324,7353	5454777,5587	343,6948	614324,8258	5454777,6139	343,6769	0,0905	0,0552	-0,0179
H065	614424,0573	5454746,1198	339,7172	614424,0691	5454746,0915	339,6993	0,0118	-0,0283	-0,0179
H066	614316,2214	5454785,8740	343,6907	614316,3353	5454785,9483	343,6728	0,1139	0,0743	-0,0179
H067	614307,7290	5454794,0075	343,6883	614307,9101	5454794,1452	343,6744	0,1811	0,1377	-0,0139
H068	614300,6016	5454801,0321	343,6838	614300,7506	5454801,1350	343,6731	0,1490	0,1029	-0,0107
H069	614296,0885	5454806,5314	343,6061	614296,2263	5454806,6397	343,5949			
H071	614291,6212	5454816,9830	343,1107	614291,7893	5454817,0869	343,1052	0,1681	0,1039	-0,0055
H075	614307,4998	5454833,3290	341,4619	614307,6705	5454833,4246	341,4354			

H076	614406,0209	5454755,6741	339,2518	614406,0471	5454755,6460	339,2270	0,0262	-0,0281	-0,0248
H098	614404,1153	5454735,7290	339,6933	614404,1307	5454735,7055	339,6798	0,0154	-0,0235	-0,0135
H109	614391,9305	5454752,1313	339,9804	614391,9742	5454752,1194	339,9632	0,0437	-0,0119	-0,0172
HH001	614403,6721	5454742,4610	355,3160	614403,6947	5454742,4488	355,2895	0,0226	-0,0122	-0,0265
HH002	614410,7195	5454701,0251	355,2958	614410,7329	5454701,0180	355,2875	0,0134	-0,0071	-0,0083
HH003	614412,8106	5454700,8895	355,2781	614412,8099	5454700,8920	355,2801	-0,0007	0,0025	0,0020
HH004	614428,5879	5454703,5767	355,2838	614428,5847	5454703,5734	355,2855	-0,0032	-0,0033	0,0017
HH005	614430,4693	5454704,3597	355,3022	614430,4755	5454704,3520	355,2929	0,0062	-0,0077	-0,0093
HH006	614423,3853	5454745,7911	355,3164	614423,4137	5454745,7672	355,2917	0,0284	-0,0239	-0,0247
HH007	614421,3436	5454745,9127	355,3071	614421,3806	5454745,8735	355,2879			
HH008	614405,5597	5454743,2305	355,3075	614405,6012	5454743,2153	355,2907	0,0415	-0,0152	-0,0168
HP401	614299,3565	5454803,2150	352,8751	614299,4921	5454803,3197	352,8601	0,1356	0,1047	-0,0150
HP402	614324,4334	5454778,8041	352,8701	614324,5213	5454778,8725	352,8573			
HP403	614336,0499	5454767,5139	352,8764	614336,1209	5454767,5520	352,8596	0,0710	0,0381	-0,0168
HP404	614356,1119	5454747,9733	352,8687						
HP405	614357,7815	5454747,7629	352,8739	614357,8111	5454747,7858	352,8537	0,0296	0,0229	-0,0202
HP406	614366,5758	5454758,7166	352,8719	614366,6258	5454758,7312	352,8578			
HP408	614332,0437	5454792,3398	352,8787	614332,1630	5454792,4026	352,8649	0,1193	0,0628	-0,0138
HP409	614310,5438	5454813,2708	352,8771	614310,6870	5454813,3662	352,8596			
HP410	614308,8687	5454813,5000	352,8688	614309,0312	5454813,5982	352,8543	0,1625	0,0982	-0,0145
HP411	614299,7961	5454804,1931	352,8671	614299,9542	5454804,3018	352,8557	0,1581	0,1087	-0,0114
N1	614368,7808	5454774,3334	341,7721	614368,8368	5454774,3205	341,7547	0,0560	-0,0129	-0,0174
N2	614364,1768	5454778,7676	341,7678	614364,2509	5454778,7710	341,7524	0,0741	0,0034	-0,0154
N3	614359,5399	5454783,3154	341,7782	614359,6188	5454783,3192	341,7605	0,0789	0,0038	-0,0177
N4	614354,8757	5454787,8387	341,7720	614354,9752	5454787,8502	341,7552	0,0995	0,0115	-0,0168
V03	614407,2030	5454721,7445	342,5011	614407,2167	5454721,7298	342,4927	0,0137	-0,0147	-0,0084
V04	614383,6205	5454770,4000	342,3546	614383,6581	5454770,3587	342,3317	0,0376	-0,0413	-0,0229
V05	614429,7501	5454755,0454	341,8222	614429,7677	5454755,0124	341,8001	0,0176	-0,0330	-0,0221
V06	614323,0317	5454829,2633	343,4392	614323,2159	5454829,3221	343,4122	0,1842	0,0588	-0,0270
V08	614297,3266	5454825,4176	344,7440	614297,5052	5454825,5117	344,7379	0,1786	0,0941	-0,0061
V11	614393,9349	5454746,5821	342,0133	614393,9612	5454746,5603	341,9998	0,0263	-0,0218	-0,0135
V12	614374,7975	5454767,9503	343,7355	614374,8569	5454767,9509	343,7168			
V13	614371,8511	5454770,8425	343,7357	614371,9006	5454770,8317	343,7167	0,0495	-0,0108	-0,0190
V14	614426,9007	5454725,0739	355,3082	614426,9533	5454725,0607	355,2943	0,0526	-0,0132	-0,0139
V15	614426,9516	5454725,0875	342,5053	614426,9577	5454725,0709	342,4935	0,0061	-0,0166	-0,0118
V18	614423,1602	5454687,6460	341,7095	614423,1557	5454687,6505	341,7063	-0,0045	0,0045	-0,0032
V19	614412,8124	5454762,8494	341,3635	614412,8409	5454762,8096	341,3378	0,0285	-0,0398	-0,0257
V20	614438,3351	5454704,5067	341,9153	614438,3337	5454704,4990	341,9055	-0,0014	-0,0077	-0,0098
V21	614401,9470	5454699,7547	341,9400	614401,9613	5454699,7577	341,9427	0,0143	0,0030	0,0027
V24	614434,5631	5454726,5552	341,9833	614434,5619	5454726,5301	341,9648	-0,0012	-0,0251	-0,0185
V25	614343,8028	5454809,0597	342,9633	614343,9365	5454809,0953	342,9453	0,1337	0,0356	-0,0180
V27	614365,4528	5454787,9905	343,0050	614365,5315	5454787,9806	342,9872	0,0787	-0,0099	-0,0178
V29	614332,1967	5454809,5013	342,8785	614332,3400	5454809,5557	342,8631	0,1433	0,0544	-0,0154
V30	614328,1990	5454813,4091	342,8986	614328,3358	5454813,4709	342,8765			
V31	614344,2482	5454797,7891	342,8817	614344,3626	5454797,8247	342,8656	0,1144	0,0356	-0,0161
V33	614340,2387	5454801,6788	342,8889	614340,3549	5454801,7265	342,8723	0,1162	0,0477	-0,0166



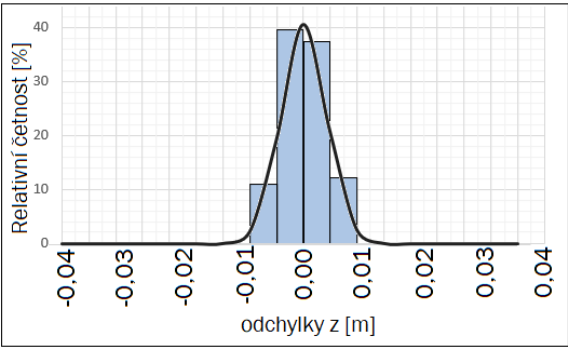
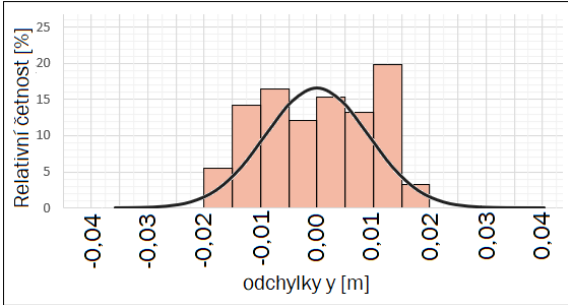
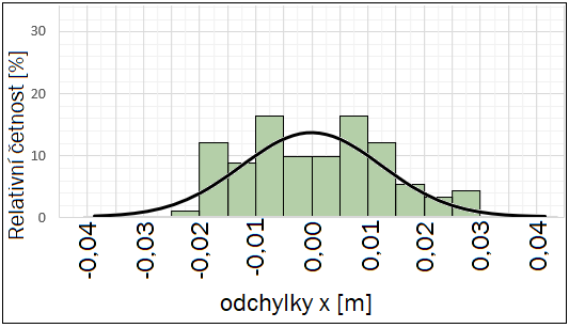
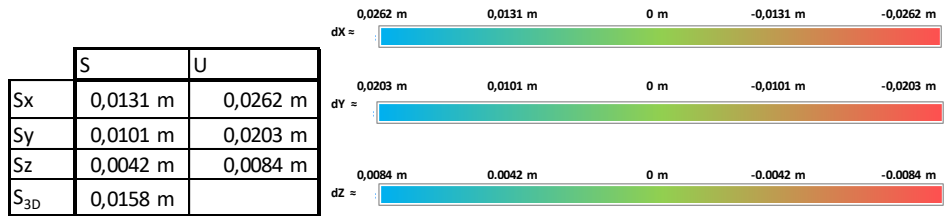
- VLIČOVACÍ BOD - TERČ V PŘÍZEMNÍ ÚROVNI
- VLIČOVACÍ BOD - TERČ V ÚROVNI STŘECHY
- VLIČOVACÍ BOD - TERČ V CESTĚ

Príloha č. 4 – Analýza výsledků různých metod registrace

Soubor	Mračno regitorvané metodou Cloud to Cloud v TRW	Souř. systém UTM
--------	---	------------------

Označení bodu	Body exportované z mračna			Referenční seznam souřadnic			Rozdíl reference - mračno		
	X [m]	Y [m]	Z [m]	X [m]	Y [m]	Z [m]	dx [m]	dy [m]	dz [m]
DH001	614403,7150	5454742,4358	341,6880	614403,7051	5454742,4377	341,6906	-0,0099	0,0019	0,0026
DH002	614410,7500	5454701,0099	341,6957	614410,7355	5454701,0207	341,6929	-0,0145	0,0108	-0,0028
DH003	614411,8340	5454700,7182	341,6922	614411,8264	5454700,7293	341,6880	-0,0076	0,0111	-0,0042
DH005	614430,5010	5454704,3523	341,6884	614430,4834	5454704,3672	341,6915	-0,0176	0,0149	0,0031
DH006	614423,4400	5454745,7685	341,6852	614423,4234	5454745,7674	341,6926	-0,0166	-0,0011	0,0074
DH007	614422,3810	5454746,0456	341,6950	614422,3763	5454746,0501	341,6921	-0,0047	0,0045	-0,0029
DH008	614405,6100	5454743,2002	341,6855	614405,5978	5454743,2092	341,6935	-0,0122	0,0090	0,0080
DP402	614324,5195	5454778,8934	345,6558	614324,5272	5454778,8814	345,6590	0,0077	-0,0120	0,0032
DP403	614336,1099	5454767,5494	345,6543	614336,1185	5454767,5479	345,6590	0,0086	-0,0015	0,0048
DP405	614357,8069	5454747,7859	345,6664	614357,8118	5454747,7908	345,6618	0,0049	0,0049	-0,0046
DP406	614366,8692	5454757,0855	352,8596	614366,8784	5454757,0835	352,8583	0,0092	-0,0020	-0,0013
DP409	614309,9550	5454814,0709	345,6567	614309,9697	5454814,0587	345,6540	0,0147	-0,0122	-0,0027
DP410	614309,0174	5454813,6004	345,6598	614309,0320	5454813,5873	345,6552	0,0146	-0,0131	-0,0046
DP411	614299,9420	5454804,3009	345,6592	614299,9566	5454804,2895	345,6570	0,0146	-0,0114	-0,0022
H004	614435,6008	5454713,5397	339,5725	614435,5913	5454713,5527	339,5719	-0,0095	0,0130	-0,0006
H005	614432,0403	5454734,3423	339,5752	614432,0263	5454734,3489	339,5789	-0,0140	0,0066	0,0037
H007	614431,1839	5454703,9831	339,6921	614431,1740	5454703,9995	339,6956	-0,0099	0,0164	0,0035
H008	614428,8385	5454697,2105	339,5992	614428,8294	5454697,2235	339,6023	-0,0091	0,0130	0,0031
H012	614420,9294	5454694,3628	339,5332	614420,9195	5454694,3780	339,5356	-0,0099	0,0152	0,0024
H013	614376,1454	5454775,6116	340,6576	614376,1445	5454775,6035	340,6546	-0,0009	-0,0081	-0,0030
H014	614414,2641	5454694,8997	339,6140	614414,2544	5454694,9142	339,6155	-0,0097	0,0145	0,0015
H015	614425,7100	5454736,4410	339,6945	614425,6970	5454736,4449	339,6992	-0,0130	0,0039	0,0047
H016	614427,5125	5454725,7433	339,6992	614427,5027	5454725,7514	339,7043	-0,0098	0,0081	0,0051
H019	614399,5937	5454727,5662	339,5751	614399,5843	5454727,5767	339,5750	-0,0094	0,0105	-0,0001
H020	614402,4681	5454710,7997	339,5851	614402,4632	5454710,8146	339,5834	-0,0049	0,0149	-0,0017
H021	614405,2959	5454728,9046	339,6772	614405,2818	5454728,9178	339,6806	-0,0141	0,0132	0,0034
H023	614368,0087	5454783,2566	340,6721	614368,0095	5454783,2526	340,6710	0,0008	-0,0040	-0,0011
H024	614397,1950	5454741,2488	339,5454	614397,1838	5454741,2481	339,5489	-0,0112	-0,0007	0,0035
H026	614348,7597	5454802,1290	340,6650	614348,7688	5454802,1191	340,6688	0,0091	-0,0099	0,0038
H027	614338,6474	5454812,0350	340,6649	614338,6567	5454812,0252	340,6676	0,0093	-0,0098	0,0027
H028	614333,6977	5454816,8292	340,6686	614333,7063	5454816,8196	340,6666	0,0086	-0,0096	-0,0020
H030	614317,6073	5454824,9182	341,2989	614317,6172	5454824,9084	341,2957	0,0099	-0,0098	-0,0032
H031	614323,0059	5454819,7363	340,9168	614323,0156	5454819,7268	340,9199	0,0097	-0,0095	0,0031
H033	614377,6469	5454766,3973	340,6834	614377,6444	5454766,3956	340,6799	-0,0025	-0,0017	-0,0035
H034	614382,7825	5454760,0505	340,4288	614382,7777	5454760,0547	340,4209	-0,0048	0,0042	-0,0079
H049	614352,6937	5454742,8646	343,5789	614352,7029	5454742,8763	343,5714	0,0092	0,0117	-0,0075
H050	614346,1948	5454749,1558	343,5719	614346,2131	5454749,1581	343,5752	0,0183	0,0023	0,0033
H051	614339,0439	5454756,1900	343,5760	614339,0534	5454756,1977	343,5817	0,0095	0,0077	0,0057
H053	614323,0584	5454771,7849	343,5811	614323,0745	5454771,7737	343,5801	0,0161	-0,0112	-0,0010
H056	614310,4600	5454784,1161	343,5741	614310,4864	5454784,1068	343,5724	0,0264	-0,0093	-0,0017
H057	614304,1398	5454790,2521	343,5757	614304,1652	5454790,2378	343,5709	0,0254	-0,0143	-0,0048
H058	614296,9815	5454797,2851	343,5678	614297,0086	5454797,2728	343,5653	0,0271	-0,0123	-0,0025
H059	614290,2106	5454803,8530	343,5632	614290,2355	5454803,8381	343,5558	0,0249	-0,0149	-0,0074
H061	614342,6045	5454760,2165	343,6803	614342,6141	5454760,2266	343,6830	0,0096	0,0101	0,0027
H062	614349,5179	5454753,4626	343,6816	614349,5141	5454753,4783	343,6819	-0,0038	0,0157	0,0003
H063	614356,2708	5454746,7536	343,6722	614356,2853	5454746,7624	343,6733	0,0145	0,0088	0,0011
H064	614324,8080	5454777,6296	343,6787	614324,8258	5454777,6139	343,6769	0,0178	-0,0157	-0,0018
H065	614424,0790	5454746,0892	339,6919	614424,0691	5454746,0915	339,6993	-0,0099	0,0023	0,0074
H066	614316,3191	5454785,9606	343,6750	614316,3353	5454785,9483	343,6728	0,0162	-0,0123	-0,0022
H067	614307,8969	5454794,1547	343,6764	614307,9101	5454794,1452	343,6744	0,0132	-0,0095	-0,0020
H068	614300,7377	5454801,1518	343,6763	614300,7506	5454801,1350	343,6731	0,0129	-0,0168	-0,0032
H071	614291,7811	5454817,1003	343,1119	614291,7893	5454817,0869	343,1052	0,0082	-0,0134	-0,0067
H076	614406,0653	5454755,6441	339,2291	614406,0471	5454755,6460	339,2270	-0,0182	0,0019	-0,0021
H098	614404,1465	5454735,7046	339,6776	614404,1307	5454735,7055	339,6798	-0,0158	0,0009	0,0022
H109	614391,9790	5454752,1193	339,9649	614391,9742	5454752,1194	339,9632	-0,0048	0,0001	-0,0017
HH001	614403,7109	5454742,4398	355,2971	614403,6947	5454742,4488	355,2895	-0,0162	0,0090	-0,0076
HH002	614410,7461	5454701,0097	355,2953	614410,7329	5454701,0180	355,2875	-0,0132	0,0083	-0,0078
HH003	614412,8198	5454700,8835	355,2859	614412,8099	5454700,8920	355,2801	-0,0099	0,0085	-0,0058
HH004	614428,6029	5454703,5599	355,2813	614428,5847	5454703,5734	355,2855	-0,0182	0,0135	0,0042
HH005	614430,4909	5454704,3392	355,2901	614430,4755	5454704,3520	355,2929	-0,0154	0,0128	0,0028
HH006	614423,4284	5454745,7618	355,2948	614423,4137	5454745,7672	355,2917	-0,0147	0,0054	-0,0031
HH008	614405,6052	5454743,2035	355,2902	614405,6012	5454743,2153	355,2907	-0,0040	0,0118	0,0005
HP401	614299,4649	5454803,3297	352,8684	614299,4921	5454803,3197	352,8601	0,0272	-0,0100	-0,0083
HP403	614336,0965	5454767,5616	352,8615	614336,1209	5454767,5520	352,8596	0,0244	-0,0096	-0,0019
HP405	614356,1366	5454747,9987	352,8606	614356,1514	5454748,0073	352,8579	0,0148	0,0086	-0,0027
HP408	614366,6273	5454758,7323	352,8604	614366,6258	5454758,7312	352,8578	-0,0015	-0,0011	-0,0026
HP410	614310,6659	5454813,3860	352,8667	614310,6870	5454813,3662	352,8596	0,0211	-0,0198	-0,0071
HP411	614309,0138	5454813,6181	352,8589	614309,0312	5454813,5982	352,8543	0,0174	-0,0199	-0,0046

N1	614299,9495	5454804,3155	352,8579	614299,9542	5454804,3018	352,8557	0,0047	-0,0137	-0,0022
N2	614368,8333	5454774,3251	341,7530	614368,8368	5454774,3205	341,7547	0,0035	-0,0046	0,0017
N3	614364,2436	5454778,7761	341,7461	614364,2509	5454778,7710	341,7524	0,0073	-0,0051	0,0063
N4	614359,6106	5454783,3299	341,7541	614359,6188	5454783,3192	341,7605	0,0082	-0,0107	0,0064
V03	614354,9630	5454787,8578	341,7486	614354,9752	5454787,8502	341,7552	0,0122	-0,0076	0,0066
V04	614407,2265	5454721,7235	342,4886	614407,2167	5454721,7298	342,4927	-0,0098	0,0063	0,0041
V05	614383,6631	5454770,3641	342,3362	614383,6581	5454770,3587	342,3317	-0,0050	-0,0054	-0,0045
V06	614429,7767	5454755,0110	341,7972	614429,7677	5454755,0124	341,8001	-0,0090	0,0014	0,0029
V08	614323,2029	5454829,3273	343,4067	614323,2159	5454829,3221	343,4122	0,0130	-0,0052	0,0055
V11	614297,4944	5454825,5131	344,7395	614297,5052	5454825,5117	344,7379	0,0108	-0,0014	-0,0016
V13	614374,8520	5454767,9481	343,7174	614374,8569	5454767,9509	343,7168	0,0049	0,0028	-0,0006
V14	614371,8959	5454770,8316	343,7186	614371,9006	5454770,8317	343,7167	0,0047	0,0001	-0,0019
V15	614426,9713	5454725,0565	355,2883	614426,9533	5454725,0607	355,2943	-0,0180	0,0042	0,0060
V18	614426,9771	5454725,0569	342,4885	614426,9577	5454725,0709	342,4935	-0,0194	0,0140	0,0050
V19	614423,1769	5454687,6363	341,7021	614423,1557	5454687,6505	341,7063	-0,0212	0,0142	0,0042
V20	614412,8572	5454762,8120	341,3346	614412,8409	5454762,8096	341,3378	-0,0163	-0,0024	0,0032
V21	614438,3436	5454704,4871	341,9029	614438,3337	5454704,4990	341,9055	-0,0099	0,0119	0,0026
V24	614401,9596	5454699,7456	341,9482	614401,9613	5454699,7577	341,9427	0,0017	0,0121	-0,0055
V25	614434,5778	5454726,5241	341,9626	614434,5619	5454726,5301	341,9648	-0,0159	0,0060	0,0022
V27	614343,9320	5454809,1120	342,9425	614343,9365	5454809,0953	342,9453	0,0045	-0,0167	0,0028
V29	614365,5308	5454787,9817	342,9800	614365,5315	5454787,9806	342,9872	0,0007	-0,0011	0,0072
V31	614328,3223	5454813,4857	342,8725	614328,3358	5454813,4709	342,8765	0,0135	-0,0148	0,0040
V33	614344,3529	5454797,8346	342,8639	614344,3626	5454797,8247	342,8656	0,0097	-0,0099	0,0017



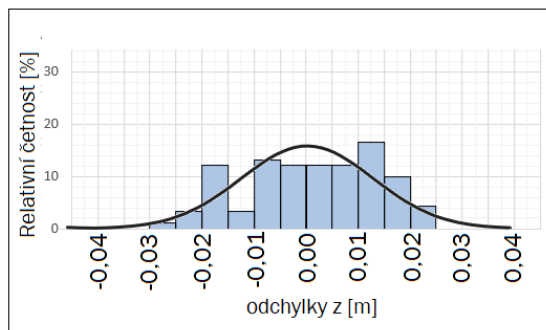
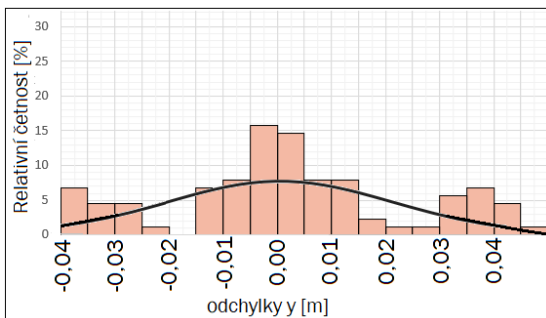
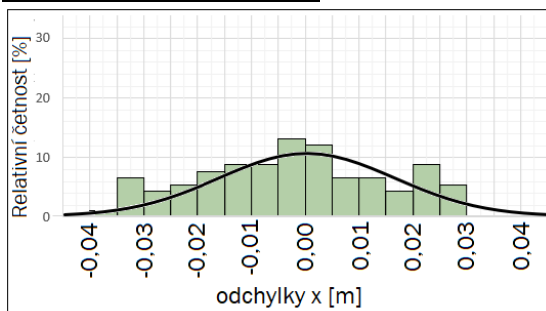
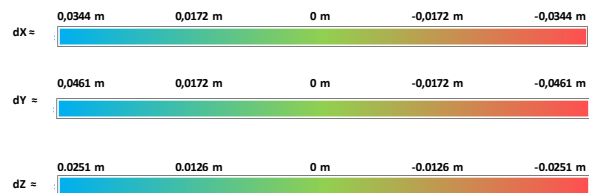
Príloha č. 4 – Analýza výsledků různých metod registrace

Soubor	Mračno regitorvané metodou Cloud to Cloud v SCENE	Souř. systém UTM
--------	---	------------------

Označení bodu	Body exportované z mračna			Referenční seznam souřadnic			Rozdíl reference - mračno		
	X [m]	Y [m]	Z [m]	X [m]	Y [m]	Z [m]	dx [m]	dy [m]	dz [m]
DH001	614403,7376	5454742,4316	341,6871	614403,7051	5454742,4377	341,6906	-0,0325	0,0061	0,0035
DH002	614410,7387	5454700,9818	341,6805	614410,7355	5454701,0207	341,6929	-0,0032	0,0389	0,0124
DH003	614411,8280	5454700,7033	341,6736	614411,8264	5454700,7293	341,6880	-0,0016	0,0260	0,0144
DH005	614430,4837	5454704,3208	341,6709	614430,4834	5454704,3672	341,6915	-0,0003	0,0464	0,0206
DH006	614423,4331	5454745,8010	341,6899	614423,4234	5454745,7674	341,6926	-0,0097	-0,0336	0,0027
DH007	614422,3780	5454746,0902	341,6939	614422,3763	5454746,0501	341,6921	-0,0017	-0,0401	-0,0018
DH008	614405,5966	5454743,2479	341,6983	614405,5978	5454743,2092	341,6935	0,0012	-0,0387	-0,0048
DP402	614324,5156	5454778,8844	345,6631	614324,5272	5454778,8814	345,6590	0,0116	-0,0030	-0,0041
DP403	614336,1126	5454767,5433	345,6656	614336,1185	5454767,5479	345,6590	0,0059	0,0046	-0,0066
DP405	614357,8140	5454747,7882	345,6696	614357,8118	5454747,7908	345,6618	-0,0022	0,0026	-0,0078
DP406	614366,8902	5454757,0877	352,8620	614366,8784	5454757,0835	352,8583	-0,0118	-0,0042	-0,0037
DP409	614309,9506	5454814,0659	345,6707	614309,9697	5454814,0587	345,6540	0,0191	-0,0072	-0,0167
DP410	614309,0153	5454813,5959	345,6743	614309,0320	5454813,5873	345,6552	0,0167	-0,0086	-0,0191
DP411	614299,9349	5454804,2907	345,6747	614299,9566	5454804,2895	345,6570	0,0217	-0,0012	-0,0177
H004	614435,6047	5454713,5110	339,5530	614435,5913	5454713,5527	339,5719	-0,0134	0,0417	0,0189
H005	614432,0442	5454734,3805	339,5699	614432,0263	5454734,3489	339,5789	-0,0179	-0,0316	0,0090
H007	614431,1742	5454703,9524	339,6749	614431,1740	5454703,9995	339,6956	-0,0002	0,0471	0,0207
H008	614428,8244	5454697,1867	339,5844	614428,8294	5454697,2235	339,6023	0,0050	0,0368	0,0179
H012	614420,9077	5454694,3393	339,5158	614420,9195	5454694,3780	339,5356	0,0118	0,0387	0,0198
H013	614376,1660	5454775,6177	340,6444	614376,1445	5454775,6035	340,6546	-0,0215	-0,0142	0,0102
H014	614414,2522	5454694,8798	339,5976	614414,2544	5454694,9142	339,6155	0,0022	0,0344	0,0179
H015	614425,7111	5454736,4866	339,6907	614425,6970	5454736,4449	339,6992	-0,0141	-0,0417	0,0085
H016	614427,5349	5454725,7907	339,6940	614427,5027	5454725,7514	339,7043	-0,0322	-0,0393	0,0103
H019	614399,6096	5454727,5553	339,5670	614399,5843	5454727,5767	339,5750	-0,0253	0,0214	0,0080
H020	614402,4698	5454710,7825	339,5674	614402,4632	5454710,8146	339,5834	-0,0066	0,0321	0,0160
H021	614405,3131	5454728,8883	339,6712	614405,2818	5454728,9178	339,6806	-0,0313	0,0295	0,0094
H023	614368,0318	5454783,2598	340,6609	614368,0095	5454783,2526	340,6710	-0,0223	-0,0072	0,0101
H024	614397,2151	5454741,2458	339,5446	614397,1838	5454741,2481	339,5489	-0,0313	0,0023	0,0043
H026	614348,7744	5454802,1313	340,6683	614348,7688	5454802,1191	340,6688	-0,0056	-0,0122	0,0005
H027	614338,6571	5454812,0382	340,6700	614338,6567	5454812,0252	340,6676	-0,0004	-0,0130	-0,0024
H028	614333,7053	5454816,8370	340,6707	614333,7063	5454816,8196	340,6666	0,0010	-0,0174	-0,0041
H030	614317,6157	5454824,9256	341,3066	614317,6172	5454824,9084	341,2957	0,0015	-0,0172	-0,0109
H031	614323,0135	5454819,7424	340,9289	614323,0156	5454819,7268	340,9199	0,0021	-0,0156	-0,0090
H033	614377,6703	5454766,4005	340,6729	614377,6444	5454766,3956	340,6799	-0,0259	-0,0049	0,0070
H034	614382,8020	5454760,0536	340,4204	614382,7777	5454760,0547	340,4209	-0,0243	0,0011	0,0005
H049	614352,7063	5454742,8604	343,5821	614352,7029	5454742,8763	343,5714	-0,0034	0,0159	-0,0107
H050	614346,2082	5454749,1525	343,5805	614346,2131	5454749,1581	343,5752	0,0049	0,0056	-0,0053
H051	614339,0478	5454756,1912	343,5860	614339,0534	5454756,1977	343,5817	0,0056	0,0065	-0,0043
H053	614323,0609	5454771,7764	343,5880	614323,0745	5454771,7737	343,5801	0,0136	-0,0027	-0,0079
H056	614310,4628	5454784,1060	343,5880	614310,4864	5454784,1068	343,5724	0,0236	0,0008	-0,0156
H057	614304,1409	5454790,2396	343,5892	614304,1652	5454790,2378	343,5709	0,0243	-0,0018	-0,0183
H058	614296,9829	5454797,2760	343,5851	614297,0086	5454797,2728	343,5653	0,0257	-0,0032	-0,0198
H059	614290,2084	5454803,8462	343,5753	614290,2355	5454803,8381	343,5558	0,0271	-0,0081	-0,0195
H061	614342,6067	5454760,2189	343,6902	614342,6141	5454760,2266	343,6830	0,0074	0,0077	-0,0072
H062	614349,5102	5454753,4722	343,6891	614349,5141	5454753,4783	343,6819	0,0039	0,0061	-0,0072
H063	614356,2852	5454746,7540	343,6817	614356,2853	5454746,7624	343,6733	0,0001	0,0084	-0,0084
H064	614324,8139	5454777,6207	343,6878	614324,8258	5454777,6139	343,6769	0,0119	-0,0068	-0,0109
H065	614424,0874	5454746,1302	339,6960	614424,0691	5454746,0915	339,6993	-0,0183	-0,0387	0,0033
H066	614316,3128	5454785,9526	343,6892	614316,3353	5454785,9483	343,6728	0,0225	-0,0043	-0,0164
H067	614307,8860	5454794,1448	343,6948	614307,9101	5454794,1452	343,6744	0,0241	0,0004	-0,0204
H068	614300,7250	5454801,1379	343,6926	614300,7506	5454801,1350	343,6731	0,0256	-0,0029	-0,0195
H071	614291,7663	5454817,0995	343,1240	614291,7893	5454817,0869	343,1052	0,0230	-0,0126	-0,0188
H076	614406,0497	5454755,6901	339,2320	614406,0471	5454755,6460	339,2270	-0,0026	-0,0441	-0,0050
H098	614404,1666	5454735,6949	339,6783	614404,1307	5454735,7055	339,6798	-0,0359	0,0106	0,0015
H109	614391,9987	5454752,1184	339,9638	614391,9742	5454752,1194	339,9632	-0,0245	0,0010	-0,0006
HH001	614403,7294	5454742,4347	355,2994	614403,6947	5454742,4488	355,2895	-0,0347	0,0141	-0,0099
HH002	614410,7363	5454700,9893	355,2822	614410,7329	5454701,0180	355,2875	-0,0034	0,0287	0,0053
HH003	614412,8228	5454700,8644	355,2614	614412,8099	5454700,8920	355,2801	-0,0129	0,0276	0,0187
HH004	614428,5945	5454703,5376	355,2683	614428,5847	5454703,5734	355,2855	-0,0098	0,0358	0,0172
HH005	614430,4748	5454704,3184	355,2716	614430,4755	5454704,3520	355,2929	0,0007	0,0336	0,0213
HH006	614423,4244	5454745,8083	355,2958	614423,4137	5454745,7672	355,2917	-0,0107	-0,0411	-0,0041
HH008	614405,5927	5454743,2555	355,2869	614405,6012	5454743,2153	355,2907	0,0085	-0,0402	0,0038
HP401	614299,4682	5454803,3260	352,8871	614299,4921	5454803,3197	352,8601	0,0239	-0,0063	-0,0270
HP403	614336,1097	5454767,5541	352,8690	614336,1209	5454767,5520	352,8596	0,0112	-0,0021	-0,0094
HP405	614357,8011	5454747,7958	352,8597	614357,8111	5454747,7858	352,8537	0,0100	-0,0100	-0,0060
HP408	614332,1450	5454792,4116	352,8589	614332,1630	5454792,4026	352,8649	0,0180	-0,0090	0,0060
HP410	614309,0143	5454813,6019	352,8754	614309,0312	5454813,5982	352,8543	0,0169	-0,0037	-0,0211
HP411	614299,9291	5454804,3027	352,8768	614299,9542	5454804,3018	352,8557	0,0251	-0,0009	-0,0211

N1	614368,8562	5454774,3257	341,7420	614368,8368	5454774,3205	341,7547	-0,0194	-0,0052	0,0127
N2	614364,2646	5454778,7775	341,7354	614364,2509	5454778,7710	341,7524	-0,0137	-0,0065	0,0170
N3	614359,6319	5454783,3284	341,7478	614359,6188	5454783,3192	341,7605	-0,0131	-0,0092	0,0127
N4	614354,9767	5454787,8595	341,7402	614354,9752	5454787,8502	341,7552	-0,0015	-0,0093	0,0150
V03	614407,2387	5454721,7037	342,4806	614407,2167	5454721,7298	342,4927	-0,0220	0,0261	0,0121
V04	614383,6899	5454770,3690	342,3254	614383,6581	5454770,3587	342,3317	-0,0318	-0,0103	0,0063
V05	614429,7874	5454755,0574	341,7988	614429,7677	5454755,0124	341,8001	-0,0197	-0,0450	0,0013
V06	614323,2158	5454829,3406	343,4168	614323,2159	5454829,3221	343,4122	0,0001	-0,0185	-0,0046
V08	614297,4788	5454825,5271	344,7571	614297,5052	5454825,5117	344,7379	0,0264	-0,0154	-0,0192
V11	614393,9382	5454746,5763	341,9908	614393,9612	5454746,5603	341,9998	0,0230	-0,0160	0,0090
V13	614371,9190	5454770,8333	343,7044	614371,9006	5454770,8317	343,7167	-0,0184	-0,0016	0,0123
V14	614426,9784	5454725,0998	355,2897	614426,9533	5454725,0607	355,2943	-0,0251	-0,0391	0,0046
V15	614426,9730	5454725,1043	342,4839	614426,9577	5454725,0709	342,4935	-0,0153	-0,0334	0,0096
V18	614423,1495	5454687,6200	341,6884	614423,1557	5454687,6505	341,7063	0,0062	0,0305	0,0179
V19	614412,8440	5454762,8409	341,3383	614412,8409	5454762,8096	341,3378	-0,0031	-0,0313	-0,0005
V20	614438,3397	5454704,4650	341,8847	614438,3337	5454704,4990	341,9055	-0,0060	0,0340	0,0208
V21	614401,9582	5454699,7232	341,9281	614401,9613	5454699,7577	341,9427	0,0031	0,0345	0,0146
V24	614434,5910	5454726,5581	341,9534	614434,5619	5454726,5301	341,9648	-0,0291	-0,0280	0,0114
V25	614343,9434	5454809,1026	342,9438	614343,9365	5454809,0953	342,9453	-0,0069	-0,0073	0,0015
V27	614365,5497	5454787,9923	342,9745	614365,5315	5454787,9806	342,9872	-0,0182	-0,0117	0,0127
V29	614332,3546	5454809,5507	342,8511	614332,3400	5454809,5557	342,8631	-0,0146	0,0050	0,0120
V31	614344,3695	5454797,8298	342,8555	614344,3626	5454797,8247	342,8656	-0,0069	-0,0051	0,0101
V33	614340,3606	5454801,7361	342,8642	614340,3549	5454801,7265	342,8723	-0,0057	-0,0096	0,0081

	s	U
Sx	0,0172 m	0,0344 m
Sy	0,0230 m	0,0461 m
Sz	0,0126 m	0,0251 m
S _{3D}	0,0314 m	

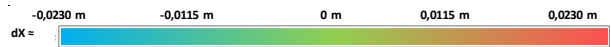


Príloha č. 4 – Analýza výsledků různých metod registrace

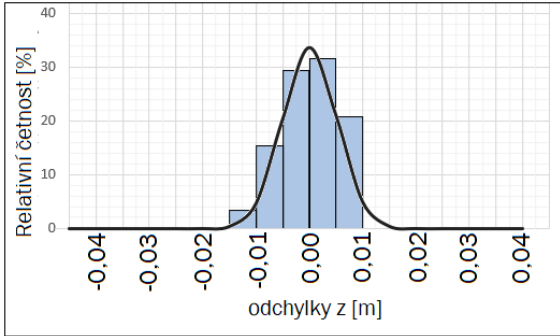
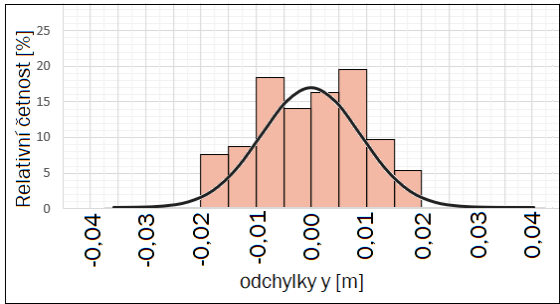
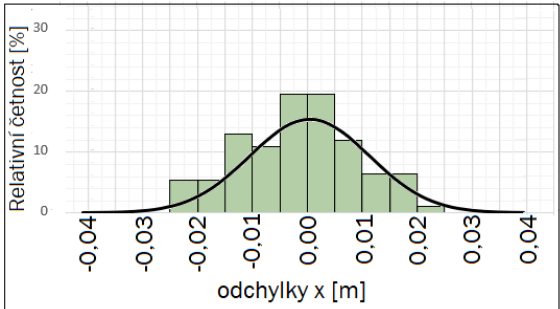
Soubor	Mračno regitorvané metodou Target-Based v TRW	Souř. systém UTM
--------	---	------------------

Označení bodu	Body exportované z mračna			Referenční seznam souřadnic			Rozdíl reference - mračno		
	X [m]	Y [m]	Z [m]	X [m]	Y [m]	Z [m]	dx [m]	dy [m]	dz [m]
DH001	614403,7100	5454742,4423	341,6868	614403,7051	5454742,4377	341,6906	-0,0049	-0,0046	0,0038
DH002	614410,7400	5454701,0093	341,6885	614410,7355	5454701,0207	341,6929	-0,0045	0,0114	0,0044
DH003	614411,8216	5454700,7387	341,6834	614411,8264	5454700,7293	341,6880	0,0048	-0,0094	0,0046
DH005	614430,4786	5454704,3768	341,6969	614430,4834	5454704,3672	341,6915	0,0048	-0,0096	-0,0054
DH006	614423,4146	5454745,7716	341,6886	614423,4234	5454745,7674	341,6926	0,0088	-0,0042	0,0040
DH007	614422,3737	5454746,0549	341,6965	614422,3763	5454746,0501	341,6921	0,0026	-0,0048	-0,0044
DH008	614405,6020	5454743,2008	341,6890	614405,5978	5454743,2092	341,6935	-0,0042	0,0084	0,0045
DP402	614324,5318	5454778,8786	345,6544	614324,5272	5454778,8814	345,6590	-0,0046	0,0028	0,0046
DP403	614336,1136	5454767,5621	345,6544	614336,1185	5454767,5479	345,6590	0,0049	-0,0142	0,0046
DP405	614357,8069	5454747,7992	345,6568	614357,8118	5454747,7908	345,6618	0,0049	-0,0084	0,0050
DP406	614366,8696	5454757,0786	352,8548	614366,8784	5454757,0835	352,8583	0,0088	0,0049	0,0035
DP409	614309,9483	5454814,0537	345,6586	614309,9697	5454814,0587	345,6540	0,0214	0,0050	-0,0046
DP410	614309,0100	5454813,5827	345,6595	614309,0320	5454813,5873	345,6552	0,0220	0,0046	-0,0043
DP411	614299,9354	5454804,2965	345,6519	614299,9566	5454804,2895	345,6570	0,0212	-0,0070	0,0051
H004	614435,6007	5454713,5479	339,5751	614435,5913	5454713,5527	339,5719	-0,0094	0,0048	-0,0032
H005	614432,0337	5454734,3441	339,5816	614432,0263	5454734,3489	339,5789	-0,0074	0,0048	-0,0027
H007	614431,1691	5454703,9948	339,6993	614431,1740	5454703,9995	339,6956	0,0049	0,0047	-0,0037
H008	614428,8245	5454697,2280	339,6064	614428,8294	5454697,2235	339,6023	0,0049	-0,0045	-0,0041
H012	614420,9065	5454694,3700	339,5316	614420,9195	5454694,3780	339,5356	0,0130	0,0080	0,0040
H013	614376,1615	5454775,5986	340,6501	614376,1445	5454775,6035	340,6546	-0,0170	0,0049	0,0045
H014	614414,2456	5454694,9058	339,6132	614414,2544	5454694,9142	339,6155	0,0088	0,0084	0,0023
H015	614425,6870	5454736,4531	339,7053	614425,6970	5454736,4449	339,6992	0,0100	-0,0082	-0,0061
H016	614427,5113	5454725,7446	339,7093	614427,5027	5454725,7514	339,7043	-0,0086	0,0068	-0,0050
H019	614399,5757	5454727,5673	339,5765	614399,5843	5454727,5767	339,5750	0,0086	0,0094	-0,0015
H020	614402,4688	5454710,8074	339,5782	614402,4632	5454710,8146	339,5834	-0,0056	0,0072	0,0052
H021	614405,2852	5454728,9082	339,6751	614405,2818	5454728,9178	339,6806	-0,0034	0,0096	0,0055
H023	614368,0265	5454783,2354	340,6664	614368,0095	5454783,2526	340,6710	-0,0170	0,0172	0,0046
H024	614397,1882	5454741,2639	339,5475	614397,1838	5454741,2481	339,5489	-0,0044	-0,0158	0,0014
H026	614348,7592	5454802,1109	340,6630	614348,7688	5454802,1191	340,6688	0,0096	0,0082	0,0058
H027	614338,6473	5454812,0348	340,6713	614338,6567	5454812,0252	340,6676	0,0094	-0,0096	-0,0037
H028	614333,7018	5454816,8284	340,6718	614333,7063	5454816,8196	340,6666	0,0045	-0,0088	-0,0052
H030	614317,6088	5454824,9176	341,3007	614317,6172	5454824,9084	341,2957	0,0084	-0,0092	-0,0050
H031	614323,0064	5454819,7452	340,9246	614323,0156	5454819,7268	340,9199	0,0092	-0,0184	-0,0047
H033	614377,6316	5454766,3784	340,6739	614377,6444	5454766,3956	340,6799	0,0128	0,0172	0,0060
H034	614382,7683	5454760,0453	340,4165	614382,7777	5454760,0547	340,4209	0,0094	0,0094	0,0044
H049	614352,7071	5454742,8617	343,5822	614352,7029	5454742,8763	343,5714	-0,0042	0,0146	-0,0108
H050	614346,2029	5454749,1499	343,5839	614346,2131	5454749,1581	343,5752	0,0102	0,0082	-0,0087
H051	614339,0486	5454756,1928	343,5845	614339,0534	5454756,1977	343,5817	0,0048	0,0049	-0,0028
H053	614323,0655	5454771,7689	343,5854	614323,0745	5454771,7737	343,5801	0,0090	0,0048	-0,0053
H056	614310,4686	5454784,1019	343,5687	614310,4864	5454784,1068	343,5724	0,0178	0,0049	0,0037
H057	614304,1368	5454790,2502	343,5649	614304,1652	5454790,2378	343,5709	0,0284	-0,0124	0,0060
H058	614296,9854	5454797,2892	343,5603	614297,0086	5454797,2728	343,5653	0,0232	-0,0164	0,0050
H059	614290,2165	5454803,8579	343,5546	614290,2355	5454803,8381	343,5558	0,0190	-0,0198	0,0012
H061	614342,6099	5454760,2194	343,6915	614342,6141	5454760,2266	343,6830	0,0042	0,0072	-0,0085
H062	614349,5019	5454753,4637	343,6934	614349,5141	5454753,4783	343,6819	0,0122	0,0146	-0,0115
H063	614356,2900	5454746,7536	343,6768	614356,2853	5454746,7624	343,6733	-0,0047	0,0088	-0,0035
H064	614324,8342	5454777,6221	343,6884	614324,8258	5454777,6139	343,6769	-0,0084	-0,0082	-0,0115
H065	614424,0869	5454746,0985	339,6943	614424,0691	5454746,0915	339,6993	-0,0178	-0,0070	0,0050
H066	614316,3247	5454785,9357	343,6746	614316,3353	5454785,9483	343,6728	0,0106	0,0126	-0,0018
H067	614307,8979	5454794,1548	343,6707	614307,9101	5454794,1452	343,6744	0,0122	-0,0096	0,0037
H068	614300,7434	5454801,1430	343,6668	614300,7506	5454801,1350	343,6731	0,0072	-0,0080	0,0063
H071	614291,7807	5454817,0771	343,1095	614291,7893	5454817,0869	343,1052	0,0086	0,0098	-0,0043
H076	614406,0649	5454755,6508	339,2224	614406,0471	5454755,6460	339,2270	-0,0178	-0,0048	0,0046
H098	614404,1393	5454735,7165	339,6740	614404,1307	5454735,7055	339,6798	-0,0086	-0,0110	0,0058
H109	614391,9658	5454752,1266	339,9690	614391,9742	5454752,1194	339,9632	0,0084	-0,0072	-0,0058
HH001	614403,7073	5454742,4452	355,2942	614403,6947	5454742,4488	355,2895	-0,0126	0,0036	-0,0047
HH002	614410,7425	5454701,0100	355,2929	614410,7329	5454701,0180	355,2875	-0,0096	0,0080	-0,0054
HH003	614412,8050	5454700,8965	355,2822	614412,8099	5454700,8920	355,2801	0,0049	-0,0045	-0,0021
HH004	614428,5933	5454703,5780	355,2893	614428,5847	5454703,5734	355,2855	-0,0086	-0,0046	-0,0038
HH005	614430,4706	5454704,3660	355,2961	614430,4755	5454704,3520	355,2929	0,0049	-0,0140	-0,0032
HH006	614423,3983	5454745,7768	355,2983	614423,4137	5454745,7672	355,2917	0,0154	-0,0096	-0,0066
HH008	614405,5968	5454743,2201	355,2927	614405,6012	5454743,2153	355,2907	0,0044	-0,0048	-0,0020
HP401	614299,4699	5454803,3303	352,8630	614299,4921	5454803,3197	352,8601	0,0222	-0,0106	-0,0029
HP403	614336,1111	5454767,5620	352,8633	614336,1209	5454767,5520	352,8596	0,0098	-0,0100	-0,0037
HP405	614356,1366	5454748,0030	352,8606	614356,1514	5454748,0073	352,8579	0,0148	0,0043	-0,0027
HP406	614366,6182	5454758,7228	352,8520	614366,6258	5454758,7312	352,8578	0,0076	0,0084	0,0058
HP409	614310,6690	5454813,3711	352,8648	614310,6870	5454813,3662	352,8596	0,0180	-0,0049	-0,0052
HP410	614309,0148	5454813,5898	352,8600	614309,0312	5454813,5982	352,8543	0,0164	0,0084	-0,0057
HP411	614299,9298	5454804,3067	352,8485	614299,9542	5454804,3018	352,8557	0,0244	-0,0049	0,0072

N1	614368,8532	5454774,3055	341,7475	614368,8368	5454774,3205	341,7547	-0,0164	0,0150	0,0072
N2	614364,2551	5454778,7570	341,7496	614364,2509	5454778,7710	341,7524	-0,0042	0,0140	0,0028
N3	614359,6236	5454783,3088	341,7575	614359,6188	5454783,3192	341,7605	-0,0048	0,0104	0,0030
N4	614354,9648	5454787,8398	341,7512	614354,9752	5454787,8502	341,7552	0,0104	0,0104	0,0040
V03	614407,2253	5454721,7382	342,4870	614407,2167	5454721,7298	342,4927	-0,0086	-0,0084	0,0057
V04	614383,6679	5454770,3433	342,3299	614383,6581	5454770,3587	342,3317	-0,0098	0,0154	0,0018
V05	614429,7783	5454755,0256	341,8045	614429,7677	5454755,0124	341,8001	-0,0106	-0,0132	-0,0044
V06	614323,2111	5454829,3379	343,4073	614323,2159	5454829,3221	343,4122	0,0048	-0,0158	0,0049
V08	614297,4928	5454825,5283	344,7411	614297,5052	5454825,5117	344,7379	0,0124	-0,0166	-0,0032
V12	614374,8651	5454767,9460	343,7125	614374,8569	5454767,9509	343,7168	-0,0082	0,0049	0,0043
V13	614371,8834	5454770,8483	343,7109	614371,9006	5454770,8317	343,7167	0,0172	-0,0166	0,0058
V14	614426,9487	5454725,0733	355,2995	614426,9533	5454725,0607	355,2943	0,0046	-0,0126	-0,0052
V15	614426,9503	5454725,0611	342,4958	614426,9577	5454725,0709	342,4935	0,0074	0,0098	-0,0023
V18	614423,1643	5454687,6375	341,7028	614423,1557	5454687,6505	341,7063	-0,0086	0,0130	0,0035
V19	614412,8331	5454762,8204	341,3308	614412,8409	5454762,8096	341,3378	0,0078	-0,0108	0,0070
V20	614438,3483	5454704,5038	341,9093	614438,3337	5454704,4990	341,9055	-0,0146	-0,0048	-0,0038
V21	614401,9564	5454699,7403	341,9401	614401,9613	5454699,7577	341,9427	0,0049	0,0174	0,0026
V24	614434,5741	5454726,5259	341,9712	614434,5619	5454726,5301	341,9648	-0,0122	0,0042	-0,0064
V25	614343,9318	5454809,1027	342,9403	614343,9365	5454809,0953	342,9453	0,0047	-0,0074	0,0050
V27	614365,5425	5454787,9734	342,9835	614365,5315	5454787,9806	342,9872	-0,0110	0,0072	0,0037
V30	614328,3262	5454813,4758	342,8696	614328,3358	5454813,4709	342,8765	0,0096	-0,0049	0,0069
V31	614344,3577	5454797,8113	342,8606	614344,3626	5454797,8247	342,8656	0,0049	0,0134	0,0050
V33	614340,3431	5454801,7312	342,8669	614340,3549	5454801,7265	342,8723	0,0118	-0,0047	0,0054



	s	U
Sx	0,0115 m	0,0230 m
Sy	0,0100 m	0,0200 m
Sz	0,0050 m	0,0101 m
S _{3D}	0,0153 m	

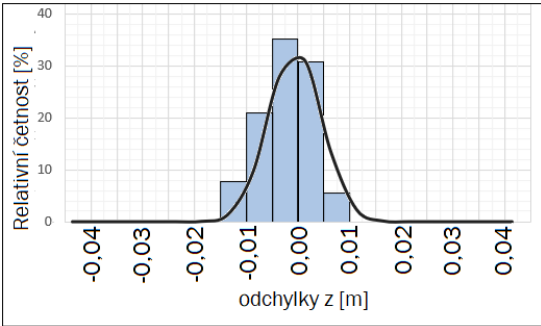
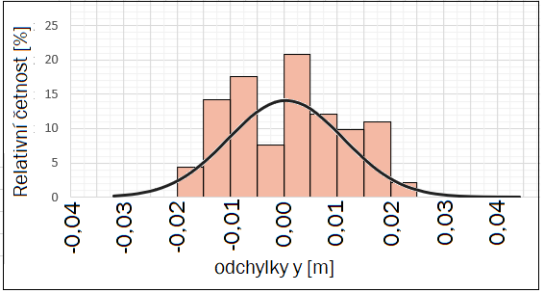
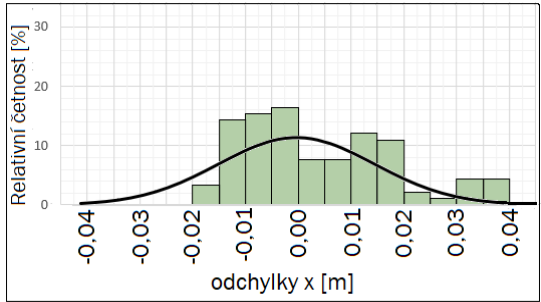
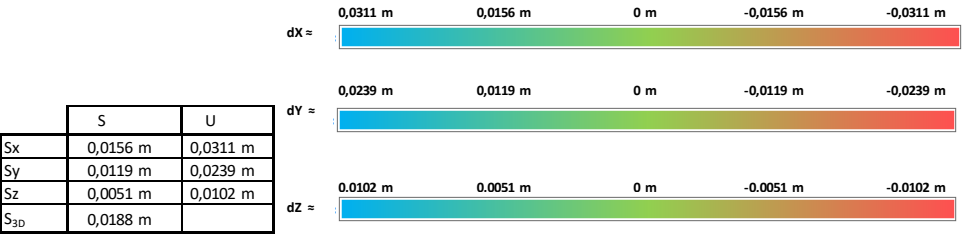


Príloha č. 4 – Analýza výsledků různých metod registrace

Soubor	Mračno regitorvané metodou Target-Based v SCENE	Souř. systém UTM
--------	---	------------------

Označení bodu	Body exportované z mračna			Referenční seznam souřadnic			Rozdíl reference - mračno		
	X [m]	Y [m]	Z [m]	X [m]	Y [m]	Z [m]	dx [m]	dy [m]	dz [m]
DH001	614403,7100	5454742,4466	341,6869	614403,7051	5454742,4377	341,6906	-0,0049	-0,0089	0,0037
DH002	614410,7324	5454701,0109	341,6948	614410,7355	5454701,0207	341,6929	0,0031	0,0098	-0,0019
DH003	614411,8136	5454700,7106	341,6886	614411,8264	5454700,7293	341,6880	0,0128	0,0187	-0,0006
DH005	614430,4772	5454704,3579	341,6939	614430,4834	5454704,3672	341,6915	0,0062	0,0093	-0,0024
DH006	614423,4333	5454745,7625	341,6901	614423,4234	5454745,7674	341,6926	-0,0099	0,0049	0,0025
DH007	614422,3797	5454746,0355	341,6916	614422,3763	5454746,0501	341,6921	-0,0034	0,0146	0,0005
DH008	614405,6076	5454743,2129	341,6936	614405,5978	5454743,2092	341,6935	-0,0098	-0,0037	-0,0001
DP402	614324,5191	5454778,9004	345,6622	614324,5272	5454778,8814	345,6590	0,0081	-0,0190	-0,0032
DP403	614336,1228	5454767,5688	345,6693	614336,1185	5454767,5479	345,6590	-0,0043	-0,0209	-0,0103
DP405	614357,8167	5454747,8075	345,6680	614357,8118	5454747,7908	345,6618	-0,0049	-0,0167	-0,0062
DP406	614366,8823	5454757,0979	352,8637	614366,8784	5454757,0835	352,8583	-0,0039	-0,0144	-0,0054
DP409	614309,9357	5454814,0621	345,6498	614309,9697	5454814,0587	345,6540	0,0340	-0,0034	0,0042
DP410	614308,9986	5454813,5917	345,6480	614309,0320	5454813,5873	345,6552	0,0334	-0,0044	0,0072
DP411	614299,9176	5454804,2904	345,6535	614299,9566	5454804,2895	345,6570	0,0390	-0,0009	0,0035
H004	614435,5960	5454713,5391	339,5781	614435,5913	5454713,5527	339,5719	-0,0047	0,0136	-0,0062
H005	614432,0404	5454734,3362	339,5851	614432,0263	5454734,3489	339,5789	-0,0141	0,0127	-0,0062
H007	614431,1694	5454703,9848	339,6996	614431,1740	5454703,9995	339,6956	0,0046	0,0147	-0,0040
H008	614428,8189	5454697,2147	339,6069	614428,8294	5454697,2235	339,6023	0,0105	0,0088	-0,0046
H012	614420,9080	5454694,3632	339,5370	614420,9195	5454694,3780	339,5356	0,0115	0,0148	-0,0014
H013	614376,1492	5454775,6082	340,6604	614376,1445	5454775,6035	340,6546	-0,0047	-0,0047	-0,0058
H014	614414,2427	5454694,8961	339,6128	614414,2544	5454694,9142	339,6155	0,0117	0,0181	0,0027
H015	614425,7012	5454736,4301	339,6989	614425,6970	5454736,4449	339,6992	-0,0042	0,0148	0,0003
H016	614427,5175	5454725,7466	339,7084	614427,5027	5454725,7514	339,7043	-0,0148	0,0048	-0,0041
H019	614399,5890	5454727,5773	339,5758	614399,5843	5454727,5767	339,5750	-0,0047	-0,0006	-0,0008
H020	614402,4559	5454710,7999	339,5849	614402,4632	5454710,8146	339,5834	0,0073	0,0147	-0,0015
H021	614405,2864	5454728,9150	339,6852	614405,2818	5454728,9178	339,6806	-0,0046	0,0028	-0,0046
H023	614368,0244	5454783,2664	340,6748	614368,0095	5454783,2526	340,6710	-0,0149	-0,0138	-0,0038
H024	614397,1987	5454741,2636	339,5479	614397,1838	5454741,2481	339,5489	-0,0149	-0,0155	0,0010
H026	614348,7583	5454802,1240	340,6667	614348,7688	5454802,1191	340,6688	0,0105	-0,0049	0,0021
H027	614338,6395	5454812,0392	340,6694	614338,6567	5454812,0252	340,6676	0,0172	-0,0140	-0,0018
H028	614333,6902	5454816,8331	340,6720	614333,7063	5454816,8196	340,6666	0,0161	-0,0135	-0,0054
H030	614317,5993	5454824,9215	341,2988	614317,6172	5454824,9084	341,2957	0,0179	-0,0131	-0,0031
H031	614322,9987	5454819,7402	340,9213	614323,0156	5454819,7268	340,9199	0,0169	-0,0134	-0,0014
H033	614377,6613	5454766,4139	340,6851	614377,6444	5454766,3956	340,6799	-0,0169	-0,0183	-0,0052
H034	614382,7875	5454760,0724	340,4258	614382,7777	5454760,0547	340,4209	-0,0098	-0,0177	-0,0049
H049	614352,7201	5454742,8910	343,5827	614352,7029	5454742,8763	343,5714	-0,0172	-0,0147	-0,0113
H050	614346,2273	5454749,1764	343,5858	614346,2131	5454749,1581	343,5752	-0,0142	-0,0183	-0,0106
H051	614339,0631	5454756,2157	343,5879	614339,0534	5454756,1977	343,5817	-0,0097	-0,0180	-0,0062
H053	614323,0703	5454771,7915	343,5860	614323,0745	5454771,7737	343,5801	0,0042	-0,0178	-0,0059
H056	614310,4639	5454784,1125	343,5801	614310,4864	5454784,1068	343,5724	0,0225	-0,0057	-0,0077
H057	614304,1359	5454790,2427	343,5722	614304,1652	5454790,2378	343,5709	0,0293	-0,0049	-0,0013
H058	614296,9716	5454797,2744	343,5609	614297,0086	5454797,2728	343,5653	0,0370	-0,0016	0,0044
H059	614290,2050	5454803,8387	343,5519	614290,2355	5454803,8381	343,5558	0,0305	-0,0006	0,0039
H061	614342,6238	5454760,2404	343,6923	614342,6141	5454760,2266	343,6830	-0,0097	-0,0138	-0,0093
H062	614349,5290	5454753,4957	343,6920	614349,5141	5454753,4783	343,6819	-0,0149	-0,0174	-0,0101
H063	614356,3002	5454746,7809	343,6850	614356,2853	5454746,7624	343,6733	-0,0149	-0,0185	-0,0117
H064	614324,8176	5454777,6270	343,6859	614324,8258	5454777,6139	343,6769	0,0082	-0,0131	-0,0090
H065	614424,0790	5454746,0816	339,6973	614424,0691	5454746,0915	339,6993	-0,0099	0,0099	0,0020
H066	614316,3133	5454785,9623	343,6807	614316,3353	5454785,9483	343,6728	0,0220	-0,0140	-0,0079
H067	614307,8905	5454794,1338	343,6772	614307,9101	5454794,1452	343,6744	0,0196	0,0114	-0,0028
H068	614300,7313	5454801,1386	343,6697	614300,7506	5454801,1350	343,6731	0,0193	-0,0036	0,0034
H071	614291,7694	5454817,0998	343,0997	614291,7893	5454817,0869	343,1052	0,0199	-0,0129	0,0055
H076	614406,0520	5454755,6558	339,2325	614406,0471	5454755,6460	339,2270	-0,0049	-0,0098	-0,0055
H098	614404,1406	5454735,7100	339,6818	614404,1307	5454735,7055	339,6798	-0,0099	-0,0045	-0,0020
H109	614391,9823	5454752,1385	339,9669	614391,9742	5454752,1194	339,9632	-0,0081	-0,0191	-0,0037
HH001	614403,7040	5454742,4514	355,2999	614403,6947	5454742,4488	355,2895	-0,0093	-0,0026	-0,0104
HH002	614410,7148	5454701,0082	355,2958	614410,7329	5454701,0180	355,2875	0,0181	0,0098	-0,0083
HH003	614412,8064	5454700,8776	355,2755	614412,8099	5454700,8920	355,2801	0,0035	0,0144	0,0046
HH004	614428,5894	5454703,5613	355,2769	614428,5847	5454703,5734	355,2855	-0,0047	0,0121	0,0086
HH005	614430,4685	5454704,3427	355,2964	614430,4755	5454704,3520	355,2929	0,0070	0,0093	-0,0035
HH006	614423,4329	5454745,7584	355,2968	614423,4137	5454745,7672	355,2917	-0,0192	0,0088	-0,0051
HH008	614405,6104	5454743,2200	355,2938	614405,6012	5454743,2153	355,2907	-0,0092	-0,0047	-0,0031
HP401	614299,4556	5454803,3245	352,8649	614299,4921	5454803,3197	352,8601	0,0365	-0,0048	-0,0048
HP403	614336,1225	5454767,5724	352,8687	614336,1209	5454767,5520	352,8596	-0,0016	-0,0204	-0,0091
HP405	614357,8209	5454747,8060	352,8640	614357,8111	5454747,7858	352,8537	-0,0098	-0,0202	-0,0103
HP408	614332,1453	5454792,4130	352,8627	614332,1630	5454792,4026	352,8649	0,0177	-0,0104	0,0022
HP410	614308,9951	5454813,6003	352,8502	614309,0312	5454813,5982	352,8543	0,0361	-0,0021	0,0041
HP411	614299,9216	5454804,3040	352,8540	614299,9542	5454804,3018	352,8557	0,0326	-0,0022	0,0017

N1	614368,8508	5454774,3395	341,7544	614368,8368	5454774,3205	341,7547	-0,0140	-0,0190	0,0003
N2	614364,2600	5454778,7691	341,7495	614364,2509	5454778,7710	341,7524	-0,0091	0,0019	0,0029
N3	614359,6284	5454783,3223	341,7592	614359,6188	5454783,3192	341,7605	-0,0096	-0,0031	0,0013
N4	614354,9695	5454787,8411	341,7525	614354,9752	5454787,8502	341,7552	0,0057	0,0091	0,0027
V03	614407,2197	5454721,7260	342,4941	614407,2167	5454721,7298	342,4927	-0,0030	0,0038	-0,0014
V04	614383,6630	5454770,3690	342,3350	614383,6581	5454770,3587	342,3317	-0,0049	-0,0103	-0,0033
V05	614429,7655	5454755,0032	341,7977	614429,7677	5454755,0124	341,8001	0,0022	0,0092	0,0024
V06	614323,2043	5454829,3435	343,4115	614323,2159	5454829,3221	343,4122	0,0116	-0,0214	0,0007
V08	614297,4950	5454825,5254	344,7436	614297,5052	5454825,5117	344,7379	0,0102	-0,0137	-0,0057
V11	614393,9605	5454746,5789	342,0001	614393,9612	5454746,5603	341,9998	0,0007	-0,0186	-0,0003
V13	614371,9155	5454770,8358	343,7186	614371,9006	5454770,8317	343,7167	-0,0149	-0,0041	-0,0019
V14	614426,9632	5454725,0581	355,2955	614426,9533	5454725,0607	355,2943	-0,0099	0,0026	-0,0012
V15	614426,9722	5454725,0682	342,4926	614426,9577	5454725,0709	342,4935	-0,0145	0,0027	0,0009
V18	614423,1368	5454687,6485	341,7115	614423,1557	5454687,6505	341,7063	0,0189	0,0020	-0,0052
V19	614412,8555	5454762,8239	341,3400	614412,8409	5454762,8096	341,3378	-0,0146	-0,0143	-0,0022
V20	614438,3314	5454704,4946	341,9077	614438,3337	5454704,4990	341,9055	0,0023	0,0044	-0,0022
V21	614401,9478	5454699,7552	341,9424	614401,9613	5454699,7577	341,9427	0,0135	0,0025	0,0003
V24	614434,5752	5454726,5255	341,9683	614434,5619	5454726,5301	341,9648	-0,0133	0,0046	-0,0035
V25	614343,9217	5454809,1050	342,9384	614343,9365	5454809,0953	342,9453	0,0148	-0,0097	0,0069
V27	614365,5460	5454787,9900	342,9829	614365,5315	5454787,9806	342,9872	-0,0145	-0,0094	0,0043
V29	614332,3261	5454809,5656	342,8561	614332,3400	5454809,5557	342,8631	0,0139	-0,0099	0,0070
V31	614344,3539	5454797,8343	342,8609	614344,3626	5454797,8247	342,8656	0,0087	-0,0096	0,0047
V33	614340,3439	5454801,7401	342,8706	614340,3549	5454801,7265	342,8723	0,0110	-0,0136	0,0017



Príloha č. 5 – Analýza výsledků při nižším počtu VB

Soubor	Výsledného mračna georeferencované na 6 VB	Souř. systém UTM
--------	--	------------------

Označení bodu	Body exportované z mračna			Referenční seznam souřadnic			Rozdíl reference - mračno		
	X [m]	Y [m]	Z [m]	X [m]	Y [m]	Z [m]	dx [m]	dy [m]	dz [m]
DH001	614403,7059	5454742,4434	341,6912	614403,7051	5454742,4377	341,6906	-0,0008	-0,0057	-0,0006
DH002	614410,7401	5454701,0139	341,6892	614410,7355	5454701,0207	341,6929	-0,0046	0,0068	0,0037
DH003	614411,8239	5454700,7366	341,6850	614411,8264	5454700,7293	341,6880	0,0025	-0,0073	0,0030
DH004	614428,6006	5454703,5857	340,8860	614428,5917	5454703,5799	340,8873			
DH005	614430,4836	5454704,3735	341,6924	614430,4834	5454704,3672	341,6915	-0,0002	-0,0063	-0,0009
DH006	614423,4207	5454745,7731	341,6955	614423,4234	5454745,7674	341,6926	0,0027	-0,0057	-0,0029
DH007	614422,3696	5454746,0551	341,6968	614422,3763	5454746,0501	341,6921	0,0067	-0,0050	-0,0047
DH008	614405,5996	5454743,2111	341,6881	614405,5978	5454743,2092	341,6935	-0,0018	-0,0019	0,0054
DP401	614299,4968	5454803,3290	345,6535	614299,4986	5454803,3229	345,6560			
DP402	614324,5266	5454778,8807	345,6595	614324,5272	5454778,8814	345,6590	0,0006	0,0007	-0,0005
DP403	614336,1226	5454767,5464	345,6624	614336,1185	5454767,5479	345,6590	-0,0041	0,0015	-0,0034
DP404	614356,1495	5454747,9905	345,6576	614356,1588	5454747,9964	345,6581	0,0093	0,0059	0,0005
DP405	614357,8101	5454747,7936	345,6615	614357,8118	5454747,7908	345,6618	0,0017	-0,0028	0,0003
DP406	614366,8723	5454757,0823	352,8589	614366,8784	5454757,0835	352,8583	0,0061	0,0012	-0,0006
DP409	614309,9627	5454814,0574	345,6605	614309,9697	5454814,0587	345,6540	0,0070	0,0013	-0,0065
DP410	614309,0272	5454813,5848	345,6622	614309,0320	5454813,5873	345,6552	0,0048	0,0025	-0,0070
DP411	614299,9575	5454804,2931	345,6560	614299,9566	5454804,2895	345,6570	-0,0009	-0,0036	0,0010
H002	614388,4821	5454767,1635	339,7090	614388,4941	5454767,1499	339,7021	0,0120	-0,0136	-0,0069
H004	614435,5966	5454713,5565	339,5750	614435,5913	5454713,5527	339,5719	-0,0053	-0,0038	-0,0031
H005	614432,0301	5454734,3507	339,5890	614432,0363	5454734,3489	339,5789	0,0062	-0,0018	-0,0101
H007	614431,1752	5454703,9999	339,6958	614431,1740	5454703,9995	339,6956	-0,0012	-0,0004	-0,0002
H008	614428,8296	5454697,2296	339,6015	614428,8294	5454697,2235	339,6023	-0,0002	-0,0061	0,0008
H009	614429,7270	5454689,6150	339,4342	614429,7270	5454689,6216	339,4373	0,0000	0,0066	0,0031
H010	614416,0534	5454687,4195	339,4321	614416,0557	5454687,4242	339,4387	0,0023	0,0047	0,0066
H012	614420,9136	5454694,3788	339,5332	614420,9195	5454694,3780	339,5356	0,0059	-0,0008	0,0024
H013	614376,1524	5454775,6022	340,6551	614376,1545	5454775,6035	340,6546	0,0021	0,0013	-0,0005
H014	614414,2495	5454694,9152	339,6069	614414,2544	5454694,9062	339,6155	0,0049	-0,0090	0,0086
H015	614425,6988	5454736,4330	339,7080	614425,6970	5454736,4449	339,6992	-0,0018	0,0119	-0,0088
H016	614427,5038	5454725,7513	339,7155	614427,5027	5454725,7514	339,7043	-0,0011	0,0001	-0,0112
H019	614399,5829	5454727,5748	339,5767	614399,5843	5454727,5767	339,5750	0,0014	0,0019	-0,0017
H020	614402,4634	5454710,8084	339,5781	614402,4632	5454710,8146	339,5834	-0,0002	0,0062	0,0053
H021	614405,2850	5454728,9136	339,6803	614405,2818	5454728,9178	339,6806	-0,0032	0,0042	0,0003
H023	614368,0209	5454783,2456	340,6736	614368,0095	5454783,2526	340,6710	-0,0114	0,0070	-0,0026
H024	614397,1873	5454741,2590	339,5498	614397,1838	5454741,2481	339,5489	-0,0035	-0,0109	-0,0009
H025	614357,4878	5454793,5589	340,6718	614357,4814	5454793,5630	340,6699	-0,0064	0,0041	-0,0019
H026	614348,7631	5454802,1202	340,6734	614348,7688	5454802,1191	340,6688	0,0057	-0,0011	-0,0046
H027	614338,6530	5454812,0332	340,6763	614338,6567	5454812,0252	340,6676	0,0037	-0,0080	-0,0087
H028	614333,7014	5454816,8231	340,6762	614333,7063	5454816,8196	340,6666	0,0049	-0,0035	-0,0096
H030	614317,6108	5454824,9202	341,3043	614317,6172	5454824,9084	341,2957	0,0064	-0,0118	-0,0086
H031	614323,0083	5454819,7363	340,9287	614323,0156	5454819,7268	340,9199	0,0073	-0,0095	-0,0088
H032	614405,1298	5454766,2996	338,5311	614405,1300	5454766,2887	338,5269	0,0002	-0,0109	-0,0042
H033	614377,6378	5454766,4094	340,6788	614377,6444	5454766,3956	340,6799	0,0066	-0,0138	0,0011
H034	614382,7716	5454760,0553	340,4230	614382,7777	5454760,0547	340,4209	0,0061	-0,0006	-0,0021
H038	614358,7006	5454736,7376	343,3610	614358,6954	5454736,7437	343,3603	-0,0052	0,0061	-0,0007
H049	614352,7060	5454742,8698	343,5715	614352,7029	5454742,8763	343,5714	-0,0031	0,0065	-0,0001
H050	614346,2140	5454749,1655	343,5756	614346,2131	5454749,1581	343,5752	-0,0009	-0,0074	-0,0004
H051	614339,0521	5454756,1971	343,5810	614339,0534	5454756,1977	343,5817	0,0013	0,0006	0,0007
H053	614323,0730	5454771,7726	343,5819	614323,0745	5454771,7737	343,5801	0,0015	0,0011	-0,0018
H054	614429,8181	5454747,2416	339,5857	614429,8159	5454747,2375	339,5757	-0,0022	-0,0041	-0,0100
H056	614310,4821	5454784,1132	343,5747	614310,4864	5454784,1068	343,5724	0,0043	-0,0064	-0,0023
H057	614304,1569	5454790,2438	343,5706	614304,1652	5454790,2378	343,5709	0,0083	-0,0060	0,0003
H058	614297,0023	5454797,2784	343,5664	614297,0086	5454797,2728	343,5653	0,0063	-0,0056	-0,0011
H059	614290,2332	5454803,8480	343,5585	614290,2355	5454803,8381	343,5558	0,0023	-0,0099	-0,0027
H061	614342,6132	5454760,2243	343,6851	614342,6141	5454760,2266	343,6830	0,0009	0,0023	-0,0021
H062	614349,5679	5454753,4617	343,6840	614349,5141	5454753,4783	343,6819			
H063	614356,2850	5454746,7619	343,6730	614356,2853	5454746,7624	343,6733	0,0003	0,0005	0,0003
H064	614324,8252	5454777,6170	343,6823	614324,8258	5454777,6139	343,6769	0,0006	-0,0031	-0,0054
H065	614424,0722	5454746,0963	339,7015	614424,0691	5454746,0915	339,6993	-0,0031	-0,0048	-0,0022
H066	614316,3292	5454785,9489	343,6771	614316,3353	5454785,9483	343,6728	0,0061	-0,0006	-0,0043
H067	614307,9027	5454794,1457	343,6754	614307,9101	5454794,1452	343,6744	0,0074	-0,0005	-0,0010
H068	614300,7456	5454801,1471	343,6730	614300,7506	5454801,1350	343,6731	0,0050	-0,0121	0,0001
H069	614296,2208	5454806,6453	343,5947	614296,2263	5454806,6397	343,5949	0,0055	-0,0056	0,0002
H071	614291,7850	5454817,0844	343,1136	614291,7893	5454817,0869	343,1052	0,0043	0,0025	-0,0084
H075	614307,6614	5454833,4276	341,4450	614307,6705	5454833,4246	341,4354	0,0091	-0,0030	-0,0096
H076	614406,0561	5454755,6512	339,2299	614406,0471	5454755,6460	339,2270	-0,0090	-0,0052	-0,0029
H098	614404,1351	5454735,7135	339,6807	614404,1307	5454735,7055	339,6798	-0,0044	-0,0080	-0,0009
H109	614391,9696	5454752,1258	339,9681	614391,9742	5454752,1194	339,9632	0,0046	-0,0064	-0,0049

HH001	614403,7005	5454742,4480	355,3000	614403,6947	5454742,4488	355,2895	-0,0058	0,0008	-0,0105
HH002	614410,7381	5454701,0197	355,2894	614410,7329	5454701,0180	355,2875	-0,0052	-0,0017	-0,0019
HH003	614412,8100	5454700,8966	355,2857	614412,8099	5454700,8920	355,2801	-0,0001	-0,0046	-0,0056
HH004	614428,5888	5454703,5780	355,2855	614428,5847	5454703,5734	355,2855	-0,0041	-0,0046	0,0000
HH005	614430,4763	5454704,3601	355,2942	614430,4755	5454704,3520	355,2929	-0,0008	-0,0081	-0,0013
HH006	614423,4099	5454745,7799	355,2956	614423,4137	5454745,7672	355,2917	0,0038	-0,0127	-0,0039
HH007	614421,3843	5454745,8736	355,2863	614421,3806	5454745,8735	355,2879			
HH008	614405,5989	5454743,2176	355,2947	614405,6012	5454743,2153	355,2907	0,0023	-0,0023	-0,0040
HP401	614299,4902	5454803,3283	352,8662	614299,4921	5454803,3197	352,8601	0,0019	-0,0086	-0,0061
HP402	614324,5243	5454778,8740	352,8605	614324,5213	5454778,8725	352,8573	-0,0030	-0,0015	-0,0032
HP403	614336,1151	5454767,5571	352,8641	614336,1209	5454767,5520	352,8596	0,0058	-0,0051	-0,0045
HP405	614357,8092	5454747,7866	352,8597	614357,8111	5454747,7858	352,8537	0,0019	-0,0008	-0,0060
HP406	614366,6212	5454758,7278	352,8569	614366,6258	5454758,7312	352,8578	0,0046	0,0034	0,0009
HP408	614332,1559	5454792,3953	352,8775	614332,1630	5454792,4026	352,8649	0,0071	0,0073	-0,0126
HP409	614310,6763	5454813,3670	352,8684	614310,6870	5454813,3662	352,8596	0,0107	-0,0008	-0,0088
HP410	614309,0258	5454813,5965	352,8633	614309,0312	5454813,5982	352,8543	0,0054	0,0017	-0,0090
HP411	614299,9522	5454804,3037	352,8557	614299,9542	5454804,3018	352,8557	0,0020	-0,0019	0,0000
N1	614368,8443	5454774,3144	341,7541	614368,8368	5454774,3205	341,7547	-0,0075	0,0061	0,0006
N2	614364,2530	5454778,7655	341,7494	614364,2509	5454778,7710	341,7524	-0,0021	0,0055	0,0030
N3	614359,6215	5454783,3158	341,7582	614359,6188	5454783,3192	341,7605	-0,0027	0,0034	0,0023
N4	614354,9691	5454787,8464	341,7524	614354,9752	5454787,8502	341,7552	0,0061	0,0038	0,0028
V03	614407,2209	5454721,7341	342,4896	614407,2167	5454721,7298	342,4927	-0,0042	-0,0043	0,0031
V04	614383,6725	5454770,3530	342,3298	614383,6581	5454770,3587	342,3317	-0,0144	0,0057	0,0019
V05	614429,7724	5454755,0219	341,8053	614429,7677	5454755,0124	341,8001	-0,0047	-0,0095	-0,0052
V06	614323,2107	5454829,3302	343,4170	614323,2159	5454829,3221	343,4122	0,0052	-0,0081	-0,0048
V08	614297,4966	5454825,5201	344,7444	614297,5052	5454825,5117	344,7379	0,0086	-0,0084	-0,0065
V11	614393,9614	5454746,5679	342,0025	614393,9612	5454746,5603	341,9998	-0,0002	-0,0076	-0,0027
V12	614374,8603	5454767,9394	343,7176	614374,8569	5454767,9509	343,7168			
V13	614371,9032	5454770,8233	343,7206	614371,9006	5454770,8317	343,7167	-0,0026	0,0084	-0,0039
V14	614426,9504	5454725,0687	355,3028	614426,9533	5454725,0607	355,2943	0,0029	-0,0080	-0,0085
V15	614426,9575	5454725,0630	342,4970	614426,9577	5454725,0709	342,4935	0,0002	0,0079	-0,0035
V18	614423,1614	5454687,6465	341,7042	614423,1557	5454687,6505	341,7063	-0,0057	0,0040	0,0021
V19	614412,8383	5454762,8178	341,3354	614412,8409	5454762,8096	341,3378	0,0026	-0,0082	0,0024
V20	614438,3441	5454704,5028	341,9062	614438,3337	5454704,4990	341,9055	-0,0104	-0,0038	-0,0007
V21	614401,9584	5454699,7512	341,9392	614401,9613	5454699,7577	341,9427	0,0029	0,0065	0,0035
V24	614434,5681	5454726,5334	341,9794	614434,5619	5454726,5301	341,9648	-0,0062	-0,0033	-0,0146
V25	614343,9346	5454809,0966	342,9518	614343,9365	5454809,0953	342,9453	0,0019	-0,0013	-0,0065
V27	614365,5356	5454787,9793	342,9918	614365,5315	5454787,9806	342,9872	-0,0041	0,0013	-0,0046
V29	614332,3313	5454809,5579	342,8647	614332,3400	5454809,5557	342,8631	0,0087	-0,0022	-0,0016
V30	614328,3294	5454813,4743	342,8789	614328,3358	5454813,4709	342,8765			
V31	614344,3583	5454797,8193	342,8591	614344,3626	5454797,8247	342,8656	0,0043	0,0054	0,0065
V33	614340,3478	5454801,7291	342,8710	614340,3549	5454801,7265	342,8723	0,0071	-0,0026	0,0013



	s	U
Sx	0,0052 m	0,0104 m
Sy	0,0060 m	0,0120 m
Sz	0,0051 m	0,0101 m
S _{3D}	0,0094 m	

